

VI-2-10 その他発電用原子炉の附属施設の耐震性に関する説明書

## VI-2-10-1 非常用電源設備の耐震性に関する説明書



## VI-2-10-1-1 非常用電源設備の耐震計算結果

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 耐震評価条件整理 .....	1

## 1. 概要

本資料は、非常用電源設備の耐震計算の手法及び条件の整理について説明するものである。

## 2. 耐震評価条件整理

非常用電源設備に対して、設計基準対象施設の耐震重要度分類，重大事故等対処設備の設備分類を整理した。既設の設計基準対象施設については，耐震評価における手法及び条件について，既に認可を受けた実績との差異の有無を整理した。また，重大事故等対処設備のうち，設計基準対象施設であるものについては，重大事故等対処設備の評価条件と設計基準対象施設の評価条件の差異の有無を整理した。結果を表 2-1 に示す。

非常用電源設備の耐震計算は表 2-1 に示す計算書に記載する。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (1/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の 附属施設	非常用電源設備	非常用ディーゼル発電設備	ディーゼル機関*2	S	無	VI-2-10-1-2-1-1	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-1
			空気だめ*3	S	無	VI-2-10-1-2-1-3	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-3
			ディーゼル燃料 デイトンク	S	有	VI-2-10-1-2-1-4	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-4
			A-ディーゼル燃料 移送ポンプ	S	—*4	VI-2-10-1-2-1-5	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-5
			B-ディーゼル燃料 移送ポンプ	S	—*4	VI-2-10-1-2-1-6	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-6
			A-ディーゼル燃料 貯蔵タンク	S	—*4	VI-2-10-1-2-1-7	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-2-1-7
			B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク	S	—*4	VI-2-10-1-2-1-8	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-2-1-8
			主配管	S	—*4	VI-2-10-1-2-1-9	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-9
			発電機	S	無	VI-2-10-1-2-1-1	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-1
			励磁装置 保護継電装置	S	—*4	VI-2-10-1-2-1-2	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-2

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (2/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の 附属施設	非常用電源設備	高圧炉心スプレ イ系ディーゼル 発電設備	ディーゼル機関*2	S	無	VI-2-10-1-2-2-1	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-1
			空気だめ*3	S	無	VI-2-10-1-2-2-3	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-3
			ディーゼル燃料 デイトンク	S	有	VI-2-10-1-2-2-4	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-4
			ディーゼル燃料 移送ポンプ	S	—*4	VI-2-10-1-2-2-5	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-5
			ディーゼル燃料 貯蔵タンク	S	—*4	VI-2-10-1-2-2-6	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-2-2-6
			主配管	S	—*4	VI-2-10-1-2-2-7	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-7
			発電機	S	無	VI-2-10-1-2-2-1	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-1
			励磁装置 保護継電装置	S	—*4	VI-2-10-1-2-2-2	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-2

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (3/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の 附属施設	非常用電源設備	ガスタービン発電機	ガスタービン機関*5	—	—*4	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	VI-2-10-1-2-3-1
			ガスタービン発電機 用燃料移送ポンプ	—	—*4	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	VI-2-10-1-2-3-3
			ガスタービン発電機 用軽油タンク	—	—*4	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	VI-2-10-1-2-3-4
			ガスタービン発電機 用サービスタンク	—	—*4	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	VI-2-10-1-2-3-5
			主配管	—	—*4	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	VI-2-10-1-2-3-6
			発電機	—	—*4	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	VI-2-10-1-2-3-1
			励磁装置 保護継電装置	—	—*4	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	VI-2-10-1-2-3-2
			緊急用直流 115V 蓄電 池	—	—*4	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	VI-2-10-1-2-3-7
			緊急用直流 60V 蓄電 池	—	—*4	—	常設耐震／防止 常設／緩和	—	VI-2-10-1-2-3-8

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (4/10)

評価対象設備				設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
				耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所
その他発電用原子炉の 附属施設	非常用電源設備	高圧発電機車	A-ディーゼル燃料貯 蔵タンク (非常用ディーゼル 発電設備に記載)	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-1-7
			B-ディーゼル燃料貯 蔵タンク (非常用ディーゼル 発電設備に記載)	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-1-8
			ディーゼル燃料貯蔵 タンク (高圧炉心スプレイ 系ディーゼル発電設 備に記載)	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-2-6
			ガスタービン発電機 用軽油タンク (ガスタービン発電 機に記載)	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-3-4

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (5/10)

評価対象設備				設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
				耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所
その他発電用原子炉の 附属施設	非常用電源設備	可搬式窒素供給装置用 発電設備	A-ディーゼル燃料貯 蔵タンク (非常用ディーゼル 発電設備に記載)	—	—*4	—	常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-1-7
			B-ディーゼル燃料貯 蔵タンク (非常用ディーゼル 発電設備に記載)	—	—*4	—	常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-1-8
			ディーゼル燃料貯蔵 タンク (高压炉心スプレイ 系ディーゼル発電設 備に記載)	—	—*4	—	常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-2-6
			ガスタービン発電機 用軽油タンク (ガスタービン発電 機に記載)	—	—*4	—	常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-3-4



表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (6/10)

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
		耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	緊急時対策所用発電機	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-4-1
		計装用無停電交流電源装置	S	無	VI-2-10-1-3-1	—	—	—
	その他の電源装置	230V 系充電器 (常用)	C	無	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-3-2
		B1-115V 系充電器 (SA)	S	—*4	VI-2-10-1-3-3	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-3-3
		SA 用 115V 系充電器	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-3-4
		230V 系蓄電池 (RCIC)	S	無	VI-2-10-1-3-5	常設耐震/防止	無	VI-2-10-1-3-5
		A-115V 系蓄電池	S	—*4	VI-2-10-1-3-6	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-3-6
		B-115V 系蓄電池	S	無	VI-2-10-1-3-7	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-3-7

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (7/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所
その他発電用原子炉の附属施設	その他の電源装置	B1-115V 系蓄電池 (SA)	S	—*4	VI-2-10-1-3-8	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-3-8
		SA 用 115V 系蓄電池	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-3-9
		高圧炉心スプレイ系蓄電池	S	無	VI-2-10-1-3-10	常設/防止 (D B 拡張)	無	VI-2-10-1-3-10
		原子炉中性子計装用蓄電池	S	無	VI-2-10-1-3-11	常設耐震/防止	無	VI-2-10-1-3-11
	その他	230V 系充電器 (RCIC)	S	無	VI-2-10-1-4-1	常設耐震/防止	無	VI-2-10-1-4-1
		A-115V 系充電器	S	無	VI-2-10-1-4-2	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-2
		B-115V 系充電器	S	無	VI-2-10-1-4-3	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-3
		高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤	S	無	VI-2-10-1-4-4	常設/防止 (D B 拡張)	無	VI-2-10-1-4-4
		原子炉中性子計装用充電器	S	無	VI-2-10-1-4-5	常設耐震/防止	無	VI-2-10-1-4-5
		メタルクラッド開閉装置	S	—*4	VI-2-10-1-4-6	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-6
			S	—*4	VI-2-10-1-4-6	常設/防止 (D B 拡張)	無	VI-2-10-1-4-6

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (8/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	その他	ロードセンタ	S	—*4	VI-2-10-1-4-7	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-7
			コントロールセンタ	S	—*4	VI-2-10-1-4-8	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-8
				S	—*4	VI-2-10-1-4-8	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-4-8
			動力変圧器	S	—*4	VI-2-10-1-4-9	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-9
				S	—*4	VI-2-10-1-4-9	常設/防止 (DB拡張)	無	VI-2-10-1-4-9
			緊急用メタクラ	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-10
			緊急用メタクラ接続 プラグ盤	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-11
			SA ロードセンタ	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-12
			SA コントロールセン タ	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-13
			メタクラ切替盤	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-14
			高圧発電機車接続プ ラグ収納箱	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-15

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (9/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	その他	SA 電源切替盤	S	—*4	VI-2-10-1-4-16	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-16
			充電器電源切替盤	S	—*4	VI-2-10-1-4-17	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-17
			緊急時対策所 発電 機接続プラグ盤	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-18
			緊急時対策所 低圧 受電盤・低圧母線盤	C	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-19
			緊急時対策所 低圧 分電盤 1	C	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-20
			緊急時対策所 低圧 分電盤 2	C	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-21
			A-115V 系直流盤	S	—*4	VI-2-10-1-4-22	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-22
			B-115V 系直流盤	S	—*4	VI-2-10-1-4-23	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-23
			230V 系直流盤 (RCIC)	S	—*4	VI-2-10-1-4-24	常設耐震/防止	無	VI-2-10-1-4-24
			230V 系直流盤 (常 用)	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-25
			B-115V 系直流盤(SA)	S	—*4	VI-2-10-1-4-26	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-26

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (10/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対象 施設との評価 条件の差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	その他	緊急時対策所 無停電交流電源装置	C	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-27
			緊急時対策所 無停電分電盤 1	C	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-28
			緊急時対策所 直流 115V 充電器	C	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-29
			HPAC 直流コントロー ルセンタ	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-30
			原子炉中性子計装用 分電盤	S	—*4	VI-2-10-1-4-31	常設/防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-4-31
			SA 対策設備用分電盤 (2)	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-32
			SRV 用電源切替盤	S	—*4	VI-2-10-1-4-33	常設耐震/防止	無	VI-2-10-1-4-33
			重大事故操作盤	—	—*4	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-34

注記\*1: 「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備, 「常設/防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) を示す。

\*2: 调速装置, 非常调速装置及び機関付冷却水ポンプはディーゼル機関付きであるため, ディーゼル機関の評価に包絡される。

\*3: 空気だめの安全弁は空気だめ付きであるため, 空気だめの評価に包絡される。

\*4: 本工事計画で新規に申請する設備であることから, 差異比較の対象外

\*5: 调速装置及び非常调速装置はガスタービン機関付きであるため, ガスタービン機関の評価に包絡される。

## VI-2-10-1-2 非常用発電装置の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-2-1 非常用ディーゼル発電設備の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-2-1-1 非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機  
の耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	9
4.1 固有周期の計算方法	9
4.2 固有周期の計算条件	9
4.3 固有周期の計算結果	10
5. 構造強度評価	11
5.1 構造強度評価方法	11
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	11
5.3 設計用地震力	16
5.4 計算方法	17
5.5 計算条件	25
5.6 応力の評価	26
6. 機能維持評価	27
6.1 動的機能維持評価方法	27
7. 評価結果	28
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	28
7.2 重大事故等対処設備としての評価結果	28

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機はディーゼル機関取付ボルト、発電機固定子取付ボルト及び発電機軸受台取付ボルトで直接据付台床に取り付ける。据付台床は基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>4サイクル単動無気噴油式ディーゼル機関及び同期発電機 (ディーゼル機関及び三相同期発電機)</p>	

2

(単位 : mm)

## 2.2 評価方針

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震評価フローを図2-1に示す。

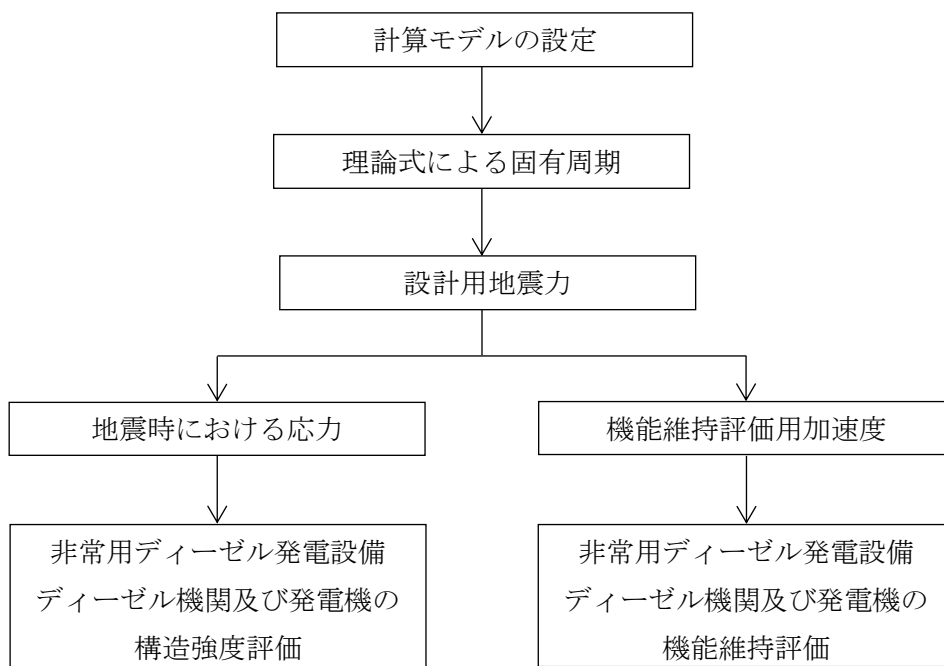


図2-1 非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震評価フロー

### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984  
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	最小断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b i</sub>	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	最小有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
C <sub>EH</sub>	ディーゼル機関往復運動による水平方向震度	—
C <sub>EV</sub>	ディーゼル機関往復運動による鉛直方向震度	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
d <sub>i</sub>	ボルトの呼び径* <sup>1</sup>	mm
E	縦弾性係数	MPa
F <sub>i</sub>	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
F <sub>i</sub> *	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
F <sub>b i</sub>	ボルトに作用する引張力 (1 本あたり) * <sup>1</sup>	N
f <sub>s b i</sub>	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
f <sub>t o i</sub>	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	MPa
f <sub>t s i</sub>	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
G	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
h <sub>i</sub>	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>2</sup>	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
l <sub>1 i</sub>	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup>	mm
l <sub>2 i</sub>	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup>	mm
M <sub>E 1</sub>	ディーゼル機関回転により作用するモーメント	N・mm
M <sub>E 2</sub>	発電機回転により作用するモーメント	N・mm
m <sub>i</sub>	運転時質量* <sup>2</sup>	kg
N	回転数 (ディーゼル機関の定格回転数)	rpm
n <sub>i</sub>	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
n <sub>f i</sub>	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* <sup>1</sup>	—
P	ディーゼル機関出力	kW
Q <sub>b i</sub>	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
S <sub>u i</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
S <sub>y i</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	MPa
S <sub>y i</sub> (RT)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値* <sup>1</sup>	MPa
T <sub>H</sub>	水平方向固有周期	s
T <sub>V</sub>	鉛直方向固有周期	s
π	円周率	—

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力*1	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ 及び $\tau_{bi}$ の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i=1$ : 基礎ボルト

$i=2$ : ディーゼル機関取付ボルト

$i=3$ : 発電機固定子取付ボルト

$i=4$ : 発電機軸受台取付ボルト

\*2:  $h_i$ 及び $m_i$ の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i=1$ : 据付面

$i=2$ : ディーゼル機関取付面

$i=3$ : 発電機固定子取付面

$i=4$ : 発電機軸受台取付面

\*3:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 <sup>*3</sup>	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。



### 3. 評価部位

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び取付ボルトについて実施する。非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4. 固有周期

##### 4.1 固有周期の計算方法

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の固有周期の計算方法を以下に示す。

###### (1) 計算モデル

- a. ディーゼル機関及び発電機，各機器の質量は重心に集中するものとする。
- b. ディーゼル機関及び発電機は据付台床上にあり，据付台床は基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。また，ディーゼル機関，発電機固定子及び発電機軸受台は，据付台床上に取付ボルトで固定されるものとする。
- c. 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。
- d. ディーゼル機関及び発電機は，図 4-1 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルとする。

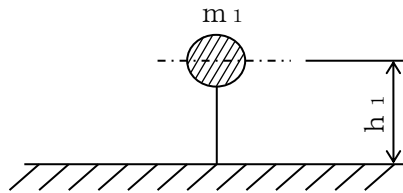


図 4-1 固有周期の計算モデル

###### (2) 水平方向固有周期

水平方向固有周期は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_1}{1000} \cdot \left( \frac{h_1^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h_1}{A_s \cdot G} \right)} \quad \dots (4.1.1)$$

###### (3) 鉛直方向固有周期

鉛直方向固有周期は次式で求める。

$$T_V = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_1}{1000} \cdot \frac{h_1}{A \cdot E}} \quad \dots (4.1.2)$$

##### 4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は，本計算書の【非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

#### 4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位 : s)

水平			
鉛直			

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

4.1(1)項 a.～d.のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

- (2) 転倒方向は図 5-1～図 5-8 における軸直角方向及び軸方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。

### 5.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

#### 5.2.2 許容応力

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 のとおりとする。

#### 5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関及び発電機	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関及び発電機	常設／防止 (DB拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 5-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	S35C (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	299	498	—
ディーゼル機関 取付ボルト	SCM435 (径≤60mm)	周囲環境温度	50	764	906	—
発電機固定子 取付ボルト	SCM435 (径≤60mm)	周囲環境温度	50	764	906	—
発電機軸受台 取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	S35C (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	299	498	—
ディーゼル機関 取付ボルト	SCM435 (径≤60mm)	周囲環境温度	50	764	906	—
発電機固定子 取付ボルト	SCM435 (径≤60mm)	周囲環境温度	50	764	906	—
発電機軸受台 取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当



### 5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-6 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 1.3 <sup>*1</sup>			$C_H=0.65^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.84^{*3}$	$C_V=0.95^{*3}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 1.3 <sup>*1</sup>			—	—	$C_H=1.84^{*2}$	$C_V=0.95^{*2}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は地震による震度，ディーゼル機関の往復運動による震度及びディーゼル機関回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

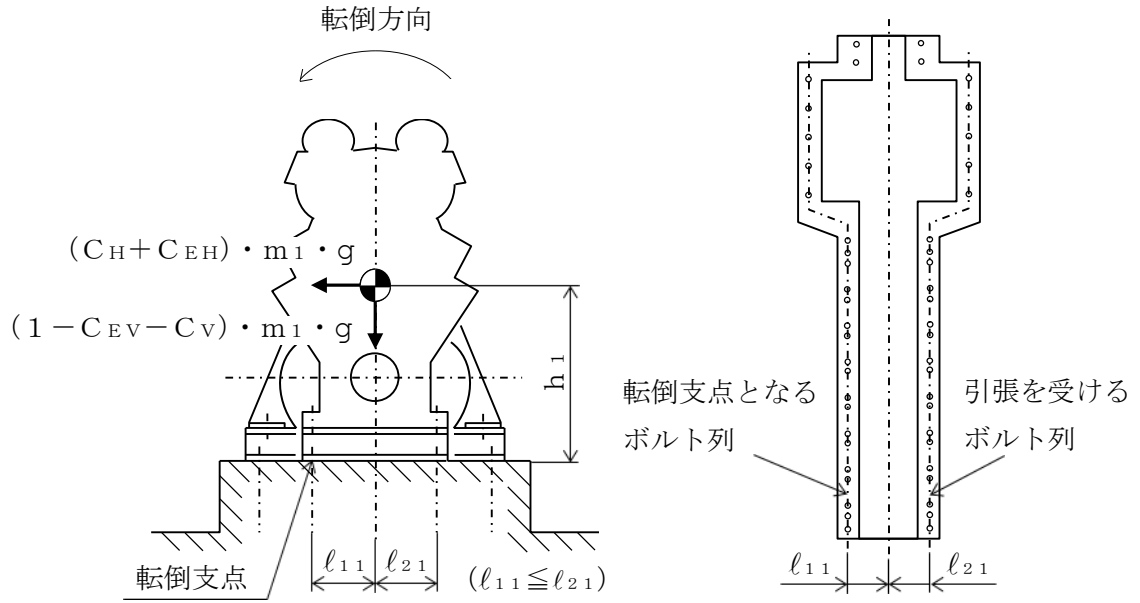


図 5-1 計算モデル（軸直角方向転倒）

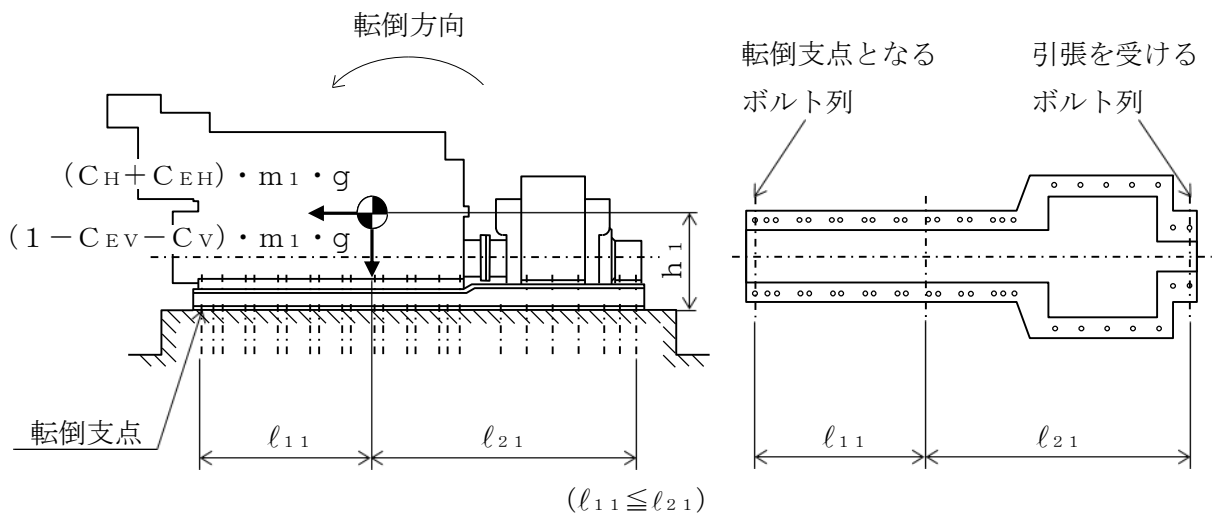


図 5-2 計算モデル（軸方向転倒）

## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図5-1及び図5-2で基礎ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

なお、計算モデル図5-1において、定格運転時の等速回転運動の場合、ディーゼル機関の回転によるモーメントと反駆動側である発電機の回転によるモーメントがつり合い、共通の台板上では各々の反力が相殺されるため、基礎ボルトに対してディーゼル機関の回転によるモーメントは作用しない。また、図5-2の場合は、軸方向転倒であるため、ディーゼル機関回転によるモーメントは作用しない。

引張力

$$F_{b1} = \frac{(C_H + C_{EH}) \cdot m_1 \cdot g \cdot h_1 - (1 - C_{EV} - C_V) \cdot m_1 \cdot g \cdot \ell_{11}}{n_{f1} \cdot (\ell_{11} + \ell_{21})} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、 $C_{EH}$ 及び $C_{EV}$ はディーゼル機関の往復運動による起振力及びディーゼル機関の回転数を考慮して定める値である。

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

ただし、 $F_{b1}$ が負のとき基礎ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

## (2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = (C_H + C_{EH}) \cdot m_1 \cdot g \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.5)$$

5.4.1.2 ディーゼル機関取付ボルトの計算方法

ディーゼル機関取付ボルトの応力は地震による震度，ディーゼル機関の往復運動による震度及びディーゼル機関回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

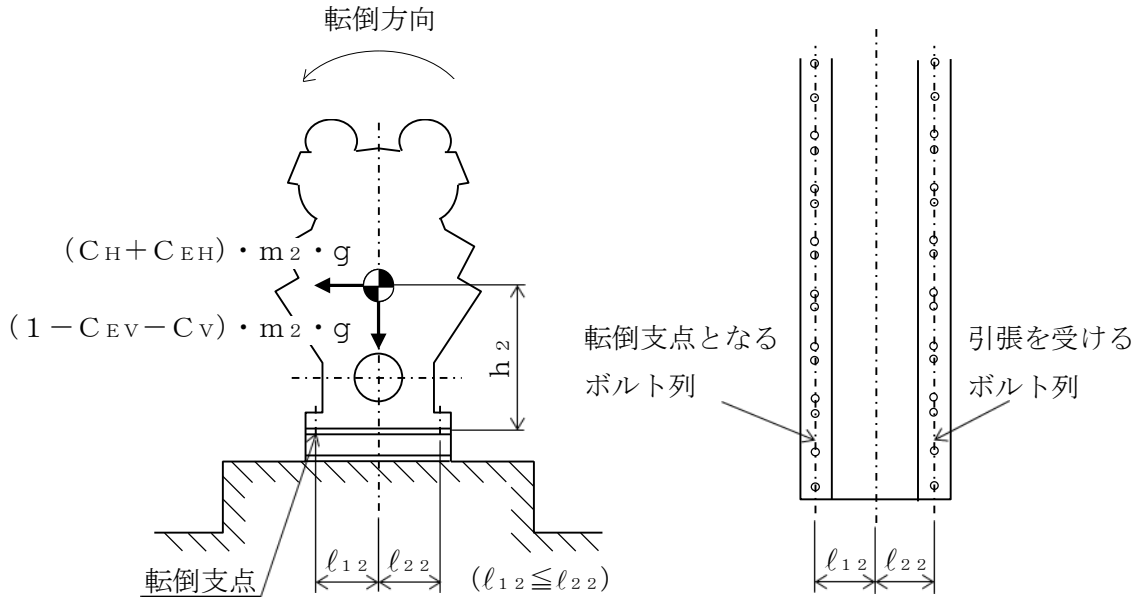


図 5-3 計算モデル（軸直角方向転倒）

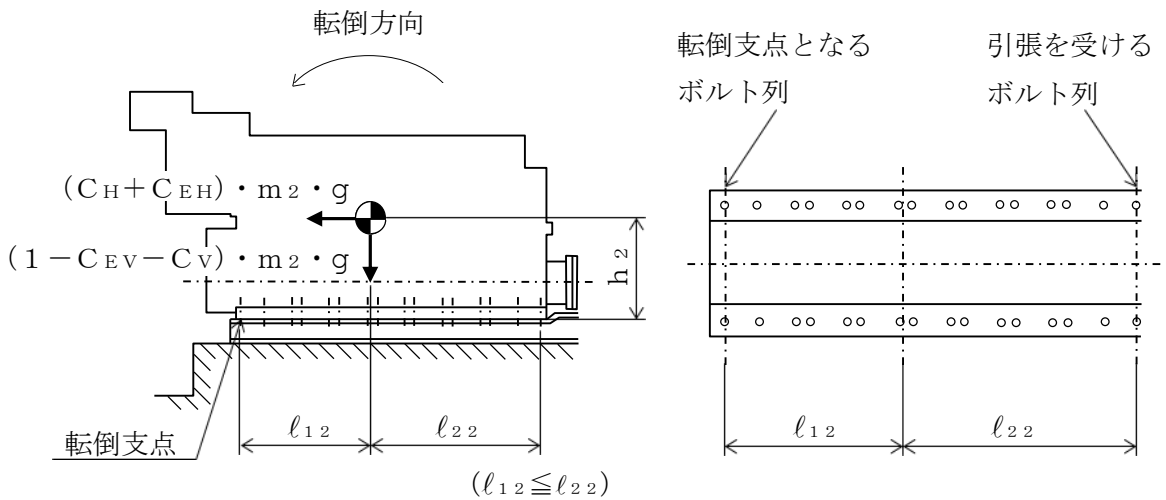


図 5-4 計算モデル（軸方向転倒）

## (1) 引張応力

ディーゼル機関取付ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図5-3及び図5-4でディーゼル機関取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列のディーゼル機関取付ボルトで受けるものとして計算する。

なお、計算モデル図5-4の場合は、ディーゼル機関回転によるモーメント\*は作用しない。

引張力

$$F_{b2} = \frac{(C_H + C_{EH}) \cdot m_2 \cdot g \cdot h_2 + M_{E1} - (1 - C_{EV} - C_V) \cdot m_2 \cdot g \cdot \ell_{12}}{n_{f2} \cdot (\ell_{12} + \ell_{22})} \dots \dots \dots (5.4.1.2.1)$$

ここで、 $C_{EH}$ 及び $C_{EV}$ はディーゼル機関の往復運動による起振力及びディーゼル機関の回転数を考慮して定める値である。また、ディーゼル機関回転によるモーメント $M_{E1}$ は次式により求める。

$$\text{注記*} : M_{E1} = \left( \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right) \cdot 10^6 \cdot P \quad (1\text{kW} = 10^6 \text{N} \cdot \text{mm/s})$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots \dots \dots (5.4.1.2.2)$$

ここで、ディーゼル機関取付ボルトの軸断面積 $A_{b2}$ は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots \dots \dots (5.4.1.2.3)$$

ただし、 $F_{b2}$ が負のときディーゼル機関取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

## (2) せん断応力

ディーゼル機関取付ボルトに対するせん断力はディーゼル機関取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b2} = (C_H + C_{EH}) \cdot m_2 \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.2.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots \dots \dots (5.4.1.2.5)$$

5.4.1.3 発電機固定子取付ボルトの計算方法

発電機固定子取付ボルトの応力は地震による震度，ディーゼル機関の往復運動による震度及び発電機回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

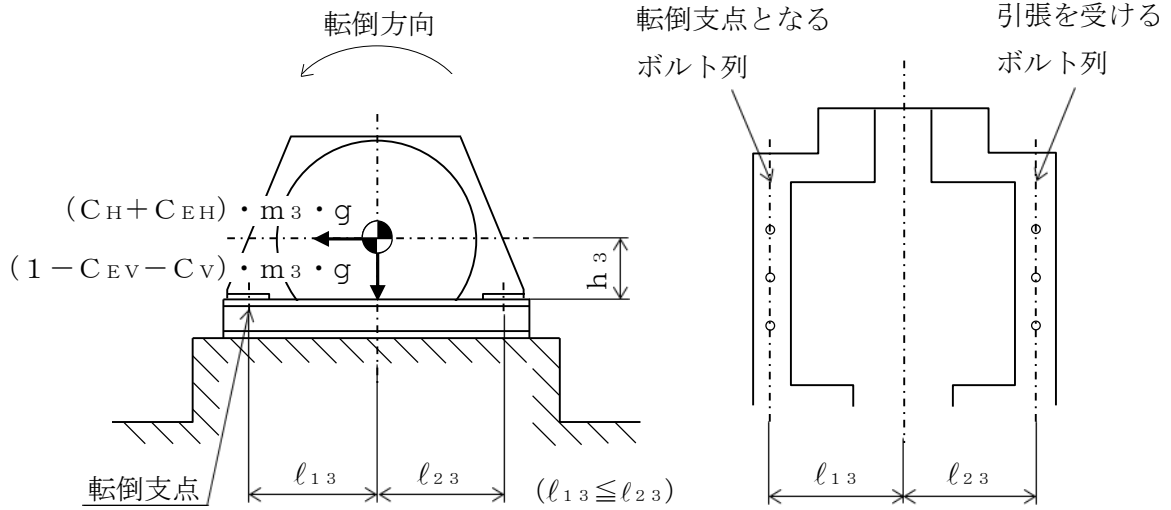


図 5-5 計算モデル（軸直角方向転倒）

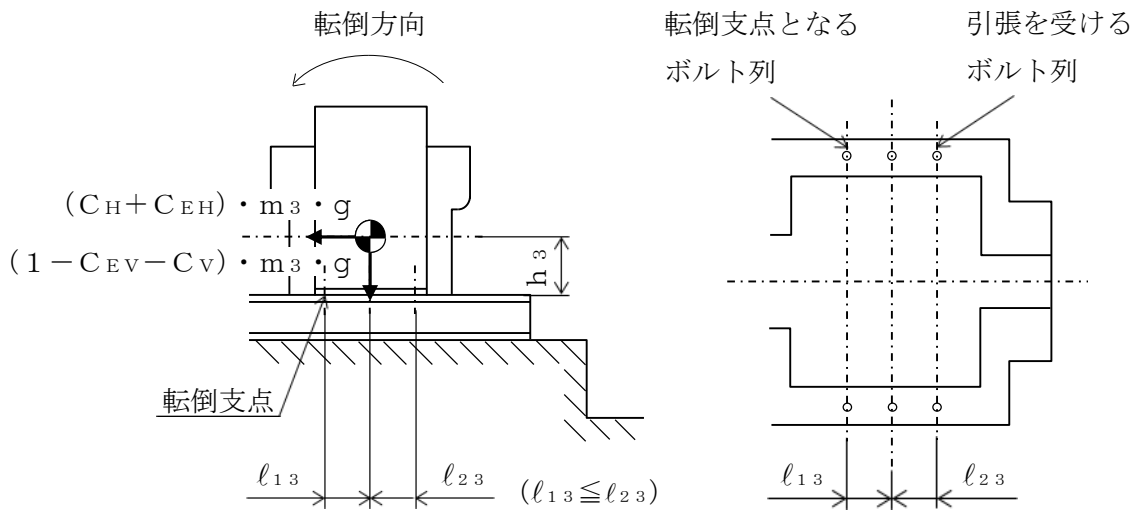


図 5-6 計算モデル（軸方向転倒）

(1) 引張応力

発電機固定子取付ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 5-5 及び図 5-6 で発電機固定子取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列の発電機固定子取付ボルトで受けるものとして計算する。

なお、計算モデル図 5-6 の場合は、発電機回転によるモーメント\*は作用しない。

引張力

$$F_{b3} = \frac{(C_H + C_{EH}) \cdot m_3 \cdot g \cdot h_3 + M_{E2} - (1 - C_{EV} - C_V) \cdot m_3 \cdot g \cdot l_{13}}{n_{f3} \cdot (l_{13} + l_{23})} \dots \dots \dots (5.4.1.3.1)$$

ここで、 $C_{EH}$ 及び $C_{EV}$ はディーゼル機関の往復運動による起振力及びディーゼル機関の回転数を考慮して定める値である。また、発電機回転によるモーメント $M_{E2}$ は次式により求める。

注記\* :  $M_{E2} = M_{E1} = \left( \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right) \cdot 10^6 \cdot P$   
 (1kW=10<sup>6</sup>N・mm/s)

引張応力

$$\sigma_{b3} = \frac{F_{b3}}{A_{b3}} \dots \dots \dots (5.4.1.3.2)$$

ここで、発電機固定子取付ボルトの軸断面積 $A_{b3}$ は次式により求める。

$$A_{b3} = \frac{\pi}{4} \cdot d_3^2 \dots \dots \dots (5.4.1.3.3)$$

ただし、 $F_{b3}$ が負のとき発電機固定子取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

発電機固定子取付ボルトに対するせん断力は発電機固定子取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b3} = (C_H + C_{EH}) \cdot m_3 \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.3.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b3} = \frac{Q_{b3}}{n_3 \cdot A_{b3}} \dots \dots \dots (5.4.1.3.5)$$

5.4.1.4 発電機軸受台取付ボルトの計算方法

発電機軸受台取付ボルトの応力は地震による震度，ディーゼル機関の往復運動による震度によって生じる引張力とせん断力について計算する。

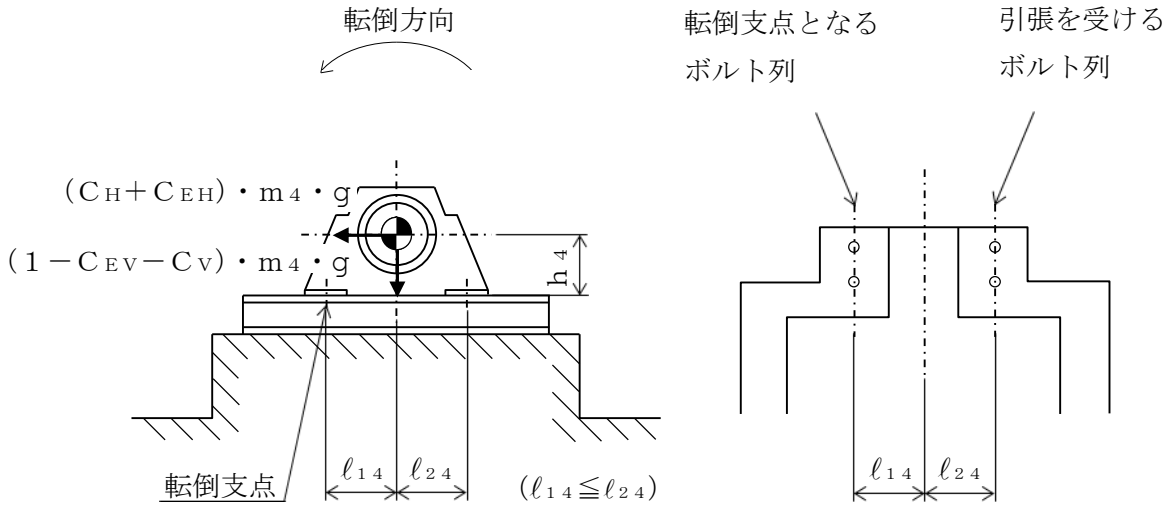


図5-7 計算モデル（軸直角方向転倒）

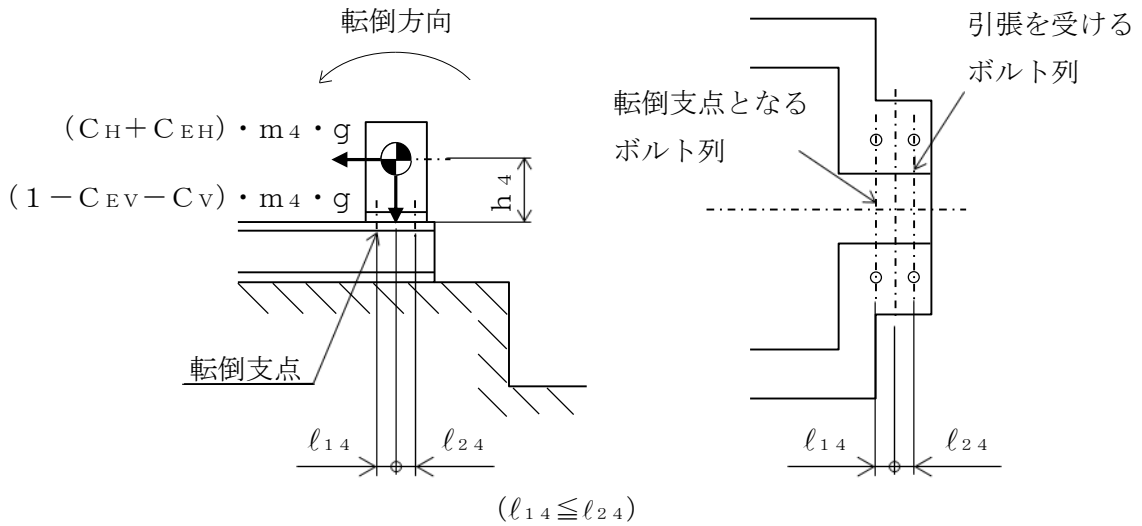


図5-8 計算モデル（軸方向転倒）



## (1) 引張応力

発電機軸受台取付ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 5-7 及び図 5-8 で発電機軸受台取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列の発電機軸受台取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b4} = \frac{(C_H + C_{EH}) \cdot m_4 \cdot g \cdot h_4 - (1 - C_{EV} - C_V) \cdot m_4 \cdot g \cdot \ell_{14}}{n_{f4} \cdot (\ell_{14} + \ell_{24})} \dots \dots \dots (5.4.1.4.1)$$

ここで、 $C_{EH}$ 及び $C_{EV}$ はディーゼル機関の往復運動による起振力及びディーゼル機関の回転数を考慮して定める値である。

引張応力

$$\sigma_{b4} = \frac{F_{b4}}{A_{b4}} \dots \dots \dots (5.4.1.4.2)$$

ここで、発電機軸受台取付ボルトの軸断面積 $A_{b4}$ は次式により求める。

$$A_{b4} = \frac{\pi}{4} \cdot d_4^2 \dots \dots \dots (5.4.1.4.3)$$

ただし、 $F_{b4}$ が負のとき発電機軸受台取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

## (2) せん断応力

発電機軸受台取付ボルトに対するせん断力は発電機軸受台取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b4} = (C_H + C_{EH}) \cdot m_4 \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.4.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b4} = \frac{Q_{b4}}{n_4 \cdot A_{b4}} \dots \dots \dots (5.4.1.4.5)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 5.5.2 ディーゼル機関取付ボルトの応力計算条件

ディーゼル機関取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 5.5.3 発電機固定子取付ボルトの応力計算条件

発電機固定子取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 5.5.4 発電機軸受台取付ボルトの応力計算条件

発電機軸受台取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

## 5.6 応力の評価

### 5.6.1 ボルトの応力評価

5.4 項で求めたボルトの引張応力  $\sigma_{bi}$  は次式より求めた許容組合せ応力  $f_{tsi}$  以下であること。ただし、 $f_{toi}$  は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力  $\tau_{bi}$  はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sbi}$  以下であること。ただし、 $f_{sbi}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S <sub>s</sub> による荷重との 組合せの場合
許容引張応力 $f_{toi}$	$\frac{F_i}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sbi}$	$\frac{F_i}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 動的機能維持評価方法

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の地震後の動的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度はVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機は地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。

機能確認済加速度を表6-1に示す。

表6-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
機 関	中速形 ディーゼル機関	水平	1.1
		鉛直	1.0
調速装置		水平	1.8
		鉛直	1.0
発電機	横形すべり軸受	水平	2.6
		鉛直	1.0

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		ディーゼル機関 往復運動による 水平方向震度	ディーゼル機関 往復運動による 鉛直方向震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関及び発電機	S	原子炉建物 EL 1.3*1			C <sub>H</sub> =0.65*2	C <sub>V</sub> =0.48*2	C <sub>H</sub> =1.84*3	C <sub>V</sub> =0.95*3	C <sub>EH</sub> =0.02	C <sub>EV</sub> =0.02	—	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *1 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *1 (mm)	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> *1
基礎ボルト (i=1)		1700	48 (M48)	915	915	50	23
				4632	5861		2
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)		1700	56 (M56)	915	915	32	16
				2735	3515		2
発電機固定子取付ボルト (i=3)		637.2	48 (M48)	1600	1600	6	3
				625	625		2
発電機軸受台取付ボルト (i=4)		637.2	42 (M42)	600	600	4	2
				200	200		2

部材	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>yi</sub> (MPa)	S <sub>ui</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>E</sub> (N・mm)
						弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	
基礎ボルト (i=1)	1.810×10 <sup>3</sup>	299*2 (40mm<径≤100mm)	498*2 (40mm<径≤100mm)	299	348	軸直角	軸	—
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)	2.463×10 <sup>3</sup>	764*2 (径≤60mm)	906*2 (径≤60mm)	634	634	軸直角	軸	1.143×10 <sup>8</sup>
発電機固定子取付ボルト (i=3)	1.810×10 <sup>3</sup>	764*2 (径≤60mm)	906*2 (径≤60mm)	634	634	軸	軸	—
発電機軸受台取付ボルト (i=4)	1.385×10 <sup>3</sup>	211*2 (40mm<径≤100mm)	394*2 (40mm<径≤100mm)	211	253	軸	軸	—

P (kW)	N (rpm)	E (MPa)	G (MPa)	I (mm <sup>4</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A (mm <sup>2</sup> )
6150	514	201000*2	77300*2	1.504×10 <sup>12</sup>	1.288×10 <sup>5</sup>	1.479×10 <sup>6</sup>

注記\*1：ボルトにおける上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i = 1)	<div style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>			
ディーゼル機関取付ボルト (i = 2)				
発電機固定子取付ボルト (i = 3)				
発電機軸受台取付ボルト (i = 4)				

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
水平方向	$T_H =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_V =$ <input type="text"/>

1.4.2 ボルトの応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	S35C	引張	$\sigma_{b1} = 15$	$f_{ts1} = 224^*$	$\sigma_{b1} = 130$	$f_{ts1} = 261^*$
		せん断	$\tau_{b1} = 12$	$f_{sb1} = 173$	$\tau_{b1} = 34$	$f_{sb1} = 201$
ディーゼル機関 取付ボルト (i=2)	SCM435	引張	$\sigma_{b2} = 12$	$f_{ts2} = 475^*$	$\sigma_{b2} = 107$	$f_{ts2} = 475^*$
		せん断	$\tau_{b2} = 9$	$f_{sb2} = 366$	$\tau_{b2} = 25$	$f_{sb2} = 366$
発電機固定子 取付ボルト (i=3)	SCM435	引張	$\sigma_{b3} = 6$	$f_{ts3} = 475^*$	$\sigma_{b3} = 62$	$f_{ts3} = 475^*$
		せん断	$\tau_{b3} = 15$	$f_{sb3} = 366$	$\tau_{b3} = 41$	$f_{sb3} = 366$
発電機軸受台 取付ボルト (i=4)	SS41	引張	$\sigma_{b4} = 44$	$f_{ts4} = 158^*$	$\sigma_{b4} = 156$	$f_{ts4} = 187^*$
		せん断	$\tau_{b4} = 18$	$f_{sb4} = 122$	$\tau_{b4} = 49$	$f_{sb4} = 146$

注記\*:  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.3 動的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
機関	水平方向	0.81	1.1
	鉛直方向	0.58	1.0
调速装置	水平方向	0.81	1.8
	鉛直方向	0.58	1.0
発電機	水平方向	0.81	2.6
	鉛直方向	0.58	1.0

注記\*: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ディーゼル機関往復運動による水平方向震度	ディーゼル機関往復運動による鉛直方向震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関及び発電機	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建物 EL 1.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.84*2	C <sub>V</sub> =0.95*2	C <sub>EH</sub> =0.02	C <sub>EV</sub> =0.02	—	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *1 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *1 (mm)	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> *1
基礎ボルト (i=1)		1700	48 (M48)	915	915	50	23
				4632	5861		2
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)		1700	56 (M56)	915	915	32	16
				2735	3515		2
発電機固定子取付ボルト (i=3)		637.2	48 (M48)	1600	1600	6	3
				625	625		2
発電機軸受台取付ボルト (i=4)		637.2	42 (M42)	600	600	4	2
				200	200		2

部材	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>yi</sub> (MPa)	S <sub>ui</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sup>*</sup> <sub>i</sub> (MPa)	転倒方向		M <sub>E</sub> (N・mm)
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	1.810×10 <sup>3</sup>	299*2 (40mm<径≤100mm)	498*2 (40mm<径≤100mm)	—	348	—	軸	—
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)	2.463×10 <sup>3</sup>	764*2 (径≤60mm)	906*2 (径≤60mm)	—	634	—	軸	—
発電機固定子取付ボルト (i=3)	1.810×10 <sup>3</sup>	764*2 (径≤60mm)	906*2 (径≤60mm)	—	634	—	軸	—
発電機軸受台取付ボルト (i=4)	1.385×10 <sup>3</sup>	211*2 (40mm<径≤100mm)	394*2 (40mm<径≤100mm)	—	253	—	軸	—

P (kW)	N (rpm)	E (MPa)	G (MPa)	I (mm <sup>4</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A (mm <sup>2</sup> )
6150	514	201000*2	77300*2	1.504×10 <sup>12</sup>	1.288×10 <sup>5</sup>	1.479×10 <sup>6</sup>

注記\*1：ボルトにおける上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

## 2.3 計算数値

## 2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)	—		—	
発電機固定子取付ボルト (i=3)	—		—	
発電機軸受台取付ボルト (i=4)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
水平方向	$T_H =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_V =$ <input type="text"/>

2.4.2 ボルトの応力 (単位：MPa)

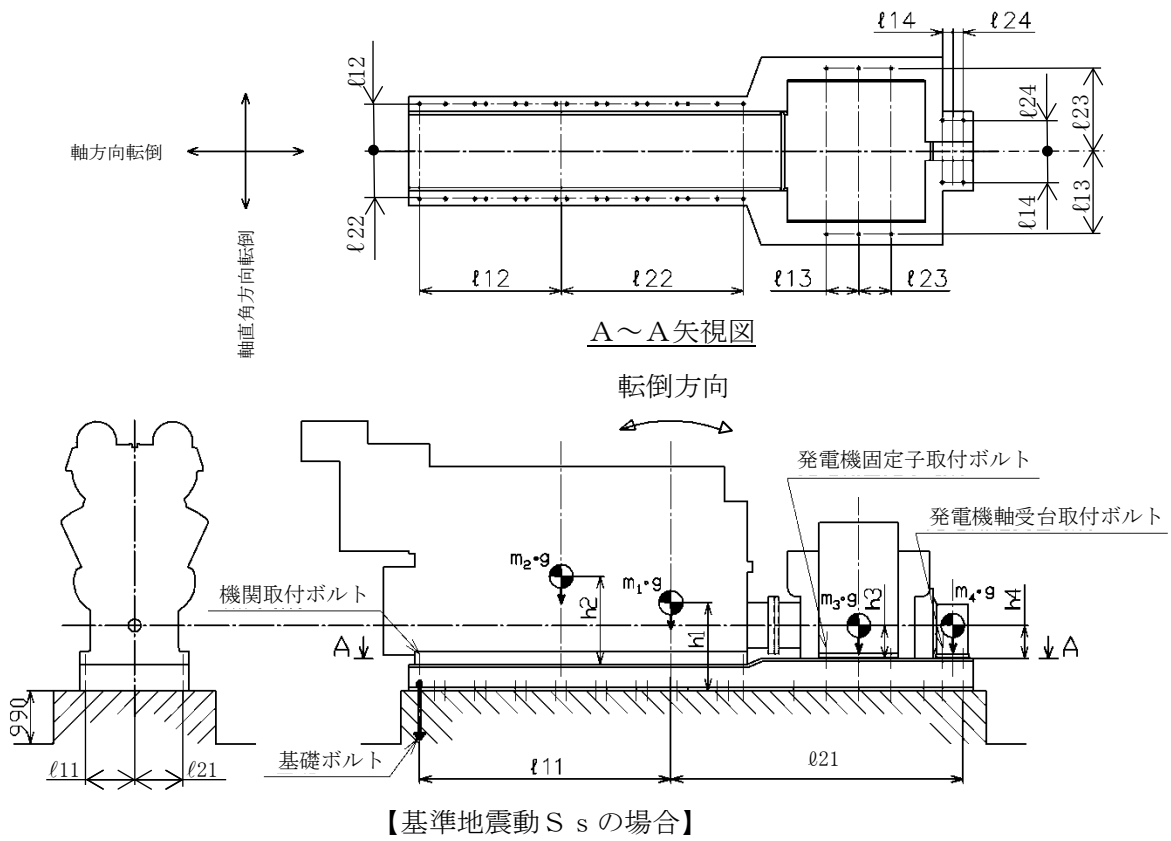
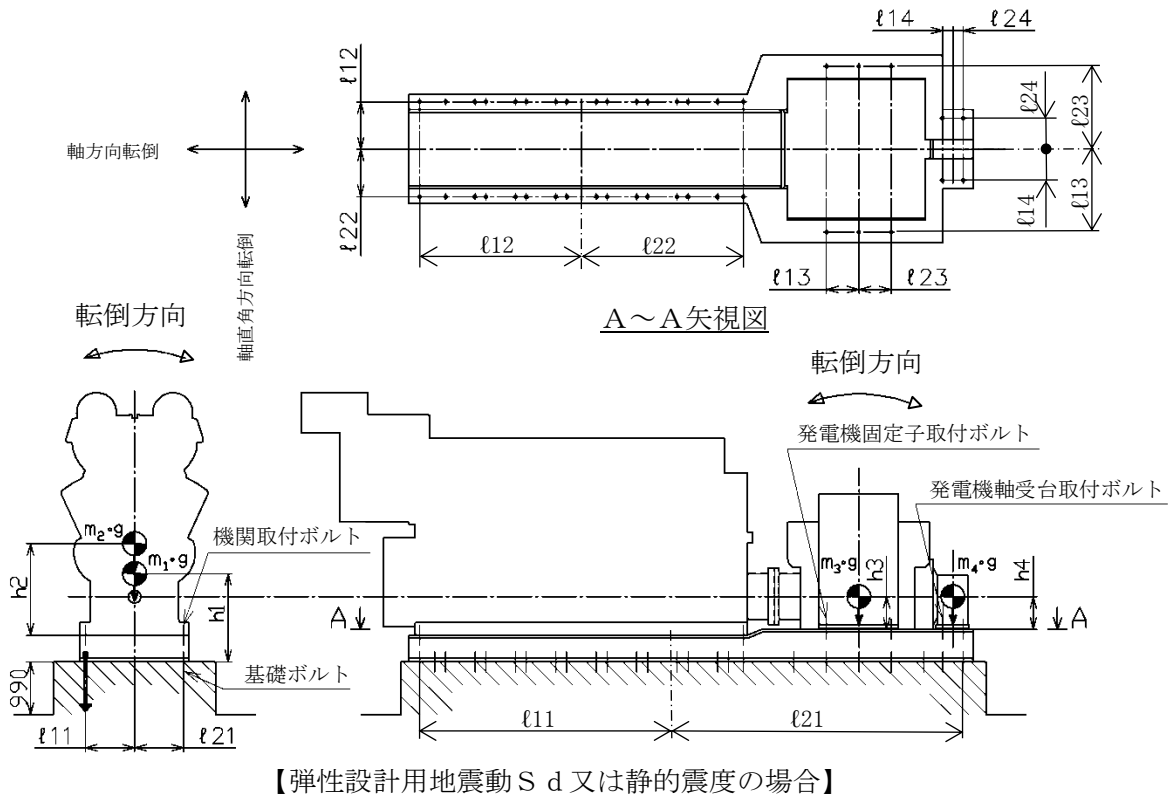
部材	材料	応力	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ( $i=1$ )	S35C	引張	—	—	$\sigma_{b1}=130$	$f_{ts1}=261^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=34$	$f_{sb1}=201$
ディーゼル機関 取付ボルト ( $i=2$ )	SCM435	引張	—	—	$\sigma_{b2}=107$	$f_{ts2}=475^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=25$	$f_{sb2}=366$
発電機固定子 取付ボルト ( $i=3$ )	SCM435	引張	—	—	$\sigma_{b3}=62$	$f_{ts3}=475^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b3}=41$	$f_{sb3}=366$
発電機軸受台 取付ボルト ( $i=4$ )	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b4}=156$	$f_{ts4}=187^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b4}=49$	$f_{sb4}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$   
 すべて許容応力以下である。

2.4.3 動的機能維持の評価結果 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
機関	水平方向	0.81	1.1
	鉛直方向	0.58	1.0
调速装置	水平方向	0.81	1.8
	鉛直方向	0.58	1.0
発電機	水平方向	0.81	2.6
	鉛直方向	0.58	1.0

注記\*：設計用震度 I (基準地震動  $S_s$ ) により定まる加速度  
 機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-2-1-2 非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置  
の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2A-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220A1～A7)</th> <th>2B-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220B1～B7)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>11100</td> <td>11100</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	2A-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220A1～A7)	2B-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220B1～B7)	たて	1900	1900	横	11100	11100	高さ	2300	2300
機器名称	2A-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220A1～A7)	2B-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220B1～B7)												
たて	1900	1900												
横	11100	11100												
高さ	2300	2300												
		<p>(単位：mm)</p>												



### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

2A-非常用ディーゼル 発電設備励磁装置 及び保護継電装置 (2-2220A1~A7)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
2B-非常用ディーゼル 発電設備励磁装置 及び保護継電装置 (2-2220B1~B7)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2A-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置（2-2220A1～A7）の耐震性についての計算結果】、【2B-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置（2-2220B1～B7）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	非常用ディーゼル発電設備 励磁装置及び保護継電装置	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	非常用ディーゼル発電設備 励磁装置及び保護継電装置	常設/防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設/防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験若しくはサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
2A-非常用ディーゼル発電設備励磁装置 及び保護継電装置 (2-2220A1~A7)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2B-非常用ディーゼル発電設備励磁装置 及び保護継電装置 (2-2220B1~B7)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【2A-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置（2-2220A1～A7）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2A-非常用ディーゼル 発電設備励磁装置 及び保護継電装置 (2-2220A1～A7)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8 <sup>*1</sup> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C <sub>H</sub> =0.78 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.56 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.16 <sup>*3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="checkbox"/>	1230	16 (M16)	201.1	100	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *		F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
			S <sub>d</sub> :9	S <sub>s</sub> :15			弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	735	1020	S <sub>d</sub> :9	S <sub>s</sub> :15	215	258	短辺方向	短辺方向
	3990	7010	S <sub>d</sub> :6	S <sub>s</sub> :5				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2A-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220A1~A7)	水平方向	1.29	□
	鉛直方向	0.96	□

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2A-非常用ディーゼル 発電設備励磁装置 及び保護継電装置 (2-2220A1~A7)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1230	16 (M16)	201.1	100	215 (40mm<径≦100mm)	400 (40mm<径≦100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	735	1020	15	—	258	—	短辺方向
	3990	7010	5				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

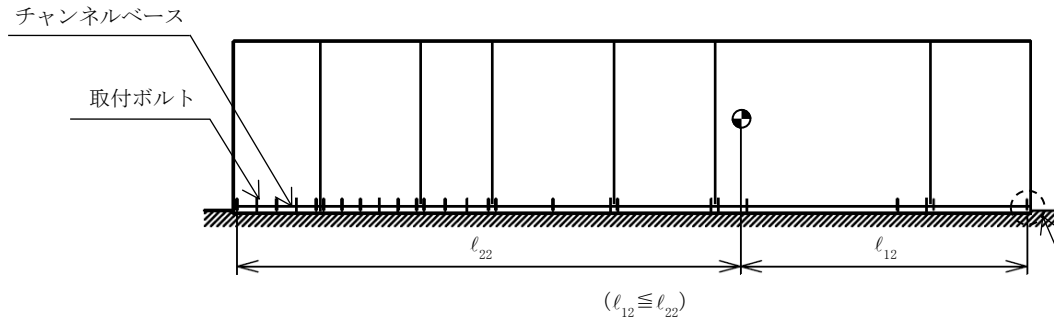
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2A-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220A1~A7)	水平方向	1.29	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

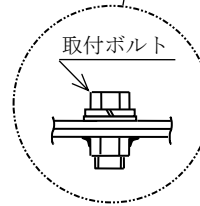
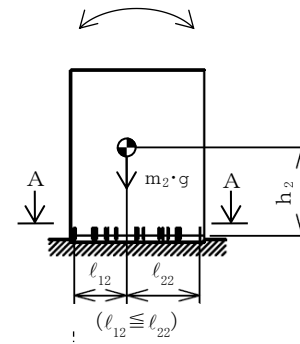
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

S2 補 VI-2-10-1-2-1-2 R1

正面  
(長辺方向)



側面  
(短辺方向)  
転倒方向





A~A 矢視図

【2B-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置（2-2220B1～B7）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2B-非常用ディーゼル 発電設備励磁装置 及び保護継電装置 (2-2220B1～B7)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8 <sup>*1</sup> )			C <sub>H</sub> =0.78 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.56 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.16 <sup>*3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1230	16 (M16)	201.1	100	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *		F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	735	1020	S d : 9	S s : 15	215	258	短辺方向	短辺方向
	3990	7010	S d : 6	S s : 5				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2B-非常用ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220B1~B7)	水平方向	1.29	□
	鉛直方向	0.96	□

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2B-非常用ディーゼル 発電設備励磁装置 及び保護継電装置 (2-2220B1~B7)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8* <sup>1</sup> )	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.56* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.16* <sup>2</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1230	16 (M16)	201.1	100	215 (40mm<径≦100mm)	400 (40mm<径≦100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	735	1020	15	—	258	—	短辺方向
	3990	7010	5				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

## 2.3 計算数値

## 2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 2.4 結論

## 2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi}=\text{Min}[1.4 \cdot f_{toi}-1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ 

すべて許容応力以下である。

## 2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2B-非常用ディーゼル 発電設備励磁装置 及び保護継電装置 (2-2220B1~B7)	水平方向	1.29	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="text"/>

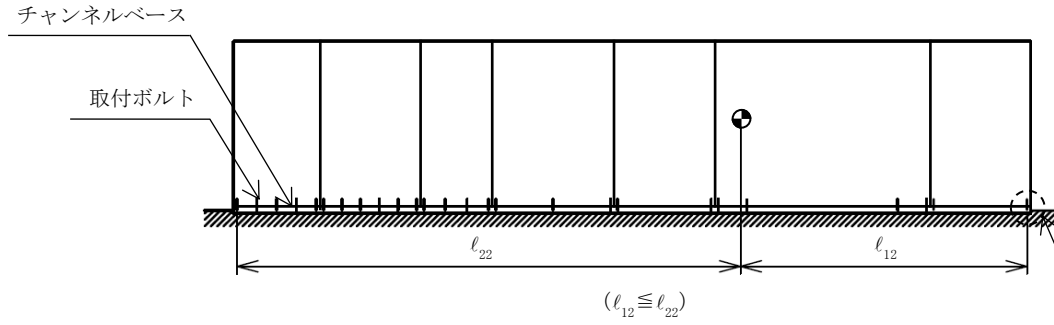
注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

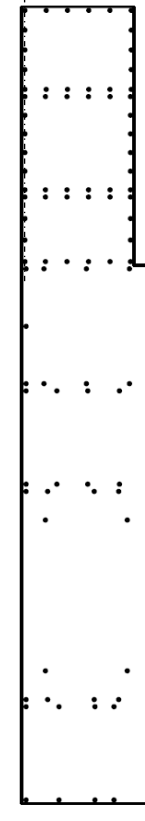
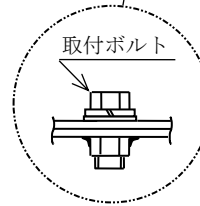
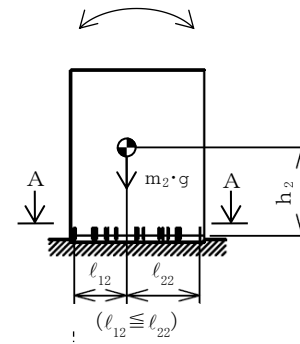


S2 補 VI-2-10-1-2-1-2 R1E

正面  
(長辺方向)



側面  
(短辺方向)  
転倒方向



VI-2-10-1-2-1-3 非常用ディーゼル発電設備空気だめの  
耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 一般事項 .....	1
2.1 構造計画 .....	1
3. 固有周期 .....	3
3.1 固有周期の計算 .....	3
4. 構造強度評価 .....	4
4.1 構造強度評価方法 .....	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力 .....	4
4.3 計算条件 .....	4
5. 評価結果 .....	10
5.1 設計基準対象施設としての評価結果 .....	10
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果 .....	10

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、非常用ディーゼル発電設備空気だめが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

非常用ディーゼル発電設備空気だめは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、非常用ディーゼル発電設備空気だめは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のスカート支持たて置円筒形容器であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-3 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

非常用ディーゼル発電設備空気だめの構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>胴をスカートで支持し、 スカートを基礎ボルトで 基礎に据え付ける。</p>	<p>たて置円筒形 (上面及び下面に鏡板 を有するスカート支持 たて置円筒形容器)</p>	<p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の計算

理論式により固有周期を計算する。固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備空気だめの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

計算の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。固有周期の計算結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

水平	<input type="text"/>
鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

非常用ディーゼル発電設備空気だめの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-3 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ディーゼル発電設備空気だめの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

非常用ディーゼル発電設備空気だめの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 及び表 4-4 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用ディーゼル発電設備空気だめの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備空気だめの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 空気だめ	S	クラス3容器*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：クラス3容器の支持構造物を含む。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類 <sup>*1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 空気だめ	常設／防止 (DB拡張)	重大事故等 クラス2容器 <sup>*2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：重大事故等クラス2容器の支持構造物を含む。

\*3：「 $D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。



表 4-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界*			
	一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と1.2・Sとの大きい方	左欄の1.5倍の値	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば、疲労解析は不要	
Ⅳ <sub>A</sub> S	0.6・S <sub>u</sub>	左欄の1.5倍の値		
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)			基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば、疲労解析は不要	

注記\*：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 許容応力（クラス 2， 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等以外)		許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	一次+二次応力	一次応力	
	引張	座屈 <sup>*3</sup>	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_b$ , $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$		$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)				

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

\*3：薄肉円筒形状のものの座屈の評価にあつては，クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SB46* <sup>1</sup>	最高使用温度	100	—	220	433	—
スカート	SM41A* <sup>2</sup> (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	—	241	394	—
基礎ボルト	SS41* <sup>3</sup> (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—

注記\*1 : SB450 相当

\*2 : SM400A 相当

\*3 : SS400 相当

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
胴板	SB46* <sup>1</sup>	最高使用温度	100	—	220	433	—
スカート	SM41A* <sup>2</sup> (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	—	241	394	—
基礎ボルト	SS41* <sup>3</sup> (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—

注記\*1 : SB450 相当

\*2 : SM400A 相当

\*3 : SS400 相当

## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備空気だめの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備空気だめの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【非常用ディーゼル発電設備 空気だめの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 空気だめ	S	原子炉建物 EL 1.3*1	□	□	$C_H=0.66^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.87^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	3.24	100	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

$m_o$ (kg)	$m_e$ (kg)	$D_i$ (mm)	$t$ (mm)	$D_s$ (mm)	$t_s$ (mm)	E (MPa)	$E_s$ (MPa)	G (MPa)	$G_s$ (MPa)
□	□	1500	25.0	1519	6.0	198000*1	201000*2	76200*1	77300*2

$\varnothing$ (mm)	$\varnothing_s$ (mm)	$D_1$ (mm)	$D_2$ (mm)	$D_3$ (mm)	s	n	$D_c$ (mm)	$D_{b_o}$ (mm)
971	699	400	155.2	—	15	12	1630	1710

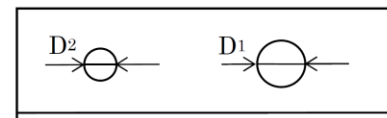
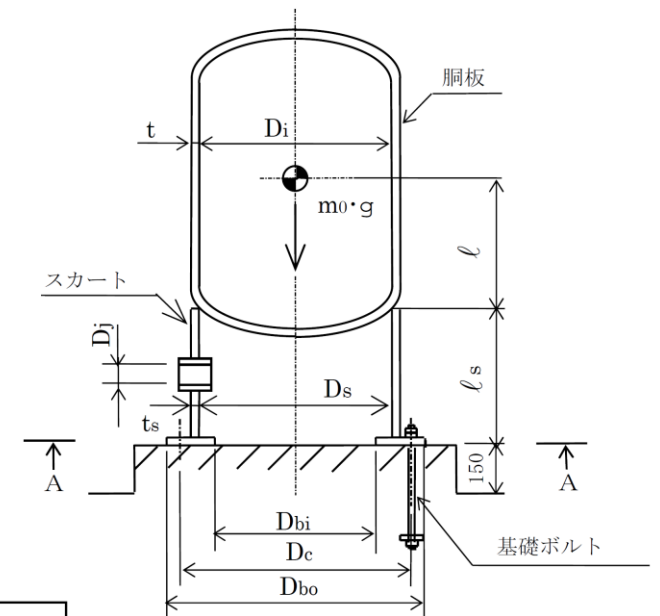
$D_{b_i}$ (mm)	d (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	Y (mm)	$M_s$ (N・mm)	
				弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
1350	20 (M20)	314.2	560	$4.540 \times 10^7$	$1.286 \times 10^8$

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (スカート) (MPa)	$S_u$ (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)
220*1	433*1	—	241*2 (厚さ ≤ 16mm)	394*2 (厚さ ≤ 16mm)	241	276

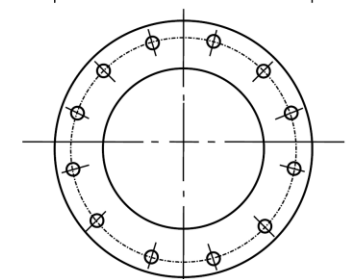
$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)
231*2 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394*2 (16mm < 径 ≤ 40mm)	231	276

注記\*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出



スカート開口部の形状を示す。



A～A 矢視図

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>			
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	
静水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\phi 1} = 100$	$\sigma_{x1} = 50$	—	$\sigma_{\phi 1} = 100$	$\sigma_{x1} = 50$	—	
運転時質量による引張応力	—	$\sigma_{x2} = 0$	—	—	$\sigma_{x2} = 0$	—	
鉛直方向地震による引張応力	—	$\sigma_{x5} = 0$	—	—	$\sigma_{x5} = 0$	—	
空質量による圧縮応力	—	$\sigma_{x3} = 1$	—	—	$\sigma_{x3} = 1$	—	
鉛直方向地震による圧縮応力	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	
水平方向地震による応力	—	$\sigma_{x4} = 1$	$\tau = 1$	—	$\sigma_{x4} = 2$	$\tau = 2$	
応力の和	引張側	$\sigma_{\phi} = 100$	$\sigma_{xt} = 51$	—	$\sigma_{\phi} = 100$	$\sigma_{xt} = 52$	
	圧縮側	$\sigma_{\phi} = -100$	$\sigma_{xc} = -49$	—	$\sigma_{\phi} = -100$	$\sigma_{xc} = -48$	
組合せ応力	引張	$\sigma_{0t} = 100$			$\sigma_{0t} = 100$		
	圧縮	—			—		

(2) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>			
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	
鉛直方向地震による引張応力	—	$\sigma_{x5} = 0$	—	—	$\sigma_{x5} = 0$	—	
鉛直方向地震による圧縮応力	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	
水平方向地震による応力	—	$\sigma_{x4} = 1$	$\tau = 1$	—	$\sigma_{x4} = 2$	$\tau = 2$	
応力の和	引張側	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xt} = 1$	—	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xt} = 2$	
	圧縮側	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xc} = 1$	—	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xc} = 2$	
組合せ応力 (変動値)	引張	$\sigma_{2t} = 2$			$\sigma_{2t} = 5$		
	圧縮	$\sigma_{2c} = 2$			$\sigma_{2c} = 6$		

1.3.2 スカートに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		
	応力	組合せ応力	応力	組合せ応力	
運転時質量による応力	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_s = 9$	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_s = 22$	
鉛直方向地震による応力	$\sigma_{s3} = 1$		$\sigma_{s3} = 2$		
水平方向地震による応力	曲げ		$\sigma_{s2} = 6$		$\sigma_{s2} = 16$
	せん断		$\tau_s = 3$		$\tau_s = 6$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
引張応力	$\sigma_b = 15$	$\sigma_b = 61$
せん断応力	$\tau_b = 8$	$\tau_b = 21$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
水平方向	$T_H = \square$
鉛直方向	$T_V = \square$

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SB46	一次一般膜	$\sigma_o = 100$	$S_a = 220$	$\sigma_o = 100$	$S_a = 259$
		一次+二次	$\sigma_2 = 2$	$S_a = 440$	$\sigma_2 = 6$	$S_a = 440$
スカート	SM41A	組合せ	$\sigma_s = 9$	$f_{tm} = 241$	$\sigma_s = 22$	$f_{tm} = 276$
		圧縮と曲げ の組合せ (座屈の評価)	$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_{cm}} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_{bm}} \leq 1$		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_{cm}} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_{bm}} \leq 1$	
			0.04 (無次元)		0.10 (無次元)	
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b = 15$	$f_{ts} = 173^*$	$\sigma_b = 61$	$f_{ts} = 207^*$
		せん断	$\tau_b = 8$	$f_{sb} = 133$	$\tau_b = 21$	$f_{sb} = 159$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$   
 すべて許容応力以下である。



2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 空気だめ	常設/防止 (D B 拡張)	原子炉建物 EL 1.3*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.87*2	C <sub>V</sub> =0.96*2	3.24	100	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.2 機器要目

m <sub>o</sub> (kg)	m <sub>e</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	D <sub>s</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)	E (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	G (MPa)	G <sub>s</sub> (MPa)
□	□	1500	25.0	1519	6.0	198000*1	201000*2	76200*1	77300*2

φ	φ <sub>s</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	s	n	D <sub>c</sub>	D <sub>bo</sub>
971	699	400	155.2	—	15	12	1630	1710

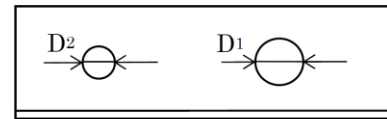
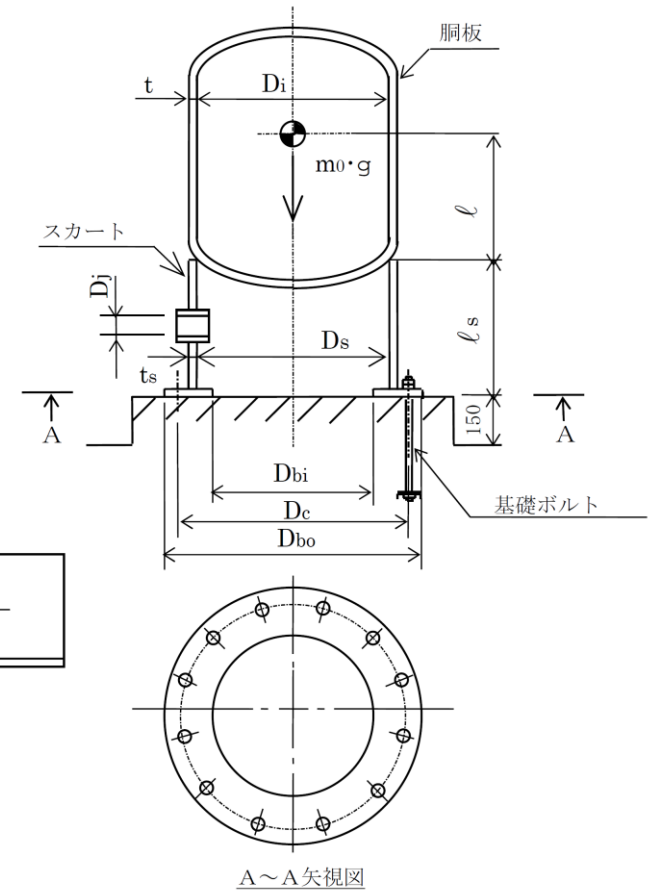
D <sub>bi</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	Y (mm)	M <sub>s</sub> (N・mm)	
				弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は 静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
1350	20 (M20)	314.2	560	—	1.286 × 10 <sup>8</sup>

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (スカート) (MPa)	S <sub>u</sub> (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	F* (スカート) (MPa)
220*1	433*1	—	241*2 (厚さ ≤ 16mm)	394*2 (厚さ ≤ 16mm)	241	276

S <sub>y</sub> (基礎ボルト) (MPa)	S <sub>u</sub> (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
231*2 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394*2 (16mm < 径 ≤ 40mm)	—	276

注記\*1: 最高使用温度で算出

\*2: 周囲環境温度で算出



スカート開口部の形状を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭又は内圧による応力	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} = 100$	$\sigma_{x1} = 50$	—
運転時質量による引張応力	—	—	—	—	$\sigma_{x2} = 0$	—
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—	—	$\sigma_{x5} = 0$	—
空質量による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x3} = 1$	—
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x6} = 1$	—
水平方向地震による応力	—	—	—	—	$\sigma_{x4} = 2$	$\tau = 2$
応力の和	引張側	—	—	$\sigma_{\phi} = 100$	$\sigma_{xt} = 52$	—
	圧縮側	—	—	$\sigma_{\phi} = -100$	$\sigma_{xc} = -48$	—
組合せ応力	引張	—	—	$\sigma_{ot} = 100$		
	圧縮	—	—	—		

(2) 地震動のみによる 一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—	—	$\sigma_{x5} = 0$	—
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x6} = 1$	—
水平方向地震による応力	—	—	—	—	$\sigma_{x4} = 2$	$\tau = 2$
応力の和	引張側	—	—	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xt} = 2$	—
	圧縮側	—	—	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xc} = 2$	—
組合せ応力 (変動値)	引張	—	—	$\sigma_{2t} = 5$		
	圧縮	—	—	$\sigma_{2c} = 6$		

2.3.2 スカートに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		
	応力	組合せ応力	応力	組合せ応力	
運転時質量による応力	—	—	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_s = 22$	
鉛直方向地震による応力	—		$\sigma_{s3} = 2$		
水平方向地震による応力	曲げ		—		$\sigma_{s2} = 16$
	せん断		—		$\tau_s = 6$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
引張応力	—	$\sigma_b = 61$
せん断応力	—	$\tau_b = 21$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
水平方向	$T_H = \square$
鉛直方向	$T_V = \square$

2.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SB46	一次一般膜	—	—	$\sigma_o = 100$	$S_a = 259$
		一次+二次	—	—	$\sigma_z = 6$	$S_a = 440$
スカート	SM41A	組合せ	—	—	$\sigma_s = 22$	$f_{tm} = 276$
		圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	—		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_{cm}} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_{bm}} \leq 1$	
			—		0.10 (無次元)	
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b = 61$	$f_{ts} = 207^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 21$	$f_{sb} = 159$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

VI-2-10-1-2-1-4 非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料

デイタンクの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の計算	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 評価結果	9
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横置一胴円筒形容器であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-4 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>胴を当板を介して 2 個の脚で支持し、脚を基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>横置円筒形 (両端に鏡板を有する横置一胴円筒形容器)</p>	<p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の計算

理論式により固有周期を計算する。固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

計算の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。固有周期の計算結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

水平 (長手方向)			
水平 (横方向)			
鉛直			



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-4 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、S R S S法を適用する。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 及び表 4-4 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料デイトンク	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：クラス 2，3 容器及びクラス 2，3 支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料デイトンク	常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> S として Ⅳ <sub>A</sub> S の許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：重大事故等クラス 2 容器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界*1			
	一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方 ただし、オーステナイト系ス テンレス鋼及び高ニッケル合 金については上記値と1.2・S のうち大きい方とする。	左欄の1.5倍の値	*2 弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は基準地震動S <sub>s</sub> のみによ る疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下である こと。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値 が2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	
Ⅳ <sub>A</sub> S				
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)	0.6・S <sub>u</sub>	左欄の1.5倍の値	*2 基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累 積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値 が2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	

注記\*1：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

\*2：2・S<sub>y</sub>を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。S<sub>m</sub>は 2/3・S<sub>y</sub> と読み替  
える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

表 4-4 許容応力 (クラス 2, 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物)

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等以外)	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	組合せ	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)			

注記\*1: 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	45	—	243	397	—
脚	SS41* (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SS41* (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	50	—	211	394	—

注記\* : SS400 相当

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	45	—	243	397	—
脚	SS41* (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SS41* (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	50	—	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンク的设计基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【非常用ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
非常用 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料デイトンク	S	原子炉建物 EL 8.8*1			C <sub>H</sub> =0.78*2	C <sub>V</sub> =0.54*2	C <sub>H</sub> =1.46*3	C <sub>V</sub> =1.03*3	静水頭	45	50	0.86

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅰ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

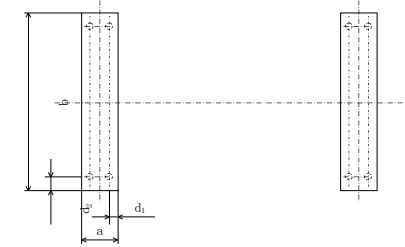
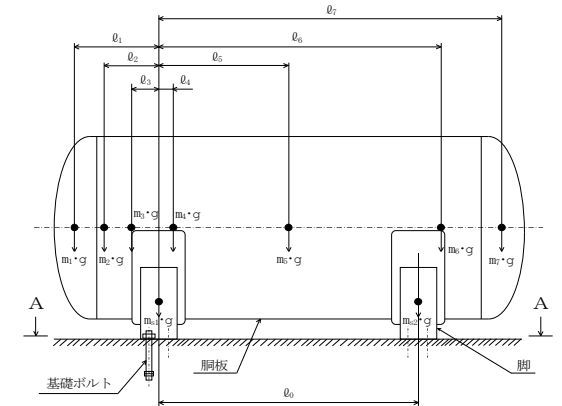
m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)

10

ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	ℓ <sub>4</sub> (mm)	ℓ <sub>5</sub> (mm)	ℓ <sub>6</sub> (mm)	ℓ <sub>7</sub> (mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	H (mm)
-845	-700	-350	160	1400	3150	3645	1.820×10 <sup>7</sup>	1.806×10 <sup>7</sup>	8.553×10 <sup>4</sup>	8.184×10 <sup>4</sup>	1810

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
			2200	9.0	21.0*1	2800	857	1325	0.428	170

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)
1037.5	200	3.125×10 <sup>10</sup>	4.065×10 <sup>8</sup>	3.012×10 <sup>7</sup>	2.032×10 <sup>6</sup>	1.959	1.509



A~A矢視図

S2 補 VI-2-10-1-2-1-4 R1

$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
$6.838 \times 10^4$	$201000^{*4}$	$77300^{*4}$	$2.786 \times 10^4$	$3.753 \times 10^4$	$2.037 \times 10^4$	$2.936 \times 10^4$

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$
		—	—								
		—	—								

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
15	4	2	2	400	2120	48 (M48)	1810	95	162.5

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	$F^*$ (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	$F^*$ (基礎ボルト) (MPa)
$243^{*3}$ (厚さ $\leq 16\text{mm}$ )	$397^{*3}$ (厚さ $\leq 16\text{mm}$ )	—	$231^{*4}$ ( $16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$ )	$394^{*4}$ ( $16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$ )	231	276	$211^{*4}$ ( $40\text{mm} < \text{径} \leq 100\text{mm}$ )	$394^{*4}$ ( $40\text{mm} < \text{径} \leq 100\text{mm}$ )	211	253

1

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出



1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2}=2$	—	$\sigma_{x 2}=2$	—	$\sigma_{x 2}=2$	—	$\sigma_{x 2}=2$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=2$	—	$\sigma_{x 6}=2$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x 413}=3$	—	—	—	$\sigma_{x 413}=4$	—	—
組合せ応力	$\sigma_{o\ell}=5$		$\sigma_{oc}=4$		$\sigma_{o\ell}=7$		$\sigma_{oc}=5$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2}=2$	—	$\sigma_{x 2}=2$	—	$\sigma_{x 2}=2$	—	$\sigma_{x 2}=2$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=2$	—	$\sigma_{x 6}=2$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 3}=17$	$\sigma_{x 3}=12$	$\sigma_{\phi 3}=17$	$\sigma_{x 3}=12$	$\sigma_{\phi 3}=17$	$\sigma_{x 3}=12$	$\sigma_{\phi 3}=17$	$\sigma_{x 3}=12$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 71}=9$	$\sigma_{x 71}=6$	$\sigma_{\phi 71}=9$	$\sigma_{x 71}=6$	$\sigma_{\phi 71}=17$	$\sigma_{x 71}=12$	$\sigma_{\phi 71}=17$	$\sigma_{x 71}=12$	
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 411}=18$	$\sigma_{x 411}=4$	$\sigma_{\phi 51}=10$	$\sigma_{x 51}=30$	$\sigma_{\phi 411}=34$	$\sigma_{x 411}=8$	$\sigma_{\phi 51}=18$	$\sigma_{x 51}=55$
		$\sigma_{\phi 412}=9$	$\sigma_{x 412}=6$			$\sigma_{\phi 412}=16$	$\sigma_{x 412}=11$		
	せん断	$\tau_{\ell}=19$		$\tau_c=2$		$\tau_{\ell}=35$		$\tau_c=4$	
組合せ応力	$\sigma_{1\ell}=58$		$\sigma_{1c}=45$		$\sigma_{1\ell}=94$		$\sigma_{1c}=71$		

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2} = 1$	—	$\sigma_{\phi 2} = 1$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6} = 1$	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	$\sigma_{x6} = 2$	—	$\sigma_{x6} = 2$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71} = 9$ $\sigma_{\phi 72} = 44$	$\sigma_{x71} = 6$ $\sigma_{x72} = 23$	$\sigma_{\phi 71} = 9$ $\sigma_{\phi 72} = 44$	$\sigma_{x71} = 6$ $\sigma_{x72} = 23$	$\sigma_{\phi 71} = 17$ $\sigma_{\phi 72} = 83$	$\sigma_{x71} = 12$ $\sigma_{x72} = 44$	$\sigma_{\phi 71} = 17$ $\sigma_{\phi 72} = 83$	$\sigma_{x71} = 12$ $\sigma_{x72} = 44$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 41} = 27$	$\sigma_{x41} = 12$	$\sigma_{\phi 51} = 10$	$\sigma_{x51} = 30$	$\sigma_{\phi 41} = 49$	$\sigma_{x41} = 23$	$\sigma_{\phi 51} = 18$	$\sigma_{x51} = 55$
		$\sigma_{\phi 421} = 9$ $\sigma_{\phi 422} = 41$	$\sigma_{x421} = 35$ $\sigma_{x422} = 21$	$\sigma_{\phi 52} = 107$	$\sigma_{x52} = 43$	$\sigma_{\phi 421} = 16$ $\sigma_{\phi 422} = 76$	$\sigma_{x421} = 66$ $\sigma_{x422} = 40$	$\sigma_{\phi 52} = 199$	$\sigma_{x52} = 79$
		$\sigma_{\phi 42} = 49$	$\sigma_{x42} = 56$			$\sigma_{\phi 42} = 92$	$\sigma_{x42} = 105$		
	せん断	$\tau_{\ell} = 19$		$\tau_c = 2$		$\tau_{\ell} = 35$		$\tau_c = 4$	
組合せ応力		$\sigma_{2\ell} = 208$		$\sigma_{2c} = 255$		$\sigma_{2\ell} = 390$		$\sigma_{2c} = 479$	

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

13

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力		圧縮	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_{s1} = 2$
鉛直方向地震による応力		圧縮	$\sigma_{s4} = 1$	$\sigma_{s4} = 1$	$\sigma_{s4} = 2$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s2} = 30$	$\sigma_{s3} = 3$	$\sigma_{s2} = 56$	$\sigma_{s3} = 6$
	せん断	$\tau_{s2} = 7$	$\tau_{s3} = 3$	$\tau_{s2} = 13$	$\tau_{s3} = 5$
組合せ応力		$\sigma_{s\ell} = 33$	$\sigma_{sc} = 7$	$\sigma_{s\ell} = 61$	$\sigma_{sc} = 11$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力		引張	$\sigma_{b1} = 57$	$\sigma_{b2} = 10$	$\sigma_{b1} = 118$ $\sigma_{b2} = 28$
水平方向地震による 応力		せん断	$\tau_{b1} = 19$	$\tau_{b2} = 10$	$\tau_{b1} = 36$ $\tau_{b2} = 19$

## 1.4 結論

## 1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期		
長手方向	$T_1 =$		
横方向	$T_2 =$		
鉛直方向	$T_3 =$		

## 1.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SS41	一次一般膜	$\sigma_o = 5$	$S_a = 238$	$\sigma_o = 7$	$S_a = 238$
		一次	$\sigma_1 = 58$	$S_a = 357$	$\sigma_1 = 94$	$S_a = 357$
		一次+二次	$\sigma_2 = 255$	$S_a = 486$	$\sigma_2 = 479$	$S_a = 486$
脚	SS41	組合せ	$\sigma_s = 33$	$f_{tm} = 231$	$\sigma_s = 61$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b = 57$	$f_{ts} = 158^*$	$\sigma_b = 118$	$f_{ts} = 190^*$
		せん断	$\tau_b = 19$	$f_{sb} = 122$	$\tau_b = 36$	$f_{sb} = 146$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
非常用 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料デイトンク	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 8.8*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.46*2	C <sub>V</sub> =1.03*2	静水頭	45	50	0.86

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.2 機器要目

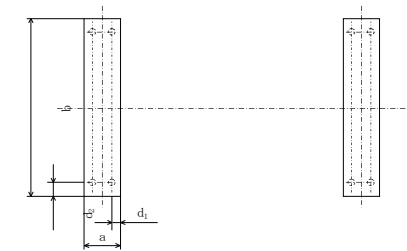
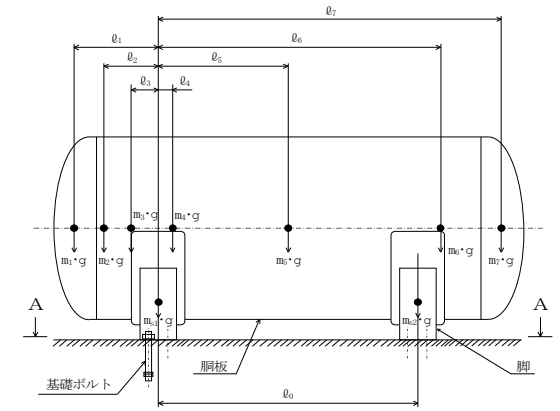
m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)

15

ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	ℓ <sub>4</sub> (mm)	ℓ <sub>5</sub> (mm)	ℓ <sub>6</sub> (mm)	ℓ <sub>7</sub> (mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	H (mm)
-845	-700	-350	160	1400	3150	3645	1.820×10 <sup>7</sup>	1.806×10 <sup>7</sup>	8.553×10 <sup>4</sup>	8.184×10 <sup>4</sup>	1810

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
			2200	9.0	21.0*1	2800	857	1325	0.428	170

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)
1037.5	200	3.125×10 <sup>10</sup>	4.065×10 <sup>8</sup>	3.012×10 <sup>7</sup>	2.032×10 <sup>6</sup>	1.959	1.509



A~A矢視図

$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
$6.838 \times 10^4$	$201000^{*4}$	$77300^{*4}$	$2.786 \times 10^4$	$3.753 \times 10^4$	$2.037 \times 10^4$	$2.936 \times 10^4$

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$
		—	—								
		—	—								

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
15	4	2	2	400	2120	48 (M48)	1810	95	162.5

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	$F^*$ (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	$F^*$ (基礎ボルト) (MPa)
$243^{*3}$ (厚さ $\leq 16\text{mm}$ )	$397^{*3}$ (厚さ $\leq 16\text{mm}$ )	—	$231^{*4}$ ( $16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$ )	$394^{*4}$ ( $16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$ )	—	276	$211^{*4}$ ( $40\text{mm} < \text{径} \leq 100\text{mm}$ )	$394^{*4}$ ( $40\text{mm} < \text{径} \leq 100\text{mm}$ )	—	253

16

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=2$	—	$\sigma_{x 2}=2$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=2$	—	$\sigma_{x 6}=2$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413}=4$	—	—
組合せ応力	—		—		$\sigma_{o\ell}=7$		$\sigma_{oc}=5$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

17

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=2$	—	$\sigma_{x 2}=2$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=2$	—	$\sigma_{x 6}=2$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}=17$	$\sigma_{x 3}=12$	$\sigma_{\phi 3}=17$	$\sigma_{x 3}=12$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=17$	$\sigma_{x 71}=12$	$\sigma_{\phi 71}=17$	$\sigma_{x 71}=12$	
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 411}=34$ $\sigma_{\phi 412}=16$ $\sigma_{\phi 41}=49$	$\sigma_{x 411}=8$ $\sigma_{x 412}=11$ $\sigma_{x 41}=23$	$\sigma_{\phi 51}=18$	$\sigma_{x 51}=55$
		せん断	—	—	—	$\tau_{\ell}=35$	$\tau_c=4$		
	組合せ応力	—		—		$\sigma_{1\ell}=94$		$\sigma_{1c}=71$	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} = 2$	—	$\sigma_{x 6} = 2$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} = 17$ $\sigma_{\phi 72} = 83$	$\sigma_{x 71} = 12$ $\sigma_{x 72} = 44$	$\sigma_{\phi 71} = 17$ $\sigma_{\phi 72} = 83$	$\sigma_{x 71} = 12$ $\sigma_{x 72} = 44$
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} = 49$	$\sigma_{x 41} = 23$	$\sigma_{\phi 51} = 18$	$\sigma_{x 51} = 55$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} = 16$ $\sigma_{\phi 422} = 76$	$\sigma_{x 421} = 66$ $\sigma_{x 422} = 40$	$\sigma_{\phi 52} = 199$	$\sigma_{x 52} = 79$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} = 92$	$\sigma_{x 42} = 105$		
せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} = 35$		$\tau_c = 4$		
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\ell} = 390$		$\sigma_{2c} = 479$	

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

18

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s			
		長手方向	横方向	長手方向	横方向		
運転時質量による応力		圧縮	—	—	—	$\sigma_{s 1} = 2$	$\sigma_{s 1} = 2$
鉛直方向地震による応力		圧縮	—	—	—	$\sigma_{s 4} = 2$	$\sigma_{s 4} = 2$
水平方向地震による応力		曲げ	—	—	—	$\sigma_{s 2} = 56$	$\sigma_{s 3} = 6$
		せん断	—	—	—	$\tau_{s 2} = 13$	$\tau_{s 3} = 5$
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{s \ell} = 61$	$\sigma_{s c} = 11$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s			
		長手方向	横方向	長手方向	横方向		
鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力		引張	—	—	—	$\sigma_{b 1} = 118$	$\sigma_{b 2} = 28$
水平方向地震による 応力		せん断	—	—	—	$\tau_{b 1} = 36$	$\tau_{b 2} = 19$

## 2.4 結論

## 2.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期		
長手方向	$T_1 =$		
横方向	$T_2 =$		
鉛直方向	$T_3 =$		

## 2.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SS41	一次一般膜	—	—	$\sigma_0 = 7$	$S_a = 238$
		一次	—	—	$\sigma_1 = 94$	$S_a = 357$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 479$	$S_a = 486$
脚	SS41	組合せ	—	—	$\sigma_s = 61$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b = 118$	$f_{ts} = 190^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 36$	$f_{sb} = 146$

19 注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-2-1-5 非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送  
ポンプの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 構造強度評価	4
3.1 構造強度評価方法	4
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
3.3 計算条件	4
4. 機能維持評価	9
4.1 基本方針	9
4.2 ポンプの動的機能維持評価	10
4.3 原動機の動的機能維持評価	18
5. 評価結果	18
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	18
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	18

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

なお、非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横形ポンプと類似の構造であるため、構造強度評価はVI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき剛構造として評価を行う。また、非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない横置きのスクリュー式ポンプであるため、新たに評価項目を検討し、評価項目の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ポンプ等はポンプ取付ボルト及び原動機取付ボルトでポンプベースに固定され、ポンプベースは基礎ボルトで基礎に据え付ける。なお、ポンプ等はディーゼル燃料移送ポンプ防護対策設備に覆われる構造である。</p>	<p>スクリー式 (スクリー式横形ポンプ)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位: mm)</p>

2

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ポンプの軸は軸受に支持される。	スクリー式 (スクリー式横形ポンプ)	<p>520</p> <p>305</p> <p>メカニカルシール</p> <p>主ねじ (主軸)</p> <p>軸受 (原動機側)</p> <p>軸受 (負荷側)</p> <p>(ポンプ側断面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

### 3. 構造強度評価

#### 3.1 構造強度評価方法

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。なお、ポンプ等はディーゼル燃料移送ポンプ防護対策設備に覆われており、ポンプベースを共有することから、構造強度評価はディーゼル燃料移送ポンプ防護対策設備の質量を考慮する。

#### 3.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

##### 3.2.2 許容応力

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-3 のとおりとする。

##### 3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

#### 3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプ	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他のポンプ及びその他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプ	常設／防止 (DB拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*<sup>2</sup>：その他のポンプ及びその他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 3-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 3-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
基礎ボルト	SS41* (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
ポンプ取付ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	最高使用温度	40	235	400	—
原動機取付ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

注記\* : SS400 相当

表 3-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
基礎ボルト	SS41* (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
ポンプ取付ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	最高使用温度	40	235	400	—
原動機取付ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

注記\* : SS400 相当

#### 4. 機能維持評価

##### 4.1 基本方針

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない横置きのスクリュー式ポンプであるため、新たに評価項目を検討し、評価項目の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

詳細評価に用いる応答加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

- (1) 原動機は横形ころがり軸受電動機であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されている電動機の機能確認済加速度を適用する。

## 4.2 ポンプの動的機能維持評価

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプは、地震後機能維持が要求される設備であるが、ポンプの動的機能維持評価は保守的に動作時の評価を実施する。

### 4.2.1 評価対象部位

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプは、原子力発電耐震設計特別調査委員会報告書「動的機器の地震時機能維持評価に関する調査報告書（昭和 62 年 2 月）」及び電力共通研究「動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究（平成 25 年 3 月）」における遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの既往知見を踏まえ、地震時異常要因分析に基づいて、評価項目を以下のとおり抽出して評価を実施する。

- a. 基礎ボルト
- b. 取付ボルト
- c. 軸
- d. 軸受
- e. 摺動部（主ねじ部）
- f. メカニカルシール
- g. 軸継手

このうち「a. 基礎ボルト」「b. 取付ボルト」については、「3. 構造強度評価」に従い評価を行った「5. 評価結果」にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認している。また、「g. 軸継手」は、軸受でスラスト荷重を受け持つことで軸継手にスラスト荷重が発生しない構造であるため、評価対象外とする。

以上より、本計算書においては、軸、軸受、摺動部（主ねじ部）及びメカニカルシールを評価対象部位とする。

### 4.2.2 評価基準値

軸の許容応力は、軸の変形等による回転機能への影響を考慮し、軸の変形を弾性範囲内に留めるよう、その他の支持構造物の許容応力状態ⅢA S に準拠し設定する。摺動部（主ねじ部）については、主ねじとスリーブの接触による、回転機能及び移送機能への影響を考慮して主ねじとスリーブ間隙間を評価基準値とする。軸受は、回転機能確保の観点より荷重（面圧）を、メカニカルシールは、流体保持機能確保の観点よりシール回転環の変位可能量を評価基準値とする。評価基準値を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価基準値

評価対象部位	材料	単位	評価基準値
軸		MPa	
軸受（原動機側）	—	N	
軸受（負荷側）		MPa	
摺動部（主ねじ部）	—	mm	
メカニカルシール	—	mm	

#### 4.2.3 記号の説明

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの動的機能維持評価に使用する記号を表 4-2 に示す。

表 4-2 記号の説明

記号	記号の説明	単位
a	軸端から支点Aまでの距離 ( $=\ell_2$ )	mm
A	軸の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>RB</sub>	ラジアル荷重を受ける軸受 (負荷側) の投影面積	mm <sup>2</sup>
b	軸端から支点Bまでの距離	mm
C <sub>H</sub>	水平方向震度	—
C <sub>P</sub>	ポンプ振動による震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向震度	—
d	軸の評価における軸径	mm
E	縦弾性係数	MPa
g	重力加速度 ( $=9.80665$ )	m/s <sup>2</sup>
I <sub>1</sub>	摺動部 (主ねじ部) の評価における軸の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
I <sub>2</sub>	メカニカルシールの評価における軸の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
$\ell$	軸長さ	mm
$\ell_1$	支点間距離	mm
$\ell_2$	軸端から支点Aまでの距離 ( $=a$ )	mm
M	最大曲げモーメント	N・mm
m <sub>0</sub>	軸系総質量	kg
m <sub>1</sub>	軸質量	kg
m <sub>2</sub>	軸継手質量	kg
M <sub>A1</sub>	支点Aの軸等分布荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>A2</sub>	支点Aの軸継手端部荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>B1</sub>	支点Bの軸等分布荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>P</sub>	ポンプ回転により作用するモーメント	N・mm
N	回転速度 (原動機の同期回転速度)	rpm
P	原動機出力	kW
P <sub>RB</sub>	ラジアル荷重による軸受 (負荷側) の面圧	MPa
W <sub>0</sub>	軸受にかかる通常運転時荷重	N
W <sub>1</sub>	地震力を考慮した軸等分布荷重	N/mm
W <sub>2</sub>	地震力を考慮した軸端部荷重	N
W <sub>3</sub>	地震力を考慮した軸質量による支点A, B間中央位置にかかる荷重	N
W <sub>0R</sub>	軸受 (原動機側) の静等価ラジアル荷重	N
W <sub>RA</sub>	軸受 (原動機側) にかかる地震時のラジアル荷重	N

記号	記号の説明	単位
$W_{RB}$	軸受（負荷側）にかかる地震時のラジアル荷重	N
$W_S$	軸受（原動機側）にかかる地震時のスラスト荷重	N
$x_1$	軸端から支点A, B間中央位置までの距離	mm
$x_2$	軸端からメカニカルシールシール面までの距離	mm
$X_0$	静ラジアル荷重係数	—
$Y_0$	静アキシアル荷重係数	—
$Z$	軸の断面係数	$\text{mm}^3$
$Z_P$	軸の極断面係数	$\text{mm}^3$
$\delta_1$	摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量	mm
$\delta_2$	シール面における軸のたわみ量	mm
$\pi$	円周率	—
$\sigma$	軸に生じる引張及び曲げ応力の和	MPa
$\sigma_S$	軸に生じる組合せ応力	MPa
$\tau$	軸に生じるねじり応力	MPa

4.2.4 評価方法

(1) 軸

軸の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合の引張及び曲げ応力の和とねじり応力の組合せによる軸の応力を算出し、発生する応力値が許容応力値を下回ることを確認する。

軸の計算モデルを図4-1に示す。

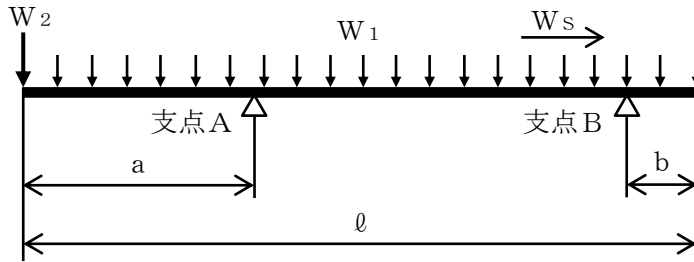


図4-1 軸の計算モデル

軸に生じる組合せ応力  $\sigma_s$  は次式で求める。

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.1)$$

軸に生じる引張及び曲げ応力の和  $\sigma$  は次式で求める。

$$\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{W_s}{A} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.2)$$

最大曲げモーメント  $M$  は次式で求める。

$$M = \text{Max} ( M_{A1} + M_{A2}, M_{B1} ) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.3)$$

ここで、支点Aの軸等分布荷重による曲げモーメント  $M_{A1}$  は

$$M_{A1} = \frac{W_1 \cdot a^2}{2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.4)$$

ここで、支点Aの軸継手端部荷重による曲げモーメント  $M_{A2}$  は

$$M_{A2} = W_2 \cdot a \quad \dots \dots \dots (4.2.4.5)$$

ここで、支点Bの軸等分布荷重による曲げモーメント  $M_{B1}$  は

$$M_{B1} = \frac{W_1 \cdot b^2}{2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.6)$$

ここで、地震力を考慮した軸等分布荷重 $W_1$ は

$$W_1 = \frac{m_1 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P)}{\ell} \dots \dots \dots (4.2.4.7)$$

ここで、地震力を考慮した軸継手端部荷重 $W_2$ は

$$W_2 = m_2 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \dots \dots \dots (4.2.4.8)$$

軸の断面係数 $Z$ は次式で求める。

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \dots \dots \dots (4.2.4.9)$$

軸受（原動機側）にかかる地震時のスラスト荷重 $W_s$ は次式で求める。

$$W_s = m_0 \cdot g \cdot (C_H + C_P) + W_0 \dots \dots \dots (4.2.4.10)$$

軸の断面積 $A$ は次式で求める。

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \dots \dots \dots (4.2.4.11)$$

軸に生じるねじり応力 $\tau$ は次式で求める。

$$\tau = \frac{M_P}{Z_P} \dots \dots \dots (4.2.4.12)$$

ここで、ポンプ回転により作用するモーメント $M_P$ は

$$M_P = \left[ \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right] \cdot 10^6 \cdot P \dots \dots \dots (4.2.4.13)$$

(1kW=10<sup>6</sup>N・mm/s)

ここで、軸の極断面係数 $Z_P$ は

$$Z_P = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \dots \dots \dots (4.2.4.14)$$



## (2) 軸受

軸受の評価は、地震力が加わる場合に発生する全荷重について保守的にそれぞれの軸受が受けるものとし、地震による荷重が軸受の許容荷重（許容面圧）以下であることを確認する。ただし、軸受（原動機側）は玉軸受のためラジアル荷重及びスラスト荷重が作用し、軸受（負荷側）はすべり軸受のためラジアル荷重が作用することから、構造上の違いを考慮して各軸受の評価を行う。

## a. 軸受（原動機側）の静等価ラジアル荷重

軸受（原動機側）の静等価ラジアル荷重 $W_{0R}$ は次式で求める。

$$W_{0R} = \text{Max} (X_0 \cdot W_{RA} + Y_0 \cdot W_S, W_{RA}) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.15)$$

ここで、軸受（原動機側）にかかる地震時のラジアル荷重 $W_{RA}$ は

$$W_{RA} = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.16)$$

ここで、軸受（原動機側）にかかる地震時のスラスト荷重 $W_S$ は

$$W_S = m_0 \cdot g \cdot (C_H + C_P) + W_0 \quad \dots \dots \dots (4.2.4.17)$$

## b. 軸受（負荷側）のラジアル荷重（面圧）

ラジアル荷重による軸受（負荷側）の面圧 $P_{RB}$ は次式で求める。

$$P_{RB} = \frac{W_{RB}}{A_{RB}} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.18)$$

ここで、軸受（負荷側）にかかる地震時のラジアル荷重 $W_{RB}$ は

$$W_{RB} = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.19)$$

(3) 摺動部（主ねじ部）

摺動部の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合の摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量を算出し、発生するたわみ量が主ねじとスリーブ間隙間内であることを確認する。

摺動部（主ねじ部）の計算モデルを図4-2に示す。

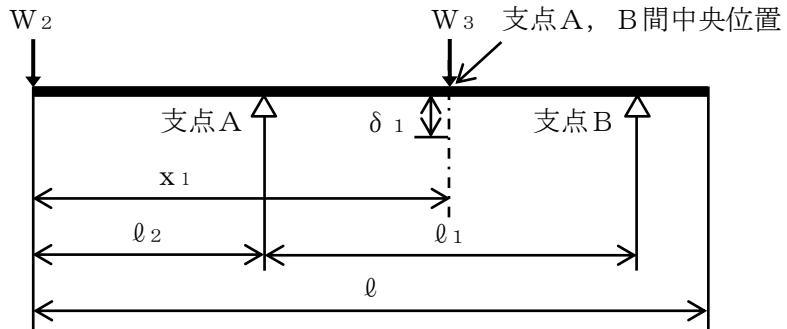


図4-2 摺動部（主ねじ部）の計算モデル

摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量 $\delta_1$ は次式で求める。

$$\delta_1 = \frac{W_3 \cdot l_1^3}{48 \cdot E \cdot I_1} + \left[ -\frac{x_1 - l_2}{6 \cdot E \cdot I_1 \cdot l_1} \cdot \{W_2 \cdot l_2 \cdot (x_1 - l_2)^2 - 3 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1 \cdot (x_1 - l_2) + 2 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1^2\} \right] \dots \dots \dots (4.2.4.20)$$

ここで、地震力を考慮した軸質量による支点A、B間中央位置にかかる荷重 $W_3$ は

$$W_3 = m_1 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \dots \dots \dots (4.2.4.21)$$

(4) メカニカルシール

軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合のメカニカルシールシール面における軸の軸直角方向たわみ量を算出し、発生するたわみ量がメカニカルシール回転環の変位可能量を下回ることを確認する。

メカニカルシールの計算モデルを図4-3に示す。

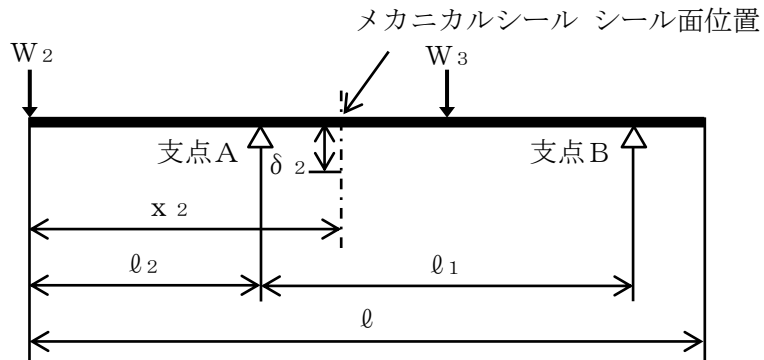


図4-3 メカニカルシールの計算モデル

シール面における軸のたわみ量  $\delta_2$  は次式で求める。

$$\delta_2 = \frac{W_3 \cdot l_1^3}{48 \cdot E \cdot I_2} \cdot \left( \frac{3 \cdot (x_2 - l_2)}{l_1} - \frac{4 \cdot (x_2 - l_2)^3}{l_1^3} \right) + \left( - \frac{x_2 - l_2}{6 \cdot E \cdot I_2 \cdot l_1} \cdot \{ W_2 \cdot l_2 \cdot (x_2 - l_2)^2 - 3 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1 \cdot (x_2 - l_2) + 2 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1^2 \} \right) \dots \dots \dots (4.2.4.22)$$

#### 4.3 原動機の動的機能維持評価

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプ用原動機は地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-3 に示す。

表 4-3 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
原動機	横形ころがり 軸受電動機	水平	4.7
		鉛直	1.0

### 5. 評価結果

#### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを確認した。

##### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

##### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを確認した。

##### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

##### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 構造強度評価

1.1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送 ポンプ	S	排気筒 EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.49*3	C <sub>V</sub> =0.67*3	C <sub>H</sub> =2.96*4	C <sub>V</sub> =1.33*4	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）及び静的震度を上回る設計震度

\*4: 設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *1 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *1 (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> *1
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	251	109	151	12 (M12)	113.1	4	2
			225	225				2
ポンプ取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	125	100	100	16 (M16)	201.1	4	2
			70	70				2
原動機取付ボルト (i=3)	<input type="text"/>	100	80	80	10 (M10)	78.54	4	2
			70	70				2

部材	S <sub>yi</sub> (MPa)	S <sub>ui</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>p</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	241* <sup>2</sup> (径≦16mm)	394* <sup>2</sup> (径≦16mm)	241	276	軸直角		—
ポンプ取付ボルト (i=2)	235* <sup>3</sup> (16mm<径≦40mm)	400* <sup>3</sup> (16mm<径≦40mm)	235	280	軸		—
原動機取付ボルト (i=3)	231* <sup>2</sup> (16mm<径≦40mm)	394* <sup>2</sup> (16mm<径≦40mm)	231	276	軸直角	軸	1.167×10 <sup>4</sup>

注記\*1: 各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2: 周囲環境温度で算出

\*3: 最高使用温度で算出

HP (μm)	N (ポンプ) (rpm)	N (原動機) (rpm)

1.1.3 計算数値

1.1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	[Blank]			
ポンプ取付ボルト (i=2)				
原動機取付ボルト (i=3)				

20

1.1.4 結論

1.1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=12$	$f_{ts1}=180^*$	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=207^*$
		せん断	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=139$	$\tau_{b1}=13$	$f_{sb1}=159$
ポンプ取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=3$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$
原動機取付ボルト (i=3)	SS41	引張	$\sigma_{b3}=3$	$f_{ts3}=173^*$	$\sigma_{b3}=6$	$f_{ts3}=207^*$
		せん断	$\tau_{b3}=2$	$f_{sb3}=133$	$\tau_{b3}=4$	$f_{sb3}=159$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.2 動的機能維持評価

1.2.1 設計条件

機器名称	形式	定格容量 (m <sup>3</sup> /h)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送 ポンプ	スクリー式	4.0	排気筒 EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.22*3	C <sub>V</sub> =0.78*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S s)

機器名称	形式	出力 (kW)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送 ポンプ用原動機	横形ころがり 軸受電動機	2.2	排気筒 EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.22*3	C <sub>V</sub> =0.78*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	—	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S s)

1.2.2 機器要目

m 0 (kg)	m 1 (kg)	m 2 (kg)	ℓ (mm)	ℓ 1 (mm)	ℓ 2 (mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	x 1 (mm)	x 2 (mm)

ARB (mm <sup>2</sup> )	E (MPa)	I 1 (mm <sup>4</sup> )	I 2 (mm <sup>4</sup> )	N (rpm)	P (kW)	W 0 (N)	X 0	Y 0
					2.2			

1.2.3 結論

1.2.3.1 機能確認済加速度との比較

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	1.22	—
	鉛直方向	0.78	—
原動機	水平方向	1.22	4.7
	鉛直方向	0.78	1.0

注記\*: 設計用震度 I (基準地震動 S s) により定まる加速度

ポンプは、本文 4.2.1 項に基づき、1.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価で評価する。

原動機は、機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下である。

## 1.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価

## 1.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト及びポンプ取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

## 1.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価

## 1.2.3.2.2.1 軸の評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸	5	

すべて許容応力以下である。

## 1.2.3.2.2.2 軸受の評価

(単位：N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸受（原動機側）	142.3	

すべて許容荷重以下である。

(単位：MPa)

評価部位	発生面圧	許容面圧
軸受（負荷側）	0.26	

すべて許容面圧以下である。

## 1.2.3.2.2.3 摺動部（主ねじ部）の評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	スリーブ間隙間
摺動部（主ねじ部）	0.001	

すべてスリーブ間隙間以下である。

## 1.2.3.2.2.4 メカニカルシールの評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	変位可能量
メカニカルシール	0.001	

すべて変位可能量以下である。



2. 重大事故等対処設備

2.1 構造強度評価

2.1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送ポンプ	常設/防止 (DB 拡張)	排気筒 EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	—	—	C <sub>H</sub> =2.96*3	C <sub>V</sub> =1.33*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *1 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *1 (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>f i</sub> *1
基礎ボルト (i=1)		251	109	151	12 (M12)	113.1	4	2
			225	225				2
ポンプ取付ボルト (i=2)		125	100	100	16 (M16)	201.1	4	2
			70	70				2
原動機取付ボルト (i=3)		100	80	80	10 (M10)	78.54	4	2
			70	70				2

部材	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>D</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	241*2 (径 ≤ 16mm)	394*2 (径 ≤ 16mm)	—	276	—	軸直角	—
ポンプ取付ボルト (i=2)	235*3 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400*3 (16mm < 径 ≤ 40mm)	—	280	—	軸	—
原動機取付ボルト (i=3)	231*2 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394*2 (16mm < 径 ≤ 40mm)	—	276	—	軸	—

注記\*1: 各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2: 周囲環境温度で算出

\*3: 最高使用温度で算出

H <sub>P</sub> (μm)	N (ポンプ) (rpm)	N (原動機) (rpm)

2.1.3 計算数値

2.1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
ポンプ取付ボルト (i=2)	—		—	
原動機取付ボルト (i=3)	—		—	

24

2.1.4 結論

2.1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=13$	$f_{sb1}=159$
ポンプ取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$
原動機取付ボルト (i=3)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b3}=6$	$f_{ts3}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b3}=4$	$f_{sb3}=159$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$   
 すべて許容応力以下である。

2.2 動的機能維持評価

2.2.1 設計条件

機器名称	形式	定格容量 (m <sup>3</sup> /h)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送 ポンプ	スクリー式	4.0	排気筒 EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.22*3	C <sub>V</sub> =0.78*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：固有周期は十分に小さく，計算は省略する。

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）

機器名称	形式	出力 (kW)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料移送 ポンプ用原動機	横形ころがり 軸受電動機	2.2	排気筒 EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.22*3	C <sub>V</sub> =0.78*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	—	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：固有周期は十分に小さく，計算は省略する。

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）

2.2.2 機器要目

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	ℓ (mm)	ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	x <sub>1</sub> (mm)	x <sub>2</sub> (mm)

ARB (mm <sup>2</sup> )	E (MPa)	I <sub>1</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>2</sub> (mm <sup>4</sup> )	N (rpm)	P (kW)	W <sub>0</sub> (N)	X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
					2.2			

2.2.3 結論

2.2.3.1 機能確認済加速度との比較

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	1.22	—
	鉛直方向	0.78	—
原動機	水平方向	1.22	4.7
	鉛直方向	0.78	1.0

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）により定まる加速度

ポンプは，本文 4.2.1 項に基づき，2.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価で評価する。

原動機は，機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下である。

## 2.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価

## 2.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト及びポンプ取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

## 2.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価

## 2.2.3.2.2.1 軸の評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸	5	

すべて許容応力以下である。

## 2.2.3.2.2.2 軸受の評価

(単位：N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸受（原動機側）	142.3	

すべて許容荷重以下である。

(単位：MPa)

評価部位	発生面圧	許容面圧
軸受（負荷側）	0.26	

すべて許容面圧以下である。

## 2.2.3.2.2.3 摺動部（主ねじ部）の評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	スリーブ間隙間
摺動部（主ねじ部）	0.001	

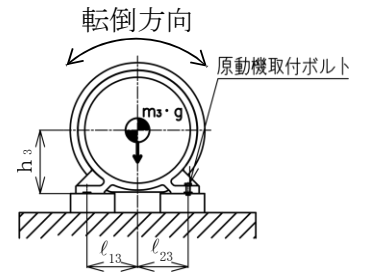
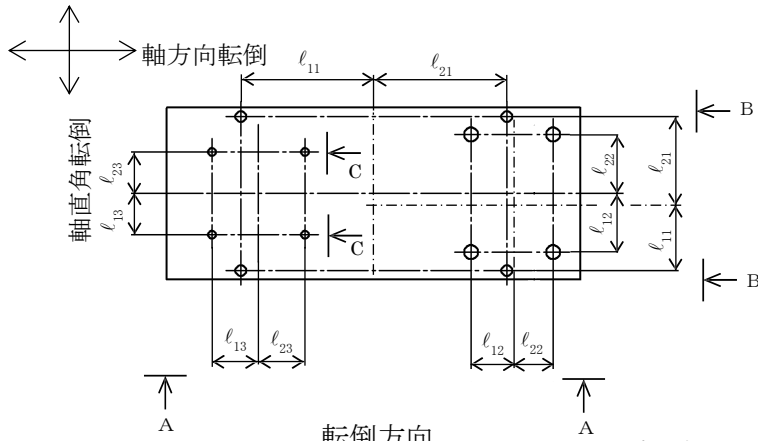
すべてスリーブ間隙間以下である。

## 2.2.3.2.2.4 メカニカルシールの評価

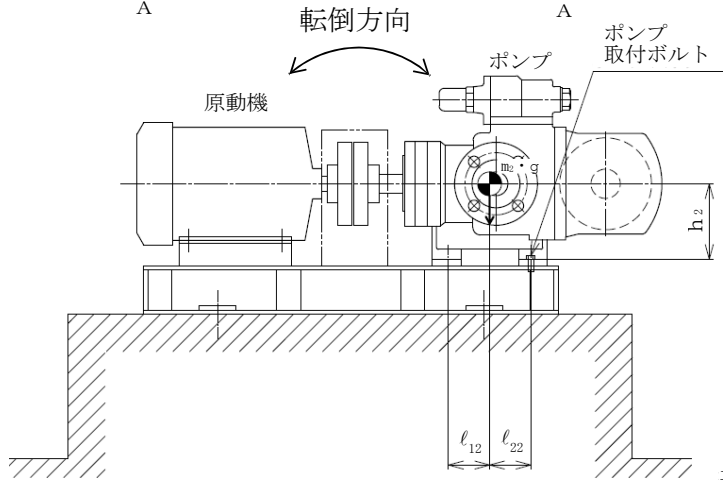
(単位：mm)

評価部位	たわみ量	変位可能量
メカニカルシール	0.001	

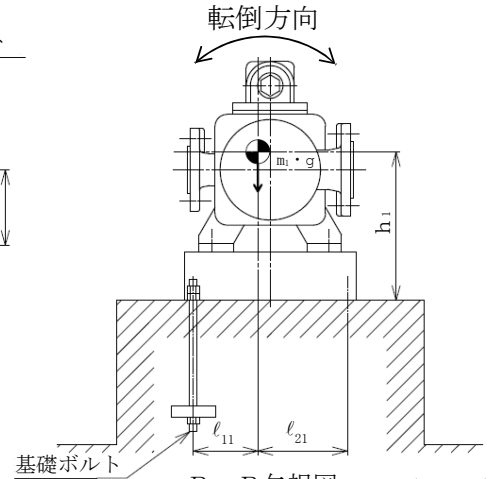
すべて変位可能量以下である。



C~C 矢視図  
(原動機取付ボルト)



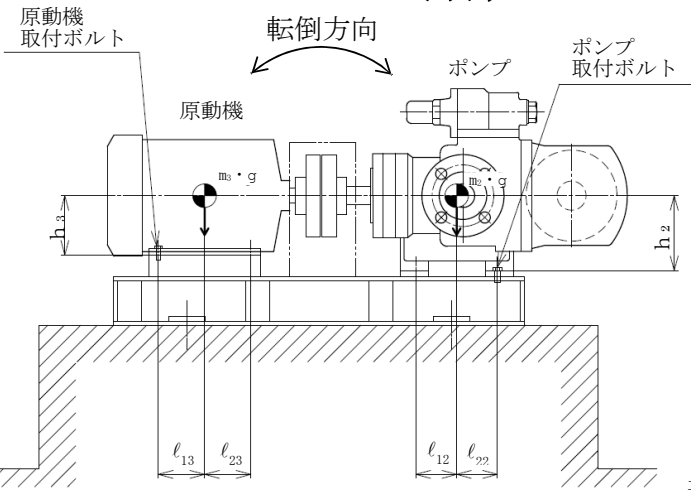
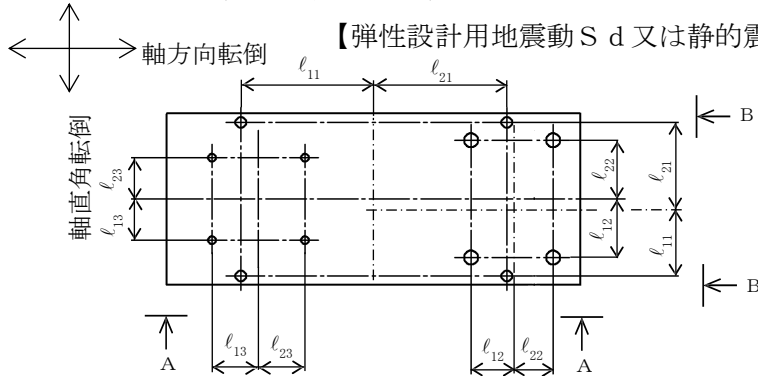
A~A 矢視図  
(ポンプ取付ボルト)



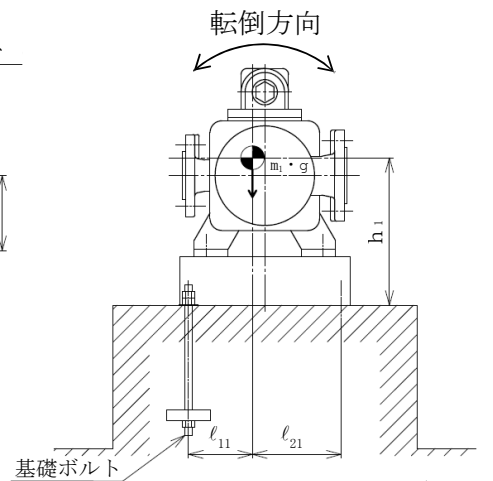
B~B 矢視図  
(基礎ボルト)

( $l_{11} \leq l_{21}$ )

【弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度の場合】



A~A 矢視図  
(ポンプ, 原動機取付ボルト)



B~B 矢視図  
(基礎ボルト)

( $l_{11} \leq l_{21}$ )

【基準地震動 S<sub>s</sub> の場合】

VI-2-10-1-2-1-6 非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料  
移送ポンプの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 構造強度評価	5
3.1 構造強度評価方法	5
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
3.3 計算条件	5
4. 機能維持評価	10
4.1 基本方針	10
4.2 ポンプの動的機能維持評価	11
4.3 原動機の動的機能維持評価	19
5. 評価結果	29
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	29
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	29

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

なお、非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横形ポンプと類似の構造であるため、構造強度評価はVI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき剛構造として評価を行う。また、非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない横置きのスクリュー式ポンプであるため、新たに評価項目を検討し、評価項目の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの構造計画を表 2-1 から表 2-3 に示す。



表 2-1 構造計画 (その 1)

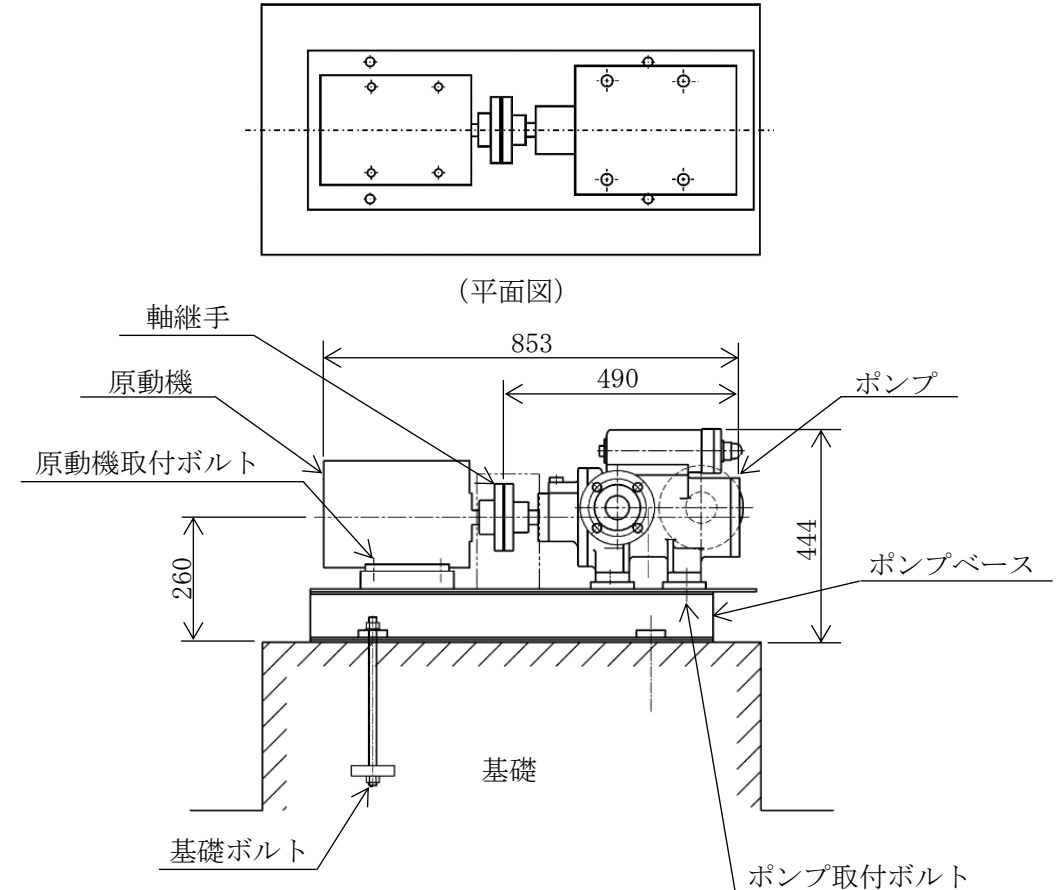
計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ポンプ等はポンプ取付ボルト及び原動機取付ボルトでポンプベースに固定され、ポンプベースは基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>スクリー式 (スクリー式横形ポンプ)</p>	 <p>(平面図)</p> <p>(全体図) (単位: mm)</p> <p>軸継手</p> <p>原動機</p> <p>原動機取付ボルト</p> <p>853</p> <p>490</p> <p>ポンプ</p> <p>444</p> <p>ポンプベース</p> <p>基礎</p> <p>基礎ボルト</p> <p>ポンプ取付ボルト</p> <p>260</p>

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ポンプの軸は軸受に支持される。	スクリー式 (スクリー式横形ポンプ)	<p>メカニカルシール</p> <p>主ねじ (主軸)</p> <p>軸受 (原動機側)</p> <p>軸受 (負荷側)</p> <p>490</p> <p>319</p> <p>(ポンプ側断面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

表 2-3 構造計画 (その 3)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>原動機の軸（回転子）は軸受に支持され、軸受及び固定子はモータフレームに支持される。端子箱は端子箱取付ボルトでモータフレームに固定する。</p>	<p>誘導電動機（横形ころがり軸受電動機）</p>	<p>(正面図) (A-A断面図)</p> <p>(原動機構造図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 構造強度評価

#### 3.1 構造強度評価方法

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

#### 3.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

##### 3.2.2 許容応力

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-3 のとおりとする。

##### 3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

#### 3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプ	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他のポンプ及びその他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプ	常設／防止 (DB拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*<sup>2</sup>：その他のポンプ及びその他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 3-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—
ポンプ取付ボルト	SNB7 (径≤63mm)	最高使用温度	40	725	860	—
原動機取付ボルト	SNB7 (径≤63mm)	周囲環境温度	50	715	838	—

表 3-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—
ポンプ取付ボルト	SNB7 (径≤63mm)	最高使用温度	40	725	860	—
原動機取付ボルト	SNB7 (径≤63mm)	周囲環境温度	50	715	838	—



#### 4. 機能維持評価

##### 4.1 基本方針

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない横置きのスクリュー式ポンプであるため、新たに評価項目を検討し、評価項目の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。また、非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプ用原動機は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の横形ころがり軸受電動機であり、表 4-1 に示すとおり機能維持評価において機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を上回ることから、J E A G 4 6 0 1 に定められた評価部位の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

詳細評価に用いる応答加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

表 4-1 機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

評価部位	形式	方向	機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
原動機	横形ころがり 軸受電動機	水平	2.81	4.7
		鉛直	3.57	1.0

## 4.2 ポンプの動的機能維持評価

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプは、地震後機能維持が要求される設備であるが、ポンプの動的機能維持評価は保守的に動作時の評価を実施する。

### 4.2.1 評価対象部位

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプは、原子力発電耐震設計特別調査委員会報告書「動的機器の地震時機能維持評価に関する調査報告書（昭和 62 年 2 月）」及び電力共通研究「動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究（平成 25 年 3 月）」における遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの既往知見を踏まえ、地震時異常要因分析に基づいて、評価項目を以下のとおり抽出して評価を実施する。

- a. 基礎ボルト
- b. 取付ボルト
- c. 軸
- d. 軸受
- e. 摺動部（主ねじ部）
- f. メカニカルシール
- g. 軸継手

このうち「a. 基礎ボルト」「b. 取付ボルト」については、「3. 構造強度評価」に従い評価を行った「5. 評価結果」にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認している。また、「g. 軸継手」は、軸受でスラスト荷重を受け持つことで軸継手にスラスト荷重が発生しない構造であるため、評価対象外とする。

以上より、本計算書においては、軸、軸受、摺動部（主ねじ部）及びメカニカルシールを評価対象部位とする。

### 4.2.2 評価基準値

軸の許容応力は、軸の変形等による回転機能への影響を考慮し、軸の変形を弾性範囲内に留めるよう、その他の支持構造物の許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S に準拠し設定する。摺動部（主ねじ部）については、主ねじとスリーブの接触による、回転機能及び移送機能への影響を考慮して主ねじとスリーブ間隙間を評価基準値とする。軸受は、回転機能確保の観点より面圧を、メカニカルシールは、流体保持機能確保の観点よりシール回転環の変位可能量を評価基準値とする。

評価基準値を表 4-2 に示す。

表 4-2 評価基準値

評価対象部位	材料	単位	評価基準値
軸		MPa	
軸受	—	MPa	
摺動部（主ねじ部）	—	mm	
メカニカルシール	—	mm	

#### 4.2.3 記号の説明

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの動的機能維持評価に使用する記号を表 4-3 に示す。

表 4-3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
a	軸端から支点Aまでの距離 ( $=l_2$ )	mm
A	軸の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>RA</sub>	ラジアル荷重を受ける軸受 (原動機側) の投影面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>RB</sub>	ラジアル荷重を受ける軸受 (負荷側) の投影面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>S</sub>	スラスト荷重を受ける軸受 (負荷側) の投影面積	mm <sup>2</sup>
b	軸端から支点Bまでの距離	mm
C <sub>H</sub>	水平方向震度	—
C <sub>P</sub>	ポンプ振動による震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向震度	—
d	軸の評価における軸径	mm
E	縦弾性係数	MPa
g	重力加速度 ( $=9.80665$ )	m/s <sup>2</sup>
I <sub>1</sub>	摺動部 (主ねじ部) の評価における軸の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
I <sub>2</sub>	メカニカルシールの評価における軸の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
ℓ	軸長さ	mm
ℓ <sub>1</sub>	支点間距離	mm
ℓ <sub>2</sub>	軸端から支点Aまでの距離 ( $=a$ )	mm
M	最大曲げモーメント	N・mm
m <sub>0</sub>	軸系総質量	kg
m <sub>1</sub>	軸質量	kg
m <sub>2</sub>	軸継手質量	kg
M <sub>A1</sub>	支点Aの軸等分布荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>A2</sub>	支点Aの軸継手端部荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>B1</sub>	支点Bの軸等分布荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>P</sub>	ポンプ回転により作用するモーメント	N・mm
N	回転速度 (原動機の同期回転速度)	rpm
P	原動機出力	kW
P <sub>RA</sub>	ラジアル荷重による軸受 (原動機側) の面圧	MPa
P <sub>RB</sub>	ラジアル荷重による軸受 (負荷側) の面圧	MPa
P <sub>S</sub>	スラスト荷重による軸受 (負荷側) の面圧	MPa
W <sub>0</sub>	軸受にかかる通常運転時荷重	N
W <sub>1</sub>	地震力を考慮した軸等分布荷重	N/mm
W <sub>2</sub>	地震力を考慮した軸継手端部荷重	N

記号	記号の説明	単位
$W_3$	地震力を考慮した軸質量による支点A, B間中央位置にかかる荷重	N
$W_4$	地震力を考慮した軸系総質量による端部荷重	N
$W_{RA}$	軸受（原動機側）にかかる地震時のラジアル荷重	N
$W_{RB}$	軸受（負荷側）にかかる地震時のラジアル荷重	N
$W_S$	軸受（負荷側）にかかる地震時のスラスト荷重	N
$x_1$	軸端から支点A, B間中央位置までの距離	mm
$x_2$	軸端からメカニカルシールシール面までの距離	mm
$Z$	軸の断面係数	$\text{mm}^3$
$Z_P$	軸の極断面係数	$\text{mm}^3$
$\delta_1$	摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量	mm
$\delta_2$	シール面における軸のたわみ量	mm
$\pi$	円周率	—
$\sigma$	軸に生じる引張及び曲げ応力の和	MPa
$\sigma_S$	軸に生じる組合せ応力	MPa
$\tau$	軸に生じるねじり応力	MPa

#### 4.2.4 評価方法

##### (1) 軸

軸の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合の引張及び曲げ応力の和とねじり応力の組合せによる軸の応力を算出し、発生する応力値が許容応力値を下回ることを確認する。

軸の計算モデルを図4-1に示す。

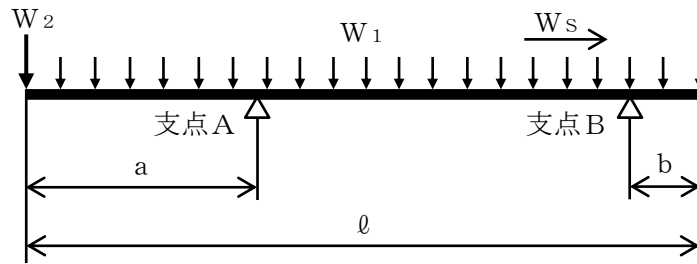


図4-1 軸の計算モデル

軸に生じる組合せ応力  $\sigma_s$  は次式で求める。

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.1)$$

軸に生じる引張及び曲げ応力の和  $\sigma$  は次式で求める。

$$\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{W_s}{A} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.2)$$

最大曲げモーメント  $M$  は次式で求める。

$$M = \text{Max} ( M_{A1} + M_{A2}, M_{B1} ) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.3)$$

ここで、支点Aの軸等分布荷重による曲げモーメント  $M_{A1}$  は

$$M_{A1} = \frac{W_1 \cdot a^2}{2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.4)$$

ここで、支点Aの軸継手端部荷重による曲げモーメント  $M_{A2}$  は

$$M_{A2} = W_2 \cdot a \quad \dots \dots \dots (4.2.4.5)$$

ここで、支点Bの軸等分布荷重による曲げモーメント  $M_{B1}$  は

$$M_{B1} = \frac{W_1 \cdot b^2}{2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.6)$$

ここで、地震力を考慮した軸等分布荷重 $W_1$ は

$$W_1 = \frac{m_1 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P)}{\ell} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.7)$$

ここで、地震力を考慮した軸継手端部荷重 $W_2$ は

$$W_2 = m_2 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.8)$$

軸の断面係数 $Z$ は次式で求める。

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.9)$$

軸受（負荷側）にかかる地震時のスラスト荷重 $W_s$ は次式で求める。

$$W_s = m_0 \cdot g \cdot (C_H + C_P) + W_0 \quad \dots \dots \dots (4.2.4.10)$$

軸の断面積 $A$ は次式で求める。

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.11)$$

軸に生じるねじり応力 $\tau$ は次式で求める。

$$\tau = \frac{M_P}{Z_P} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.12)$$

ここで、ポンプ回転により作用するモーメント $M_P$ は

$$M_P = \left[ \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right] \cdot 10^6 \cdot P \quad \dots \dots \dots (4.2.4.13)$$

(1kW=10<sup>6</sup>N・mm/s)

ここで、軸の極断面係数 $Z_P$ は

$$Z_P = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.14)$$

## (2) 軸受

軸受の評価は、地震力が加わる場合に発生する全荷重について保守的にそれぞれの軸受が受けるものとし、地震による荷重が軸受の許容荷重（許容面圧）以下であることを確認する。ただし、軸受（原動機側）はすべり軸受のためラジアル荷重が作用し、軸受（負荷側）はスラストメタル付きのすべり軸受のためラジアル荷重及びスラスト荷重が作用することから、構造上の違いを考慮して各軸受の評価を行う。

## a. 軸受（原動機側）のラジアル荷重

ラジアル荷重による軸受（原動機側）の面圧 $P_{RA}$ は次式で求める。

$$P_{RA} = \frac{W_{RA}}{A_{RA}} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.15)$$

ここで、軸受（原動機側）にかかる地震時のラジアル荷重 $W_{RA}$ は

$$W_{RA} = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.16)$$

## b. 軸受（負荷側）のラジアル荷重

ラジアル荷重による軸受（負荷側）の面圧 $P_{RB}$ は次式で求める。

$$P_{RB} = \frac{W_{RB}}{A_{RB}} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.17)$$

ここで、軸受（負荷側）にかかる地震時のラジアル荷重 $W_{RB}$ は

$$W_{RB} = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.18)$$

## c. スラスト荷重

スラスト荷重による軸受（負荷側）の面圧 $P_S$ は次式で求める。

$$P_S = \frac{W_S}{A_S} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.19)$$

(3) 摺動部（主ねじ部）

摺動部の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合の摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量を算出し、発生するたわみ量が主ねじとスリーブ間隙間内であることを確認する。

摺動部（主ねじ部）の計算モデルを図4-2に示す。

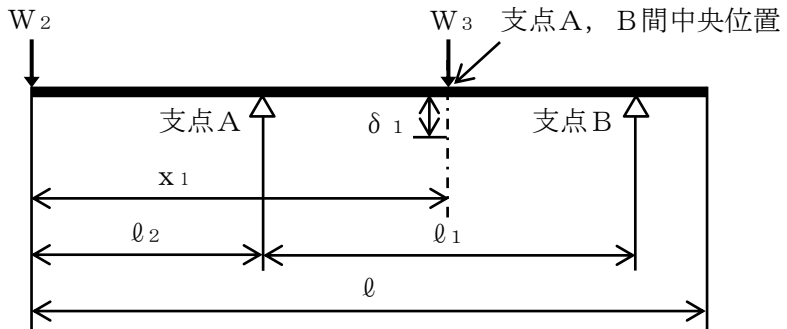


図4-2 摺動部（主ねじ部）の計算モデル

摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量  $\delta_1$  は次式で求める。

$$\delta_1 = \frac{W_3 \cdot l_1^3}{48 \cdot E \cdot I_1} + \left[ -\frac{x_1 - l_2}{6 \cdot E \cdot I_1 \cdot l_1} \cdot \{W_2 \cdot l_2 \cdot (x_1 - l_2)^2 - 3 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1 \cdot (x_1 - l_2) + 2 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1^2\} \right] \dots \dots \dots (4.2.4.20)$$

ここで、地震力を考慮した軸質量による支点A, B間中央位置にかかる荷重  $W_3$  は

$$W_3 = m_1 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \dots \dots \dots (4.2.4.21)$$



(4) メカニカルシール

軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合のメカニカルシールシール面における軸の軸直角方向たわみ量を算出し、発生するたわみ量がメカニカルシール回転環の変位可能量を下回ることを確認する。

メカニカルシールの計算モデルを図 4-3 に示す。

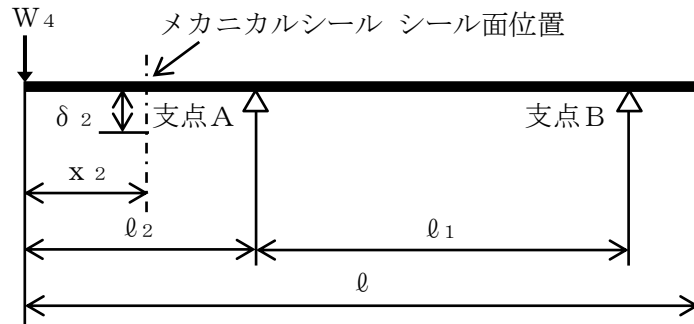


図 4-3 メカニカルシールの計算モデル

シール面における軸のたわみ量  $\delta_2$  は次式で求める。

$$\delta_2 = \frac{W_4 \cdot l_2^3}{3 \cdot E \cdot I_2} \cdot \left\{ \frac{(l_2 + l_1)}{l_2} - \left( \frac{3}{2} + \frac{l_1}{l_2} \right) \cdot \frac{x_2}{l_2} + \frac{x_2^3}{2 \cdot l_2^3} \right\}$$

..... (4.2.4.22)

ここで、地震力を考慮した軸系総質量による軸端部荷重  $W_4$  は

$$W_4 = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.23)$$

#### 4.3 原動機の動的機能維持評価

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプは、地震後機能維持が要求される設備であるが、原動機の動的機能維持評価は保守的に動作時の評価を実施する。

##### 4.3.1 評価対象部位

J E A G 4 6 0 1 の原動機の動的機能維持評価に従い、以下の部位について評価を実施する。

- a. 取付ボルト
- b. 固定子
- c. 軸（回転子）
- d. 端子箱
- e. 軸受
- f. 固定子と回転子間のクリアランス
- g. モータフレーム
- h. 冷却ファン，クーラユニット

このうち「a. 取付ボルト」については、「3. 構造強度評価」に従い評価を行った「5. 評価結果」にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認している。

「h. 冷却ファン，クーラユニット」については、冷却ファンは遠心直動式ファンであり、インペラ・ケーシング間の接触が回転機能の喪失に関わるが、原動機においては、同じ軸上に取り付けられている固定子と回転子のクリアランスの方が許容可能変位の観点より厳しいことから、当該クリアランスで回転機能維持の評価を代表するため、冷却ファンの評価を省略する。

以上より、本計算書においては、固定子，軸（回転子），端子箱，軸受，固定子と回転子間のクリアランス及びモータフレームを評価対象部位とする。

#### 4.3.2 評価基準値

固定子、軸（回転子）の許容応力は、その他の支持構造物の許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sに準拠し、端子箱及びモータフレームの許容応力は、その他の支持構造物の許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sに準拠し設定する。また軸受については、メーカ規定の軸受の定格荷重を、固定子と回転子間のクリアランスについては、変位可能寸法を評価基準値として設定する。

評価基準値を表 4-4 に示す。

表 4-4 評価基準値

評価対象部位		材料	単位	評価基準値
固定子			MPa	
軸（回転子）			MPa	
端子箱	引張		MPa	
	せん断		MPa	
軸受	軸継手側	—	N	
	反軸継手側	—	N	
固定子と回転子間のクリアランス		—	mm	
モータフレーム			MPa	

### 4.3.3 記号の説明

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプ用原動機の動的機能維持評価に使用する記号を表 4-5 に示す。

表 4-5 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_p$	廻り止めピンの断面積	$\text{mm}^2$
$A_{bt}$	端子箱取付ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$A_F$	モータフレーム（脚部）の断面積	$\text{mm}^2$
$A_t$	軸（回転子）の断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向震度	—
$C_P$	ポンプ振動による震度	—
$C_V$	鉛直方向震度	—
$D_S$	軸（回転子）の直径	mm
$d_p$	廻り止めピンの外径	mm
$d_t$	端子箱取付ボルトの呼び径	mm
$E_b$	軸（回転子）の縦弾性係数	MPa
$F_{B1}$	軸継手側軸受に生じる静等価荷重	N
$F_{B2}$	反軸継手側軸受に生じる静等価荷重	N
$F_{bt}$	端子箱取付ボルトに生じる引張力（1本当たり）	N
$F_H$	水平方向（軸直角方向）地震力によりピンに生じるせん断力	N
$F_M$	原動機の回転によりピンに生じるせん断力	N
$F_p$	ピンに生じるせん断力	N
$F_R$	軸（回転子）に生じるラジアル荷重	N
$g$	重力加速度（=9.80665）	$\text{m/s}^2$
$h_F$	原動機取付面から原動機重心までの高さ	mm
$h_t$	端子箱取付面から端子箱重心までの長さ	mm
$I$	軸（回転子）の断面二次モーメント	$\text{mm}^4$
$l_b$	モータフレームの脚部の長さ	mm
$l_{b,L}$	軸受間の距離	mm
$l_{b1}$	モータフレームの脚部間の距離（内側）	mm
$l_{b2}$	モータフレームの脚部間の距離（外側）	mm
$l_{r,C}$	軸受間の距離の1/2	mm
$l_{t1}$	端子箱重心と端子箱取付ボルト間の水平方向距離	mm
$l_{t2}$	端子箱取付ボルト間距離	mm
$M_G$	原動機の回転により作用するモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
$m_b$	軸系総質量	kg
$m_C$	軸継手質量	kg
$m_F$	フレーム（原動機）の質量	kg

記号	記号の説明	単位
$m_p$	固定子の質量	kg
$m_t$	端子箱の質量	kg
$N$	回転速度（原動機の同期回転速度）	rpm
$n_{bt}$	端子箱取付ボルトの本数	—
$n_{ft}$	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
$P$	原動機出力	kW
$Q_B$	軸（回転子）に生じるスラスト荷重	N
$Q_{bt}$	端子箱取付ボルトに作用するせん断力	N
$r$	固定子の半径	mm
$X_0$	静ラジアル荷重係数	—
$y$	軸（回転子）の変位量	mm
$Y_0$	アキシアル荷重係数	—
$Z_F$	モータフレーム（脚部）の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_t$	軸（回転子）の極断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_s$	軸（回転子）の断面係数	mm <sup>3</sup>
$\pi$	円周率	—
$\sigma_b$	軸（回転子）に生じる引張応力及び曲げ応力	MPa
$\sigma_{bt}$	端子箱取付ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_F$	モータフレームに生じる組合せ応力	MPa
$\sigma_{F1}$	モータフレームに生じる曲げ応力	MPa
$\sigma_{F2}$	モータフレームに生じる圧縮応力	MPa
$\sigma_{F3}$	原動機回転により作用するモーメントによる圧縮応力	MPa
$\sigma_t$	軸（回転子）に生じる組合せ応力	MPa
$\tau_{bt}$	端子箱取付ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_p$	廻り止めピンに生じるせん断応力	MPa
$\tau_F$	モータフレームに生じるせん断応力	MPa
$\tau_t$	軸（回転子）に生じるねじり応力	MPa

4.3.4 評価方法

(1) 固定子

図4-4に示す計算モデルについて、廻り止めピンに生じるせん断力を算出し、廻り止めピンに生じるせん断応力を求め、許容応力以下であることを確認する。

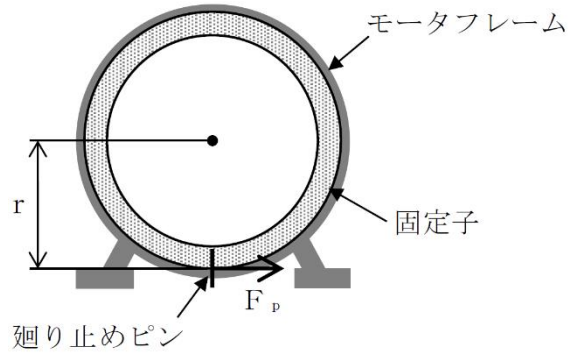


図4-4 固定子の計算モデル

廻り止めピンに生じるせん断応力  $\tau_p$  は次式で求める。

$$\tau_p = \frac{F_p}{A_p} \dots \dots \dots (4.3.4.1)$$

ここで、廻り止めピンに生じるせん断力  $F_p$  は

$$F_p = F_H + F_M \dots \dots \dots (4.3.4.2)$$

水平方向（軸直角方向）地震力により廻り止めピンに生じるせん断力  $F_H$  は

$$F_H = m_p \cdot g \cdot (C_H + C_P) \dots \dots \dots (4.3.4.3)$$

原動機の回転により廻り止めピンに生じるせん断力  $F_M$  は

$$F_M = \frac{M_G}{r} \dots \dots \dots (4.3.4.4)$$

ここで、原動機の回転により作用するモーメント  $M_G$  は

$$M_G = \left[ \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right] \cdot 10^6 \cdot P \dots \dots \dots (4.3.4.5)$$

(1kW = 10<sup>6</sup>N・mm/s)

廻り止めピンの断面積  $A_p$  は

$$A_p = \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \dots \dots \dots (4.3.4.6)$$

(2) 軸（回転子）

図 4-5 に示す計算モデルにて、軸に生じる荷重とモーメントから軸に生じる応力を算出し、軸に生じる組合せ応力を求め、許容応力以下であることを確認する。

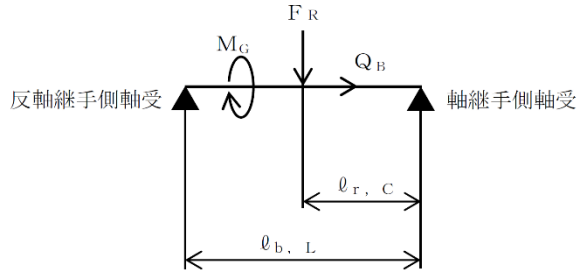


図 4-5 軸（回転子）の計算モデル

軸（回転子）に生じる組合せ応力  $\sigma_t$  は次式で求める。

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.7)$$

ここで、軸（回転子）に生じる引張応力及び曲げ応力  $\sigma_b$  は

$$\sigma_b = \frac{(\ell_{b,L} - \ell_{r,C}) \cdot \ell_{b,C}}{Z_s \cdot \ell_{b,L}} \cdot F_R + \frac{Q_B}{A_t} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.8)$$

軸（回転子）に生じるねじり応力  $\tau_t$  は

$$\tau_t = \frac{M_G}{Z_t} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.9)$$

軸（回転子）の断面係数  $Z_s$  は

$$Z_s = \frac{\pi \cdot D_s^3}{32} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.10)$$

軸（回転子）の断面係数  $Z_t$  は

$$Z_t = \frac{\pi \cdot D_s^3}{16} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.11)$$

軸（回転子）に生じるラジアル荷重  $F_R$  及びスラスト荷重  $Q_B$  は

$$F_R = (m_b + m_c) \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (C_V + 1)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.3.4.12)$$

$$Q_B = (m_b + m_c) \cdot g \cdot (C_H + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.3.4.13)$$

軸（回転子）の断面積  $A_t$  は

$$A_t = \frac{\pi \cdot D_s^2}{4} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.14)$$

(3) 端子箱

図4-6に示す計算モデルにて、端子箱取付ボルトに生じる荷重を算出し、端子箱取付ボルトに生じる応力を求め、許容値以下であることを確認する。

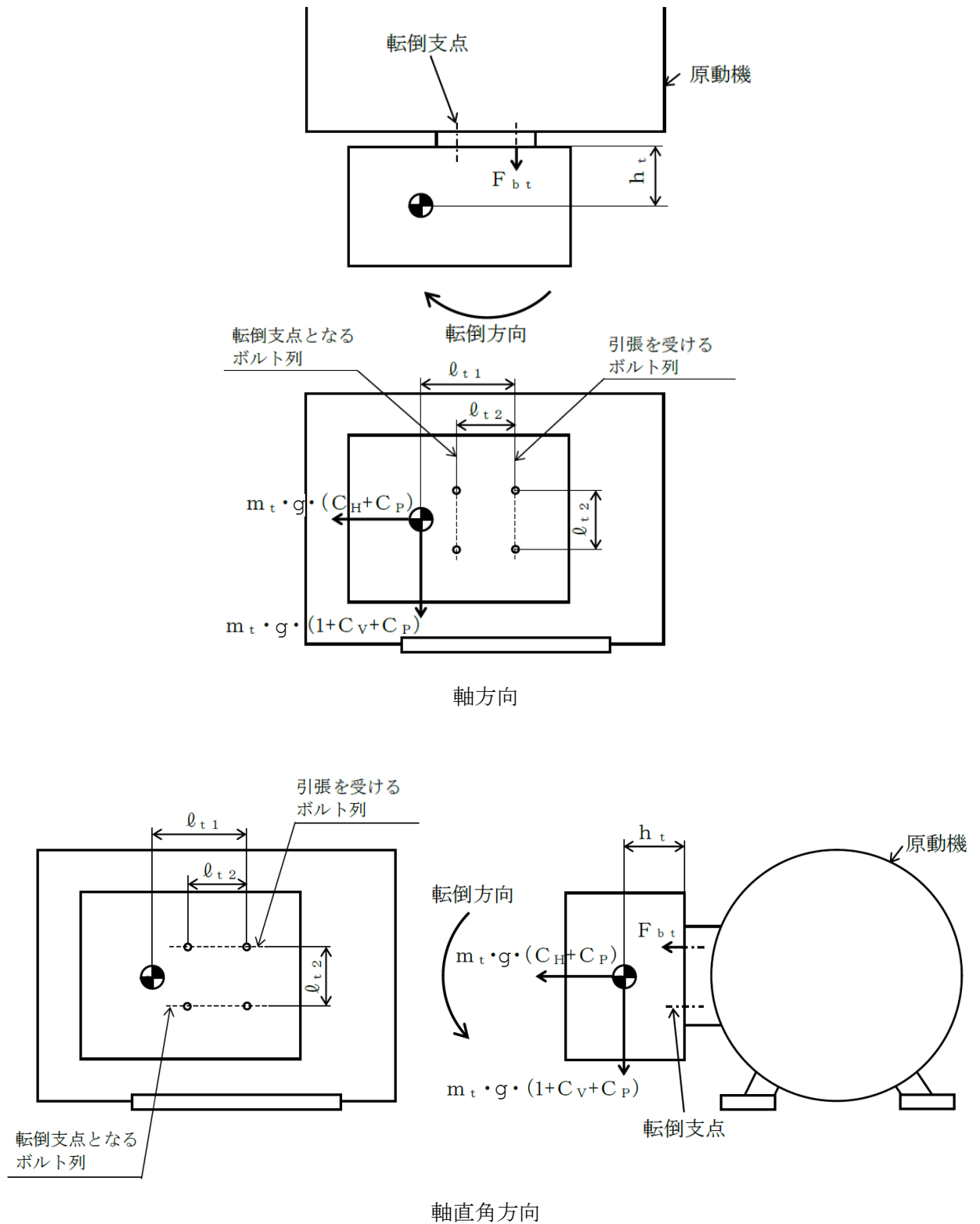


図4-6 端子箱の計算モデル



端子箱取付ボルト 1 本当たりの引張応力  $\sigma_{bt}$  は次式で求める。

$$\sigma_{bt} = \frac{F_{bt}}{A_{bt}} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.15)$$

ここで、端子箱取付ボルト 1 本当たりに生じる引張力  $F_{bt}$  は  
軸方向

$$F_{bt} = \frac{m_t \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h_{t1} + m_t \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot h_t}{n_{ft} \cdot \ell_{t2}} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.16)$$

軸直角方向

$$F_{bt} = \frac{m_t \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot \ell_{t1} + m_t \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot h_t}{n_{ft} \cdot \ell_{t2}} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.17)$$

端子箱取付ボルトに生じるせん断応力  $\tau_{bt}$  は次式で求める。

$$\tau_{bt} = \frac{Q_{bt}}{n_{bt} \cdot A_{bt}} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.18)$$

ここで、端子箱取付ボルトに生じるせん断力  $Q_{bt}$  は

$$Q_{bt} = \sqrt{(m_t \cdot g \cdot (C_H + C_P))^2 + (m_t \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P))^2} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.19)$$

ここで、端子箱取付ボルトの断面積  $A_{bt}$  は

$$A_{bt} = \frac{\pi \cdot d_t^2}{4} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.20)$$

(4) 軸受

図 4-7 に示す計算モデルにて、地震力が加わる場合に発生する全荷重について保守的にそれぞれの軸受が受けるものとし、軸受に生じる静等価荷重を求め、メーカー規定の許容値以下であることを確認する。

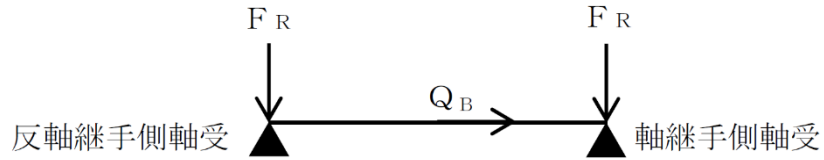


図 4-7 軸受の計算モデル

軸受に生じる静等価荷重は次式で求める。

軸継手側軸受に生じる静等価荷重  $F_{B1}$

$$F_{B1} = \text{Max} (X_0 \cdot F_R + Y_0 \cdot Q_B, F_R) \dots \dots \dots (4.3.4.21)$$

反軸継手側軸受に生じる静等価荷重  $F_{B2}$

$$F_{B2} = \text{Max} (X_0 \cdot F_R + Y_0 \cdot Q_B, F_R) \dots \dots \dots (4.3.4.22)$$

(5) 固定子と回転子間のクリアランス

図 4-8 に示す計算モデルにて、軸（回転子）に生じる変位量を求め、変位可能寸法以下であることを確認する。

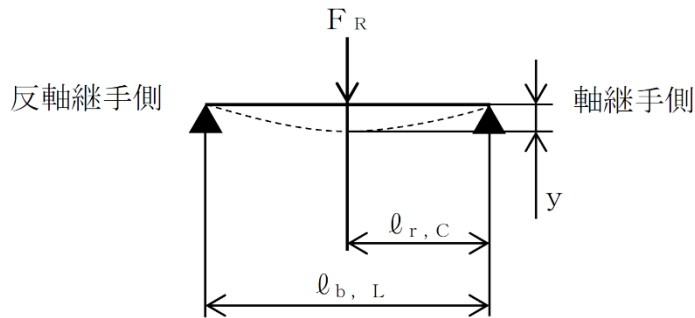


図 4-8 固定子と回転子間のクリアランスの計算モデル

軸（回転子）の変位量  $y$  は次式で求める。

$$y = \frac{F_R \cdot l_{r,C} \cdot (l_{b,L}^2 - l_{r,C}^2)^{3/2}}{9 \cdot \sqrt{3} \cdot E_b \cdot I \cdot l_{b,L}} \dots \dots \dots (4.3.4.23)$$

ここで、軸（回転子）の断面二次モーメント  $I$  は

$$I = \frac{\pi \cdot D_s^4}{64} \dots \dots \dots (4.3.4.24)$$

(6) モータフレーム

図4-9に示す計算モデルにて、モータフレームに生じる応力を算出し、モータフレームに生じる組合せ応力を求め、許容応力以下であることを確認する。なお、モータフレームの評価は、構造上厳しくなる軸直角方向について評価を実施する。

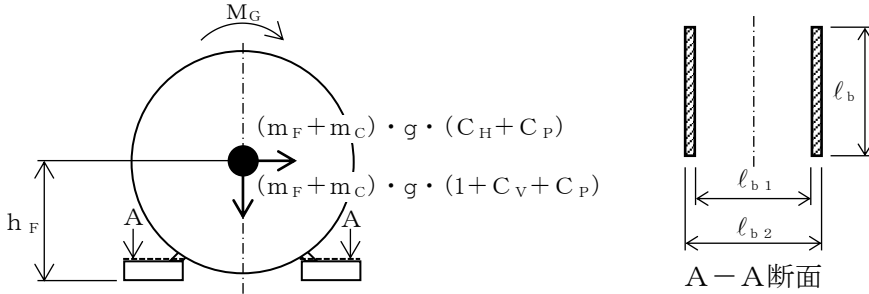


図4-9 モータフレームの計算モデル

モータフレームに生じる組合せ応力  $\sigma_F$  は次式で求める。

$$\sigma_F = \sqrt{(\sigma_{F1} + \sigma_{F2} + \sigma_{F3})^2 + 3 \cdot \tau_F^2} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.25)$$

水平方向（軸直角方向）地震力によりモータフレームに生じる曲げ応力  $\sigma_{F1}$  は

$$\sigma_{F1} = \frac{(m_C + m_F) \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h_F}{Z_F} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.26)$$

鉛直方向地震力によりモータフレームに生じる圧縮応力  $\sigma_{F2}$  は

$$\sigma_{F2} = \frac{(m_C + m_F) \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P)}{A_F} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.27)$$

原動機回転により作用するモーメントによる圧縮応力  $\sigma_{F3}$  は

$$\sigma_{F3} = \frac{M_G}{Z_F} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.28)$$

水平方向（軸直角方向）地震力によりモータフレームに生じるせん断応力  $\tau_F$  は

$$\tau_F = \frac{(m_C + m_F) \cdot g \cdot (C_H + C_P)}{A_F} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.29)$$

フレームの断面係数  $Z_F$  は

$$Z_F = \frac{1}{6} \cdot \frac{l_b \cdot (l_{b2}^3 - l_{b1}^3)}{l_{b2}} \quad \dots \dots \dots (4.3.4.30)$$

フレームの断面積  $A_F$  は

$$A_F = l_b \cdot (l_{b2} - l_{b1}) \quad \dots \dots \dots (4.3.4.31)$$

## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 構造強度評価

1.1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプ	S	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 EL 13.4 (EL 14.7*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.58*3	C <sub>V</sub> =1.85*4	C <sub>H</sub> =3.37*5	C <sub>V</sub> =4.29*5	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）及び静的震度を上回る設計震度

\*4：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*5：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *1 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *1 (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> *1
基礎ボルト (i=1)		260	140	140	16 (M16)	201.1	4	2
			290	290				2
ポンプ取付ボルト (i=2)		135	95	95	16 (M16)	201.1	4	2
			80	80				2
原動機取付ボルト (i=3)		100	80	80	10 (M10)	78.54	4	2
			70	70				2

部材	S <sub>yi</sub> (MPa)	S <sub>ui</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>p</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	231*2 (16mm<径≤40mm)	394*2 (16mm<径≤40mm)	231	276	軸直角		—
ポンプ取付ボルト (i=2)	725*3 (径≤63mm)	860*3 (径≤63mm)	602	602	軸		—
原動機取付ボルト (i=3)	715*2 (径≤63mm)	838*2 (径≤63mm)	586	586	軸直角	軸	1.167×10 <sup>4</sup>

注記\*1：各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

\*3：最高使用温度で算出

HP ( $\mu\text{m}$ )	N (ポンプ) (rpm)	N (原動機) (rpm)

1.1.3 計算数値

1.1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	[Blank]			
ポンプ取付ボルト (i=2)				
原動機取付ボルト (i=3)				

31

1.1.4 結論

1.1.4.1 ボルトの応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=11$	$f_{ts1}=173^*$	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=207^*$
		せん断	$\tau_{b1}=5$	$f_{sb1}=133$	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=159$
ポンプ取付ボルト (i=2)	SNB7	引張	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=451^*$	$\sigma_{b2}=11$	$f_{ts2}=451^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=347$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=347$
原動機取付ボルト (i=3)	SNB7	引張	$\sigma_{b3}=5$	$f_{ts3}=440^*$	$\sigma_{b3}=13$	$f_{ts3}=440^*$
		せん断	$\tau_{b3}=3$	$f_{sb3}=338$	$\tau_{b3}=6$	$f_{sb3}=338$

注記\*:  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.2 動的機能維持評価

1.2.1 設計条件

機器名称	形式	定格容量 (m <sup>3</sup> /h)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプ	スクリー式	4.0	B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽 EL 13.4 (EL 14.7*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =2.81*3	C <sub>V</sub> =3.57*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S s)

機器名称	形式	出力 (kW)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送 ポンプ用原動機	横形ころがり 軸受電動機	2.2	B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽 EL 13.4 (EL 14.7*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =2.81*3	C <sub>V</sub> =3.57*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	150	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S s)

1.2.2 機器要目

1.2.2.1 ポンプ

m 0 (kg)	m 1 (kg)	m 2 (kg)	ℓ (mm)	ℓ 1 (mm)	ℓ 2 (mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	x 1 (mm)	x 2 (mm)

A R A (mm <sup>2</sup> )	A R B (mm <sup>2</sup> )	A S (mm <sup>2</sup> )	E (MPa)	I 1 (mm <sup>4</sup> )	I 2 (mm <sup>4</sup> )	N (rpm)	P (kW)	W 0 (N)
							2.2	

1.2.2.2 原動機

D <sub>s</sub> (mm)	d <sub>p</sub> (mm)	d <sub>t</sub> (mm)	E <sub>b</sub> (MPa)	h <sub>F</sub> (mm)	h <sub>t</sub> (mm)	ℓ <sub>b</sub> (mm)	ℓ <sub>b,L</sub> (mm)	ℓ <sub>b1</sub> (mm)	ℓ <sub>b2</sub> (mm)	ℓ <sub>r,C</sub> (mm)	ℓ <sub>t1</sub> (mm)

ℓ <sub>t2</sub> (mm)	m <sub>b</sub> (kg)	m <sub>C</sub> (kg)	m <sub>F</sub> (kg)	m <sub>p</sub> (kg)	m <sub>t</sub> (kg)	N (rpm)	n <sub>b,t</sub>	n <sub>f,t</sub>	P (kW)	r (mm)	X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
									2.2			

1.2.3 結論

1.2.3.1 機能確認済加速度との比較

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	2.81	—
	鉛直方向	3.57	—
原動機	水平方向	2.81	4.7
	鉛直方向	3.57	1.0

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）により定まる加速度

ポンプは、本文4.2.1項に基づき、1.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価で評価する。

原動機は、鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため、1.2.3.3 原動機の動的機能維持評価で評価する。



1.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価

1.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト及びポンプ取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

1.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価

1.2.3.2.2.1 軸の評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸	13	

すべて許容応力以下である。

1.2.3.2.2.2 軸受の評価

(単位：MPa)

評価部位	荷重	評価項目	発生面圧	許容面圧
軸受	ラジアル	軸受（原動機側）面圧	0.21	
		軸受（負荷側）面圧	0.63	
	スラスト	軸受（負荷側）面圧	0.77	

すべて許容面圧以下である。

1.2.3.2.2.3 摺動部（主ねじ部）の評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	スリーブ間隙間
摺動部（主ねじ部）	0.017	

すべてスリーブ間隙間以下である。

1.2.3.2.2.4 メカニカルシールの評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	変位可能量
メカニカルシール	0.049	

すべて変位可能量以下である。

1.2.3.3 原動機の動的機能維持評価

1.2.3.3.1 代表評価項目の評価

原動機取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

1.2.3.3.2 上記以外の基本評価項目の評価

1.2.3.3.2.1 固定子の評価

(単位：MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力
固定子	せん断		

すべて許容応力以下である。

1.2.3.3.2.2 軸（回転子）の評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸（回転子）		

すべて許容応力以下である。

1.2.3.3.2.3 端子箱の評価

(単位：MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力
端子箱	引張		
	せん断		

すべて許容応力以下である。

1.2.3.3.2.4 軸受の評価

(単位：N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸継手側		
反軸継手側		

すべて許容荷重以下である。

1.2.3.3.2.5 固定子と回転子間のクリアランスの評価

(単位：mm)

評価部位	回転子のたわみ	許容変位量
固定子と回転子間のクリアランス		

すべて許容変位量以下である。

1.2.3.3.2.6 モータフレームの評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
モータフレーム		

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 構造強度評価

2.1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送 ポンプ	常設/防止 (DB拡張)	B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽 EL 13.4 (EL 14.7*1)	—*2	—*2	—	—	C <sub>H</sub> =3.37*3	C <sub>V</sub> =4.29*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *1 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *1 (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> *1
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	260	140	140	16 (M16)	201.1	4	2
			290	290				2
ポンプ取付ボルト (i=2)		135	95	95	16 (M16)	201.1	4	2
			80	80				2
原動機取付ボルト (i=3)		100	80	80	10 (M10)	78.54	4	2
			70	70				2

部材	S <sub>yi</sub> (MPa)	S <sub>ui</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>p</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	231*2 (16mm<径≤40mm)	394*2 (16mm<径≤40mm)	—	276	—	軸直角	—
ポンプ取付ボルト (i=2)	725*3 (径≤63mm)	860*3 (径≤63mm)	—	602	—	軸	—
原動機取付ボルト (i=3)	715*2 (径≤63mm)	838*2 (径≤63mm)	—	586	—	軸	—

注記\*1：各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

\*3：最高使用温度で算出

HP ( $\mu\text{m}$ )	N (ポンプ) (rpm)	N (原動機) (rpm)

2.1.3 計算数値

2.1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
ポンプ取付ボルト (i=2)	—		—	
原動機取付ボルト (i=3)	—		—	

2.1.4 結論

2.1.4.1 ボルトの応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=159$
ポンプ取付ボルト (i=2)	SNB7	引張	—	—	$\sigma_{b2}=11$	$f_{ts2}=451^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=347$
原動機取付ボルト (i=3)	SNB7	引張	—	—	$\sigma_{b3}=13$	$f_{ts3}=440^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b3}=6$	$f_{sb3}=338$

注記\*:  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2.2 動的機能維持評価

2.2.1 設計条件

機器名称	形式	定格容量 (m <sup>3</sup> /h)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送ポンプ	スクリー式	4.0	B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽 EL 13.4 (EL 14.7*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =2.81*3	C <sub>V</sub> =3.57*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

機器名称	形式	出力 (kW)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ディーゼル発電設備 B-ディーゼル燃料移送 ポンプ用原動機	横形ころがり 軸受電動機	2.2	B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽 EL 13.4 (EL 14.7*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =2.81*3	C <sub>V</sub> =3.57*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	150	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

2.2.2 機器要目

2.2.2.1 ポンプ

m 0 (kg)	m 1 (kg)	m 2 (kg)	ℓ (mm)	ℓ 1 (mm)	ℓ 2 (mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	x 1 (mm)	x 2 (mm)

A R A (mm <sup>2</sup> )	A R B (mm <sup>2</sup> )	A S (mm <sup>2</sup> )	E (MPa)	I 1 (mm <sup>4</sup> )	I 2 (mm <sup>4</sup> )	N (rpm)	P (kW)	W 0 (N)
							2.2	

2.2.2.2 原動機

D <sub>s</sub> (mm)	d <sub>p</sub> (mm)	d <sub>t</sub> (mm)	E <sub>b</sub> (MPa)	h <sub>F</sub> (mm)	h <sub>t</sub> (mm)	ℓ <sub>b</sub> (mm)	ℓ <sub>b,L</sub> (mm)	ℓ <sub>b1</sub> (mm)	ℓ <sub>b2</sub> (mm)	ℓ <sub>r,C</sub> (mm)	ℓ <sub>t1</sub> (mm)

ℓ <sub>t2</sub> (mm)	m <sub>b</sub> (kg)	m <sub>C</sub> (kg)	m <sub>F</sub> (kg)	m <sub>p</sub> (kg)	m <sub>t</sub> (kg)	N (rpm)	n <sub>b,t</sub>	n <sub>f,t</sub>	P (kW)	r (mm)	X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
									2.2			

2.2.3 結論

2.2.3.1 機能確認済加速度との比較

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	2.81	—
	鉛直方向	3.57	—
原動機	水平方向	2.81	4.7
	鉛直方向	3.57	1.0

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）により定まる加速度

ポンプは、本文4.2.1項に基づき、2.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価で評価する。

原動機は、鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため、2.2.3.3 原動機の動的機能維持評価で評価する。

2.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価

2.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト及びポンプ取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

2.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価

2.2.3.2.2.1 軸の評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸	13	

すべて許容応力以下である。

2.2.3.2.2.2 軸受の評価

(単位：MPa)

評価部位	荷重	評価項目	発生面圧	許容面圧
軸受	ラジアル	軸受（原動機側）面圧	0.21	
		軸受（負荷側）面圧	0.63	
	スラスト	軸受（負荷側）面圧	0.77	

すべて許容面圧以下である。

2.2.3.2.2.3 摺動部（主ねじ部）の評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	スリーブ間隙間
摺動部（主ねじ部）	0.017	

すべてスリーブ間隙間以下である。

2.2.3.2.2.4 メカニカルシールの評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	変位可能量
メカニカルシール	0.049	

すべて変位可能量以下である。

2.2.3.3 原動機の動的機能維持評価

2.2.3.3.1 代表評価項目の評価

原動機取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

2.2.3.3.2 上記以外の基本評価項目の評価

2.2.3.3.2.1 固定子の評価

(単位：MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力
固定子	せん断		

すべて許容応力以下である。

2.2.3.3.2.2 軸（回転子）の評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸（回転子）		

すべて許容応力以下である。

2.2.3.3.2.3 端子箱の評価

(単位：MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力
端子箱	引張		
	せん断		

すべて許容応力以下である。

2.2.3.3.2.4 軸受の評価

(単位：N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸継手側		
反軸継手側		

すべて許容荷重以下である。

2.2.3.3.2.5 固定子と回転子間のクリアランスの評価

(単位：mm)

評価部位	回転子のたわみ	許容変位量
固定子と回転子間のクリアランス		

すべて許容変位量以下である。

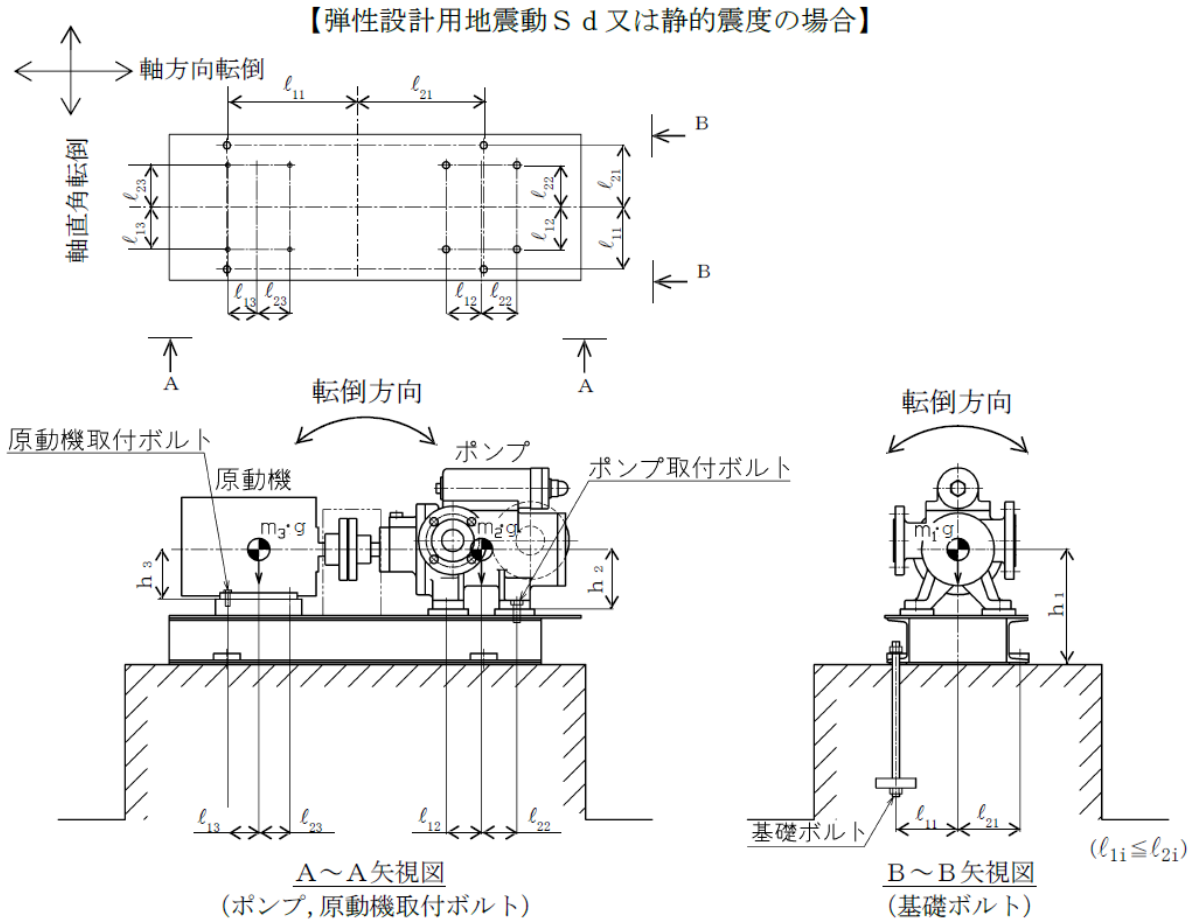
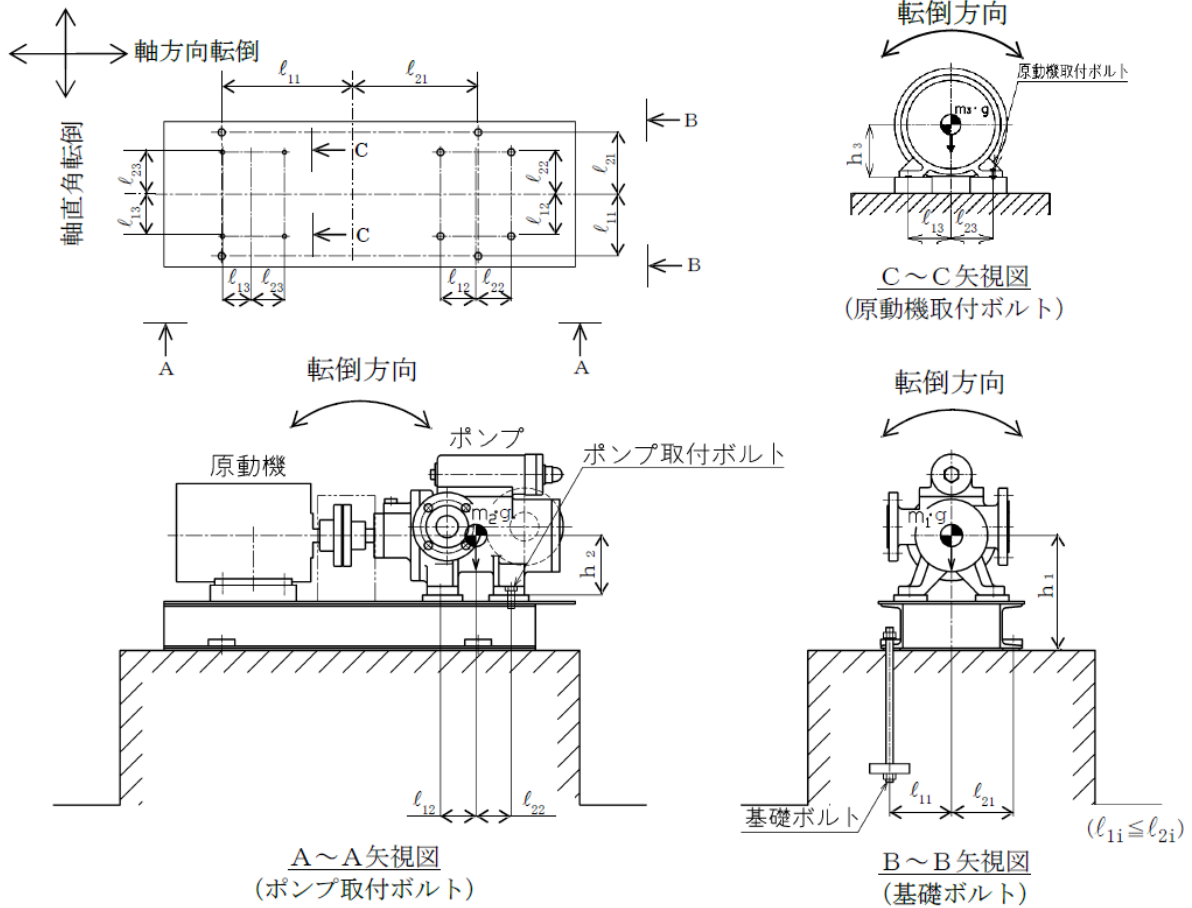
2.2.3.3.2.6 モータフレームの評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
モータフレーム		

すべて許容応力以下である。





VI-2-10-1-2-1-7 非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料  
貯蔵タンクの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	12
3. 評価部位	13
4. 地震応答解析及び構造強度評価	13
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	13
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	13
4.3 解析モデル及び諸元	18
4.4 固有周期	19
4.5 設計用地震力	20
4.6 計算方法	21
4.7 計算条件	34
4.8 疲労解析評価	35
4.9 応力の評価	37
5. 評価結果	39
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	39
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	39
6. 引用文献	39

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、非常用ディーゼル発電設備A-ディーゼル燃料貯蔵タンク（以下「A-ディーゼル燃料貯蔵タンク」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>胴を当板を介して 3 個の脚で支持し、脚を基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>横置円筒形 (両端に鏡板を有する 横置一胴円筒形容器)</p>	<p>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すA-ディーゼル燃料貯蔵タンクの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価フローを図2-1に示す。

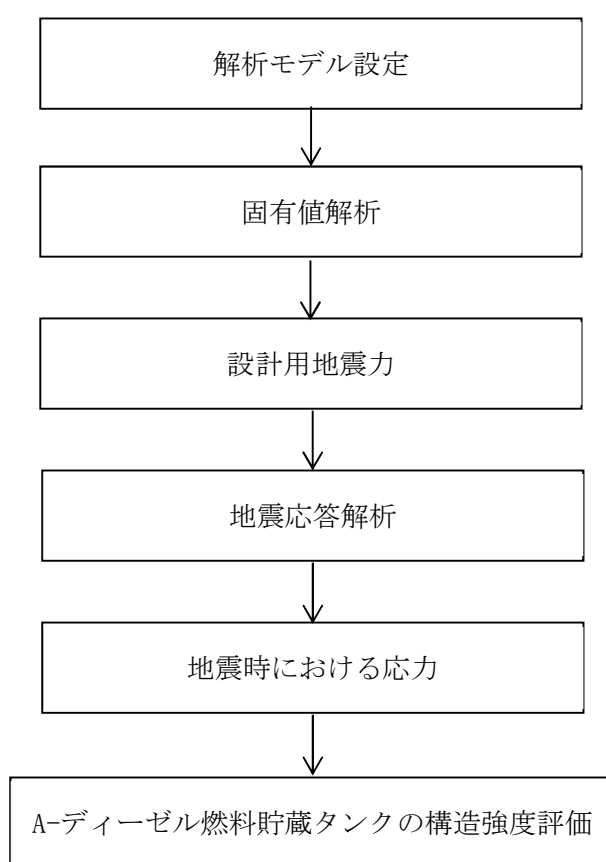


図2-1 A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価フロー

### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984  
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A <sub>0</sub>	簡易弾塑性解析に用いる係数	—
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	脚の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s1</sub>	脚の長手方向に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	脚の横方向に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s3</sub>	脚の長手方向に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s4</sub>	脚の横方向に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
a	脚底板の長手方向幅, 簡易弾塑性解析に用いる係数	mm, —
B <sub>0</sub>	簡易弾塑性解析に用いる係数	—
b	脚底板の横方向幅	mm
C <sub>1</sub>	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の横方向)	mm
C <sub>2</sub>	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の長手方向)	mm
C <sub>cj</sub>	周方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) (j = 1 : 周方向応力, j = 2 : 軸方向応力)	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>lj</sub>	軸方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) (j = 1 : 周方向応力, j = 2 : 軸方向応力)	—
C <sub>v</sub>	鉛直方向設計震度	—
D <sub>i</sub>	胴の内径	mm
d	基礎ボルトの呼び径	mm
d <sub>1</sub>	脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
d <sub>2</sub>	脚底板端面から基礎ボルト (外側) 中心までの横方向の距離	mm
d <sub>3</sub>	脚底板端面から基礎ボルト (内側) 中心までの横方向の距離	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
E <sub>0</sub>	設計・建設規格の設計疲労線図に規定される縦弾性係数	MPa
E <sub>s</sub>	脚の縦弾性係数	MPa
e	脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F <sup>*</sup>	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F <sub>11</sub>	運転時質量により脚底面に作用する長手方向荷重	N
F <sub>12</sub>	運転時質量により脚底面に作用する横方向荷重	N
F <sub>1v1</sub>	鉛直方向地震により脚底面に作用する長手方向荷重	N
F <sub>1v2</sub>	鉛直方向地震により脚底面に作用する横方向荷重	N
F <sub>b</sub>	基礎ボルトに作用する引張力	N
F <sub>c</sub>	横方向地震により胴の脚付け根部に作用する水平方向荷重	N
F <sub>cb</sub>	横方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用する水平方向荷重	N
F <sub>cs1</sub>	横方向地震により脚底面に作用する長手方向荷重	N



記号	記号の説明	単位
$F_{cs2}$	横方向地震により脚底面に作用する横方向荷重	N
$F_l$	長手方向地震により胴に作用する鉛直方向荷重	N
$F_{l1}$	長手方向地震により胴に作用する引張荷重	N
$F_{l2}$	長手方向地震により脚付け根部に作用する水平方向荷重	N
$F_{lb}$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用する水平方向荷重	N
$F_{ls1}$	長手方向地震により脚底面に作用する長手方向荷重	N
$F_{ls2}$	長手方向地震により脚底面に作用する横方向荷重	N
$f_{sb}$	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{tm}$	脚の許容引張応力	MPa
$f_{to}$	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$m/s^2$
$H$	水頭	mm
$h_1$	基礎から脚の胴付け根部までの高さ	mm
$h_2$	基礎から胴の中心までの高さ	mm
$I_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面二次モーメント	$mm^4$
$I_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面二次モーメント	$mm^4$
$J_s$	脚のねじりモーメント係数	$mm^4$
$j_1$	荷重分布で分割する荷重の数	—
$K$	簡易弾塑性解析に用いる係数	—
$K_{1j}, K_{2j}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ( $j = 1$ : 周方向応力, $j = 2$ : 軸方向応力)	—
$K_{cj}, K_{lj}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ( $j = 1$ : 周方向応力, $j = 2$ : 軸方向応力)	—
$K_e$	簡易弾塑性解析に用いる繰返しピーク応力強さの補正係数	—
$l_0$	脚中心間距離	mm
$l_i$	第1脚より各荷重までの距離 (ここで第2脚側の距離は正, その反対側は負とする。) ( $i = 1, 2, 3 \dots j_1$ )	mm
$l_w$	当板における脚の取り付けかない部分の長手方向長さ	mm
$M$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するモーメント	$N \cdot mm$
$M_1$	脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	$N \cdot mm$
$M_{11}$	長手方向地震により胴に作用する長手方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{12}$	横方向地震により胴に作用する横方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{13}$	横方向地震により胴に作用するねじりモーメント	$N \cdot mm$
$M_{14}$	運転時質量により脚に作用する長手方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{14v}$	鉛直方向地震により脚に作用する長手方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{15}$	運転時質量により脚に作用する横方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{15v}$	鉛直方向地震により脚に作用する横方向曲げモーメント	$N \cdot mm$

記号	記号の説明	単位
$M_{1s}$	運転時質量により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{2b}$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{2s}$	長手方向地震により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_3$	胴の脚付け根部に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{3b}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{3s}$	横方向地震により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{4s}$	鉛直方向地震により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_c$	横方向地震により胴の脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
$M_{c1}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するモーメント	N・mm
$M_{cs1}$	横方向地震により脚底面に作用する長手方向モーメント	N・mm
$M_{cs2}$	横方向地震により脚底面に作用する横方向モーメント	N・mm
$M_\ell$	長手方向地震により脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
$M_{\ell s1}$	長手方向地震により脚底面に作用する長手方向モーメント	N・mm
$M_{\ell s2}$	長手方向地震により脚底面に作用する横方向モーメント	N・mm
$M_x$	胴に生じる軸方向の曲げモーメント	N・mm/mm
$M_\phi$	胴に生じる周方向の曲げモーメント	N・mm/mm
$m_0$	容器の運転時質量	kg
$m_i$	容器各部の質量 ( $i=1, 2, 3 \dots j_1$ )	kg
$m_{s1}$	第1脚の質量	kg
$m_{s2}$	第2脚の質量	kg
$m_{s3}$	第3脚の質量	kg
$N_a$	地震時の許容繰返し回数	回
$N_c$	地震時の等価繰返し回数	回
$N_x$	胴に生じる軸方向の膜力	N/mm
$N_\phi$	胴に生じる周方向の膜力	N/mm
$n$	脚1個当たりの基礎ボルトの本数	—
$n_1$	長手方向及び鉛直方向地震時に引張を受ける基礎ボルトの本数	—
$n_2$	横方向及び鉛直方向地震時に引張を受ける基礎ボルトの本数	—
$P$	運転時質量により胴の脚付け根部に作用する反力	N
$P_c$	横方向地震により脚底面に作用する鉛直方向荷重	N
$P_e$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に作用する反力	N
$P_\ell$	長手方向地震により胴の脚付け根部に作用する鉛直方向荷重	N
$P_{\ell 1}$	長手方向地震により脚底面に作用する鉛直方向荷重	N
$P_s$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直方向荷重	N
$P_{s1}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直方向荷重	N

記号	記号の説明	単位
q	簡易弾塑性解析に用いる係数	—
$R_1$	運転時質量により脚の受ける鉛直方向荷重	N
$R_{1v}$	鉛直方向地震により脚の受ける鉛直方向荷重	N
$r_m$	脚付け根部における胴の平均半径	mm
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
$S_a$	胴の許容応力	MPa
$S_\ell$	繰返しピーク応力強さ	MPa
$S_\ell'$	補正繰返しピーク応力強さ	MPa
$S_m$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表1に定める値	MPa
$S_n$	一次応力と二次応力を加えて求めた応力解析による応力強さのサイクルにおいて、その最大値と最小値との差	MPa
$S_p$	地震荷重のみにおける一次+二次+ピーク応力の応力差範囲	MPa
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
$T_1$	長手方向固有周期	s
$T_2$	横方向固有周期	s
$T_3$	鉛直方向固有周期	s
t	胴板の厚さ	mm
$t_e$	脚付け根部における胴の有効板厚	mm
$U_f$	疲労累積係数	—
$X_n$	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
Z	引用文献(1)による胴の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sp}$	脚のねじり断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$\beta, \beta_1, \beta_2$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータ	—
$\gamma$	引用文献(2)によるシェルパラメータ	—
$\theta$	引用文献(1)による胴の有効範囲角の2分の1	rad
$\theta_o$	胴の脚端部より鉛直軸までの角度	rad
$\theta_w$	胴の脚端部より当板端部までの角度	rad
$\pi$	円周率	—
$\rho_l$	液体の密度	kg/mm <sup>3</sup>
$\sigma_o$	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{0c}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{0cx}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0l}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{0lx}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_1$	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa
$\sigma_{1c}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{1cx}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1l}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{1lx}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_2$	地震動のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
$\sigma_{2c}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2cx}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2l}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2lx}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_b$	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
$\sigma_{b1}$	長手方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_{b2}$	横方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_s$	脚の組合せ応力の最大値	MPa
$\sigma_{s1}$	運転時質量により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{s2}$	長手方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{s3}$	横方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{s4}$	鉛直方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{sc}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{sl}$	鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{x1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x2}$	運転時質量による長手方向曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x21}$	長手方向地震により生じる長手方向曲げモーメント及び鉛直荷重による応力	MPa
$\sigma_{x22}$	横方向地震により生じる横方向曲げモーメント及びねじりモーメントによる応力	MPa
$\sigma_{x3}$	運転時質量により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x41}, \sigma_{x42}$	長手方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{x411}, \sigma_{x421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x412}, \sigma_{x422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x413}$	長手方向地震による水平方向荷重により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x51}, \sigma_{x52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x6}$	鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x71}, \sigma_{x72}$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直地震力が加わり胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 3}$	運転時質量により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 41}, \sigma_{\phi 42}$	長手方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 411}, \sigma_{\phi 421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 412}, \sigma_{\phi 422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 51}, \sigma_{\phi 52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 71}, \sigma_{\phi 72}$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	MPa
$\tau_{b1}$	長手方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_{b2}$	横方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_c$	横方向地震によるせん断力により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\tau_{c1}$	横方向地震による胴のねじりモーメントにより胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{c2}$	横方向地震による脚のねじりモーメントにより胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{\ell}$	長手方向地震による長手方向のせん断力により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{\ell 1}$	長手方向地震による鉛直方向のせん断力により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s1}$	運転時質量により生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s2}$	長手方向地震により生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s3}$	横方向地震により生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s4}$	鉛直方向地震により生じるせん断応力	MPa

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりである。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度		—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
質量		kg	—	—	整数位* <sup>1</sup>
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位* <sup>1</sup>
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
面積		mm <sup>2</sup>	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁* <sup>2</sup>
モーメント		N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁* <sup>2</sup>
力		N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁* <sup>2</sup>
角度		rad	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
縦弾性係数		MPa	有効数字4桁目	四捨五入	有効数字3桁
算出応力		MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力* <sup>3</sup>		MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位
疲労累積係数		—	小数点以下第4位	切上げ	小数点以下第3位

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

\*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴、脚及び基礎ボルトについて実施する。A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

### 4. 地震応答解析及び構造強度評価

#### 4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) 「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルにより固有周期を求める。
- (2) 「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルにより求めた地震時の評価荷重（各部の反力及びモーメント）をもとに、胴、脚及び基礎ボルトの応力評価を行う。
- (3) 地震力は、A-ディーゼル燃料貯蔵タンクに対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用するものとし、応力の算出において組み合わせるものとする。ここで、水平方向地震力は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、SRS法を用いる。
- (4) 脚は同形状であるため、作用する荷重の大きい脚についての評価を計算書に記載する。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

#### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

##### 4.2.2 許容応力

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 及び表 4-4 に示す。

##### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	A-ディーゼル燃料貯蔵タンク	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：クラス 2，3 容器及びクラス 2，3 支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	A-ディーゼル燃料貯蔵タンク	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界を 用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：重大事故等クラス 2 容器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界 <sup>*1</sup>			
	一次一般膜応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	一次＋二次応力	一次＋二次＋ ピーク応力
Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方 ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル合 金については上記値と 1.2・Sのうち大きい方とする。	左欄の1.5倍の値	<sup>*2</sup> 弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次＋二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	
Ⅳ <sub>A</sub> S	0.6・S <sub>u</sub>	左欄の1.5倍の値	<sup>*2</sup> 基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次＋二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)				

注記\*1：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

\*2：2・S<sub>y</sub>を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313を除く。S<sub>m</sub>は2/3・S<sub>y</sub>と読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

表 4-4 許容応力（クラス 2, 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等以外)	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	組合せ	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)			

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SS41* <sup>1</sup> (厚さ≤16mm) SS41* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup> (16mm<厚さ≤40mm)	最高使用温度	40	—	245 235* <sup>2</sup>	400 400* <sup>2</sup>	—
脚	SS41* <sup>1</sup> (16mm<厚さ≤40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SS41* <sup>1</sup> (径>40mm)	周囲環境温度	50	—	211	394	—

注記\*1：SS400 相当

\*2：当板の材料を示す。

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SS41* <sup>1</sup> (厚さ≤16mm) SS41* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup> (16mm<厚さ≤40mm)	最高使用温度	40	—	245 235* <sup>2</sup>	400 400* <sup>2</sup>	—
脚	SS41* <sup>1</sup> (16mm<厚さ≤40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SS41* <sup>1</sup> (径>40mm)	周囲環境温度	50	—	211	394	—

注記\*1：SS400 相当

\*2：当板の材料を示す。

#### 4.3 解析モデル及び諸元

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの概要を以下に示す。  
また、機器の諸元を本計算書の【A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算結果】  
の機器要目及びその他の機器要目に示す。

- (1) A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの胴及び脚をはり要素でモデル化したFEMモデルを用いる。

(2)

(3)

- (4) 解析コードは、「ABAQUS」を使用し、固有値と各要素に発生する荷重及びモーメントを求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

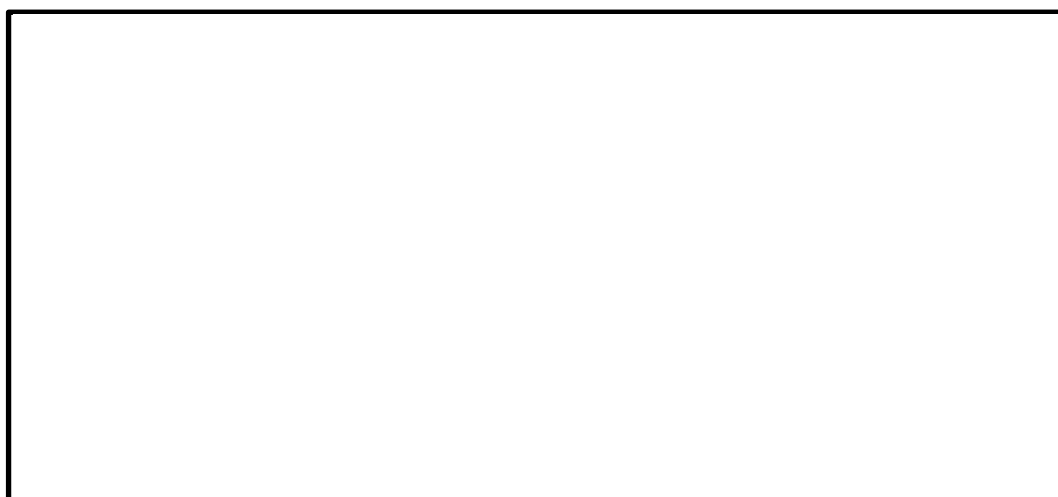


図 4-1 A-ディーゼル燃料貯蔵タンク解析モデル

#### 4.4 固有周期

解析モデルでの固有値解析の結果を表 4-7 に、振動モード図を図 4-2 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-7 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
			X 方向	Y 方向	
1 次			—	—	—

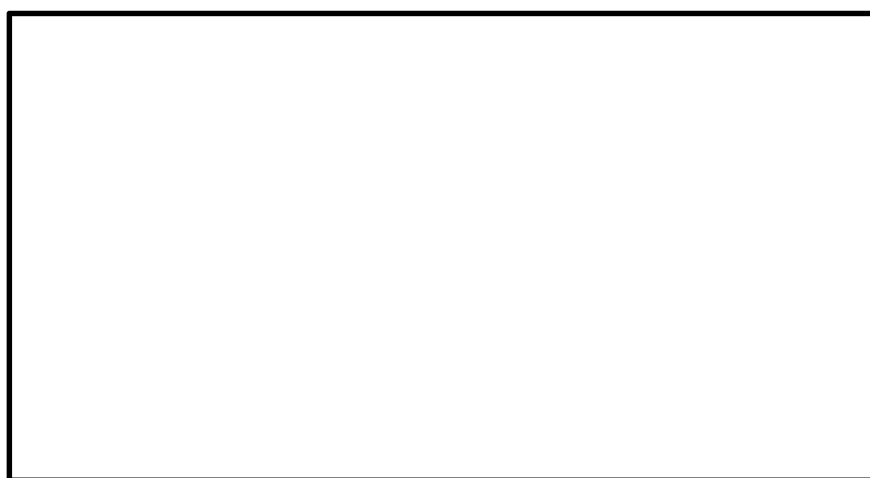


図 4-2 振動モード図 (1 次モード)

#### 4.5 設計用地震力

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの設計用地震力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-8 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-9 に示す。

「弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度」及び「基準地震動 S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 4-8 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
排気筒 EL 3.5 <sup>*1</sup>		0.05 以下	C <sub>H</sub> =0.75 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.53 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.37 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =0.93 <sup>*3</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

表 4-9 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
排気筒 EL 3.5 <sup>*1</sup>		0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.37 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.93 <sup>*2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

## 4.6 計算方法

### 4.6.1 応力の計算方法

#### 4.6.1.1 胴の計算方法

(1) 静水頭による応力（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.2)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{4 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.3)$$

(2) 運転時質量及び鉛直方向地震により生じる長手方向曲げモーメントによる応力

脚付け根部における曲げモーメント $M_1$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

解析により求めた曲げモーメント $M_1$ により胴の脚付け根部に生じる応力は次のように求める。

引用文献(1)によれば、この曲げモーメント $M_1$ は胴の断面に対して一様に作用するものではなく、脚取付部において円周方向の曲げモーメントに置き換えられ、胴の局部変形を生じさせようとする。

長手方向の曲げモーメントによる胴の応力の影響範囲を脚上 $\frac{\theta}{6}$ の点とすると長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は図 4-3 に $2 \cdot \theta$ で示される円殻である。

したがって、運転時質量による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 2} = \frac{M_1}{Z} \dots\dots\dots (4.6.1.1.4)$$

また、鉛直方向地震による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 6} = \frac{M_1}{Z} \cdot C_v \dots\dots\dots (4.6.1.1.5)$$

ここで、

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.6)$$

$$Z = r_m^2 \cdot t_e \cdot \left\{ \frac{\theta + \sin \theta \cdot \cos \theta - 2 \cdot \sin^2 \theta / \theta}{(\sin \theta / \theta) - \cos \theta} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.7)$$



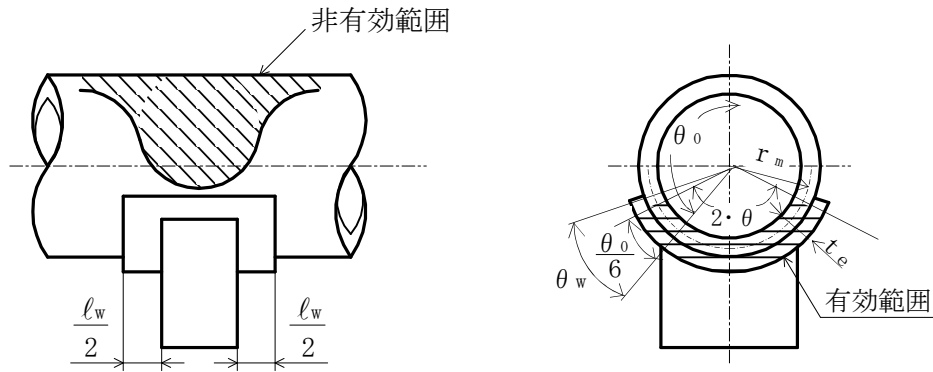


図 4-3 脚付け根部の有効範囲

胴の脚付け根部に取り付く当板の大きさが

$$\text{周方向範囲} \quad \theta_w \geq \frac{\theta_0^{*1}}{6} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.8)$$

$$\text{長手方向範囲} \quad \ell_w \geq 1.56 \cdot \sqrt{\left(\frac{D_i + t}{2}\right) \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.9)$$

である場合、脚付け根部における胴の有効板厚  $t_e$  は胴板の厚さと当板の厚さの合計とする。

本計算では、上記有効範囲を満たすため、脚付け根部における胴の有効板厚  $t_e$  は胴板の厚さと当板の厚さの合計とする。

注記\*1：引用文献(1)より引用

\*2：引用文献(3)より引用

- (3) 長手方向地震により生じる長手方向曲げモーメント及び鉛直方向荷重による応力  
長手方向地震が作用した場合に胴に生じる曲げモーメント  $M_{11}$  及び鉛直荷重  $F_\ell$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき、胴に生じる応力は次式で求める。

$$\sigma_{x21} = \frac{M_{11}}{Z} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.10)$$

$$\tau_{\ell 1} = \frac{2 \cdot F_\ell}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.11)$$

- (4) 横方向地震により生じる横方向曲げモーメント及びねじりモーメントによる応力  
横方向地震が作用した場合に胴に生じる曲げモーメント  $M_{12}$  及びねじりモーメント  $M_{13}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき、胴に生じる応力は次式で求める。

$$\sigma_{x22} = \frac{4 \cdot M_{12}}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.12)$$

$$\tau_{c1} = \frac{2 \cdot M_{13}}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.13)$$

(5) 運転時質量及び鉛直方向地震による脚付け根部の応力

胴の脚付け根部には脚反力による周方向応力及び軸方向応力が生じる。胴の脚付け根部に作用する反力 $R_1$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

胴の脚付け根部に作用する反力は次のように求める。

運転時質量による反力は,

$$P = R_1 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.14)$$

鉛直方向地震による反力は,

$$P_e = C_v \cdot R_1 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.15)$$

この反力 $P$ 及び $P_e$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、引用文献(2)により次のように求める。

脚が胴に及ぼす力の関係を図4-4に示す。

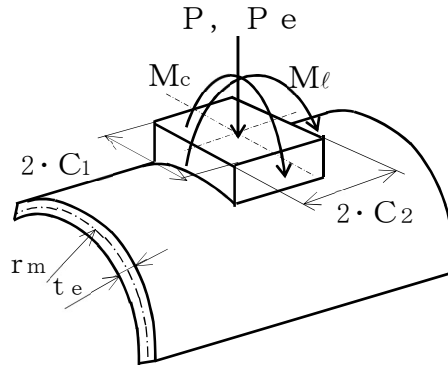


図4-4 脚が胴に及ぼす力の関係

ここで、シェルパラメータ $\gamma$ 及びアタッチメントパラメータ $\beta$ は以下のように定義する。

$$\gamma = \frac{r_m}{t_e} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.16)$$

$$\beta_1 = \frac{C_1}{r_m} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.17)$$

$$\beta_2 = \frac{C_2}{r_m} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.18)$$

$4 \geq \beta_1 / \beta_2 \geq 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\beta_1}{\beta_2} - 1 \right) \cdot (1 - K_{1j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.19)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

$1/4 \leq \beta_1 / \beta_2 < 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{4}{3} \left( 1 - \frac{\beta_1}{\beta_2} \right) \cdot (1 - K_{2j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.20)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより応力は次式で求める。

反力  $P$  による応力は、

一次応力

$$\sigma_{\phi 3} = \left( \frac{N_{\phi}}{P/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.21)$$

$$\sigma_{x 3} = \left( \frac{N_x}{P/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.22)$$

反力  $P_e$  における応力は、

一次応力

$$\sigma_{\phi 71} = \left( \frac{N_{\phi}}{P_e/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.23)$$

$$\sigma_{x 71} = \left( \frac{N_x}{P_e/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.24)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 72} = \left( \frac{M_{\phi}}{P_e} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.25)$$

$$\sigma_{x 72} = \left( \frac{M_x}{P_e} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.26)$$

(6) 長手方向地震による脚付け根部の応力

長手方向地震により脚付け根部に生じる曲げモーメント  $M_{\ell}$  及び鉛直荷重  $P_{\ell}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

曲げモーメント  $M_{\ell}$  と鉛直荷重  $P_{\ell}$  より生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより次式で求める。

ここで、シェルパラメータ  $\gamma$  及び  $P_{\ell}$  の場合のアタッチメントパラメータ  $\beta$  は(5)と同じであるが、 $M_{\ell}$  の場合のアタッチメントパラメータ  $\beta$  は次式による。

ただし、二次応力を求める場合は更に  $K_{\ell j}$  を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1 \cdot \beta_2^2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.27)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

曲げモーメント $M_\ell$ により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 411} = \left\{ \frac{N_\phi}{M_\ell / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_\ell}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 1} \dots \dots \dots (4.6.1.1.28)$$

$$\sigma_{x 411} = \left\{ \frac{N_x}{M_\ell / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_\ell}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 2} \dots \dots \dots (4.6.1.1.29)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 421} = \left\{ \frac{M_\phi}{M_\ell / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_\ell}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \dots \dots \dots (4.6.1.1.30)$$

$$\sigma_{x 421} = \left\{ \frac{M_x}{M_\ell / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_\ell}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \dots \dots \dots (4.6.1.1.31)$$

鉛直荷重 $P_\ell$ により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 412} = \left( \frac{N_\phi}{P_\ell / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_\ell}{r_m \cdot t_e} \right) \dots \dots \dots (4.6.1.1.32)$$

$$\sigma_{x 412} = \left( \frac{N_x}{P_\ell / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_\ell}{r_m \cdot t_e} \right) \dots \dots \dots (4.6.1.1.33)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 422} = \left( \frac{M_\phi}{P_\ell} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_\ell}{t_e^2} \right) \dots \dots \dots (4.6.1.1.34)$$

$$\sigma_{x 422} = \left( \frac{M_x}{P_\ell} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_\ell}{t_e^2} \right) \dots \dots \dots (4.6.1.1.35)$$

長手方向地震により胴に生じる引張荷重 $F_{\ell 1}$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

このとき胴に生じる引張応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 413} = \frac{F_{\ell 1}}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots \dots \dots (4.6.1.1.36)$$

したがって、曲げモーメント $M_\ell$ 、鉛直荷重 $P_\ell$ 及び引張荷重 $F_{\ell 1}$ により生じる胴の応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 41} = \sigma_{\phi 411} + \sigma_{\phi 412} \dots \dots \dots (4.6.1.1.37)$$

$$\sigma_{x41} = \sigma_{x411} + \sigma_{x412} + \sigma_{x413} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.38)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi42} = \sigma_{\phi421} + \sigma_{\phi422} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.39)$$

$$\sigma_{x42} = \sigma_{x421} + \sigma_{x422} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.40)$$

また、長手方向地震が作用した場合、脚付け根部に生じるせん断力  $F_{\ell 2}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{\ell} = \frac{F_{\ell 2}}{4 \cdot C_2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.41)$$

(7) 横方向地震による脚付け根部の応力

横方向地震が作用した場合、脚の付け根部に生じる曲げモーメント  $M_c$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

この曲げモーメント  $M_c$  により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより次式で求める。

ここで、シェルパラメータ  $\gamma$  は(5)と同じであるが、アタッチメントパラメータ  $\beta$  は次式による。

ただし、二次応力を求める場合は更に  $K_{c j}$  を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1^2 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.42)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

したがって、応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 51} = \left\{ \frac{N_{\phi}}{M_c / (r_{m^2} \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_{m^2} \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c1} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.43)$$

$$\sigma_{x 51} = \left\{ \frac{N_x}{M_c / (r_{m^2} \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_{m^2} \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.44)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 52} = \left\{ \frac{M_{\phi}}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.45)$$

$$\sigma_{x 52} = \left\{ \frac{M_x}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.46)$$

また、胴の脚付け根部に生じるせん断荷重  $F_c$  及び胴の脚付け根部に生じるねじりモーメント  $M_3$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

せん断荷重により脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_c = \frac{F_c}{4 \cdot C_1 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.47)$$

ねじりモーメントにより脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{c2} = \frac{M_3}{2 \cdot \pi \cdot \text{Min}(C_1, C_2)^2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.48)$$

(8) 組合せ応力

(1)～(7)によって求めた脚付け根部に生じる胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{o\ell} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{o\ell\phi} + \sigma_{o\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{o\ell\phi} - \sigma_{o\ell x})^2 + 4 \cdot \tau_{\ell 1}^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.49)$$

ここで、

$$\sigma_{o\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.50)$$

$$\sigma_{o\ell x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sqrt{\sigma_{x 6}^2 + (\sigma_{x 4 1 3} + \sigma_{x 2 1})^2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.51)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{oc} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{oc\phi} + \sigma_{ocx}) + \sqrt{(\sigma_{oc\phi} - \sigma_{ocx})^2 + 4 \cdot \tau_{c 1}^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.52)$$

ここで、

$$\sigma_{oc\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.53)$$

$$\sigma_{ocx} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sqrt{\sigma_{x 6}^2 + \sigma_{x 2 2}^2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.54)$$

したがって、胴に生じる一次一般膜応力の最大値は、

$$\sigma_o = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{o\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{oc}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.1.55)$$

とする。

b. 一次応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1\ell} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1\ell\phi} + \sigma_{1\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{1\ell\phi} - \sigma_{1\ell x})^2 + 4 \cdot (\tau_{\ell} + \tau_{\ell 1})^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.56)$$

ここで、

$$\sigma_{1\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 4 1}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 7 1})^2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.57)$$

$$\sigma_{1lx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{(\sigma_{x41} + \sigma_{x21})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71})^2}$$

..... (4.6.1.1.58)

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx}) + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4 \cdot (\tau_c + \tau_{c1} + \tau_{c2})^2} \right\}$$

..... (4.6.1.1.59)

ここで,

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi1} + \sigma_{\phi3} + \sqrt{\sigma_{\phi51}^2 + (\sigma_{\phi2} + \sigma_{\phi71})^2}$$

..... (4.6.1.1.60)

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{(\sigma_{x51} + \sigma_{x22})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71})^2}$$

..... (4.6.1.1.61)

したがって、胴に生じる一次応力の最大値は,

$$\sigma_1 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{1l}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{1c}) \}$$

..... (4.6.1.1.62)

とする。

c. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2l} = (\sigma_{2l\phi} + \sigma_{2lx}) + \sqrt{(\sigma_{2l\phi} - \sigma_{2lx})^2 + 4 \cdot (\tau_l + \tau_{l1})^2}$$

..... (4.6.1.1.63)

ここで,

$$\sigma_{2l\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi2} + \sigma_{\phi71} + \sigma_{\phi72})^2 + (\sigma_{\phi41} + \sigma_{\phi42})^2}$$

..... (4.6.1.1.64)

$$\sigma_{2lx} = \sqrt{(\sigma_{x41} + \sigma_{x42} + \sigma_{x21})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2}$$

..... (4.6.1.1.65)

鉛直方向と横方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2c} = (\sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx}) + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4 \cdot (\tau_c + \tau_{c1} + \tau_{c2})^2}$$

..... (4.6.1.1.66)

ここで,

$$\sigma_{2c\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi2} + \sigma_{\phi71} + \sigma_{\phi72})^2 + (\sigma_{\phi51} + \sigma_{\phi52})^2}$$

..... (4.6.1.1.67)

$$\sigma_{2cx} = \sqrt{(\sigma_{x51} + \sigma_{x52} + \sigma_{x22})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2}$$

..... (4.6.1.1.68)

したがって、胴に生じる地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は,

$$\sigma_2 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{2l}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{2c}) \}$$

..... (4.6.1.1.69)

とする。

## 4.6.1.2 脚の計算方法

「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により得られる各要素端での荷重 $R_1$ ,  $R_{1v}$ ,  $P_{\ell 1}$ ,  $P_c$ ,  $F_{11}$ ,  $F_{12}$ ,  $F_{1v1}$ ,  $F_{1v2}$ ,  $F_{\ell s 1}$ ,  $F_{\ell s 2}$ ,  $F_{c s 1}$ ,  $F_{c s 2}$ , 曲げモーメント $M_{14}$ ,  $M_{15}$ ,  $M_{14v}$ ,  $M_{15v}$ ,  $M_{\ell s 1}$ ,  $M_{\ell s 2}$ ,  $M_{c s 1}$ ,  $M_{c s 2}$ 及びねじりモーメント $M_{1s}$ ,  $M_{2s}$ ,  $M_{3s}$ ,  $M_{4s}$ より各応力を次のように求める。

## (1) 運転時質量による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{14}}{Z_{sy}} + \frac{M_{15}}{Z_{sx}} + \frac{R_1}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.1)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s1} = \frac{M_{1s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{11}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{12}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.2)$$

## (2) 鉛直方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s4} = \frac{M_{14v}}{Z_{sy}} + \frac{M_{15v}}{Z_{sx}} + \frac{R_{1v}}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.3)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s4} = \frac{M_{4s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{1v1}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{1v2}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.4)$$

## (3) 長手方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{\ell s 1}}{Z_{sy}} + \frac{M_{\ell s 2}}{Z_{sx}} + \frac{P_{\ell 1}}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.5)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2} = \frac{M_{2s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{\ell s 1}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{\ell s 2}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.6)$$

## (4) 横方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s3} = \frac{M_{c s 1}}{Z_{sy}} + \frac{M_{c s 2}}{Z_{sx}} + \frac{P_c}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.7)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s3} = \frac{M_{3s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{c s 1}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{c s 2}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.8)$$



(5) 組合せ応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{s\ell} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2})^2 + 3 \cdot (\tau_{s1} + \sqrt{\tau_{s2}^2 + \tau_{s4}^2})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.9)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s3}^2 + \sigma_{s4}^2})^2 + 3 \cdot (\tau_{s1} + \sqrt{\tau_{s3}^2 + \tau_{s4}^2})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.10)$$

したがって、脚に生じる最大応力は、

$$\sigma_s = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{s\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{sc}) \} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.11)$$

とする。

4.6.1.3 基礎ボルトの計算方法

(1) 鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

a. 引張応力

長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメント $M$ 及び鉛直荷重 $P_s$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M / P_s \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.1)$$

とする。

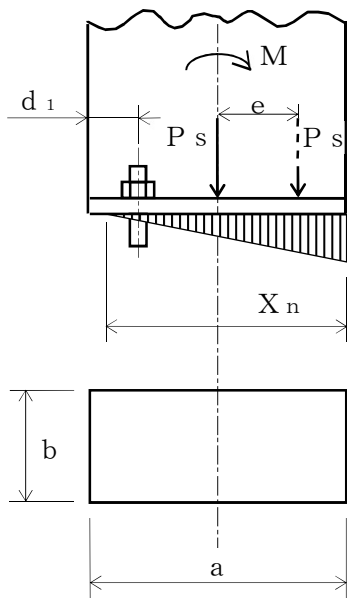


図4-5 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その1)

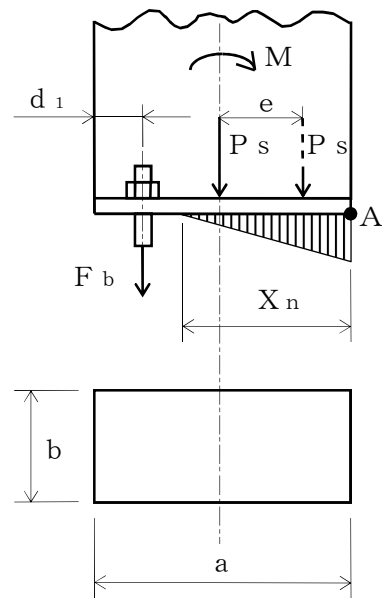


図4-6 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その2)

図4-5のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図4-6のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.2)$$

の場合及び $e$ が負の場合に、基礎ボルトに引張力が生じる。

このとき図4-6において、鉛直荷重の釣合い、A点回りのモーメントの釣合い、基礎ボルトの伸びと基礎の縮みの関係から中立軸の位置 $X_n$ は

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{a}{2}\right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_1}{b} \cdot \left(e + \frac{a}{2} - d_1\right) \cdot (a - d_1 - X_n) = 0 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.3)$$

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_s \cdot \left(e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3}\right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.4)$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.5)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_b$ は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.6)$$

b. せん断応力

長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に生じるせん断力 $F_{\ell b}$ 及びねじりモーメント $M_{2b}$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき基礎ボルトに生じるせん断応力は次のようになる。

$$\tau_{b1} = \frac{F_{\ell b}}{n \cdot A_b} + \frac{M_{2b}}{n \cdot A_b \cdot \sqrt{\left(\frac{a - 2 \cdot d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2 \cdot d_3}{2}\right)^2}} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.7)$$

(2) 鉛直方向と横方向地震が作用した場合

a. 引張応力

横方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメント $M_{c1}$ 及び鉛直荷重 $P_{s1}$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M_{c1} / P_{s1} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.8)$$

とする。

図4-7のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図4-8のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{b}{6} + \frac{d_2}{3} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.9)$$

の場合及び  $e$  が負の場合に、基礎ボルトに引張力が生じる。

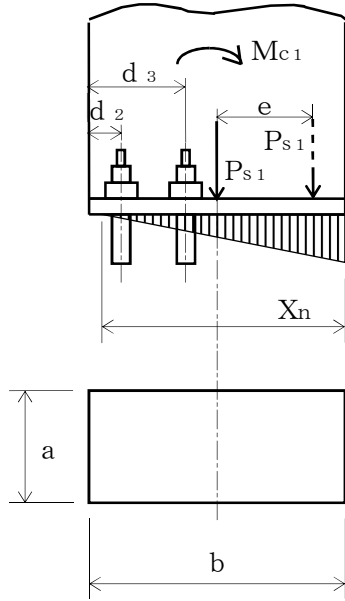


図 4-7 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 3)

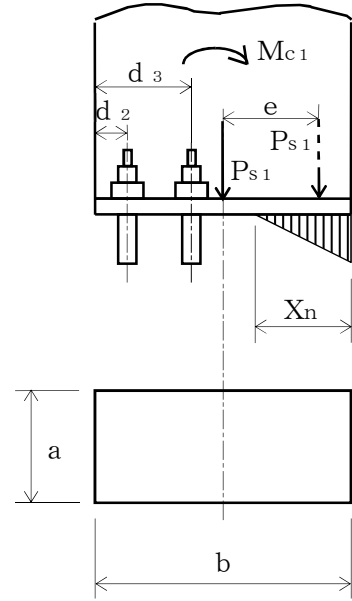


図 4-8 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 4)

図4-8において、(1)と同様にして中立軸の位置  $X_n$  を

$$X_n^3 + 3 \cdot \left( e - \frac{b}{2} \right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_2}{a} \cdot X_n + \dots = 0$$

$$\left\{ \left( e + \frac{b}{2} - d_2 \right) \cdot (b - X_n - d_2) + \left( e + \frac{b}{2} - d_3 \right) \cdot (b - X_n - d_3) \right\} = 0$$

..... (4.6.1.3.10)

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_{s1} \cdot \left( e - \frac{b}{2} + \frac{X_n}{3} \right) \cdot (b - X_n - d_2)}{\left( b - d_2 - \frac{X_n}{3} \right) \cdot (b - X_n - d_2) + \left( b - d_3 - \frac{X_n}{3} \right) \cdot (b - X_n - d_3)}$$

..... (4.6.1.3.11)

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b2} = \frac{F_b}{n_2 \cdot A_b} \dots \dots \dots (4.6.1.3.12)$$

b. せん断応力

横方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に生じるせん断力  $F_{cb}$  及びねじりモーメント  $M_{3b}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき基礎ボルトに生じるせん断応力は次のようになる。

$$\tau_{b2} = \frac{F_{cb}}{n \cdot A_b} + \frac{M_{3b}}{n \cdot A_b \cdot \sqrt{\left(\frac{a - 2 \cdot d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2 \cdot d_3}{2}\right)^2}} \dots\dots\dots (4.6.1.3.13)$$

(3) 基礎ボルトに生じる最大応力

(1)及び(2)より求められた基礎ボルトの応力のうち最大のものを $\sigma_b$ 及び $\tau_b$ とする。

a. 基礎ボルトの最大引張応力

$$\sigma_b = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{b2}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.3.14)$$

b. 基礎ボルトの最大せん断応力

$$\tau_b = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\tau_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\tau_{b2}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.3.15)$$

4.7 計算条件

応力解析に用いる計算条件は、本計算書の【A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

4.8 疲労解析評価

胴の応力評価において、一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点  $S_y$  の 2 倍を上回る場合には、設計・建設規格 PVB-3300 に規定された簡易弾塑性評価方法に基づき、疲労解析評価を実施する。

なお、疲労解析評価に用いる基準地震動  $S_s$  の等価繰返し回数  $N_c$  は、設備ごとに個別に設定した 120 回とする。

(1) 繰返しピーク応力強さ

繰返しピーク応力強さ  $S_\ell$  は、次式により求める。

$$S_\ell = K_e \cdot S_p / 2 \quad \dots\dots\dots (4.8.1)$$

a.  $S_n < 3 \cdot S_m$  の場合

$$K_e = 1$$

b.  $S_n \geq 3 \cdot S_m$  の場合

(a)  $K < B_0$  の場合

イ.  $S_n / (3 \cdot S_m) < [(q + A_0 / K - 1) - \sqrt{\{(q + A_0 / K - 1)^2 - 4 \cdot A_0 \cdot (q - 1)\}}] / (2 \cdot A_0)$  の場合  
 $K_e = 1 + A_0 \cdot \{S_n / (3 \cdot S_m) - 1 / K\} \quad \dots\dots\dots (4.8.2)$

ロ.  $S_n / (3 \cdot S_m) \geq [(q + A_0 / K - 1) - \sqrt{\{(q + A_0 / K - 1)^2 - 4 \cdot A_0 \cdot (q - 1)\}}] / (2 \cdot A_0)$  の場合  
 $K_e = 1 + (q - 1) \cdot (1 - 3 \cdot S_m / S_n) \quad \dots\dots\dots (4.8.3)$

(b)  $K \geq B_0$  の場合

イ.  $S_n / (3 \cdot S_m) < [(q - 1) - \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1 / K) \cdot (q - 1)\}}] / a$  の場合  
 $K_e = a \cdot S_n / (3 \cdot S_m) + A_0 \cdot (1 - 1 / K) + 1 - a \quad \dots\dots\dots (4.8.4)$

ロ.  $S_n / (3 \cdot S_m) \geq [(q - 1) - \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1 / K) \cdot (q - 1)\}}] / a$  の場合  
 $K_e = 1 + (q - 1) \cdot (1 - 3 \cdot S_m / S_n) \quad \dots\dots\dots (4.8.5)$

ここで、

$$K = S_p / S_n \quad \dots\dots\dots (4.8.6)$$

$$a = A_0 \cdot (1 - 1 / K) + (q - 1) - 2 \cdot \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1 / K) \cdot (q - 1)\}} \quad \dots\dots\dots (4.8.7)$$

q,  $A_0$  及び  $B_0$  の値

材料の種類	q	$A_0$	$B_0$
炭素鋼	3.1	0.66	2.59

(2) 運転温度における繰返しピーク応力強さの補正

縦弾性係数比を考慮し，繰返しピーク応力強さ  $S_\ell$  を次式により補正する。

$$S_\ell' = S_\ell \cdot E_0 / E \quad \dots\dots\dots (4.8.8)$$

(3) 疲労累積係数

疲労累積係数  $U_f$  が次式を満足することを確認する。

$$U_f = \Sigma (N_c / N_a) \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots (4.8.9)$$

なお，許容繰返し回数の算出には，設計・建設規格「表 添付 4-2-1 炭素鋼、低合金鋼および高張力鋼の設計疲労線図（図 添付 4-2-1）のデジタル値」より求めた値を用いる。

#### 4.9 応力の評価

##### 4.9.1 胴の応力評価

4.6.1.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。ただし、 $S_a$  は下表による。

応力の種類	許容応力 $S_a$	
	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ のいずれか小さい方の値。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては $1.2 \cdot S$ の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	$0.6 \cdot S_u$
一次応力 (一次一般膜＋ 一次曲げ応力)	上記の1.5倍の値	
一次＋二次応力	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要とする。	
一次＋二次 ＋ピーク応力		

##### 4.9.2 脚の応力評価

4.6.1.2 項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力  $f_{tm}$  以下であること。ただし、 $f_{tm}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{tm}$	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$



4.9.3 基礎ボルトの応力評価

4.6.1.3 項で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は次式より求めた許容組合せ応力  $f_{ts}$  以下であること。ただし、 $f_{to}$  は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (4.9.3.1)$$

せん断応力  $\tau_b$  はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。ただし、 $f_{sb}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

## 6. 引用文献

- (1) Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports, Welding Research Supplement, Sep. 1951.
- (2) Wichman, K.R. et al.: Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, March 1979 revision of WRC bulletin 107 / August 1965.
- (3) 日本産業規格 J I S B 8 2 7 8 (2003) 「サドル支持の横置圧力容器」

【A-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
A-ディーゼル燃料 貯蔵タンク	S	排気筒 EL 3.5*1		0.05 以下	C <sub>H</sub> =0.75*2	C <sub>V</sub> =0.53*2	C <sub>H</sub> =1.37*3	C <sub>V</sub> =0.93*3	静水頭	40	50	0.86

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）

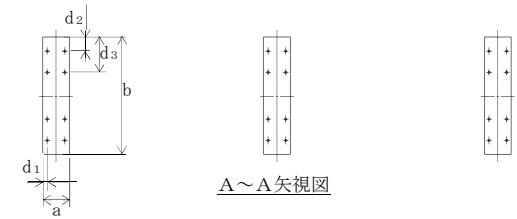
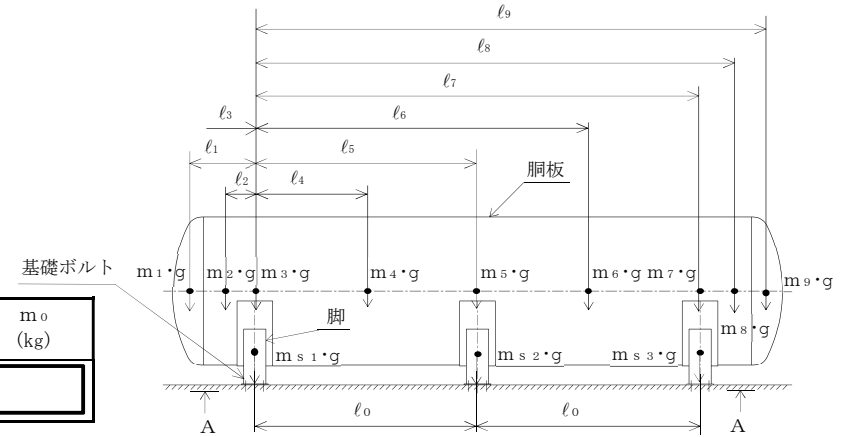
1.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)	m <sub>8</sub> (kg)	m <sub>9</sub> (kg)

l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	l <sub>4</sub> (mm)	l <sub>5</sub> (mm)	l <sub>6</sub> (mm)	l <sub>7</sub> (mm)	l <sub>8</sub> (mm)	l <sub>9</sub> (mm)	H (mm)	m <sub>0</sub> (kg)
-2568	-1394	0	3250	6500	9750	13000	14394	15568	3050	

m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	m <sub>s3</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	l <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)
			3600	14.0	39.0*1	6500	1276	2200	1590	400

I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	J <sub>s</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sp</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>o</sub> (rad)	θ (rad)	θ <sub>w</sub> (rad)	l <sub>w</sub> (mm)
1.338×10 <sup>11</sup>	7.184×10 <sup>9</sup>	1.826×10 <sup>10</sup>	8.415×10 <sup>7</sup>	2.395×10 <sup>7</sup>	3.363×10 <sup>7</sup>	2.097	1.394	0.357	300



$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	E (MPa)	$E_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
$1.346 \times 10^5$	202000*2	201000*3	$7.761 \times 10^4$	$5.333 \times 10^4$	$6.782 \times 10^4$	$4.180 \times 10^4$

$K_{11}$ *4	$K_{12}$ *4	$K_{21}$	$K_{22}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$d_3$ (mm)
15	8	4	2	1000	3260	52 (M52)	$2.124 \times 10^3$	100	315	844

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
245*2 (厚さ $\leq 16\text{mm}$ ) (235*2, *5) (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	400*2 (厚さ $\leq 16\text{mm}$ ) (400*2, *5) (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	231*3 (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	394*3 (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	231	276	211*3 (径>40mm)	394*3 (径>40mm)	211	253

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：最高使用温度で算出

\*3：周囲環境温度で算出

\*4：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*5：当板の材料を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1}=2$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x2}=9$	—	$\sigma_{x2}=10$	—	$\sigma_{x2}=9$	—	$\sigma_{x2}=10$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x6}=5$	—	$\sigma_{x6}=5$	—	$\sigma_{x6}=8$	—	$\sigma_{x6}=9$	
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x413}=2$	—	—	—	$\sigma_{x413}=2$	—	—	
水平方向地震 による応力	曲げ	—	$\sigma_{x21}=14$	—	$\sigma_{x22}=2$	—	$\sigma_{x21}=25$	—	$\sigma_{x22}=4$
	せん断	$\tau_{\ell 1}=2$		$\tau_{c1}=0$		$\tau_{\ell 1}=4$		$\tau_{c1}=0$	
組合せ応力	$\sigma_{0\ell}=26$		$\sigma_{0c}=17$		$\sigma_{0\ell}=39$		$\sigma_{0c}=21$		

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1}=2$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x2}=10$	—	$\sigma_{x2}=10$	—	$\sigma_{x2}=9$	—	$\sigma_{x2}=10$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x6}=5$	—	$\sigma_{x6}=5$	—	$\sigma_{x6}=8$	—	$\sigma_{x6}=9$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 3}=35$	$\sigma_{x3}=27$	$\sigma_{\phi 3}=35$	$\sigma_{x3}=27$	$\sigma_{\phi 3}=32$	$\sigma_{x3}=24$	$\sigma_{\phi 3}=35$	$\sigma_{x3}=27$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 71}=19$	$\sigma_{x71}=14$	$\sigma_{\phi 71}=19$	$\sigma_{x71}=14$	$\sigma_{\phi 71}=30$	$\sigma_{x71}=23$	$\sigma_{\phi 71}=33$	$\sigma_{x71}=25$	
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 411}=14$	$\sigma_{x411}=4$	$\sigma_{\phi 51}=9$	$\sigma_{x51}=27$	$\sigma_{\phi 411}=20$	$\sigma_{x411}=5$	$\sigma_{\phi 51}=16$	$\sigma_{x51}=50$
		$\sigma_{\phi 412}=0$	$\sigma_{x412}=0$			$\sigma_{\phi 412}=15$	$\sigma_{x412}=11$		
		$\sigma_{\phi 41}=14$	$\sigma_{x41}=5$			$\sigma_{\phi 41}=35$	$\sigma_{x41}=18$		
	曲げ	—	$\sigma_{x21}=8$	—	$\sigma_{x22}=2$	—	$\sigma_{x21}=25$	—	$\sigma_{x22}=4$
せん断	$\tau_{\ell}=22$		$\tau_{c}=6$		$\tau_{\ell}=35$		$\tau_{c}=10$		
	$\tau_{\ell 1}=2$		$\tau_{c1}=0, \tau_{c2}=0$		$\tau_{\ell 1}=4$		$\tau_{c1}=0, \tau_{c2}=0$		
組合せ応力	$\sigma_{1\ell}=85$		$\sigma_{1c}=74$		$\sigma_{1\ell}=123$		$\sigma_{1c}=104$		

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6} = 5$	—	$\sigma_{x6} = 5$	—	$\sigma_{x6} = 8$	—	$\sigma_{x6} = 9$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71} = 17$ $\sigma_{\phi 72} = 82$	$\sigma_{x71} = 13$ $\sigma_{x72} = 42$	$\sigma_{\phi 71} = 19$ $\sigma_{\phi 72} = 89$	$\sigma_{x71} = 14$ $\sigma_{x72} = 46$	$\sigma_{\phi 71} = 30$ $\sigma_{\phi 72} = 143$	$\sigma_{x71} = 23$ $\sigma_{x72} = 73$	$\sigma_{\phi 71} = 33$ $\sigma_{\phi 72} = 156$	$\sigma_{x71} = 25$ $\sigma_{x72} = 80$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 41} = 19$	$\sigma_{x41} = 10$	$\sigma_{\phi 51} = 9$	$\sigma_{x51} = 27$	$\sigma_{\phi 41} = 35$	$\sigma_{x41} = 18$	$\sigma_{\phi 51} = 16$	$\sigma_{x51} = 50$
		$\sigma_{\phi 421} = 8$ $\sigma_{\phi 422} = 38$	$\sigma_{x421} = 23$ $\sigma_{x422} = 19$	$\sigma_{\phi 52} = 93$	$\sigma_{x52} = 36$	$\sigma_{\phi 421} = 14$ $\sigma_{\phi 422} = 69$	$\sigma_{x421} = 42$ $\sigma_{x422} = 35$	$\sigma_{\phi 52} = 169$	$\sigma_{x52} = 66$
		$\sigma_{\phi 42} = 45$	$\sigma_{x42} = 42$			$\sigma_{\phi 42} = 82$	$\sigma_{x42} = 77$		
	曲げ	—	$\sigma_{x21} = 14$	—	$\sigma_{x22} = 2$	—	$\sigma_{x21} = 25$	—	$\sigma_{x22} = 4$
	せん断	$\tau_{\ell} = 20$		$\tau_c = 6$		$\tau_{\ell} = 35$		$\tau_c = 10$	
		$\tau_{\ell 1} = 2$		$\tau_{c1} = 0, \tau_{c2} = 0$		$\tau_{\ell 1} = 4$		$\tau_{c1} = 0, \tau_{c2} = 0$	
組合せ応力		$\sigma_{2\ell} = 258$		$\sigma_{2c} = 299$		$\sigma_{2\ell} = 461$		$\sigma_{2c} = 534$	

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s1} = 5$	$\sigma_{s1} = 5$	$\sigma_{s1} = 5$	$\sigma_{s1} = 5$
	せん断	$\tau_{s1} = 0$	$\tau_{s1} = 0$	$\tau_{s1} = 0$	$\tau_{s1} = 0$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s4} = 3$	$\sigma_{s4} = 3$	$\sigma_{s4} = 5$	$\sigma_{s4} = 5$
	せん断	$\tau_{s4} = 0$	$\tau_{s4} = 0$	$\tau_{s4} = 0$	$\tau_{s4} = 0$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s2} = 14$	$\sigma_{s3} = 12$	$\sigma_{s2} = 26$	$\sigma_{s3} = 21$
	せん断	$\tau_{s2} = 8$	$\tau_{s3} = 12$	$\tau_{s2} = 14$	$\tau_{s3} = 21$
組合せ応力		$\sigma_{s\ell} = 23$	$\sigma_{sc} = 26$	$\sigma_{s\ell} = 38$	$\sigma_{sc} = 44$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張	$\sigma_{b1} = 32$	$\sigma_{b2} = 33$	$\sigma_{b1} = 84$	$\sigma_{b2} = 92$
	せん断	$\tau_{b1} = 29$	$\tau_{b2} = 28$	$\tau_{b1} = 53$	$\tau_{b2} = 51$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$ <input type="text"/>
横方向	$T_2 =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_3 = 0.05$ 以下

1.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SS41 (SS41*1)	一次一般膜	$\sigma_o = 26$	$S_a = 240$ (235*1)	$\sigma_o = 39$	$S_a = 240$ (240*1)
		一次	$\sigma_1 = 85$	$S_a = 360$ (352*1)	$\sigma_1 = 123$	$S_a = 360$ (360*1)
		一次+二次	$\sigma_2 = 299$	$S_a = 490$ (470*1)	$\sigma_2 = 534^{*2}$	$S_a = 490$ (470*1)
脚	SS41	組合せ	$\sigma_s = 26$	$f_{tm} = 231$	$\sigma_s = 44$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b = 33$	$f_{ts} = 158^{*3}$	$\sigma_b = 92$	$f_{ts} = 181^{*3}$
		せん断	$\tau_b = 29$	$f_{sb} = 121$	$\tau_b = 53$	$f_{sb} = 146$

注記\*1: 当板の材料を示す。

\*2: 算出応力が許容応力を満足しないが, 設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い, この結果より耐震性を有することを確認した。

\*3:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.3 疲労評価

評価部位	$S_n$ (MPa)	$K_e$	$S_p$ (MPa)	$S_\ell$ (MPa)	$S_\ell^*$ (MPa)	$N_a$ (回)	$N_c$ (回)	疲労累積係数 $N_c / N_a$
胴板	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記\*:  $E_o = 2.07 \times 10^5$  MPa  $E = 2.02 \times 10^5$  MPa として補正する。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	75
節点数	—	個	49

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
A-ディーゼル燃料 貯蔵タンク	常設耐震/防止 常設/緩和	排気筒 EL 3.5*1	<input type="text"/>	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.37*2	C <sub>V</sub> =0.93*2	静水頭	40	50	0.86

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）

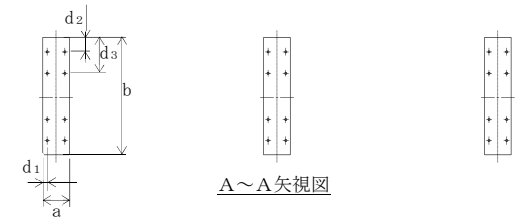
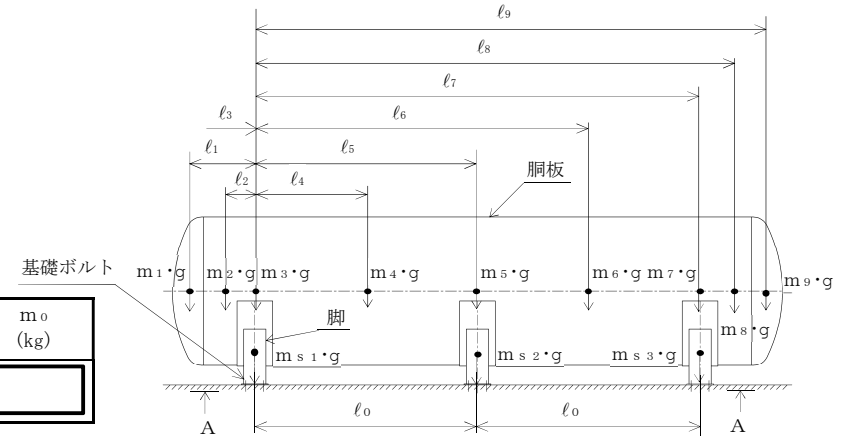
2.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)	m <sub>8</sub> (kg)	m <sub>9</sub> (kg)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	l <sub>4</sub> (mm)	l <sub>5</sub> (mm)	l <sub>6</sub> (mm)	l <sub>7</sub> (mm)	l <sub>8</sub> (mm)	l <sub>9</sub> (mm)	H (mm)	m <sub>0</sub> (kg)
-2568	-1394	0	3250	6500	9750	13000	14394	15568	3050	<input type="text"/>

m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	m <sub>s3</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	l <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3600	14.0	39.0*1	6500	1276	2200	1590	400

I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	J <sub>s</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sp</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)	θ <sub>w</sub> (rad)	l <sub>w</sub> (mm)
1.338×10 <sup>11</sup>	7.184×10 <sup>9</sup>	1.826×10 <sup>10</sup>	8.415×10 <sup>7</sup>	2.395×10 <sup>7</sup>	3.363×10 <sup>7</sup>	2.097	1.394	0.357	300



A~A 矢视图



$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	E (MPa)	$E_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
$1.346 \times 10^5$	202000*2	201000*3	$7.761 \times 10^4$	$5.333 \times 10^4$	$6.782 \times 10^4$	$4.180 \times 10^4$

$K_{11}$ *4	$K_{12}$ *4	$K_{21}$	$K_{22}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$d_3$ (mm)
15	8	4	2	1000	3260	52 (M52)	$2.124 \times 10^3$	100	315	844

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
245*2 (厚さ $\leq 16\text{mm}$ ) (235*2, *5) (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	400*2 (厚さ $\leq 16\text{mm}$ ) (400*2, *5) (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	231*3 (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	394*3 (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	—	276	211*3 (径>40mm)	394*3 (径>40mm)	—	253

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：最高使用温度で算出

\*3：周囲環境温度で算出

\*4：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*5：当板の材料を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x 1}=2$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=9$	—	$\sigma_{x 2}=10$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=8$	—	$\sigma_{x 6}=9$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413}=2$	—	—
水平方向地震 による応力	曲げ	—	—	—	—	$\sigma_{x 21}=25$	—	$\sigma_{x 22}=4$
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell 1}=4$	—	$\tau_{c 1}=0$
組合せ応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{0\ell}=39$	—	$\sigma_{0c}=21$

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x 1}=2$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=9$	—	$\sigma_{x 2}=10$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=8$	—	$\sigma_{x 6}=9$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}=32$	$\sigma_{x 3}=24$	$\sigma_{\phi 3}=35$	$\sigma_{x 3}=27$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=30$	$\sigma_{x 71}=23$	$\sigma_{\phi 71}=33$	$\sigma_{x 71}=25$	
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 411}=20$	$\sigma_{x 411}=5$	$\sigma_{\phi 51}=16$	$\sigma_{x 51}=50$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 412}=15$	$\sigma_{x 412}=11$		
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41}=35$	$\sigma_{x 41}=18$		
	曲げ	—	—	—	—	$\sigma_{x 21}=25$	—	$\sigma_{x 22}=4$	
せん断	—	—	—	—	—	$\tau_{\ell}=35$	—	$\tau_{c}=10$	
	—	—	—	—	—	$\tau_{\ell 1}=4$	—	$\tau_{c 1}=0, \tau_{c 2}=0$	
組合せ応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{1\ell}=123$	—	$\sigma_{1c}=104$	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} = 8$	—	$\sigma_{x 6} = 9$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} = 30$ $\sigma_{\phi 72} = 143$	$\sigma_{x 71} = 23$ $\sigma_{x 72} = 73$	$\sigma_{\phi 71} = 33$ $\sigma_{\phi 72} = 156$	$\sigma_{x 71} = 25$ $\sigma_{x 72} = 80$	
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} = 35$	$\sigma_{x 41} = 18$	$\sigma_{\phi 51} = 16$	$\sigma_{x 51} = 50$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} = 14$ $\sigma_{\phi 422} = 69$	$\sigma_{x 421} = 42$ $\sigma_{x 422} = 35$	$\sigma_{\phi 52} = 169$	$\sigma_{x 52} = 66$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} = 82$	$\sigma_{x 42} = 77$		
	曲げ	—	—	—	—	$\sigma_{x 21} = 25$	—	$\sigma_{x 22} = 4$	
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} = 35$ $\tau_{\ell 1} = 4$	$\tau_c = 10$ $\tau_{c 1} = 0, \tau_{c 2} = 0$		
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{2\ell} = 461$	$\sigma_{2c} = 534$			

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	$\sigma_{s 1} = 5$	$\sigma_{s 1} = 5$
	せん断	—	$\tau_{s 1} = 0$	$\tau_{s 1} = 0$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	$\sigma_{s 4} = 5$	$\sigma_{s 4} = 5$
	せん断	—	$\tau_{s 4} = 0$	$\tau_{s 4} = 0$
水平方向地震による応力	曲げ	—	$\sigma_{s 2} = 26$	$\sigma_{s 3} = 21$
	せん断	—	$\tau_{s 2} = 14$	$\tau_{s 3} = 21$
組合せ応力	—	—	$\sigma_{s \ell} = 38$	$\sigma_{s c} = 44$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張	—	$\sigma_{b 1} = 84$	$\sigma_{b 2} = 92$
水平方向地震による 応力	せん断	—	$\tau_{b 1} = 53$	$\tau_{b 2} = 51$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期	
長手方向	$T_1 =$	
横方向	$T_2 =$	
鉛直方向	$T_3 = 0.05$ 以下	

2.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SS41 (SS41*1)	一次一般膜	—	—	$\sigma_0 = 39$	$S_a = 240$ (240*1)
		一次	—	—	$\sigma_1 = 123$	$S_a = 360$ (360*1)
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 534^{*2}$	$S_a = 490$ (470*1)
脚	SS41	組合せ	—	—	$\sigma_s = 44$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b = 92$	$f_{ts} = 181^{*3}$
		せん断	—	—	$\tau_b = 53$	$f_{sb} = 146$

注記\*1: 当板の材料を示す。

\*2: 算出応力が許容応力を満足しないが、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、この結果より耐震性を有することを確認した。

\*3:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

2.4.3 疲労評価

評価部位	$S_n$ (MPa)	$K_e$	$S_p$ (MPa)	$S_\ell$ (MPa)	$S_\ell^*$ (MPa)	$N_a$ (回)	$N_c$ (回)	疲労累積係数 $N_c / N_a$
胴板								

注記\*:  $E_o = 2.07 \times 10^5$  MPa  $E = 2.02 \times 10^5$  MPa として補正する。

2.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	75
節点数	—	個	49

VI-2-10-1-2-1-8 非常用ディーゼル発電設備B-ディーゼル燃料  
貯蔵タンクの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	11
3. 評価部位	12
4. 地震応答解析及び構造強度評価	12
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	12
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	12
4.3 解析モデル及び諸元	17
4.4 固有周期	18
4.5 設計用地震力	19
4.6 計算方法	20
4.7 計算条件	34
4.8 応力の評価	34
5. 評価結果	36
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	36
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	36
6. 引用文献	36

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、非常用ディーゼル発電設備B-ディーゼル燃料貯蔵タンク（以下「B-ディーゼル燃料貯蔵タンク」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
胴を当板を介して 5 個の脚で支持し、脚を基礎ボルトで基礎に据え付ける。	横置円筒形 (両端に鏡板を有する 横置一胴円筒形容器)	<p>(単位：mm)</p>



## 2.2 評価方針

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

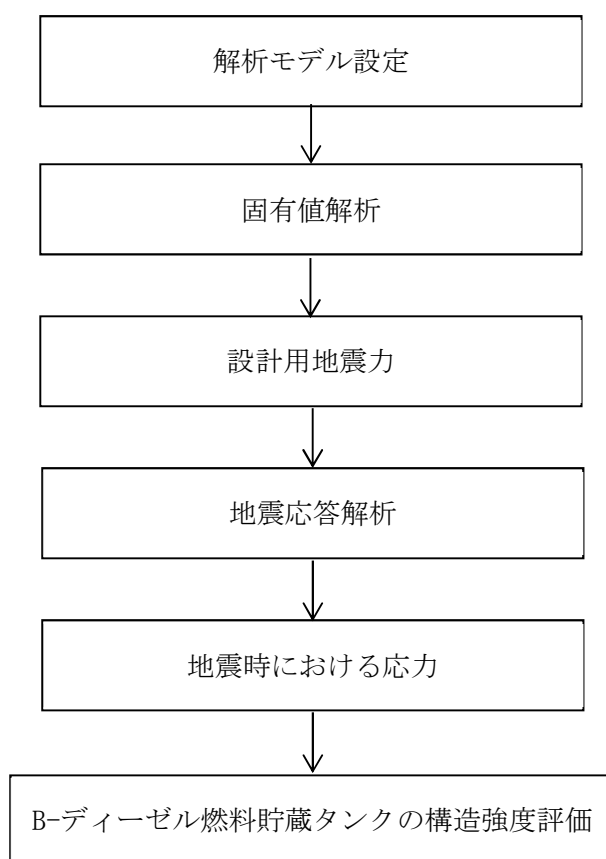


図 2-1 B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価フロー

### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984  
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	脚の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s1</sub>	脚の長手方向に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	脚の横方向に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s3</sub>	脚の長手方向に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s4</sub>	脚の横方向に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
a	脚底板の長手方向幅	mm
b	脚底板の横方向幅	mm
C <sub>1</sub>	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の横方向)	mm
C <sub>2</sub>	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の長手方向)	mm
C <sub>cj</sub>	周方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) (j = 1 : 周方向応力, j = 2 : 軸方向応力)	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>ℓj</sub>	軸方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) (j = 1 : 周方向応力, j = 2 : 軸方向応力)	—
C <sub>v</sub>	鉛直方向設計震度	—
D <sub>i</sub>	胴の内径	mm
d	基礎ボルトの呼び径	mm
d <sub>1</sub>	脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
d <sub>2</sub>	脚底板端面から基礎ボルト (外側) 中心までの横方向の距離	mm
d <sub>3</sub>	脚底板端面から基礎ボルト (内側) 中心までの横方向の距離	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
E <sub>s</sub>	脚の縦弾性係数	MPa
e	脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F <sub>11</sub>	運転時質量により脚底面に作用する長手方向荷重	N
F <sub>12</sub>	運転時質量により脚底面に作用する横方向荷重	N
F <sub>1v1</sub>	鉛直方向地震により脚底面に作用する長手方向荷重	N
F <sub>1v2</sub>	鉛直方向地震により脚底面に作用する横方向荷重	N
F <sub>b</sub>	基礎ボルトに作用する引張力	N
F <sub>c</sub>	横方向地震により胴の脚付け根部に作用する水平方向荷重	N
F <sub>cb</sub>	横方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用する水平方向荷重	N
F <sub>cs1</sub>	横方向地震により脚底面に作用する長手方向荷重	N
F <sub>cs2</sub>	横方向地震により脚底面に作用する横方向荷重	N
F <sub>ℓ</sub>	長手方向地震により胴に作用する鉛直方向荷重	N
F <sub>ℓ1</sub>	長手方向地震により胴に作用する引張荷重	N

記号	記号の説明	単位
$F_{l2}$	長手方向地震により脚付け根部に作用する水平方向荷重	N
$F_{lb}$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用する水平方向荷重	N
$F_{ls1}$	長手方向地震により脚底面に作用する長手方向荷重	N
$F_{ls2}$	長手方向地震により脚底面に作用する横方向荷重	N
$f_{sb}$	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{tm}$	脚の許容引張応力	MPa
$f_{to}$	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$m/s^2$
$H$	水頭	mm
$h_1$	基礎から脚の胴付け根部までの高さ	mm
$h_2$	基礎から胴の中心までの高さ	mm
$I_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面二次モーメント	$mm^4$
$I_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面二次モーメント	$mm^4$
$J_s$	脚のねじりモーメント係数	$mm^4$
$j_1$	荷重分布で分割する荷重の数	—
$K_{1j}, K_{2j}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ( $j = 1$ : 周方向応力, $j = 2$ : 軸方向応力)	—
$K_{cj}, K_{lj}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ( $j = 1$ : 周方向応力, $j = 2$ : 軸方向応力)	—
$l_0$	脚中心間距離	mm
$l_i$	第1脚より各荷重までの距離 (ここで第2脚側の距離は正, その反対側は負とする。)( $i = 1, 2, 3 \dots j_1$ )	mm
$l_w$	当板における脚の取り付かない部分の長手方向長さ	mm
$M$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するモーメント	$N \cdot mm$
$M_1$	脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	$N \cdot mm$
$M_{11}$	長手方向地震により胴に作用する長手方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{12}$	横方向地震により胴に作用する横方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{13}$	横方向地震により胴に作用するねじりモーメント	$N \cdot mm$
$M_{14}$	運転時質量により脚に作用する長手方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{14v}$	鉛直方向地震により脚に作用する長手方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{15}$	運転時質量により脚に作用する横方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{15v}$	鉛直方向地震により脚に作用する横方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{1s}$	運転時質量により脚に作用するねじりモーメント	$N \cdot mm$
$M_{2b}$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するねじりモーメント	$N \cdot mm$
$M_{2s}$	長手方向地震により脚に作用するねじりモーメント	$N \cdot mm$
$M_3$	胴の脚付け根部に作用するねじりモーメント	$N \cdot mm$

記号	記号の説明	単位
$M_{3b}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{3s}$	横方向地震により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{4s}$	鉛直方向地震により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_c$	横方向地震により胴の脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
$M_{c1}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するモーメント	N・mm
$M_{cs1}$	横方向地震により脚底面に作用する長手方向モーメント	N・mm
$M_{cs2}$	横方向地震により脚底面に作用する横方向モーメント	N・mm
$M_\ell$	長手方向地震により脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
$M_{\ell s1}$	長手方向地震により脚底面に作用する長手方向モーメント	N・mm
$M_{\ell s2}$	長手方向地震により脚底面に作用する横方向モーメント	N・mm
$M_x$	胴に生じる軸方向の曲げモーメント	N・mm/mm
$M_\phi$	胴に生じる周方向の曲げモーメント	N・mm/mm
$m_0$	容器の運転時質量	kg
$m_i$	容器各部の質量 ( $i = 1, 2, 3 \dots j_1$ )	kg
$m_{s1}$	第1脚の質量	kg
$m_{s2}$	第2脚の質量	kg
$m_{s3}$	第3脚の質量	kg
$m_{s4}$	第4脚の質量	kg
$m_{s5}$	第5脚の質量	kg
$N_x$	胴に生じる軸方向の膜力	N/mm
$N_\phi$	胴に生じる周方向の膜力	N/mm
$n$	脚1個当たりの基礎ボルトの本数	—
$n_1$	長手方向及び鉛直方向地震時に引張を受ける基礎ボルトの本数	—
$n_2$	横方向及び鉛直方向地震時に引張を受ける基礎ボルトの本数	—
$P$	運転時質量により胴の脚付け根部に作用する反力	N
$P_c$	横方向地震により脚底面に作用する鉛直方向荷重	N
$P_e$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に作用する反力	N
$P_\ell$	長手方向地震により胴の脚付け根部に作用する鉛直方向荷重	N
$P_{\ell 1}$	長手方向地震により脚底面に作用する鉛直方向荷重	N
$P_s$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直方向荷重	N
$P_{s1}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直方向荷重	N
$R_1$	運転時質量により脚の受ける鉛直方向荷重	N
$R_{1v}$	鉛直方向地震により脚の受ける鉛直方向荷重	N
$r_m$	脚付け根部における胴の平均半径	mm
$S$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
$S_a$	胴の許容応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$S_m$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表1に定める値	MPa
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
$s$	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
$T_1$	長手方向固有周期	s
$T_2$	横方向固有周期	s
$T_3$	鉛直方向固有周期	s
$t$	胴板の厚さ	mm
$t_e$	脚付け根部における胴の有効板厚	mm
$X_n$	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
$Z$	引用文献(1)による胴の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sp}$	脚のねじり断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$\beta, \beta_1, \beta_2$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータ	—
$\gamma$	引用文献(2)によるシェルパラメータ	—
$\theta$	引用文献(1)による胴の有効範囲角の2分の1	rad
$\theta_o$	胴の脚端部より鉛直軸までの角度	rad
$\theta_w$	胴の脚端部より当板端部までの角度	rad
$\pi$	円周率	—
$\rho$	液体の密度	kg/mm <sup>3</sup>
$\sigma_o$	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{oc}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{ocx}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{oc\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{ol}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{olx}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{ol\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_1$	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa
$\sigma_{1c}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{1cx}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1l}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{1lx}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_2$	地震動のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
$\sigma_{2c}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2cx}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2l}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2lx}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_b$	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
$\sigma_{b1}$	長手方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_{b2}$	横方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_s$	脚の組合せ応力の最大値	MPa
$\sigma_{s1}$	運転時質量により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{s2}$	長手方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{s3}$	横方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{s4}$	鉛直方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{sc}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{sl}$	鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{x1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x2}$	運転時質量による長手方向曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x21}$	長手方向地震により生じる長手方向曲げモーメント及び鉛直荷重による応力	MPa
$\sigma_{x22}$	横方向地震により生じる横方向曲げモーメント及びねじりモーメントによる応力	MPa
$\sigma_{x3}$	運転時質量により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{x41}, \sigma_{x42}$	長手方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{x411}, \sigma_{x421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x412}, \sigma_{x422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x413}$	長手方向地震による水平方向荷重により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x51}, \sigma_{x52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x6}$	鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x71}, \sigma_{x72}$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直地震力が加わり胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 3}$	運転時質量により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 41}, \sigma_{\phi 42}$	長手方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 411}, \sigma_{\phi 421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 412}, \sigma_{\phi 422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 51}, \sigma_{\phi 52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 71}, \sigma_{\phi 72}$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	MPa
$\tau_{b1}$	長手方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_{b2}$	横方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_c$	横方向地震によるせん断力により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{c1}$	横方向地震による胴のねじりモーメントにより胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{c2}$	横方向地震による脚のねじりモーメントにより胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{\ell}$	長手方向地震による長手方向のせん断力により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{\ell 1}$	長手方向地震による鉛直方向のせん断力により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s1}$	運転時質量により生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s2}$	長手方向地震により生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s3}$	横方向地震により生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s4}$	鉛直方向地震により生じるせん断応力	MPa



## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりである。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度		—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
質量		kg	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
面積		mm <sup>2</sup>	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 <sup>*2</sup>
モーメント		N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 <sup>*2</sup>
力		N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 <sup>*2</sup>
角度		rad	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
縦弾性係数		MPa	有効数字4桁目	四捨五入	有効数字3桁
算出応力		MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 <sup>*3</sup>		MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

\*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴、脚及び基礎ボルトについて実施する。B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

### 4. 地震応答解析及び構造強度評価

#### 4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) 「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルにより固有周期を求める。
- (2) 「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルにより求めた地震時の評価荷重（各部の反力及びモーメント）をもとに、胴、脚及び基礎ボルトの応力評価を行う。
- (3) 地震力は、B-ディーゼル燃料貯蔵タンクに対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用するものとし、応力の算出において組み合わせるものとする。ここで、水平方向地震力は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を用いる。
- (4) 脚は同形状であるため、作用する荷重の大きい脚についての評価を計算書に記載する。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

#### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

##### 4.2.2 許容応力

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 及び表 4-4 に示す。

##### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：クラス2，3容器及びクラス2，3支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界を 用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：重大事故等クラス2容器及び重大事故等クラス2支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界 <sup>*1</sup>			
	一次一般膜応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	一次＋二次応力	一次＋二次＋ ピーク応力
Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方 ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル合 金については上記値と 1.2・Sのうち大きい方とする。	左欄の1.5倍の値	<sup>*2</sup> 弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次＋二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	
Ⅳ <sub>A</sub> S	0.6・S <sub>u</sub>	左欄の1.5倍の値	<sup>*2</sup> 基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次＋二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)				

注記\*1：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

\*2：2・S<sub>y</sub>を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313を除く。S<sub>m</sub>は2/3・S<sub>y</sub>と読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

表 4-4 許容応力（クラス 2， 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等以外)	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	組合せ	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)			

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SM400C (16mm<厚さ≤40mm)	最高使用温度	40	—	235	400	—
脚	SM400A (16mm<厚さ≤40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SNB7 (径≤63mm)	周囲環境温度	50	—	715	838	—

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SM400C (16mm<厚さ≤40mm)	最高使用温度	40	—	235	400	—
脚	SM400A (16mm<厚さ≤40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SNB7 (径≤63mm)	周囲環境温度	50	—	715	838	—

#### 4.3 解析モデル及び諸元

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの概要を以下に示す。  
また、機器の諸元を本計算書の【B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算結果】  
の機器要目及びその他の機器要目に示す。

- (1) B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの胴及び脚をはり要素でモデル化したFEMモデルを用いる。

(2)

(3)

- (4) 解析コードは、「SAP-IV」を使用し、固有値と各要素に発生する荷重及びモーメントを求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



図 4-1 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク解析モデル

#### 4.4 固有周期

解析モデルでの固有値解析の結果を表 4-7, 振動モード図を図 4-2 に示す。固有周期は, 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 4-7 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
			X 方向	Y 方向	
1 次			—	—	—

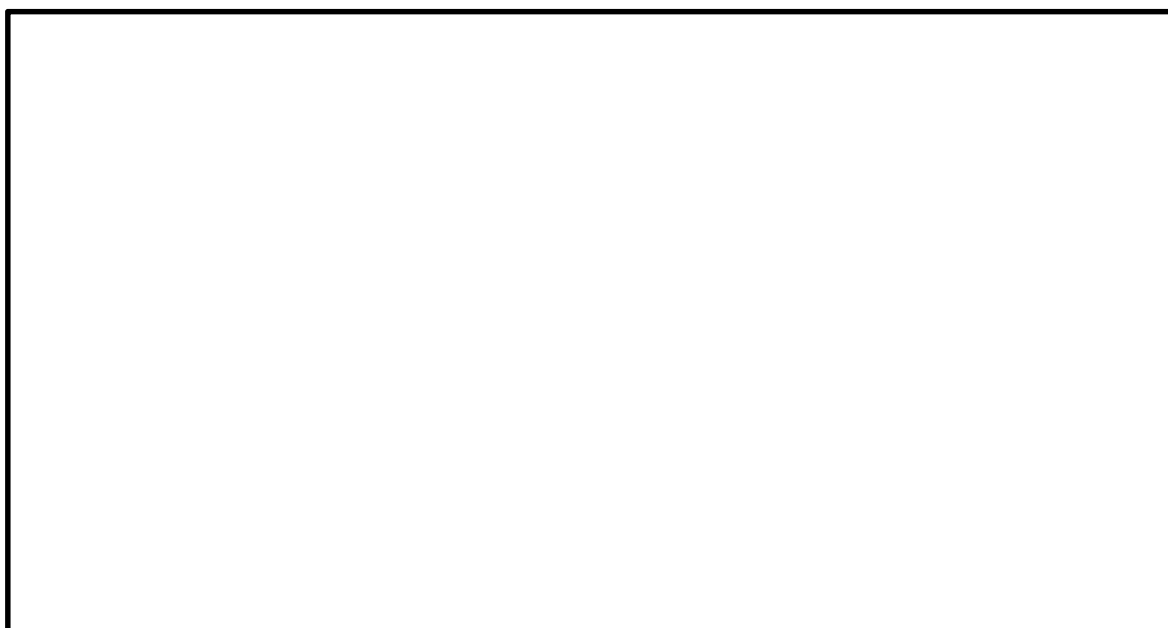


図 4-2 振動モード図 (1 次モード)



#### 4.5 設計用地震力

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの設計用地震力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-8に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-9に示す。

「弾性設計用地震動S<sub>d</sub>又は静的震度」及び「基準地震動S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表4-8 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽 EL 9.350 <sup>*1</sup>		0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.06 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.90 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.82 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.54 <sup>*3</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動S<sub>d</sub>）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

表4-9 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽 EL 9.350 <sup>*1</sup>		0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.82 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.54 <sup>*2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

## 4.6 計算方法

### 4.6.1 応力の計算方法

#### 4.6.1.1 胴の計算方法

(1) 静水頭による応力（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.2)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{4 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.3)$$

(2) 運転時質量及び鉛直方向地震により生じる長手方向曲げモーメントによる応力

脚付け根部における曲げモーメント $M_1$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

解析により求めた曲げモーメント $M_1$ により胴の脚付け根部に生じる応力は次のように求める。

引用文献(1)によれば、この曲げモーメント $M_1$ は胴の断面に対して一様に作用するものではなく、脚取付部において円周方向の曲げモーメントに置き換えられ、胴の局部変形を生じさせようとする。

長手方向の曲げモーメントによる胴の応力の影響範囲を脚上 $\frac{\theta}{6}$ の点とすると長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は図 4-3 に $2 \cdot \theta$ で示される円殻である。

したがって、運転時質量による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 2} = \frac{M_1}{Z} \dots\dots\dots (4.6.1.1.4)$$

また、鉛直方向地震による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 6} = \frac{M_1}{Z} \cdot C_v \dots\dots\dots (4.6.1.1.5)$$

ここで、

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.6)$$

$$Z = r_m^2 \cdot t_e \cdot \left\{ \frac{\theta + \sin \theta \cdot \cos \theta - 2 \cdot \sin^2 \theta / \theta}{(\sin \theta / \theta) - \cos \theta} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.7)$$

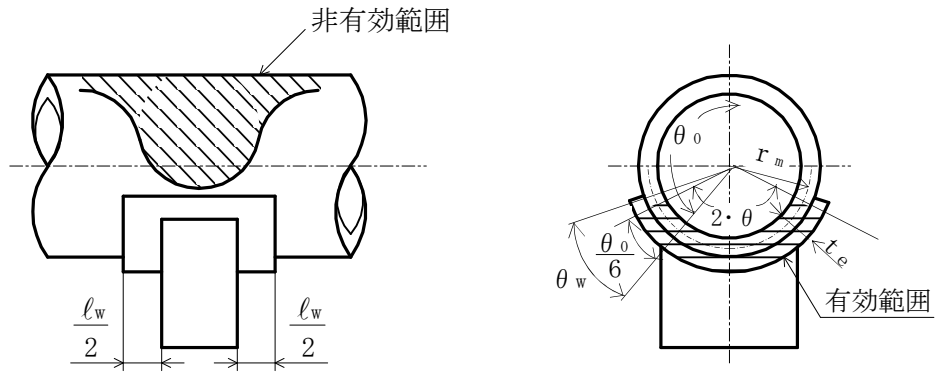


図 4-3 脚付け根部の有効範囲

胴の脚付け根部に取り付く当板の大きさが

$$\text{周方向範囲} \quad \theta_w \geq \frac{\theta_0^{*1}}{6} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.8)$$

$$\text{長手方向範囲} \quad \ell_w \geq 1.56 \cdot \sqrt{\left(\frac{D_i + t}{2}\right) \cdot t}^{*2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.9)$$

である場合、脚付け根部における胴の有効板厚  $t_e$  は胴板の厚さと当板の厚さの合計とする。

本計算では、上記有効範囲を満たすため、脚付け根部における胴の有効板厚  $t_e$  は胴板の厚さと当板の厚さの合計とする。

注記\*1：引用文献(1)より引用

\*2：引用文献(3)より引用

- (3) 長手方向地震により生じる長手方向曲げモーメント及び鉛直方向荷重による応力  
 長手方向地震が作用した場合に胴に生じる曲げモーメント  $M_{11}$  及び鉛直荷重  $F_\ell$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき、胴に生じる応力は次式で求める。

$$\sigma_{x21} = \frac{M_{11}}{Z} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.10)$$

$$\tau_{\ell1} = \frac{2 \cdot F_\ell}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.11)$$

- (4) 横方向地震により生じる横方向曲げモーメント及びねじりモーメントによる応力  
 横方向地震が作用した場合に胴に生じる曲げモーメント  $M_{12}$  及びねじりモーメント  $M_{13}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき、胴に生じる応力は次式で求める。

$$\sigma_{x22} = \frac{4 \cdot M_{12}}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.12)$$

$$\tau_{c1} = \frac{2 \cdot M_{13}}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.13)$$

(5) 運転時質量及び鉛直方向地震による脚付け根部の応力

胴の脚付け根部には脚反力による周方向応力及び軸方向応力が生じる。胴の脚付け根部に作用する反力 $R_1$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

胴の脚付け根部に作用する反力は次のように求める。

運転時質量による反力は,

$$P = R_1 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.14)$$

鉛直方向地震による反力は,

$$P_e = C_v \cdot R_1 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.15)$$

この反力 $P$ 及び $P_e$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、引用文献(2)により次のように求める。

脚が胴に及ぼす力の関係を図4-4に示す。

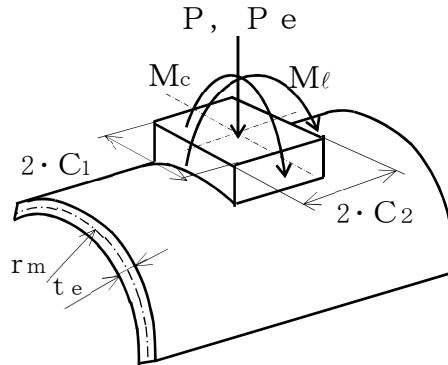


図4-4 脚が胴に及ぼす力の関係

ここで、シェルパラメータ $\gamma$ 及びアタッチメントパラメータ $\beta$ は以下のように定義する。

$$\gamma = \frac{r_m}{t_e} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.16)$$

$$\beta_1 = \frac{C_1}{r_m} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.17)$$

$$\beta_2 = \frac{C_2}{r_m} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.18)$$

$4 \geq \beta_1 / \beta_2 \geq 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\beta_1}{\beta_2} - 1 \right) \cdot (1 - K_{1j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.19)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

$1/4 \leq \beta_1 / \beta_2 < 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{4}{3} \left( 1 - \frac{\beta_1}{\beta_2} \right) \cdot (1 - K_{2j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.20)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより応力は次式で求める。

反力  $P$  による応力は、

一次応力

$$\sigma_{\phi 3} = \left( \frac{N_{\phi}}{P/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.21)$$

$$\sigma_{x 3} = \left( \frac{N_x}{P/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.22)$$

反力  $P_e$  における応力は、

一次応力

$$\sigma_{\phi 71} = \left( \frac{N_{\phi}}{P_e/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.23)$$

$$\sigma_{x 71} = \left( \frac{N_x}{P_e/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.24)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 72} = \left( \frac{M_{\phi}}{P_e} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.25)$$

$$\sigma_{x 72} = \left( \frac{M_x}{P_e} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.26)$$

(6) 長手方向地震による脚付け根部の応力

長手方向地震により脚付け根部に生じる曲げモーメント  $M_{\ell}$  及び鉛直荷重  $P_{\ell}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

曲げモーメント  $M_{\ell}$  と鉛直荷重  $P_{\ell}$  より生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより次式で求める。

ここで、シェルパラメータ  $\gamma$  及び  $P_{\ell}$  の場合のアタッチメントパラメータ  $\beta$  は(5)と同じであるが、 $M_{\ell}$  の場合のアタッチメントパラメータ  $\beta$  は次式による。

ただし、二次応力を求める場合は更に  $K_{\ell j}$  を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1 \cdot \beta_2^2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.27)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

曲げモーメント $M_\ell$ により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 411} = \left\{ \frac{N_\phi}{M_\ell / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_\ell}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 1} \dots\dots\dots (4.6.1.1.28)$$

$$\sigma_{x 411} = \left\{ \frac{N_x}{M_\ell / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_\ell}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.29)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 421} = \left\{ \frac{M_\phi}{M_\ell / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_\ell}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.30)$$

$$\sigma_{x 421} = \left\{ \frac{M_x}{M_\ell / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_\ell}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.31)$$

鉛直荷重 $P_\ell$ により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 412} = \left( \frac{N_\phi}{P_\ell / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_\ell}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.32)$$

$$\sigma_{x 412} = \left( \frac{N_x}{P_\ell / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_\ell}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.33)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 422} = \left( \frac{M_\phi}{P_\ell} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_\ell}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.34)$$

$$\sigma_{x 422} = \left( \frac{M_x}{P_\ell} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_\ell}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.35)$$

長手方向地震により胴に生じる引張荷重 $F_{\ell 1}$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

このとき胴に生じる引張応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 413} = \frac{F_{\ell 1}}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.36)$$

したがって、曲げモーメント $M_\ell$ 、鉛直荷重 $P_\ell$ 及び引張荷重 $F_{\ell 1}$ により生じる胴の応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 41} = \sigma_{\phi 411} + \sigma_{\phi 412} \dots\dots\dots (4.6.1.1.37)$$

$$\sigma_{x41} = \sigma_{x411} + \sigma_{x412} + \sigma_{x413} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.38)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi42} = \sigma_{\phi421} + \sigma_{\phi422} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.39)$$

$$\sigma_{x42} = \sigma_{x421} + \sigma_{x422} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.40)$$

また、長手方向地震が作用した場合、脚付け根部に生じるせん断力  $F_{\ell 2}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{\ell} = \frac{F_{\ell 2}}{4 \cdot C_2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.41)$$

(7) 横方向地震による脚付け根部の応力

横方向地震が作用した場合、脚の付け根部に生じる曲げモーメント  $M_c$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

この曲げモーメント  $M_c$  により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより次式で求める。

ここで、シェルパラメータ  $\gamma$  は(5)と同じであるが、アタッチメントパラメータ  $\beta$  は次式による。

ただし、二次応力を求める場合は更に  $K_{c j}$  を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1^2 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.42)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

したがって、応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 51} = \left\{ \frac{N_{\phi}}{M_c / (r_{m^2} \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_{m^2} \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c1} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.43)$$

$$\sigma_{x 51} = \left\{ \frac{N_x}{M_c / (r_{m^2} \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_{m^2} \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.44)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 52} = \left\{ \frac{M_{\phi}}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.45)$$

$$\sigma_{x 52} = \left\{ \frac{M_x}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.46)$$

また、胴の脚付け根部に生じるせん断荷重  $F_c$  及び胴の脚付け根部に生じるねじりモーメント  $M_3$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

せん断荷重により脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_c = \frac{F_c}{4 \cdot C_1 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.47)$$

ねじりモーメントにより脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{c2} = \frac{M_3}{2 \cdot \pi \cdot \text{Min}(C_1, C_2)^2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.48)$$

(8) 組合せ応力

(1)～(7)によって求めた脚付け根部に生じる胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{o\ell} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{o\ell\phi} + \sigma_{o\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{o\ell\phi} - \sigma_{o\ell x})^2 + 4 \cdot \tau_{\ell 1}^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.49)$$

ここで、

$$\sigma_{o\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.50)$$

$$\sigma_{o\ell x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 6} + \sigma_{x 413} + \sigma_{x 21} \dots\dots\dots (4.6.1.1.51)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{oc} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{oc\phi} + \sigma_{ocx}) + \sqrt{(\sigma_{oc\phi} - \sigma_{ocx})^2 + 4 \cdot \tau_{c 1}^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.52)$$

ここで、

$$\sigma_{oc\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.53)$$

$$\sigma_{ocx} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 6} + \sigma_{x 22} \dots\dots\dots (4.6.1.1.54)$$

したがって、胴に生じる一次一般膜応力の最大値は、

$$\sigma_o = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{o\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{oc}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.1.55)$$

とする。

b. 一次応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1\ell} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1\ell\phi} + \sigma_{1\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{1\ell\phi} - \sigma_{1\ell x})^2 + 4 \cdot (\tau_{\ell} + \tau_{\ell 1})^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.56)$$

ここで、

$$\sigma_{1\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 71} \dots\dots\dots (4.6.1.1.57)$$



$$\sigma_{1c} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x41} + \sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x21} \dots \dots \dots (4.6.1.1.58)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx}) + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4 \cdot (\tau_c + \tau_{c1} + \tau_{c2})^2} \right\} \dots \dots \dots (4.6.1.1.59)$$

ここで,

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi1} + \sigma_{\phi2} + \sigma_{\phi3} + \sigma_{\phi51} + \sigma_{\phi71} \dots \dots \dots (4.6.1.1.60)$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x51} + \sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x22} \dots \dots \dots (4.6.1.1.61)$$

したがって、胴に生じる一次応力の最大値は,

$$\sigma_1 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{1\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{1c}) \} \dots \dots \dots (4.6.1.1.62)$$

とする。

c. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2\ell} = (\sigma_{2\ell\phi} + \sigma_{2\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{2\ell\phi} - \sigma_{2\ell x})^2 + 4 \cdot (\tau_{\ell} + \tau_{\ell1})^2} \dots \dots \dots (4.6.1.1.63)$$

ここで,

$$\sigma_{2\ell\phi} = \sigma_{\phi2} + \sigma_{\phi41} + \sigma_{\phi42} + \sigma_{\phi71} + \sigma_{\phi72} \dots \dots \dots (4.6.1.1.64)$$

$$\sigma_{2\ell x} = \sigma_{x41} + \sigma_{x42} + \sigma_{x21} + \sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72} \dots \dots \dots (4.6.1.1.65)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2c} = (\sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx}) + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4 \cdot (\tau_c + \tau_{c1} + \tau_{c2})^2} \dots \dots \dots (4.6.1.1.66)$$

ここで,

$$\sigma_{2c\phi} = \sigma_{\phi2} + \sigma_{\phi51} + \sigma_{\phi52} + \sigma_{\phi71} + \sigma_{\phi72} \dots \dots \dots (4.6.1.1.67)$$

$$\sigma_{2cx} = \sigma_{x51} + \sigma_{x52} + \sigma_{x22} + \sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72} \dots \dots \dots (4.6.1.1.68)$$

したがって、胴に生じる地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は,

$$\sigma_2 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{2\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{2c}) \} \dots \dots \dots (4.6.1.1.69)$$

とする。

## 4.6.1.2 脚の計算方法

「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により得られる各要素端での荷重 $R_1$ ,  $R_{1v}$ ,  $P_{\ell 1}$ ,  $P_c$ ,  $F_{11}$ ,  $F_{12}$ ,  $F_{1v1}$ ,  $F_{1v2}$ ,  $F_{\ell s 1}$ ,  $F_{\ell s 2}$ ,  $F_{c s 1}$ ,  $F_{c s 2}$ , 曲げモーメント $M_{14}$ ,  $M_{15}$ ,  $M_{14v}$ ,  $M_{15v}$ ,  $M_{\ell s 1}$ ,  $M_{\ell s 2}$ ,  $M_{c s 1}$ ,  $M_{c s 2}$ 及びねじりモーメント $M_{1s}$ ,  $M_{2s}$ ,  $M_{3s}$ ,  $M_{4s}$ より各応力を次のように求める。

## (1) 運転時質量による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{14}}{Z_{sy}} + \frac{M_{15}}{Z_{sx}} + \frac{R_1}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.1)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s1} = \frac{M_{1s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{11}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{12}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.2)$$

## (2) 鉛直方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s4} = \frac{M_{14v}}{Z_{sy}} + \frac{M_{15v}}{Z_{sx}} + \frac{R_{1v}}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.3)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s4} = \frac{M_{4s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{1v1}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{1v2}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.4)$$

## (3) 長手方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{\ell s 1}}{Z_{sy}} + \frac{M_{\ell s 2}}{Z_{sx}} + \frac{P_{\ell 1}}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.5)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2} = \frac{M_{2s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{\ell s 1}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{\ell s 2}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.6)$$

## (4) 横方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s3} = \frac{M_{c s 1}}{Z_{sy}} + \frac{M_{c s 2}}{Z_{sx}} + \frac{P_c}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.7)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s3} = \frac{M_{3s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{c s 1}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{c s 2}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.8)$$

(5) 組合せ応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{s\ell} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s4})^2 + 3 \cdot (\tau_{s1} + \tau_{s2} + \tau_{s4})^2} \dots\dots\dots (4.6.1.2.9)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4})^2 + 3 \cdot (\tau_{s1} + \tau_{s3} + \tau_{s4})^2} \dots\dots\dots (4.6.1.2.10)$$

したがって、脚に生じる最大応力は、

$$\sigma_s = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{s\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{sc}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.2.11)$$

とする。

4.6.1.3 基礎ボルトの計算方法

(1) 鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

a. 引張応力

長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメント $M$ 及び鉛直荷重 $P_s$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M / P_s \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.1)$$

とする。

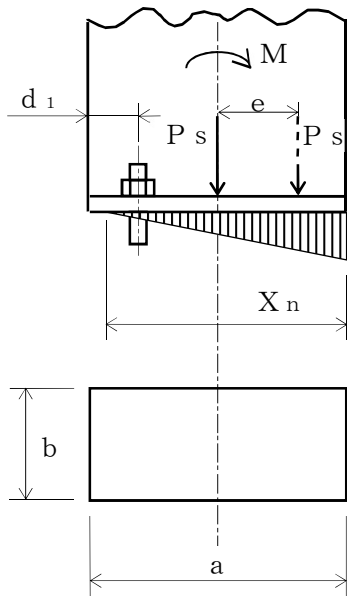


図4-5 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その1)

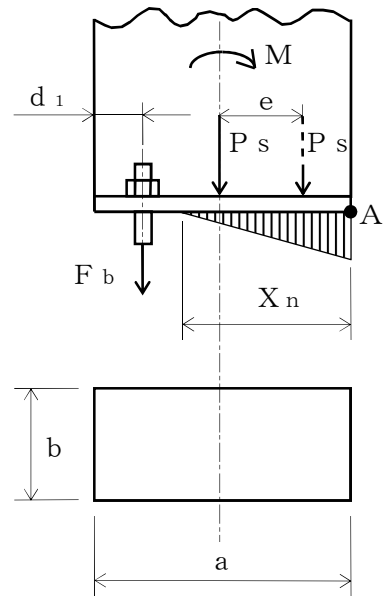


図4-6 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その2)

図4-5のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図4-6のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.2)$$

の場合及び $e$ が負の場合に、基礎ボルトに引張力が生じる。

このとき図4-6において、鉛直荷重の釣合い、A点回りのモーメントの釣合い、基礎ボルトの伸びと基礎の縮みの関係から中立軸の位置 $X_n$ は

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{a}{2}\right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_1}{b} \cdot \left(e + \frac{a}{2} - d_1\right) \cdot (a - d_1 - X_n) = 0 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.3)$$

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_s \cdot \left(e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3}\right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.4)$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.5)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_b$ は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.6)$$

b. せん断応力

長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に生じるせん断力 $F_{\ell b}$ 及びねじりモーメント $M_{2b}$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき基礎ボルトに生じるせん断応力は次のようになる。

$$\tau_{b1} = \frac{F_{\ell b}}{n \cdot A_b} + \frac{M_{2b}}{n \cdot A_b \cdot \sqrt{\left(\frac{a - 2 \cdot d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2 \cdot d_3}{2}\right)^2}} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.7)$$

(2) 鉛直方向と横方向地震が作用した場合

a. 引張応力

横方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメント $M_{c1}$ 及び鉛直荷重 $P_{s1}$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M_{c1} / P_{s1} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.8)$$

とする。

図4-7のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図4-8のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{b}{6} + \frac{d_2}{3} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.9)$$

の場合及び  $e$  が負の場合に、基礎ボルトに引張力が生じる。

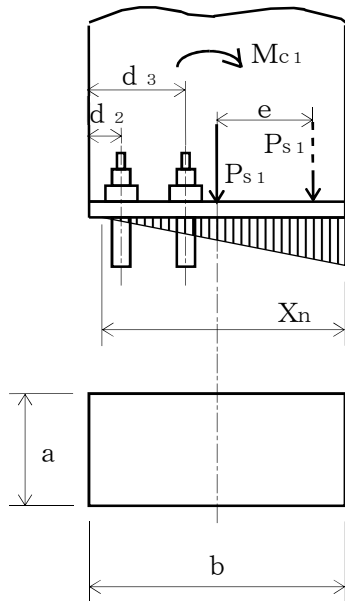


図 4-7 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 3)

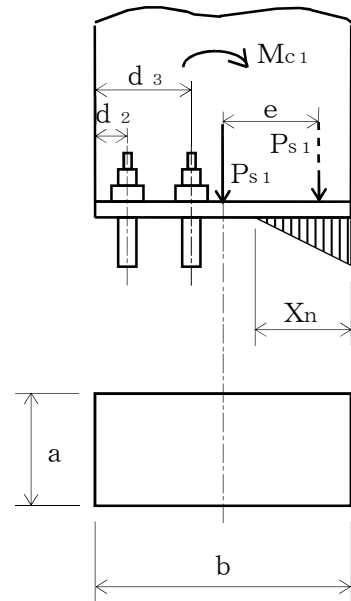


図 4-8 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 4)

図4-8において、(1)と同様にして中立軸の位置  $X_n$  を

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{b}{2}\right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_2}{a} \cdot X_n = 0$$

$$\left\{ \left(e + \frac{b}{2} - d_2\right) \cdot (b - X_n - d_2) + \left(e + \frac{b}{2} - d_3\right) \cdot (b - X_n - d_3) \right\} = 0$$

..... (4.6.1.3.10)

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_{s1} \cdot \left(e - \frac{b}{2} + \frac{X_n}{3}\right) \cdot (b - X_n - d_2)}{\left(b - d_2 - \frac{X_n}{3}\right) \cdot (b - X_n - d_2) + \left(b - d_3 - \frac{X_n}{3}\right) \cdot (b - X_n - d_3)}$$

..... (4.6.1.3.11)

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b2} = \frac{F_b}{n_2 \cdot A_b} \quad \text{..... (4.6.1.3.12)}$$

b. せん断応力

横方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に生じるせん断力  $F_{cb}$  及びねじりモーメント  $M_{3b}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき基礎ボルトに生じるせん断応力は次のようになる。

$$\tau_{b2} = \frac{F_{cb}}{n \cdot A_b} + \frac{M_{3b}}{n \cdot A_b \cdot \sqrt{\left(\frac{a - 2 \cdot d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2 \cdot d_3}{2}\right)^2}} \dots\dots\dots (4.6.1.3.13)$$

(3) 基礎ボルトに生じる最大応力

(1)及び(2)より求められた基礎ボルトの応力のうち最大のものを $\sigma_b$ 及び $\tau_b$ とする。

a. 基礎ボルトの最大引張応力

$$\sigma_b = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{b2}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.3.14)$$

b. 基礎ボルトの最大せん断応力

$$\tau_b = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\tau_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\tau_{b2}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.3.15)$$

#### 4.7 計算条件

応力解析に用いる計算条件は、本計算書の【B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

#### 4.8 応力の評価

##### 4.8.1 胴の応力評価

4.6.1.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。ただし、 $S_a$  は下表による。

応力の種類	許容応力 $S_a$	
	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ のいずれか小さい方の値。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては $1.2 \cdot S$ の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	$0.6 \cdot S_u$
一次応力 (一次一般膜＋ 一次曲げ応力)	上記の1.5倍の値	
一次＋二次応力	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要とする。	
一次＋二次 ＋ピーク応力		

##### 4.8.2 脚の応力評価

4.6.1.2 項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力  $f_{tm}$  以下であること。ただし、 $f_{tm}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{tm}$	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$



4.8.3 基礎ボルトの応力評価

4.6.1.3 項で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は次式より求めた許容組合せ応力  $f_{ts}$  以下であること。ただし、 $f_{to}$  は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (4.8.3.1)$$

せん断応力  $\tau_b$  はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。ただし、 $f_{sb}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

## 6. 引用文献

- (1) Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports, Welding Research Supplement, Sep. 1951.
- (2) Wichman, K.R. et al.: Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, March 1979 revision of WRC bulletin 107 / August 1965.
- (3) 日本産業規格 J I S B 8 2 7 8 (2003) 「サドル支持の横置圧力容器」

【B-ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク	S	B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽 EL 9.350*1		0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.06*2	C <sub>V</sub> =0.90*2	C <sub>H</sub> =1.82*3	C <sub>V</sub> =1.54*3	静水頭	40	50	0.86

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）を上回る設計震度

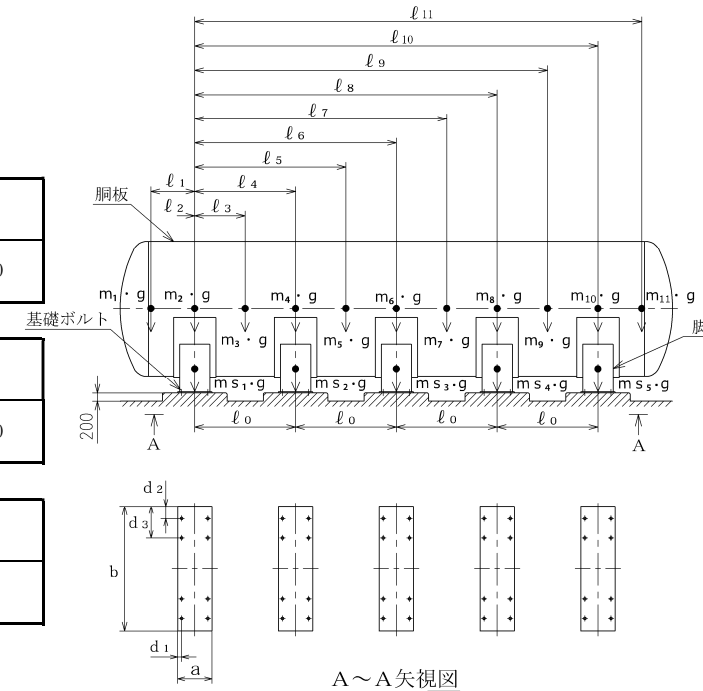
1.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)	m <sub>8</sub> (kg)	m <sub>9</sub> (kg)	m <sub>10</sub> (kg)	m <sub>11</sub> (kg)

l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	l <sub>4</sub> (mm)	l <sub>5</sub> (mm)	l <sub>6</sub> (mm)	l <sub>7</sub> (mm)	l <sub>8</sub> (mm)	l <sub>9</sub> (mm)	l <sub>10</sub> (mm)	l <sub>11</sub> (mm)	H (mm)
-1130	0	1250	2520	3750	4980	6250	7500	8750	10010	11130	3300

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	m <sub>s3</sub> (kg)	m <sub>s4</sub> (kg)	m <sub>s5</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	l <sub>o</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)
						3300	20.0	56.0*1	2500	1243	2100

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	J <sub>s</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sp</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>o</sub> (rad)	θ (rad)	θ <sub>w</sub> (rad)	l <sub>w</sub> (mm)
1475	375	1.337×10 <sup>11</sup>	4.677×10 <sup>9</sup>	1.844×10 <sup>7</sup>	9.064×10 <sup>7</sup>	1.247×10 <sup>7</sup>	9.705×10 <sup>5</sup>	2.097	1.394	0.396	300



S2 補 VI-2-10-1-2-1-8 R1

$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	E (MPa)	$E_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
$1.533 \times 10^5$	202000*2	201000*3	$8.711 \times 10^4$	$5.264 \times 10^4$	$6.656 \times 10^4$	$4.132 \times 10^4$

$K_{11}$ *4	$K_{12}$ *4	$K_{21}$	$K_{22}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$d_3$ (mm)
15	8	4	2	850	3080	42 (M42)	$1.385 \times 10^3$ (M42)	100	310	790

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
235*2 (16mm<厚さ≤ 40mm)	400*2 (16mm<厚さ≤ 40mm)	231*3 (16mm<厚さ≤ 40mm)	394*3 (16mm<厚さ≤ 40mm)	231	276	715*3 (径≤63mm)	838*3 (径≤63mm)	586	586

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：最高使用温度で算出

\*3：周囲環境温度で算出

\*4：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=4$	—	$\sigma_{\phi 2}=4$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2}=3$	—	$\sigma_{x 2}=3$	—	$\sigma_{x 2}=3$	—	$\sigma_{x 2}=3$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6}=2$	—	$\sigma_{x 6}=2$	—	$\sigma_{x 6}=4$	—	$\sigma_{x 6}=4$	
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x 413}=1$	—	—	—	$\sigma_{x 413}=2$	—	—	
水平方向地震 による応力	曲げ	—	$\sigma_{x 21}=8$	—	$\sigma_{x 22}=1$	—	$\sigma_{x 21}=13$	—	$\sigma_{x 22}=2$
	せん断	$\tau_{\ell 1}=2$		$\tau_{c 1}=0$		$\tau_{\ell 1}=4$		$\tau_{c 1}=1$	
組合せ応力	$\sigma_{0\ell}=14$		$\sigma_{0c}=7$		$\sigma_{0\ell}=22$		$\sigma_{0c}=8$		

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=4$	—	$\sigma_{\phi 2}=4$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2}=3$	—	$\sigma_{x 2}=3$	—	$\sigma_{x 2}=3$	—	$\sigma_{x 2}=3$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6}=2$	—	$\sigma_{x 6}=2$	—	$\sigma_{x 6}=4$	—	$\sigma_{x 6}=4$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=8$	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=8$	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=8$	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=8$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 71}=9$	$\sigma_{x 71}=7$	$\sigma_{\phi 71}=9$	$\sigma_{x 71}=7$	$\sigma_{\phi 71}=15$	$\sigma_{x 71}=12$	$\sigma_{\phi 71}=15$	$\sigma_{x 71}=12$	
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 411}=5$	$\sigma_{x 411}=2$	$\sigma_{\phi 51}=4$	$\sigma_{x 51}=11$	$\sigma_{\phi 411}=8$	$\sigma_{x 411}=2$	$\sigma_{\phi 51}=7$	$\sigma_{x 51}=19$
		$\sigma_{\phi 412}=7$	$\sigma_{x 412}=6$			$\sigma_{\phi 412}=11$	$\sigma_{x 412}=9$		
		$\sigma_{\phi 41}=11$	$\sigma_{x 41}=8$			$\sigma_{\phi 41}=19$	$\sigma_{x 41}=13$		
	曲げ	—	$\sigma_{x 21}=8$	—	$\sigma_{x 22}=1$	—	$\sigma_{x 21}=13$	—	$\sigma_{x 22}=2$
せん断	$\tau_{\ell}=9$		$\tau_{c}=3$		$\tau_{\ell}=16$		$\tau_{c}=5$		
	$\tau_{\ell 1}=2$		$\tau_{c 1}=0, \tau_{c 2}=0$		$\tau_{\ell 1}=4$		$\tau_{c 1}=1, \tau_{c 2}=0$		
組合せ応力	$\sigma_{1\ell}=45$		$\sigma_{1c}=33$		$\sigma_{1\ell}=69$		$\sigma_{1c}=49$		

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 4$	—	$\sigma_{\phi 2} = 4$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 6} = 2$	—	$\sigma_{x 6} = 2$	—	$\sigma_{x 6} = 4$	—	$\sigma_{x 6} = 4$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71} = 9$ $\sigma_{\phi 72} = 33$	$\sigma_{x 71} = 7$ $\sigma_{x 72} = 17$	$\sigma_{\phi 71} = 9$ $\sigma_{\phi 72} = 33$	$\sigma_{x 71} = 7$ $\sigma_{x 72} = 17$	$\sigma_{\phi 71} = 15$ $\sigma_{\phi 72} = 56$	$\sigma_{x 71} = 12$ $\sigma_{x 72} = 28$	$\sigma_{\phi 71} = 15$ $\sigma_{\phi 72} = 56$	$\sigma_{x 71} = 12$ $\sigma_{x 72} = 28$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 41} = 11$	$\sigma_{x 41} = 8$	$\sigma_{\phi 51} = 4$	$\sigma_{x 51} = 11$	$\sigma_{\phi 41} = 19$	$\sigma_{x 41} = 13$	$\sigma_{\phi 51} = 7$	$\sigma_{x 51} = 19$
		$\sigma_{\phi 421} = 3$ $\sigma_{\phi 422} = 24$	$\sigma_{x 421} = 10$ $\sigma_{x 422} = 12$	$\sigma_{\phi 52} = 34$	$\sigma_{x 52} = 15$	$\sigma_{\phi 421} = 6$ $\sigma_{\phi 422} = 42$	$\sigma_{x 421} = 16$ $\sigma_{x 422} = 21$	$\sigma_{\phi 52} = 59$	$\sigma_{x 52} = 25$
		$\sigma_{\phi 42} = 27$	$\sigma_{x 42} = 21$			$\sigma_{\phi 42} = 47$	$\sigma_{x 42} = 36$		
	曲げ	—	$\sigma_{x 21} = 8$	—	$\sigma_{x 22} = 1$	—	$\sigma_{x 21} = 13$	—	$\sigma_{x 22} = 2$
	せん断	$\tau_{\ell} = 9$		$\tau_{c} = 3$		$\tau_{\ell} = 16$		$\tau_{c} = 5$	
$\tau_{\ell 1} = 2$		$\tau_{c 1} = 0, \tau_{c 2} = 0$		$\tau_{\ell 1} = 4$		$\tau_{c 1} = 1, \tau_{c 2} = 0$			
組合せ応力		$\sigma_{2\ell} = 172$		$\sigma_{2c} = 164$		$\sigma_{2\ell} = 294$		$\sigma_{2c} = 280$	

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s 1} = 3$	$\sigma_{s 1} = 3$	$\sigma_{s 1} = 3$	$\sigma_{s 1} = 3$
	せん断	$\tau_{s 1} = 1$	$\tau_{s 1} = 1$	$\tau_{s 1} = 1$	$\tau_{s 1} = 1$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s 4} = 2$	$\sigma_{s 4} = 2$	$\sigma_{s 4} = 4$	$\sigma_{s 4} = 4$
	せん断	$\tau_{s 4} = 1$	$\tau_{s 4} = 1$	$\tau_{s 4} = 1$	$\tau_{s 4} = 1$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s 2} = 17$	$\sigma_{s 3} = 7$	$\sigma_{s 2} = 28$	$\sigma_{s 3} = 12$
	せん断	$\tau_{s 2} = 4$	$\tau_{s 3} = 8$	$\tau_{s 2} = 7$	$\tau_{s 3} = 13$
組合せ応力		$\sigma_{s \ell} = 22$	$\sigma_{s c} = 18$	$\sigma_{s \ell} = 36$	$\sigma_{s c} = 29$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張	$\sigma_{b 1} = 66$	$\sigma_{b 2} = 50$	$\sigma_{b 1} = 133$	$\sigma_{b 2} = 109$
	せん断	$\tau_{b 1} = 26$	$\tau_{b 2} = 28$	$\tau_{b 1} = 44$	$\tau_{b 2} = 48$

## 1.4 結論

## 1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$ <input type="text"/>
横方向	$T_2 =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_3 = 0.05$ 以下

## 1.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SM400C	一次一般膜	$\sigma_o = 14$	$S_a = 235$	$\sigma_o = 22$	$S_a = 240$
		一次	$\sigma_1 = 45$	$S_a = 352$	$\sigma_1 = 69$	$S_a = 360$
		一次+二次	$\sigma_2 = 172$	$S_a = 470$	$\sigma_2 = 294$	$S_a = 470$
脚	SM400A	組合せ	$\sigma_s = 22$	$f_{tm} = 231$	$\sigma_s = 36$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SNB7	引張	$\sigma_b = 66$	$f_{ts} = 439^*$	$\sigma_b = 133$	$f_{ts} = 439^*$
		せん断	$\tau_b = 28$	$f_{sb} = 338$	$\tau_b = 48$	$f_{sb} = 338$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ 

すべて許容応力以下である。

## 1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	28
節点数	—	個	44

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク	常設耐震/防止 常設/緩和	B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽 EL 9.350*1		0.05 以下	—	—	$C_H=1.82^{*2}$	$C_V=1.54^{*2}$	静水頭	40	50	0.86

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S s）を上回る設計震度

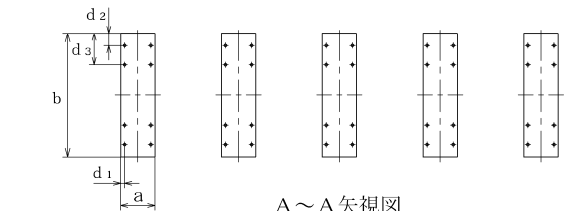
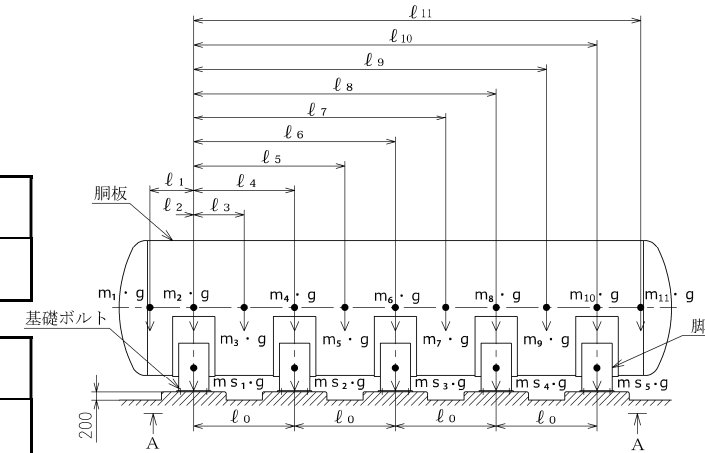
2.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)	m <sub>8</sub> (kg)	m <sub>9</sub> (kg)	m <sub>10</sub> (kg)	m <sub>11</sub> (kg)

ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	ℓ <sub>4</sub> (mm)	ℓ <sub>5</sub> (mm)	ℓ <sub>6</sub> (mm)	ℓ <sub>7</sub> (mm)	ℓ <sub>8</sub> (mm)	ℓ <sub>9</sub> (mm)	ℓ <sub>10</sub> (mm)	ℓ <sub>11</sub> (mm)	H (mm)
-1130	0	1250	2520	3750	4980	6250	7500	8750	10010	11130	3300

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	m <sub>s3</sub> (kg)	m <sub>s4</sub> (kg)	m <sub>s5</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)
						3300	20.0	56.0*1	2500	1243	2100

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	J <sub>s</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sp</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
1475	375	$1.337 \times 10^{11}$	$4.677 \times 10^9$	$1.844 \times 10^7$	$9.064 \times 10^7$	$1.247 \times 10^7$	$9.705 \times 10^5$	2.097	1.394	0.396	300



A～A 矢视图



S2 補 VI-2-10-1-2-1-8 R1

$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	E (MPa)	$E_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
$1.533 \times 10^5$	202000*2	201000*3	$8.711 \times 10^4$	$5.264 \times 10^4$	$6.656 \times 10^4$	$4.132 \times 10^4$

$K_{11}$ *4	$K_{12}$ *4	$K_{21}$	$K_{22}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$d_3$ (mm)
15	8	4	2	850	3080	42 (M42)	$1.385 \times 10^3$ (M42)	100	310	790

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
235*2 (16mm<厚さ≤ 40mm)	400*2 (16mm<厚さ≤ 40mm)	231*3 (16mm<厚さ≤ 40mm)	394*3 (16mm<厚さ≤ 40mm)	—	276	715*3 (径≤63mm)	838*3 (径≤63mm)	—	586

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：最高使用温度で算出

\*3：周囲環境温度で算出

\*4：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=4$	—	$\sigma_{\phi 2}=4$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=3$	—	$\sigma_{x 2}=3$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=4$	—	$\sigma_{x 6}=4$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413}=2$	—	—
水平方向地震 による応力	曲げ	—	—	—	—	$\sigma_{x 21}=13$	—	$\sigma_{x 22}=2$
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell 1}=4$	—	$\tau_{c 1}=1$
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{0\ell}=22$	—	$\sigma_{0c}=8$	—

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=3$	$\sigma_{x 1}=2$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=4$	—	$\sigma_{\phi 2}=4$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=3$	—	$\sigma_{x 2}=3$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=4$	—	$\sigma_{x 6}=4$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=8$	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=8$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=15$	$\sigma_{x 71}=12$	$\sigma_{\phi 71}=15$	$\sigma_{x 71}=12$	
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 411}=8$	$\sigma_{x 411}=2$	$\sigma_{\phi 51}=7$	$\sigma_{x 51}=19$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 412}=11$	$\sigma_{x 412}=9$		
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41}=19$	$\sigma_{x 41}=13$		
	曲げ	—	—	—	—	$\sigma_{x 21}=13$	—	$\sigma_{x 22}=2$	
せん断	—	—	—	—	—	$\tau_{\ell}=16$	—	$\tau_{c}=5$	
	—	—	—	—	—	$\tau_{\ell 1}=4$	—	$\tau_{c 1}=1, \tau_{c 2}=0$	
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{1\ell}=69$	—	$\sigma_{1c}=49$	—	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} = 4$	—	$\sigma_{\phi 2} = 4$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} = 4$	—	$\sigma_{x 6} = 4$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} = 15$ $\sigma_{\phi 72} = 56$	$\sigma_{x 71} = 12$ $\sigma_{x 72} = 28$	$\sigma_{\phi 71} = 15$ $\sigma_{\phi 72} = 56$	$\sigma_{x 71} = 12$ $\sigma_{x 72} = 28$
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} = 19$	$\sigma_{x 41} = 13$	$\sigma_{\phi 51} = 7$	$\sigma_{x 51} = 19$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} = 6$ $\sigma_{\phi 422} = 42$	$\sigma_{x 421} = 16$ $\sigma_{x 422} = 21$	$\sigma_{\phi 52} = 59$	$\sigma_{x 52} = 25$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} = 47$	$\sigma_{x 42} = 36$		
	曲げ	—	—	—	—	$\sigma_{x 21} = 13$	—	$\sigma_{x 22} = 2$	
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} = 16$ $\tau_{\ell 1} = 4$	$\tau_c = 5$ $\tau_{c 1} = 1, \tau_{c 2} = 0$		
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\ell} = 294$	—	$\sigma_{2c} = 280$	—

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s 1} = 3$	$\sigma_{s 1} = 3$
	せん断	—	—	$\tau_{s 1} = 1$	$\tau_{s 1} = 1$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s 4} = 4$	$\sigma_{s 4} = 4$
	せん断	—	—	$\tau_{s 4} = 1$	$\tau_{s 4} = 1$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s 2} = 28$	$\sigma_{s 3} = 12$
	せん断	—	—	$\tau_{s 2} = 7$	$\tau_{s 3} = 13$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s \ell} = 36$	$\sigma_{s c} = 29$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力	引張	—	—	$\sigma_{b 1} = 133$	$\sigma_{b 2} = 109$
		—	—	$\tau_{b 1} = 44$	$\tau_{b 2} = 48$

## 2.4 結論

## 2.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$ <input type="text"/>
横方向	$T_2 =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_3 = 0.05$ 以下

## 2.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SM400C	一次一般膜	—	—	$\sigma_0 = 22$	$S_a = 240$
		一次	—	—	$\sigma_1 = 69$	$S_a = 360$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 294$	$S_a = 470$
脚	SM400A	組合せ	—	—	$\sigma_s = 36$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SNB7	引張	—	—	$\sigma_b = 133$	$f_{ts} = 439^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 48$	$f_{sb} = 338$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ 

すべて許容応力以下である。

## 2.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	28
節点数	—	個	44

VI-2-10-1-2-1-9 管の耐震性についての計算書  
(非常用ディーゼル発電設備)

## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	5
3. 計算条件	22
3.1 計算方法	22
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	23
3.3 設計条件	25
3.4 材料及び許容応力	39
3.5 設計用地震力	40
4. 解析結果及び評価	41
4.1 固有周期及び設計震度	41
4.2 評価結果	53
4.2.1 管の応力評価結果	53
4.2.2 支持構造物評価結果	55
4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果	56
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	57

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、非常用ディーゼル発電設備の管，支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能を維持できることを説明するものである。

計算結果の記載方法は，以下に示すとおりである。

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち，各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また，全10モデルのうち，各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

### (2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち，種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






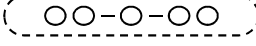

### (3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として，弁型式別に評価結果を記載する。

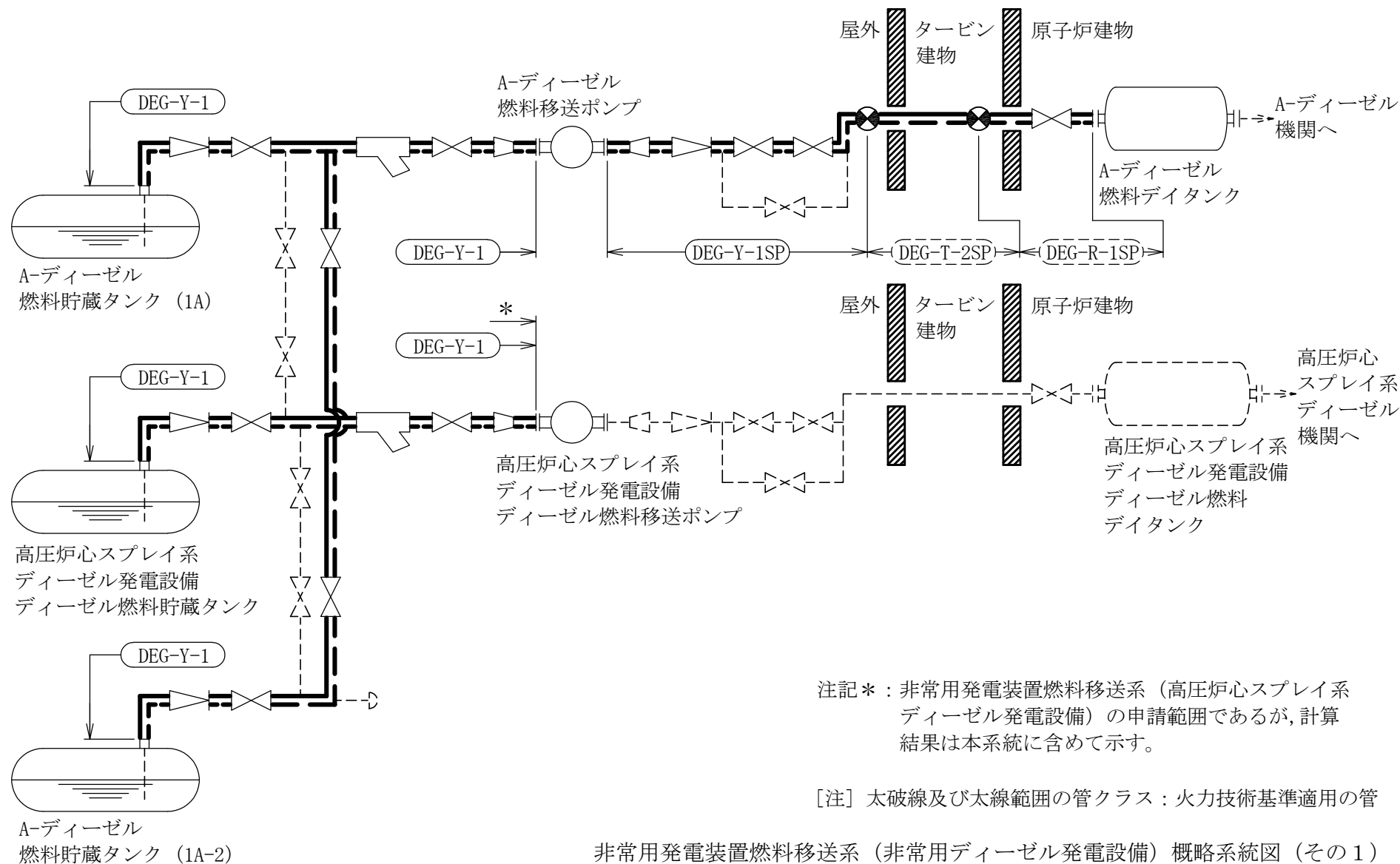
2. 概略系統図及び鳥瞰図

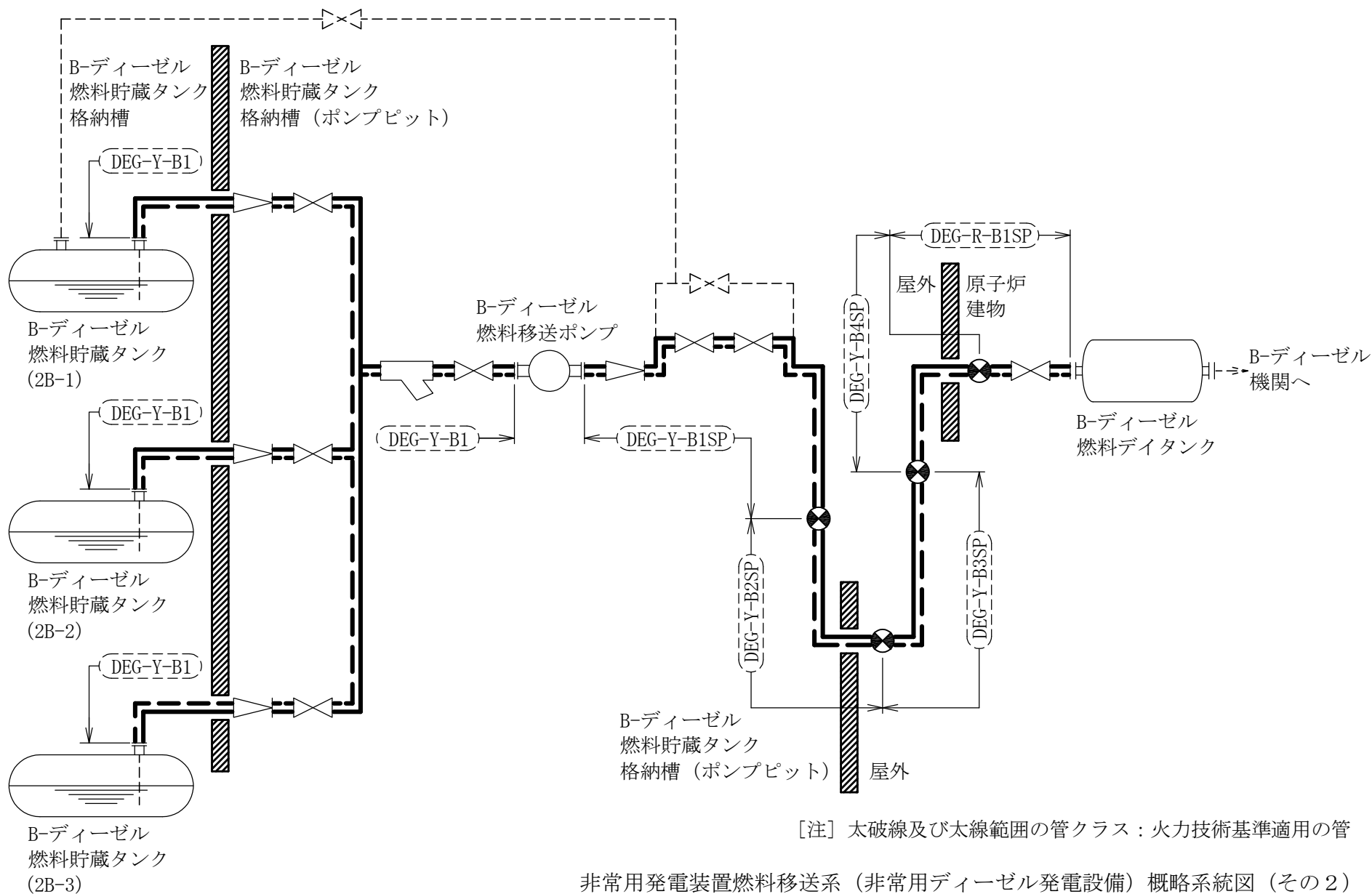
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管、又は工事計画記載範囲の管 のうち本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管 及び他系統の管であって系統の概略を示すために表記 する管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



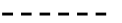


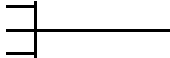
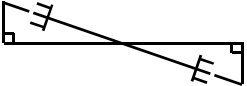

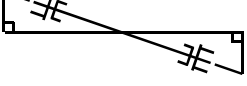

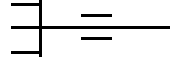
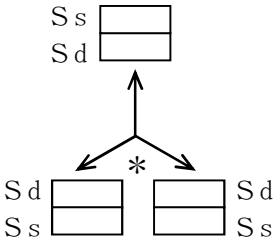


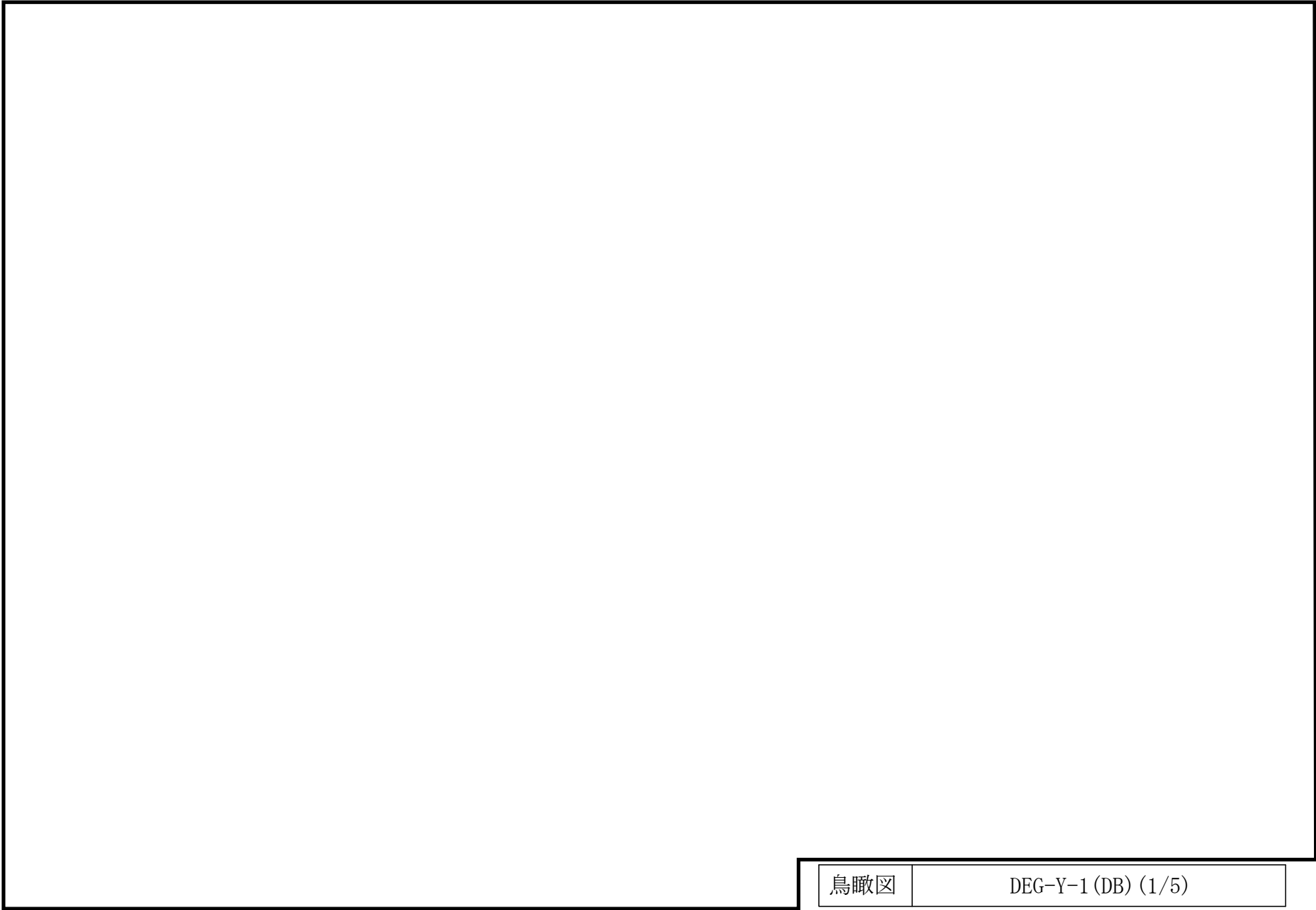




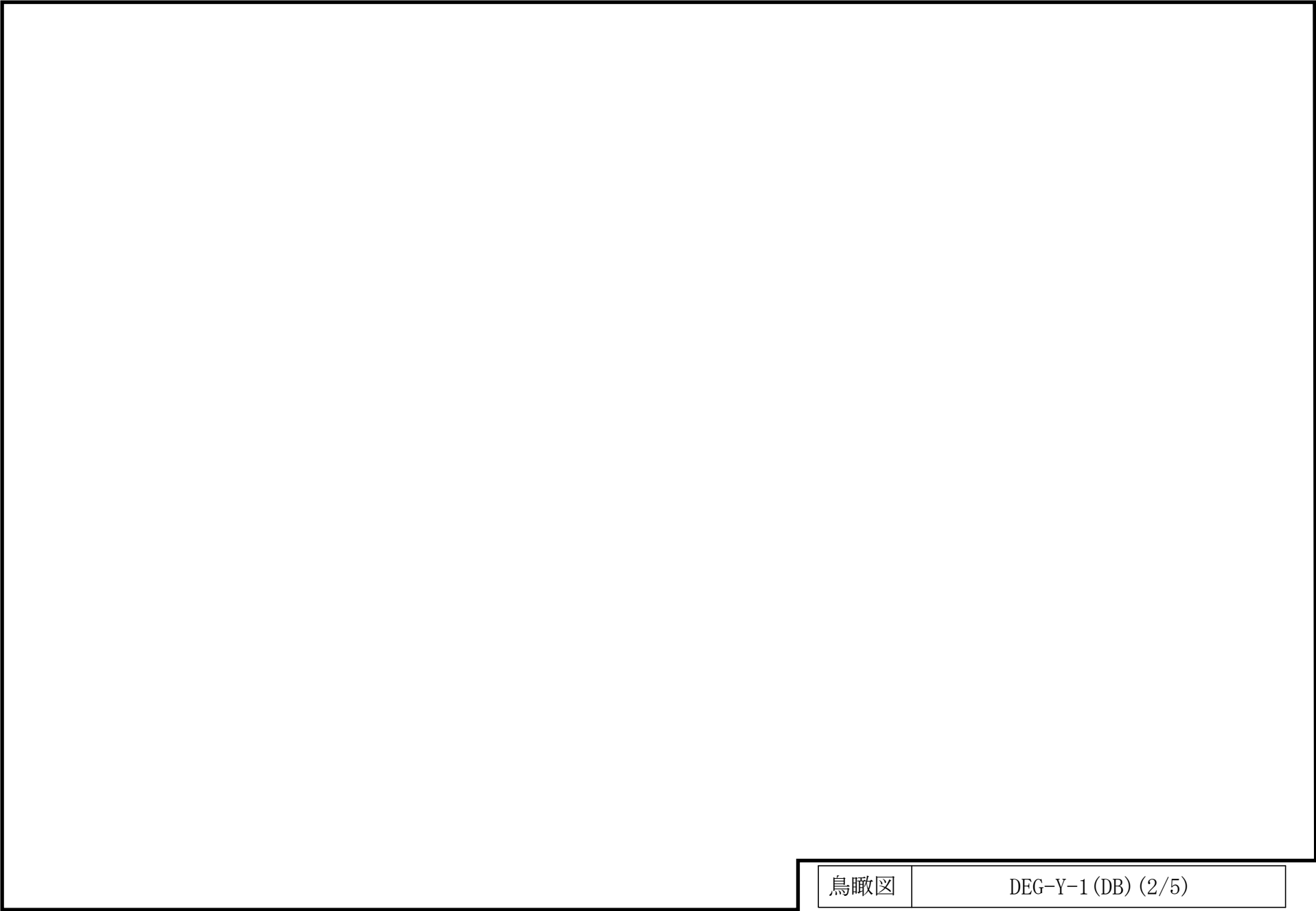
2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管, 又は工事計画記載範囲の管のうち本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管及び他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント
	レストレイント (斜め拘束の場合)
	スナップ
	スナップ (斜め拘束の場合)
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。)  注: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。



鳥瞰図	DEG-Y-1 (DB) (1/5)
-----	--------------------

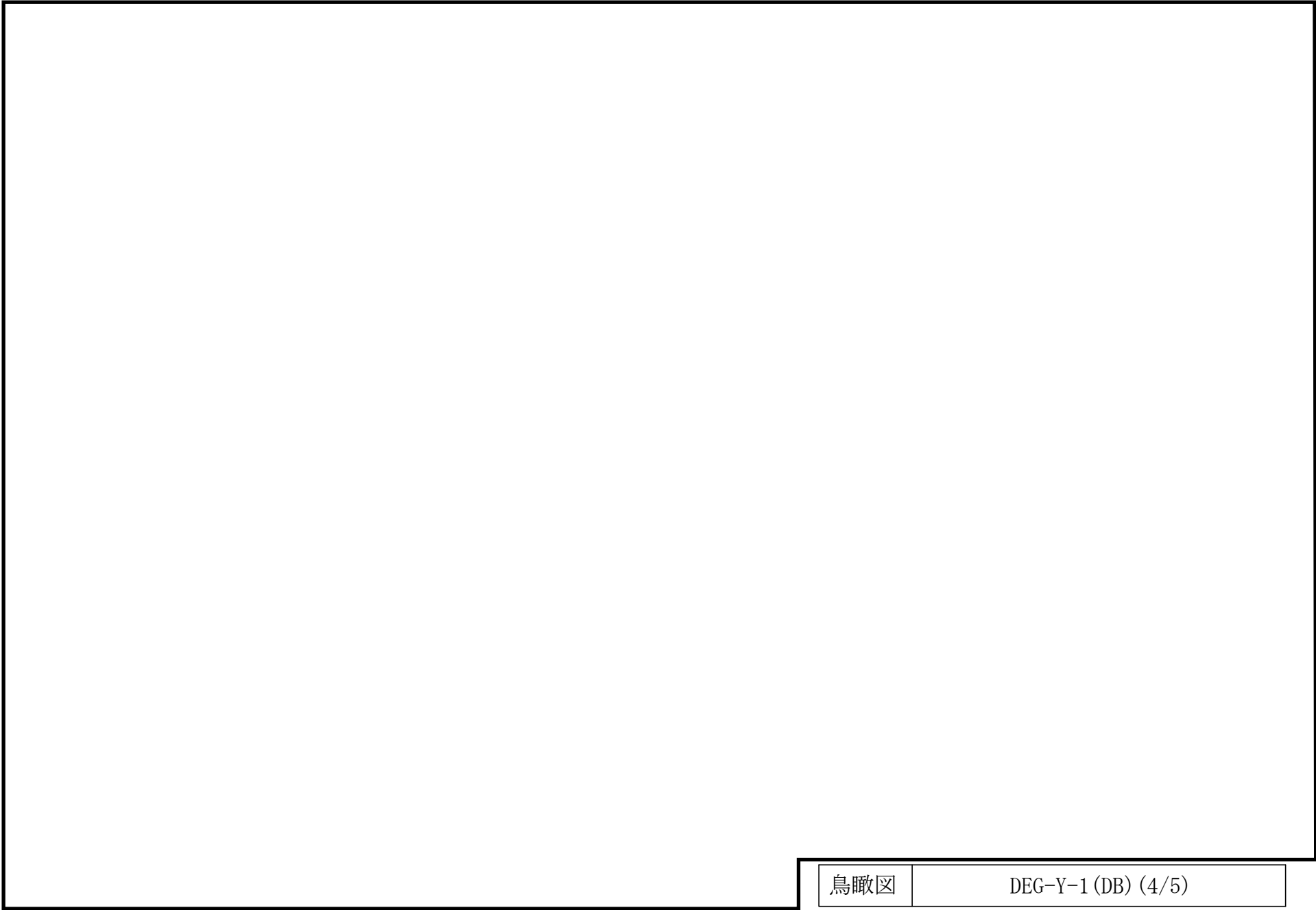


鳥瞰図	DEG-Y-1 (DB) (2/5)
-----	--------------------

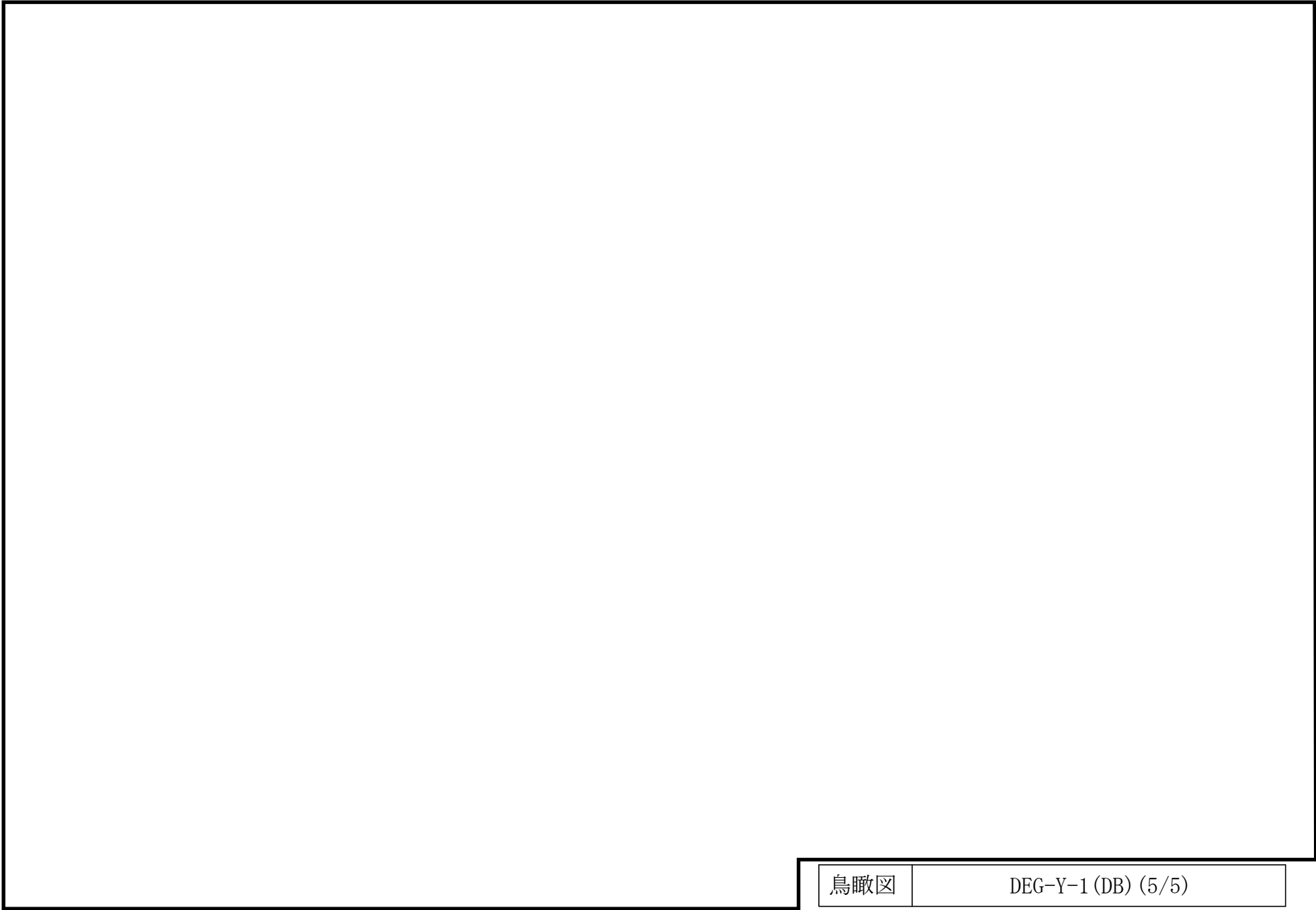
∞

鳥瞰図

DEG-Y-1 (DB) (3/5)



鳥瞰図	DEG-Y-1 (DB) (4/5)
-----	--------------------



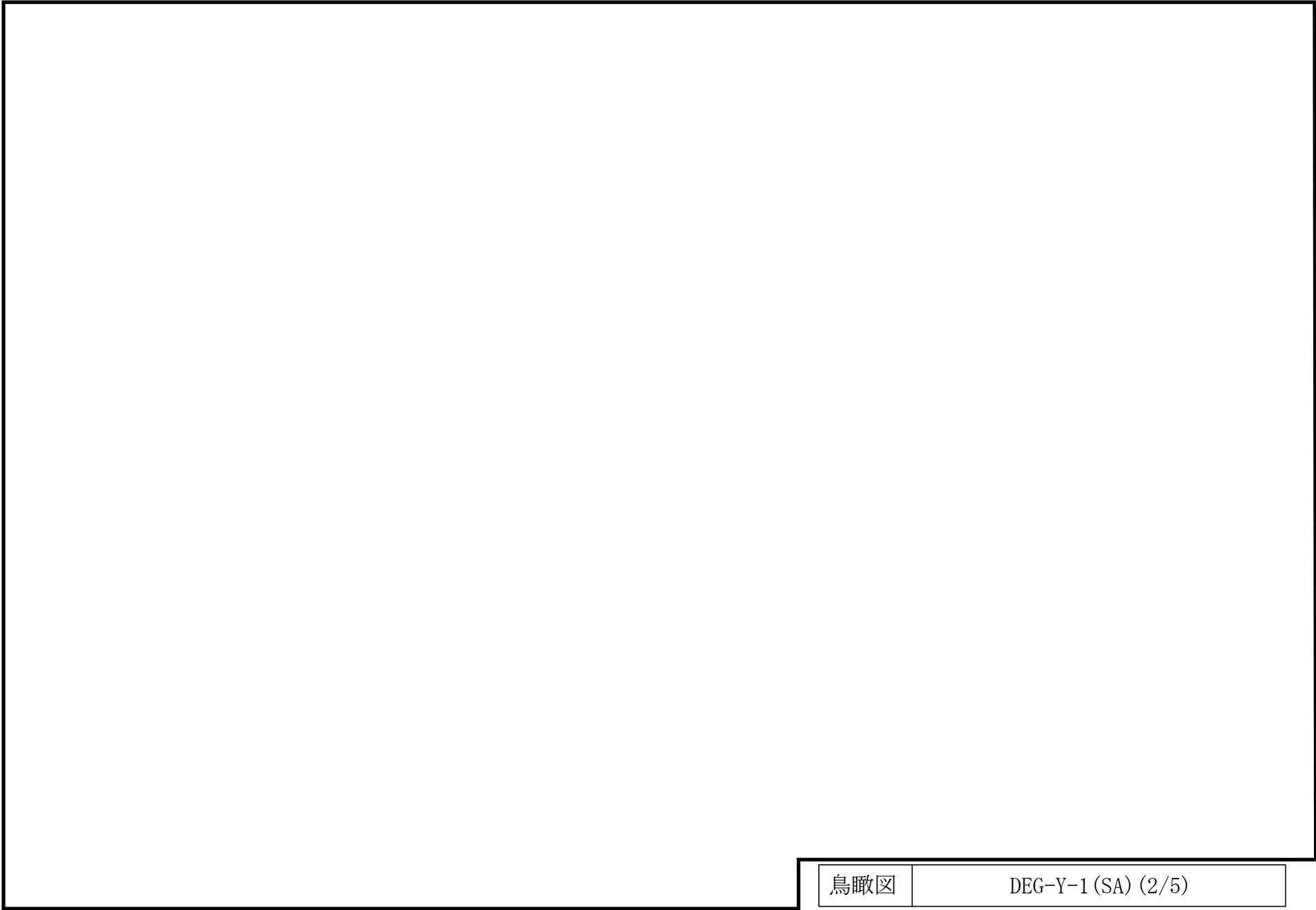
鳥瞰図	DEG-Y-1 (DB) (5/5)
-----	--------------------



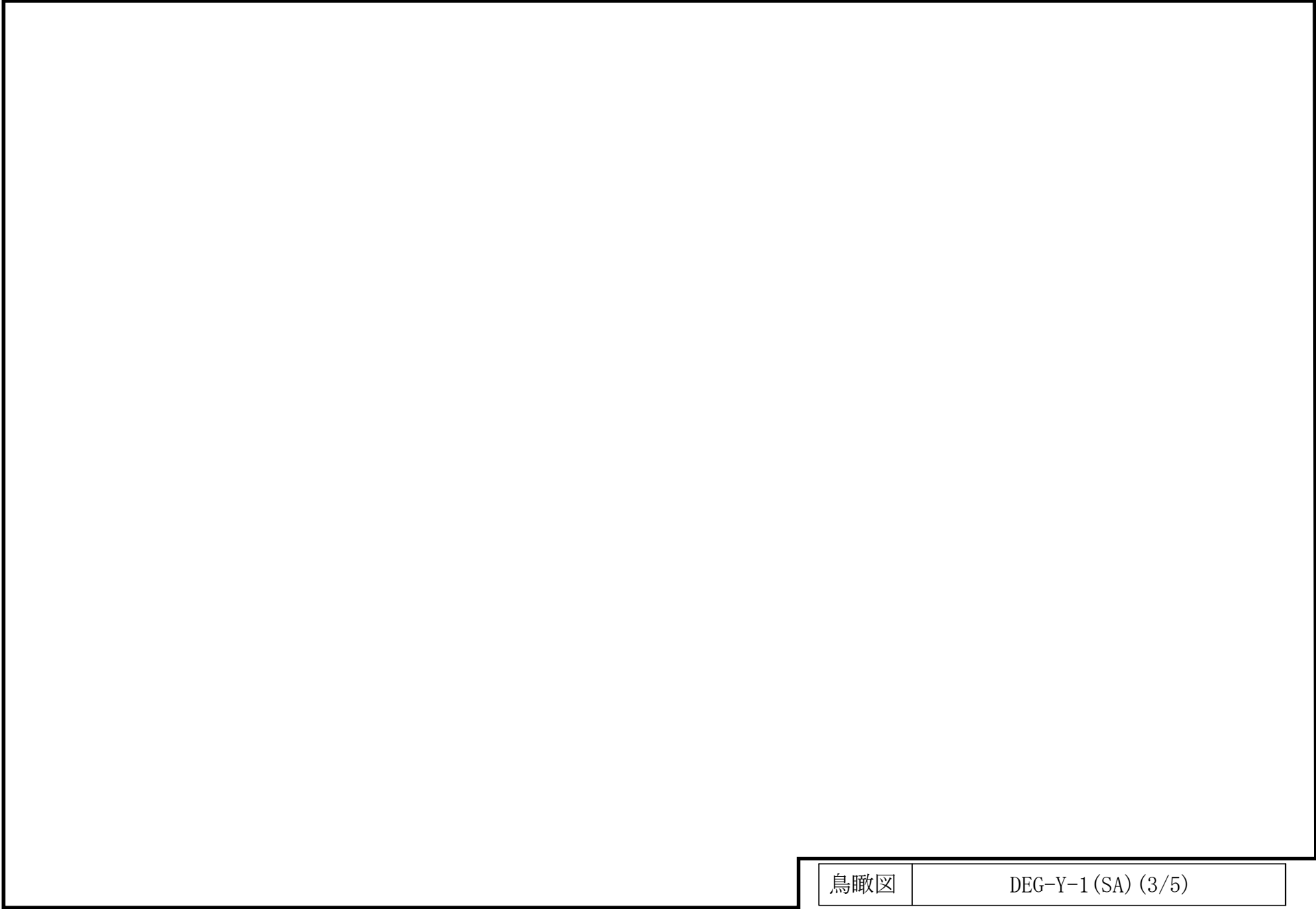


鳥瞰図

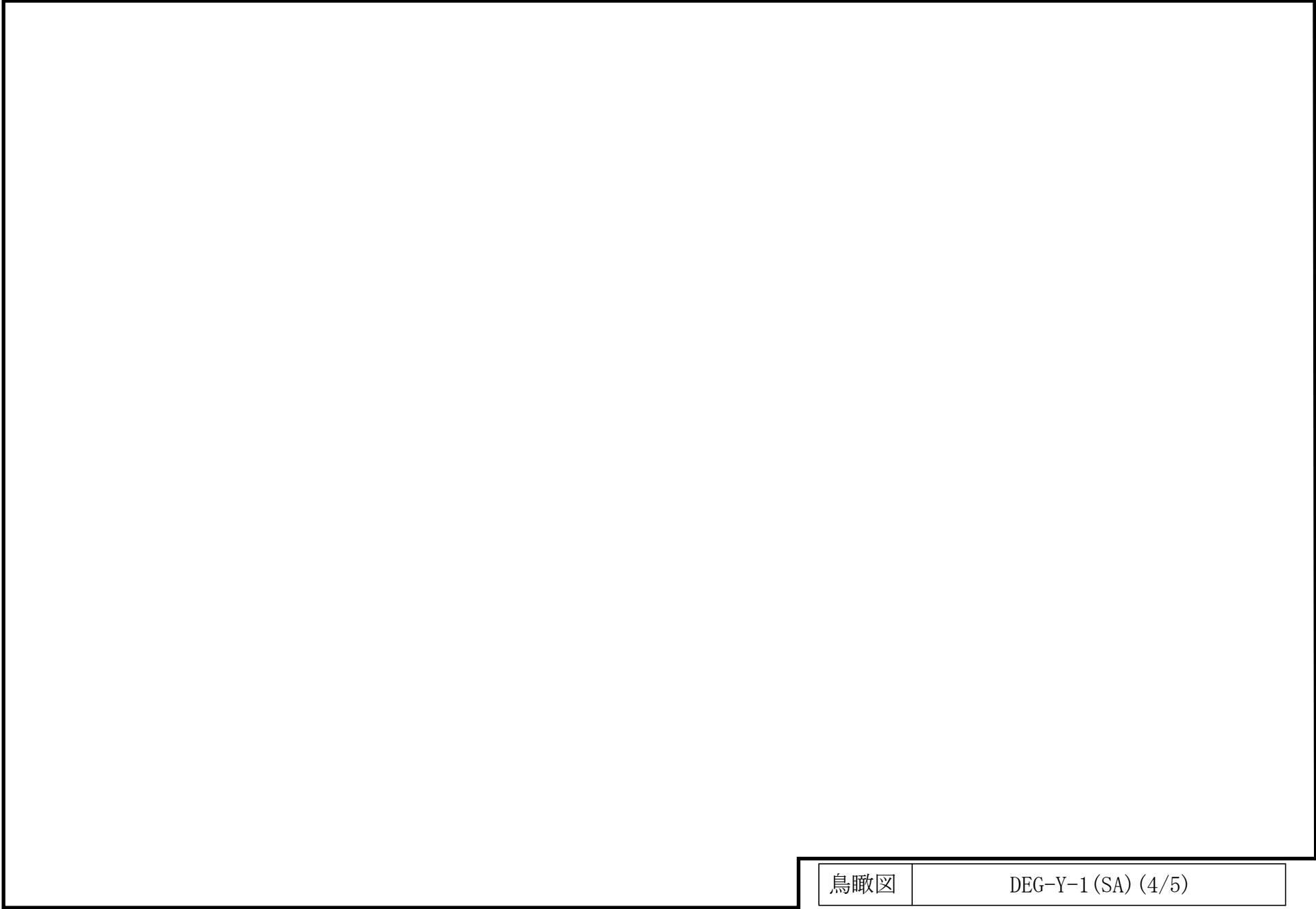
DEG-Y-1 (SA) (1/5)



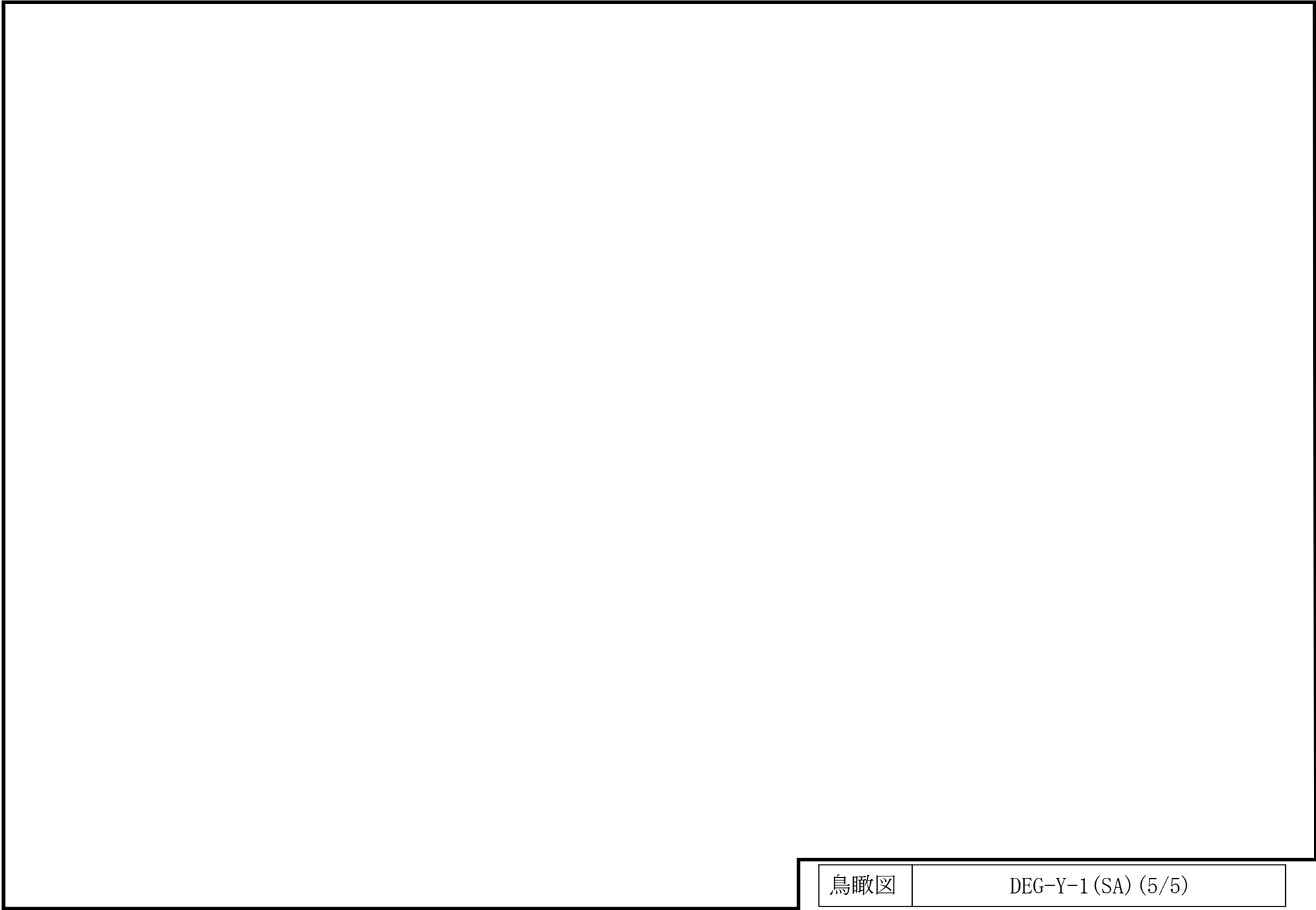
鳥瞰図	DEG-Y-1 (SA) (2/5)
-----	--------------------



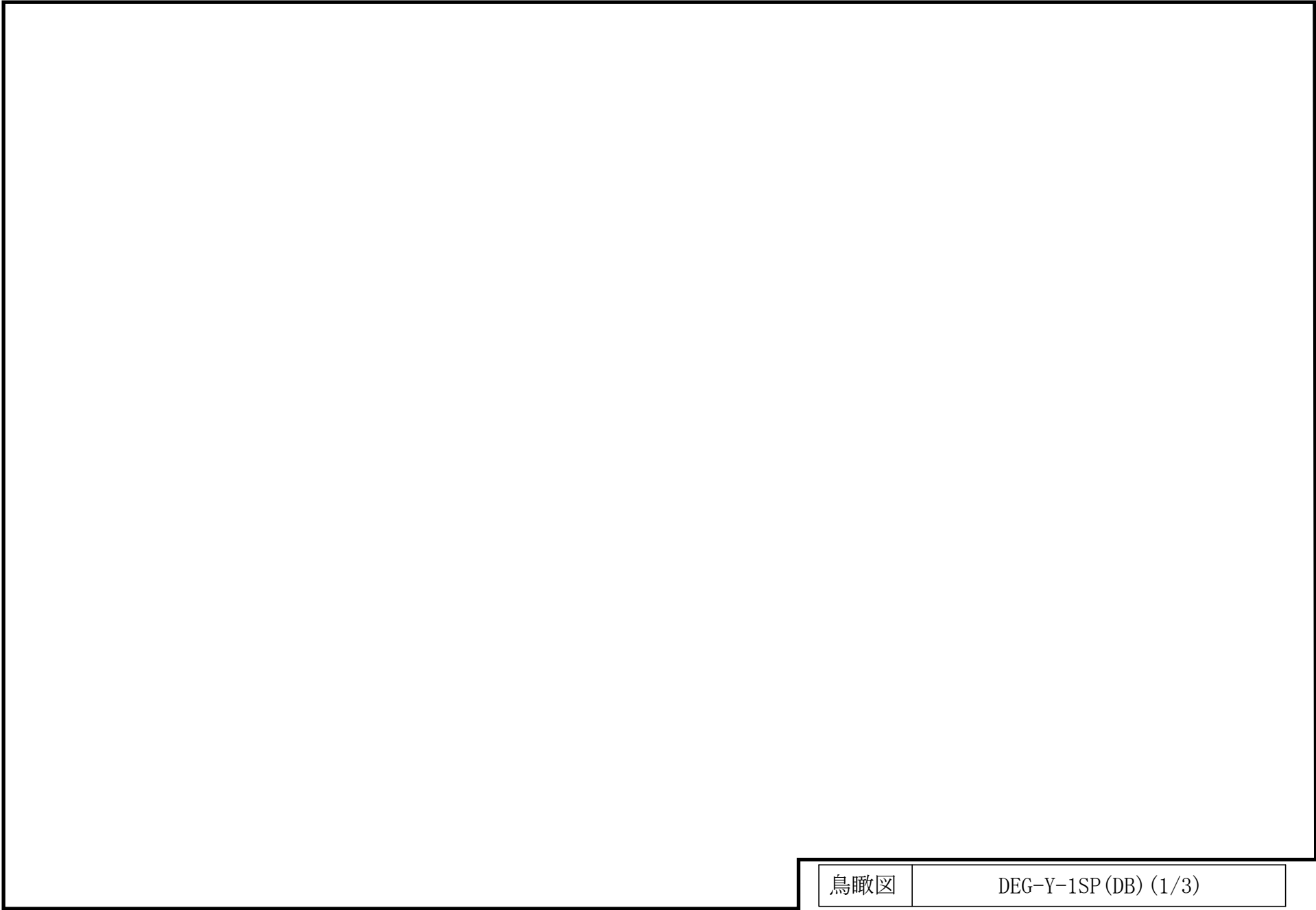
鳥瞰図	DEG-Y-1 (SA) (3/5)
-----	--------------------



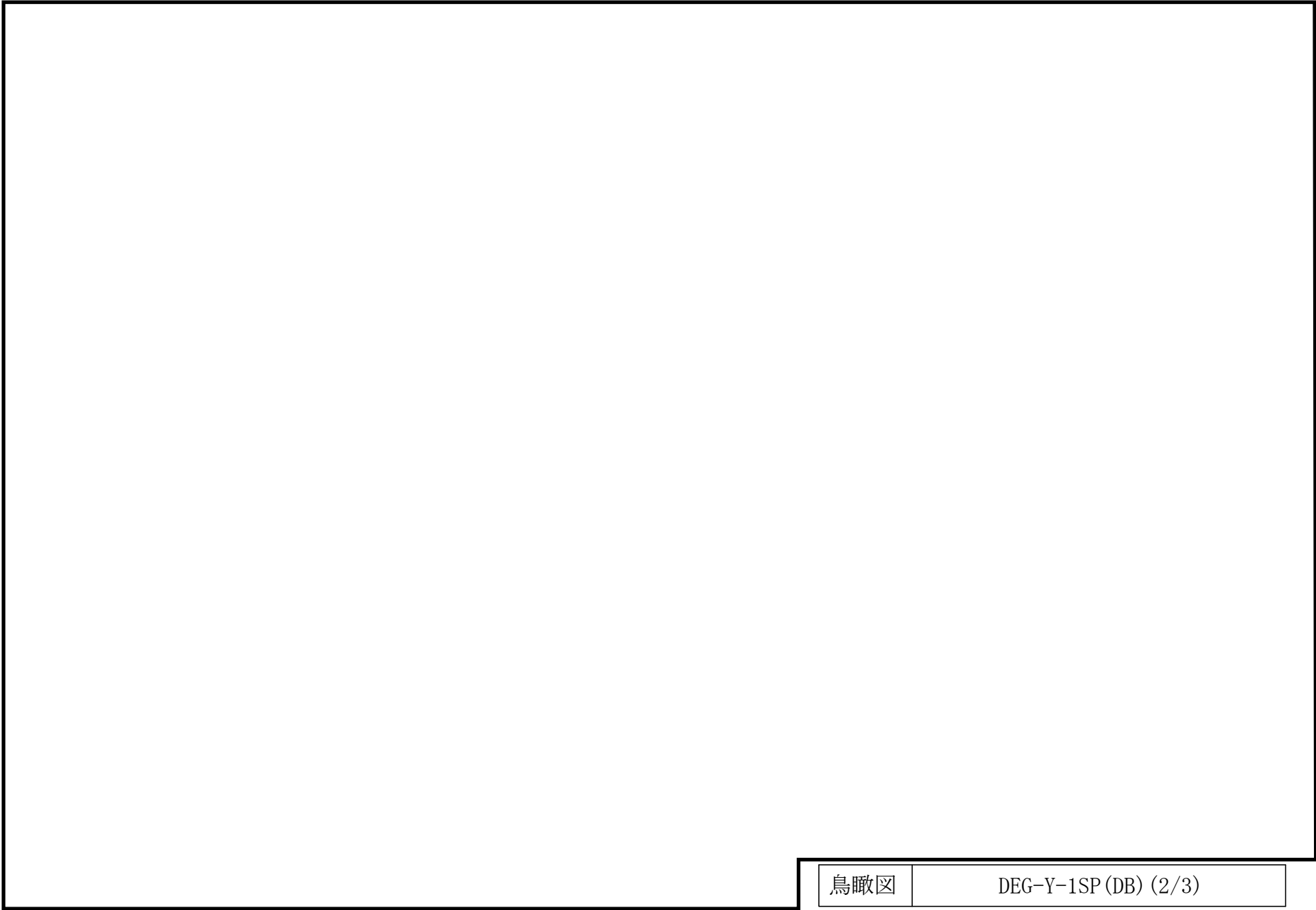
鳥瞰図	DEG-Y-1 (SA) (4/5)
-----	--------------------

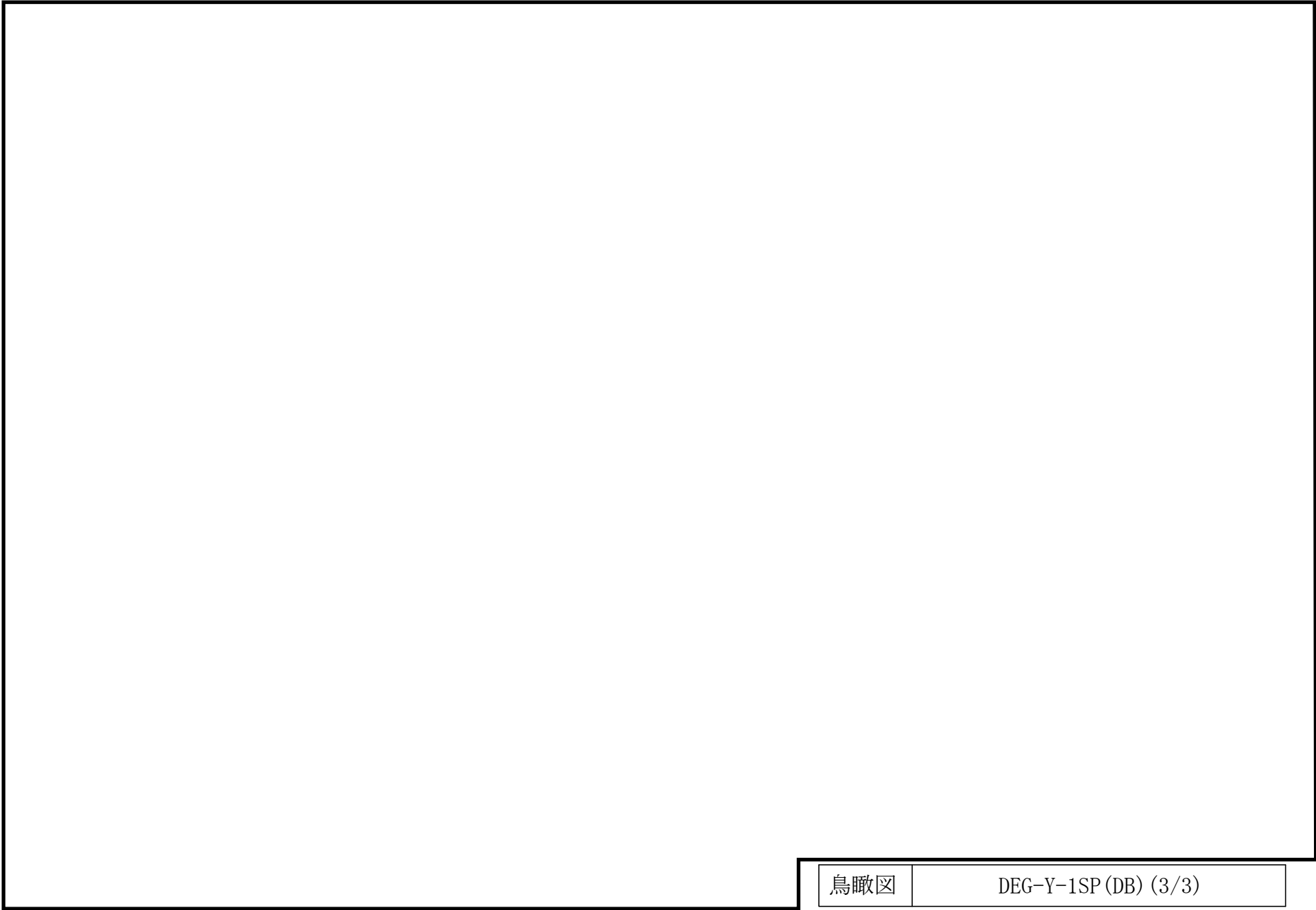


鳥瞰図	DEG-Y-1 (SA) (5/5)
-----	--------------------

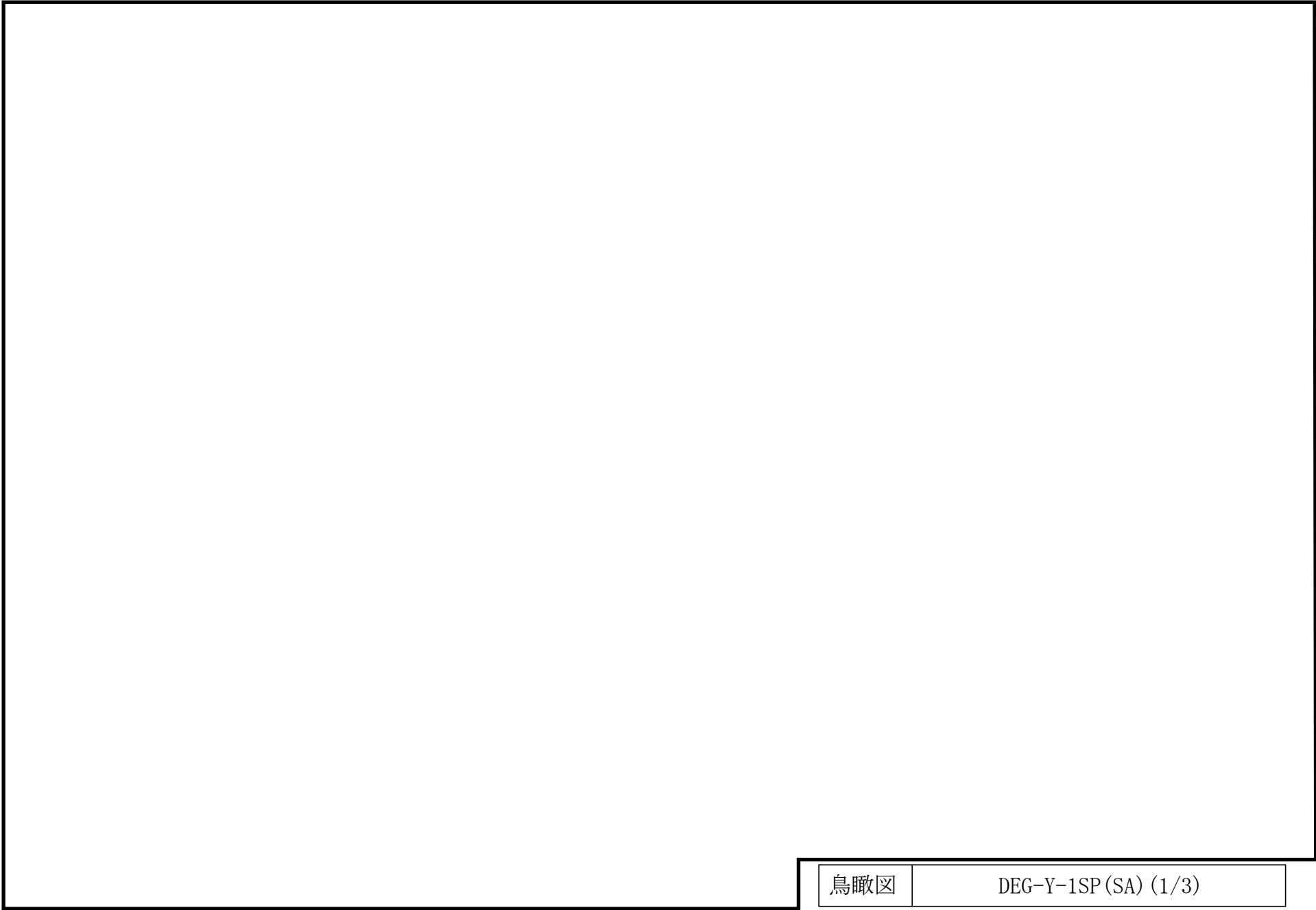


鳥瞰図	DEG-Y-1SP(DB) (1/3)
-----	---------------------

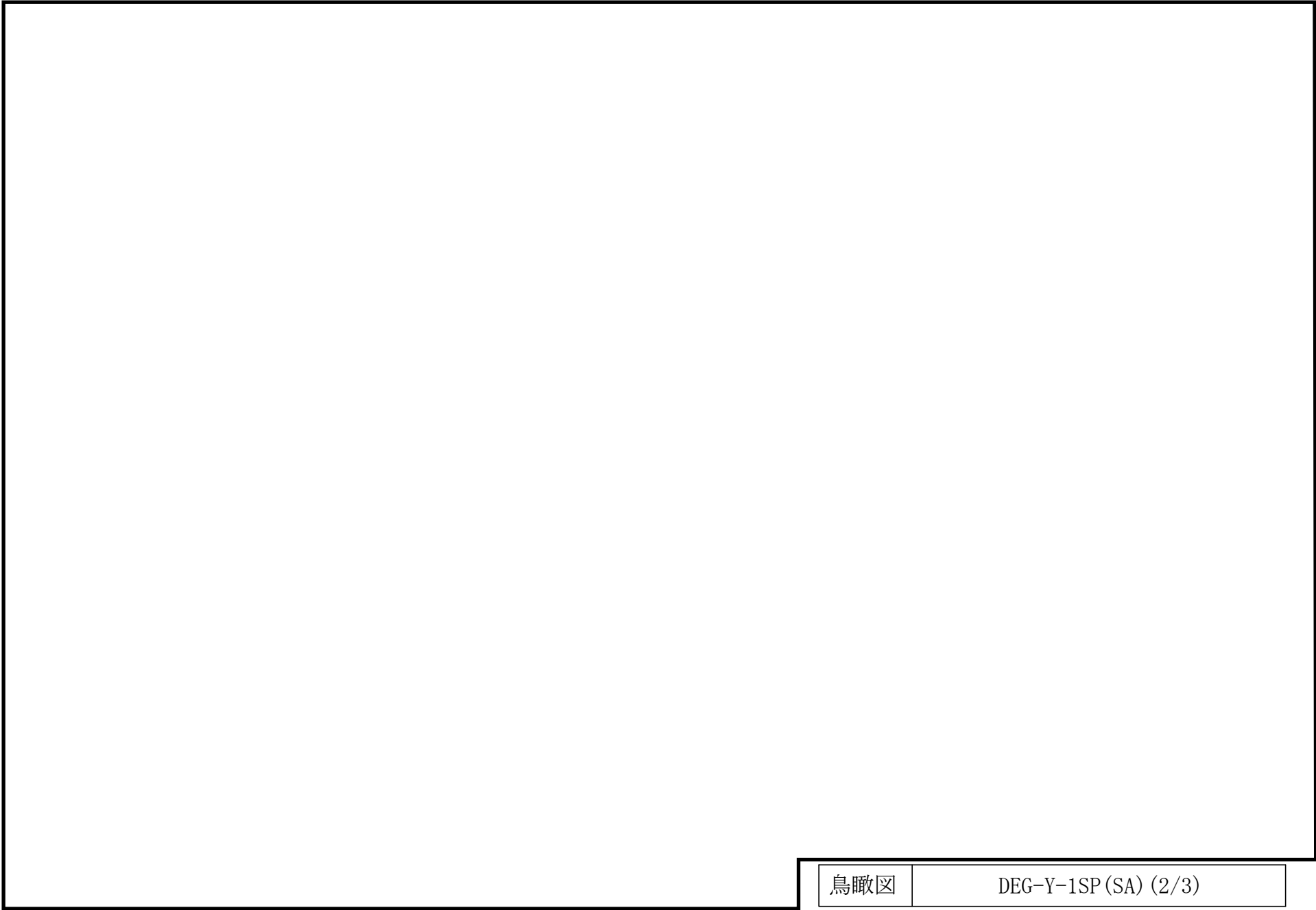


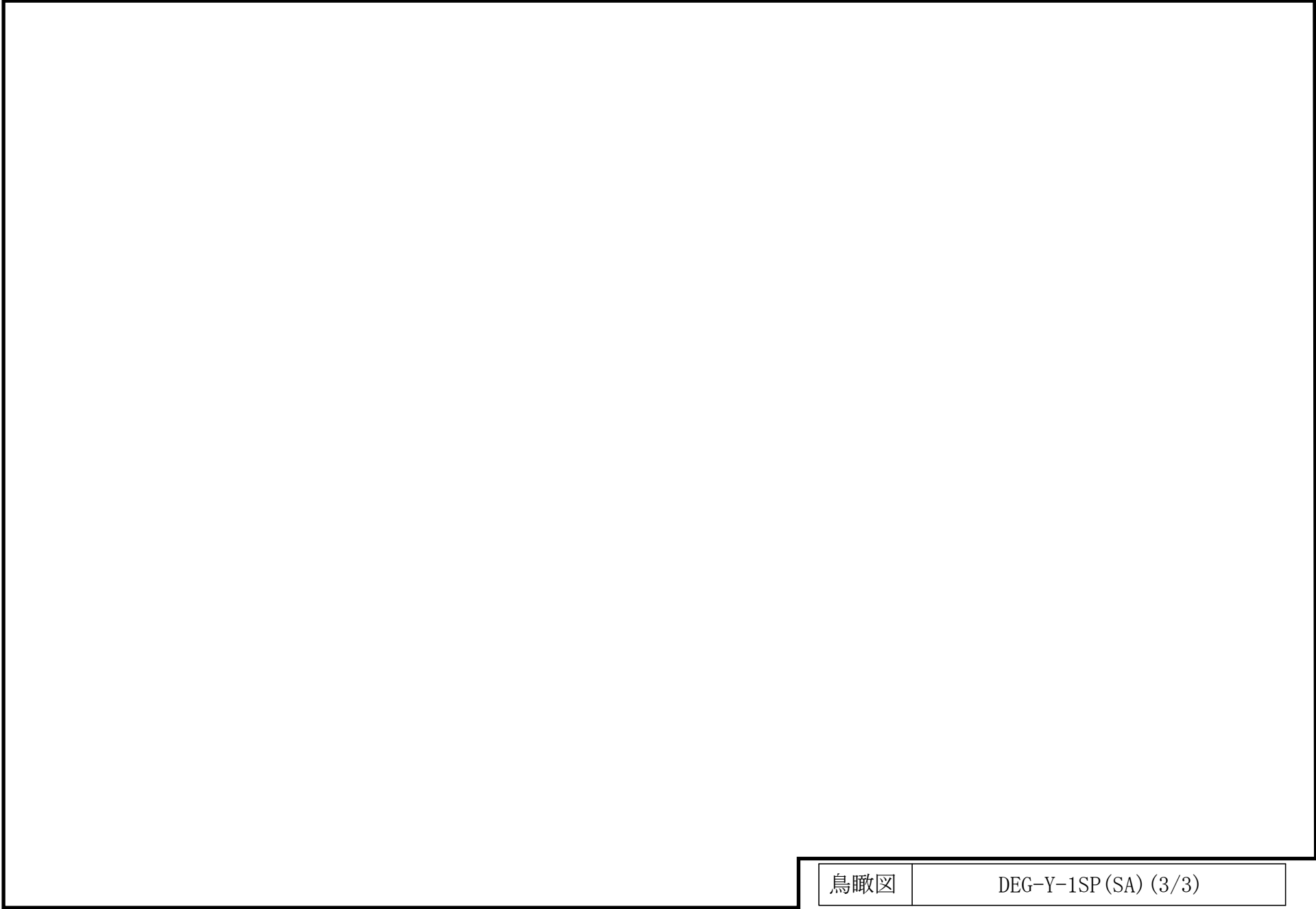






鳥瞰図	DEG-Y-1SP(SA) (1/3)
-----	---------------------





鳥瞰図	DEG-Y-1SP(SA) (3/3)
-----	---------------------

### 3. 計算条件

#### 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、基本方針に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは「H I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

## 3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3, *4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
非常用電源設備	非常用発電装置	非常用ディーゼル発電設備	DB	—	火力技術基準適用の管	S	I <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	III <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	
							I <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	
			SA	常設／防止(D <sub>B</sub> 拡張)	火力技術基準適用の管	—	I <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	
V <sub>L</sub> +S <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	V <sub>A</sub> S							

## 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3, *4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
非常用電源設備	非常用発電装置	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備	DB	—	火力技術基準適用の管	S	I <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	III <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	
							I <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
			II <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>					
			SA	常設／防止(DB拡張)	火力技術基準適用の管	—	I <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	
V <sub>L</sub> + S <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	V <sub>A</sub> S							

注記\*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

\*2：「常設／防止(DB拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)を示す。

\*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

\*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

\*5：許容応力状態V<sub>A</sub>Sは許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの許容限界を使用し，許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとして評価を実施する。

\*6：原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを除く設備は必ずしも重大事故等時の荷重の時間履歴を詳細に評価しないことから，重大事故等時の最大荷重とS<sub>s</sub>地震力の組合せを考慮する。

### 3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 DEG-Y-1

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	191N~189, 209~211N 228~230N	Ⅲ <sub>A</sub> S	静水頭	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	静水頭	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	静水頭	40
2	188~171, 170~12 11~8, 14~19 20~46, 47~52 52~133, 134~208 101~107, 108~111 101~152, 153~227	Ⅲ <sub>A</sub> S	静水頭	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	静水頭	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	静水頭	40
3	7~6, 112~113	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40
4	5~1N, 114~118N	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 DEG-Y-1

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	191N~189, 209~211N 228~230N	76.3	7.0	STPT42	S	201867
2	188~171, 170~12 11~8, 14~19 20~46, 47~52 52~133, 134~208 101~107, 108~111 101~152, 153~227	76.3	5.2	STPT42	S	201867
3	7~6, 112~113	76.3	5.2	STPT42	S	201867
4	5~1N, 114~118N	60.5	5.5	STPT42	S	201867



配管の付加質量

鳥 瞰 図 DEG-Y-1

質量	対応する評価点
<div style="border: 2px solid black; width: 50px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>	187N～171, 170～12, 11～8, 7～6, 5～1N 14～19, 20～46, 47～52, 52～133, 134～207N 101～107, 108～111, 112～113 114～118N, 101～152, 153～226N

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 DEG-Y-1

質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	1N, 118N
<input type="checkbox"/>	188, 189, 208, 209, 227, 228

弁部の質量

鳥 瞰 図 DEG-Y-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	189~188, 208~209		227~228
	171~170, 8~7		19~20, 46~47
	133~134		111~112
	152~153		

弁部の寸法

鳥 瞰 図 DEG-Y-1

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
189~188				171~170			
8~7				19~20			
46~47				133~134			
208~209				111~112			
152~153				227~228			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 DEG-Y-1

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
191N						
1N						
16						
2001						
28						
35						
42						
50						
1341						
211N						
103						
1081						
118N						
1531						
230N						

S2 補 VI-2-10-1-2-1-9 R1

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 DEG-Y-1SP

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	1N~2	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40
2	3~9, 10~17 18~20, 21~23 24~451, 84~98 102~129	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40
3	451~84, 98~102 129~132A	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 DEG-Y-1SP

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1N~2	48.6	5.1	STPT42	S	201867
2	3~9, 10~17 18~20, 21~23 24~451, 84~98 102~129	60.5	5.5	STPT42	S	201867
3	451~84, 98~102 129~132A	60.5	5.5	STPT410	S	201867

配管の付加質量

鳥 瞰 図 DEG-Y-1SP

質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	1N~2, 3~9, 10~17, 18~20, 21~23 24~132A



フランジ部の質量

鳥 瞰 図 DEG-Y-1SP

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	1N, 20, 21

弁部の質量

鳥 瞰 図 DEG-Y-1SP

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	9～10		17～18
	23～24		

弁部の寸法

鳥 瞰 図 DEG-Y-1SP

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
9~10				17~18			
23~24							

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 DEG-Y-1SP

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
1N						
19						
22						
37						
43						
4581						
467						
88						
92						
100						
108						
118						
1241						
1311						
132A						

S2 補 VI-2-10-1-2-1-1-9 R1

### 3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S
STPT42	40	—	245	410	—
STPT410	40	—	245	410	—

### 3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトル及び等価繰返し回数を下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定したものをを用いる。減衰定数は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。等価繰返し回数は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定したものをを用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高 (m)	減衰定数 (%)	等価繰返し回数	
				S <sub>d</sub>	S <sub>s</sub>
DEG-Y-1	排気筒	EL <input type="text"/> ~ EL <input type="text"/>			
DEG-Y-1SP	タービン建物	EL <input type="text"/>			
	排気筒	EL <input type="text"/> ~ EL <input type="text"/>			
	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	EL <input type="text"/> ~ EL <input type="text"/>			

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 DEG-Y-1

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 及び静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
27次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記\*1：固有周期が0.050s以上のモードを示す。0.020s以上0.050s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>)により得られる震度

\*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S<sub>s</sub>)により得られる震度

\*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>)及び設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

\*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

\*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_V$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 DEG-Y-1

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
27次				

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。



## 代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)



45

代表的振動モード図 (3次)



固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 DEG-Y-1SP

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 及び静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
9次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記\*1：固有周期が0.050s以上のモードを示す。0.020s以上0.050s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) を上回る設計用床応答スペクトルにより得られる震度

\*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計用床応答スペクトルにより得られる震度

\*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) を上回る設計震度及び設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

\*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

\*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 DEG-Y-1SP

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
9次				

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

## 代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)

50



代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



## 4.2 評価結果

## 4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

火力技術基準適用の管（設計基準対象施設）

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数 U S d U S s
Ⅲ <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(S_y^*)$	DEG-Y-1	208	133	245	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	DEG-Y-1SP	462W	260	490	—
Ⅳ <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	DEG-Y-1	208	231	369	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	DEG-Y-1	208	382	490	—

注記\*：オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 $S_y$ と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。

## 評価結果

## 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

## 火力技術基準適用の管（重大事故等対処設備）

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数 U S s
IV <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	DEG-Y-1	208	231	369	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	DEG-Y-1	208	382	490	—
V <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	DEG-Y-1	208	231	369	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	DEG-Y-1	208	382	490	—

## 4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材料	温度 (°C)	評価結果		
					計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)	
						一次評価*1	二次評価*2
—	メカニカルスナッパ	—	VI-2-1-12「配 管及び支持構造 物の耐震計算に ついて」参照	40	—	—	—
SNO-DEG-00918	オイルスナッパ	SN-1			11.6	15.0	—
—	ロッドレストレイント	—			—	—	—
—	スプリングハンガ	—			—	—	—
—	コンスタントハンガ	—			—	—	—
—	リジットハンガ	—			—	—	—

注記\*1：あらかじめ設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価

\*2：計算荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超過した箇所に対して、J E A G 4 6 0 1 に定める許容限界を満足する範囲内で新たに設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価。なお、一次評価を満足する場合は「—」と記載する。

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材料	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
RE-DEG-4402	レストレイント	Uボルト	SS400	40	1	0	13	—	—	—	圧縮	77	160
AN-DEG-4431	アンカ	ラグ	SGV410	40	4	2	6	1	2	1	組合せ	108	155

## 4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり水平及び鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は水平及び鉛直方向を合成した機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 <sup>*1</sup>	機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )			機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		詳細評価 <sup>*2, *3</sup>						
			水平	鉛直	合成 <sup>*3, *4</sup>	水平	鉛直	動作機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		構造強度評価結果 (MPa)				
								水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注記\*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

$\alpha$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

\*2：水平又は鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，水平及び鉛直方向を合成した機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度の最小値以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。

\*3：詳細評価を実施しない場合は「—」と記載する。

\*4：水平及び鉛直方向の機能維持評価用加速度をベクトル和により合成した値であり，詳細評価を実施する場合に使用する。

## 4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

火力技術基準適用の管（設計基準対象施設）

No	鳥瞰図番号	許容応力状態ⅢA S										
		一次応力評価					一次＋二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	DEG-R-1SP	292	92	245	2.66	—	2841	160	490	3.06	—	—
2	DEG-R-B1SP	83W	84	245	2.91	—	83W	123	490	3.98	—	—
3	DEG-T-2SP	269	63	245	3.88	—	269	112	490	4.37	—	—
4	DEG-Y-1	208	133	245	1.84	○	208	224	490	2.18	—	—
5	DEG-Y-B1	29	88	245	2.78	—	29	134	490	3.65	—	—
6	DEG-Y-1SP	100	131	245	1.87	—	462W	260	490	1.88	—	○
7	DEG-Y-B1SP	14	20	245	12.25	—	15W	26	490	18.84	—	—
8	DEG-Y-B2SP	61A	44	245	5.56	—	61A	119	490	4.11	—	—
9	DEG-Y-B3SP	38	48	245	5.10	—	38	62	490	7.90	—	—
10	DEG-Y-B4SP	32W	59	245	4.15	—	134W	96	490	5.10	—	—

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

火力技術基準適用の管（設計基準対象施設）

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	DEG-R-1SP	2841	160	369	2.30	—	2841	308	490	1.59	—	—
2	DEG-R-B1SP	83W	141	369	2.61	—	83W	237	490	2.06	—	—
3	DEG-T-2SP	179	110	369	3.35	—	243	184	490	2.66	—	—
4	DEG-Y-1	208	231	369	1.59	○	208	382	490	1.28	—	○
5	DEG-Y-B1	29	143	369	2.58	—	29	302	490	1.62	—	—
6	DEG-Y-1SP	100	136	369	2.71	—	462W	348	490	1.40	—	—
7	DEG-Y-B1SP	15W	32	369	11.53	—	15W	50	490	9.80	—	—
8	DEG-Y-B2SP	61A	89	369	4.14	—	61A	258	490	1.89	—	—
9	DEG-Y-B3SP	38	78	369	4.73	—	38	120	490	4.08	—	—
10	DEG-Y-B4SP	32W	100	369	3.69	—	6W	222	490	2.20	—	—



代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

火力技術基準適用の管（重大事故等対処設備）

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	DEG-R-1SP	2841	160	369	2.30	—	2841	308	490	1.59	—	—
2	DEG-R-B1SP	83W	141	369	2.61	—	83W	237	490	2.06	—	—
3	DEG-T-2SP	179	110	369	3.35	—	243	184	490	2.66	—	—
4	DEG-Y-1	208	231	369	1.59	○	208	382	490	1.28	—	○
5	DEG-Y-B1	29	143	369	2.58	—	29	302	490	1.62	—	—
6	DEG-Y-1SP	100	136	369	2.71	—	462W	348	490	1.40	—	—
7	DEG-Y-B1SP	15W	32	369	11.53	—	15W	50	490	9.80	—	—
8	DEG-Y-B2SP	61A	89	369	4.14	—	61A	258	490	1.89	—	—
9	DEG-Y-B3SP	38	78	369	4.73	—	38	120	490	4.08	—	—
10	DEG-Y-B4SP	32W	100	369	3.69	—	6W	222	490	2.20	—	—

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

火力技術基準適用の管（重大事故等対処設備）

No	鳥瞰図番号	許容応力状態 V A S										
		一次応力評価					一次＋二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	DEG-R-1SP	2841	160	369	2.30	—	2841	308	490	1.59	—	—
2	DEG-R-B1SP	83W	141	369	2.61	—	83W	237	490	2.06	—	—
3	DEG-T-2SP	179	110	369	3.35	—	243	184	490	2.66	—	—
4	DEG-Y-1	208	231	369	1.59	○	208	382	490	1.28	—	○
5	DEG-Y-B1	29	143	369	2.58	—	29	302	490	1.62	—	—
6	DEG-Y-1SP	100	136	369	2.71	—	462W	348	490	1.40	—	—
7	DEG-Y-B1SP	15W	32	369	11.53	—	15W	50	490	9.80	—	—
8	DEG-Y-B2SP	61A	89	369	4.14	—	61A	258	490	1.89	—	—
9	DEG-Y-B3SP	38	78	369	4.73	—	38	120	490	4.08	—	—
10	DEG-Y-B4SP	32W	100	369	3.69	—	6W	222	490	2.20	—	—

VI-2-10-1-2-2 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備の  
耐震性についての計算書

VI-2-10-1-2-2-1 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル  
機関及び発電機の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	9
4.1 固有周期の計算方法	9
4.2 固有周期の計算条件	9
4.3 固有周期の計算結果	10
5. 構造強度評価	11
5.1 構造強度評価方法	11
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	11
5.3 設計用地震力	16
5.4 計算方法	17
5.5 計算条件	25
5.6 応力の評価	26
6. 機能維持評価	27
6.1 動的機能維持評価方法	27
7. 評価結果	28
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	28
7.2 重大事故等対処設備としての評価結果	28

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機はディーゼル機関取付ボルト、発電機固定子取付ボルト及び発電機軸受台取付ボルトで直接据付台床に取り付ける。据付台床は基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>4サイクル単動無気噴油式ディーゼル機関及び同期発電機 (ディーゼル機関及び三相同期発電機)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

## 2.2 評価方針

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

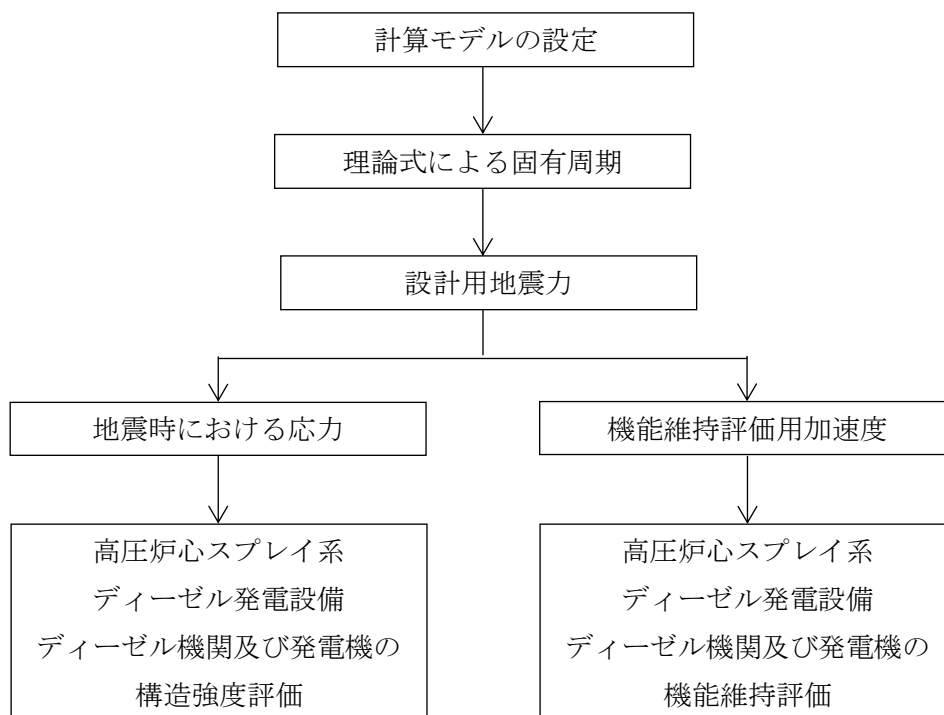


図 2-1 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震評価フロー



### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984  
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	最小断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b i</sub>	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	最小有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
C <sub>EH</sub>	ディーゼル機関往復運動による水平方向震度	—
C <sub>EV</sub>	ディーゼル機関往復運動による鉛直方向震度	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
d <sub>i</sub>	ボルトの呼び径* <sup>1</sup>	mm
E	縦弾性係数	MPa
F <sub>i</sub>	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
F <sub>i</sub> *	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
F <sub>b i</sub>	ボルトに作用する引張力 (1 本あたり) * <sup>1</sup>	N
f <sub>s b i</sub>	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
f <sub>t o i</sub>	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	MPa
f <sub>t s i</sub>	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
G	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
h <sub>i</sub>	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>2</sup>	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
l <sub>1 i</sub>	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup>	mm
l <sub>2 i</sub>	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup>	mm
M <sub>E 1</sub>	ディーゼル機関回転により作用するモーメント	N・mm
M <sub>E 2</sub>	発電機回転により作用するモーメント	N・mm
m <sub>i</sub>	運転時質量* <sup>2</sup>	kg
N	回転数 (ディーゼル機関の定格回転数)	rpm
n <sub>i</sub>	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
n <sub>f i</sub>	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* <sup>1</sup>	—
P	ディーゼル機関出力	kW
Q <sub>b i</sub>	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
S <sub>u i</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
S <sub>y i</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
S <sub>y i</sub> (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における値* <sup>1</sup>	MPa
T <sub>H</sub>	水平方向固有周期	s
T <sub>V</sub>	鉛直方向固有周期	s
π	円周率	—

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力*1	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ 及び $\tau_{bi}$ の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$ : 基礎ボルト

$i = 2$ : ディーゼル機関取付ボルト

$i = 3$ : 発電機固定子取付ボルト

$i = 4$ : 発電機軸受台取付ボルト

\*2:  $h_i$ 及び $m_i$ の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$ : 据付面

$i = 2$ : ディーゼル機関取付面

$i = 3$ : 発電機固定子取付面

$i = 4$ : 発電機軸受台取付面

\*3:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 <sup>*3</sup>	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び取付ボルトについて実施する。高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4. 固有周期

##### 4.1 固有周期の計算方法

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の固有周期の計算方法を以下に示す。

##### (1) 計算モデル

- a. ディーゼル機関及び発電機，各機器の質量は重心に集中するものとする。
- b. ディーゼル機関及び発電機は据付台床上にあり，据付台床は基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。また，ディーゼル機関，発電機固定子及び発電機軸受台は，据付台床上に取付ボルトで固定されるものとする。
- c. 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。
- d. ディーゼル機関及び発電機は，図 4-1 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルとする。

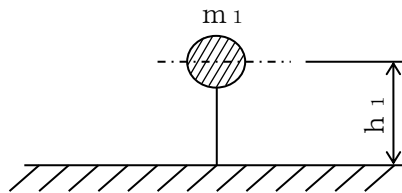


図 4-1 固有周期の計算モデル

##### (2) 水平方向固有周期

水平方向固有周期は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_1}{1000} \cdot \left( \frac{h_1^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h_1}{A_s \cdot G} \right)} \quad \dots (4.1.1)$$

##### (3) 鉛直方向固有周期

鉛直方向固有周期は次式で求める。

$$T_V = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_1}{1000} \cdot \frac{h_1}{A \cdot E}} \quad \dots (4.1.2)$$

##### 4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は，本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

#### 4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位 : s)

水平		
鉛直		

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

4.1(1)項 a.～d.のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

- (2) 転倒方向は図 5-1～図 5-8 における軸直角方向及び軸方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。

### 5.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

#### 5.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 のとおりとする。

#### 5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。



表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル機関及び発電機	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル機関及び発電機	常設／防止 (DB拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 5-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	S35C (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	299	498	—
ディーゼル機関 取付ボルト	SCM435 (径≤60mm)	周囲環境温度	50	764	906	—
発電機固定子 取付ボルト	SCM435 (径≤60mm)	周囲環境温度	50	764	906	—
発電機軸受台 取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	S35C (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	299	498	—
ディーゼル機関 取付ボルト	SCM435 (径≤60mm)	周囲環境温度	50	764	906	—
発電機固定子 取付ボルト	SCM435 (径≤60mm)	周囲環境温度	50	764	906	—
発電機軸受台 取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

### 5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-6 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 1.3 <sup>*1</sup>	□		$C_H=0.65^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.84^{*3}$	$C_V=0.95^{*3}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 1.3 <sup>*1</sup>	□		—	—	$C_H=1.84^{*2}$	$C_V=0.95^{*2}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は地震による震度，ディーゼル機関の往復運動による震度及びディーゼル機関回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

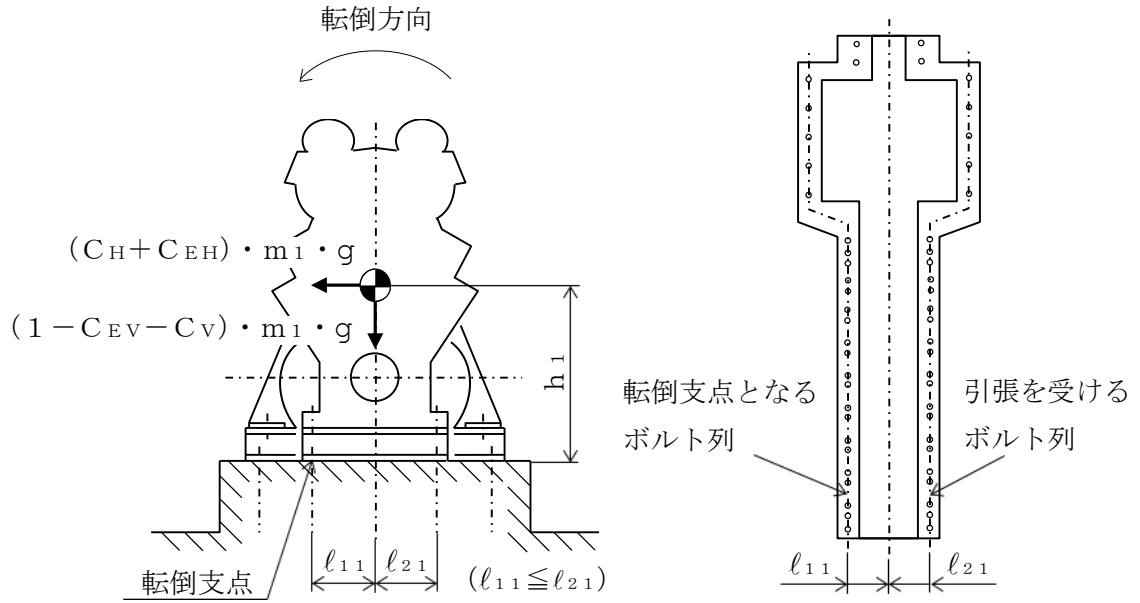


図 5-1 計算モデル (軸直角方向転倒)

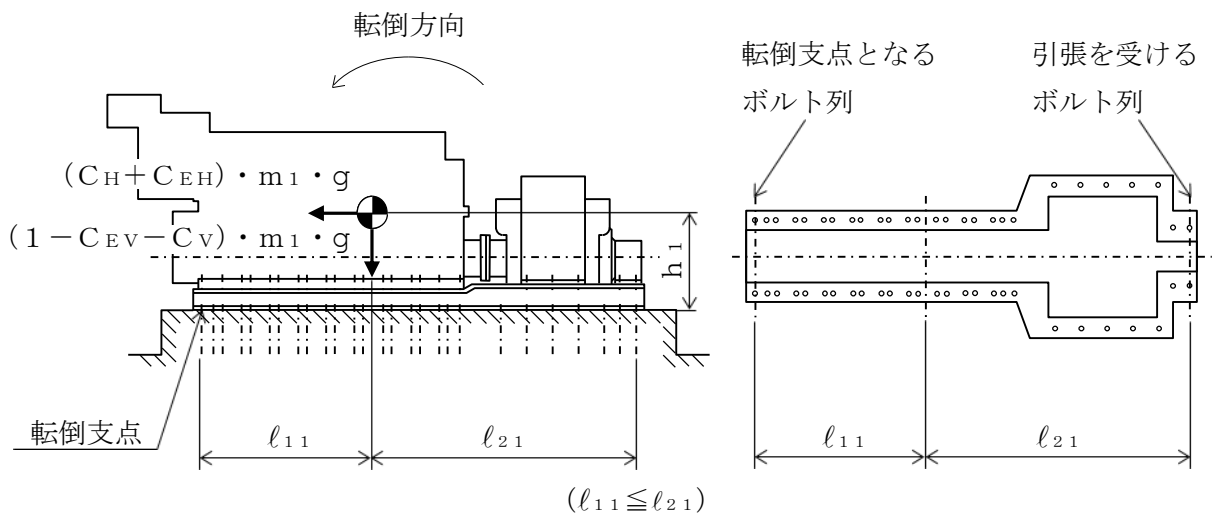


図 5-2 計算モデル (軸方向転倒)

## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図5-1及び図5-2で基礎ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

なお、計算モデル図5-1において、定格運転時の等速回転運動の場合、ディーゼル機関の回転によるモーメントと反駆動側である発電機の回転によるモーメントがつり合い、共通の台板上では各々の反力が相殺されるため、基礎ボルトに対してディーゼル機関の回転によるモーメントは作用しない。また、図5-2の場合は、軸方向転倒であるため、ディーゼル機関回転によるモーメントは、作用しない。

引張力

$$F_{b1} = \frac{(C_H + C_{EH}) \cdot m_1 \cdot g \cdot h_1 - (1 - C_{EV} - C_V) \cdot m_1 \cdot g \cdot l_{11}}{n_{f1} \cdot (l_{11} + l_{21})} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、 $C_{EH}$ 及び $C_{EV}$ はディーゼル機関の往復運動による起振力及びディーゼル機関の回転数を考慮して定める値である。

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

ただし、 $F_{b1}$ が負のとき基礎ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

## (2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = (C_H + C_{EH}) \cdot m_1 \cdot g \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.5)$$

5.4.1.2 ディーゼル機関取付ボルトの計算方法

ディーゼル機関取付ボルトの応力は地震による震度，ディーゼル機関の往復運動による震度及びディーゼル機関回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

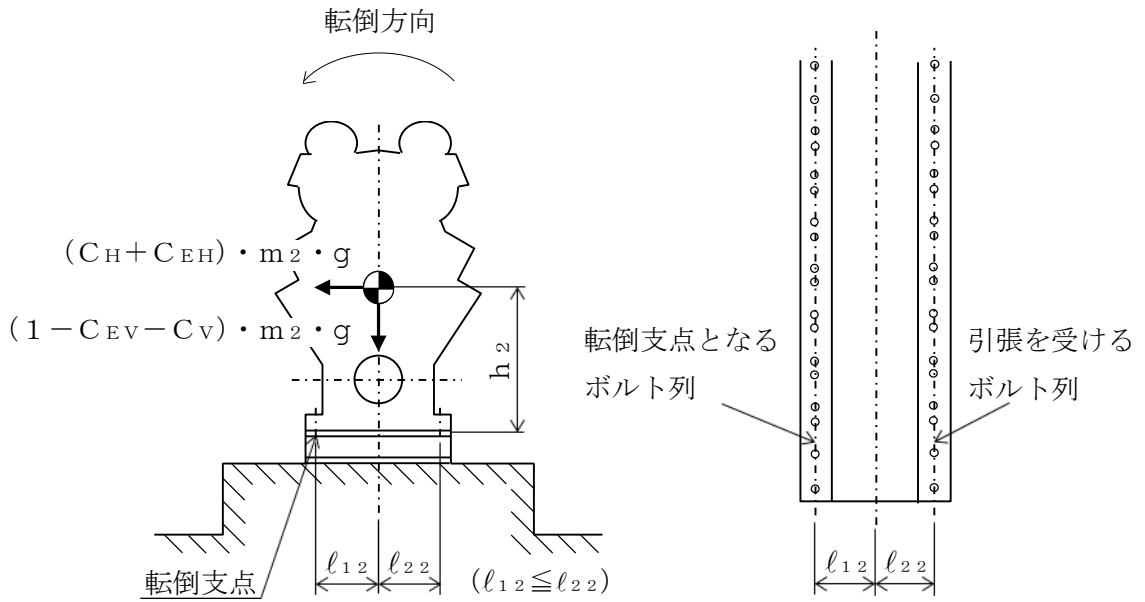


図 5-3 計算モデル（軸直角方向転倒）

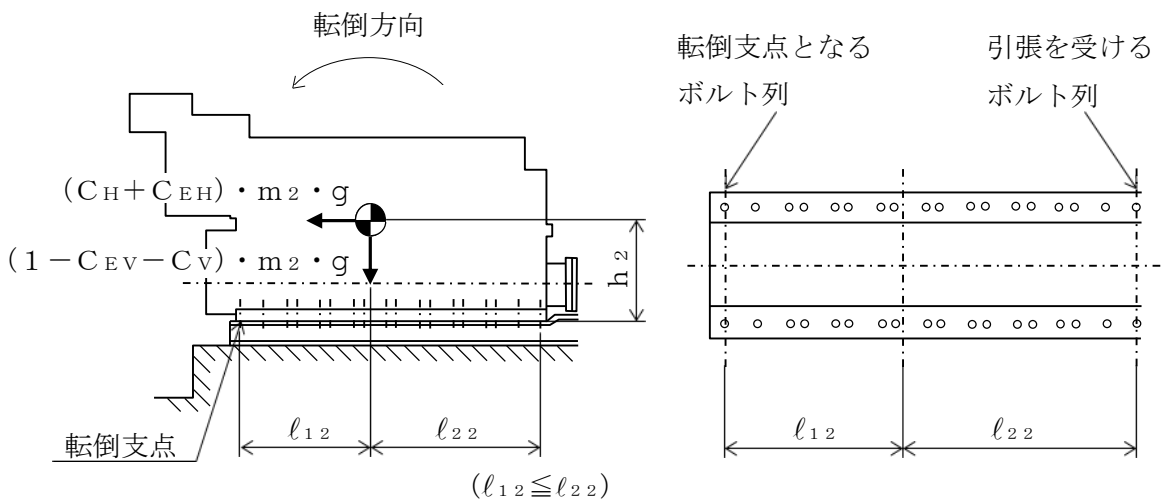


図 5-4 計算モデル（軸方向転倒）



## (1) 引張応力

ディーゼル機関取付ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 5-3 及び図 5-4 でディーゼル機関取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列のディーゼル機関取付ボルトで受けるものとして計算する。

なお、計算モデル図 5-4 の場合は、ディーゼル機関回転によるモーメント\*は作用しない。

引張力

$$F_{b2} = \frac{(C_H + C_{EH}) \cdot m_2 \cdot g \cdot h_2 + M_{E1} - (1 - C_{EV} - C_V) \cdot m_2 \cdot g \cdot l_{12}}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots \dots \dots (5.4.1.2.1)$$

ここで、 $C_{EH}$ 及び $C_{EV}$ はディーゼル機関の往復運動による起振力及びディーゼル機関の回転数を考慮して定める値である。また、ディーゼル機関回転によるモーメント $M_{E1}$ は次式により求める。

$$\text{注記*} : M_{E1} = \left[ \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right] \cdot 10^6 \cdot P$$

(1kW=10<sup>6</sup>N・mm/s)

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots \dots \dots (5.4.1.2.2)$$

ここで、ディーゼル機関取付ボルトの軸断面積 $A_{b2}$ は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots \dots \dots (5.4.1.2.3)$$

ただし、 $F_{b2}$ が負のときディーゼル機関取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

## (2) せん断応力

ディーゼル機関取付ボルトに対するせん断力はディーゼル機関取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b2} = (C_H + C_{EH}) \cdot m_2 \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.2.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots \dots \dots (5.4.1.2.5)$$

5.4.1.3 発電機固定子取付ボルトの計算方法

発電機固定子取付ボルトの応力は地震による震度，ディーゼル機関の往復運動による震度及び発電機回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

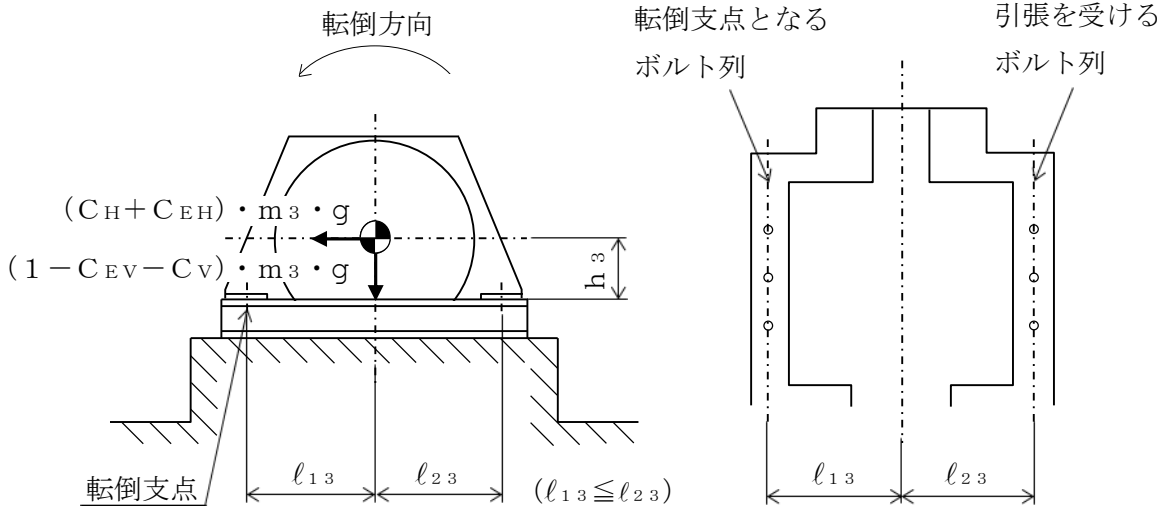


図 5-5 計算モデル（軸直角方向転倒）

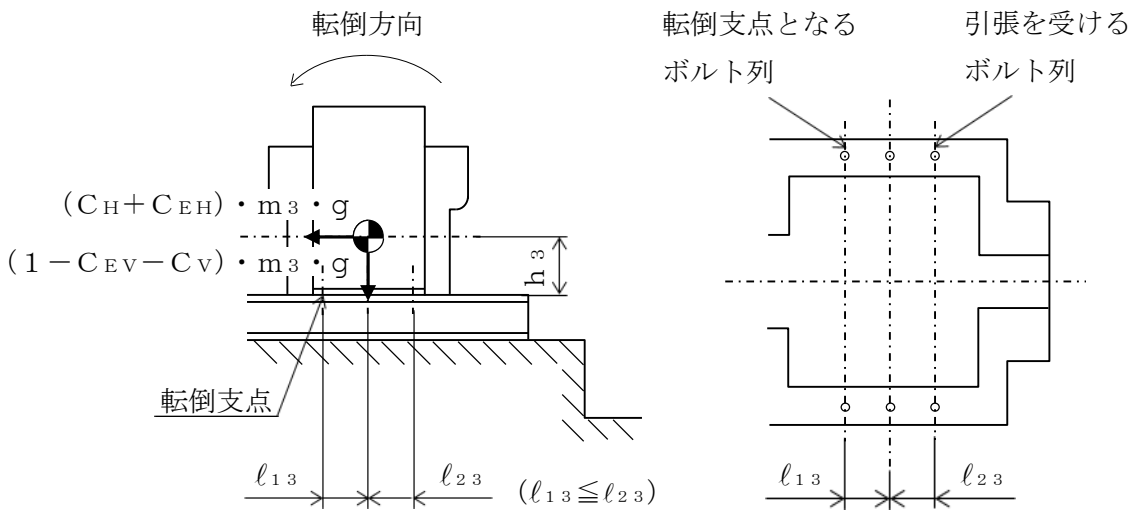


図 5-6 計算モデル（軸方向転倒）

(1) 引張応力

発電機固定子取付ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 5-5 及び図 5-6 で発電機固定子取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列の発電機固定子取付ボルトで受けるものとして計算する。

なお、計算モデル図 5-6 の場合は、発電機回転によるモーメント\*は作用しない。

引張力

$$F_{b3} = \frac{(C_H + C_{EH}) \cdot m_3 \cdot g \cdot h_3 + M_{E2} - (1 - C_{EV} - C_V) \cdot m_3 \cdot g \cdot l_{13}}{n_{f3} \cdot (l_{13} + l_{23})} \dots \dots \dots (5.4.1.3.1)$$

ここで、 $C_{EH}$ 及び $C_{EV}$ はディーゼル機関の往復運動による起振力及びディーゼル機関の回転数を考慮して定める値である。また、発電機回転によるモーメント $M_{E2}$ は次式により求める。

注記\* :  $M_{E2} = M_{E1} = \left( \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right) \cdot 10^6 \cdot P$   
 (1kW=10<sup>6</sup>N・mm/s)

引張応力

$$\sigma_{b3} = \frac{F_{b3}}{A_{b3}} \dots \dots \dots (5.4.1.3.2)$$

ここで、発電機固定子取付ボルトの軸断面積 $A_{b3}$ は次式により求める。

$$A_{b3} = \frac{\pi}{4} \cdot d_3^2 \dots \dots \dots (5.4.1.3.3)$$

ただし、 $F_{b3}$ が負のとき発電機固定子取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

発電機固定子取付ボルトに対するせん断力は発電機固定子取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b3} = (C_H + C_{EH}) \cdot m_3 \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.3.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b3} = \frac{Q_{b3}}{n_3 \cdot A_{b3}} \dots \dots \dots (5.4.1.3.5)$$

5.4.1.4 発電機軸受台取付ボルトの計算方法

発電機軸受台取付ボルトの応力は地震による震度，ディーゼル機関の往復運動による震度によって生じる引張力とせん断力について計算する。

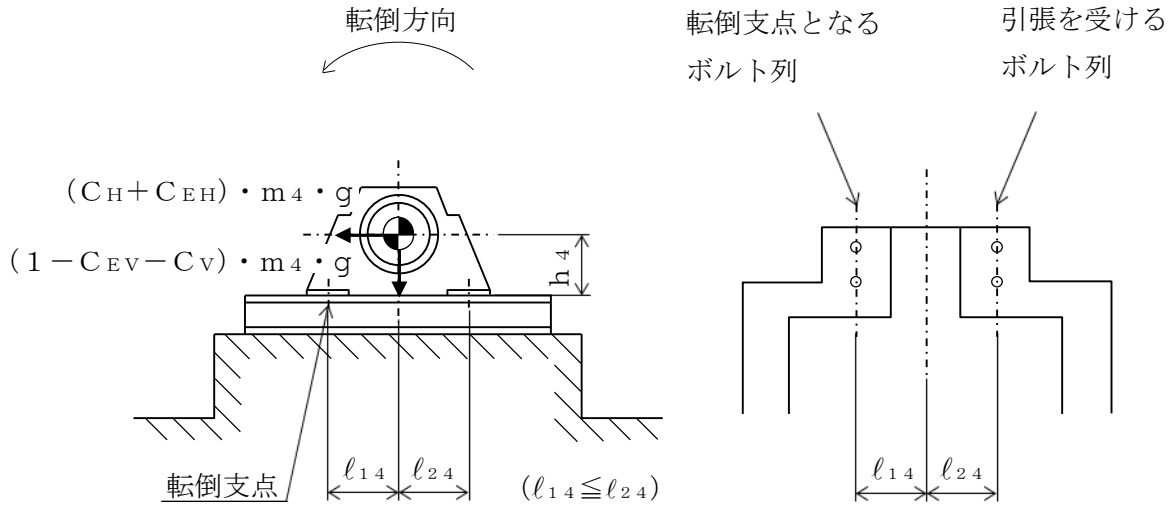


図5-7 計算モデル（軸直角方向転倒）

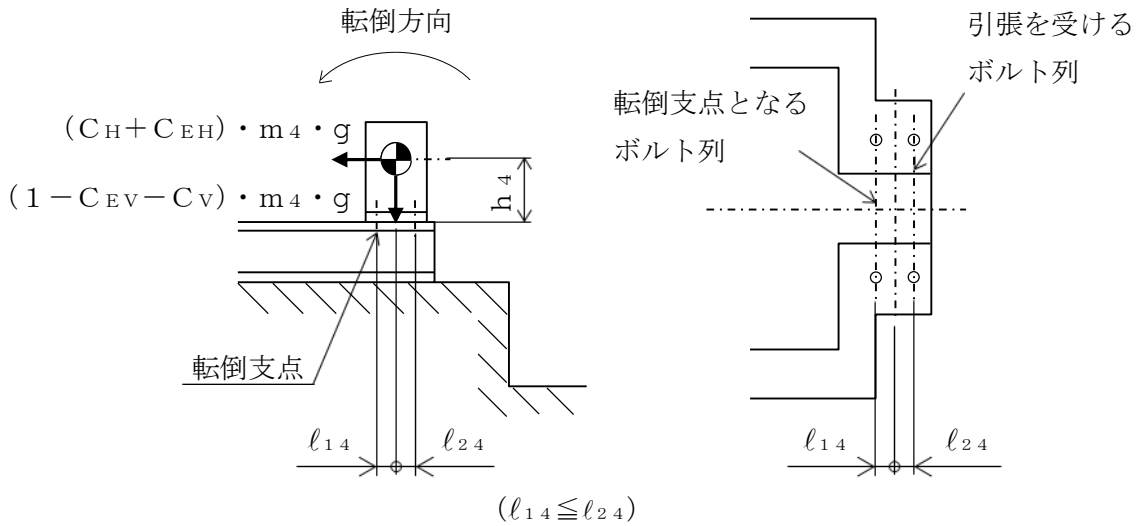


図5-8 計算モデル（軸方向転倒）

## (1) 引張応力

発電機軸受台取付ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 5-7 及び図 5-8 で発電機軸受台取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列の発電機軸受台取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b4} = \frac{(C_H + C_{EH}) \cdot m_4 \cdot g \cdot h_4 - (1 - C_{EV} - C_V) \cdot m_4 \cdot g \cdot \ell_{14}}{n_{f4} \cdot (\ell_{14} + \ell_{24})} \dots \dots \dots (5.4.1.4.1)$$

ここで、 $C_{EH}$ 及び $C_{EV}$ はディーゼル機関の往復運動による起振力及びディーゼル機関の回転数を考慮して定める値である。

引張応力

$$\sigma_{b4} = \frac{F_{b4}}{A_{b4}} \dots \dots \dots (5.4.1.4.2)$$

ここで、発電機軸受台取付ボルトの軸断面積 $A_{b4}$ は次式により求める。

$$A_{b4} = \frac{\pi}{4} \cdot d_4^2 \dots \dots \dots (5.4.1.4.3)$$

ただし、 $F_{b4}$ が負のとき発電機軸受台取付ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

## (2) せん断応力

発電機軸受台取付ボルトに対するせん断力は発電機軸受台取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b4} = (C_H + C_{EH}) \cdot m_4 \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.4.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b4} = \frac{Q_{b4}}{n_4 \cdot A_{b4}} \dots \dots \dots (5.4.1.4.5)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 5.5.2 ディーゼル機関取付ボルトの応力計算条件

ディーゼル機関取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 5.5.3 発電機固定子取付ボルトの応力計算条件

発電機固定子取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 5.5.4 発電機軸受台取付ボルトの応力計算条件

発電機軸受台取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

## 5.6 応力の評価

### 5.6.1 ボルトの応力評価

5.4項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 以下であること。ただし、 $f_{toi}$ は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 $\tau_{bi}$ はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{sbi}$ 以下であること。ただし、 $f_{sbi}$ は下表による。

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S <sub>s</sub> による荷重との 組合せの場合
許容引張応力 $f_{toi}$	$\frac{F_i}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sbi}$	$\frac{F_i}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 動的機能維持評価方法

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の地震後の動的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度はVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機は地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。

機能確認済加速度を表6-1に示す。

表6-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
機 関	中速形 ディーゼル機関	水平	1.1
		鉛直	1.0
調速装置		水平	1.8
		鉛直	1.0
発電機	横形すべり軸受	水平	2.6
		鉛直	1.0



## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ディーゼル機関往復運動による水平方向震度	ディーゼル機関往復運動による鉛直方向震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル機関及び発電機	S	原子炉建物 EL 1.3*1			C <sub>H</sub> =0.65*2	C <sub>V</sub> =0.48*2	C <sub>H</sub> =1.84*3	C <sub>V</sub> =0.95*3	C <sub>EH</sub> =0.02	C <sub>EV</sub> =0.02	—	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *1 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *1 (mm)	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> *1
基礎ボルト (i=1)		1650	48 (M48)	915	915	54	25
				5148	6165		2
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)		1615	56 (M56)	915	915	36	18
				3310	3720		2
発電機固定子取付ボルト (i=3)		637.2	48 (M48)	1600	1600	6	3
				625	625		2
発電機軸受台取付ボルト (i=4)		637.2	42 (M42)	600	600	4	2
				200	200		2

部材	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>E</sub> (N・mm)
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	1.810×10 <sup>3</sup>	299*2 (40mm<径≤100mm)	498*2 (40mm<径≤100mm)	299	348	軸直角	軸	—
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)	2.463×10 <sup>3</sup>	764*2 (径≤60mm)	906*2 (径≤60mm)	634	634	軸直角	軸	6.465×10 <sup>7</sup>
発電機固定子取付ボルト (i=3)	1.810×10 <sup>3</sup>	764*2 (径≤60mm)	906*2 (径≤60mm)	634	634	軸	軸	—
発電機軸受台取付ボルト (i=4)	1.385×10 <sup>3</sup>	211*2 (40mm<径≤100mm)	394*2 (40mm<径≤100mm)	211	253	軸	軸	—

P (kW)	N (rpm)	E (MPa)	G (MPa)	I (mm <sup>4</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A (mm <sup>2</sup> )
3480	514	201000*2	77300*2	1.576×10 <sup>12</sup>	1.274×10 <sup>5</sup>	1.577×10 <sup>6</sup>

注記\*1：ボルトにおける上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)				
発電機固定子取付ボルト (i=3)				
発電機軸受台取付ボルト (i=4)				

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
水平方向	$T_H =$ <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span>
鉛直方向	$T_V =$ <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span>

1.4.2 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	S35C	引張	$\sigma_{b1} = 14$	$f_{ts1} = 224^*$	$\sigma_{b1} = 126$	$f_{ts1} = 261^*$
		せん断	$\tau_{b1} = 13$	$f_{sb1} = 173$	$\tau_{b1} = 34$	$f_{sb1} = 201$
ディーゼル機関 取付ボルト (i=2)	SCM435	引張	$\sigma_{b2} = 10$	$f_{ts2} = 475^*$	$\sigma_{b2} = 100$	$f_{ts2} = 475^*$
		せん断	$\tau_{b2} = 9$	$f_{sb2} = 366$	$\tau_{b2} = 25$	$f_{sb2} = 366$
発電機固定子 取付ボルト (i=3)	SCM435	引張	$\sigma_{b3} = 6$	$f_{ts3} = 475^*$	$\sigma_{b3} = 62$	$f_{ts3} = 475^*$
		せん断	$\tau_{b3} = 15$	$f_{sb3} = 366$	$\tau_{b3} = 42$	$f_{sb3} = 366$
発電機軸受台 取付ボルト (i=4)	SS41	引張	$\sigma_{b4} = 45$	$f_{ts4} = 158^*$	$\sigma_{b4} = 161$	$f_{ts4} = 185^*$
		せん断	$\tau_{b4} = 19$	$f_{sb4} = 122$	$\tau_{b4} = 51$	$f_{sb4} = 146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.3 動的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
機関	水平方向	0.81	1.1
	鉛直方向	0.58	1.0
调速装置	水平方向	0.81	1.8
	鉛直方向	0.58	1.0
発電機	水平方向	0.81	2.6
	鉛直方向	0.58	1.0

注記\*：設計用震度 I (基準地震動 S s) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ディーゼル機関往復運動による水平方向震度	ディーゼル機関往復運動による鉛直方向震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル機関及び発電機	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建物 EL 1.3 <sup>*1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =1.84 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.95 <sup>*2</sup>	C <sub>EH</sub> =0.02	C <sub>EV</sub> =0.02	—	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> <sup>*1</sup> (mm)	ℓ <sub>2i</sub> <sup>*1</sup> (mm)	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> <sup>*1</sup>
基礎ボルト (i=1)		1650	48 (M48)	915	915	54	25
				5148	6165		2
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)		1615	56 (M56)	915	915	36	18
				3310	3720		2
発電機固定子取付ボルト (i=3)		637.2	48 (M48)	1600	1600	6	3
				625	625		2
発電機軸受台取付ボルト (i=4)		637.2	42 (M42)	600	600	4	2
				200	200		2

部材	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>yi</sub> (MPa)	S <sub>ui</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> <sup>*</sup> (MPa)	転倒方向		M <sub>E</sub> (N・mm)
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	1.810×10 <sup>3</sup>	299 <sup>*2</sup> (40mm<径≤100mm)	498 <sup>*2</sup> (40mm<径≤100mm)	—	348	—	軸	—
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)	2.463×10 <sup>3</sup>	764 <sup>*2</sup> (径≤60mm)	906 <sup>*2</sup> (径≤60mm)	—	634	—	軸	—
発電機固定子取付ボルト (i=3)	1.810×10 <sup>3</sup>	764 <sup>*2</sup> (径≤60mm)	906 <sup>*2</sup> (径≤60mm)	—	634	—	軸	—
発電機軸受台取付ボルト (i=4)	1.385×10 <sup>3</sup>	211 <sup>*2</sup> (40mm<径≤100mm)	394 <sup>*2</sup> (40mm<径≤100mm)	—	253	—	軸	—

P (kW)	N (rpm)	E (MPa)	G (MPa)	I (mm <sup>4</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A (mm <sup>2</sup> )
3480	514	201000 <sup>*2</sup>	77300 <sup>*2</sup>	1.576×10 <sup>12</sup>	1.274×10 <sup>5</sup>	1.577×10 <sup>6</sup>

注記\*1：ボルトにおける上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
ディーゼル機関取付ボルト (i=2)	—		—	
発電機固定子取付ボルト (i=3)	—		—	
発電機軸受台取付ボルト (i=4)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
水平方向	$T_H =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_V =$ <input type="text"/>

2.4.2 ボルトの応力 (単位：MPa)

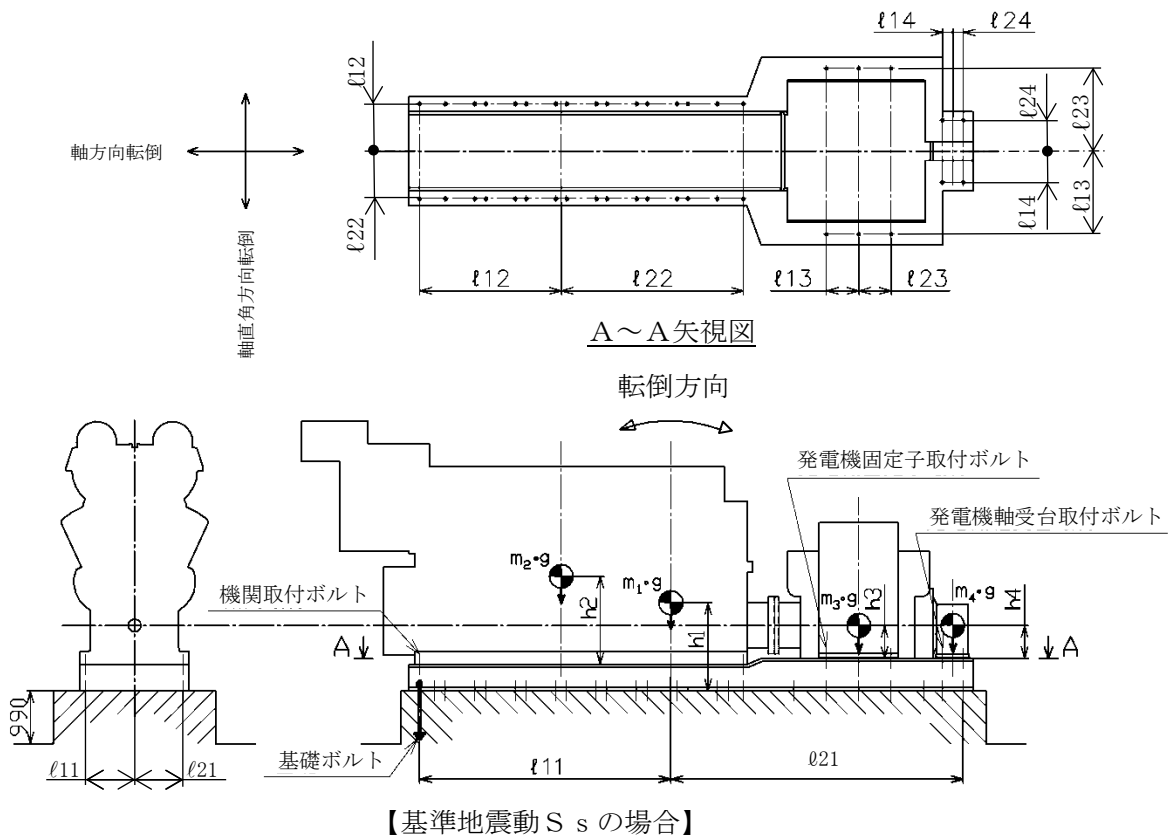
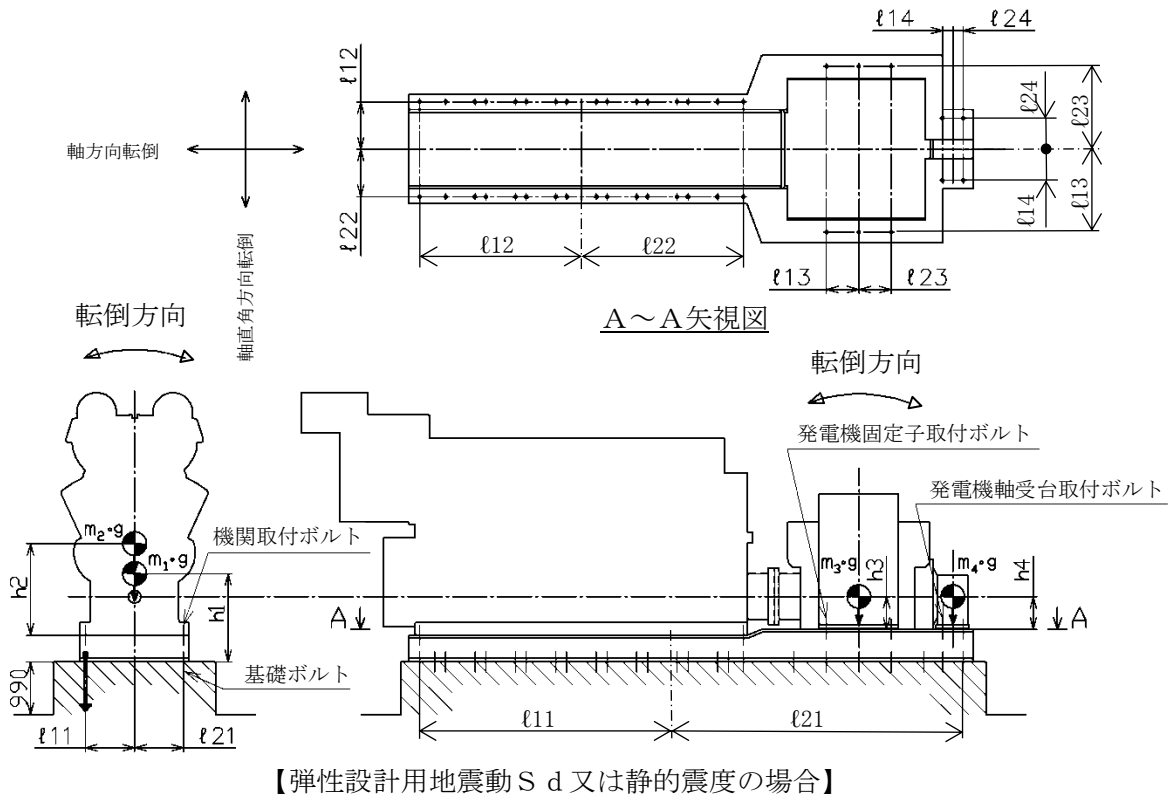
部材	材料	応力	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ( $i=1$ )	S35C	引張	—	—	$\sigma_{b1}=126$	$f_{ts1}=261^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=34$	$f_{sb1}=201$
ディーゼル機関 取付ボルト ( $i=2$ )	SCM435	引張	—	—	$\sigma_{b2}=100$	$f_{ts2}=475^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=25$	$f_{sb2}=366$
発電機固定子 取付ボルト ( $i=3$ )	SCM435	引張	—	—	$\sigma_{b3}=62$	$f_{ts3}=475^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b3}=42$	$f_{sb3}=366$
発電機軸受台 取付ボルト ( $i=4$ )	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b4}=161$	$f_{ts4}=185^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b4}=51$	$f_{sb4}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$   
 すべて許容応力以下である。

2.4.3 動的機能維持の評価結果 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
機関	水平方向	0.81	1.1
	鉛直方向	0.58	1.0
调速装置	水平方向	0.81	1.8
	鉛直方向	0.58	1.0
発電機	水平方向	0.81	2.6
	鉛直方向	0.58	1.0

注記\*：設計用震度 I (基準地震動  $S_s$ ) により定まる加速度  
 機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-2-2-2 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び  
保護継電装置の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220H1～H7)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220H1～H7) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備励磁装置 及び保護継電装置	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備励磁装置 及び保護継電装置	常設/防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設/防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験若しくはサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
高圧炉心スプレイ系ディーゼル 発電設備励磁装置及び保護継電装置 (2-2220H1～H7)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備励磁装置及び保護継電装置（2-2220H1～H7）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 励磁装置及び保護継 電装置 (2-2220H1～H7)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8* <sup>1</sup> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C <sub>H</sub> =0.78* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.56* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.16* <sup>3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="checkbox"/>	1230	16 (M16)	201.1	100	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *		F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
			S <sub>d</sub> :9	S <sub>s</sub> :15			弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	735	1020	S <sub>d</sub> :9	S <sub>s</sub> :15	215	258	短辺方向	短辺方向
	3990	7010	S <sub>d</sub> :6	S <sub>s</sub> :5				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備励磁 装置及び保護継電装置 (2-2220H1~H7)	水平方向	1.29	□
	鉛直方向	0.96	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高压炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 励磁装置及び保護継 電装置 (2-2220H1~H7)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1230	16 (M16)	201.1	100	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	735	1020	15	—	258	—	短辺方向
	3990	7010	5				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

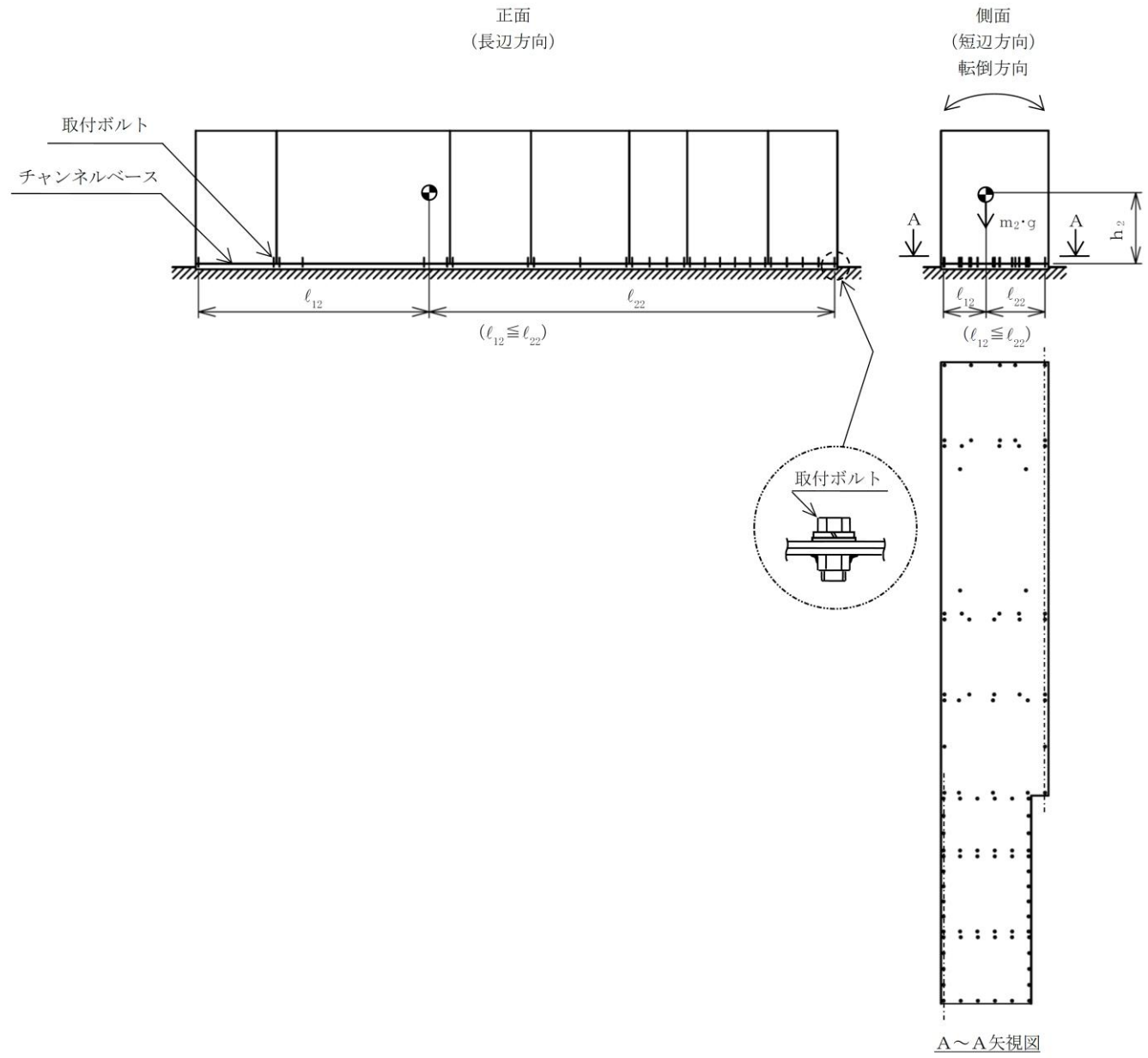
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備励磁 装置及び保護継電装置 (2-2220H1~H7)	水平方向	1.29	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-2-2-3 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備  
空気だめの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の計算	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 評価結果	10
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	10
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	10

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のスカート支持たて置円筒形容器であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-3 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
胴をスカートで支持し、 スカートを基礎ボルトで 基礎に据え付ける。	たて置円筒形 (上面及び下面に鏡板 を有するスカート支持 たて置円筒形容器)	<p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の計算

理論式により固有周期を計算する。固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

計算の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。固有周期の計算結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

水平	<input type="text"/>
鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-3 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 及び表 4-4 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 空気だめ	S	クラス3容器*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：クラス3容器の支持構造物を含む。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類 <sup>*1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 空気だめ	常設／防止 (DB拡張)	重大事故等 クラス2容器 <sup>*2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：重大事故等クラス2容器の支持構造物を含む。

\*3：「 $D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界*			
	一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と1.2・Sとの大きい方	左欄の1.5倍の値	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば、疲労解析は不要	
Ⅳ <sub>A</sub> S	0.6・S <sub>u</sub>	左欄の1.5倍の値		
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)			基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば、疲労解析は不要	

注記\*：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-4 許容応力（クラス 2， 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等以外)		許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	一次+二次応力	一次応力	
	引張	座屈 <sup>*3</sup>	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_b$ , $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$		$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)				

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

\*3：薄肉円筒形状のものの座屈の評価にあつては，クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
胴板	SB46* <sup>1</sup>	最高使用温度	100	—	220	433	—
スカート	SM41A* <sup>2</sup> (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	—	241	394	—
基礎ボルト	SS41* <sup>3</sup> (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—

注記\*1 : SB450 相当

\*2 : SM400A 相当

\*3 : SS400 相当

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
胴板	SB46* <sup>1</sup>	最高使用温度	100	—	220	433	—
スカート	SM41A* <sup>2</sup> (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	—	241	394	—
基礎ボルト	SS41* <sup>3</sup> (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—

注記\*1 : SB450 相当

\*2 : SM400A 相当

\*3 : SS400 相当

## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電設備 空気だめの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
高圧炉心スプレィ系ディーゼル 発電設備空気だめ	S	原子炉建物 EL 1.3*1	□	□	$C_H=0.66^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.87^{*3}$	$C_V=0.96^{*3}$	3.24	100	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (弾性設計用地震動 S d) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

$m_o$ (kg)	$m_e$ (kg)	$D_i$ (mm)	$t$ (mm)	$D_s$ (mm)	$t_s$ (mm)	$E$ (MPa)	$E_s$ (MPa)	$G$ (MPa)	$G_s$ (MPa)
□	□	1500	25.0	1519	6.0	198000*1	201000*2	76200*1	77300*2

$\varnothing$ (mm)	$\varnothing_s$ (mm)	$D_1$ (mm)	$D_2$ (mm)	$D_3$ (mm)	$s$	$n$	$D_c$ (mm)	$D_{b_o}$ (mm)
971	699	400	155.2	—	15	12	1630	1710

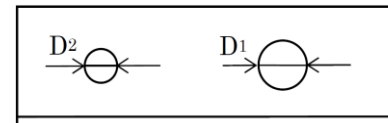
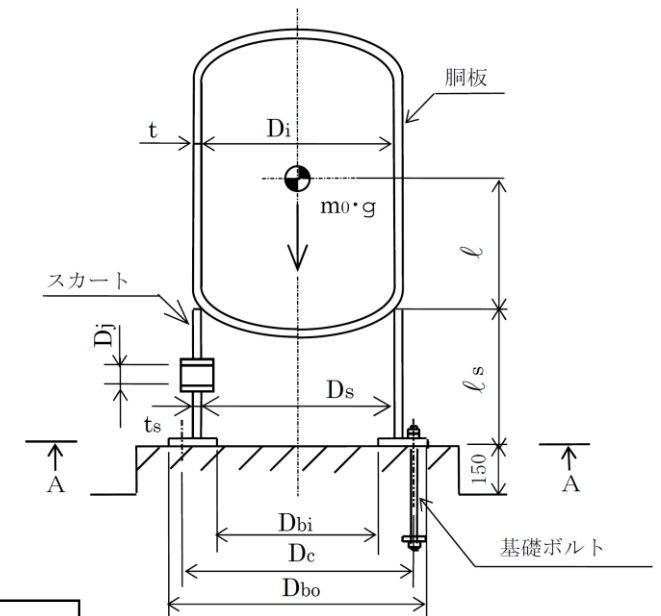
$D_{b_i}$ (mm)	$d$ (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$Y$ (mm)	$M_s$ (N・mm)	
				弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
1350	20 (M20)	314.2	560	$4.540 \times 10^7$	$1.286 \times 10^8$

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	$S$ (胴板) (MPa)	$S_y$ (スカート) (MPa)	$S_u$ (スカート) (MPa)	$F$ (スカート) (MPa)	$F$ (スカート) (MPa)
220*1	433*1	—	241*2 (厚さ ≤ 16mm)	394*2 (厚さ ≤ 16mm)	241	276

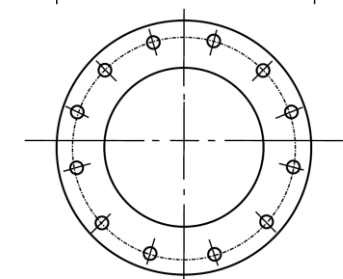
$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	$F$ (基礎ボルト) (MPa)	$F$ (基礎ボルト) (MPa)
231*2 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394*2 (16mm < 径 ≤ 40mm)	231	276

注記\*1: 最高使用温度で算出

\*2: 周囲環境温度で算出



スカート開口部の形状を示す。



A~A 矢視図

(単位: mm)

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>			
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	
静水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\phi 1} = 100$	$\sigma_{x1} = 50$	—	$\sigma_{\phi 1} = 100$	$\sigma_{x1} = 50$	—	
運転時質量による引張応力	—	$\sigma_{x2} = 0$	—	—	$\sigma_{x2} = 0$	—	
鉛直方向地震による引張応力	—	$\sigma_{x5} = 0$	—	—	$\sigma_{x5} = 0$	—	
空質量による圧縮応力	—	$\sigma_{x3} = 1$	—	—	$\sigma_{x3} = 1$	—	
鉛直方向地震による圧縮応力	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	
水平方向地震による応力	—	$\sigma_{x4} = 1$	$\tau = 1$	—	$\sigma_{x4} = 2$	$\tau = 2$	
応力の和	引張側	$\sigma_{\phi} = 100$	$\sigma_{xt} = 51$	—	$\sigma_{\phi} = 100$	$\sigma_{xt} = 52$	
	圧縮側	$\sigma_{\phi} = -100$	$\sigma_{xc} = -49$	—	$\sigma_{\phi} = -100$	$\sigma_{xc} = -48$	
組合せ応力	引張	$\sigma_{ot} = 100$			$\sigma_{ot} = 100$		
	圧縮	—			—		

(2) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>			
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	
鉛直方向地震による引張応力	—	$\sigma_{x5} = 0$	—	—	$\sigma_{x5} = 0$	—	
鉛直方向地震による圧縮応力	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	
水平方向地震による応力	—	$\sigma_{x4} = 1$	$\tau = 1$	—	$\sigma_{x4} = 2$	$\tau = 2$	
応力の和	引張側	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xt} = 1$	—	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xt} = 2$	
	圧縮側	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xc} = 1$	—	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xc} = 2$	
組合せ応力 (変動値)	引張	$\sigma_{2t} = 2$			$\sigma_{2t} = 5$		
	圧縮	$\sigma_{2c} = 2$			$\sigma_{2c} = 6$		

1.3.2 スカートに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		
	応力	組合せ応力	応力	組合せ応力	
運転時質量による応力	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_s = 9$	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_s = 22$	
鉛直方向地震による応力	$\sigma_{s3} = 1$		$\sigma_{s3} = 2$		
水平方向地震による応力	曲げ		$\sigma_{s2} = 6$		$\sigma_{s2} = 16$
	せん断		$\tau_s = 3$		$\tau_s = 6$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
引張応力	$\sigma_b = 15$	$\sigma_b = 61$
せん断応力	$\tau_b = 8$	$\tau_b = 21$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
水平方向	$T_H = \square$
鉛直方向	$T_V = \square$

1.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SB46	一次一般膜	$\sigma_o = 100$	$S_a = 220$	$\sigma_o = 100$	$S_a = 259$
		一次+二次	$\sigma_2 = 2$	$S_a = 440$	$\sigma_2 = 6$	$S_a = 440$
スカート	SM41A	組合せ	$\sigma_s = 9$	$f_{tm} = 241$	$\sigma_s = 22$	$f_{tm} = 276$
		圧縮と曲げ の組合せ (座屈の評価)	$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_{cm}} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_{bm}} \leq 1$		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_{cm}} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_{bm}} \leq 1$	
			0.04 (無次元)		0.10 (無次元)	
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b = 15$	$f_{ts} = 173^*$	$\sigma_b = 61$	$f_{ts} = 207^*$
		せん断	$\tau_b = 8$	$f_{sb} = 133$	$\tau_b = 21$	$f_{sb} = 159$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
高压炉系スプレィ系ディーゼル 発電設備空気だめ	常設/防止 (D B 拡張)	原子炉建物 EL 1.3 <sup>*1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.87 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.96 <sup>*2</sup>	3.24	100	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

2.2 機器要目

m <sub>o</sub> (kg)	m <sub>e</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	D <sub>s</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)	E (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	G (MPa)	G <sub>s</sub> (MPa)
□	□	1500	25.0	1519	6.0	198000 <sup>*1</sup>	201000 <sup>*2</sup>	76200 <sup>*1</sup>	77300 <sup>*2</sup>

∅	∅ <sub>s</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	s	n	D <sub>c</sub>	D <sub>bo</sub>
971	699	400	155.2	—	15	12	1630	1710

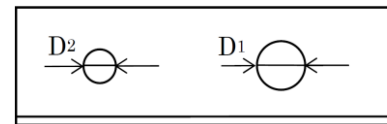
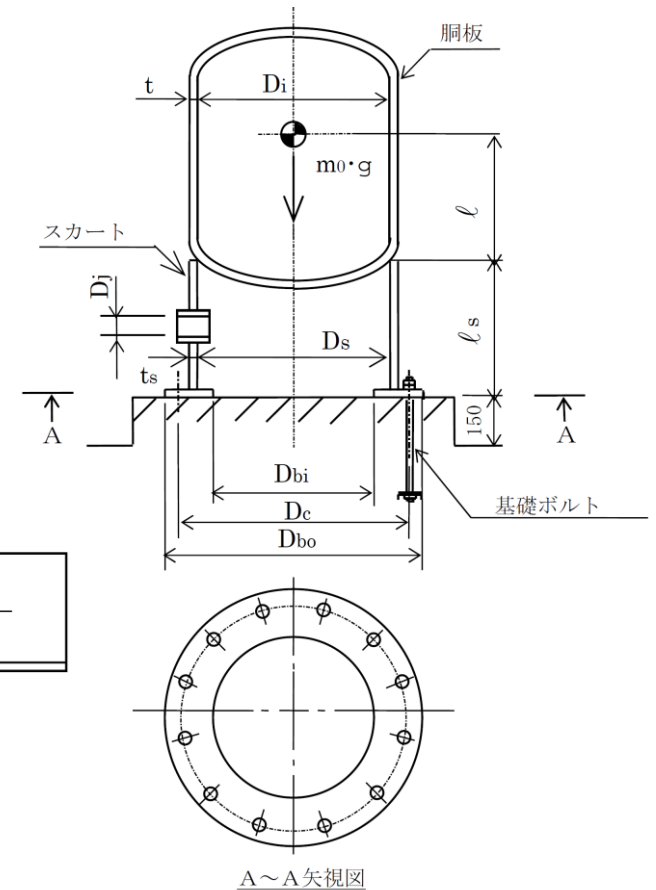
D <sub>bi</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	Y (mm)	M <sub>s</sub> (N・mm)	
				弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
1350	20 (M20)	314.2	560	—	1.286×10 <sup>8</sup>

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (スカート) (MPa)	S <sub>u</sub> (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	F* (スカート) (MPa)
220 <sup>*1</sup>	433 <sup>*1</sup>	—	241 <sup>*2</sup> (厚さ ≤ 16mm)	394 <sup>*2</sup> (厚さ ≤ 16mm)	241	276

S <sub>y</sub> (基礎ボルト) (MPa)	S <sub>u</sub> (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
231 <sup>*2</sup> (16mm < 径 ≤ 40mm)	394 <sup>*2</sup> (16mm < 径 ≤ 40mm)	—	276

注記\*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出



スカート開口部の形状を示す。

A～A 矢視図

(単位：mm)



2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭又は内圧による応力	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} = 100$	$\sigma_{x1} = 50$	—
運転時質量による引張応力	—	—	—	—	$\sigma_{x2} = 0$	—
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—	—	$\sigma_{x5} = 0$	—
空質量による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x3} = 1$	—
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x6} = 1$	—
水平方向地震による応力	—	—	—	—	$\sigma_{x4} = 2$	$\tau = 2$
応力の和	引張側	—	—	$\sigma_{\phi} = 100$	$\sigma_{xt} = 52$	—
	圧縮側	—	—	$\sigma_{\phi} = -100$	$\sigma_{xc} = -48$	—
組合せ応力	引張	—	—	$\sigma_{ot} = 100$		
	圧縮	—	—	—		

(2) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—	—	$\sigma_{x5} = 0$	—
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x6} = 1$	—
水平方向地震による応力	—	—	—	—	$\sigma_{x4} = 2$	$\tau = 2$
応力の和	引張側	—	—	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xt} = 2$	—
	圧縮側	—	—	$\sigma_{2\phi} = 0$	$\sigma_{2xc} = 2$	—
組合せ応力 (変動値)	引張	—	—	$\sigma_{2t} = 5$		
	圧縮	—	—	$\sigma_{2c} = 6$		

2.3.2 スカートに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	応力	組合せ応力	応力	組合せ応力
運転時質量による応力	—	—	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_s = 22$
鉛直方向地震による応力	—		$\sigma_{s3} = 2$	
水平方向地震による応力	曲げ		$\sigma_{s2} = 16$	
	せん断		$\tau_s = 6$	

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
引張応力	—	$\sigma_b = 61$
せん断応力	—	$\tau_b = 21$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
水平方向	$T_H = \square$
鉛直方向	$T_V = \square$

2.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SB46	一次一般膜	—	—	$\sigma_o = 100$	$S_a = 259$
		一次+二次	—	—	$\sigma_z = 6$	$S_a = 440$
スカート	SM41A	組合せ	—	—	$\sigma_s = 22$	$f_{tm} = 276$
		圧縮と曲げ の組合せ (座屈の評価)	—		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_{cm}} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_{bm}} \leq 1$	
			—		0.10 (無次元)	
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b = 61$	$f_{ts} = 207^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 21$	$f_{sb} = 159$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

VI-2-10-1-2-2-4 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル  
燃料デイトンクの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の計算	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 評価結果	9
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横置一胴円筒形容器であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-4 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>胴を当板を介して 2 個の脚で支持し、脚を基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>横置円筒形 (両端に鏡板を有する横置一胴円筒形容器)</p>	<p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の計算

理論式により固有周期を計算する。固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

計算の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。固有周期の計算結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

水平 (長手方向)			
水平 (横方向)			
鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-4 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、SRSS法を適用する。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 及び表 4-4 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料デイトンク	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：クラス 2， 3 容器及びクラス 2， 3 支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料デイトンク	常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> S として Ⅳ <sub>A</sub> S の許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：重大事故等クラス 2 容器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界*1			
	一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方 ただし、オーステナイト系ス テンレス鋼及び高ニッケル合 金については上記値と1.2・S のうち大きい方とする。	左欄の1.5倍の値	*2 弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	
Ⅳ <sub>A</sub> S				
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)	0.6・S <sub>u</sub>	左欄の1.5倍の値	*2 基準地震動S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	

注記\*1：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

\*2：2・S<sub>y</sub>を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313を除く。S<sub>m</sub>は2/3・S<sub>y</sub>と読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

表 4-4 許容応力（クラス 2， 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	組合せ	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)			

注記\*1： 応力の組合せが考えられる場合には， 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2： 当該の応力が生じない場合， 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	45	—	243	397	—
脚	SS41* (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SS41* (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	50	—	211	394	—

注記\* : SS400 相当

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	45	—	243	397	—
脚	SS41* (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SS41* (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	50	—	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料デイトンクの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料デイトンク	S	原子炉建物 EL 8.8*1			C <sub>H</sub> =0.78*2	C <sub>V</sub> =0.54*2	C <sub>H</sub> =1.56*3	C <sub>V</sub> =1.16*3	静水頭	45	50	0.86

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

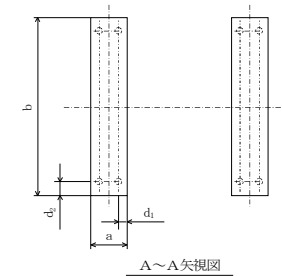
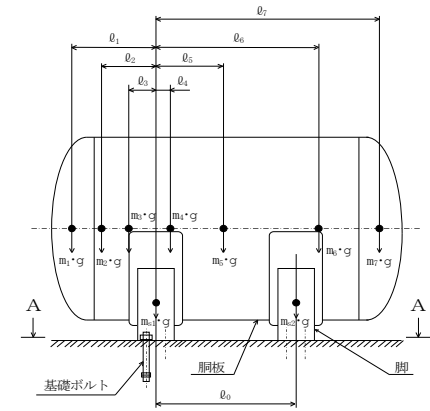
1.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)

ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	ℓ <sub>4</sub> (mm)	ℓ <sub>5</sub> (mm)	ℓ <sub>6</sub> (mm)	ℓ <sub>7</sub> (mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	H (mm)
-520	-375	-187.5	450	750	1687.5	2020	8.330×10 <sup>6</sup>	8.230×10 <sup>6</sup>	5.035×10 <sup>4</sup>	4.837×10 <sup>4</sup>	1715

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
			2200	9.0	21.0*1	1500	857	1325	0.428	170

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)
1037.5	200	3.125×10 <sup>10</sup>	4.065×10 <sup>8</sup>	3.012×10 <sup>7</sup>	2.032×10 <sup>6</sup>	1.959	1.509



10

S2 補 VI-2-10-1-2-2-4 R1

$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
$6.838 \times 10^4$	$201000^{*4}$	$77300^{*4}$	$2.786 \times 10^4$	$3.753 \times 10^4$	$2.037 \times 10^4$	$2.936 \times 10^4$

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$
		—	—								
		—	—								

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
15	4	2	2	400	2120	48 (M48)	1810	95	162.5

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	$F^*$ (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	$F^*$ (基礎ボルト) (MPa)
$243^{*3}$ (厚さ $\leq 16\text{mm}$ )	$397^{*3}$ (厚さ $\leq 16\text{mm}$ )	—	$231^{*4}$ ( $16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$ )	$394^{*4}$ ( $16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$ )	231	276	$211^{*4}$ ( $40\text{mm} < \text{径} \leq 100\text{mm}$ )	$394^{*4}$ ( $40\text{mm} < \text{径} \leq 100\text{mm}$ )	211	253

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2}=1$	—	$\sigma_{x 2}=1$	—	$\sigma_{x 2}=1$	—	$\sigma_{x 2}=1$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x 413}=2$	—	—	—	$\sigma_{x 413}=3$	—	—
組合せ応力	$\sigma_{o\ell}=3$		$\sigma_{oc}=3$		$\sigma_{o\ell}=5$		$\sigma_{oc}=4$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2}=1$	—	$\sigma_{x 2}=1$	—	$\sigma_{x 2}=1$	—	$\sigma_{x 2}=1$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=7$	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=7$	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=7$	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=7$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 71}=6$	$\sigma_{x 71}=4$	$\sigma_{\phi 71}=6$	$\sigma_{x 71}=4$	$\sigma_{\phi 71}=11$	$\sigma_{x 71}=8$	$\sigma_{\phi 71}=11$	$\sigma_{x 71}=8$	
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 411}=11$	$\sigma_{x 411}=3$	$\sigma_{\phi 51}=6$	$\sigma_{x 51}=18$	$\sigma_{\phi 411}=22$	$\sigma_{x 411}=5$	$\sigma_{\phi 51}=11$	$\sigma_{x 51}=35$
		$\sigma_{\phi 412}=10$	$\sigma_{x 412}=7$			$\sigma_{\phi 412}=19$	$\sigma_{x 412}=13$		
	せん断	$\tau_{\ell}=12$		$\tau_c=1$		$\tau_{\ell}=23$		$\tau_c=3$	
組合せ応力	$\sigma_{1\ell}=39$		$\sigma_{1c}=27$		$\sigma_{1\ell}=67$		$\sigma_{1c}=45$		



(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2} = 1$	—	$\sigma_{\phi 2} = 1$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6} = 1$	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	$\sigma_{x6} = 1$	—	$\sigma_{x6} = 1$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71} = 6$ $\sigma_{\phi 72} = 26$	$\sigma_{x71} = 4$ $\sigma_{x72} = 14$	$\sigma_{\phi 71} = 6$ $\sigma_{\phi 72} = 26$	$\sigma_{x71} = 4$ $\sigma_{x72} = 14$	$\sigma_{\phi 71} = 11$ $\sigma_{\phi 72} = 55$	$\sigma_{x71} = 8$ $\sigma_{x72} = 29$	$\sigma_{\phi 71} = 11$ $\sigma_{\phi 72} = 55$	$\sigma_{x71} = 8$ $\sigma_{x72} = 29$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 41} = 20$	$\sigma_{x41} = 10$	$\sigma_{\phi 51} = 6$	$\sigma_{x51} = 18$	$\sigma_{\phi 41} = 40$	$\sigma_{x41} = 21$	$\sigma_{\phi 51} = 11$	$\sigma_{x51} = 35$
		$\sigma_{\phi 421} = 5$ $\sigma_{\phi 422} = 46$	$\sigma_{x421} = 21$ $\sigma_{x422} = 24$	$\sigma_{\phi 52} = 63$	$\sigma_{x52} = 25$	$\sigma_{\phi 421} = 11$ $\sigma_{\phi 422} = 91$	$\sigma_{x421} = 42$ $\sigma_{x422} = 48$	$\sigma_{\phi 52} = 126$	$\sigma_{x52} = 50$
		$\sigma_{\phi 42} = 51$	$\sigma_{x42} = 45$			$\sigma_{\phi 42} = 101$	$\sigma_{x42} = 90$		
	せん断	$\tau_{\ell} = 12$		$\tau_c = 1$		$\tau_{\ell} = 23$		$\tau_c = 3$	
組合せ応力		$\sigma_{2\ell} = 165$		$\sigma_{2c} = 151$		$\sigma_{2\ell} = 332$		$\sigma_{2c} = 305$	

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

13

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力		圧縮	$\sigma_{s1} = 1$	$\sigma_{s1} = 1$	$\sigma_{s1} = 1$
鉛直方向地震による応力		圧縮	$\sigma_{s4} = 1$	$\sigma_{s4} = 1$	$\sigma_{s4} = 1$
水平方向地震による応力		曲げ	$\sigma_{s2} = 19$	$\sigma_{s3} = 2$	$\sigma_{s2} = 37$ $\sigma_{s3} = 4$
		せん断	$\tau_{s2} = 5$	$\tau_{s3} = 2$	$\tau_{s2} = 9$ $\tau_{s3} = 3$
組合せ応力		$\sigma_{s\ell} = 21$	$\sigma_{sc} = 4$	$\sigma_{s\ell} = 41$	$\sigma_{sc} = 7$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力		引張	$\sigma_{b1} = 37$	$\sigma_{b2} = 6$	$\sigma_{b1} = 83$ $\sigma_{b2} = 19$
水平方向地震による 応力		せん断	$\tau_{b1} = 12$	$\tau_{b2} = 6$	$\tau_{b1} = 24$ $\tau_{b2} = 12$

## 1.4 結論

## 1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期	
長手方向	$T_1 =$	
横方向	$T_2 =$	
鉛直方向	$T_3 =$	

## 1.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SS41	一次一般膜	$\sigma_o = 3$	$S_a = 238$	$\sigma_o = 5$	$S_a = 238$
		一次	$\sigma_1 = 39$	$S_a = 357$	$\sigma_1 = 67$	$S_a = 357$
		一次+二次	$\sigma_2 = 165$	$S_a = 486$	$\sigma_2 = 332$	$S_a = 486$
脚	SS41	組合せ	$\sigma_s = 21$	$f_{tm} = 231$	$\sigma_s = 41$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b = 37$	$f_{ts} = 158^*$	$\sigma_b = 83$	$f_{ts} = 190^*$
		せん断	$\tau_b = 12$	$f_{sb} = 122$	$\tau_b = 24$	$f_{sb} = 146$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料デイトンク	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 8.8*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	静水頭	45	50	0.86

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II (基準地震動 S s)

2.2 機器要目

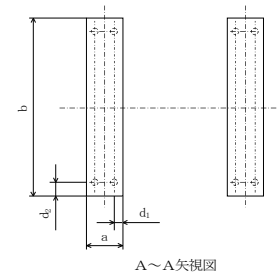
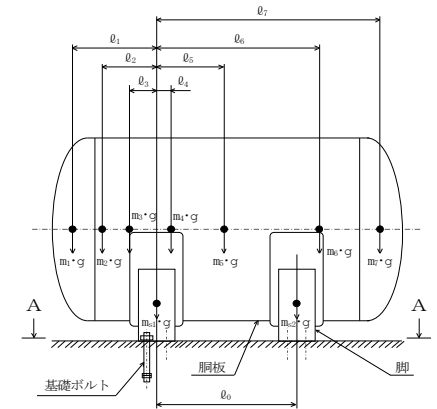
m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)

15

l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	l <sub>4</sub> (mm)	l <sub>5</sub> (mm)	l <sub>6</sub> (mm)	l <sub>7</sub> (mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	H (mm)
-520	-375	-187.5	450	750	1687.5	2020	8.330×10 <sup>6</sup>	8.230×10 <sup>6</sup>	5.035×10 <sup>4</sup>	4.837×10 <sup>4</sup>	1715

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	l <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	l <sub>w</sub> (mm)
			2200	9.0	21.0*1	1500	857	1325	0.428	170

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)
1037.5	200	3.125×10 <sup>10</sup>	4.065×10 <sup>8</sup>	3.012×10 <sup>7</sup>	2.032×10 <sup>6</sup>	1.959	1.509



$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s3}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s4}$ (mm <sup>2</sup> )
$6.838 \times 10^4$	$201000^{*4}$	$77300^{*4}$	$2.786 \times 10^4$	$3.753 \times 10^4$	$2.037 \times 10^4$	$2.936 \times 10^4$

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$
		—	—								
		—	—								

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
15	4	2	2	400	2120	48 (M48)	1810	95	162.5

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
$243^{*3}$ (厚さ $\leq 16$ mm)	$397^{*3}$ (厚さ $\leq 16$ mm)	—	$231^{*4}$ ( $16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$ )	$394^{*4}$ ( $16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$ )	—	276	$211^{*4}$ ( $40\text{mm} < \text{径} \leq 100\text{mm}$ )	$394^{*4}$ ( $40\text{mm} < \text{径} \leq 100\text{mm}$ )	—	253

16

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=1$	—	$\sigma_{x 2}=1$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413}=3$	—	—
組合せ応力	—		—		$\sigma_{o\ell}=5$		$\sigma_{oc}=4$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

17

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=1$	—	$\sigma_{x 2}=1$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=1$	—	$\sigma_{x 6}=1$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=7$	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=7$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=11$	$\sigma_{x 71}=8$	$\sigma_{\phi 71}=11$	$\sigma_{x 71}=8$	
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 411}=22$ $\sigma_{\phi 412}=19$ $\sigma_{\phi 41}=40$	$\sigma_{x 411}=5$ $\sigma_{x 412}=13$ $\sigma_{x 41}=21$	$\sigma_{\phi 51}=11$	$\sigma_{x 51}=35$
		せん断	—	—	—	$\tau_{\ell}=23$	$\tau_c=3$		
組合せ応力	—		—		$\sigma_{1\ell}=67$		$\sigma_{1c}=45$		

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} = 1$	—	$\sigma_{x 6} = 1$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} = 11$ $\sigma_{\phi 72} = 55$	$\sigma_{x 71} = 8$ $\sigma_{x 72} = 29$	$\sigma_{\phi 71} = 11$ $\sigma_{\phi 72} = 55$	$\sigma_{x 71} = 8$ $\sigma_{x 72} = 29$
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} = 40$	$\sigma_{x 41} = 21$	$\sigma_{\phi 51} = 11$	$\sigma_{x 51} = 35$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} = 11$ $\sigma_{\phi 422} = 91$	$\sigma_{x 421} = 42$ $\sigma_{x 422} = 48$	$\sigma_{\phi 52} = 126$	$\sigma_{x 52} = 50$
	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} = 101$	$\sigma_{x 42} = 90$			
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} = 23$		$\tau_c = 3$	
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\ell} = 332$		$\sigma_{2c} = 305$	

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

18

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力		—	—	$\sigma_{s1} = 1$	$\sigma_{s1} = 1$
鉛直方向地震による応力		—	—	$\sigma_{s4} = 1$	$\sigma_{s4} = 1$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2} = 37$	$\sigma_{s3} = 4$
	せん断	—	—	$\tau_{s2} = 9$	$\tau_{s3} = 3$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\ell} = 41$	$\sigma_{sc} = 7$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力		—	—	$\sigma_{b1} = 83$	$\sigma_{b2} = 19$
水平方向地震による 応力		—	—	$\tau_{b1} = 24$	$\tau_{b2} = 12$

## 2.4 結論

## 2.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期	
長手方向	$T_1 =$	
横方向	$T_2 =$	
鉛直方向	$T_3 =$	

## 2.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SS41	一次一般膜	—	—	$\sigma_0 = 5$	$S_a = 238$
		一次	—	—	$\sigma_1 = 67$	$S_a = 357$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 332$	$S_a = 486$
脚	SS41	組合せ	—	—	$\sigma_s = 41$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b = 83$	$f_{ts} = 190^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 24$	$f_{sb} = 146$

19 注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

VI-2-10-1-2-2-5 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル  
燃料移送ポンプの耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 構造強度評価	4
3.1 構造強度評価方法	4
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
3.3 計算条件	4
4. 機能維持評価	9
4.1 基本方針	9
4.2 ポンプの動的機能維持評価	10
4.3 原動機の動的機能維持評価	18
5. 評価結果	18
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	18
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	18

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

なお、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横形ポンプと類似の構造であるため、構造強度評価はVI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき剛構造として評価を行う。また、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない横置きスクリー式ポンプであるため、新たに評価項目を検討し、評価項目の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの構造計画を表2-1及び表2-2に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ポンプ等はポンプ取付ボルト及び原動機取付ボルトでポンプベースに固定され、ポンプベースは基礎ボルトで基礎に据え付ける。なお、ポンプ等はディーゼル燃料移送ポンプ防護対策設備に覆われる構造である。</p>	<p>スクリー式 (スクリー式横形ポンプ)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位: mm)</p>

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ポンプの軸は軸受に支持される。	スクリー式 (スクリー式横形ポンプ)	<p>メカニカルシール</p> <p>主ねじ (主軸)</p> <p>軸受 (原動機側)</p> <p>軸受 (負荷側)</p> <p>520</p> <p>305</p> <p>(ポンプ側断面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

### 3. 構造強度評価

#### 3.1 構造強度評価方法

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。なお、ポンプ等はディーゼル燃料移送ポンプ防護対策設備に覆われており、ポンプベースを共有することから、構造強度評価はディーゼル燃料移送ポンプ防護対策設備の質量を考慮する。

#### 3.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

##### 3.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-3 のとおりとする。

##### 3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

#### 3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料移送ポンプ	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他のポンプ及びその他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料移送ポンプ	常設／防止 (DB拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*<sup>2</sup>：その他のポンプ及びその他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 3-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
基礎ボルト	SS41* (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
ポンプ取付ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	最高使用温度	40	235	400	—
原動機取付ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

注記\* : SS400 相当



表 3-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
基礎ボルト	SS41* (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
ポンプ取付ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	最高使用温度	40	235	400	—
原動機取付ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

注記\* : SS400 相当

#### 4. 機能維持評価

##### 4.1 基本方針

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない横置きのスクリュー式ポンプであるため、新たに評価項目を検討し、評価項目の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

詳細評価に用いる応答加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

- (1) 原動機は横形ころがり軸受電動機であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されている電動機の機能確認済加速度を適用する。

## 4.2 ポンプの動的機能維持評価

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプは、地震後機能維持が要求される設備であるが、ポンプの動的機能維持評価は保守的に動作時の評価を実施する。

### 4.2.1 評価対象部位

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプは、原子力発電耐震設計特別調査委員会報告書「動的機器の地震時機能維持評価に関する調査報告書（昭和62年2月）」及び電力共通研究「動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究（平成25年3月）」における遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの既往知見を踏まえ、地震時異常要因分析に基づいて、評価項目を以下のとおり抽出して評価を実施する。

- a. 基礎ボルト
- b. 取付ボルト
- c. 軸
- d. 軸受
- e. 摺動部（主ねじ部）
- f. メカニカルシール
- g. 軸継手

このうち「a. 基礎ボルト」「b. 取付ボルト」については、「3. 構造強度評価」に従い評価を行った「5. 評価結果」にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認している。また、「g. 軸継手」は、軸受でスラスト荷重を受け持つことで軸継手にスラスト荷重が発生しない構造であるため、評価対象外とする。

以上より、本計算書においては、軸、軸受、摺動部（主ねじ部）及びメカニカルシールを評価対象部位とする。

### 4.2.2 評価基準値

軸の許容応力は、軸の変形等による回転機能への影響を考慮し、軸の変形を弾性範囲内に留めるよう、その他の支持構造物の許容応力状態ⅢA Sに準拠し設定する。摺動部（主ねじ部）については、主ねじとスリーブの接触による、回転機能及び移送機能への影響を考慮して主ねじとスリーブ間隙間を評価基準値とする。軸受は、回転機能確保の観点より荷重（面圧）を、メカニカルシールは、流体保持機能確保の観点よりシール回転環の変位可能量を評価基準値とする。評価基準値を表4-1に示す。

表4-1 評価基準値

評価対象部位	材料	単位	評価基準値
軸		MPa	
軸受（原動機側）	—	N	
軸受（負荷側）		MPa	
摺動部（主ねじ部）	—	mm	
メカニカルシール	—	mm	

#### 4.2.3 記号の説明

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの動的機能維持評価に使用する記号を表4-2に示す。

表4-2 記号の説明

記号	記号の説明	単位
a	軸端から支点Aまでの距離 ( $=\ell_2$ )	mm
A	軸の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>RB</sub>	ラジアル荷重を受ける軸受 (負荷側) の投影面積	mm <sup>2</sup>
b	軸端から支点Bまでの距離	mm
C <sub>H</sub>	水平方向震度	—
C <sub>P</sub>	ポンプ振動による震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向震度	—
d	軸の評価における軸径	mm
E	縦弾性係数	MPa
g	重力加速度 ( $=9.80665$ )	m/s <sup>2</sup>
I <sub>1</sub>	摺動部 (主ねじ部) の評価における軸の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
I <sub>2</sub>	メカニカルシールの評価における軸の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
$\ell$	軸長さ	mm
$\ell_1$	支点間距離	mm
$\ell_2$	軸端から支点Aまでの距離 ( $=a$ )	mm
M	最大曲げモーメント	N・mm
m <sub>0</sub>	軸系総質量	kg
m <sub>1</sub>	軸質量	kg
m <sub>2</sub>	軸継手質量	kg
M <sub>A1</sub>	支点Aの軸等分布荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>A2</sub>	支点Aの軸継手端部荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>B1</sub>	支点Bの軸等分布荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>P</sub>	ポンプ回転により作用するモーメント	N・mm
N	回転速度 (原動機の同期回転速度)	rpm
P	原動機出力	kW
P <sub>RB</sub>	ラジアル荷重による軸受 (負荷側) の面圧	MPa
W <sub>0</sub>	軸受にかかる通常運転時荷重	N
W <sub>1</sub>	地震力を考慮した軸等分布荷重	N/mm
W <sub>2</sub>	地震力を考慮した軸端部荷重	N
W <sub>3</sub>	地震力を考慮した軸質量による支点A, B間中央位置にかかる荷重	N
W <sub>0R</sub>	軸受 (原動機側) の静等価ラジアル荷重	N
W <sub>RA</sub>	軸受 (原動機側) にかかる地震時のラジアル荷重	N

記号	記号の説明	単位
$W_{RB}$	軸受（負荷側）にかかる地震時のラジアル荷重	N
$W_S$	軸受（原動機側）にかかる地震時のスラスト荷重	N
$x_1$	軸端から支点A, B間中央位置までの距離	mm
$x_2$	軸端からメカニカルシールシール面までの距離	mm
$X_0$	静ラジアル荷重係数	—
$Y_0$	静アキシアル荷重係数	—
$Z$	軸の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_P$	軸の極断面係数	mm <sup>3</sup>
$\delta_1$	摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量	mm
$\delta_2$	シール面における軸のたわみ量	mm
$\pi$	円周率	—
$\sigma$	軸に生じる引張及び曲げ応力の和	MPa
$\sigma_S$	軸に生じる組合せ応力	MPa
$\tau$	軸に生じるねじり応力	MPa

4.2.4 評価方法

(1) 軸

軸の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合の引張及び曲げ応力の和とねじり応力の組合せによる軸の応力を算出し、発生する応力値が許容応力値を下回ることを確認する。

軸の計算モデルを図4-1に示す。

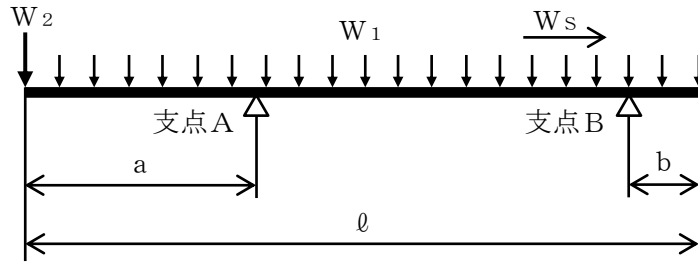


図4-1 軸の計算モデル

軸に生じる組合せ応力  $\sigma_s$  は次式で求める。

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.1)$$

軸に生じる引張及び曲げ応力の和  $\sigma$  は次式で求める。

$$\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{W_s}{A} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.2)$$

最大曲げモーメント  $M$  は次式で求める。

$$M = \text{Max} ( M_{A1} + M_{A2}, M_{B1} ) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.3)$$

ここで、支点Aの軸等分布荷重による曲げモーメント  $M_{A1}$  は

$$M_{A1} = \frac{W_1 \cdot a^2}{2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.4)$$

ここで、支点Aの軸継手端部荷重による曲げモーメント  $M_{A2}$  は

$$M_{A2} = W_2 \cdot a \quad \dots \dots \dots (4.2.4.5)$$

ここで、支点Bの軸等分布荷重による曲げモーメント  $M_{B1}$  は

$$M_{B1} = \frac{W_1 \cdot b^2}{2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.6)$$

ここで、地震力を考慮した軸等分布荷重 $W_1$ は

$$W_1 = \frac{m_1 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P)}{\ell} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.7)$$

ここで、地震力を考慮した軸継手端部荷重 $W_2$ は

$$W_2 = m_2 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.8)$$

軸の断面係数 $Z$ は次式で求める。

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.9)$$

軸受（原動機側）にかかる地震時のスラスト荷重 $W_s$ は次式で求める。

$$W_s = m_0 \cdot g \cdot (C_H + C_P) + W_0 \quad \dots \dots \dots (4.2.4.10)$$

軸の断面積 $A$ は次式で求める。

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.11)$$

軸に生じるねじり応力 $\tau$ は次式で求める。

$$\tau = \frac{M_P}{Z_P} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.12)$$

ここで、ポンプ回転により作用するモーメント $M_P$ は

$$M_P = \left[ \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right] \cdot 10^6 \cdot P \quad \dots \dots \dots (4.2.4.13)$$

(1kW=10<sup>6</sup>N・mm/s)

ここで、軸の極断面係数 $Z_P$ は

$$Z_P = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.14)$$

## (2) 軸受

軸受の評価は、地震力が加わる場合に発生する全荷重について保守的にそれぞれの軸受が受けるものとし、地震による荷重が軸受の許容荷重（許容面圧）以下であることを確認する。ただし、軸受（原動機側）は玉軸受のためラジアル荷重及びスラスト荷重が作用し、軸受（負荷側）はすべり軸受のためラジアル荷重が作用することから、構造上の違いを考慮して各軸受の評価を行う。

## a. 軸受（原動機側）の静等価ラジアル荷重

軸受（原動機側）の静等価ラジアル荷重 $W_{OR}$ は次式で求める。

$$W_{OR} = \text{Max} (X_0 \cdot W_{RA} + Y_0 \cdot W_S, W_{RA}) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.15)$$

ここで、軸受（原動機側）にかかる地震時のラジアル荷重 $W_{RA}$ は

$$W_{RA} = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.16)$$

ここで、軸受（原動機側）にかかる地震時のスラスト荷重 $W_S$ は

$$W_S = m_0 \cdot g \cdot (C_H + C_P) + W_0 \quad \dots \dots \dots (4.2.4.17)$$

## b. 軸受（負荷側）のラジアル荷重（面圧）

ラジアル荷重による軸受（負荷側）の面圧 $P_{RB}$ は次式で求める。

$$P_{RB} = \frac{W_{RB}}{A_{RB}} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.18)$$

ここで、軸受（負荷側）にかかる地震時のラジアル荷重 $W_{RB}$ は

$$W_{RB} = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.19)$$



(3) 摺動部（主ねじ部）

摺動部の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合の摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量を算出し、発生するたわみ量が主ねじとスリーブ間隙間内であることを確認する。

摺動部（主ねじ部）の計算モデルを図4-2に示す。

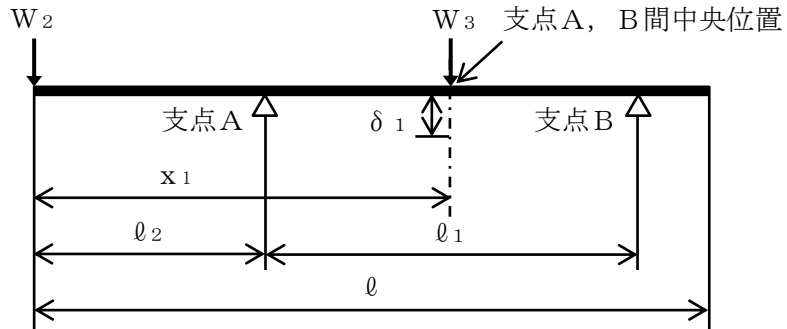


図4-2 摺動部（主ねじ部）の計算モデル

摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量 $\delta_1$ は次式で求める。

$$\delta_1 = \frac{W_3 \cdot l_1^3}{48 \cdot E \cdot I_1} + \left[ -\frac{x_1 - l_2}{6 \cdot E \cdot I_1 \cdot l_1} \cdot \{W_2 \cdot l_2 \cdot (x_1 - l_2)^2 - 3 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1 \cdot (x_1 - l_2) + 2 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1^2\} \right] \dots \dots \dots (4.2.4.20)$$

ここで、地震力を考慮した軸質量による支点A、B間中央位置にかかる荷重 $W_3$ は

$$W_3 = m_1 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \dots \dots \dots (4.2.4.21)$$

(4) メカニカルシール

軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合のメカニカルシールシール面における軸の軸直角方向たわみ量を算出し、発生するたわみ量がメカニカルシール回転環の変位可能量を下回ることを確認する。

メカニカルシールの計算モデルを図4-3に示す。

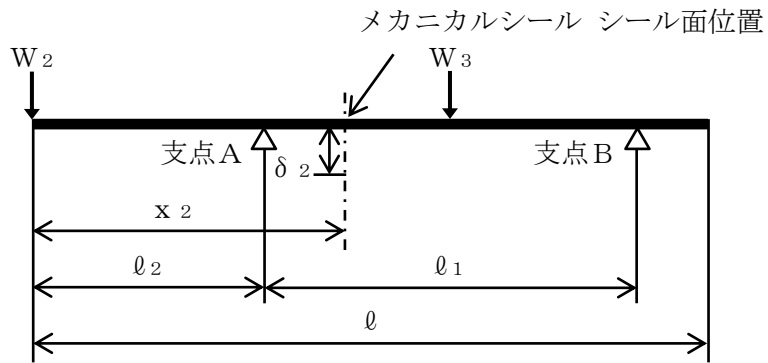


図4-3 メカニカルシールの計算モデル

シール面における軸のたわみ量  $\delta_2$  は次式で求める。

$$\delta_2 = \frac{W_3 \cdot l_1^3}{48 \cdot E \cdot I_2} \cdot \left( \frac{3 \cdot (x_2 - l_2)}{l_1} - \frac{4 \cdot (x_2 - l_2)^3}{l_1^3} \right) + \left( - \frac{x_2 - l_2}{6 \cdot E \cdot I_2 \cdot l_1} \cdot \{ W_2 \cdot l_2 \cdot (x_2 - l_2)^2 - 3 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1 \cdot (x_2 - l_2) + 2 \cdot W_2 \cdot l_2 \cdot l_1^2 \} \right) \dots \dots \dots (4.2.4.22)$$

#### 4.3 原動機の動的機能維持評価

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプ用原動機は地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。

機能確認済加速度を表4-3に示す。

表4-3 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
原動機	横形ころがり 軸受電動機	水平	4.7
		鉛直	1.0

### 5. 評価結果

#### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを確認した。

##### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

##### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを確認した。

##### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

##### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 構造強度評価

1.1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料移送ポンプ	S	取水エリア EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.49*3	C <sub>V</sub> =0.67*3	C <sub>H</sub> =2.96*4	C <sub>V</sub> =1.33*4	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）及び静的震度を上回る設計震度

\*4：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *1 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *1 (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> *1
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	251	109	151	12 (M12)	113.1	4	2
			225	225				2
ポンプ取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	125	100	100	16 (M16)	201.1	4	2
			70	70				2
原動機取付ボルト (i=3)	<input type="text"/>	100	80	80	10 (M10)	78.54	4	2
			70	70				2

部材	S <sub>yi</sub> (MPa)	S <sub>ui</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>p</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	241* <sup>2</sup> (径≦16mm)	394* <sup>2</sup> (径≦16mm)	241	276	軸直角		—
ポンプ取付ボルト (i=2)	235* <sup>3</sup> (16mm<径≦40mm)	400* <sup>3</sup> (16mm<径≦40mm)	235	280	軸		—
原動機取付ボルト (i=3)	231* <sup>2</sup> (16mm<径≦40mm)	394* <sup>2</sup> (16mm<径≦40mm)	231	276	軸直角	軸	1.167×10 <sup>4</sup>

注記\*1：各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

\*3：最高使用温度で算出

HP (μm)	N (ポンプ) (rpm)	N (原動機) (rpm)

1.1.3 計算数値

1.1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	[Blank]			
ポンプ取付ボルト (i=2)				
原動機取付ボルト (i=3)				

20

1.1.4 結論

1.1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=12$	$f_{ts1}=180^*$	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=207^*$
		せん断	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=139$	$\tau_{b1}=13$	$f_{sb1}=159$
ポンプ取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=3$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$
原動機取付ボルト (i=3)	SS41	引張	$\sigma_{b3}=3$	$f_{ts3}=173^*$	$\sigma_{b3}=6$	$f_{ts3}=207^*$
		せん断	$\tau_{b3}=2$	$f_{sb3}=133$	$\tau_{b3}=4$	$f_{sb3}=159$

注記\* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.2 動的機能維持評価

1.2.1 設計条件

機器名称	形式	定格容量 (m <sup>3</sup> /h)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料移送ポンプ	スクリー式	4.0	取水エリア EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.22*3	C <sub>V</sub> =0.78*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S s)

機器名称	形式	出力 (kW)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料移送ポンプ用原動機	横形ころがり 軸受電動機	2.2	取水エリア EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.22*3	C <sub>V</sub> =0.78*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	—	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S s)

1.2.2 機器要目

m 0 (kg)	m 1 (kg)	m 2 (kg)	ℓ (mm)	ℓ 1 (mm)	ℓ 2 (mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	x 1 (mm)	x 2 (mm)

ARB (mm <sup>2</sup> )	E (MPa)	I 1 (mm <sup>4</sup> )	I 2 (mm <sup>4</sup> )	N (rpm)	P (kW)	W 0 (N)	X 0	Y 0
					2.2			

1.2.3 結論

1.2.3.1 機能確認済加速度との比較

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	1.22	—
	鉛直方向	0.78	—
原動機	水平方向	1.22	4.7
	鉛直方向	0.78	1.0

注記\*: 設計用震度 I (基準地震動 S s) により定まる加速度

ポンプは、本文 4.2.1 項に基づき、1.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価で評価する。

原動機は、機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下である。

1.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価

1.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト及びポンプ取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

1.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価

1.2.3.2.2.1 軸の評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸	5	

すべて許容応力以下である。

1.2.3.2.2.2 軸受の評価

(単位：N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸受（原動機側）	142.3	

すべて許容荷重以下である。

(単位：MPa)

評価部位	発生面圧	許容面圧
軸受（負荷側）	0.26	

すべて許容面圧以下である。

1.2.3.2.2.3 摺動部（主ねじ部）の評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	スリーブ間隙間
摺動部（主ねじ部）	0.001	

すべてスリーブ間隙間以下である。

1.2.3.2.2.4 メカニカルシールの評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	変位可能量
メカニカルシール	0.001	

すべて変位可能量以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 構造強度評価

2.1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料移送ポンプ	常設/防止 (DB拡張)	取水エリア EL 7.55 (EL 8.5* <sup>1</sup> )	—* <sup>2</sup>	—* <sup>2</sup>	—	—	C <sub>H</sub> =2.96* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.33* <sup>3</sup>	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> * <sup>1</sup> (mm)	ℓ <sub>2i</sub> * <sup>1</sup> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> * <sup>1</sup>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	251	109	151	12 (M12)	113.1	4	2
			225	225				2
ポンプ取付ボルト (i=2)		125	100	100	16 (M16)	201.1	4	2
			70	70				2
原動機取付ボルト (i=3)		100	80	80	10 (M10)	78.54	4	2
			70	70				2

部材	S <sub>yi</sub> (MPa)	S <sub>ui</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>p</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	241* <sup>2</sup> (径≤16mm)	394* <sup>2</sup> (径≤16mm)	—	276	—	軸直角	—
ポンプ取付ボルト (i=2)	235* <sup>3</sup> (16mm<径≤40mm)	400* <sup>3</sup> (16mm<径≤40mm)	—	280	—	軸	—
原動機取付ボルト (i=3)	231* <sup>2</sup> (16mm<径≤40mm)	394* <sup>2</sup> (16mm<径≤40mm)	—	276	—	軸	—

注記\*1: 各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2: 周囲環境温度で算出

\*3: 最高使用温度で算出



H <sub>P</sub> (μm)	N (ポンプ) (rpm)	N (原動機) (rpm)

2.1.3 計算数値

2.1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
ポンプ取付ボルト (i=2)	—		—	
原動機取付ボルト (i=3)	—		—	

24

2.1.4 結論

2.1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=13$	$f_{sb1}=159$
ポンプ取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$
原動機取付ボルト (i=3)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b3}=6$	$f_{ts3}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b3}=4$	$f_{sb3}=159$

注記\* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$   
 すべて許容応力以下である。

2.2 動的機能維持評価

2.2.1 設計条件

機器名称	形式	定格容量 (m <sup>3</sup> /h)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料移送ポンプ	スクリー式	4.0	取水エリア EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.22*3	C <sub>V</sub> =0.78*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	40	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく, 計算は省略する。

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S s)

機器名称	形式	出力 (kW)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料移送ポンプ用原動機	横形ころがり 軸受電動機	2.2	取水エリア EL 7.55 (EL 8.5*1)	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.22*3	C <sub>V</sub> =0.78*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	—	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく, 計算は省略する。

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S s)

2.2.2 機器要目

m 0 (kg)	m 1 (kg)	m 2 (kg)	ℓ (mm)	ℓ 1 (mm)	ℓ 2 (mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	x 1 (mm)	x 2 (mm)

A R B (mm <sup>2</sup> )	E (MPa)	I 1 (mm <sup>4</sup> )	I 2 (mm <sup>4</sup> )	N (rpm)	P (kW)	W 0 (N)	X 0	Y 0
					2.2			

2.2.3 結論

2.2.3.1 機能確認済加速度との比較

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	1.22	—
	鉛直方向	0.78	—
原動機	水平方向	1.22	4.7
	鉛直方向	0.78	1.0

注記\*: 設計用震度 I (基準地震動 S s) により定まる加速度

ポンプは, 本文 4.2.1 項に基づき, 2.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価で評価する。

原動機は, 機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下である。

2.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価

2.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト及びポンプ取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

2.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価

2.2.3.2.2.1 軸の評価 (単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸	5	

すべて許容応力以下である。

2.2.3.2.2.2 軸受の評価 (単位：N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸受（原動機側）	142.3	

すべて許容荷重以下である。

(単位：MPa)

評価部位	発生面圧	許容面圧
軸受（負荷側）	0.26	

すべて許容面圧以下である。

2.2.3.2.2.3 摺動部（主ねじ部）の評価 (単位：mm)

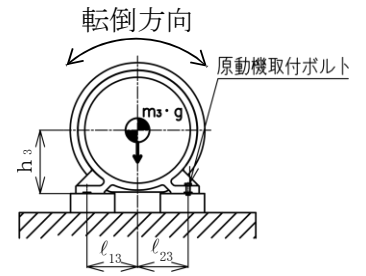
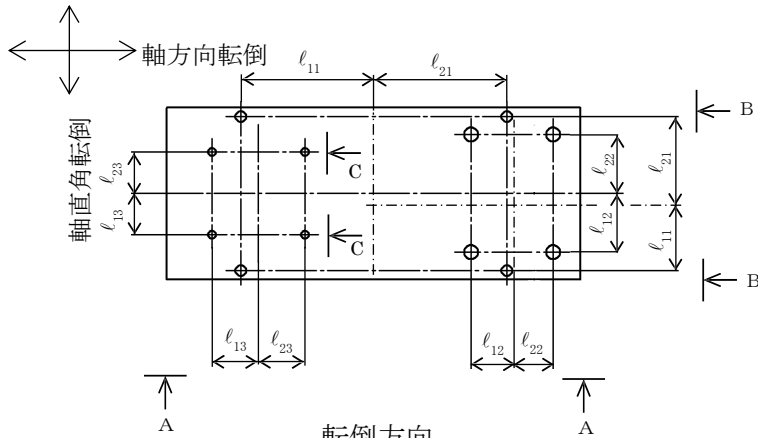
評価部位	たわみ量	スリーブ間隙間
摺動部（主ねじ部）	0.001	

すべてスリーブ間隙間以下である。

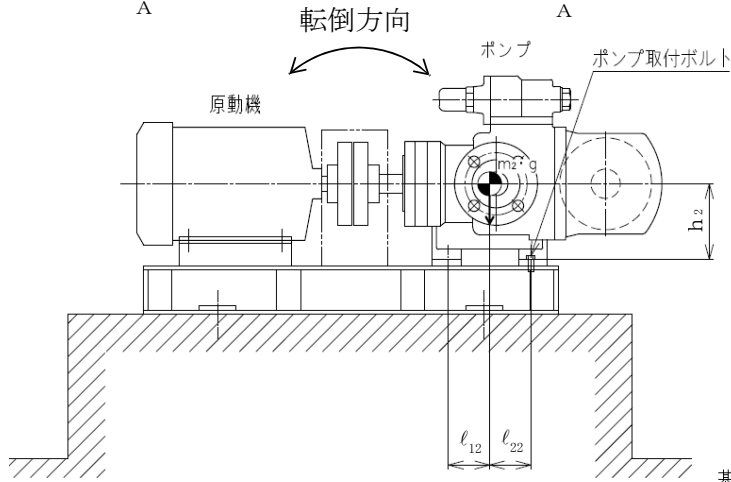
2.2.3.2.2.4 メカニカルシールの評価 (単位：mm)

評価部位	たわみ量	変位可能量
メカニカルシール	0.001	

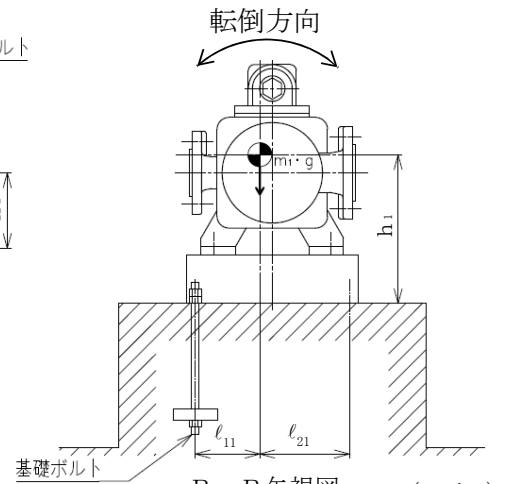
すべて変位可能量以下である。



C~C 矢視図  
(原動機取付ボルト)

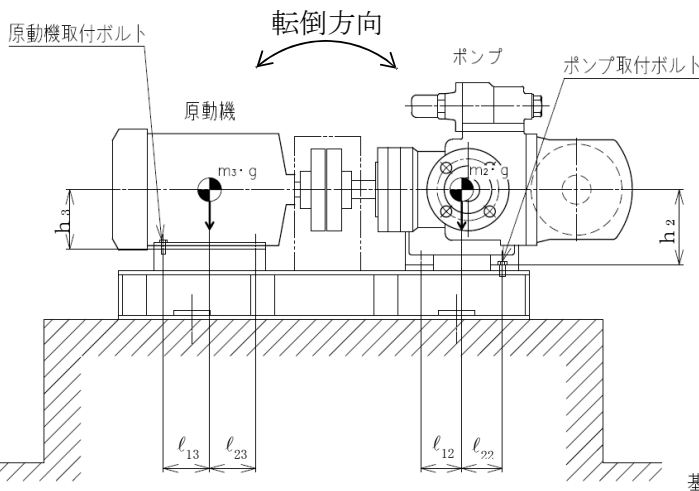
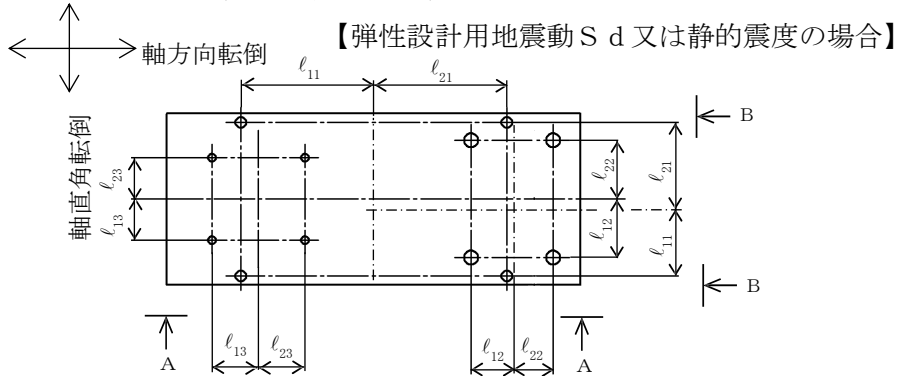


A~A 矢視図  
(ポンプ取付ボルト)

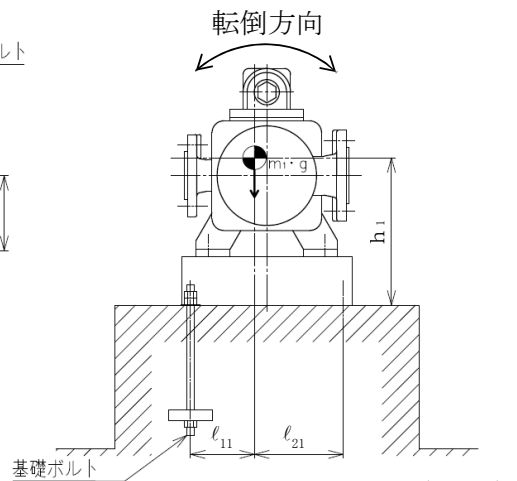


B~B 矢視図  
(基礎ボルト)

( $l_{11} \leq l_{21}$ )



A~A 矢視図  
(ポンプ, 原動機取付ボルト)



B~B 矢視図  
(基礎ボルト)

( $l_{11} \leq l_{21}$ )

【基準地震動  $S_s$  の場合】

VI-2-10-1-2-2-6 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備  
ディーゼル燃料貯蔵タンクの  
耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	12
3. 評価部位	13
4. 地震応答解析及び構造強度評価	13
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	13
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	13
4.3 解析モデル及び諸元	18
4.4 固有周期	19
4.5 設計用地震力	20
4.6 計算方法	21
4.7 計算条件	34
4.8 疲労解析評価	35
4.9 応力の評価	37
5. 評価結果	39
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	39
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	39
6. 引用文献	39

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備ディーゼル燃料貯蔵タンク（以下「ディーゼル燃料貯蔵タンク」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

ディーゼル燃料貯蔵タンクは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ディーゼル燃料貯蔵タンクの構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>胴を当板を介して 3 個の脚で支持し、脚を基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>横置円筒形 (両端に鏡板を有する 横置一胴円筒形容器)</p>	<p>(単位 : mm)</p>



## 2.2 評価方針

ディーゼル燃料貯蔵タンクの応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すディーゼル燃料貯蔵タンクの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

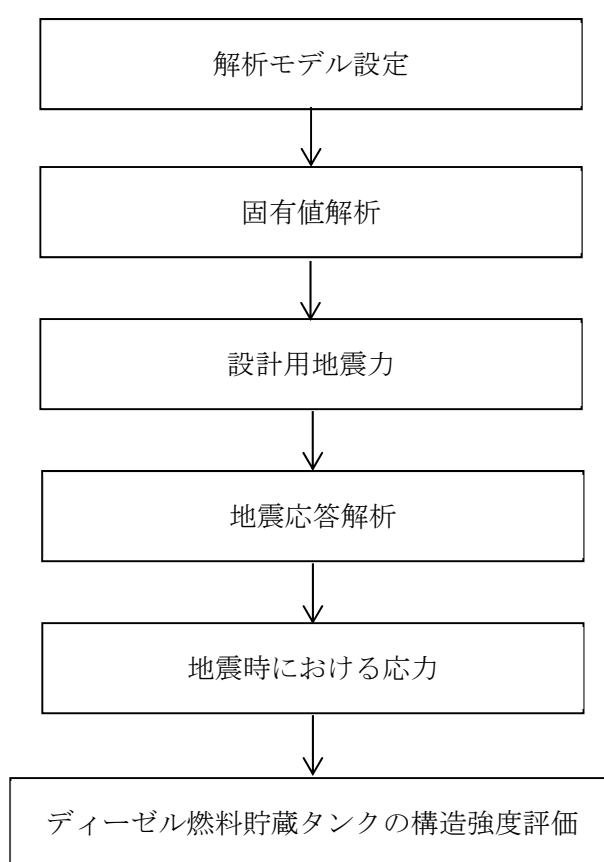


図 2-1 ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価フロー

### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984  
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A <sub>0</sub>	簡易弾塑性解析に用いる係数	—
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	脚の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s1</sub>	脚の長手方向に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	脚の横方向に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s3</sub>	脚の長手方向に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s4</sub>	脚の横方向に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
a	脚底板の長手方向幅, 簡易弾塑性解析に用いる係数	mm, —
B <sub>0</sub>	簡易弾塑性解析に用いる係数	—
b	脚底板の横方向幅	mm
C <sub>1</sub>	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の横方向)	mm
C <sub>2</sub>	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の長手方向)	mm
C <sub>cj</sub>	周方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) (j = 1 : 周方向応力, j = 2 : 軸方向応力)	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>lj</sub>	軸方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) (j = 1 : 周方向応力, j = 2 : 軸方向応力)	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
D <sub>i</sub>	胴の内径	mm
d	基礎ボルトの呼び径	mm
d <sub>1</sub>	脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
d <sub>2</sub>	脚底板端面から基礎ボルト (外側) 中心までの横方向の距離	mm
d <sub>3</sub>	脚底板端面から基礎ボルト (内側) 中心までの横方向の距離	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
E <sub>0</sub>	設計・建設規格の設計疲労線図に規定される縦弾性係数	MPa
E <sub>s</sub>	脚の縦弾性係数	MPa
e	脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F <sub>11</sub>	運転時質量により脚底面に作用する長手方向荷重	N
F <sub>12</sub>	運転時質量により脚底面に作用する横方向荷重	N
F <sub>1v1</sub>	鉛直方向地震により脚底面に作用する長手方向荷重	N
F <sub>1v2</sub>	鉛直方向地震により脚底面に作用する横方向荷重	N
F <sub>b</sub>	基礎ボルトに作用する引張力	N
F <sub>c</sub>	横方向地震により胴の脚付け根部に作用する水平方向荷重	N
F <sub>cb</sub>	横方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用する水平方向荷重	N
F <sub>cs1</sub>	横方向地震により脚底面に作用する長手方向荷重	N

記号	記号の説明	単位
$F_{cs2}$	横方向地震により脚底面に作用する横方向荷重	N
$F_l$	長手方向地震により胴に作用する鉛直方向荷重	N
$F_{l1}$	長手方向地震により胴に作用する引張荷重	N
$F_{l2}$	長手方向地震により脚付け根部に作用する水平方向荷重	N
$F_{lb}$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用する水平方向荷重	N
$F_{ls1}$	長手方向地震により脚底面に作用する長手方向荷重	N
$F_{ls2}$	長手方向地震により脚底面に作用する横方向荷重	N
$f_{sb}$	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{tm}$	脚の許容引張応力	MPa
$f_{to}$	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$m/s^2$
$H$	水頭	mm
$h_1$	基礎から脚の胴付け根部までの高さ	mm
$h_2$	基礎から胴の中心までの高さ	mm
$I_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面二次モーメント	$mm^4$
$I_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面二次モーメント	$mm^4$
$J_s$	脚のねじりモーメント係数	$mm^4$
$j_1$	荷重分布で分割する荷重の数	—
$K$	簡易弾塑性解析に用いる係数	—
$K_{1j}, K_{2j}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ( $j = 1$ : 周方向応力, $j = 2$ : 軸方向応力)	—
$K_{cj}, K_{lj}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ( $j = 1$ : 周方向応力, $j = 2$ : 軸方向応力)	—
$K_e$	簡易弾塑性解析に用いる繰返しピーク応力強さの補正係数	—
$l_0$	脚中心間距離	mm
$l_i$	第1脚より各荷重までの距離 (ここで第2脚側の距離は正, その反対側は負とする。) ( $i = 1, 2, 3 \dots j_1$ )	mm
$l_w$	当板における脚の取り付けかない部分の長手方向長さ	mm
$M$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するモーメント	$N \cdot mm$
$M_1$	脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	$N \cdot mm$
$M_{11}$	長手方向地震により胴に作用する長手方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{12}$	横方向地震により胴に作用する横方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{13}$	横方向地震により胴に作用するねじりモーメント	$N \cdot mm$
$M_{14}$	運転時質量により脚に作用する長手方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{14v}$	鉛直方向地震により脚に作用する長手方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{15}$	運転時質量により脚に作用する横方向曲げモーメント	$N \cdot mm$
$M_{15v}$	鉛直方向地震により脚に作用する横方向曲げモーメント	$N \cdot mm$

記号	記号の説明	単位
$M_{1s}$	運転時質量により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{2b}$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{2s}$	長手方向地震により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_3$	胴の脚付け根部に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{3b}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{3s}$	横方向地震により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_{4s}$	鉛直方向地震により脚に作用するねじりモーメント	N・mm
$M_c$	横方向地震により胴の脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
$M_{c1}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底面に作用するモーメント	N・mm
$M_{cs1}$	横方向地震により脚底面に作用する長手方向モーメント	N・mm
$M_{cs2}$	横方向地震により脚底面に作用する横方向モーメント	N・mm
$M_\ell$	長手方向地震により脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
$M_{\ell s1}$	長手方向地震により脚底面に作用する長手方向モーメント	N・mm
$M_{\ell s2}$	長手方向地震により脚底面に作用する横方向モーメント	N・mm
$M_x$	胴に生じる軸方向の曲げモーメント	N・mm/mm
$M_\phi$	胴に生じる周方向の曲げモーメント	N・mm/mm
$m_0$	容器の運転時質量	kg
$m_i$	容器各部の質量 ( $i=1, 2, 3 \dots j_1$ )	kg
$m_{s1}$	第1脚の質量	kg
$m_{s2}$	第2脚の質量	kg
$m_{s3}$	第3脚の質量	kg
$N_a$	地震時の許容繰返し回数	回
$N_c$	地震時の等価繰返し回数	回
$N_x$	胴に生じる軸方向の膜力	N/mm
$N_\phi$	胴に生じる周方向の膜力	N/mm
$n$	脚1個当たりの基礎ボルトの本数	—
$n_1$	長手方向及び鉛直方向地震時に引張を受ける基礎ボルトの本数	—
$n_2$	横方向及び鉛直方向地震時に引張を受ける基礎ボルトの本数	—
$P$	運転時質量により胴の脚付け根部に作用する反力	N
$P_c$	横方向地震により脚底面に作用する鉛直方向荷重	N
$P_e$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に作用する反力	N
$P_\ell$	長手方向地震により胴の脚付け根部に作用する鉛直方向荷重	N
$P_{\ell 1}$	長手方向地震により脚底面に作用する鉛直方向荷重	N
$P_s$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直方向荷重	N
$P_{s1}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直方向荷重	N

記号	記号の説明	単位
q	簡易弾塑性解析に用いる係数	—
$R_1$	運転時質量により脚の受ける鉛直方向荷重	N
$R_{1v}$	鉛直方向地震により脚の受ける鉛直方向荷重	N
$r_m$	脚付け根部における胴の平均半径	mm
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
$S_a$	胴の許容応力	MPa
$S_\ell$	繰返しピーク応力強さ	MPa
$S_\ell'$	補正繰返しピーク応力強さ	MPa
$S_m$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表1に定める値	MPa
$S_n$	一次応力と二次応力を加えて求めた応力解析による応力強さのサイクルにおいて、その最大値と最小値との差	MPa
$S_p$	地震荷重のみにおける一次+二次+ピーク応力の応力差範囲	MPa
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
$T_1$	長手方向固有周期	s
$T_2$	横方向固有周期	s
$T_3$	鉛直方向固有周期	s
t	胴板の厚さ	mm
$t_e$	脚付け根部における胴の有効板厚	mm
$U_f$	疲労累積係数	—
$X_n$	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
Z	引用文献(1)による胴の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sp}$	脚のねじり断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$\beta, \beta_1, \beta_2$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータ	—
$\gamma$	引用文献(2)によるシェルパラメータ	—
$\theta$	引用文献(1)による胴の有効範囲角の2分の1	rad
$\theta_o$	胴の脚端部より鉛直軸までの角度	rad
$\theta_w$	胴の脚端部より当板端部までの角度	rad
$\pi$	円周率	—
$\rho'$	液体の密度	kg/mm <sup>3</sup>
$\sigma_o$	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{0c}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{0cx}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0l}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{0lx}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_1$	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa
$\sigma_{1c}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{1cx}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1l}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{1lx}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_2$	地震動のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
$\sigma_{2c}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2cx}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2l}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2lx}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_b$	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
$\sigma_{b1}$	長手方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_{b2}$	横方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_s$	脚の組合せ応力の最大値	MPa
$\sigma_{s1}$	運転時質量により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{s2}$	長手方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{s3}$	横方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{s4}$	鉛直方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{sc}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{sl}$	鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{x1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x2}$	運転時質量による長手方向曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x21}$	長手方向地震により生じる長手方向曲げモーメント及び鉛直荷重による応力	MPa
$\sigma_{x22}$	横方向地震により生じる横方向曲げモーメント及びねじりモーメントによる応力	MPa
$\sigma_{x3}$	運転時質量により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x41}, \sigma_{x42}$	長手方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{x411}, \sigma_{x421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x412}, \sigma_{x422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x413}$	長手方向地震による水平方向荷重により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x51}, \sigma_{x52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x6}$	鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x71}, \sigma_{x72}$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直地震力が加わり胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 3}$	運転時質量により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 41}, \sigma_{\phi 42}$	長手方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 411}, \sigma_{\phi 421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 412}, \sigma_{\phi 422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 51}, \sigma_{\phi 52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 71}, \sigma_{\phi 72}$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	MPa
$\tau_{b1}$	長手方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_{b2}$	横方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_c$	横方向地震によるせん断力により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa



記号	記号の説明	単位
$\tau_{c1}$	横方向地震による胴のねじりモーメントにより胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{c2}$	横方向地震による脚のねじりモーメントにより胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{\ell}$	長手方向地震による長手方向のせん断力により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{\ell 1}$	長手方向地震による鉛直方向のせん断力により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s1}$	運転時質量により生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s2}$	長手方向地震により生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s3}$	横方向地震により生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s4}$	鉛直方向地震により生じるせん断応力	MPa

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりである。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度		—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
質量		kg	—	—	整数位* <sup>1</sup>
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位* <sup>1</sup>
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
面積		mm <sup>2</sup>	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁* <sup>2</sup>
モーメント		N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁* <sup>2</sup>
力		N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁* <sup>2</sup>
角度		rad	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
縦弾性係数		MPa	有効数字4桁目	四捨五入	有効数字3桁
算出応力		MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力* <sup>3</sup>		MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位
疲労累積係数		—	小数点以下第4位	切上げ	小数点以下第3位

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

\*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴、脚及び基礎ボルトについて実施する。ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

### 4. 地震応答解析及び構造強度評価

#### 4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) 「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルにより固有周期を求める。
- (2) 「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルにより求めた地震時の評価荷重（各部の反力及びモーメント）をもとに、胴、脚及び基礎ボルトの応力評価を行う。
- (3) 地震力は、ディーゼル燃料貯蔵タンクに対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用するものとし、応力の算出において組み合わせるものとする。ここで、水平方向地震力は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、S R S S法を用いる。
- (4) 脚は同形状であるため、作用する荷重の大きい脚についての評価を計算書に記載する。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

#### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ディーゼル燃料貯蔵タンクの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

##### 4.2.2 許容応力

ディーゼル燃料貯蔵タンクの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 及び表 4-4 に示す。

##### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ディーゼル燃料貯蔵タンクの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	ディーゼル燃料貯蔵タンク	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：クラス 2，3 容器及びクラス 2，3 支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	ディーゼル燃料貯蔵タンク	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界を 用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：重大事故等クラス 2 容器及び重大事故等クラス 2 支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界 <sup>*1</sup>			
	一次一般膜応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	一次＋二次応力	一次＋二次＋ ピーク応力
Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と 0.6・S <sub>u</sub> の小さい方 ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル合 金については上記値と 1.2・Sのうち大きい方とする。	左欄の 1.5 倍の値	<sup>*2</sup> 弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は基準地震動 S <sub>s</sub> のみに よる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下で あること。 ただし、地震動のみによる一次＋二次応力の変動 値が 2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	
Ⅳ <sub>A</sub> S	0.6・S <sub>u</sub>	左欄の 1.5 倍の値	<sup>*2</sup> 基準地震動 S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い、疲労 累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次＋二次応力の変動 値が 2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不要	
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)				

注記\*1：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

\*2：2・S<sub>y</sub>を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313を除く。S<sub>m</sub>は 2/3・S<sub>y</sub>と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

表 4-4 許容応力（クラス 2, 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	組合せ	引張	せん断
III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
IV <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)			

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SS41 <sup>*1</sup> (厚さ≤16mm) SS41 <sup>*1, *2</sup> (16mm<厚さ≤40mm)	最高使用温度	40	—	245 235 <sup>*2</sup>	400 400 <sup>*2</sup>	—
脚	SS41 <sup>*1</sup> (16mm<厚さ≤40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SS41 <sup>*1</sup> (径>40mm)	周囲環境温度	50	—	211	394	—

注記\*1：SS400 相当

\*2：当板の材料を示す。

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SS41 <sup>*1</sup> (厚さ≤16mm) SS41 <sup>*1, *2</sup> (16mm<厚さ≤40mm)	最高使用温度	40	—	245 235 <sup>*2</sup>	400 400 <sup>*2</sup>	—
脚	SS41 <sup>*1</sup> (16mm<厚さ≤40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—
基礎ボルト	SS41 <sup>*1</sup> (径>40mm)	周囲環境温度	50	—	211	394	—

注記\*1：SS400 相当

\*2：当板の材料を示す。

#### 4.3 解析モデル及び諸元

ディーゼル燃料貯蔵タンクの解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算結果】の機器要目及びその他の機器要目に示す。

(1) ディーゼル燃料貯蔵タンクの胴及び脚をはり要素でモデル化した F E Mモデルを用いる。

(2)

(3)

(4) 解析コードは、「ABAQUS」を使用し、固有値と各要素に発生する荷重及びモーメントを求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



図 4-1 ディーゼル燃料貯蔵タンク解析モデル



#### 4.4 固有周期

解析モデルでの固有値解析の結果を表 4-7 に、振動モード図を図 4-2 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-7 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
			X 方向	Y 方向	
1 次			—	—	—



図 4-2 振動モード図 (1 次モード)

#### 4.5 設計用地震力

ディーゼル燃料貯蔵タンクの設計用地震力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-8に、重大事故等対処設備に用いるものを表4-9に示す。

「弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度」及び「基準地震動 S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表4-8 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
排気筒 EL 3.5 <sup>*1</sup>		0.05 以下	C <sub>H</sub> =0.75 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.53 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.37 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =0.93 <sup>*3</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

表4-9 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
排気筒 EL 3.5 <sup>*1</sup>		0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.37 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.93 <sup>*2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

4.6 計算方法

4.6.1 応力の計算方法

4.6.1.1 胴の計算方法

(1) 静水頭による応力（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.2)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{4 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.3)$$

(2) 運転時質量及び鉛直方向地震により生じる長手方向曲げモーメントによる応力

脚付け根部における曲げモーメントM<sub>1</sub>は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

解析により求めた曲げモーメントM<sub>1</sub>により胴の脚付け根部に生じる応力は次のように求める。

引用文献(1)によれば、この曲げモーメントM<sub>1</sub>は胴の断面に対して一様に作用するものではなく、脚取付部において円周方向の曲げモーメントに置き換えられ、胴の局部変形を生じさせようとする。

長手方向の曲げモーメントによる胴の応力の影響範囲を脚上  $\frac{\theta_0}{6}$  の点とすると長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は図 4-3 に 2・θ で示される円殻である。

したがって、運転時質量による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 2} = \frac{M_1}{Z} \dots\dots\dots (4.6.1.1.4)$$

また、鉛直方向地震による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 3} = \frac{M_1}{Z} \cdot C_v \dots\dots\dots (4.6.1.1.5)$$

ここで、

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.6)$$

$$Z = r_m^2 \cdot t_e \cdot \left\{ \frac{\theta + \sin \theta \cdot \cos \theta - 2 \cdot \sin^2 \theta / \theta}{(\sin \theta / \theta) - \cos \theta} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.7)$$

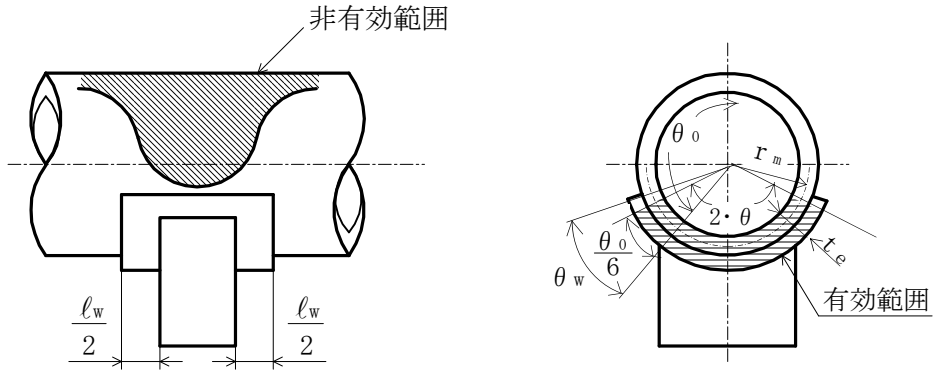


図 4-3 脚付け根部の有効範囲

胴の脚付け根部に取り付く当板の大きさが

$$\text{周方向範囲} \quad \theta_w \geq \frac{\theta_0}{6} \text{ *1} \quad \dots \quad (4.6.1.1.8)$$

$$\text{長手方向範囲} \quad l_w \geq 1.56 \cdot \sqrt{\left(\frac{D_i + t}{2}\right) \cdot t} \text{ *2} \quad \dots \quad (4.6.1.1.9)$$

である場合、脚付け根部における胴の有効板厚  $t_e$  は胴板の厚さと当板の厚さの合計とする。

本計算では、上記有効範囲を満たすため、脚付け根部における胴の有効板厚  $t_e$  は胴板の厚さと当板の厚さの合計とする。

注記\*1：引用文献(1)より引用

\*2：引用文献(3)より引用

- (3) 長手方向地震により生じる長手方向曲げモーメント及び鉛直方向荷重による応力  
長手方向地震が作用した場合に胴に生じる曲げモーメント  $M_{11}$  及び鉛直荷重  $F_\ell$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき、胴に生じる応力は次式で求める。

$$\sigma_{x21} = \frac{M_{11}}{Z} \quad \dots \quad (4.6.1.1.10)$$

$$\tau_{\ell 1} = \frac{2 \cdot F_\ell}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots \quad (4.6.1.1.11)$$

- (4) 横方向地震により生じる横方向曲げモーメント及びねじりモーメントによる応力  
横方向地震が作用した場合に胴に生じる曲げモーメント  $M_{12}$  及びねじりモーメント  $M_{13}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき、胴に生じる応力は次式で求める。

$$\sigma_{x22} = \frac{4 \cdot M_{12}}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \quad \dots \quad (4.6.1.1.12)$$

$$\tau_{c1} = \frac{2 \cdot M_{13}}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \quad \dots \quad (4.6.1.1.13)$$

(5) 運転時質量及び鉛直方向地震による脚付け根部の応力

胴の脚付け根部には脚反力による周方向応力及び軸方向応力が生じる。胴の脚付け根部に作用する反力  $R_1$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

胴の脚付け根部に作用する反力は次のように求める。

運転時質量による反力は,

$$P = R_1 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.14)$$

鉛直方向地震による反力は,

$$P_e = C_v \cdot R_1 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.15)$$

この反力  $P$  及び  $P_e$  により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、引用文献(2)により次のように求める。

脚が胴に及ぼす力の関係を図4-4に示す。

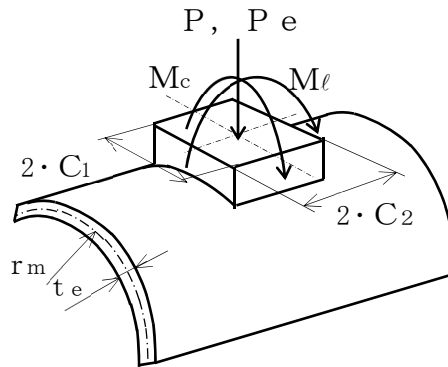


図4-4 脚が胴に及ぼす力の関係

ここで、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  は以下のように定義する。

$$\gamma = \frac{r_m}{t_e} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.16)$$

$$\beta_1 = \frac{C_1}{r_m} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.17)$$

$$\beta_2 = \frac{C_2}{r_m} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.18)$$

$4 \geq \beta_1 / \beta_2 \geq 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\beta_1}{\beta_2} - 1 \right) \cdot (1 - K_{1j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.19)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

$1/4 \leq \beta_1 / \beta_2 < 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{4}{3} \left( 1 - \frac{\beta_1}{\beta_2} \right) \cdot (1 - K_{2j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.20)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより応力は次式で求める。

反力  $P$  による応力は、

一次応力

$$\sigma_{\phi 3} = \left( \frac{N_{\phi}}{P/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.21)$$

$$\sigma_{x 3} = \left( \frac{N_x}{P/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.22)$$

反力  $P_e$  における応力は、

一次応力

$$\sigma_{\phi 71} = \left( \frac{N_{\phi}}{P_e/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.23)$$

$$\sigma_{x 71} = \left( \frac{N_x}{P_e/r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.24)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 72} = \left( \frac{M_{\phi}}{P_e} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.25)$$

$$\sigma_{x 72} = \left( \frac{M_x}{P_e} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.26)$$

(6) 長手方向地震による脚付け根部の応力

長手方向地震により脚付け根部に生じる曲げモーメント  $M_{\ell}$  及び鉛直荷重  $P_{\ell}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

曲げモーメント  $M_{\ell}$  と鉛直荷重  $P_{\ell}$  より生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより次式で求める。

ここで、シェルパラメータ  $\gamma$  及び  $P_{\ell}$  の場合のアタッチメントパラメータ  $\beta$  は(5)と同じであるが、 $M_{\ell}$  の場合のアタッチメントパラメータ  $\beta$  は次式による。

ただし、二次応力を求める場合は更に  $K_{\ell j}$  を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1 \cdot \beta_2^2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.27)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

曲げモーメント $M_\ell$ により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 411} = \left\{ \frac{N_\phi}{M_\ell / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_\ell}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 1} \dots\dots\dots (4.6.1.1.28)$$

$$\sigma_{x 411} = \left\{ \frac{N_x}{M_\ell / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_\ell}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.29)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 421} = \left\{ \frac{M_\phi}{M_\ell / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_\ell}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.30)$$

$$\sigma_{x 421} = \left\{ \frac{M_x}{M_\ell / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_\ell}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.31)$$

鉛直荷重 $P_\ell$ により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 412} = \left( \frac{N_\phi}{P_\ell / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_\ell}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.32)$$

$$\sigma_{x 412} = \left( \frac{N_x}{P_\ell / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_\ell}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.33)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 422} = \left( \frac{M_\phi}{P_\ell} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_\ell}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.34)$$

$$\sigma_{x 422} = \left( \frac{M_x}{P_\ell} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_\ell}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (4.6.1.1.35)$$

長手方向地震により胴に生じる引張荷重 $F_{\ell 1}$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

このとき胴に生じる引張応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 413} = \frac{F_{\ell 1}}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.36)$$

したがって、曲げモーメント $M_\ell$ 、鉛直荷重 $P_\ell$ 及び引張荷重 $F_{\ell 1}$ により生じる胴の応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 41} = \sigma_{\phi 411} + \sigma_{\phi 412} \dots\dots\dots (4.6.1.1.37)$$

$$\sigma_{x41} = \sigma_{x411} + \sigma_{x412} + \sigma_{x413} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.38)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi42} = \sigma_{\phi421} + \sigma_{\phi422} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.39)$$

$$\sigma_{x42} = \sigma_{x421} + \sigma_{x422} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.40)$$

また、長手方向地震が作用した場合、脚付け根部に生じるせん断力  $F_{\ell 2}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{\ell} = \frac{F_{\ell 2}}{4 \cdot C_2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.41)$$

(7) 横方向地震による脚付け根部の応力

横方向地震が作用した場合、脚の付け根部に生じる曲げモーメント  $M_c$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

この曲げモーメント  $M_c$  により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより次式で求める。

ここで、シェルパラメータ  $\gamma$  は(5)と同じであるが、アタッチメントパラメータ  $\beta$  は次式による。

ただし、二次応力を求める場合は更に  $K_{c j}$  を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1^2 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.42)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

したがって、応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 51} = \left\{ \frac{N_{\phi}}{M_c / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c1} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.43)$$

$$\sigma_{x 51} = \left\{ \frac{N_x}{M_c / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.44)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 52} = \left\{ \frac{M_{\phi}}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.45)$$

$$\sigma_{x 52} = \left\{ \frac{M_x}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.46)$$



また、胴の脚付け根部に生じるせん断荷重  $F_c$  及び胴の脚付け根部に生じるねじりモーメント  $M_3$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

せん断荷重により脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_c = \frac{F_c}{4 \cdot C_1 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.47)$$

ねじりモーメントにより脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{c2} = \frac{M_3}{2 \cdot \pi \cdot \text{Min}(C_1, C_2)^2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.6.1.1.48)$$

(8) 組合せ応力

(1)～(7)によって求めた脚付け根部に生じる胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{o\ell} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{o\ell\phi} + \sigma_{o\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{o\ell\phi} - \sigma_{o\ell x})^2 + 4 \cdot \tau_{\ell 1}^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.49)$$

ここで、

$$\sigma_{o\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.50)$$

$$\sigma_{o\ell x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sqrt{\sigma_{x 6}^2 + (\sigma_{x 413} + \sigma_{x 21})^2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.51)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{oc} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{oc\phi} + \sigma_{ocx}) + \sqrt{(\sigma_{oc\phi} - \sigma_{ocx})^2 + 4 \cdot \tau_{c 1}^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.52)$$

ここで、

$$\sigma_{oc\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.53)$$

$$\sigma_{ocx} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sqrt{\sigma_{x 6}^2 + \sigma_{x 22}^2} \dots\dots\dots (4.6.1.1.54)$$

したがって、胴に生じる一次一般膜応力の最大値は、

$$\sigma_o = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{o\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{oc}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.1.55)$$

とする。

b. 一次応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1\ell} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1\ell\phi} + \sigma_{1\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{1\ell\phi} - \sigma_{1\ell x})^2 + 4 \cdot (\tau_{\ell} + \tau_{\ell 1})^2} \right\} \dots\dots\dots (4.6.1.1.56)$$

ここで、

$$\sigma_{1\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 41}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.57)$$

$$\sigma_{1\ell x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sqrt{(\sigma_{x 41} + \sigma_{x 21})^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 71})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.58)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx}) + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4 \cdot (\tau_c + \tau_{c1} + \tau_{c2})^2} \right\} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.59)$$

ここで,

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 51}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.60)$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sqrt{(\sigma_{x 51} + \sigma_{x 22})^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 71})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.61)$$

したがって、胴に生じる一次応力の最大値は,

$$\sigma_1 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{1\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{1c}) \} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.62)$$

とする。

c. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2\ell} = (\sigma_{2\ell\phi} + \sigma_{2\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{2\ell\phi} - \sigma_{2\ell x})^2 + 4 \cdot (\tau_{\ell} + \tau_{\ell 1})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.63)$$

ここで,

$$\sigma_{2\ell\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 42})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.64)$$

$$\sigma_{2\ell x} = \sqrt{(\sigma_{x 41} + \sigma_{x 42} + \sigma_{x 21})^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 71} + \sigma_{x 72})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.65)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2c} = (\sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx}) + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4 \cdot (\tau_c + \tau_{c1} + \tau_{c2})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.66)$$

ここで,

$$\sigma_{2c\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 51} + \sigma_{\phi 52})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.67)$$

$$\sigma_{2cx} = \sqrt{(\sigma_{x 51} + \sigma_{x 52} + \sigma_{x 22})^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 71} + \sigma_{x 72})^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.68)$$

したがって、胴に生じる地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は,

$$\sigma_2 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{2\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{2c}) \} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1.69)$$

とする。

## 4.6.1.2 脚の計算方法

「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により得られる各要素端での荷重 $R_1$ ,  $R_{1v}$ ,  $P_{\ell 1}$ ,  $P_c$ ,  $F_{11}$ ,  $F_{12}$ ,  $F_{1v1}$ ,  $F_{1v2}$ ,  $F_{\ell s 1}$ ,  $F_{\ell s 2}$ ,  $F_{c s 1}$ ,  $F_{c s 2}$ , 曲げモーメント $M_{14}$ ,  $M_{15}$ ,  $M_{14v}$ ,  $M_{15v}$ ,  $M_{\ell s 1}$ ,  $M_{\ell s 2}$ ,  $M_{c s 1}$ ,  $M_{c s 2}$ 及びねじりモーメント $M_{1s}$ ,  $M_{2s}$ ,  $M_{3s}$ ,  $M_{4s}$ より各応力を次のように求める。

## (1) 運転時質量による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{14}}{Z_{sy}} + \frac{M_{15}}{Z_{sx}} + \frac{R_1}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.1)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s1} = \frac{M_{1s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{11}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{12}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.2)$$

## (2) 鉛直方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s4} = \frac{M_{14v}}{Z_{sy}} + \frac{M_{15v}}{Z_{sx}} + \frac{R_{1v}}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.3)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s4} = \frac{M_{4s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{1v1}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{1v2}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.4)$$

## (3) 長手方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{\ell s 1}}{Z_{sy}} + \frac{M_{\ell s 2}}{Z_{sx}} + \frac{P_{\ell 1}}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.5)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2} = \frac{M_{2s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{\ell s 1}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{\ell s 2}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.6)$$

## (4) 横方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は、次式で求める。

$$\sigma_{s3} = \frac{M_{c s 1}}{Z_{sy}} + \frac{M_{c s 2}}{Z_{sx}} + \frac{P_c}{A_s} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.7)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s3} = \frac{M_{3s}}{Z_{sp}} + \sqrt{\left(\frac{F_{c s 1}}{A_{s3}}\right)^2 + \left(\frac{F_{c s 2}}{A_{s4}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2.8)$$

(5) 組合せ応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{s\ell} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2})^2 + 3 \cdot (\tau_{s1} + \sqrt{\tau_{s2}^2 + \tau_{s4}^2})^2}$$

..... (4.6.1.2.9)

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s3}^2 + \sigma_{s4}^2})^2 + 3 \cdot (\tau_{s1} + \sqrt{\tau_{s3}^2 + \tau_{s4}^2})^2}$$

..... (4.6.1.2.10)

したがって、脚に生じる最大応力は、

$$\sigma_s = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力} (\sigma_{s\ell}), \text{横方向地震時応力} (\sigma_{sc}) \}$$

..... (4.6.1.2.11)

とする。

4.6.1.3 基礎ボルトの計算方法

(1) 鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

a. 引張応力

長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメント $M$ 及び鉛直荷重 $P_s$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M / P_s \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.1)$$

とする。

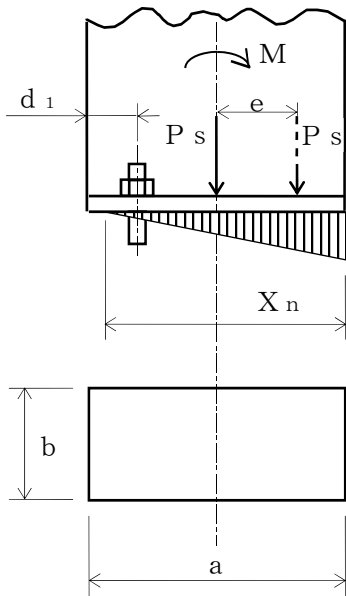


図4-5 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その1)

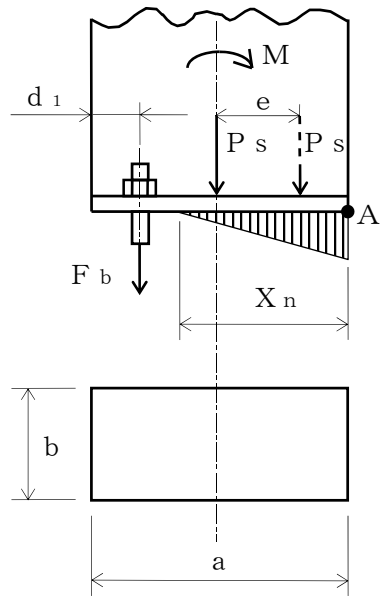


図4-6 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その2)

図4-5のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図4-6のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.2)$$

の場合及び $e$ が負の場合に、基礎ボルトに引張力が生じる。

このとき図4-6において、鉛直荷重の釣合い、A点回りのモーメントの釣合い、基礎ボルトの伸びと基礎の縮みの関係から中立軸の位置 $X_n$ は

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{a}{2}\right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_1}{b} \cdot \left(e + \frac{a}{2} - d_1\right) \cdot (a - d_1 - X_n) = 0 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.3)$$

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_s \cdot \left(e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3}\right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.4)$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.5)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_b$ は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.6)$$

b. せん断応力

長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に生じるせん断力 $F_{\ell b}$ 及びねじりモーメント $M_{2b}$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき基礎ボルトに生じるせん断応力は次のようになる。

$$\tau_{b1} = \frac{F_{\ell b}}{n \cdot A_b} + \frac{M_{2b}}{n \cdot A_b \cdot \sqrt{\left(\frac{a - 2 \cdot d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2 \cdot d_3}{2}\right)^2}} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.7)$$

(2) 鉛直方向と横方向地震が作用した場合

a. 引張応力

横方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメント $M_{c1}$ 及び鉛直荷重 $P_{s1}$ は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。

ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M_{c1} / P_{s1} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.8)$$

とする。

図4-7のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図4-8のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{b}{6} + \frac{d_2}{3} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3.9)$$

の場合及び  $e$  が負の場合に、基礎ボルトに引張力が生じる。

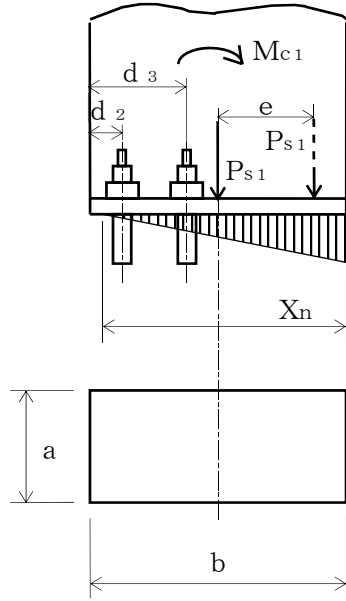


図 4-7 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 3)

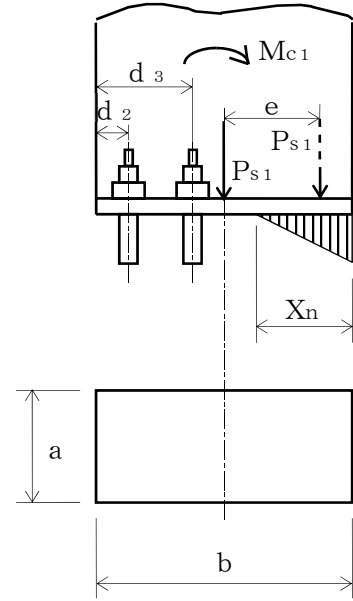


図 4-8 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 4)

図4-8において、(1)と同様にして中立軸の位置  $X_n$  を

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{b}{2}\right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_2}{a} \cdot X_n + \dots = 0$$

$$\left\{ \left(e + \frac{b}{2} - d_2\right) \cdot (b - X_n - d_2) + \left(e + \frac{b}{2} - d_3\right) \cdot (b - X_n - d_3) \right\} = 0$$

..... (4.6.1.3.10)

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_{s1} \cdot \left(e - \frac{b}{2} + \frac{X_n}{3}\right) \cdot (b - X_n - d_2)}{\left(b - d_2 - \frac{X_n}{3}\right) \cdot (b - X_n - d_2) + \left(b - d_3 - \frac{X_n}{3}\right) \cdot (b - X_n - d_3)}$$

..... (4.6.1.3.11)

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b2} = \frac{F_b}{n_2 \cdot A_b} \dots\dots\dots (4.6.1.3.12)$$

b. せん断応力

横方向及び鉛直方向地震が作用した場合に脚底面に生じるせん断力  $F_{cb}$  及びねじりモーメント  $M_{3b}$  は「4.3 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いた解析により求める。このとき基礎ボルトに生じるせん断応力は次のようになる。

$$\tau_{b2} = \frac{F_{cb}}{n \cdot A_b} + \frac{M_{3b}}{n \cdot A_b \cdot \sqrt{\left(\frac{a - 2 \cdot d_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{b - 2 \cdot d_3}{2}\right)^2}} \dots\dots\dots (4.6.1.3.13)$$

(3) 基礎ボルトに生じる最大応力

(1)及び(2)より求められた基礎ボルトの応力のうち最大のものを $\sigma_b$ 及び $\tau_b$ とする。

a. 基礎ボルトの最大引張応力

$$\sigma_b = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{b2}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.3.14)$$

b. 基礎ボルトの最大せん断応力

$$\tau_b = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\tau_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\tau_{b2}) \} \dots\dots\dots (4.6.1.3.15)$$

4.7 計算条件

応力解析に用いる計算条件は、本計算書の【ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。



4.8 疲労解析評価

胴の応力評価において、一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点  $S_y$  の 2 倍を上回る場合には、設計・建設規格 PVB-3300 に規定された簡易弾塑性評価方法に基づき、疲労解析評価を実施する。

なお、疲労解析評価に用いる基準地震動  $S_s$  の等価繰返し回数  $N_c$  は、設備ごとに個別に設定した 120 回とする。

(1) 繰返しピーク応力強さ

繰返しピーク応力強さ  $S_\ell$  は、次式により求める。

$$S_\ell = K_e \cdot S_p / 2 \quad \dots\dots\dots (4.8.1)$$

a.  $S_n < 3 \cdot S_m$  の場合

$$K_e = 1$$

b.  $S_n \geq 3 \cdot S_m$  の場合

(a)  $K < B_0$  の場合

イ.  $S_n / (3 \cdot S_m) < [(q + A_0 / K - 1) - \sqrt{\{(q + A_0 / K - 1)^2 - 4 \cdot A_0 \cdot (q - 1)\}}] / (2 \cdot A_0)$  の場合  
 $K_e = 1 + A_0 \cdot \{S_n / (3 \cdot S_m) - 1 / K\} \quad \dots\dots\dots (4.8.2)$

ロ.  $S_n / (3 \cdot S_m) \geq [(q + A_0 / K - 1) - \sqrt{\{(q + A_0 / K - 1)^2 - 4 \cdot A_0 \cdot (q - 1)\}}] / (2 \cdot A_0)$  の場合  
 $K_e = 1 + (q - 1) \cdot (1 - 3 \cdot S_m / S_n) \quad \dots\dots\dots (4.8.3)$

(b)  $K \geq B_0$  の場合

イ.  $S_n / (3 \cdot S_m) < [(q - 1) - \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1 / K) \cdot (q - 1)\}}] / a$  の場合  
 $K_e = a \cdot S_n / (3 \cdot S_m) + A_0 \cdot (1 - 1 / K) + 1 - a \quad \dots\dots\dots (4.8.4)$

ロ.  $S_n / (3 \cdot S_m) \geq [(q - 1) - \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1 / K) \cdot (q - 1)\}}] / a$  の場合  
 $K_e = 1 + (q - 1) \cdot (1 - 3 \cdot S_m / S_n) \quad \dots\dots\dots (4.8.5)$

ここで、

$$K = S_p / S_n \quad \dots\dots\dots (4.8.6)$$

$$a = A_0 \cdot (1 - 1 / K) + (q - 1) - 2 \cdot \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1 / K) \cdot (q - 1)\}} \quad \dots\dots\dots (4.8.7)$$

q,  $A_0$  及び  $B_0$  の値

材料の種類	q	$A_0$	$B_0$
炭素鋼	3.1	0.66	2.59

(2) 運転温度における繰返しピーク応力強さの補正

縦弾性係数比を考慮し，繰返しピーク応力強さ  $S_{\ell}$  を次式により補正する。

$$S_{\ell}' = S_{\ell} \cdot E_0 / E \quad \dots\dots\dots (4.8.8)$$

(3) 疲労累積係数

疲労累積係数  $U_f$  が次式を満足することを確認する。

$$U_f = \Sigma (N_c / N_a) \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots (4.8.9)$$

なお，許容繰返し回数の算出には，設計・建設規格「表 添付 4-2-1 炭素鋼、低合金鋼および高張力鋼の設計疲労線図（図 添付 4-2-1）のデジタル値」より求めた値を用いる。

#### 4.9 応力の評価

##### 4.9.1 胴の応力評価

4.6.1.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。ただし、 $S_a$  は下表による。

応力の種類	許容応力 $S_a$	
	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ のいずれか小さい方の値。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては $1.2 \cdot S$ の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	$0.6 \cdot S_u$
一次応力 (一次一般膜＋ 一次曲げ応力)	上記の1.5倍の値	
一次＋二次応力	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要とする。	
一次＋二次 ＋ピーク応力		

##### 4.9.2 脚の応力評価

4.6.1.2 項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力  $f_{tm}$  以下であること。ただし、 $f_{tm}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{tm}$	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

#### 4.9.3 基礎ボルトの応力評価

4.6.1.3 項で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は次式より求めた許容組合せ応力  $f_{ts}$  以下であること。ただし、 $f_{to}$  は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (4.9.3.1)$$

せん断応力  $\tau_b$  はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。ただし、 $f_{sb}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 5. 評価結果

### 5.1 設計基準対象施設としての評価結果

ディーゼル燃料貯蔵タンクの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

ディーゼル燃料貯蔵タンクの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

## 6. 引用文献

- (1) Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports, Welding Research Supplement, Sep. 1951.
- (2) Wichman, K.R. et al.: Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, March 1979 revision of WRC bulletin 107 / August 1965.
- (3) 日本産業規格 J I S B 8 2 7 8 (2003) 「サドル支持の横置圧力容器」

【ディーゼル燃料貯蔵タンクの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
ディーゼル燃料貯蔵 タンク	S	排気筒 EL 3.5*1		0.05 以下	C <sub>H</sub> =0.75*2	C <sub>V</sub> =0.53*2	C <sub>H</sub> =1.37*3	C <sub>V</sub> =0.93*3	静水頭	40	50	0.86

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (弾性設計用地震動 S d) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S s)

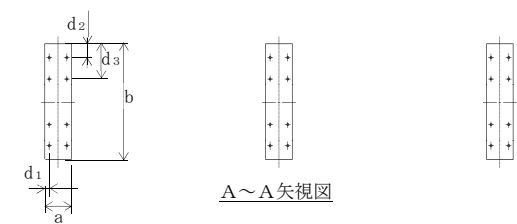
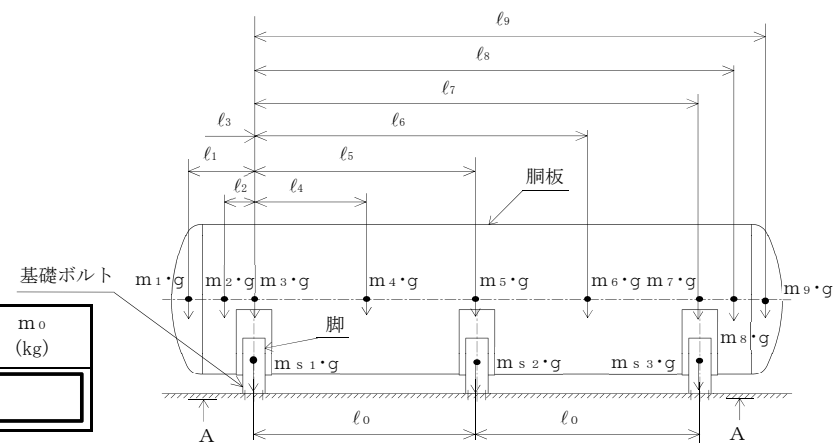
1.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)	m <sub>8</sub> (kg)	m <sub>9</sub> (kg)

l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	l <sub>4</sub> (mm)	l <sub>5</sub> (mm)	l <sub>6</sub> (mm)	l <sub>7</sub> (mm)	l <sub>8</sub> (mm)	l <sub>9</sub> (mm)	H (mm)	m <sub>0</sub> (kg)
-2568	-1394	0	3250	6500	9750	13000	14394	15568	3050	

m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	m <sub>s3</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	l <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)
			3600	14.0	39.0*1	6500	1276	2200	1590	400

I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	J <sub>s</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sp</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)	θ <sub>w</sub> (rad)	l <sub>w</sub> (mm)
1.338×10 <sup>11</sup>	7.184×10 <sup>9</sup>	1.826×10 <sup>10</sup>	8.415×10 <sup>7</sup>	2.395×10 <sup>7</sup>	3.363×10 <sup>7</sup>	2.097	1.394	0.357	300



A~A 矢視図

$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	E (MPa)	$E_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
$1.346 \times 10^5$	202000*2	201000*3	$7.761 \times 10^4$	$5.333 \times 10^4$	$6.782 \times 10^4$	$4.180 \times 10^4$

$K_{11}$ *4	$K_{12}$ *4	$K_{21}$	$K_{22}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$d_3$ (mm)
15	8	4	2	1000	3260	52 (M52)	$2.124 \times 10^3$	100	315	844

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
245*2 (厚さ $\leq 16\text{mm}$ ) (235*2, *5) (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	400*2 (厚さ $\leq 16\text{mm}$ ) (400*2, *5) (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	231*3 (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	394*3 (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	231	276	211*3 (径>40mm)	394*3 (径>40mm)	211	253

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：最高使用温度で算出

\*3：周囲環境温度で算出

\*4：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*5：当板の材料を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1} = 2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1} = 2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1} = 2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x1} = 2$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x2} = 9$	—	$\sigma_{x2} = 10$	—	$\sigma_{x2} = 9$	—	$\sigma_{x2} = 10$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x6} = 5$	—	$\sigma_{x6} = 5$	—	$\sigma_{x6} = 8$	—	$\sigma_{x6} = 9$	
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x413} = 2$	—	—	—	$\sigma_{x413} = 2$	—	—	
水平方向地震 による応力	曲げ	—	$\sigma_{x21} = 14$	—	$\sigma_{x22} = 2$	—	$\sigma_{x21} = 25$	—	$\sigma_{x22} = 4$
	せん断	$\tau_{\ell 1} = 2$		$\tau_{c1} = 0$		$\tau_{\ell 1} = 4$		$\tau_{c1} = 0$	
組合せ応力	$\sigma_{o\ell} = 26$		$\sigma_{oc} = 17$		$\sigma_{o\ell} = 39$		$\sigma_{oc} = 21$		

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1} = 4$	$\sigma_{x1} = 2$	$\sigma_{\phi 1} = 4$	$\sigma_{x1} = 2$	$\sigma_{\phi 1} = 4$	$\sigma_{x1} = 2$	$\sigma_{\phi 1} = 4$	$\sigma_{x1} = 2$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x2} = 10$	—	$\sigma_{x2} = 10$	—	$\sigma_{x2} = 9$	—	$\sigma_{x2} = 10$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x6} = 5$	—	$\sigma_{x6} = 5$	—	$\sigma_{x6} = 8$	—	$\sigma_{x6} = 9$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 3} = 35$	$\sigma_{x3} = 27$	$\sigma_{\phi 3} = 35$	$\sigma_{x3} = 27$	$\sigma_{\phi 3} = 32$	$\sigma_{x3} = 24$	$\sigma_{\phi 3} = 35$	$\sigma_{x3} = 27$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 71} = 19$	$\sigma_{x71} = 14$	$\sigma_{\phi 71} = 19$	$\sigma_{x71} = 14$	$\sigma_{\phi 71} = 30$	$\sigma_{x71} = 23$	$\sigma_{\phi 71} = 33$	$\sigma_{x71} = 25$	
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 411} = 14$	$\sigma_{x411} = 4$	$\sigma_{\phi 51} = 9$	$\sigma_{x51} = 27$	$\sigma_{\phi 411} = 20$	$\sigma_{x411} = 5$	$\sigma_{\phi 51} = 16$	$\sigma_{x51} = 50$
		$\sigma_{\phi 412} = 0$	$\sigma_{x412} = 0$			$\sigma_{\phi 412} = 15$	$\sigma_{x412} = 11$		
		$\sigma_{\phi 41} = 14$	$\sigma_{x41} = 5$			$\sigma_{\phi 41} = 35$	$\sigma_{x41} = 18$		
	曲げ	—	$\sigma_{x21} = 8$	—	$\sigma_{x22} = 2$	—	$\sigma_{x21} = 25$	—	$\sigma_{x22} = 4$
せん断	$\tau_{\ell} = 22$		$\tau_{c} = 6$		$\tau_{\ell} = 35$		$\tau_{c} = 10$		
	$\tau_{\ell 1} = 2$		$\tau_{c1} = 0, \tau_{c2} = 0$		$\tau_{\ell 1} = 4$		$\tau_{c1} = 0, \tau_{c2} = 0$		
組合せ応力	$\sigma_{1\ell} = 85$		$\sigma_{1c} = 74$		$\sigma_{1\ell} = 123$		$\sigma_{1c} = 104$		



(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 2$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6} = 5$	—	$\sigma_{x 6} = 5$	—	$\sigma_{x 6} = 8$	—	$\sigma_{x 6} = 9$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 71} = 17$ $\sigma_{\phi 72} = 82$	$\sigma_{x 71} = 13$ $\sigma_{x 72} = 42$	$\sigma_{\phi 71} = 19$ $\sigma_{\phi 72} = 89$	$\sigma_{x 71} = 14$ $\sigma_{x 72} = 46$	$\sigma_{\phi 71} = 30$ $\sigma_{\phi 72} = 143$	$\sigma_{x 71} = 23$ $\sigma_{x 72} = 73$	$\sigma_{\phi 71} = 33$ $\sigma_{\phi 72} = 156$	$\sigma_{x 71} = 25$ $\sigma_{x 72} = 80$	
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 41} = 19$	$\sigma_{x 41} = 10$	$\sigma_{\phi 51} = 9$	$\sigma_{x 51} = 27$	$\sigma_{\phi 41} = 35$	$\sigma_{x 41} = 18$	$\sigma_{\phi 51} = 16$	$\sigma_{x 51} = 50$
		$\sigma_{\phi 421} = 8$ $\sigma_{\phi 422} = 38$	$\sigma_{x 421} = 23$ $\sigma_{x 422} = 19$			$\sigma_{\phi 421} = 14$ $\sigma_{\phi 422} = 69$	$\sigma_{x 421} = 42$ $\sigma_{x 422} = 35$		
		$\sigma_{\phi 42} = 45$	$\sigma_{x 42} = 42$	$\sigma_{\phi 52} = 93$	$\sigma_{x 52} = 36$	$\sigma_{\phi 42} = 82$	$\sigma_{x 42} = 77$	$\sigma_{\phi 52} = 169$	$\sigma_{x 52} = 66$
	曲げ	—	$\sigma_{x 21} = 14$			—	$\sigma_{x 22} = 2$		
	せん断	$\tau_{\ell} = 20$		$\tau_c = 6$		$\tau_{\ell} = 35$		$\tau_c = 10$	
	$\tau_{\ell 1} = 2$		$\tau_{c 1} = 0, \tau_{c 2} = 0$		$\tau_{\ell 1} = 4$		$\tau_{c 1} = 0, \tau_{c 2} = 0$		
組合せ応力	$\sigma_{2\ell} = 258$		$\sigma_{2c} = 299$		$\sigma_{2\ell} = 461$		$\sigma_{2c} = 534$		

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		
	長手方向	横方向	長手方向	横方向	
運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s 1} = 5$	$\sigma_{s 1} = 5$	$\sigma_{s 1} = 5$	$\sigma_{s 1} = 5$
	せん断	$\tau_{s 1} = 0$	$\tau_{s 1} = 0$	$\tau_{s 1} = 0$	$\tau_{s 1} = 0$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s 4} = 3$	$\sigma_{s 4} = 3$	$\sigma_{s 4} = 5$	$\sigma_{s 4} = 5$
	せん断	$\tau_{s 4} = 0$	$\tau_{s 4} = 0$	$\tau_{s 4} = 0$	$\tau_{s 4} = 0$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s 2} = 14$	$\sigma_{s 3} = 12$	$\sigma_{s 2} = 26$	$\sigma_{s 3} = 21$
	せん断	$\tau_{s 2} = 8$	$\tau_{s 3} = 12$	$\tau_{s 2} = 14$	$\tau_{s 3} = 21$
組合せ応力	$\sigma_{s \ell} = 23$	$\sigma_{s c} = 26$	$\sigma_{s \ell} = 38$	$\sigma_{s c} = 44$	

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		
	長手方向	横方向	長手方向	横方向	
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張	$\sigma_{b 1} = 32$	$\sigma_{b 2} = 33$	$\sigma_{b 1} = 84$	$\sigma_{b 2} = 92$
水平方向地震による 応力	せん断	$\tau_{b 1} = 29$	$\tau_{b 2} = 28$	$\tau_{b 1} = 53$	$\tau_{b 2} = 51$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$ <input type="text"/>
横方向	$T_2 =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_3 = 0.05$ 以下

1.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SS41 (SS41*1)	一次一般膜	$\sigma_o = 26$	$S_a = 240$ (235*1)	$\sigma_o = 39$	$S_a = 240$ (240*1)
		一次	$\sigma_1 = 85$	$S_a = 360$ (352*1)	$\sigma_1 = 123$	$S_a = 360$ (360*1)
		一次+二次	$\sigma_2 = 299$	$S_a = 490$ (470*1)	$\sigma_2 = 534^{*2}$	$S_a = 490$ (470*1)
脚	SS41	組合せ	$\sigma_s = 26$	$f_{tm} = 231$	$\sigma_s = 44$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b = 33$	$f_{ts} = 158^{*3}$	$\sigma_b = 92$	$f_{ts} = 181^{*3}$
		せん断	$\tau_b = 29$	$f_{sb} = 121$	$\tau_b = 53$	$f_{sb} = 146$

注記\*1: 当板の材料を示す。

\*2: 算出応力が許容応力を満足しないが、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、この結果より耐震性を有することを確認した。

\*3:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.3 疲労評価

評価部位	$S_n$ (MPa)	$K_e$	$S_p$ (MPa)	$S_\ell$ (MPa)	$S_\ell'^*$ (MPa)	$N_a$ (回)	$N_c$ (回)	疲労累積係数 $N_c / N_a$
胴板								

注記\*:  $E_o = 2.07 \times 10^5$  MPa  $E = 2.02 \times 10^5$  MPa として補正する。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	75
節点数	—	個	49

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
ディーゼル燃料貯蔵 タンク	常設耐震/防止 常設/緩和	排気筒 EL 3.5*1	<input type="text"/>	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.37*2	C <sub>V</sub> =0.93*2	静水頭	40	50	0.86

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S s)

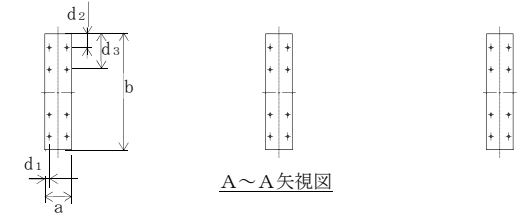
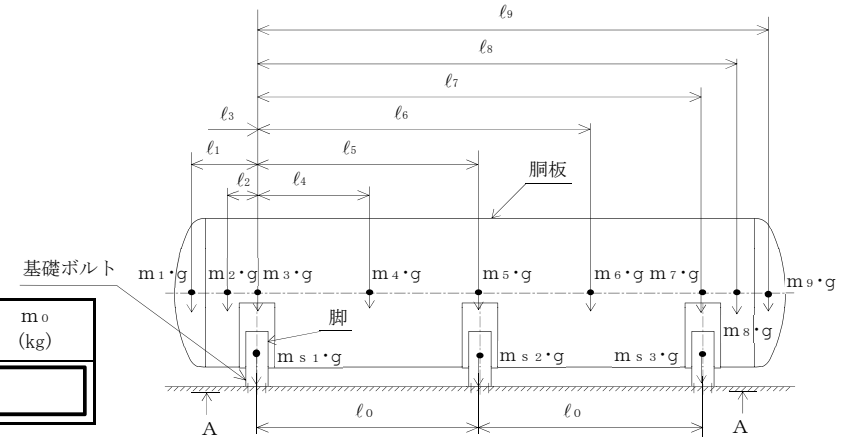
1.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)	m <sub>8</sub> (kg)	m <sub>9</sub> (kg)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	l <sub>4</sub> (mm)	l <sub>5</sub> (mm)	l <sub>6</sub> (mm)	l <sub>7</sub> (mm)	l <sub>8</sub> (mm)	l <sub>9</sub> (mm)	H (mm)	m <sub>0</sub> (kg)
-2568	-1394	0	3250	6500	9750	13000	14394	15568	3050	<input type="text"/>

m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	m <sub>s3</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	l <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3600	14.0	39.0*1	6500	1276	2200	1590	400

I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	J <sub>s</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sp</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
1.338×10 <sup>11</sup>	7.184×10 <sup>9</sup>	1.826×10 <sup>10</sup>	8.415×10 <sup>7</sup>	2.395×10 <sup>7</sup>	3.363×10 <sup>7</sup>	2.097	1.394	0.357	300



$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	E (MPa)	$E_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )
$1.346 \times 10^5$	202000*2	201000*3	$7.761 \times 10^4$	$5.333 \times 10^4$	$6.782 \times 10^4$	$4.180 \times 10^4$

$K_{11}$ *4	$K_{12}$ *4	$K_{21}$	$K_{22}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$d_3$ (mm)
15	8	4	2	1000	3260	52 (M52)	$2.124 \times 10^3$	100	315	844

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
245*2 (厚さ $\leq 16\text{mm}$ ) (235*2, *5) (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	400*2 (厚さ $\leq 16\text{mm}$ ) (400*2, *5) (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	231*3 (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	394*3 (16mm<厚さ $\leq 40\text{mm}$ )	—	276	211*3 (径 $> 40\text{mm}$ )	394*3 (径 $> 40\text{mm}$ )	—	253

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：最高使用温度で算出

\*3：周囲環境温度で算出

\*4：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*5：当板の材料を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x 1}=2$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=9$	—	$\sigma_{x 2}=10$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=8$	—	$\sigma_{x 6}=9$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413}=2$	—	—
水平方向地震 による応力	曲げ	—	—	—	—	$\sigma_{x 21}=25$	—	$\sigma_{x 22}=4$
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell 1}=4$	—	$\tau_{c 1}=0$
組合せ応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{0\ell}=39$	—	$\sigma_{0c}=21$

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x 1}=2$	$\sigma_{\phi 1}=4$	$\sigma_{x 1}=2$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	$\sigma_{\phi 2}=3$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=9$	—	$\sigma_{x 2}=10$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=8$	—	$\sigma_{x 6}=9$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}=32$	$\sigma_{x 3}=24$	$\sigma_{\phi 3}=35$	$\sigma_{x 3}=27$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=30$	$\sigma_{x 71}=23$	$\sigma_{\phi 71}=33$	$\sigma_{x 71}=25$	
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 411}=20$	$\sigma_{x 411}=5$	$\sigma_{\phi 51}=16$	$\sigma_{x 51}=50$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 412}=15$	$\sigma_{x 412}=11$		
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41}=35$	$\sigma_{x 41}=18$		
	曲げ	—	—	—	—	$\sigma_{x 21}=25$	—	$\sigma_{x 22}=4$	
せん断	—	—	—	—	—	$\tau_{\ell}=35$	—	$\tau_{c}=10$	
	—	—	—	—	—	$\tau_{\ell 1}=4$	—	$\tau_{c 1}=0, \tau_{c 2}=0$	
組合せ応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{1\ell}=123$	—	$\sigma_{1c}=104$	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	$\sigma_{\phi 2} = 3$	—	
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} = 8$	—	$\sigma_{x 6} = 9$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} = 30$ $\sigma_{\phi 72} = 143$	$\sigma_{x 71} = 23$ $\sigma_{x 72} = 73$	$\sigma_{\phi 71} = 33$ $\sigma_{\phi 72} = 156$	$\sigma_{x 71} = 25$ $\sigma_{x 72} = 80$	
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} = 35$	$\sigma_{x 41} = 18$	$\sigma_{\phi 51} = 16$	$\sigma_{x 51} = 50$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} = 14$ $\sigma_{\phi 422} = 69$	$\sigma_{x 421} = 42$ $\sigma_{x 422} = 35$	$\sigma_{\phi 52} = 169$	$\sigma_{x 52} = 66$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} = 82$	$\sigma_{x 42} = 77$		
	曲げ	—	—	—	—	$\sigma_{x 21} = 25$	—	$\sigma_{x 22} = 4$	
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} = 35$ $\tau_{\ell 1} = 4$	$\tau_c = 10$ $\tau_{c 1} = 0, \tau_{c 2} = 0$		
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{2\ell} = 461$	$\sigma_{2c} = 534$			

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s 1} = 5$ $\sigma_{s 1} = 5$
	せん断	—	—	$\tau_{s 1} = 0$ $\tau_{s 1} = 0$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s 4} = 5$ $\sigma_{s 4} = 5$
	せん断	—	—	$\tau_{s 4} = 0$ $\tau_{s 4} = 0$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s 2} = 26$ $\sigma_{s 3} = 21$
	せん断	—	—	$\tau_{s 2} = 14$ $\tau_{s 3} = 21$
組合せ応力	—	—	—	$\sigma_{s \ell} = 38$ $\sigma_{s c} = 44$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張	—	—	$\sigma_{b 1} = 84$ $\sigma_{b 2} = 92$
水平方向地震による 応力	せん断	—	—	$\tau_{b 1} = 53$ $\tau_{b 2} = 51$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$ <input type="text"/>
横方向	$T_2 =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_3 = 0.05$ 以下

2.4.2 応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SS41 (SS41*1)	一次一般膜	—	—	$\sigma_o = 39$	$S_a = 240$ (240*1)
		一次	—	—	$\sigma_1 = 123$	$S_a = 360$ (360*1)
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 534^{*2}$	$S_a = 490$ (470*1)
脚	SS41	組合せ	—	—	$\sigma_s = 44$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b = 92$	$f_{ts} = 181^{*3}$
		せん断	—	—	$\tau_b = 53$	$f_{sb} = 146$

注記\*1：当板の材料を示す。

\*2：算出応力が許容応力を満足しないが、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、この結果より耐震性を有することを確認した。

\*3： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

2.4.3 疲労評価

評価部位	$S_n$ (MPa)	$K_e$	$S_p$ (MPa)	$S_\ell$ (MPa)	$S_\ell'^*$ (MPa)	$N_a$ (回)	$N_c$ (回)	疲労累積係数 $N_c / N_a$
胴板	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記\*： $E_o = 2.07 \times 10^5$  MPa  $E = 2.02 \times 10^5$  MPa として補正する。

2.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	75
節点数	—	個	49

VI-2-10-1-2-2-7 管の耐震性についての計算書  
(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備)



## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	21
3.1 計算方法	21
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	22
3.3 設計条件	23
3.4 材料及び許容応力	37
3.5 設計用地震力	38
4. 解析結果及び評価	39
4.1 固有周期及び設計震度	39
4.2 評価結果	51
4.2.1 管の応力評価結果	51
4.2.2 支持構造物評価結果	53
4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果	54
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	55

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電設備の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

計算結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

### (2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。








### (3) 弁

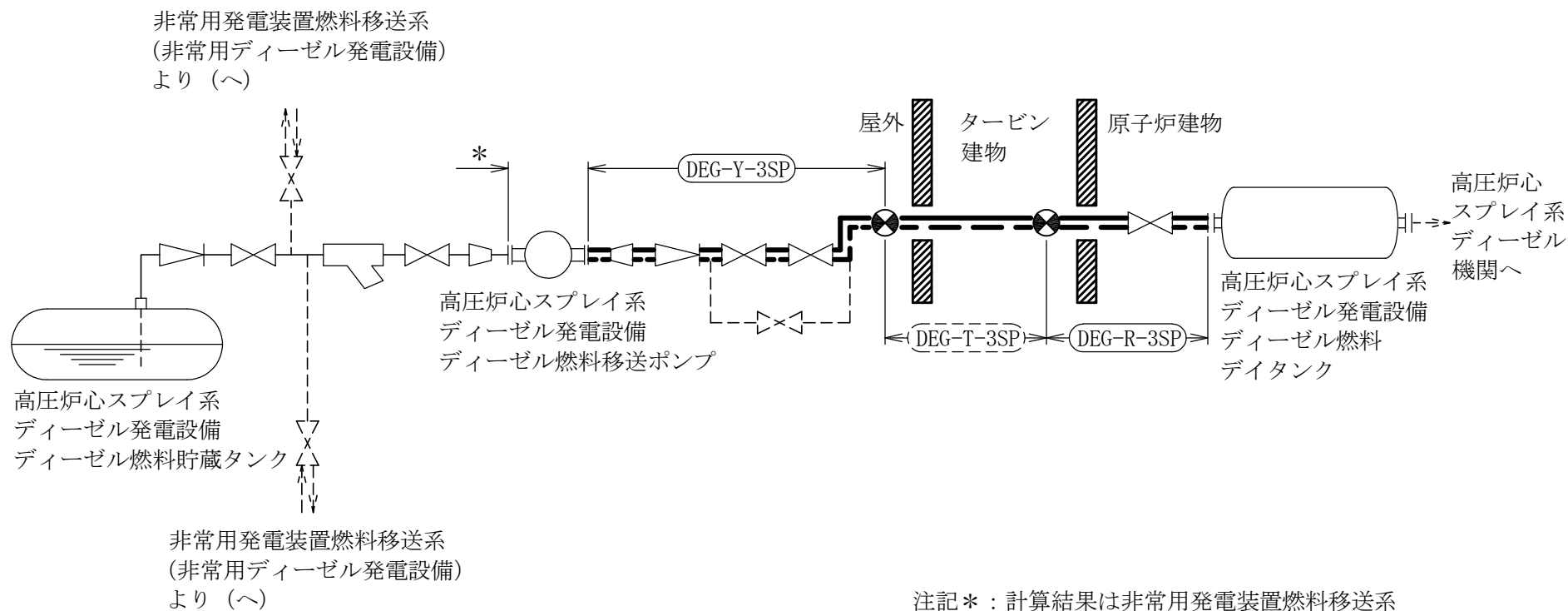
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、弁型式別に評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例



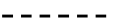


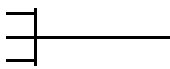
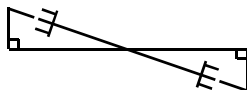
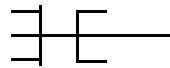
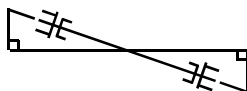

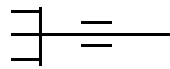
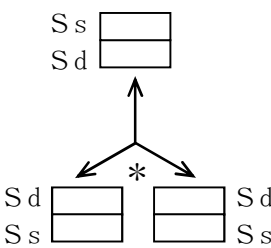
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管，又は工事計画記載範囲の管 のうち本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管 及び他系統の管であって系統の概略を示すために表記 する管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



非常用発電装置燃料移送系 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備) 概略系統図

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管, 又は工事計画記載範囲の管のうち本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管及び他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント
	レストレイント (斜め拘束の場合)
	スナップ
	スナップ (斜め拘束の場合)
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 1em; height: 1em; vertical-align: middle;"></span> 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。)  注: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

5

鳥瞰図

DEG-R-3SP (DB) (1/6)



7

鳥瞰図

DEG-R-3SP (DB) (3/6)



∞

鳥瞰図

DEG-R-3SP (DB) (4/6)



10

鳥瞰図

DEG-R-3SP (DB) (6/6)

鳥瞰図

DEG-R-3SP(SA) (1/6)

鳥瞰図

DEG-R-3SP (SA) (2/6)

鳥瞰図

DEG-R-3SP(SA) (3/6)

鳥瞰図

DEG-R-3SP(SA) (4/6)

15

鳥瞰図

DEG-R-3SP(SA) (5/6)



鳥瞰図

DEG-R-3SP(SA) (6/6)

鳥瞰図

DEG-Y-3SP (DB) (1/2)

鳥瞰図

DEG-Y-3SP (DB) (2/2)

鳥瞰図

DEG-Y-3SP (SA) (1/2)

20

鳥瞰図

DEG-Y-3SP (SA) (2/2)

### 3. 計算条件

#### 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、基本方針に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは「H I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

## 3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3, *4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
非常用電源設備	非常用発電装置	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備	DB	—	火力技術基準適用の管	S	I <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	III <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	
							I <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
			II <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>					
			SA	常設／防止(D <sub>B</sub> 拡張)	火力技術基準適用の管	—	I <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	
V <sub>L</sub> + S <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	V <sub>A</sub> S							

注記\*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

\*2：「常設／防止(D<sub>B</sub>拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)を示す。

\*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

\*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

\*5：許容応力状態V<sub>A</sub>Sは許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの許容限界を使用し，許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとして評価を実施する。

\*6：原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを除く設備は必ずしも重大事故等時の荷重の時間履歴を詳細に評価しないことから，重大事故等時の最大荷重とS<sub>s</sub>地震力の組合せを考慮する。

### 3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 DEG-R-3SP

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	225A~2271, 4511~4766	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40
2	2271~4511, 4766~4771 4772~477N	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40



設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 DEG-R-3SP

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	225A~2271, 4511~4766	60.5	5.5	STPT410	S	201667
2	2271~4511, 4766~4771 4772~477N	60.5	5.5	STPT42	S	201667

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 DEG-R-3SP

質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	4774
<input type="checkbox"/>	477N

弁部の質量

鳥 瞰 図 DEG-R-3SP

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	4771~4772

弁部の寸法

鳥 瞰 図 DEG-R-3SP

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
4771~4772			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 DEG-R-3SP

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
225A						
238						
242						
250						
255						
258						
273						
279						
290						
296						
301						
305						
318						
325						
332						
338						
345						
350						
3540						
358						
362						
3651						
374						
382						
389						
3921						
398						
405						
413						
419						
428						

S2 補 VI-2-10-1-2-2-7 R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 DEG-R-3SP

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
432						
440						
450						
453						
459						
4651						
4671						
4731						
4767						
4770						
477N						

S2 補 VI-2-10-1-2-2-7 R1

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 DEG-Y-3SP

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	1N~2	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40
2	3~7, 8~15 16~18, 19~21 22~9701	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40
3	9701~102A	Ⅲ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅳ <sub>A</sub> S	0.98	40
		Ⅴ <sub>A</sub> S	0.98	40

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 DEG-Y-3SP

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1N~2	48.6	5.1	STPT42	S	201867
2	3~7, 8~15 16~18, 19~21 22~9701	60.5	5.5	STPT42	S	201867
3	9701~102A	60.5	5.5	STPT410	S	201867



配管の付加質量

鳥 瞰 図 DEG-Y-3SP

質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	1N~2, 3~7, 8~15, 16~18, 19~21 22~102A

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 DEG-Y-3SP

質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	1N, 18, 19

弁部の質量

鳥 瞰 図 DEG-Y-3SP

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	7～8	<input type="checkbox"/>	15～16
<input type="checkbox"/>	21～22		

弁部の寸法

鳥 瞰 図 DEG-Y-3SP

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
7~8				15~16			
21~22							

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 DEG-Y-3SP

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
1N						
17						
20						
36						
44						
50						
55						
60						
66						
71						
77						
83						
8901						
93						
102A						

S2 補 VI-2-10-1-2-2-7 R1

### 3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S
STPT410	40	—	245	410	—
STPT42	40	—	245	410	—

### 3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトル及び等価繰返し回数を下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定したものをを用いる。減衰定数は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。等価繰返し回数は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定したものをを用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高 (m)	減衰定数 (%)	等価繰返し回数	
				S <sub>d</sub>	S <sub>s</sub>
DEG-R-3SP	原子炉建物	EL <input type="text"/>			
	タービン建物	EL <input type="text"/>			
DEG-Y-3SP	排気筒	EL <input type="text"/> ~ EL <input type="text"/>			
	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	EL <input type="text"/> ~ EL <input type="text"/>			

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 DEG-R-3SP

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 及び静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
36次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記\*1：固有周期が0.050s以上のモードを示す。0.020s以上0.050s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>)により得られる震度

\*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S<sub>s</sub>)により得られる震度

\*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>)及び設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

\*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

\*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度



各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 DEG-R-3SP

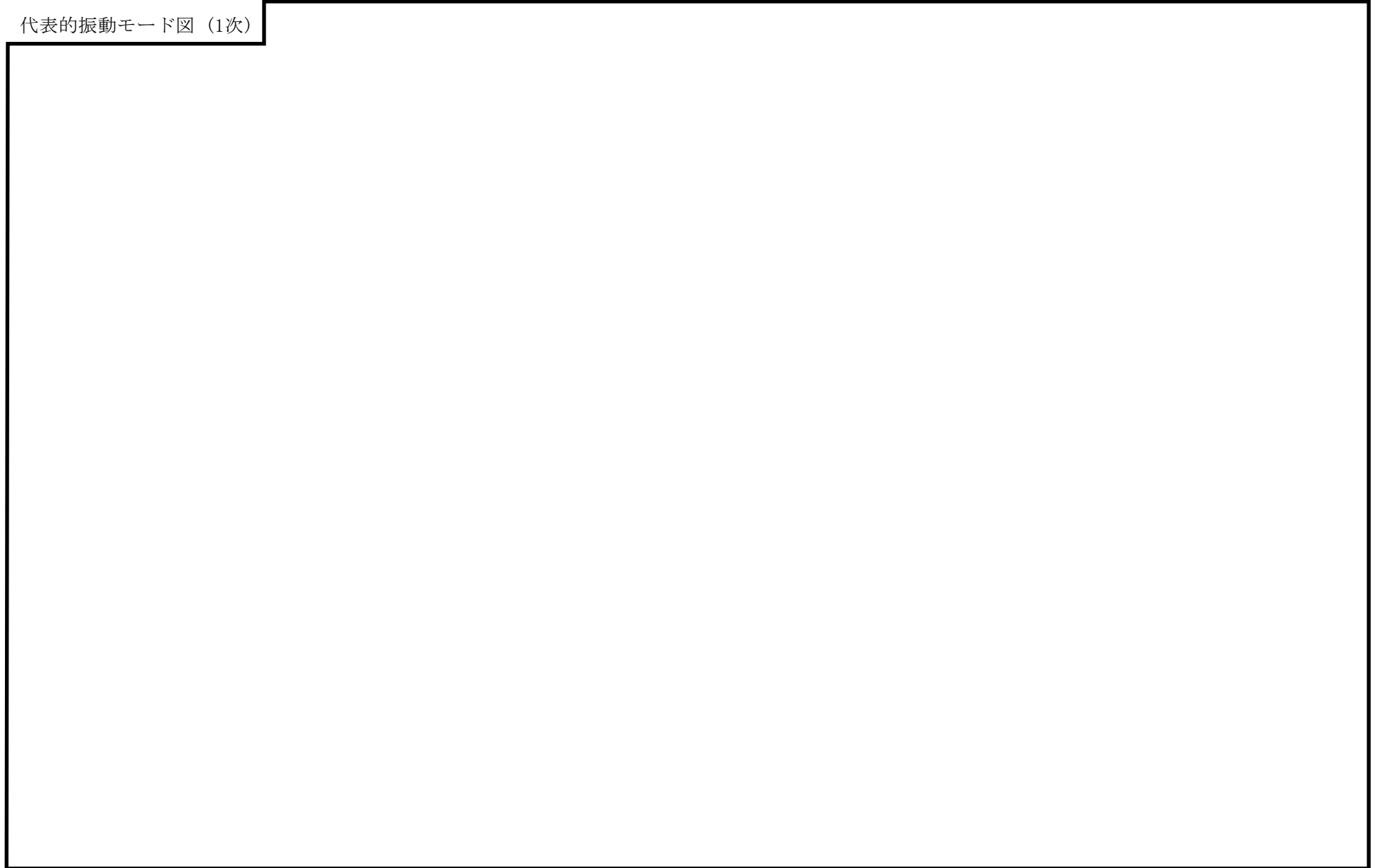
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
36次				

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

## 代表的振動モード図

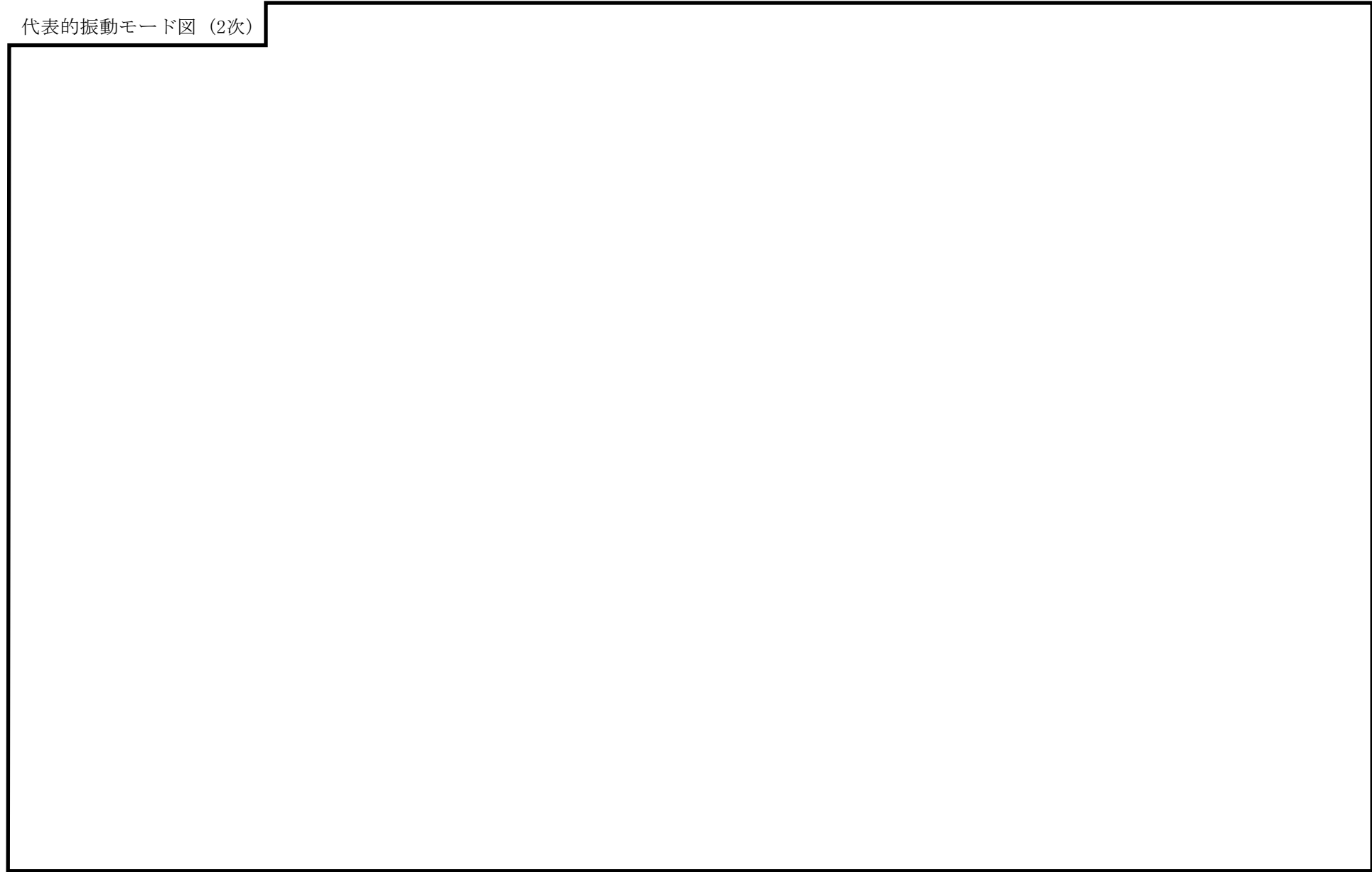
振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)

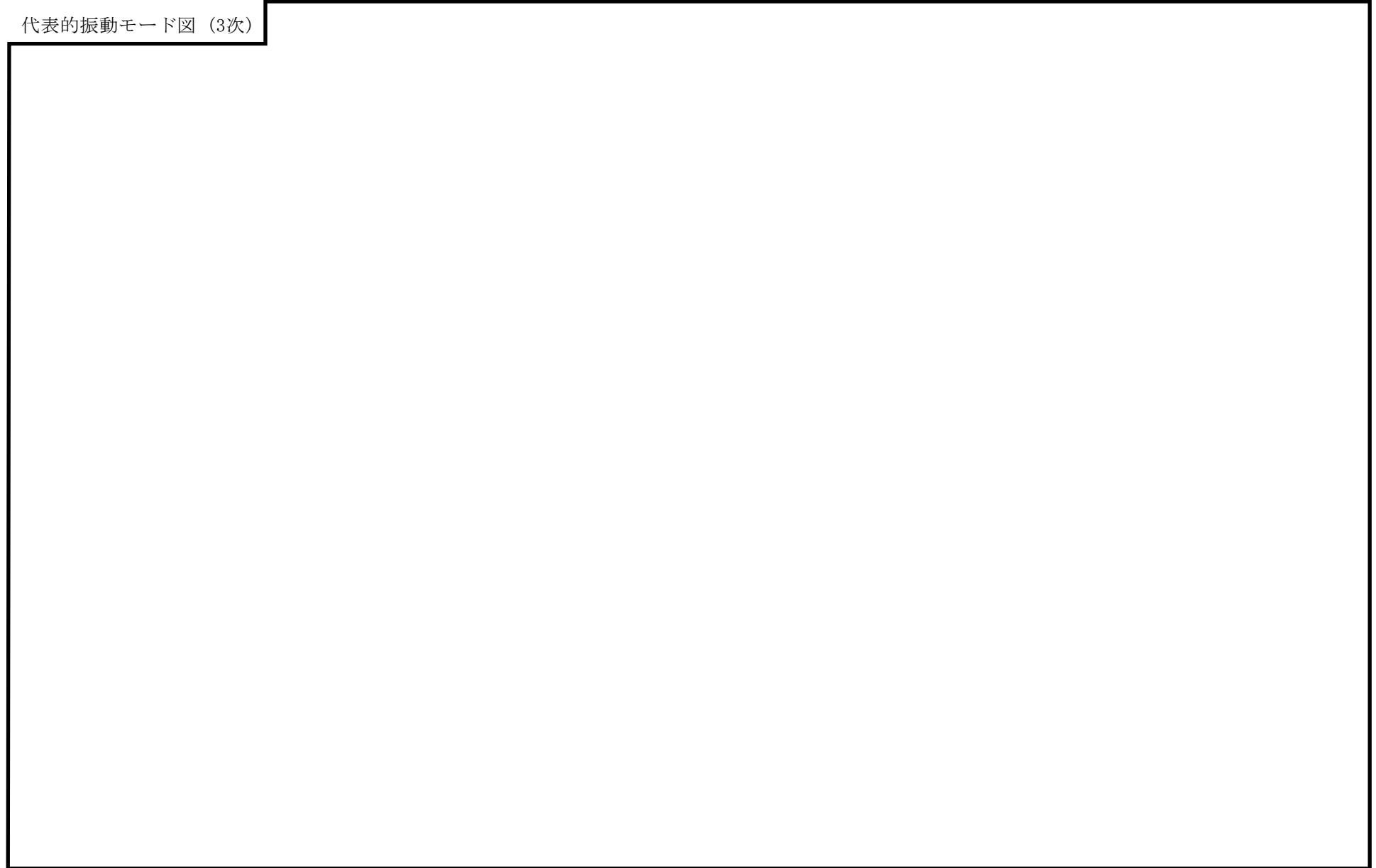
43



鳥瞰図

DEG-R-3SP

代表的振動モード図 (3次)



固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 DEG-Y-3SP

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 及び静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記\*1：固有周期が0.050s以上のモードを示す。0.020s以上0.050s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) を上回る設計用床応答スペクトルにより得られる震度

\*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計用床応答スペクトルにより得られる震度

\*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) を上回る設計震度及び設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

\*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

\*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_V$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 DEG-Y-3SP

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

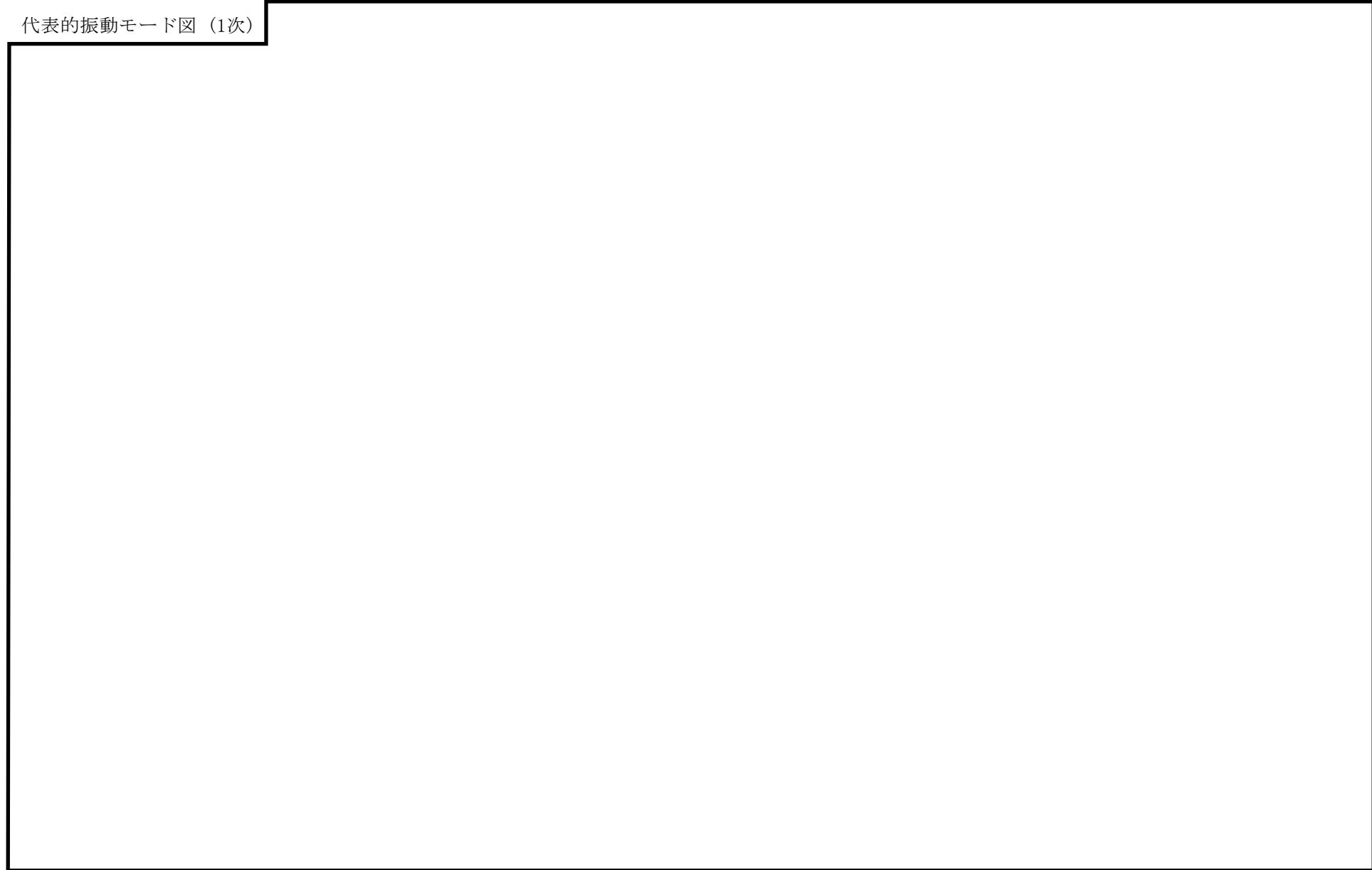
## 代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次頁以降に示す。

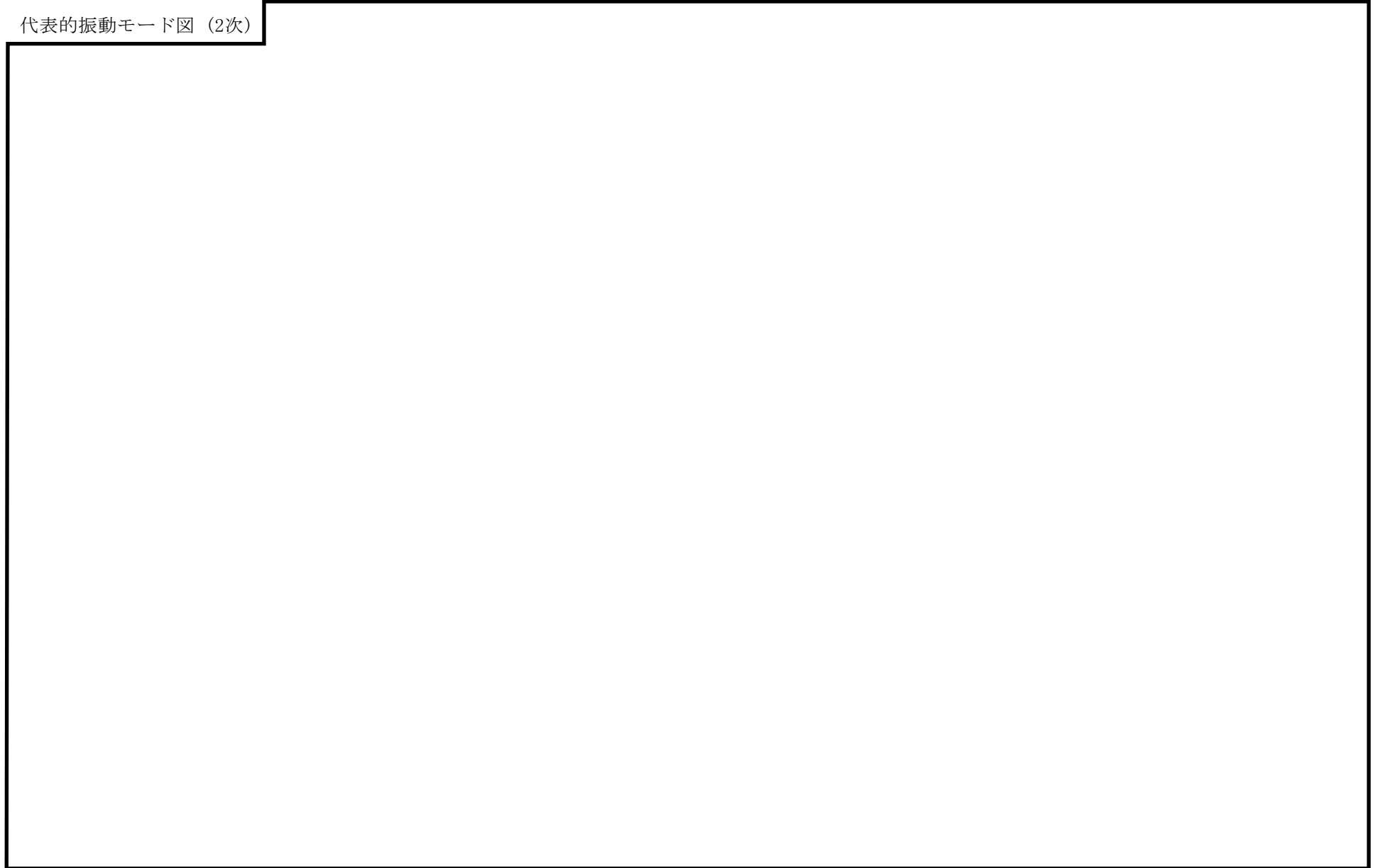


代表的振動モード図 (1次)

48



代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)

50

鳥瞰図

DEG-Y-3SP

## 4.2 評価結果

## 4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

火力技術基準適用の管（設計基準対象施設）

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数 U S d U S s
Ⅲ <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(S_y^*)$	DEG-R-3SP	3540	92	245	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	DEG-Y-3SP	88	270	490	—
Ⅳ <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	DEG-R-3SP	3540	187	369	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	DEG-Y-3SP	88	449	490	—

注記\*：オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 $S_y$ と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。

## 評価結果

## 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

## 火力技術基準適用の管（重大事故等対処設備）

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数 U S s
IV <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	DEG-R-3SP	3540	187	369	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	DEG-Y-3SP	88	449	490	—
V <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	DEG-R-3SP	3540	187	369	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	DEG-Y-3SP	88	449	490	—

## 4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材料	温度 (°C)	評価結果		
					計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)	
						一次評価*1	二次評価*2
—	メカニカルスナップ	—	VI-2-1-12「配 管及び支持構造 物の耐震計算に ついて」参照	—	—	—	—
—	オイルスナップ	—			—	—	—
—	ロッドレストレイント	—			—	—	—
—	スプリングハンガ	—			—	—	—
—	コンスタントハンガ	—			—	—	—
—	リジットハンガ	—			—	—	—

注記\*1：あらかじめ設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価

\*2：計算荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超過した箇所に対して、J E A G 4 6 0 1 に定める許容限界を満足する範囲内で新たに設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価。なお、一次評価を満足する場合は「—」と記載する。

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材料	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
RE-DEG-4733	レストレイント	Uボルト	SS400	40	2	0	17	—	—	—	圧縮	107	160
AN-DEG-0268	アンカ	ラグ	SGV410	40	3	2	4	1	2	1	組合せ	108	155

## 4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり水平及び鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は水平及び鉛直方向を合成した機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 <sup>*1</sup>	機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )			機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		詳細評価 <sup>*2, *3</sup>						
			水平	鉛直	合成 <sup>*3, *4</sup>	水平	鉛直	動作機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		構造強度評価結果 (MPa)				
								水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注記\*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

$\alpha$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

\*2：水平又は鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，水平及び鉛直方向を合成した機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度の最小値以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。

\*3：詳細評価を実施しない場合は「—」と記載する。

\*4：水平及び鉛直方向の機能維持評価用加速度をベクトル和により合成した値であり，詳細評価を実施する場合に使用する。

## 4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

火力技術基準適用の管（設計基準対象施設）

No	鳥瞰図番号	許容応力状態ⅢA S										
		一次応力評価					一次＋二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	DEG-R-3SP	3540	92	245	2.66	○	3540	174	490	2.81	—	—
2	DEG-T-3SP	193	81	245	3.02	—	193	141	490	3.47	—	—
3	DEG-Y-3SP	77	63	245	3.88	—	88	270	490	1.81	—	○



代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

火力技術基準適用の管（設計基準対象施設）

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	DEG-R-3SP	3540	187	369	1.97	○	3540	363	490	1.34	—	—
2	DEG-T-3SP	193	156	369	2.36	—	193	261	490	1.87	—	—
3	DEG-Y-3SP	77	117	369	3.15	—	88	449	490	1.09	—	○

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

火力技術基準適用の管（重大事故等対処設備）

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次＋二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	DEG-R-3SP	3540	187	369	1.97	○	3540	363	490	1.34	—	—
2	DEG-T-3SP	193	156	369	2.36	—	193	261	490	1.87	—	—
3	DEG-Y-3SP	77	117	369	3.15	—	88	449	490	1.09	—	○

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

火力技術基準適用の管（重大事故等対処設備）

No	鳥瞰図番号	許容応力状態 V A S										
		一次応力評価					一次＋二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	DEG-R-3SP	3540	187	369	1.97	○	3540	363	490	1.34	—	—
2	DEG-T-3SP	193	156	369	2.36	—	193	261	490	1.87	—	—
3	DEG-Y-3SP	77	117	369	3.15	—	88	449	490	1.09	—	○

VI-2-10-1-2-3 ガスタービン発電機の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電機ガスタービン機関及び発電機  
の耐震性についての計算書

## 目次

1. 概要	1
2. ガスタービン機関	3
2.1 概要	3
2.2 一般事項	3
2.2.1 構造計画	3
2.2.2 評価方針	5
2.2.3 適用規格・基準等	6
2.2.4 記号の説明	7
2.2.5 計算精度と数値の丸め方	10
2.3 評価部位	11
2.4 固有周期	12
2.4.1 固有値解析方法	12
2.4.2 解析モデル及び諸元	12
2.4.3 固有値解析結果	14
2.5 構造強度評価	15
2.5.1 構造強度評価方法	15
2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	15
2.5.3 設計用地震力	19
2.5.4 計算方法	20
2.5.5 計算条件	24
2.5.6 応力の評価	24
2.6 機能維持評価	25
2.6.1 基本方針	25
2.6.2 評価対象部位	25
2.6.3 評価基準値	25
2.6.4 記号の説明	26
2.6.5 評価方法	26
2.7 評価結果	36
2.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	36
3. 発電機	44
3.1 概要	44
3.2 一般事項	44
3.2.1 構造計画	44
3.3 構造強度評価	46

3.3.1	構造強度評価方法	46
3.3.2	荷重の組合せ及び許容応力	46
3.3.3	計算条件	46
3.4	機能維持評価	50
3.4.1	動的機能維持評価方法	50
3.5	評価結果	51
3.5.1	重大事故等対処設備としての評価結果	51

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン発電機が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、機能を維持できることを説明するものである。

ガスタービン発電機は、ガスタービン機関及び発電機から構成される。ガスタービン発電機の構造図を図1に示す。ガスタービン機関及び発電機は、エンクロージャに覆われており、エンクロージャはパッケージサポートにより壁と接続される。

「2. ガスタービン機関」においては、ガスタービン発電機のうちガスタービン機関が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、機能を維持できることを説明する。構造強度評価として、耐震評価上厳しくなるガスタービン機関取付ボルト部及びガスタービン機関と発電機で共通の台板の基礎ボルト部についての評価を実施し、機能維持評価として、軸とケーシングのクリアランス、軸受及び燃料制御ユニットを評価対象部位として評価を実施する。

「3. 発電機」においては、ガスタービン発電機のうち発電機が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、機能を維持できることを説明する。構造強度評価では、耐震評価上厳しくなる発電機機関取付ボルト部について評価を実施する。基礎ボルト部についてはガスタービン機関と共通であるため「2. ガスタービン機関」で説明する。

機能維持評価では、機能維持評価用加速度がすべて機能維持確認加速度以下であることで評価する。

ガスタービン機関及び発電機は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び機能維持評価を示す。



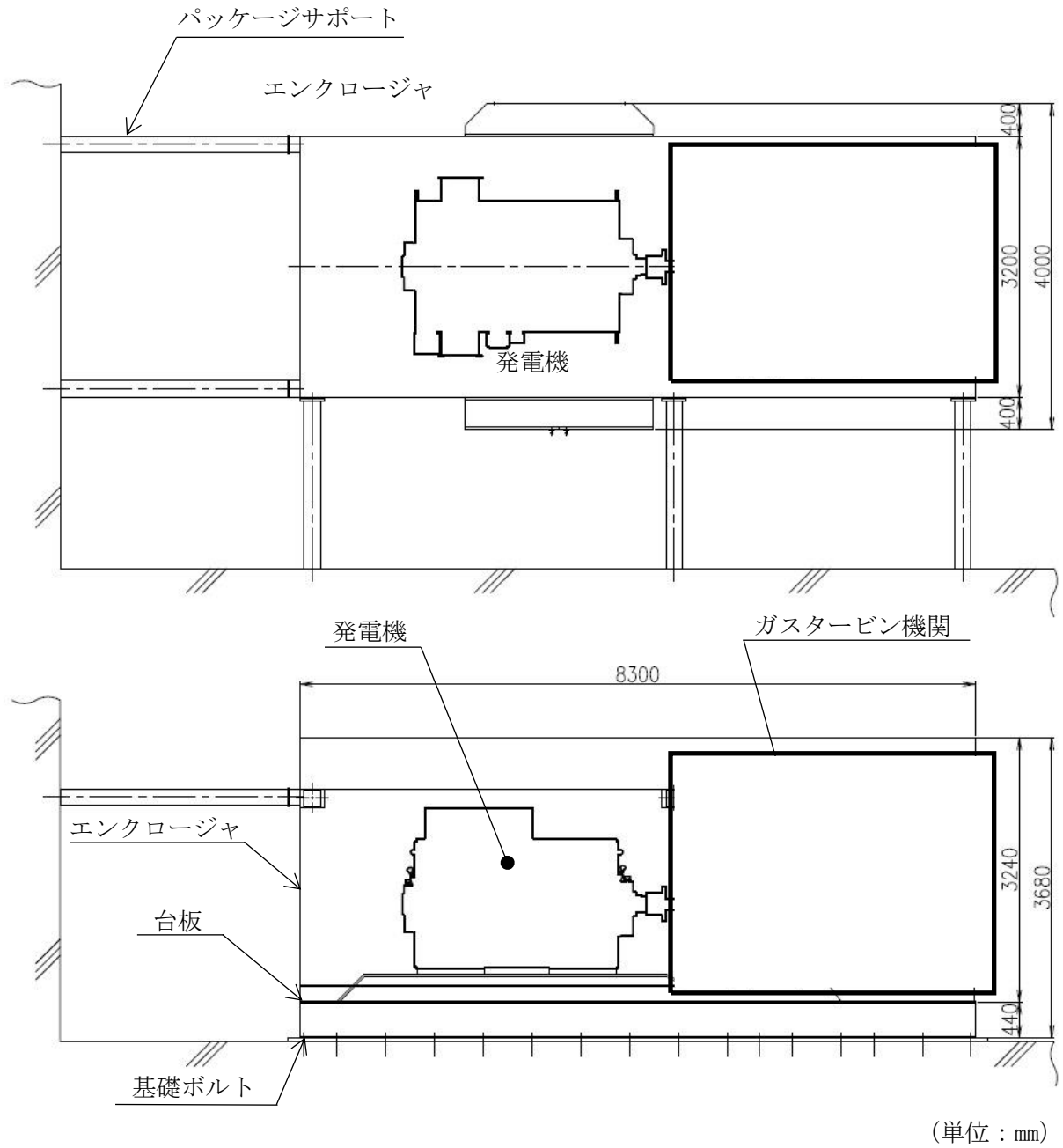


図1 ガスタービン発電機の構造図

## 2. ガスタービン機関

### 2.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン機関が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

### 2.2 一般事項

#### 2.2.1 構造計画

ガスタービン機関の構造計画を表 2-2-1 に示す。

表 2-2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ガスタービン機関は、台板に取付ボルトにより固定する。台板は、基礎ボルトにて床面に固定する。</p> <p>燃料制御ユニットは、ガスタービン機関に取付ボルトにより固定する。</p>	<p>単純開放サイクル1軸式ガスタービン機関</p> <p>燃料制御ユニット (調速装置)</p>	<p>(ガスタービン発電機)</p> <p>ガスタービン機関</p> <p>台板</p> <p>基礎</p> <p>基礎ボルト</p> <p>8300</p> <p>床</p> <p>燃料制御ユニット</p> <p>ガスタービン機関取付ボルト</p> <p>ガスタービン機関取付ボルト</p> <p>(単位: mm)</p>

4

## 2.2.2 評価方針

ガスタービン機関の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.2.1 構造計画」にて示すガスタービン機関の部位を踏まえ「2.3 評価部位」にて設定する箇所において、「2.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「2.5 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、ガスタービン機関の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「2.6 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「2.7 評価結果」に示す。

ガスタービン機関の耐震評価フローを図 2-2-1 に示す。

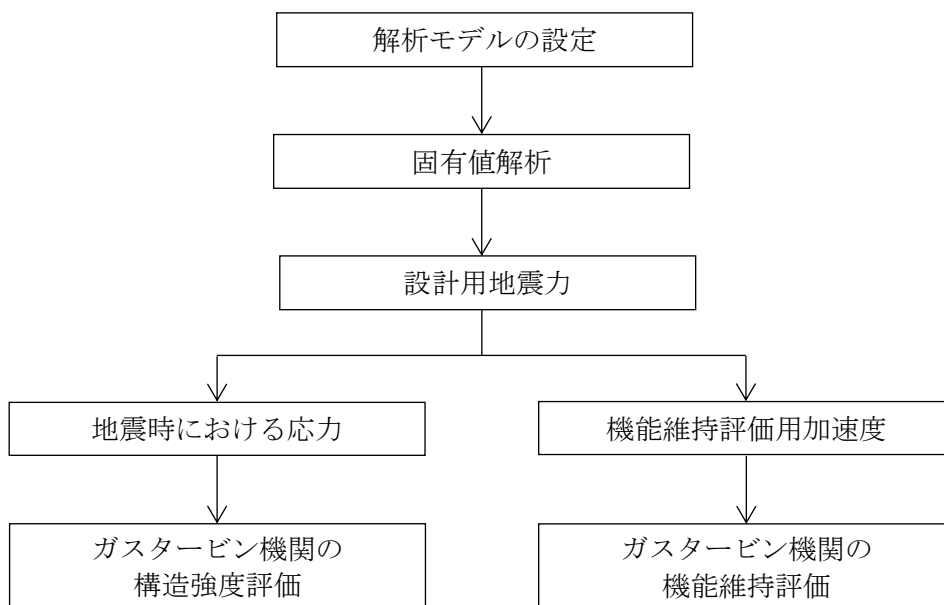


図 2-2-1 ガスタービン機関の耐震評価フロー

### 2.2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ( (社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ( (社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

## 2.2.4 記号の説明

### 2.2.4.1 記号説明

記号	記号の説明	単位
$C_P$	ガスタービン機関振動による震度	—
$C_{P'}$	ガスタービン発電機振動による震度	—
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$E$	縦弾性係数	MPa
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値*	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値*	MPa
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力*	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力*	MPa
$f_{tsi}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力*	MPa
$G$	せん断弾性係数	MPa
$g$	重力加速度 ( $g=9.80665$ )	$m/s^2$
$I$	断面二次モーメント	$mm^4$
$P$	原動機出力	kW
$R$	発電機定格回転数	rpm
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値*	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値*	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40°Cにおける値*	MPa
$T_H$	水平方向固有周期	s
$T_V$	鉛直方向固有周期	s
$\pi$	円周率	—

注記\*： $F_i$ 、 $F_i^*$ 、 $f_{sbi}$ 、 $f_{toi}$ 、 $f_{tsi}$ 、 $S_{ui}$ 、 $S_{yi}$ 及び $S_{yi}(RT)$ の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i=1$ ：基礎ボルト

$i=2$ ：ガスタービン機関取付ボルト

2.2.4.2 基礎ボルトの構造強度評価の記号説明

記号	記号の説明	単位
$m_1$	台板質量 (ガスタービン機関, 発電機, エンクロージャ含む)	kg
$d_1$	基礎ボルトの呼び径	mm
$A_{bt1}$	基礎ボルト軸断面積	mm <sup>2</sup>
$n_1$	基礎ボルト本数	—
$n_{t11}$	評価上引張力を受けるとして期待する基礎ボルトの本数	—
$h_1$	ボルト据付面からガスタービン発電機重心までの高さ	mm
$\ell$	ボルト間距離	mm
$L_{11}$	支点となる取付ボルトから重心までの距離 ( $L_{11}$ 側)	mm
$L_{21}$	支点となる取付ボルトから重心までの距離 ( $L_{21}$ 側)	mm
$a_H$	水平方向評価用加速度	m/s <sup>2</sup>
$a_V$	鉛直方向評価用加速度	m/s <sup>2</sup>
$a_{P1}$	回転体振動による加速度	m/s <sup>2</sup>
$M_{P1}$	回転体回転により働くモーメント	N・mm
$p_1$	予想最大両振幅	$\mu$ m
$F_{bt1}$	基礎ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N
$\sigma_{bt1}$	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$Q_{b1}$	基礎ボルトに作用するせん断力	N
$\tau_{b1}$	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

2.2.4.3 ガスタービン機関取付ボルトの構造強度評価の記号説明

記号	記号の説明	単位
$A_{bt2}$	取付ボルト軸断面積	$\text{mm}^2$
$d_2$	取付ボルトの呼び径	mm
$a_H$	水平方向評価用加速度	$\text{m/s}^2$
$a_V$	鉛直方向評価用加速度	$\text{m/s}^2$
$a_{P2}$	回転体振動による加速度	$\text{m/s}^2$
$h_2$	取付面からガスタービン機関重心までの高さ	mm
$L_{12}$	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離	mm
$L_{22}$	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離	mm
$L_{32}$	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離	mm
$L_{42}$	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離	mm
$L_{52}$	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離	mm
$L_{G2}$	支点となる取付ボルトから重心までの距離	mm
$m_2$	ガスタービン機関質量	kg
$M_{P2}$	回転体回転により働くモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
$n_2$	取付ボルト本数	—
$n_{t12}$	$L_{12}$ の長さ面に設けた取付ボルトの片側本数	—
$n_{t22}$	$L_{22}$ の長さ面に設けた取付ボルトの片側本数	—
$n_{t32}$	$L_{32}$ の長さ面に設けた取付ボルトの片側本数	—
$n_{t42}$	$L_{42}$ の長さ面に設けた取付ボルトの片側本数	—
$n_{t52}$	$L_{52}$ の長さ面に設けた取付ボルトの片側本数	—
$p_2$	予想最大両振幅	$\mu\text{m}$
$F_{bt21}$	軸直角方向の取付ボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
$F_{bt22}$	軸方向の取付ボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
$\sigma_{bt2}$	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_{bt21}$	軸直角方向の取付ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_{bt22}$	軸方向の取付ボルトに生じる引張応力	MPa
$Q_{b2}$	取付ボルトに作用するせん断力	N
$\tau_{b2}$	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa



## 2.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2-2 に示すとおりである。

表 2-2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 <sup>*3</sup>	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 2.3 評価部位

ガスタービン機関の耐震評価は、「2.5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト部及びガスタービン機関取付ボルト部について実施する。ガスタービン機関の耐震評価部位については、表 2-2-1 の概略構造図に示す。

## 2.4 固有周期

### 2.4.1 固有値解析方法

ガスタービン発電機の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ガスタービン機関を含むガスタービン発電機は、「2.4.2 解析モデル及び諸元」に示す3次元FEMモデルとして考える。

### 2.4.2 解析モデル及び諸元

ガスタービン発電機の解析モデルを図2-4-1に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【ガスタービン機関の耐震性についての計算結果】のその他の機器要目に示す。

- (1) フレーム及びパッケージサポートははり要素，台板はシェル要素でモデル化する。
- (2) ガスタービン発電機の主要機器及び主要補機の質量は，それぞれの重心に集中するものとする。エンクロージャの扉は，質量のみ考慮することとし，扉取付部周辺フレームに付加する。エンクロージャの外板も質量のみ考慮することとし，フレームに分散して付加する。配管，ケーブル類は，等分布荷重として，当該質量のみをモデル全体に付加する。
- (3) ガスタービン機関及び発電機は，1個の大きなブロック状をしており，重心の位置がブロック状のほぼ中心にあり，かつ，下面が取付ボルトにて固定されている。したがって，全体的に一つの剛体と見なせるため，1質点でモデル化する。
- (4) ガスタービン発電機の主要機器及び主要補機の重心位置については，公称値による重心位置を設定するものとする。
- (5) 拘束条件は，基礎ボルト位置にて完全拘束とする。なお，基礎ボルトは剛体として評価する。パッケージサポートと壁面の拘束条件についても同様に完全拘束とする。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。
- (7) 解析コードは，「MSC NASTRAN」を使用し，固有値を求める。解析の結果，固有周期が0.05秒以下である場合は，剛構造として評価を実施する。固有周期が0.05秒を超える場合は，スペクトルモーダル解析による地震応答解析を実施する。

なお，評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については，VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

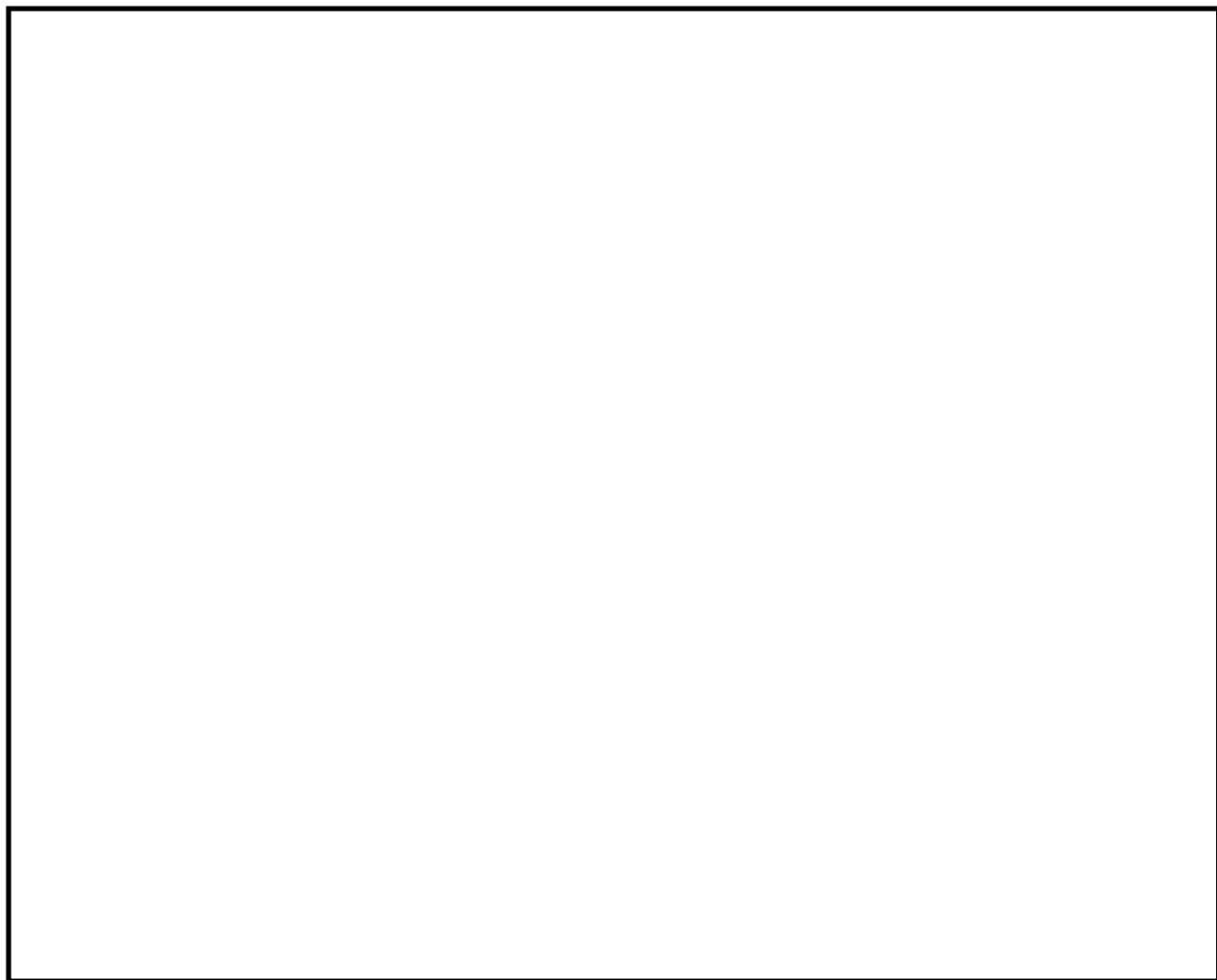


図 2-4-1 解析モデル

### 2.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 2-4-1 に，振動モード図を図 2-4-2 に示す。固有周期は，0.05 秒以下であり，剛構造であることを確認した。

表 2-4-1 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
			X 方向	Y 方向	
1 次	鉛直	0.044	—	—	—



図 2-4-2 振動モード図 (1 次 0.044 s)

## 2.5 構造強度評価

### 2.5.1 構造強度評価方法

2.4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、ガスタービン機関に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (2) 転倒方向は、図 2-5-1 及び図 2-5-2 における軸直角方向及び軸方向とし、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。

### 2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 2.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン機関の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-5-1 に示す。

#### 2.5.2.2 許容応力

ガスタービン機関の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-5-2 のとおりとする。

#### 2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン機関の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-5-3 に示す。

表 2-5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用 電源設備	非常用 発電装置	ガスタービン機関	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s$ * <sup>3</sup>	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 2-5-2 許容応力 (重大事故等その他の支持構造物)

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS (VASとしてIVASの 許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 2-5-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)	S <sub>y i</sub> (R T) (MPa)
基礎ボルト		周囲環境温度	40			
ガスタービン機関 取付ボルト		周囲環境温度	75*			

注記\*：ガスタービン発電機運転時の発熱を考慮した，ガスタービン発電機エンクロージャ内の最高使用温度

### 2.5.3 設計用地震力

ガスタービン機関の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表2-5-4に示す。

「基準地震動 $S_s$ 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表2-5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ガスタービン発電機 建物 EL 47.500 (EL 54.500*1)	0.05 以下	0.044	—	—	$C_H = 2.96^{*2}$	$C_V = 1.00^{*2}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 $S_s$ ）を上回る設計震度

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 基礎ボルトの応力評価方法

基礎ボルトの応力評価を行う。応力評価に当たっては、図2-5-1に示す地震による水平及び鉛直加速度、運転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力にて評価を行う。

(1) 引張応力の評価

基礎ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、基礎ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列のボルトで受けるものとして計算する。

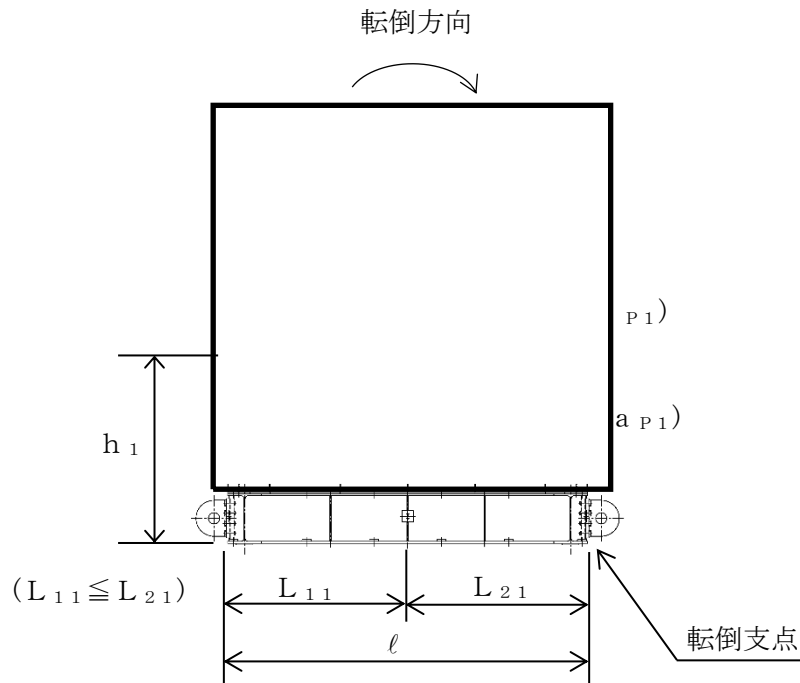


図2-5-1 台板の軸直角方向基礎ボルトの計算モデル図

図2-5-1に示すモーメントの釣合い式より以下の各計算式が得られる。

軸直角方向の引張力

$$F_{bt1} = \frac{m_1 \cdot (a_H + a_{P1}) \cdot h_1 + M_{P1} - m_1 \cdot (g - a_V - a_{P1}) \cdot L_{21}}{n_{t11} \cdot \ell}$$

..... (2.5.4.1.1.1)

ここで、 $a_{P1}$ はガスタービン発電機の回転体振動の振幅及びガスタービン発電機の回転数を考慮して定める値であり、ガスタービン機関と発電機が共通の台板上に固定されていることからガスタービン機関の振幅及び発電機の振幅のうち大きい方を用いる。また、定格運転時の等速回転運動の場合、ガスタービン機関の回転によるモーメントと反駆動側である発電機の回転によるモーメントがつり合い、共通の台板上では各々の反力が相殺されるため、基礎ボルトに対して $M_{P1}$ は作用しない。ガスタービン機関回転によるモーメント $M_{P1}$ 、回転体振動による加速度 $a_{P1}$ は次式により求める。

注記：

$$a_{P1} = \frac{P_1}{2} \cdot \left( \frac{2\pi R}{60} \right)^2 \cdot 10^{-6}$$

$$M_{P1} = \left( \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot R} \right) \cdot 10^6 \cdot P$$

(1kW=10<sup>6</sup> N・mm/s)

引張応力

$$\sigma_{bt1} = \frac{F_{bt1}}{A_{bt1}} \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.1.2)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_{bt1}$ は次式により求める。

$$A_{bt1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.1.3)$$

(2) せん断応力の評価

基礎ボルトに対するせん断力は、基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = m_1 \cdot (a_H + a_{P1}) \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.1.4)$$

せん断応力

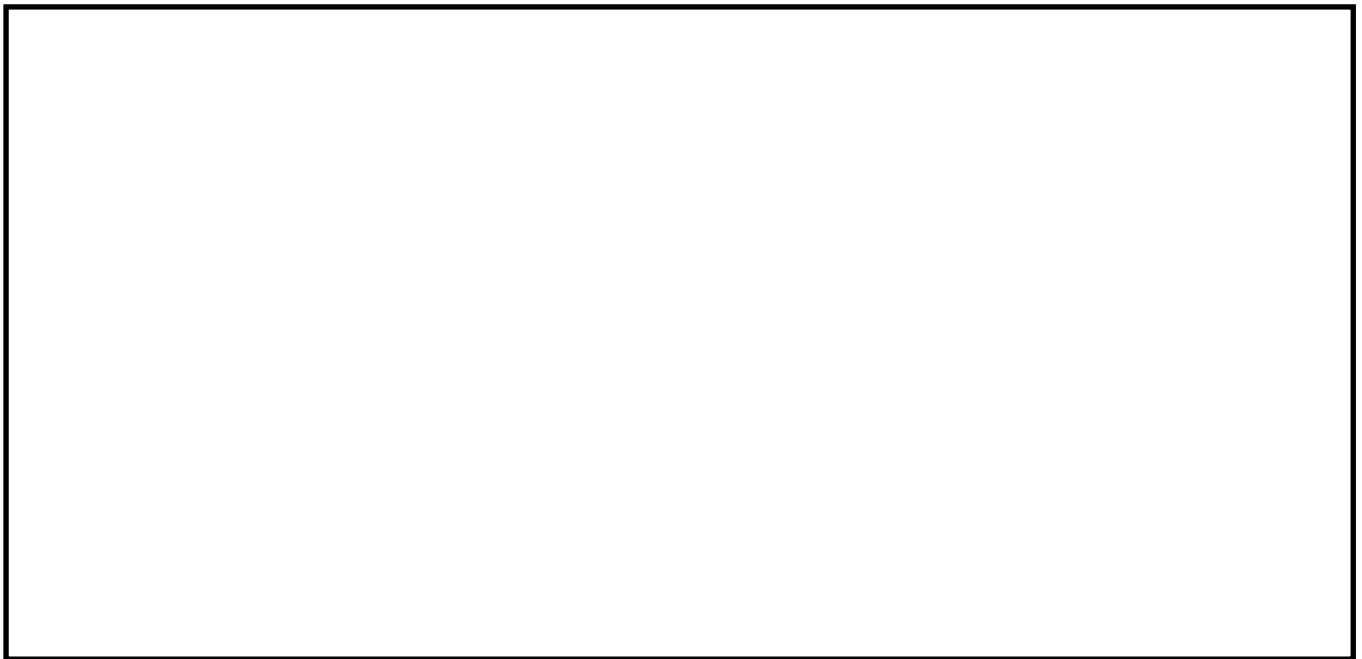
$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{bt1}} \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.1.5)$$

## 2.5.4.1.2 ガスタービン機関取付ボルトの応力評価方法

ガスタービン機関取付ボルトの応力評価を行う。応力評価に当たっては、図 2-5-2 に示す地震による水平及び鉛直加速度、運転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力にて評価を行う。

## (1) 引張応力の評価

ガスタービン機関取付ボルトに対する引張力は、ガスタービン機関取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の列のボルトで受けるものとして計算する。



(軸直角方向の計算モデル)

(軸方向の計算モデル)

図 2-5-2 ガスタービン機関取付ボルトの計算モデル図

図2-5-2に示すモーメントの釣合い式より以下の各計算式が得られる。

軸直角方向の引張力

$$F_{bt21} = \frac{\{m_2 \cdot (a_H + a_{P2}) \cdot h_2 + M_{P2} - m_2 \cdot (g - a_V - a_{P2}) \cdot L_{G2}\} \cdot L_{52}}{(n_{t12} \cdot L_{12}^2 + n_{t22} \cdot L_{22}^2 + n_{t32} \cdot L_{32}^2 + n_{t42} \cdot L_{42}^2 + n_{t52} \cdot L_{52}^2)} \dots \dots \dots (2.5.4.1.2.1)$$

ここで、 $a_{P2}$ はガスタービン機関の回転体振動の振幅及びガスタービン機関の回転数を考慮して定める値である。また、ガスタービン機関回転によるモーメント $M_{P2}$ 、回転体振動による加速度 $a_{P2}$ は次式により求める。

注記：

$$a_{P2} = \frac{p_2}{2} \cdot \left( \frac{2\pi R}{60} \right)^2 \cdot 10^{-6}$$

$$M_{P2} = \left( \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot R} \right) \cdot 10^6 \cdot P$$

(1kW=10<sup>6</sup> N・mm/s)

引張応力

$$\sigma_{bt21} = \frac{F_{bt21}}{A_{bt2}} \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.2.2)$$

ここで、ガスタービン機関取付ボルトの軸断面積 $A_{bt2}$ は次式により求める。

$$A_{bt2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.2.3)$$

軸方向の引張力

$$F_{bt22} = \frac{m_2 \cdot (a_H + a_{P2}) \cdot h_2 - m_2 \cdot (g - a_V - a_{P2}) \cdot L_{G2}}{n_{t12} \cdot L_{12}} \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.2.4)$$

引張応力

$$\sigma_{bt22} = \frac{F_{bt22}}{A_{bt2}} \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.2.5)$$

$$\sigma_{bt2} = \text{Max}(\sigma_{bt21}, \sigma_{bt22}) \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.2.6)$$

(2) せん断応力の評価

ガスタービン機関取付ボルトのせん断力は、ガスタービン機関取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b2} = m_2 \cdot (a_H + a_{P2}) \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.2.7)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{bt2}} \quad \dots \dots \dots (2.5.4.1.2.8)$$

## 2.5.5 計算条件

### 2.5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン機関の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 2.5.5.2 ガスタービン機関取付ボルトの応力計算条件

ガスタービン機関取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン機関の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

## 2.5.6 応力の評価

### 2.5.6.1 ボルトの応力評価

1.5.4項で求めたボルトの引張応力  $\sigma_{bt i}$  は次式より求めた許容引張応力  $f_{ts i}$  以下であること。ただし、 $f_{to i}$  は下表による。

$$f_{ts i} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{to i} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{to i}] \dots\dots\dots (2.5.6.1.1)$$

せん断応力  $\tau_{bi}$  はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{sb i}$  以下であること。ただし、 $f_{sb i}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による荷重との 組合せの場合
許容引張応力 $f_{to i}$	$\frac{F_i}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb i}$	$\frac{F_i}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 2.6 機能維持評価

### 2.6.1 基本方針

ガスタービン機関の地震後の動的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度はVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。また、ガスタービン機関は、地震後機能維持が要求される設備であるが、保守的に動作時の評価を実施する。耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 2.6.2 評価対象部位

ガスタービン機関における評価対象部位は、J E A G 4 6 0 1-1991 追補版に記載の非常用ディーゼル発電機及びポンプ駆動用タービンの機能維持評価項目にならない、以下の部位とする。

- (1) 基礎ボルト，ガスタービン機関取付ボルト
- (2) 軸とケーシングのクリアランス
- (3) 軸受
- (4) 燃料制御ユニット

このうち「(1) 基礎ボルト，ガスタービン機関取付ボルト」については、「2.5 構造強度評価」に従い評価を行った「2.7 評価結果」にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認している。

以上より、以下の機能維持評価においては、軸とケーシングのクリアランス、軸受及び燃料制御ユニットを評価対象部位とする。

### 2.6.3 評価基準値

軸とケーシングのクリアランスについては、メーカー規定の最小クリアランス値を、軸受については、メーカー規定の基本静定格荷重（メーカー保証値）を評価基準値として設定する。燃料制御ユニットの機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の燃料制御ユニット単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。



## 2.6.4 記号の説明

ガスタービン機関の動的機能維持評価に用いる記号を表2-6-1に示す。

表2-6-1 記号説明

記号	記号の説明	単位
$a_H'$	水平方向評価用加速度	$m/s^2$
$a_V'$	鉛直方向評価用加速度	$m/s^2$
$g$	重力加速度 ( $g=9.80665$ )	$m/s^2$
$X_0$	静ラジアル荷重係数	—
$Y_0$	静アキシアル荷重係数	—
$P_0$	軸受に発生する静等価荷重	N
$F_a$	軸受に作用するアキシアル荷重	N
$F_r$	軸受に作用するラジアル荷重	N
$F_s$	運転時の最大スラスト荷重	N
$M_m$	回転軸の質量	kg
$M_{m1}, M_{m2}$	片側の軸受にかかる質量	kg

## 2.6.5 評価方法

### 2.6.5.1 軸とケーシングのクリアランス

- (1) 軸とケーシングのクリアランスは、ガスタービン機関回転軸の地震時のたわみ量（変位量）を解析にて算出することにより評価する。ガスタービン機関回転軸の解析モデルは、はり要素を用いたモデルとし、評価モデルの各要素に自重、地震荷重及びアンバランスにより生じる荷重を負荷し、静的解析を実施する。なお、水平方向地震動による変位量と鉛直方向地震動による変位量は、安全側の評価として絶対値和とする。
- (2) ケーシングは、運転時の高圧に耐えかつ高速回転する回転軸を支える厚肉構造であることから、変形しない剛体として扱う。
- (3) 「a. 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重及び荷重の組合せが作用することによりガスタービン機関回転軸に発生するたわみ量（変位量）を「(4) 評価モデル及び諸元」に示す解析モデルを用いて算出する。なお、両端を軸受で支持された軸のたわみ量の算出において、軸受自体の剛性による変位は [ ] 程度と許容クリアランスに比べると十分小さく、軸とケーシングのクリアランスを評価する上では有意とはならないため考慮しない。一方、軸受による軸の支持条件は単純支持として、軸のたわみ量が大きくなるよう保守的に評価する。

各評価部位のたわみ量が許容クリアランス内に収まることを確認する。評価部位を図2-6-1に示す。

評価部位は、 [ ]

[ ] とする。

## a. 荷重及び荷重の組合せ

## (a) 荷重の種類

たわみ量算出に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

## イ. 死荷重 (D)

死荷重は、ガスタービン機関回転軸の自重とする。

ロ. 地震荷重 (S<sub>s</sub>)

地震荷重は、基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力とする。

## ハ. アンバランス (U)

アンバランス荷重は、ガスタービン機関回転軸のたわみ量の算出において考慮する。なお、アンバランス荷重に相当するたわみ量として、主軸振動に対するメーカー管理値を用いるものとする。

## (b) 荷重の組合せ

たわみ量算出に用いる荷重の組合せを表 2-6-2 に示す。

表 2-6-2 荷重の組合せ

設備名称	地震動	荷重の組合せ
ガスタービン機関回転軸	基準地震動 S <sub>s</sub>	D + S <sub>s</sub> + U

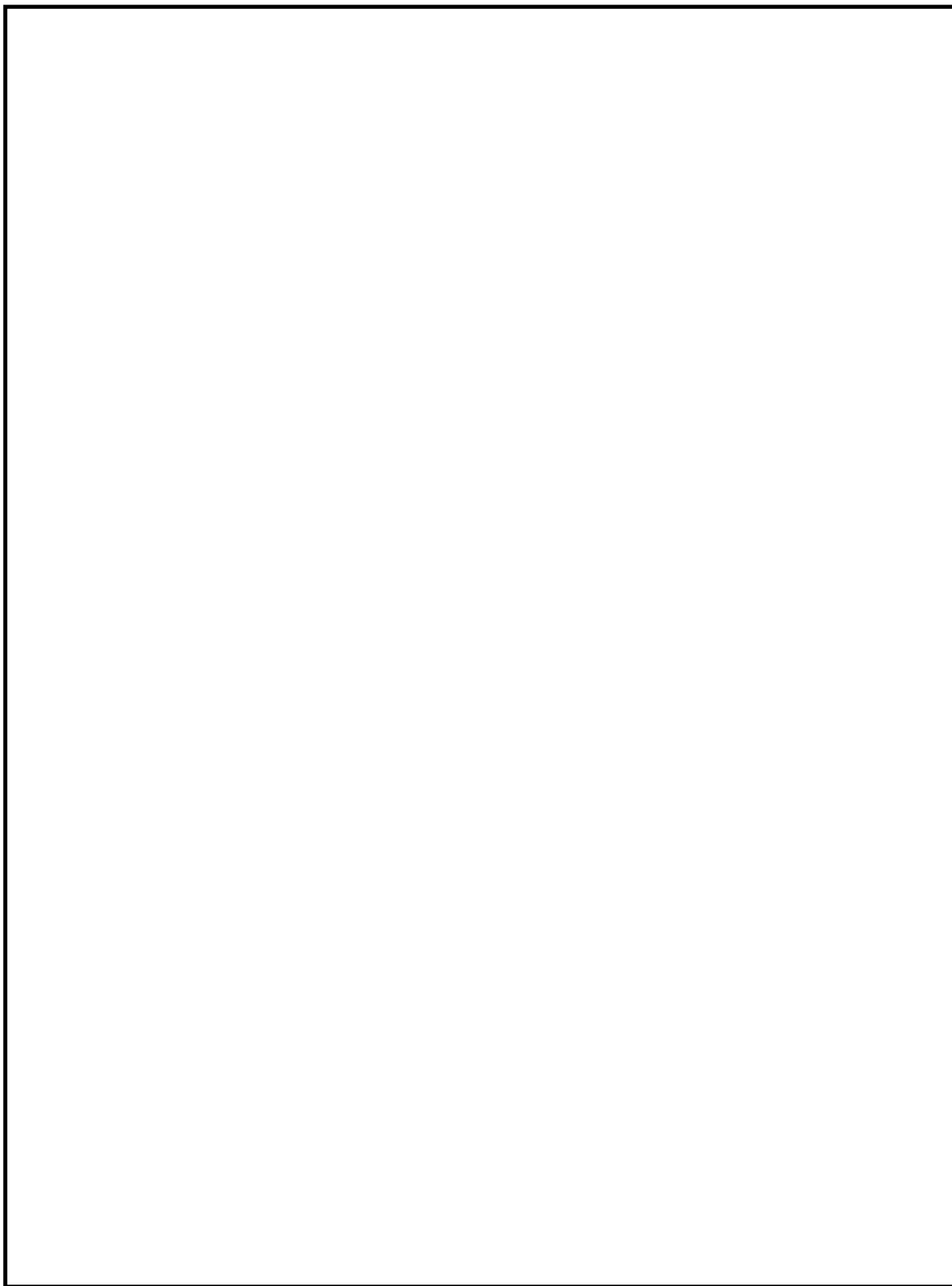


図2-6-1 軸とケーシングのクリアランス評価部位

## (4) 評価モデル及び諸元

ガスタービン機関回転軸の構成図と 2 つのはり要素を結合した解析モデルを図 2-6-2 に、円筒形状に置き換えたガスタービン機関回転軸のイメージ図を図 2-6-3 に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【ガスタービン機関の耐震性についての計算結果】のその他の機器要目に示す。

- a. クリアランスの評価にあたっては、ガスタービン機関回転軸とケーシングとの相対変位が評価対象となるが、ケーシングは運転時の高圧に耐えかつ高速回転する回転軸を支える厚肉構造であることから変形しない剛体として扱い、回転軸のみモデル化して地震時の応答加速度に対するたわみ量（変位量）を評価する。
- b. ガスタービン機関回転軸は、中心のメインシャフトの外周に位置するインペラ、カップリングロータ及びタービンディスク（以下「ロータ」という。）並びにメインシャフトからなる 2 重構造である。この内外 2 つの構造を各々はり要素でモデル化する。特に、インペラ、タービンディスク等の複雑な翼形状を持つロータ部品は、全体を一様なはり要素でモデル化できないため、実機構造と等価な剛性、質量を持つ円筒形状に諸元を置き換えてモデル化する。
- c. 内側の中実形状のメインシャフトと外周の円筒形状に置き換えたロータを各々はり要素でモデル化し、2 つのモデルを実機構造と同様に両端の第 1 段インペラ部及び N0.2 ベアリングシャフト部と中央のカップリングロータ部の 3 箇所て結合する。
- d. 軸受は、軸受自体の変位は地震時に 程度と許容クリアランスに比べると十分小さいため剛体とし、拘束条件としては、軸受部 A（玉軸受）を並進 3 方向固定、軸受部 B（ころ軸受）を並進 2 方向（軸直方向）固定として設定する。
- e. アンバランス荷重による変位は、運転中に生じる主軸振動の管理値以下になるよう調整されているため、保守的に主軸振動に対するメーカー管理値をアンバランス荷重による変位として用いる。この変位を解析モデルから算出したたわみ量（変位量）に重畳（絶対和）する。
- f. 解析コードは、「MSC NASTRAN」を使用する。なお、評価に用いる解析コード「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



図2-6-2 ガスタービン機関回転軸の構成図及び解析モデル図

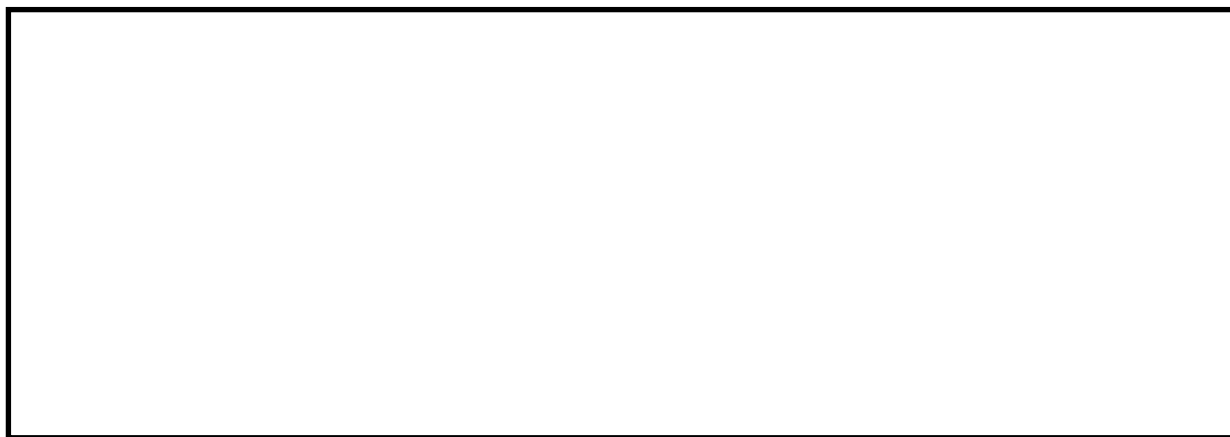


図2-6-3 円筒形状に置き換えたガスタービン機関回転軸のイメージ図

- (5) 軸とケーシングのクリアランスは、メーカー規定の最小クリアランス値を評価基準値として設定する。各評価部位の許容クリアランスを表 2-6-3 に示す。

表 2-6-3 軸とケーシングの許容クリアランス

評価部位	許容クリアランス (mm)

- (6) ガスタービン機関回転軸の変位量を表 2-6-4 に、ガスタービン機関回転軸のたわみ変形図（死荷重の例）を図 2-6-4 に示す。

表 2-6-4 ガスタービン機関回転軸の変位量

評価部位	変位量 (mm)
	0.072
	0.087
	0.107



図2-6-4 ガスタービン機関回転軸のたわみ変形図（死荷重の例）

2.6.5.2 軸受

- (1) 軸受は、軸受に作用する荷重が許容される荷重以下であることで評価する。
- (2) 軸受には、アキシアル荷重、ラジアル荷重が作用するものとする。これらの荷重と J I S ( J I S B 1 5 1 9-2009) に基づく計算式を用いて、地震時に軸受に作用する静等価荷重を評価する。
- (3) ガスタービン機関回転軸に地震力が作用することにより軸受に発生する静等価荷重を求め、メーカー規定の軸受の基本静定格荷重（メーカー保証値）以下であることを確認する。
- (4) 地震力により回転軸に生じる全荷重を 2 箇所（軸受）が均等に受けるものとする。
- (5) 軸受に作用する荷重には、アキシアル荷重とラジアル荷重がある。鉛直地震力及び軸方向の水平地震力が加わる場合、アキシアル荷重は水平方向評価用加速度から算出した荷重と運転中に生じるスラスト荷重を重畳（絶対値和）する。
- (6) ラジアル荷重は鉛直方向評価用加速度と重力加速度を重畳した加速度から算出する。
- (7) 鉛直地震力及び軸直角方向の水平地震力が加わる場合、アキシアル荷重は運転中に生じるスラスト荷重であり、ラジアル荷重は水平方向評価用加速度、鉛直方向評価用加速度及び重力加速度を重畳（保守的に絶対値和）した加速度から算出する。
- (8) アキシアル荷重及びラジアル荷重を合成する 2 種類の算出式から最大となる方の荷重を静等価荷重として評価する。ただし、荷重係数  $X_0$  及び  $Y_0$  は、軸受の形式に応じて J I S ( J I S B 1 5 1 9-2009) に基づき算定する。
- (9) 荷重係数は、  

- (10) 軸受に発生する静等価荷重の計算式を表 2-6-5 に、計算モデル図を表 2-6-6 に示す。また、軸受の評価部位を図 2-6-5 に示す。

表2-6-5 軸受に発生する静等価荷重の計算に使用する計算式

項 目	計算式	
アキシアル荷重	鉛直+水平軸	$F_a = M_m \cdot a_{H'} + F_s$
	鉛直+水平軸直角	$F_a = F_s$
ラジアル荷重	鉛直+水平軸	$F_r = M(g + a_{v'})^*$
	鉛直+水平軸直角	$F_r = M(g + a_{H'} + a_{v'})^*$
静等価荷重	$P_0 = \text{Max}(X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a, F_r)$	

注記\*：片側の軸受にかかる質量  $M$  は発電機・反発電機側それぞれの値である  $M_{m1}, M_{m2}$  を用いて両方評価する。



表2-6-6 軸受に発生する静等価荷重の計算モデル図

地震力の組合せ	計算モデル図	
	アキシアル荷重	ラジアル荷重
鉛直+水平軸		
鉛直+水平軸直角		

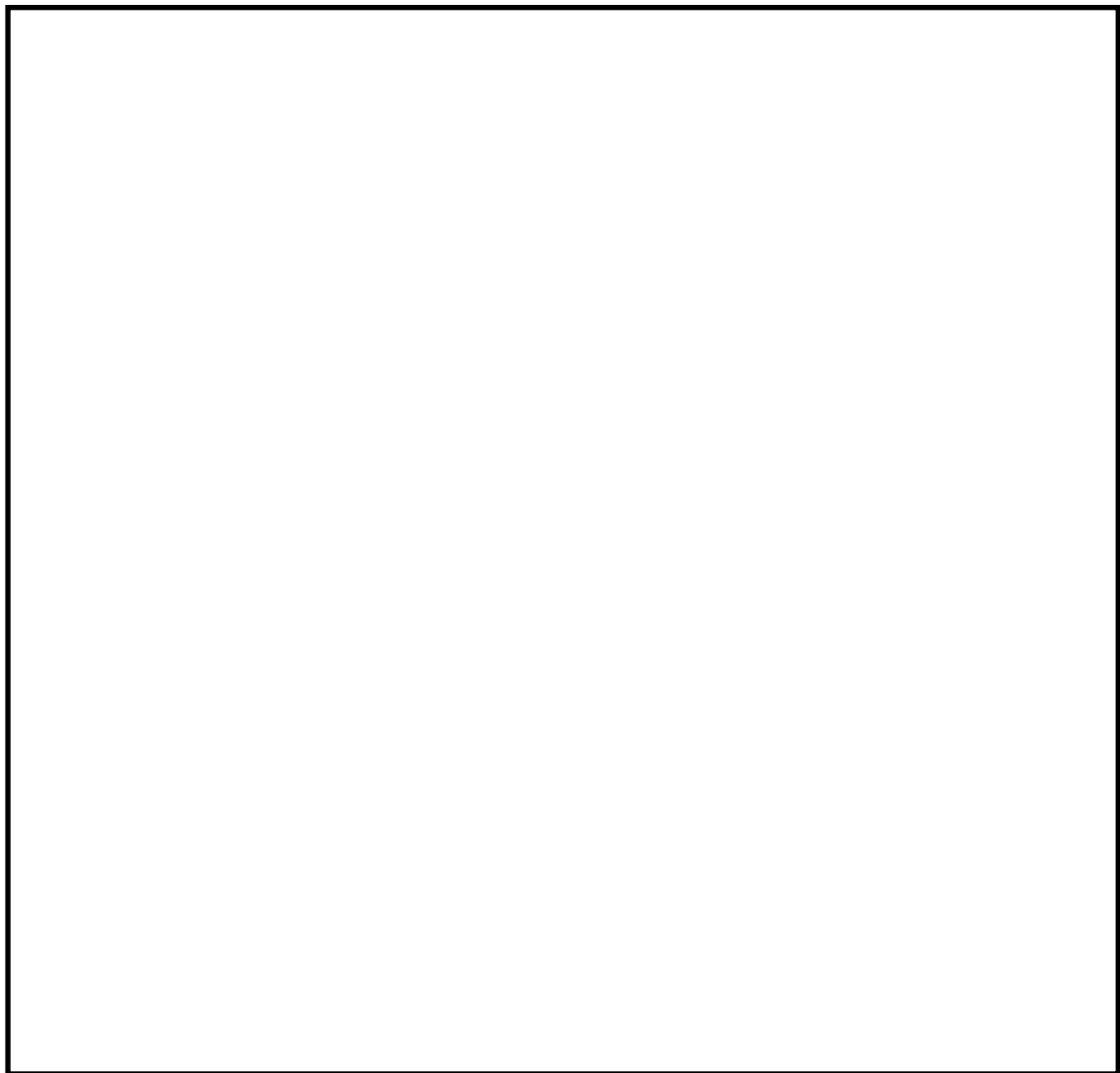


図2-6-5 軸受評価部位

- (11) 軸受は、メーカー規定の軸受の基本静定格荷重を評価基準値として設定する。メーカー規定の軸受の基本静定格荷重を表 2-6-7 に示す。

表2-6-7 軸受の基本静定格荷重

軸受型式	基本静定格荷重 (N)
玉軸受	
ころ軸受	

- (12) (4)～(10)によって求めた軸受の静等価荷重を、表 2-6-8 に示す。

表2-6-8 軸受の静等価荷重

軸受型式	地震力の 組合せ	静等価荷重 (N)
玉軸受	鉛直+水平軸	$6.880 \times 10^3$
	鉛直+水平軸直角	$6.310 \times 10^3$
ころ軸受	鉛直+水平軸	$2.630 \times 10^3$
	鉛直+水平軸直角	$6.150 \times 10^3$

### 2.6.5.3 燃料制御ユニット

燃料制御ユニットの機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の燃料制御ユニット単体の正弦波加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。また、加振試験の結果から、固有周期は前後、左右及び鉛直方向において 0.05 秒以下であるため剛構造として扱い、ガスタービン機関と一様に挙動するものとする。

機能確認済加速度を表 2-6-9 に示す。

表 2-6-9 機能確認済加速度

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
燃料制御ユニット	水平	13.0
	鉛直	13.0

## 2.7 評価結果

### 2.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン機関の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。  
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能及び電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価及び電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ガスタービン機関の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備  
1.1 設計条件

機器名称	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		ガスタービン 機関振動 による震度	ガスタービン 発電機振動 による震度	周囲環境温度 (°C)	
		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			基礎ボルト	ガスタービン 機関取付ボルト
ガスタービン機関	ガスタービン 発電機建物 EL 47.500 (EL 54.500*1)	0.05 以下	0.044	—	—	$C_H=2.96^{*2}$	$C_V=1.00^{*2}$	$C_P=0.10$	$C_{P'}=0.15$	40	75*3

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

\*3：ガスタービン発電機運転時の発熱を考慮した、ガスタービン発電機エンクロージャ内の最高使用温度

S2 補 VI-2-10-1-2-3-1 R1

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$L_{1i}^{*1}$ (mm)	$L_{2i}^{*1}$ (mm)	$L_{3i}^{*1}$ (mm)	$L_{4i}^{*1}$ (mm)	$L_{5i}^{*1}$ (mm)	$L_{6i}^{*1}$ (mm)	$L_{7i}^{*1}$ (mm)	$L_{8i}^{*1}$ (mm)
基礎ボルト ( $i=1$ )											
ガスタービン機関 取付ボルト ( $i=2$ )											

部材	$L_{9i}^{*1}$ (mm)	$L_{10i}^{*1}$ (mm)	$L_{11i}^{*1}$ (mm)	$L_{12i}^{*1}$ (mm)	$L_{13i}^{*1}$ (mm)	$L_{14i}^{*1}$ (mm)	$L_{15i}^{*1}$ (mm)	$L_{Gi}^{*1}$ (mm)	$\ell^{*1}$ (mm)
基礎ボルト ( $i=1$ )									
ガスタービン機関 取付ボルト ( $i=2$ )									

部材	$n_i$	$n_{t1i}^{*1}$	$n_{tki}^{*1}$	$n_{t15i}^{*1}$
基礎ボルト ( $i=1, k=2\sim 14$ )				
ガスタービン機関 取付ボルト ( $i=2, k=2\sim 5$ )				

部材	$A_{bti}$ (mm <sup>2</sup> )	$S_{yi}$ (MPa)	$S_{ui}$ (MPa)	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向		$M_{Pi}$ (N・mm)	$p_i$ ( $\mu m$ )
						弾性設計用 地震動 $S_d$ 又は静的震度	基準地震動 $S_s$		
基礎ボルト ( $i=1$ )						—	軸直角	—	
ガスタービン機関 取付ボルト ( $i=2$ )						—	軸	$2.760 \times 10^7$	

P (kW)	R (rpm)	E (MPa)	G (MPa)	I (mm <sup>4</sup> )	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )
5,200		—	—	—	—

注記\*1：ボルトにおける上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>bti</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	5.378×10 <sup>4</sup>	—	1.634×10 <sup>6</sup>
ガスタービン機関 取付ボルト (i=2)	—	7.640×10 <sup>4</sup>	—	4.383×10 <sup>5</sup>

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

方向	固有周期
水 平 方 向	T <sub>H</sub> =0.05 以下
鉛 直 方 向	T <sub>V</sub> =0.044

1.4.2 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト		引張	—	—	σ <sub>bt1</sub> =119	
		せん断	—	—	τ <sub>b1</sub> = 91	
ガスタービン機関 取付ボルト		引張	—	—	σ <sub>bt2</sub> =109	
		せん断	—	—	τ <sub>b2</sub> = 52	

注記\* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.3 機能維持の評価結果

(1) 軸とケーシングのクリアランス

(単位：mm)

	たわみ量*	許容クリアランス
	0.072	
	0.087	
	0.107	

注記\*：機能維持評価用加速度を上回る水平：2.47(×9.8m/s<sup>2</sup>)，鉛直：0.84(×9.8m/s<sup>2</sup>)を用いて評価する。  
すべて許容値（許容クリアランス）以下である。

(2) 軸受

(単位：N)

		静等価荷重*	基本静定格荷重
玉軸受	鉛直+水平軸	$P_0 = 6.880 \times 10^3$	
	鉛直+水平軸直角	$P_0 = 6.310 \times 10^3$	
ころ軸受	鉛直+水平軸	$P_0 = 2.630 \times 10^3$	
	鉛直+水平軸直角	$P_0 = 6.150 \times 10^3$	

注記\*：機能維持評価用加速度を上回る水平：2.47(×9.8m/s<sup>2</sup>)，鉛直：0.84(×9.8m/s<sup>2</sup>)を用いて評価する。  
すべて許容値（基本静定格荷重）以下である。

(3) 燃料制御ユニット

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
燃料制御ユニット	水平方向	1.43	13.0
	鉛直方向	0.69	13.0

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

1.5.1 固有値解析

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	
質量	$m_1$	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	
縦弾性係数	E	MPa	
ポアソン比	$\nu$	—	
要素数	—	個	
節点数	—	個	

注記\*：総質量を示す。ガスタービン機関・発電機・台板はそれぞれ  kg・ kg・ kg である。

1.5.2 軸とケーシングのクリアランス

項目	記号	単位	入力値
材質*	—	—	
質量	$M_m$	kg	
温度条件 (最高使用温度)	T	°C	
縦弾性係数*	E	MPa	
ポアソン比	$\nu$	—	
要素数	—	個	
節点数	—	個	
アンバランス	U	mm	

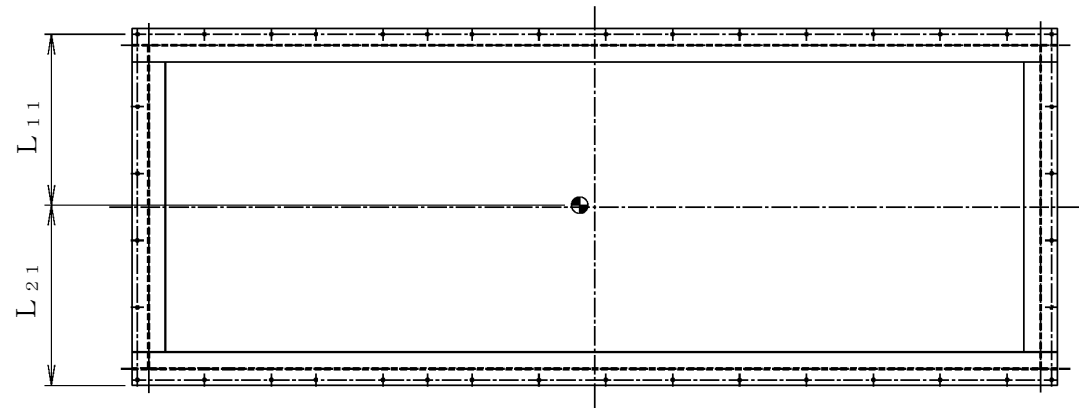
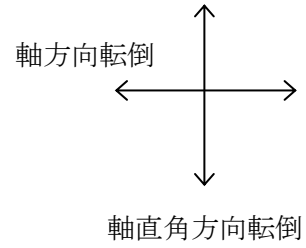
注記\*：対象部位はそれぞれ、 を示す。



## 1.5.3 軸受

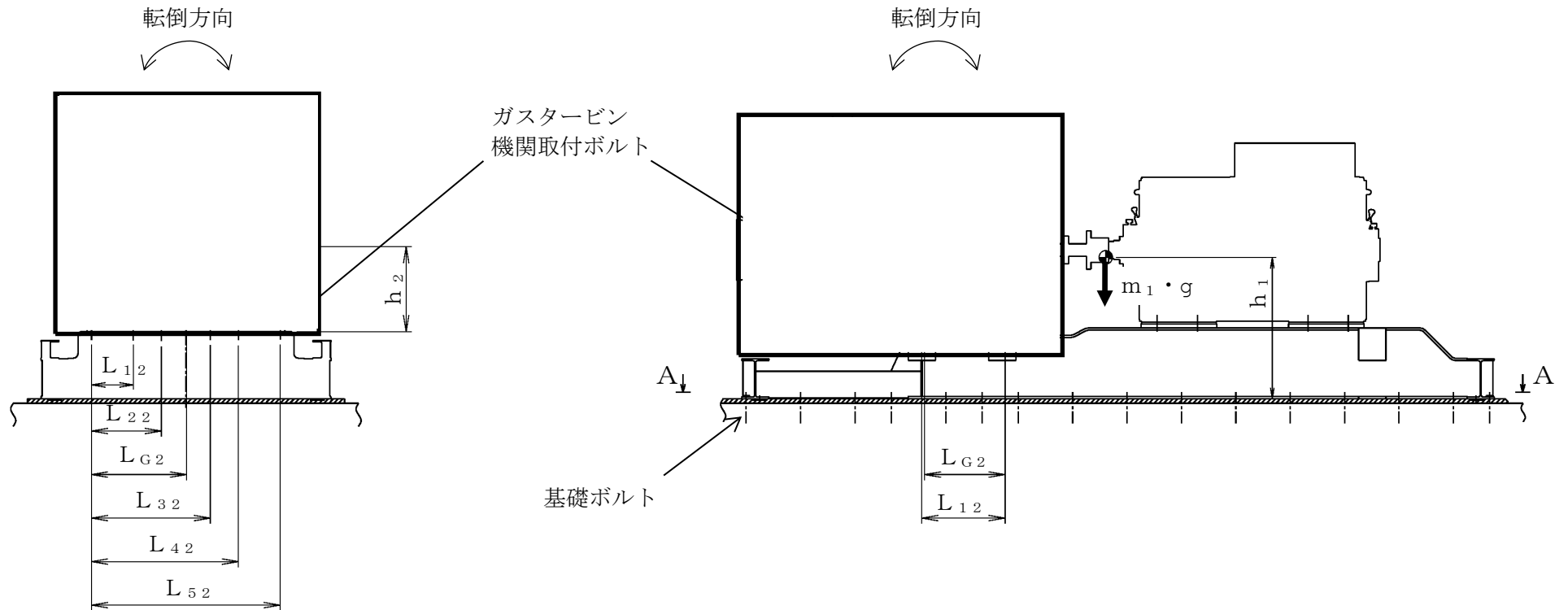
項目	記号	単位	入力値
質量	$M_m$	kg	
	$M_{m1}$	kg	
	$M_{m2}$	kg	
運転時の最大スラスト荷重*	$F_s$	N	
静ラジアル荷重係数*	$X_0$	—	
静アキシアル荷重係数*	$Y_0$	—	

注記\*：対象部位はそれぞれ、①が玉軸受、②がころ軸受を示す。



A~A矢视图

43



### 3. 発電機

#### 3.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、発電機が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

発電機は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横形ポンプに類する設備であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき剛構造として評価を実施する。

#### 3.2 一般事項

##### 3.2.1 構造計画

発電機の構造計画を表 3-2-1 に示す。

表 3-2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>発電機は、台板に発電機取付ボルトにて固定する。台板は、基礎ボルトにて床面に固定する。</p>	<p>横置・円筒回転界磁形・開放保護形・自由通流自力通流形・三相同期発電機</p>	

### 3.3 構造強度評価

#### 3.3.1 構造強度評価方法

発電機の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

#### 3.3.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 3.3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

発電機の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-3-1 に示す。

##### 3.3.2.2 許容応力

発電機の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表 3-3-2 のとおりとする。

##### 3.3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

発電機の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-3-3 に示す。

#### 3.3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類 <sup>*1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用 電源設備	非常用 発電装置	発電機	常設耐震／防止 常設／緩和	— <sup>*2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s$ <sup>*3</sup>	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 3-3-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-3-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	75*	712	847	—
発電機取付ボルト	SCM435	周囲環境温度	75*	712	847	—

注記\*：ガスタービン発電機運転時の発熱を考慮した，ガスタービン発電機エンクロージャ内の最高使用温度



### 3.4 機能維持評価

#### 3.4.1 動的機能維持評価方法

発電機の動的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

発電機は地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。機能確認済加速度を表 3-4-1 に示す。

表 3-4-1 機能確認済加速度

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
発電機	横形転がり 軸受	水平	4.7
		鉛直	1.0

### 3.5 評価結果

#### 3.5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

発電機の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを確認した。

##### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

##### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

S2 補 VI-2-10-1-2-3-1 R1

【発電機の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		発電機振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
発電機	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン 発電機建物 EL 47.500 (EL 54.500* <sup>1</sup> )	—* <sup>2</sup>	—* <sup>2</sup>	—	—	C <sub>H</sub> =2.96 * <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.00 * <sup>3</sup>	C <sub>P</sub> =0.15	—	75* <sup>4</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

\*4：ガスタービン発電機運転時の発熱を考慮した、ガスタービン発電機エンクロージャ内の最高使用温度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	ℓ <sub>1</sub> * <sup>1</sup> (mm)	ℓ <sub>2</sub> * <sup>1</sup> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	n <sub>f</sub> * <sup>1</sup>
発電機 取付ボルト	13,500	795	730	730	36 (M36)	1.018×10 <sup>3</sup>	8	4
			990	1,120				2

部材	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向		M <sub>D</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	
発電機 取付ボルト	712* <sup>2</sup>	847* <sup>2</sup>	—	592	—	軸	2.546×10 <sup>7</sup>

注記\*1：各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

H <sub>D</sub> (μm)	N (rpm)
80	1,800

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
発電機取付ボルト	—	8.284×10 <sup>4</sup>	—	4.117×10 <sup>5</sup>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は 静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
発電機取付ボルト	SCM435	引張	—	—	σ <sub>b</sub> =82	f <sub>ts</sub> =444*
		せん断	—	—	τ <sub>b</sub> =51	f <sub>sb</sub> =341

注記\* :  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

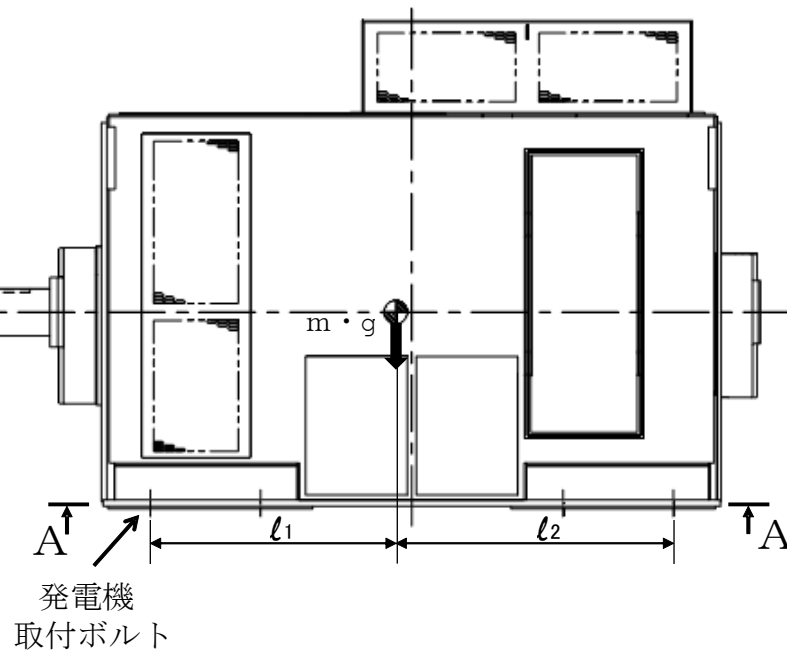
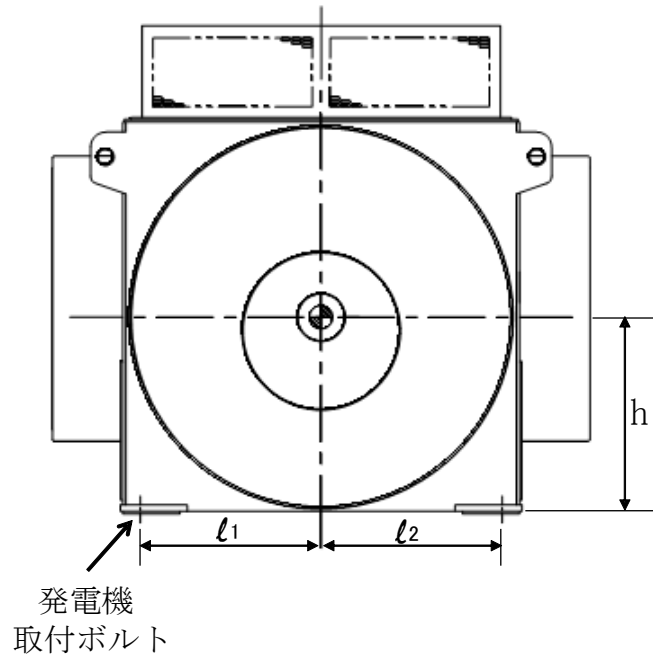
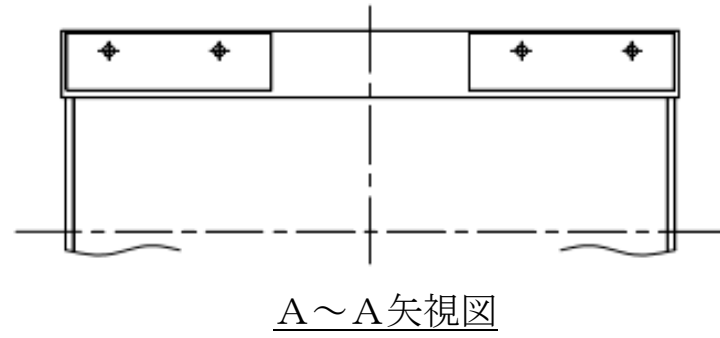
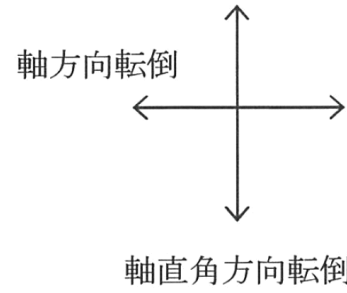
1.4.2 動的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
発電機	水平方向	1.43	4.7
	鉛直方向	0.69	1.0

注記\* : 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-2-3-2 ガスタービン発電機励磁装置及び保護継電装置  
の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 発電機制御盤	2
2.1 概要	2
2.2 一般事項	2
2.2.1 構造計画	2
2.2.2 評価方針	4
2.2.3 適用規格・基準等	5
2.2.4 記号の説明	6
2.2.5 計算精度と数値の丸め方	7
2.3 評価部位	8
2.4 固有値解析	9
2.4.1 固有値解析方法	9
2.4.2 解析モデル及び諸元	9
2.4.3 固有値解析結果	10
2.5 構造強度評価	11
2.5.1 構造強度評価方法	11
2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	11
2.5.3 設計用地震力	14
2.5.4 計算方法	15
2.5.5 計算条件	18
2.5.6 応力の評価	18
2.6 機能維持評価	19
2.6.1 電氣的機能維持評価方法	19
2.7 評価結果	20
2.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	20

3. 予備発電機制御盤	26
3.1 概要	26
3.2 一般事項	26
3.2.1 構造計画	26
3.2.2 評価方針	28
3.2.3 適用規格・基準等	29
3.2.4 記号の説明	30
3.2.5 計算精度と数値の丸め方	31
3.3 評価部位	32
3.4 固有値解析	33
3.4.1 固有値解析方法	33
3.4.2 解析モデル及び諸元	33
3.4.3 固有値解析結果	34
3.5 構造強度評価	35
3.5.1 構造強度評価方法	35
3.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	35
3.5.3 設計用地震力	38
3.5.4 計算方法	39
3.5.5 計算条件	42
3.5.6 応力の評価	42
3.6 機能維持評価	43
3.6.1 電氣的機能維持評価方法	43
3.7 評価結果	44
3.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	44



## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン発電機励磁装置及び保護継電装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ガスタービン発電機励磁装置及び保護継電装置は、発電機制御盤内に設置される。予備は、予備発電機制御盤に設置される。

「2. 発電機制御盤」においては、発電機制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明する。

「3. 予備発電機制御盤」においては、予備発電機制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明する。

発電機制御盤及び予備発電機制御盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

## 2. 発電機制御盤

### 2.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、発電機制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

### 2.2 一般事項

#### 2.2.1 構造計画

発電機制御盤の構造計画を表 2-2-1 に示す。

表 2-2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>発電機制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	

(単位：mm)

## 2.2.2 評価方針

発電機制御盤の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.2.1 構造計画」にて示す発電機制御盤の部位を踏まえ「2.3 評価部位」にて設定する箇所において、「2.4 固有値解析」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「2.5 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、発電機制御盤の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「2.6 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「2.7 評価結果」に示す。

発電機制御盤の耐震評価フローを図 2-2-1 に示す。

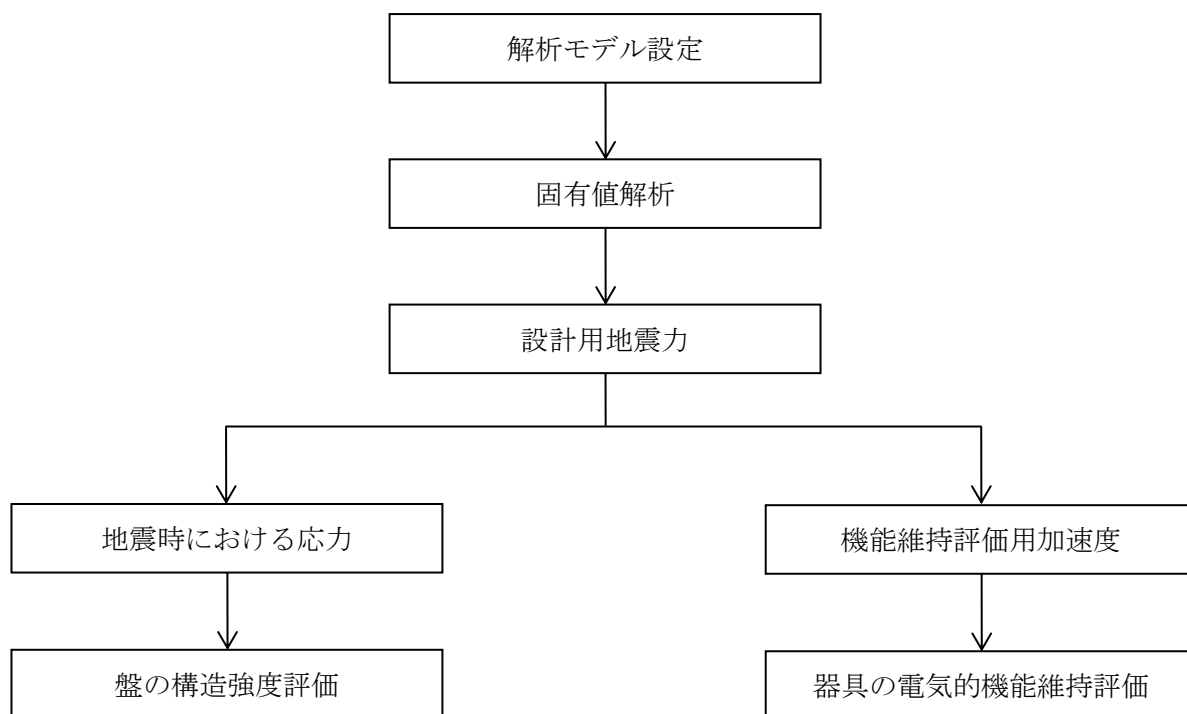


図2-2-1 発電機制御盤の耐震評価フロー

### 2.2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補一  
1984 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ( (社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ( (社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_b$	取付ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$d$	取付ボルトの呼び径	mm
$F$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
$F^*$	設計・建設規格 SSB-3133に定める値	MPa
$F_b$	取付ボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
$f_{sb}$	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{to}$	引張力のみを受ける取付ボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受ける取付ボルトの許容引張応力	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$\text{m/s}^2$
$h_1$	取付面から重心までの距離	mm
$l_{1\alpha}$	転倒支点から取付ボルトまでの距離*1	mm
$l_{1\beta}$	転倒支点から取付ボルトまでの距離*2	mm
$L_1$	重心とボルト間の水平方向距離	mm
$L_1'$	重心とボルト間の水平方向距離	mm
$m_1$	盤の質量	kg
$n$	取付ボルトの本数	—
$n_{1\alpha}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数*1	—
$n_{1\beta}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数*2	—
$Q_b$	取付ボルトに作用するせん断力	N
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40°Cにおける値	MPa
$\pi$	円周率	MPa
$\sigma_{1\alpha}$	取付ボルトに生じる引張応力*1	MPa
$\sigma_{1\beta}$	取付ボルトに生じる引張応力*2	MPa
$\tau_1$	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記\*1:  $\alpha = a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u,$   
 $v, w$  長辺方向のボルト列を示す。

\*2:  $\beta = x, y, z$  短辺方向のボルト列を示す。

## 2.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2-2 に示すとおりである。

表 2-2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm <sup>2</sup>	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁
力	N	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力*2	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

\*2：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 2.3 評価部位

発電機制御盤の耐震評価は、「2.5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる取付ボルトについて実施する。発電機制御盤の耐震評価部位については、表2-2-1の概略構造図に示す。



## 2.4 固有値解析

### 2.4.1 固有値解析方法

発電機制御盤の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 発電機制御盤は、「2.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元シェル及びはりモデルとして考える。

### 2.4.2 解析モデル及び諸元

発電機制御盤の解析モデルを図 2-4-1 に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【発電機制御盤 (H21-P2900) の耐震性についての計算結果】のその他の機器要目に示す。

- (1) 盤を構成する鋼板をシェル要素、鋼材をはり要素でモデル化する。
- (2) 取付器具の質量は筐体との取付ボルト位置に付加し、扉の質量は筐体のヒンジ位置に付加する。金具、ケーブル類の質量は等分布としてモデル全体に付加する。
- (3) 拘束条件は、基礎部を完全拘束とする。
- (4) 列盤間の連結部を剛結合とする。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (6) 解析コードは、「MSC NASTRAN」を使用し、固有値を求める。

なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

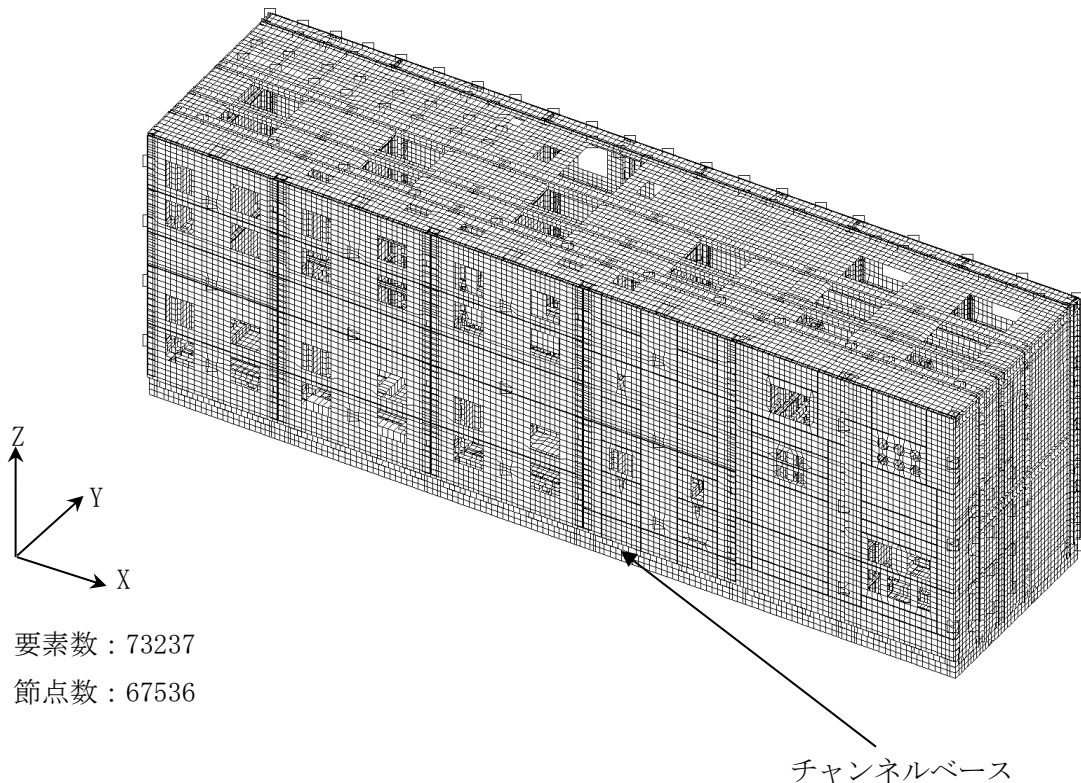


図 2-4-1 解析モデル

### 2.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 2-4-1 に、振動モードを図 2-4-2 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 2-4-1 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期(s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
			X方向	Y方向	
1次	水平	0.039	—	—	—

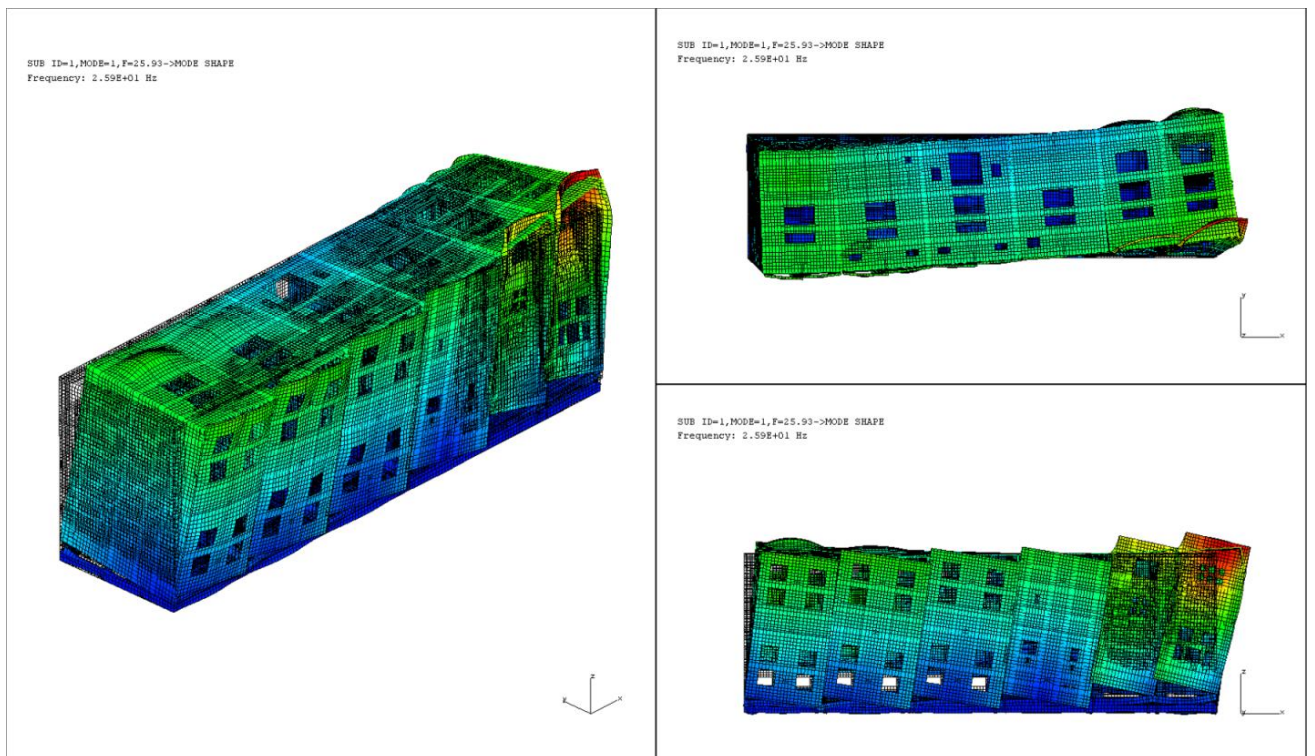


図 2-4-2 振動モード (水平 25.92 Hz)

## 2.5 構造強度評価

### 2.5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) 盤は基礎部で完全拘束とする。
- (4) 転倒方向は、長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値/発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 2.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

発電機制御盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-5-1 に示す。

#### 2.5.2.2 許容応力

発電機制御盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-5-2 のとおりとする。

#### 2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

発電機制御盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-5-3 に示す。

表 2-5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用 電源設備	非常用 発電装置	発電機制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 2-5-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  
VAS		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 2-5-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235

### 2.5.3 設計用地震力

発電機制御盤の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-5-4 に示す。

「基準地震動  $S_s$ 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 2-5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ガスタービン 発電機建物 EL 47.5* <sup>1</sup>	0.039	0.05 以下	—	—	$C_H=1.71$ * <sup>2</sup>	$C_V=1.10$ * <sup>2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動  $S_s$ ）

## 2.5.4 計算方法

### 2.5.4.1 応力の計算方法

#### 2.5.4.1.1 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

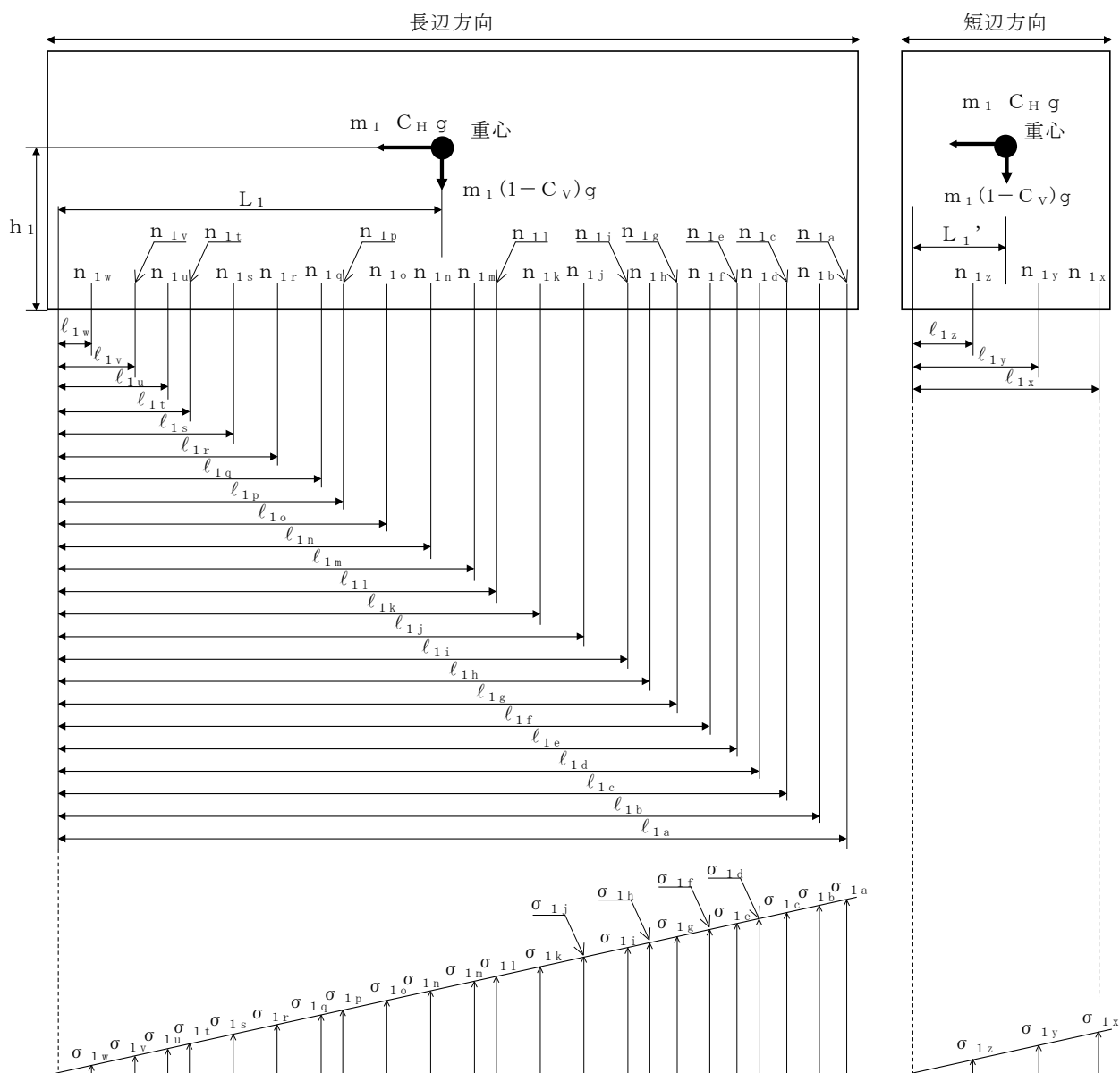


図2-5-1 取付ボルト配置概念図

## (1) 長辺方向

地震時の引張応力は、ボルト端列を支点とし、各ボルト列応力が支点からの距離に比例するとして、モーメントのつり合い式より算出する。

$$\frac{\sigma_{1a}}{\ell_{1a}} = \frac{\sigma_{1b}}{\ell_{1b}} = \frac{\sigma_{1c}}{\ell_{1c}} = \dots = \frac{\sigma_{1w}}{\ell_{1w}} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.1)$$

$$\begin{aligned} & (n_{1a} \cdot A_b) \sigma_{1a} \cdot \ell_{1a} + (n_{1b} \cdot A_b) \sigma_{1b} \cdot \ell_{1b} + (n_{1c} \cdot A_b) \sigma_{1c} \cdot \ell_{1c} + \dots \\ & + (n_{1v} \cdot A_b) \sigma_{1v} \cdot \ell_{1v} + (n_{1w} \cdot A_b) \sigma_{1w} \cdot \ell_{1w} \\ & = m_1 \cdot C_H \cdot g \cdot h_1 - m_1 \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot L_1 \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.2) \end{aligned}$$

$$F_b = \frac{\ell_{1a} \cdot m_1 \cdot g \{C_H \cdot h_1 - (1 - C_V) \cdot L_1\}}{(n_{1a} \cdot \ell_{1a}^2 + n_{1b} \cdot \ell_{1b}^2 + n_{1c} \cdot \ell_{1c}^2 + \dots + n_{1w} \cdot \ell_{1w}^2)} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.3)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.4)$$

ここで、ボルトの断面積 $A_b$ は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.5)$$

せん断応力は以下の式より算出する。

$$Q_b = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.6)$$

$$\tau_1 = \frac{m_1 \cdot C_H \cdot g}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.7)$$



(2) 短辺方向

長辺方向と同様にモーメントのつり合い式より算出する。

$$\begin{aligned} & (n_{1x} \cdot A_b) \sigma_{1x} \cdot \ell_{1x} + (n_{1y} \cdot A_b) \sigma_{1y} \cdot \ell_{1y} + (n_{1z} \cdot A_b) \sigma_{1z} \cdot \ell_{1z} \\ & = m_1 \cdot C_H \cdot g \cdot h_1 - m_1 \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot L_1' \quad \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.8) \end{aligned}$$

$$F_b = \frac{\ell_{1x} \cdot m_1 \cdot g \{C_H \cdot h_1 - (1 - C_V) \cdot L_1'\}}{n_{1x} \cdot \ell_{1x}^2 + n_{1y} \cdot \ell_{1y}^2 + n_{1z} \cdot \ell_{1z}^2} \quad \dots\dots (2.5.4.1.1.9)$$

$$\sigma_{max} = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.10)$$

せん断応力は以下の式より算出する。

$$Q_b = m_1 \cdot C_H \cdot g \quad \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.11)$$

$$\tau_1 = \frac{m_1 \cdot C_H \cdot g}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.12)$$

2.5.5 計算条件

2.5.5.1 取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【発電機制御盤 (H21-P2900) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

2.5.6 応力の評価

2.5.6.1 ボルトの応力評価

2.5.4.1項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_1$ は次式より求めた許容引張応力 $f_{ts}$ 以下であること。ただし、 $f_{to}$ は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \dots\dots\dots (2.5.6.1.1)$$

せん断応力 $\tau_b$ は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{sb}$ 以下であること。ただし、 $f_{sb}$ は下表による。

$f_{to}$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
$f_{sb}$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 2.6 機能維持評価

### 2.6.1 電氣的機能維持評価方法

発電機制御盤の電氣的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度はVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動S<sub>s</sub>により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

発電機制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表2-6-1に示す。

表 2-6-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
発電機制御盤 (H21-P2900)	水平	5.1
	鉛直	3.0

## 2.7 評価結果

### 2.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

発電機制御盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

S2 補 VI-2-10-1-2-3-2 R1

【発電機制御盤（H21-P2900）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
発電機制御盤 (H21-P2900)	常設耐震／防止 常設／緩和	ガスタービン発電機 建物 EL 47.5* <sup>1</sup>	0.039	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.71* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10* <sup>2</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>1</sub> (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
取付ボルト	13100	1100	20 (M20)	314	72	235 (16mm<径≤40mm)	400

S2 補 VI-2-10-1-2-3-2 R1

部材	$l_1^*$ (mm)	$L_1$ 又は $L_1^*$ (mm)	$n_1^*$	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト	下表に示す	918	下表に示す	—	280	—	短辺方向
	下表に示す	3675	下表に示す				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

取付ボルト (短辺方向)	$l_{1x}$	$l_{1y}$	$l_{1z}$
	1800	1125	475
	$n_{1x}$	$n_{1y}$	$n_{1z}$
	24	12	12

取付ボルト (長辺方向)	$l_{1a}$	$l_{1b}$	$l_{1c}$	$l_{1d}$	$l_{1e}$	$l_{1f}$	$l_{1g}$	$l_{1h}$	$l_{1i}$	$l_{1j}$	$l_{1k}$	$l_{1l}$	$l_{1m}$	$l_{1n}$	$l_{1o}$	$l_{1p}$
	7250	6900	6550	6200	6050	5635	5215	4800	4650	4235	3815	3400	3250	2835	2415	2000
	$n_{1a}$	$n_{1b}$	$n_{1c}$	$n_{1d}$	$n_{1e}$	$n_{1f}$	$n_{1g}$	$n_{1h}$	$n_{1i}$	$n_{1j}$	$n_{1k}$	$n_{1l}$	$n_{1m}$	$n_{1n}$	$n_{1o}$	$n_{1p}$
	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2	2	4

取付ボルト (長辺方向)	$l_{1q}$	$l_{1r}$	$l_{1s}$	$l_{1t}$	$l_{1u}$	$l_{1v}$	$l_{1w}$
	1850	1570	1280	1000	850	570	280
	$n_{1q}$	$n_{1r}$	$n_{1s}$	$n_{1t}$	$n_{1u}$	$n_{1v}$	$n_{1w}$
	4	2	2	4	4	2	2

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト	—	4770	—	219679

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張	—	—	σ <sub>1</sub> =16	f <sub>ts</sub> =210*
		せん断	—	—	τ <sub>1</sub> =10	f <sub>sb</sub> =161

注記\* :  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$   
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
発電機制御盤 (H21-P2900)	水平方向	1.43	5.1
	鉛直方向	0.92	3.0

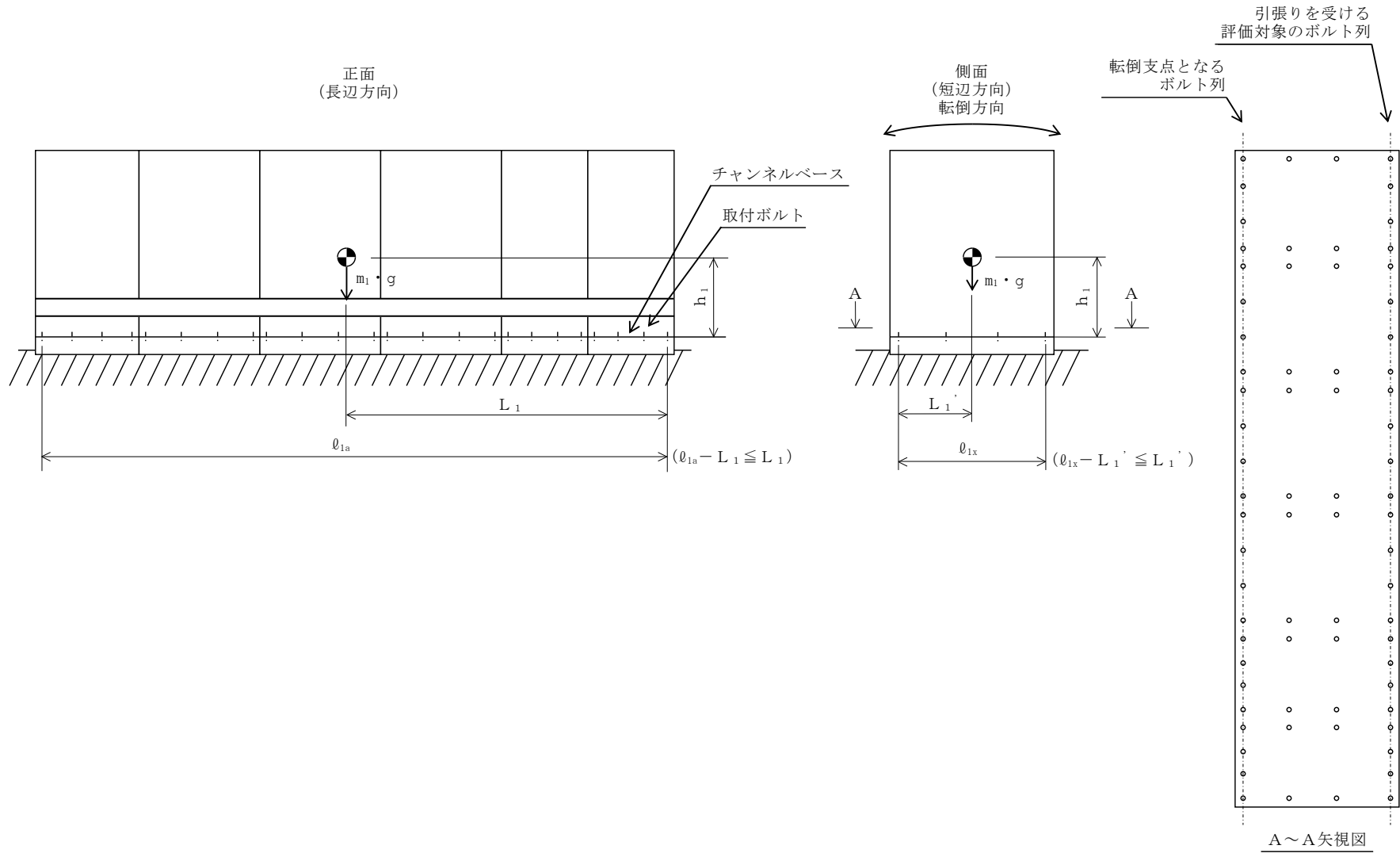
注記\* : 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
 機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

## 1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SS400
質量	m	kg	13100
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	40
縦弾性係数	E	MPa	201667
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	73237*
節点数	—	個	67536*

注記\* : 盤鋼材, チャンネルベースを含めた合計を示す。





### 3. 予備発電機制御盤

#### 3.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、予備発電機制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

#### 3.2 一般事項

##### 3.2.1 構造計画

予備発電機制御盤の構造計画を表 3-2-1 に示す。

表 3-2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>予備発電機制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

### 3.2.2 評価方針

予備発電機制御盤の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3.2.1 構造計画」にて示す予備発電機制御盤の部位を踏まえ「3.3 評価部位」にて設定する箇所において、「3.4 固有値解析」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「3.5 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、予備発電機制御盤の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「3.6 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「3.7 評価結果」に示す。

予備発電機制御盤の耐震評価フローを図3-2-1に示す。

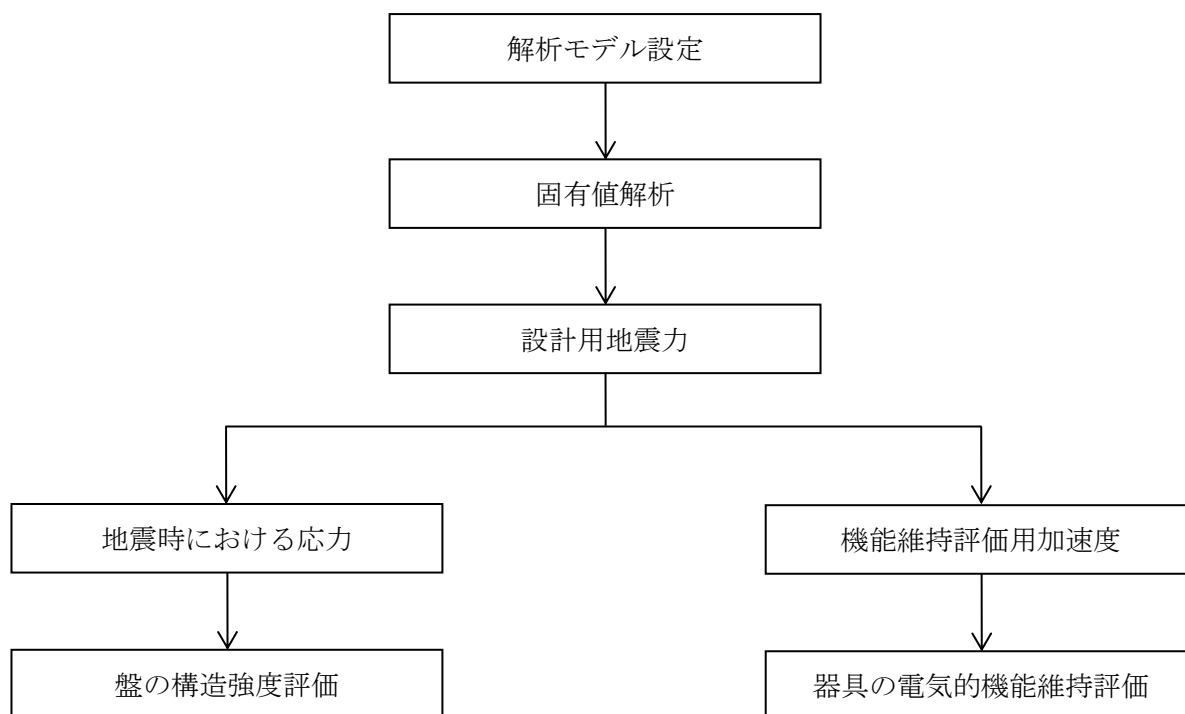


図3-2-1 予備発電機制御盤の耐震評価フロー

### 3.2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補一  
1984 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ( (社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ( (社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

### 3.2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_b$	取付ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$d$	取付ボルトの呼び径	mm
$F$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
$F^*$	設計・建設規格 SSB-3133に定める値	MPa
$F_b$	取付ボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
$f_{sb}$	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{to}$	引張力のみを受ける取付ボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受ける取付ボルトの許容引張応力	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_1$	取付面から重心までの距離	mm
$l_{1\alpha}$	転倒支点から取付ボルトまでの距離*1	mm
$l_{1\beta}$	転倒支点から取付ボルトまでの距離*2	mm
$L_1$	重心とボルト間の水平方向距離	mm
$L_1'$	重心とボルト間の水平方向距離	mm
$m_1$	盤の質量	kg
$n$	取付ボルトの本数	—
$n_{1\alpha}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数*1	—
$n_{1\beta}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数*2	—
$Q_b$	取付ボルトに作用するせん断力	N
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値	MPa
$\pi$	円周率	MPa
$\sigma_{1\alpha}$	取付ボルトに生じる引張応力*1	MPa
$\sigma_{1\beta}$	取付ボルトに生じる引張応力*2	MPa
$\tau_1$	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記\*1:  $\alpha = a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u,$   
 $v, w$  長辺方向のボルト列を示す。

\*2:  $\beta = x, y, z$  短辺方向のボルト列を示す。

### 3.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 3-2-2 に示すとおりである。

表 3-2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm <sup>2</sup>	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁
力	N	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力*2	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

\*2：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3.3 評価部位

予備発電機制御盤の耐震評価は、「3.5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる取付ボルトについて実施する。予備発電機制御盤の耐震評価部位については、表3-2-1の概略構造図に示す。



### 3.4 固有値解析

#### 3.4.1 固有値解析方法

予備発電機制御盤の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 予備発電機制御盤は、「3.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元シェル及びはりモデルとして考える。

#### 3.4.2 解析モデル及び諸元

予備発電機制御盤の解析モデルを図3-4-1に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【予備発電機制御盤（H21-P0900）の耐震性についての計算結果】のその他の機器要目に示す。

- (1) 盤を構成する鋼板をシェル要素，鋼材をはり要素でモデル化する。
- (2) 取付器具の質量は筐体との取付ボルト位置に付加し，扉の質量は筐体のヒンジ位置に付加する。金具，ケーブル類の質量は等分布としてモデル全体に付加する。
- (3) 拘束条件は，基礎部を完全拘束とする。
- (4) 列盤間の連結部を剛結合とする。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。
- (6) 解析コードは，「MSC NASTRAN」を使用し，固有値を求める。

なお，評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については，VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

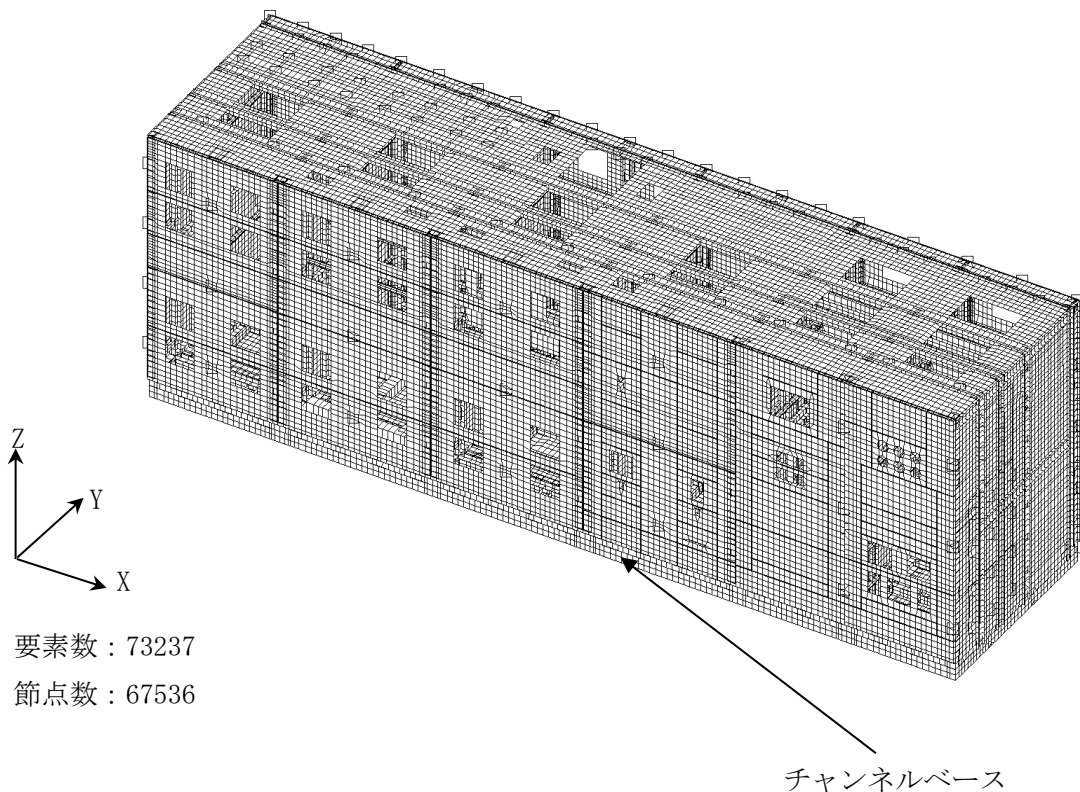


図3-4-1 解析モデル

### 3.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 3-4-1 に，振動モードを図 3-4-2 に示す。固有周期は，0.05 秒以下であり，剛構造であることを確認した。

表 3-4-1 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向刺激係数
			X 方向	Y 方向	
1 次	水平	0.039	—	—	—

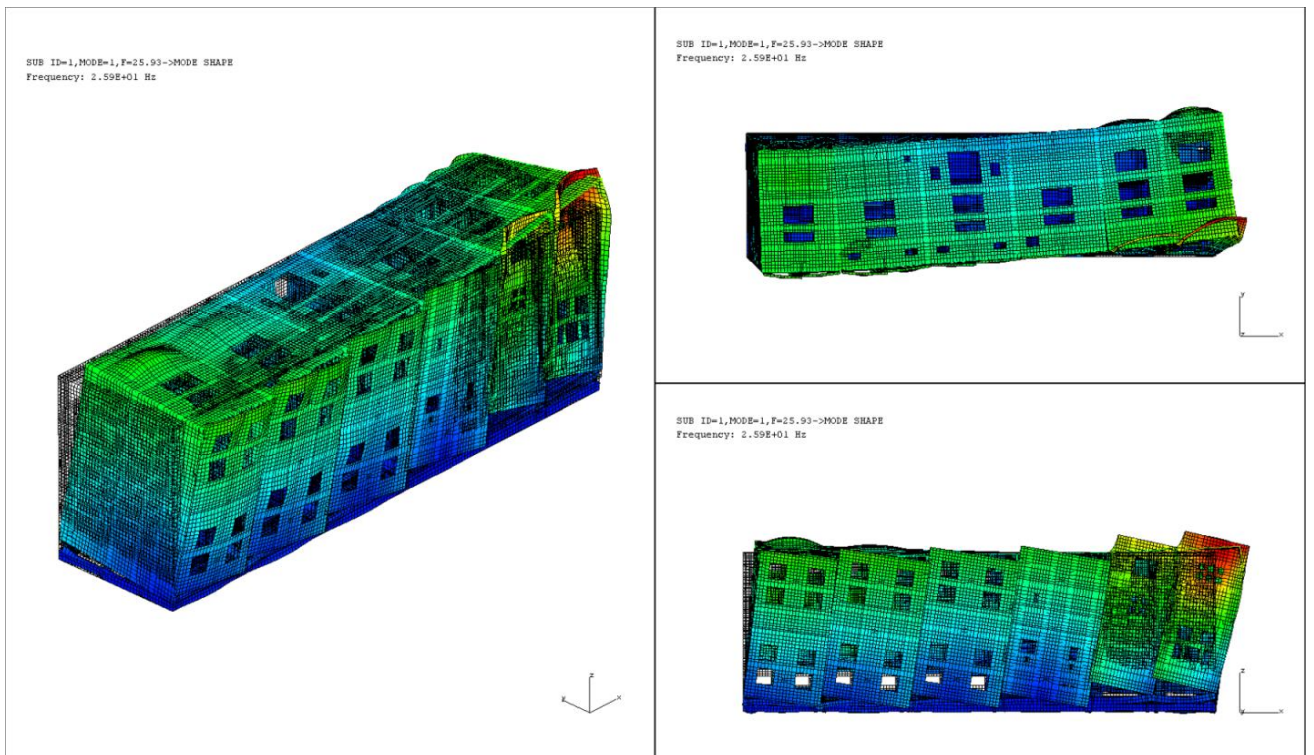


図 3-4-2 振動モード (水平 25.92 Hz)

### 3.5 構造強度評価

#### 3.5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) 盤は基礎部で完全拘束とする。
- (4) 転倒方向は、長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値/発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

#### 3.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 3.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

予備発電機制御盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5-1 に示す。

##### 3.5.2.2 許容応力

予備発電機制御盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-5-2 のとおりとする。

##### 3.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

予備発電機制御盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5-3 に示す。

表 3-5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用 電源設備	非常用 発電装置	予備発電機制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 3-5-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  
VAS		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-5-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235

### 3.5.3 設計用地震力

予備発電機制御盤の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5-4 に示す。

「基準地震動  $S_s$ 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 3-5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ガスタービン 発電機建物 EL 47.5* <sup>1</sup>	0.039	0.05 以下	—	—	$C_H=1.71$ * <sup>2</sup>	$C_V=1.10$ * <sup>2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動  $S_s$ ）

### 3.5.4 計算方法

#### 3.5.4.1 応力の計算方法

##### 3.5.4.1.1 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

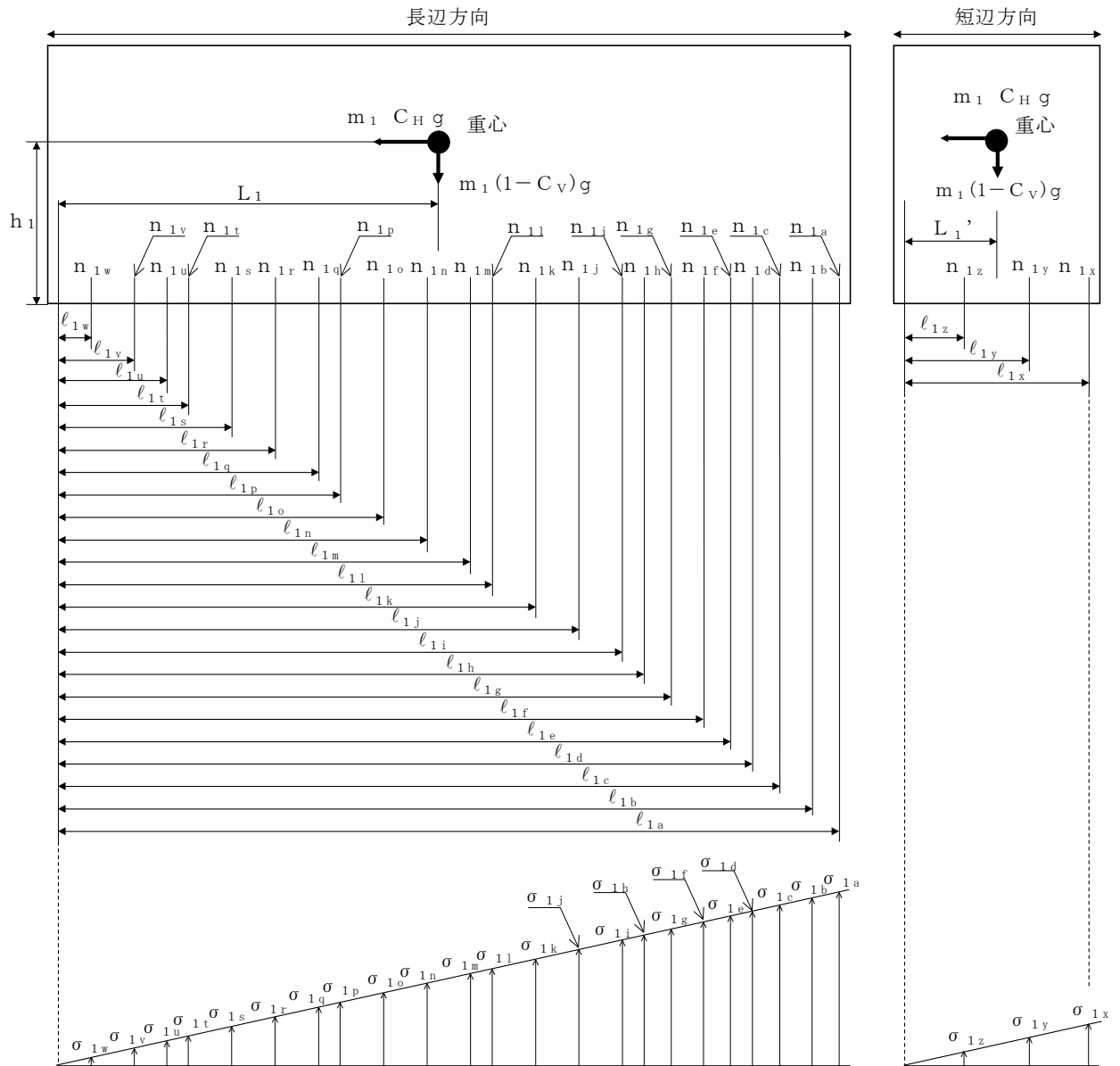


図3-5-1 取付ボルト配置概念図

(1) 長辺方向

地震時の引張応力は、ボルト端列を支点とし、各ボルト列応力が支点からの距離に比例するとして、モーメントのつり合い式より算出する。

$$\frac{\sigma_{1a}}{\ell_{1a}} = \frac{\sigma_{1b}}{\ell_{1b}} = \frac{\sigma_{1c}}{\ell_{1c}} = \dots = \frac{\sigma_{1w}}{\ell_{1w}} \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.1)$$

$$\begin{aligned} & (n_{1a} \cdot A_b) \sigma_{1a} \cdot \ell_{1a} + (n_{1b} \cdot A_b) \sigma_{1b} \cdot \ell_{1b} + (n_{1c} \cdot A_b) \sigma_{1c} \cdot \ell_{1c} + \dots \\ & + (n_{1v} \cdot A_b) \sigma_{1v} \cdot \ell_{1v} + (n_{1w} \cdot A_b) \sigma_{1w} \cdot \ell_{1w} \\ & = m_1 \cdot C_H \cdot g \cdot h_1 - m_1 \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot L_1 \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.2) \end{aligned}$$

$$F_b = \frac{\ell_{1a} \cdot m_1 \cdot g \{C_H \cdot h_1 - (1 - C_V) \cdot L_1\}}{(n_{1a} \cdot \ell_{1a}^2 + n_{1b} \cdot \ell_{1b}^2 + n_{1c} \cdot \ell_{1c}^2 + \dots + n_{1w} \cdot \ell_{1w}^2)} \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.3)$$

$$\sigma_{max} = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.4)$$

ここで、ボルトの断面積 $A_b$ は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.5)$$

せん断応力は以下の式より算出する。

$$Q_b = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.6)$$

$$\tau_1 = \frac{m_1 \cdot C_H \cdot g}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.7)$$



(2) 短辺方向

長辺方向と同様にモーメントのつり合い式より算出する。

$$\begin{aligned} & (n_{1x} \cdot A_b) \sigma_{1x} \cdot \ell_{1x} + (n_{1y} \cdot A_b) \sigma_{1y} \cdot \ell_{1y} + (n_{1z} \cdot A_b) \sigma_{1z} \cdot \ell_{1z} \\ & = m_1 \cdot C_H \cdot g \cdot h_1 - m_1 \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot L_1' \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.8) \end{aligned}$$

$$F_b = \frac{\ell_{1x} \cdot m_1 \cdot g \{C_H \cdot h_1 - (1 - C_V) \cdot L_1'\}}{n_{1x} \cdot \ell_{1x}^2 + n_{1y} \cdot \ell_{1y}^2 + n_{1z} \cdot \ell_{1z}^2} \dots\dots (3.5.4.1.1.9)$$

$$\sigma_{max} = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.10)$$

せん断応力は以下の式より算出する。

$$Q_b = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.11)$$

$$\tau_1 = \frac{m_1 \cdot C_H \cdot g}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.12)$$

### 3.5.5 計算条件

#### 3.5.5.1 取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【予備発電機制御盤 (H21-P0900) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 3.5.6 応力の評価

#### 3.5.6.1 ボルトの応力評価

3.5.4.1項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_1$ は次式より求めた許容引張応力 $f_{ts}$ 以下であること。ただし、 $f_{to}$ は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \dots\dots\dots (3.5.6.1.1)$$

せん断応力 $\tau_b$ は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{sb}$ 以下であること。ただし、 $f_{sb}$ は下表による。

$\begin{matrix} \text{許容引張応力} \\ f_{to} \end{matrix}$	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合  $\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
$\begin{matrix} \text{許容せん断応力} \\ f_{sb} \end{matrix}$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

### 3.6 機能維持評価

#### 3.6.1 電氣的機能維持評価方法

予備発電機制御盤の電氣的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度はVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

予備発電機制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表3-6-1に示す。

表 3-6-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
予備発電機制御盤 (H21-P0900)	水平	5.1
	鉛直	3.0

### 3.7 評価結果

#### 3.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

予備発電機制御盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

## 【予備発電機制御盤 (H21-P0900) の耐震性についての計算結果】

## 1. 重大事故等対処設備

## 1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
予備発電機制御盤 (H21-P0900)	常設耐震／防止 常設／緩和	ガスタービン発電機 建物 EL 47.5* <sup>1</sup>	0.039	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.71* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10* <sup>2</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

## 1.2 機器要目

部材	m <sub>1</sub> (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
取付ボルト	13100	1100	20 (M20)	314	72	235 (16mm<径≦40mm)	400

S2 補 VI-2-10-1-2-3-2 R1

部材	$l_1^*$ (mm)	$L_1$ 又は $L_1^*$ (mm)	$n_1^*$	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト	下表に示す	918	下表に示す	—	280	—	短辺方向
	下表に示す	3675	下表に示す				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

取付ボルト (短辺方向)	$l_{1x}$	$l_{1y}$	$l_{1z}$
	1800	1125	475
	$n_{1x}$	$n_{1y}$	$n_{1z}$
	24	12	12

取付ボルト (長辺方向)	$l_{1a}$	$l_{1b}$	$l_{1c}$	$l_{1d}$	$l_{1e}$	$l_{1f}$	$l_{1g}$	$l_{1h}$	$l_{1i}$	$l_{1j}$	$l_{1k}$	$l_{1l}$	$l_{1m}$	$l_{1n}$	$l_{1o}$	$l_{1p}$
	7250	6900	6550	6200	6050	5635	5215	4800	4650	4235	3815	3400	3250	2835	2415	2000
	$n_{1a}$	$n_{1b}$	$n_{1c}$	$n_{1d}$	$n_{1e}$	$n_{1f}$	$n_{1g}$	$n_{1h}$	$n_{1i}$	$n_{1j}$	$n_{1k}$	$n_{1l}$	$n_{1m}$	$n_{1n}$	$n_{1o}$	$n_{1p}$
	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2	2	4

取付ボルト (長辺方向)	$l_{1q}$	$l_{1r}$	$l_{1s}$	$l_{1t}$	$l_{1u}$	$l_{1v}$	$l_{1w}$
	1850	1570	1280	1000	850	570	280
	$n_{1q}$	$n_{1r}$	$n_{1s}$	$n_{1t}$	$n_{1u}$	$n_{1v}$	$n_{1w}$
	4	2	2	4	4	2	2

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト	—	4770	—	219679

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張	—	—	σ <sub>1</sub> =16	f <sub>ts</sub> =210*
		せん断	—	—	τ <sub>1</sub> =10	f <sub>sb</sub> =161

注記\*：f<sub>ts</sub>=Min[1.4・f<sub>to</sub>-1.6・τ<sub>b</sub>, f<sub>to</sub>]

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
予備発電機制御盤 (H21-P0900)	水平方向	1.43	5.1
	鉛直方向	0.92	3.0

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

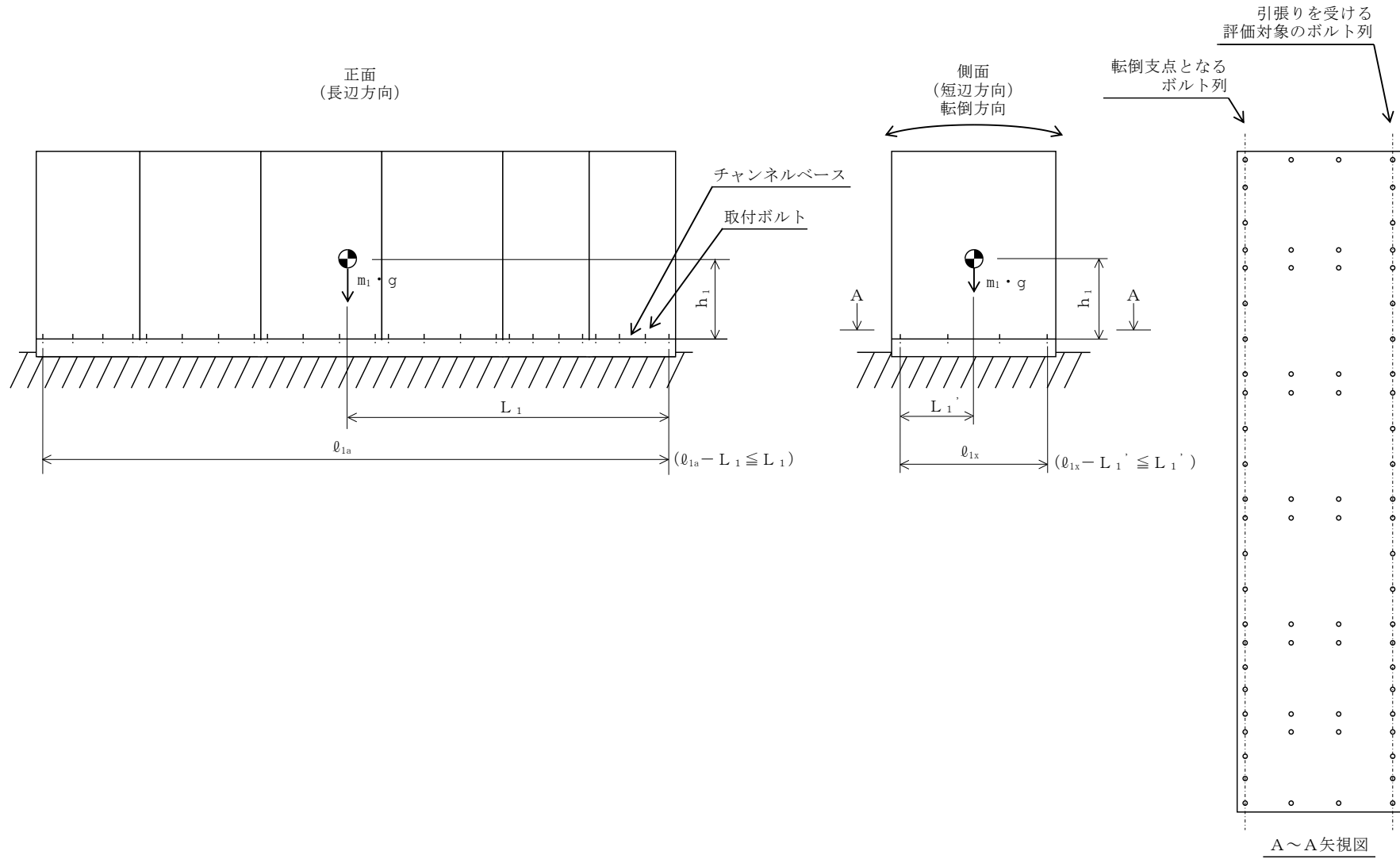
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

## 1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SS400
質量	m	kg	13100
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	40
縦弾性係数	E	MPa	201667
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	73237*
節点数	—	個	67536*

注記\* : 盤鋼材, チャンネルベースを含めた合計を示す。





VI-2-10-1-2-3-3 ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの  
耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 構造強度評価	4
3.1 構造強度評価方法	4
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
3.3 計算条件	4
4. 機能維持評価	8
4.1 基本方針	8
4.2 ポンプの動的機能維持評価	9
4.3 原動機の動的機能維持評価	17
5. 評価結果	17
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	17

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン発電機用燃料移送ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

なお、ガスタービン発電機用燃料移送ポンプは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横形ポンプと類似の構造であるため、構造強度評価はVI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき剛構造として評価を行う。また、ガスタービン発電機用燃料移送ポンプは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない横置きスクリー式ポンプであるため、新たに評価項目を検討し、評価項目の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ポンプ等はポンプ取付ボルト及び原動機取付ボルトでポンプベースに固定され、ポンプベースは基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>スクリー式 (スクリー式横形ポンプ)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位: mm)</p>

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ポンプの軸は軸受に支持される。	スクリー式 (スクリー式横形ポンプ)	<p>メカニカルシール</p> <p>主ねじ (主軸)</p> <p>軸受 (原動機側)</p> <p>軸受 (負荷側)</p> <p>490</p> <p>319</p> <p>(ポンプ側断面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

### 3. 構造強度評価

#### 3.1 構造強度評価方法

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-1 横形ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

#### 3.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-1 に示す。

##### 3.2.2 許容応力

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-2 のとおりとする。

##### 3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-3 に示す。

#### 3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他のポンプ及びその他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。



表 3-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—
ポンプ取付ボルト	SNB7 (径≤63mm)	最高使用温度	66	699	803	—
原動機取付ボルト	SNB7 (径≤63mm)	周囲環境温度	50	715	838	—

#### 4. 機能維持評価

##### 4.1 基本方針

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない横置きのスクリュー式ポンプであるため、新たに評価項目を検討し、評価項目の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

詳細評価に用いる応答加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

- (1) 原動機は横形ころがり軸受電動機であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されている電動機の機能確認済加速度を適用する。

## 4.2 ポンプの動的機能維持評価

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプは、地震後機能維持が要求される設備であるが、ポンプの動的機能維持評価は保守的に動作時の評価を実施する。

### 4.2.1 評価対象部位

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプは、原子力発電耐震設計特別調査委員会報告書「動的機器の地震時機能維持評価に関する調査報告書（昭和 62 年 2 月）」及び電力共通研究「動的機器の地震時機能維持の耐震余裕に関する研究（平成 25 年 3 月）」における遠心式ポンプ及びギヤ式ポンプの既往知見を踏まえ、地震時異常要因分析に基づいて、評価項目を以下のとおり抽出して評価を実施する。

- a. 基礎ボルト
- b. 取付ボルト
- c. 軸
- d. 軸受
- e. 摺動部（主ねじ部）
- f. メカニカルシール
- g. 軸継手

このうち「a. 基礎ボルト」「b. 取付ボルト」については、「3. 構造強度評価」に従い評価を行った「5. 評価結果」にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認している。また、「g. 軸継手」は、軸受でスラスト荷重を受け持つことで軸継手にスラスト荷重が発生しない構造であるため、評価対象外とする。

以上より、本計算書においては、軸、軸受、摺動部（主ねじ部）及びメカニカルシールを評価対象部位とする。

### 4.2.2 評価基準値

軸の許容応力は、軸の変形等による回転機能への影響を考慮し、軸の変形を弾性範囲内に留めるよう、その他の支持構造物の許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S に準拠し設定する。摺動部（主ねじ部）については、主ねじとスリーブの接触による、回転機能及び移送機能への影響を考慮して主ねじとスリーブ間隙間を評価基準値とする。軸受は、回転機能確保の観点より面圧を、メカニカルシールは、流体保持機能確保の観点よりシール回転環の変位可能量を評価基準値とする。

評価基準値を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価基準値

評価対象部位	材料	単位	評価基準値
軸		MPa	
軸受	—	MPa	
摺動部（主ねじ部）	—	mm	
メカニカルシール	—	mm	

#### 4.2.3 記号の説明

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの動的機能維持評価に使用する記号を表4-2に示す。

表4-2 記号の説明

記号	記号の説明	単位
a	軸端から支点Aまでの距離 ( $=l_2$ )	mm
A	軸の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>RA</sub>	ラジアル荷重を受ける軸受 (原動機側) の投影面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>RB</sub>	ラジアル荷重を受ける軸受 (負荷側) の投影面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>S</sub>	スラスト荷重を受ける軸受 (負荷側) の投影面積	mm <sup>2</sup>
b	軸端から支点Bまでの距離	mm
C <sub>H</sub>	水平方向震度	—
C <sub>P</sub>	ポンプ振動による震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向震度	—
d	軸の評価における軸径	mm
E	縦弾性係数	MPa
g	重力加速度 ( $=9.80665$ )	m/s <sup>2</sup>
I <sub>1</sub>	摺動部 (主ねじ部) の評価における軸の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
I <sub>2</sub>	メカニカルシールの評価における軸の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
ℓ	軸長さ	mm
ℓ <sub>1</sub>	支点間距離	mm
ℓ <sub>2</sub>	軸端から支点Aまでの距離 ( $=a$ )	mm
M	最大曲げモーメント	N・mm
m <sub>0</sub>	軸系総質量	kg
m <sub>1</sub>	軸質量	kg
m <sub>2</sub>	軸継手質量	kg
M <sub>A1</sub>	支点Aの軸等分布荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>A2</sub>	支点Aの軸継手端部荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>B1</sub>	支点Bの軸等分布荷重による曲げモーメント	N・mm
M <sub>P</sub>	ポンプ回転により作用するモーメント	N・mm
N	回転速度 (原動機の同期回転速度)	rpm
P	原動機出力	kW
P <sub>RA</sub>	ラジアル荷重による軸受 (原動機側) の面圧	MPa
P <sub>RB</sub>	ラジアル荷重による軸受 (負荷側) の面圧	MPa
P <sub>S</sub>	スラスト荷重による軸受 (負荷側) の面圧	MPa
W <sub>0</sub>	軸受にかかる通常運転時荷重	N
W <sub>1</sub>	地震力を考慮した軸等分布荷重	N/mm
W <sub>2</sub>	地震力を考慮した軸継手端部荷重	N

記号	記号の説明	単位
$W_3$	地震力を考慮した軸質量による支点A, B間中央位置にかかる荷重	N
$W_4$	地震力を考慮した軸系総質量による端部荷重	N
$W_{RA}$	軸受（原動機側）にかかる地震時のラジアル荷重	N
$W_{RB}$	軸受（負荷側）にかかる地震時のラジアル荷重	N
$W_S$	軸受（負荷側）にかかる地震時のスラスト荷重	N
$x_1$	軸端から支点A, B間中央位置までの距離	mm
$x_2$	軸端からメカニカルシールシール面までの距離	mm
$Z$	軸の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_P$	軸の極断面係数	mm <sup>3</sup>
$\delta_1$	摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量	mm
$\delta_2$	シール面における軸のたわみ量	mm
$\pi$	円周率	—
$\sigma$	軸に生じる引張及び曲げ応力の和	MPa
$\sigma_S$	軸に生じる組合せ応力	MPa
$\tau$	軸に生じるねじり応力	MPa

4.2.4 評価方法

(1) 軸

軸の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合の引張及び曲げ応力の和とねじり応力の組合せによる軸の応力を算出し、発生する応力値が許容応力値を下回ることを確認する。

軸の計算モデルを図4-1に示す。

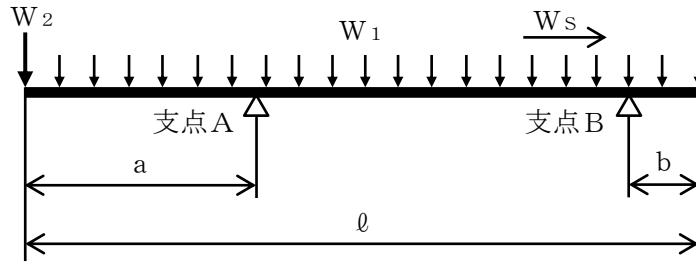


図4-1 軸の計算モデル

軸に生じる組合せ応力  $\sigma_s$  は次式で求める。

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.1)$$

軸に生じる引張及び曲げ応力の和  $\sigma$  は次式で求める。

$$\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{W_s}{A} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.2)$$

最大曲げモーメント  $M$  は次式で求める。

$$M = \text{Max} ( M_{A1} + M_{A2}, M_{B1} ) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.3)$$

ここで、支点Aの軸等分布荷重による曲げモーメント  $M_{A1}$  は

$$M_{A1} = \frac{W_1 \cdot a^2}{2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.4)$$

ここで、支点Aの軸継手端部荷重による曲げモーメント  $M_{A2}$  は

$$M_{A2} = W_2 \cdot a \quad \dots \dots \dots (4.2.4.5)$$

ここで、支点Bの軸等分布荷重による曲げモーメント  $M_{B1}$  は

$$M_{B1} = \frac{W_1 \cdot b^2}{2} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.6)$$

ここで、地震力を考慮した軸等分布荷重 $W_1$ は

$$W_1 = \frac{m_1 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P)}{\ell} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.7)$$

ここで、地震力を考慮した軸継手端部荷重 $W_2$ は

$$W_2 = m_2 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.8)$$

軸の断面係数 $Z$ は次式で求める。

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.9)$$

軸受（負荷側）にかかる地震時のスラスト荷重 $W_s$ は次式で求める。

$$W_s = m_0 \cdot g \cdot (C_H + C_P) + W_0 \quad \dots \dots \dots (4.2.4.10)$$

軸の断面積 $A$ は次式で求める。

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.11)$$

軸に生じるねじり応力 $\tau$ は次式で求める。

$$\tau = \frac{M_P}{Z_P} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.12)$$

ここで、ポンプ回転により作用するモーメント $M_P$ は

$$M_P = \left[ \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right] \cdot 10^6 \cdot P \quad \dots \dots \dots (4.2.4.13)$$

(1kW=10<sup>6</sup>N・mm/s)

ここで、軸の極断面係数 $Z_P$ は

$$Z_P = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.14)$$



## (2) 軸受

軸受の評価は、地震力が加わる場合に発生する全荷重について保守的にそれぞれの軸受が受けるものとし、地震による荷重が軸受の許容荷重（許容面圧）以下であることを確認する。ただし、軸受（原動機側）はすべり軸受のためラジアル荷重が作用し、軸受（負荷側）はスラストメタル付きのすべり軸受のためラジアル荷重及びスラスト荷重が作用することから、構造上の違いを考慮して各軸受の評価を行う。

## a. 軸受（原動機側）のラジアル荷重

ラジアル荷重による軸受（原動機側）の面圧 $P_{RA}$ は次式で求める。

$$P_{RA} = \frac{W_{RA}}{A_{RA}} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.15)$$

ここで、軸受（原動機側）にかかる地震時のラジアル荷重 $W_{RA}$ は

$$W_{RA} = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.16)$$

## b. 軸受（負荷側）のラジアル荷重

ラジアル荷重による軸受（負荷側）の面圧 $P_{RB}$ は次式で求める。

$$P_{RB} = \frac{W_{RB}}{A_{RB}} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.17)$$

ここで、軸受（負荷側）にかかる地震時のラジアル荷重 $W_{RB}$ は

$$W_{RB} = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.18)$$

## c. スラスト荷重

スラスト荷重による軸受（負荷側）の面圧 $P_S$ は次式で求める。

$$P_S = \frac{W_S}{A_S} \quad \dots \dots \dots (4.2.4.19)$$

(3) 摺動部（主ねじ部）

摺動部の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合の摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量を算出し、発生するたわみ量が主ねじとスリーブ間隙間内であることを確認する。

摺動部（主ねじ部）の計算モデルを図4-2に示す。

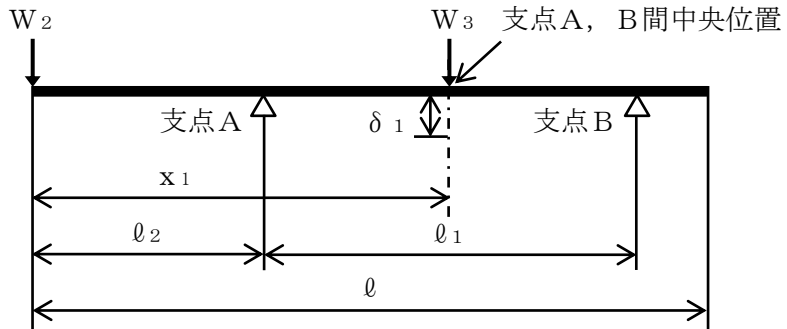


図4-2 摺動部（主ねじ部）の計算モデル

摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量 $\delta_1$ は次式で求める。

$$\delta_1 = \frac{W_3 \cdot \ell_1^3}{48 \cdot E \cdot I_1} + \left[ -\frac{x_1 - \ell_2}{6 \cdot E \cdot I_1 \cdot \ell_1} \cdot \{W_2 \cdot \ell_2 \cdot (x_1 - \ell_2)^2 - 3 \cdot W_2 \cdot \ell_2 \cdot \ell_1 \cdot (x_1 - \ell_2) + 2 \cdot W_2 \cdot \ell_2 \cdot \ell_1^2\} \right] \dots \dots \dots (4.2.4.20)$$

ここで、地震力を考慮した軸質量による支点A、B間中央位置にかかる荷重 $W_3$ は

$$W_3 = m_1 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \dots \dots \dots (4.2.4.21)$$

(4) メカニカルシール

軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合のメカニカルシールシール面における軸の軸直角方向たわみ量を算出し、発生するたわみ量がメカニカルシール回転環の変位可能量を下回ることを確認する。

メカニカルシールの計算モデルを図 4-3 に示す。

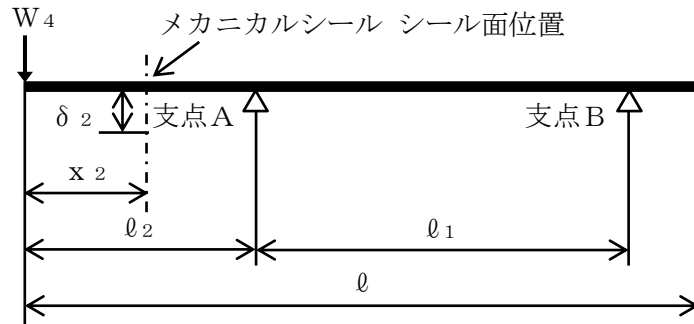


図 4-3 メカニカルシールの計算モデル

シール面における軸のたわみ量  $\delta_2$  は次式で求める。

$$\delta_2 = \frac{W_4 \cdot l_2^3}{3 \cdot E \cdot I_2} \cdot \left\{ \frac{(l_2 + l_1)}{l_2} - \left( \frac{3}{2} + \frac{l_1}{l_2} \right) \cdot \frac{x_2}{l_2} + \frac{x_2^3}{2 \cdot l_2^3} \right\}$$

..... (4.2.4.22)

ここで、地震力を考慮した軸系総質量による軸端部荷重  $W_4$  は

$$W_4 = m_0 \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (4.2.4.23)$$

#### 4.3 原動機の動的機能維持評価

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ用原動機は地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。

機能確認済加速度を表4-3に示す。

表4-3 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
原動機	横形ころがり 軸受電動機	水平	4.7
		鉛直	1.0

#### 5. 評価結果

##### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを確認した。

##### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

##### (2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 構造強度評価

1.1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン発電機建物 EL 47.5*1	—*2	—*2	—	—	C <sub>H</sub> =2.11*3	C <sub>V</sub> =0.89*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	66	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *1 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *1 (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>fi</sub> *1
基礎ボルト (i=1)		260	140	140	16 (M16)	201.1	4	2
			290	290				2
ポンプ取付ボルト (i=2)		135	95	95	16 (M16)	201.1	4	2
			80	80				2
原動機取付ボルト (i=3)		112	95	95	10 (M10)	78.54	4	2
			70	70				2

部材	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>p</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	231*2 (16mm<径≤40mm)	394*2 (16mm<径≤40mm)	—	276	—	軸直角	—
ポンプ取付ボルト (i=2)	699*3 (径≤63mm)	803*3 (径≤63mm)	—	562	—	軸	—
原動機取付ボルト (i=3)	715*2 (径≤63mm)	838*2 (径≤63mm)	—	586	—	軸	—

注記\*1：各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

\*2：周囲環境温度で算出

\*3：最高使用温度で算出

HP ( $\mu\text{m}$ )	N (ポンプ) (rpm)	N (原動機) (rpm)

1.1.3 計算数値

1.1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
ポンプ取付ボルト (i=2)	—		—	
原動機取付ボルト (i=3)	—		—	

19

1.1.4 結論

1.1.4.1 ボルトの応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=12$	$f_{ts1}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=159$
ポンプ取付ボルト (i=2)	SNB7	引張	—	—	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=421^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=324$
原動機取付ボルト (i=3)	SNB7	引張	—	—	$\sigma_{b3}=8$	$f_{ts3}=440^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b3}=5$	$f_{sb3}=338$

注記\*:  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.2 動的機能維持評価

1.2.1 設計条件

機器名称	形式	定格容量 (m <sup>3</sup> /h)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ	スクリー式	4.0	ガスタービン発電機建物 EL 47.5*1	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.76*3	C <sub>V</sub> =0.75*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	66	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

機器名称	形式	出力 (kW)	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ用原動機	横形ころがり 軸受電動機	3.7	ガスタービン発電機建物 EL 47.5*1	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =1.76*3	C <sub>V</sub> =0.75*3	C <sub>P</sub> = <input type="text"/>	—	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2.2 機器要目

m 0 (kg)	m 1 (kg)	m 2 (kg)	ℓ (mm)	ℓ 1 (mm)	ℓ 2 (mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	x 1 (mm)	x 2 (mm)

ARA (mm <sup>2</sup> )	ARB (mm <sup>2</sup> )	AS (mm <sup>2</sup> )	E (MPa)	I 1 (mm <sup>4</sup> )	I 2 (mm <sup>4</sup> )	N (rpm)	P (kW)	W 0 (N)
							3.7	

1.2.3 結論

1.2.3.1 機能確認済加速度との比較

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	1.76	—
	鉛直方向	0.75	—
原動機	水平方向	1.76	4.7
	鉛直方向	0.75	1.0

注記\*: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度により定まる加速度

ポンプは、本文 4.2.1 項に基づき、1.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価で評価する。

原動機は、機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下である。

1.2.3.2 スクリュー式ポンプの動的機能維持評価

1.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト及びポンプ取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

1.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価

1.2.3.2.2.1 軸の評価

(単位：MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸	9	

すべて許容応力以下である。

1.2.3.2.2.2 軸受の評価

(単位：MPa)

評価部位	荷重	評価項目	発生面圧	許容面圧
軸受	ラジアル（原動機側）	軸受（原動機側）面圧	0.10	
	ラジアル（負荷側）	軸受（負荷側）面圧	0.30	
	スラスト	軸受（負荷側）面圧	0.61	

すべて許容面圧以下である。

1.2.3.2.2.3 摺動部（主ねじ）の評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	スリーブ間隙間
摺動部（主ねじ）	0.008	

すべてスリーブ間隙間以下である。

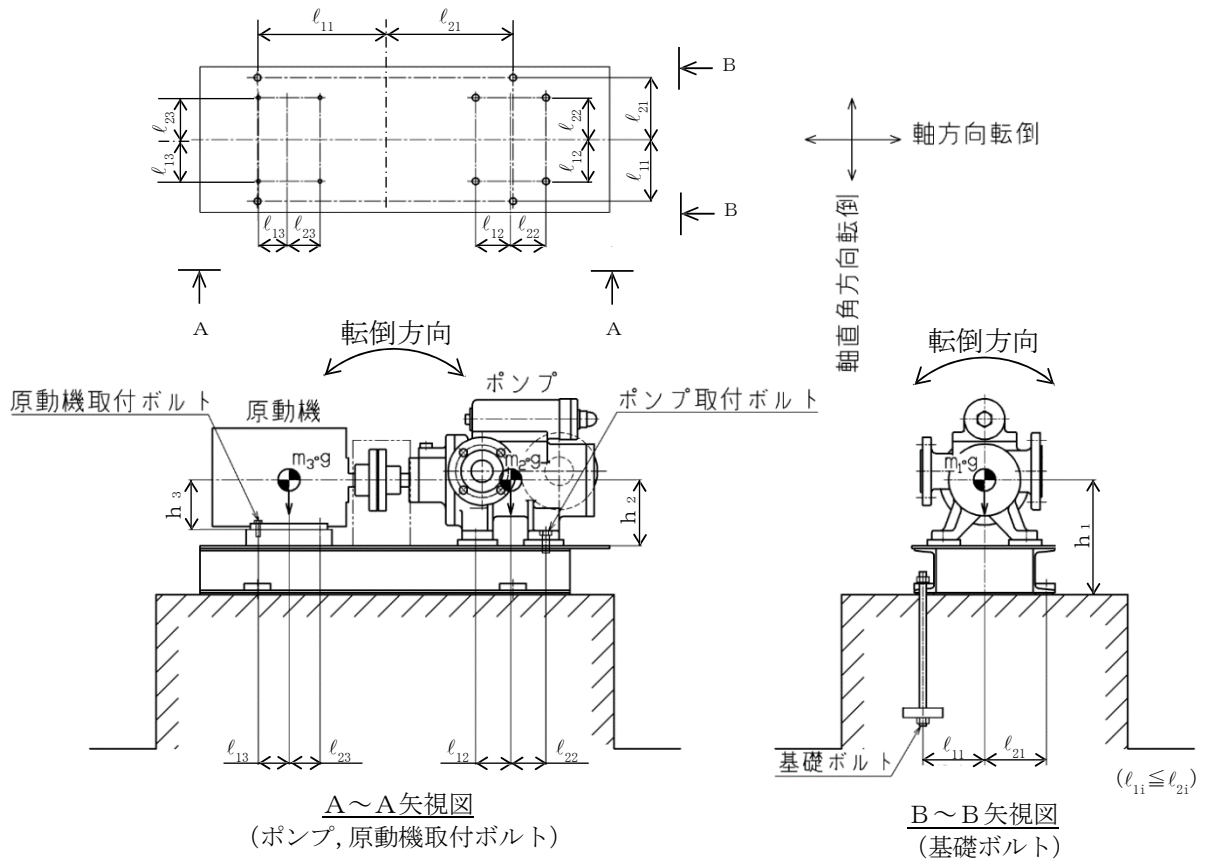
1.2.3.2.2.4 メカニカルシールの評価

(単位：mm)

評価部位	たわみ量	変位可能量
メカニカルシール	0.024	

すべて変位可能量以下である。





VI-2-10-1-2-3-4 ガスタービン発電機用軽油タンクの  
耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	8
3. 評価部位	9
4. 固有周期	9
4.1 固有周期の計算方法	9
4.2 固有周期の計算条件	10
4.3 固有周期の計算結果	10
5. 地震応答解析及び構造強度評価	11
5.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	11
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	13
5.3 設計用地震力	16
5.4 計算方法	17
5.5 計算条件	22
5.6 応力の評価	22
6. 評価結果	25
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	25

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、ガスタービン発電機用軽油タンクが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

ガスタービン発電機用軽油タンクは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ガスタービン発電機用軽油タンクの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ガスタービン発電機用軽油タンクは、胴下端のベースプレートを基礎ボルトで基礎に据え付ける。	たて置円筒形（上面に屋根、下面にベースプレートを有するたて置円筒形容器であり、胴は上部にいくほど段階的に板厚が薄くなる構造である。）	<p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

ガスタービン発電機用軽油タンクの応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すガスタービン発電機用軽油タンクの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、VI-2-2-35「ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の地震応答計算書」で得られた応答加速度及び断面力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

ガスタービン発電機用軽油タンクの耐震評価フローを図2-1に示す。

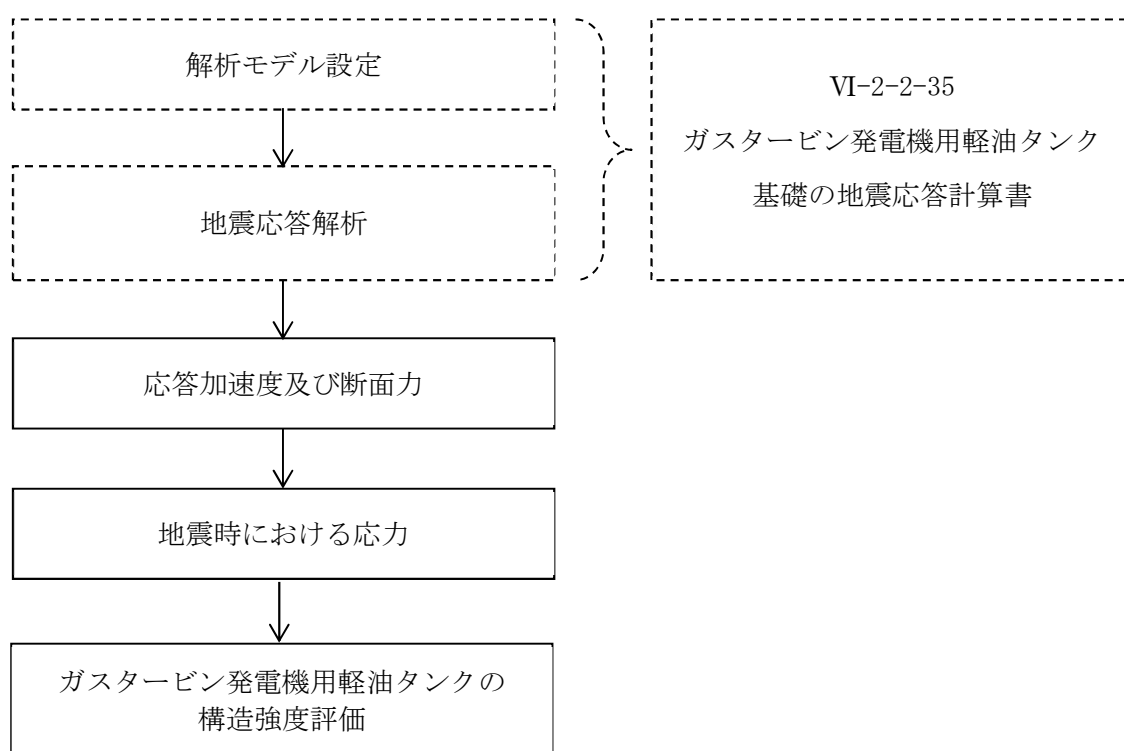


図2-1 ガスタービン発電機用軽油タンクの耐震評価フロー

### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984  
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	胴の軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
C <sub>c</sub>	基礎ボルト計算における係数	—
C <sub>t</sub>	基礎ボルト計算における係数	—
C <sub>v</sub>	鉛直方向設計震度	—
D <sub>b i</sub>	ベースプレートの内径	mm
D <sub>b o</sub>	ベースプレートの外径	mm
D <sub>c</sub>	基礎ボルトのピッチ円直径	mm
D <sub>i</sub>	胴の内径	mm
d	基礎ボルトの呼び径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
e	基礎ボルト計算における係数	—
F	設計・建設規格 SSB-3121. 1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121. 3又はSSB-3133に定める値	MPa
F <sub>c</sub>	基礎に作用する圧縮力	N
F <sub>t</sub>	基礎ボルトに作用する引張力	N
f <sub>b</sub>	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f <sub>c</sub>	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
f <sub>s b</sub>	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f <sub>t o</sub>	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f <sub>t s</sub>	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9. 80665)	m/s <sup>2</sup>
H	最高液位 (水頭)	mm
H <sub>j</sub>	評価部位 j における水頭	mm
K <sub>v</sub>	鉛直方向ばね定数	N/m
k	基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数	—
l <sub>1</sub> , l <sub>2</sub>	基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離 (図5-3に示す距離)	mm
l <sub>g</sub>	基礎から容器重心までの距離	mm
M <sub>j</sub>	評価部位 j に作用する曲げモーメント (風荷重含む)	N・mm
M <sub>s</sub>	基礎に作用する転倒モーメント (風荷重含む)	N・mm
m <sub>o</sub>	容器の運転時質量 (積雪荷重含む)	kg
m <sub>e</sub>	容器の空質量 (積雪荷重含む)	kg
m <sub>e j</sub>	評価部位 j に作用する容器の空質量 (積雪荷重含む)	kg
n	基礎ボルトの本数	—
Q <sub>j</sub>	評価部位 j に作用するせん断力 (風荷重含む)	N
Q <sub>s</sub>	基礎ボルトに作用するせん断力 (風荷重含む)	N



記号	記号の説明	単位
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
S <sub>a</sub>	胴の許容応力	MPa
S <sub>u</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S <sub>y</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
S <sub>y</sub> (RT)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
T <sub>H</sub>	水平方向固有周期	s
T <sub>V</sub>	鉛直方向固有周期	s
t	一番薄い胴の厚さ	mm
t <sub>1</sub>	基礎ボルト面積相当板幅	mm
t <sub>2</sub>	圧縮側基礎相当幅	mm
t <sub>j</sub>	評価部位 j の胴の厚さ	mm
z	基礎ボルト計算における係数	—
α	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
η	座屈応力に対する安全率	—
π	円周率	—
ρ'	液体の密度	kg/mm <sup>3</sup>
σ <sub>0</sub>	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
σ <sub>0c</sub>	胴の組合せ圧縮応力	MPa
σ <sub>0t</sub>	胴の組合せ引張応力	MPa
σ <sub>2</sub>	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
σ <sub>2φ</sub>	地震動のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ <sub>2c</sub>	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値 (圧縮側)	MPa
σ <sub>2t</sub>	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値 (引張側)	MPa
σ <sub>2xc</sub>	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和 (圧縮側)	MPa
σ <sub>2xt</sub>	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和 (引張側)	MPa
σ <sub>b</sub>	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ <sub>c</sub>	基礎に生じる圧縮応力	MPa
σ <sub>x1</sub> , σ <sub>φ1</sub>	静水頭により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
σ <sub>x2</sub>	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
σ <sub>x3</sub>	胴の鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
σ <sub>x4</sub>	水平方向地震により胴に生じる曲げモーメントによる軸方向応力	MPa
σ <sub>xc</sub>	胴の軸方向応力の和 (圧縮側)	MPa
σ <sub>xt</sub>	胴の軸方向応力の和 (引張側)	MPa
σ <sub>φ</sub>	胴の周方向応力の和	MPa
σ <sub>φ2</sub>	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\tau$	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

注： $H_j$ ,  $M_j$ ,  $m_{ej}$ ,  $Q_j$ 及び $t_j$ の添字 $j$ は、胴の板厚が異なる評価部位ごとの値を示す。  
 なお、添字 $j$ は胴の最上部の評価部位に対して1とし、胴の下部に向かって2, 3...とする。

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりである。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	℃	—	—	整数位
比重	—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 <sup>*2</sup>
モーメント	N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 <sup>*2</sup>
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 <sup>*2</sup>
縦弾性係数	MPa	有効数字4桁目	四捨五入	有効数字3桁
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 <sup>*3</sup>	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

\*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

ガスタービン発電機用軽油タンクの耐震評価は、「5.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴及び基礎ボルトについて実施する。胴は上部になるに従い、段階的に板厚が減少するため、算出応力の許容応力に対する裕度が最小となる板厚を代表して評価する。ガスタービン発電機用軽油タンクの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

### 4. 固有周期

#### 4.1 固有周期の計算方法

水平方向については、「2.2 評価方針」に基づき、VI-2-2-35「ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の地震応答計算書」の時刻歴応答解析によって得られた断面力を上回る断面力を用いて応力評価を実施することから固有周期の算出は不要である。

鉛直方向については、以下の計算方法に基づき評価する。

##### (1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- 容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。内包流体の全質量を固定質量として考慮する。
- 容器は胴下端のベースプレートを円周上等ピッチの多数の基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- 変形モードは軸方向変形を考慮する。
- 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

本容器は、前記の条件より図 4-1 に示すような下端固定の 1 質点系振動モデルとして考える。

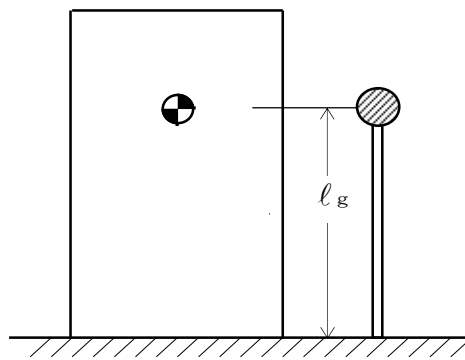


図4-1 固有周期の計算モデル

##### (2) 鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数  $K_v$  は次式で求める。

$$K_v = \frac{1000}{\frac{l_g}{A \cdot E}} \dots\dots\dots (4.1.1)$$

ここで、胴の断面性能は次のように求める。

$$A = \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \cdots \cdots \cdots (4.1.2)$$

したがって、固有周期  $T_v$  は次式で求める。

$$T_v = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_e}{K_v}} \cdots \cdots \cdots (4.1.3)$$

#### 4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電機用軽油タンクの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

#### 4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算の結果、鉛直方向の固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平	—*
鉛直	

注記\*：時刻歴応答解析による断面力を上回る断面力を用いて評価する。

5. 地震応答解析及び構造強度評価

5.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

5.1.1 地震応答解析

VI-2-2-35「ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の地震応答計算書」において実施している地震応答解析のうち、ガスタービン発電機用軽油タンクの解析モデルの考え方及び諸元を以下に示す。

- (1) ガスタービン発電機用軽油タンクの解析モデルは、胴の板厚ごとに質点を設け、鉛直部材と等価な曲げ及びせん断剛性を有する多質点系モデルとする。ガスタービン発電機用軽油タンクの地震応答解析モデルを図5-1に示す。
- (2) 解析モデルの各質点には質点重量、各要素には有効せん断断面積及び断面二次モーメントを設定する。内包流体の全質量を固定質量として考慮し、各質点に割り振ってモデル化する。

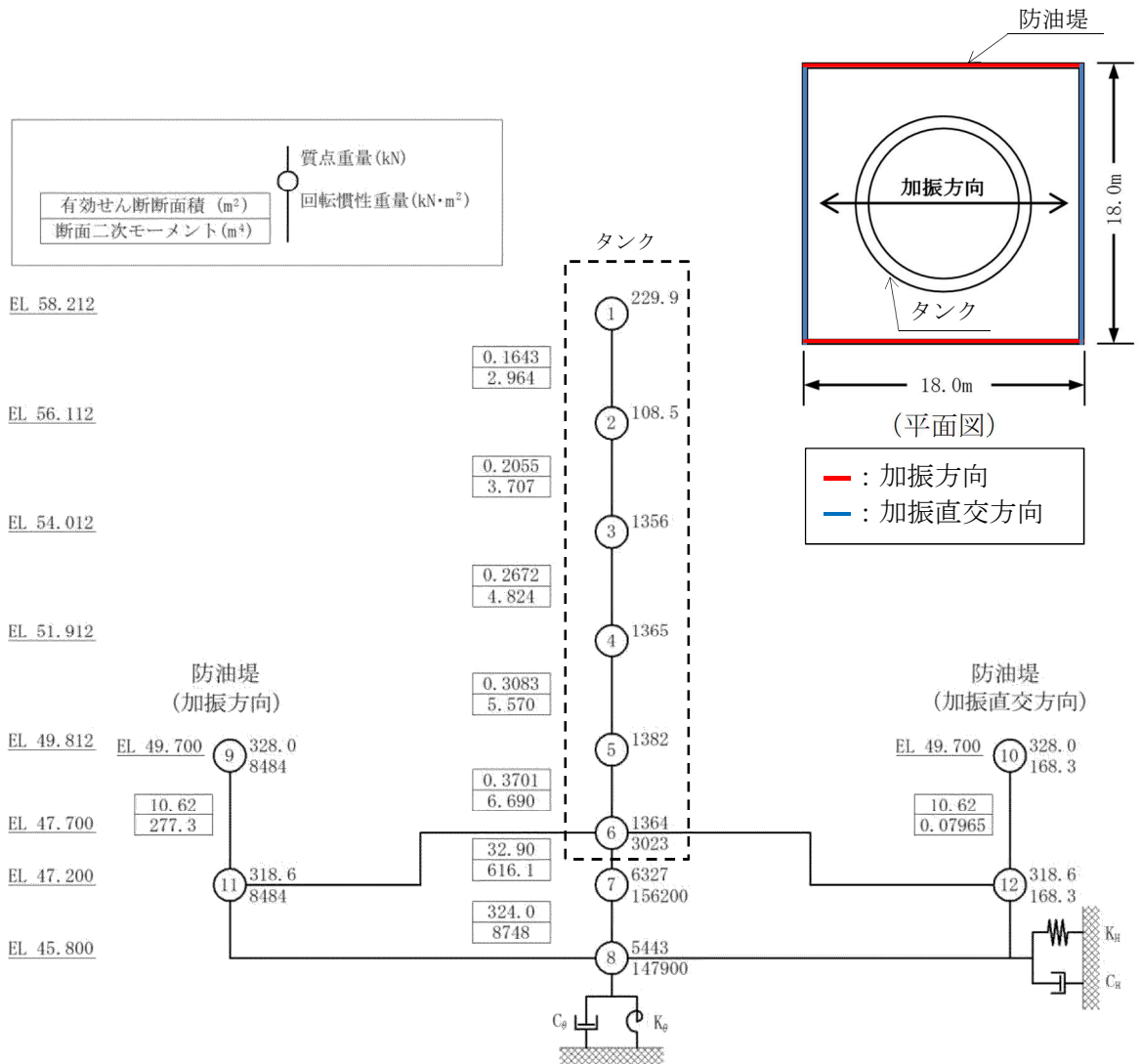


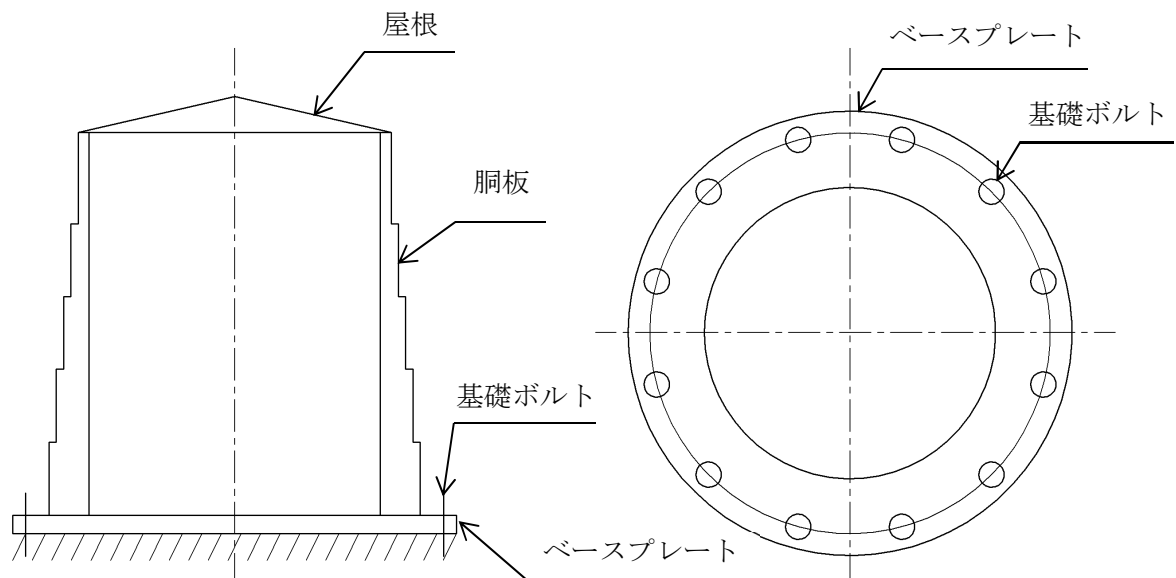
図5-1 ガスタービン発電機用軽油タンク（破線部）の地震応答解析モデル  
（VI-2-2-35「ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の地震応答計算書」

図3-3 地震応答解析モデル（水平方向）引用

### 5.1.2 構造強度評価方法

ガスタービン発電機用軽油タンクの構造強度評価は以下の条件で計算する。概要図を図5-2に示す。

- (1) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。なお、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、SRSS法を用いる。
- (2) 容器は胴下端のベースプレートを円周上等ピッチの多数の基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (3) 胴をはりと考え、変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。
- (4) 胴は上部になるに従い、段階的に板厚が減少するため、板厚ごとに評価する。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。



注：概要を示したものであり、外形及びボルト本数は実機とは異なる。

図5-2 概要図

## 5.2 荷重の組合せ及び許容応力

### 5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン発電機用軽油タンクの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-1 に示す。ガスタービン発電機用軽油タンクの構造や形状から、風荷重及び積雪荷重の影響が無視できないことから、風荷重及び積雪荷重を組み合わせせて評価を行う。

### 5.2.2 許容応力

ガスタービン発電機用軽油タンクの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 及び表 5-3 に示す。

### 5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電機用軽油タンクの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-4 に示す。

### 5.2.4 風荷重

風荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、風速 30m/s を考慮して評価する。

### 5.2.5 積雪荷重

積雪荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮して評価する。



表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用電源 設備	非常用発電 装置	ガスタービン発電機用 軽油タンク	常設耐震/防止 常設/緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s + P_K + P_S$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s + P_K + P_S$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：重大事故等クラス2容器及び重大事故等クラス2支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s + P_K + P_S$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 5-2 許容応力（重大事故等クラス2容器）

許容応力状態	許容限界 *1, *2		
	一次一般膜応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
IVAS	$0.6 \cdot S_u$	*3 基準地震動 $S_s$ のみによる疲労解析を行い，疲労 累積係数が 1.0 以下であること。 ただし，地震動のみによる一次+二次応力の変動 値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要	
VAS (VASとしてIVASの 許容限界を用いる。)			

注記\*1：座屈に対する評価が必要な場合には，クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は  
評価を省略する。

\*3： $2 \cdot S_y$  を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合，設計・建設規格 PVB-3300（PVB-3313を除く。  
 $S_m$ は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いる。

表 5-3 許容応力（重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料		温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
胴板	j = 1~4	SM400A (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	66	—	234	385	—
	j = 5	SM400C (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	最高使用温度	66	—	225	385	—
基礎ボルト	SCM435		周囲環境温度	50	—	764	906	—

## 5.3 設計用地震力

ガスタービン発電機用軽油タンクの設計用断面力及び設計震度のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-5に示す。

水平方向については、「5.1.1 地震応答解析」に示す解析モデルを用いた「基準地震動S<sub>s</sub>」によるVI-2-2-35「ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の地震応答計算書」の時刻歴応答解析にて得られた断面力（せん断力及び曲げモーメント）及び風荷重による断面力の合計を上回る設計用断面力を用いて評価を行う。鉛直方向については、「基準地震動S<sub>s</sub>」による地震力をVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表5-5 設計用断面力及び設計震度（重大事故等対処設備）

評価部位	EL (mm)	水平方向								鉛直方向
		せん断力(N)				曲げモーメント(N・mm)				設計震度*4 C <sub>v</sub>
		基準地震動S <sub>s</sub>	風*2	左記 合計	設計用*3	基準地震動S <sub>s</sub>	風*2	左記 合計	設計用*3	基準地震動 S <sub>s</sub>
		地震*1				地震*1				
胴板	56112	1.159×10 <sup>6</sup>	3.251×10 <sup>4</sup>	1.192×10 <sup>6</sup>	1.771×10 <sup>6</sup>	2.434×10 <sup>9</sup>	5.024×10 <sup>7</sup>	2.484×10 <sup>9</sup>	3.701×10 <sup>9</sup>	1.44
	54012	1.637×10 <sup>6</sup>	5.460×10 <sup>4</sup>	1.692×10 <sup>6</sup>	2.510×10 <sup>6</sup>	5.872×10 <sup>9</sup>	1.417×10 <sup>8</sup>	6.014×10 <sup>9</sup>	8.950×10 <sup>9</sup>	
	51912	6.748×10 <sup>6</sup>	7.671×10 <sup>4</sup>	6.825×10 <sup>6</sup>	1.020×10 <sup>7</sup>	2.004×10 <sup>10</sup>	2.796×10 <sup>8</sup>	2.032×10 <sup>10</sup>	3.034×10 <sup>10</sup>	
	49812	1.041×10 <sup>7</sup>	9.883×10 <sup>4</sup>	1.051×10 <sup>7</sup>	1.571×10 <sup>7</sup>	4.189×10 <sup>10</sup>	4.640×10 <sup>8</sup>	4.235×10 <sup>10</sup>	6.330×10 <sup>10</sup>	
	47700	1.247×10 <sup>7</sup>	1.211×10 <sup>5</sup>	1.259×10 <sup>7</sup>	1.883×10 <sup>7</sup>	6.823×10 <sup>10</sup>	6.964×10 <sup>8</sup>	6.892×10 <sup>10</sup>	1.030×10 <sup>11</sup>	
基礎ボルト										

注記\*1：時刻歴応答解析による断面力

\*2：風荷重による断面力

\*3：考慮すべき断面力を上回る設計用の断面力

\*4：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

## 5.4 計算方法

### 5.4.1 応力の計算方法

VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-5 平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の計算方法を準用し、「5.3 設計用地震力」に示す設計用断面力及び設計震度を用いて計算する。また、ガスタービン発電機用軽油タンクの胴は上部になるに従い、段階的に板厚が減少するため、板厚ごとに計算を行う。

#### 5.4.1.1 胴の計算方法

##### (1) 静水頭及び鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H_j \cdot D_i}{2 \cdot t_j} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H_j \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t_j} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

$$\sigma_{x 1} = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

##### (2) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴自身の質量による圧縮応力と鉛直方向地震による軸方向応力が生じる。

$$\sigma_{x 2} = \frac{m_{e j} \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t_j) \cdot t_j} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

$$\sigma_{x 3} = \frac{m_{e j} \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i + t_j) \cdot t_j} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

##### (3) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力により曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力が生じる。

$$\sigma_{x 4} = \frac{4 \cdot M_j}{\pi \cdot (D_i + t_j)^2 \cdot t_j} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

$$\tau = \frac{2 \cdot Q_j}{\pi \cdot (D_i + t_j) \cdot t_j} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

##### (4) 組合せ応力

(1)～(3)によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

###### a. 一次一般膜応力

###### (a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

$$\sigma_{o t} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{x t} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{x t})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.9)$$

ここで,

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} - \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.10)$$

(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{\phi} = -\sigma_{\phi1} - \sigma_{\phi2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.11)$$

$\sigma_{xc}$  が正の値 (圧縮側) のとき, 次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_{oc} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.12)$$

ここで,

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.13)$$

したがって, 胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は,

$$\sigma_o = \text{Max} \{ \text{組合せ引張応力}(\sigma_{ot}), \text{組合せ圧縮応力}(\sigma_{oc}) \} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.14)$$

とする。

なお, 一次応力は一次一般膜応力と同じ値になるので省略する。

b. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{2\phi} = \sigma_{\phi2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.15)$$

$$\sigma_{2t} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xt} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.16)$$

ここで,

$$\sigma_{2xt} = \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.17)$$

(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{2\phi} = -\sigma_{\phi2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.18)$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xc} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.19)$$

ここで,

$$\sigma_{2xc} = \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.20)$$

したがって, 胴の地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は,

$$\sigma_2 = \text{Max} \{ \text{組合せ引張応力}(\sigma_{2t}), \text{組合せ圧縮応力}(\sigma_{2c}) \} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.21)$$

とする。

5.4.1.2 基礎ボルトの計算方法

(1) 引張応力

転倒モーメントが作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については、荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める（図5-3参照）。

以下にその手順を示す。

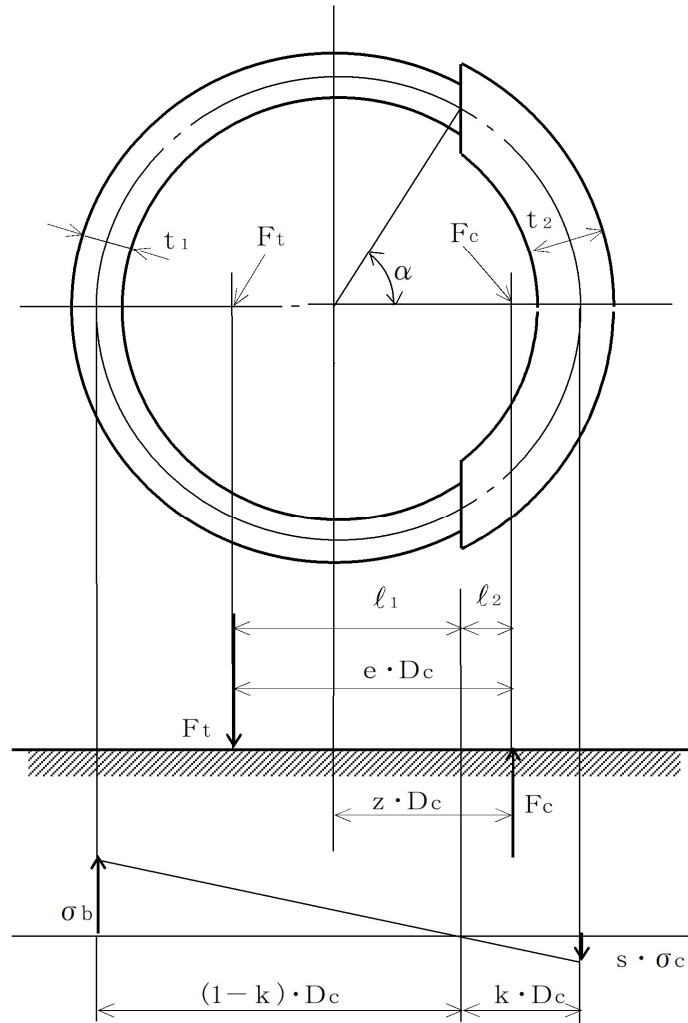


図5-3 基礎の荷重説明図

- a.  $\sigma_b$ 及び $\sigma_c$ を仮定して基礎ボルトの応力計算における中立軸の荷重係数 $k$ を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

- b. 基礎ボルトの応力計算における中立軸を定める角度  $\alpha$  を求める。

$$\alpha = \cos^{-1}(1 - 2 \cdot k) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

- c. 各定数  $e$ ,  $z$ ,  $C_t$  及び  $C_c$  を求める。

$$e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cdot \cos^2 \alpha + \frac{1}{2} \cdot (\pi - \alpha) + \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{(\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha} + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right\} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

$$z = \frac{1}{2} \cdot \left( \cos \alpha + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

$$C_t = \frac{2 \cdot \{ (\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \}}{1 + \cos \alpha} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

$$C_c = \frac{2 \cdot (\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

- d. 各定数を用いて  $F_t$  及び  $F_c$  を求める。

$$F_t = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_v \cdot m_0 \cdot g \cdot z \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} - \frac{z}{e} \cdot m_0 \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.7)$$

$$F_c = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_v \cdot m_0 \cdot g \cdot (z - e) \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} + \left(1 - \frac{z}{e}\right) \cdot m_0 \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.8)$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは、 $\alpha$  が  $\pi$  に等しくなったときであり、(5.4.1.2.3)式及び(5.4.1.2.4)式において  $\alpha$  を  $\pi$  に近づけた場合の値  $e = 0.75$  及び  $z = 0.25$  を(5.4.1.2.7)式に代入し、得られる  $F_t$  の値によって引張力の有無を次のように判定する。

$F_t \leq 0$  ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$  ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

e.  $\sigma_b$ 及び $\sigma_c$ を求める。

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t} \dots\dots\dots (5.4.1.2.9)$$

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) \cdot D_c \cdot C_c} \dots\dots\dots (5.4.1.2.10)$$

ここで,

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi \cdot D_c} \dots\dots\dots (5.4.1.2.11)$$

$$t_2 = \frac{1}{2} \cdot (D_{b_o} - D_{b_i}) - t_1 \dots\dots\dots (5.4.1.2.12)$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (5.4.1.2.13)$$

$\sigma_b$ 及び $\sigma_c$ がa項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合の $\sigma_b$ 及び $\sigma_c$ を基礎ボルトと基礎に生じる応力とする。

(2) せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_s}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (5.4.1.2.14)$$



5.5 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電機用軽油タンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 胴の応力評価

- (1) 5.4.1.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。ただし、 $S_a$  は下表による。

応力の種類	許容応力 $S_a$
	基準地震動 $S_s$ による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	$0.6 \cdot S_u$
一次+二次応力	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要とする。
一次+二次+ピーク応力	

なお、一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

- (2) 圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。（座屈の評価）

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1 \quad \dots \dots \dots (5.6.1.1)$$

ここで、 $f_c$  は次による。

$$\frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \quad \dots \dots \dots (5.6.1.2)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \cdot \left[ 1 - \frac{1}{6800 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_1 \left( \frac{8000 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left( \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right]$$

$$\dots \dots \dots (5.6.1.3)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_c = \phi_1 \left( \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} \right) \quad \dots \dots \dots (5.6.1.4)$$

ただし、 $\phi_1(x)$  は次の関数とする。

$$\phi_1(x) = 0.6 \cdot \frac{E}{x} \cdot \left[ 1 - 0.901 \cdot \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x}\right) \right\} \right] \dots\dots\dots (5.6.1.5)$$

また,  $f_b$  は次による。

$$\frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき} \\ f_b = F \quad \dots\dots\dots (5.6.1.6)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} < \frac{9600 \cdot g}{F} \quad \text{のとき} \\ f_b = F \cdot \left[ 1 - \frac{1}{8400 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_2\left(\frac{9600 \cdot g}{F}\right) \right\} \cdot \left( \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right] \dots\dots\dots (5.6.1.7)$$

$$\frac{9600 \cdot g}{F} \leq \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} \leq 800 \quad \text{のとき} \\ f_b = \phi_2\left(\frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j}\right) \quad \dots\dots\dots (5.6.1.8)$$

ただし,  $\phi_2(x)$  は次の関数とする。

$$\phi_2(x) = 0.6 \cdot \frac{E}{x} \cdot \left[ 1 - 0.731 \cdot \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x}\right) \right\} \right] \dots\dots\dots (5.6.1.9)$$

$\eta$  は安全率で次による。

$$\frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき} \\ \eta = 1 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.10)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき} \\ \eta = 1 + \frac{0.5 \cdot F}{6800 \cdot g} \cdot \left( \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \quad \dots\dots\dots (5.6.1.11)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_i + 2 \cdot t_j}{2 \cdot t_j} \quad \text{のとき} \\ \eta = 1.5 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.12)$$

5.6.2 基礎ボルトの応力評価

5.4.1.2 項で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は次式より求めた許容組合せ応力  $f_{ts}$  以下であること。ただし、 $f_{to}$  は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.6.2.1)$$

せん断応力  $\tau_b$  はせん断力のみ受ける基礎ボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。ただし、 $f_{sb}$  は下表による。

	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電機用軽油タンクの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。なお、胴に生じる応力は、板厚ごとに評価した結果、算出応力の許容応力に対する裕度が最小となる板厚を代表して示す。

【ガスタービン発電機用軽油タンクの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
ガスタービン発電機 用軽油タンク	常設耐震/防止 常設/緩和	屋外 EL 47.2	—*1		—	—	—*1	C <sub>v</sub> =1.44*2	静水頭	66	50	0.86

注記\*1：時刻歴応答解析による断面力を上回る断面力を用いて評価する。

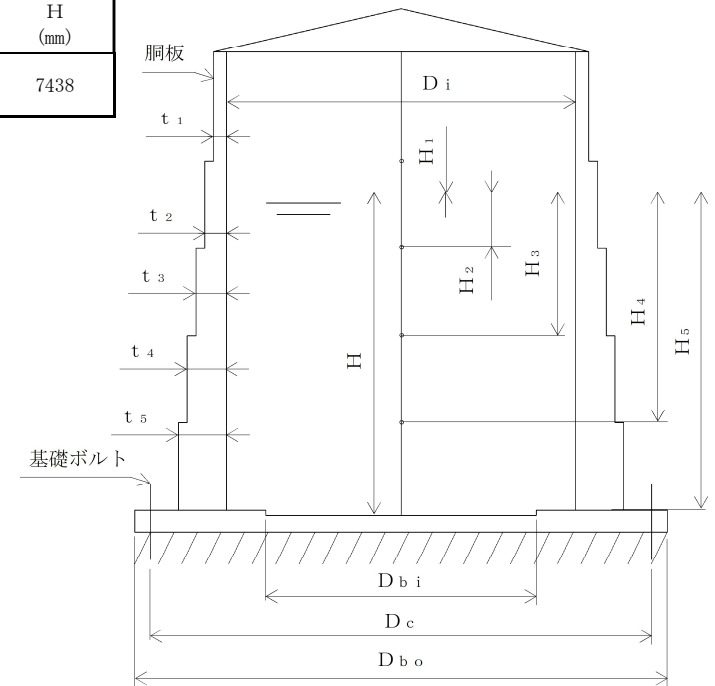
\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

各評価部位の断面力 (水平方向)	j = 1	j = 2	j = 3	j = 4	j = 5
Q <sub>j</sub> (N)	1.739×10 <sup>6</sup>	2.456×10 <sup>6</sup>	1.012×10 <sup>7</sup>	1.561×10 <sup>7</sup>	1.871×10 <sup>7</sup>
M <sub>j</sub> (N・mm)	3.651×10 <sup>9</sup>	8.808×10 <sup>9</sup>	3.006×10 <sup>10</sup>	6.283×10 <sup>10</sup>	1.023×10 <sup>11</sup>

1.2 機器要目

m <sub>o</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	E (MPa)	ℓ <sub>g</sub> (mm)	s	n	D <sub>c</sub> (mm)	D <sub>b o</sub> (mm)	D <sub>b i</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	H (mm)
534844	9800	200000*1	10512	15	75	10140	10396	8400	60 (M60)	2.827×10 <sup>3</sup>	7438

	j = 1	j = 2	j = 3	j = 4	j = 5
m <sub>e j</sub> (kg)	29000	35813	43568	53026	69176
t <sub>j</sub> (mm)	8.0	10.0	13.0	15.0	18.0
H <sub>j</sub> (mm)	0	1138	3238	5338	7438



S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	F (胴板) (MPa)	F (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (基礎ボルト) (MPa)	S <sub>u</sub> (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
j = 1~4		j = 5		j = 1~4	j = 5				
234*1 (厚さ ≤ 16mm)	385*1 (厚さ ≤ 16mm)	225*1 (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	385*1 (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	234	225				

注記\*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
	—			j = 5, t <sub>s</sub> = 18.0 mm		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭による応力	—	—	—	σ <sub>φ1</sub> = 17	—	—
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—	σ <sub>φ2</sub> = 25	—	—
空質量による圧縮応力	—	—	—	—	σ <sub>x2</sub> = 2	—
鉛直方向地震による軸方向応力	—	—	—	—	σ <sub>x3</sub> = 2	—
水平方向地震による応力	—	—	—	—	σ <sub>x4</sub> = 76	τ = 68
応力の和	引張側	—	—	σ <sub>φ</sub> = 42	σ <sub>x t</sub> = 75	—
	圧縮側	—	—	σ <sub>φ</sub> = -42	σ <sub>x c</sub> = 77	—
組合せ応力	引張	—			σ <sub>o t</sub> = 128	
	圧縮	—			σ <sub>o c</sub> = 108	

(2) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
	—			j = 5, t <sub>s</sub> = 18.0 mm		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による応力	—	—	—	σ <sub>φ2</sub> = 25	σ <sub>x3</sub> = 2	—
水平方向地震による応力	—	—	—	—	σ <sub>x4</sub> = 76	τ = 68
応力の和	引張側	—	—	σ <sub>2φ</sub> = 25	σ <sub>2x t</sub> = 76	—
	圧縮側	—	—	σ <sub>2φ</sub> = -25	σ <sub>2x c</sub> = 76	—
組合せ応力 (変動値)	引張	—			σ <sub>2 t</sub> = 246	
	圧縮	—			σ <sub>2 c</sub> = 220	

(3) 圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)

	j = 5, t <sub>s</sub> = 18.0 mm
$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1$	0.64

1.3.2 基礎ボルトに生じる応力 (単位: MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
引張応力	—	σ <sub>b</sub> = 122
せん断応力	—	τ <sub>b</sub> = 89

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
水平方向	T <sub>H</sub> = —*
鉛直方向	T <sub>V</sub> = <input type="text"/>

注記\*: 時刻歴応答解析による断面力を上回る断面力を用いて評価する。

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
銅板	SM400C	一次一般膜	—	—	σ <sub>o</sub> = 128	S <sub>a</sub> = 231
		一次+二次	—	—	σ <sub>2</sub> = 246	S <sub>a</sub> = 450
		圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	—	—	$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1$	0.64 (無次元)
基礎ボルト	SCM435	引張	—	—	σ <sub>b</sub> = 122	f <sub>t s</sub> = 475*
		せん断	—	—	τ <sub>b</sub> = 89	f <sub>s b</sub> = 366

注記\*: f<sub>t s</sub> = Min[1.4 · f<sub>t o</sub> - 1.6 · τ<sub>b</sub>, f<sub>t o</sub>]

すべて許容応力以下である。

VI-2-10-1-2-3-5 ガスタービン発電機用サービスタンクの耐震性について  
の計算書



## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 一般事項 .....	1
2.1 構造計画 .....	1
3. 固有周期 .....	3
3.1 固有周期の計算 .....	3
4. 構造強度評価 .....	3
4.1 構造強度評価方法 .....	3
4.2 荷重の組合せ及び許容応力 .....	3
4.3 計算条件 .....	3
5. 評価結果 .....	7
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果 .....	7

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、ガスタービン発電機用サービスタンクが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

ガスタービン発電機用サービスタンクは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、ガスタービン発電機用サービスタンクは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横置一胴円筒形容器であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-4 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ガスタービン発電機用サービスタンクの構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
胴を当板を介して 2個の脚で支持し、 脚を基礎ボルトで 基礎に据え付け る。	横置円筒形 (左右に鏡板を有 する横置一胴円筒 形容器)	<p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の計算

理論式により固有周期を計算する。固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電機用サービスタンクの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

計算の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。固有周期の計算結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

水平（長手方向）			
水平（横方向）			
鉛直			

### 4. 構造強度評価

#### 4.1 構造強度評価方法

ガスタービン発電機用サービスタンクの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-4 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

#### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン発電機用サービスタンクの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-1に示す。

##### 4.2.2 許容応力

ガスタービン発電機用サービスタンクの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2及び表4-3のとおりとする。

##### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電機用サービスタンクの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-4に示す。

#### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電機用サービスタンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類 <sup>*1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用 電源設備	非常用発電装置 ガスタービン発電機	ガスタービン発電機用 サービスタンク	常設耐震／防止 常設／緩和	— <sup>*2</sup>	$D + P_D + M_D + S_S$ <sup>*3</sup>	$IV_{AS}$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	$V_{AS}$ ( $V_{AS}$ として $IV_{AS}$ の許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：重大事故等クラス2容器及び重大事故等クラス2支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等クラス 2 容器）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1</sup>			
	一次一般膜応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	一次＋二次応力	一次＋二次＋ ピーク応力
IV <sub>A</sub> S	0.6・S <sub>u</sub>	左欄の 1.5 倍の値	基準地震動 S <sub>s</sub> のみによる疲労解析を行い，疲労累積係数が 1.0 <sup>*2</sup> 以下であること。 ただし，地震動のみによる一次＋二次応力の変動値が 2・S <sub>y</sub> 以下であれば，疲労解析は不要	
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)				

注記\*1：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

\*2：2・S<sub>y</sub>を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合，設計・建設規格 PVB-3300（PVB-3313を除く。S<sub>m</sub>は2/3・S<sub>y</sub>と読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いる。

表 4-3 許容応力（重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等以外)		許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力		一次応力	
	組合せ		引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>		1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>	
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)				

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
胴板	SM400C (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	66	—	234	385	—
	SM400C* (16mm < 厚さ ≤ 40mm)				225*	385*	
脚	SM400A (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	—	241	394	—
基礎ボルト	SNB7 (径 ≤ 63mm)	周囲環境温度	50	—	715	838	—

注記\*：当板の材料を示す。

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電機用サービスタンクの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



【ガスタービン発電機用サービスタンクの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
ガスタービン発電機用 サービスタンク	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン発電機建物 EL 50.7 (EL 54.5*1)			—	—	C <sub>H</sub> = 2.96 *2	C <sub>V</sub> = 1.00 *2	静水頭	66	50	0.86

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る震度

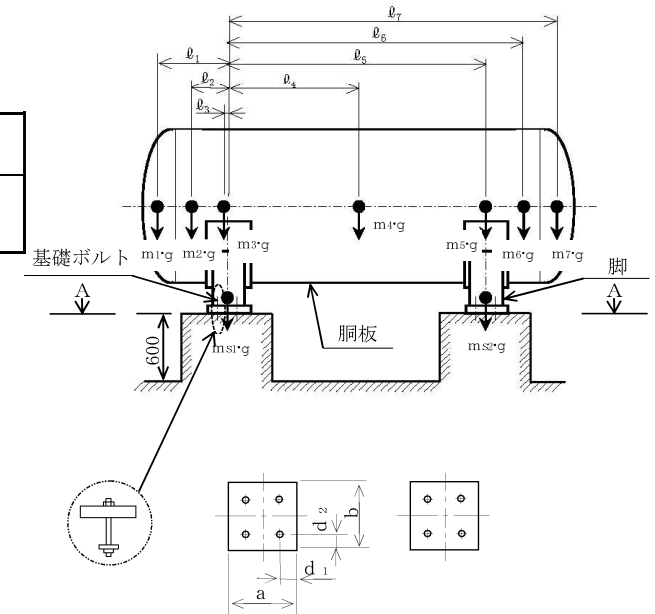
1.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)

l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	l <sub>4</sub> (mm)	l <sub>5</sub> (mm)	l <sub>6</sub> (mm)	l <sub>7</sub> (mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	H (mm)
-711	-383	-4	706	1400	1783	2111	1.119×10 <sup>7</sup>	1.112×10 <sup>7</sup>	5.185×10 <sup>4</sup>	5.151×10 <sup>4</sup>	1650

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	l <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	l <sub>w</sub> (mm)
			1900	14.0	42.0 *1	1400	939	1450	0.411	190

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>o</sub> (rad)	θ (rad)
850	150	1.519×10 <sup>10</sup>	1.446×10 <sup>8</sup>	1.787×10 <sup>7</sup>	9.640×10 <sup>5</sup>	2.112	1.381



A~A矢視図

(単位：mm)

$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s3}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s4}$ (mm <sup>2</sup> )
$4.538 \times 10^4$	201000 *2	77300 *2	$1.784 \times 10^4$	$2.515 \times 10^4$	$1.289 \times 10^4$	$2.052 \times 10^4$

$K_{11}$ *3	$K_{12}$ *3	$K_{21}$ *3	$K_{22}$ *3	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$
		—	—								
		—	—								

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$\Lambda_b$ (mm <sup>2</sup> )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
13	4	2	2	420	1800	36 (M36)	$1.018 \times 10^3$	55	125

6

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	$F^*$ (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	$F^*$ (基礎ボルト) (MPa)
234 *4 (厚さ ≤ 16mm) (225 *4, *5) (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	385 *4 (厚さ ≤ 16mm) (385 *4, *5) (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	—	241 *2 (厚さ ≤ 16mm)	394 *2 (厚さ ≤ 16mm)	—	276	715 *2 (径 ≤ 63mm)	838 *2 (径 ≤ 63mm)	—	586

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：周囲環境温度で算出

\*3：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*4：最高使用温度で算出

\*5：当板の材料を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} = 1$	$\sigma_{x 1} = 1$	$\sigma_{\phi 1} = 1$	$\sigma_{x 1} = 1$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} = 1$	—	$\sigma_{\phi 2} = 1$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} = 1$	—	$\sigma_{x 2} = 1$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} = 1$	—	$\sigma_{x 6} = 1$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413} = 4$	—	—
組合せ応力	—		—		$\sigma_{0\ell} = 6$		$\sigma_{0c} = 3$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} = 1$	$\sigma_{x 1} = 1$	$\sigma_{\phi 1} = 1$	$\sigma_{x 1} = 1$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} = 1$	—	$\sigma_{\phi 2} = 1$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} = 1$	—	$\sigma_{x 2} = 1$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} = 1$	—	$\sigma_{x 6} = 1$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3} = 4$	$\sigma_{x 3} = 3$	$\sigma_{\phi 3} = 4$	$\sigma_{x 3} = 3$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} = 4$	$\sigma_{x 71} = 3$	$\sigma_{\phi 71} = 4$	$\sigma_{x 71} = 3$	
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 411} = 24$	$\sigma_{x 411} = 6$	$\sigma_{\phi 51} = 10$	$\sigma_{x 51} = 24$
		—	—			$\sigma_{\phi 412} = 16$	$\sigma_{x 412} = 12$		
	せん断	—		—		$\tau_{\ell} = 38$		$\tau_{c} = 4$	
組合せ応力	—		—		$\sigma_{1\ell} = 78$		$\sigma_{1c} = 33$		

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} = 1$	—	$\sigma_{\phi 2} = 1$	—	
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} = 1$	—	$\sigma_{x 6} = 1$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} = 4$ $\sigma_{\phi 72} = 12$	$\sigma_{x 71} = 3$ $\sigma_{x 72} = 6$	$\sigma_{\phi 71} = 4$ $\sigma_{\phi 72} = 12$	$\sigma_{x 71} = 3$ $\sigma_{x 72} = 6$	
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} = 40$	$\sigma_{x 41} = 21$	$\sigma_{\phi 51} = 10$	$\sigma_{x 51} = 24$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} = 12$ $\sigma_{\phi 422} = 49$	$\sigma_{x 421} = 55$ $\sigma_{x 422} = 24$	$\sigma_{\phi 52} = 70$	$\sigma_{x 52} = 31$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} = 61$	$\sigma_{x 42} = 78$		
せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} = 38$	—	$\tau_c = 4$	—	
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{2\ell} = 299$	—	$\sigma_{2c} = 191$	—	

11

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>			
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1} = 2$	$\sigma_{s1} = 2$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4} = 2$	$\sigma_{s4} = 2$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2} = 166$	$\sigma_{s3} = 14$
	せん断	—	—	$\tau_{s2} = 26$	$\tau_{s3} = 8$
組合せ応力	—	—	—	$\sigma_{s\ell} = 174$	$\sigma_{sc} = 22$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>			
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力	引張	—	—	$\sigma_{b1} = 283$	$\sigma_{b2} = 77$
水平方向地震による 応力	せん断	—	—	$\tau_{b1} = 81$	$\tau_{b2} = 41$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期	
長手方向	$T_1 =$	
横方向	$T_2 =$	
鉛直方向	$T_3 =$	

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SM400C (SM400C*1)	一次一般膜	—	—	$\sigma_0 = 6$	$S_a = 231$ (231*1)
		一次	—	—	$\sigma_1 = 78$	$S_a = 347$ (347*1)
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 299$	$S_a = 469$ (450*1)
脚	SM400A	組合せ	—	—	$\sigma_s = 174$	$f_{tm} = 276$
基礎ボルト	SNB7	引張	—	—	$\sigma_b = 283$	$f_{ts} = 439^{*2}$
		せん断	—	—	$\tau_b = 81$	$f_{sb} = 338$

注記\*1: 当板の材料を示す。

\*2:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

VI-2-10-1-2-3-6 管の耐震性についての計算書  
(ガスタービン発電機)

## 目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	6
3. 計算条件	10
3.1 計算方法	10
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	11
3.3 設計条件	12
3.4 材料及び許容応力	17
3.5 設計用地震力	18
4. 解析結果及び評価	19
4.1 固有周期及び設計震度	19
4.2 評価結果	25
4.2.1 管の応力評価結果	25
4.2.2 支持構造物評価結果	26
4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果	27
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	28

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、ガスタービン発電機の管，支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能を維持できることを説明するものである。

計算結果の記載方法は，以下に示すとおりである。

### (1) 管

工事計画記載範囲の管のうち，各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また，全14モデルのうち，各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

### (2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち，種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

### (3) 弁



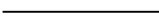

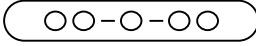
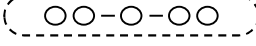

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として，弁型式別に評価結果を記載する。

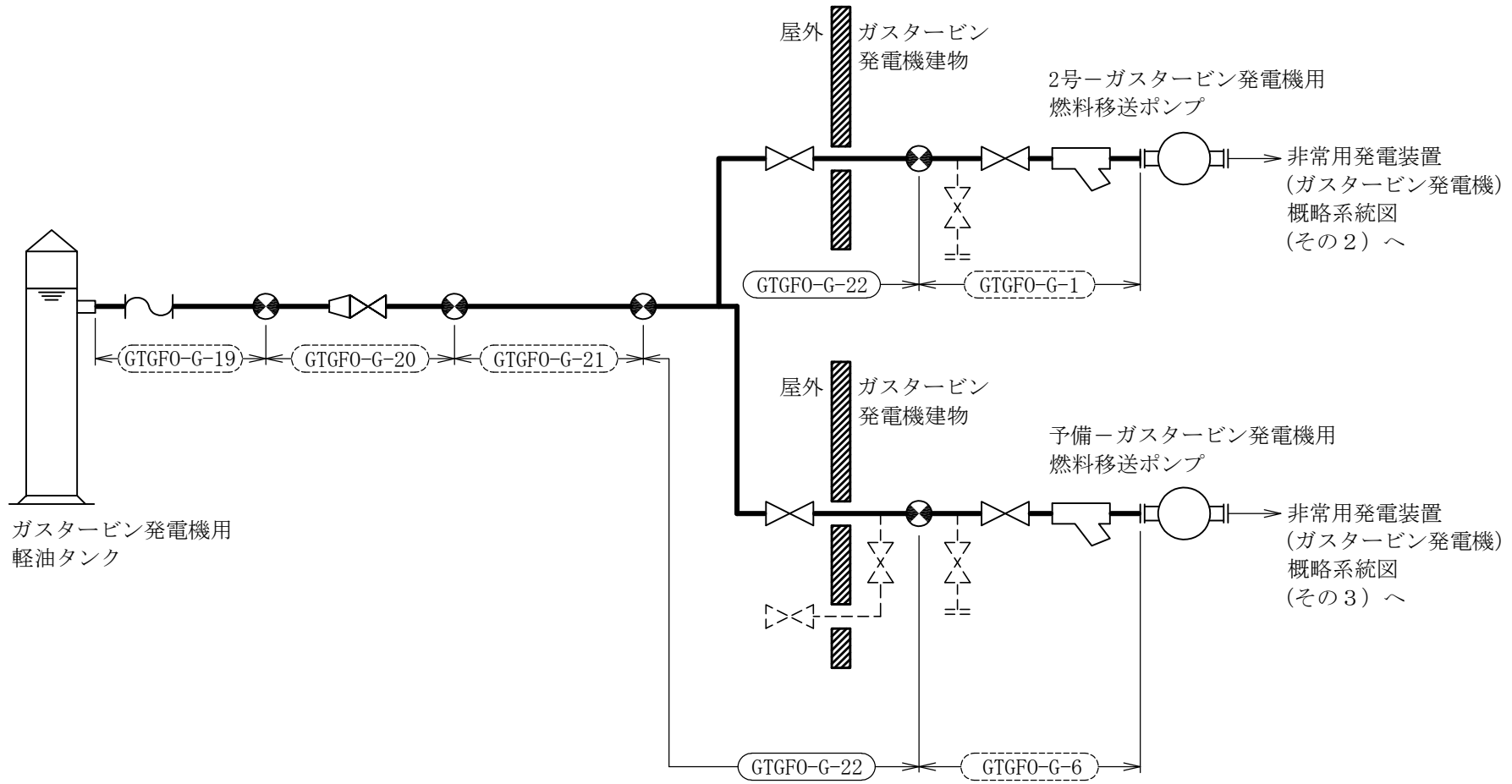


2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

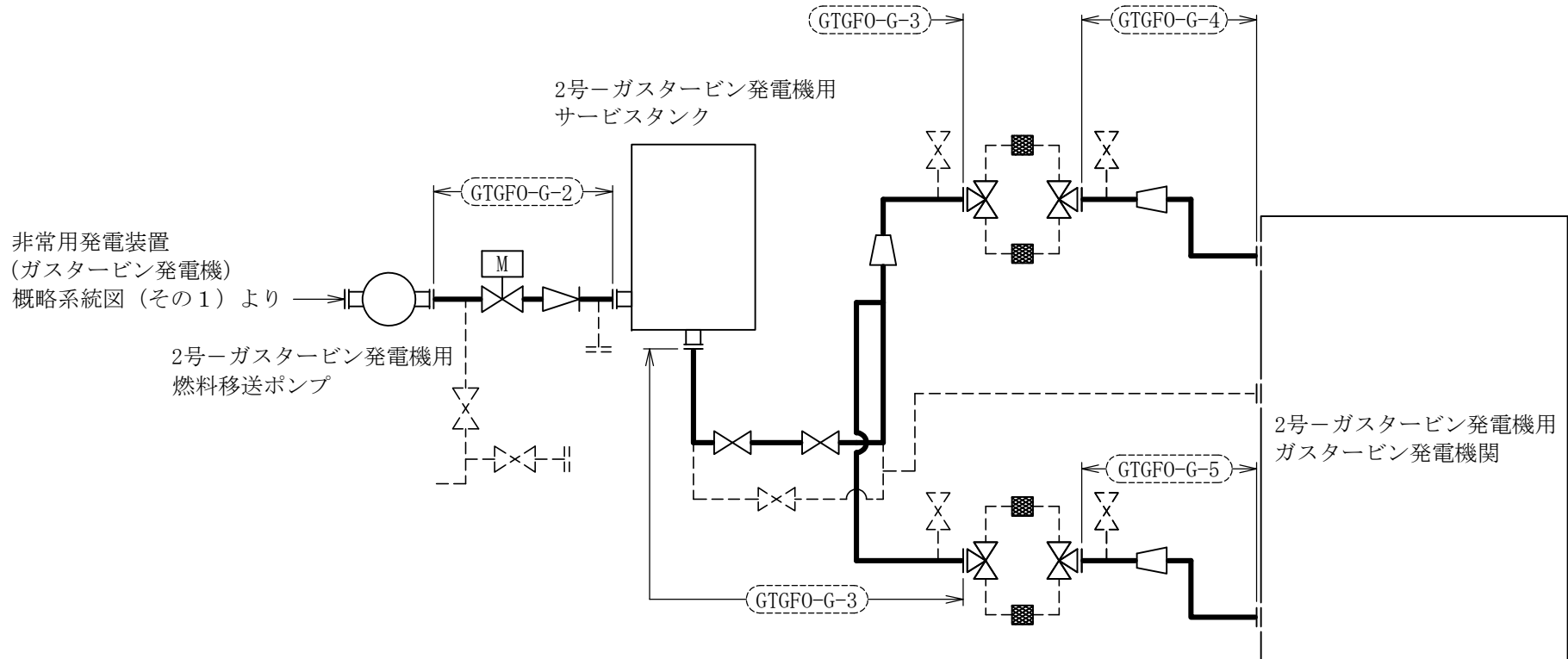
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち，本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管，又は工事計画記載範囲の管 のうち本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管 及び他系統の管であって系統の概略を示すために表記 する管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス 1 管
DB2	クラス 2 管
DB3	クラス 3 管
DB4	クラス 4 管
SA2	重大事故等クラス 2 管
SA3	重大事故等クラス 3 管
DB1/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管
DB2/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管
DB3/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管
DB4/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



[注]

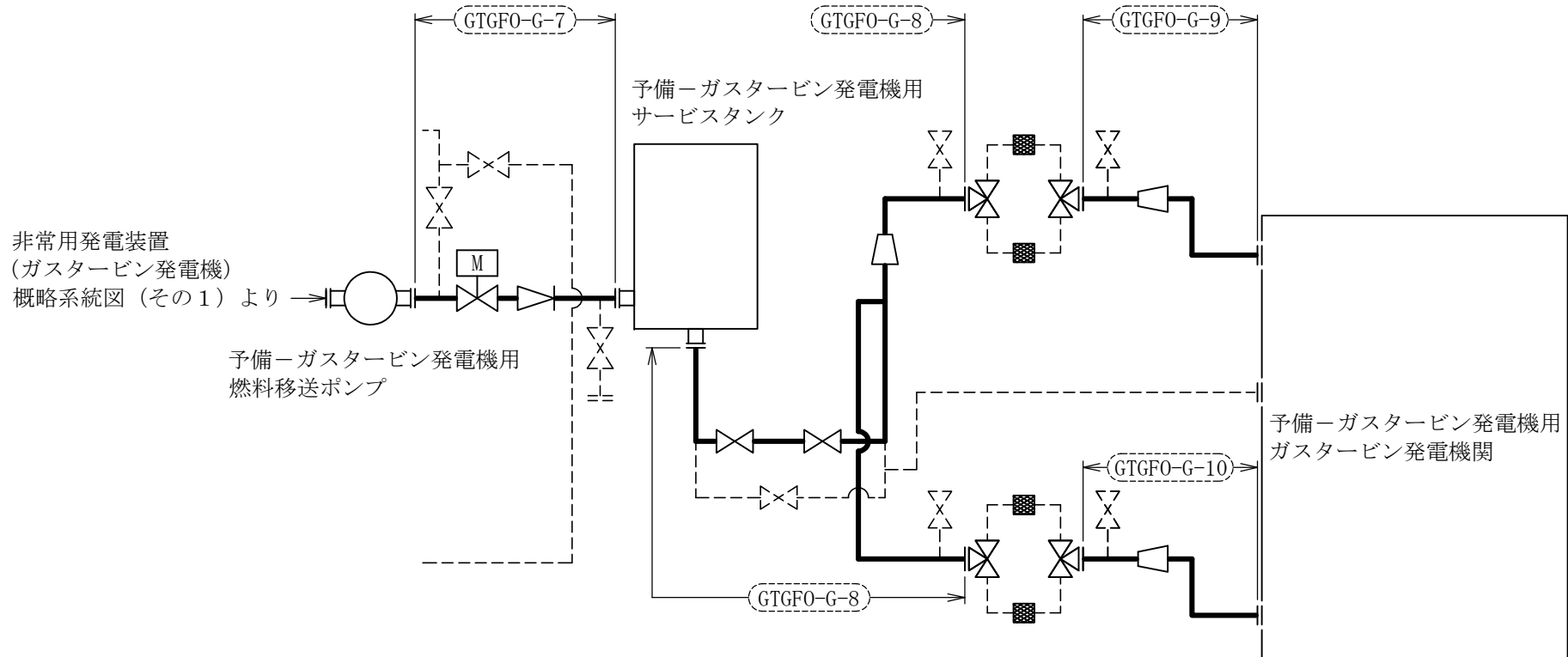
太線範囲の管クラス：火力技術基準適用の管

非常用発電装置 (ガスタービン発電機) 概略系統図 (その1)



[注]  
太線範囲の管クラス：火力技術基準適用の管

非常用発電装置 (ガスタービン発電機) 概略系統図 (その2)



5


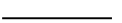
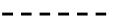


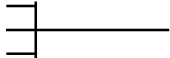
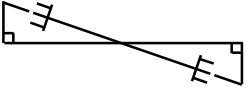
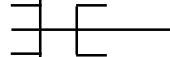
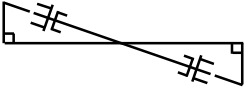

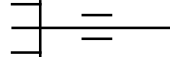
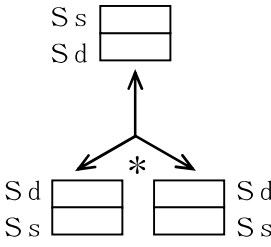
[注]  
太線範囲の管クラス：火力技術基準適用の管

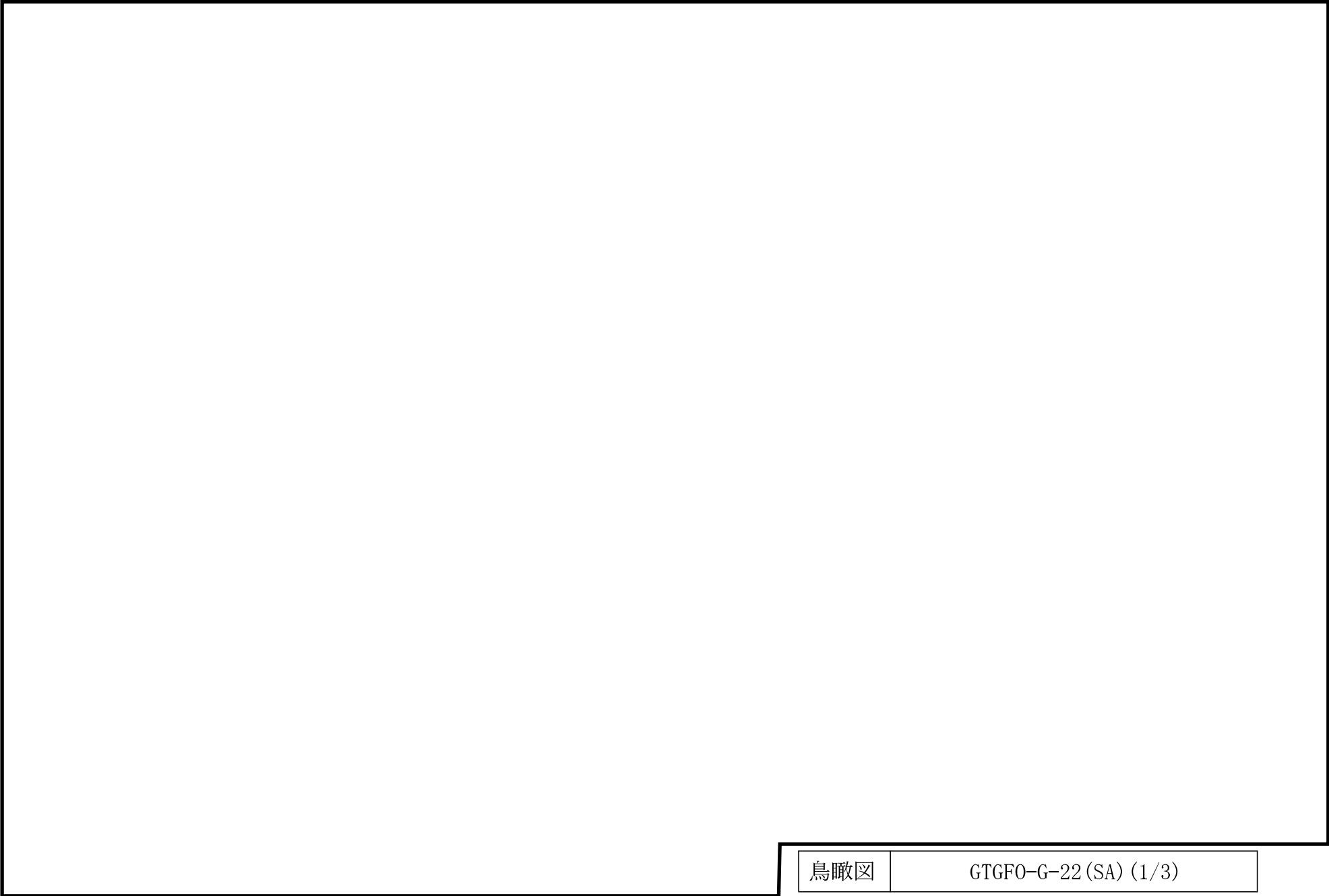
非常用発電装置 (ガスタービン発電機) 概略系統図 (その3)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

S2 補 VI-2-10-1-2-3-6 R1

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管, 又は工事計画記載範囲の管のうち本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管及び他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント
	レストレイント (斜め拘束の場合)
	スナップ
	スナップ (斜め拘束の場合)
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 1em; height: 1em; vertical-align: middle;"></span> 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。)
	注: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。



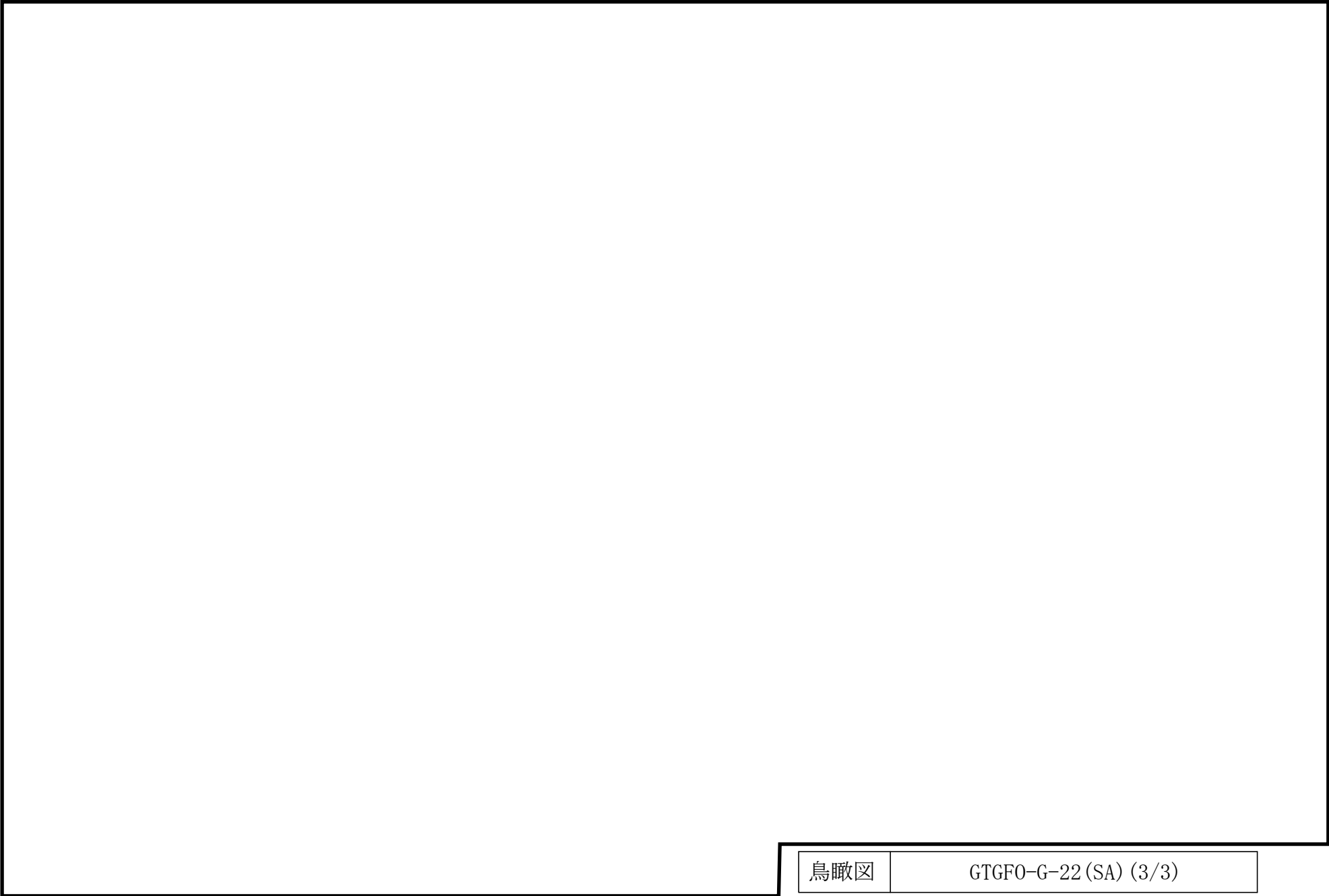
鳥瞰図

GTGFO-G-22(SA) (1/3)

∞

鳥瞰図

GTGFO-G-22(SA) (2/3)



鳥瞰図

GTGFO-G-22(SA) (3/3)



### 3. 計算条件

#### 3.1 計算方法

管の構造強度評価は、基本方針に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは「H I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

## 3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3, *4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
非常用電源設備	非常用発電装置	ガスタービン発電機	S A	常設耐震／防止 常設／緩和	火力技術基準 適用の管	—	I <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	
							V <sub>L</sub> + S <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	VA S

注記\*1：S Aは重大事故等対処設備を示す。

\*2：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

\*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

\*5：許容応力状態V<sub>A</sub>Sは許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの許容限界を使用し，許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとして評価を実施する。

\*6：原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを除く設備は必ずしも重大事故等時の荷重の時間履歴を詳細に評価しないことから，重大事故等時の最大荷重とS<sub>s</sub>地震力の組合せを考慮する。

### 3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 GTGFO-G-22

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	1~100, 101~117 59~126, 127~135	Ⅲ <sub>A</sub> S	—	—
		Ⅳ <sub>A</sub> S	静水頭	66
		Ⅴ <sub>A</sub> S	静水頭	66

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 GTGFO-G-22

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1～100, 101～117 59～126, 127～135	76.3	5.2	STPT410	—	201667

弁部の質量

鳥 瞰 図 GTGF0-G-22

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="text"/>	100～101	<input type="text"/>	126～127

弁部の寸法

鳥 瞰 図 GTGF0-G-22

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
100~101				126~127			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 GTGF0-G-22

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
1						
5						
9						
13						
17						
21						
25						
29						
33						
37						
41						
45						
49						
53						
57						
62						
66						
70						
74						
78						
82						
86						
90						
98						
104						
110						
117						
124						
130						
135						

S2 補 VI-2-10-1-2-3-6 R1

### 3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S
STPT410	66	—	231	407	—



### 3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトル及び等価繰返し回数を下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定したものをを用いる。減衰定数は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。等価繰返し回数は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定したものをを用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高 (m)	減衰定数 (%)	等価繰返し回数	
				S <sub>d</sub>	S <sub>s</sub>
GTGFO-G-22	ガスタービン発電機 建物	EL <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	屋外配管ダクト（ガ スタービン発電機用 軽油タンク～ガス タービン発電機）	EL <input type="text"/> ~ EL <input type="text"/>			

#### 4. 解析結果及び評価

##### 4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 GTGFO-G-22

適用する地震動等		基準地震動 S s		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直震度*2
		X方向	Z方向	Y方向
1次				
2次				
3次				
動的震度*3, *4				

注記\*1：固有周期が0.050s以上のモードを示す。0.020s以上0.050s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S s) により得られる震度

\*3：設計用震度 I (基準地震動 S s)

\*4：最大応答加速度を1.2倍した震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 GTGF0-G-22

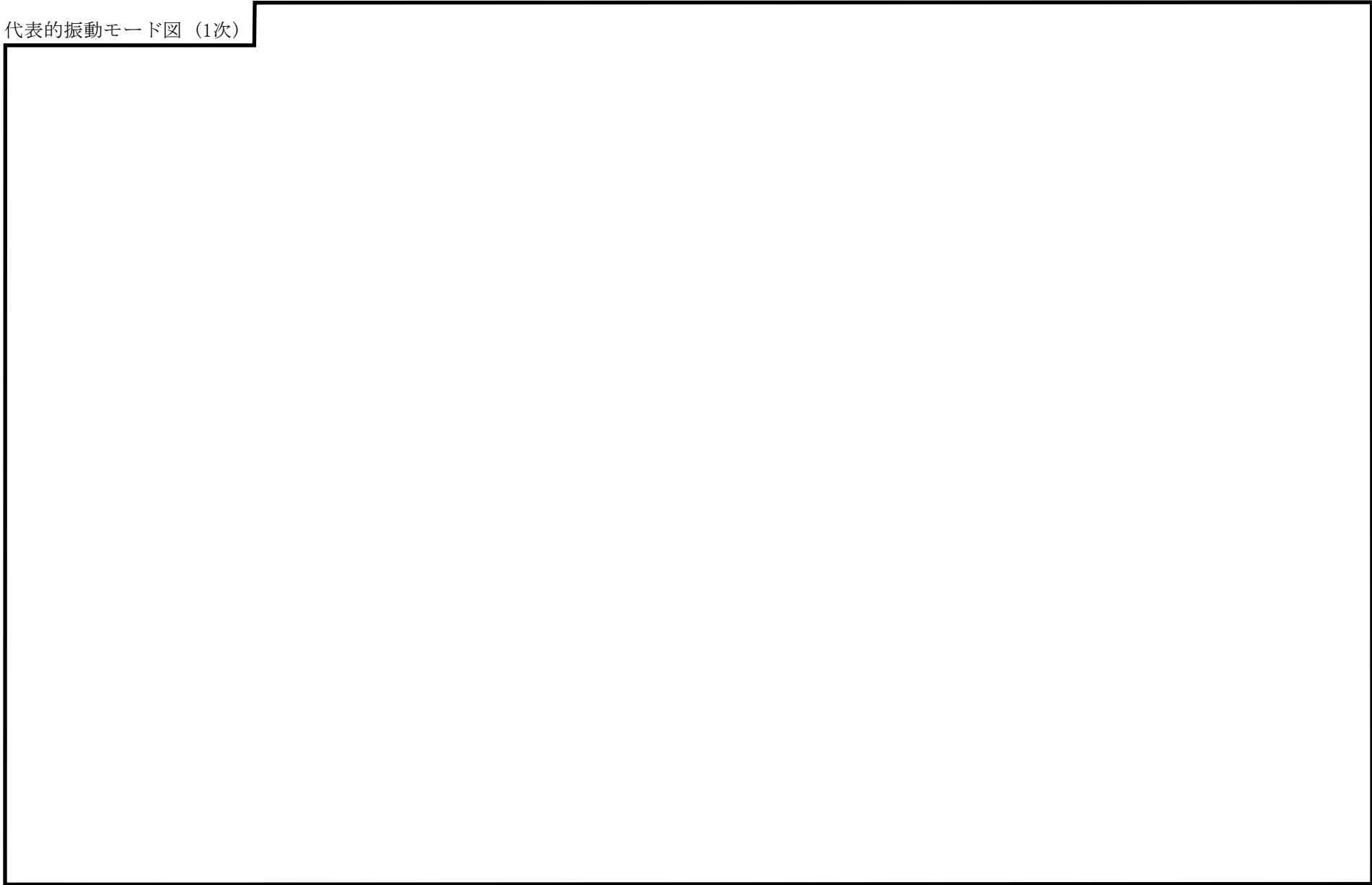
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

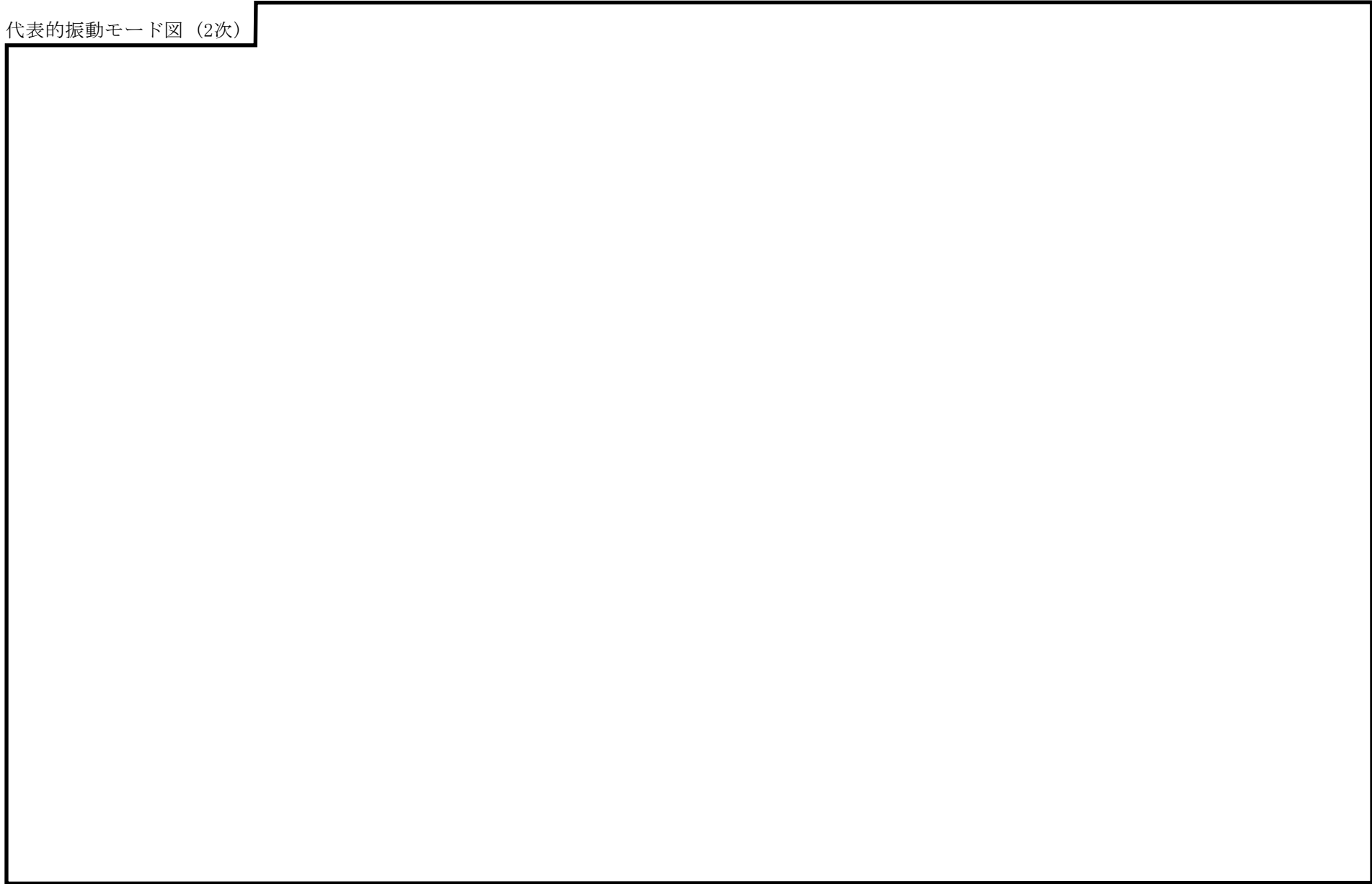
## 代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

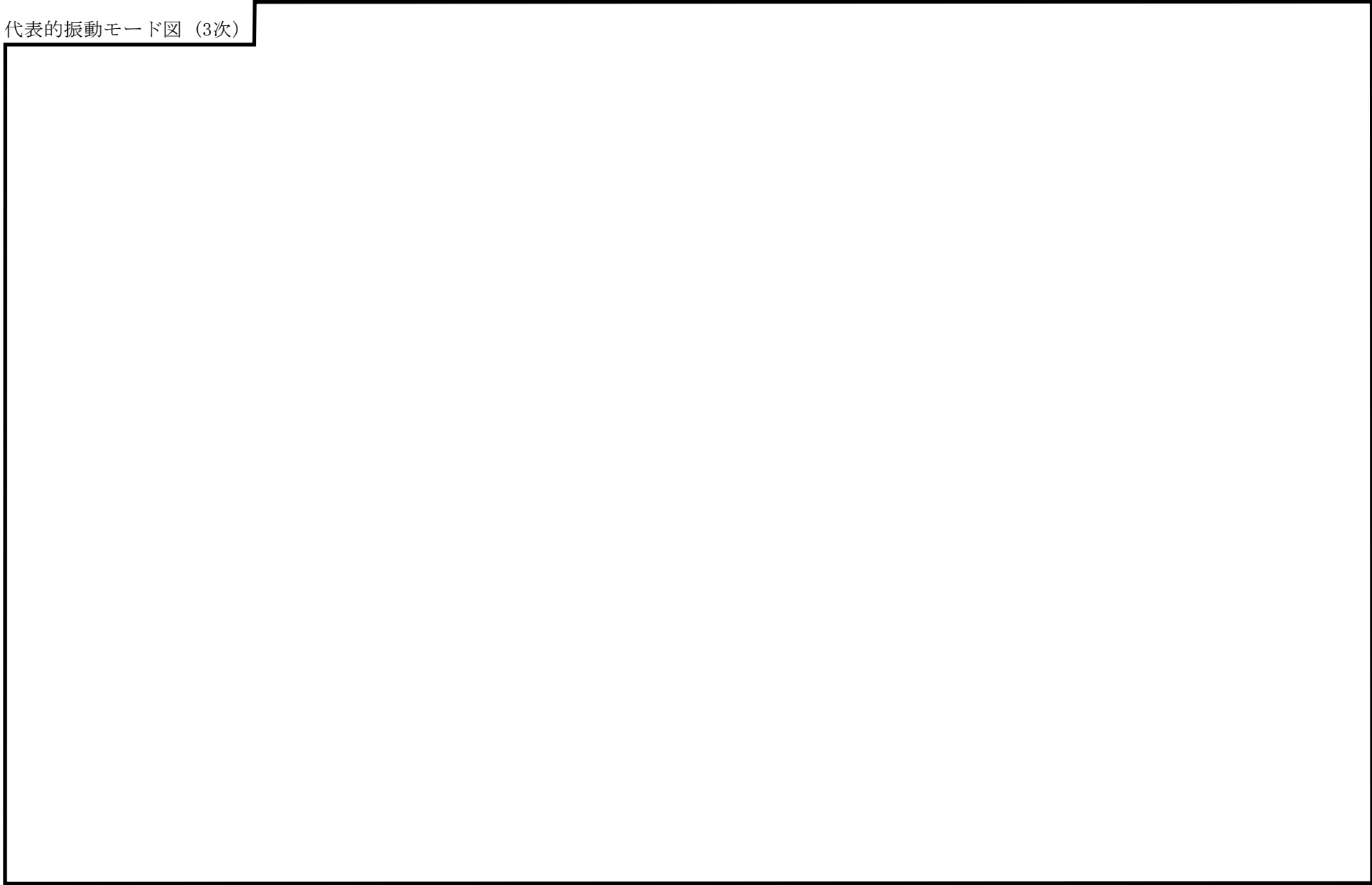
代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



## 4.2 評価結果

## 4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

## 火力技術基準適用の管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数 U S s
IV <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	GTGF0-G-22	117	130	366	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	GTGF0-G-22	117	252	462	—
V <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	GTGF0-G-22	117	130	366	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	GTGF0-G-22	117	252	462	—



## 4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材料	温度 (°C)	評価結果		
					計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)	
						一次評価*1	二次評価*2
—	メカニカルスナッパ	—	VI-2-1-12「配 管及び支持構造 物の耐震計算に ついて」参照	—	—	—	—
—	オイルスナッパ	—			—	—	—
—	ロッドレストレイント	—			—	—	—
—	スプリングハンガ	—			—	—	—
—	コンスタントハンガ	—			—	—	—
—	リジットハンガ	—			—	—	—

注記\*1：あらかじめ設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価

\*2：計算荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超過した箇所に対して、J E A G 4 6 0 1 に定める許容限界を満足する範囲内で新たに設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価。なお、一次評価を満足する場合は「—」と記載する。

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材料	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
RE-GTGFO-G0321	レストレイント	Uプレート	SM400B	66	7	1	1	—	—	—	せん断	5	155
AN-GTGFO-G0303	アンカ	ラグ	SGV410	66	1	1	12	1	1	1	組合せ	27	146

## 4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり水平及び鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は水平及び鉛直方向を合成した機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 <sup>*1</sup>	機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )			機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		詳細評価 <sup>*2, *3</sup>						
			水平	鉛直	合成 <sup>*3, *4</sup>	水平	鉛直	動作機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		構造強度評価結果 (MPa)				
								水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注記\*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

$\alpha$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

\*2：水平又は鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，水平及び鉛直方向を合成した機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度の最小値以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。

\*3：詳細評価を実施しない場合は「—」と記載する。

\*4：水平及び鉛直方向の機能維持評価用加速度をベクトル和により合成した値であり，詳細評価を実施する場合に使用する。

## 4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

## 火力技術基準適用の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	GTGFO-G-1	37	32	366	11.43	—	37	58	462	7.96	—	—
2	GTGFO-G-2	12	33	366	11.09	—	12	58	462	7.96	—	—
3	GTGFO-G-3	67	35	366	10.45	—	67	57	462	8.10	—	—
4	GTGFO-G-4	79	22	366	16.63	—	79	41	462	11.26	—	—
5	GTGFO-G-5	29	42	366	8.71	—	29	82	462	5.63	—	—
6	GTGFO-G-6	4	36	366	10.16	—	36	59	462	7.83	—	—
7	GTGFO-G-7	65	26	366	14.07	—	65	40	462	11.55	—	—
8	GTGFO-G-8	67	35	366	10.45	—	67	57	462	8.10	—	—
9	GTGFO-G-9	79	28	366	13.07	—	79	52	462	8.88	—	—
10	GTGFO-G-10	29	43	366	8.51	—	29	83	462	5.56	—	—
11	GTGFO-G-19	3	10	366	36.60	—	3	14	462	33.00	—	—
12	GTGFO-G-20	1	51	366	7.17	—	1	82	462	5.63	—	—
13	GTGFO-G-21	9	10	366	36.60	—	9	13	462	35.53	—	—
14	GTGFO-G-22	117	130	366	2.81	○	117	252	462	1.83	—	○

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

火力技術基準適用の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態 V A S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積係数	代表
1	GTGFO-G-1	37	32	366	11.43	—	37	58	462	7.96	—	—
2	GTGFO-G-2	12	33	366	11.09	—	12	58	462	7.96	—	—
3	GTGFO-G-3	67	35	366	10.45	—	67	57	462	8.10	—	—
4	GTGFO-G-4	79	22	366	16.63	—	79	41	462	11.26	—	—
5	GTGFO-G-5	29	42	366	8.71	—	29	82	462	5.63	—	—
6	GTGFO-G-6	4	36	366	10.16	—	36	59	462	7.83	—	—
7	GTGFO-G-7	65	26	366	14.07	—	65	40	462	11.55	—	—
8	GTGFO-G-8	67	35	366	10.45	—	67	57	462	8.10	—	—
9	GTGFO-G-9	79	28	366	13.07	—	79	52	462	8.88	—	—
10	GTGFO-G-10	29	43	366	8.51	—	29	83	462	5.56	—	—
11	GTGFO-G-19	3	10	366	36.60	—	3	14	462	33.00	—	—
12	GTGFO-G-20	1	51	366	7.17	—	1	82	462	5.63	—	—
13	GTGFO-G-21	9	10	366	36.60	—	9	13	462	35.53	—	—
14	GTGFO-G-22	117	130	366	2.81	○	117	252	462	1.83	—	○

VI-2-10-1-2-3-7 緊急用直流 115V 蓄電池の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急用直流 115V 蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急用直流 115V 蓄電池は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、緊急用直流 115V 蓄電池は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤に類するため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急用直流 115V 蓄電池の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>緊急用直流 115V 蓄電池は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池)</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (4 個並び 2 段 1 列)</th> <th>緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (3 個並び 2 段 1 列)</th> <th>緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (2, 3 個並び 2 段 1 列)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td colspan="3" rowspan="3" style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (4 個並び 2 段 1 列)	緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (3 個並び 2 段 1 列)	緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (2, 3 個並び 2 段 1 列)	たて				横	高さ		
機器名称	緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (4 個並び 2 段 1 列)	緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (3 個並び 2 段 1 列)	緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (2, 3 個並び 2 段 1 列)											
たて														
横														
高さ														

(単位 : mm)



3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

緊急用直流 115V 蓄電池の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (4 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			
緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (3 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			
緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (2, 3 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

緊急用直流 115V 蓄電池の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用直流 115V 蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

緊急用直流 115V 蓄電池の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急用直流 115V 蓄電池の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (4 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】、【緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】、【緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (2, 3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急用 直流 115V 蓄電池	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

緊急用直流 115V 蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は、J E A G 4 6 0 1-1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、緊急用直流 115V 蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急用直流 115V 蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は

(1) 構造強度評価結果による。

【緊急用直流 115V 蓄電池(R42-J2930, R42-J0930) (4 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (4 個並び 2 段 1 列)	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン 発電機建物 EL 47.5*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.11*2	C <sub>V</sub> =0.89*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

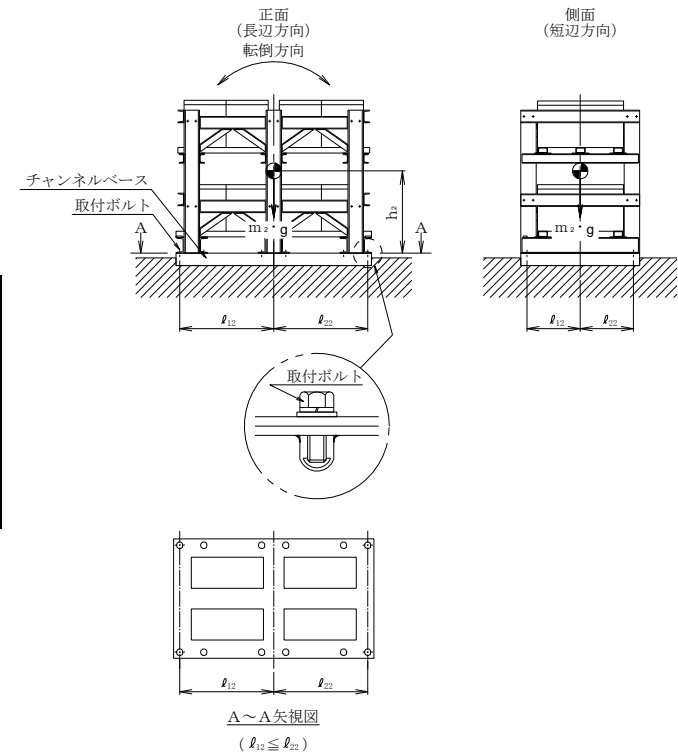
\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	760	760	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。





1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=50$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

【緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (3 個並び 2 段 1 列)	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン 発電機建物 EL 47.5*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.11*2	C <sub>V</sub> =0.89*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

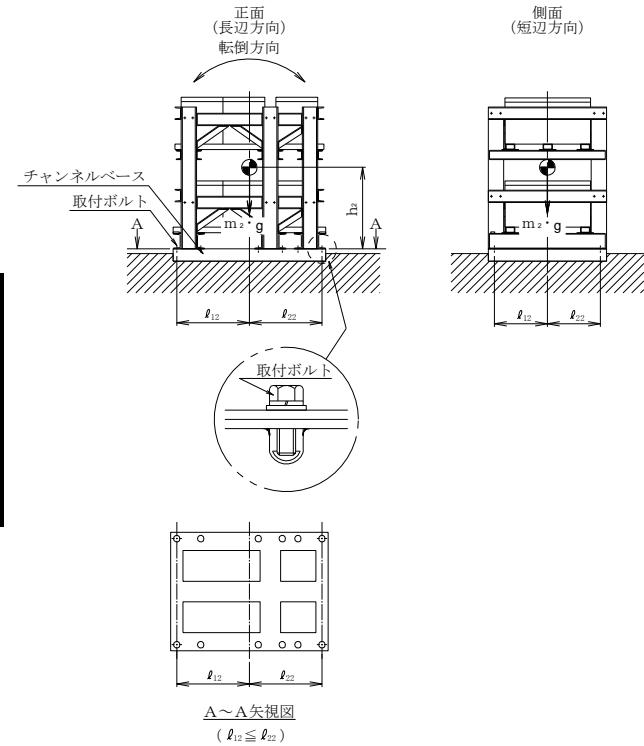
\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	575	605	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=52$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

【緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (2, 3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急用直流 115V 蓄電池 (R42-J2930, R42-J0930) (2, 3 個並び 2 段 1 列)	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン 発電機建物 EL 47.5*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.11*2	C <sub>V</sub> =0.89*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

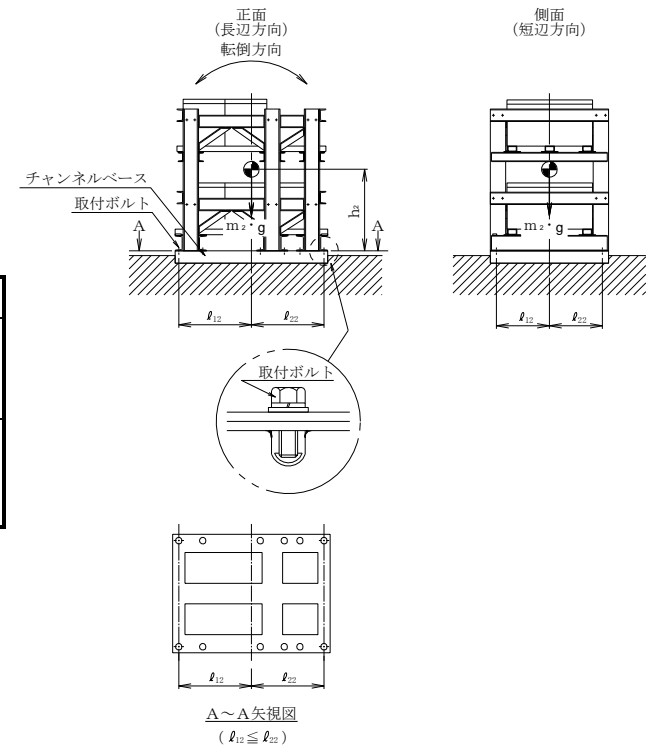
\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		616	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	495	685	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し, 下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=41$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

VI-2-10-1-2-3-8 緊急用直流 60V 蓄電池の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急用直流 60V 蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急用直流 60V 蓄電池は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、緊急用直流 60V 蓄電池は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤に類するため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急用直流 60V 蓄電池の構造計画を表 2-1 に示す。



表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>緊急用直流 60V 蓄電池は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池)</p>													
		<table border="1"> <tr> <td>機器名称</td> <td>緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (8 個並び 2 段 1 列)</td> <td>緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (7 個並び 2 段 1 列)</td> </tr> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	機器名称	緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (8 個並び 2 段 1 列)	緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (7 個並び 2 段 1 列)	たて			横			高さ		
機器名称	緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (8 個並び 2 段 1 列)	緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (7 個並び 2 段 1 列)												
たて														
横														
高さ														

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

緊急用直流 60V 蓄電池の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (8 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			
緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (7 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

緊急用直流 60V 蓄電池の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用直流 60V 蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

緊急用直流 60V 蓄電池の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急用直流 60V 蓄電池の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (8 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】、【緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (7 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急用 直流 60V 蓄電池	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

緊急用直流 60V 蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は、J E A G 4 6 0 1-1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、緊急用直流 60V 蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急用直流 60V 蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。  
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は

(1) 構造強度評価結果による。



【緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (8 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (8 個並び 2 段 1 列)	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン 発電機建物 EL 47.5*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.11*2	C <sub>V</sub> =0.89*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

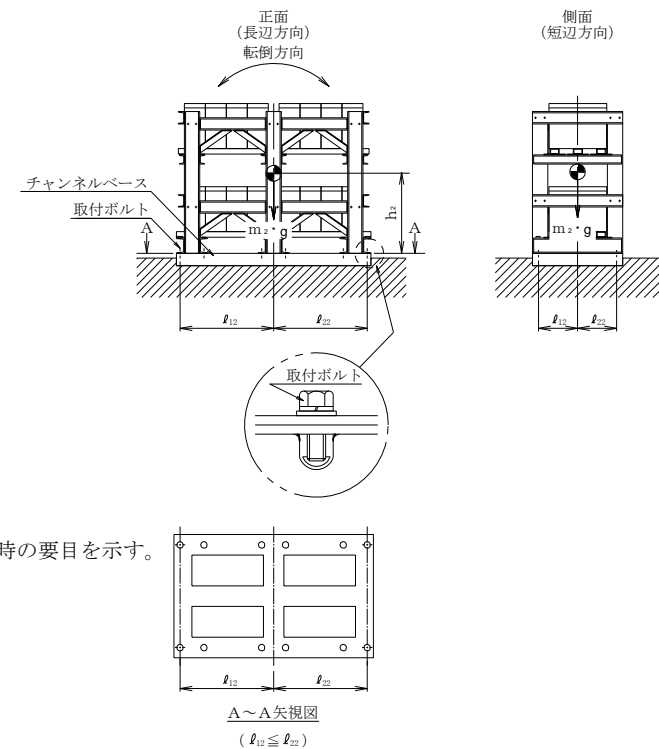
\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		678	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	318	318	6	—	280	—	長辺方向
	763	763	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=37$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

【緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (7 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急用直流 60V 蓄電池 (R42-J2931-1~4, R42-J0931-1~4) (7 個並び 2 段 1 列)	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン 発電機建物 EL 47.5*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.11*2	C <sub>V</sub> =0.89*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

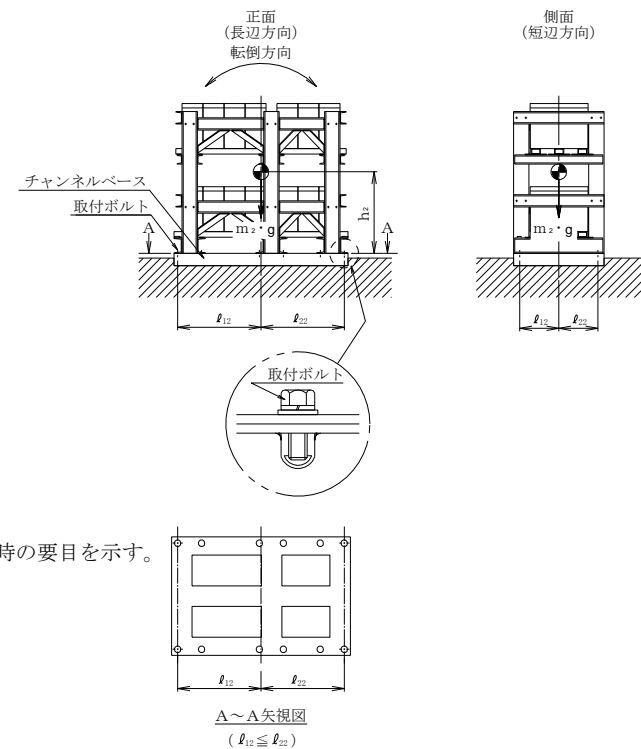
\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		678	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	318	318	6	—	280	—	長辺方向
	671	684	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=38$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=13$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

VI-2-10-1-2-4 緊急時対策所用発電機の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-2-4-1 緊急時対策所用燃料地下タンクの  
耐震性についての計算書

緊急時対策所用燃料地下タンクの耐震性については、VI-2-2-34「緊急時対策所用燃料地下タンクの耐震性についての計算書」で説明する。

VI-2-10-1-3 その他の電源装置の耐震性についての計算書



VI-2-10-1-3-1 計装用無停電交流電源装置の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、計装用無停電交流電源装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

計装用無停電交流電源装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、計装用無停電交流電源装置は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

計装用無停電交流電源装置の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>計装用無停電交流電源装置は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>A-計装用無停電交流電源装置 (2-2261A1~A3)</th> <th>B-計装用無停電交流電源装置 (2-2261B1~B3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1300</td> <td>1300</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>3000</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	A-計装用無停電交流電源装置 (2-2261A1~A3)	B-計装用無停電交流電源装置 (2-2261B1~B3)	たて	1300	1300	横	3000	3000	高さ	2300	2300
機器名称	A-計装用無停電交流電源装置 (2-2261A1~A3)	B-計装用無停電交流電源装置 (2-2261B1~B3)												
たて	1300	1300												
横	3000	3000												
高さ	2300	2300												

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

計装用無停電交流電源装置の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-計装用無停電交流電源装置 (2-2261A1~A3)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
B-計装用無停電交流電源装置 (2-2261B1~B3)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

計装用無停電交流電源装置の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

計装用無停電交流電源装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

計装用無停電交流電源装置の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

計装用無停電交流電源装置の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【計装用無停電交流電源装置（2-2261A1～A3, 2-2261B1～B3）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	計装用無停電交流電源装置	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

計装用無停電交流電源装置の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計装用無停電交流電源装置に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-計装用無停電交流電源装置 (2-2261A1~A3)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
B-計装用無停電交流電源装置 (2-2261B1~B3)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

計装用無停電交流電源装置の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-計装用無停電交流電源装置（2-2261A1～A3）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-計装用無停電交流電源装置 (2-2261A1～A3)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C <sub>H</sub> =1.25*2	C <sub>V</sub> =0.68*2	C <sub>H</sub> =1.88*3	C <sub>V</sub> =1.46*3	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1100	16 (M16)	201.1	30	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	575	575	9	235	280	長辺方向	長辺方向
	883	2047	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=45$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=123$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

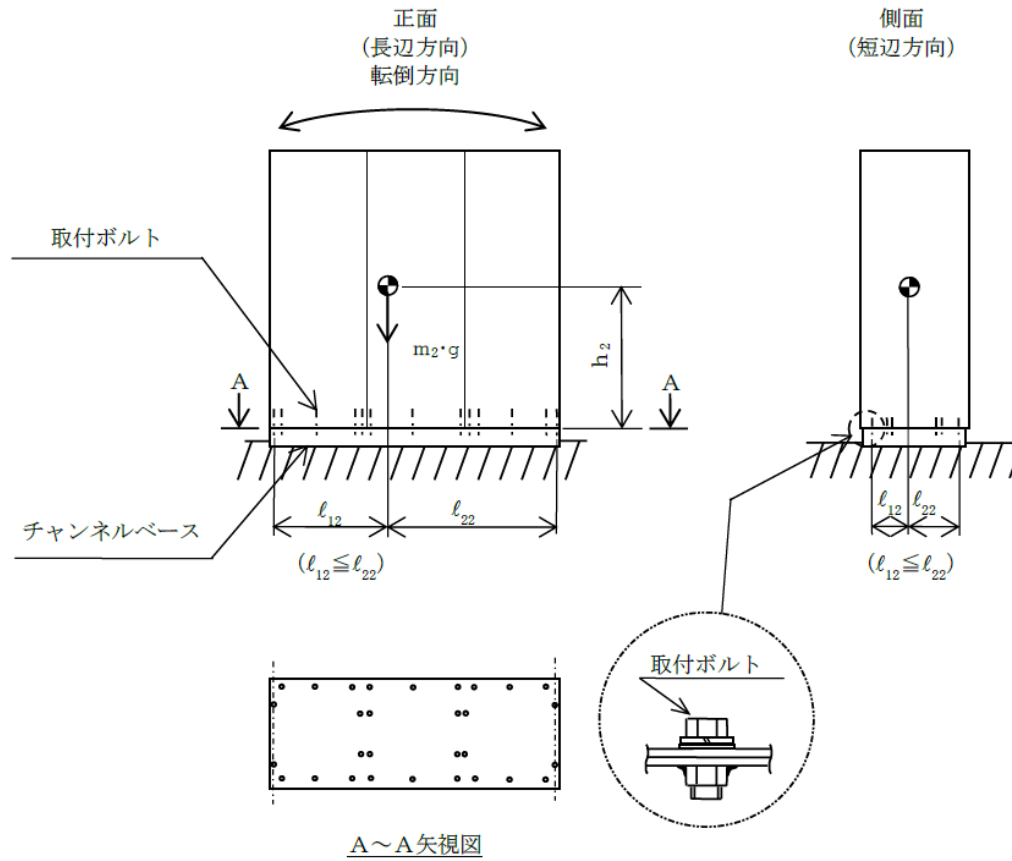
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-計装用無停電交流電源装置 (2-2261A1~A3)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【B-計装用無停電交流電源装置（2-2261B1～B3）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-計装用無停電交流電源装置 (2-2261B1～B3)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C <sub>H</sub> =1.01 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.57 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.79 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.26 <sup>*3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1100	16 (M16)	201.1	30	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	575	575	9	235	280	長辺方向	長辺方向
	883	2047	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=30$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

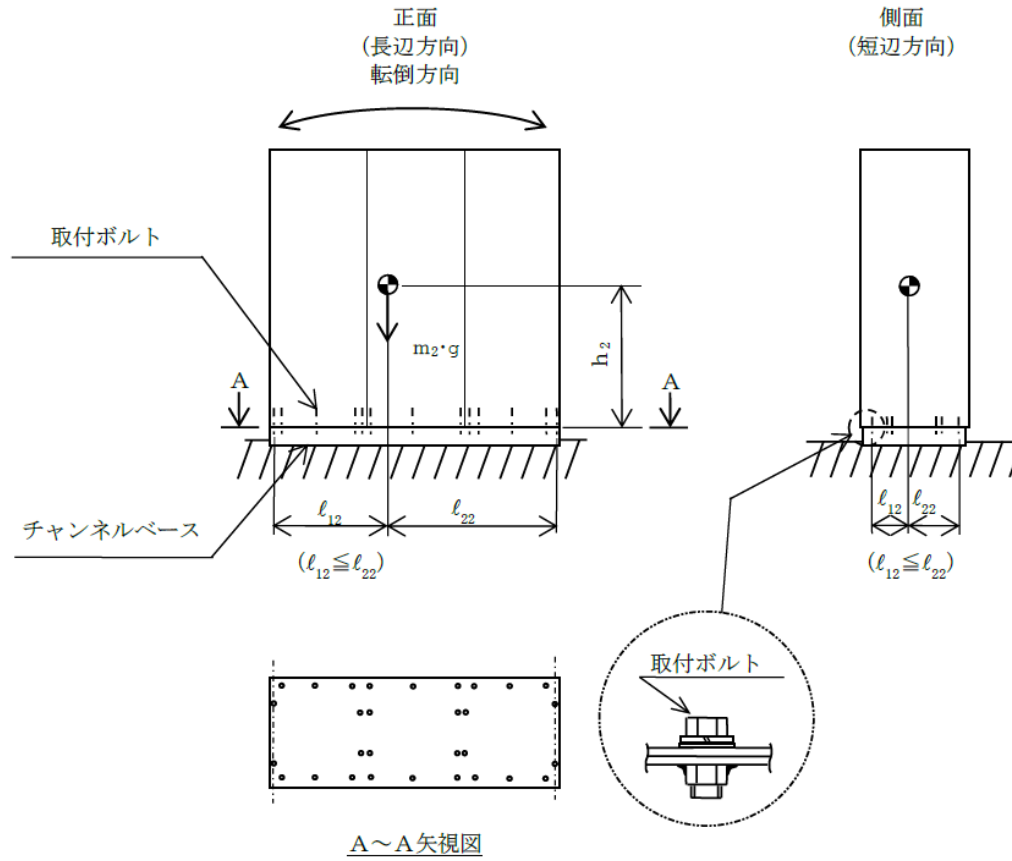
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-計装用無停電交流電源装置 (2-2261B1~B3)	水平方向	1.49	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-3-2 230V系充電器（常用）の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、230V系充電器（常用）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

230V系充電器（常用）は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、230V系充電器（常用）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

230V系充電器（常用）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>230V 系充電器（常用）は，取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を 組み合わせた自立 閉鎖型の盤）</p>	<p>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

230V系充電器（常用）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

230V系充電器（常用） (2-2267E-2)	水平		
	鉛直		

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

230V系充電器（常用）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

230V系充電器（常用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-1に示す。

###### 4.2.2 許容応力

230V系充電器（常用）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

230V系充電器（常用）の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-3に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【230V系充電器（常用）(2-2267E-2)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	230V系充電器（常用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。



表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> *  	1.5・f <sub>s</sub> *  
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

230V系充電器（常用）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

230V系充電器（常用）に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表5-1に示す。

表5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
230V系充電器（常用） (2-2267E-2)	水平	
	鉛直	

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

230V系充電器（常用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【230V系充電器（常用）(2-2267E-2)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V系充電器（常用） (2-2267E-2)	常設耐震／防止 常設／緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.18*2	C <sub>V</sub> =1.40*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

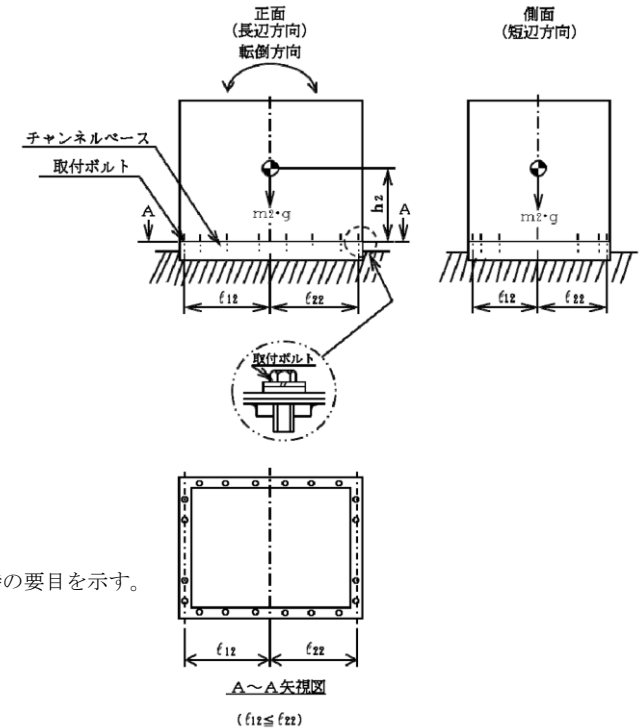
\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1000	16 (M16)	201.1	20	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	755	755	6	—	280	—	長辺方向
	970	970	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=59$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
230V 系充電器 (常用) (2-2267E-2)	水平方向	1.49	
	鉛直方向	1.05	

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

VI-2-10-1-3-3 B1-115V 系充電器 (SA) の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9



## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B1-115V系充電器（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B1-115V系充電器（SA）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B1-115V系充電器（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B1-115V系充電器（SA）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B1-115V 系充電器 (SA) は, 取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を 組み合わせた自立 閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B1-115V 系充電器 (SA) の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B1-115V 系充電器 (SA) (2-1202-1)	水平		
	鉛直		

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

B1-115V 系充電器 (SA) の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B1-115V 系充電器 (SA) の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B1-115V 系充電器 (SA) の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B1-115V 系充電器 (SA) の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B1-115V 系充電器 (SA) (2-1202-1) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B1-115V 系充電器 (SA)	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B1-115V 系充電器 (SA)	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B1-115V 系充電器 (SA) の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B1-115V 系充電器 (SA) に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B1-115V 系充電器 (SA) (2-1202-1)	水平	
	鉛直	



## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B1-115V 系充電器 (SA) の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B1-115V 系充電器 (SA) の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B1-115V系充電器(SA)(2-1202-1)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B1-115V系充電器(SA) (2-1202-1)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			$C_H=1.01^{*2}$	$C_V=0.57^{*2}$	$C_H=2.18^{*3}$	$C_V=1.40^{*3}$	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S d) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト (i=2)		1000	16 (M16)	201.1	26	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_{i}^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	740	740	9	235	280	短辺方向	長辺方向
	1110	1110	6				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=10$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=35$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B1-115V 系充電器 (SA) (2-1202-1)	水平方向	1.49	
	鉛直方向	1.05	

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
BI-115V 系充電器 (SA) (2-1202-1)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.18*2	C <sub>V</sub> =1.40*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1000	16 (M16)	201.1	26	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	740	740	9	—	280	—	長辺方向
	1110	1110	6				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=35$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

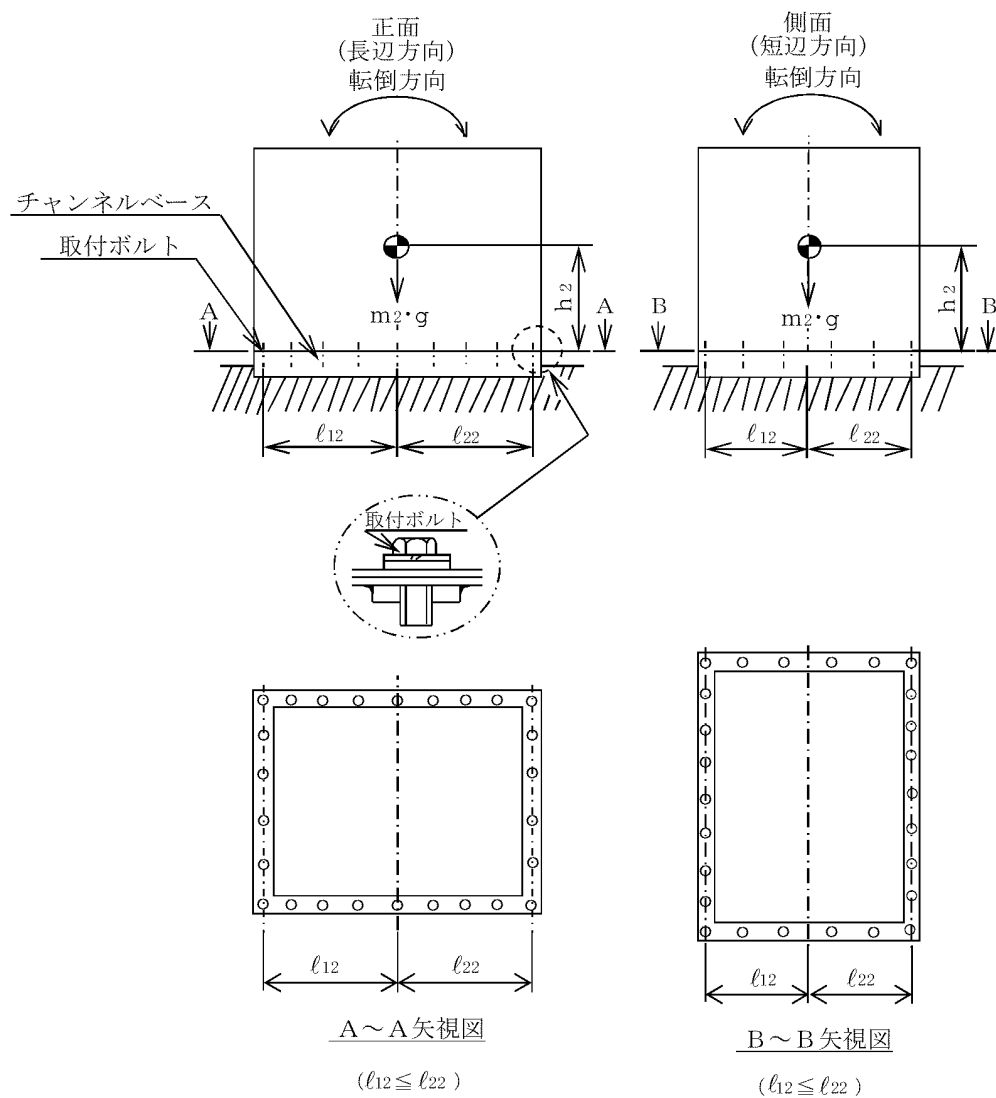
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B1-115V 系充電器 (SA) (2-1202-1)	水平方向	1.49	
	鉛直方向	1.05	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-3-4 SA用115V系充電器の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9



## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、SA用115V系充電器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

SA用115V系充電器は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、SA用115V系充電器は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

SA用115V系充電器の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>SA 用 115V 系充電器は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて後打金物及び基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p> <p>後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

SA 用 115V 系充電器の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

SA 用 115V 系充電器 (2-1202-2)	水平		
	鉛直		

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

SA 用 115V 系充電器の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

SA 用 115V 系充電器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

SA 用 115V 系充電器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

SA 用 115V 系充電器の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【SA 用 115V 系充電器(2-1202-2)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	SA用115V系充電器	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> * <sup>*</sup>
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

SA 用 115V 系充電器の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

SA 用 115V 系充電器に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
SA 用 115V 系充電器 (2-1202-2)	水平	
	鉛直	



## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

SA 用 115V 系充電器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【 SA 用 115V 系充電器(2-1202-2)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

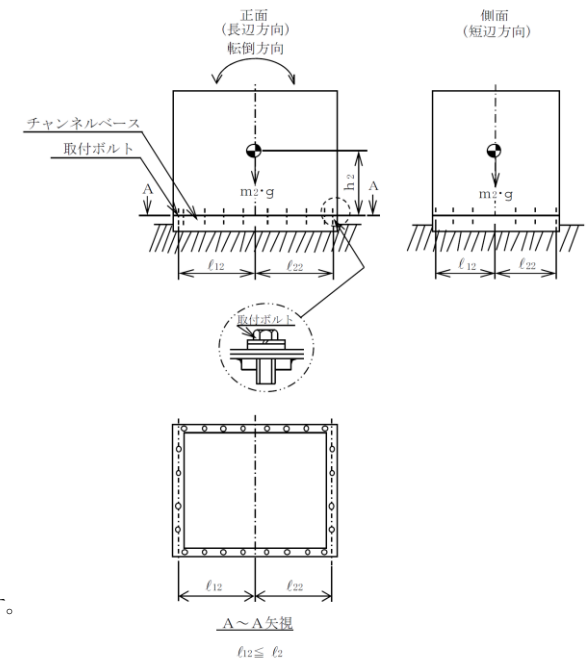
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA 用 115V 系充電器 (2-1202-2)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			—	—	$C_H=2.18^{*2}$	$C_v=1.40^{*2}$	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		1000	16 (M16)	201.1	24	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)



部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_{i}^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	750	750	8	—	280	—	長辺方向
	970	970	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=57$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
SA 用 115V 系充電器 (2-1202-2)	水平方向	1.49	
	鉛直方向	1.05	

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

VI-2-10-1-3-5 230V系蓄電池（RCIC）の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、230V系蓄電池（RCIC）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

230V系蓄電池（RCIC）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、230V系蓄電池（RCIC）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤に類するため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

230V系蓄電池（RCIC）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
230V系蓄電池 (RCIC) は, 取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。	直立形 (鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池)													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>230V系蓄電池 (RCIC) (4個並び2段1列)</th> <th>230V系蓄電池 (RCIC) (3個並び2段1列)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	230V系蓄電池 (RCIC) (4個並び2段1列)	230V系蓄電池 (RCIC) (3個並び2段1列)	たて			横			高さ		
機器名称	230V系蓄電池 (RCIC) (4個並び2段1列)	230V系蓄電池 (RCIC) (3個並び2段1列)												
たて														
横														
高さ														

(単位: mm)

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

230V系蓄電池（RCIC）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

230V系蓄電池（RCIC） （4個並び2段1列）	水平			
	鉛直			
230V系蓄電池（RCIC） （3個並び2段1列）	水平			
	鉛直			



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

230V 系蓄電池 (RCIC) の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

230V 系蓄電池 (RCIC) の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

230V 系蓄電池 (RCIC) の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

230V 系蓄電池 (RCIC) の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【230V 系蓄電池 (RCIC) (4 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】、【230V 系蓄電池 (RCIC) (3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	230V系蓄電池（RCIC）	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	230V系蓄電池（RCIC）	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

230V 系蓄電池 (RCIC) の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は、J E A G 4 6 0 1-1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、230V 系蓄電池 (RCIC) の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

230V系蓄電池（RCIC）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は(1)構造強度評価結果による。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

230V系蓄電池（RCIC）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【230V系蓄電池(RCIC)(4個並び2段1列)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V系蓄電池(RCIC) (4個並び2段1列)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =0.84 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.70 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.18 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.40 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	12	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	4	245	280	短辺方向	長辺方向
	740	740	2				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	760	760	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=17$	$f_{ts1}=147^*$	$\sigma_{b1}=74$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=113$	$\tau_{b1}=21$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=66$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V系蓄電池 (RCIC) (4個並び2段1列)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 12.3* <sup>1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =2.18* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.40* <sup>2</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	12	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	4	—	280	—	長辺方向
	740	740	2				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	760	760	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

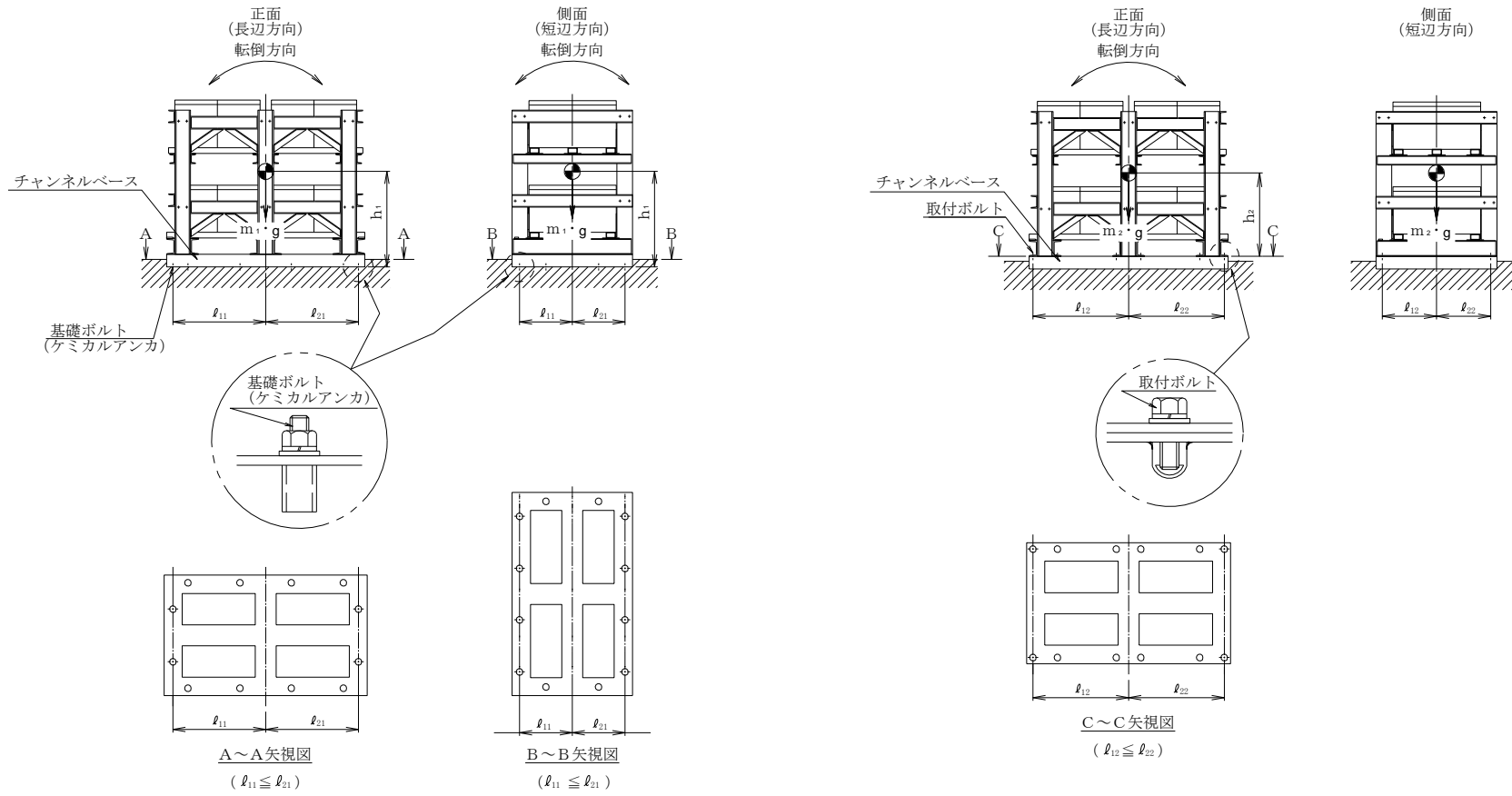
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=74$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=21$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=66$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



【230V系蓄電池(RCIC)(3個並び2段1列)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V系蓄電池(RCIC) (3個並び2段1列)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			$C_H=0.84^{*2}$	$C_V=0.70^{*2}$	$C_H=2.18^{*3}$	$C_V=1.40^{*3}$	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (弾性設計用地震動 S d) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{bi}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{yi}$ (MPa)	$S_{ui}$ (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	10	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	3	245	280	長辺方向	長辺方向
	555	585	2				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	575	605	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=18$	$f_{ts1}=147^*$	$\sigma_{b1}=74$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=113$	$\tau_{b1}=20$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=65$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V系蓄電池 (RCIC) (3個並び2段1列)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 12.3* <sup>1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =2.18* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.40* <sup>2</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	10	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	3	—	280	—	長辺方向
	555	585	2				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	575	605	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

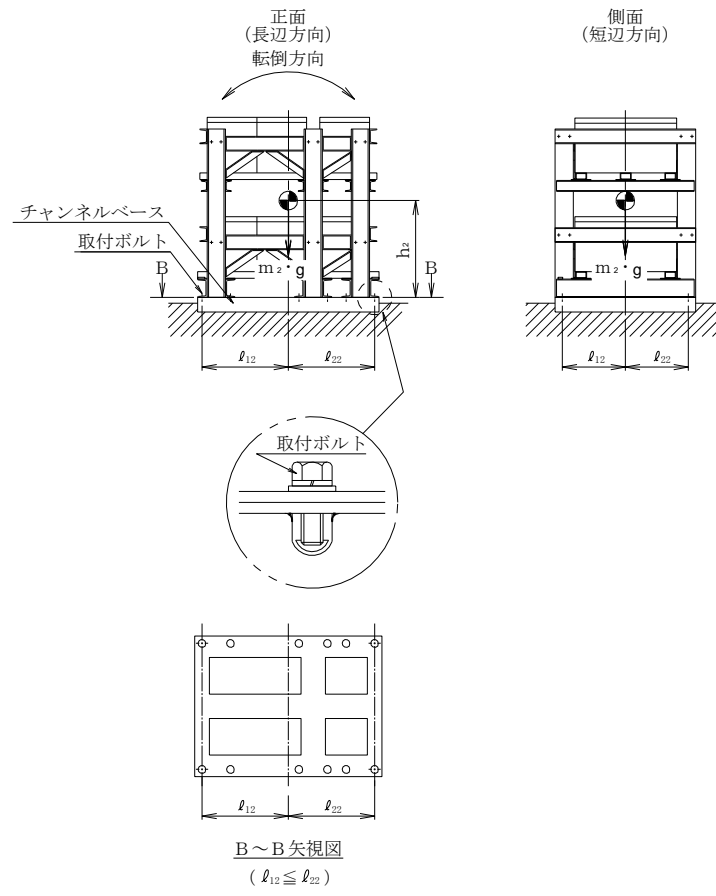
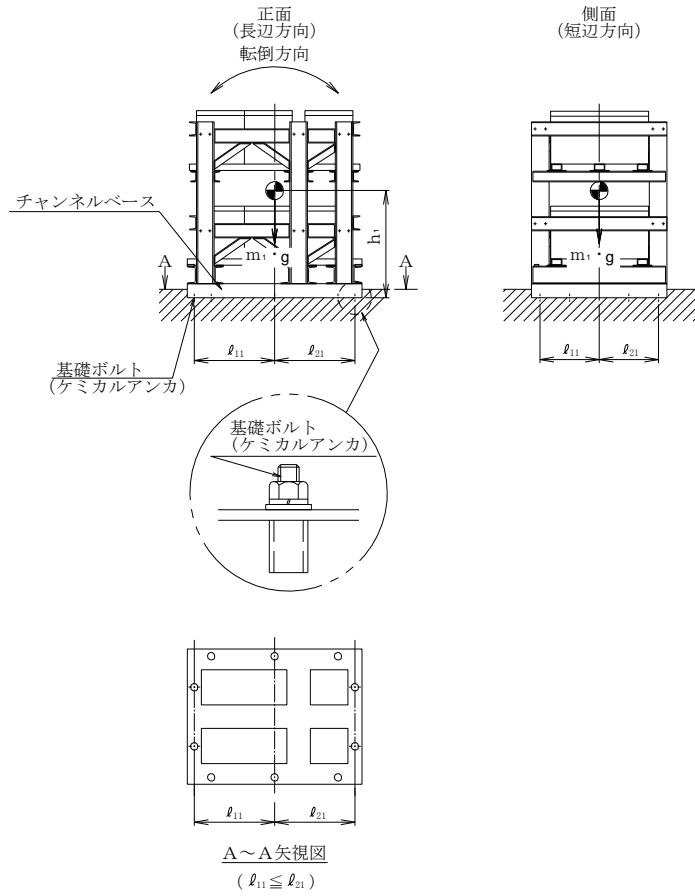
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=74$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=20$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=65$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。





VI-2-10-1-3-6 A-115V系蓄電池の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A-115V系蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-115V系蓄電池は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、A-115V系蓄電池は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤に類するため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-115V系蓄電池の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>A-115V 系蓄電池は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼製架台に固定されたベント形クラッド式据置鉛蓄電池)</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>A-115V 系蓄電池 (7 個並び 1 段 2 列)</th> <th>A-115V 系蓄電池 (6 個並び 1 段 2 列)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	A-115V 系蓄電池 (7 個並び 1 段 2 列)	A-115V 系蓄電池 (6 個並び 1 段 2 列)	たて			横			高さ		
機器名称	A-115V 系蓄電池 (7 個並び 1 段 2 列)	A-115V 系蓄電池 (6 個並び 1 段 2 列)												
たて														
横														
高さ														

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-115V 系蓄電池の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-115V 系蓄電池 (7 個並び 1 段 2 列)	水平			
	鉛直			
A-115V 系蓄電池 (6 個並び 1 段 2 列)	水平			
	鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

A-115V 系蓄電池の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A-115V 系蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

A-115V 系蓄電池の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-115V 系蓄電池の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-115V 系蓄電池（7 個並び 1 段 2 列）の耐震性についての計算結果】、【A-115V 系蓄電池（6 個並び 1 段 2 列）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	A-115V 系蓄電池	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	A-115V 系蓄電池	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A-115V 系蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は、J E A G 4 6 0 1-1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、A-115V 系蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-115V 系蓄電池の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

A-115V 系蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【A-115V系蓄電池（7個並び1段2列）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-115V系蓄電池 (7個並び1段2列)	S	廃棄物処理建物 EL 15.3 (EL 16.9*1)			$C_H=1.06^{*2}$	$C_V=0.74^{*2}$	$C_H=2.48^{*3}$	$C_V=1.47^{*3}$	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅰ（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

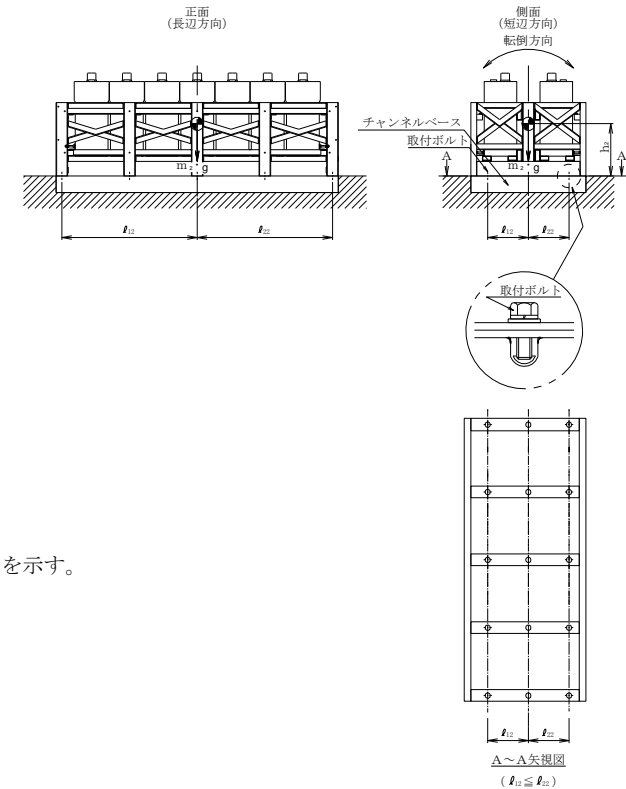
\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		570	16 (M16)	201.1	15	215 (40mm < 径 ≤ 100mm)	400 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	350	350	5	215	258	短辺方向	短辺方向
	1164	1164	3				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=45$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

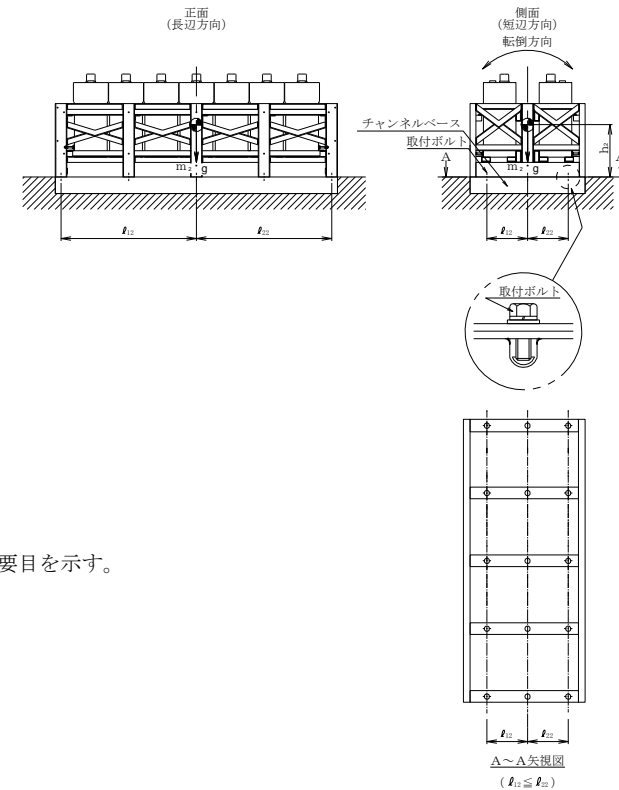
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-115V 系蓄電池 (7 個並び 1 段 2 列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 15.3 (EL 16.9*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.48*2	C <sub>V</sub> =1.47*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		570	16 (M16)	201.1	15	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)



部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	350	350	5	—	258	—	短辺方向
	1164	1164	3				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=45$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

【A-115V系蓄電池（6個並び1段2列）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-115V系蓄電池 (6個並び1段2列)	S	廃棄物処理建物 EL 15.3 (EL 16.9*1)			$C_H=1.06^{*2}$	$C_V=0.74^{*2}$	$C_H=2.48^{*3}$	$C_V=1.47^{*3}$	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅰ（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

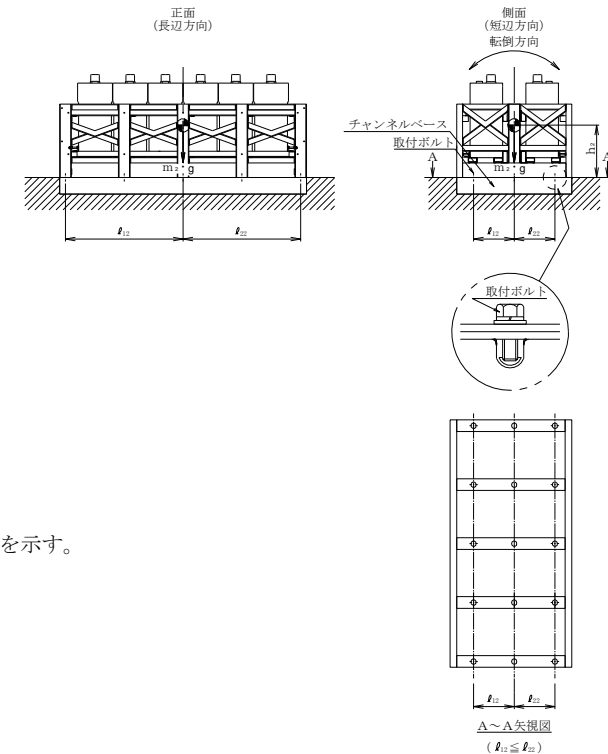
\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		570	16 (M16)	201.1	15	215 (40mm < 径 ≤ 100mm)	400 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	350	350	5	215	258	短辺方向	短辺方向
	1012	1012	3				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。





1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=40$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

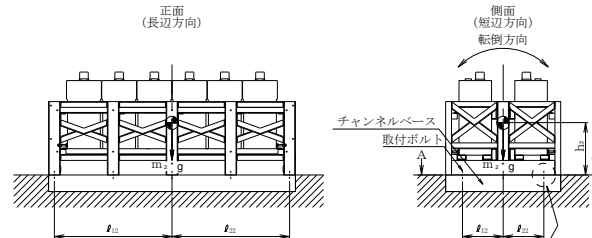
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-115V系蓄電池 (6個並び1段2列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 15.3 (EL 16.9*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.48*2	C <sub>V</sub> =1.47*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

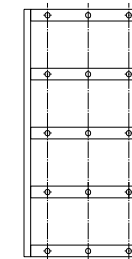
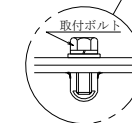
2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		570	16 (M16)	201.1	15	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)



部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	350	350	5	—	258	—	短辺方向
	1012	1012	3				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



A~A 矢視図  
(l<sub>12</sub> ≦ l<sub>22</sub>)

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=40$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

VI-2-10-1-3-7 B-115V 系蓄電池の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B-115V系蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-115V系蓄電池は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-115V系蓄電池は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤に類するため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-115V系蓄電池の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>B-115V 系蓄電池は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置するとともに、溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池)</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>B-115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列)</th> <th>B-115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	B-115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列)	B-115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)	たて			横			高さ		
機器名称	B-115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列)	B-115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)												
たて														
横														
高さ														

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-115V 系蓄電池の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B-115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			
B-115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

B-115V 系蓄電池の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B-115V 系蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B-115V 系蓄電池の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B-115V 系蓄電池の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-115V 系蓄電池（4 個並び 2 段 1 列）の耐震性についての計算結果】、【B-115V 系蓄電池（3 個並び 2 段 1 列）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B-115V 系蓄電池	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B-115V 系蓄電池	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B-115V 系蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は、J E A G 4 6 0 1-1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、B-115V 系蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-115V系蓄電池の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は(1)構造強度評価結果による。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B-115V系蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【B-115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =0.84 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.70 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.18 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.40 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	11	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	4	245	280	長辺方向	長辺方向
	740	740	1				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	760	760	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=31$	$f_{ts1}=147^*$	$\sigma_{b1}=147$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=113$	$\tau_{b1}=23$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=66$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V 系蓄電池 (4個並び2段1列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =2.18 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.40 <sup>*2</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	11	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	4	—	280	—	長辺方向
	740	740	1				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	760	760	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

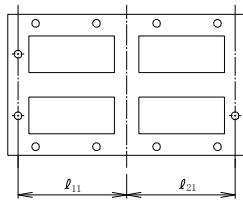
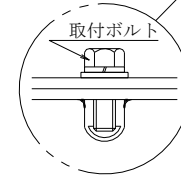
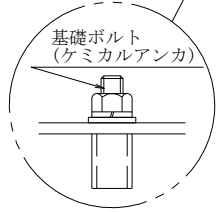
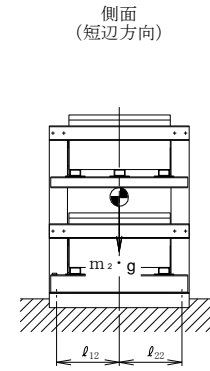
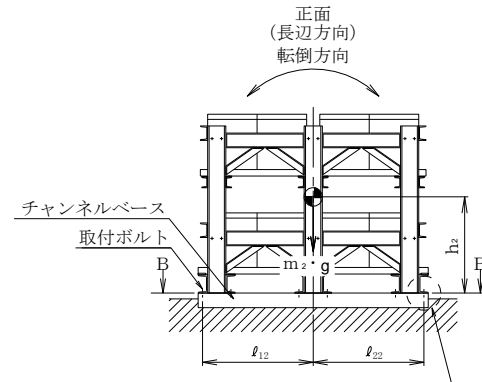
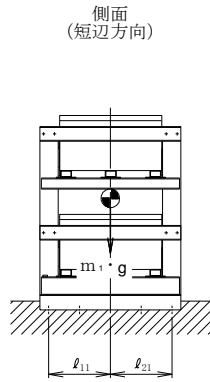
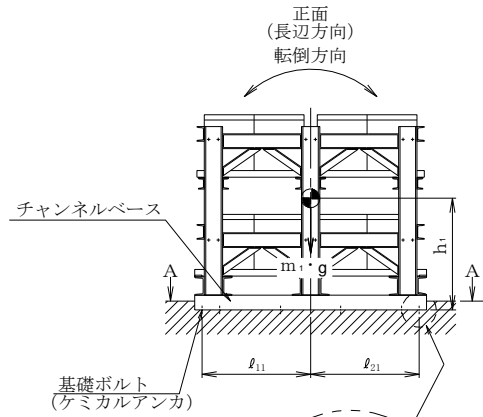
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

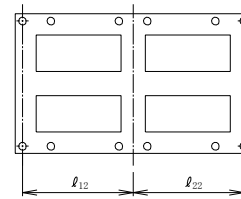
部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=147$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=23$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=66$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi}=\text{Min}[1.4 \cdot f_{toi}-1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



A~A 矢視図  
( $l_{11} \leq l_{21}$ )



B~B 矢視図  
( $l_{12} \leq l_{22}$ )

【B-115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =0.84 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.70 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.18 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.40 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	7	245 (径 ≤ 16mm)	400 (径 ≤ 16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	2	245	280	長辺方向	長辺方向
	555	585	1				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	575	605	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=36$	$f_{ts1}=147^*$	$\sigma_{b1}=147$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=113$	$\tau_{b1}=29$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=65$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処施設

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V 系蓄電池 (3個並び2段1列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =2.18 <sup>*2</sup>	C <sub>v</sub> =1.40 <sup>*2</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	7	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	2	—	280	—	長辺方向
	555	585	1				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	575	605	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

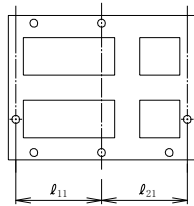
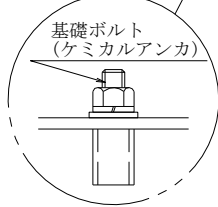
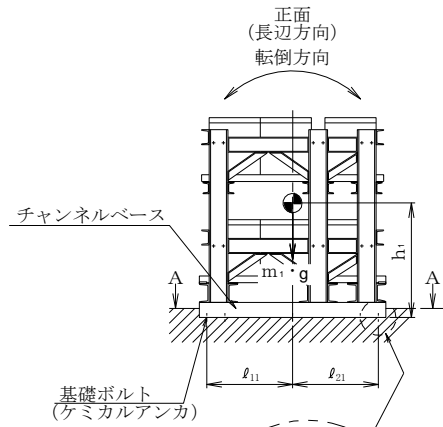
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

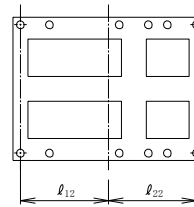
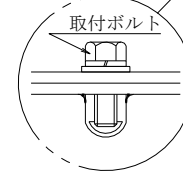
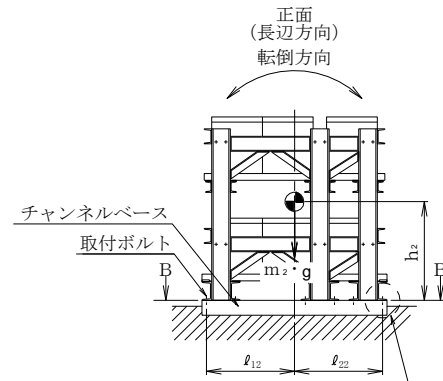
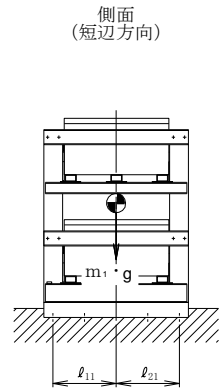
部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=147$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=29$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=65$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi}=\text{Min}[1.4 \cdot f_{toi}-1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

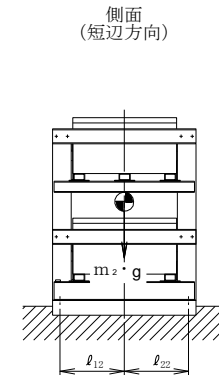
すべて許容応力以下である。



A~A 矢視図  
( $l_{11} \leq l_{21}$ )



B~B 矢視図  
( $l_{12} \leq l_{22}$ )





VI-2-10-1-3-8 B1-115V 系蓄電池 (SA) の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B1-115V系蓄電池（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B1-115V系蓄電池（SA）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B1-115V系蓄電池（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤に類するため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B1-115V系蓄電池（SA）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図	
基礎・支持構造	主体構造		
<p>B1-115V 系蓄電池 (SA) は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置するとともに、溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池)</p>		
機器名称	B1-115V 系蓄電池 (SA) (4 個並び 2 段 1 列)	B1-115V 系蓄電池 (SA) (3 個並び 2 段 1 列)	B1-115V 系蓄電池 (SA) (2, 3 個並び 2 段 1 列)
たて			
横			
高さ			

(単位: mm)

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

B1-115V 系蓄電池 (SA) の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B1-115V 系蓄電池 (SA) (4 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			
B1-115V 系蓄電池 (SA) (3 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			
B1-115V 系蓄電池 (SA) (2, 3 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

B1-115V 系蓄電池 (SA) の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B1-115V 系蓄電池 (SA) の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B1-115V 系蓄電池 (SA) の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B1-115V 系蓄電池 (SA) の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B1-115V 系蓄電池 (SA) (4 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】、【B1-115V 系蓄電池 (SA) (3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】、【B1-115V 系蓄電池 (SA) (2, 3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B1-115V 系蓄電池 (SA)	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B1-115V 系蓄電池 (SA)	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B1-115V 系蓄電池 (SA) の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は、J E A G 4 6 0 1-1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、B1-115V 系蓄電池 (SA) の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B1-115V系蓄電池(SA)の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は(1)構造強度評価結果による。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B1-115V系蓄電池(SA)の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【B1-115V系蓄電池 (SA) (4個並び2段1列) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B1-115V系蓄電池 (SA) (4個並び2段1列)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.01 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.57 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.18 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.40 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	10	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	3	245	280	短辺方向	短辺方向
	740	740	2				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	760	760	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=147^*$	$\sigma_{b1}=80$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=113$	$\tau_{b1}=25$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=14$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=66$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{t0i} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{t0i}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B1-115V 系蓄電池 (SA) (4 個並び 2 段 1 列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.18*2	C <sub>V</sub> =1.40*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	10	245 (径 ≤ 16mm)	400 (径 ≤ 16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	3	—	280	—	短辺方向
	740	740	2				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	760	760	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

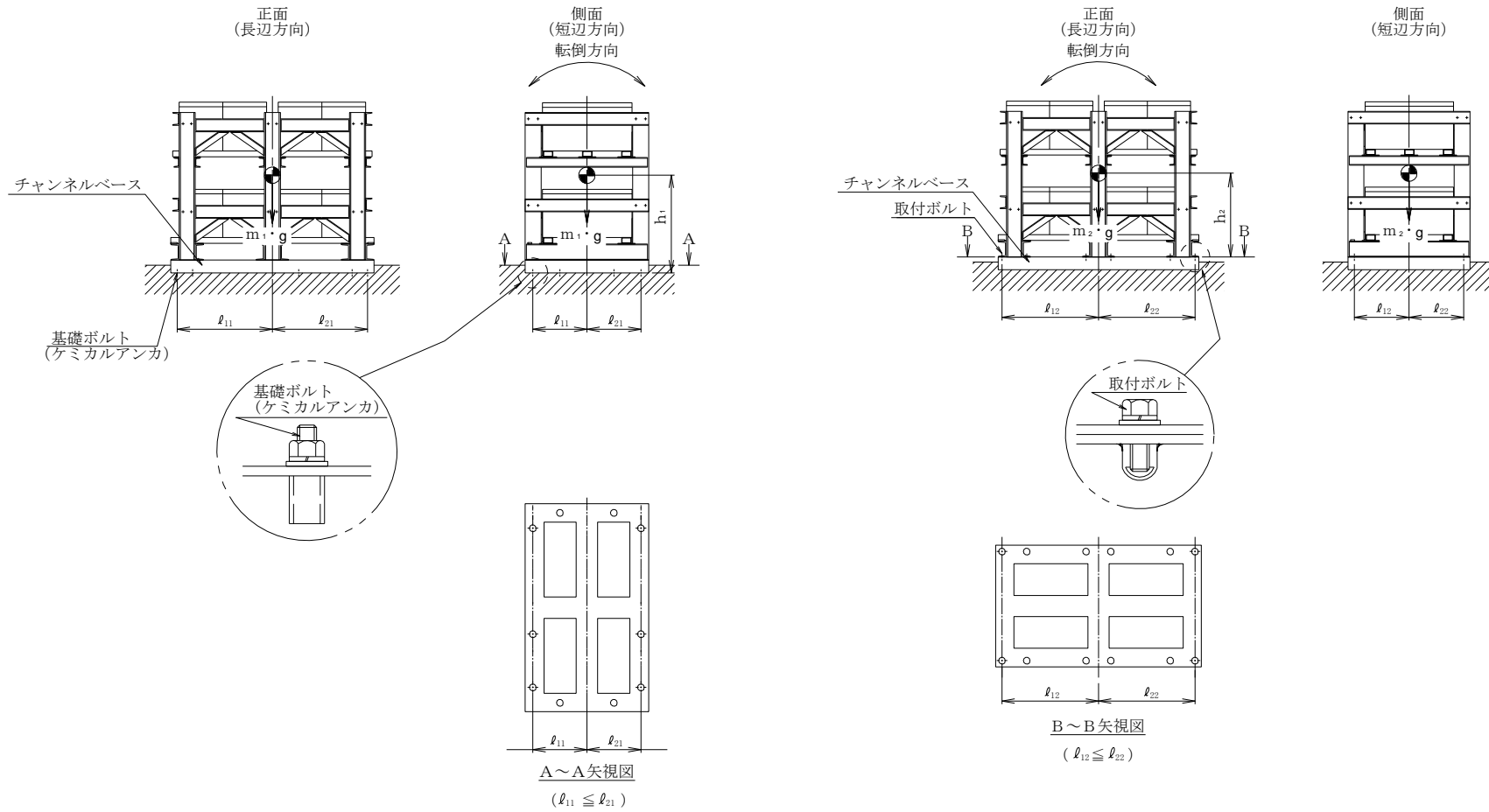
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=80$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=25$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=66$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。





【B1-115V系蓄電池 (SA) (3個並び2段1列) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B1-115V系蓄電池 (SA) (3個並び2段1列)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.01 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.57 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.18 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.40 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	8	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	2	245	280	短辺方向	短辺方向
	555	585	2				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	575	605	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=31$	$f_{ts1}=147^*$	$\sigma_{b1}=96$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=113$	$\tau_{b1}=25$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=65$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処施設

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B1-115V 系蓄電池 (SA) (3個並び2段1列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.18*2	C <sub>v</sub> =1.40*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		733	16 (M16)	201.1	8	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	2	—	280	—	短辺方向
	555	585	2				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	575	605	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

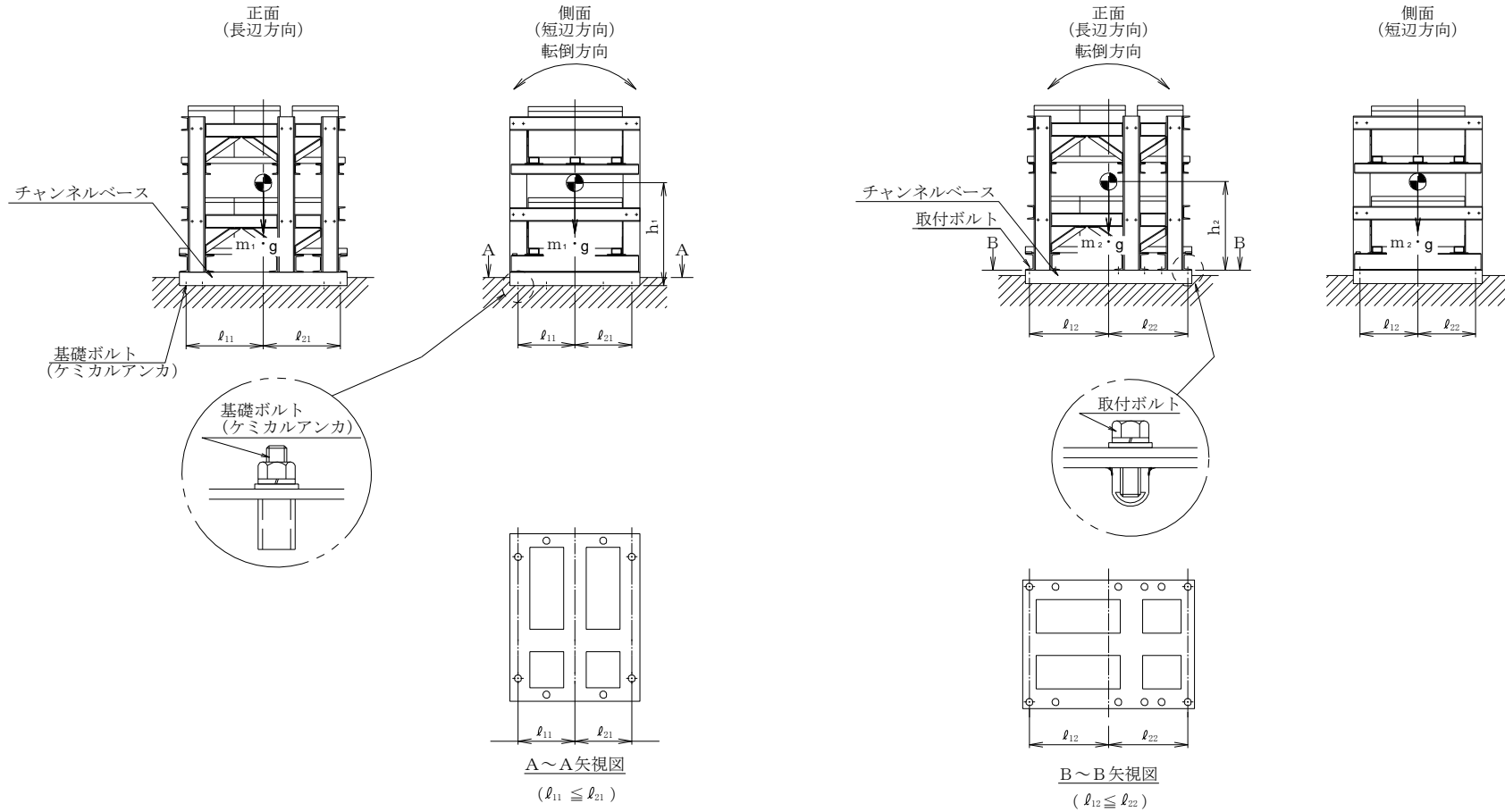
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=96$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=25$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=65$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



【B1-115V系蓄電池 (SA) (2, 3個並び2段1列) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B1-115V系蓄電池 (SA) (2, 3個並び2段1列)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.01 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.57 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.18 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.40 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		666	16 (M16)	201.1	6	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		616	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	1	245	280	短辺方向	短辺方向
	475	665	1				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	495	685	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=48$	$f_{ts1}=147^*$	$\sigma_{b1}=156$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	$\tau_{b1}=14$	$f_{sb1}=113$	$\tau_{b1}=30$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=14$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=53$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{t0i} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{t0i}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処施設

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B1-115V 系蓄電池 (SA) (2, 3 個並び 2 段 1 列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.18*2	C <sub>V</sub> =1.40*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		666	16 (M16)	201.1	6	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		616	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト (i=1)	420.5	420.5	1	—	280	—	短辺方向
	475	665	1				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	495	685	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

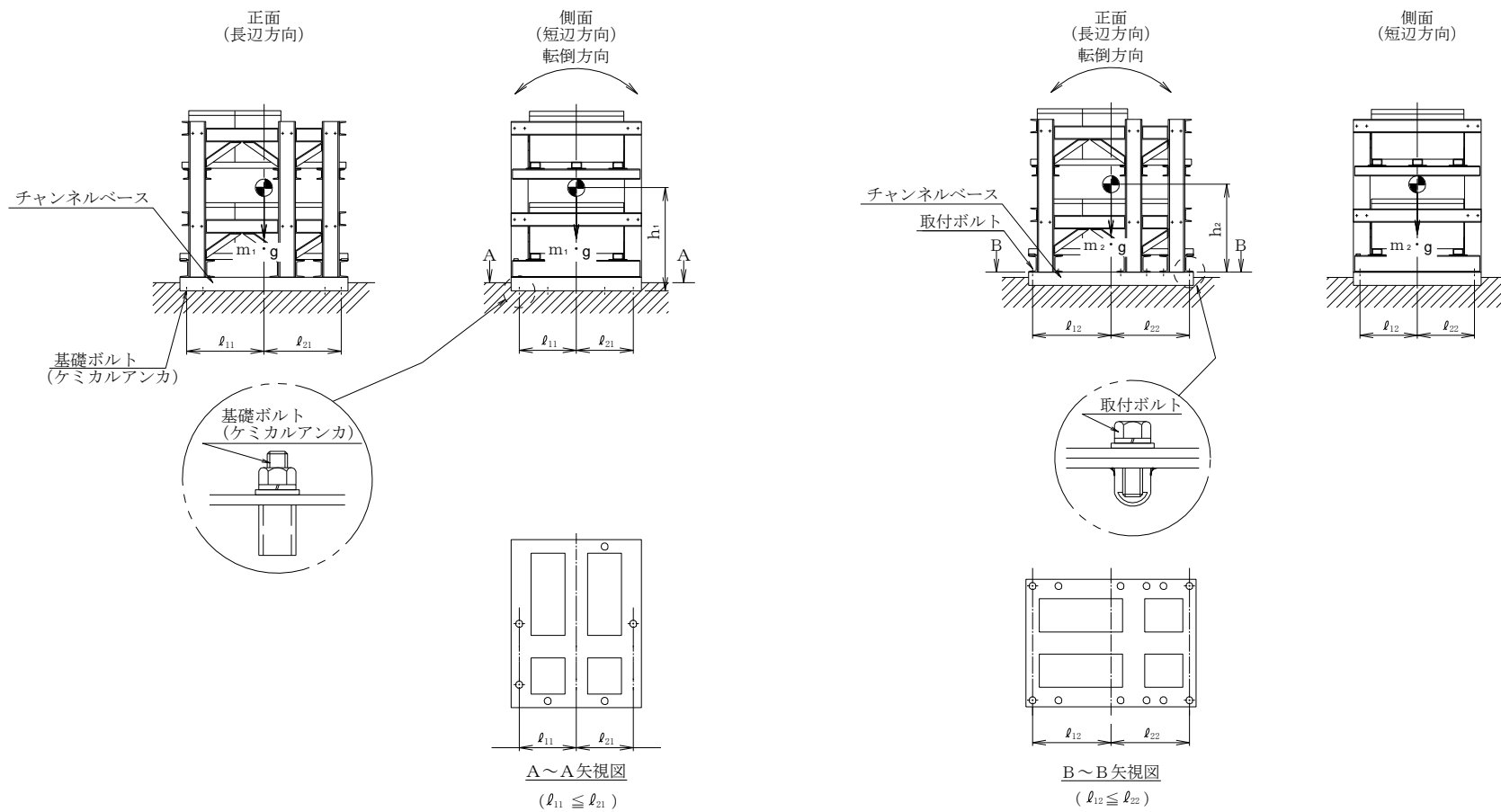
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=156$	$f_{ts1}=168^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=30$	$f_{sb1}=129$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=53$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi}=\text{Min}[1.4 \cdot f_{toi}-1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-3-9 SA用 115V系蓄電池の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、SA用115V系蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

SA用115V系蓄電池は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、SA用115V系蓄電池は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤に類するため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

SA用115V系蓄電池の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																		
基礎・支持構造	主体構造																			
<p>SA 用 115V 系蓄電池は，取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され，後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池)</p>																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>SA 用 115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列)</th> <th>SA 用 115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)</th> <th>SA 用 115V 系蓄電池 (2, 3 個並び 2 段 1 列)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	SA 用 115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列)	SA 用 115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)	SA 用 115V 系蓄電池 (2, 3 個並び 2 段 1 列)	たて				横				高さ					
機器名称	SA 用 115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列)	SA 用 115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列)	SA 用 115V 系蓄電池 (2, 3 個並び 2 段 1 列)																	
たて																				
横																				
高さ																				

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

SA用115V系蓄電池の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

SA用115V系蓄電池 (4個並び2段1列)	水平			
	鉛直			
SA用115V系蓄電池 (3個並び2段1列)	水平			
	鉛直			
SA用115V系蓄電池 (2, 3個並び2段1列)	水平			
	鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

SA 用 115V 系蓄電池の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

SA 用 115V 系蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

SA 用 115V 系蓄電池の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

SA 用 115V 系蓄電池の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【SA 用 115V 系蓄電池 (4 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】、【SA 用 115V 系蓄電池 (3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】、【SA 用 115V 系蓄電池 (2, 3 個並び 2 段 1 列) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	SA用115V系蓄電池	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s$ * <sup>3</sup>	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

SA 用 115V 系蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は、J E A G 4 6 0 1-1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、SA 用 115V 系蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

SA 用 115V 系蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は  
(1)構造強度評価結果による。

【SA用115V系蓄電池（4個並び2段1列）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA用115V系蓄電池 (4個並び2段1列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 15.3 (EL 16.9*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.48*2	C <sub>V</sub> =1.47*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		749	16 (M16)	201.1	16	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	510.5	510.5	4	—	258	—	短辺方向
	640	640	4				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	760	760	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

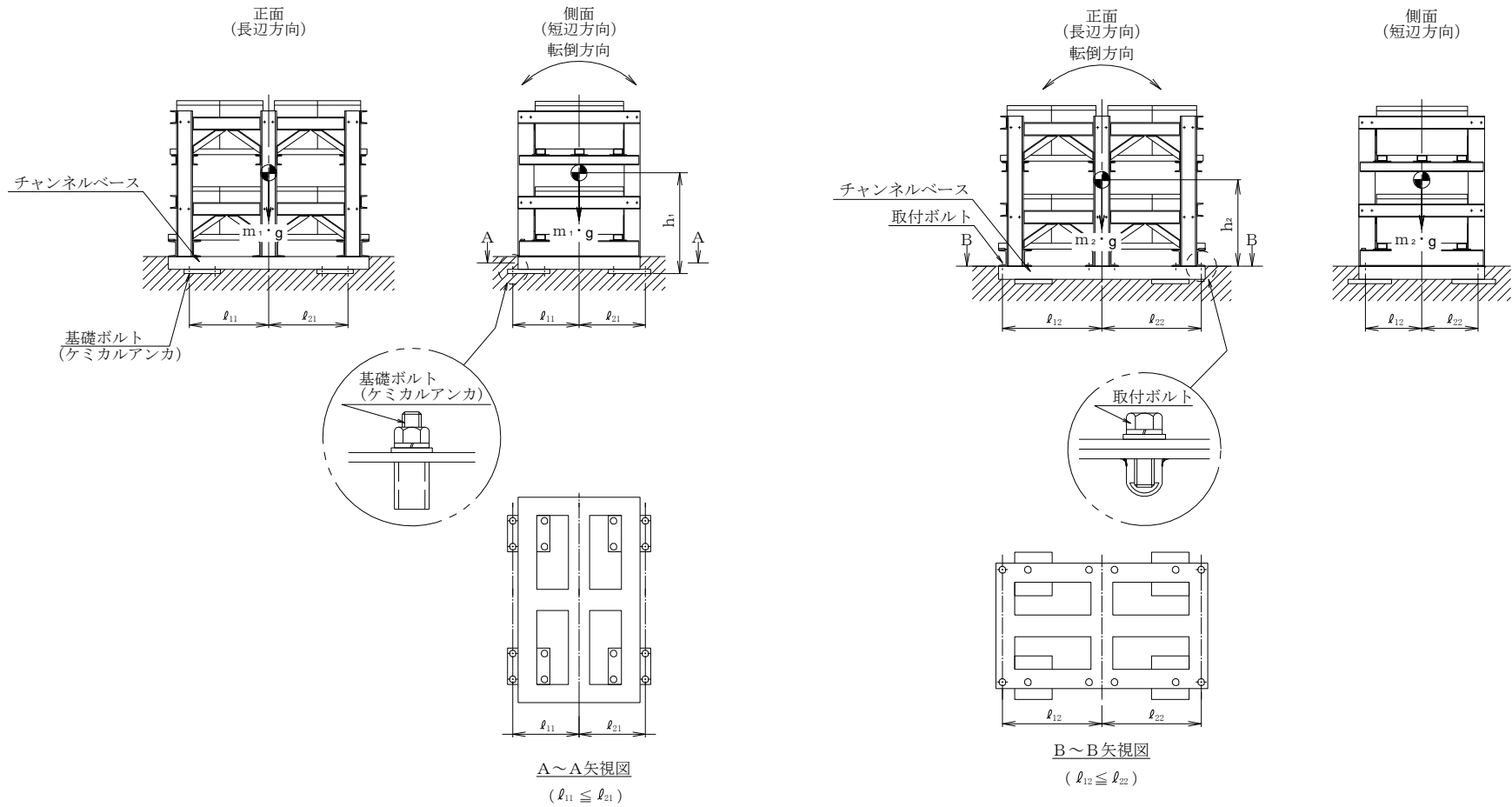
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=60$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=18$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=75$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=23$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。





【SA用115V系蓄電池（3個並び2段1列）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA用115V系蓄電池 (3個並び2段1列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 15.3 (EL 16.9*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.48*2	C <sub>V</sub> =1.47*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		749	16 (M16)	201.1	16	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		683	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	470	500	4	—	258	—	短辺方向
	510.5	510.5	4				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	575	605	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

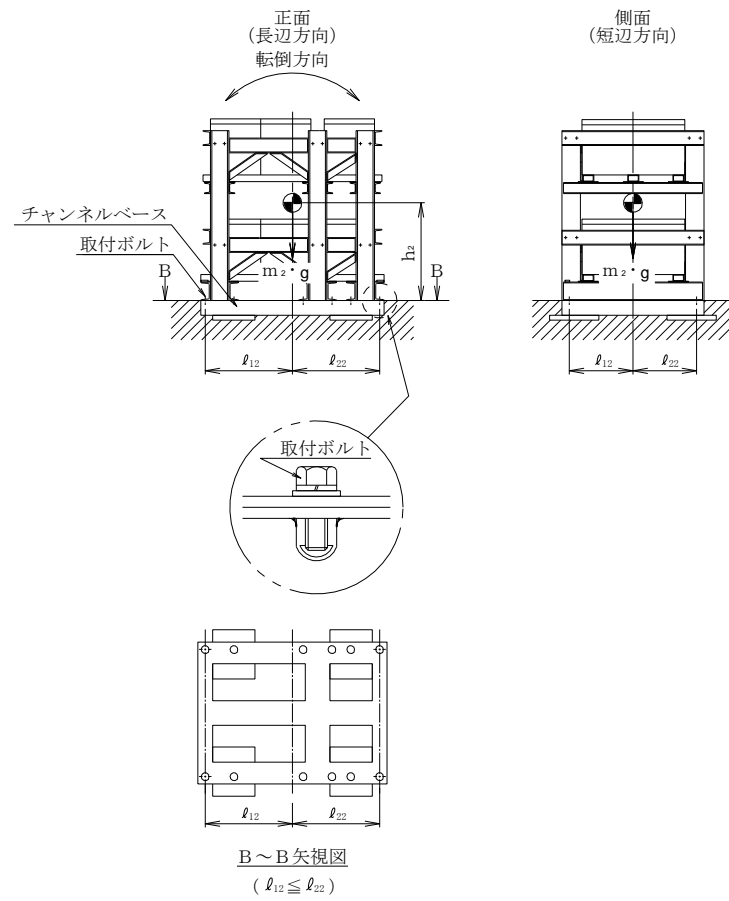
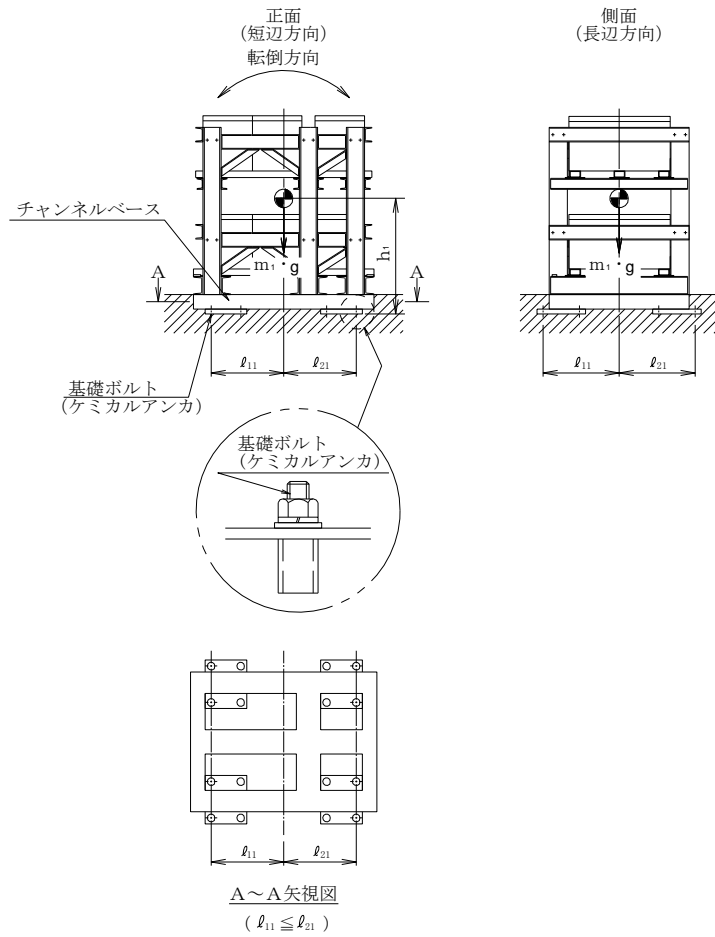
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=50$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=15$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=74$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=19$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



【SA用115V系蓄電池(2,3個並び2段1列)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA用115V系蓄電池 (2,3個並び2段1列)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 15.3 (EL 16.9*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.48*2	C <sub>V</sub> =1.47*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度Ⅱ(基準地震動 S<sub>s</sub>)を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		682	16 (M16)	201.1	16	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		616	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	390	580	4	—	258	—	短辺方向
	510.5	510.5	4				
取付ボルト (i=2)	430.5	430.5	6	—	280	—	長辺方向
	495	685	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

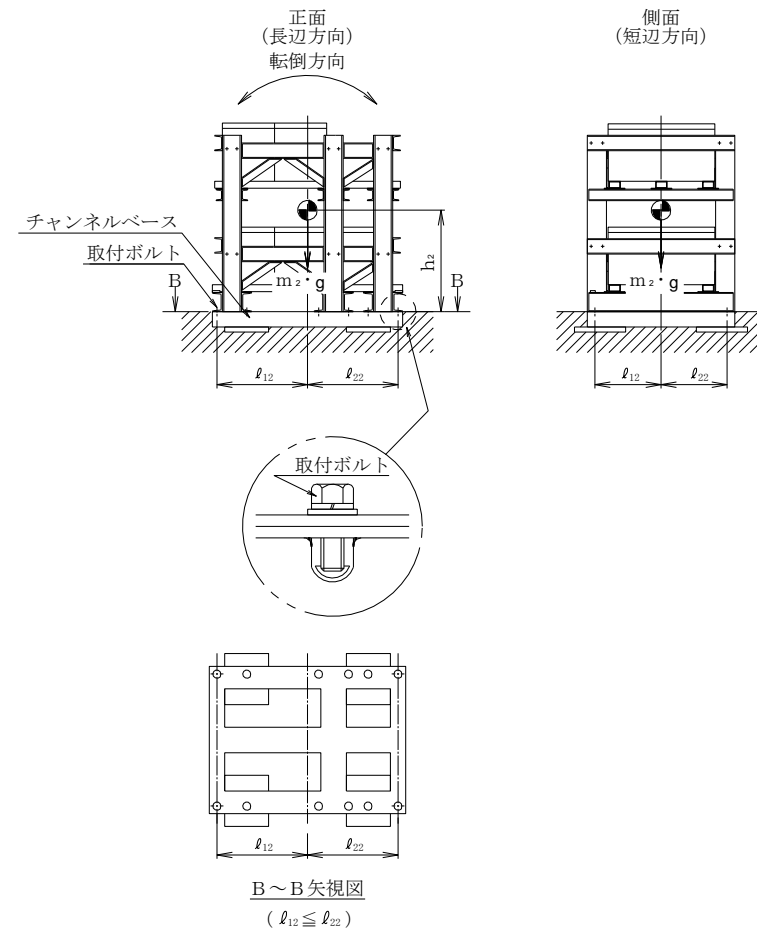
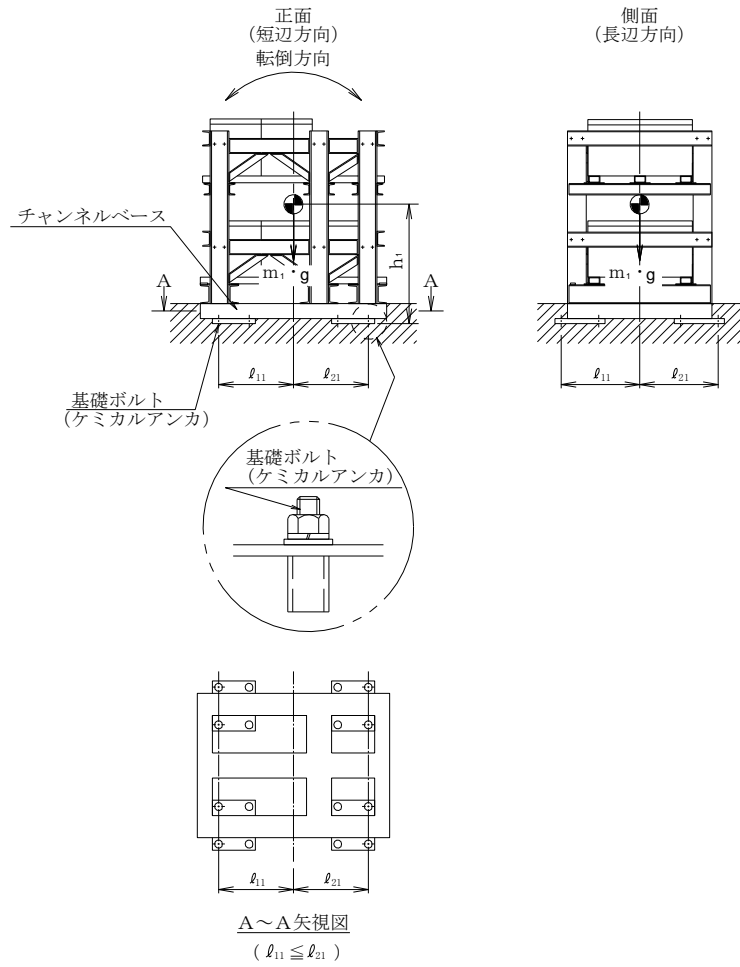
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=42$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=13$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=61$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-3-10 高圧炉心スプレイ系蓄電池の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9



## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、高圧炉心スプレイ系蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

高圧炉心スプレイ系蓄電池は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、高圧炉心スプレイ系蓄電池は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤に類するため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

高圧炉心スプレイ系蓄電池の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>高圧炉心スプレイ系蓄電池は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼製架台に固定されたベント形クラッド式据置鉛蓄電池)</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>高圧炉心スプレイ系蓄電池 (14 個並び 2 段 1 列)</th> <th>高圧炉心スプレイ系蓄電池 (12 個並び 2 段 1 列)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	高圧炉心スプレイ系蓄電池 (14 個並び 2 段 1 列)	高圧炉心スプレイ系蓄電池 (12 個並び 2 段 1 列)	たて			横			高さ		
機器名称	高圧炉心スプレイ系蓄電池 (14 個並び 2 段 1 列)	高圧炉心スプレイ系蓄電池 (12 個並び 2 段 1 列)												
たて														
横														
高さ														

(単位 : mm)

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

高圧炉心スプレイ系蓄電池の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

高圧炉心スプレイ系蓄電池 (14 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			
高圧炉心スプレイ系蓄電池 (12 個並び 2 段 1 列)	水平			
	鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

高圧炉心スプレイ系蓄電池の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧炉心スプレイ系蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-2に示す。

###### 4.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイ系蓄電池の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-3のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧炉心スプレイ系蓄電池の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-5に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系蓄電池（14個並び2段1列）の耐震性についての計算結果】、【高圧炉心スプレイ系蓄電池（12個並び2段1列）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	高圧炉心スプレイ系 蓄電池	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	高圧炉心スプレイ系 蓄電池	常設／防止 (DB拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

高圧炉心スプレイ系蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は、J E A G 4 6 0 1-1987において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、高圧炉心スプレイ系蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。



## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心スプレイ系蓄電池の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は  
(1)構造強度評価結果による。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心スプレイ系蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は  
(1)構造強度評価結果による。

【高圧炉心スプレイ系蓄電池（14個並び2段1列）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧炉心スプレイ系蓄電池 (14個並び2段1列)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)			$C_H=1.07^{*2}$	$C_V=0.49^{*2}$	$C_H=2.13^{*3}$	$C_V=0.99^{*3}$	40

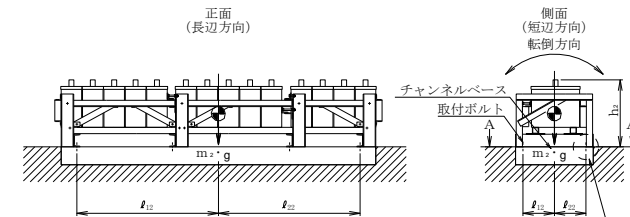
注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

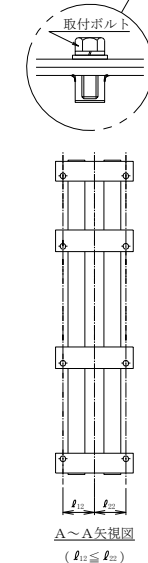
1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{bi}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{yi}$ (MPa)	$S_{ui}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		358	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)



部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	238	262	4	235	280	短辺方向	短辺方向
	1119	1131	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

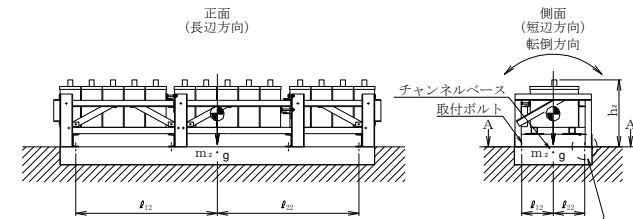
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧炉心スプレイ系蓄電池 (14個並び2段1列)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.13*2	C <sub>V</sub> =0.99*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

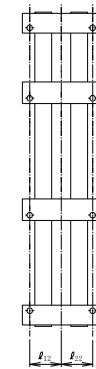
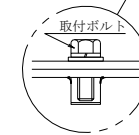
2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		358	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)



部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	238	262	4	—	280	—	短辺方向
	1119	1131	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し, 下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



A~A 矢視図

(ℓ<sub>12</sub> ≤ ℓ<sub>22</sub>)

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

【高圧炉心スプレイ系蓄電池（12個並び2段1列）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧炉心スプレイ系蓄電池 (12個並び2段1列)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)			$C_H=1.07^{*2}$	$C_V=0.49^{*2}$	$C_H=2.13^{*3}$	$C_V=0.99^{*3}$	40

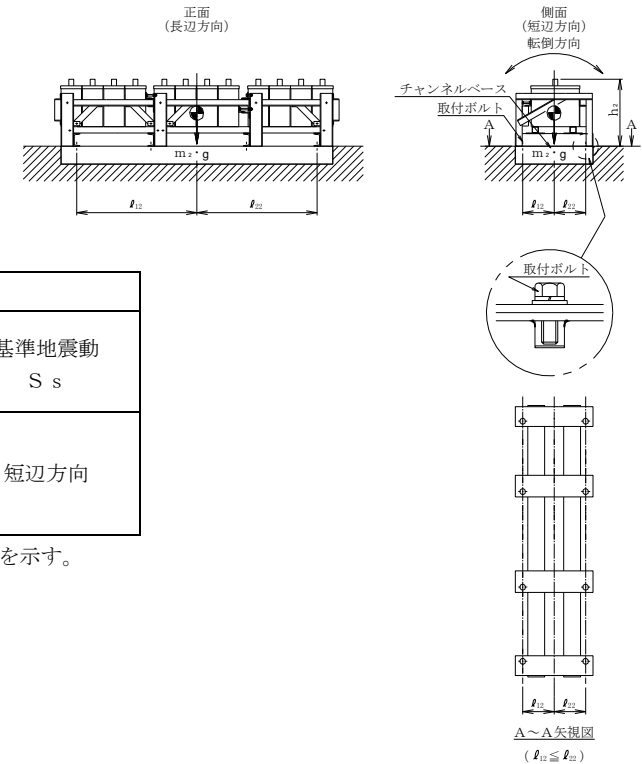
注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{bi}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{yi}$ (MPa)	$S_{ui}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		358	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)



部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	238	262	4	235	280	短辺方向	短辺方向
	953	957	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

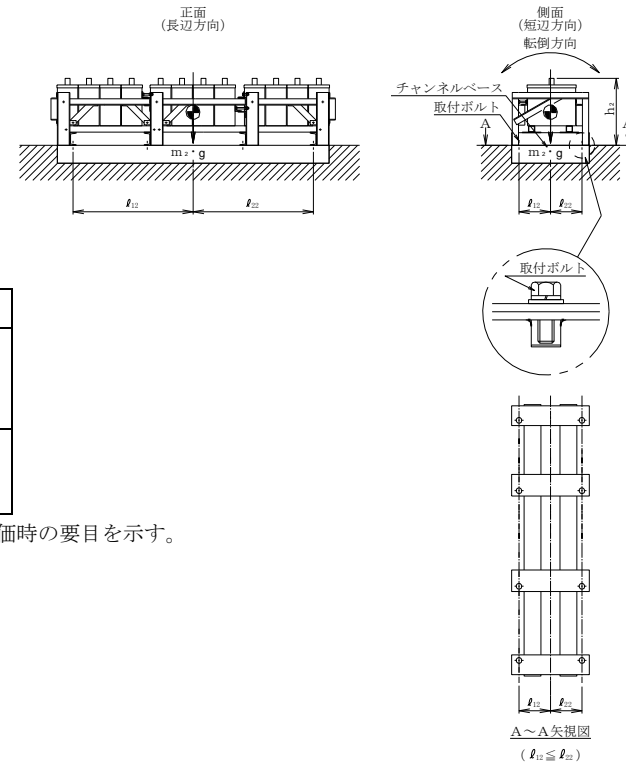
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧炉心スプレイ系蓄電池 (12個並び2段1列)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.13*2	C <sub>V</sub> =0.99*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S s) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		358	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)



部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	238	262	4	—	280	—	短辺方向
	953	957	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

VI-2-10-1-3-11 原子炉中性子計装用蓄電池の  
耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉中性子計装用蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉中性子計装用蓄電池は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、原子炉中性子計装用蓄電池は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤に類するため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉中性子計装用蓄電池の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
原子炉中性子計装用蓄電池は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。	直立形 (鋼製架台に固定されたベント形クラッド式据置鉛蓄電池)	<table border="1" data-bbox="1131 1005 1881 1252"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>A-原子炉中性子計装用蓄電池</th> <th>B-原子炉中性子計装用蓄電池</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	A-原子炉中性子計装用蓄電池	B-原子炉中性子計装用蓄電池	たて			横			高さ		
機器名称	A-原子炉中性子計装用蓄電池	B-原子炉中性子計装用蓄電池												
たて														
横														
高さ														

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

原子炉中性子計装用蓄電池の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

原子炉中性子計装用蓄電池	水平			
	鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

原子炉中性子計装用蓄電池の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉中性子計装用蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-2に示す。

###### 4.2.2 許容応力

原子炉中性子計装用蓄電池の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-3のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉中性子計装用蓄電池の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-5に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉中性子計装用蓄電池の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	原子炉中性子計装用 蓄電池	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	原子炉中性子計装用 蓄電池	常設耐震／防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。



表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉中性子計装用蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は、J E A G 4 6 0 1-1987において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、原子炉中性子計装用蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉中性子計装用蓄電池の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は

(1) 構造強度評価結果による。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉中性子計装用蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は

(1) 構造強度評価結果による。

【原子炉中性子計装用蓄電池の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉中性子計装用蓄電池	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 (EL 16.9*1)			$C_H=1.06^{*2}$	$C_V=0.74^{*2}$	$C_H=2.48^{*3}$	$C_V=1.47^{*3}$	40

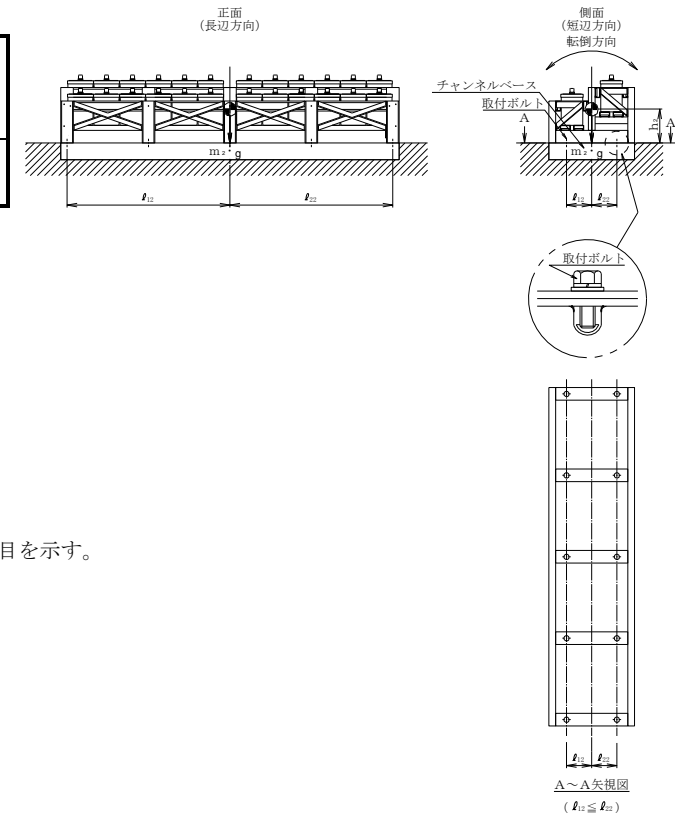
注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅰ（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		260	16 (M16)	201.1	10	215 (40mm < 径 ≤ 100mm)	400 (40mm < 径 ≤ 100mm)



部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	150	150	5	215	258	短辺方向	短辺方向
	970	970	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=3$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=8$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=148$

注記\* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

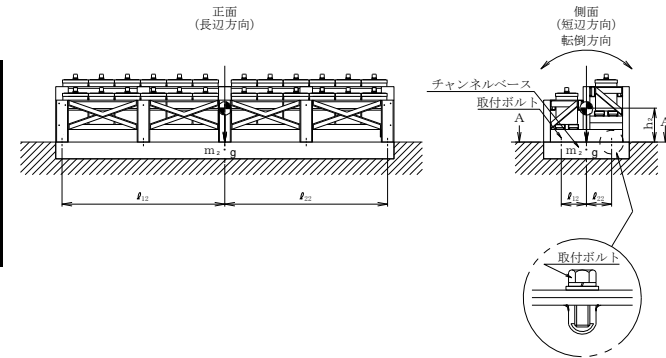
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉中性子計装用蓄電池	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 12.3 (EL 16.9*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.48*2	C <sub>V</sub> =1.47*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

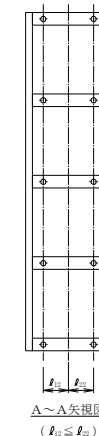
2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		260	16 (M16)	201.1	10	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)



部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	150	150	5	—	258	—	短辺方向
	970	970	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=8$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-4 その他のその他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-4-1 230V系充電器（RCIC）の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、230V系充電器（RCIC）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

230V系充電器（RCIC）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、230V系充電器（RCIC）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

230V系充電器（RCIC）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>230V系充電器(RCIC)は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を 組み合わせた自立 閉鎖型の盤)</p>	<p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

230V系充電器（RCIC）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

230V系充電器（RCIC） （2-2267E-1）	水平		
	鉛直		

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

230V系充電器(RCIC)の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

230V系充電器(RCIC)の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-2に示す。

###### 4.2.2 許容応力

230V系充電器(RCIC)の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-3のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

230V系充電器(RCIC)の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-5に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【230V系充電器(RCIC)(2-2267E-1)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	230V 系充電器 (RCIC)	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	230V 系充電器 (RCIC)	常設耐震/防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。



表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

230V 系充電器 (RCIC) の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

230V 系充電器 (RCIC) に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
230V 系充電器 (RCIC) (2-2267E-1)	水平	
	鉛直	

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

230V系充電器（RCIC）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

230V系充電器（RCIC）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【230V系充電器(RCIC)(2-2267E-1)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V系充電器(RCIC) (2-2267E-1)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			$C_H=0.84^{*2}$	$C_V=0.70^{*2}$	$C_H=2.18^{*3}$	$C_V=1.40^{*3}$	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (弾性設計用地震動 S d) 及び静的震度を上回る設計震度

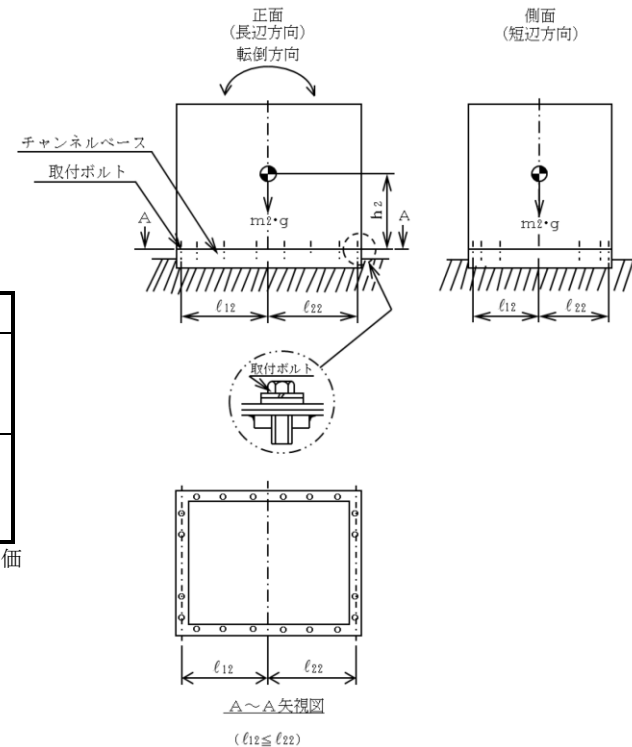
\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		1000	16 (M16)	201.1	20	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_{i}^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	755	755	6	235	280	長辺方向	長辺方向
	970	970	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=59$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
230V 系充電器 (RCIC) (2-2267E-1)	水平方向	1.49	
	鉛直方向	1.05	

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V 系充電器 (RCIC) (2-2267E-1)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 12.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.18*2	C <sub>V</sub> =1.40*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

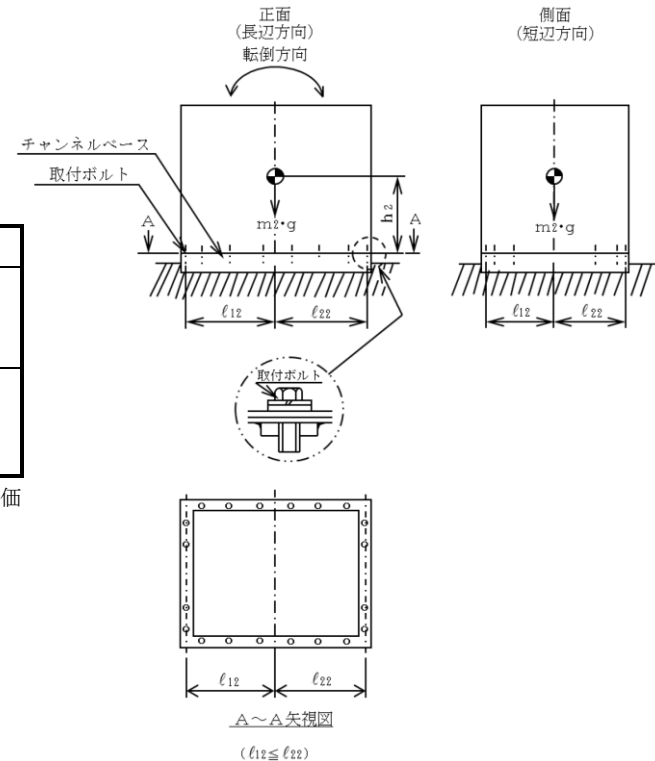
\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1000	16 (M16)	201.1	20	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	755	755	6	—	280	—	長辺方向
	970	970	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=59$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
230V 系充電器 (RCIC) (2-2267E-1)	水平方向	1.49	
	鉛直方向	1.05	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-2 A-115V 系充電器の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A-115V系充電器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-115V系充電器は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、A-115V系充電器は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-115V系充電器の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
A-115V系充電器は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を 組み合わせた自立 閉鎖型の盤)	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-115V 系充電器の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-115V 系充電器 (2-2267A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

A-115V 系充電器の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A-115V 系充電器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

A-115V 系充電器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-115V 系充電器の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-115V 系充電器 (2-2267A) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	A-115V 系充電器	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	A-115V 系充電器	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

A-115V 系充電器の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

A-115V 系充電器に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-115V 系充電器 (2-2267A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-115V 系充電器の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

A-115V 系充電器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-115V系充電器(2-2267A)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-115V系充電器 (2-2267A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.06^{*2}$	$C_V=0.74^{*2}$	$C_H=2.48^{*3}$	$C_V=1.47^{*3}$	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅰ（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		1150	16 (M16)	201.1	26	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	740	740	9	235	280	短辺方向	長辺方向
	1110	1110	6				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=14$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=45$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-115V 系充電器 (2-2267A)	水平方向	1.56	
	鉛直方向	1.22	

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-115V 系充電器 (2-2267A)	常設耐震／防止 常設／緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.48*2	C <sub>V</sub> =1.47*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1150	16 (M16)	201.1	26	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	740	740	9	—	280	—	長辺方向
	1110	1110	6				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=45$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=17$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

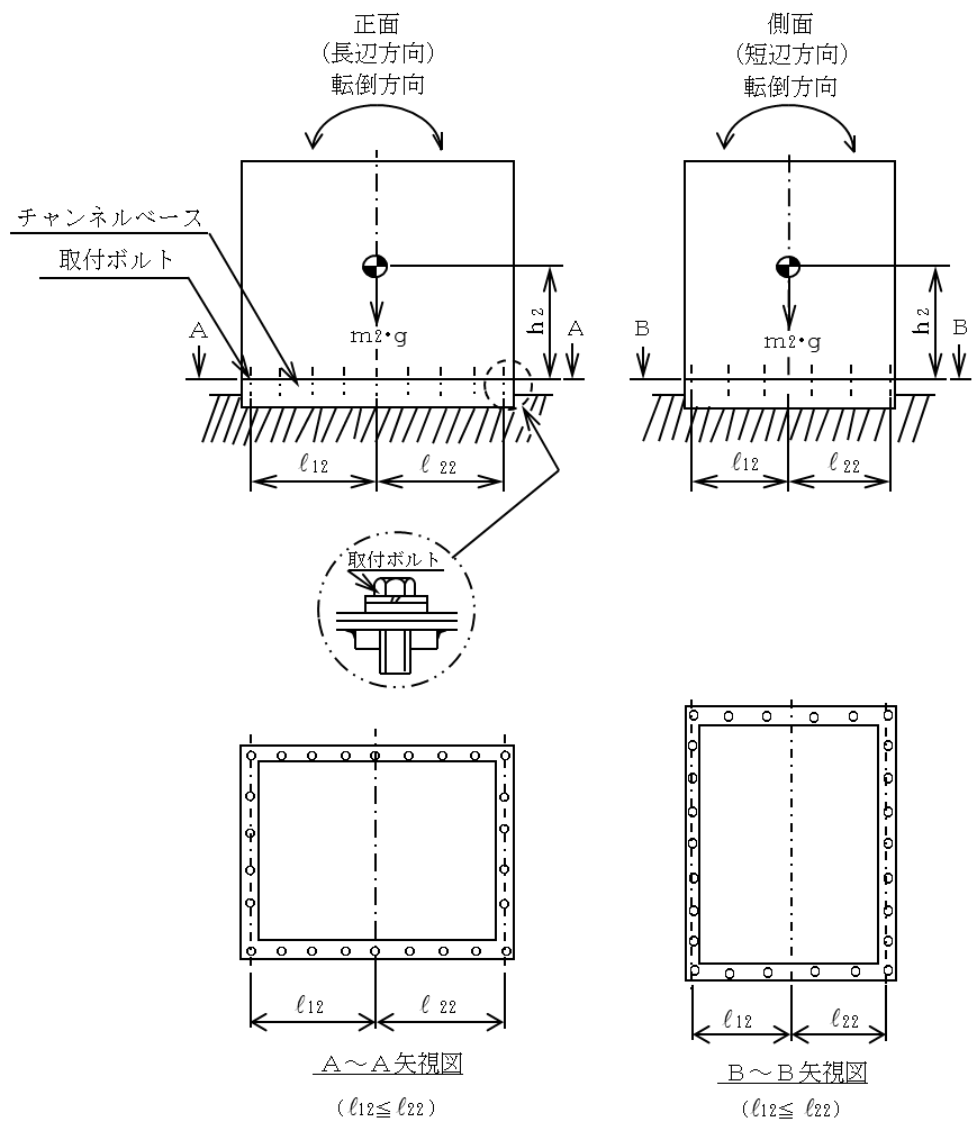
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-115V 系充電器 (2-2267A)	水平方向	1.56	
	鉛直方向	1.22	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-3 B-115V系充電器の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B-115V系充電器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-115V系充電器は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-115V系充電器は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-115V系充電器の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B-115V 系充電器は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置するとともに、溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を 組み合わせた自立 閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p>

(単位 : mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-115V 系充電器の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B-115V 系充電器 (2-2267B)	水平		
	鉛直		

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

B-115V 系充電器の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B-115V 系充電器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B-115V 系充電器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B-115V 系充電器の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-115V 系充電器 (2-2267B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B-115V 系充電器	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B-115V 系充電器	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B-115V 系充電器の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B-115V 系充電器に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-115V 系充電器 (2-2267B)	水平	
	鉛直	

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-115V系充電器の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B-115V系充電器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B-115V 系充電器(2-2267B)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V 系充電器 (2-2267B)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =0.84* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.70* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =2.18* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.40* <sup>3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）及び静的震度を上回る設計震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1050	16 (M16)	201.1	17	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1000	16 (M16)	201.1	24	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	730	730	6	215	258	長辺方向	長辺方向
	1050	1050	2				
取付ボルト (i=2)	750	750	8	235	280	長辺方向	長辺方向
	1070	1070	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=28$	$f_{ts1}=129^*$	$\sigma_{b1}=131$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	$\tau_{b1}=10$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=26$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=60$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=18$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-115V 系充電器 (2-2267B)	水平方向	1.49	
	鉛直方向	1.05	

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V 系充電器 (2-2267B)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =2.18 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.40 <sup>*2</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1050	16 (M16)	201.1	17	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1000	16 (M16)	201.1	24	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	730	730	6	—	258	—	長辺方向
	1050	1050	2				
取付ボルト (i=2)	750	750	8	—	280	—	長辺方向
	1070	1070	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=131$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=26$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=60$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=18$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

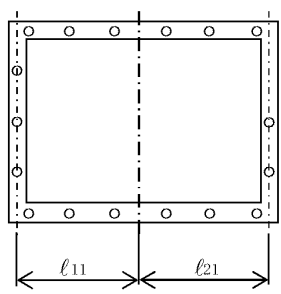
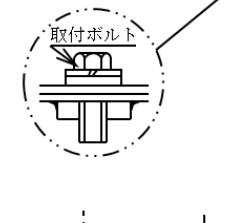
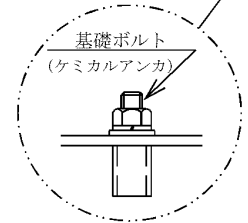
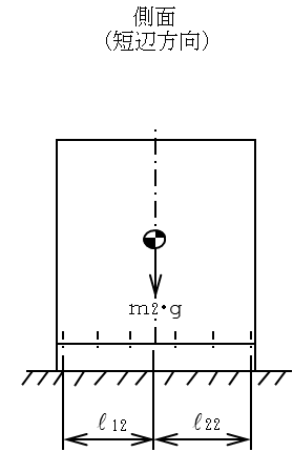
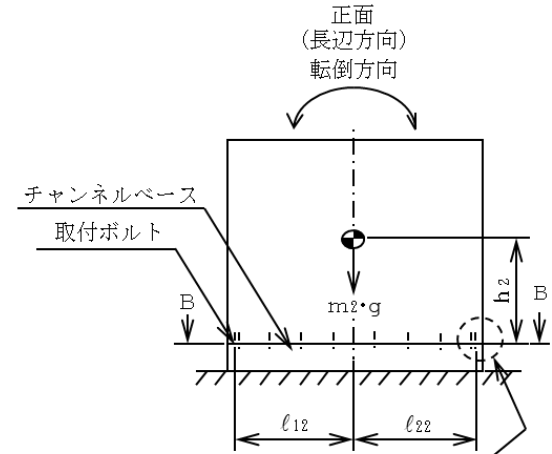
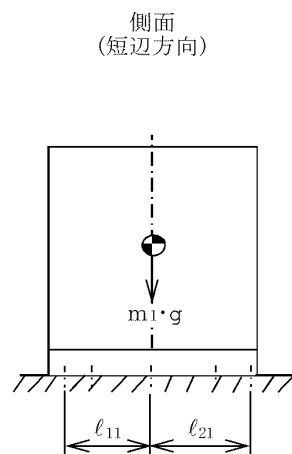
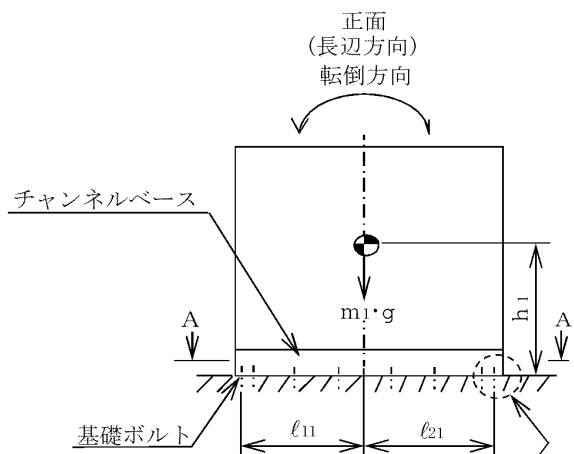
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

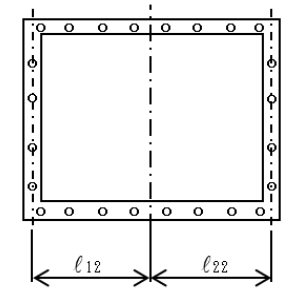
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-115V 系充電器 (2-2267B)	水平方向	1.49	
	鉛直方向	1.05	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 矢视图  
( $l_{11} \leq l_{21}$ )



B~B 矢视图  
( $l_{12} \leq l_{22}$ )



VI-2-10-1-4-4 高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤  
の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期

(単位：s)

高圧炉心スプレイ系 充電器・直流盤 (2-2267H, 2-2265H)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤（2-2267H, 2-2265H）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	高圧炉心スプレイ系 充電器・直流盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	高圧炉心スプレイ系 充電器・直流盤	常設/防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設/防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS400, SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS400, SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験又はサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤 (2-2267H, 2-2265H)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧炉心スプレイ系充電器・直流盤（2-2267H, 2-2265H）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧炉心スプレイ系 充電器・直流盤 (2-2267H, 2-2265H)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)			$C_H=0.78^{*2}$	$C_V=0.54^{*2}$	$C_H=1.56^{*3}$	$C_V=1.16^{*3}$	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		1210	16 (M16)	201.1	34	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	670	840	8	235	280	短辺方向	長辺方向
	1020	1300	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400, SGD3	引張	$\sigma_{b2}=10$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=43$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心スプレイ系 充電器・直流盤 (2-2267H, 2-2265H)	水平方向	1.29	□
	鉛直方向	0.96	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高压炉心スプレイ系 充電器・直流盤 (2-2267H, 2-2265H)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	34	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	670	840	8	—	280	—	長辺方向
	1020	1300	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し, 下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400, SGD3	引張	—	—	$\sigma_{b2}=43$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

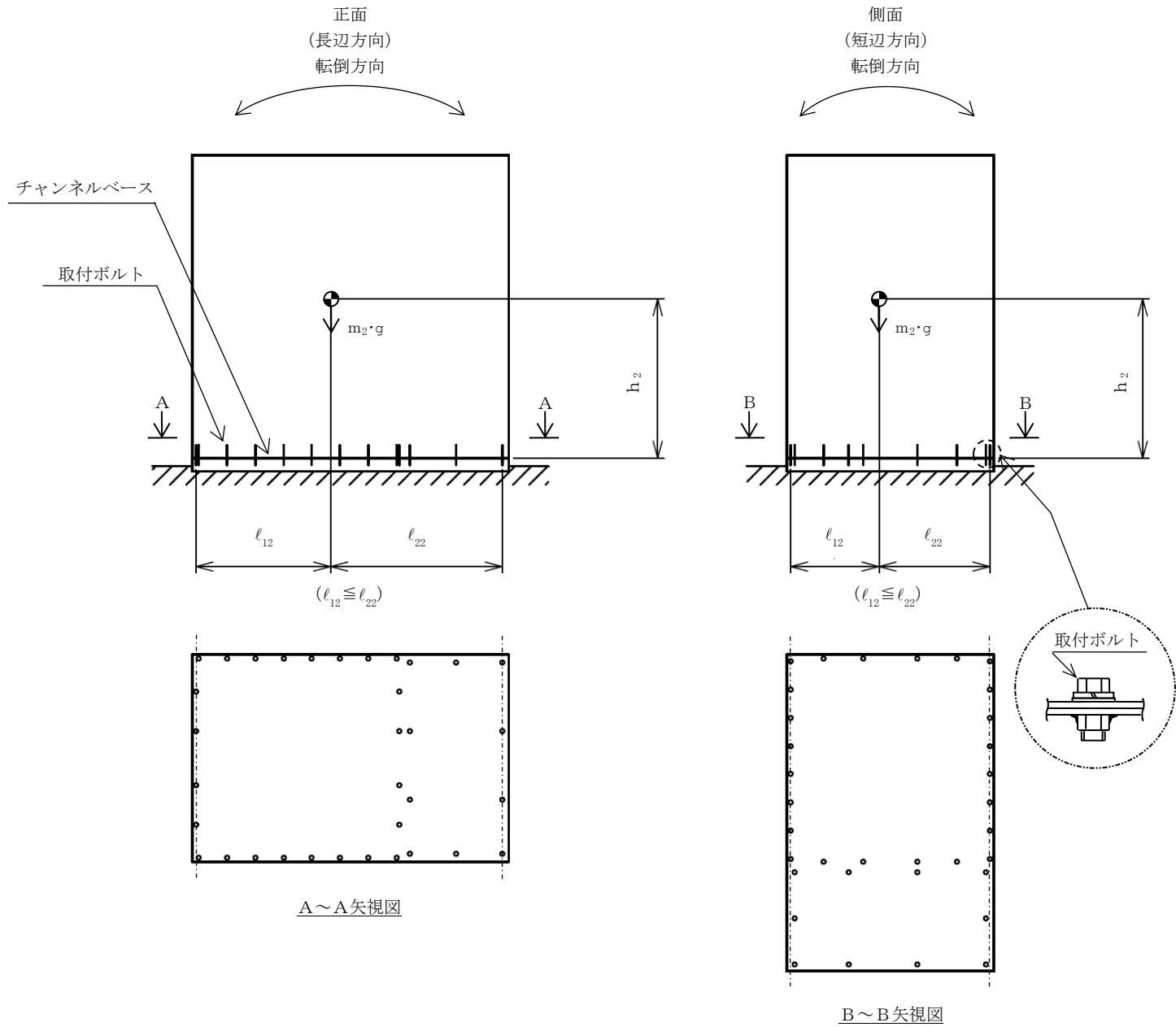
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心スプレイ系 充電器・直流盤 (2-2267H, 2-2265H)	水平方向	1.29	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-5 原子炉中性子計装用充電器の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉中性子計装用充電器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉中性子計装用充電器は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、原子炉中性子計装用充電器は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉中性子計装用充電器の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A-原子炉中性子計装用充電器は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p> <p>B-原子炉中性子計装用充電器は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p><b>【A-原子炉中性子計装用充電器】</b></p> <p>(正面図) (側面図)</p> <p><b>【B-原子炉中性子計装用充電器】</b></p> <p>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉中性子計装用充電器の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-原子炉中性子計装用充電器 (2-2268A)	水平			
	鉛直			
B-原子炉中性子計装用充電器 (2-2268B)	水平			
	鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

原子炉中性子計装用充電器の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉中性子計装用充電器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-2に示す。

###### 4.2.2 許容応力

原子炉中性子計装用充電器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-3のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉中性子計装用充電器の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-5に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉中性子計装用充電器(2-2268A, 2-2268B)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	原子炉中性子計装用充電器	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	原子炉中性子計装用充電器	常設耐震／防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\*：SS400相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\*：SS400相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉中性子計装用充電器の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

原子炉中性子計装用充電器に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-原子炉中性子計装用充電器 (2-2268A)	水平	
	鉛直	
B-原子炉中性子計装用充電器 (2-2268B)	水平	
	鉛直	

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉中性子計装用充電器の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉中性子計装用充電器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉中性子計装用充電器(2-2268A, 2-2268B)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設  
1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉中性子計装用充電器 (2-2268A, 2-2268B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9 <sup>*1</sup> EL 12.3			C <sub>H</sub> =1.06 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.74 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.48 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.47 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 及び静的震度を上回る設計震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

- 1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1200	16 (M16)	201.1	12	215 (40mm<径≦100mm)	400 (40mm<径≦100mm)
取付ボルト (i=2)		1150	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	430	430	3	215	258	短辺方向	短辺方向
	450	450	3				
取付ボルト (i=2)	440	440	4	235	280	短辺方向	短辺方向
	460	460	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
取付ボルト (i=2)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=34$	$f_{ts1}=129^*$	$\sigma_{b1}=93$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=64$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉中性子計装用充電器 (2-2268A, 2-2268B)	水平方向	1.56	
	鉛直方向	1.22	

注記\* : 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉中性子計装用充電器 (2-2268A, 2-2268B)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup> EL 12.3			—	—	C <sub>H</sub> =2.48* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.47* <sup>2</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1200	16 (M16)	201.1	12	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1150	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	430	430	3	—	258	—	短辺方向
	450	450	3				
取付ボルト (i=2)	440	440	4	—	280	—	短辺方向
	460	460	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=93$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=64$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

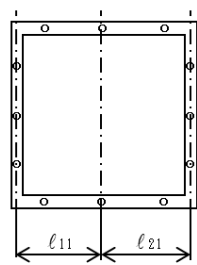
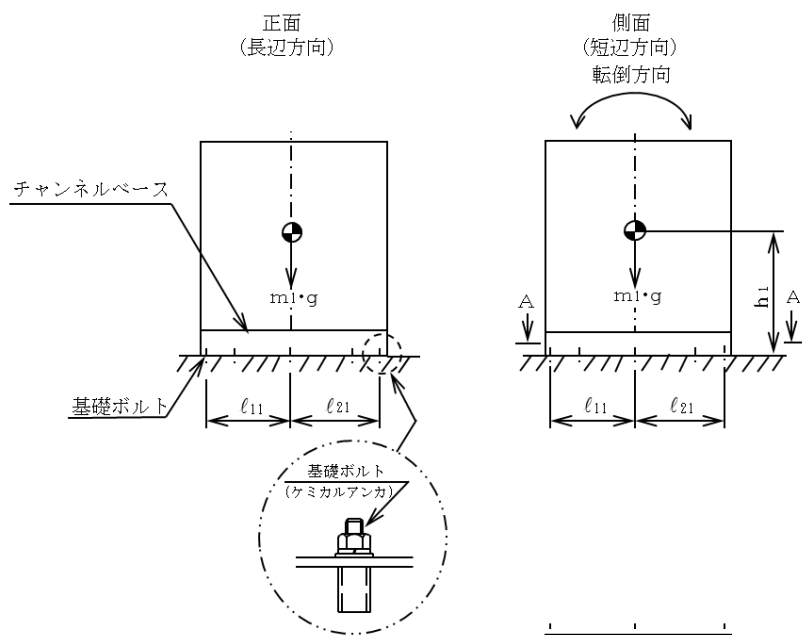
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

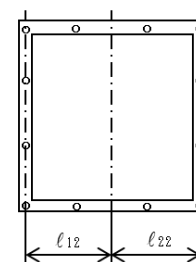
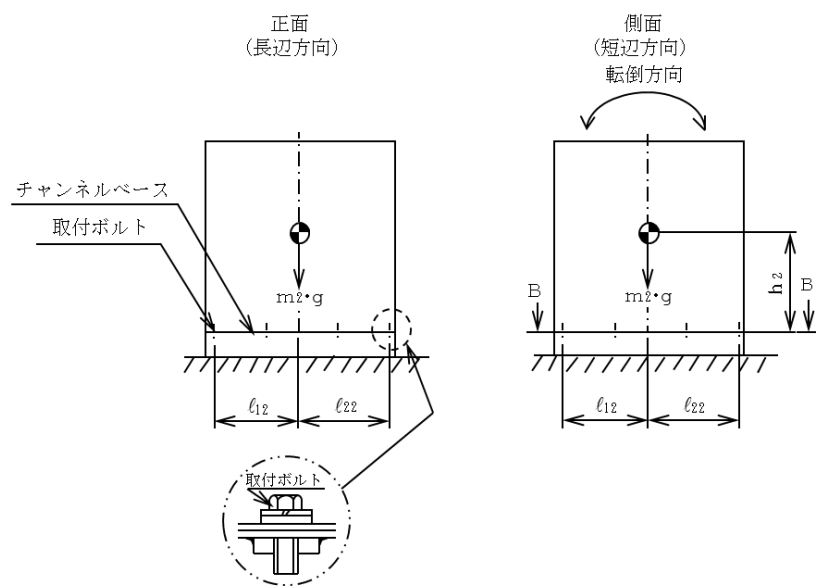
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉中性子計装用充電器 (2-2268A, 2-2268B)	水平方向	1.56	
	鉛直方向	1.22	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



$(l_{11} \leq l_{21})$



$(l_{12} \leq l_{22})$



VI-2-10-1-4-6 メタルクラッド開閉装置の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、メタルクラッド開閉装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

2C, 2D-メタルクラッド開閉装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。

2HPCS-メタルクラッド開閉装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、メタルクラッド開閉装置は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

メタルクラッド開閉装置の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																		
基礎・支持構造	主体構造																			
<p>メタルクラッド開閉装置は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2C-メタルクラッド開閉装置 (2C-M/C)</th> <th>2D-メタルクラッド開閉装置 (2D-M/C)</th> <th>2HPCS-メタルクラッド開閉装置 (2HPCS-M/C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>2740</td> <td>2740</td> <td>2740</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>8000</td> <td>8000</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	2C-メタルクラッド開閉装置 (2C-M/C)	2D-メタルクラッド開閉装置 (2D-M/C)	2HPCS-メタルクラッド開閉装置 (2HPCS-M/C)	たて	2740	2740	2740	横	8000	8000	6000	高さ	2300	2300	2300		
機器名称	2C-メタルクラッド開閉装置 (2C-M/C)	2D-メタルクラッド開閉装置 (2D-M/C)	2HPCS-メタルクラッド開閉装置 (2HPCS-M/C)																	
たて	2740	2740	2740																	
横	8000	8000	6000																	
高さ	2300	2300	2300																	
		(単位：mm)																		

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

メタルクラッド開閉装置の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

2C-メタルクラッド 開閉装置 (2C-M/C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
2D-メタルクラッド 開閉装置 (2D-M/C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
2HPCS-メタルクラッド 開閉装置 (2HPCS-M/C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

メタルクラッド開閉装置の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

メタルクラッド開閉装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

メタルクラッド開閉装置の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

メタルクラッド開閉装置の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2C-メタルクラッド開閉装置 (2C-M/C)の耐震性についての計算結果】、【2D-メタルクラッド開閉装置 (2D-M/C)の耐震性についての計算結果】、【2HPCS-メタルクラッド開閉装置 (2HPCS-M/C)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	メタルクラッド開閉装置	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	メタルクラッド開閉装置	常設耐震／防止	—* <sup>4</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*5}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
			常設／緩和* <sup>2</sup>	—* <sup>4</sup>	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)
常設／防止 (DB拡張)* <sup>3</sup>						

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：2C，2D-メタルクラッド開閉装置の設備分類を示す。

\*3：2HPCS-メタルクラッド開閉装置の設備分類を示す。

\*4：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*5：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

メタルクラッド開閉装置の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

メタルクラッド開閉装置に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
2C-メタルクラッド開閉装置 (2C-M/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2D-メタルクラッド開閉装置 (2D-M/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2HPCS-メタルクラッド開閉装置 (2HPCS-M/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

メタルクラッド開閉装置の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

メタルクラッド開閉装置の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【2C-メタルクラッド開閉装置 (2C-M/C)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C-メタルクラッド 開閉装置 (2C-M/C)	S	原子炉建物 EL. 23.8* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.19* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.23* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.54* <sup>3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	112	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	840	1700	24	215	258	長辺方向	長辺方向
	3220	4680	5				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=66$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=138$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C-メタルクラッド 開閉装置 (2C-M/C)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C-メタルクラッド 開閉装置 (2C-M/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL. 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.23*2	C <sub>V</sub> =1.54*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	112	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	840	1700	24	—	258	—	長辺方向
	3220	4680	5				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=138$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

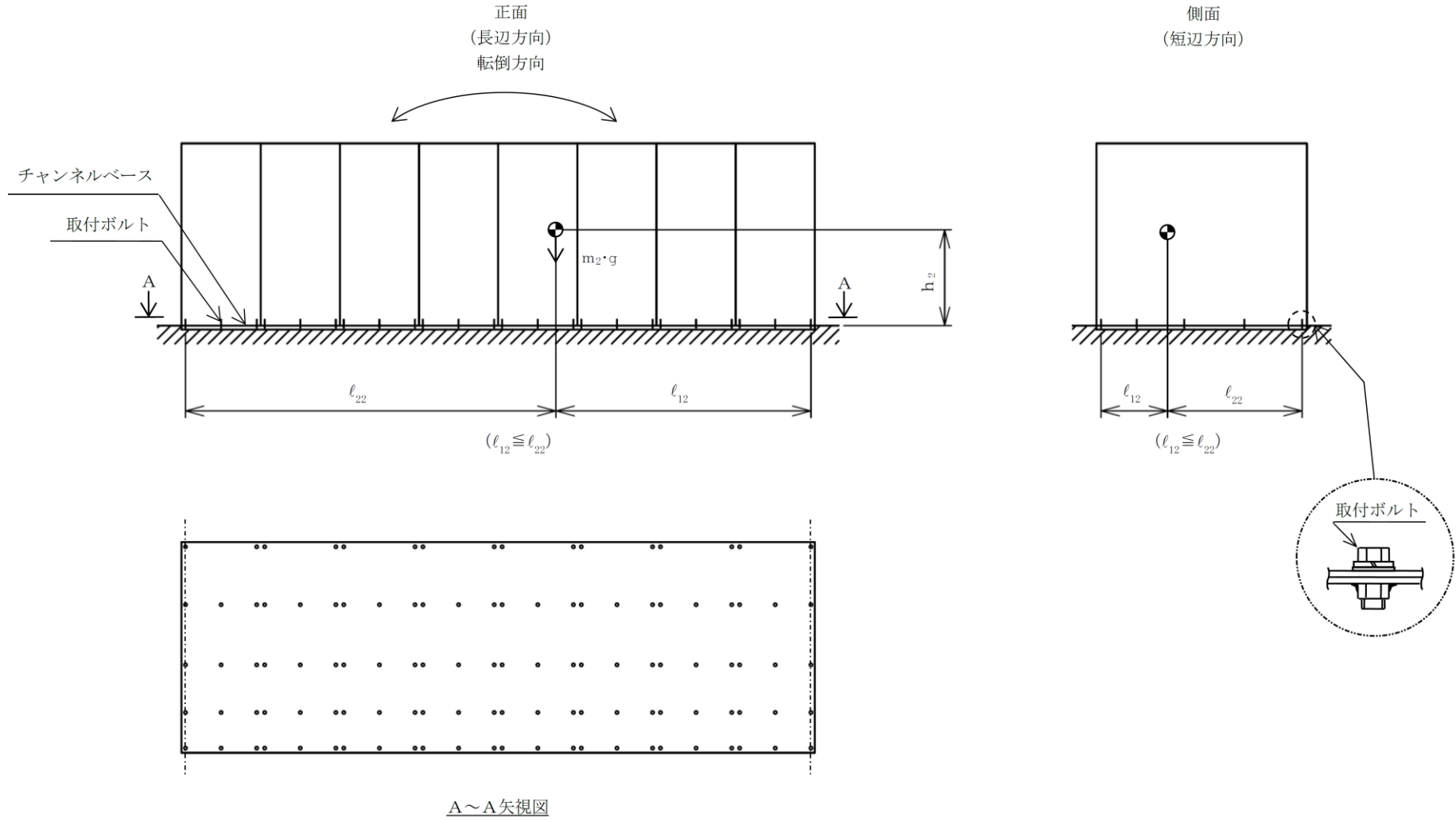
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C-メタルクラッド 開閉装置 (2C-M/C)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。







【2D-メタルクラッド開閉装置 (2D-M/C)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D-メタルクラッド 開閉装置 (2D-M/C)	S	原子炉建物 EL. 23.8* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.19* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.23* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.54* <sup>3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	112	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	840	1700	24	215	258	長辺方向	長辺方向
	3220	4680	5				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=66$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=138$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D-メタルクラッド 開閉装置 (2D-M/C)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D-メタルクラッド 開閉装置 (2D-M/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL. 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.23*2	C <sub>V</sub> =1.54*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	112	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	840	1700	24	—	258	—	長辺方向
	3220	4680	5				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=138$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=15$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

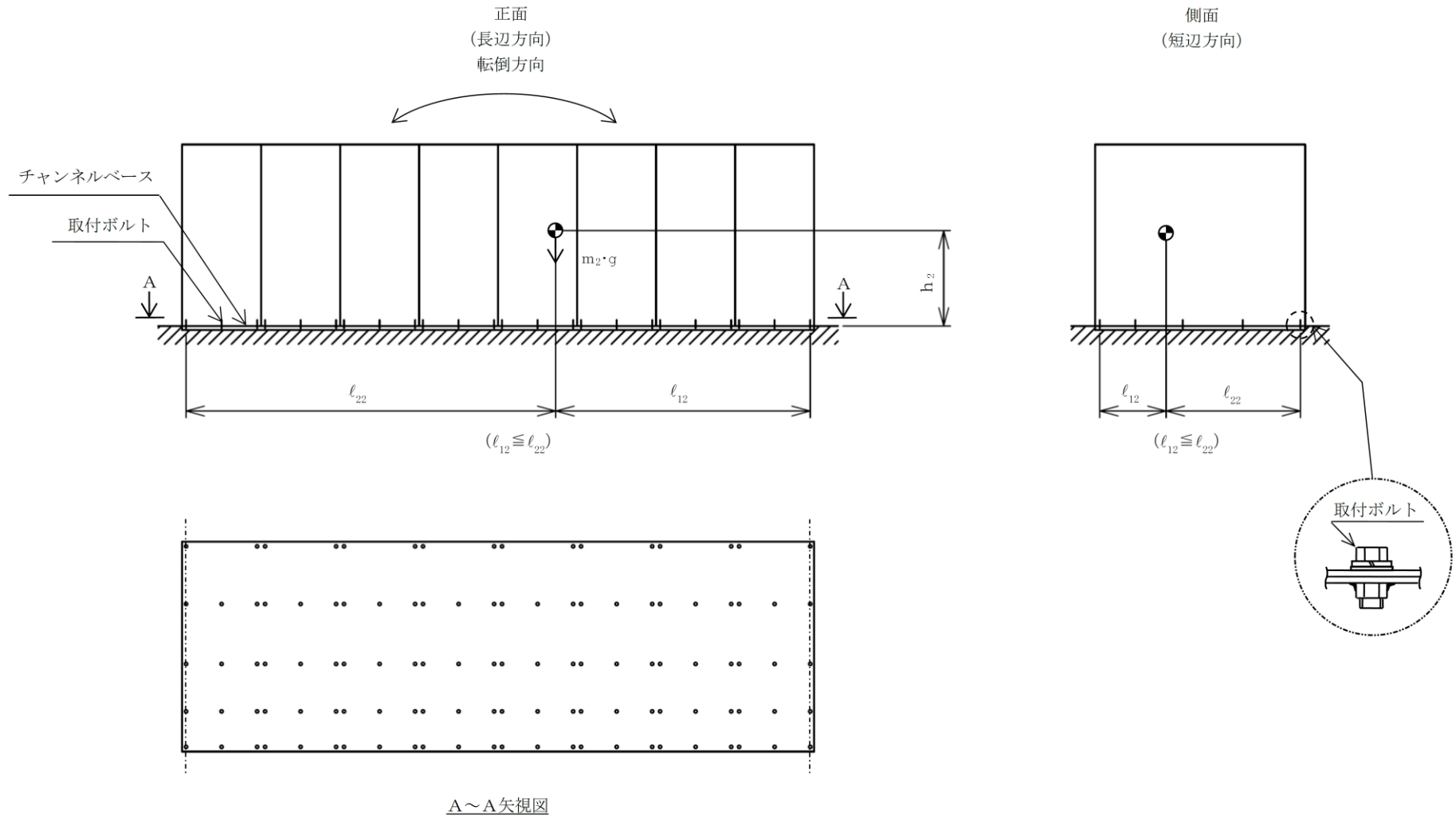
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D-メタルクラッド 開閉装置 (2D-M/C)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【2HPCS-メタルクラッド開閉装置 (2HPCS-M/C)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2HPCS-メタル クラッド開閉装置 (2HPCS-M/C)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8 <sup>*1</sup> )			C <sub>H</sub> =0.78 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.56 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.16 <sup>*3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	66	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *		F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
			S <sub>d</sub> : 11	S <sub>s</sub> : 15			弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	840	1700	S <sub>d</sub> : 11	S <sub>s</sub> : 15	215	258	短辺方向	長辺方向
	2300	3600	S <sub>d</sub> : 5	S <sub>s</sub> : 4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=20$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=105$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=12$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=24$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2HPCS-メタルクラッド 開閉装置 (2HPCS-M/C)	水平方向	1.29	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2HPCS-メタル クラッド開閉装置 (2HPCS-M/C)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	66	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	840	1700	15	—	258	—	長辺方向
	2300	3600	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=105$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=24$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

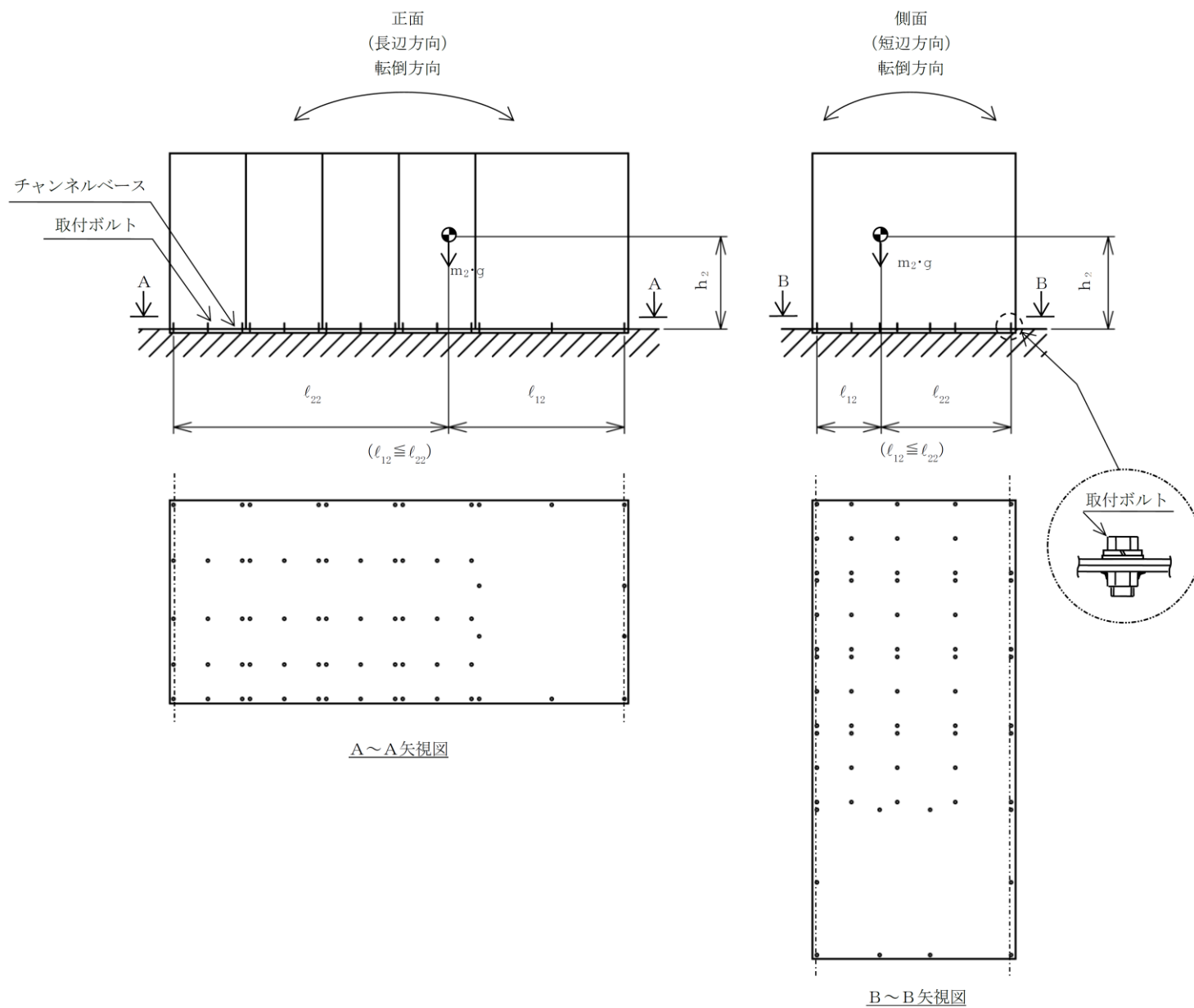
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2HPCS-メタルクラッド 開閉装置 (2HPCS-M/C)	水平方向	1.29	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-7 ロードセンタの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ロードセンタが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ロードセンタは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、ロードセンタは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

ロードセンタの構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
ロードセンタは、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2C-ロードセンタ (2C-L/C)</th> <th>2D-ロードセンタ (2D-L/C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>2140</td> <td>2140</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>10600</td> <td>10600</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	2C-ロードセンタ (2C-L/C)	2D-ロードセンタ (2D-L/C)	たて	2140	2140	横	10600	10600	高さ	2300	2300
機器名称	2C-ロードセンタ (2C-L/C)	2D-ロードセンタ (2D-L/C)												
たて	2140	2140												
横	10600	10600												
高さ	2300	2300												

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

ロードセンタの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

2C-ロードセンタ (2C-L/C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
2D-ロードセンタ (2D-L/C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

ロードセンタの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ロードセンタの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

ロードセンタの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ロードセンタの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2C-ロードセンタ(2C-L/C)の耐震性についての計算結果】、【2D-ロードセンタ(2D-L/C)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	ロードセンタ	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	ロードセンタ	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41*, SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41*, SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

ロードセンタの電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

ロードセンタに設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
2C-ロードセンタ (2C-L/C)	水平	□
	鉛直	□
2D-ロードセンタ (2D-L/C)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

ロードセンタの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

ロードセンタの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【2C-ロードセンタ(2C-L/C)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C-ロードセンタ (2C-L/C)	S	原子炉建物 EL. 23.8 <sup>*1</sup>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C <sub>H</sub> =1.19 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.23 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.54 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1210	16 (M16)	201.1	92	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	570	1370	25	235	280	長辺方向	長辺方向
	4060	6440	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SGD3	引張	$\sigma_{b2}=78$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=186$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C-ロードセンタ (2C-L/C)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C-ロードセンタ (2C-L/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL. 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.23*2	C <sub>V</sub> =1.54*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	92	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	570	1370	25	—	280	—	長辺方向
	4060	6440	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SGD3	引張	—	—	$\sigma_{b2}=186$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

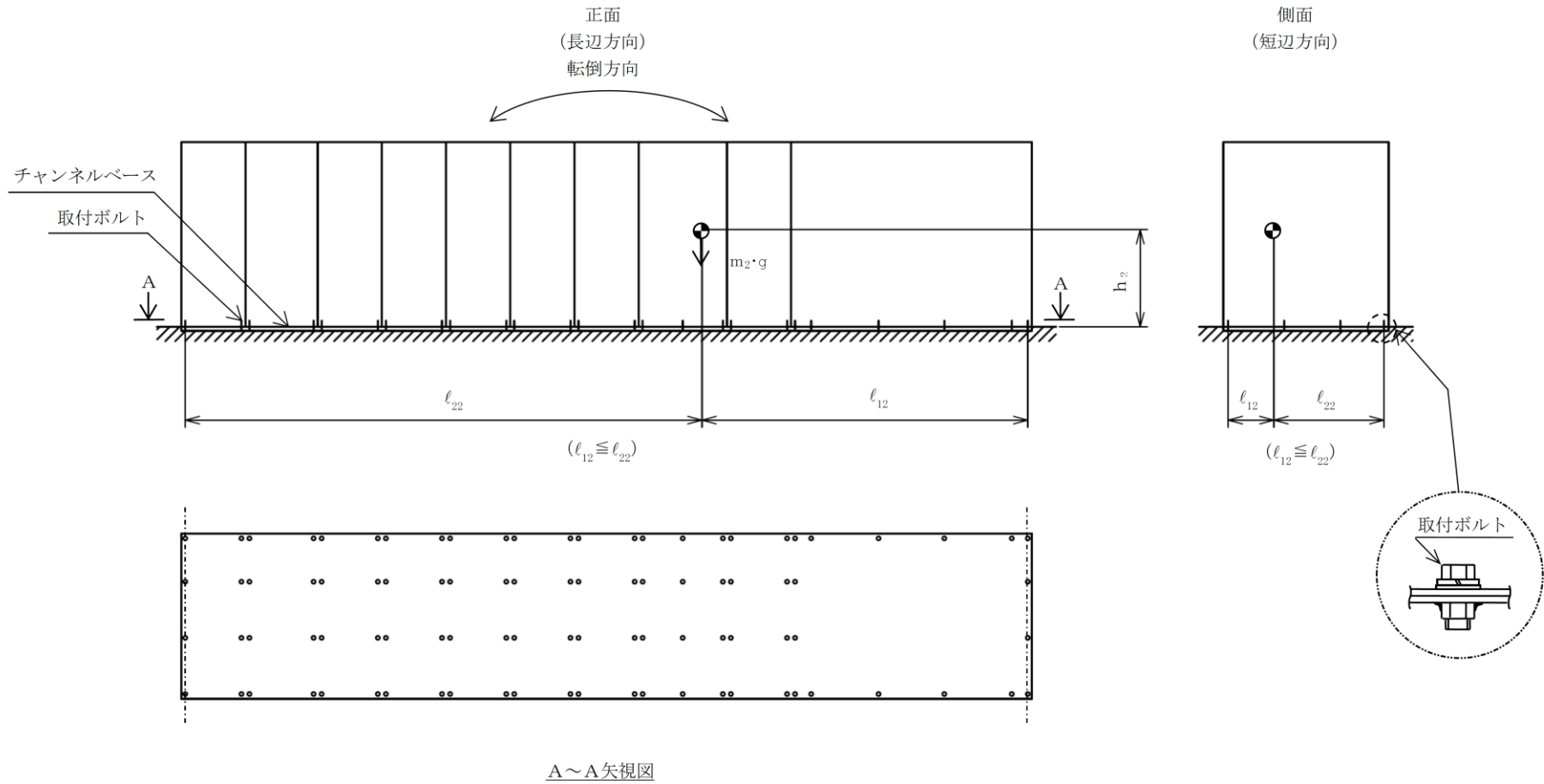
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C-ロードセンタ (2C-L/C)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【2D-ロードセンタ(2D-L/C)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D-ロードセンタ (2D-L/C)	S	原子炉建物 EL. 23.8* <sup>1</sup>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C <sub>H</sub> =1.19* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.23* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.54* <sup>3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1210	16 (M16)	201.1	92	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	570	1370	25	235	280	長辺方向	長辺方向
	4150	6350	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SGD3	引張	$\sigma_{b2}=79$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=187$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=22$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D-ロードセンタ (2D-L/C)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D-ロードセンタ (2D-L/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL. 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.23*2	C <sub>V</sub> =1.54*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	92	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	570	1370	25	—	280	—	長辺方向
	4150	6350	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SGD3	引張	—	—	$\sigma_{b2}=187$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=22$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

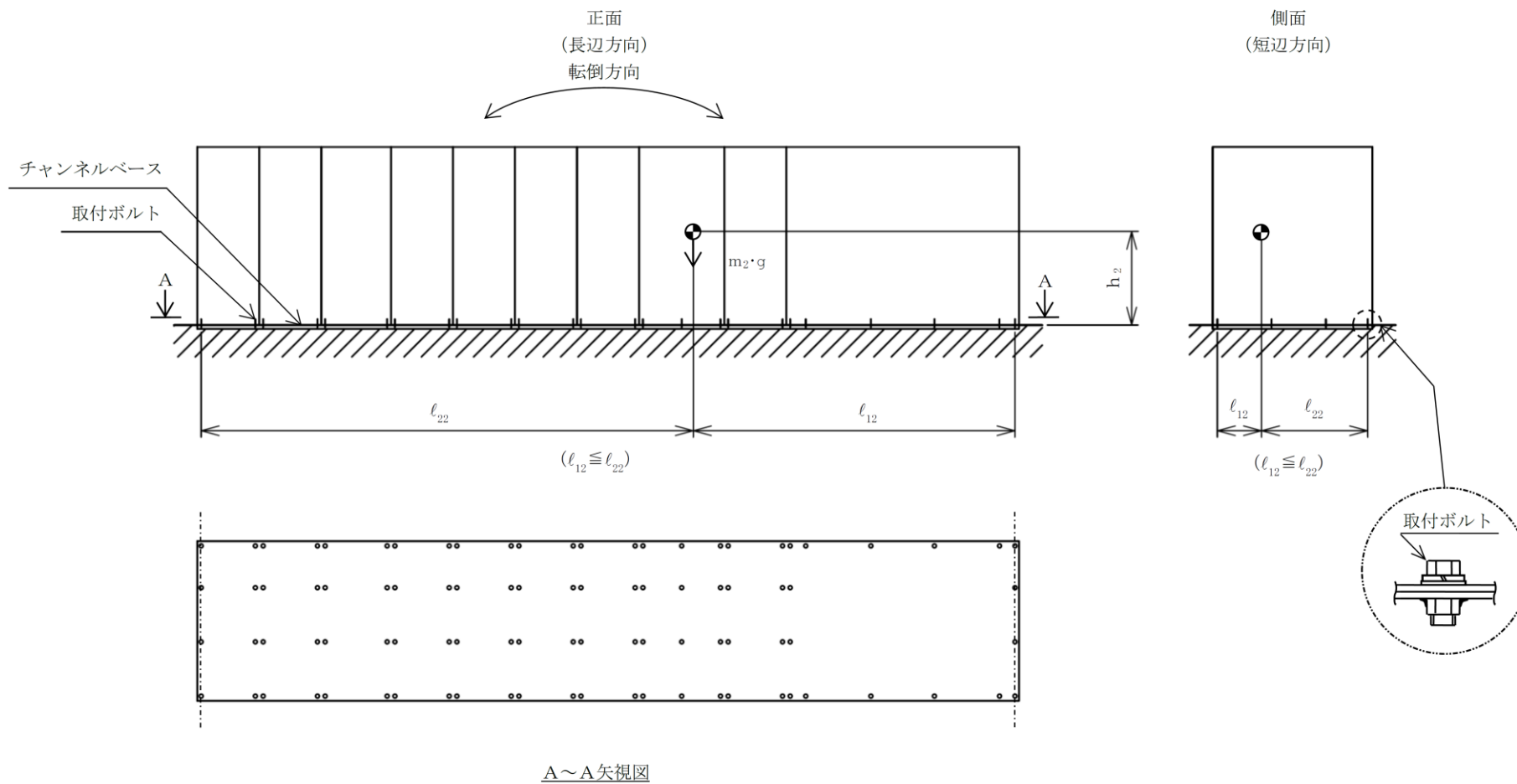
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D-ロードセンタ (2D-L/C)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-8 コントロールセンタの耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	5
3.1 固有周期の確認	5
4. 構造強度評価	6
4.1 構造強度評価方法	6
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
4.3 計算条件	6
5. 機能維持評価	10
5.1 電氣的機能維持評価方法	10
6. 評価結果	11
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	11
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	11

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、コントロールセンタが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

2C1-R/B コントロールセンタ, 2C2-R/B コントロールセンタ, 2C3-R/B コントロールセンタ, 2D1-R/B コントロールセンタ, 2D2-R/B コントロールセンタ, 2D3-R/B コントロールセンタ, 2A-DG コントロールセンタ, 2B-DG コントロールセンタ, 2A-計装コントロールセンタ, 2B-計装コントロールセンタは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。2HPCS コントロールセンタ, 2S-R/B コントロールセンタは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、コントロールセンタは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

コントロールセンタの構造計画を表 2-1～表 2-3 に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図																																	
基礎・支持構造	主体構造																																		
<p>コントロールセンタは、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p>																																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2C1-R/B コントロール センタ (2C1-R/B C/C)</th> <th>2D1-R/B コントロール センタ (2D1-R/B C/C)</th> <th>2D2-R/B コントロール センタ (2D2-R/B C/C)</th> <th>2HPCS コントロール センタ (2HPCS C/C)</th> <th>2A-DG コントロール センタ (2A-DG C/C)</th> <th>2B-DG コントロール センタ (2B-DG C/C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>700</td> <td>700</td> <td>700</td> <td>700</td> <td>700</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>4500</td> <td>5100</td> <td>8100</td> <td>6000</td> <td>2700</td> <td>2700</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	2C1-R/B コントロール センタ (2C1-R/B C/C)	2D1-R/B コントロール センタ (2D1-R/B C/C)	2D2-R/B コントロール センタ (2D2-R/B C/C)	2HPCS コントロール センタ (2HPCS C/C)	2A-DG コントロール センタ (2A-DG C/C)	2B-DG コントロール センタ (2B-DG C/C)	たて	700	700	700	700	700	700	横	4500	5100	8100	6000	2700	2700	高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300					
機器名称	2C1-R/B コントロール センタ (2C1-R/B C/C)	2D1-R/B コントロール センタ (2D1-R/B C/C)	2D2-R/B コントロール センタ (2D2-R/B C/C)	2HPCS コントロール センタ (2HPCS C/C)	2A-DG コントロール センタ (2A-DG C/C)	2B-DG コントロール センタ (2B-DG C/C)																													
たて	700	700	700	700	700	700																													
横	4500	5100	8100	6000	2700	2700																													
高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300																													
		(単位 : mm)																																	

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図																				
基礎・支持構造	主体構造																					
<p>コントロールセンタは、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置するとともに、溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C)</th> <th>2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C)</th> <th>2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C)</th> <th>2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>700</td> <td>700</td> <td>700</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>8100</td> <td>8700</td> <td>8100</td> <td>11400</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C)	2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C)	2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C)	2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)	たて	700	700	700	700	横	8100	8700	8100	11400	高さ	2300	2300	2300	2300
機器名称	2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C)	2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C)	2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C)	2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)																		
たて	700	700	700	700																		
横	8100	8700	8100	11400																		
高さ	2300	2300	2300	2300																		

表 2-3 構造計画 (その 3)

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>コントロールセンタは、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて後打金物及び基礎に埋め込まれた金物に固定する。後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2A-計装 コントロールセンタ (2A-計装 C/C)</th> <th>2B-計装 コントロールセンタ (2B-計装 C/C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>700</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>3900</td> <td>4500</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	2A-計装 コントロールセンタ (2A-計装 C/C)	2B-計装 コントロールセンタ (2B-計装 C/C)	たて	700	700	横	3900	4500	高さ	2300	2300
機器名称	2A-計装 コントロールセンタ (2A-計装 C/C)	2B-計装 コントロールセンタ (2B-計装 C/C)												
たて	700	700												
横	3900	4500												
高さ	2300	2300												

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

コントロールセンタのうち 2C1-R/B, 2C3-R/B, 2D1-R/B, 2D2-R/B, 2D3-R/B, 2HPCS, 2A-DG, 2B-DG, 2A-計装, 2B-計装コントロールセンタの固有周期は, プラスチックハンマ等により, 当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し, 確認する。試験の結果, 剛構造であることを確認した。

2C2-R/B, 2S-R/B コントロールセンタの固有周期は, 構造が同等な盤に対する振動試験(自由振動試験)の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

2C1-R/B コントロールセンタ (2C1-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2D1-R/B コントロールセンタ (2D1-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2D2-R/B コントロールセンタ (2D2-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2HPCS コントロールセンタ (2HPCS C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2A-DG コントロールセンタ (2A-DG C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2B-DG コントロールセンタ (2B-DG C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
2A-計装コントロールセンタ (2A-計装 C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2B-計装コントロールセンタ (2B-計装 C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 4. 構造強度評価

### 4.1 構造強度評価方法

コントロールセンタの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

コントロールセンタの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

#### 4.2.2 許容応力

コントロールセンタの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

コントロールセンタの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2C1-R/B コントロールセンタ(2C1-R/B C/C)の耐震性についての計算結果】、【2C2-R/B コントロールセンタ(2C2-R/B C/C)の耐震性についての計算結果】、【2C3-R/B コントロールセンタ(2C3-R/B C/C)の耐震性についての計算結果】、【2D1-R/B コントロールセンタ(2D1-R/B C/C)の耐震性についての計算結果】、【2D2-R/B コントロールセンタ(2D2-R/B C/C)の耐震性についての計算結果】、【2D3-R/B コントロールセンタ(2D3-R/B C/C)の耐震性についての計算結果】、【2HPCS コントロールセンタ(2HPCS C/C)の耐震性についての計算結果】、【2A-DG コントロールセンタ(2A-DG C/C)の耐震性についての計算結果】、【2B-DG コントロールセンタ(2B-DG C/C)の耐震性についての計算結果】、【2S-R/B コントロールセンタ(2S-R/B C/C)の耐震性についての計算結果】、【2A-計装コントロールセンタ(2A-計装 C/C)の耐震性についての計算結果】、【2B-計装コントロールセンタ(2B-計装 C/C)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	コントロールセンタ	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	コントロールセンタ	常設耐震／防止	—* <sup>4</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*5}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
			常設／緩和* <sup>2</sup>			
			常設／防止 (DB 拡張)* <sup>3</sup>		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：2C1-R/B, 2C2-R/B, 2C3-R/B, 2D1-R/B, 2D2-R/B, 2D3-R/B, 2A-DG, 2B-DG, 2A-計装, 2B-計装コントロールセンタの設備分類を示す。

\*3：2HPCS, 2S-R/B コントロールセンタの設備分類を示す。

\*4：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*5：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。



表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS400, SS41*, SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS400, SS41*, SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

コントロールセンタの電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

コントロールセンタに設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
2C1-R/B コントロールセンタ (2C1-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2D1-R/B コントロールセンタ (2D1-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2D2-R/B コントロールセンタ (2D2-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2HPCS コントロールセンタ (2HPCS C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2A-DG コントロールセンタ (2A-DG C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2B-DG コントロールセンタ (2B-DG C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2A-計装コントロールセンタ (2A-計装 C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
2B-計装コントロールセンタ (2B-計装 C/C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

コントロールセンタの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

コントロールセンタの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【2C1-R/B コントロールセンタ (2C1-R/B C/C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C1-R/B コントロールセンタ (2C1-R/B C/C)	S	原子炉建物 EL. 23.8 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.19 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	84	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	30	235	280	長辺方向	長辺方向
	1870	2560	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=16$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=44$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C1-R/B コントロールセンタ (2C1-R/B C/C)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C1-R/B コントロールセンタ (2C1-R/B C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	84	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	30	—	280	—	長辺方向
	1870	2560	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=44$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

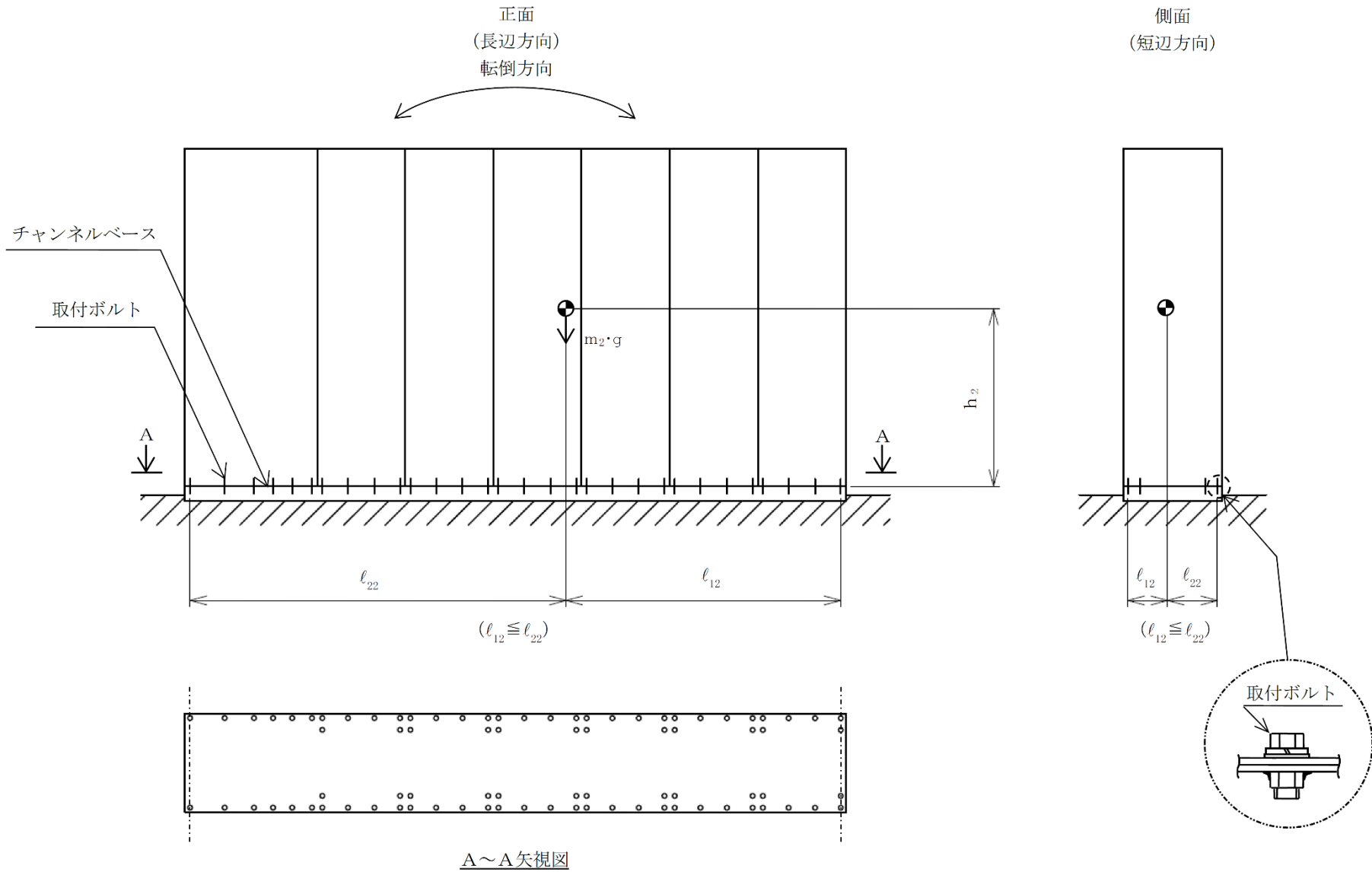
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C1-R/B コントロールセンタ (2C1-R/B C/C)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





【2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C)	S	原子炉建物 EL 28.8 (EL 30.5* <sup>1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.92* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =2.33* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =2.31* <sup>3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	156	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	54	235	280	長辺方向	長辺方向
	3470	4560	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SS400	引張	$\sigma_{b2}=33$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=83$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C)	水平方向	1.95	□
	鉛直方向	1.94	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 28.8 (EL 30.5*1)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.33*2	C <sub>V</sub> =2.31*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	156	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	54	—	280	—	長辺方向
	3470	4560	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=83$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

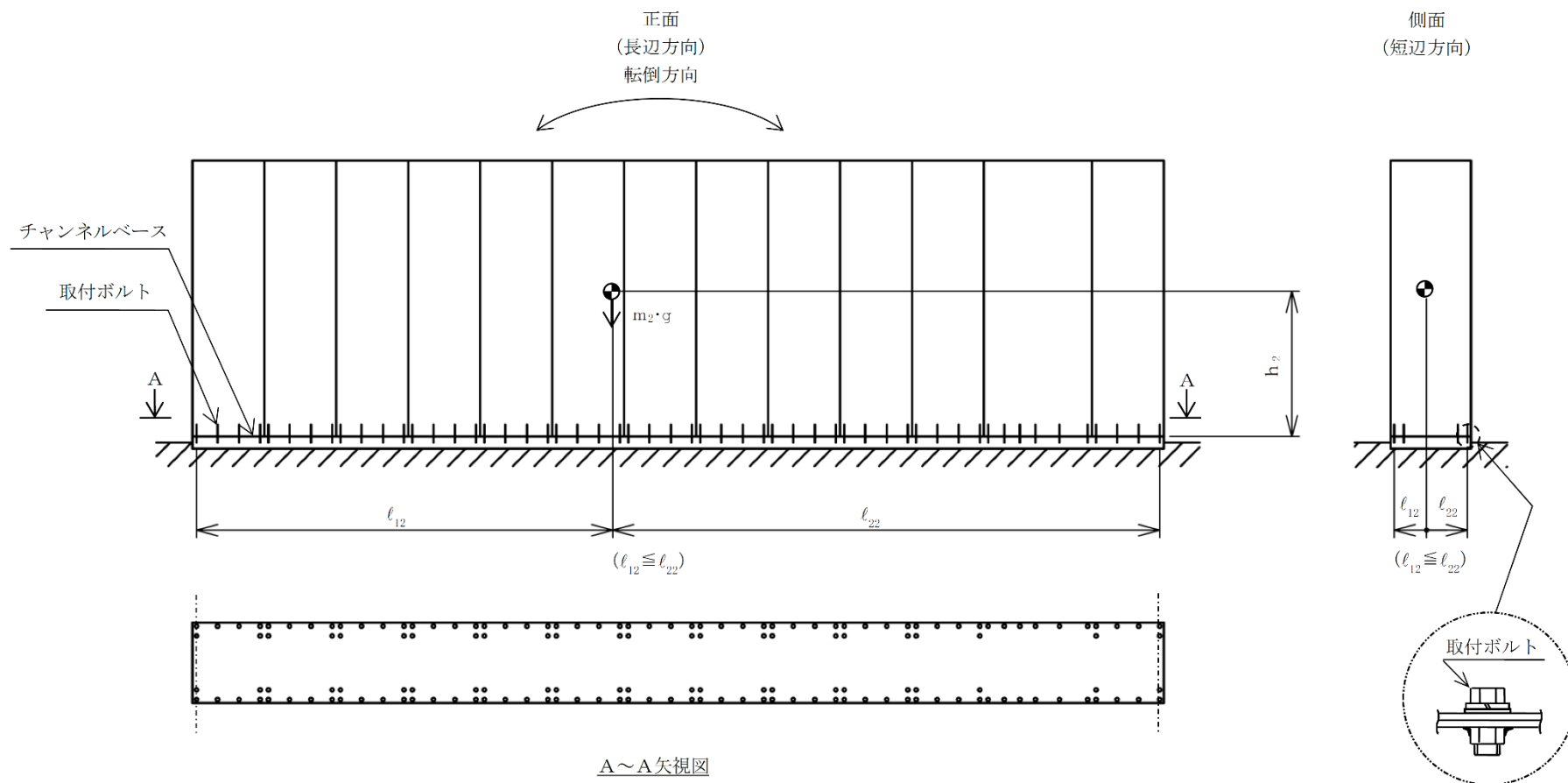
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C2-R/B コントロールセンタ (2C2-R/B C/C)	水平方向	1.95	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.94	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度



機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C)	S	原子炉建物 EL 28.8 (EL 30.5* <sup>1</sup> )			C <sub>H</sub> =1.92* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =2.33* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =2.31* <sup>3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	168	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	58	235	280	長辺方向	長辺方向
	3690	4940	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SS400	引張	$\sigma_{b2}=34$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C)	水平方向	1.95	□
	鉛直方向	1.94	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 28.8 (EL 30.5*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.33*2	C <sub>V</sub> =2.31*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	168	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	58	—	280	—	長辺方向
	3690	4940	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

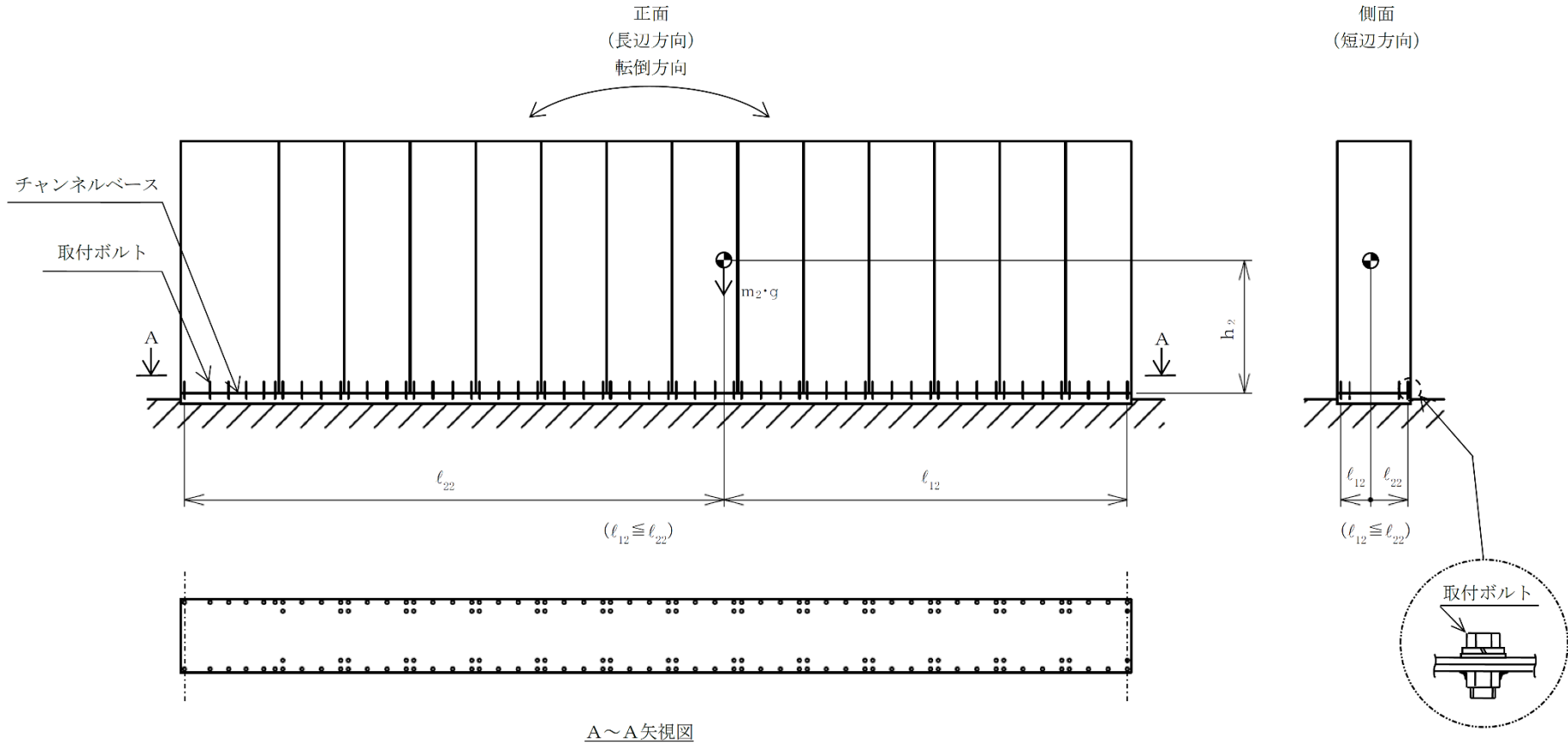
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2C3-R/B コントロールセンタ (2C3-R/B C/C)	水平方向	1.95	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.94	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度



機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【2D1-R/B コントロールセンタ (2D1-R/B C/C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D1-R/B コントロールセンタ (2D1-R/B C/C)	S	原子炉建物 EL 8.8* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =0.78* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.56* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.16* <sup>3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	96	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *		F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	34		235	280	短辺方向	長辺方向
	2130	2900	S <sub>d</sub> :2	S <sub>s</sub> :4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=8$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=22$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )



		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D1-R/B コントロールセンタ (2D1-R/B C/C)	水平方向	1.29	□
	鉛直方向	0.96	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D1-R/B コントロールセンタ (2D1-R/B C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 8.8*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	96	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	34	—	280	—	長辺方向
	2130	2900	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し, 下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=22$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

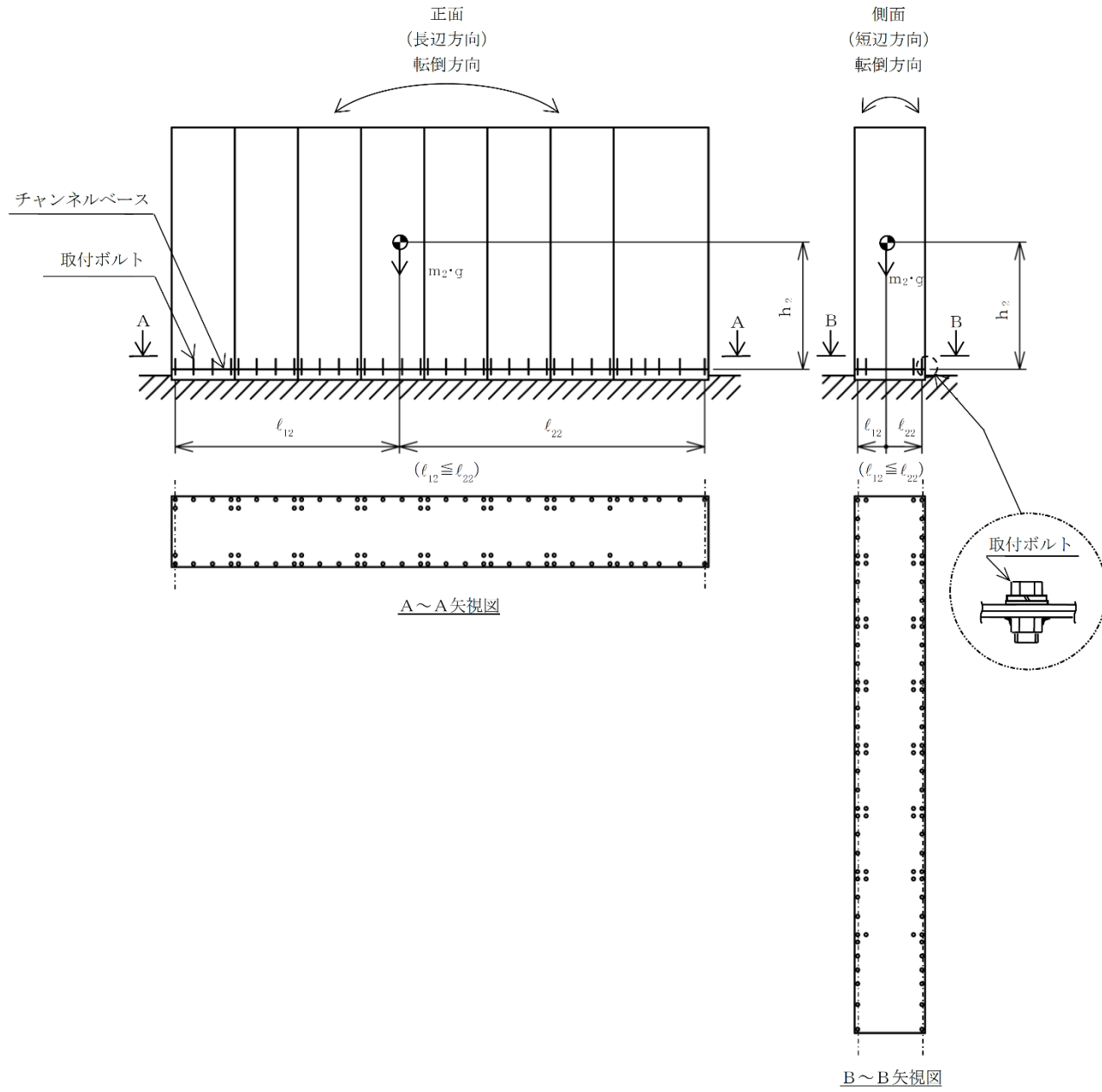
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D1-R/B コントロールセンタ (2D1-R/B C/C)	水平方向	1.29	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。







【2D2-R/B コントロールセンタ (2D2-R/B C/C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D2-R/B コントロールセンタ (2D2-R/B C/C)	S	原子炉建物 EL. 23.8 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.19 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	156	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	54	235	280	長辺方向	長辺方向
	3480	4550	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=18$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=64$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )



		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D2-R/B コントロールセンタ (2D2-R/B C/C)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D2-R/B コントロールセンタ (2D2-R/B C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 23.8*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	156	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	54	—	280	—	長辺方向
	3480	4550	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=64$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

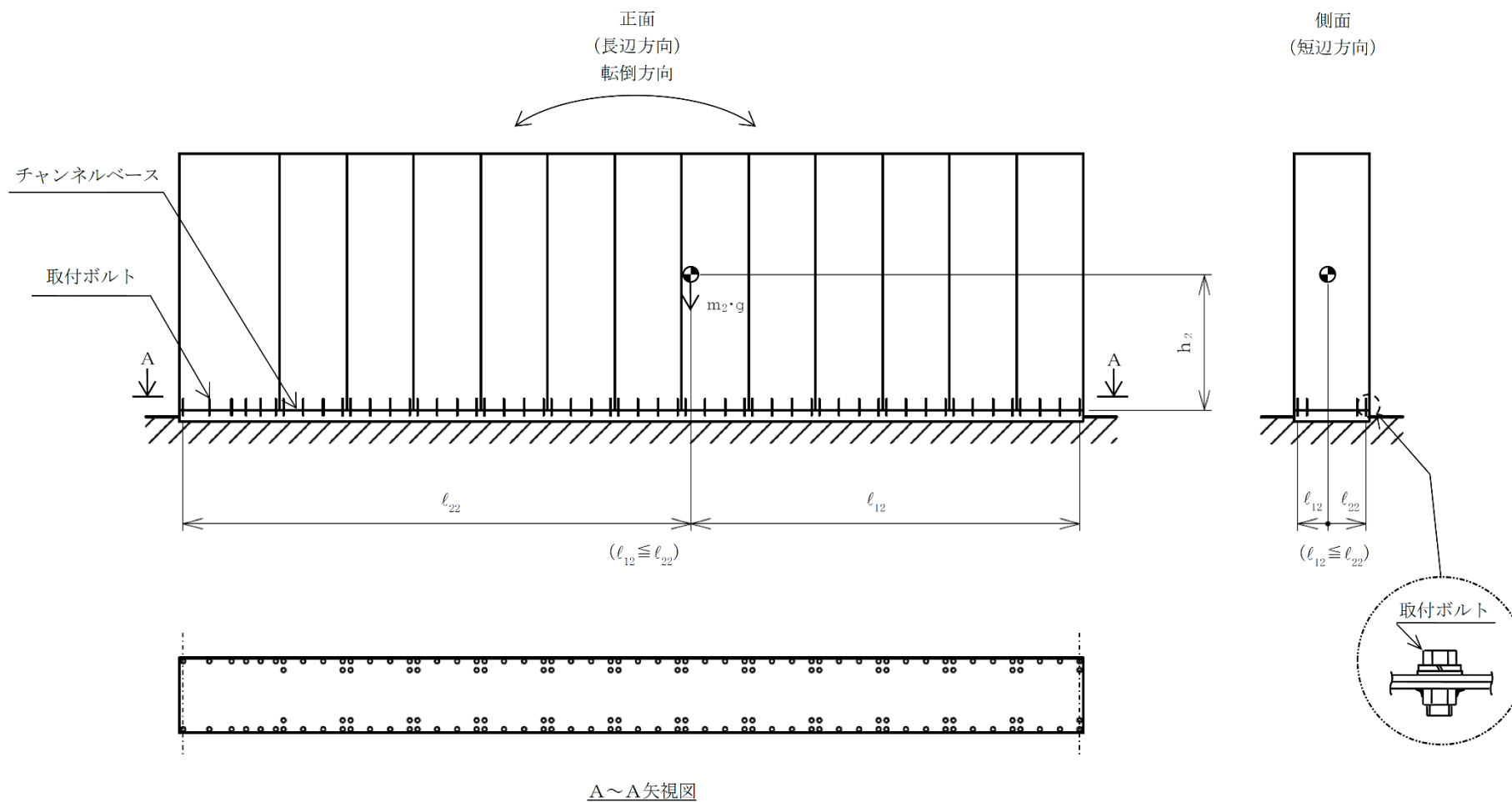
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D2-R/B コントロールセンタ (2D2-R/B C/C)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度



機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C)	S	原子炉建物 EL. 23.8 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.19 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	156	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	54	235	280	長辺方向	長辺方向
	3430	4600	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SS400	引張	$\sigma_{b2}=18$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=65$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	156	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	54	—	280	—	長辺方向
	3430	4600	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=65$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2D3-R/B コントロールセンタ (2D3-R/B C/C)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

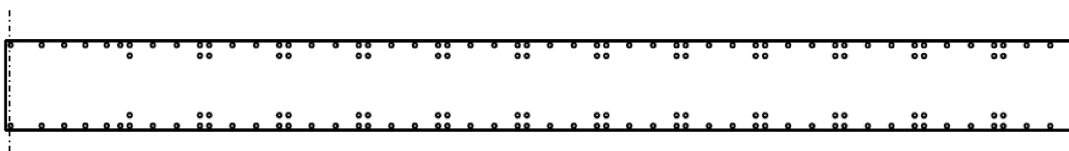
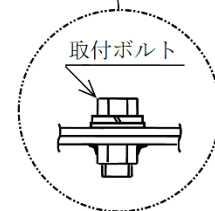
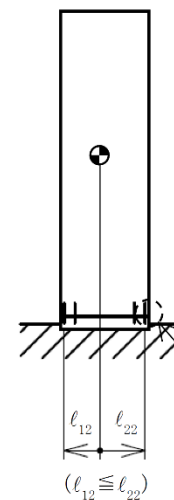
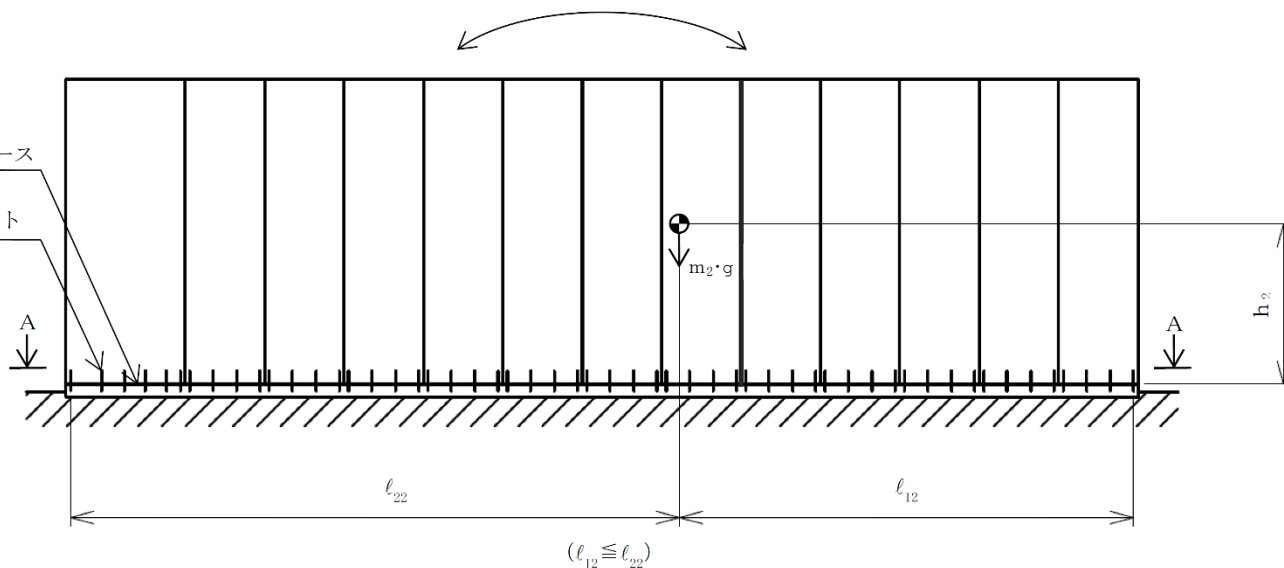
注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面  
(長辺方向)  
転倒方向

側面  
(短辺方向)

チャンネルベース  
取付ボルト





A~A 矢视图

【2HPCS コントロールセンタ (2HPCS C/C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2HPCS コントロールセンタ (2HPCS C/C)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)			$C_H=0.78^{*2}$	$C_V=0.54^{*2}$	$C_H=1.56^{*3}$	$C_V=1.16^{*3}$	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S d) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		1210	16 (M16)	201.1	120	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ( $i=2$ )	270	340	40	235	280	短辺方向	長辺方向
	2610	3320	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=8$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2HPCS コントロールセンタ (2HPCS C/C)	水平方向	1.29	□
	鉛直方向	0.96	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2HPCS コントロールセンタ (2HPCS C/C)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	120	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	40	—	280	—	長辺方向
	2610	3320	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

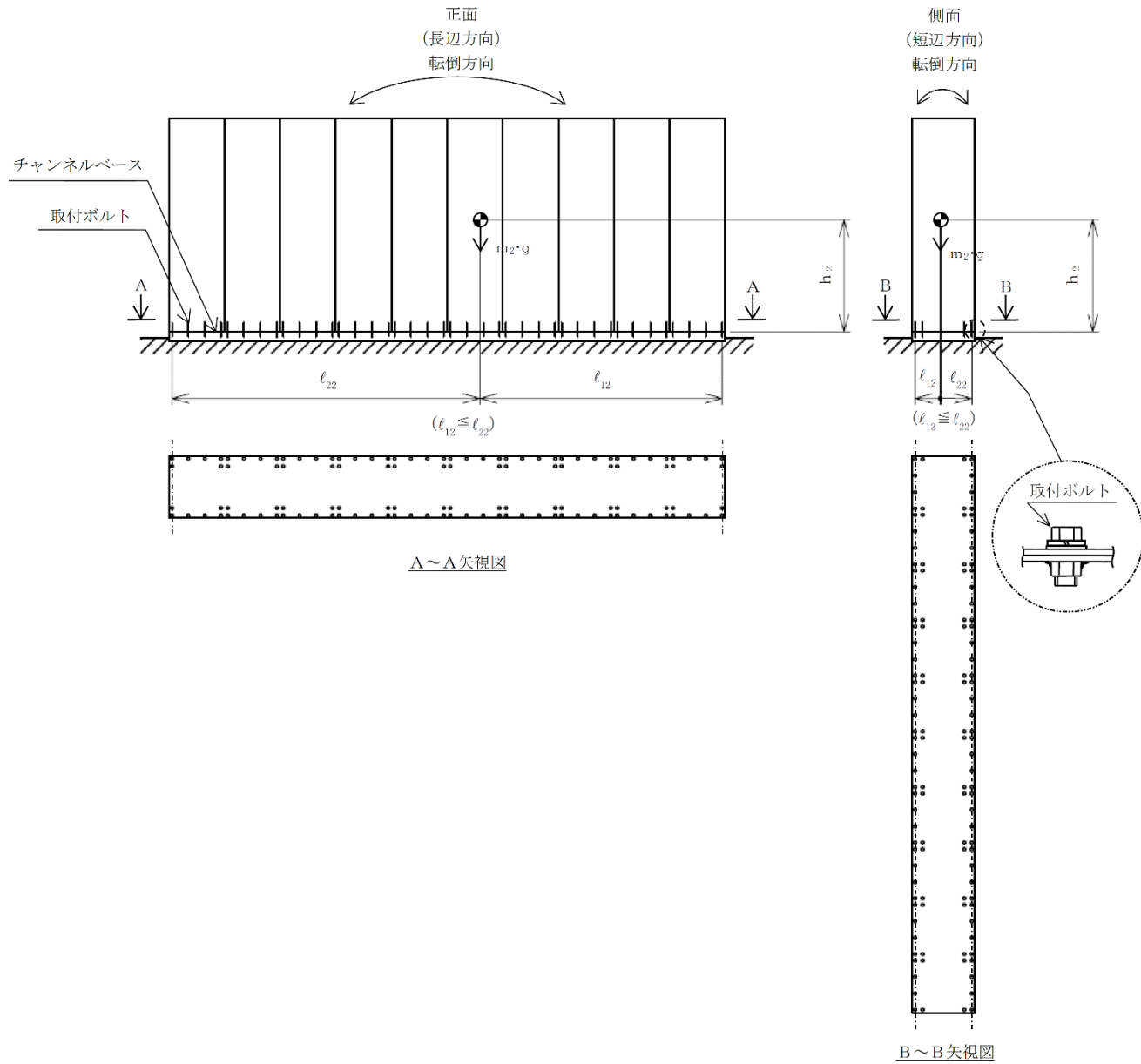
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2HPCS コントロールセンタ (2HPCS C/C)	水平方向	1.29	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度



機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【2A-DG コントロールセンタ (2A-DG C/C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2A-DG コントロールセンタ (2A-DG C/C)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8 <sup>*1</sup> )			C <sub>H</sub> =0.78 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.56 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.16 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S d) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *		F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	270	340	18		235	280	長辺方向	長辺方向
	1070	1560	S d : 2	S s : 4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3	引張	$\sigma_{b2}=8$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2A-DG コントロールセンタ (2A-DG C/C)	水平方向	1.29	□
	鉛直方向	0.96	□

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2A-DG コントロールセンタ (2A-DG C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	18	—	280	—	長辺方向
	1070	1560	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し, 下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3	引張	—	—	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

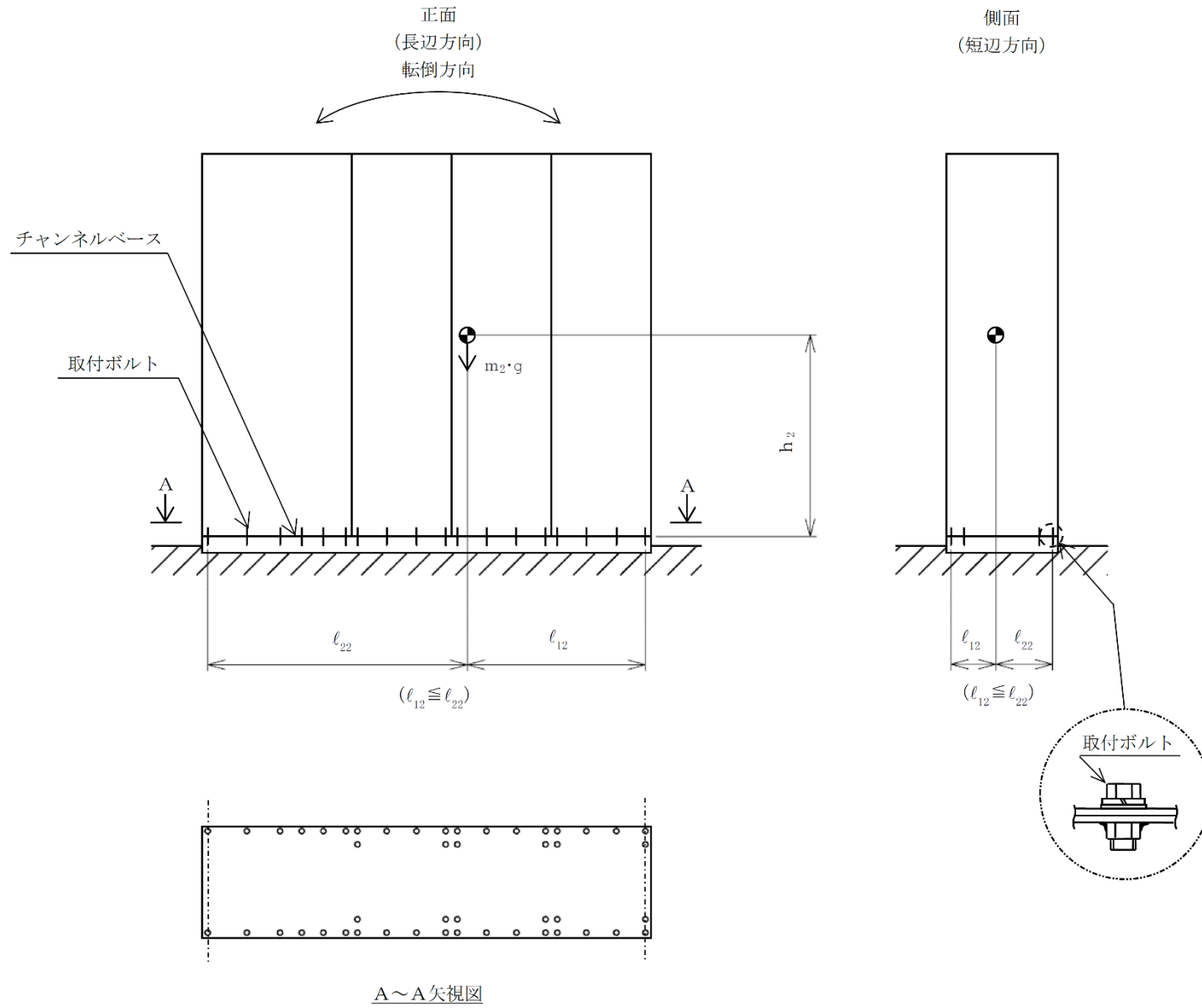
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2A-DG コントロールセンタ (2A-DG C/C)	水平方向	1.29	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度



機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【2B-DG コントロールセンタ (2B-DG C/C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2B-DG コントロールセンタ (2B-DG C/C)	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8 <sup>*1</sup> )			C <sub>H</sub> =0.78 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.56 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.16 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *		F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	18		235	280	長辺方向	長辺方向
	1070	1560	S <sub>d</sub> :2	S <sub>s</sub> :4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3	引張	$\sigma_{b2}=8$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2B-DG コントロールセンタ (2B-DG C/C)	水平方向	1.29	□
	鉛直方向	0.96	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2B-DG コントロールセンタ (2B-DG C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	18	—	280	—	長辺方向
	1070	1560	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3	引張	—	—	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

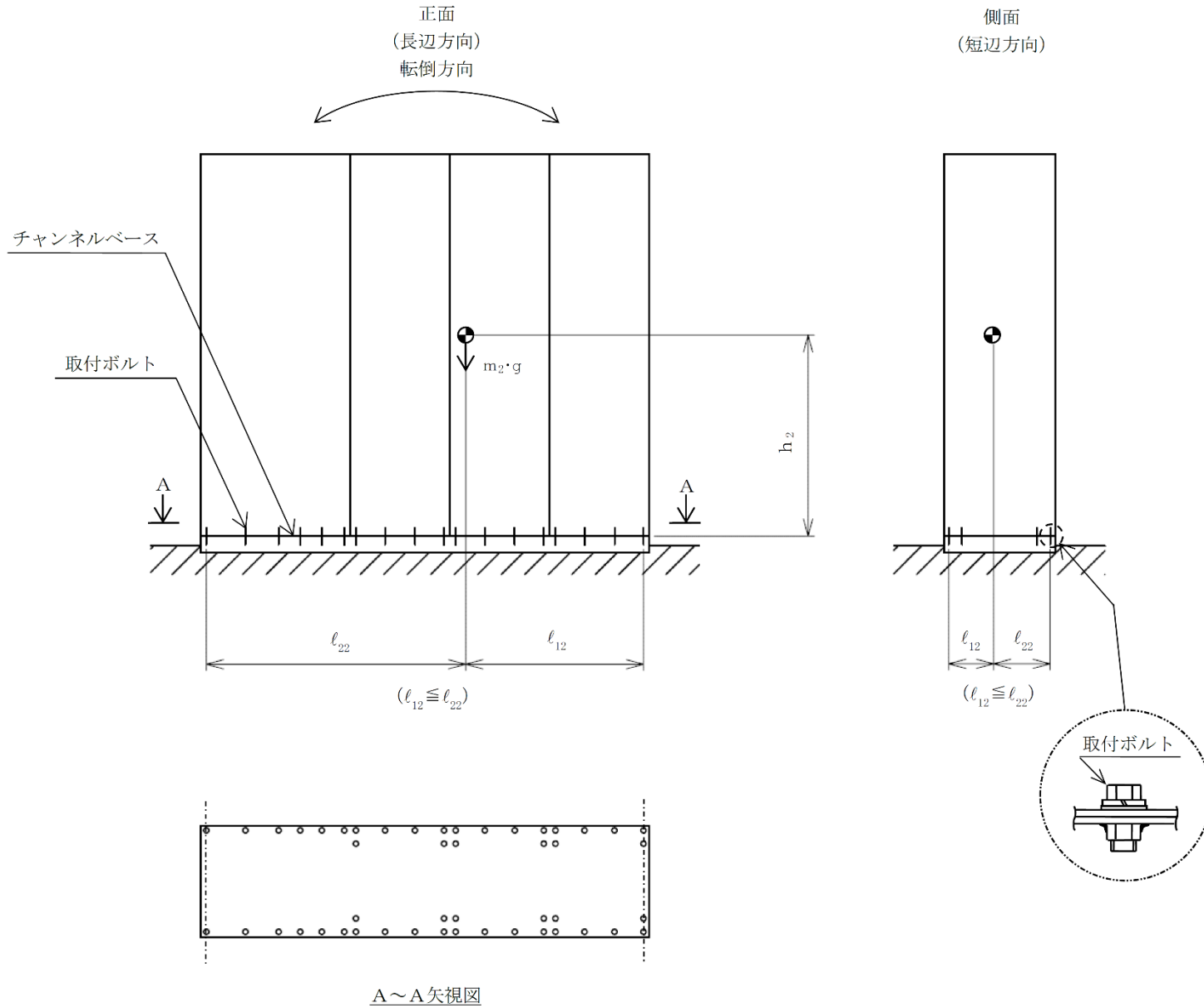
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2B-DG コントロールセンタ (2B-DG C/C)	水平方向	1.29	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.96	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





【2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)	S	原子炉建物 EL 28.8 (EL 30.5* <sup>1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.92* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =2.33* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =2.31* <sup>3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	216	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	76	235	280	長辺方向	長辺方向
	4880	6450	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SS400	引張	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)	水平方向	1.95	□
	鉛直方向	1.94	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 28.8 (EL 30.5*1)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.33*2	C <sub>V</sub> =2.31*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	216	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	76	—	280	—	長辺方向
	4880	6450	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41, SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

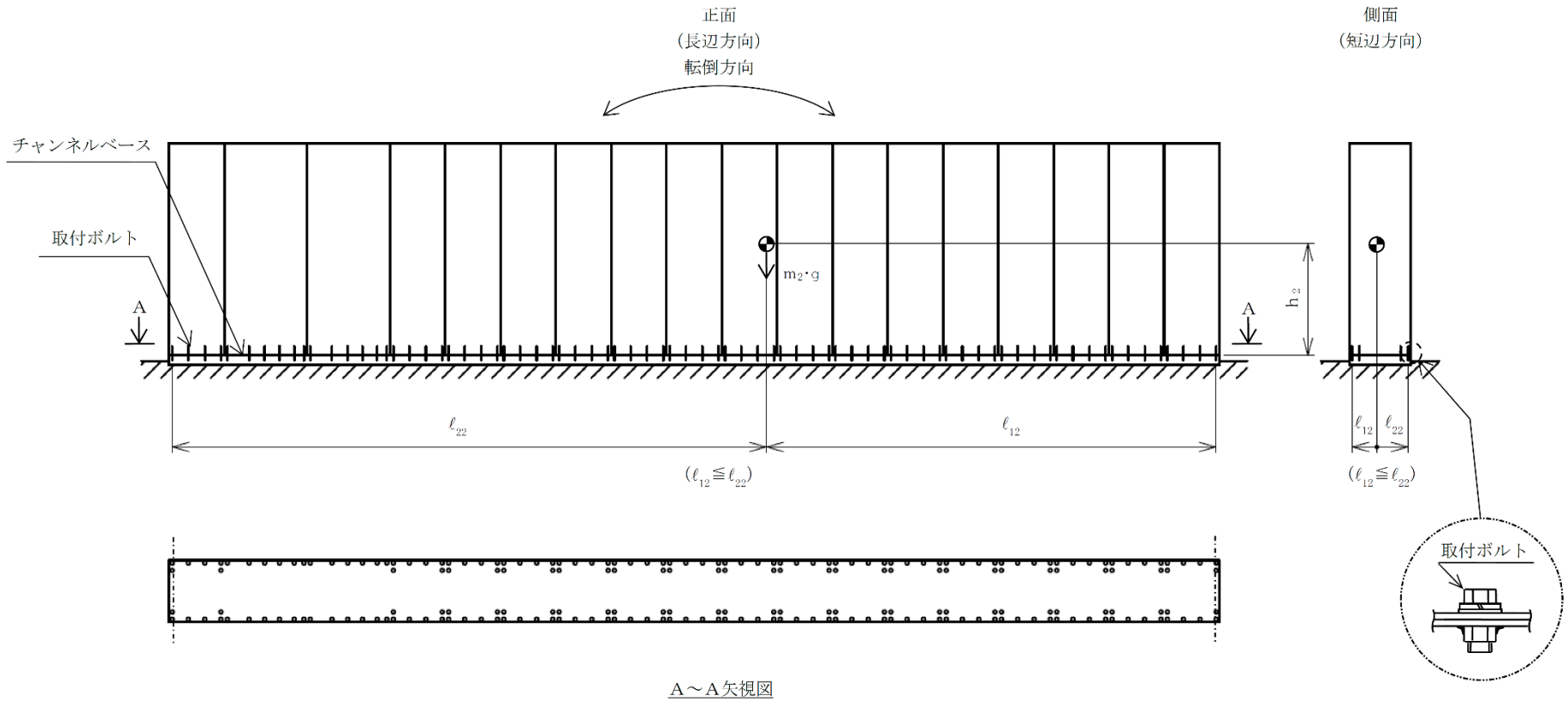
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2S-R/B コントロールセンタ (2S-R/B C/C)	水平方向	1.95	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.94	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【2A-計装コントロールセンタ(2A-計装 C/C)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2A-計装 コントロールセンタ (2A-計装 C/C)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.25 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	72	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	26	235	280	短辺方向	長辺方向
	1630	2200	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3, SS400	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=30$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2A-計装 コントロールセンタ (2A-計装 C/C)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2A-計装 コントロールセンタ (2A-計装 C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.88*2	C <sub>V</sub> =1.46*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	72	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	26	—	280	—	長辺方向
	1630	2200	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3, SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=30$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

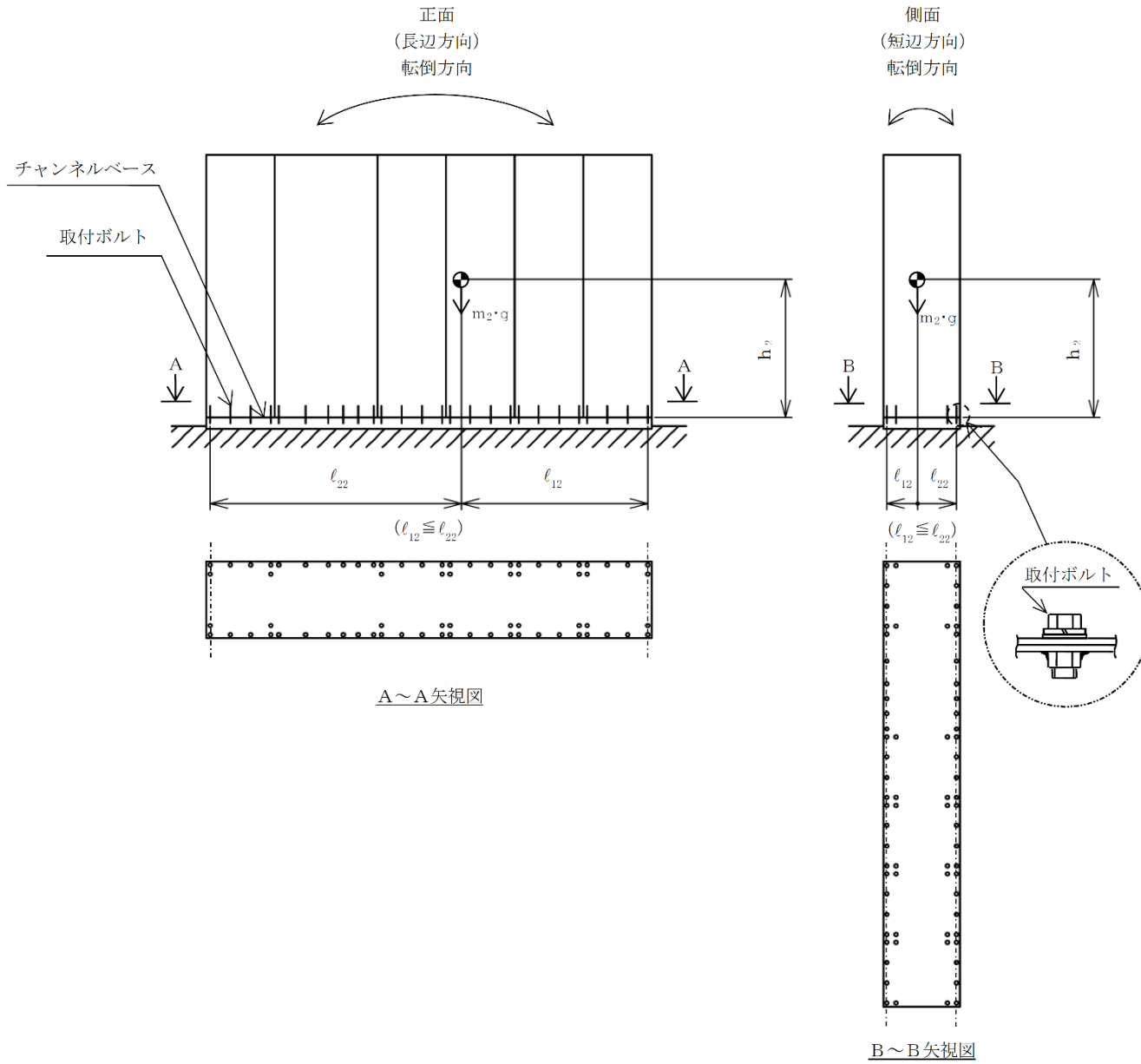
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2A-計装 コントロールセンタ (2A-計装 C/C)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【2B-計装コントロールセンタ(2B-計装 C/C)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2B-計装 コントロールセンタ (2B-計装 C/C)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.01 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.57 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.79 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.26 <sup>*3</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	84	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	30	235	280	短辺方向	長辺方向
	1880	2550	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3, SS400	引張	$\sigma_{b2}=10$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2B-計装 コントロールセンタ (2B-計装 C/C)	水平方向	1.49	□
	鉛直方向	1.05	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2B-計装 コントロールセンタ (2B-計装 C/C)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.79*2	C <sub>V</sub> =1.26*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	84	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	30	—	280	—	長辺方向
	1880	2550	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3, SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

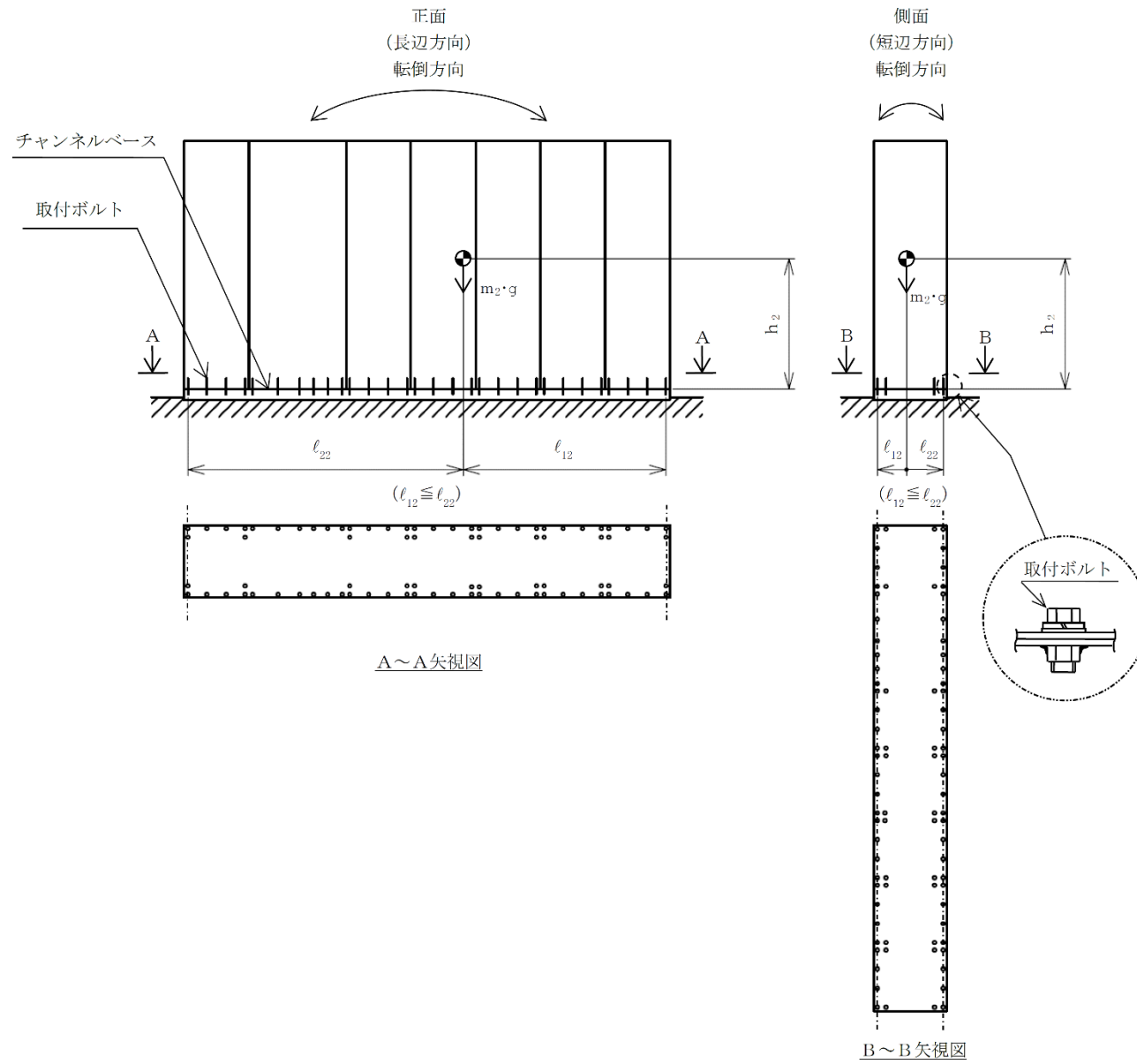
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2B-計装 コントロールセンタ (2B-計装 C/C)	水平方向	1.49	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-9 動力変圧器の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の確認	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
4.3 計算条件	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	10
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	10

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、動力変圧器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

2C, 2D-動力変圧器は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。2HPCS-動力変圧器は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、動力変圧器は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形（変圧器）であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

動力変圧器の構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>動力変圧器は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (変圧器)</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2C-動力変圧器</th> <th>2D-動力変圧器</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1760</td> <td>1760</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>2700</td> <td>2700</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2075</td> <td>2075</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	2C-動力変圧器	2D-動力変圧器	たて	1760	1760	横	2700	2700	高さ	2075	2075
機器名称	2C-動力変圧器	2D-動力変圧器												
たて	1760	1760												
横	2700	2700												
高さ	2075	2075												

(単位：mm)

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>動力変圧器は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (変圧器)</p>	<p>【2HPCS-動力変圧器】</p> <p>The drawing shows two views of a power transformer. The front view (正面図) has a width of 1600 mm and a height of 1725 mm. The side view (側面図) has a width of 2200 mm. Labels include: 動力変圧器 (Power Transformer), チャンネルベース (Channel Base), 取付ボルト (Mounting Bolt), 床 (Floor), 埋込金物 (Embedment Hardware), and 溶接 (Welding). The transformer is mounted on a channel base which is fixed to a floor slab using embedding hardware and welding.</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

動力変圧器のうち 2D-動力変圧器の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。

2C, 2HPCS-動力変圧器の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

2C-動力変圧器	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
2D-動力変圧器	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
2HPCS-動力変圧器	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

動力変圧器の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

動力変圧器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

動力変圧器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

動力変圧器の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2C-動力変圧器の耐震性についての計算結果】、【2D-動力変圧器の耐震性についての計算結果】、【2HPCS-動力変圧器の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	動力変圧器	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	動力変圧器	常設耐震／防止	—* <sup>4</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*5}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
			常設／緩和* <sup>2</sup>		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)
			常設／防止 (DB拡張)* <sup>3</sup>			

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*2：2C, 2D-動力変圧器の設備分類を示す。

\*3：2HPCS-動力変圧器の設備分類を示す。

\*4：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*5：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。



表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

動力変圧器の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

動力変圧器はJ E A G 4 6 0 1-1987において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、動力変圧器の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

動力変圧器の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は  
(1)構造強度評価結果による。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

動力変圧器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は  
(1)構造強度評価結果による。

【2C-動力変圧器の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C-動力変圧器	S	原子炉建物 EL. 23.8*1	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.19*2	C <sub>V</sub> =1.10*2	C <sub>H</sub> =1.73*3	C <sub>V</sub> =2.07*3	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		900	24 (M24)	452.4	18	215 (40mm < 径 ≤ 100mm)	400 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	630	770	4	215	258	短辺方向	短辺方向
	1120	1380	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=49$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=23$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C-動力変圧器	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL. 23.8*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		900	24 (M24)	452.4	18	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	630	770	4	—	258	—	短辺方向
	1120	1380	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

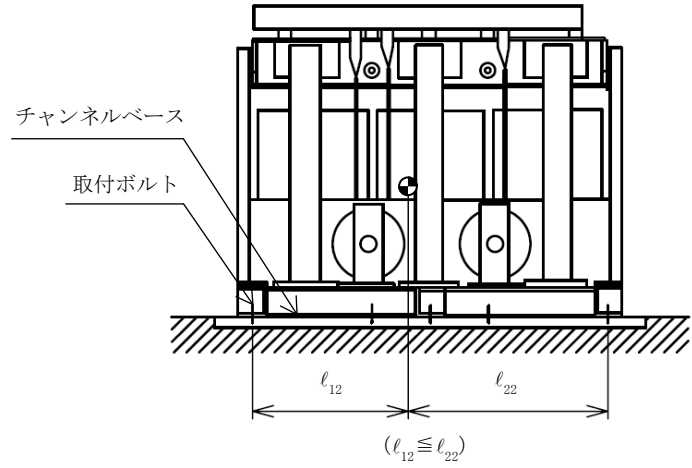
部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=23$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

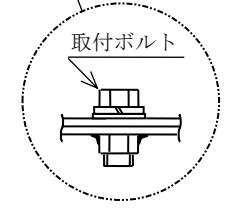
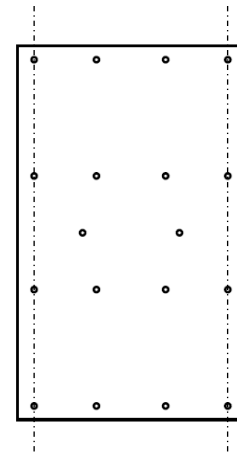
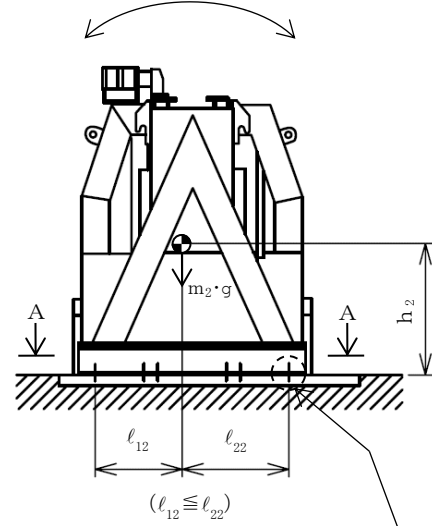
すべて許容応力以下である。



正面  
(長辺方向)



側面  
(短辺方向)  
転倒方向



A~A矢視図

【2D-動力変圧器の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D-動力変圧器	S	原子炉建物 EL. 23.8 <sup>*1</sup>	□	□	C <sub>H</sub> =1.19 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	900	24 (M24)	452.4	18	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	630	770	4	215	258	短辺方向	短辺方向
	1120	1380	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=49$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=16$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=23$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D-動力変圧器	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL. 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	900	24 (M24)	452.4	18	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	630	770	4	—	258	—	短辺方向
	1120	1380	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

## 2.3 計算数値

## 2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 2.4 結論

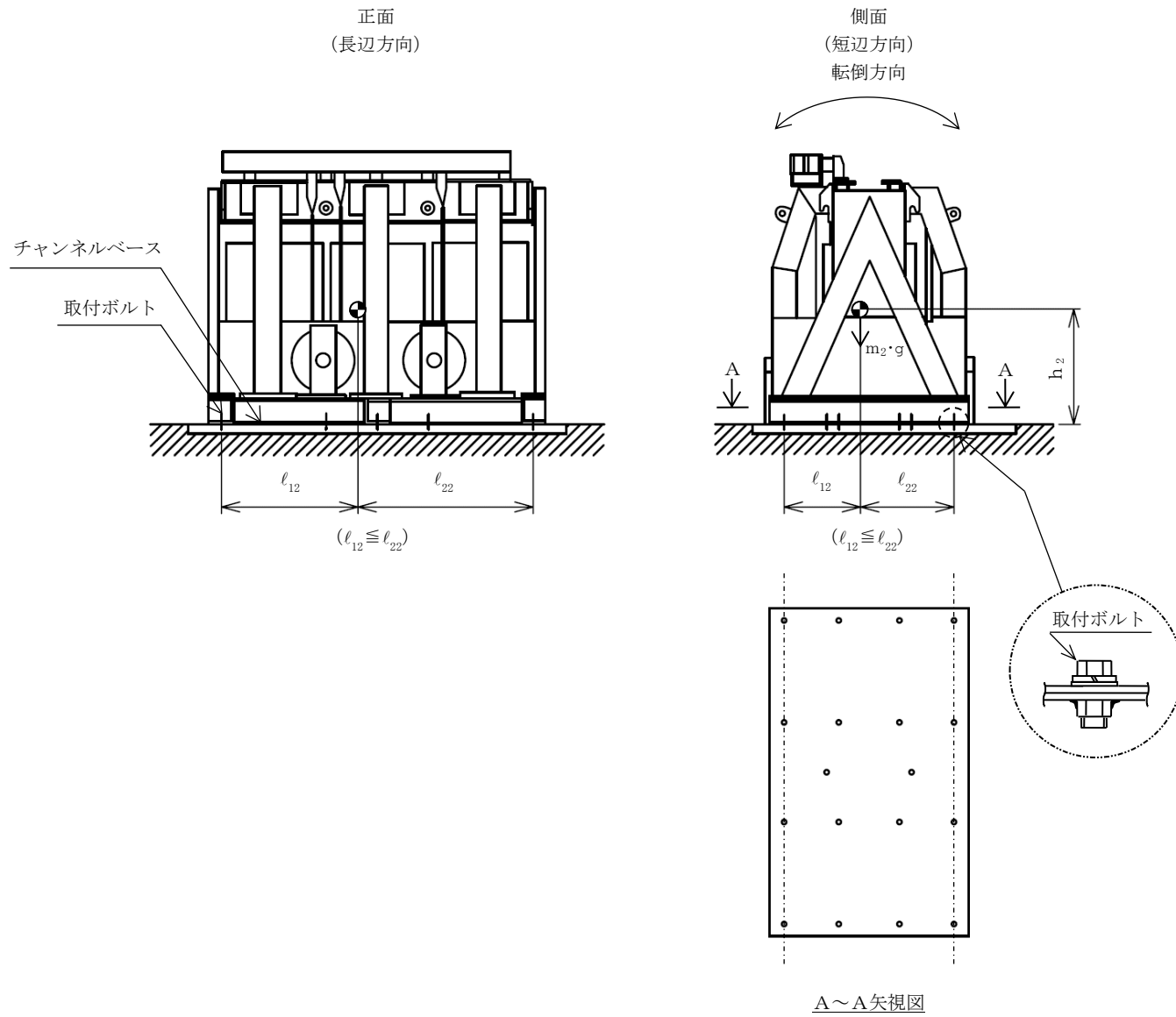
## 2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=23$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ 

すべて許容応力以下である。



【2HPCS-動力変圧器の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2HPCS-動力変圧器	S	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8 <sup>*1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =0.78 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.56 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.16 <sup>*3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		710	24 (M24)	452.4	16	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	630	770	4	215	258	短辺方向	短辺方向
	850	1050	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=161^*$	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=124$	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2HPCS-動力変圧器	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 2.8 (EL 8.8*1)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		710	24 (M24)	452.4	16	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	630	770	4	—	258	—	短辺方向
	850	1050	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	□	—	□

2.4 結論

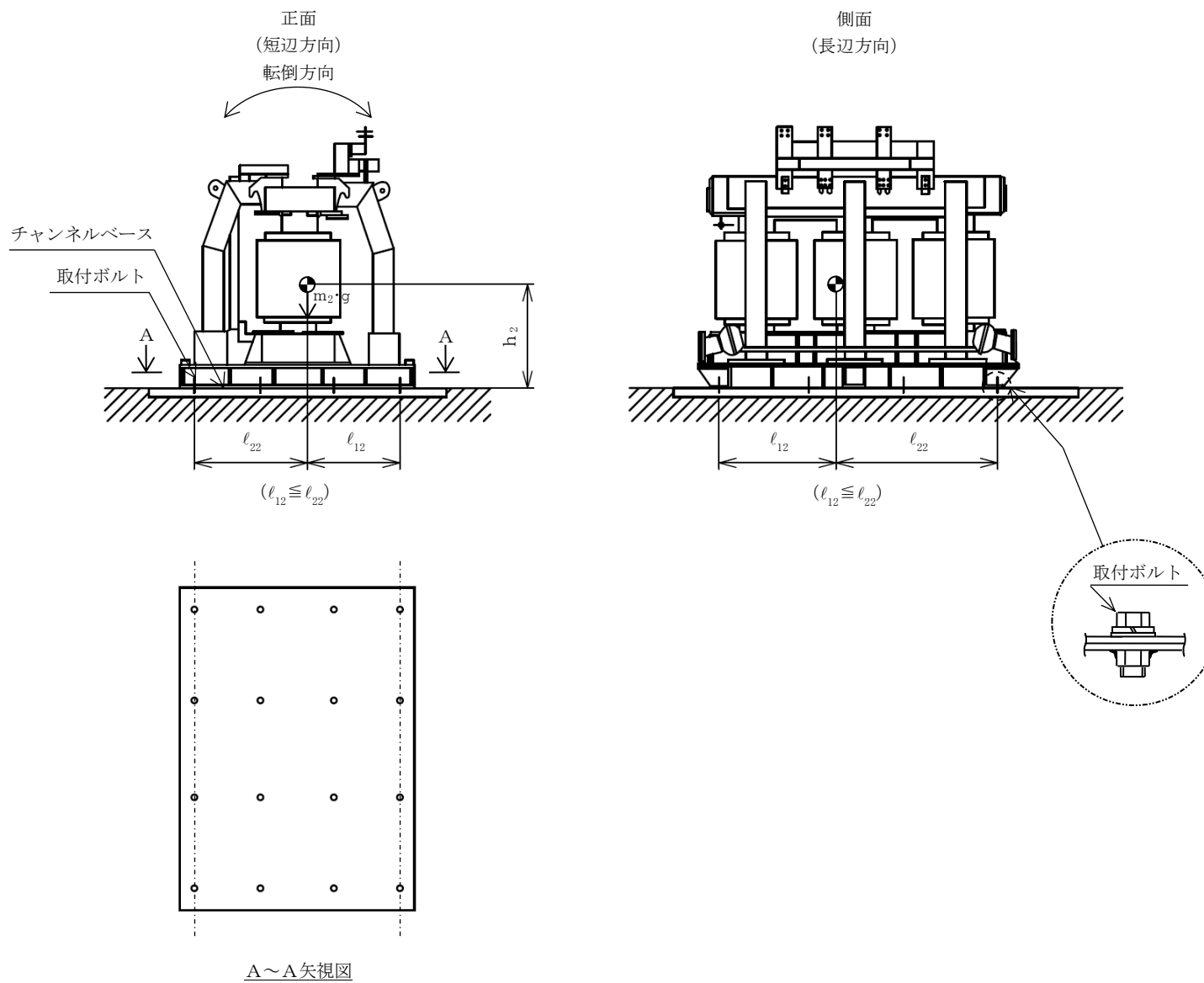
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=148$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-4-10 緊急用メタクラの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急用メタクラが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急用メタクラは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、緊急用メタクラは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急用メタクラの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>緊急用メタクラは、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <table border="1" data-bbox="1048 1106 1809 1326"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2号緊急用メタクラ (R22-P2931)</th> <th>予備緊急用メタクラ (R22-P0931)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>2540</td> <td>2540</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>7000</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	2号緊急用メタクラ (R22-P2931)	予備緊急用メタクラ (R22-P0931)	たて	2540	2540	横	7000	6000	高さ	2300	2300
機器名称	2号緊急用メタクラ (R22-P2931)	予備緊急用メタクラ (R22-P0931)												
たて	2540	2540												
横	7000	6000												
高さ	2300	2300												

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

緊急用メタクラの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

2号緊急用メタクラ (R22-P2931)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
予備緊急用メタクラ (R22-P0931)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

緊急用メタクラの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用メタクラの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

緊急用メタクラの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急用メタクラの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2号緊急用メタクラ (R22-P2931) の耐震性についての計算結果】、【予備緊急用メタクラ (R22-P0931) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急用メタクラ	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

51 \*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

緊急用メタクラの電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

緊急用メタクラに設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
2号緊急用メタクラ (R22-P2931)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
予備緊急用メタクラ (R22-P0931)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急用メタクラの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【2号緊急用メタクラ (R22-P2931) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備


1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2号緊急用メタクラ (R22-P2931)	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン建物 EL 54.5*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.57*2	C <sub>V</sub> =1.23*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	98	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	410	1930	21	—	280	—	長辺方向
	2860	4040	5				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=111$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=25$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

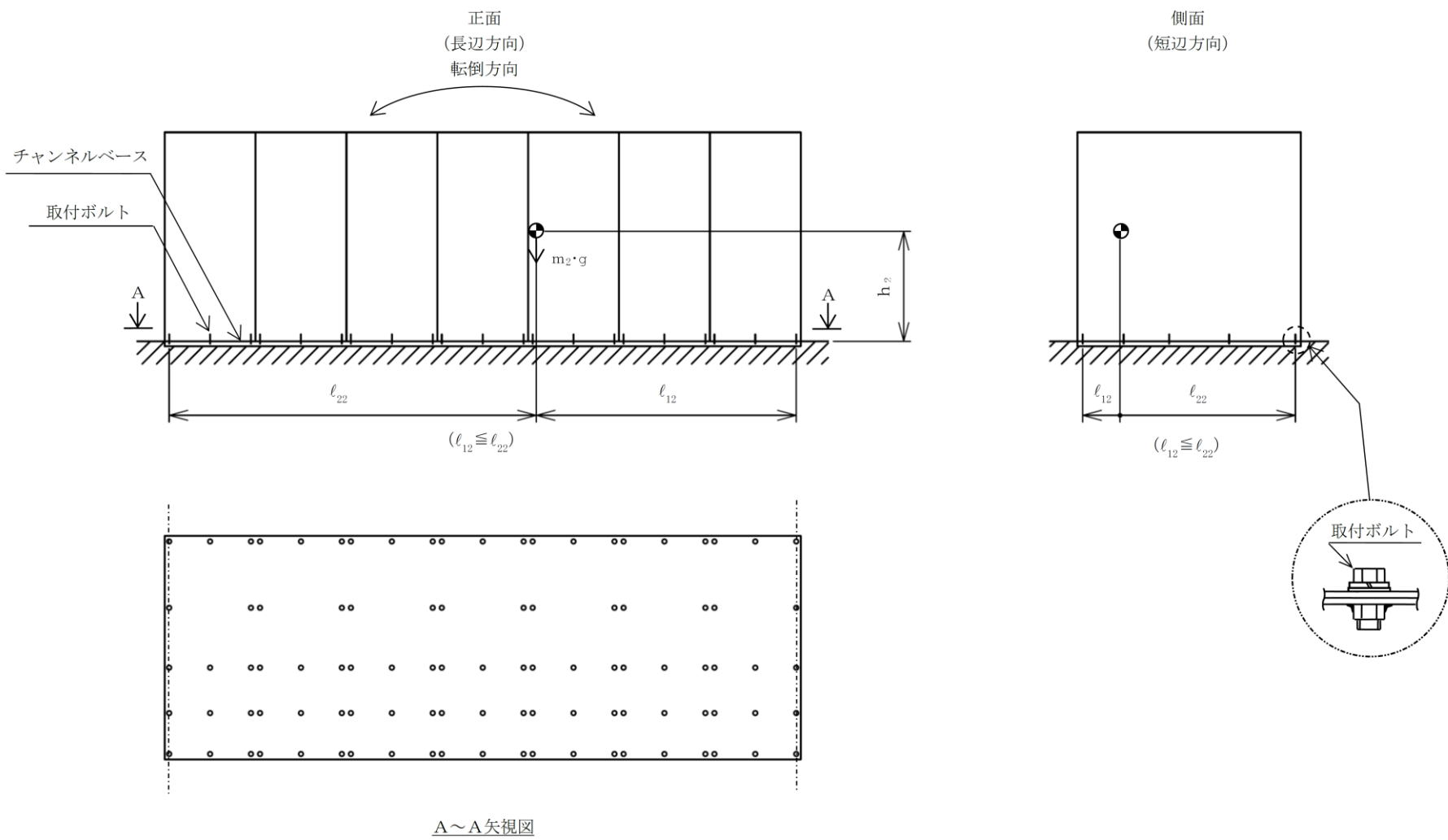
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2号緊急用メタクラ (R22-P2931)	水平方向	2.15	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.02	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。







【予備緊急用メタクラ（R22-P0931）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備


1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
予備緊急用メタクラ (R22-P0931)	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン建物 EL 54.5*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.57*2	C <sub>V</sub> =1.23*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	84	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	410	1930	18	—	280	—	長辺方向
	2440	3460	5				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=25$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

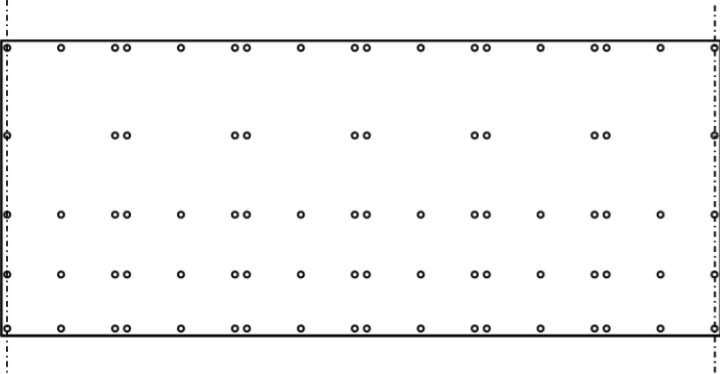
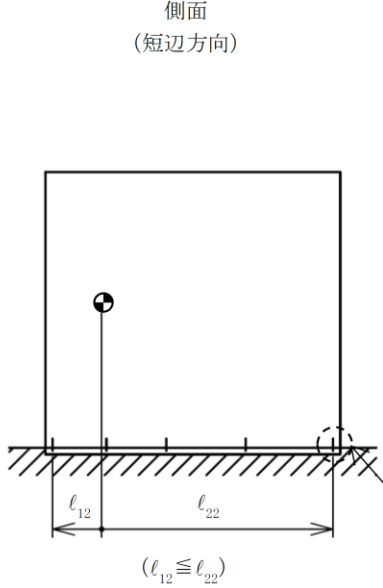
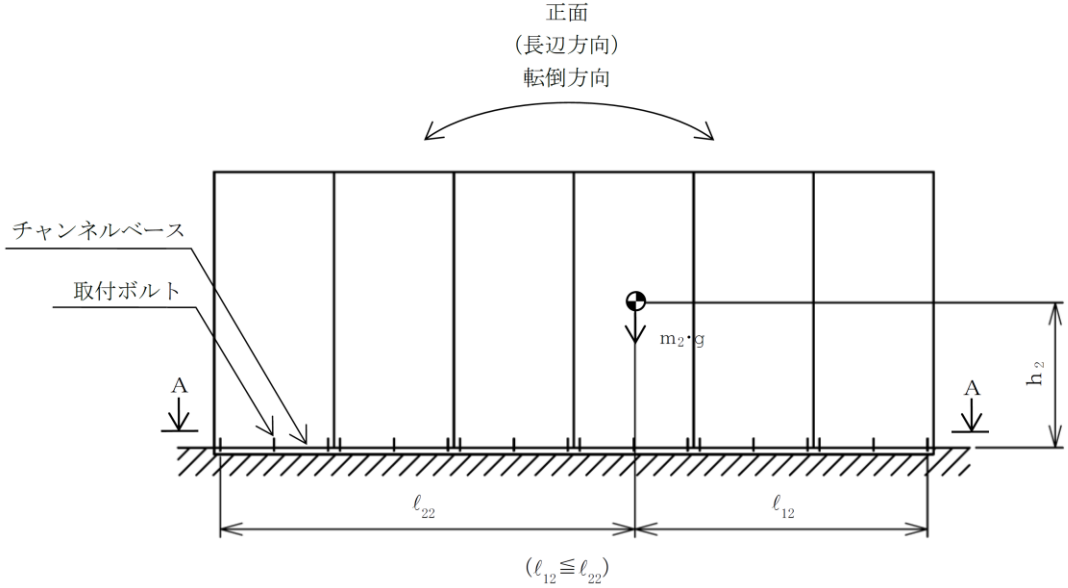
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

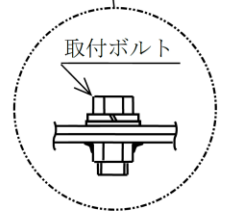
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
予備緊急用メタクラ (R22-P0931)	水平方向	2.15	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.02	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 矢视图



VI-2-10-1-4-11 緊急用メタクラ接続プラグ盤の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	8
4.1 基本方針	8
4.2 固有周期の確認方法	8
4.3 固有周期の確認結果	8
5. 構造強度評価	9
5.1 構造強度評価方法	9
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	9
5.3 設計用地震力	13
5.4 計算方法	14
5.5 計算条件	18
5.6 応力の評価	19
6. 機能維持評価	20
6.1 電氣的機能維持評価方法	20
7. 評価結果	21
7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	21

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急用メタクラ接続プラグ盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急用メタクラ接続プラグ盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急用メタクラ接続プラグ盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

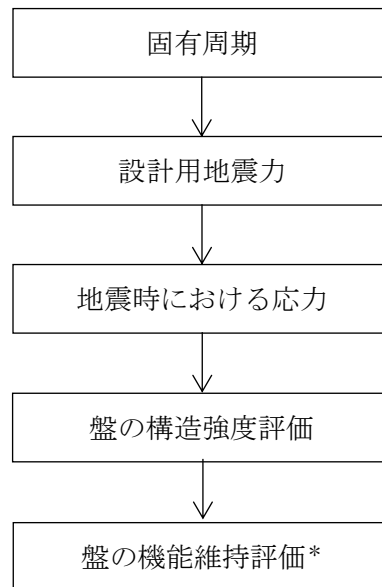
計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>緊急用メタクラ接続プラグ盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて壁に設置する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2号緊急用M/C接続プラグ盤 (H21-P2944)</th> <th>予備緊急用M/C接続プラグ盤 (H21-P0944)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1800</td> <td>1800</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>900</td> <td>900</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位: mm)</p>	機器名称	2号緊急用M/C接続プラグ盤 (H21-P2944)	予備緊急用M/C接続プラグ盤 (H21-P0944)	たて	1800	1800	横	1900	1900	高さ	900	900
機器名称	2号緊急用M/C接続プラグ盤 (H21-P2944)	予備緊急用M/C接続プラグ盤 (H21-P0944)												
たて	1800	1800												
横	1900	1900												
高さ	900	900												



## 2.2 評価方針

緊急用メタクラ接続プラグ盤の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す緊急用メタクラ接続プラグ盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、緊急用メタクラ接続プラグ盤の機能維持評価は、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

緊急用メタクラ接続プラグ盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。



注記\*：盤の機能維持は支持構造物の構造健全性を確認することにより評価する。

図 2-1 緊急用メタクラ接続プラグ盤の耐震評価フロー

### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984  
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$d_i$	ボルトの呼び径* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b1i}$	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b2i}$	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{tsi}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>2</sup>	mm
$l_{1i}$	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形) * <sup>1</sup>	mm
$l_{2i}$	上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形) * <sup>1</sup>	mm
$l_{3i}$	左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離 (壁掛形) * <sup>1</sup>	mm
$m_i$	盤の質量* <sup>2</sup>	kg
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fvi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (前後方向) (壁掛形) * <sup>1</sup>	—
$n_{fHi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (左右方向) (壁掛形) * <sup>1</sup>	—
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$Q_{b1i}$	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力 (壁掛形) * <sup>1</sup>	N
$Q_{b2i}$	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力 (壁掛形) * <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値* <sup>1</sup>	MPa

記号	記号の説明	単位
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力*1	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa
$P_K$	風荷重	N
$P_S$	積雪荷重	N

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $F_{b1i}$ ,  $F_{b2i}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $l_{3i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fvi}$ ,  $n_{fHi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $Q_{b1i}$ ,  $Q_{b2i}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(R, T)$ ,  $\sigma_{bi}$ 及び $\tau_{bi}$ の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i=1$ : 基礎ボルト

$i=2$ : 取付ボルト

\*2:  $h_i$ 及び $m_i$ の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i=1$ : 据付面

$i=2$ : 取付面

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位* <sup>1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* <sup>3</sup>	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
速度	m/s	—	—	小数点以下第 1 位
速度圧	N/m <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

緊急用メタクラ接続プラグ盤の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び取付ボルトについて実施する。

緊急用メタクラ接続プラグ盤の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

### 4. 固有周期

#### 4.1 基本方針

緊急用メタクラ接続プラグ盤の固有周期は、振動試験（自由振動試験）にて求める。

#### 4.2 固有周期の確認方法

プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、固有周期を確認する。緊急用メタクラ接続プラグ盤の外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期

(単位：s)

2号緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P2944)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
予備緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P0944)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、左右方向及び前後方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (6) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 5.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急用メタクラ接続プラグ盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

#### 5.2.2 許容応力

緊急用メタクラ接続プラグ盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

#### 5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急用メタクラ接続プラグ盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-3 に示す。

#### 5.2.4 風荷重

風荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、風速 30m/s を使用し、緊急用メタクラ接続プラグ盤の形状、風向きを踏まえ、作用する風圧力を算出する。風圧力の算出の基準となる基準速度圧を表 5-4 に示す。

#### 5.2.5 積雪荷重

積雪荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮し、緊急用メタクラ接続プラグ盤の形状を踏まえ、算出する。算出した積雪荷重を表 5-5 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急用メタクラ接続プラグ盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s + P_K + P_s^{*3}$	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s + P_K + P_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s + P_K + P_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。



表 5-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		(°C)				
基礎ボルト	SUS304	周囲環境温度	40	205	520	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 5-4 基準速度圧 (単位: N/m<sup>2</sup>)

作用する部位	基準速度圧
2号緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P2944)	645.0
予備緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P0944)	645.0

表 5-5 積雪荷重 (単位: N)

作用する部位	積雪荷重
2号緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P2944)	3.922×10 <sup>3</sup>
予備緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P0944)	3.922×10 <sup>3</sup>

### 5.3 設計用地震力

緊急用メタクラ接続プラグ盤の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-6 に示す。

「基準地震動 S s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
2号緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P2944)	ガスタービン 発電機建物 EL 47.5 (EL 54.5*1)	□	□	—	—	$C_H=2.57^{*2}$	$C_V=1.23^{*2}$
予備緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P0944)	ガスタービン 発電機建物 EL 47.5 (EL 54.5*1)	□	□	—	—	$C_H=2.57^{*2}$	$C_V=1.23^{*2}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は，地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

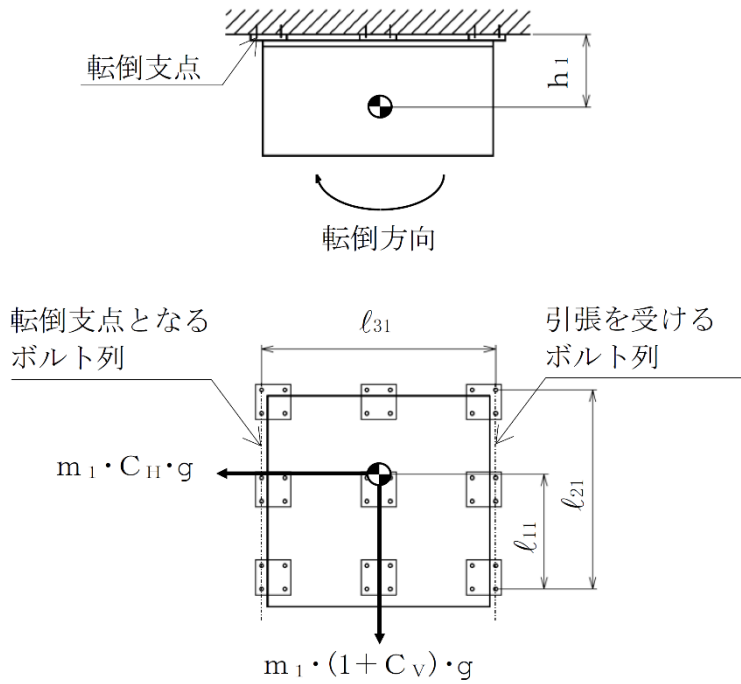


図 5-1 計算モデル (左右方向転倒)

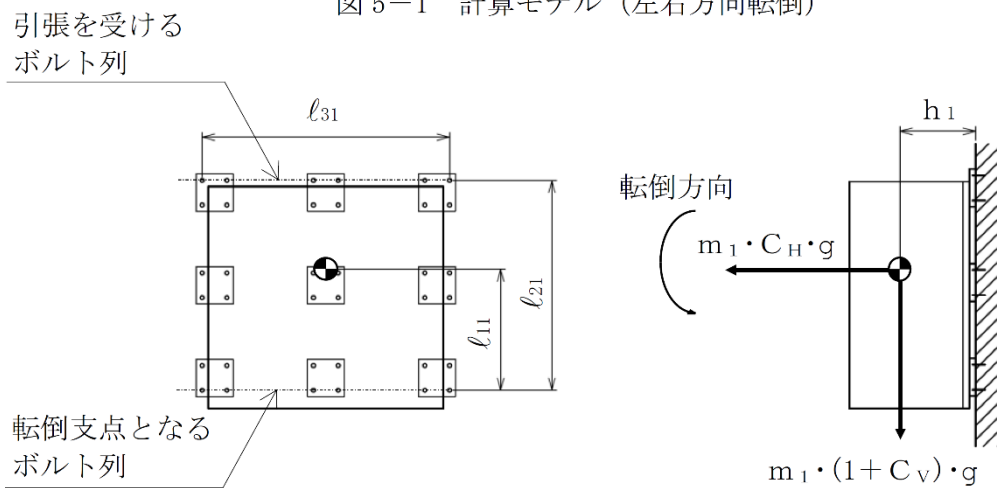


図 5-2 計算モデル (前後方向転倒)

## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1及び図5-2でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b11} = \frac{(m_1 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h_1}{n_{fv1} \cdot l_{21}} + \frac{(m_1 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot h_1 + P_K \cdot h_1}{n_{fH1} \cdot l_{31}} \dots (5.4.1.1.1)$$

$$F_{b21} = \frac{(m_1 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h_1}{n_{fv1} \cdot l_{21}} + \frac{(m_1 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot l_{11}}{n_{fv1} \cdot l_{21}} \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots (5.4.1.1.5)$$

## (2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b11} = C_H \cdot (m_1 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) + P_K \dots (5.4.1.1.6)$$

$$Q_{b21} = (1 + C_v) \cdot (m_1 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \dots (5.4.1.1.7)$$

$$Q_{b1} = \sqrt{(Q_{b11})^2 + (Q_{b21})^2} \dots (5.4.1.1.8)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots (5.4.1.1.9)$$

5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張りとせん断力について計算する。

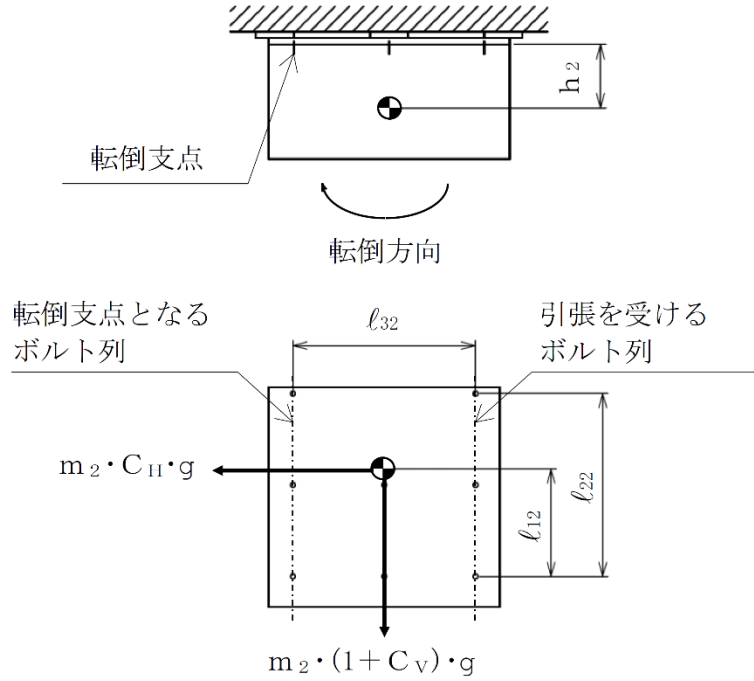


図5-3 計算モデル（左右方向転倒）

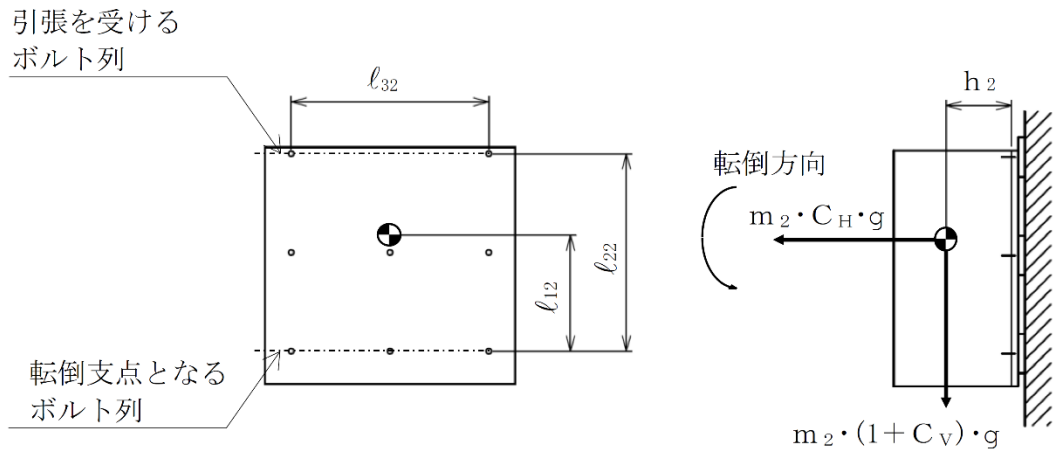


図5-4 計算モデル（前後方向転倒）

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図5-3及び図5-4でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b12} = \frac{(m_2 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h_2}{n_{fv2} \cdot l_{22}} + \frac{(m_2 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot h_2 + P_K \cdot h_2}{n_{fH2} \cdot l_{32}} \dots (5.4.1.2.1)$$

$$F_{b22} = \frac{(m_2 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h_2}{n_{fv2} \cdot l_{22}} + \frac{(m_2 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot l_{12}}{n_{fv2} \cdot l_{22}} \dots (5.4.1.2.2)$$

$$F_{b2} = \text{Max} (F_{b12}, F_{b22}) \dots (5.4.1.2.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots (5.4.1.2.4)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 $A_{b2}$ は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots (5.4.1.2.5)$$

(2) せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b12} = C_H \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) + P_K \dots (5.4.1.2.6)$$

$$Q_{b22} = (1 + C_v) \cdot (m_2 \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \dots (5.4.1.2.7)$$

$$Q_{b2} = \sqrt{(Q_{b12})^2 + (Q_{b22})^2} \dots (5.4.1.2.8)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots (5.4.1.2.9)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2号緊急用M/C接続プラグ盤（H21-P2944）の耐震性についての計算結果】、【予備緊急用M/C接続プラグ盤（H21-P0944）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 5.5.2 取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2号緊急用M/C接続プラグ盤（H21-P2944）の耐震性についての計算結果】、【予備緊急用M/C接続プラグ盤（H21-P0944）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。



## 5.6 応力の評価

### 5.6.1 ボルトの応力評価

5.4.1項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 以下であること。ただし、 $f_{toi}$ は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 $\tau_{bi}$ は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{sbi}$ 以下であること。ただし、 $f_{sbi}$ は下表による。

	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{toi}$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sbi}$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

緊急用メタクラ接続プラグ盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

緊急用メタクラ接続プラグ盤はケーブル及び端子台等を収納した盤であり、構造的に健全であればその機能が維持できる。したがって、緊急用メタクラ接続プラグ盤の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 7. 評価結果

### 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急用メタクラ接続プラグ盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は

(1) 構造強度評価結果による。

【2号緊急用M/C接続プラグ盤（H21-P2944）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2号緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P2944)	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン発電機建物 EL 47.5 (EL 54.5*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.57*2	C <sub>V</sub> =1.23*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度II（基準地震動S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	566	16 (M16)	201.1	47	205	520
取付ボルト (i=2)	□	500	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> (mm)	l <sub>2 i</sub> (mm)	l <sub>3 i</sub> (mm)	n <sub>f v i</sub>	n <sub>f H i</sub>	P <sub>K</sub> (N)	P <sub>S</sub> (N)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
										弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	1710	2410	1960	6	7	3.708×10 <sup>3</sup>	3.922×10 <sup>3</sup>	—	205	—	前後方向
取付ボルト (i=2)	880	1500	1500	2	3	3.708×10 <sup>3</sup>	3.922×10 <sup>3</sup>	—	280	—	前後方向

## 1.3 計算数値

## 1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 1.4 結論

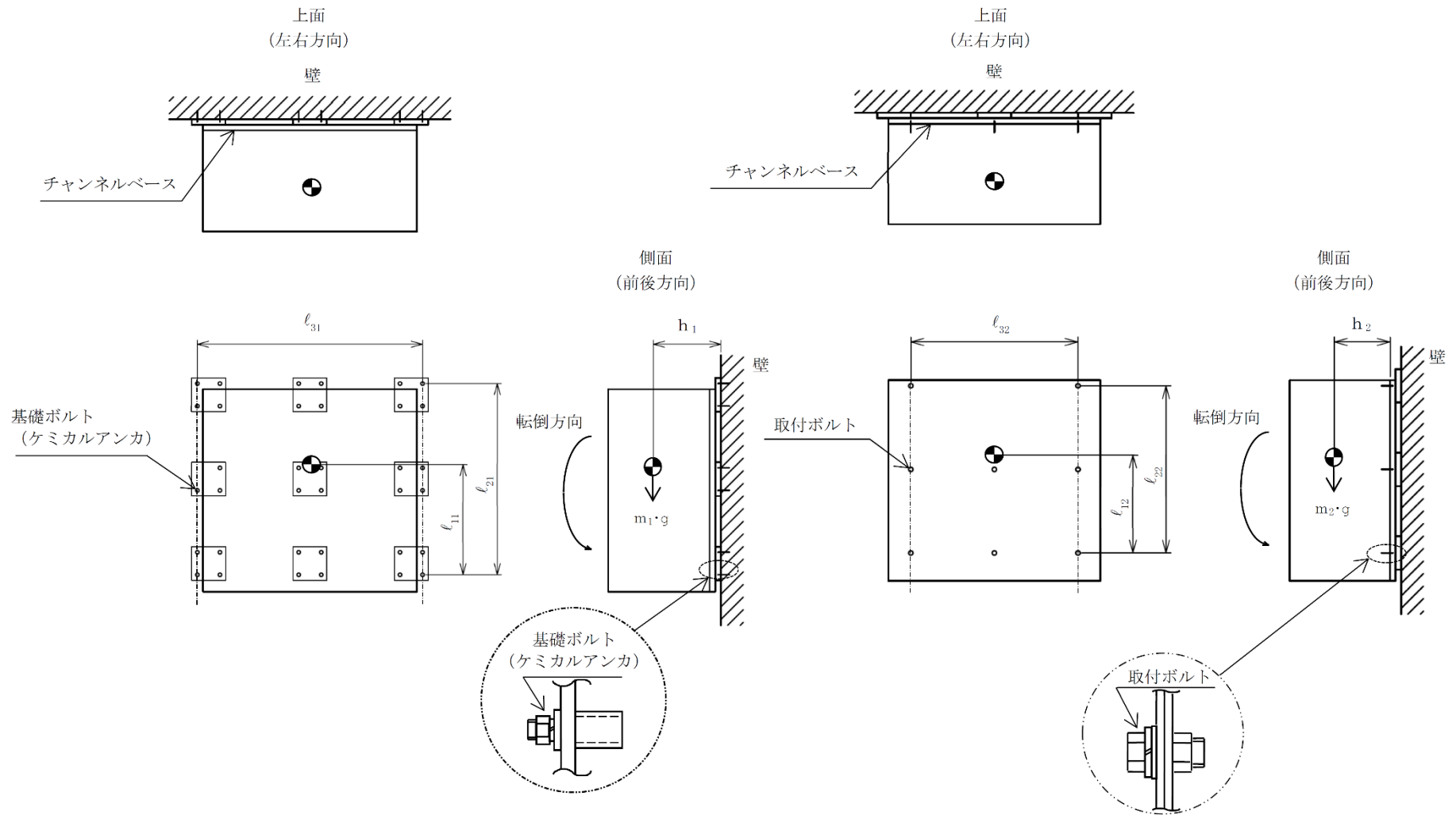
## 1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SUS304	引張	—	—	$\sigma_{b1}=35$	$f_{ts1}=123^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=94$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=79$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=32$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ 

すべて許容応力以下である。



【予備緊急用M/C接続プラグ盤（H21-P0944）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
予備緊急用M/C 接続プラグ盤 (H21-P0944)	常設耐震/防止 常設/緩和	ガスタービン発電機建物 EL 47.5 (EL 54.5*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.57*2	C <sub>V</sub> =1.23*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	566	16 (M16)	201.1	48	205	520
取付ボルト (i=2)	□	500	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> (mm)	l <sub>2 i</sub> (mm)	l <sub>3 i</sub> (mm)	n <sub>f v i</sub>	n <sub>f H i</sub>	P <sub>K</sub> (N)	P <sub>S</sub> (N)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
										弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	1710	2410	1960	6	8	3.708×10 <sup>3</sup>	3.922×10 <sup>3</sup>	—	205	—	前後方向
取付ボルト (i=2)	880	1500	1500	2	3	3.708×10 <sup>3</sup>	3.922×10 <sup>3</sup>	—	280	—	前後方向

## 1.3 計算数値

## 1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 1.4 結論

## 1.4.1 ボルトの応力

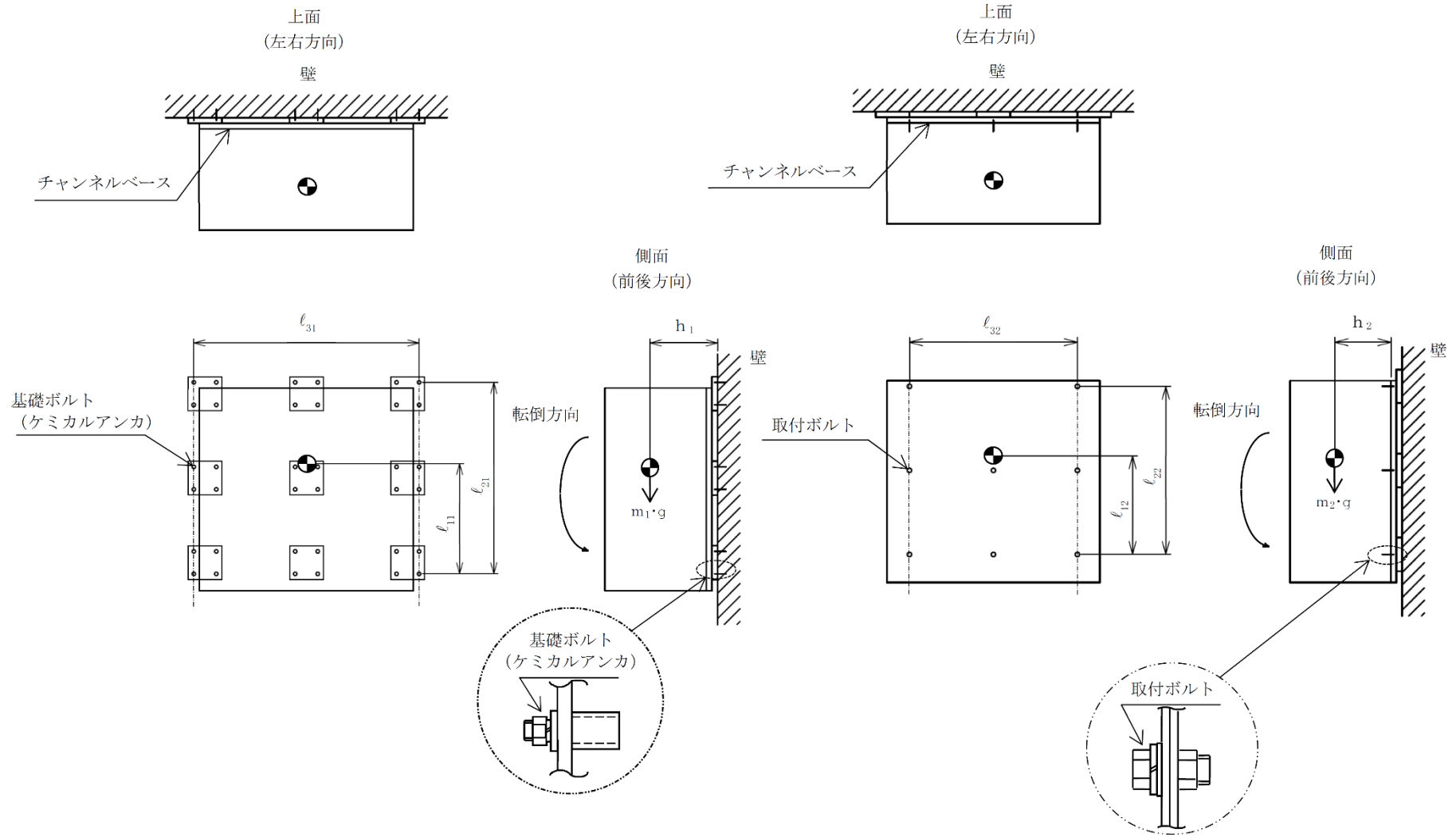
(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SUS304	引張	—	—	$\sigma_{b1}=35$	$f_{ts1}=123^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=94$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=79$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=32$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ 

すべて許容応力以下である。





VI-2-10-1-4-12 SA ロードセンタの耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、SA ロードセンタが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

SA ロードセンタは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、SA ロードセンタは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

SA ロードセンタの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>SA ロードセンタは、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

SA ロードセンタの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

SA ロードセンタ	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

SA ロードセンタの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

SA ロードセンタの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

SA ロードセンタの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

SA ロードセンタの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【SA ロードセンタの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	SA ロードセンタ	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。



表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

SA ロードセンタの電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

SA ロードセンタに設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
SA ロードセンタ	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

SA ロードセンタの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【SA ロードセンタの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA ロードセンタ	常設耐震/防止 常設/緩和	低圧原子炉代替注水 ポンプ格納槽 EL 8.2*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.85*2	C <sub>V</sub> =1.71*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	620	1370	14	—	280	—	長辺方向
	2140	3760	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し, 下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=161$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=30$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

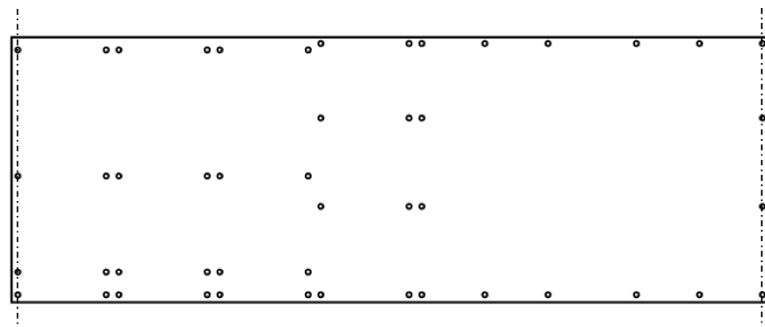
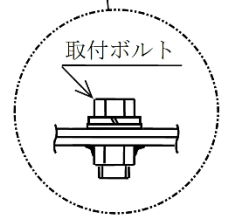
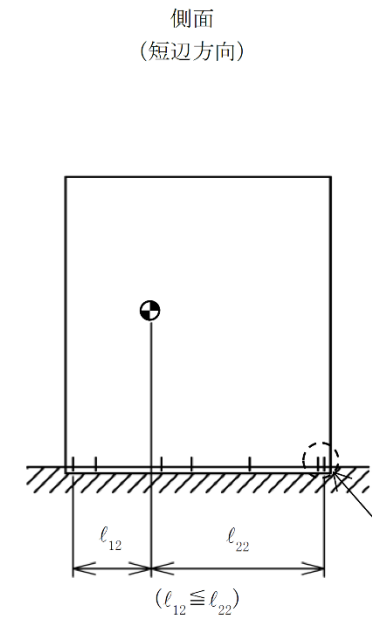
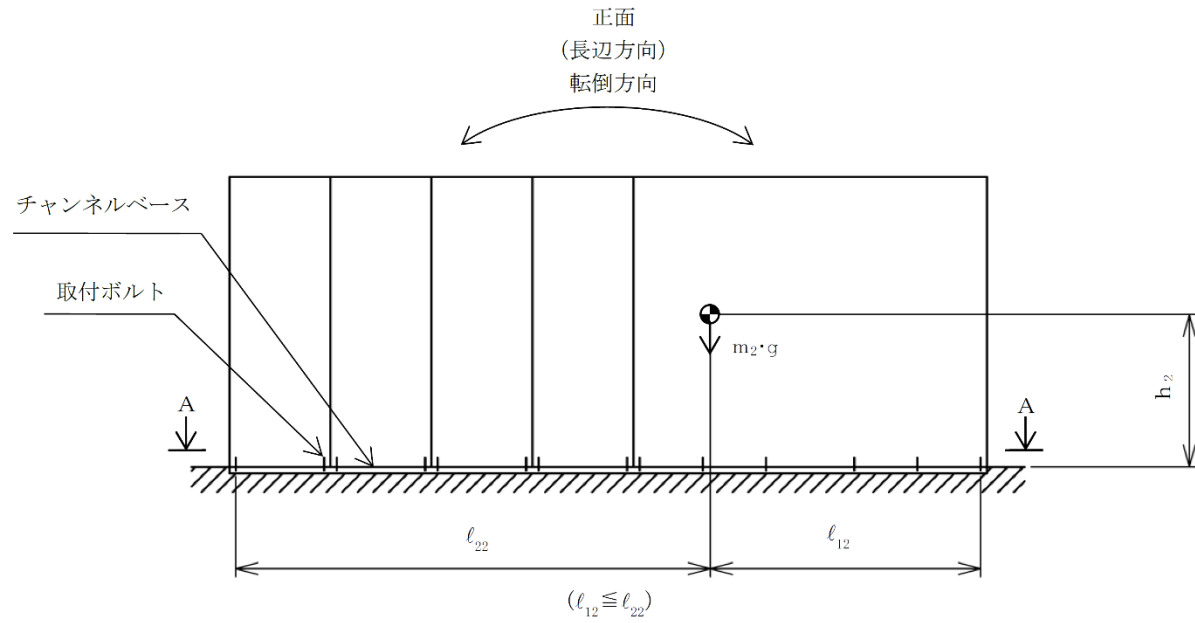
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
SA ロードセンタ	水平方向	1.40	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.43	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 欠视图

VI-2-10-1-4-13 SA コントロールセンタの耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の確認	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
4.3 計算条件	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	10

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、SA コントロールセンタが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

SA コントロールセンタは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、SA コントロールセンタは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

SA コントロールセンタの構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
<p>SA コントロールセンタは、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<table border="1" data-bbox="1227 1142 1693 1362"> <tr> <td>機器名称</td> <td>SA1 コントロールセンタ (枠番号 1~4)</td> </tr> <tr> <td>たて</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>2100</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> </tr> </table> <p>(単位: mm)</p>	機器名称	SA1 コントロールセンタ (枠番号 1~4)	たて	700	横	2100	高さ	2300
機器名称	SA1 コントロールセンタ (枠番号 1~4)									
たて	700									
横	2100									
高さ	2300									

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図																		
基礎・支持構造	主体構造																			
<p>SA コントロールセンタは、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>SA1 コントロールセンタ (枠番号 5~7)</th> <th>SA2 コントロールセンタ (枠番号 1~4)</th> <th>SA2 コントロールセンタ (枠番号 5~8)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>700</td> <td>700</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1500</td> <td>2100</td> <td>2100</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>			機器名称	SA1 コントロールセンタ (枠番号 5~7)	SA2 コントロールセンタ (枠番号 1~4)	SA2 コントロールセンタ (枠番号 5~8)	たて	700	700	700	横	1500	2100	2100	高さ	2300	2300	2300
機器名称	SA1 コントロールセンタ (枠番号 5~7)	SA2 コントロールセンタ (枠番号 1~4)	SA2 コントロールセンタ (枠番号 5~8)																	
たて	700	700	700																	
横	1500	2100	2100																	
高さ	2300	2300	2300																	

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

SA コントロールセンタの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

SA1 コントロール センタ (枠番号 1~4)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
SA1 コントロール センタ (枠番号 5~7)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
SA2 コントロール センタ (枠番号 1~4)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
SA2 コントロール センタ (枠番号 5~8)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

SA コントロールセンタの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

SA コントロールセンタの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

SA コントロールセンタの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

SA コントロールセンタの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【SA1 コントロールセンタ（枠番号 1～4）の耐震性についての計算結果】、【SA1 コントロールセンタ（枠番号 5～7）の耐震性についての計算結果】、【SA2 コントロールセンタ（枠番号 1～4）の耐震性についての計算結果】、【SA2 コントロールセンタ（枠番号 5～8）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	SA コントロールセンタ	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

○ \*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> *  (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *
V <sub>A</sub> S		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。



表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

SA コントロールセンタの電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

SA コントロールセンタに設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
SA1 コントロールセンタ (枠番号 1~4)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
SA1 コントロールセンタ (枠番号 5~7)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
SA2 コントロールセンタ (枠番号 1~4)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
SA2 コントロールセンタ (枠番号 5~8)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

SA コントロールセンタの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【SA1 コントロールセンタ（枠番号 1～4）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA1 コントロール センタ (枠番号 1～4)	常設耐震/防止 常設/緩和	低圧原子炉代替注水 ポンプ格納槽 EL 8.2* <sup>1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.85* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.71* <sup>2</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	340	13	—	280	—	長辺方向
	790	1240	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=30$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

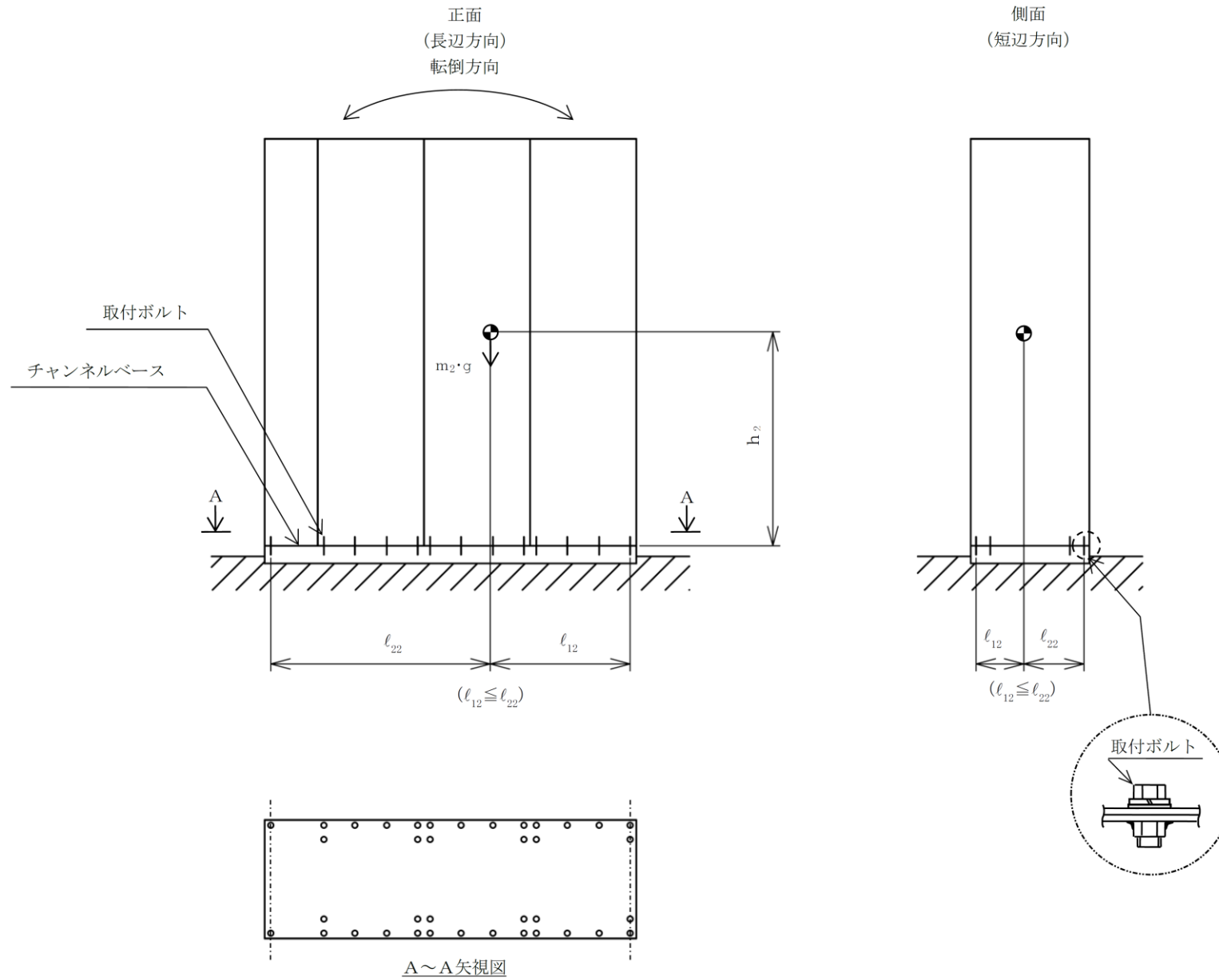
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
SA1 コントロール センタ (枠番号 1~4)	水平方向	1.40	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.43	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【SA1 コントロールセンタ（枠番号 5～7）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA1 コントロール センタ (枠番号 5～7)	常設耐震/防止 常設/緩和	低圧原子炉代替注水 ポンプ格納槽 EL 8.2*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.85*2	C <sub>V</sub> =1.71*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1310	16 (M16)	201.1	18	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	26	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	270	340	5	—	258	—	長辺方向
	525	915	2				
取付ボルト (i=2)	270	340	9	—	280	—	長辺方向
	520	910	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=60$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=27$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

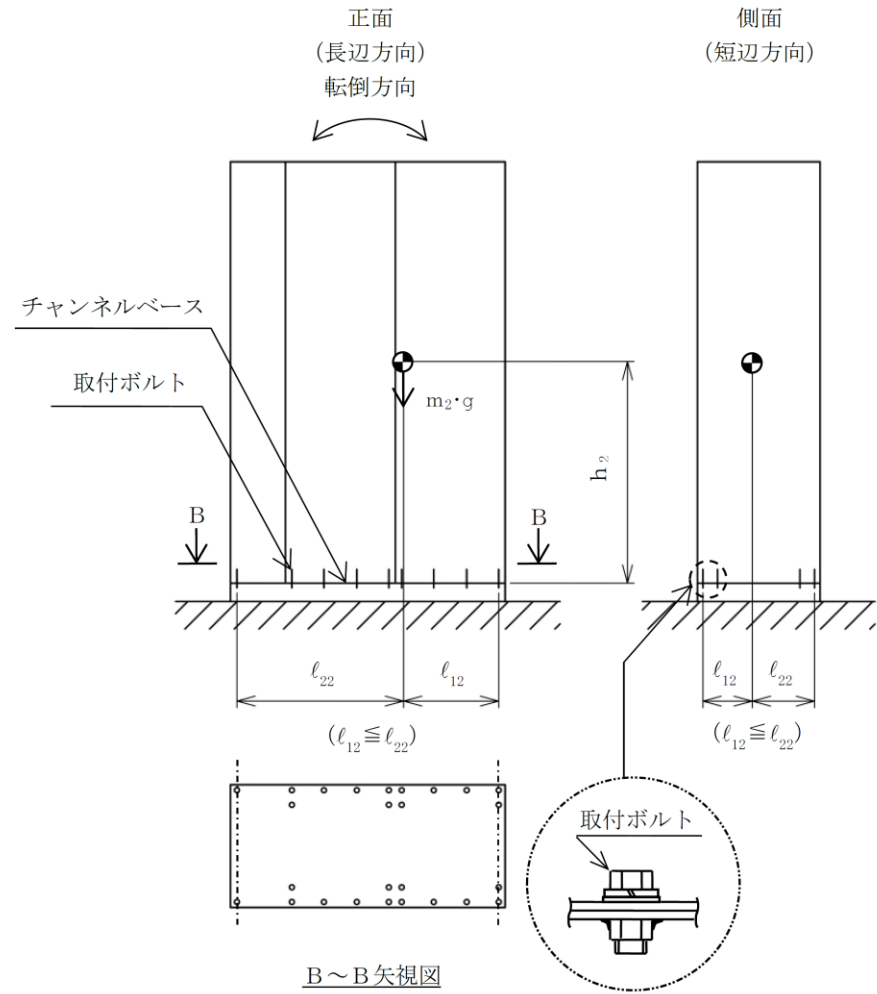
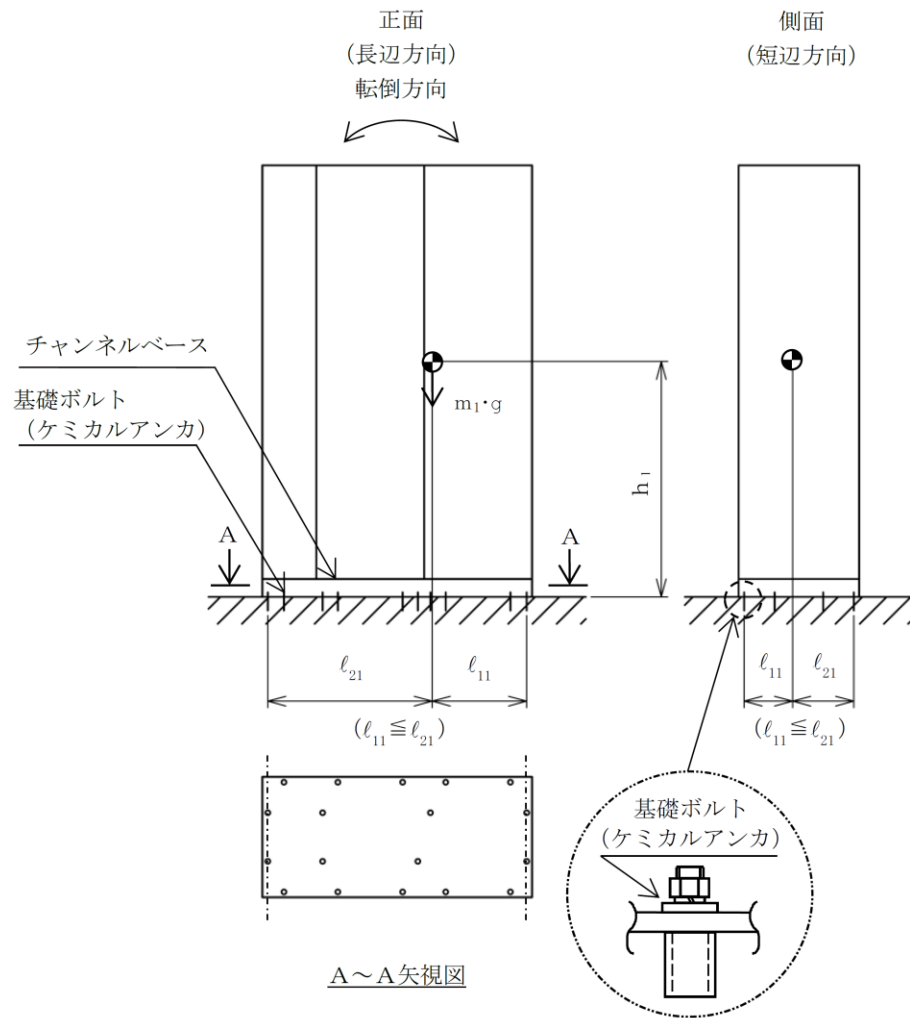
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
SA1 コントロール センタ (枠番号 5~7)	水平方向	1.40	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.43	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





【SA2 コントロールセンタ（枠番号 1～4）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA2 コントロール センタ (枠番号 1～4)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.07*2	C <sub>V</sub> =2.39*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1310	16 (M16)	201.1	32	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	270	340	11	—	258	—	長辺方向
	785	1255	2				
取付ボルト (i=2)	270	340	13	—	280	—	長辺方向
	780	1250	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=98$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=44$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

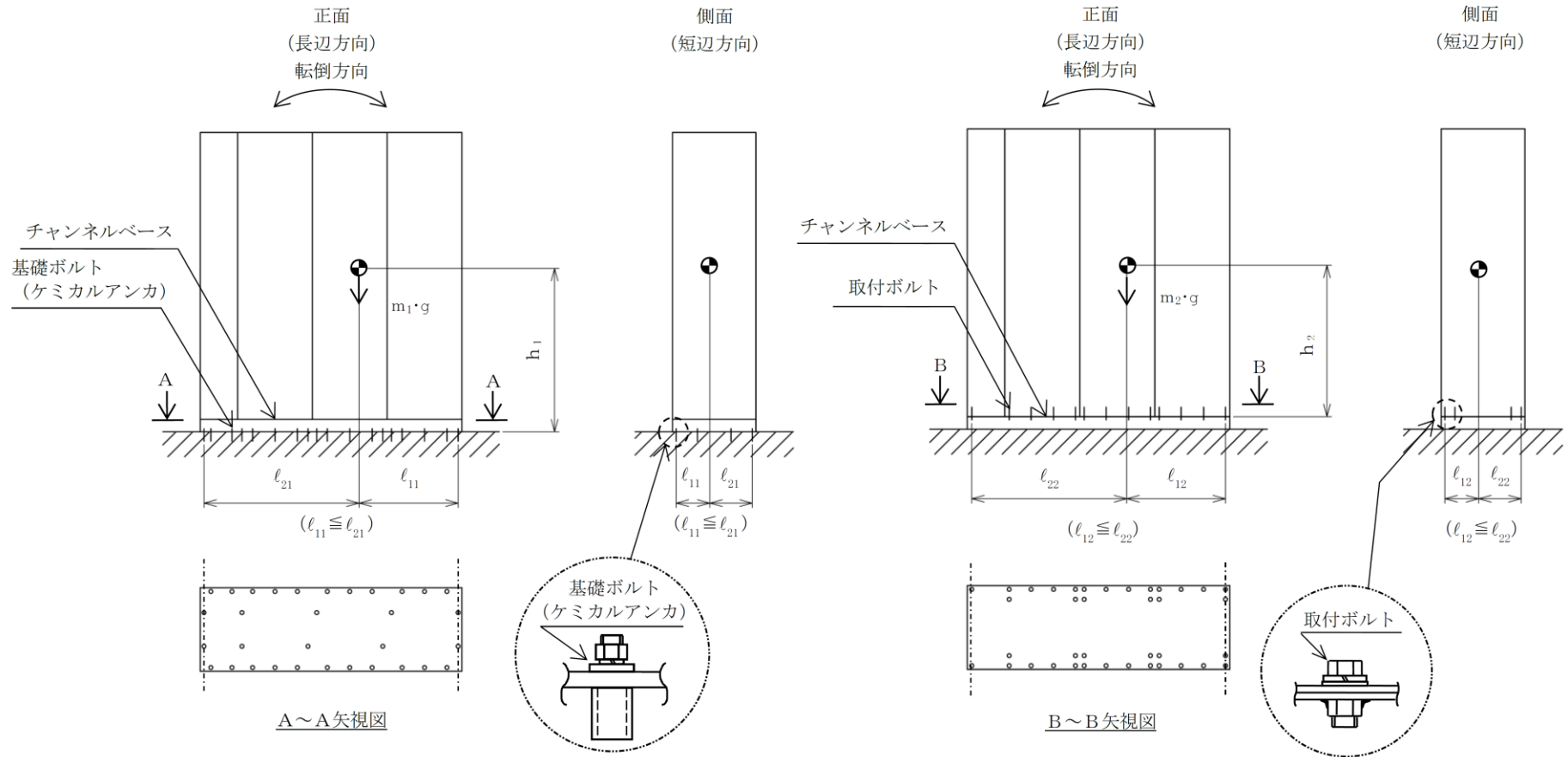
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
SA2 コントロール センタ (枠番号 1~4)	水平方向	1.73	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【SA2 コントロールセンタ（枠番号 5～8）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA2 コントロール センタ (枠番号 5～8)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.07*2	C <sub>V</sub> =2.39*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1310	16 (M16)	201.1	32	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	270	340	11	—	258	—	長辺方向
	785	1255	2				
取付ボルト (i=2)	270	340	13	—	280	—	長辺方向
	780	1250	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

## 1.3 計算数値

## 1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 1.4 結論

## 1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=98$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=44$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ 

すべて許容応力以下である。

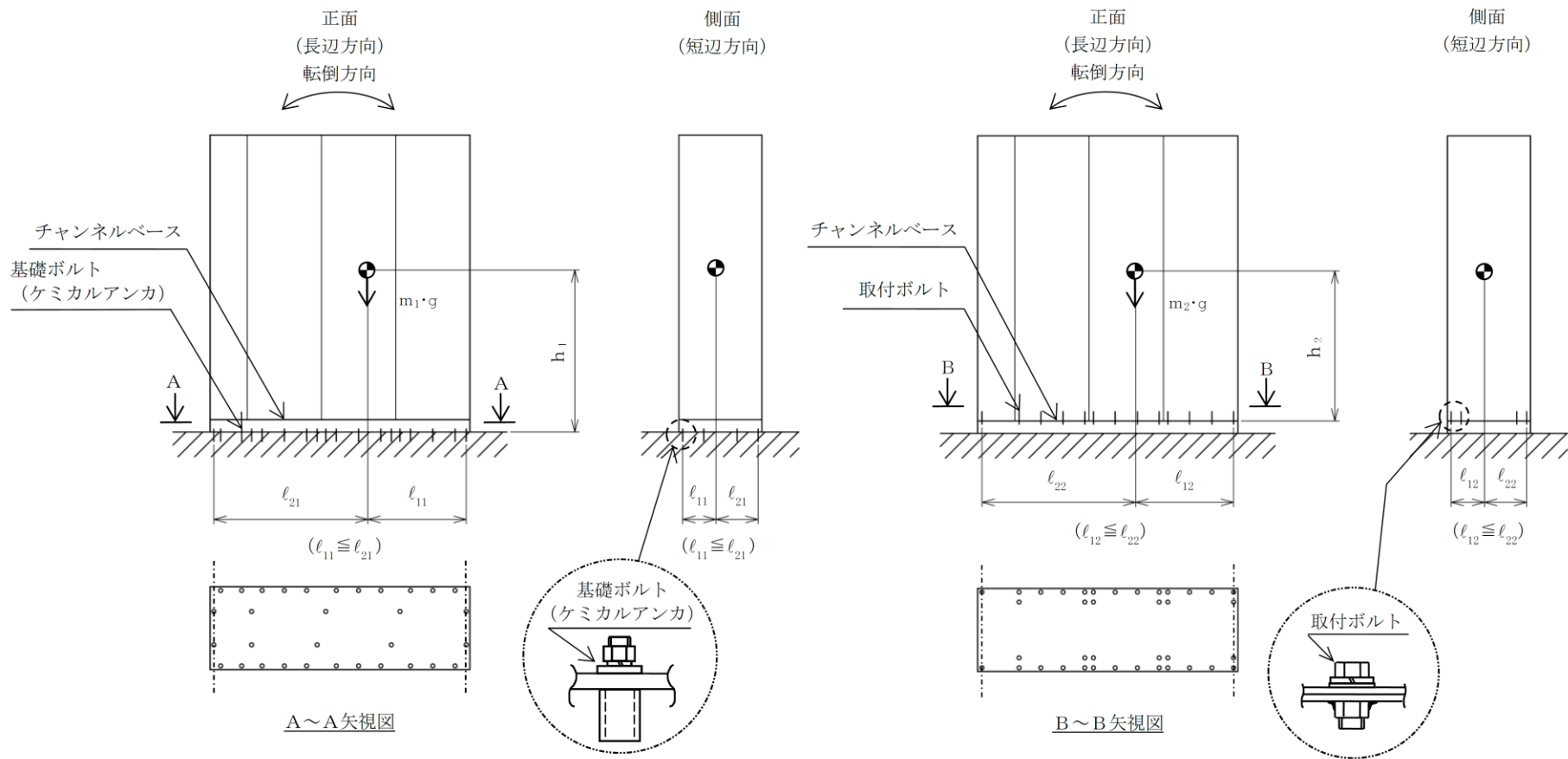
## 1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
SA2 コントロール センタ (枠番号 5~8)	水平方向	1.73	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-14 メタクラ切替盤の耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、メタクラ切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

メタクラ切替盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、メタクラ切替盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

メタクラ切替盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
メタクラ切替盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2C-メタクラ切替盤 (2-1217)</th> <th>2D-メタクラ切替盤 (2-1218)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1960</td> <td>1960</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>2800</td> <td>2800</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	2C-メタクラ切替盤 (2-1217)	2D-メタクラ切替盤 (2-1218)	たて	1960	1960	横	2800	2800	高さ	2300	2300
機器名称	2C-メタクラ切替盤 (2-1217)	2D-メタクラ切替盤 (2-1218)												
たて	1960	1960												
横	2800	2800												
高さ	2300	2300												

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

メタクラ切替盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

2C-メタクラ切替盤 (2-1217)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
2D-メタクラ切替盤 (2-1218)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

メタクラ切替盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

メタクラ切替盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

メタクラ切替盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

メタクラ切替盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2C-メタクラ切替盤 (2-1217) の耐震性についての計算結果】、【2D-メタクラ切替盤 (2-1218) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	メタクラ切替盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

51 \*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

メタクラ切替盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

メタクラ切替盤はケーブル、導体板及び端子台のみを収納した盤であり、構造的に健全であればその機能が維持できる。したがって、メタクラ切替盤の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

メタクラ切替盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は

(1) 構造強度評価結果による。

【2C-メタクラ切替盤（2-1217）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2C-メタクラ切替盤 (2-1217)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1310	16 (M16)	201.1	25	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	20	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	830	1070	6	—	258	—	短辺方向
	1210	1490	5				
取付ボルト (i=2)	800	1040	6	—	280	—	長辺方向
	1210	1490	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

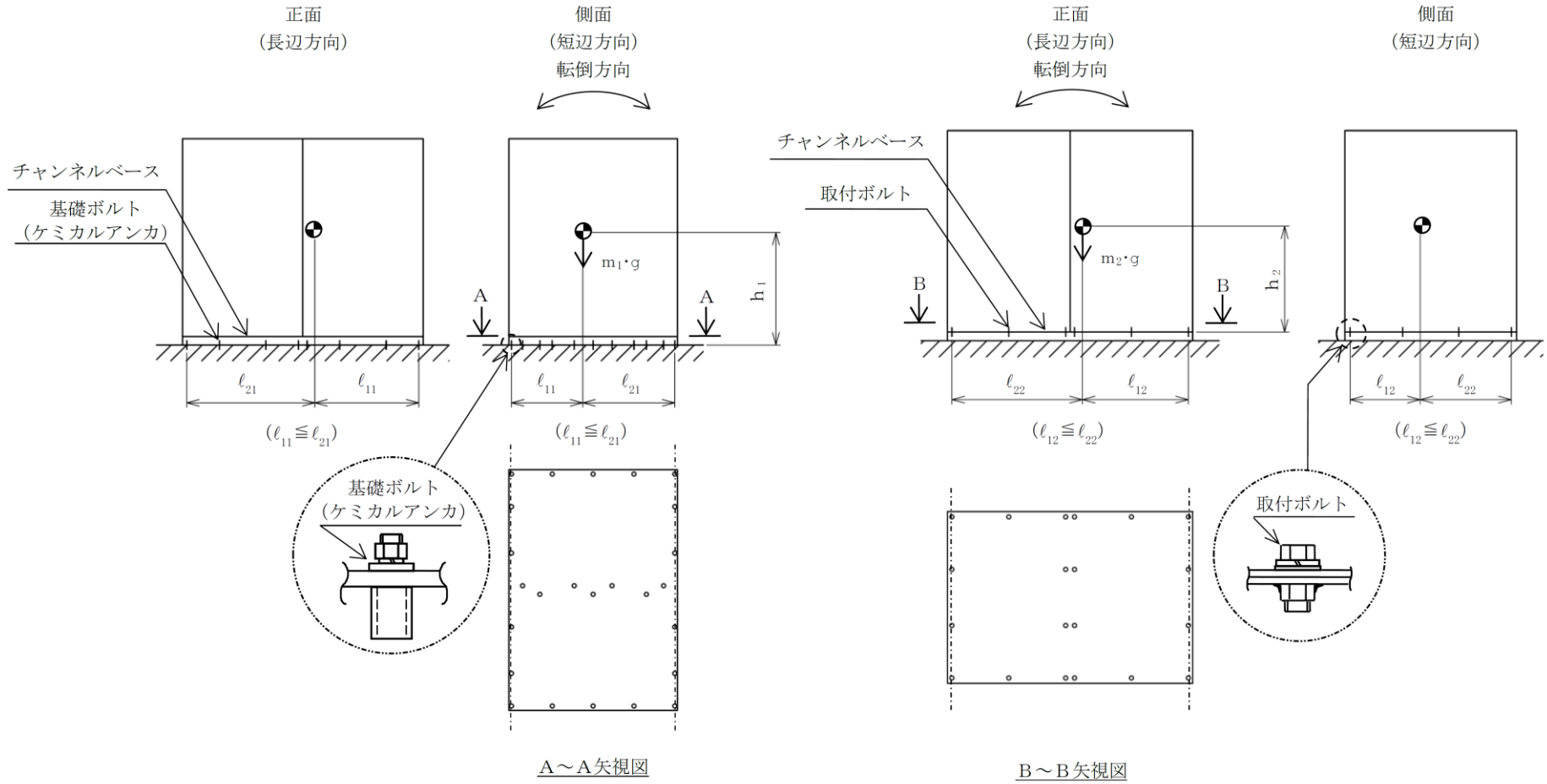
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=70$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=74$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=19$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。



【2D-メタクラ切替盤（2-1218）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
2D-メタクラ切替盤 (2-1218)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1310	16 (M16)	201.1	25	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	20	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	830	1070	6	—	258	—	短辺方向
	1210	1490	5				
取付ボルト (i=2)	800	1040	6	—	280	—	長辺方向
	1210	1490	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

## 1.3 計算数値

## 1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 1.4 結論

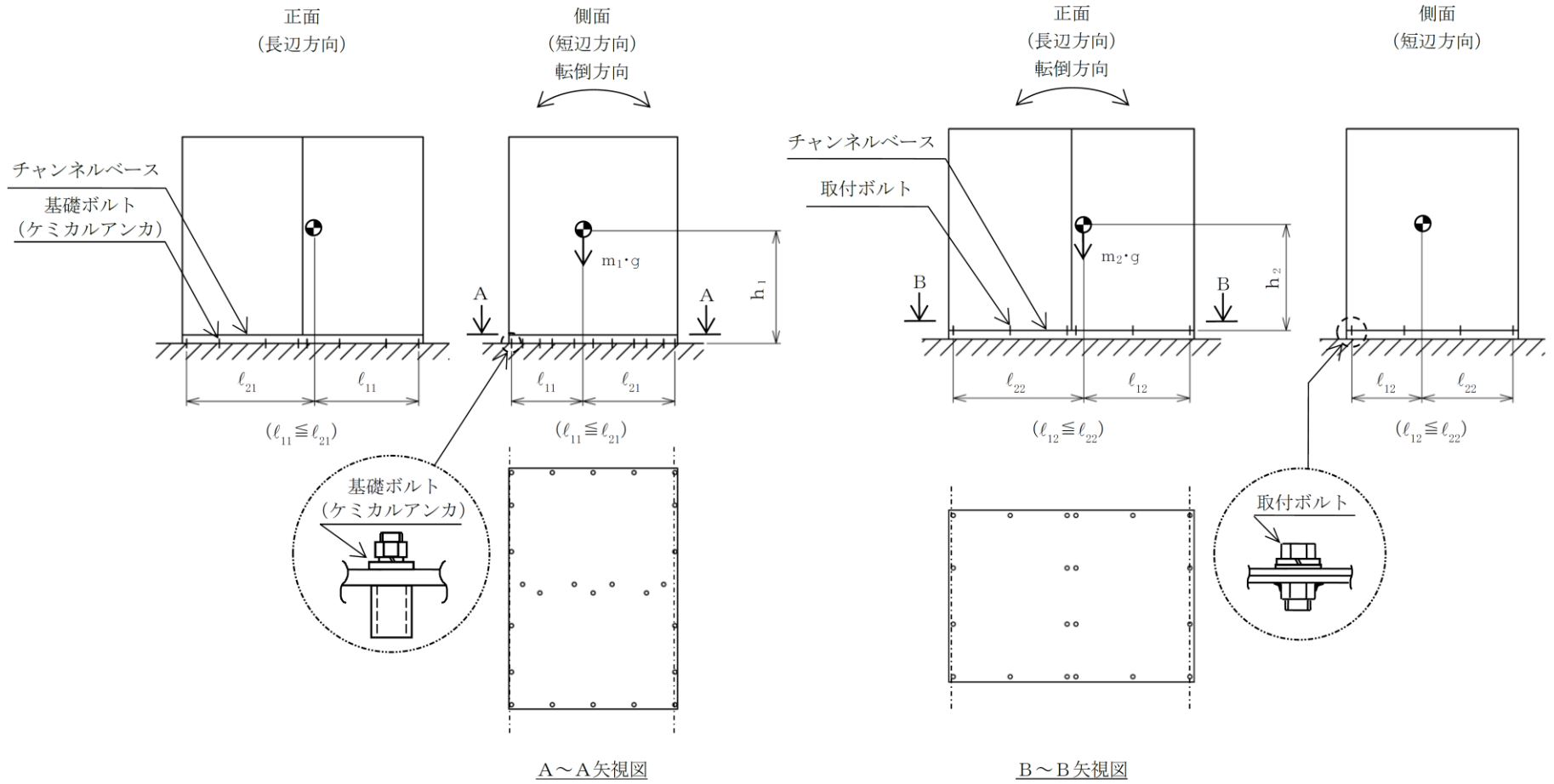
## 1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=70$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=74$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=19$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ 

すべて許容応力以下である。





VI-2-10-1-4-15 高圧発電機車接続プラグ収納箱  
の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 基本方針	7
4.2 固有周期の確認方法	7
4.3 固有周期の確認結果	7
5. 構造強度評価	8
5.1 構造強度評価方法	8
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	8
5.3 設計用地震力	13
5.4 計算方法	14
5.5 計算条件	16
5.6 応力の評価	17
6. 機能維持評価	18
6.1 電氣的機能維持評価方法	18
7. 評価結果	19
7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	19

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、高圧発電機車接続プラグ収納箱が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

高圧発電機車接続プラグ収納箱は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

高圧発電機車接続プラグ収納箱の構造計画を表 2-1 に示す。

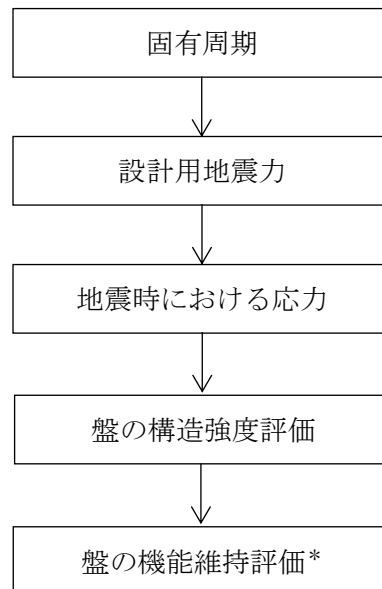
表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																							
基礎・支持構造	主体構造																								
<p>高圧発電機車接続プラグ 収納箱は、基礎ボルトに て壁に設置する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み 合わせた壁掛形の盤)</p>																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側C系) (2YIB-18)</th> <th>高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側D系) (2YIB-19)</th> <th>高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側C系) (2YIB-20)</th> <th>高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側D系) (2YIB-21)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1180</td> <td>1180</td> <td>1180</td> <td>1180</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>850</td> <td>850</td> <td>850</td> <td>850</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>				機器名称	高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側C系) (2YIB-18)	高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側D系) (2YIB-19)	高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側C系) (2YIB-20)	高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側D系) (2YIB-21)	たて	1180	1180	1180	1180	横	850	850	850	850	高さ	300	300	300	300
機器名称	高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側C系) (2YIB-18)	高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側D系) (2YIB-19)	高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側C系) (2YIB-20)	高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側D系) (2YIB-21)																					
たて	1180	1180	1180	1180																					
横	850	850	850	850																					
高さ	300	300	300	300																					
		(単位: mm)																							

## 2.2 評価方針

高圧発電機車接続プラグ収納箱の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す高圧発電機車接続プラグ収納箱の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、高圧発電機車接続プラグ収納箱の機能維持評価は、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

高圧発電機車接続プラグ収納箱の耐震評価フローを図2-1に示す。



注記\*：盤の機能維持は支持構造物の構造健全性を確認することにより評価する。

図2-1 高圧発電機車接続プラグ収納箱の耐震評価フロー

### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984  
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A <sub>b</sub>	ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>V</sub>	鉛直方向設計震度	—
d	ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
F <sub>b</sub>	ボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
F <sub>b1</sub>	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
F <sub>b2</sub>	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
f <sub>sb</sub>	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f <sub>to</sub>	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
f <sub>ts</sub>	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
h	据付面又は取付面から重心までの距離	mm
l <sub>1</sub>	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形)	mm
l <sub>2</sub>	上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形)	mm
l <sub>3</sub>	左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離 (壁掛形)	mm
m	盤の質量	kg
n	ボルトの本数	—
n <sub>fV</sub>	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (前後方向) (壁掛形)	—
n <sub>fH</sub>	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (左右方向) (壁掛形)	—
Q <sub>b</sub>	ボルトに作用するせん断力	N
Q <sub>b1</sub>	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力 (壁掛形)	N
Q <sub>b2</sub>	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力 (壁掛形)	N
S <sub>u</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S <sub>y</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
S <sub>y</sub> (RT)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値	MPa
π	円周率	—
σ <sub>b</sub>	ボルトに生じる引張応力	MPa
τ <sub>b</sub>	ボルトに生じるせん断応力	MPa
P <sub>K</sub>	風荷重	N
P <sub>S</sub>	積雪荷重	N

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力*3	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
速度	m/s	—	—	小数点以下第 1 位
速度圧	N/m <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。



### 3. 評価部位

高圧発電機車接続プラグ収納箱の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトについて実施する。

高圧発電機車接続プラグ収納箱の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

### 4. 固有周期

#### 4.1 基本方針

高圧発電機車接続プラグ収納箱の固有周期は、振動試験（自由振動試験）にて求める。

#### 4.2 固有周期の確認方法

プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、固有周期を確認する。高圧発電機車接続プラグ収納箱の外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期

(単位：s)

高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側C系) (2YIB-18)	水平	
	鉛直	
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側D系) (2YIB-19)	水平	
	鉛直	
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側C系) (2YIB-20)	水平	
	鉛直	
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側D系) (2YIB-21)	水平	
	鉛直	

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 5.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧発電機車接続プラグ収納箱の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

#### 5.2.2 許容応力

高圧発電機車接続プラグ収納箱の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

#### 5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧発電機車接続プラグ収納箱の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-3 に示す。

#### 5.2.4 風荷重

風荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、風速 30m/s を使用し、高圧発電機車接続プラグ収納箱の形状、風向きを踏まえ、作用する風圧力を算出する。風圧力の算出の基準となる基準速度圧を表 5-4 に示す。

#### 5.2.5 積雪荷重

積雪荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮し、高圧発電機車接続プラグ収納箱の形状を踏まえ、算出する。算出した積雪荷重を表 5-5 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類 <sup>*1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	高圧発電機車 接続プラグ収納箱	常設耐震／防止 常設／緩和	— <sup>*2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s + P_K$ $+ P_S^{*3}$	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ $+ P_K + P_S$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s + P_K + P_S$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 5-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40 mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

表 5-4 基準速度圧 (単位: N/m<sup>2</sup>)

作用する部位	基準速度圧
高圧発電機車接続プラグ収納箱 (西側C系) (2YIB-18)	645.0
高圧発電機車接続プラグ収納箱 (西側D系) (2YIB-19)	645.0
高圧発電機車接続プラグ収納箱 (南側C系) (2YIB-20)	645.0
高圧発電機車接続プラグ収納箱 (南側D系) (2YIB-21)	645.0

表 5-5 積雪荷重 (単位: N)









作用する部位	積雪荷重
高圧発電機車接続プラグ収納箱 (西側C系) (2YIB-18)	680.0
高圧発電機車接続プラグ収納箱 (西側D系) (2YIB-19)	680.0
高圧発電機車接続プラグ収納箱 (南側C系) (2YIB-20)	680.0
高圧発電機車接続プラグ収納箱 (南側D系) (2YIB-21)	680.0

### 5.3 設計用地震力

高圧発電機車接続プラグ収納箱の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-6に示す。

「基準地震動S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表5-6 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
		水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側C系) (2YIB-18)	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )			—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側D系) (2YIB-19)	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )						
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側C系) (2YIB-20)	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )						
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側D系) (2YIB-21)	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )						

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

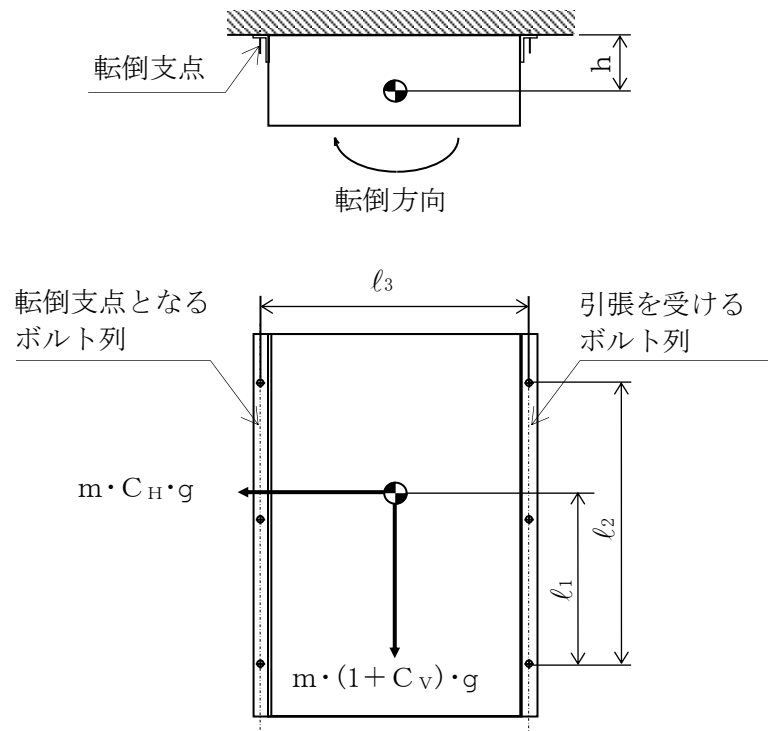


図 5-1 計算モデル (左右方向転倒)

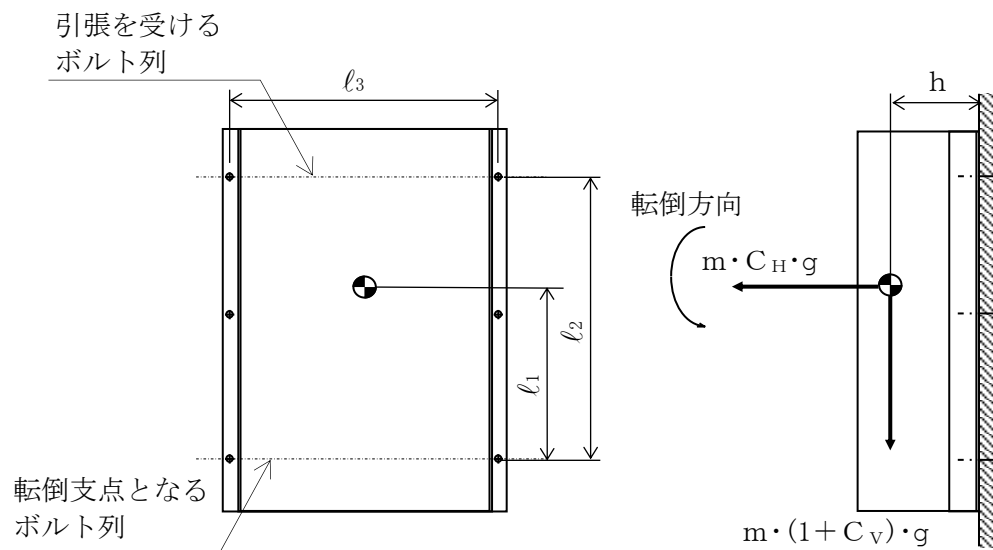


図 5-2 計算モデル (前後方向転倒)



## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1及び図5-2でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b1} = \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h}{n_{fv} \cdot l_2} + \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot h + P_K \cdot h}{n_{fH} \cdot l_3} \dots (5.4.1.1.1)$$

$$F_{b2} = \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h}{n_{fv} \cdot l_2} + \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot l_1}{n_{fv} \cdot l_2} \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_b = \text{Max} (F_{b1}, F_{b2}) \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_b$ は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots (5.4.1.1.5)$$

## (2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = C_H \cdot (m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) + P_K \dots (5.4.1.1.6)$$

$$Q_{b2} = (1 + C_v) \cdot (m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \dots (5.4.1.1.7)$$

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2} \dots (5.4.1.1.8)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots (5.4.1.1.9)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧発電機車接続プラグ収納箱（西側C系）(2YIB-18)の耐震性についての計算結果】、【高圧発電機車接続プラグ収納箱（西側D系）(2YIB-19)の耐震性についての計算結果】、【高圧発電機車接続プラグ収納箱（南側C系）(2YIB-20)の耐震性についての計算結果】、【高圧発電機車接続プラグ収納箱（南側D系）(2YIB-21)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

## 5.6 応力の評価

### 5.6.1 ボルトの応力評価

5.4.1項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_b$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{ts}$ 以下であること。ただし、 $f_{to}$ は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 $\tau_b$ は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{sb}$ 以下であること。ただし、 $f_{sb}$ は下表による。

	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

高圧発電機車接続プラグ収納箱の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

高圧発電機車接続プラグ収納箱はケーブルのみを収納した盤であり、構造的に健全であればその機能が維持できる。したがって、高圧発電機車接続プラグ収納箱の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

## 7. 評価結果

### 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧発電機車接続プラグ収納箱の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は

(1) 構造強度評価結果による。

【高圧発電機車接続プラグ収納箱（西側C系）（2YIB-18）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側C系) (2YIB-18)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト	□	170	16 (M16)	201.1	6	215 (40 mm < 径 ≤ 100mm)	400 (40 mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	n <sub>f v</sub>	n <sub>f H</sub>	P <sub>K</sub> (N)	P <sub>S</sub> (N)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
										弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	440	800	790	2	3	730.6	680.0	—	258	—	前後方向

## 1.3 計算数値

## 1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 1.4 結論

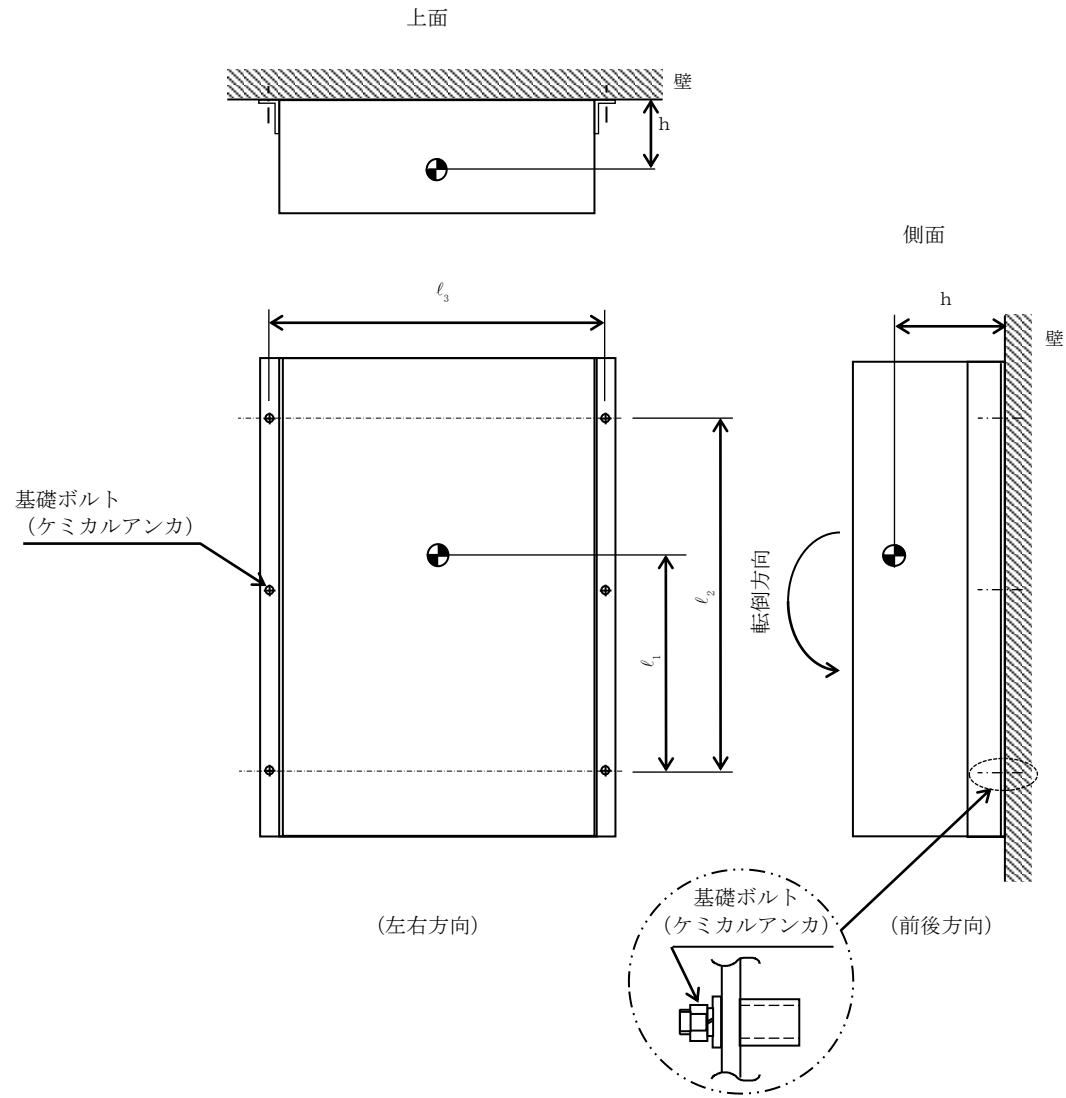
## 1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=11$	$f_{ts}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=9$	$f_{sb}=119$

注記\*： $f_{ts}=\text{Min}[1.4 \cdot f_{to}-1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ 

すべて許容応力以下である。







【高圧発電機車接続プラグ収納箱（西側D系）（2YIB-19）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備


1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (西側D系) (2YIB-19)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8*1)			—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		170	16 (M16)	201.1	6	215 (40 mm < 径 ≤ 100mm)	400 (40 mm < 径 ≤ 100mm)

部材	l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	n <sub>fV</sub>	n <sub>fH</sub>	P <sub>K</sub> (N)	P <sub>S</sub> (N)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
										弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	440	800	790	2	3	730.6	680.0	—	258	—	前後方向

## 1.3 計算数値

## 1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 1.4 結論

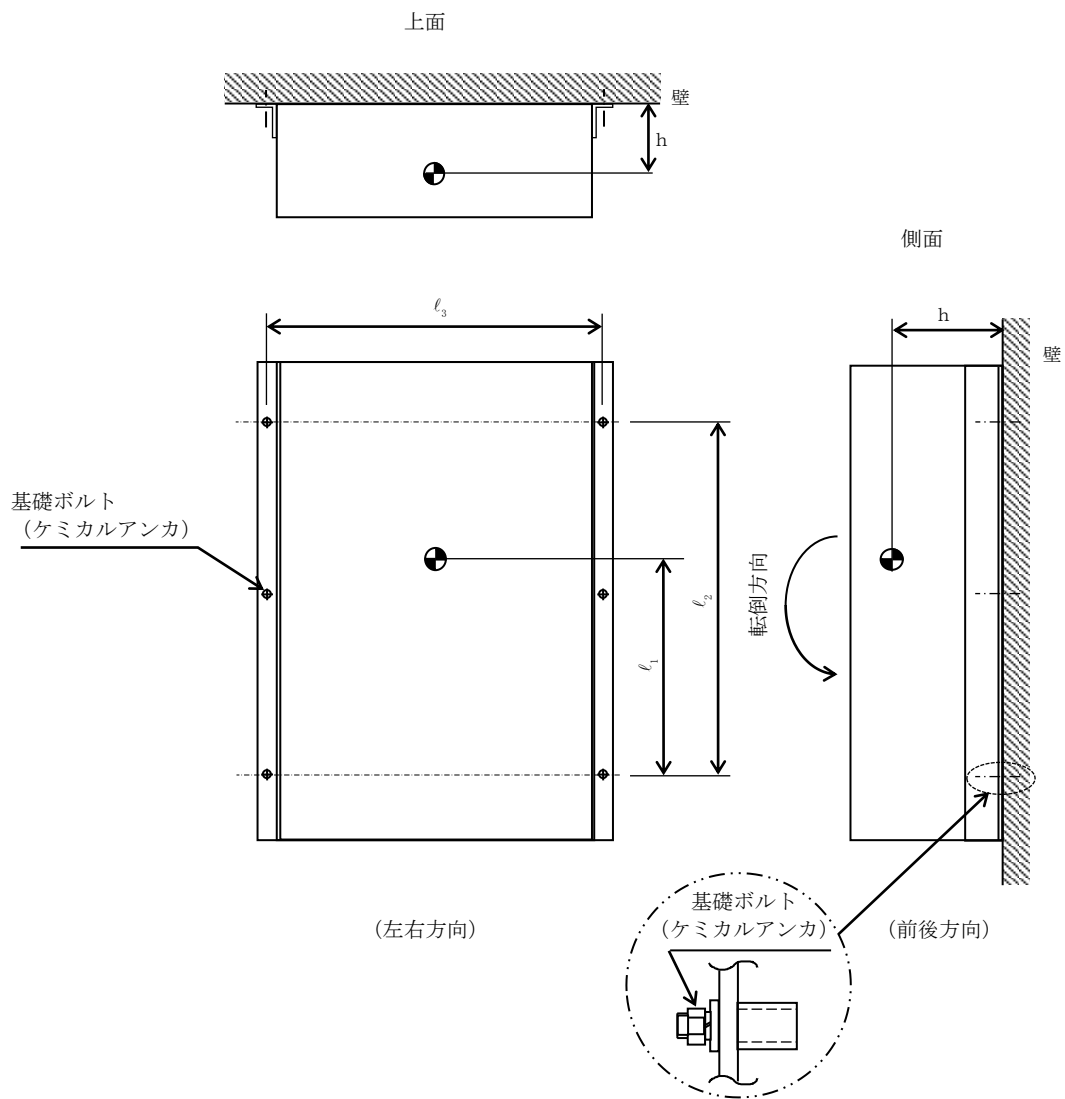
## 1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 11$	$f_{ts} = 154^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 9$	$f_{sb} = 119$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ 

すべて許容応力以下である。



【高圧発電機車接続プラグ収納箱（南側C系）（2YIB-20）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側C系) (2YIB-20)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト	□	170	16 (M16)	201.1	6	215 (40 mm < 径 ≤ 100mm)	400 (40 mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	n <sub>fV</sub>	n <sub>fH</sub>	P <sub>K</sub> (N)	P <sub>S</sub> (N)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
										弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	440	800	790	2	3	730.6	680.0	—	258	—	前後方向

## 1.3 計算数値

## 1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 1.4 結論

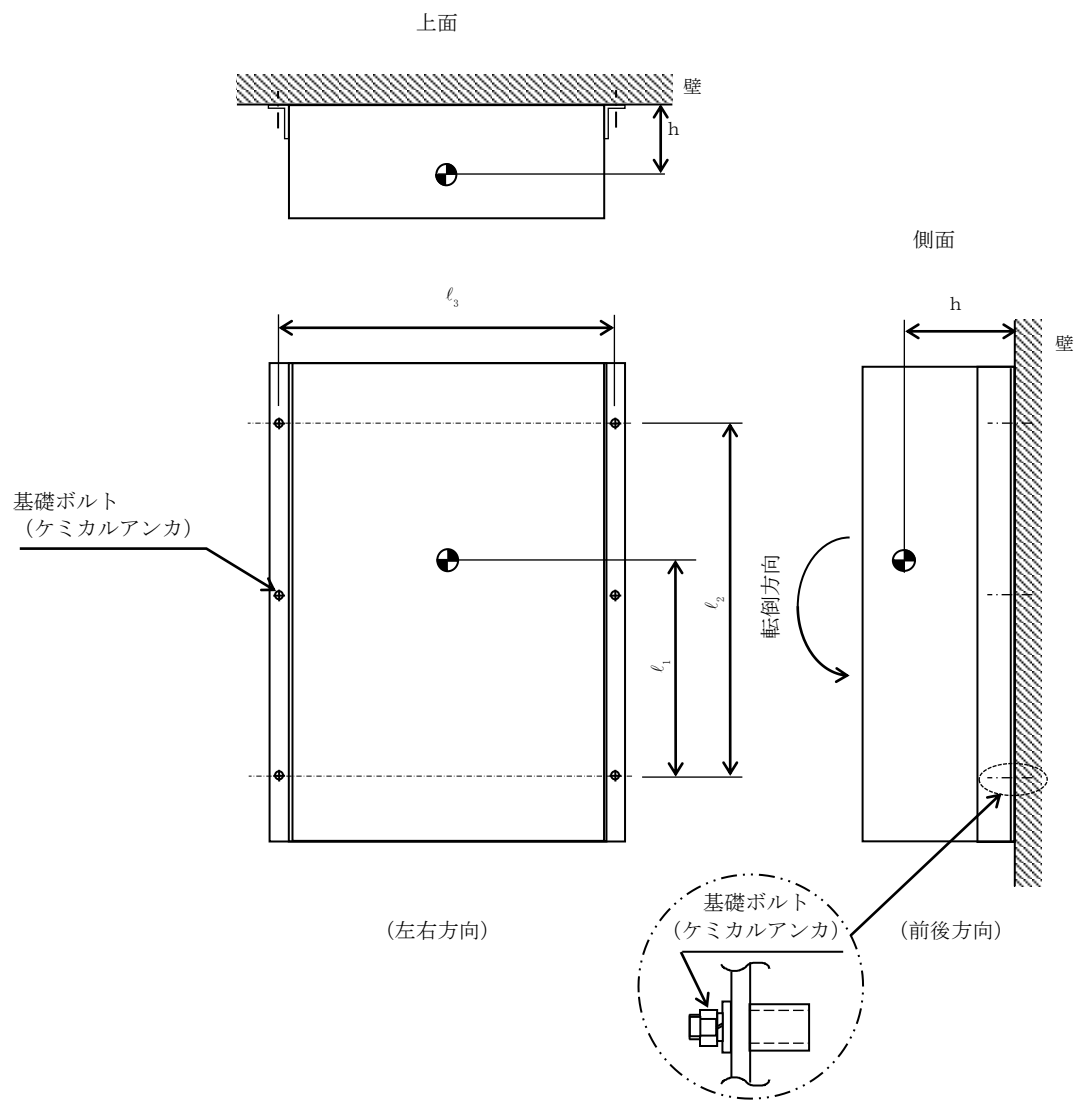
## 1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 11$	$f_{ts} = 154^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 9$	$f_{sb} = 119$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ 



すべて許容応力以下である。



【高圧発電機車接続プラグ収納箱（南側D系）（2YIB-21）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備


1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧発電機車 接続プラグ収納箱 (南側D系) (2YIB-21)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8*1)			—	—	C <sub>H</sub> =1.73*2	C <sub>V</sub> =2.07*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		170	16 (M16)	201.1	6	215 (40 mm < 径 ≤ 100mm)	400 (40 mm < 径 ≤ 100mm)

部材	l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	n <sub>fV</sub>	n <sub>fH</sub>	P <sub>K</sub> (N)	P <sub>S</sub> (N)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
										弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	440	800	790	2	3	730.6	680.0	—	258	—	前後方向

## 1.3 計算数値

## 1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

## 1.4 結論

## 1.4.1 ボルトの応力

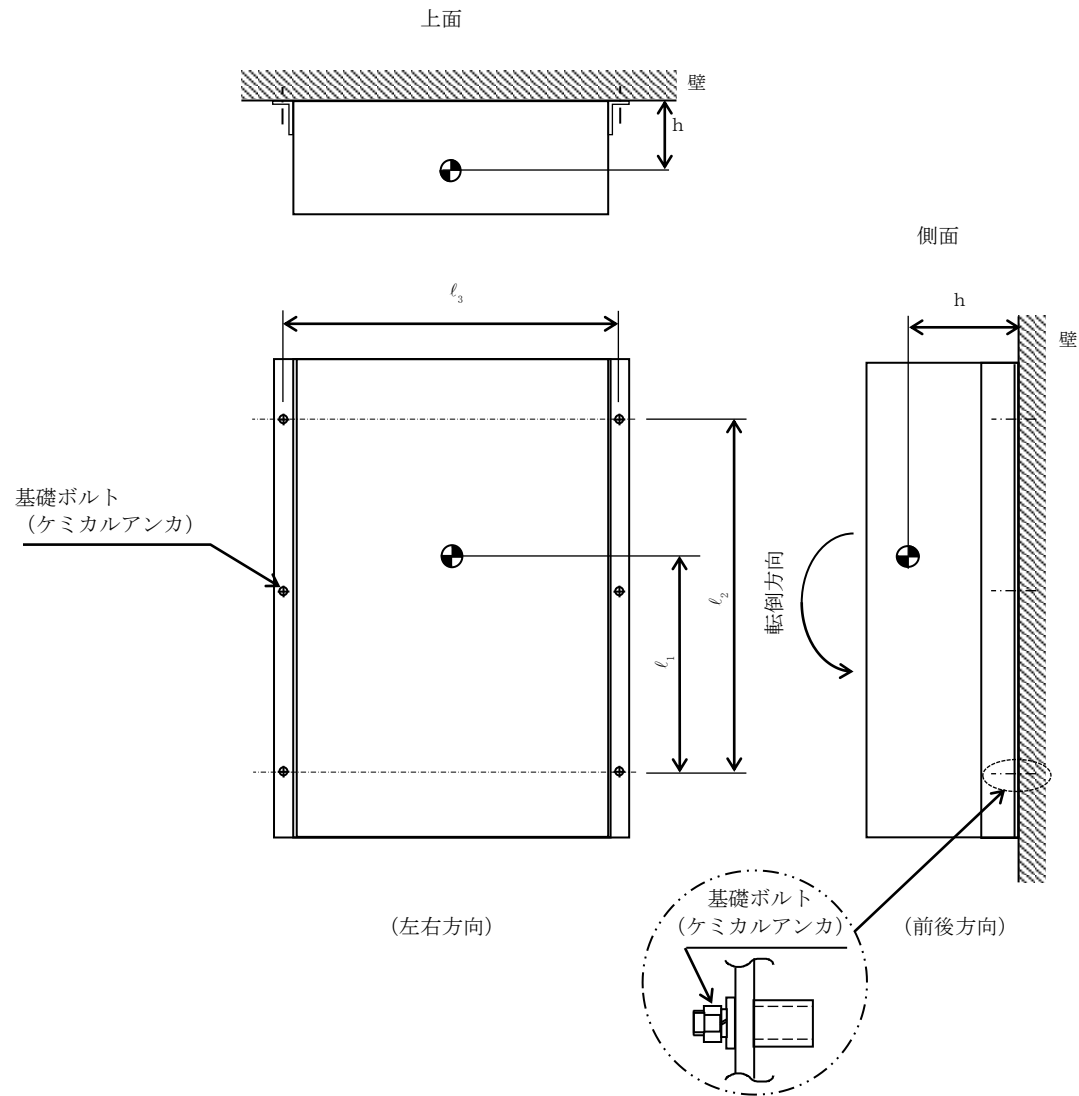
(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 11$	$f_{ts} = 154^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 9$	$f_{sb} = 119$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ 

すべて許容応力以下である。





VI-2-10-1-4-16 SA 電源切替盤の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、SA 電源切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

SA 電源切替盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、SA 電源切替盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

SA 電源切替盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>SA 電源切替盤は，取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>A-SA 電源切替盤 (2-1112)</th> <th>B-SA 電源切替盤 (2-1113)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>800</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1200</td> <td>1200</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2000</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	A-SA 電源切替盤 (2-1112)	B-SA 電源切替盤 (2-1113)	たて	800	800	横	1200	1200	高さ	2000	2000
機器名称	A-SA 電源切替盤 (2-1112)	B-SA 電源切替盤 (2-1113)												
たて	800	800												
横	1200	1200												
高さ	2000	2000												

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

SA 電源切替盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-SA 電源切替盤 (2-1112)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
B-SA 電源切替盤 (2-1113)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

SA 電源切替盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

SA 電源切替盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

SA 電源切替盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

SA 電源切替盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-SA 電源切替盤 (2-1112) の耐震性についての計算結果】、【B-SA 電源切替盤 (2-1113) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	SA 電源切替盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	SA 電源切替盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。



表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

SA 電源切替盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

SA 電源切替盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-SA 電源切替盤 (2-1112)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
B-SA 電源切替盤 (2-1113)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

SA 電源切替盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

SA 電源切替盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-SA 電源切替盤（2-1112）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-SA 電源切替盤 (2-1112)	S	原子炉建物 EL. 34.8* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.56* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.31* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =2.07* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =2.39* <sup>3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1420	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1320	16 (M16)	201.1	10	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	270	430	5	215	258	長辺方向	長辺方向
	490	610	2				
取付ボルト (i=2)	240	400	4	235	280	短辺方向	短辺方向
	490	610	3				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	□	□	□	□
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=59$	$f_{ts1}=129^*$	$\sigma_{b1}=93$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=63$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-SA 電源切替盤 (2-1112)	水平方向	1.73	□
	鉛直方向	1.98	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-SA 電源切替盤 (2-1112)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.07*2	C <sub>V</sub> =2.39*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1420	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm < 径 ≤ 100mm)	400 (40mm < 径 ≤ 100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1320	16 (M16)	201.1	10	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	270	430	5	—	258	—	長辺方向
	490	610	2				
取付ボルト (i=2)	240	400	4	—	280	—	短辺方向
	490	610	3				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=93$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=63$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

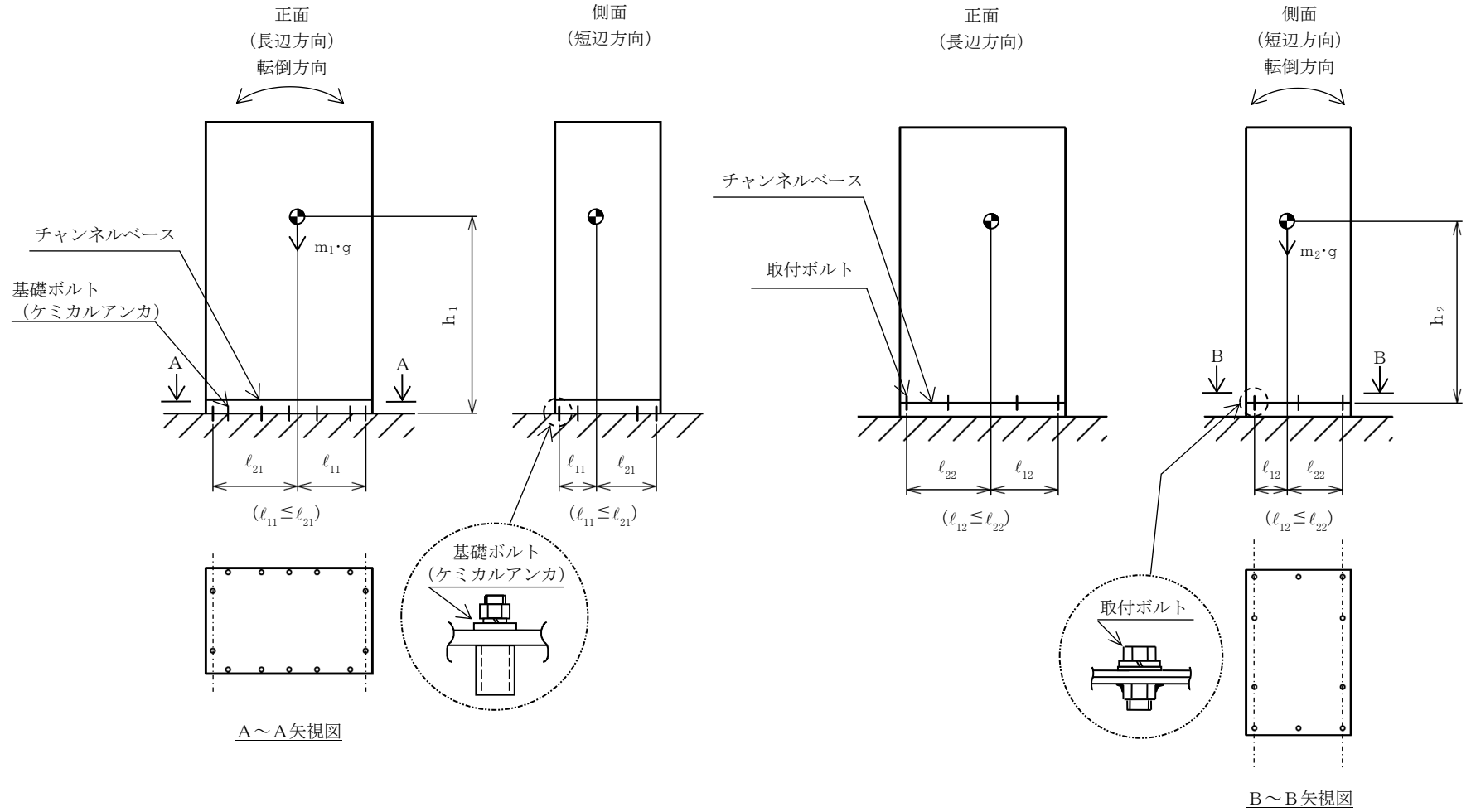
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-SA 電源切替盤 (2-1112)	水平方向	1.73	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





【B-SA 電源切替盤（2-1113）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-SA 電源切替盤 (2-1113)	S	原子炉建物 EL 34.8* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.56* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.31* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =2.07* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =2.39* <sup>3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1420	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1320	16 (M16)	201.1	10	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	270	430	5	215	258	長辺方向	長辺方向
	490	610	2				
取付ボルト (i=2)	240	400	4	235	280	短辺方向	短辺方向
	490	610	3				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	□	□	□	□
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=59$	$f_{ts1}=129^*$	$\sigma_{b1}=93$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=63$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-SA 電源切替盤 (2-1113)	水平方向	1.73	□
	鉛直方向	1.98	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-SA 電源切替盤 (2-1113)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.07*2	C <sub>V</sub> =2.39*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1420	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1320	16 (M16)	201.1	10	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	270	430	5	—	258	—	長辺方向
	490	610	2				
取付ボルト (i=2)	240	400	4	—	280	—	短辺方向
	490	610	3				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=93$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=63$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

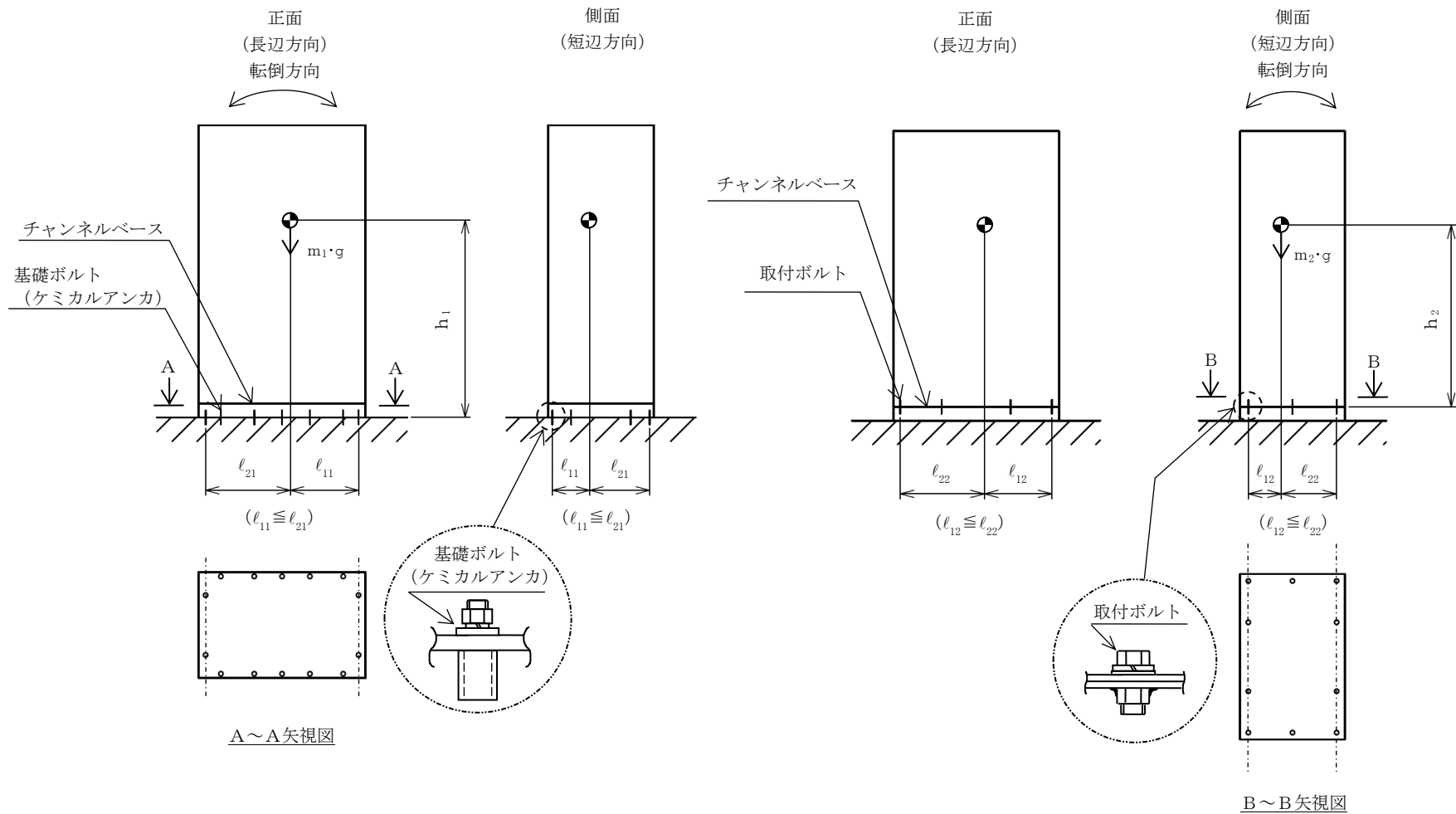
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-SA 電源切替盤 (2-1113)	水平方向	1.73	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-17 充電器電源切替盤の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9



## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、充電器電源切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

充電器電源切替盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

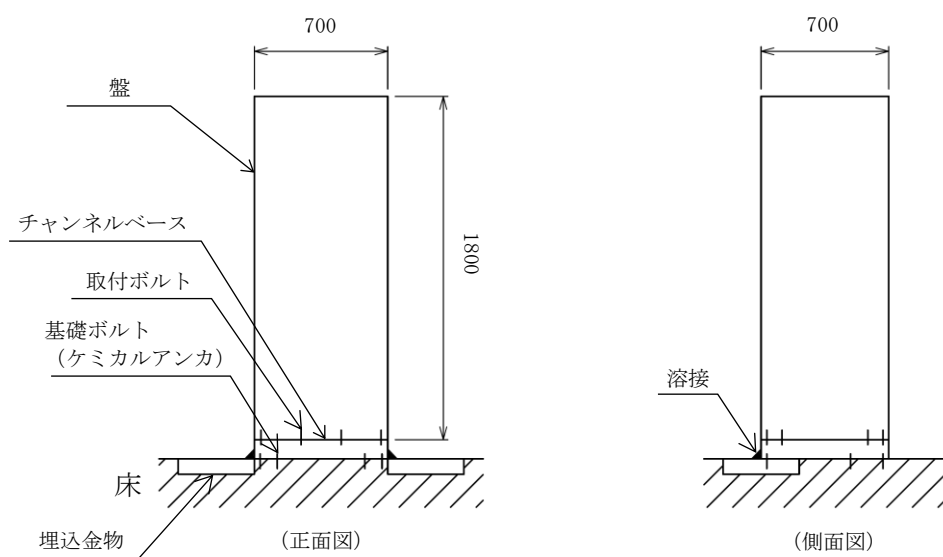
なお、充電器電源切替盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

充電器電源切替盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>充電器電源切替盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置するとともに、溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	 <p style="text-align: right;">(単位: mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

充電器電源切替盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

充電器電源切替盤 (2-1248-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

充電器電源切替盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

充電器電源切替盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

充電器電源切替盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

充電器電源切替盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【充電器電源切替盤（2-1248-1）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	充電器電源切替盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	充電器電源切替盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

充電器電源切替盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

充電器電源切替盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
充電器電源切替盤 (2-1248-1)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>



## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

充電器電源切替盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

充電器電源切替盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【充電器電源切替盤（2-1248-1）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
充電器電源切替盤 (2-1248-1)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.01* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.57* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.79* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.26* <sup>3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1090	16 (M16)	201.1	6	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		990	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	260	350	2	215	258	長辺方向	長辺方向
	285	355	1				
取付ボルト (i=2)	260	350	4	235	280	短辺方向	短辺方向
	280	350	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=40$	$f_{ts1}=129^*$	$\sigma_{b1}=84$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	$\tau_{b1}=5$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
充電器電源切替盤 (2-1248-1)	水平方向	1.49	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
充電器電源切替盤 (2-1248-1)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.79*2	C <sub>V</sub> =1.26*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1090	16 (M16)	201.1	6	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	990	16 (M16)	201.1	12	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	260	350	2	—	258	—	長辺方向
	285	355	1				
取付ボルト (i=2)	260	350	4	—	280	—	短辺方向
	280	350	4				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=84$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

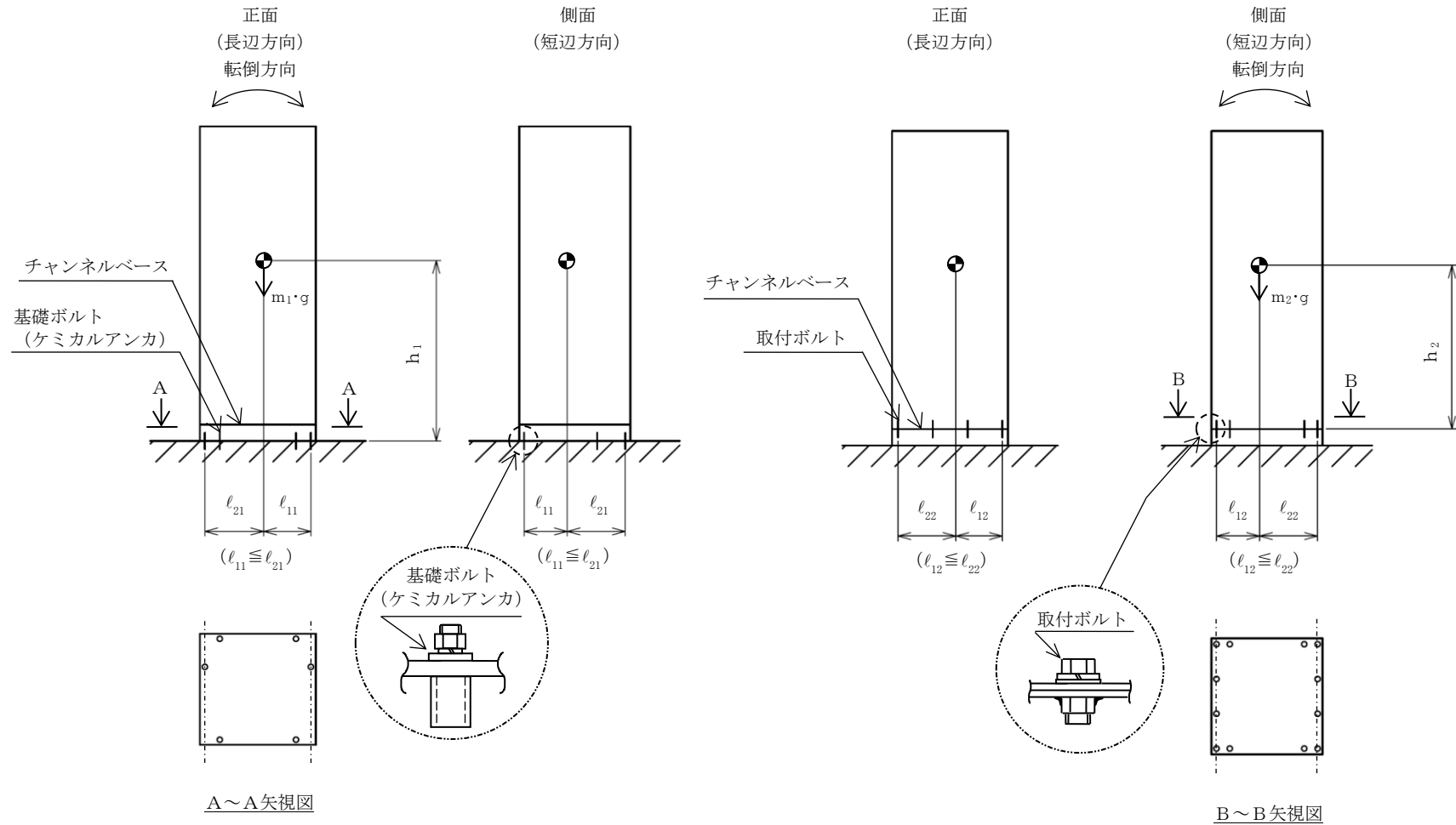
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
充電器電源切替盤 (2-1248-1)	水平方向	1.49	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-18 緊急時対策所 発電機接続プラグ盤  
の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 基本方針	7
4.2 固有周期の確認方法	7
4.3 固有周期の確認結果	7
5. 構造強度評価	8
5.1 構造強度評価方法	8
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	8
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	15
5.6 応力の評価	16
6. 機能維持評価	17
6.1 電氣的機能維持評価方法	17
7. 評価結果	18
7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	18



## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急時対策所 発電機接続プラグ盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>緊急時対策所 発電機接続プラグ盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて壁に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

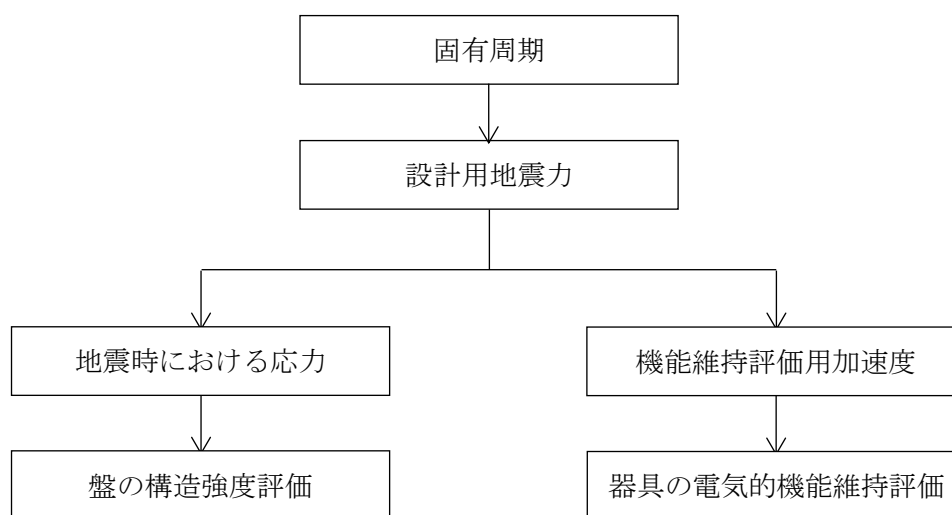


図 2-1 緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の耐震評価フロー

### 2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984  
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_b$	ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$d$	ボルトの呼び径	mm
$F$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
$F^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
$F_b$	ボルトに作用する引張力 (1 本当たり)	N
$F_{b1}$	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1 本当たり)	N
$F_{b2}$	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1 本当たり)	N
$f_{sb}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{to}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$\text{m/s}^2$
$h$	据付面又は取付面から重心までの距離	mm
$l_1$	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形)	mm
$l_2$	上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形)	mm
$l_3$	左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離 (壁掛形)	mm
$m$	盤の質量	kg
$n$	ボルトの本数	—
$n_{fv}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (前後方向) (壁掛形)	—
$n_{fH}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (左右方向) (壁掛形)	—
$Q_b$	ボルトに作用するせん断力	N
$Q_{b1}$	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力 (壁掛形)	N
$Q_{b2}$	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力 (壁掛形)	N
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における値	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_b$	ボルトに生じる引張応力	MPa
$\tau_b$	ボルトに生じるせん断応力	MPa
$P_K$	風荷重	N
$P_S$	積雪荷重	N

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位* <sup>1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* <sup>3</sup>	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
速度	m/s	—	—	小数点以下第 1 位
速度圧	N/m <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>

注記\*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる取付ボルトについて実施する。

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

### 4. 固有周期

#### 4.1 基本方針

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の固有周期は、振動試験（自由振動試験）にて求める。

#### 4.2 固有周期の確認方法

プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、固有周期を確認する。緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期

(単位：s)

緊急時対策所 発電機 接続プラグ盤 (H21-P0801)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは埋込金物で基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (6) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 5.2 荷重の組合せ及び許容応力

#### 5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

#### 5.2.2 許容応力

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

#### 5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-3 に示す。

#### 5.2.4 風荷重

風荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、風速 30m/s を使用し、緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の形状、風向きを踏まえ、作用する風圧力を算出する。風圧力の算出の基準となる基準速度圧を表 5-4 に示す。

#### 5.2.5 積雪荷重

積雪荷重は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮し、緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の形状を踏まえ、算出する。算出した積雪荷重を表 5-5 に示す。



表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急時対策所 発電機接続プラグ盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s + P_K$ $+ P_S^{*3}$	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ $+ P_K + P_S$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s + P_K + P_S$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 5-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 5-4 基準速度圧（単位：N/m<sup>2</sup>）

作用する部位	基準速度圧
緊急時対策所 発電機 接続プラグ盤 (H21-P0801)	645.0

表 5-5 積雪荷重（単位：N）

作用する部位	積雪荷重
緊急時対策所 発電機 接続プラグ盤 (H21-P0801)	3.671×10 <sup>3</sup>

### 5.3 設計用地震力

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-6 に示す。

「基準地震動  $S_s$ 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
緊急時対策所 EL 50.25 (EL 56.6 <sup>*1</sup> )	□	□	—	—	$C_H=2.90^{*2}$	$C_V=1.41^{*2}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動  $S_s$ ）

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

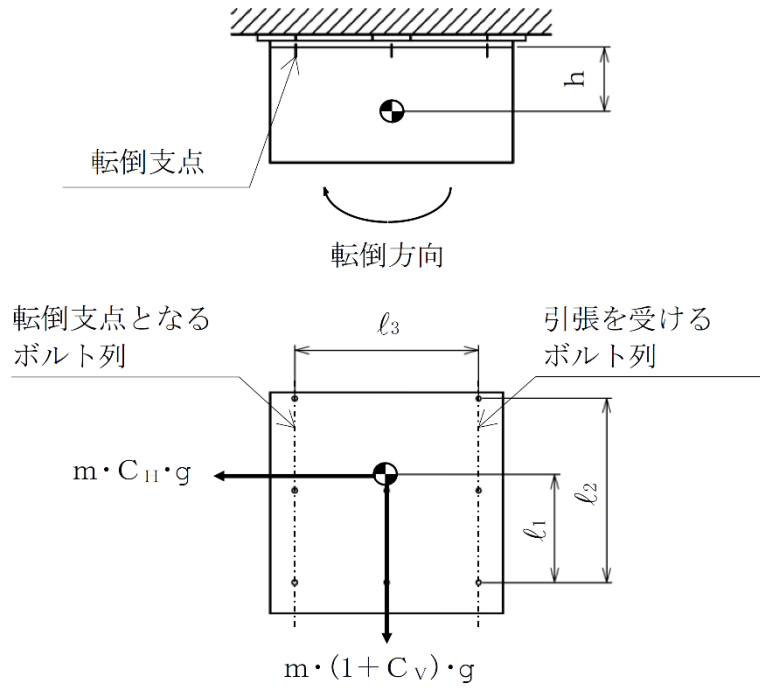


図5-1 計算モデル（左右方向転倒）

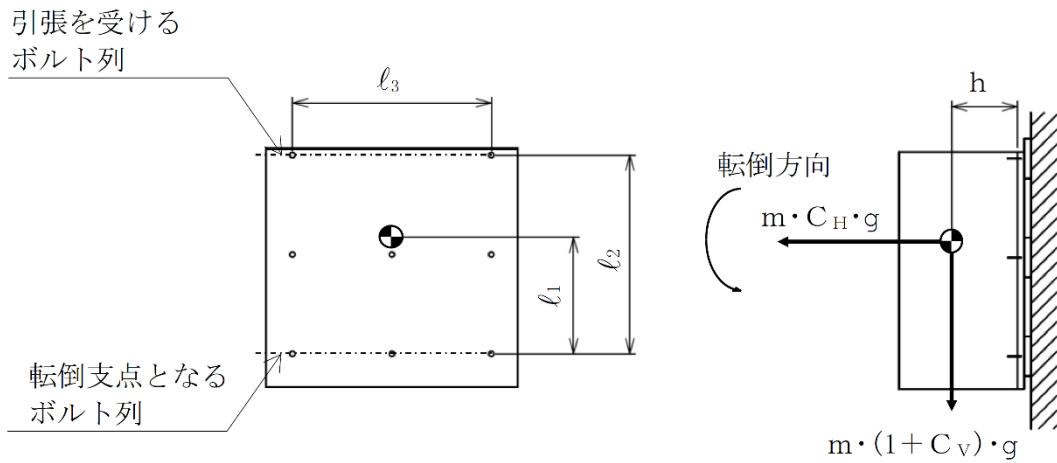


図5-2 計算モデル（前後方向転倒）

## (1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図5-1及び図5-2でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b1} = \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h}{n_{fv} \cdot l_2} + \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot h + P_K \cdot h}{n_{fH} \cdot l_3} \dots (5.4.1.1.1)$$

$$F_{b2} = \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot (1 + C_v) \cdot h}{n_{fv} \cdot l_2} + \frac{(m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \cdot C_H \cdot l_1}{n_{fv} \cdot l_2} \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_b = \text{Max} (F_{b1}, F_{b2}) \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 $A_b$ は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots (5.4.1.1.5)$$

## (2) せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = C_H \cdot (m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) + P_K \dots (5.4.1.1.6)$$

$$Q_{b2} = (1 + C_v) \cdot (m \cdot g + 0.35 \cdot P_s) \dots (5.4.1.1.7)$$

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2} \dots (5.4.1.1.8)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots (5.4.1.1.9)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【緊急時対策所 発電機接続プラグ盤 (H21-P0801) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

## 5.6 応力の評価

### 5.6.1 ボルトの応力評価

5.4.1項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_b$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{ts}$ 以下であること。ただし、 $f_{to}$ は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 $\tau_b$ は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{sb}$ 以下であること。ただし、 $f_{sb}$ は下表による。

	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$



## 6. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 発電機接続プラグ盤 (H21-P0801)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 7. 評価結果

### 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急時対策所 発電機接続プラグ盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【緊急時対策所 発電機接続プラグ盤 (H21-P0801) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急時対策所 発電機接続プラグ盤 (H21-P0801)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 EL 50.25 (EL 56.6*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.90*2	C <sub>V</sub> =1.41*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
取付ボルト	□	500	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	n <sub>fV</sub>	n <sub>fH</sub>	P <sub>K</sub> (N)	P <sub>S</sub> (N)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
										弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト	880	1500	1500	2	3	3.678×10 <sup>3</sup>	3.671×10 <sup>3</sup>	—	280	—	前後方向

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 88$	$f_{ts} = 210^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 35$	$f_{sb} = 161$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

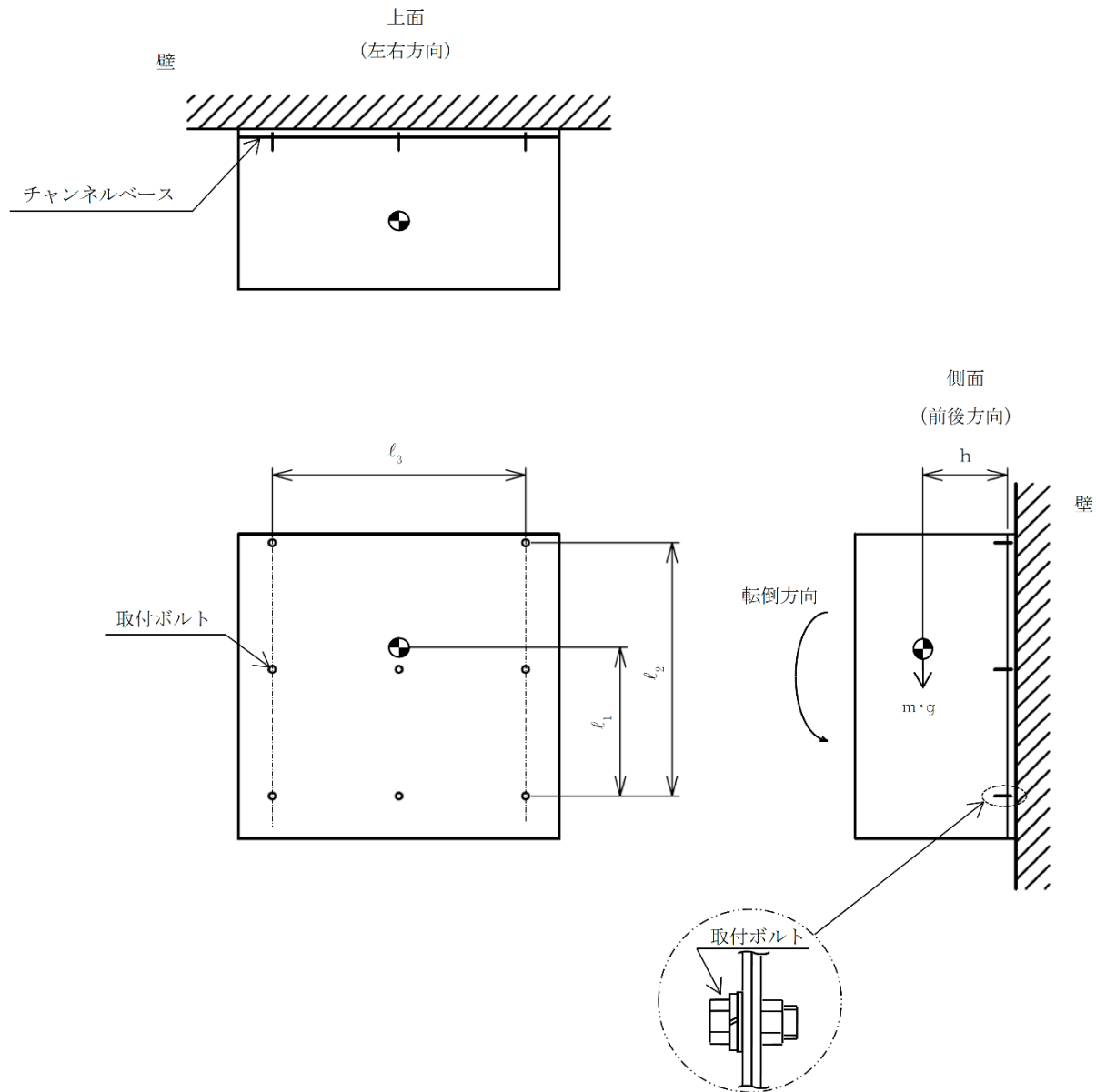
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
緊急時対策所 発電機接続プラグ盤 (H21-P0801)	水平方向	2.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-19 緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤  
の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤の構造計画を表 2-1 に示す。



表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤 (R24-P0800~4)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤（R24-P0800～4）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤 (R24-P0800～4)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。



【緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤（R24-P0800～4）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤 (R24-P0800～4)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 EL 50.25* <sup>1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.90* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.41* <sup>2</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	9600	1090	16 (M16)	201.1	68	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	660	940	16	—	280	—	長辺方向
	2470	3850	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=88$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

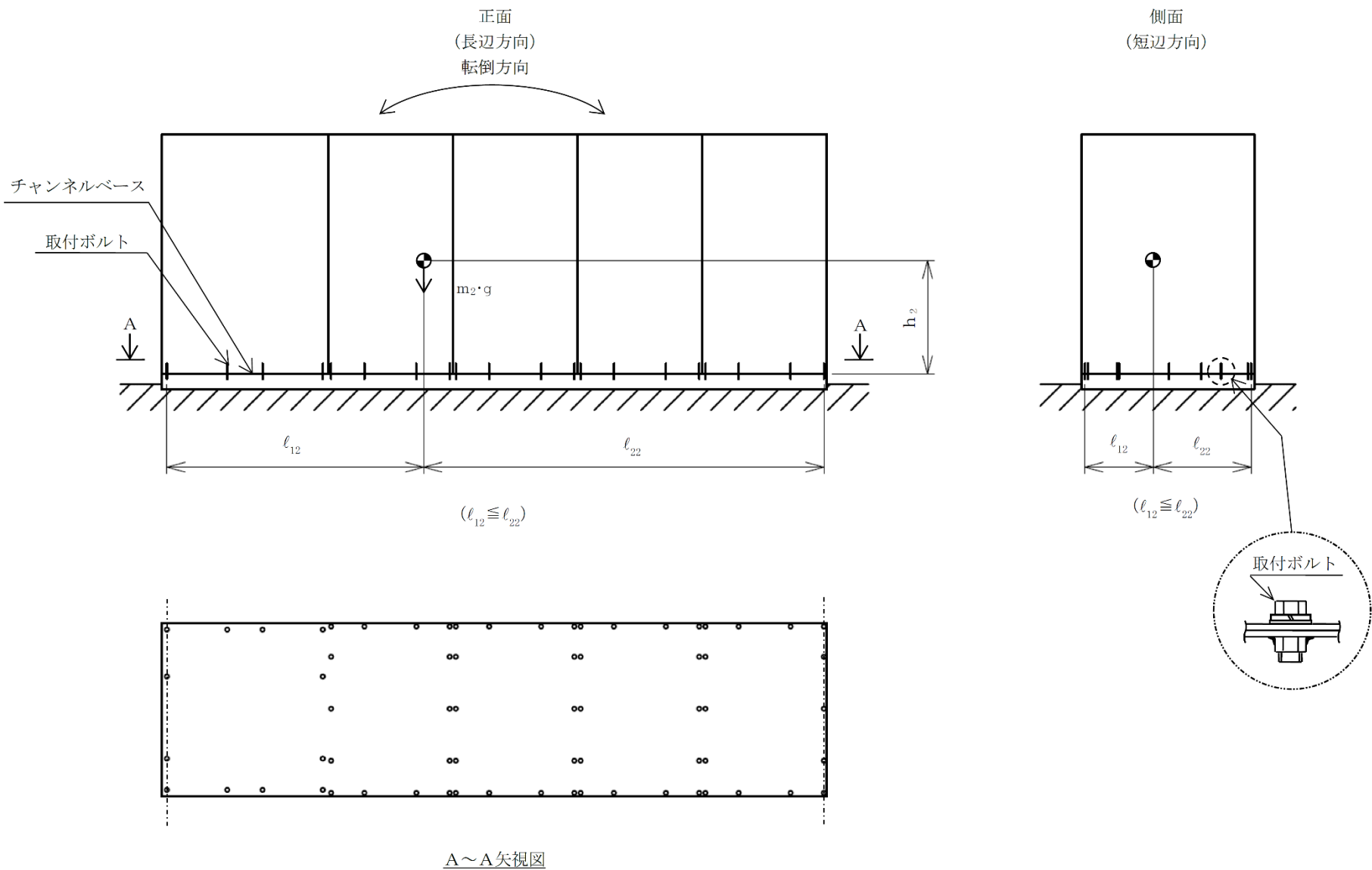
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
緊急時対策所 低圧受電盤・低圧母線盤 (R24-P0800~4)	水平方向	1.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.16	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-20 緊急時対策所 低圧分電盤 1  
の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急時対策所 低圧分電盤 1 が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急時対策所 低圧分電盤 1 は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、緊急時対策所 低圧分電盤 1 は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急時対策所 低圧分電盤 1 の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>緊急時対策所 低圧分電盤 1 は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて壁に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

緊急時対策所 低圧分電盤 1 の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

緊急時対策所 低圧分電盤 1 (R47-P0800)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

緊急時対策所 低圧分電盤 1 の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急時対策所 低圧分電盤 1 の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

緊急時対策所 低圧分電盤 1 の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急時対策所 低圧分電盤 1 の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【緊急時対策所 低圧分電盤 1 (R47-P0800) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急時対策所 低圧分電盤 1	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> *  	1.5・f <sub>s</sub> *  
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

緊急時対策所 低圧分電盤 1 の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

緊急時対策所 低圧分電盤 1 に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 低圧分電盤 1 (R47-P0800)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急時対策所 低圧分電盤 1 の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【緊急時対策所 低圧分電盤 1 (R47-P0800) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備


1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急時対策所 低圧分電盤 1 (R47-P0800)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 EL 50.25 (EL 56.6*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.90*2	C <sub>V</sub> =1.41*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		280	16 (M16)	201.1	12	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	l <sub>3 i</sub> * (mm)	n <sub>f v i</sub> *	n <sub>f H i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	1120	2000	1100	2	6	—	276	—	前後方向
	1120	2000	1100	2	6				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=29$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=159$

注記\* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

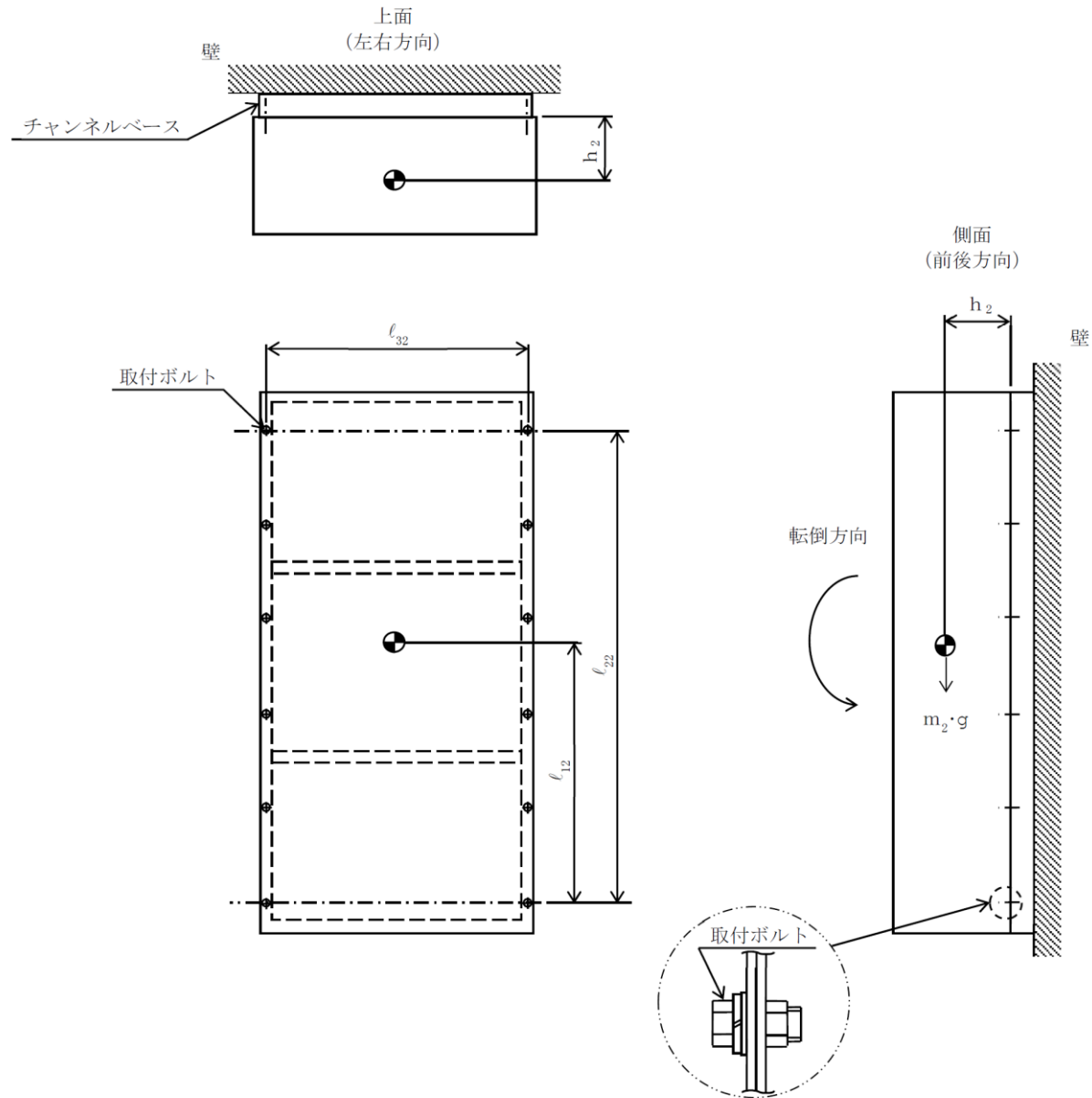
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
緊急時対策所 低圧分電盤 1 (R47-P0800)	水平方向	2.42	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="checkbox"/>

注記\* : 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-21 緊急時対策所 低圧分電盤 2  
の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急時対策所 低圧分電盤 2 が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急時対策所 低圧分電盤 2 は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、緊急時対策所 低圧分電盤 2 は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急時対策所 低圧分電盤 2 の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>緊急時対策所 低圧分電盤 2 は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて壁に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

緊急時対策所 低圧分電盤 2 の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

緊急時対策所 低圧分電盤 2 (R47-P0801)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

緊急時対策所 低圧分電盤 2 の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急時対策所 低圧分電盤 2 の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

緊急時対策所 低圧分電盤 2 の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急時対策所 低圧分電盤 2 の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【緊急時対策所 低圧分電盤 2 (R47-P0801) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急時対策所 低圧分電盤 2	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。



表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  	1.5・f <sub>s</sub> *  
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

緊急時対策所 低圧分電盤 2 の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

緊急時対策所 低圧分電盤 2 に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 低圧分電盤 2 (R47-P0801)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急時対策所 低圧分電盤 2 の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【緊急時対策所 低圧分電盤 2 (R47-P0801) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備


1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急時対策所 低圧分電盤 2 (R47-P0801)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 EL 50.25 (EL 56.6*1)			—	—	C <sub>H</sub> =2.90*2	C <sub>V</sub> =1.41*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		280	16 (M16)	201.1	12	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	l <sub>3 i</sub> * (mm)	n <sub>f v i</sub> *	n <sub>f H i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	1120	2000	1100	2	6	—	276	—	前後方向
	1120	2000	1100	2	6				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=29$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=159$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

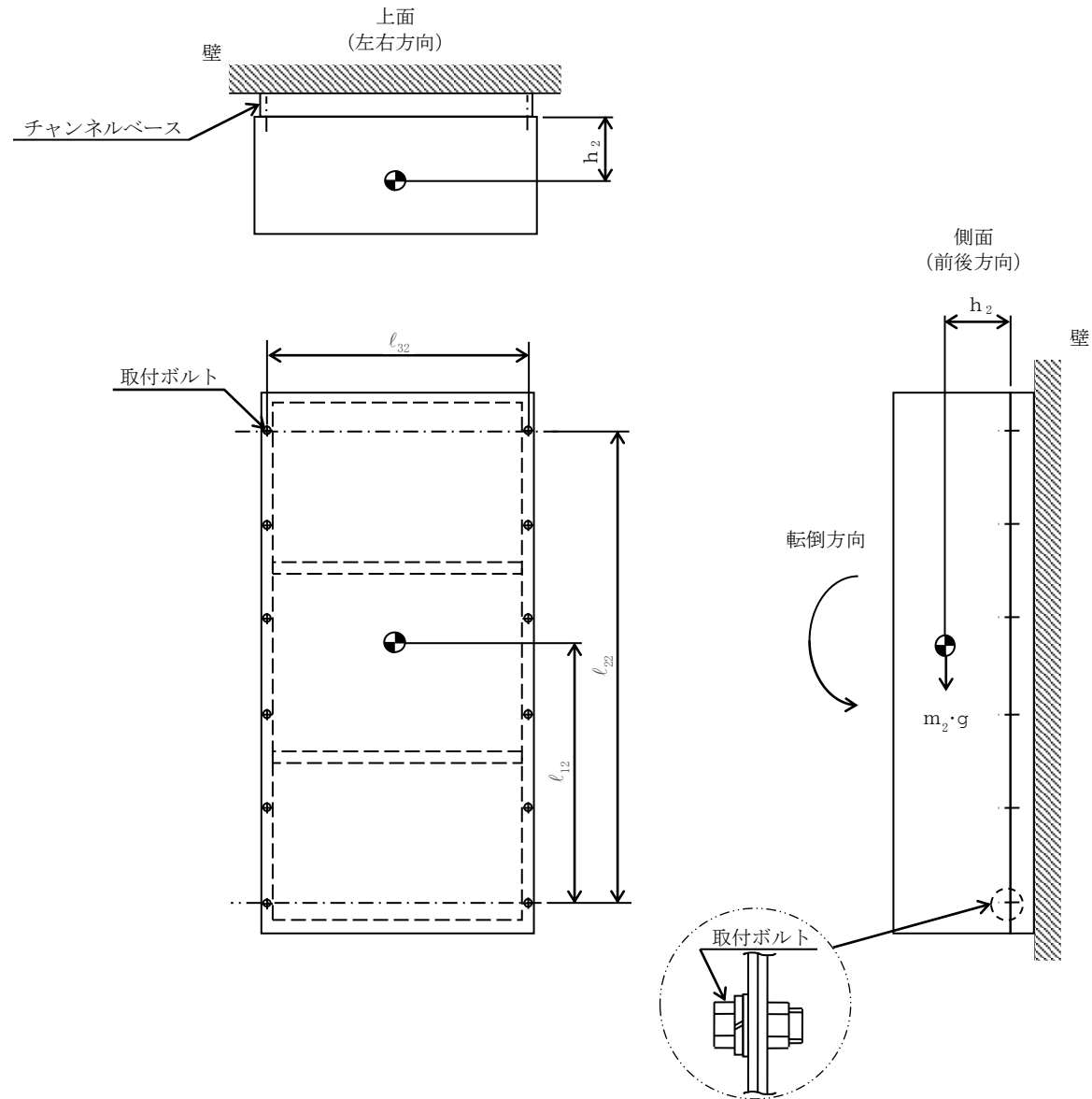
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
緊急時対策所 低圧分電盤 2 (R47-P0801)	水平方向	2.42	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-22 A-115V 系直流盤の耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A-115V系直流盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-115V系直流盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、A-115V系直流盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-115V系直流盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A-115V 系直流盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-115V 系直流盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

A-115V 系直流盤 (2-2265A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

A-115V 系直流盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A-115V 系直流盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

A-115V 系直流盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-115V 系直流盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-115V 系直流盤 (2-2265A) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	A-115V 系直流盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	A-115V 系直流盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A-115V 系直流盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

A-115V 系直流盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-115V 系直流盤 (2-2265A)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-115V 系直流盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

A-115V 系直流盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-115V系直流盤（2-2265A）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-115V系直流盤 (2-2265A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	24	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	240	300	12	235	280	短辺方向	長辺方向
	1390	1710	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3	引張	$\sigma_{b2}=31$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=68$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-115V 系直流盤 (2-2265A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-115V 系直流盤 (2-2265A)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.88*2	C <sub>V</sub> =1.46*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	24	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	240	300	12	—	280	—	長辺方向
	1390	1710	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SGD3	引張	—	—	$\sigma_{b2}=68$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

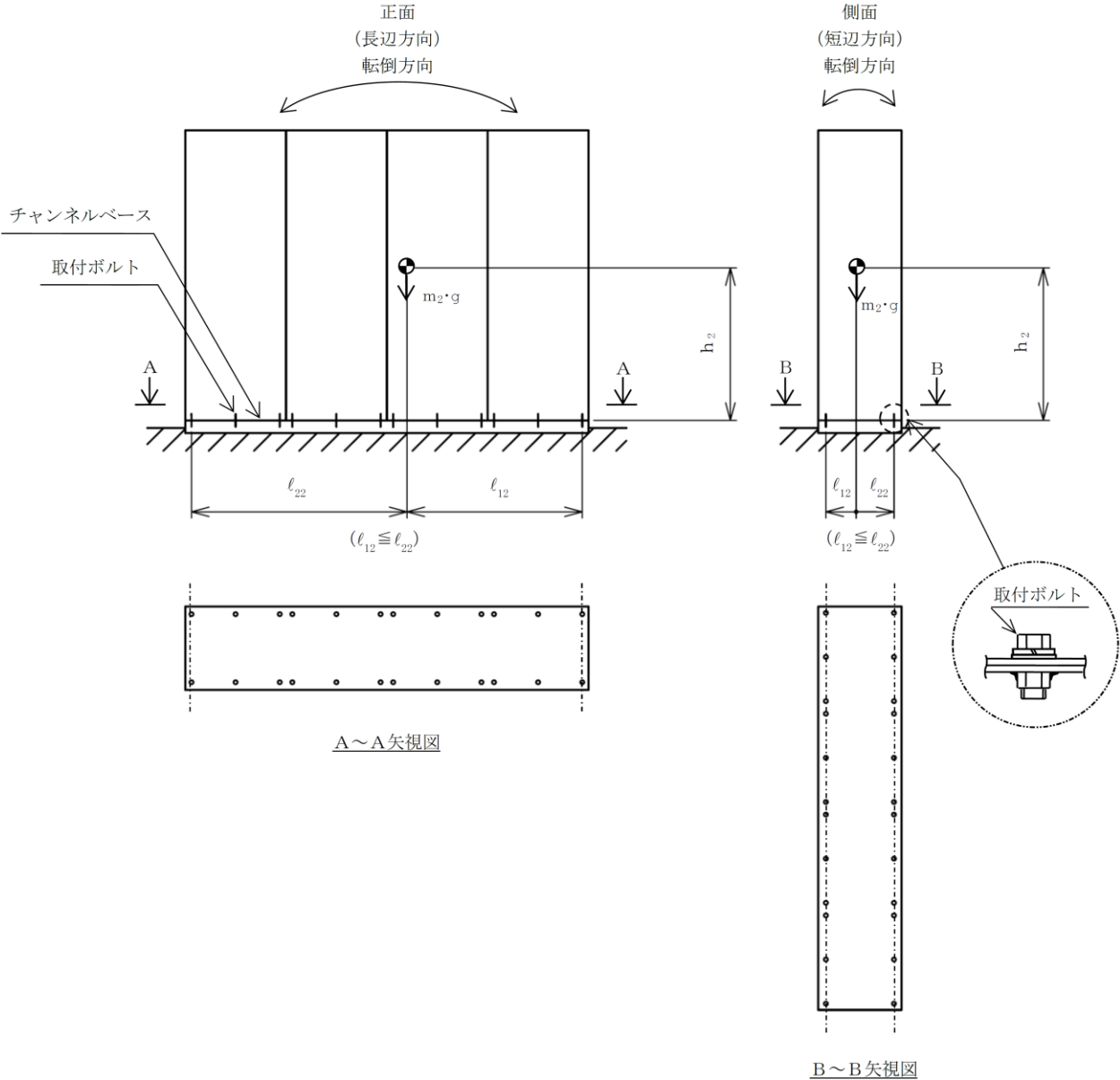
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-115V 系直流流盤 (2-2265A)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-23 B-115V 系直流盤の耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B-115V系直流盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-115V系直流盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-115V系直流盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-115V系直流盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B-115V 系直流盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置するとともに、溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-115V 系直流盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

B-115V 系直流盤 (2-2265B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

B-115V 系直流盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B-115V 系直流盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B-115V 系直流盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B-115V 系直流盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-115V 系直流盤 (2-2265B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B-115V 系直流盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B-115V 系直流盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS400, SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS400, SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B-115V 系直流盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B-115V 系直流盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-115V 系直流盤 (2-2265B)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-115V系直流盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B-115V系直流盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B-115V系直流盤（2-2265B）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V系直流盤 (2-2265B)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.01 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.57 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.79 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.26 <sup>*3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1210	16 (M16)	201.1	30	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	240	300	15	235	280	短辺方向	長辺方向
	1750	2150	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400, SGD3	引張	$\sigma_{b2}=24$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=60$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-115V 系直流流盤 (2-2265B)	水平方向	1.49	□
	鉛直方向	1.05	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V 系直流盤 (2-2265B)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.79*2	C <sub>V</sub> =1.26*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	30	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	240	300	15	—	280	—	長辺方向
	1750	2150	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し, 下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400, SGD3	引張	—	—	$\sigma_{b2}=60$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

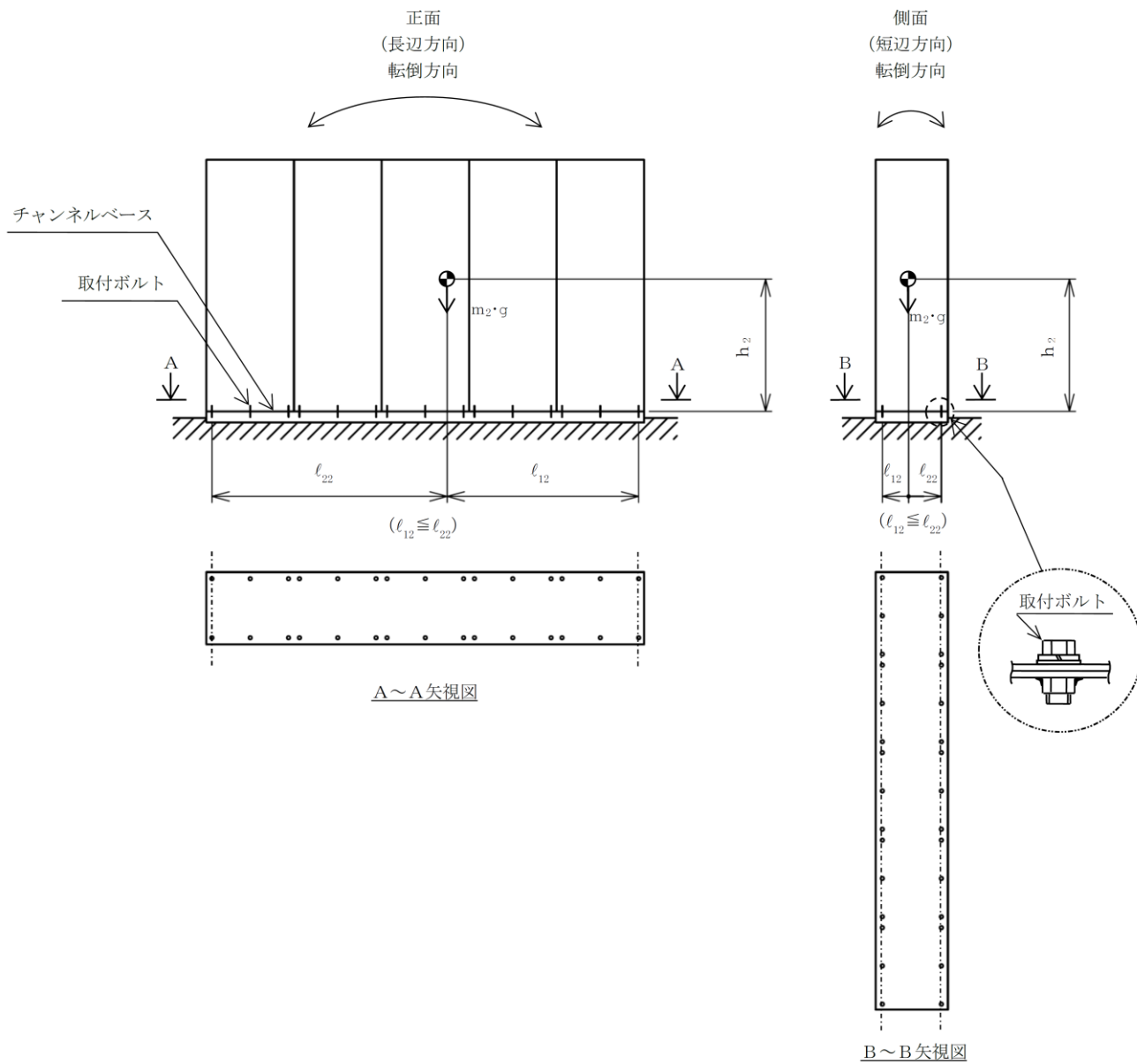
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-115V 系直流流盤 (2-2265B)	水平方向	1.49	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-24 230V 系直流盤 (RCIC) の耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、230V系直流盤（RCIC）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

230V系直流盤（RCIC）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、230V系直流盤（RCIC）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

230V系直流盤（RCIC）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>230V 系直流盤 (RCIC) は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

230V系直流盤（RCIC）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期

(単位：s)

230V系直流盤（RCIC） (2-2265D-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

230V 系直流盤 (RCIC) の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

230V 系直流盤 (RCIC) の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

230V 系直流盤 (RCIC) の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

230V 系直流盤 (RCIC) の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【230V 系直流盤 (RCIC) (2-2265D-1) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	230V系直流盤（RCIC）	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	230V系直流盤（RCIC）	常設耐震／防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

230V系直流盤（RCIC）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

230V系直流盤（RCIC）に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表5-1に示す。

表5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
230V系直流盤（RCIC） （2-2265D-1）	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

230V系直流盤（RCIC）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

230V系直流盤（RCIC）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【230V系直流盤（RCIC）（2-2265D-1）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V系直流盤 (RCIC) (2-2265D-1)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.01* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.57* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.79* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.26* <sup>3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1200	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1100	16 (M16)	201.1	16	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	310	390	4	215	258	短辺方向	短辺方向
	670	830	3				
取付ボルト (i=2)	280	360	6	235	280	短辺方向	短辺方向
	670	830	3				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=30$	$f_{ts1}=129^*$	$\sigma_{b1}=63$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=10$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=40$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
230V 系直流盤 (RCIC) (2-2265D-1)	水平方向	1.49	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V 系直流盤 (RCIC) (2-2265D-1)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 12.3*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.79*2	C <sub>V</sub> =1.26*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1200	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1100	16 (M16)	201.1	16	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	310	390	4	—	258	—	短辺方向
	670	830	3				
取付ボルト (i=2)	280	360	6	—	280	—	短辺方向
	670	830	3				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=63$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=10$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=40$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

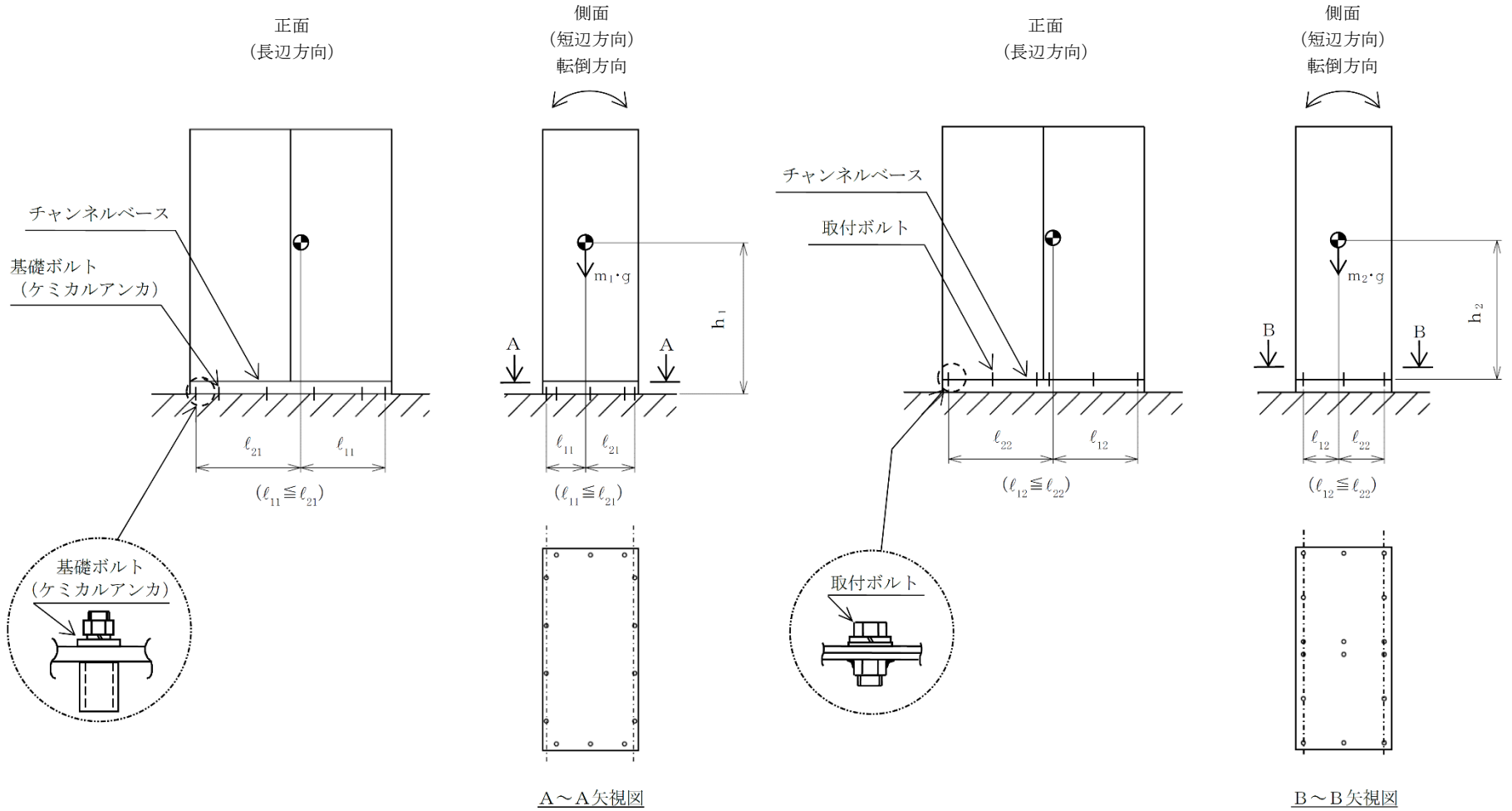
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
230V 系直流盤 (RCIC) (2-2265D-1)	水平方向	1.49	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-25 230V 系直流盤（常用）の耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、230V系直流盤（常用）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

230V系直流盤（常用）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、230V系直流盤（常用）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

230V系直流盤（常用）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>230V 系直流盤（常用）は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置するとともに、溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形（鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

230V 系直流盤（常用）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

230V 系直流盤（常用） (2-2265D-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

230V 系直流盤（常用）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

230V 系直流盤（常用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

230V 系直流盤（常用）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

230V 系直流盤（常用）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【230V 系直流盤（常用）(2-2265D-2) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	230V 系直流盤（常用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

51 \*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
取付ボルト	SS400, SGD3* (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

230V系直流盤（常用）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

230V系直流盤（常用）に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表5-1に示す。

表5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
230V系直流盤（常用） (2-2265D-2)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

230V 系直流盤（常用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【230V系直流盤（常用）（2-2265D-2）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
230V系直流盤 (常用) (2-2265D-2)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.79*2	C <sub>V</sub> =1.26*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	16	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	240	300	8	—	280	—	長辺方向
	1020	1380	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400, SGD3	引張	—	—	$\sigma_{b2}=52$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

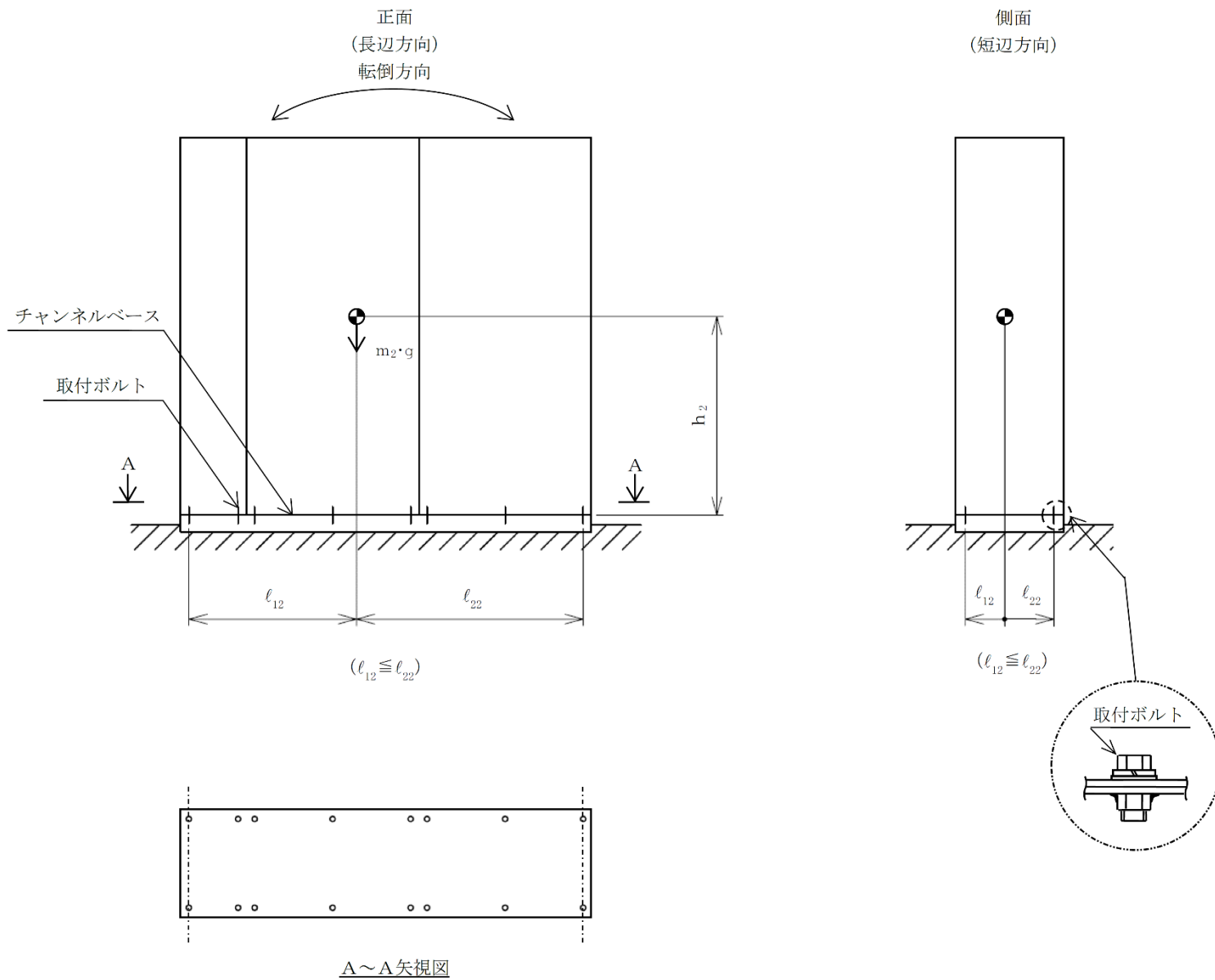
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
230V 系直流盤 (常用) (2-2265D-2)	水平方向	1.49	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-26 B-115V系直流盤 (SA) の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B-115V系直流盤（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-115V系直流盤（SA）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-115V系直流盤（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-115V系直流盤（SA）の構造計画を表2-1に示す。



表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B-115V 系直流盤 (SA) は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-115V 系直流盤 (SA) の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

B-115V 系直流盤 (SA) (2-1201)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

B-115V 系直流盤 (SA) の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B-115V 系直流盤 (SA) の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B-115V 系直流盤 (SA) の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B-115V 系直流盤 (SA) の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-115V 系直流盤 (SA) (2-1201) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B-115V 系直流盤 (SA)	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	B-115V 系直流盤 (SA)	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B-115V 系直流盤 (SA) の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B-115V 系直流盤 (SA) に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-115V 系直流盤 (SA) (2-1201)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-115V 系直流盤 (SA) の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B-115V 系直流盤 (SA) の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果



電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。



【B-115V系直流盤（SA）（2-1201）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件



機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V系 直流盤（SA） （2-1201）	S	廃棄物処理建物 EL. 12.3* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.01* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.57* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.79* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.26* <sup>3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1200	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1100	16 (M16)	201.1	16	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	310	390	4	215	258	短辺方向	短辺方向
	670	830	3				
取付ボルト (i=2)	280	360	6	235	280	短辺方向	短辺方向
	670	830	3				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=30$	$f_{ts1}=129^*$	$\sigma_{b1}=63$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=10$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=40$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-115V 系 直流盤 (SA) (2-1201)	水平方向	1.49	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-115V 系 直流盤 (SA) (2-1201)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.79*2	C <sub>V</sub> =1.26*2	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1200	16 (M16)	201.1	14	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1100	16 (M16)	201.1	16	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	310	390	4	—	258	—	短辺方向
	670	830	3				
取付ボルト (i=2)	280	360	6	—	280	—	短辺方向
	670	830	3				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=63$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=10$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=40$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

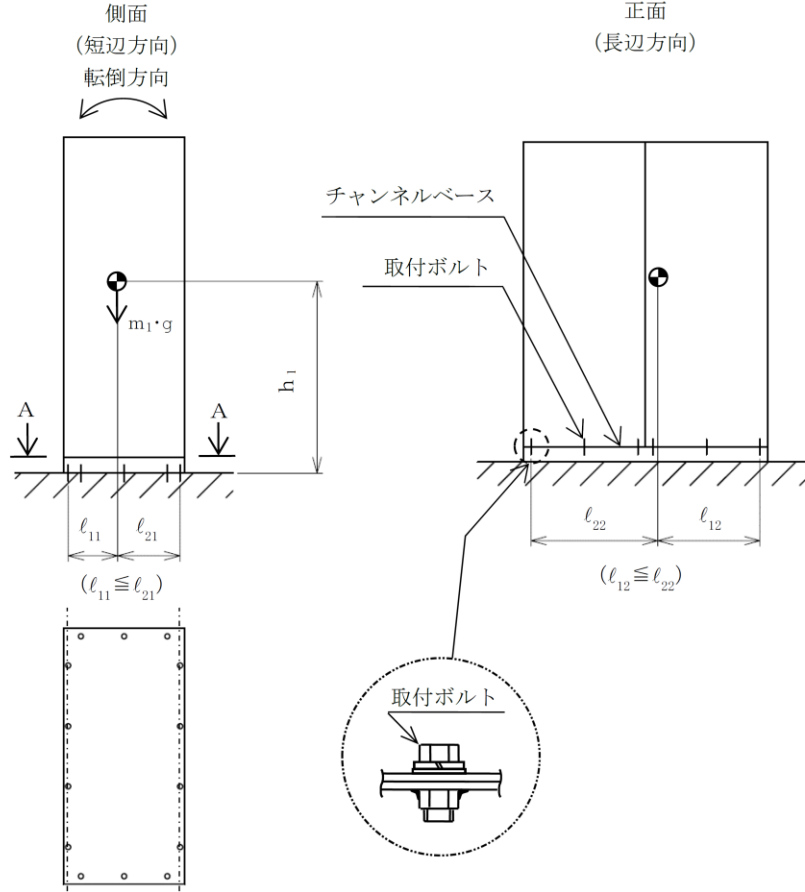
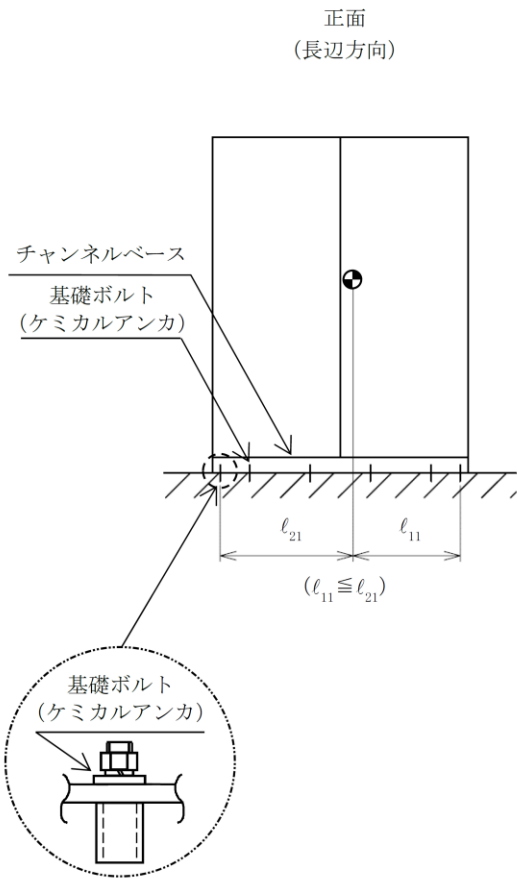
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

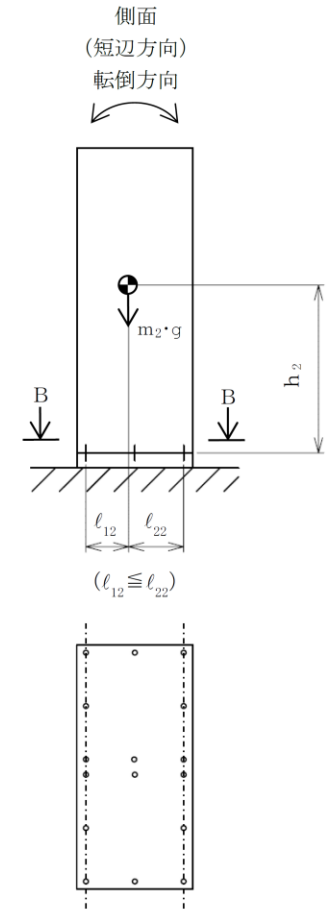
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-115V 系 直流盤 (SA) (2-1201)	水平方向	1.49	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 矢視図



B~B 矢視図

VI-2-10-1-4-27 緊急時対策所 無停電交流電源装置の  
耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急時対策所 無停電交流電源装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

緊急時対策所 無停電交流電源装置は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、緊急時対策所 無停電交流電源装置は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急時対策所 無停電交流電源装置の構造計画を表 2-1 に示す。



表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>緊急時対策所 無停電交流電源装置は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

緊急時対策所 無停電交流電源装置の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

緊急時対策所 無停電交流電源装置 (R46-P0800)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

緊急時対策所 無停電交流電源装置の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急時対策所 無停電交流電源装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

緊急時対策所 無停電交流電源装置の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急時対策所 無停電交流電源装置の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【緊急時対策所 無停電交流電源装置 (R46-P0800) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急時対策所 無停電交流電源装置	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

緊急時対策所 無停電交流電源装置の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

緊急時対策所 無停電交流電源装置に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 無停電交流電源装置 (R46-P0800)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急時対策所 無停電交流電源装置の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。



【緊急時対策所 無停電交流電源装置 (R46-P0800) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急時対策所 無停電交流電源装置 (R46-P0800)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 EL 50.25* <sup>1</sup>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C <sub>H</sub> =2.90* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.41* <sup>2</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1026	16 (M16)	201.1	66	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	562	588	21	—	280	—	長辺方向
	2151	2179	2				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=182$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=18$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

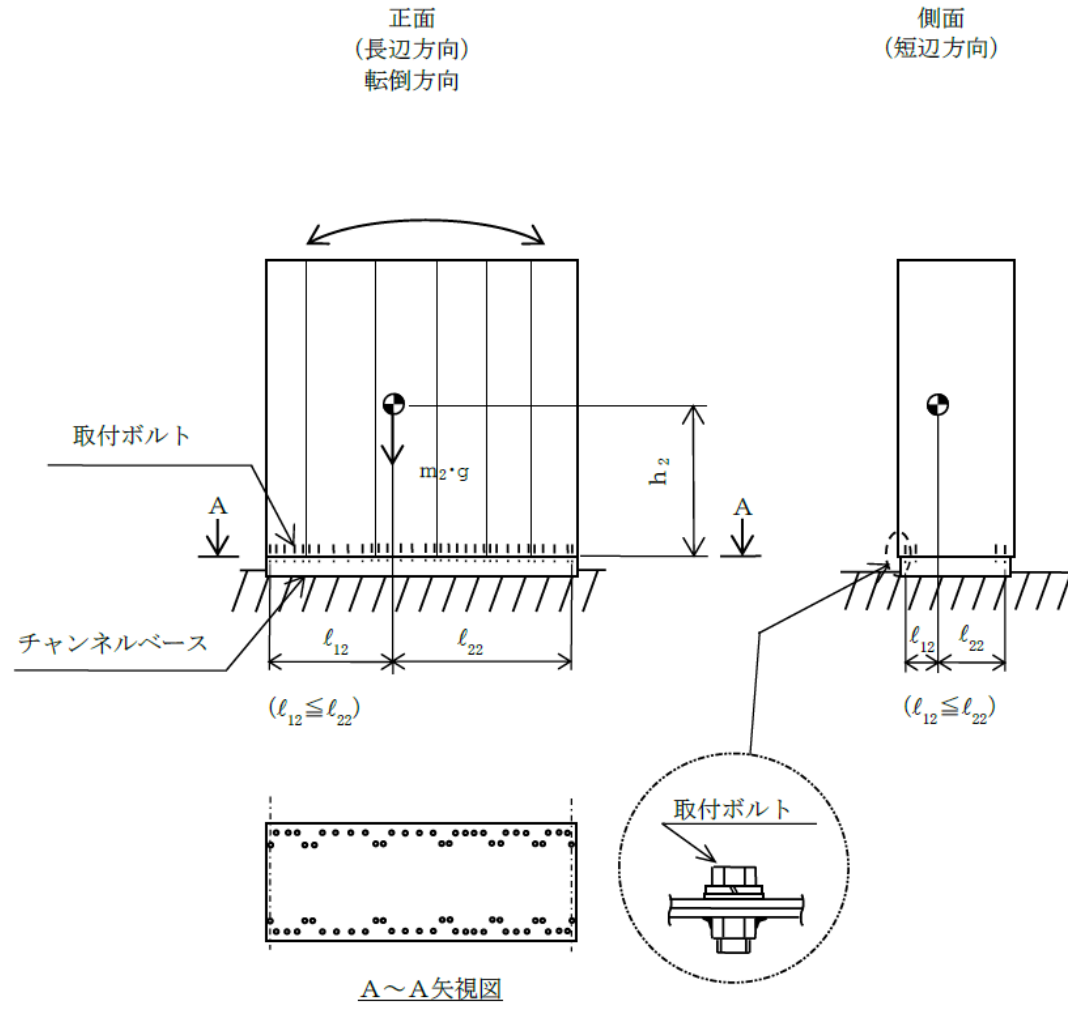
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
緊急時対策所 無停電交流電源装置 (R46-P0800)	水平方向	1.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.16	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-28 緊急時対策所 無停電分電盤 1  
の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急時対策所 無停電分電盤 1 が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急時対策所 無停電分電盤 1 は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、緊急時対策所 無停電分電盤 1 は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急時対策所 無停電分電盤 1 の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>緊急時対策所 無停電分電盤 1 は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて壁に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

緊急時対策所 無停電分電盤 1 の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

緊急時対策所 無停電分電盤 1 (R46-P0801)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

緊急時対策所 無停電分電盤 1 の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急時対策所 無停電分電盤 1 の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

緊急時対策所 無停電分電盤 1 の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急時対策所 無停電分電盤 1 の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【緊急時対策所 無停電分電盤 1 (R46-P0801) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急時対策所 無停電分電盤 1	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> * 1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

緊急時対策所 無停電分電盤 1 の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

緊急時対策所 無停電分電盤 1 に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 無停電分電盤 1 (R46-P0801)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急時対策所 無停電分電盤 1 の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【緊急時対策所 無停電分電盤 1 (R46-P0801) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急時対策所 無停電分電盤 1 (R46-P0801)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 EL 50.25 (EL 56.6*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.90*2	C <sub>V</sub> =1.41*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	280	16 (M16)	201.1	12	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	l <sub>3 i</sub> * (mm)	n <sub>f v i</sub> *	n <sub>f H i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	1120	2000	1100	2	6	—	276	—	前後方向
	1120	2000	1100	2	6				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=29$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=159$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

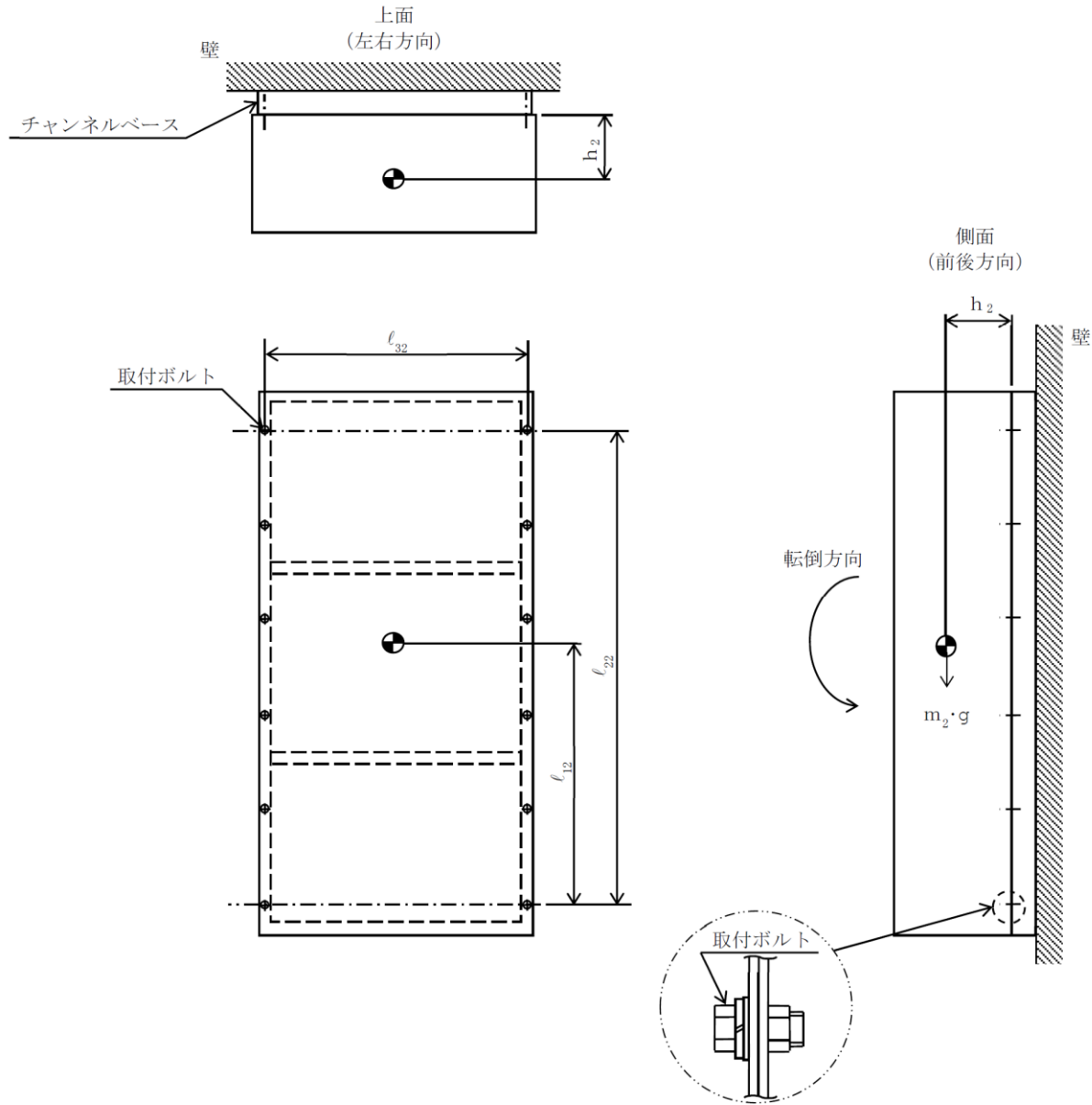
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
緊急時対策所 無停電分電盤 1 (R46-P0801)	水平方向	2.42	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-29 緊急時対策所 直流 115V 充電器の  
耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、緊急時対策所 直流 115V 充電器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

緊急時対策所 直流 115V 充電器は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、緊急時対策所 直流 115V 充電器は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

緊急時対策所 直流 115V 充電器の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>緊急時対策所 直流 115V 充電器は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

緊急時対策所 直流 115V 充電器の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

緊急時対策所 直流 115V 充電器 (R42-P0800)	水平			
	鉛直			

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

緊急時対策所 直流 115V 充電器の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

緊急時対策所 直流 115V 充電器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

緊急時対策所 直流 115V 充電器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

緊急時対策所 直流115V 充電器の使用材料の許容応力評価条件のうち、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-3に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【緊急時対策所 直流 115V 充電器(R42-P0800)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類 <sup>*1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	緊急時対策所 直流 115V 充電器	常設耐震／防止 常設／緩和	— <sup>*2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s$ <sup>*3</sup>	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。



表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

緊急時対策所 直流 115V 充電器の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

緊急時対策所 直流 115V 充電器に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 直流 115V 充電器 (R42-P0800)	水平	
	鉛直	

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

緊急時対策所 直流 115V 充電器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【緊急時対策所 直流 115V 充電器 (R42-P0800) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急時対策所 直流 115V 充電器 (R42-P0800)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 EL 50.25* <sup>1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =2.90* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.41* <sup>2</sup>	40

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1150	16 (M16)	201.1	20	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	770	770	4	—	280	—	短辺方向
	850	850	6				

注記\*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=25$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

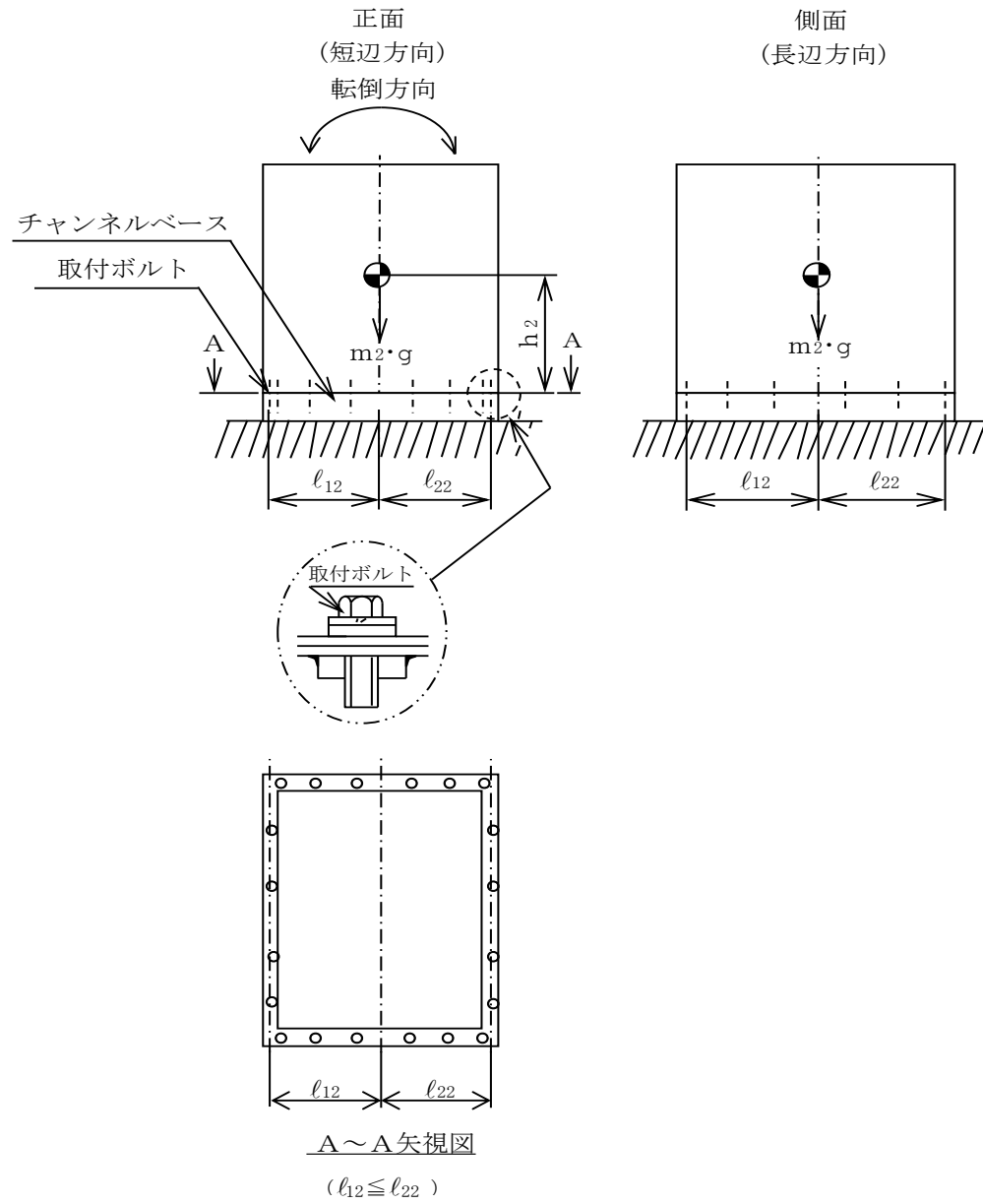
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
緊急時対策所 直流 115V 充電器 (R42-P0800)	水平方向	1.83	
	鉛直方向	1.16	

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-30 HPAC 直流コントロールセンタ  
の耐震性についての計算書



## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、HPAC 直流コントロールセンタが設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

HPAC 直流コントロールセンタは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、HPAC 直流コントロールセンタは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

HPAC 直流コントロールセンタの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>HPAC 直流コントロールセンタは、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

HPAC 直流コントロールセンタの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

HPAC 直流 コントロールセンタ	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

HPAC 直流コントロールセンタの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

HPAC 直流コントロールセンタの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

HPAC 直流コントロールセンタの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

HPAC 直流コントロールセンタの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【HPAC 直流コントロールセンタの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	HPAC 直流コントロールセンタ	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

51 \*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

HPAC 直流コントロールセンタの電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

HPAC 直流コントロールセンタに設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
HPAC 直流コントロールセンタ	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

HPAC 直流コントロールセンタの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【HPAC 直流コントロールセンタの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
HPAC 直流 コントロールセンタ	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.07*2	C <sub>V</sub> =2.39*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1310	16 (M16)	201.1	24	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	270	340	10	—	258	—	長辺方向
	785	1255	2				
取付ボルト (i=2)	270	340	13	—	280	—	長辺方向
	780	1250	4				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=98$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=44$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

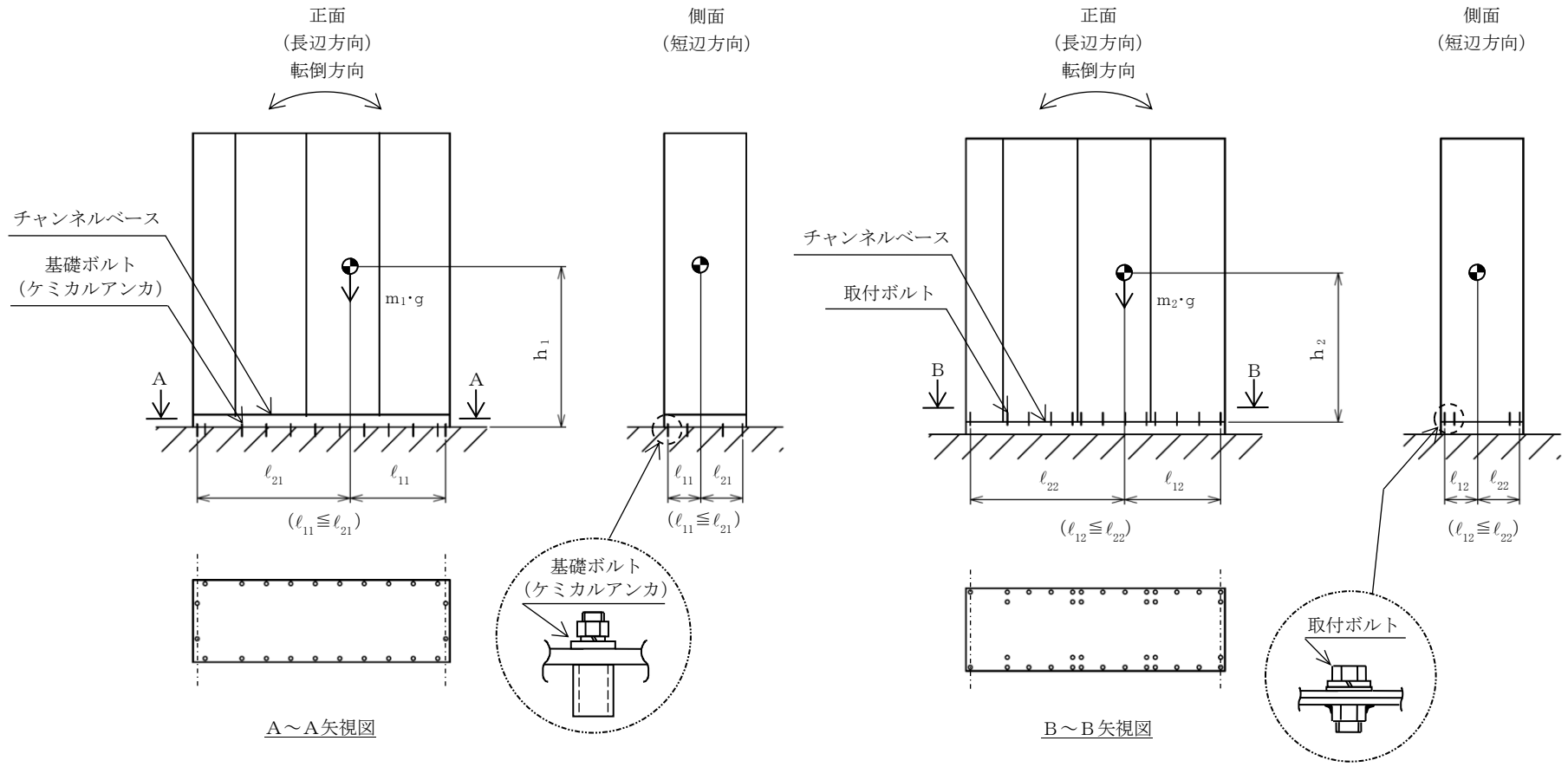
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
HPAC 直流 コントロールセンタ	水平方向	1.73	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-31 原子炉中性子計装用分電盤の  
耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の確認	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
4.3 計算条件	5
5. 機能維持評価	10
5.1 電氣的機能維持評価方法	10
6. 評価結果	11
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	11
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	11

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉中性子計装用分電盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉中性子計装用分電盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、原子炉中性子計装用分電盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉中性子計装用分電盤の構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。



表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A-原子炉中性子計装用分電盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて壁に設置するとともに、溶接にて壁に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B-原子炉中性子計装用分電盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて壁に設置する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

原子炉中性子計装用分電盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

A-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
B-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

原子炉中性子計装用分電盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉中性子計装用分電盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

原子炉中性子計装用分電盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-原子炉中性子計装用分電盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

B-原子炉中性子計装用分電盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-6 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-7 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263A) の耐震性についての計算結果】、【B-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	原子炉中性子計装用分電盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	原子炉中性子計装用分電盤	常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

表 4-7 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉中性子計装用分電盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

原子炉中性子計装用分電盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263A)	水平	□
	鉛直	□
B-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263B)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉中性子計装用分電盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉中性子計装用分電盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-原子炉中性子 計装用分電盤 (2-2263A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9 (EL 22.1 <sup>*1</sup> )			C <sub>H</sub> =1.49 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.78 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.95 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.65 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		170	16 (M16)	201.1	10	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	l <sub>3 i</sub> * (mm)	n <sub>f v i</sub> *	n <sub>f H i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	720	1300	900	2	5	211	253	前後方向	前後方向
	720	1300	900	2	5				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=16$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=146$

注記\* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)



		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263A)	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	1.38	□

注記\* : 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-原子炉中性子 計装用分電盤 (2-2263A)	常設/防止 (DB 拡張)	廃棄物処理建物 EL 16.9 (EL 22.1*1)			—	—	C <sub>H</sub> =1.95*2	C <sub>V</sub> =1.65*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		170	16 (M16)	201.1	10	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

14

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	l <sub>3 i</sub> * (mm)	n <sub>f v i</sub> *	n <sub>f H i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	720	1300	900	2	5	—	253	—	前後方向
	720	1300	900	2	5				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=146$

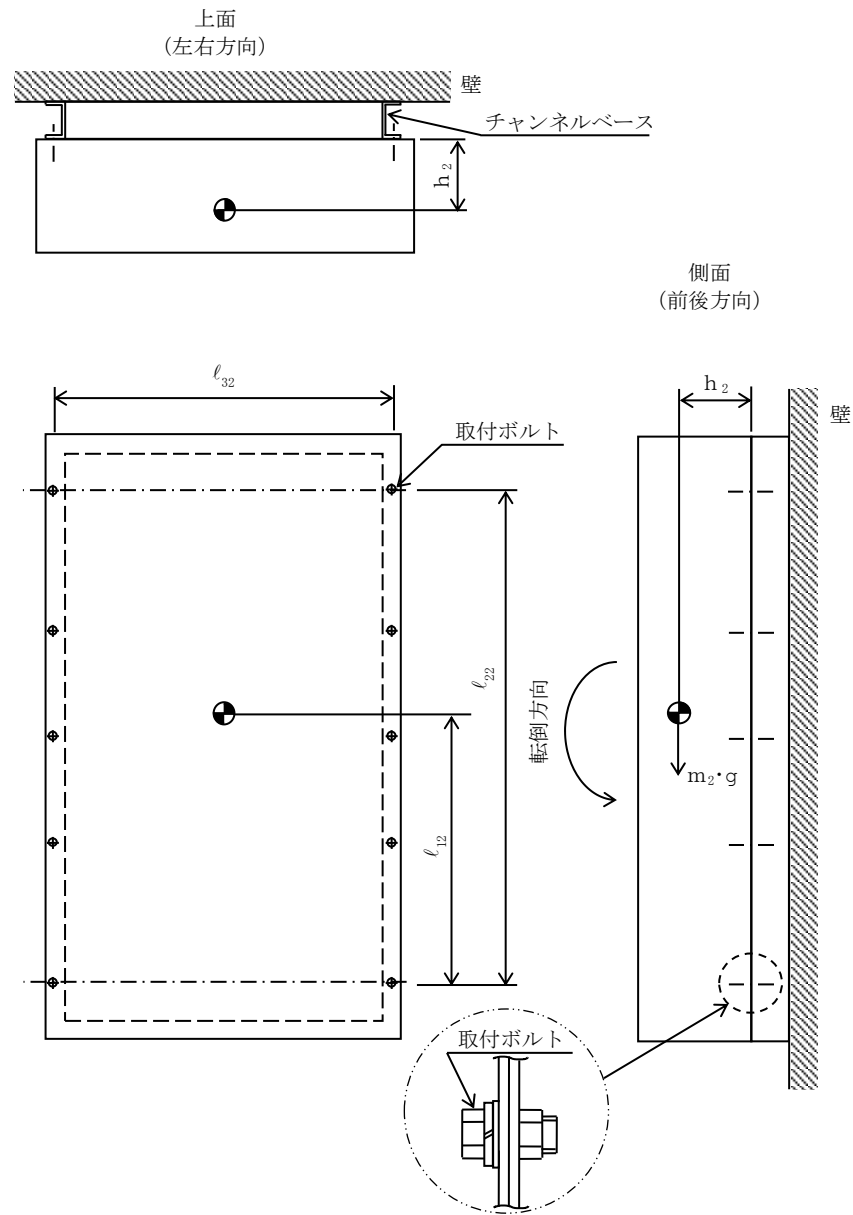
注記\* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263A)	水平方向	1.62	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.38	<input type="checkbox"/>



注記\* : 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【B-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件



機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-原子炉中性子計装用分電盤 (2-2263B)	S	廃棄物処理建物 EL 12.3 (EL 15.3* <sup>1</sup> )			C <sub>H</sub> =1.17* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.63* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.97* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.38* <sup>3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		270	16 (M16)	201.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		170	16 (M16)	201.1	10	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	l <sub>3 i</sub> * (mm)	n <sub>f v i</sub> * (mm)	n <sub>f H i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	820	1500	900	2	2	211	253	前後方向	前後方向
	820	1500	900	2	2				
取付ボルト (i=2)	720	1300	900	2	5	211	253	前後方向	前後方向
	720	1300	900	2	5				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=15$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=24$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=24$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-原子炉中性子 計装用分電盤 (2-2263B)	水平方向	1.65	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.16	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-原子炉中性子 計装用分電盤 (2-2263B)	常設/防止 (DB拡張)	廃棄物処理建物 EL 12.3 (EL 15.3* <sup>1</sup> )			—	—	C <sub>H</sub> =1.97* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.38* <sup>2</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		270	16 (M16)	201.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		170	16 (M16)	201.1	10	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	l <sub>3 i</sub> * (mm)	n <sub>f v i</sub> *	n <sub>f h i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	820	1500	900	2	2	—	253	—	前後方向
	820	1500	900	2	2				
取付ボルト (i=2)	720	1300	900	2	5	—	253	—	前後方向
	720	1300	900	2	5				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=24$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=24$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

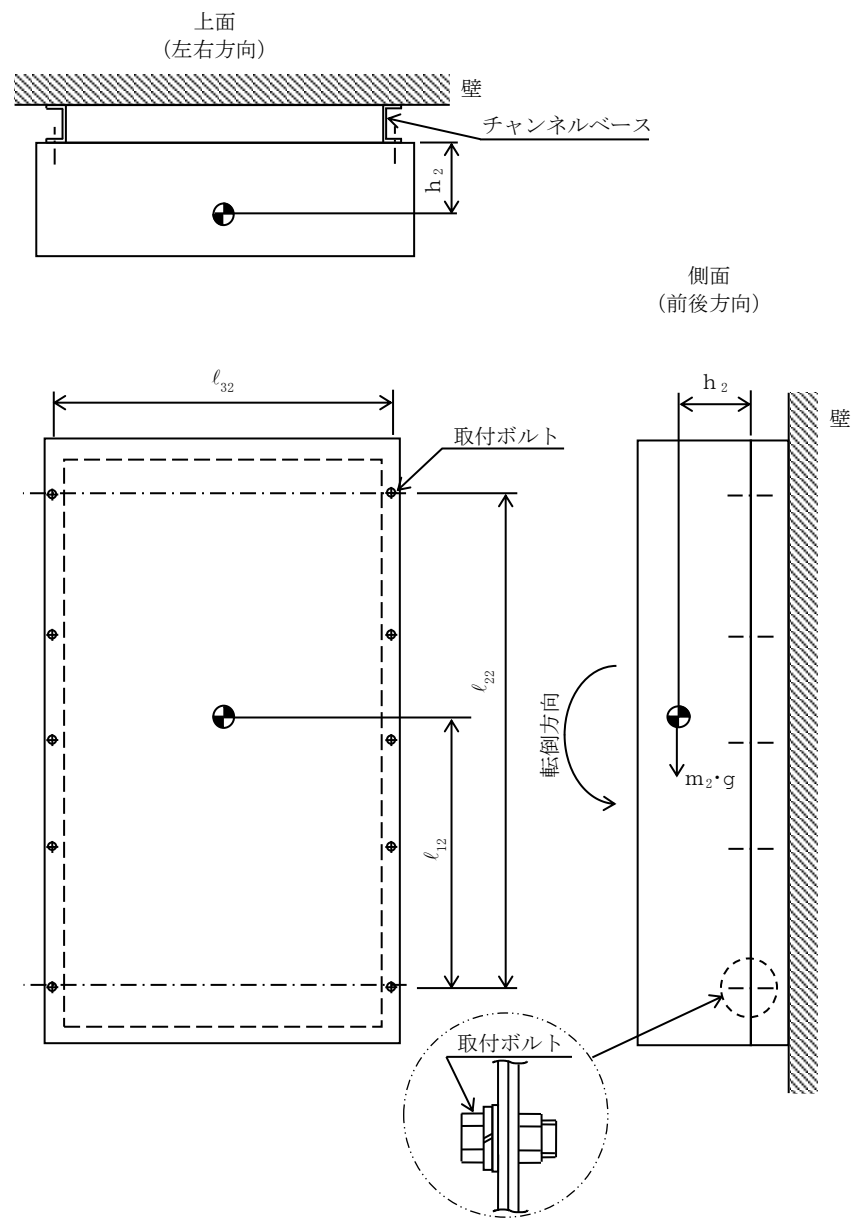
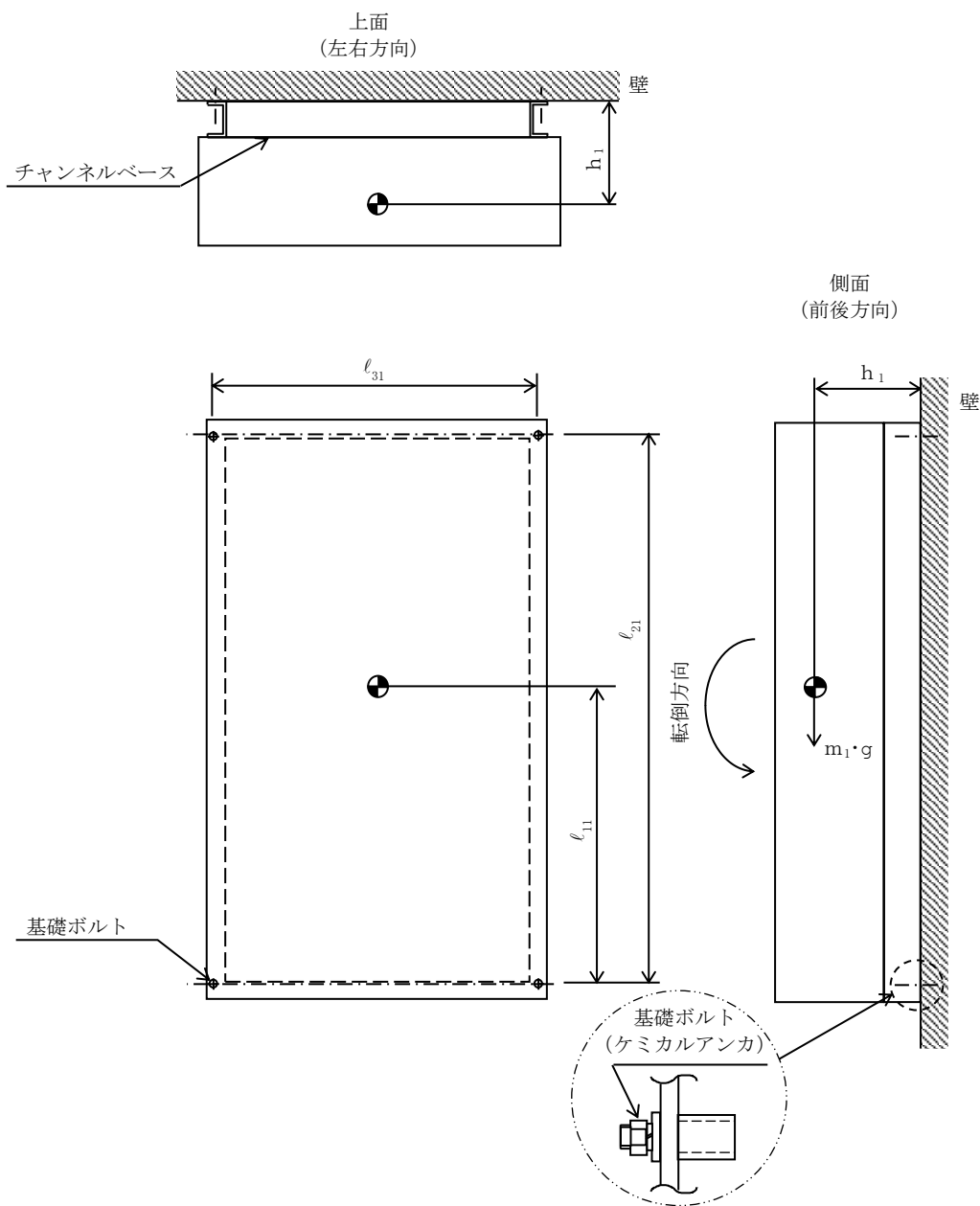
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-原子炉中性子 計装用分電盤 (2-2263B)	水平方向	1.65	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.16	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-32 SA 対策設備用分電盤 (2) の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、SA 対策設備用分電盤（2）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

SA 対策設備用分電盤（2）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、SA 対策設備用分電盤（2）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

SA 対策設備用分電盤（2）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>SA 対策設備用分電盤 (2) は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物及び基礎に埋め込まれた金物に固定する。 後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>



### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

SA 対策設備用分電盤 (2) の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

SA 対策設備用分電盤 (2) (2-1203-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

SA 対策設備用分電盤 (2) の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

SA 対策設備用分電盤 (2) の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

SA 対策設備用分電盤 (2) の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

SA 対策設備用分電盤 (2) の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【SA 対策設備用分電盤 (2) (2-1203-2) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用電源 設備	SA 対策設備用分電盤 (2)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> * 1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

SA 対策設備用分電盤 (2) の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

SA 対策設備用分電盤 (2) に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
SA 対策設備用分電盤 (2) (2-1203-2)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

SA 対策設備用分電盤 (2) の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【SA 対策設備用分電盤 (2) (2-1203-2) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SA 対策設備用分電盤 (2) (2-1203-2)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 12.3* <sup>1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.79* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.26* <sup>2</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1200	16 (M16)	201.1	24	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	300	380	8	—	276	—	長辺方向
	675	855	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=53$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=159$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

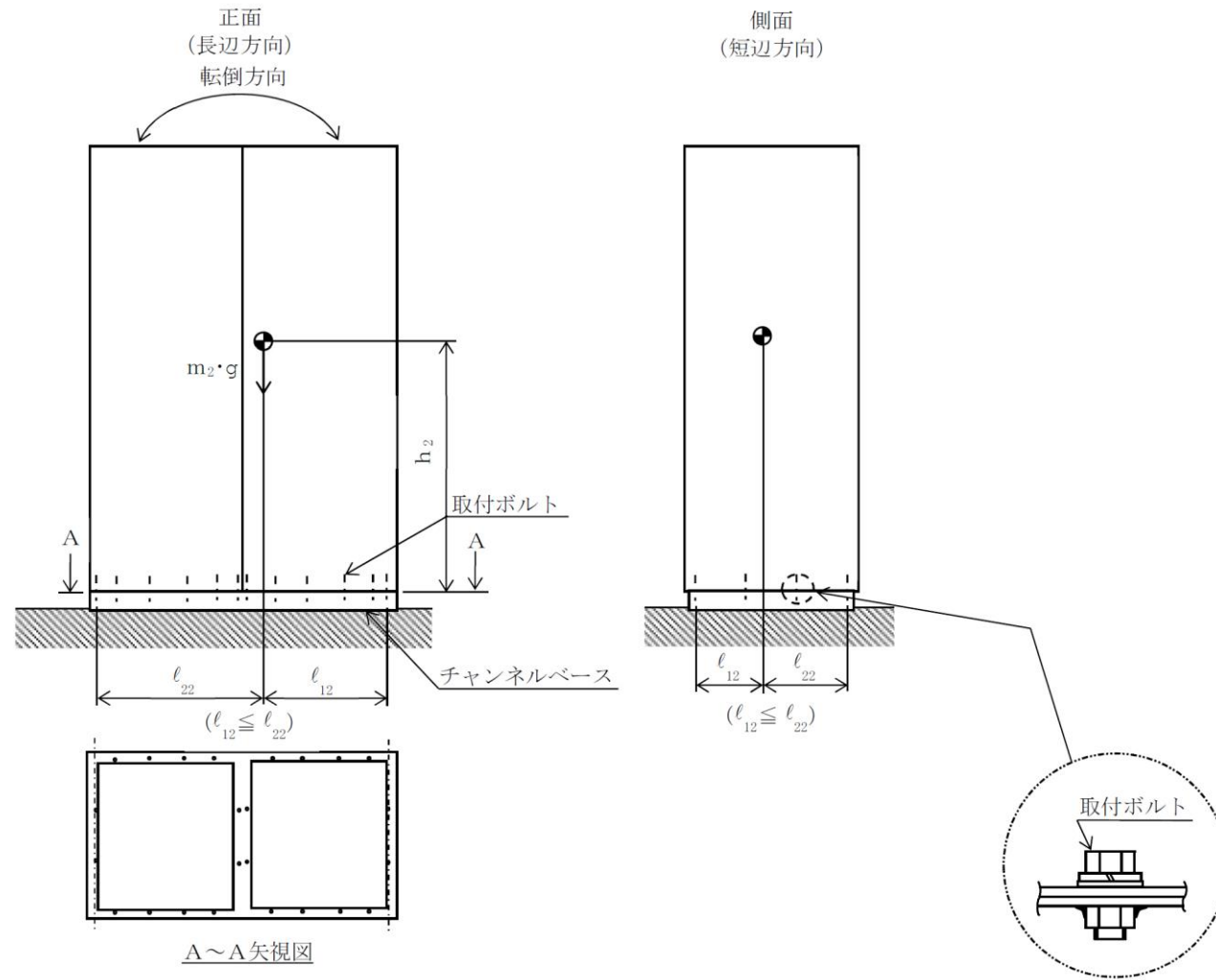
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
SA 対策設備用分電盤 (2) (2-1203-2)	水平方向	1.49	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.05	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-33 SRV 用電源切替盤の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、SRV 用電源切替盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

SRV 用電源切替盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、SRV 用電源切替盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

SRV 用電源切替盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>SRV 用電源切替盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて壁に設置する。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

SRV 用電源切替盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

SRV 用電源切替盤 (2-1023)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

SRV 用電源切替盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

SRV 用電源切替盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

SRV 用電源切替盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

SRV 用電源切替盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【SRV 用電源切替盤 (2-1023) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	SRV 用電源切替盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記\*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	SRV 用電源切替盤	常設耐震／防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

\*<sup>2</sup>：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

SRV 用電源切替盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

SRV 用電源切替盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
SRV 用電源切替盤 (2-1023)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

SRV 用電源切替盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

SRV 用電源切替盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【SRV 用電源切替盤 (2-1023) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SRV 用電源切替盤 (2-1023)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9 (EL 22.1 <sup>*1</sup> )			C <sub>H</sub> =1.49 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.78 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.95 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.65 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		320	12 (M12)	113.1	6	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		220	16 (M16)	201.1	6	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	l <sub>3 i</sub> * (mm)	n <sub>f v i</sub> *	n <sub>f H i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	380	660	740	2	3	211	253	前後方向	前後方向
	380	660	740	2	3				
取付ボルト (i=2)	350	550	740	2	3	231	276	前後方向	前後方向
	350	550	740	2	3				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	$\sigma_{b1}=18$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=25$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=8$	$f_{ts2}=173^*$	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=133$	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=159$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
SRV 用電源切替盤 (2-1023)	水平方向	1.62	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.38	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
SRV 用電源切替盤 (2-1023)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 16.9 (EL 22.1*1)			—	—	C <sub>H</sub> =1.95*2	C <sub>V</sub> =1.65*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		320	12 (M12)	113.1	6	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		220	16 (M16)	201.1	6	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

12

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	l <sub>3 i</sub> * (mm)	n <sub>f v i</sub> *	n <sub>f H i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	380	660	740	2	3	—	253	—	前後方向
	380	660	740	2	3				
取付ボルト (i=2)	350	550	740	2	3	—	276	—	前後方向
	350	550	740	2	3				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=25$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=159$

注記\*:  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

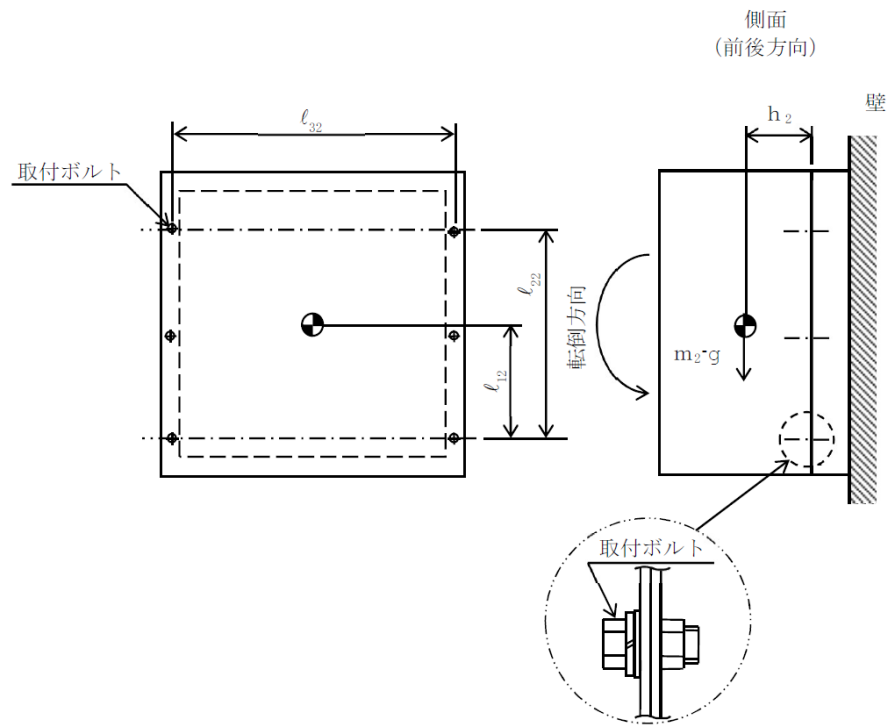
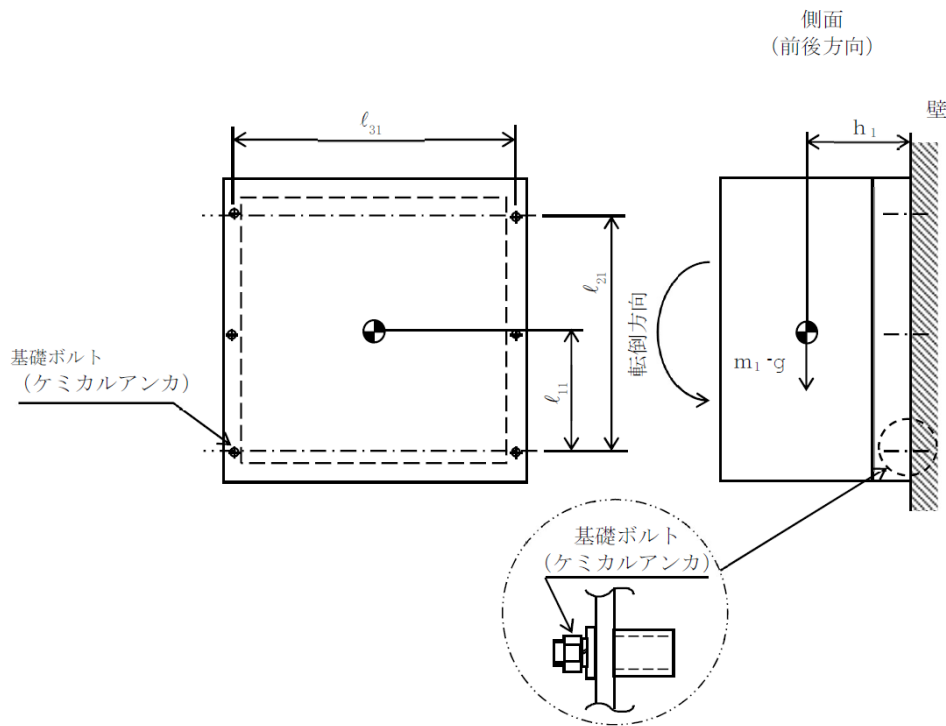
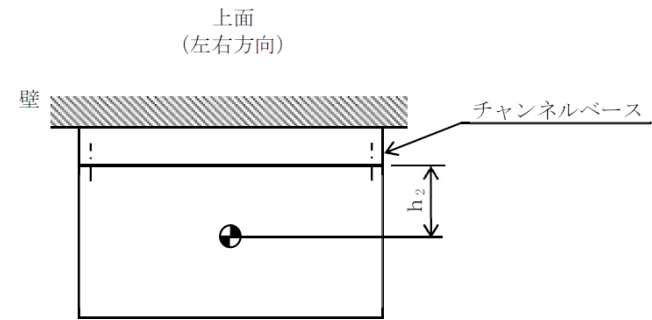
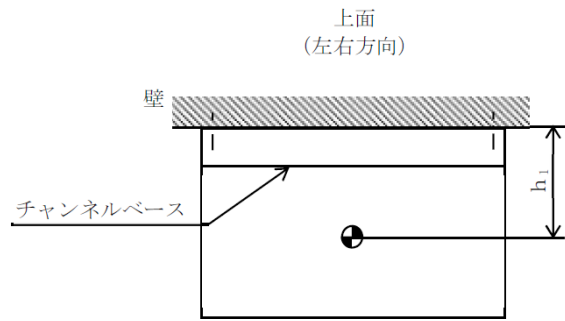
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
SRV 用電源切替盤 (2-1023)	水平方向	1.62	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.38	<input type="text"/>

注記\*: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-34 重大事故操作盤の耐震性についての計算書

## 目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、重大事故操作盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

重大事故操作盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、重大事故操作盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のベンチ形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

重大事故操作盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>重大事故操作盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>ベンチ形 (鋼材及び鋼板を組み合わせたベンチ形の操作卓)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

重大事故操作盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位 : s)

重大事故操作盤 (2-1002)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

重大事故操作盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

##### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

重大事故操作盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

重大事故操作盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

###### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

重大事故操作盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【重大事故操作盤（2-1002）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。



表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	重大事故操作盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

\*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  	1.5・f <sub>s</sub> *  
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

重大事故操作盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

重大事故操作盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
重大事故操作盤 (2-1002)	水平	□
	鉛直	□

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

重大事故操作盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【重大事故操作盤（2-1002）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
重大事故操作盤 (2-1002)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御室建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =3.41*2	C <sub>V</sub> =1.58*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	770	16 (M16)	201.1	22	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	670	16 (M16)	201.1	24	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	235	345	8	—	253	—	長辺方向
	725	805	2				
取付ボルト (i=2)	235	345	8	—	276	—	長辺方向
	725	805	2				

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=53$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=44$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
重大事故操作盤 (2-1002)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

