

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-2-061 改3
提出年月日	2020年5月14日

V-2-別添 3-1 可搬型重大事故等対処設備の耐震計算の方針

2020年5月

東京電力ホールディングス株式会社

目 次

1. 概要	1
2. 耐震評価の基本方針	2
2.1 評価対象設備	2
2.2 評価方針	2
3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界	28
3.1 荷重及び荷重の組合せ	28
3.2 許容限界	28
4. 耐震評価方法	36
4.1 車両型設備	36
4.2 ポンベ設備	51
4.3 その他設備	66
4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮	68
5. 適用規格・基準等	68

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(以下「技術基準規則」という。)」第54条及び第76条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に適合する設計とするため、V-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」(以下「V-1-1-7」という。)の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」(以下「V-1-1-7-別添2」という。)にて設定する耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備の分類に該当しない設備である可搬型重大事故等対処設備が、基準地震動 S_s による地震力に対して耐震性を有することを確認するための耐震計算方針について説明するものである。

なお、可搬型重大事故等対処設備への基準地震動 S_s による地震力に対する耐震性の要求は、技術基準規則の第5条及び第50条の対象ではない。

可搬型重大事故等対処設備の地震応答解析等に使用する保管場所の入力地震動は、V-2-別添3-2「可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動」に、車両型設備の具体的な計算の方法及び結果は、V-2-別添3-3「可搬型重大事故等対処設備のうち車両型設備の耐震計算書」に、ポンベ設備の具体的な計算の方法及び結果は、V-2-別添3-4「可搬型重大事故等対処設備のうちポンベ設備の耐震計算書」に、その他設備の具体的な計算の方法及び結果は、V-2-別添3-5「可搬型重大事故等対処設備のうちその他設備の耐震計算書」に示すとともに、動的地震力の水平2方向及び鉛直方向の組合せに対する各設備の影響評価結果については、V-2-別添3-6「可搬型重大事故等対処設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

2. 耐震評価の基本方針

可搬型重大事故等対処設備の耐震評価は、「2.1 評価対象設備」に示す評価対象設備を対象として、構造強度評価、転倒評価及び機能維持評価を実施して、地震後において重大事故等に対処するための機能を損なわないこと、並びに車両型設備の支持機能及び移動機能が損なわれないことを確認する。

また、波及的影響の評価を実施し、当該設備がすべり及び浮き上がることによる波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。

可搬型重大事故等対処設備は、基準地震動 S_s による地震力に対してその機能を維持できる設計とすることを踏まえ、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価が必要な設備は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を適切に組み合わせて実施する。影響評価方法は「4.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の考慮」に示す。

2.1 評価対象設備

評価対象設備は、V-1-1-7-別添 2 の「3. 設備分類」に設定している車両型設備、ボンベ設備及びその他設備を対象とし、表 2-1 に示す。また、評価を要しない可搬型重大事故等対処設備についてもあわせて示す。

V-1-1-7-別添 2 にて設定している対象設備の構造計画を表 2-2 に示す。

2.2 評価方針

可搬型重大事故等対処設備の耐震評価は、V-1-1-7-別添 2 の「3. 設備分類」に設定している車両型設備、ボンベ設備及びその他設備の分類ごとに定める構造強度評価、転倒評価、機能維持評価、波及的影響評価及び水平 2 方向及び鉛直方向地震力の考慮に従って実施する。

可搬型重大事故等対処設備の耐震評価の評価部位は、V-1-1-7-別添 2 の「4.2 性能目標」で設定している設備ごとの構造強度上の性能目標を踏まえて、表 2-3 に示すとおり設定する。

(1) 車両型設備

a. 構造強度評価

車両型設備の構造強度評価については、V-1-1-7-別添2の「6.3(1)b.(a) 構造強度」にて設定している評価方針に基づき、基準地震動 S_s による地震力に対し、車両に積載しているポンプ、発電機、内燃機関等の支持部の取付ボルト及びコンテナ取付ボルトが、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有することを、計算により確認する。ここで、車両型設備に求められる主たる機能を担うポンプ、発電機、内燃機関等の支持部の取付ボルトを直接支持構造物、この直接支持構造物を支持するコンテナの取付ボルトを間接支持構造物とする。

その評価方法は、「4.1(2) 構造強度評価」に示すとおり、加振試験にて得られる応答加速度を用いて、車両に積載しているポンプ、発電機、内燃機関等の支持部の取付ボルト及びコンテナ取付ボルトの評価を行う。評価に当たっては、実機における車両型設備応答の不確かさを考慮し、加速度が大きくなる加振試験で測定された評価部位頂部の加速度を用いる。

b. 転倒評価

車両型設備の転倒評価については、V-1-1-7-別添2の「6.3(1)b.(b) 転倒」にて設定している評価方針に基づき、ポンプ等の機器を積載している車両型設備全体は、基準地震動 S_s による地震力に対し、保管場所の地表面の最大応答加速度が、加振試験により転倒しないことを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。

その評価方法は「4.1(3) 転倒評価」に示すとおり加振試験により転倒しないことを確認する。

c. 機能維持評価

車両型設備の支持機能、移動機能、動的及び電氣的機能評価については、V-1-1-7-別添2の「6.3(1)b.(c) 機能維持」にて設定している評価方針に基づき、車両部は、基準地震動 S_s による地震力に対し、保管場所の地表面の最大応答加速度が、加振試験により車両部の支持機能及び車両型設備としての自走、牽引等による移動機能を維持できることを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。

また、車両に積載しているポンプ、発電機、内燃機関等は、基準地震動 S_s による地震力に対し、保管場所の地表面の最大応答加速度が、加振試験により、ポンプの送水機能、発電機の発電機能、内燃機関の駆動機能等の動的及び電氣的機能を維持できることを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。

それらの評価方法は「4.1(4) 機能維持評価」に示すとおり、加振試験により機能が維持できることを確認する。

d. 波及的影響評価

車両型設備の波及的影響の評価については、V-1-1-7-別添2の「6.3(1)b.(d) 波及的影響」にて設定している評価方針に基づき、車両型設備はサスペンションのようなばね構

造を有するため設備に生じる地震荷重により傾きが生じること、またタイヤが固定されていないためすべりを生じることから、基準地震動 S_s による地震力に対し、当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。具体的には、設備のすべり及び傾きによる車両型設備頂部の変位量が、V-2-別添 3-3「可搬型重大事故等対処設備のうち車両型設備の耐震計算書」にて設定する離隔距離の範囲内にあることにより確認する。

その評価方法は、「4.1(5) 波及的影響評価」に示すとおり、加振試験により確認した車両型設備頂部の変位量を基に評価を行う。

(2) ポンベ設備

a. 構造強度評価

ポンベ設備の構造強度評価については、V-1-1-7-別添2の「6.3(2)b.(a) 構造強度」にて設定している評価方針に基づき、基準地震動 S_s による地震力に対し、ポンベを収容するボンベラック、これを床又は壁に固定する溶接部又は基礎ボルトが、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有することを、計算により確認する。

その評価方法は、「4.2(2) 構造強度評価」に示すとおり、固有値解析により算出する固有周期及び地震による荷重を用いて、ボンベラック、これを床又は壁に固定する溶接部又は基礎ボルトの評価を行う。

b. 波及的影響評価

ポンベ設備の波及的影響の評価については、V-1-1-7-別添2の「6.3(2)b.(b) 波及的影響」にて設定している評価方針に基づき実施する。基準地震動 S_s による地震力に対し、ポンベを収容するボンベラック、これを床又は壁に固定する溶接部又は基礎ボルトが、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有することを、計算により確認することで、波及的影響を及ぼさないことを確認する。

(3) その他設備

a. 転倒評価

その他設備の転倒評価については、V-1-1-7-別添2の「6.3(3)b.(a) 転倒」にて設定している評価方針に基づき、その他設備の機器全体は、基準地震動 S_s による地震力に対し、保管場所における設置床又は地表面の最大応答加速度が、加振試験により転倒を防止するためスリング等の健全性を確認した加振台の最大加速度以下であることを確認する。

その評価方法は、「4.3(2) 転倒評価」に示すとおり、加振試験によりスリング等が健全であることを確認する。

b. 機能維持評価

その他設備の機能維持評価については、V-1-1-7-別添2の「6.3(3)b.(b) 機能維持」にて設定している評価方針に基づき、その他設備の機器全体は、基準地震動 S_s による地震力に対し、保管場所における設置床又は地表面の最大応答加速度が、加振試験により計測機能、給電機能等の動的及び電氣的機能並びにスリング等の支持機能を維持できることを確認した加振台の最大加速度以下であることを確認する。

その評価方法は、「4.3(3) 機能維持評価」に示すとおり、加振試験により機能が維持できることを確認する。

c. 波及的影響評価

その他設備の波及的影響の評価については、V-1-1-7-別添2の「6.3(3)b.(c) 波及的影響」にて設定している評価方針に基づき、その他設備の機器全体は、基準地震動 S_s による地震力に対し、床、壁、架台等に固定するスリング等が健全であることを加振試験により確認することで、波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。

その他設備に使用しているスリング等は、基準地震動 S_s による地震力に対し、対象設備の重心高さを考慮してスリング等の設置位置を設定するとともに、保管場所における設置床又は地表面の最大応答加速度によりスリング等が受ける荷重に対して十分な裕度を持たせて選定を行う。スリング等の支持機能については、保管状態を模擬した加振試験により確認する。

以上を踏まえ、以降では、可搬型重大事故等対処設備の耐震計算に用いる荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界について、「3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」に示し、車両型設備、ボンベ設備及びその他設備の分類ごとの耐震評価方法を評価項目ごとに「4. 耐震評価方法」に示す。

表 2-1 可搬型重大事故等対処設備 (1/7)

V-1-1-7-別添2 の分類	設備名称	V-2-別添3での記載箇所 又は評価を要しない理由
車両型設備	ホイールローダ (6, 7 号機共用)	重心が低く, 地震により転倒せず, 機能喪失しない。
	タンクローリ (4kL) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	タンクローリ (16kL) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	可搬型代替注水ポンプ (A-1 級) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	電源車 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	大容量送水車 (熱交換器ユニット用) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	大容量送水車 (原子炉建屋放水設備用) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	大容量送水車 (海水取水用) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	可搬型窒素供給装置 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	原子炉建屋放水設備 放水砲 (6, 7 号機共用)	重心が低く, 地震により転倒せず, 機能喪失しない。
	泡原液搬送車 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-3
ポンベ設備	高圧窒素ガスポンベ	V-2-別添 3-4
	遠隔空気駆動弁操作作用ポンベ	V-2-別添 3-4
	中央制御室待避室陽圧化装置 (空気ポンベ) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-4
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 陽圧化装置 (空気ポンベ) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-4
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (待機場所) 陽圧化装置 (空気ポンベ) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-4

表 2-1 可搬型重大事故等対処設備 (2/7)

V-1-1-7-別添 2 の分類	設備名称	V-2-別添 3 での記載箇所 又は評価を要しない理由
その他設備	スクラバ水 pH 制御設備用ポンプ (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	水酸化ナトリウム水溶液 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	燃料プール冷却浄化系 可搬型スプレ イヘッダ (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	放射性物質吸着材 (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	汚濁防止膜 (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	小型船舶 (汚濁防止膜設置用) (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	泡原液混合装置 (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	可搬型蓄電池内蔵型照明 (6, 7 号機共 用)	V-2-別添 3-5
	中央制御室用乾電池内蔵型照明 (ラン タンタイプ) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用乾 電池内蔵型照明 (ランタンタイプ) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	可搬型計測器	V-2-別添 3-5
	可搬型計測器 (6, 7 号機共用) (予 備)	V-2-別添 3-5
	放射線管理用計測装置 GM 汚染サー ベイメータ (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	放射線管理用計測装置 NaI シンチレ ーションサーベイメータ (6, 7 号機共 用)	V-2-別添 3-5
	放射線管理用計測装置 ZnS シンチレ ーションサーベイメータ (6, 7 号機共 用)	V-2-別添 3-5
放射線管理用計測装置 電離箱サーベ イメータ (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5	

表 2-1 可搬型重大事故等対処設備 (3/7)

V-1-1-7-別添 2 の分類	設備名称	V-2-別添 3 での記載箇所 又は評価を要しない理由
その他設備	放射線管理用計測装置 可搬型モニタリングポスト (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	可搬型気象観測装置 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用差圧計 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	中央制御室用差圧計 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	可搬型ダスト・よう素サンプラ (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	中央制御室待避室遮蔽 (可搬型) (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	中央制御室可搬型陽圧化空調機 (ファン) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	中央制御室可搬型陽圧化空調機 (フィルタユニット) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 可搬型陽圧化空調機 (ファン) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 可搬型陽圧化空調機 (フィルタユニット) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 可搬型外気取入送風機 (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	緊急時対策所換気空調系 5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 可搬型陽圧化空調機用 10m 仮設ダクト (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (待機場所) 可搬型陽圧化空調機 (ファン) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5
	5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (待機場所) 可搬型陽圧化空調機 (フィルタユニット) (6, 7 号機共用)	V-2-別添 3-5

表 2-1 可搬型重大事故等対処設備 (4/7)

V-1-1-7-別添 2 の分類	設備名称	V-2-別添 3 での記載箇所 又は評価を要しない理由
その他設備	緊急時対策所換気空調系 5号機原子炉建屋内緊急時対策所(待機場所)可搬型陽圧化空調機用 10m 仮設ダクト (6,7号機共用)	地震による転倒に対し, 機能喪失しない。
	可搬型エリアモニタ (6,7号機共用)	V-2-別添 3-5
	小型船舶(海上モニタリング用) (6,7号機共用)	V-2-別添 3-5
	無線連絡設備(可搬型) (6,7号機共用)	V-2-別添 3-5
	衛星電話設備(可搬型) (6,7号機共用)	V-2-別添 3-5
	酸素濃度・二酸化炭素濃度計 (6,7号機共用)	V-2-別添 3-5
	酸素濃度計 (6,7号機共用)	V-2-別添 3-5
	二酸化炭素濃度計 (6,7号機共用)	V-2-別添 3-5
	逃がし安全弁用可搬型蓄電池	V-2-別添 3-5
	逃がし安全弁用可搬型蓄電池 (6,7号機共用)(予備)	V-2-別添 3-5
	携帯型音声呼出電話設備(携帯型音声呼出電話機)	V-2-別添 3-5
	携帯型音声呼出電話設備(携帯型音声呼出電話機) (6,7号機共用)	V-2-別添 3-5
	可搬ケーブル (6,7号機共用)	地震による転倒に対し, 機能喪失しない。
	可搬型 Y 型ストレーナ (6,7号機共用)	地震による転倒に対し, 機能喪失しない。
	代替給水設備 可搬型代替注水ポンプ屋外用 20m ホース (6,7号機共用)	地震による転倒に対し, 機能喪失しない。
	代替給水設備 可搬型代替注水ポンプ屋内用 20m ホース	地震による転倒に対し, 機能喪失しない。

表 2-1 可搬型重大事故等対処設備 (5/7)

V-1-1-7-別添 2 の分類	設備名称	V-2-別添 3 での記載箇所 又は評価を要しない理由
その他設備	代替給水設備 可搬型代替注水ポンプ 燃料プール代替注水用屋外 20m ホース (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	原子炉建屋放水設備 大容量送水車 (原子炉建屋放水設備用) 吸込 20m ホース (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	代替原子炉補機冷却系 大容量送水車 (熱交換器ユニット用) 吸込 20m ホース (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	代替給水設備 大容量送水車 (海水取水用) 吸込 20m ホース (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	代替給水設備 大容量送水車海水用 5m, 10m, 50m ホース (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	原子炉建屋放水設備 大容量送水車吐 出放水砲用 5m, 10m, 50m ホース (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	代替原子炉補機冷却系 熱交換器ユニ ット淡水用 5m フレキシブルホース (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	代替原子炉補機冷却系 熱交換器ユニ ット海水用 10m, 25m, 50m ホース (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	格納容器圧力逃がし装置 可搬型窒素 供給装置用 20m ホース (6, 7 号機共 用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
	格納容器圧力逃がし装置 スクラバ水 pH 制御設備用 3m, 5m ホース (6, 7 号機 共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。
中央制御室陽圧化換気空調系 中央制 御室可搬型陽圧化空調機用 5m 仮設ダ クト (6, 7 号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失しない。	

表 2-1 可搬型重大事故等対処設備 (6/7)

V-1-1-7-別添2 の分類	設備名称	V-2-別添3での記載箇所 又は評価を要しない理由
その他設備	緊急安全対策資機材系 タンクローリ 給油ライン接続用 20m ホース (6,7号 機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	緊急安全対策資機材系 タンクローリ 給油ライン接続用 40m ホース (6,7号 機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	緊急安全対策資機材系 タンクローリ 給油ライン接続用 3m ホース (6,7号 機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	号炉間電力融通ケーブル (可搬型) (6,7号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷 却系熱交換器 (6,7号機共用)	V-2-別添3-5
	逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス 喪失時の減圧設備 高圧窒素ガスポン ベ～高圧窒素ガスポンベ接続口(A)及 び高圧窒素ガスポンベ接続口(B)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	遠隔空気駆動弁操作設備	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	中央制御室待避室陽圧化換気空調系 中央制御室待避室陽圧化装置 (配管) ポンベ接続管 (6,7号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	中央制御室待避室陽圧化換気空調系 中央制御室待避室陽圧化装置 (配管) 1.25m 高圧ホース (6,7号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	緊急時対策所換気空調系 5号機原子 炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 陽 圧化装置 (配管) 1.5m, 1.2m, 1.0m 高 圧ホース (6,7号機共用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。
	緊急時対策所換気空調系 5号機原子 炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 陽 圧化装置 (配管) ポンベ接続口～高圧 ホース接続口 (上流側) (6,7号機共 用)	地震による転倒に対し、機能喪失 しない。

表 2-1 可搬型重大事故等対処設備 (7/7)

V-1-1-7-別添2 の分類	設備名称	V-2-別添3での記載箇所 又は評価を要しない理由
その他設備	緊急時対策所換気空調系 5号機原子 炉建屋内緊急時対策所(待機場所)陽 圧化装置(配管) 1.5m, 1.2m, 1.0m 高 圧ホース(6,7号機共用)	地震による転倒に対し, 機能喪失 しない。
	緊急時対策所換気空調系 5号機原子 炉建屋内緊急時対策所(待機場所)陽 圧化装置(配管) ポンベ接続口~高圧 ホース接続口(上流側)(6,7号機共 用)	地震による転倒に対し, 機能喪失 しない。

表 2-2 可搬型重大事故等対処設備の構造計画 (1/2)

設備分類	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
<p>【位置】</p> <p>屋内の可搬型重大事故等対処設備は、V-1-1-7の要求を満たす耐震性を有する保管場所として、原子炉建屋、コントロール建屋、廃棄物処理建屋及び5号機原子炉建屋に保管する設計とする。</p> <p>屋外の可搬型重大事故等対処設備は、V-1-1-7の要求を満たす地盤安定性を有する保管場所として、荒浜側高台保管場所、大湊側高台保管場所、5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所に保管する設計とする。</p>			
車両型設備*	サスペンションを有し、地震に対する影響を軽減できる構造であるとともに、早期の重大事故等への対処を考慮し、自走、牽引等にて移動できる構造とし、車両、ポンプ、発電機等により構成する。	ポンプ、内燃機関等は、コンテナに直接支持構造物である取付ボルトにて固定する。ポンプ、内燃機関等を収納したコンテナは、間接支持構造物であるトラックに積載し取付ボルトにより固定し、保管場所に固定せずに保管する。	図2-1
ポンベ設備	ポンベ設備は、ポンベ（窒素ポンベ及び空気ポンベ）、ポンベラック等により構成する。	ポンベは容器として十分な強度を有する構造とし、固定ボルトによりポンベラックに固定し、ポンベラックを溶接又は基礎ボルトにより床又は壁に据え付ける。	図2-2 図2-3

注記*：熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器については、保管時に限り、熱交換器、ポンプ、ストレーナ等を内装するコンテナを車両から取外し、コンテナを専用架台に取付け、地面に固定せずに保管する。

表 2-2 可搬型重大事故等対処設備の構造計画 (2/2)

設備分類	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
その他設備	(収納箱拘束保管：可搬型計測器の例)		図2-4
	可搬型計測器及びこれを収納する収納箱で構成する。	可搬型計測器を収納した収納箱は、床に基礎ボルトで固定する。	
	(コンテナ内拘束保管：スクラバ水pH制御設備用ポンプの例)		図2-5
	スクラバ水pH制御設備用ポンプ及びこれを収納するコンテナで構成する。	スクラバ水pH制御設備用ポンプは、コンテナ内にその保管箱を取付ボルトで固定する。コンテナは、地表面に固定して保管する。	
	(架台拘束保管：中央制御室可搬型陽圧化空調機（ファン）の例)		図2-6
	中央制御室可搬型陽圧化空調機（ファン）及び架台で構成する。	中央制御室可搬型陽圧化空調機（ファン）は、架台に取付ボルトで固定する。架台は、床に基礎ボルトで固定する。	
	(本体拘束保管：逃がし安全弁用可搬型蓄電池の例)		図2-7
	逃がし安全弁用可搬型蓄電池	逃がし安全弁用可搬型蓄電池は、床で構成する。	
(車両拘束保管：放射線管理用計測装置 可搬型モニタリングポストの例)		図2-8	
放射線管理用計測装置 可搬型モニタリングポスト及びこれを収納する車両で構成する。	放射線管理用計測装置 可搬型モニタリングポストは、車両に保管し、スリングで固縛する。車両は、地表面に固定せずに保管する。		

表 2-3 可搬型重大事故等対処設備 構造強度評価部位 (1/6)

設備名称	設備	評価部位		選定理由
		直接支持構造物	間接支持構造物	
タンクローリ (4kL) (6,7号機 共用)	車両型 設備	タンク取付 ボルト ポンプ取付 ボルト	—	タンクローリは、燃料を内包し輸送できる圧力容器であり、十分な強度を有した設計である。保管状態は、タンクが空の状態であり、地震時に考慮すべき荷重は、タンク自重によるモーメントであり、当該モーメントはタンク取付ボルトにかかることからタンク取付ボルトを評価対象とする。また、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造のポンプは、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。ポンプは、内圧に耐える肉厚構造の設計となっていることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されているポンプと同等の構造とみなすことができるため、評価対象はポンプの取付ボルトとする。
タンクローリ (16kL) (6,7号機 共用)	車両型 設備	タンク取付 ボルト ポンプ取付 ボルト	—	タンクローリは、燃料を内包し輸送できる圧力容器であり、十分な強度を有した設計である。保管状態は、タンクが空の状態であり、地震時に考慮すべき荷重は、タンク自重によるモーメントであり、当該モーメントはタンク取付ボルトにかかることからタンク取付ボルトを評価対象とする。また、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造のポンプは、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。ポンプは、内圧に耐える肉厚構造の設計となっていることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されているポンプと同等の構造とみなすことができるため、評価対象はポンプの取付ボルトとする。
可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) (6,7号機共用)	車両型 設備	ポンプ取付 ボルト	コンテナ取付 ボルト	ポンプは、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造のポンプは、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。ポンプは、内圧に耐える肉厚構造の設計となっており、剛構造であることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されているポンプと同等の構造とみなすことができるため、評価対象はポンプ取付ボルトとする。 車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板及びコンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。

表 2-3 可搬型重大事故等対処設備 構造強度評価部位 (2/6)

設備名称	設備	評価部位		選定理由
		直接支持構造物	間接支持構造物	
可搬型代替注水ポンプ (A-1 級) (6, 7 号機共用)	車両型 設備	ポンプ取付 ボルト	コンテナ取付 ボルト	<p>ポンプは、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造のポンプは、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。ポンプは、内圧に耐える肉厚構造の設計となっており、剛構造であることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されているポンプと同等の構造とみなすことができるため、評価対象はポンプ取付ボルトとする。</p> <p>車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板及びコンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。</p>
電源車 (6, 7 号機 共用)	車両型 設備	発電機/内 燃機関取付 ボルト	コンテナ取付 ボルト	<p>発電機及び内燃機関は、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造の発電機及び内燃機関は、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。発電機は、重量の大きな固定子、回転子を支持するケーシングからなる剛構造であり、内燃機関は、シリンダブロックが内圧に耐える肉厚構造の設計であり剛構造であることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されている発電機及び内燃機関と同等の構造とみなすことができるため、評価対象は発電機及び内燃機関取付ボルトとする。</p> <p>車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板及びコンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。</p>
熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器 (6, 7 号機共用)	車両型 設備	—	—	<p>熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器については、保管時に限り、熱交換器、ポンプ、ストレナー等を内装するコンテナを車両から取外し、コンテナを専用架台に取付け、地面に固定せずに保管を行うものであり、保管時において車両に積載する機器がないことから、構造強度評価対象はない。</p>

表 2-3 可搬型重大事故等対処設備 構造強度評価部位 (3/6)

設備名称	設備	評価部位		選定理由
		直接支持構造物	間接支持構造物	
大容量送水車（熱交換器ユニット）（6,7号機共用）	車両型設備	ポンプ取付ボルト 内燃機関取付ボルト	コンテナ取付ボルト	<p>ポンプ及び内燃機関は、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造のポンプ及び内燃機関は、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。ポンプ及び内燃機関は、内圧に耐える肉厚構造の設計となっており、剛構造であることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されているポンプ及び内燃機関と同等の構造とみなすことができるため、評価対象はポンプ及び内燃機関取付ボルトとする。</p> <p>車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板及びコンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。</p>
大容量送水車（原子炉建屋放水設備）（6,7号機共用）	車両型設備	ポンプ取付ボルト 内燃機関取付ボルト	コンテナ取付ボルト	<p>ポンプ及び内燃機関は、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造のポンプ及び内燃機関は、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。ポンプ及び内燃機関は、内圧に耐える肉厚構造の設計となっており、剛構造であることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されているポンプ及び内燃機関と同等の構造とみなすことができるため、評価対象はポンプ及び内燃機関取付ボルトとする。</p> <p>車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板及びコンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。</p>
大容量送水車（海水取水用）（6,7号機共用）	車両型設備	ポンプ取付ボルト 内燃機関取付ボルト	コンテナ取付ボルト	<p>ポンプ及び内燃機関は、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造のポンプ及び内燃機関は、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。ポンプ及び内燃機関は、内圧に耐える肉厚構造の設計となっており、剛構造であることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されているポンプ及び内燃機関と同等の構造とみなすことができるため、評価対象はポンプ及び内燃機関取付ボルトとする。</p> <p>車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板及びコンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。</p>

表 2-3 可搬型重大事故等対処設備 構造強度評価部位 (4/6)

設備名称	設備	評価部位		選定理由
		直接支持構造物	間接支持構造物	
可搬型窒素供給装置 (6,7号機共用)	車両型設備	発電機 取付ボルト 窒素ガス発生装置 取付ボルト 圧縮機 取付ボルト	コンテナ 取付ボルト	<p>発電機は、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造の発電機は、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。発電機は、重量の大きな固定子、回転子を支持するケーシングからなる剛構造であることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されている発電機と同等の構造とみなすことができるため、評価対象は発電機取付ボルトとする。</p> <p>窒素ガス発生装置及び圧縮機は、地震時、荷重が集中して作用する窒素ガス発生装置及び圧縮機取付ボルトを評価対象とする。</p> <p>車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板及びコンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。</p>
泡原液搬送車 (6,7号機共用)	車両型設備	タンク取付ボルト	—	<p>泡原液搬送車は、泡消火薬剤を内包し輸送できる圧力容器であり、十分な強度を有した設計である。保管状態は、タンクに泡消火薬剤を内包した状態であり、地震時に考慮すべき荷重は、タンク自重及び泡消火薬剤内包量によるモーメントであり、当該モーメントはタンク取付ボルトにかかることからタンク取付ボルトを評価対象とする。</p>
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備 (6,7号機共用)	車両型設備	発電機/内燃機関取付ボルト	コンテナ取付ボルト	<p>発電機及び内燃機関は、J E A G 4 6 0 1-1991において剛構造の発電機及び内燃機関は、構造強度評価対象が取付ボルト、基礎ボルトが評価対象となる旨規定されている。発電機は、重量の大きな固定子、回転子を支持するケーシングからなる剛構造であり、内燃機関は、シリンダブロックが内圧に耐える肉厚構造の設計であり剛構造であることから、当該設備はJ E A G 4 6 0 1-1991に記載されている発電機及び内燃機関と同等の構造とみなすことができるため、評価対象は発電機及び内燃機関取付ボルトとする。</p> <p>車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板及びコンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。</p>

表 2-3 可搬型重大事故等対処設備 構造強度評価部位 (5/6)

設備名称	設備	ボンベラック 支持構造	評価部位		選定理由
			直接支持構造物	間接支持構造物	
高圧窒素 ガスボンベ	ボンベ 設備	溶接	ボンベラック 溶接部	—	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、V-3-1-6「重大事故等クラス3機器の強度計算の基本方針」に基づき、重大事故等クラス3機器として強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、ボンベを壁に固定している支持構造物であるボンベラック及びボンベラックを据え付けるアンカープレートの溶接部を評価対象とする。
遠隔空気駆動弁 操作用ボンベ	ボンベ 設備	溶接	ボンベラック 溶接部	—	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、V-3-1-6「重大事故等クラス3機器の強度計算の基本方針」に基づき、重大事故等クラス3機器として強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、ボンベを床に固定している支持構造物であるボンベラック及びボンベラックを据え付けるアンカープレートの溶接部を評価対象とする。
		基礎ボルト	ボンベラック 基礎ボルト		ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、V-3-1-6「重大事故等クラス3機器の強度計算の基本方針」に基づき、重大事故等クラス3機器として強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、ボンベを床に固定している支持構造物であるボンベラック及びボンベラックを固定する基礎ボルトを評価対象とする。

表 2-3 可搬型重大事故等対処設備 構造強度評価部位 (6/6)

設備名称	設備	ボンベラック 支持構造	評価部位		選定理由
			直接支持構造物	間接支持構造物	
中央制御室待避 室陽圧化装置 (空気ボンベ) (6,7号機共 用)	ボンベ 設備	溶接	ボンベラック 溶接部	—	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、V-3-1-6「重大事故等クラス3機器の強度計算の基本方針」に基づき、重大事故等クラス3機器として強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、ボンベを壁に固定している支持構造物であるボンベラック及びボンベラックを据え付けるアンカープレートの溶接部を評価対象とする。
5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(対策本部) 陽圧化装置(空 気ボンベ)(6,7 号機共用)	ボンベ 設備	溶接	ボンベラック 溶接部	—	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、V-3-1-6「重大事故等クラス3機器の強度計算の基本方針」に基づき、重大事故等クラス3機器として強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、ボンベを床に固定している支持構造物であるボンベラック及びボンベラックを据え付けるアンカープレートの溶接部を評価対象とする。
5号機原子炉建 屋内緊急時対策 所(待機場所) 陽圧化装置(空 気ボンベ)(6,7 号機共用)	ボンベ 設備	溶接	ボンベラック 溶接部	—	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、V-3-1-6「重大事故等クラス3機器の強度計算の基本方針」に基づき、重大事故等クラス3機器として強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、ボンベを床に固定している支持構造物であるボンベラック及びボンベラックを据え付けるアンカープレートの溶接部を評価対象とする。

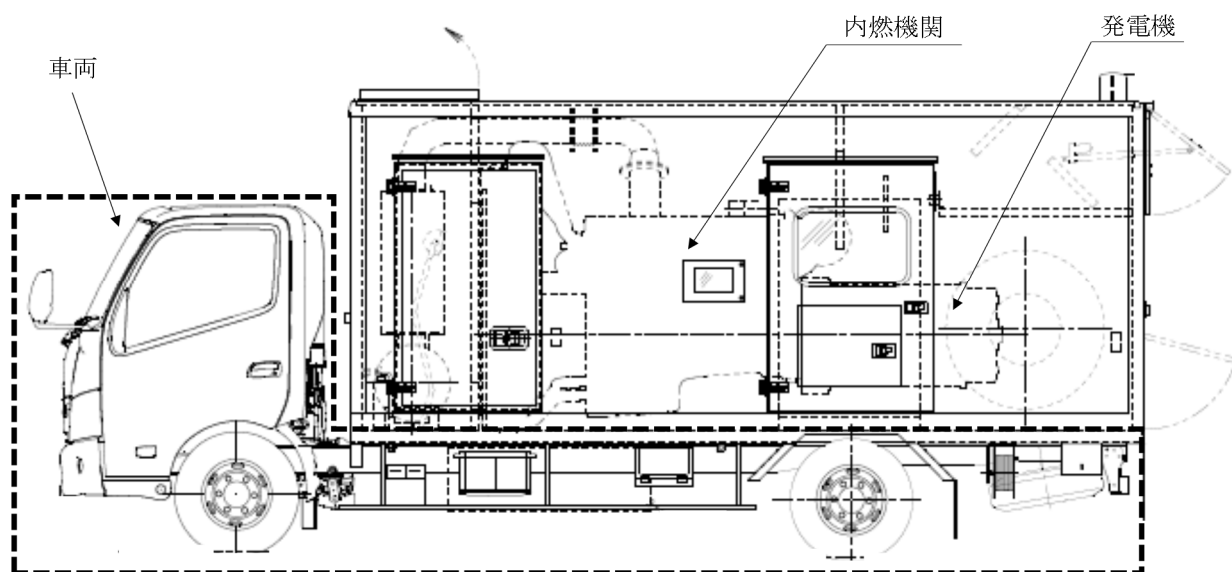


図2-1 車両型設備

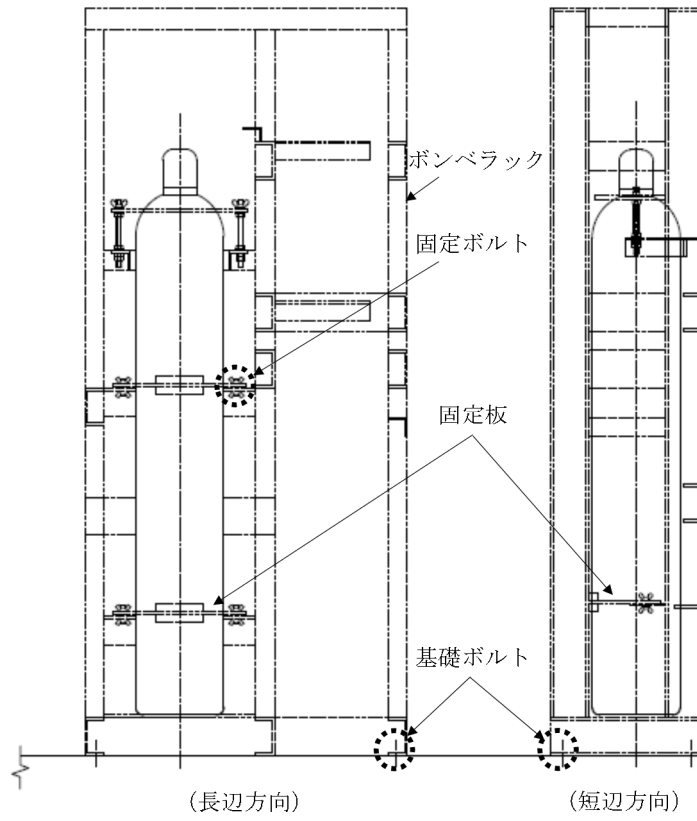


図 2-2 ポンベ設備 (床固定型)

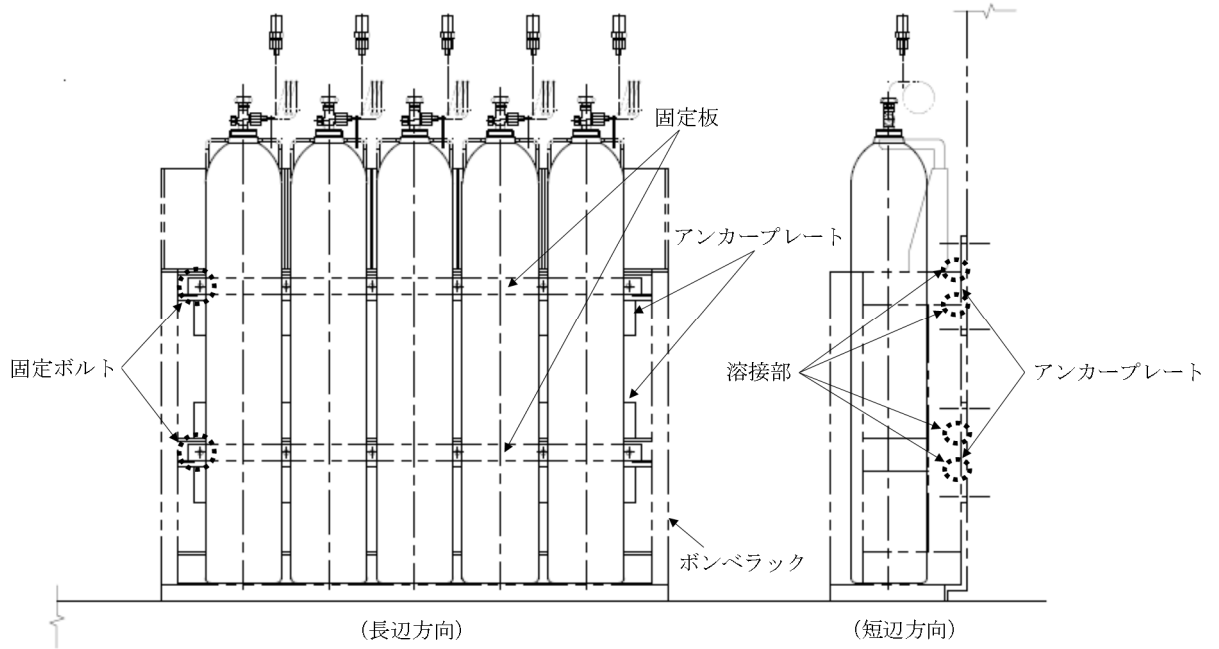


図 2-3 ポンベ設備 (壁固定型)

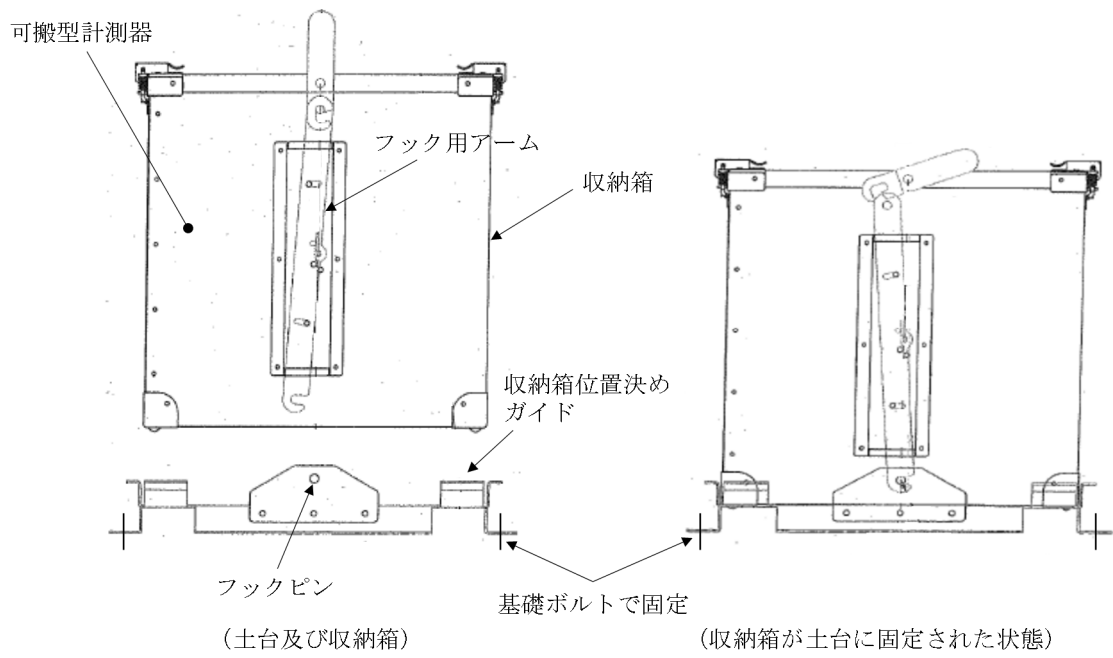
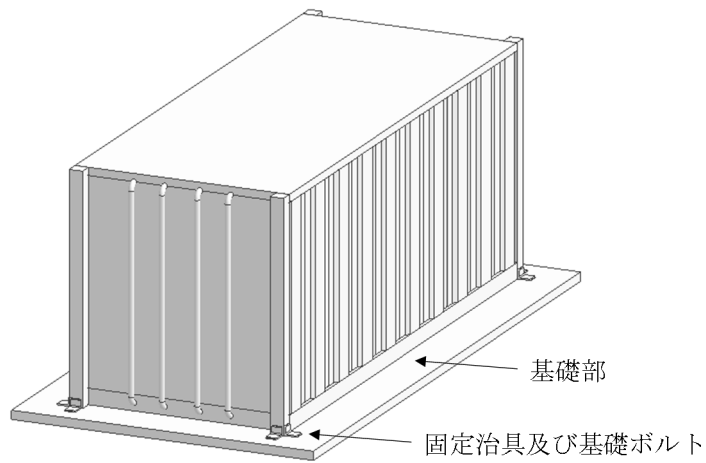
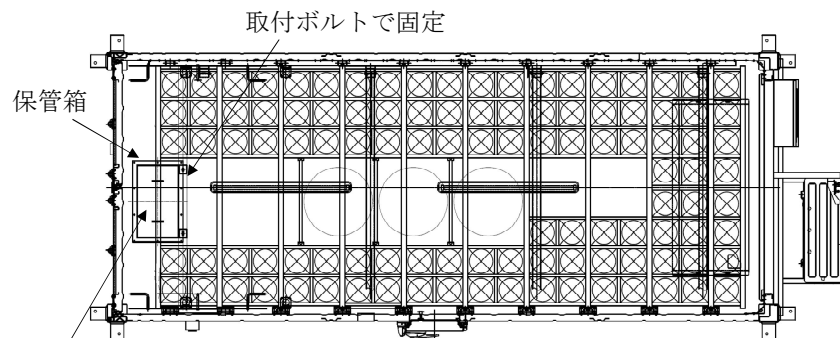


図 2-4 その他設備 (収納箱拘束保管)

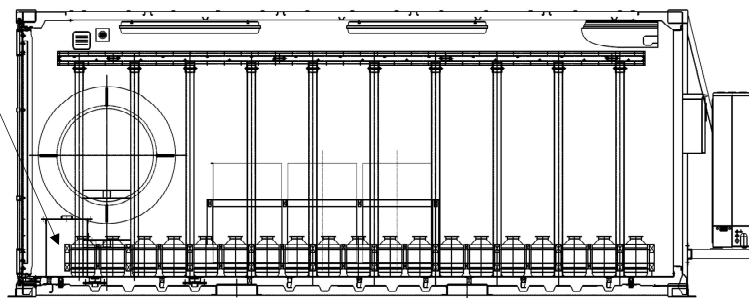


(コンテナが基礎に固定された状態)



(スクラバ水pH制御設備用ポンプ拘束状態上面図)

スクラバ水pH制御設備用ポンプ



(スクラバ水pH制御設備用ポンプ拘束状態側面図)

図 2-5 その他設備 (コンテナ内拘束保管)

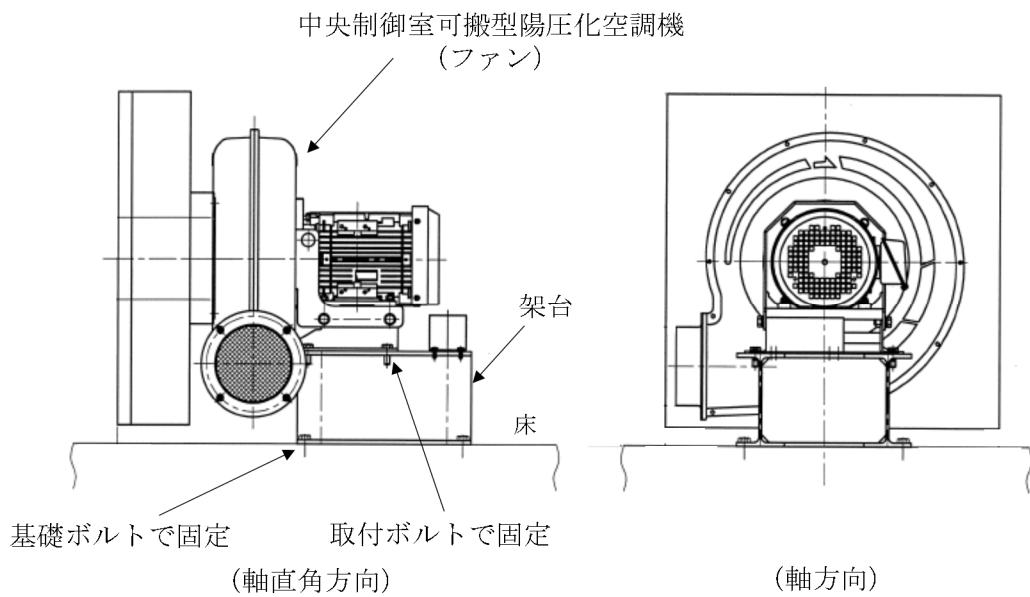


図 2-6 その他設備 (架台拘束保管)

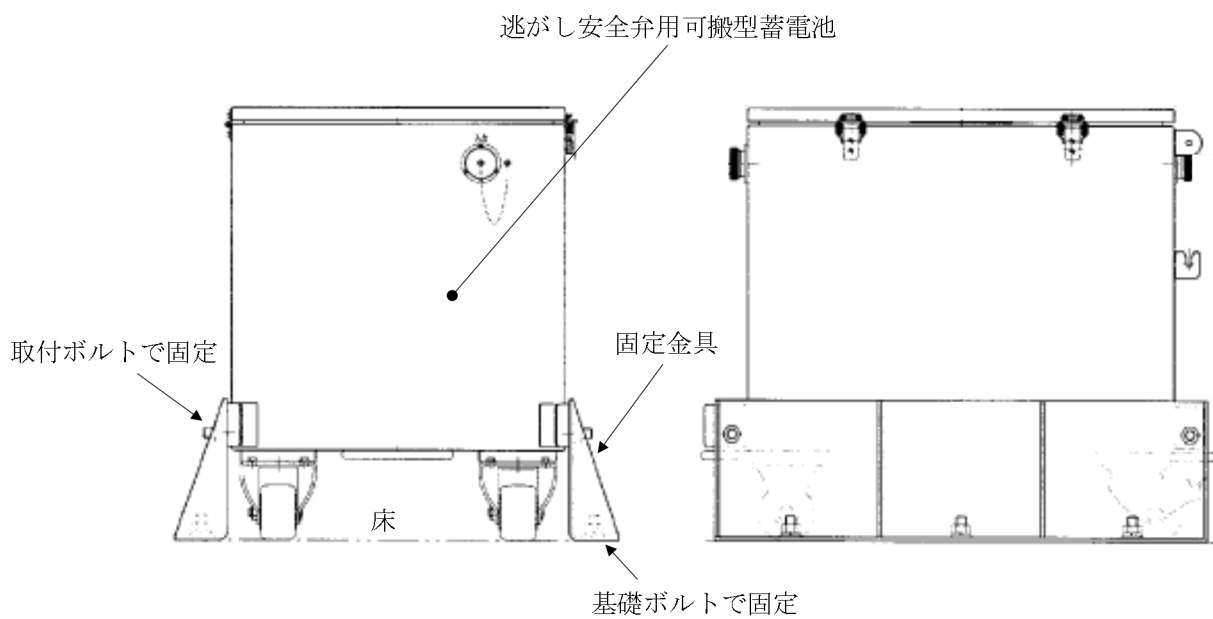


図 2-7 その他設備 (本体拘束保管)

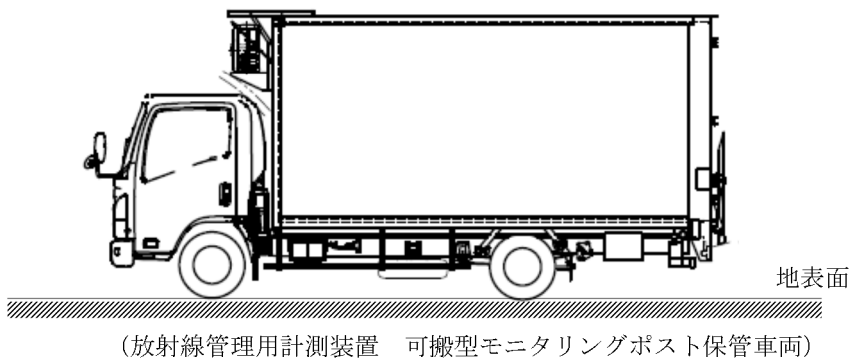
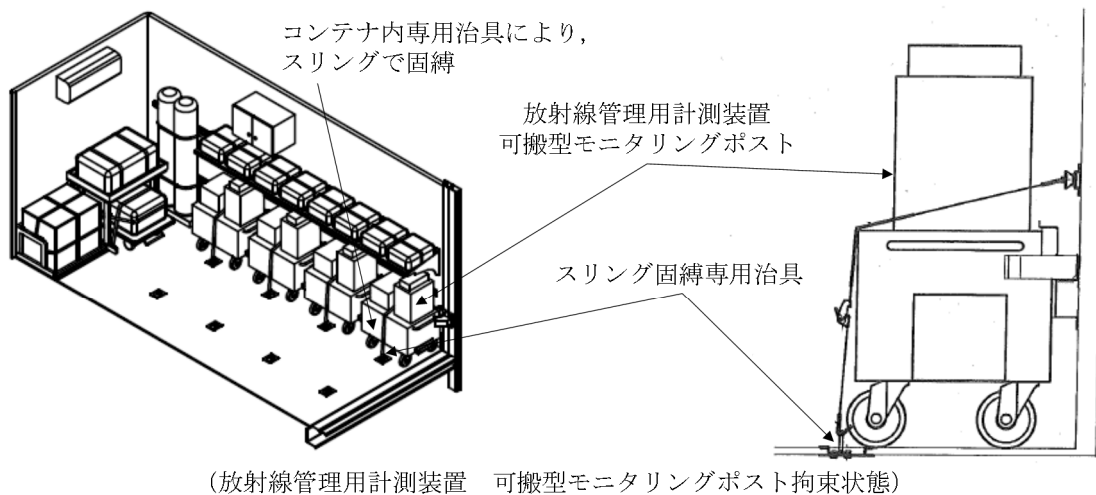


図 2-8 その他設備（車両拘束保管）

3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

可搬型重大事故等対処設備の耐震計算に用いる荷重及び荷重の組合せを、以下の「3.1 荷重及び荷重の組合せ」に、許容限界を「3.2 許容限界」に示す。

3.1 荷重及び荷重の組合せ

可搬型重大事故等対処設備のうち、屋外に保管している設備の自然現象の考慮については、V-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」に設定する荷重の組合せを用いる。

荷重及び荷重の組合せは、重大事故等起因の荷重は発生しないため、V-1-1-7-別添2の「6.2 荷重及び荷重の組合せ」に従い、保管状態における荷重を考慮し設定する。

地震と組み合わせるべき荷重としては、積雪荷重が挙げられる。地震と組み合わせる荷重の設定に当たっては、V-2-1-9「機能維持の基本方針」の図3-1 耐震計算における積雪荷重の設定フローに基づき設定する。

積雪については、除雪にて対応することで無視できる。

3.2 許容限界

許容限界は、V-1-1-7-別添2の「4.2 性能目標」で設定している設備ごとの構造強度上の性能目標のとおり、評価部位ごとに設定する。

「3.1 荷重及び荷重の組合せ」で設定している荷重及び荷重の組合せを含めた、設備ごとの許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表3-1～表3-5のとおりとする。

各設備の許容限界の詳細は、各計算書にて評価部位の損傷モードを考慮し、評価項目を選定し、評価項目ごとに許容限界を定める。

直接支持構造物の評価については、J E A G 4 6 0 1・補-1984に規定されているその他の支持構造物の評価に従った評価を実施する。また、車両型設備の間接支持構造物としてのボルトの評価については、直接支持構造物の評価に準じた評価を行う。

(1) 車両型設備

a. 構造強度評価

車両型設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対し、地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、炉心等へ冷却水を送水するポンプ、これらの駆動源となる内燃機関等の機器を車両に取付ボルトで固定し、主要な構造部材が送水機能、発電機能、駆動機能等を維持可能な構造強度を有する設計とする。

そのため、車両型設備は、「2.2(1)a. 構造強度評価」に設定している評価方針を踏まえ、JEAG 4601・補-1984を適用し、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に設定している許容応力状態 $IV_A S$ の許容応力以下とすることを許容限界として設定する。

b. 転倒評価

車両型設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、地震時において、基準地震動 S_s による地震力に対し、地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、炉心等へ冷却水を送水するポンプ、これらの駆動源となる内燃機関等を車両に取付ボルトで固定し、車両型設備全体が安定性を有し、転倒しない設計とする。

そのため、車両型設備は、「2.2(1)b. 転倒評価」に設定している評価方針を踏まえ、加振試験にて転倒しないことを許容限界として設定する。

c. 機能維持評価

車両型設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対し、地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、車両に積載しているポンプ等の炉心等へ冷却水を送水する機能、これらの駆動源となる内燃機関等の動的及び電氣的機能を維持できる設計とする。

また、車両型設備は、地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対し、車両積載設備から受ける荷重を支持する機能及び車両型設備としての自走、牽引等による移動機能を維持できる設計とする。

そのため、車両型設備は、「2.2(1)c. 機能維持評価」に設定している評価方針を踏まえ、加振試験により支持機能、移動機能、動的及び電氣的機能が維持できることを許容限界として設定する。

d. 波及的影響評価

車両型設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、基準地震動 S_s による地震力に対し、地盤安定性を有する屋外の保管場所の地面に固定せずに保管し、車両型設備全体が安定性を有し、主要な構造部材が送水機能、発電機能、支持機能等を維持可能な構造強度を有し、当該設備がすべり及び傾きにより、当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備に波及的影響を及ぼさないよう離隔距離を確保し、保管する設計とする。

そのため、車両型設備は、「2.2(1)d. 波及的影響評価」に設定している評価方針を踏まえ、他の設備との接触、衝突等の相互干渉による破損等を引き起こし、機能喪失する等

の波及的影響を及ぼさないよう、車両型設備の加振試験にて確認した車両型設備の最大変位量を基に設定した離隔距離を、許容限界として設定する。

また、離隔距離に関しては、実際の設備配置の運用上の管理値として必要であるため、保安規定に離隔距離を基に必要な設備間隔を定め、管理を行う。

(2) ボンベ設備

a. 構造強度評価

ボンベ設備は、地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対し、ボンベラックに収納し、ボンベラックを耐震性を有する建屋内の保管場所の壁又は床に溶接又は基礎ボルトで固定して保管する。

主要な構造部材は、窒素及び空気供給機能を維持可能な構造強度を有する設計とする。

そのため、ボンベ設備は、「2.2(2)a. 構造強度評価」に設定している評価方針を踏まえ、J E A G 4 6 0 1・補-1984を適用し、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に設定している許容応力状態 $IV_A S$ の許容応力以下とすることを許容限界として設定する。

b. 波及的影響評価

ボンベ設備は、地震時において、基準地震動 S_s による地震力に対し、ボンベラックに収納し、ボンベラックを耐震性を有する建屋内の保管場所の壁又は床に溶接又は基礎ボルトで固定し保管する。

主要な構造部材は、当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備に波及的影響を及ぼさないよう、構造強度を有する設計とする。

そのため、ボンベ設備は、「2.2(2)b. 波及的影響評価」に設定している評価方針としていることを踏まえ、J E A G 4 6 0 1・補-1984を適用し、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に設定している許容応力状態 $IV_A S$ の許容応力以下とすることを許容限界として設定する。

(3) その他設備

a. 転倒評価

その他設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、地震時において、基準地震動 S_s による地震力に対し、耐震性を有する建屋内又は地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、スリングで固縛する等により保管することで、機器本体が安定性を有し、転倒しない設計とする。

そのため、その他設備は、「2.2(3)a. 転倒評価」に設定している評価方針を踏まえ、加振試験にて転倒しないことを許容限界として設定する。

b. 機能維持評価

その他設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対し、耐震性を有する建屋内又は地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、スリングで固縛する等により、主要な構造部位が水位、圧力等を計測する機能、必要な負荷へ給電するための給電機能等の支持機能、動的及び電氣的機能を維持できる設計とする。

そのため、その他設備は、「2.2(3)b. 機能維持評価」に設定している評価方針を踏まえ、加振試験により支持機能、動的及び電氣的機能が維持できることを許容限界として設定する。

c. 波及的影響評価

その他設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、地震時において、基準地震動 S_s による地震力に対し、耐震性を有する建屋内又は地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、スリングで固縛する等により、機器本体が安定性を有し、主要な構造部材が水位、圧力等を計測する機能、必要な負荷へ給電するための給電機能等の機能を維持可能な構造強度を有することで、当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して、波及的影響を与えない設計とする。

また、地盤安定性を有する屋外の保管場所に固定せずに保管する車両等に、スリング等で拘束し保管する設備は、車両等のすべり及び傾きにより、当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して波及的影響を及ぼさないよう離隔距離を確保し、保管する設計とする。

そのため、その他設備は、「2.2(3)c. 波及的影響評価」に設定している評価方針を踏まえ、加振試験にてスリング等の支持機能が維持できることを許容限界として設定する。

また、地盤安定性を有する屋外の保管場所に固定せずに保管する車両等に、スリング等で拘束し保管する設備については、当該車両等が他の設備との接触、衝突等の相互干渉による破損等を引き起こし、機能喪失する等の波及的影響を及ぼさないよう、加振試験にて確認した最大変位量を基に設定した離隔距離を許容限界として設定する。

なお、離隔距離に関しては、実際の設備配置の運用上の管理値として必要であるため、保安規定に離隔距離を基に必要な設備間隔を定め、管理を行う。

表3-1 設備ごとの荷重の組合せ及び許容限界

設備名称	荷重の組合せ	評価部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
車両型設備	D + S s	支持部の取付ボルト (表3-2)	引張り, せん断, 組合せ	部材の降伏	J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984を適用し, 許容応力状態 IV _A S の許容応力以下とする。
ポンベ設備	D + S s	ボンベラック (表3-3)	組合せ	部材の降伏	J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984を適用し, 許容応力状態 IV _A S の許容応力以下とする。
		溶接部 (表3-4)	せん断	部材の降伏	
		支持部の基礎ボルト (表3-5)	引張り, せん断, 組合せ	部材の降伏	

表3-2 支持部の取付ボルトの許容限界

評価部位	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2	
			一次応力	
			引張り*3	せん断*3
取付ボルト	D+S _s	IV _A S	1.5・f _t *	1.5・f _s *

注記*1 : f_t*, f_s*は, J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3121.1(1)a.本文中S_y及びS_y (R T) を1.2・S_y及び1.2・S_y (R T) と読み替えて算出した値 (J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3133) 。ただし, S_y及び0.7・S_uのいずれか小さい方の値とする。

*2 : J E A G 4 6 0 1・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。

*3 : ボルトにせん断力が作用する場合, 組合せ評価を実施する。その際の許容引張応力f_{ts}は, J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3133に基づき, f_{ts}=Min[1.4・f_{to} - 1.6・τ_b, f_{to}]とする。ここで, f_{to}は1.5・f_t*とする。

なお, f_{ts}は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をいい, f_{to}は引張力のみを受けるボルトの許容引張応力をいう。

表3-3 ボンベラックの許容限界

評価部位	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2
			一次応力
			組合せ
ボンベラック	D+S _s	IV _A S	1.5・f _t *

注記*1 : f_t*は, J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3121.1(1)a.本文中S_y及びS_y (R T) を1.2・S_y及び1.2・S_y (R T) と読み替えて算出した値 (J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3121.3) 。ただし, S_y及び0.7・S_uのいずれか小さい方の値とする。

*2 : J E A G 4 6 0 1・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。

表 3-4 溶接部の許容限界

評価部位	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2	
			一次応力	
			せん断	
溶接部	D + S _s	IV _A S	1.5・f _s *	

注記*1 : f_s*は, J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3121.1(1)a.本文中S_y及びS_y(R T)を1.2・S_y及び1.2・S_y(R T)と読み替えて算出した値(J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3121.3)。ただし, S_y及び0.7・S_uのいずれか小さい方の値とする。

*2 : J E A G 4 6 0 1・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。

表3-5 支持部の基礎ボルトの許容限界

評価部位	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2	
			一次応力	
			引張り*3	せん断*3
基礎ボルト	D + S _s	IV _A S	1.5・f _t *	1.5・f _s *

注記*1 : f_t*, f_s*は, J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3121.1(1)a.本文中S_y及びS_y(R T)を1.2・S_y及び1.2・S_y(R T)と読み替えて算出した値(J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3133)。ただし, S_y及び0.7S_uのいずれか小さい方の値とする。

*2 : J E A G 4 6 0 1・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。

*3 : ボルトにせん断力が作用する場合, 組合せ評価を実施する。その際の許容引張応力f_{t_s}は, J S M E S N C 1-2005/2007 SSB-3133に基づき, f_{t_s}=Min[1.4・f_{t_o} - 1.6・τ_b, f_{t_o}]とする。ここで, f_{t_o}は1.5・f_t*とする。

なお, f_{t_s}は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をいい, f_{t_o}は引張力のみを受けるボルトの許容引張応力をいう。

4. 耐震評価方法

可搬型重大事故等対処設備の耐震評価は、車両型設備、ポンベ設備及びその他設備の分類ごとに評価方法が異なることから、以下の「4.1 車両型設備」、「4.2 ポンベ設備」及び「4.3 その他設備」のそれぞれに示す「固有値解析」、「加振試験」、「構造強度評価」、「転倒評価」、「機能維持評価」及び「波及的影響評価」に従って実施する。

4.1 車両型設備

車両型設備においては、重大事故等に対処するための機能を維持するために、構造強度評価、転倒評価、機能維持評価及び波及的影響評価を実施する。

車両型設備の評価の概要フローを図4-1に示す。

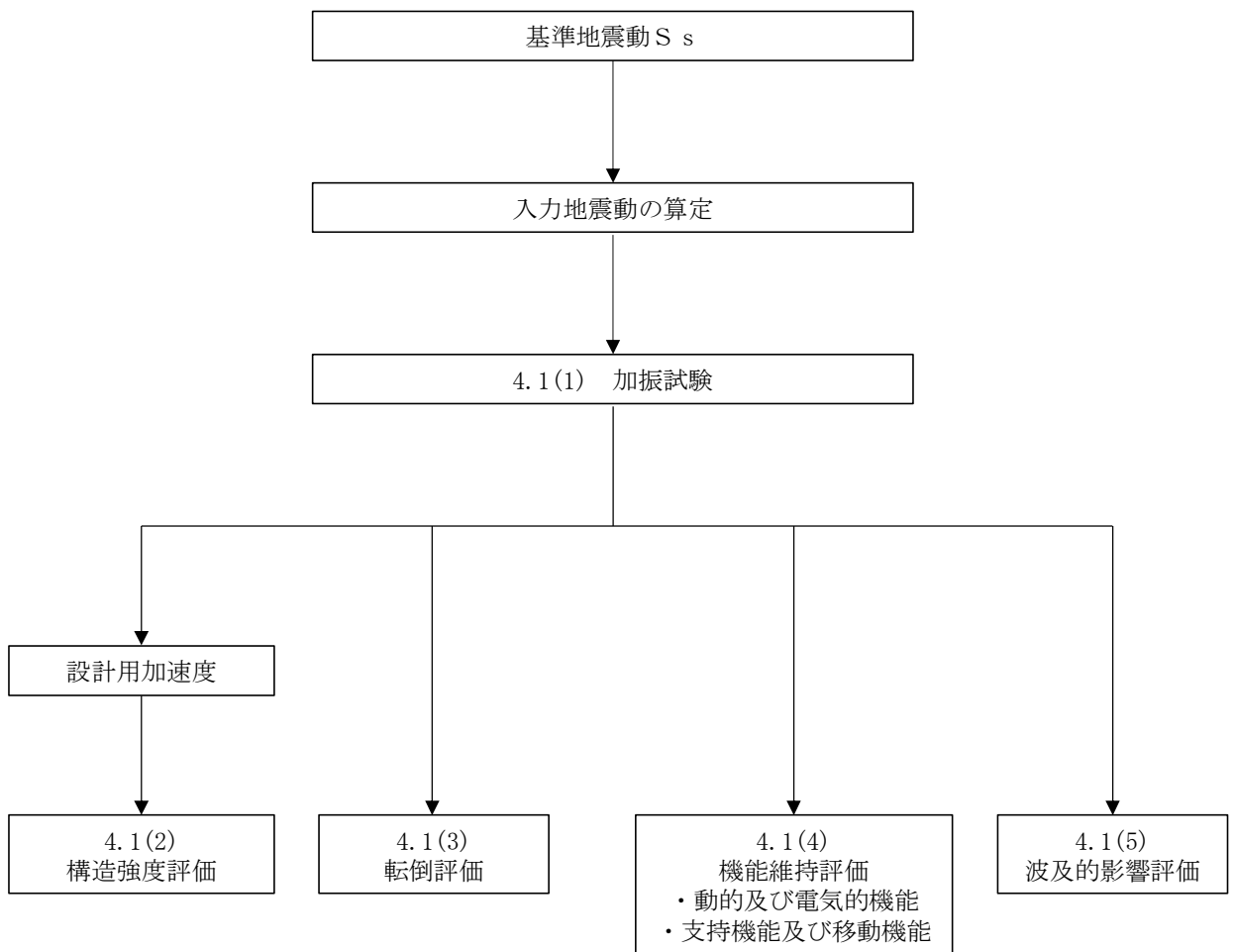


図4-1 車両型設備の評価フロー

(1) 加振試験

a. 基本方針

車両型設備においては、重大事故等に対処するための機能を維持するために、車両全体として安定性を有し、転倒しないこと、主要な構造部材が必要な構造強度を有すること及び支持機能、移動機能、動的及び電氣的機能が維持できることを加振試験の結果を踏まえて評価することから、以下の「b. 入力地震動」に示す入力地震動を用いて、「(3) 転倒評価」及び「(4) 機能維持評価」に示す方法により加振試験を行う。

b. 入力地震動

入力地震動は、V-2-別添 3-2「可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動」に示す、各保管場所の保管エリアごとに算定した入力地震動を用いる。

(2) 構造強度評価

a. 直接支持構造物

車両型設備の直接支持構造物の構造強度評価は、以下に示す「(a) 直接支持構造物の計算式」に従って、評価部位について、J E A G 4 6 0 1-1987 に規定されているポンプ等の取付ボルトの評価方法を用いて発生応力を算出し、許容応力以下であることを確認する。

評価については、実機における車両型設備応答の不確かさを考慮し、加速度が大きくなる加振試験で測定された評価部位頂部の加速度を設計用水平加速度及び設計用鉛直加速度として設定し、構造強度評価を行う。

構造強度評価に使用する記号を表 4-1 に、計算モデル例を図 4-2～図 4-5 に示す。

なお、取付ボルト①については、タンクローリ (4kL) 及びタンクローリ (16kL) のポンプ以外の評価部位について適用し、取付ボルト②については、タンクローリ (4kL) 及びタンクローリ (16kL) のポンプに適用する。

また、転倒方向は、図 4-2～図 4-5 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。

表 4-1 構造強度評価に使用する記号

記号	単位	記号の説明
A_b	mm^2	取付ボルトの軸断面積
a_H	m/s^2	設計用水平加速度
a_P	m/s^2	回転体振動による加速度
a_V	m/s^2	設計用鉛直加速度
g	m/s^2	重力加速度
h	mm	据付面から重心位置までの高さ
L	mm	車両重心位置と取付ボルト間の水平方向距離
l_i	mm	支点としている取付ボルトより評価に用いる取付ボルトまでの距離 (i は距離の長い順に番号取りをする。)
m	Kg	機器の保管時質量
M_P	$\text{N}\cdot\text{mm}$	回転体回転により働くモーメント
N_i	—	引張力又はせん断力の作用する取付ボルトの本数 (i は転倒支点から距離の遠い順に番号取りをする。)
n	—	取付ボルトの総本数
σ_b	MPa	取付ボルトの最大引張応力
τ_b	MPa	取付ボルトの最大せん断応力

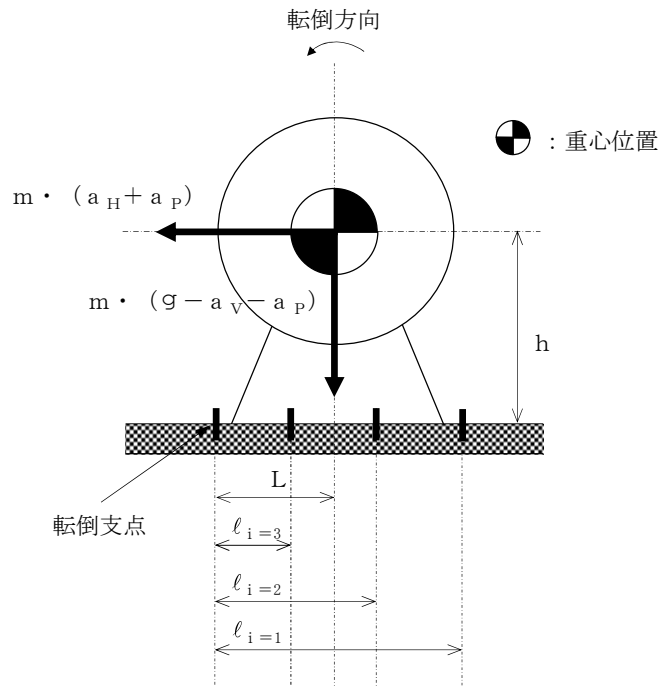


図4-2 直接支持構造物の計算モデル例 (1/2)
 (取付ボルト① 軸直角方向転倒-1 ($g - a_V - a_P \geq 0$ の場合))

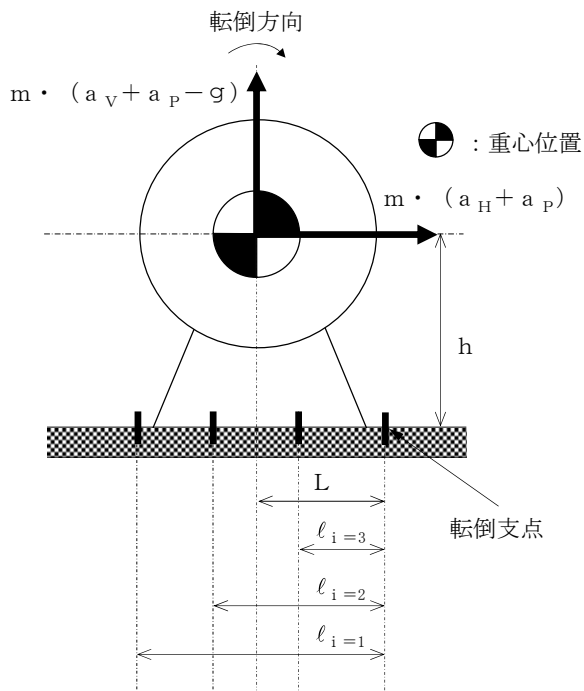


図4-2 直接支持構造物の計算モデル例 (2/2)
 (取付ボルト① 軸直角方向転倒-2 ($g - a_V - a_P < 0$ の場合))

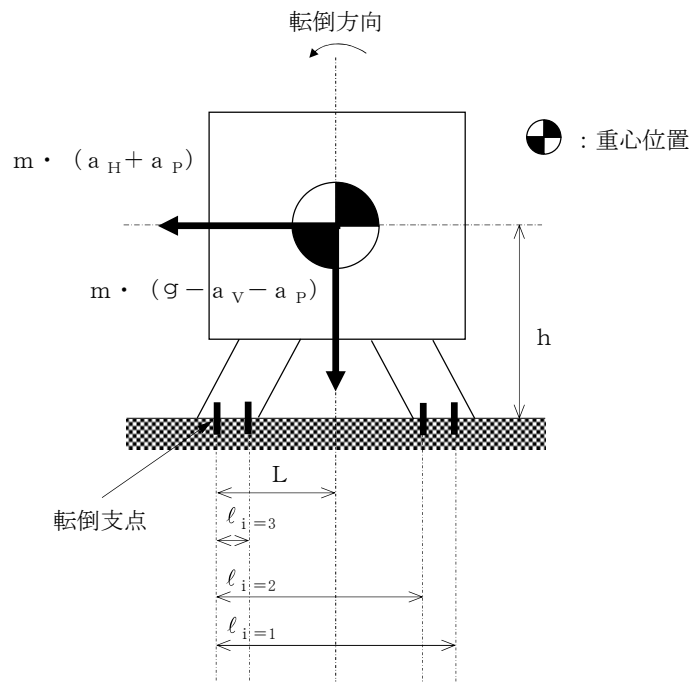


図 4-3 直接支持構造物の計算モデル例 (1/2)
 (取付ボルト① 軸方向転倒-1 $(g - a_V - a_P) \geq 0$ の場合)

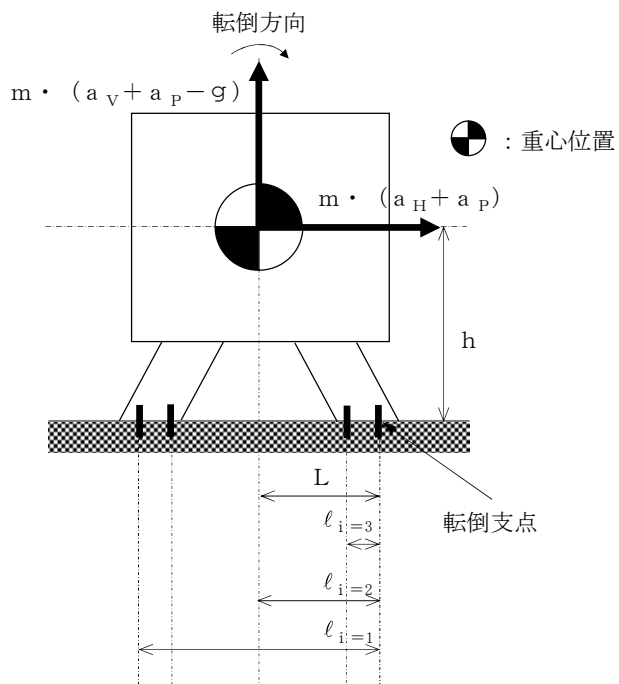


図 4-3 直接支持構造物の計算モデル例 (2/2)
 (取付ボルト① 軸方向転倒-2 $(g - a_V - a_P) < 0$ の場合)

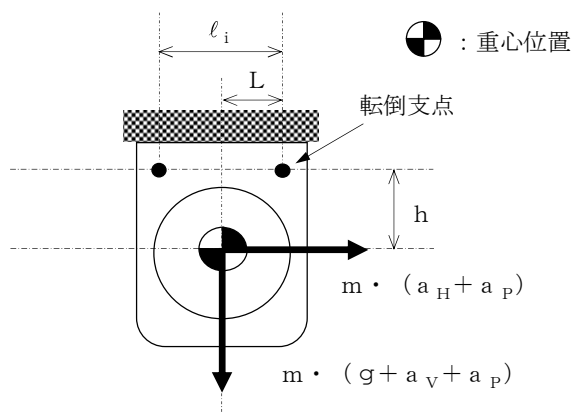


図 4-4 直接支持構造物の計算モデル例
(取付ボルト② 軸直角方向転倒)

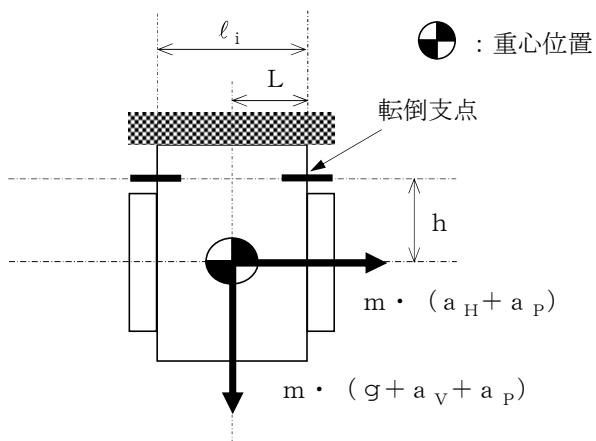


図 4-5 直接支持構造物の計算モデル例
(取付ボルト② 軸方向転倒)

(a) 直接支持構造物の計算式

イ. 図 4-2 及び図 4-3 の場合の引張応力

なお, 図 4-3 の場合のボルトについては, 回転体回転により働くモーメントは作用しない。

$$\sigma_b = \frac{m \cdot (a_H + a_P) \cdot h + M_P - m \cdot (g - a_V - a_P) \cdot L}{A_b} \cdot \frac{\ell_1}{\sum_{i=1} N_i \cdot \ell_i^2} \dots \dots (4.1)$$

ロ. 図 4-2 及び図 4-3 の場合のせん断応力

$$\tau_b = \frac{m \cdot (a_H + a_P)}{n \cdot A_b} \dots \dots \dots (4.2)$$

ハ. 図 4-4 の場合のせん断応力

(イ) 荷重によるせん断応力

$$\tau_b = \frac{m \cdot \sqrt{(a_H + a_P)^2 + (g + a_V + a_P)^2}}{n \cdot A_b} \dots \dots \dots (4.3)$$

(ロ) モーメントによるせん断応力

$$\tau_b = \frac{m \cdot (a_H + a_P) \cdot h + M_P + m \cdot (g + a_V + a_P) \cdot L}{A_b} \cdot \frac{\ell_1}{\sum_{i=1} N_i \cdot \ell_i^2} \dots \dots (4.4)$$

ニ. 図 4-5 の場合の引張応力

$$\sigma_b = \frac{m \cdot \sqrt{(a_H + a_P)^2 + (g + a_V + a_P)^2}}{\sum_{i=1} N_i \cdot A_b} \dots \dots \dots (4.5)$$

ホ. 図 4-5 の場合のせん断応力

$$\tau_b = \frac{m \cdot (a_H + a_P) \cdot h + m \cdot (g + a_V + a_P) \cdot L}{A_b} \cdot \frac{\ell_1}{\sum_{i=1} N_i \cdot \ell_i^2} \dots \dots (4.6)$$

b. 間接支持構造物

車両型設備の間接支持構造物の構造強度評価は、「(a) 間接支持構造物の計算式」に従って、評価部位について、J E A G 4 6 0 1-1987 に規定されているポンプ等の取付ボルトの評価方法を用いて発生応力を算出し、許容応力以下であることを確認する。

評価については、実機における車両型設備の応答の不確かさを考慮し、加速度が大きくなる加振試験で測定された評価部位頂部の加速度を設計用水平加速度及び設計用鉛直加速度として設定し、構造強度評価を行う。

構造強度評価に使用する記号を表 4-2 に、計算モデル例を図 4-6～図 4-9 に示す。

なお、取付ボルト①については、可搬型窒素供給装置のコンテナ以外の評価部位について適用し、取付ボルト②については、可搬型窒素供給装置のコンテナに適用する。

また、転倒方向は、図 4-6～図 4-9 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。

表 4-2 構造強度評価に使用する記号

記号	単位	記号の説明
A_b	mm^2	取付ボルトの軸断面積
a_H	m/s^2	設計用水平加速度
a_v	m/s^2	設計用鉛直加速度
g	m/s^2	重力加速度
h	mm	据付面から重心位置までの高さ
L	mm	車両重心位置と取付ボルト間の水平方向距離
l_i	mm	支点としている取付ボルトより評価に用いる取付ボルトまでの距離 (i は距離の長い順に番号取りをする。)
m	Kg	機器の保管時質量
N_i	—	引張力又はせん断力の作用する取付ボルトの本数 (i は転倒支点から距離の遠い順に番号取りをする。)
n	—	取付ボルトの総本数
σ_b	MPa	取付ボルトの最大引張応力
τ_b	MPa	取付ボルトの最大せん断応力

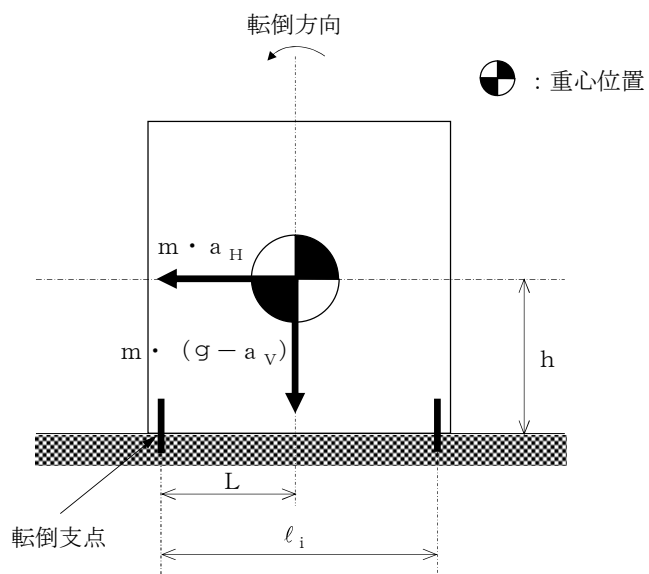


図4-6 間接支持構造物の計算モデル例 (1/2)
 (取付ボルト① 軸直角方向転倒-1 ($g - a_v \geq 0$ の場合))

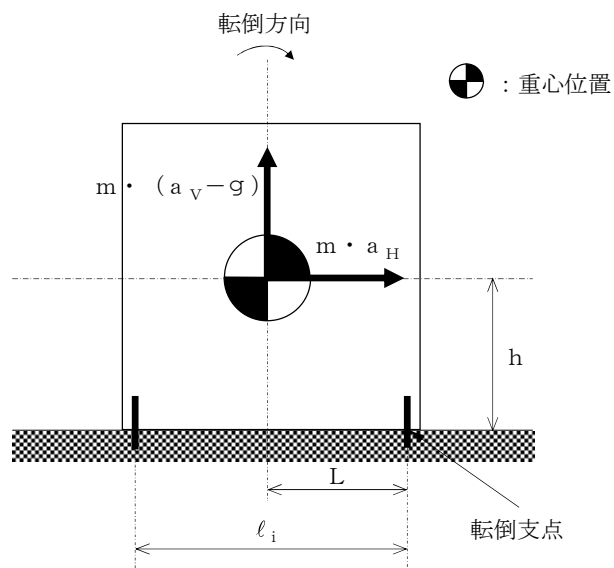


図4-6 間接支持構造物の計算モデル例 (2/2)
 (取付ボルト① 軸直角方向転倒-2 ($g - a_v < 0$ の場合))

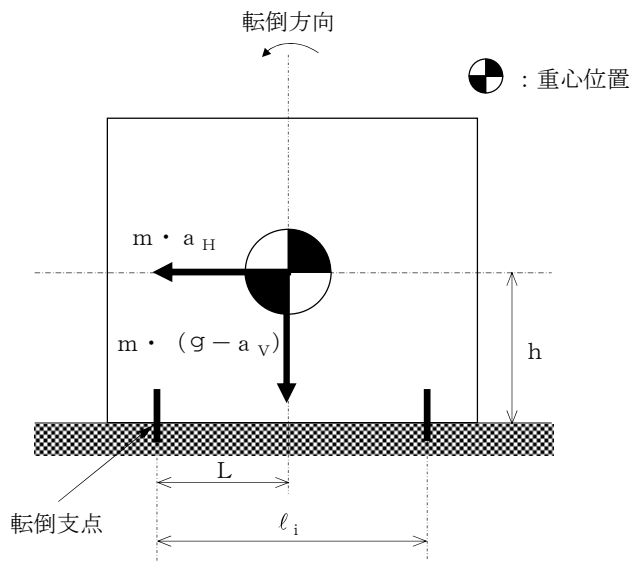


図4-7 間接支持構造物の計算モデル例 (1/2)
 (取付ボルト① 軸方向転倒-1 ($g - a_v \geq 0$ の場合))

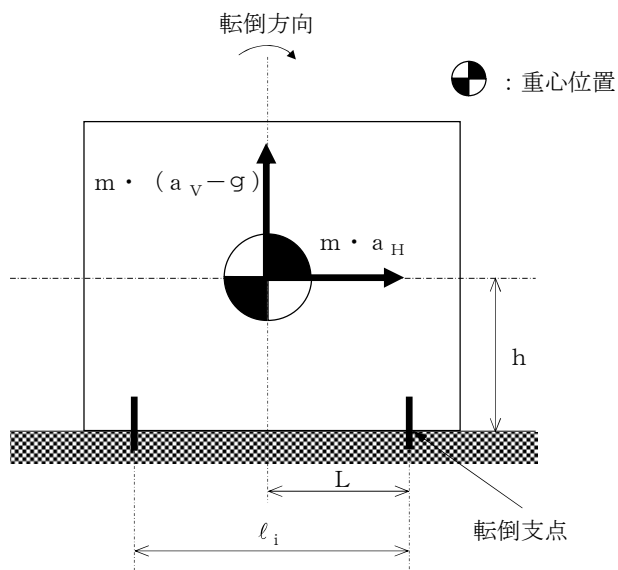


図4-7 間接支持構造物の計算モデル例 (2/2)
 (取付ボルト① 軸方向転倒-2 ($g - a_v < 0$ の場合))

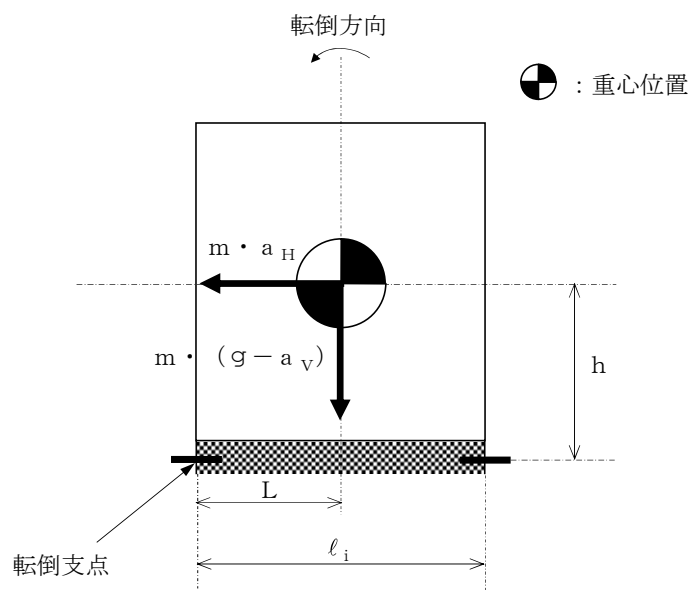


図4-8 間接支持構造物の計算モデル例 (1/2)
 (取付ボルト② 軸直角方向転倒-1 ($g - a_v \geq 0$ の場合))

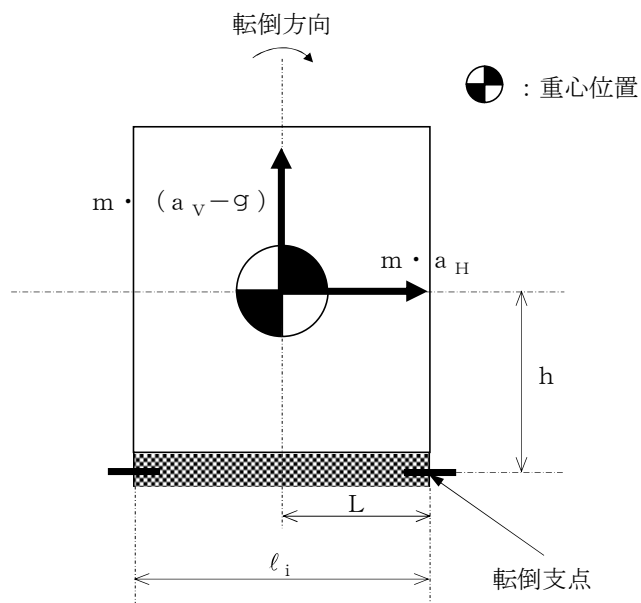


図4-8 間接支持構造物の計算モデル例 (2/2)
 (取付ボルト② 軸直角方向転倒-2 ($g - a_v < 0$ の場合))

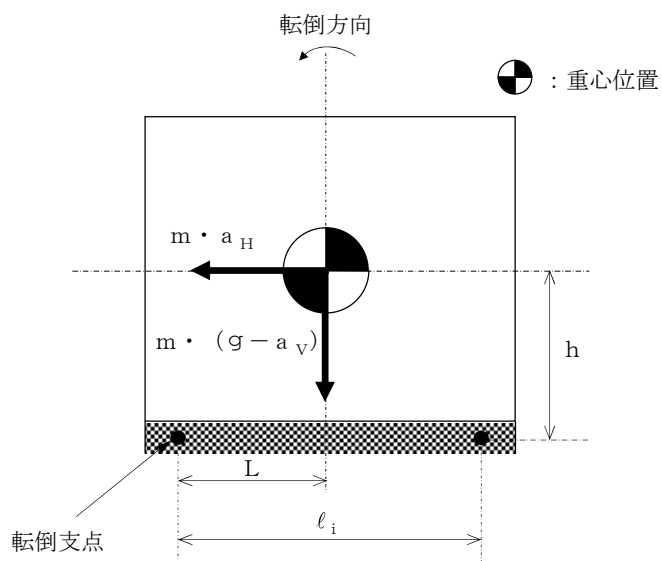


図4-9 間接支持構造物の計算モデル例 (1/2)
 (取付ボルト② 軸方向転倒-1 ($g - a_v \geq 0$ の場合))

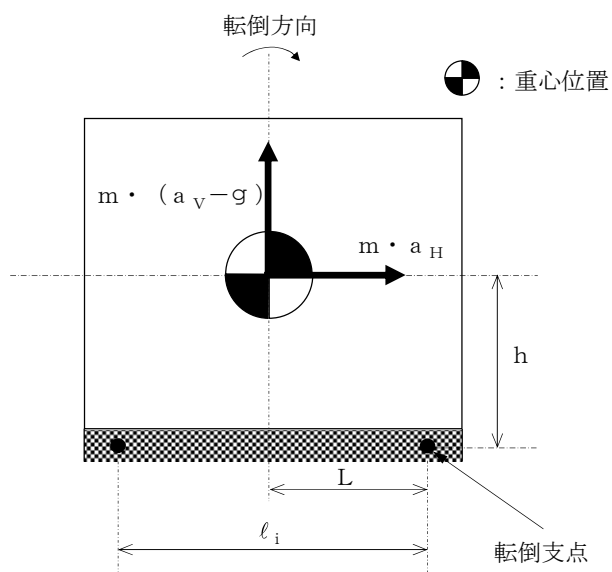


図4-9 間接支持構造物の計算モデル例 (2/2)
 (取付ボルト② 軸方向転倒-2 ($g - a_v < 0$ の場合))

(a) 間接支持構造物の計算式

イ. 図 4-6 及び図 4-7 の場合の引張応力

$$\sigma_b = \frac{m \cdot a_H \cdot h - m \cdot (g - a_V) \cdot L}{A_b} \cdot \frac{\ell_1}{\sum_{i=1} N_i \cdot \ell_i^2} \dots\dots\dots (4.7)$$

ロ. 図 4-6 及び図 4-7 の場合のせん断応力

$$\tau_b = \frac{m \cdot a_H}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (4.8)$$

ハ. 図 4-8 の場合の引張応力

$$\sigma_b = \frac{m \cdot \sqrt{a_H^2 + (g - a_V)^2}}{\sum_{i=1} N_i \cdot A_b} \dots\dots\dots (4.9)$$

ニ. 図 4-8 の場合のせん断応力

$$\tau_b = \frac{m \cdot a_H \cdot h - m \cdot (g - a_V) \cdot L}{A_b} \cdot \frac{\ell_1}{\sum_{i=1} N_i \cdot \ell_i^2} \dots\dots\dots (4.10)$$

ホ. 図 4-9 の場合のせん断応力

(イ) 荷重によるせん断応力

$$\tau_b = \frac{m \cdot \sqrt{a_H^2 + (g - a_V)^2}}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (4.11)$$

(ロ) モーメントによるせん断応力

$$\tau_b = \frac{m \cdot a_H \cdot h - m \cdot (g - a_V) \cdot L}{A_b} \cdot \frac{\ell_1}{\sum_{i=1} N_i \cdot \ell_i^2} \dots\dots\dots (4.12)$$

(3) 転倒評価

車両型設備は、実際の保管状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.1(1)b. 入力地震動」を基に作成した入力地震動によるランダム波加振試験を行い、試験後に転倒していないことを確認する。

転倒評価は、当該設備設置地表面での最大応答加速度が、加振試験により転倒しないことを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。

(4) 機能維持評価

車両型設備は、実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.1(1)b. 入力地震動」を基に作成した入力地震動によるランダム波加振試験を行い、試験後に支持機能、移動機能、動的及び電氣的機能が維持されていることを確認する。加振試験については、J E A G 4 6 0 1-1991に基づき実施する。

基準地震動 S_s による地震力に対し、当該設備設置地表面での最大応答加速度が、地震力に伴う浮上りを考慮しても、加振試験により車両部の支持機能及び車両型設備としての自走、牽引等による移動機能を維持できることを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。

また、基準地震動 S_s による地震力に対し、当該設備設置地表面での最大応答加速度が、地震力による浮上りを考慮しても、加振試験により、ポンプの送水機能、内燃機関の駆動機能等の動的及び電氣的機能を維持できることを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。

(5) 波及的影響評価

車両型設備は、実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.1(1)b. 入力地震動」に示すランダム波で加振試験を行い、加振試験にて確認した車両型設備の最大変位量が、当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備との離隔距離の範囲内であることを確認する。

地震時における各設備のすべり量の算出については「a. すべり量」に、地震時における各設備の傾きによる変位量の算出については「b. 傾きによる変位量」に、最大変位量の算出については「c. 最大変位量」に示す。

a. すべり量

すべり量については、加振試験の結果を基に設定する。

加振試験によるすべり量については、各設備の加振試験により確認したすべり量のうち、最も大きいすべり量を使用する。

b. 傾きによる変位量

傾きによる変位量については、各設備の加振試験により確認した傾き角のうち、最も大きい値を用いて算出する。

また、傾きに伴う、波及的影響として評価すべき傾きによる変位量を表した図を図4

-10 に示し、使用する記号を表 4-3 に示す。

傾きによる変位量については、以下の関係式により示される。

$$X = h \cdot \sin \theta \quad \dots\dots\dots (4.13)$$

表 4-3 波及的影響評価に使用する記号

記号	単位	記号の説明
h	mm	設備高さ
X	mm	傾きによる変位量
θ	°	傾き角

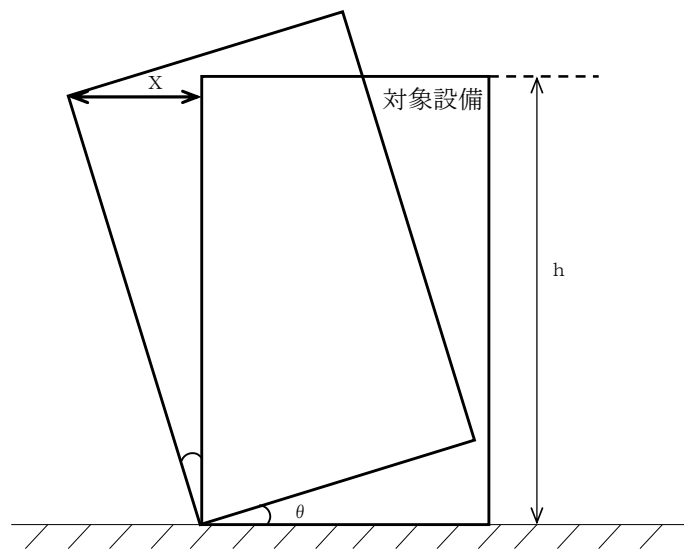


図 4-10 傾きによる変位量の算出図

c. 最大変位量

「a. すべり量」にて設定したすべり量と、「b. 傾きによる変位量」により算出される傾きによる変位量を加算した値を最大変位量と定義し、最大変位量が「3.2 許容限界」にて設定した離隔距離未満であることを波及的影響評価として確認する。

4.2 ポンベ設備

ポンベ設備においては、重大事故等に対処するための機能を維持するために、構造強度評価及び波及的影響評価を実施する。

ポンベ設備の耐震評価フローを図 4-11 に示す。

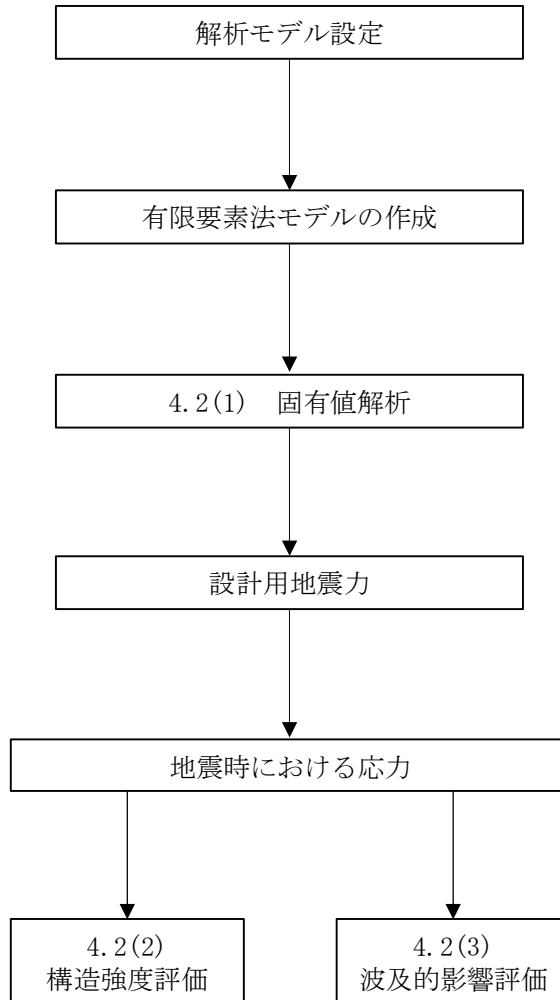


図 4-11 ポンベ設備の耐震評価フロー

(1) 固有値解析

a. 基本方針

ポンベ設備においては、重大事故等に対処するための機能を維持するために、主要な構造部材が必要な構造強度を有すること及び当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して波及的影響を及ぼさないことを、固有値解析の結果を踏まえて評価することから、以下の「b. 解析方法及び解析モデル」に示す解析方法及び解析モデルを用いて、固有値解析を行う。

b. 解析方法及び解析モデル

- (a) ポンベラックを構成する鋼材をはり要素（形鋼等）、シェル要素（鋼板等）としてモデル化した 3 次元 FEM モデルによる固有値解析を実施する。

- (b) 拘束条件として、ボンベラックは、溶接又は基礎ボルトにより X, Y, Z の 3 方向を固定として設定する。
- (c) ボンベ本体は、基準地震動 S_s による地震力に対して転倒しないことを目的としたボンベラックに、固定ボルト及び固定板にて固定され収納されている。ここで、ボンベ本体は高圧ガス適用品であり、一般的な圧力容器に比べ、高い耐圧強度を有することから、はるかに剛性が高いものであるが、解析上、断面性状を考慮したはり要素としてモデル化する。
- (d) 各ボンベからヘッダー又は配管への連絡管は、接続を容易にするため可とう性をもつ形状としていること、地震時にはボンベとヘッダー又は配管の相対変位は微小であることから、地震時の変位を十分吸収できるものである。
- (e) 解析コードは、「ABAQUS」、「NAPF」又は「MSC NASTRAN」を使用する。なお、解析コードの検証、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。
- (f) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

(2) 構造強度評価

ボンベ設備は、「2.2 評価方針」で設定した評価部位について、評価対象部位に作用する応力が許容限界を満足することを確認する。

a. 設計用地震力

基準地震動 S_s による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

b. ボンベ設備の計算式

(a) 溶接支持構造（壁固定型）

構造強度評価に使用する記号を表 4-4 に、計算モデル例を図 4-12 及び図 4-13 に示す。

また、転倒方向は、図 4-12 及び図 4-13 における水平方向及び鉛直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。

表 4-4 構造強度評価に使用する記号

記号	単位	記号の説明
σ_a	MPa	はり要素の軸応力
σ_b	MPa	はり要素の曲げ応力
τ	MPa	はり要素のせん断応力
σ	MPa	はり要素の組合せ応力
σ_x	MPa	シェル要素のX方向応力
σ_y	MPa	シェル要素のY方向応力
τ_{xy}	MPa	シェル要素のせん断応力
σ_s	MPa	シェル要素の組合せ応力
C_H	—	水平方向設計震度
C_V	—	鉛直方向設計震度
F_{w1}	N	取付面に対し平行方向に作用するせん断力
F_{w2}	N	取付面に対し前後方向に作用するせん断力 (正面方向転倒)
F_{w3}	N	取付面に対し前後方向に作用するせん断力 (側面方向転倒)
F_w	N	取付面に対し前後方向に作用する最大せん断力
g	m/s ²	重力加速度
h	mm	取付面から重心までの距離
l_1	mm	重心と下側溶接部間の距離
l_2	mm	上側溶接部と下側溶接部中心間の距離
l_3	mm	左側溶接部と右側溶接部中心間の距離
m	Kg	ポンベ設備の質量
n	—	溶接箇所数
n_{vw}	—	鉛直方向地震により取付面に対し前後方向のせん断力を受けるとして期待する溶接箇所数
n_{HW}	—	水平方向地震により取付面に対し前後方向のせん断力を受けるとして期待する溶接箇所数
τ_w	MPa	溶接部に生じる最大せん断応力
τ_{w1}	MPa	取付面に対し平行方向に作用するせん断応力
τ_{w2}	MPa	取付面に対し前後方向に作用するせん断応力
A_w	mm ²	溶接部の有効断面積 (1箇所当たり)
S	mm	溶接部の脚長
L_w	mm	溶接長 (1箇所当たり)

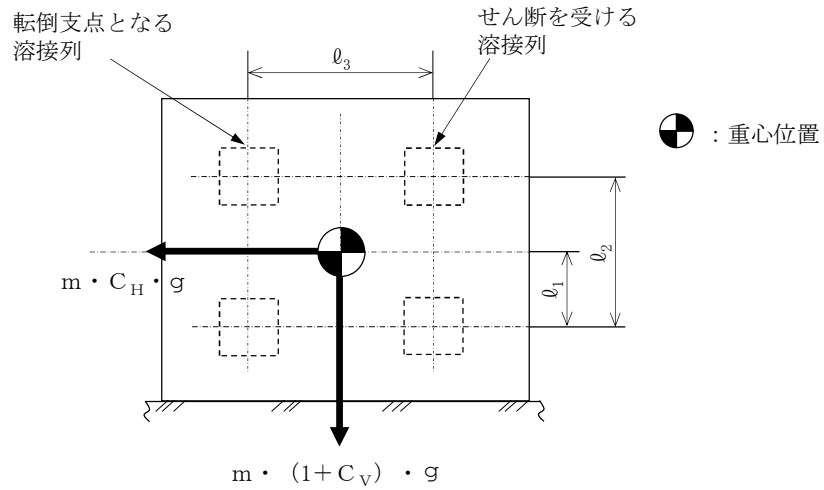
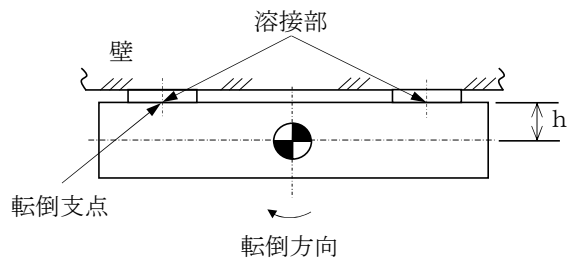


図 4-12 計算モデル例 (正面方向転倒)

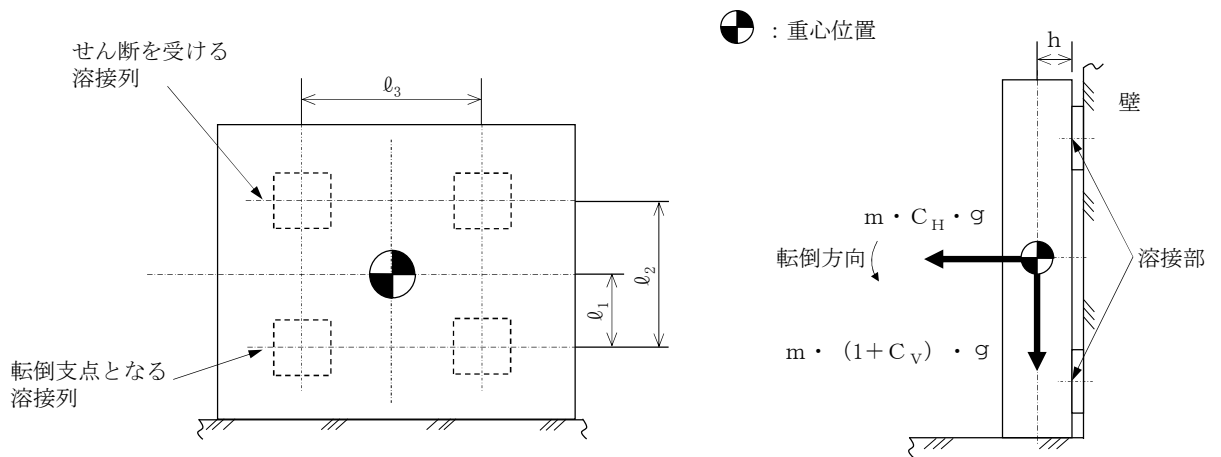


図 4-13 計算モデル例 (側面方向転倒)

イ. ボンベラック（はり要素）

ボンベラックのうち，はり要素の組合せ応力を以下のとおり計算する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_a + \sigma_b)^2 + 3 \cdot \tau^2} \dots\dots\dots (4.14)$$

ロ. ボンベラック（シェル要素）

ボンベラックのうち，シェル要素の組合せ応力を以下のとおり計算する。

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{xy}^2} \dots\dots\dots (4.15)$$

ハ. 溶接部

溶接部の応力を以下のとおり計算する。

- ・ ボンベラック取付面に対し平行方向に作用するせん断応力

ボンベラック取付面に対し平行方向に作用するせん断力は全溶接部で受けるものとして計算する。

ボンベラック取付面に対し平行方向に作用するせん断力（ F_{w1} ）

$$F_{w1} = \sqrt{(m \cdot C_H \cdot g)^2 + (m \cdot (1 + C_V) \cdot g)^2} \dots\dots (4.16)$$

ボンベラック取付面に対し平行方向に作用するせん断応力（ τ_{w1} ）

$$\tau_{w1} = \frac{F_{w1}}{n \cdot A_W} \dots\dots\dots (4.17)$$

- ・ ボンベ取付面に対し前後方向に作用するせん断応力

溶接部に対する力は最も厳しい条件として，図 4-12 及び図 4-13 で最外列の溶接部を支点とする転倒を考え，これを片側の最外列の溶接部で受けるものとして計算する。

計算モデル図 4-12 に示す正面方向転倒の場合のせん断力（ F_{w2} ）

$$F_{w2} = \frac{m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g}{n_{VW} \cdot \ell_2} + \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g}{n_{HW} \cdot \ell_3} \dots\dots\dots (4.18)$$

計算モデル図 4-13 に示す側面方向転倒の場合のせん断力（ F_{w3} ）

$$F_{w3} = \frac{m \cdot (1 + C_V) \cdot h \cdot g + m \cdot C_H \cdot \ell_1 \cdot g}{n_{VW} \cdot \ell_2} \dots\dots\dots (4.19)$$

ボンベラック取付面に対し前後方向に作用するせん断力

$$F_W = \text{Max} (F_{W2}, F_{W3}) \dots\dots\dots (4.20)$$

ボンベラック取付面に対し前後方向に作用するせん断応力 (τ_{W2})

$$\tau_{W2} = \frac{F_W}{A_W} \dots\dots\dots (4.21)$$

ここで、せん断を受ける溶接部の有効断面積 A_W は、

$$A_W = (S / \sqrt{2}) \times L_W \dots\dots\dots (4.22)$$

・溶接部の応力

$$\tau_W = \text{Max} (\tau_{W1}, \tau_{W2}) \dots\dots\dots (4.23)$$

(b) 溶接支持構造 (床固定型)

構造強度評価に使用する記号を表 4-5 に、計算モデル例を図 4-14 及び図 4-15 に示す。

また、転倒方向は、図 4-14 及び図 4-15 における短辺方向及び長辺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。

表 4-5 構造強度評価に使用する記号

記号	単位	記号の説明
σ_a	MPa	はり要素の軸応力
σ_b	MPa	はり要素の曲げ応力
τ	MPa	はり要素のせん断応力
σ	MPa	はり要素の組合せ応力
C_H	—	水平方向設計震度
C_V	—	鉛直方向設計震度
F_{HW}	N	溶接部に作用する水平方向せん断力
F_{VW}	N	溶接部に作用する鉛直方向せん断力
g	m/s^2	重力加速度
h	mm	取付面から重心までの距離
L	mm	ポンベ設備重心位置と溶接部間の水平方向距離
l	mm	支点としている溶接部より評価に用いる溶接部までの距離
m	Kg	ポンベ設備の質量
n	—	溶接箇所数
n_{VW}	—	評価上鉛直方向せん断力を受けるとして期待する溶接箇所数
τ_w	MPa	溶接部に生じる最大せん断応力
τ_{w1}	MPa	溶接部に生じる水平方向せん断応力
τ_{w2}	MPa	溶接部に生じる鉛直方向せん断応力
A_{HW}	mm^2	水平方向せん断力を受ける溶接部の有効断面積 (1箇所当たり)
A_{VW}	mm^2	鉛直方向せん断力を受ける溶接部の有効断面積 (1箇所当たり)
S	mm	溶接部の脚長
L_w	mm	溶接長 (1箇所当たり)

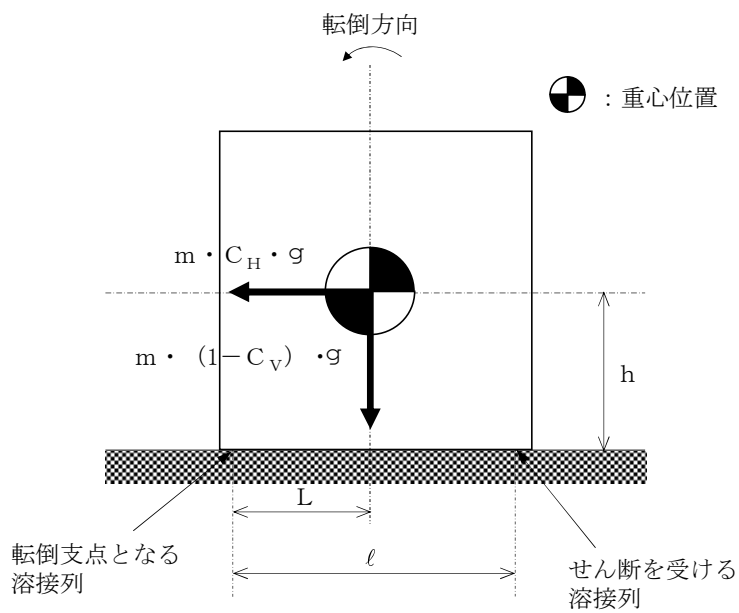


図 4-14 計算モデル例 (1/2)
(短辺方向転倒-1 $(1 - C_V) \geq 0$ の場合)

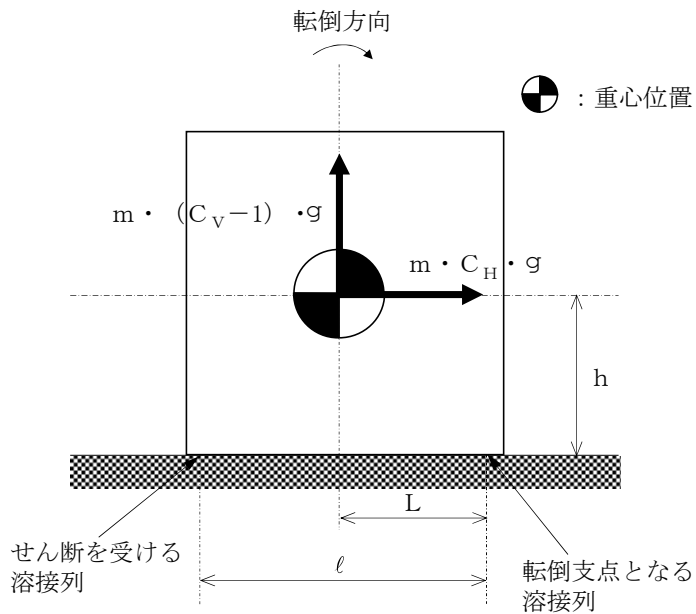


図 4-14 計算モデル例 (2/2)
(短辺方向転倒-2 $(1 - C_V) < 0$ の場合)

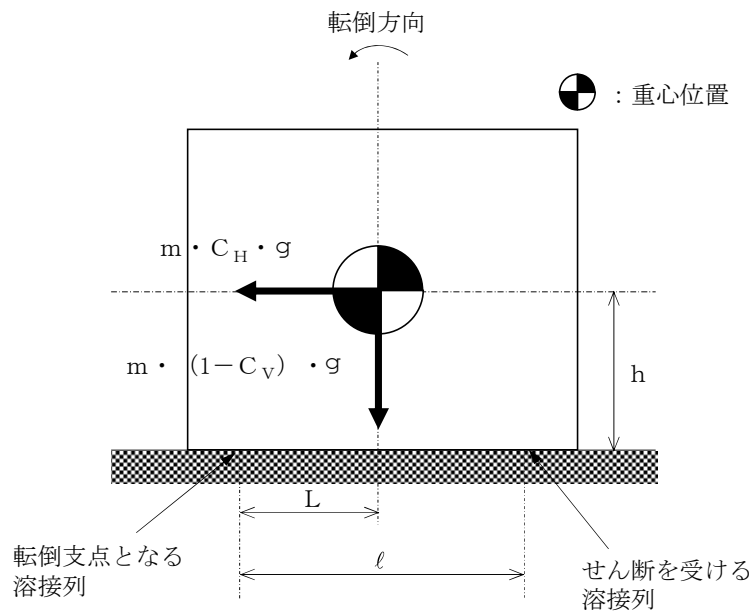


図 4-15 計算モデル例 (1/2)
(長辺方向転倒-1 $(1 - C_V) \geq 0$ の場合)

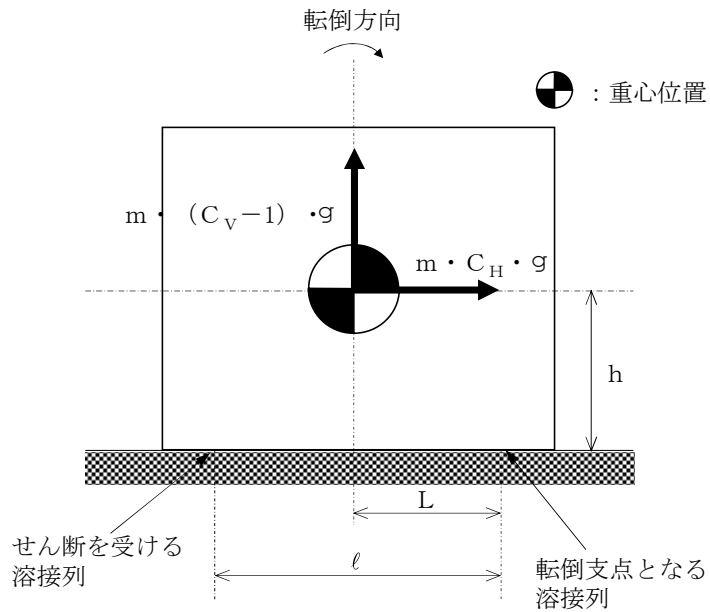


図 4-15 計算モデル例 (2/2)
(長辺方向転倒-2 $(1 - C_V) < 0$ の場合)

イ. ボンベラック (はり要素)

ボンベラックのうち, はり要素の組合せ応力を以下のとおり計算する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_a + \sigma_b)^2 + 3 \cdot \tau^2} \dots\dots\dots (4.24)$$

ロ. 溶接部

溶接部の応力を以下のとおり計算する。

- ・ 図 4-14 及び図 4-15 の場合の水平方向せん断応力

溶接部に対する水平方向せん断力は全溶接部で受けるものとして計算する。

水平方向せん断力 (F_{HW})

$$F_{HW} = C_H \cdot m \cdot g \dots\dots\dots (4.25)$$

水平方向せん断応力 (τ_{w1})

$$\tau_{w1} = \frac{F_{HW}}{n \cdot A_{HW}} \dots\dots\dots (4.26)$$

- ・ 図 4-14 及び図 4-15 の場合の鉛直方向せん断応力

溶接部に対する力は最も厳しい条件として, 最外列の溶接部を支点とする転倒を考え, これを片側の最外列の溶接部で受けるものとして計算する。

鉛直方向せん断力 (F_{VW})

$$F_{VW} = \frac{m \cdot C_H \cdot g \cdot h - m \cdot (1 - C_V) \cdot g \cdot L}{n_{VW} \cdot \ell} \dots\dots\dots (4.27)$$

鉛直方向せん断応力 (τ_{w2})

$$\tau_{w2} = \frac{F_W}{A_{VW}} \dots\dots\dots (4.28)$$

ここで、せん断を受ける溶接部の有効断面積 A_{HW} 、 A_{VW} は、

$$A_{HW} = (S/\sqrt{2}) \times L_W \dots\dots\dots (4.29)$$

$$A_{VW} = (S/\sqrt{2}) \times L_W \dots\dots\dots (4.30)$$

・溶接部の応力

$$\tau_W = \text{M a x} (\tau_{W1}, \tau_{W2}) \dots\dots\dots (4.31)$$

(c) 基礎ボルト支持構造（床固定型）

構造強度評価に使用する記号を表 4-6 に、計算モデル例を図 4-16 及び図 4-17 に示す。

また、転倒方向は、図 4-16 及び図 4-17 における短辺方向及び長辺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。

表 4-6 構造強度評価に使用する記号

記号	単位	記号の説明
σ_a	MPa	はり要素の軸応力
σ_b	MPa	はり要素の曲げ応力
τ	MPa	はり要素のせん断応力
σ	MPa	はり要素の組合せ応力
C_H	—	水平方向設計震度
C_V	—	鉛直方向設計震度
A_b	mm ²	基礎ボルトの軸断面積
g	m/s ²	重力加速度
h	mm	据付面から重心位置までの高さ
L	mm	ポンベ設備重心位置と基礎ボルト間の水平方向距離
l	mm	支点としている基礎ボルトより評価に用いる基礎ボルトまでの距離
m	Kg	ポンベ設備の質量
N	—	引張力の作用する基礎ボルトの本数
n	—	基礎ボルトの総本数
σ_b	MPa	基礎ボルトの最大引張応力
τ_b	MPa	基礎ボルトの最大せん断応力

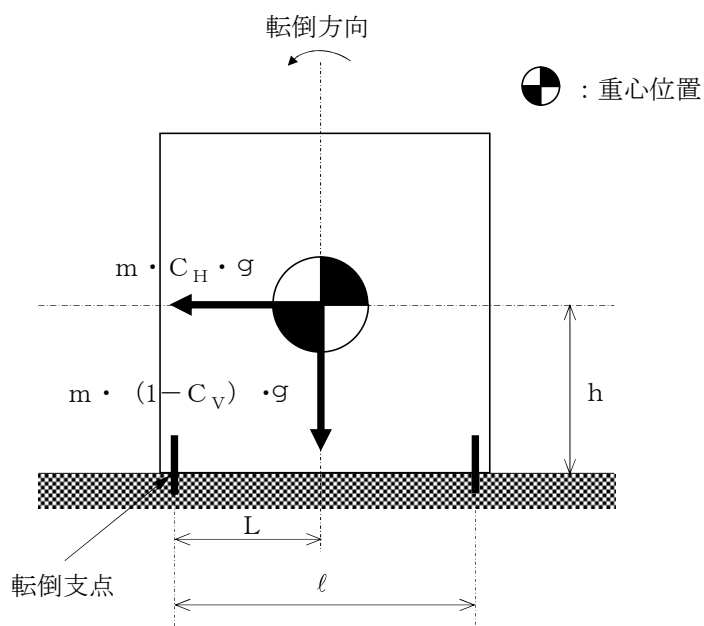


図 4-16 計算モデル例 (1/2)
 (短辺方向転倒-1 $(1 - C_V) \geq 0$ の場合)

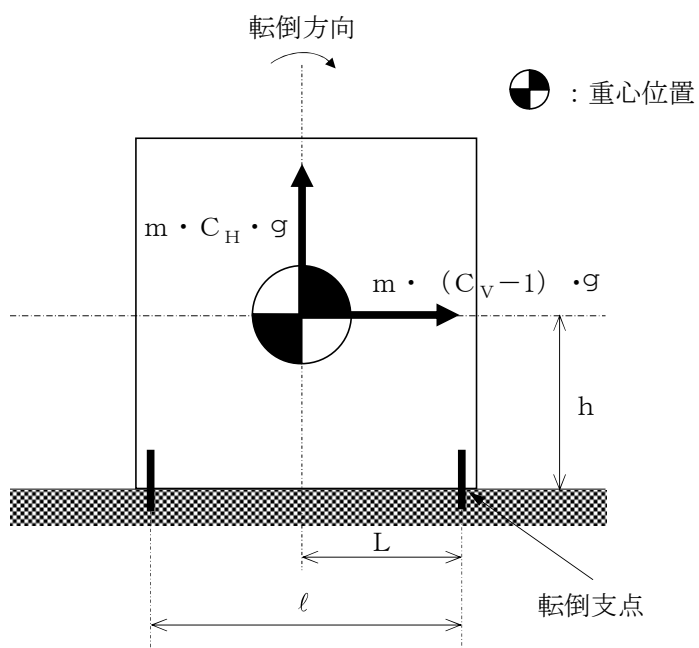


図 4-16 計算モデル例 (2/2)
 (短辺方向転倒-2 $(1 - C_V) < 0$ の場合)

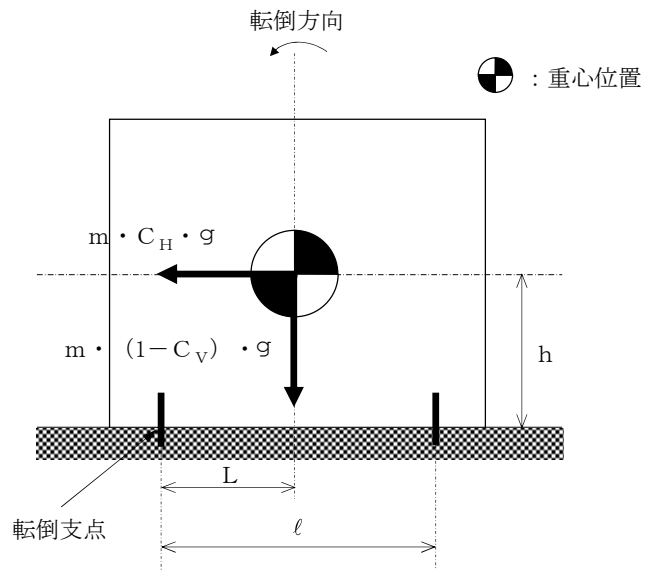


図 4-17 計算モデル例 (1/2)
(長辺方向転倒-1 $(1 - C_V) \geq 0$ の場合)

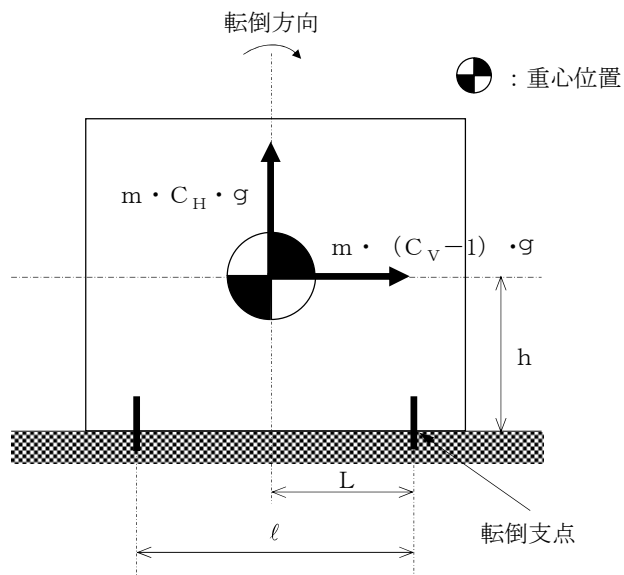


図 4-17 計算モデル例 (2/2)
(長辺方向転倒-2 $(1 - C_V) < 0$ の場合)

イ. ボンベラック (はり要素)

ボンベラックのうち, はり要素の組合せ応力を以下のとおり計算する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_a + \sigma_b)^2 + 3 \cdot \tau^2} \dots\dots\dots (4.32)$$

ロ. 基礎ボルト

基礎ボルトの応力を以下のとおり計算する。

・ 図 4-16 及び図 4-17 の場合の引張応力

$$\sigma_b = \frac{m \cdot g \cdot C_H \cdot h - m \cdot (1 - C_V) \cdot g \cdot L}{N \cdot A_b \cdot \ell} \dots\dots\dots (4.33)$$

・ 図 4-16 及び図 4-17 の場合のせん断応力

$$\tau_b = \frac{m \cdot g \cdot C_H}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (4.34)$$

(3) 波及的影響評価

ボンベ設備は, 地震後において, 基準地震動 S_s による地震力に対し, ボンベラックに収納し, ラックを耐震性を有する建屋内の保管場所の床又は壁に溶接又は基礎ボルトで固定して保管し, 主要な構造部材が窒素及び空気供給機能を維持可能な構造強度を有することで, 当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備に波及的影響を及ぼさないことを確認する。

4.3 その他設備

その他設備においては、重大事故等に対処するための機能を維持するために、転倒評価、機能維持評価及び波及的影響評価を実施する。

その他設備の耐震評価フローを図 4-18 に示す。

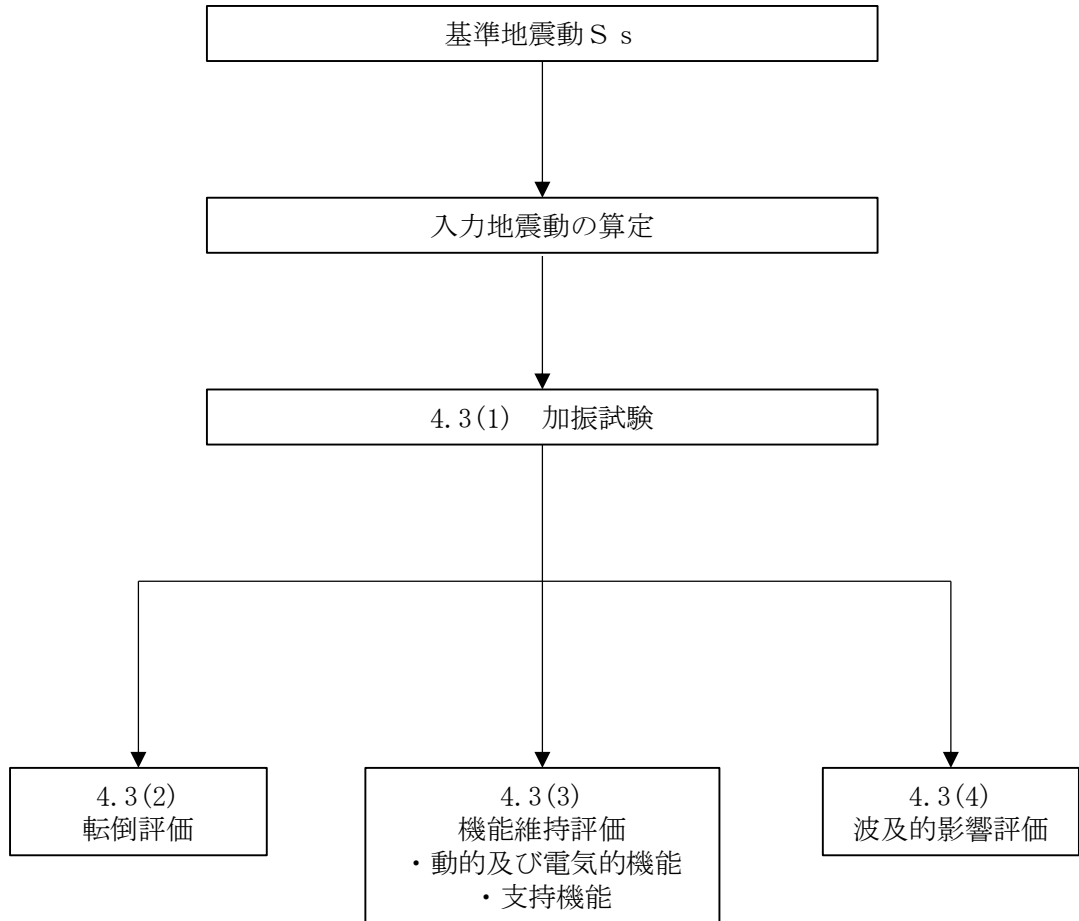


図 4-18 その他設備の耐震評価フロー

(1) 加振試験

a. 基本方針

その他設備においては、重大事故等に対処するための機能を維持するために、機器全体として安定性を有し、転倒しないこと、支持機能、動的及び電気的機能が維持できることを加振試験の結果を踏まえて評価することから、以下の「b. 入力地震動」に示す入力地震動を用いて、「(2) 転倒評価」及び「(3) 機能維持評価」に示す方法により加振試験を行う。

b. 入力地震動

入力地震動は、V-2-別添 3-2「可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動」に示す、各保管場所の保管エリアごとに算定した入力地震動を用いる。

(2) 転倒評価

その他設備は、実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.3(1)b. 入力地震動」を基に作成した入力地震動によるランダム波加振試験を行い、試験後に転倒していないことを確認する。

転倒評価は、当該設備保管場所の設置床又は地表面での最大応答加速度が、加振試験により転倒しないことを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。

(3) 機能維持評価

その他設備は、実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.3(1)b. 入力地震動」を基に作成した入力地震動によるランダム波加振試験を行い、試験後に支持機能、動的及び電氣的機能が維持されることを確認する。加振試験については、J E A G 4 6 0 1 - 1991 に基づき実施する。

機能維持評価は、当該設備保管場所の設置床又は地表面での最大応答加速度が、加振試験により計測、給電等の機能を維持できることを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。

(4) 波及的影響評価

その他設備を実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.3(1)b. 入力地震動」に示すランダム波で加振試験を行い、波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して波及的影響を及ぼさないことを、試験後に転倒していないことを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。

また、地盤安定性を有する屋外の保管場所に固定せずに保管する車両等に、スリング等で拘束し保管する設備は、加振試験にて確認した車両等の最大変位量が、当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備との離隔距離の範囲内であることにより確認する。

なお、その他設備を保管する車両等のすべり量、傾きによる変位量及び最大変位量の算出については「4.1(5) 波及的影響評価」と同じ。

4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮

動的地震力の水平2方向及び鉛直方向を組み合わせたものに対する可搬型重大事故等対処設備の有する耐震性に及ぼす影響については、V-2-1-8「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4.2 機器・配管系」の評価方針に基づき評価を行う。

評価内容及び評価結果は、V-2-別添3-6「可搬型重大事故等対処設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

5. 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。

- (1) 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)
- (2) 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)
- (3) 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)
- (4) 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)