

資料 4 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

目 次

	頁
1. 概要	T3-添4-1
2. 基本方針	T3-添4-2
2.1 多重性、多様性及び位置的分散	T3-添4-2
2.2 悪影響防止	T3-添4-2
2.3 環境条件等	T3-添4-2
2.4 操作性及び試験・検査性	T3-添4-2
3. 系統施設毎の設計上の考慮	T3-添4-3
3.1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	T3-添4-3
3.2 原子炉冷却系統施設	T3-添4-4
3.3 原子炉格納施設	T3-添4-5
3.4 その他発電用原子炉の附属施設	T3-添4-6
3.4.1 非常用電源設備	T3-添4-6
3.4.2 補機駆動用燃料設備	T3-添4-8
別添1 可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート	
別添2 可搬型重大事故等対処設備の設計方針	

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（第2項第1号及び第3項第1号を除く。）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（以下「解釈」という）」に基づき、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ついて説明するものである。

今回は、健全性として、機器に要求される機能を有効に発揮するための、系統設計及び構造設計に係る事項を考慮して、「多重性、多様性、独立性に係る要求事項を含めた多重性、多様性、位置的分散に関する事項（技術基準規則第54条第2項第3号、第3項第3号、第5号、第7号、第62条、第64条、第65条、第69条、第70条及び第71条並びにそれらの解釈）」（以下「多重性、多様性及び位置的分散」という）、「共用化による他号機への悪影響も含めた、機器相互の悪影響（技術基準規則第54条第1項第5号、第2項第2号、第62条、第64条、第65条、第69条、第70条及び第71条並びにそれらの解釈）」（以下「悪影響防止」という）、「安全設備及び重大事故等対処設備に想定される事故時の環境条件（使用条件含む。）等における機器の健全性（技術基準規則第54条第1項第1号、第6号、第3項第4号、第62条、第64条、第65条、第69条、第70条及び第71条並びにそれらの解釈）」（以下「環境条件等」という）及び「要求される機能を達成するために必要な操作性、試験・検査性、保守点検性等（技術基準規則第54条第1項第2号、第3号、第4号、第3項第2号、第6号、第62条、第64条、第65条、第69条、第70条及び第71条並びにそれらの解釈）」（以下「操作性及び試験・検査性」という）を説明する。

健全性を要求する対象設備については、技術基準規則及びその解釈だけでなく、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「設置許可基準規則」という）」及びその解釈も踏まえて、重大事故等対処設備は全てを対象とする。

2. 基本方針

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ついて、以下の4項目に分け説明する。

2.1 多重性、多様性及び位置的分散

多重性、多様性及び位置的分散については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」に従う。

2.2 悪影響防止

悪影響防止については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」に従う。

2.3 環境条件等

環境条件等については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」に従う。

2.4 操作性及び試験・検査性

操作性及び試験・検査性については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」に従う。

3. 系統施設毎の設計上の考慮

申請範囲における設計基準対象設備及び重大事故等対処設備について、系統施設毎の機能と、機能としての健全性を確保するための設備の多重性、多様性及び位置的分散について説明する。併せて、特に設計上考慮すべき事項について、系統施設毎に以下に示す。

なお、流路を形成する配管及び弁並びに電路を形成するケーブル及び盤等への考慮については、その系統内の動的機器（ポンプ、発電機等）を含めた系統としての機能を維持する設計とする。

3.1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設

(1) 機能

核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設は主に以下の機能を有する。

- a. 重大事故等時において、使用済燃料ピットの冷却等を行う機能
 - ・使用済燃料ピットへの注水
 - ・使用済燃料ピットへのスプレー
- b. 工場等外への放射性物質の拡散を抑制する機能
 - ・使用済燃料ピットスプレーによる大気への拡散抑制
- c. 重大事故等の収束に必要となる水を供給する機能
 - ・使用済燃料ピットへの供給
 - ・使用済燃料ピットへのスプレー
- d. 可搬型重大事故等対処設備の運搬又は車両による移動（原子炉冷却系統施設に同じ）

(2) 多重性、多様性及び位置的分散

「(1) 機能」を考慮して、重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の多様性及び位置的分散を図る対象設備を、第3-1-1表に示す。

なお、当該設備のうち電源設備については、「3.4 その他発電用原子炉の附属施設」の「3.4.1 非常用電源設備」にて整理するものを含む。

3.2 原子炉冷却系統施設

(1) 機能

原子炉冷却系統施設は主に以下の機能を有する。

- a. 重大事故等時において、原子炉冷却材圧カバウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却する機能
 - ・可搬式代替低圧注水ポンプによる代替炉心注水
 - ・可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレー(原子炉格納容器内の残存溶融デブリ冷却)

- b. 重大事故等の収束に必要となる水を供給する機能
 - ・送水車を用いた復水タンクへの補給(海水)
 - ・燃料取替用水タンクから海水への水源切替

- c. 可搬型重大事故等対処設備の運搬又は車両による移動

(2) 多重性、多様性及び位置的分散

「(1) 機能」を考慮して、重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の多様性及び位置的分散を図る対象設備を、第3-2-1表に示す。

なお、当該設備のうち電源設備については、「3.4 その他発電用原子炉の附属施設」の「3.4.1 非常用電源設備」にて整理するものを含む。

a. 可搬型重大事故等対処設備と常設設備の接続口

蒸気発生器2次側による炉心冷却は、補助給水ポンプへの給水源となる復水タンクの補給により行うが、送水車を用いた復水タンクの補給は、その接続口を適切な離隔距離をもって複数箇所設置することができないことから、別の機能である燃料取替用水タンクを用いた1次系のフィードアンドブリードにより炉心冷却を行うため、復水タンクによる蒸気発生器2次側による炉心冷却と燃料取替用水タンクを用いた1次系のフィードアンドブリードによる炉心冷却は独立した系統として設計とする。燃料取替用水タンクは復水タンクに対して異なる系統の水源として設計し、燃料取替用水タンクは原子炉補助建屋内に、復水タンクは屋外に設置することで位置的分散を図る設計とする。

3.3 原子炉格納施設

(1) 機能

原子炉格納施設は主に以下の機能を有する。

- a. 重大事故等時において、原子炉格納容器内の冷却等を行う機能
 - ・可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ（炉心の著しい損傷が発生した場合）

- b. 重大事故等時において、原子炉格納容器の過圧破損を防止する機能
 - ・可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ

- c. 重大事故等の収束に必要となる水を供給する機能
 - ・送水車を用いた復水タンクへの補給（海水）
 - ・燃料取替用水タンクから海水への水源切替

- d. 可搬型重大事故等対処設備の運搬又は車両による移動（原子炉冷却系統施設に同じ）

(2) 多重性、多様性及び位置的分散

「(1) 機能」を考慮して、重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の多様性及び位置的分散を図る対象設備を、第3-3-1表に示す。

なお、当該設備のうち電源設備については、「3.4 その他発電用原子炉の附属施設」の「3.4.1 非常用電源設備」にて整理するものを含む。

3.4 その他発電用原子炉の附属施設

3.4.1 非常用電源設備

(1) 機能

非常用電源設備は主に以下の機能を有する。

- a. 通常運転時等における非常用電源機能
- b. 重大事故等時における非常用電源機能
 - ・ 空冷式非常用発電装置による給電（交流）
 - ・ 電源車による給電（交流）
 - ・ 他号機のディーゼル発電機による給電（交流）
 - ・ 電源車による給電（直流）
 - ・ 空冷式非常用発電装置による給電（代替所内電源設備）
 - ・ ディーゼル発電機による電源供給
- c. 重大事故等時において、原子炉冷却材圧カバウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却する機能
 - ・ 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替炉心注水
 - ・ 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ（原子炉格納容器内の残存溶融デブリ冷却）
- d. 重大事故等時において、原子炉格納容器内の冷却等を行う機能
 - ・ 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ（炉心の著しい損傷が発生した場合）
- e. 重大事故等時において原子炉格納容器の過圧破損を防止する機能
 - ・ 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ
- f. 重大事故等の収束に必要な水を提供する機能
 - ・ 燃料取替用水タンクから海水への水源切替
- g. 可搬型重大事故等対処設備の運搬又は車両による移動（原子炉冷却系統施設に同じ）

(2) 多重性、多様性及び位置的分散

「(1) 機能」を考慮して、重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の多様性及び位置的分散を図る対処設備を、第3-4-1表に示す。

(3) 悪影響防止

a. 共用

以下の設備については、3号機及び4号機で共用する設計とする。

(a) 燃料油貯油そう

常設重大事故等対処設備としての号機間電力融通恒設ケーブル又は号機間電力融通予備ケーブルを使用した他号炉のディーゼル発電機（燃料油貯油そうを含む。）からの号機間電力融通は、号機間電力融通ケーブルを手動で3号機及び4号機の非常用高圧母線へ接続し、遮断器を投入することにより、重大事故等の対応に必要な電力を供給可能となり、安全性の向上が図れることから、3号機及び4号機で共用する設計とする。

これらの設備は、共用により悪影響を及ぼさないよう重大事故等発生時以外、号機間電力融通恒設ケーブルを非常用高圧母線の遮断器から切り離し、遮断器を開放することで、他号機と分離が可能な設計とする。

なお、燃料油貯油そうは、重大事故等時に号機間電力融通を行う場合のみ3号機及び4号機共用とする。

3.4.2 補機駆動用燃料設備

(1) 機能

補機駆動用燃料設備は主に以下の機能を有する。

- a. 重大事故等時における補機駆動用燃料の供給機能
- b. 可搬型重大事故等対処設備の運搬又は車両による移動（原子炉冷却系統施設に同じ）

(2) 多重性、多様性及び位置的分散

「(1) 機能」を考慮して、重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の多様性及び位置的分散を図る対象設備を、第3-4-2表に示す。

第3-1-1表 重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の多重性、多様性、独立性及び位置的分散を考慮する対象設備

【設備区分：核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設】

(条) 機能	位置的分散を図る対象設備		常設 可搬	多重性、多様性、独立性の考慮内容
	機能喪失を想定する主要な 設計基準事故対処設備※1	機能を代替する重大事故等 対処設備（既設+新設）		
(69条) 使用済燃料ピットへの 注水	使用済燃料ピットポンプ、 使用済燃料ピット冷却器、 燃料取替用水タンク、 燃料取替用水ポンプ、 2次系純水タンク、 2次系補給水ポンプ	送水車	可搬	送水車を使用した使用済燃料ピットへの代替注水は、ポンプ付のエンジンによる駆動方式を採用することにより、使用済燃料ピットポンプ及び使用済燃料ピット冷却器を使用した使用済燃料ピットの冷却機能並びに燃料取替用水ポンプ又は2次系補給水ポンプを使用した使用済燃料ピットの注水機能に対して多様性を持った起動方式により駆動できる設計とする。また、海を水源とすることで、燃料取替用水タンクを水源とする燃料取替用水ポンプ又は2次系純水タンクを水源とする2次系補給水ポンプを使用した使用済燃料ピットの注水機能に対して異なる水源を持つ設計とする。
(69条) (71条) 使用済燃料ピットへの スプレイ	—	送水車	可搬	—
		スプレイヘッド	可搬	
(70条) 使用済燃料ピットスプレ イによる大気への拡 散抑制	—	送水車	可搬	—
		スプレイヘッド	可搬	
(71条) 使用済燃料ピットへの 供給	燃料取替用水タンク	送水車	可搬	使用済燃料ピットへの供給に使用する送水車は、海水を補給できることで、使用済燃料ピットへの補給に使用する燃料取替用水タンクに対して異なる系統の水源として設計する。

※1 重大事故緩和設備が有する機能についてはその代替機能を有する設計基準事故対処設備等がないため「-」とする。

※2 設計基準事故対処設備のうち共通要因による機能喪失を想定していない設備。（多様性、位置的分散の対象外）

第3-2-1表 重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の
多重性、多様性、独立性及び位置的分散を考慮する対象設備 (1/2)

【設備区分：原子炉冷却系統施設】

(条) 機能	位置的分散を図る対象設備		常設 可搬	多重性、多様性、独立性の考慮内容
	機能喪失を想定する主要な 設計基準事故対処設備※1	機能を代替する重大事故等 対処設備（既設+新設）		
(62条) 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替炉心注水	余熱除去ポンプ、 余熱除去冷却器、 充てん/高圧注入ポンプ	可搬式代替低圧注水ポンプ	可搬	可搬式代替低圧注水ポンプを使用した代替炉心注水は、可搬式代替低圧注水ポンプを専用の発電機である空冷式の電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）から給電することにより、余熱除去ポンプ及び充てん/高圧注入ポンプによる炉心注水並びにA格納容器スプレイポンプ、恒設代替低圧注水ポンプ及び燃料取替用水タンク補給用移送ポンプによる代替炉心注水に対して多様性を持った電源により駆動できる設計とする。また、送水車により海水を補給する仮設組立式水槽を水源とすることで、燃料取替用水タンクを水源とする余熱除去ポンプ及び充てん/高圧注入ポンプを使用した炉心注水、燃料取替用水タンクを水源とするA格納容器スプレイポンプを使用した代替炉心注水並びに燃料取替用水タンク又は復水タンクを水源とする恒設代替低圧注水ポンプを使用した代替炉心注水に対して異なる水源を持つ設計とする。 可搬式代替低圧注水ポンプ、送水車及び仮設組立式水槽を使用した代替炉心注水は、送水車により海水を仮設組立式水槽に補給し、仮設組立式水槽を水源とすることで、格納容器再循環サンブスクリーン及び格納容器再循環サンブを水源とする余熱除去ポンプ及び充てん/高圧注入ポンプを使用した再循環、A格納容器スプレイポンプを使用した代替再循環、燃料取替用水タンク又は復水タンクを水源とする充てん/高圧注入ポンプを使用した炉心注水、燃料取替用水タンクを水源とするA格納容器スプレイポンプを使用した代替炉心注水及び燃料取替用水タンク又は復水タンクを水源とする恒設代替低圧注水ポンプを使用した代替炉心注水に対して異なる水源を持つ設計とする。 可搬式代替低圧注水ポンプを使用した代替炉心注水は、可搬式代替低圧注水ポンプを専用の発電機である空冷式の電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）から給電することにより、余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器を使用した余熱除去機能、充てん/高圧注入ポンプによる炉心注水、A格納容器スプレイポンプ及び恒設代替低圧注水ポンプを使用した代替炉心注水に対して多様性を持った電源により駆動できる設計とする。また、送水車より海水を補給する仮設組立式水槽を水源とすることで、燃料取替用水タンク又は復水タンクを水源とする充てん/高圧注入ポンプを使用した炉心注水、燃料取替用水タンクを水源とするA格納容器スプレイポンプを使用した代替炉心注水並びに燃料取替用水タンク又は復水タンクを水源とする恒設代替低圧注水ポンプを使用した代替炉心注水に対して異なる水源を持つ設計とする。 代替炉心注水時の電源に使用する電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）は、専用の電源として可搬式代替低圧注水ポンプに給電でき、発電機を空冷式のディーゼル駆動とすることで、ディーゼル発電機及び空冷式非常用発電装置を使用した電源に対して多様性を持つ設計とする。 これらの系統の多様性及び位置的分散によって、充てん/高圧注入ポンプ及び余熱除去ポンプを使用した設計基準事故対処設備に対して、重大事故等対処設備としての独立性を持つ設計とする。
		電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) (非常用電源設備)	可搬	
	燃料取替用水タンク、 格納容器再循環サンブ、 格納容器再循環サンブ スクリーン、 1次冷却設備	仮設組立式水槽	可搬	
		送水車	可搬	

※1 重大事故緩和設備が有する機能についてはその代替機能の有する設計基準事故対処設備等がないため「-」とする。
 ※2 設計基準事故対処設備のうち共通要因による機能喪失を想定していない設備。（多様性、位置的分散の対象外）

第3-2-1表 重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の
多重性、多様性、独立性及び位置的分散を考慮する対象設備 (2/2)

【設備区分：原子炉冷却系統施設】

(条) 機能	位置的分散を図る対象設備		常設 可搬	多重性、多様性、独立性の考慮内容
	機能喪失を想定する主要な 設計基準事故対処設備 ^{※1}	機能を代替する重大事故等 対処設備（既設+新設）		
(62条) 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ (原子炉格納容器内の 残存溶融デブリ冷却)	-	可搬式代替低圧注水ポンプ	可搬	-
		電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) (非常用電源設備)	可搬	
		仮設組立式水槽	可搬	
		送水車	可搬	
(71条) 送水車を用いた 復水タンクへの補給 (海水)	復水タンク	送水車	可搬	復水タンクへの補給に使用する送水車は、海水を補給できることで、炉心注水及び格納容器スプレイに使用する燃料取替用水タンク並びに代替炉心注水及び代替格納容器スプレイに使用する復水タンクに対して異なる系統の水源として設計する。
(71条) 燃料取替用水タンク から海水への 水源切替	燃料取替用水タンク	可搬式代替低圧注水ポンプ	可搬	代替水源として代替炉心注水及び代替格納容器スプレイに使用する仮設組立式水槽、可搬式代替低圧注水ポンプ及び送水車は、海水を補給できることで、炉心注水及び格納容器スプレイに使用する燃料取替用水タンク並びに代替炉心注水及び代替格納容器スプレイに使用する復水タンクに対して異なる系統の水源として設計する。可搬式代替低圧注水ポンプは専用の電源である空冷式の発電装置より、独立した電源供給ラインから給電することにより、多様性をもった電源より駆動できる設計とする。
		電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) (非常用電源設備)	可搬	
		仮設組立式水槽	可搬	
		送水車	可搬	

※1 重大事故緩和設備が有する機能についてはその代替機能を有する設計基準事故対処設備等がないため「-」とする。
 ※2 設計基準事故対処設備のうち共通要因による機能喪失を想定していない設備。(多様性、位置的分散の対象外)

第3-3-1表 重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の多重性、多様性、独立性及び位置的分散を考慮する対象設備

【設備区分：原子炉格納施設】

(条) 機能	位置的分散を図る対象設備		常設 可搬	多重性、多様性、独立性の考慮内容
	機能喪失を想定する主要な 設計基準事故対処設備※1	機能を代替する重大事故等 対処設備（既設+新設）		
(64条) 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレィ (炉心の著しい損傷が発生した場合)	格納容器スプレィポンプ	可搬式代替低圧注水ポンプ	可搬	可搬式代替低圧注水ポンプ、仮設組立式水槽及び送水車を使用した代替格納容器スプレィは、仮設組立式水槽を水源とすることで、燃料取替用水タンクを水源とする格納容器スプレィポンプを使用した格納容器スプレィ並びに燃料取替用水タンク又は復水タンクを水源とする恒設代替低圧注水ポンプを使用した代替格納容器スプレィに対して異なる水源を持つ設計とする。 可搬式代替低圧注水ポンプは、専用の電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）から給電することにより、格納容器スプレィポンプによる格納容器スプレィ及び恒設代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレィに対して多様性を持った電源により駆動できる設計とする。 代替格納容器スプレィに使用する送水車の駆動源は、車両のエンジンを利用したディーゼル駆動とすることにより、格納容器スプレィポンプによる格納容器スプレィに対して多様性を持った駆動源により駆動できる設計とする。 これらの系統の独立性及び位置的分散によって、格納容器スプレィポンプを使用した設計基準事故対処設備に対して重大事故等対処設備としての独立性を持つ設計とする。
		電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) (非常用電源設備)	可搬	
	燃料取替用水タンク	仮設組立式水槽	可搬	
		送水車	可搬	
(65条) 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレィ	-	可搬式代替低圧注水ポンプ	可搬	可搬式代替低圧注水ポンプは、専用の電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）から給電することにより、格納容器スプレィポンプによる格納容器スプレィ及び恒設代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレィに対して多様性を持った電源により駆動できる設計とする。 代替格納容器スプレィに使用する送水車の駆動源は、車両のエンジンを利用したディーゼル駆動とすることにより、格納容器スプレィポンプによる格納容器スプレィに対して多様性を持った駆動源により駆動できる設計とする。
		電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) (非常用電源設備)	可搬	
		仮設組立式水槽	可搬	
		送水車	可搬	
(71条) 送水車を用いた復水タンクへの補給 (海水)	復水タンク	送水車	可搬	復水タンクへの補給に使用する送水車は、海水を補給できることで、炉心注水及び格納容器スプレィに使用する燃料取替用水タンク並びに代替炉心注水及び代替格納容器スプレィに使用する復水タンクに対して異なる系統の水源として設計する。
(71条) 燃料取替用水タンクから海水への水源切替	燃料取替用水タンク	可搬式代替低圧注水ポンプ	可搬	代替水源として代替格納容器スプレィに使用する仮設組立式水槽、可搬式代替低圧注水ポンプ及び送水車は、海水を補給できることで、格納容器スプレィに使用する燃料取替用水タンク並びに代替格納容器スプレィに使用する復水タンクに対して異なる系統の水源として設計する。可搬式代替低圧注水ポンプは専用の電源である空冷式の発電装置より、独立した電源供給ラインから給電することにより、多様性を持った電源より駆動できる設計とする。
		電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) (非常用電源設備)	可搬	
		仮設組立式水槽	可搬	
		送水車	可搬	

※1 重大事故緩和設備が有する機能についてはその代替機能を有する設計基準事故対処設備等がないため「-」とする。

※2 設計基準事故対処設備のうち共通要因による機能喪失を想定していない設備。（多様性、位置的分散の対象外）

第3-4-1表 重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の
多重性、多様性、独立性及び位置的分散を考慮する対象設備 (1/2)

【設備区分：非常用電源設備】

(条) 機能	位置的分散を図る対象設備		常設 可搬	多重性、多様性、独立性の考慮内容
	機能喪失を想定する主要な 設計基準事故対処設備※1	機能を代替する重大事故等 対処設備（既設+新設）		
(62条) 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替炉心注水	ディーゼル発電機	電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用)	可搬	各可搬式代替低圧注水ポンプと同じ。
(62条) 可搬式低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ (原子炉格納容器内の残存溶融デブリ冷却)	—	電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用)	可搬	
(64条) 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ (炉心の著しい損傷が発生した場合)	—	電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用)	可搬	
(65条) 可搬式代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ	—	電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用)	可搬	
(71条) 燃料取替用水タンクから海水への水源切替	—	電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用)	可搬	
(72条) 空冷式非常用発電装置による給電 (交流)	ディーゼル発電機 (全交流動力電源喪失)	空冷式非常用発電装置	常設	空冷式非常用発電装置は、空冷式のディーゼル発電機とし、ディーゼル発電機に対して、多様性を持つ設計とする。 空冷式非常用発電装置を使用した代替電源系統は、空冷式非常用発電装置から非常用高圧母線までの系統において、独立した回路で系統構成することにより、ディーゼル発電機を使用した電源系統に対して独立した設計とする。
		燃料油貯油そう	常設	
		タンクローリー	可搬	
(72条) 電源車による給電 (交流)	ディーゼル発電機 (全交流動力電源喪失)	電源車	可搬	電源車は、空冷式のディーゼル発電機とし、ディーゼル発電機に対して、多様性を持つ設計とする。 電源車を使用した代替電源系統は、電源車から非常用高圧母線までの系統において、独立した回路で系統構成することにより、ディーゼル発電機を使用した電源系統に対して独立した設計とする。
		燃料油貯油そう	常設	
		タンクローリー	可搬	

※1 重大事故緩和設備が有する機能についてはその代替機能を有する設計基準事故対処設備等がないため「-」とする。
 ※2 設計基準事故対処設備のうち共通要因による機能喪失を想定していない設備。(多様性、位置的分散の対象外)

第3-4-1表 重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の
多重性、多様性、独立性及び位置的分散を考慮する対象設備 (2/2)

【設備区分：非常用電源設備】

(条) 機能	位置的分散を図る対象設備		常設 可搬	多重性、多様性、独立性の考慮内容
	機能喪失を想定する主要な 設計基準事故対処設備 ^{※1}	機能を代替する重大事故等 対処設備 (既設+新設)		
(72条) 他号機のディーゼル発 電機による給電 (交流)	ディーゼル発電機 (全交流動力電源喪失)	号機間電力融通恒設ケーブル (3号~4号)	常設	他号機のディーゼル発電機 (燃料油貯油そうを含む。) から電力融通できる設計であり、さらに多重性が増す設計とする。
		号機間電力融通予備ケーブル (3号~4号)	可搬	
		ディーゼル発電機 (他号炉)	常設	
		燃料油貯油そう (他号炉)	常設	
(72条) 電源車による給電 (直流)	ディーゼル発電機 (全交流動力電源喪失) 蓄電池 (安全防護系用)	電源車	可搬	電源車及び可搬式整流器を使用した直流電源は、空冷式のディーゼル発電機を使用し、蓄電池 (安全防護系用) に対して、多様性を持つ設計とする。 電源車及び可搬式整流器を使用した可搬型直流電源設備は、電源車から直流き電盤までの系統において、独立した回路で系統構成することにより、蓄電池 (安全防護系用) を使用した電源系統に対して独立した設計とする。
		燃料油貯油そう	常設	
		タンクローリー	可搬	
		可搬式整流器	可搬	
(72条) 空冷式非常用発電機に よる給電 (代替所内電源設備)	所内電気設備	空冷式非常用発電装置	常設	代替所内電気設備変圧器及び代替所内電気設備分電盤を使用した代替所内電気設備は、電源を空冷式非常用発電装置とし、多様性を持つ設計とする。 代替所内電気設備変圧器及び代替所内電気設備分電盤を使用した代替所内電気設備は、独立した回路で系統構成することにより、所内電気設備である2系統の非常用母線に対して独立した設計とする。
		燃料油貯油そう	常設	
		タンクローリー	可搬	
		代替所内電気設備分電盤	常設	
		代替所内電気設備変圧器	常設	
(72条) ディーゼル発電機によ る電源供給	ディーゼル発電機 ^{※2}	ディーゼル発電機	常設	設計基準事故対処設備の電源喪失時においては、本設備の機能喪失を想定しているが、機能回復により使用できる場合には、重大事故対処設備としての条件を満たす必要がある。ただし共通要因による機能喪失については、他の重大事故等対処設備により代替できるため、多様性、位置的分散の対象外とする。
	燃料油貯油そう ^{※2}	燃料油貯油そう	常設	

※1 重大事故緩和設備が有する機能についてはその代替機能を有する設計基準事故対処設備等がないため「-」とする。

※2 設計基準事故対処設備のうち共通要因による機能喪失を想定していない設備。(多様性、位置的分散の対象外)

第3-4-2表 重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の
多重性、多様性、独立性及び位置的分散を考慮する対象設備

【設備区分：補機駆動用燃料設備】

(条) 機能	位置的分散を図る対象設備		常設 可搬	多重性、多様性、独立性の考慮内容
	機能喪失を想定する主要な 設計基準事故対処設備※1	機能を代替する重大事故等 対処設備（既設+新設）		
(72条) 補機駆動用燃料の供給	ディーゼル発電機	燃料油貯油そう	常設	設計基準事故対処設備としての電源に対して多様性を持つ代替駆動源にて駆動する空冷式非常用発電装置、電源車、大容量ポンプ、送水車、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）、電源車（緊急時対策所用）は、燃料油貯油そうよりタンクローリーを用いて燃料を補給できる設計とする。
	ディーゼル発電機	タンクローリー	可搬	

※1 重大事故緩和設備が有する機能についてはその代替機能を有する設計基準事故対処設備等がないため「-」とする。
 ※2 設計基準事故対処設備のうち共通要因による機能喪失を想定していない設備。（多様性、位置的分散の対象外）

可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート

目 次

	頁
1. はじめに	T3-別添1-1
2. 保管場所（保管エリア）	T3-別添1-2
2.1 保管場所の基本方針	T3-別添1-2
2.2 保管場所への影響評価	T3-別添1-3
2.3 保管場所の評価方法	T3-別添1-4
2.4 被害要因の評価結果	T3-別添1-8
3. 屋外アクセスルート	T3-別添1-19
3.1 屋外アクセスルートの基本方針	T3-別添1-19
3.2 屋外アクセスルートの影響評価	T3-別添1-19
3.3 屋外アクセスルートの評価方法	T3-別添1-20
3.4 屋外アクセスルートの評価結果	T3-別添1-24

1. はじめに

可搬型重大事故等対処設備である送水車及び4号機スプレイヘッド（送水車導入に伴い保管場所が変更となる）の保管場所及び、保管場所から設置場所、接続場所まで運搬するための経路、並びに他の設備の被害状況を把握するための経路（以下「アクセスルート」という）について、設計上考慮する事項（被害要因の影響評価）を、本資料にて説明する。

2. 保管場所（保管エリア）

2.1 保管場所の基本方針

屋外の可搬型重大事故等対処設備は、地震、津波、その他の自然現象による影響を考慮して、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料ピットの冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故等対処設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないように、設計基準事故対処設備を防護するとともに、設計基準事故対処設備の配置も含めて常設重大事故等対処設備と位置的分散を図り複数箇所に分散して保管する。

屋外の可搬型重大事故等対処設備の保管場所は、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響を考慮して、設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備が設置されている原子炉建屋から100m以上の離隔を有する箇所に、位置的分散を考慮して複数箇所確保するとともに、少なくとも必要な容量を賄うことができる設備数（1セット）は、屋外の常設重大事故等対処設備からも100m以上の離隔を有する箇所に、位置的分散を考慮して複数箇所確保する。

また、同じ機能を持つ可搬型重大事故等対処設備が複数ある場合は、すべてを一つの保管場所に、又は、隣接した保管場所に保管することはなく、一部を離れた位置の保管場所に分散配置する。

保管場所に大きな影響を及ぼす自然災害として、津波及び地震による影響を考慮する。津波による影響については、基準津波による津波遡上解析の結果、発電所敷地への影響は小さいが、潮位のバラツキや敷地の沈下を考慮すると敷地の一部は浸水する可能性がある。ただし、保管場所については高台に設定することから、津波の被害は想定されない。

地震による影響については、被害想定より、個々の影響評価を行う。影響評価については、被害要因の想定と懸念される被害事象より、保管場所として影響を受けない箇所に確保する。また、周辺斜面及び敷地下斜面については、すべり安定性評価を実施し、十分な安定性を有していることを確認する。

森林火災による影響については、影響を受けないよう防火帯の内側に保管場所を設定することとする。

保管場所の配置及び保管場所と原子炉建屋からの離隔距離を第2-1図に、保管場所の配置高さを第2-2図に、基準津波による浸水範囲図を第2-3図に示す。

2.2 保管場所への影響評価

可搬型重大事故等対処設備の保管場所の設計においては、保管場所に対する被害要因による影響評価を行い、その影響を受けない位置に保管場所を設定する。

保管場所に対する被害要因及び被害事象を第2-1表に示す。

第2-1表 保管場所に対する被害要因及び被害事象

保管場所及びアクセスルートに影響を与えるおそれのある被害要因		保管場所で懸念される被害事象
①	周辺構造物の倒壊 (建屋、鉄塔、タンク及び煙突)	・倒壊物による可搬型設備の損壊、通路閉塞、地震随伴火災及び溢水
②	周辺斜面の崩壊	・土砂流入による可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能
③	敷地下斜面の滑り	・保管場所の滑りによる可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能
④	液状化及び揺すり込みによる不等沈下	・不等沈下による可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能
⑤	地盤支持力の不足	・可搬型重大事故等対処設備の転倒、通行不能
⑥	地下構造物及び水路等の損壊	・陥没による可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能

2.3 保管場所の評価方法

保管場所への影響について、第2-1表の被害要因ごとに評価する。

(1) 周辺構造物の倒壊

周辺構造物の倒壊に対する影響評価について、保管エリア周辺の構造物を対象に、耐震Sクラスの構造物及びSクラス以外で基準地震動により倒壊に至らないことを確認している構造物については、各保管エリアへの影響を及ぼさない構造物とする。

上記以外の構造物については、基準地震動作用時において、保守的に倒壊するものと仮定し、倒壊方向を検討したうえで、各保管エリアの敷地が、設定した周辺構造物の倒壊影響範囲に含まれるか否かで評価する。

また、周辺タンクの損壊による地震随伴溢水や地震随伴火災、薬品漏えいによる影響が及ぶ範囲に各保管エリアの敷地が含まれるか否かで評価する。

(2) 周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面の滑り

評価対象とする周辺斜面は、下記a.に基づき抽出し、当該斜面については、すべり安定性評価を実施する。

a. 対象斜面の抽出方法

評価対象斜面について、斜面と保管場所との離隔距離の判断基準として、「原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987」（以下「JEAG4601」という）による安定性評価の対象とする斜面は、対象施設から50m以内あるいは斜面高さ1.4倍以内の離隔距離であること、「土砂災害防止法」による土砂災害警戒区域に指定される斜面との離隔距離が斜面高さの2.0倍若しくは50m以内であることを参考に、個々の斜面高さを踏まえて対象斜面を抽出する。

評価対象斜面として周辺斜面については、すべての保管エリアが該当し、敷地下斜面については3号機背面道路エリア及び4号機背面道路エリアが該当する。

各保管エリアの周辺斜面及び敷地下斜面を第2-4図に示す。

b. 周辺斜面の評価方法

対象となる周辺斜面のすべり安定性評価は、斜面形状、斜面高さ等を考慮し

で検討断面を選定し、基準地震動に対する地震応答解析を二次元動的有限要素法により行う。地震応答解析は周波数応答解析手法を用い、等価線形化法によりせん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性を考慮する。

c. 敷地下斜面の評価方法

敷地下斜面については、保管エリアの敷地高さが周囲地盤よりも高く、保管エリアから下向きに存在する斜面を対象とする。対象斜面については、周辺斜面と同様に、すべり安定性評価を実施する。

d. 評価基準

すべり安定性評価の評価基準値としては、「道路土工一盛土工指針、平成22年4月」において、盛上の安定性照査について、「レベル2地震に対する設計水平震度に対して、円弧すべり面を仮定した安定解析法によって算定した地震時安全率の値が1.0以上であれば、盛上の変形量は限定的なものにとどまると考えられるため、レベル2地震動の作用に対して性能2を満足するとみなしてよい。」と記載されている。

また、性能2とは、「安全性及び修復性を満たすものであり、盛土の機能が急復旧程度の作業により速やかに回復できる。」と記載されており、斜面に隣接する施設等に影響を与える規模の崩壊ではなく修復可能な小規模の損傷であると判断される。

本評価においては、水平・鉛直震度を同時に考慮した基準地震動に対する動的解析により、保守的に安全率を算定していることから安全率 F_s が1.0以上であること、又はそれと同等の斜面安定性を有していることを評価基準とする。

(3) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下

特高開閉所エリアには、一部の範囲において盛土地盤が存在するため、沈下に対する評価を実施する。沈下の影響因子としては、液状化によるものと、揺すり込みによるものを想定する。

液状化による沈下量は、「道路橋示方書・同解説V耐震設計編、平成24年3月」に基づく液状化対象層について、液状化に対する抵抗率と体積ひずみの関係^(注1)から算定する。液状化が発生しない箇所揺すり込み沈下については、新潟県中越沖地震により生じた東京電力柏崎刈羽原子力発電所の沈下実績に基づき算出する。評

価基準値については、参考文献^(注2)に基づき、可搬型重大事故等対処設備及びその運搬車両が、徐行により通行可能な許容段差量を15cmとする。

(注1) 液状化対策工法 地盤工学会

(注2) 緊急用車両が徐行により通行可能な段差量（佐藤ら：地震時の段差被害に対する補修と交通開放の管理・運用方法について〔平成19年度近畿地方整備局研究発表会〕）

a. 液状化による沈下量の算定法

地下水位がE. L. 以内であって、地下水位以深～E. L. の堆積層及び盛土のうち、細粒分含有率FCが35%以下、かつFCが35%を超えても塑性指数Ipが15以下の範囲については、液状化検討対象層とする。

液状化検討対象層に対して、基準地震動による地震力に対する液状化判定を行い、液状化抵抗率が1未満の範囲については、液状化が生ずると評価し、沈下量の算出を行う。液状化による沈下量は、体積ひずみと液状化抵抗率の関係から体積ひずみを評価し算出する。

b. 揺すり込みによる沈下量の算定法

液状化が発生しない箇所の揺すり込み沈下については、新潟県中越沖地震により生じた東京電力柏崎刈羽原子力発電所の沈下実績に基づき、盛土層及び堆積層厚の1%を揺すり込みによる沈下量として算出する。

c. 地下水位の設定

沈下量の算定における地下水位については、保管場所近傍のボーリング孔内水位を基に設定する。

(4) 地盤支持力の不足

地盤支持力の評価について、各保管エリアにおいては車体重量が最大となる大容量ポンプ（3・4号機共用（以下同じ。））の地震時接地圧が、評価基準値を下回ることとする。地震時の接地圧については、基準地震動による各保管エリアの地表面での鉛直最大応答加速度から鉛直振動を算定し、常時設地圧に乗じて算出する。常時設地圧については、可搬型重大事故等対処設備の中から大容量ポンプ（車両総重量約25t）を対象車両とし、前軸重量から算出する。

評価基準値については、各保管エリアで実施した支持力の試験結果を評価基準値として設定する。

基準地震動による各保管エリアの鉛直震度係数を第2-2表、大容量ポンプの重量を第2-5図に示す。

第2-2表 鉛直震度係数

保管場所	地表面での鉛直最大応答加速度 (Ss)	鉛直震度係数 (Ss)
3号機背面道路	500.4 cm/s ²	1.52
4号機背面道路	665.7 cm/s ²	1.68
特高開閉所	721.7 cm/s ²	1.74

(5) 地下構造物の損壊

地下構造物の損壊による影響については、各保管エリアに地下構造物が存在するか確認する。

地下構造物が存在する場合においては、損壊した場合の地表面への影響を考慮し、影響を及ぼさない場所を保管場所として設定する。

2.4 被害要因の評価結果

(1) 周辺構造物の倒壊

各保管エリア周辺には、倒壊により影響を及ぼすおそれのある建屋、煙突及びタンク等の構造物は存在しない。

500kV送電鉄塔については、地震により倒壊する場合でも送電線の張力差により山側に倒壊する。発電所敷地に面する斜面の送電鉄塔が全て倒壊して斜面上を滑落する場合を想定しても、送電線の実長から発電所敷地内に到達しないことを確認しているが、さらに厳しい状況により滑落した鉄塔が敷地内に到達し、斜面下に保管している可搬型重大事故等対処設備が損傷した場合においても、可搬型重大事故等対処設備は予備機として保有している設備を含めて分散して配置していることから、重大事故等対策に必要な設備を確保できる。

周辺構造物の倒壊に対する影響評価結果を第2-3表、保管場所の周辺構造物の状況を第2-6図に示す。

第2-3表 周辺構造物の倒壊に対する影響評価結果

被害要因	評価結果		
	特高開閉所 エリア	3号機背面道路 エリア	4号機背面道路 エリア
①周辺構造物の倒壊 (建屋、鉄塔、タンク 及び煙突)	保管エリアに 影響なし	該当なし	該当なし

(2) 周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面の滑り

すべての保管エリアにおける周辺斜面、3号機背面道路エリア及び4号機背面道路エリアにおける敷地下斜面の最小すべり安全率は評価基準値以上である。

周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面の滑りに対する影響評価結果を第2-4表、第2-7図～第2-9図に示す。

第2-4表 周辺斜面、敷地下斜面の崩壊に対する影響評価結果

被害要因	評価結果		
②周辺斜面の崩壊	安定性有 [Fs>1.0]	安定性有 [Fs>1.0]	安定性有 [Fs>1.0]
③敷地下斜面の滑り	該当なし	安定性有 [Fs>1.0]	安定性有 [Fs>1.0]

(3) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下

特高開閉所エリアの岩盤部と盛土部の境界に発生する沈下量は、評価基準値を超えない。なお、については、地盤が岩盤であるため、液状化及び揺すり込みによる不等沈下の検討対象外とする。

の評価結果を第2-5表に示す。

第2-5表 液状化及び揺すり込みによる不等沈下評価結果

保管場所	平面図	概略地質(No.1ボーリング)	各条件と沈下量算出結果	
			液状化対象層	0m (地下水 ^{※1} が盛土及び堆積層 ^{※2} 以深であるため液状化は生じない)
			揺すり込み沈下対象層	約 6.7m
			揺すり込みによる沈下量 ^{※3}	約 6.7 cm

※1: 地下水位は、孔内水位の結果に基づき設定。安全側に地表面に地下水位を設定したとしても、沈下量は7.5cmであり、評価基準値15cmを超えないことを確認している。

※2: 堆積層は粒度分布からも液状化検討対象外

※3: 新潟県中越沖地震により生じた、東京電力柏崎刈羽原子力発電所の沈下実績に基づき盛土層及び堆積層厚の1%を揺すり込みによる沈下量として算出

(4) 地盤支持力の不足

各保管エリアの地震時接地圧は、第2-6表のとおり評価基準値を下回ることを確認した。

なお、車両設備の地震時の片側浮き上がりを想定し、地震時接地圧の2倍値が評価基準値を超える機器（第2-7表）については、荷重分散に必要な厚みを持った鉄板を敷設する。

第 2-6 表 地盤支持力の評価結果

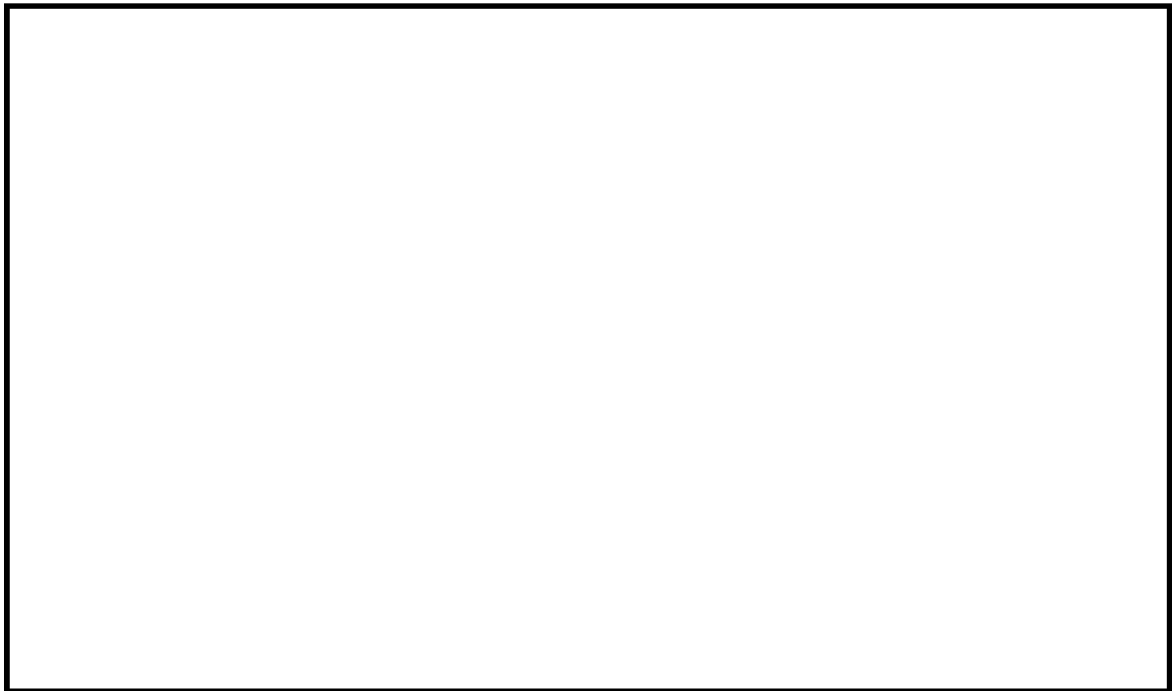
被害要因	保管場所	地震時接地圧 (kN/m ²)	評価基準値 (kN/m ²)	評価結果
⑤ 地盤 支持力		711	900	良
		621	1,500	良
		686	21,200	良

第 2-7 表 鉄板を敷設する機器

保管場所	設 備	重量	敷設する鉄板
	送水車	約10t	材質：SS400 板厚：25 mm
	ホース展張車	約13t	

(5) 地下構造物の損壊

陥没の可能性のある地下構造物の位置図を第2-10図に示す。屋外の可搬型重大事故等対処設備の保管場所の直下には、陥没発生のおそれのある地下構造物は存在しないことを確認した。



保管場所と原子炉建屋からの離隔距離

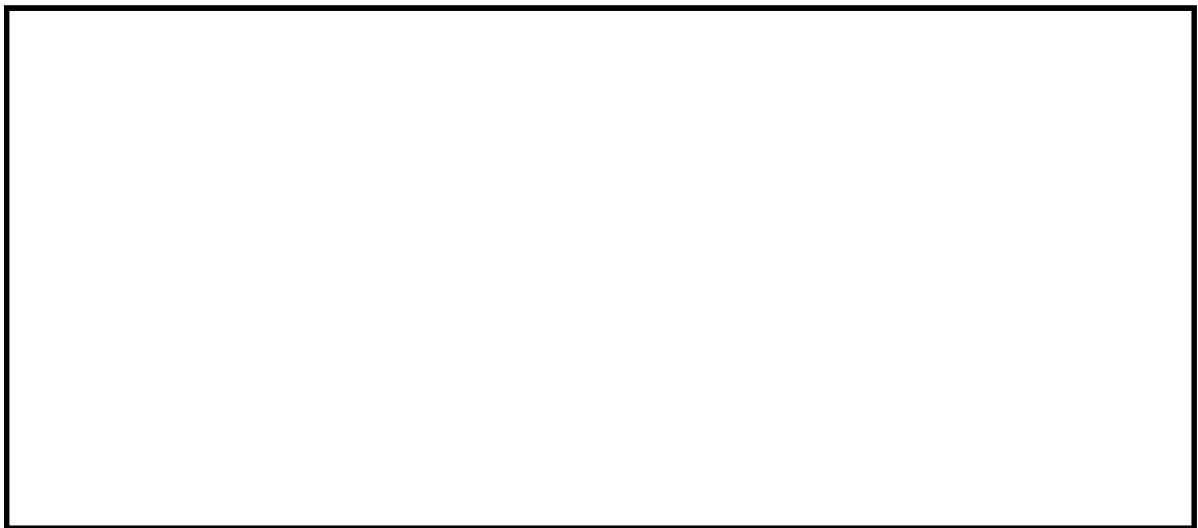
保管場所	標高	原子炉建屋からの離隔距離	地盤の種類
	E. L. <input type="text"/> 以上	3・4号機から100m以上	岩 盤
	E. L. <input type="text"/> 以上	3号機用設備の保管場所 なし 4号機用設備の保管場所 4号機から100m以上	岩 盤
	E. L. <input type="text"/> 以上	3号機用設備の保管場所 3号機から100m以上 4号機用設備の保管場所 4号機から100m以上	岩 盤
	E. L. <input type="text"/> 以上	3・4号機から100m以上	盛 土

※：2N+ α 設備の+ α （メンテナンス用の予備）を保管しており、重大事故時等に
ただちにアクセスする必要はない

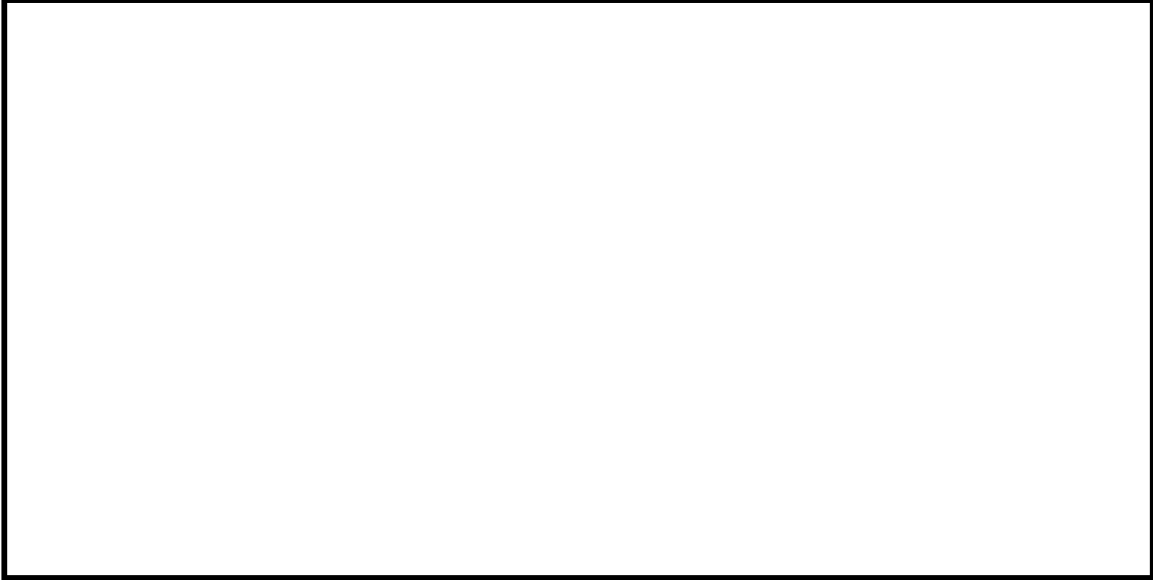
第 2-1 図 保管場所の配置図



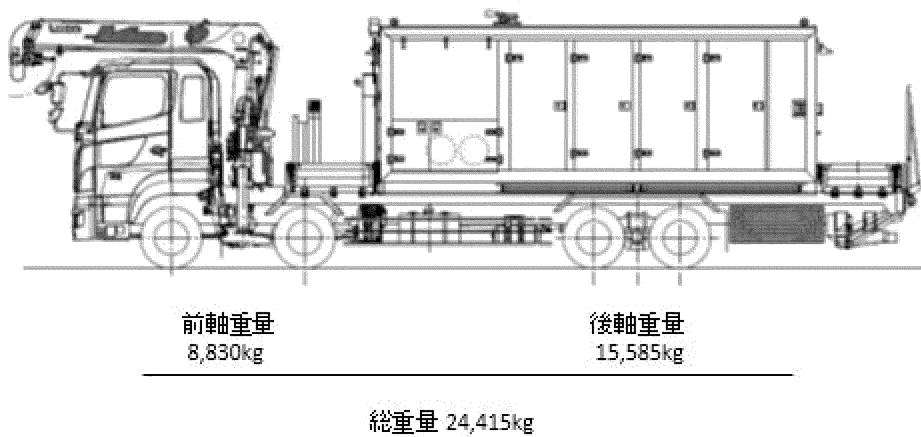
第2-2図 保管場所の配置高さ



第 2-3 図 基準津波による津波浸水範囲図

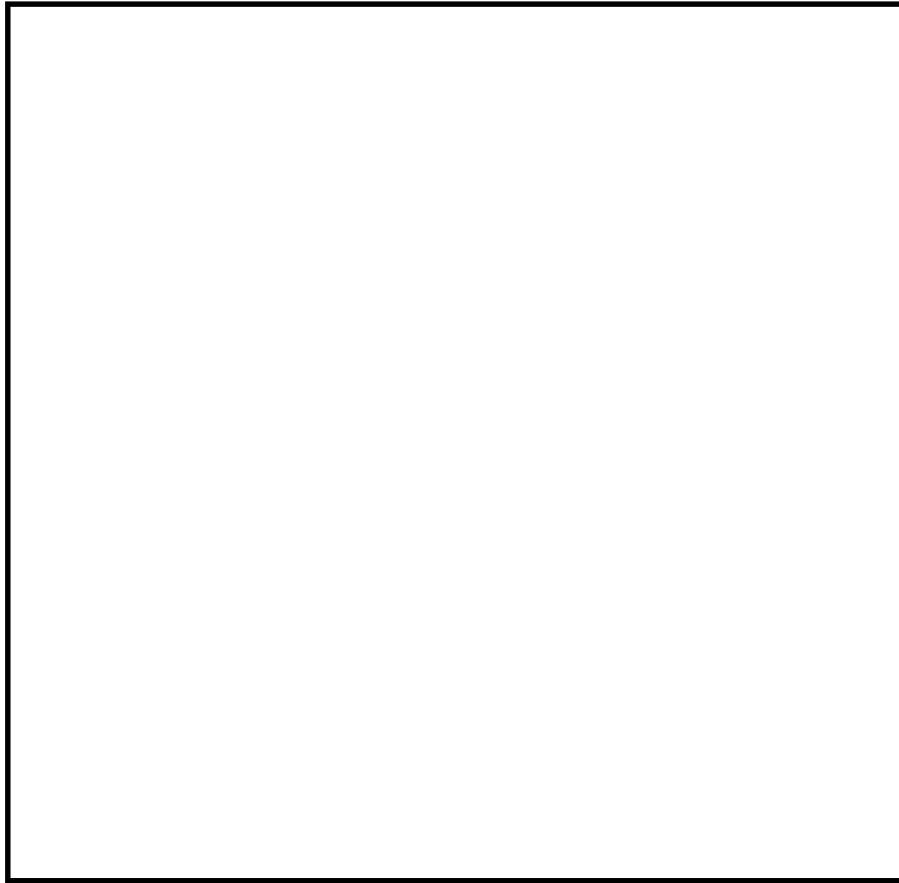


第2-4図 各保管場所の周辺斜面



(前軸 8,830kg + 後軸15,585kg = 総重量 24,415kg|は定員3名の重量165kgを含んだ重量)

第 2-5 図 大容量ポンプの仕様

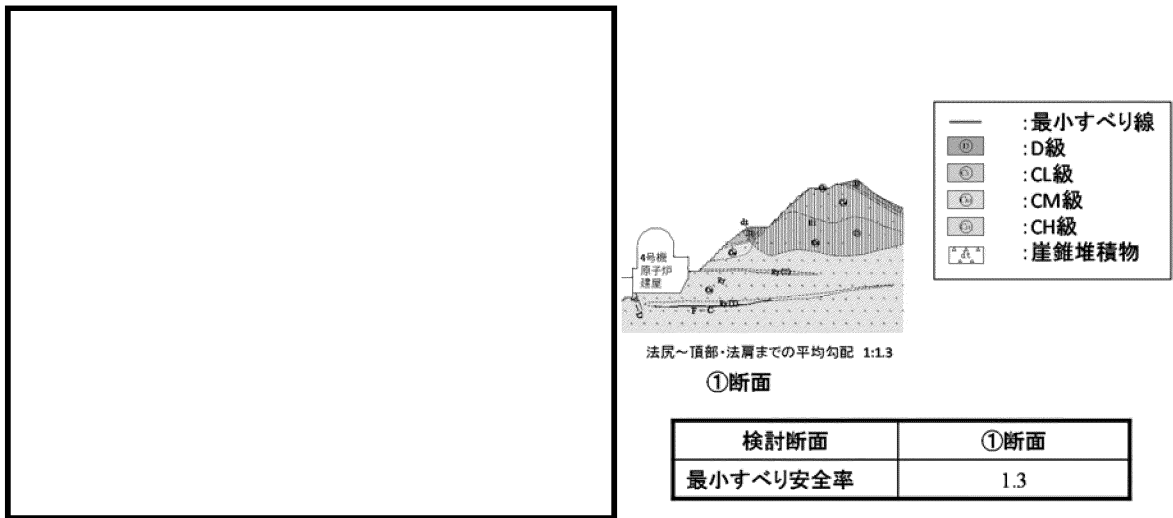


第2-6図 保管場所の周辺構造物(1/2)

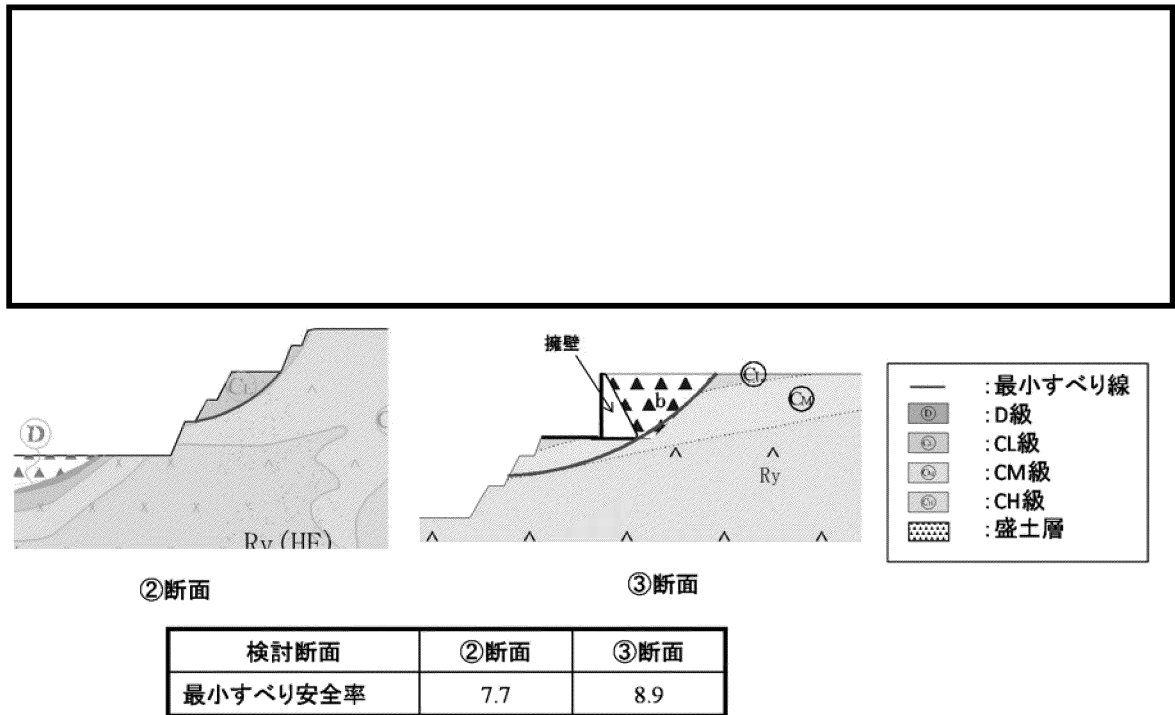
保管場所	影響を想定する設備	その他の保管場所	
高浜線付近	3B 送水車	4u 背面道路	ビジターズハウス前
	4B 送水車	3u 背面道路	ビジターズハウス前



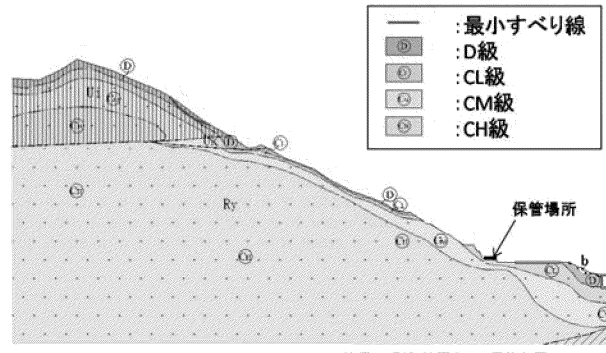
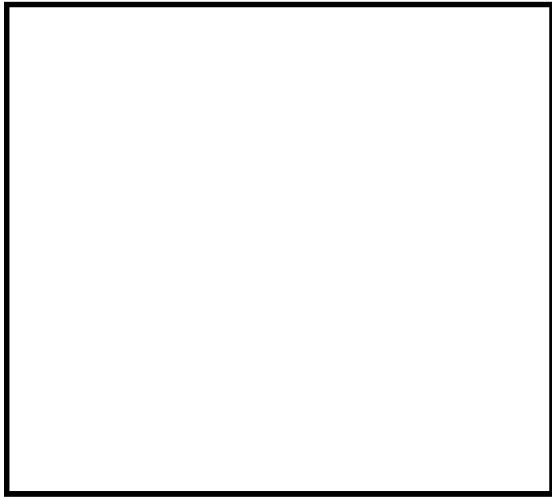
第2-6図 保管場所の周辺構造物(2/2)



第2-7図 3・4号機背面道路エリア周辺斜面のすべり安定性評価



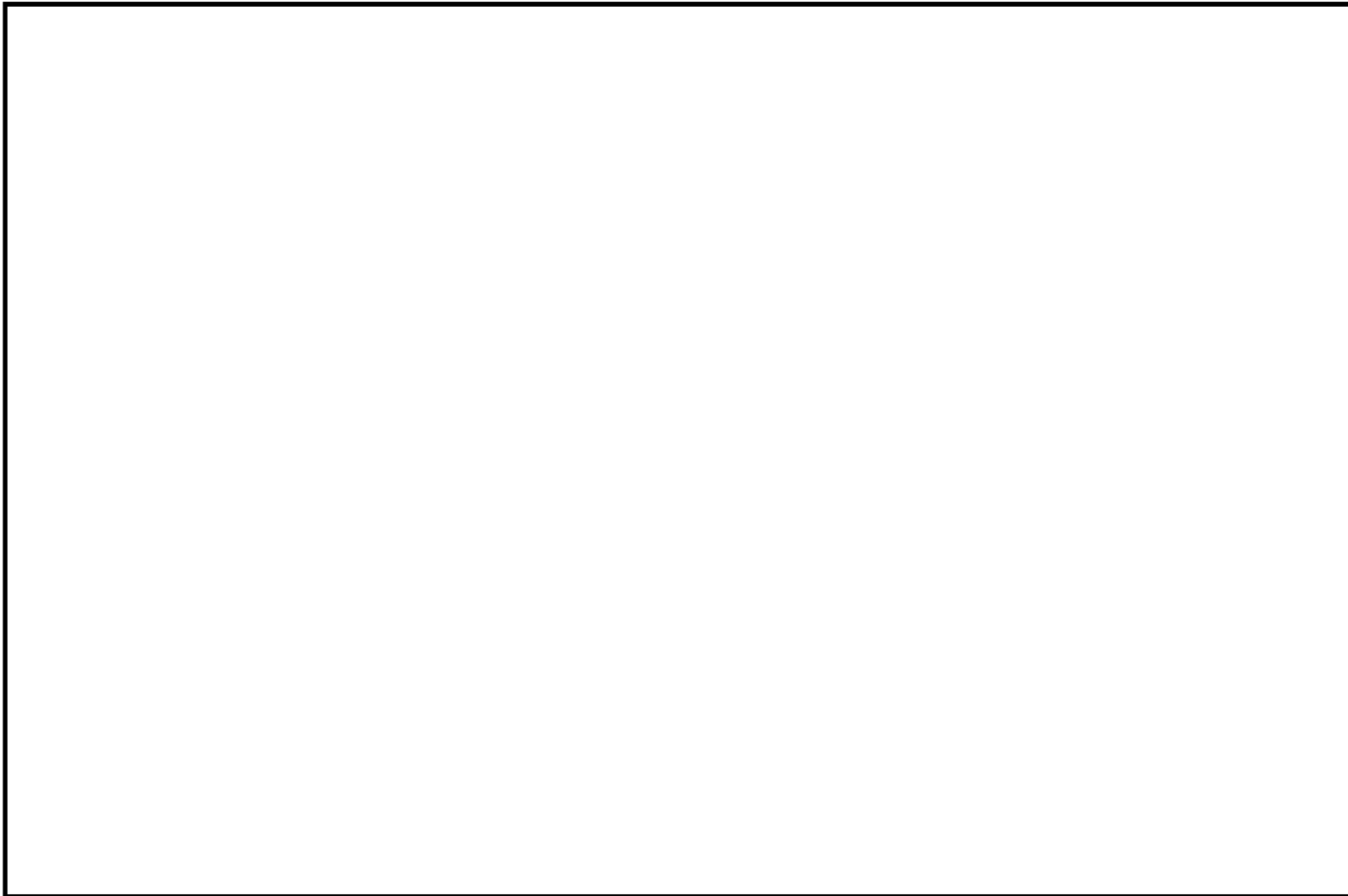
第2-8図 3・4号機背面道路エリア敷地下斜面のすべり安定性評価



④断面

検討断面	④断面
最小すべり安全率	1.7

第2-9図 特高開閉所エリア周辺斜面のすべり安定性評価



第 2-10 図 陥没の可能性のある地下構造物位置図

3. 屋外アクセスルート

3.1 屋外アクセスルートの基本方針

屋外アクセスルートは、可搬型重大事故等対処設備が各保管エリアから可搬型重大事故等対処設備の設置場所及び接続場所まで、複数のルートにより移動が可能な設計とする。

屋外アクセスルートに対する地震による影響（周辺構築物の倒壊、周辺機器の損壊、周辺斜面の崩壊及び道路面の滑り）、その他自然現象による影響（津波による漂着物、台風及び竜巻による飛来物、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、降灰、生物学的事象、高潮及び森林火災）を想定し、複数のアクセスルートの中から早期に復旧可能なルートを確保する。

また、必要に応じてブルドーザにより障害物を除去し、アクセスルートを確保できる設計とする。

アクセスルートの選定や保護具の着用の要否については、重大事故等対策要員が参集中やブルドーザ及び油圧ショベルの保管場所への移動中に行う現状確認を基に判断する。

津波の影響については、基準津波による遡上高さに対して余裕を持った防潮堤（高さ E.L. 約 ）を設置しており、その内側にアクセスルートを設定しているためアクセスルートへの浸水の影響はない。万一、津波の浸入によりガレキが発生した場合でも、ブルドーザによりガレキを撤去することで大きな影響はない。

アクセスルート図を第3-1図に示す。

3.2 屋外アクセスルートの影響評価

屋外アクセスルートの設計に当たって、地震、津波及びその他自然災害による、屋外アクセスルートへの影響評価を行い、その影響を受けないルートを確保する、又はその影響を排除できる設計とする。

屋外アクセスルートに対する被害要因及び被害事象を第3-1表に示す。

第3-1表 屋外アクセスルートに対する被害要因及び被害事象

屋外アクセスルートに影響を与えるおそれのある被害要因		懸念される被害事象
①	津波遡上による浸水	アクセスルートへのガレキによる寄付き困難
②	周辺建造物の倒壊 (建屋、鉄塔、タンク及び煙突)	倒壊物によるアクセスルートの閉塞
③	周辺機器の損壊	地震随伴火災、溢水等による通行不能
④	周辺斜面の崩壊	アクセスルートへの土砂流入や、道路盛土滑りによる通行不能
⑤	液状化及び揺すり込みによる不等沈下	アクセスルートの不等沈下による通行不能
⑥	地下建造物の損壊	陥没による通行不能

3.3 屋外アクセスルートの評価方法

アクセスルートへの影響について、第3-1表の被害要因ごとに評価する。

(1) 津波遡上による浸水

津波遡上による浸水の影響について、アクセスルート周辺の放水口側防潮堤の耐津波性について評価する。

(2) 周辺建造物の倒壊

周辺建造物の倒壊に対する影響評価について、保管場所と同様にアクセスルート周辺の全建造物を対象として、耐震Sクラスの建造物及びSクラス以外で基準地震動により倒壊に至らないことを確認している建造物については、アクセスルートへの影響はない。

上記以外の建造物については、基準地震動より損壊し、アクセスルート上にガレキが発生、又は倒壊するものとしてアクセスルートへの影響を評価する。建造物の損壊による影響範囲は、保守的に建造物が根元からアクセスルート側に倒壊するものとして設定する。その結果、アクセスルートの中でそれらの倒壊影響範囲内にあり、必要な道路幅を確保できない区間を通行に影響を及ぼす区間として抽

出する。必要な道路幅について、大容量ポンプの全幅2,495mmを考慮し、3.0mとする。

(3) 周辺機器の損壊

周辺の可燃物施設及び薬品タンクの損壊時の影響について評価する。

可燃物施設の損壊によるアクセスルートへの影響評価フロー及び溢水評価対象タンクの損壊によるアクセスルートへの影響評価フローを第3-2図、第3-3図に示す。

(4) 周辺斜面の崩壊

アクセスルート周辺にはアクセスルートに影響を与える可能性のある斜面が存在することから、それらを抽出しリスク評価を行う。リスク評価の考え方としては、アクセスルートへの影響の大きさを考慮し、対象斜面をリスクレベル0～2に分類することにより評価する。リスクレベルの判断基準は下記に示すとおりである。

a. 斜面の判断基準

リスクレベル0：動的解析による評価を行い、基準地震動に対して最小すべり安全率 F_s が1.0以上、又はそれに準ずる岩盤切土斜面

リスクレベル1：斜面高さ5m以下及び斜面勾配が 30° 以下の箇所、大規模な崩壊が想定されない斜面

リスクレベル2：崩落の可能性が否定できない斜面

b. 道路の判断基準

リスクレベル0：道路周辺に斜面が存在しない。もしくは斜面のリスクレベルが0であり、道路に与える影響は相当小さいと想定される箇所

リスクレベル1：道路周辺の斜面のリスクレベルが1であり、道路への影響は小さいと想定される箇所

：地盤が液状化する可能性があるが、道路への影響は小さいと想定される箇所

リスクレベル2：道路周辺の斜面リスクレベルが2であり、道路への影響が大

きいと想定される箇所

: 埋立地で側方流動による沈下が想定され、道路への影響が大きいと想定される箇所

(5) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下

堆積層及び埋立層が分布する範囲については、液状化による側方流動、液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮し、沈下量の評価を行う。側方流動による沈下量は、兵庫県南部地震による事例を考慮し沈下量を評価する。液状化による沈下量は、「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編」に基づく液状化対象層について、体積ひずみと液状化抵抗率の関係から体積ひずみを評価し算出する。液状化が発生しない箇所の揺すり込み沈下については、新潟県中越沖地震により生じた東京電力柏崎刈羽原子力発電所の沈下実績に基づき算出する。

評価基準値については、可搬型重大事故等対処設備及びその運搬車両が徐行により通行可能な許容段差量15cmとし、15cm以上の段差が発生すると想定される箇所を抽出する。

a. 側方流動による沈下量の算定法

護岸部（地盤改良実施範囲を除く）については、液状化による側方流動が発生することを想定し、兵庫県南部地震の事例を考慮して、側方流動により1mの水平変位が発生し、それに伴い道路横断部に最大1mの段差が発生すると評価する。

側方流動による沈下量の算定方法を第3-4図に示す。

b. 液状化による沈下量の算定法

地下水位がE. L. 以内であって、地下水位以深～E. L. の堆積層及び盛土のうち、細粒分含有率FCが35%以下、かつFCが35%を超えても塑性指数Ipが15以下の範囲については、液状化検討対象層とする。

液状化検討対象層に対して、基準地震動による地震力に対する液状化判定を行い、液状化抵抗率が1未満の範囲については、液状化が生ずると評価し、沈下量の算出を行う。液状化による沈下量は、体積ひずみと液状化抵抗率の関係から体積ひずみを評価し算出する。評価地点は、アクセスルートに影響を及ぼす範囲において、液状化対象層が最も厚く液状化による不等沈下量が最大となる

地点を選定する。

液状化による不等沈下量の評価地点を第3-5図に示す。

c. 揺すり込みによる沈下量の算定法

液状化が発生しない箇所の揺すり込み沈下については、新潟県中越沖地震により生じた東京電力柏崎刈羽原子力発電所の沈下実績に基づき、盛土層及び堆積層厚の1%を揺すり込みによる沈下量として算出する。

d. 地下水位の設定

液状化による不等沈下量の算定における地下水位については、海岸に近いことから海面であるE.L. として設定する。

(6) 地下構造物の損壊

地下構造物の損壊による道路面への影響については、アクセスルート上の地下構造物のうち、耐震Sクラスとして設計された設備ではないもの、かつ損壊を想定した場合、車両通行が困難となり得る陥没が考えられるものについては損壊を想定し、道路に段差が発生すると評価する。

(7) 復旧時間の評価

地震時のアクセスルートとして選定したルート上について、周辺斜面の崩壊箇所や段差発生箇所の復旧に要する作業時間を評価し、制限時間内に通行性を確保可能か評価する。

a. 復旧方法

アクセスルート上に発生した地下構造物及び地層変化部による段差については、ブルドーザにより復旧する。側方流動による段差については油圧ショベルにより復旧する。段差の復旧条件は以下のとおりである。

- 対象車両の規格を考慮し、幅員3.0m、勾配15%以下とする。
- 堆積土砂については、ブルドーザにより土砂を道路脇に運搬することによりルートを復旧する。

b. 復旧に要する時間評価

地下構造物及び地層変化部による段差については、評価及び訓練の結果から、1箇所段差につき10分と評価した。側方流動による段差については、訓練の結果から、1箇所段差につき80分と評価した。


堆積土砂撤去については、道路土工要綱^(注)に基づく評価に加えて安全確認の時間を見込み、ブルドーザは7分/10mにて復旧すると評価した。

周辺構造物の倒壊によるガレキ撤去に要する作業時間については、当社にて実施した検証結果をもとに、ガレキ撤去区間を2km/hの移動速度で要する時間とする。

(注) 日本道路協会 平成21年度版

3.4 屋外アクセスルートの評価結果

(1) 津波遡上による浸水に対する影響評価結果

アクセスルートは、基準津波による遡上高さに対して余裕を持った防潮堤 (E.L. ) の内側、又は高台に設定しており、津波によるアクセスルートへの浸水の影響はない (第3-6図)。

防潮堤の耐津波性については、「資料2-2 津波への配慮に関する説明書」による。

(2) 周辺構造物の倒壊に対する影響評価結果

屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物の被害想定、対応内容を第3-2表に示す。

500kV送電鉄塔については、地震により倒壊する場合でも送電線の張力差により山側に倒壊する。発電所敷地に面する斜面の送電線が全て倒壊して斜面上を滑落する場合を想定しても、送電線の実長から発電所敷地内に到達しないことを確認しているが、さらに厳しい状況により道路の通行に支障が出た場合においても、もう一方のアクセスルートの活用によりアクセスルートを確保できる。(第3-7図)

建屋については、いずれも現行の建築基準法に基づいて設計されている。「官庁施設の総合耐震計画基準 解説」^(注)によると、「兵庫県南部地震 (1995年) において (建築基準法の) 想定する地震動をはるかに上回る加速度が観測されているが、新耐震設計法により設計された建築物においては比較的被害が少なかった

た」とされており、兵庫県南部地震（1995年）の被害状況（第3-8図）、建屋の震動実験結果（第3-9図）に見られる程度のカレキであれば、ブルドーザ及び油圧ショベルを用いて撤去することによりアクセスルートを確認できる。

ブルドーザは、約15t（4m×10m×厚さ15cm程度の鉄筋コンクリート壁に相当：2.4t/m³換算）までの大型カレキを撤去できることを確認しているが、それ以上の大型カレキの発生、又は建屋の倒壊を想定して、保守的に建屋が根元からアクセスルート側に倒壊し、建屋の高さ相当の範囲が通行不能になるものとして評価した。その結果、部分的に必要な道路幅3.0mを確認できないルートが存在するが、迂回ルート又はもう一方のアクセスルートの活用によりアクセスルートを確認できる（第3-10図）。

（注）官庁施設の総合耐震計画基準 解説（建設大臣官房官庁営繕部監修、1996年）

第3-2表 周辺構造物の被害想定、対応内容

対処設備		対処設備	対応内容
クレーン	3・4号機 門型クレーン (14m×43m×高さ21m)	<ul style="list-style-type: none"> 地震により屋外アクセスルート上に転倒し、ルートの障害物となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 万一、転倒した場合を考慮して、クレーン（高さ21m）が転倒することによる影響が考えられる範囲以外をアクセスルートとして選定している。 万一、ポンプ（ホース）敷設ルートに転倒した場合には、転倒したクレーンを迂回してポンプやホースを配置することが可能な余長がある。
送電鉄塔	500kV送電鉄塔 (高浜線) (高さ80m)	<ul style="list-style-type: none"> 地震により発電所側に転倒し、アクセスルート上に倒れ、ルートの障害物となる。 送電線の断線によりアクセスルート上に送電線が垂れる。 	<ul style="list-style-type: none"> 送電鉄塔基礎の安定性について、2次的被害要因である盛土崩壊、地滑り及び急傾斜地の土砂崩壊の影響について評価し、それらの要因の影響を受けないことを確認している。 500kV送電鉄塔については、設計条件にて送電鉄塔前後で送電線が引張る強さに差があり、発電所側に引張る強さに比べ反対側に引張る強さの方が約3倍程度大きいため、万一、送電鉄塔が倒壊したとしても発電所の反対側へ倒壊すると想定される。さらに、鉄塔の倒壊部分が地表面を滑ることを考慮しても、電線の実長分の位置で止まるため、斜面下方へ滑ることはないことを確認している。また、倒壊した鉄塔の一部が分離して滑り落ちた場合や、No.3以降の送電鉄塔も倒壊し発電所側に滑り落ちる場合、さらに厳しい状況においても、もう一方のアクセスルートの活用によりアクセスルートは確保できる。 万一、送電線が垂れ下がり、道路の通行に支障がある場合は、油圧式ケーブルカッターにて切断することにより通行することが可能である。
	500kV送電鉄塔 (青葉線) (高さ72m)		

	対処設備	対処設備	対応内容
建屋	第1事務所 (41m×18m×高さ21m)	<ul style="list-style-type: none"> 地震により損壊し、屋外アクセスルートの障害物となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 新耐震設計法に基づき設計された建築物相当の建屋であり、新耐震設計法に基づき設計された建築物は、地震による被害が多く見られた兵庫県南部地震（1995年）や非常に地震規模の大きい東北地方太平洋沖地震（2011年）においても、大破、倒壊といった大きな被害を受けていない。（さらに、「官庁施設の総合耐震計画基準 解説」においても新耐震設計法により設計された建築物は比較的被害が少なかったことが記載されている。） 万一、地震により車両のアクセスルート上に、建屋の一部損壊によるガレキが発生した場合には、ブルドーザで撤去し、アクセスルートを確認することで対応可能である。（ブルドーザについては、長さ約9.0m×幅約2.5m×高さ約3.0m・重さ約15tを想定した大型ガレキを道路脇に押し出す能力があることを確認している。） さらに万一、ブルドーザの処理能力以上の大型ガレキや大量のガレキがアクセスルート上に発生し復旧に大幅な時間を要する場合でも、迂回ルートを確認したり、多様性の観点から確保している複数のルートを活用することで対応可能である。 万一、損壊及び倒壊により建屋内の薬品等が漏えいしても、防保護具を着用し、薬品漏えい対応を行うことで対処可能である。
	第2事務所 (41m×20m×高さ25m)		
	第2事務所別館 (12m×21m×高さ26m)		
	第1出入管理所 (15m×14m×高さ13m)		
	3号機 復水処理建屋 (22m×18m×高さ25m)		
	4号機 復水処理建屋 (22m×18m×高さ25m)		
	純水装置室 (18m×18m×高さ17m)		
	補助ボイラー室 (24m×18m×高さ11m)		

	対処設備	対処設備	対応内容
変圧器	1号機 主変圧器他 (14m×9m×高さ9m) ※ 最大の主変圧器の寸法を記載	・地震により損壊し、屋外アクセスルートの障害物となる。	<ul style="list-style-type: none"> ・地震により損壊及び倒壊する可能性はあるが、転倒することは考えにくく、さらに、周辺には堰があるため、損壊及び倒壊により発生したガレキがアクセスルートに影響する可能性は低い。 ・仮に、地震により車両のアクセスルート上に、防火壁等の一部損壊によるガレキが発生した場合には、ブルドーザで撤去し、アクセスルートを確認することで対応可能である。(ブルドーザについては、長さ約9.0m×幅約2.5m×高さ約3.0m・重さ約15tを想定した大型ガレキを道路脇に押し出す能力があることを確認している。) ・万一、転倒した場合でも、最も高い主変圧器の寸法(高さ約9m)を考慮しても車両が通過できる道路幅が5m以上確保できるため、対応可能である。
	2号機 主変圧器他 (14m×9m×高さ9m) ※ 最大の主変圧器の寸法を記載		
	3号機 主変圧器他 (16m×11m×高さ9m) ※ 最大の主変圧器の寸法を記載		
	4号機 主変圧器他 (16m×11m×高さ9m) ※ 最大の主変圧器の寸法を記載		
タンク	1・2号機 淡水タンク (外径24m×高さ18m)	<ul style="list-style-type: none"> ・地震によりタンクが損壊し、屋外アクセスルートの障害物となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・外径の方が、高さよりも大きいタンクであり、万一、損壊したとしてもアクセスルート上に転倒してくる可能性は低い。 ・万一、転倒した場合でも周辺に道路幅約20m程度ある広がった土地があり、ブルドーザ及び油圧ショベルを用いて迂回ルートを確認することで対応可能である。 ・さらに万一、重機の処理能力以上の大型ガレキがアクセスルート上に発生した場合でも、多様性の観点から確保している複数のルートを活用することで対応可能である。
	3・4号機 淡水タンク (外径22m×高さ19m)		
	3・4号機 2次系純水タンク (外径22m×高さ19m)		

(3) 周辺機器の損壊

アクセスルート周辺の屋外タンクの損壊による評価を行った結果、補助ボイラ燃料タンクや主変圧器他等の一部の可燃物施設において損壊による地震随伴火災の発生が懸念される。可燃物施設の火災想定時の影響範囲（防油堤内の火災による放射強度 $2.3\text{kW}/\text{m}^2$ （露出人体に対する危険範囲(接近可能)）^(注)となる距離）を第3-11図に示す。

主変圧器等については火災想定時の影響範囲を考慮しても車両の通行に必要な道路幅まで影響を及ぼすことはない。また、防油堤の損傷を想定しても漏えいした油が地下の集油槽内に収まる構造になっており（第3-3表、第3-12図）、火災の影響を受けることなく通行可能である。変圧器がアクセスルート側に倒壊して油が流出する等によりアクセスルート上、又はその近傍で火災が発生した場合は化学消防自動車による消火活動を実施するが、さらに厳しい状況により消火が困難な場合を想定しても、迂回ルート又はもう一方のアクセスルートの活用によりアクセスルートの確保が可能である。

3・4号機補助ボイラ燃料タンク及び3・4号機タービン油計量タンクについては、火災の影響範囲に対してアクセスルートまで十分な離隔距離がある。防油堤の損傷により油が防油堤の外に漏えいし、アクセスルート上、又はその近傍に火災が発生した場合は化学消防自動車等による消火活動を実施するが、さらに厳しい状況により消火が困難な場合を想定しても、迂回ルート又はもう一方のアクセスルートの活用によりアクセスルートの確保が可能である。

(注) 石油コンビナートの防災アセスメント指針（消防庁特殊災害室、2001年）

第 3-3 表 主変圧器等の油内包量及び廃油槽の容量

ユニット名	変圧器	油量	廃油槽
1号機	主変圧器	118.1 kℓ	322 kℓ
	A所内変圧器	16.0 kℓ	167 kℓ
	B所内変圧器	9.8 kℓ	148 kℓ
2号機	主変圧器	132.1 kℓ	328 kℓ
	A所内変圧器	17.0 kℓ	156 kℓ
	B所内変圧器	9.2 kℓ	156 kℓ
1・2号機	降圧変圧器	75.0 kℓ	193 kℓ
	A起動変圧器	51.9 kℓ	177 kℓ
	B起動変圧器	35.8 kℓ	128 kℓ
3号機	主変圧器	139.0 kℓ	711 kℓ
	主変圧器負荷時電圧調整器	29.0 kℓ	
	所内変圧器	20.5 kℓ	
	起動変圧器	85.3 kℓ	
4号機	主変圧器	139.0 kℓ	711 kℓ
	主変圧器負荷時電圧調整器	29.0 kℓ	
	所内変圧器	20.5 kℓ	
	起動変圧器	85.3 kℓ	

薬品タンクについては、損壊によるアクセスルートへの影響が懸念される。いずれのタンクも堰を設置しているが、堰の損傷により堰外への漏えいが確認された場合でも、防護具の着用により通行が可能なことから、必要な箇所へ防護具を配備する（第3-4表）。アクセスルート周辺の薬品タンクを第3-5表に、薬品タンクの配置を第3-13図に示す。

第 3-4 表 化学薬品等が流出した場合に着用する防護具

保管場所	品目	規定類
A 中央制御室 B 中央制御室 宿泊棟 協力会社事務所D棟	全面マスク（ガス吸引缶含む） 化学防護服 化学防護手袋 化学防護長靴 保護メガネ	化学管理業務所則

第 3-5 表 アクセスルート周辺の薬品タンク (1/2)

対処設備	内容物	容量	数量	対応内容
3号機 塩酸貯槽	塩酸	45 m ³	1基	<p>【漏えい対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タンク周辺に堰を設置している。 ・堰内に中和槽等へ流下させるための目皿を有しており、薬品タンクが保有している薬品を中和槽等に貯蔵できる容量を有している。 ・Ss 地震動により、薬品タンク、配管及び堰の一部は破損すると考えられるが、堰には FRP 等の塗装を実施していることから、地震時の堰はコンクリートにひび等が見られても漏えいしにくく、殆どの薬品が地下等に設置されている中和槽等に流入する若しくは堰内に止まると考えられる。 ・薬品の一部が堰の外に漏えいすることを想定しアクセスルート復旧に先立ち漏えい状況を確認する。 ・漏えいを発見し、薬品を特定した後は他の緊急安全対策要員が近傍を通るときに防護具を着用し、安全を確保した上で通行及び作業を行う。
4号機 塩酸貯槽	塩酸	45m ³	1基	
3号機 苛性ソーダ貯槽	苛性ソーダ	65 m ³	1基	
4号機 苛性ソーダ貯槽	苛性ソーダ	65m ³	1基	
廃樹脂処理装置用 中和剤タンク	苛性ソーダ	2 m ³	1基	
3号機 ヒドラジン 原液タンク	ヒドラジン	12 m ³	1基	
4号機 ヒドラジン 原液タンク	ヒドラジン	12m ³	1基	
1・2号機 エタノールアミン 貯蔵タンク	エタノールアミン	7 m ³	1基	
3号機 アンモニア貯槽	アンモニア	7 m ³	1基	
4号機 アンモニア貯槽	アンモニア	7m ³	1基	

第 3-5 表 アクセスルート周辺の薬品タンク (2/2)

対処設備	内容物	容量	数量	対応内容
1・2号機 硫酸タンク	硫酸	6 m ³	1 基	<p>【漏えい対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タンク周辺に堰を設置している。 ・堰内に中和槽等へ流下させるための目皿を有しており、薬品タンクが保有している薬品を中和槽等に貯蔵できる容量を有している。 ・Ss 地震動により、薬品タンク、配管及び堰の一部は破損すると思われるが、堰には FRP 等の塗装を実施していることから、地震時の堰はコンクリートにひび等が見られても漏えいしにくく、殆どの薬品が地下等に設置されている中和槽等に流入する若しくは堰内に止まると考えられる。 ・薬品の一部が堰の外に漏えいすることを想定しアクセスルート復旧に先立ち漏えい状況を確認する。 ・漏えいを発見し、薬品を特定した後は他の緊急安全対策要員が近傍を通るときに防護具を着用し、安全を確保した上で通行及び作業を行う。
3・4号機 硫酸タンク	硫酸	12 m ³	1 基	
廃樹脂処理装置用 硫酸タンク	硫酸	2m ³	1 基	
1・2号機 電解液受液槽	次亜塩素酸	2.75 m ³	1 基	<p>【漏えい対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タンク周辺に堰を設置しており、タンク及び付属配管が破損し漏えいしても堰内に全量収まる。 ・堰内に留まった内容物は、排水用の弁を通じて取水路へ流下する。 ・Ss 地震動により、薬品タンク、配管及び堰の一部は破損することを想定しアクセスルート復旧に先立ち漏えい状況を確認する。 ・漏えいを発見し、薬品を特定した後は他の緊急安全対策要員が近傍を通るときに防護具を着用し、安全を確保した上で通行及び作業を行う。

溢水源となる可能性のあるタンクについては、倒壊によるアクセスルートへの影響が懸念される。

溢水評価対象タンクを第3-6表に、配置図を第3-14図に示す。

第 3-6 表 溢水源となるタンク

対処設備	容量	数量	対応内容
1号機復水タンク	700 m ³	1基	<ul style="list-style-type: none"> 耐震Sクラス設計又はSs地震動にて耐震評価済の機器及び付属配管は地震により破損しない。 万一、破損した場合にも、大規模な破損であれば短時間で拡散し、小規模な破損であれば作業に支障となることはない。
2号機復水タンク	700 m ³	1基	
3号機復水タンク	800 m ³	1基	
4号機復水タンク	800 m ³	1基	
淡水貯水槽	700 m ³	1基	
消火水バックアップタンク	100 m ³	6基	
3号機廃液中和槽	300 m ³	1基	<ul style="list-style-type: none"> タンク周辺に堰を設置しており、万一、堰外に漏えいしても内容量が少なく、周辺に平坦かつ広い土地があるため比較的短時間で拡散する。
4号機廃液中和槽	300 m ³	1基	
3号機逆洗排水槽	120 m ³	1基	
4号機逆洗排水槽	120 m ³	1基	
1・2号機淡水タンク	6,000 m ³	5基	<ul style="list-style-type: none"> 地震等によりタンクが損壊した場合でも、周辺の空地が広いいため、比較的短時間で拡散する。 また、アクセスルート近くの1・2号機淡水タンクについても周辺に緩やかな傾斜のある広い土地があり、比較的短時間で拡散することから作業に支障となることはない。
3・4号機淡水タンク	6,000 m ³	3基	
1・2号機淡水加圧タンク	100 m ³	1基	
1・2号機2次系純水タンク	2,700 m ³	2基	
3・4号機2次系純水タンク	6,000 m ³	2基	
3・4号機河川水タンク	2,000 m ³	1基	
雑用水タンク	200 m ³	1基	
碍子洗浄タンク	300 m ³	1基	

このうちタンクエリア (E.L.) に設置されている、3・4号機淡水タンク及び2次系純水タンクについては、4号機建屋側への流入を防ぐためにA-淡水タンク及びA-2次系純水タンクの水位を空 (0m³) 運用としている (第3-7表)。

第3-7表 淡水、純水タンク諸元

タンク名称	2次系純水タンク	淡水タンク
ユニット	3・4号機	3・4号機
基数	2基	3基
設置高さ (E.L. [m])	25.0	25.0
容量(m ³)	6,000	6,000
内径(m)	21.3	21.3
高さ(m) (胴板高さ)	17.259	17.259
運用水位(%)	A-2次系純水タンク 0% B-2次系純水タンク 100%	A-淡水タンク 0% B, C-淡水タンク 100%

タンクエリアのタンクが地震等により損壊した場合でも、周辺の空き地が広い比較的時間で拡散すると想定され、敷地高さの低い3・4号機中央道路エリアに流入した場合も取水路等に流入すると考えられるが、保守的に流入した溢水が全て3・4号機中央道路エリアに滞留するものとして評価をした。評価条件は以下のとおりである。

- ・タンクエリアの地盤が側方流動しないものとする。
- ・タンク付け根部から配管が全数同時に破断するものとする。
- ・破断時の初期流速でタンクが空になるまで流出が続くものとする。

評価結果を第3-8表、第3-15図に示す。

第3-8表 屋外タンクからの流出結果

流れ方向	溢水量 [m ³]
①西側斜面から海側へ流下	1,500
②道路から海側へ流下	5,800
③道路から建物側へ流下	5,700
④10m 盤から建物側へ流下	800
境界の内側	4,200
合 計	13,800

解析の結果、屋外タンクからの流出量 6500m³ (③道路から建物側へ流下 5,700m³ + ④10m 盤から建物側へ流下 800m³) にタービン建屋からの溢水量 (1,200m³) を加えた溢水量は 7,700m³、溢水水位は 0.23m となり、アクセスルートへの影響はない。

(4) 周辺斜面の崩壊の影響評価結果

アクセスルートにおけるリスク評価結果を第3-16図に示す。評価の結果、斜面の崩壊等によりルートへの影響が避けられない箇所については、ブルドーザ及び油圧ショベルにより道路を復旧し、通行ルートを確認する。第3-16図に示す路盤補強箇所については、新潟県中越沖地震における柏崎刈羽原子力発電所での被災事例の中で、地下構造物直上の地盤が沈下せず、周辺の地盤が沈下し段差が発生したことを踏まえて、地震時のアクセスルート確保の観点から段差緩和対策として路盤補強を実施している。路盤補強の概要を第3-17図に示す。

(5) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下の影響評価結果

側方流動により道路に発生する最大段差量を1m、液状化及び揺すり込みによる不等沈下により道路に発生する最大段差量を30cmと評価する。液状化及び揺すり込みによる不等沈下評価結果を第3-18図に示す。液状化及び揺すり込みによる沈下の影響により、地下構造物横断部及び地層変化部において段差が生ずると想定し、段差発生箇所の抽出結果を第3-19図に示す。また、放水路道路橋付近の路盤補強を実施していない箇所について、基準地震動 S_s に対する有効応力解析を実施しており、沈下量は30cm以下であることから、支障のある段差は発生しない。

段差が生じる箇所については、油圧ショベルで段差を解消することで通行ルートを確認する。

(6) 地下構造物の損壊に対する影響評価結果

第2-12図に示した陥没の可能性のある地下構造物のうち、アクセスルート上の陥没の可能性のある地下構造物を第3-20図に示す。

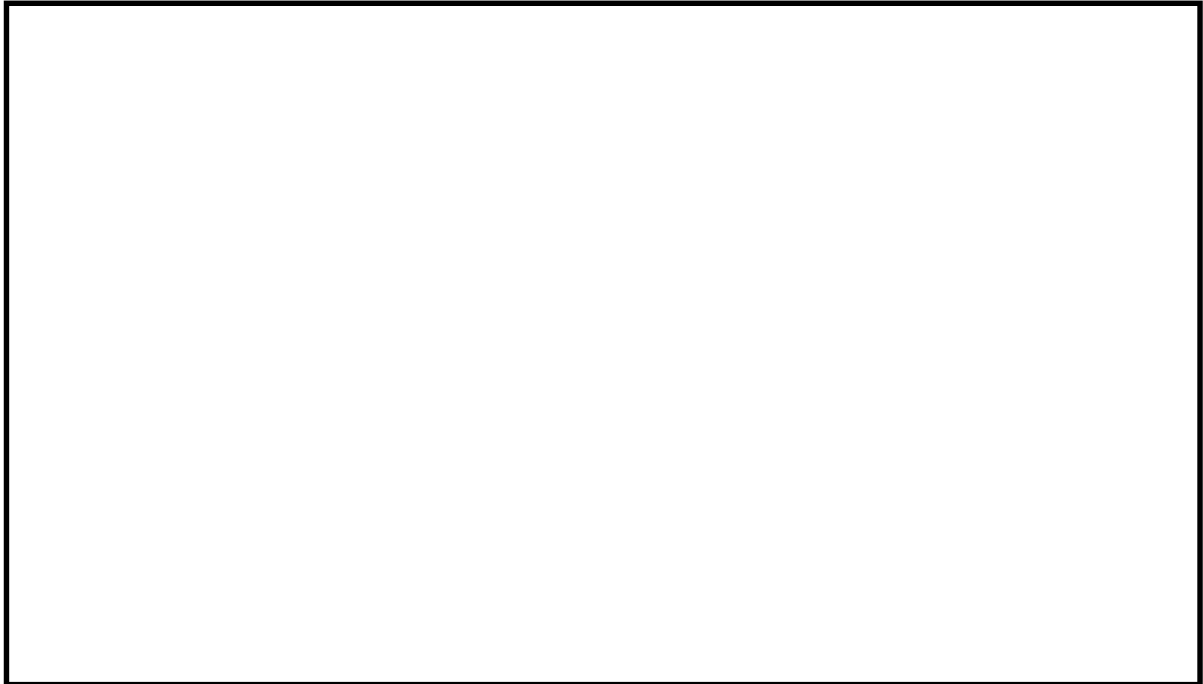
抽出した地下構造物に関しては、PC版等の蓋部分が損壊または落下することにより陥没が生じ、アクセスルートの通行に影響を及ぼす可能性があることから、これらの箇所については、砂利等により内空を埋め、蓋等が落下することを防ぐ陥没対策を講じることにより通行性を確保する。陥没対策の概要を第3-21図に、陥没対策の実施例について第3-22図に示す。

(7) 復旧時間の評価結果

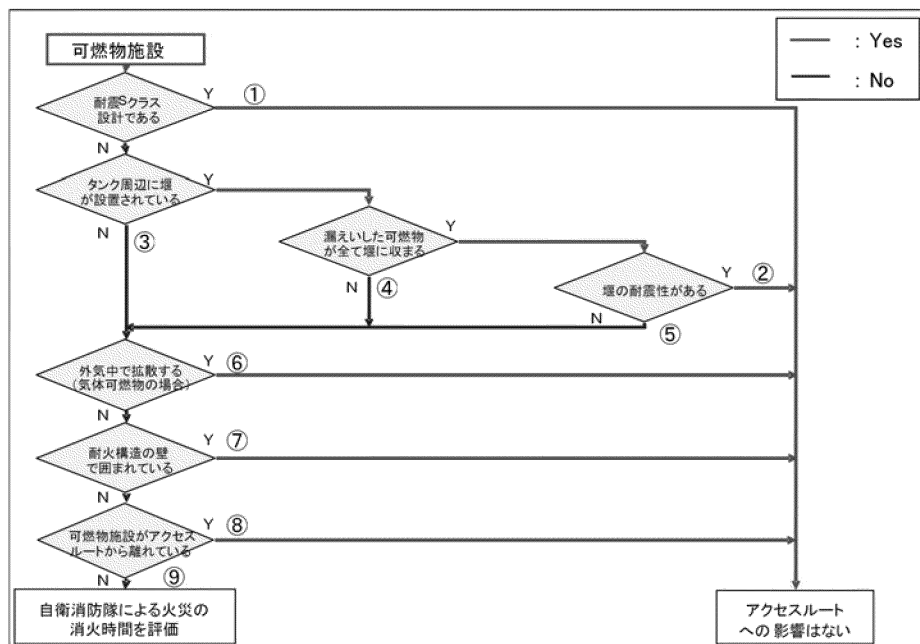
崩壊箇所の復旧作業時間をもとに、屋外アクセスルートの復旧時間の算定例として選定したルートの復旧時間評価を第3-23図に示す。

いずれのルートも復旧作業の実施により、比較的短期間で通行性の確保が可能

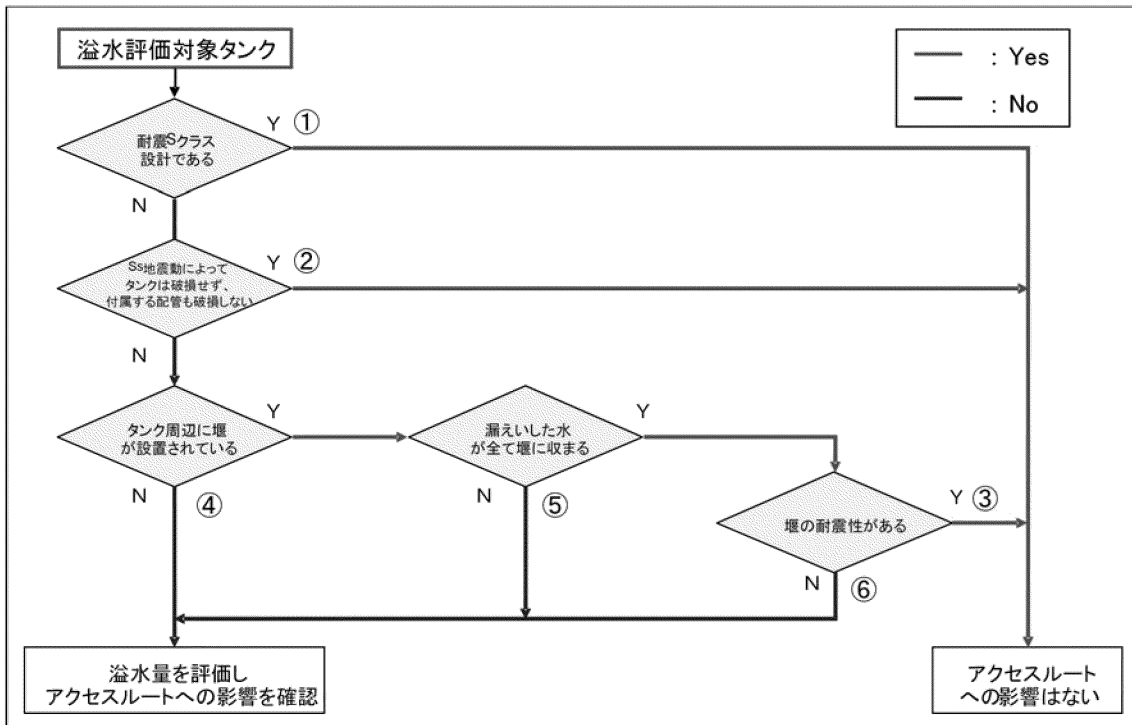
である。また、緊急時対策本部要員及び重大事故等対策要員は、復旧ルートを選定、着手が早期に実施できるよう、召集中に屋外アクセスルートの状況を確認する。



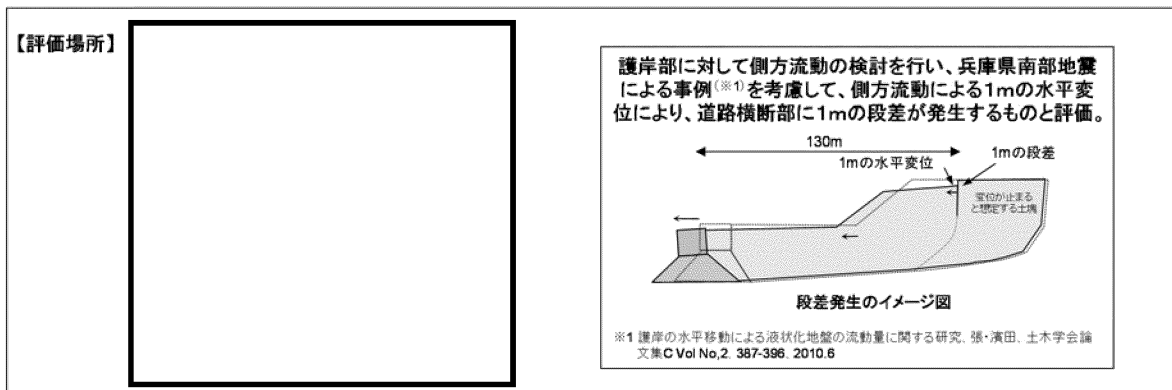
第3-1図 屋外アクセスルート図



第3-2図 可燃物施設の損壊によるアクセスルートへの影響評価フロー



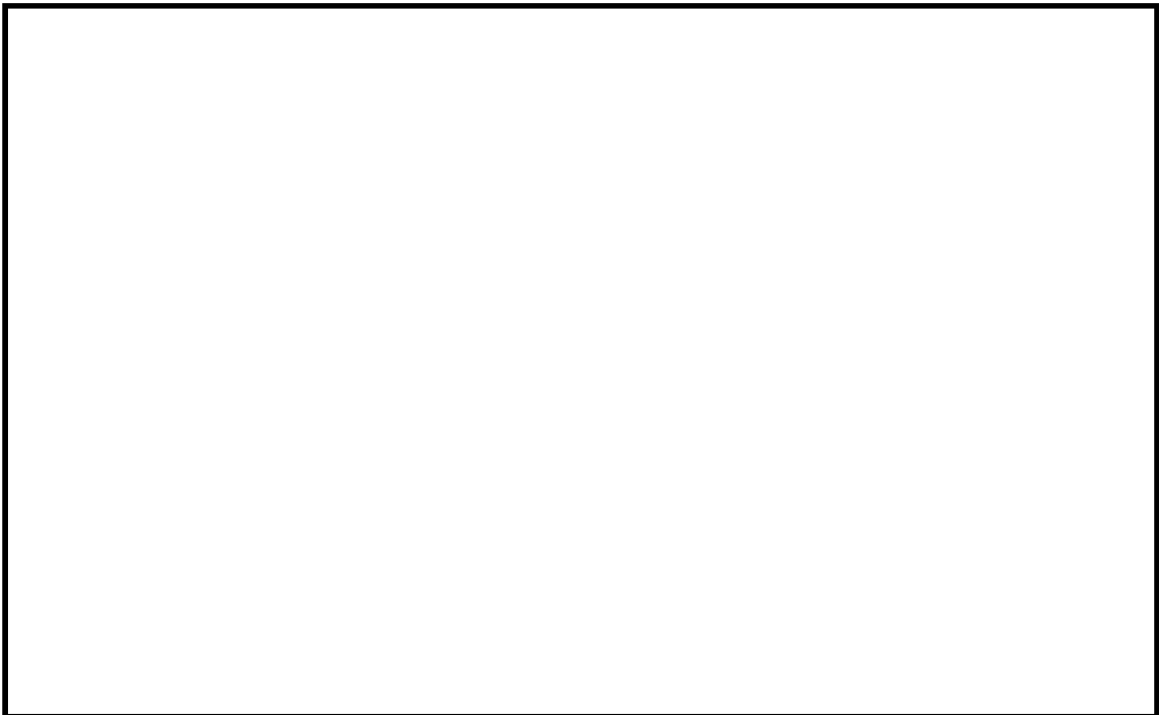
第3-3図 溢水評価対象タンクの損壊による影響評価フロー



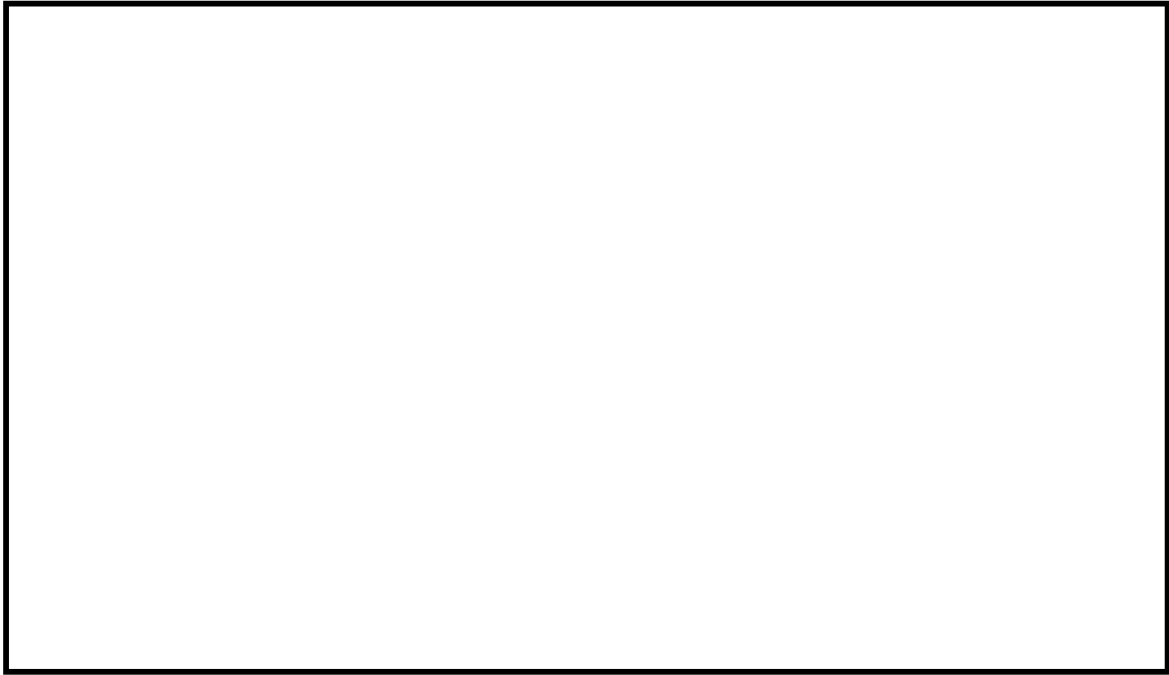
第3-4図 側方流動による沈下量の算定法



第3-5図 液状化による不等沈下量の評価地点



第3-6図 津波によるアクセスルートへの浸水影響図



第 3-7 図 500kV 送電鉄塔倒壊時のアクセスルートへの影響図

(被災建屋全景)



(1階柱の破壊状況)



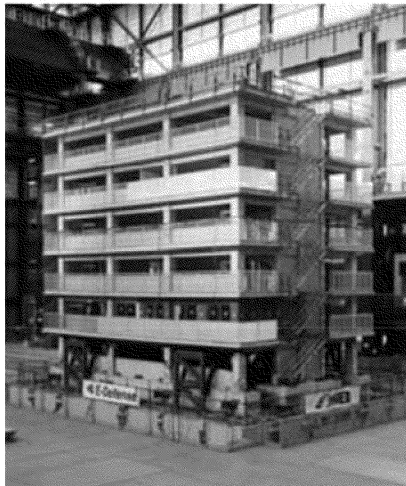
建物概要：8階建集合住宅（建築面積：約200m²、最高高さ22.95m）

被害状況：1階の西側部分で落階を生じ、建物全体が西側に4度傾斜

（平成7年 阪神・淡路大震災建築震災調査委員会中間報告より）

第3-8図 兵庫県南部地震（1995年）における鉄筋コンクリート造建物の被害状況

(実験後の試験体全景)



(1階柱の破壊状況)



入力波：阪神大震災の観測波（JMA神戸波）

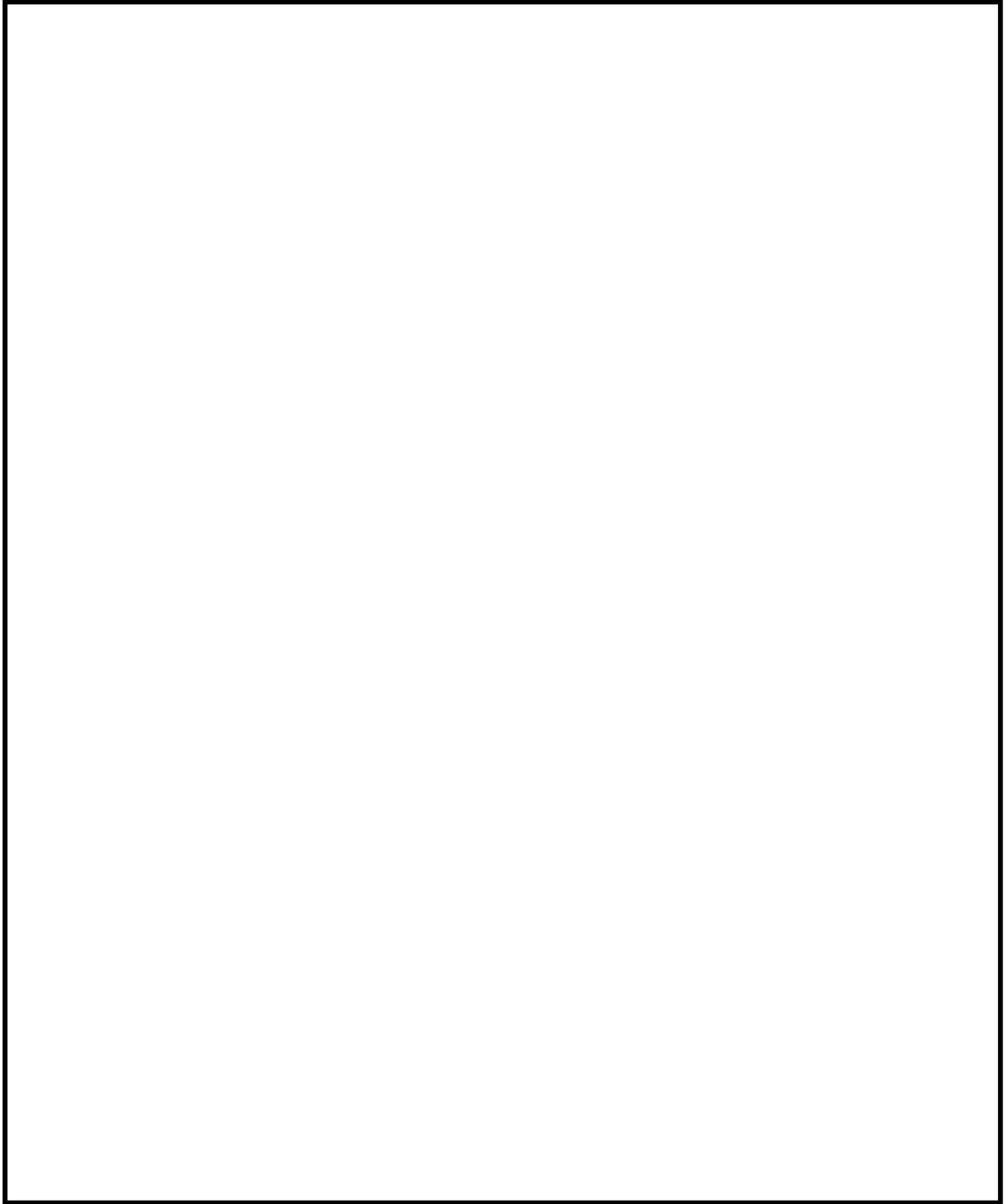
試験体：17m×12m×高さ16m、約1,000t

（実大鉄筋コンクリート建物実験：兵庫耐震工学研究センターより）

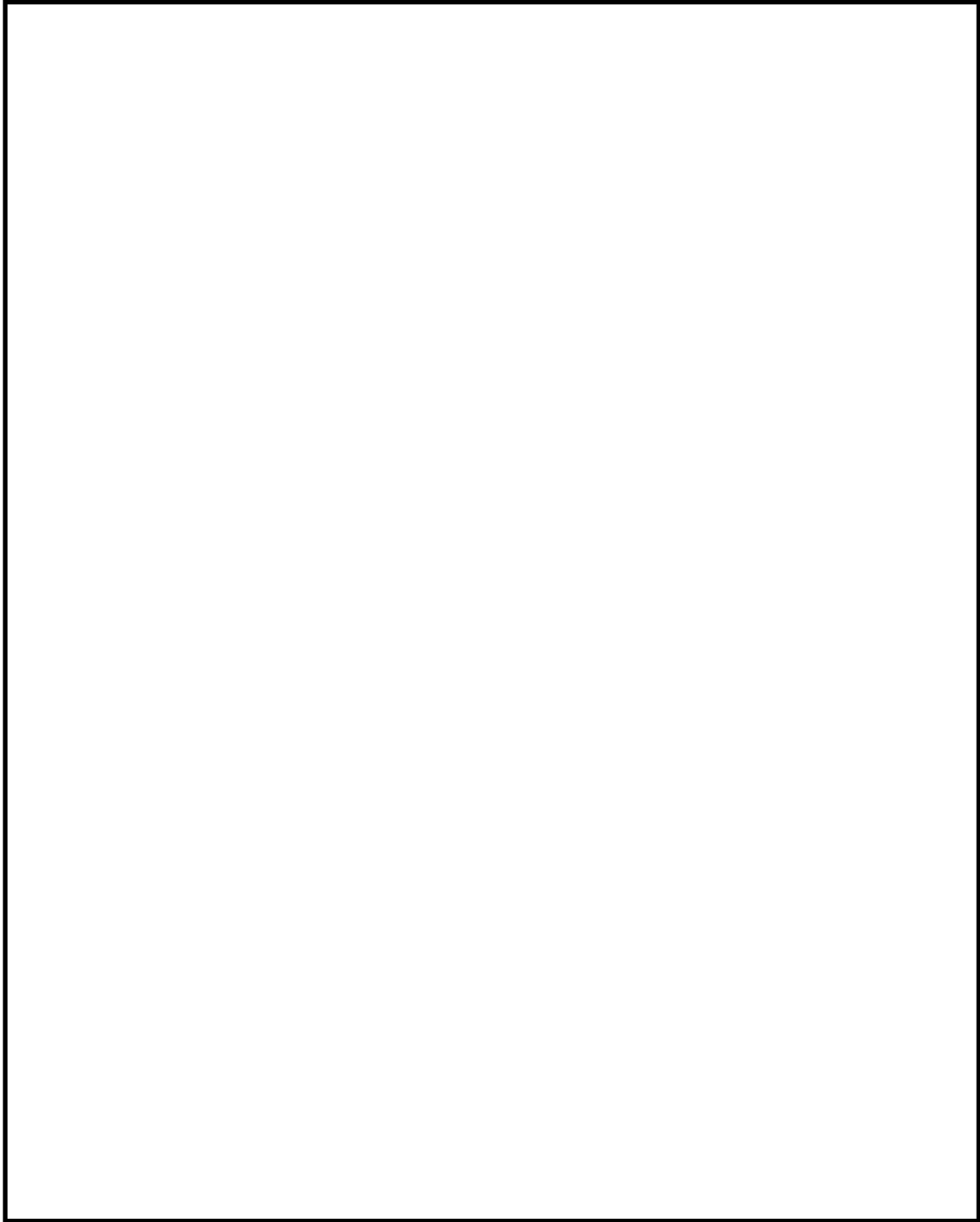
第3-9図 鉄筋コンクリート造建物の震動実験結果



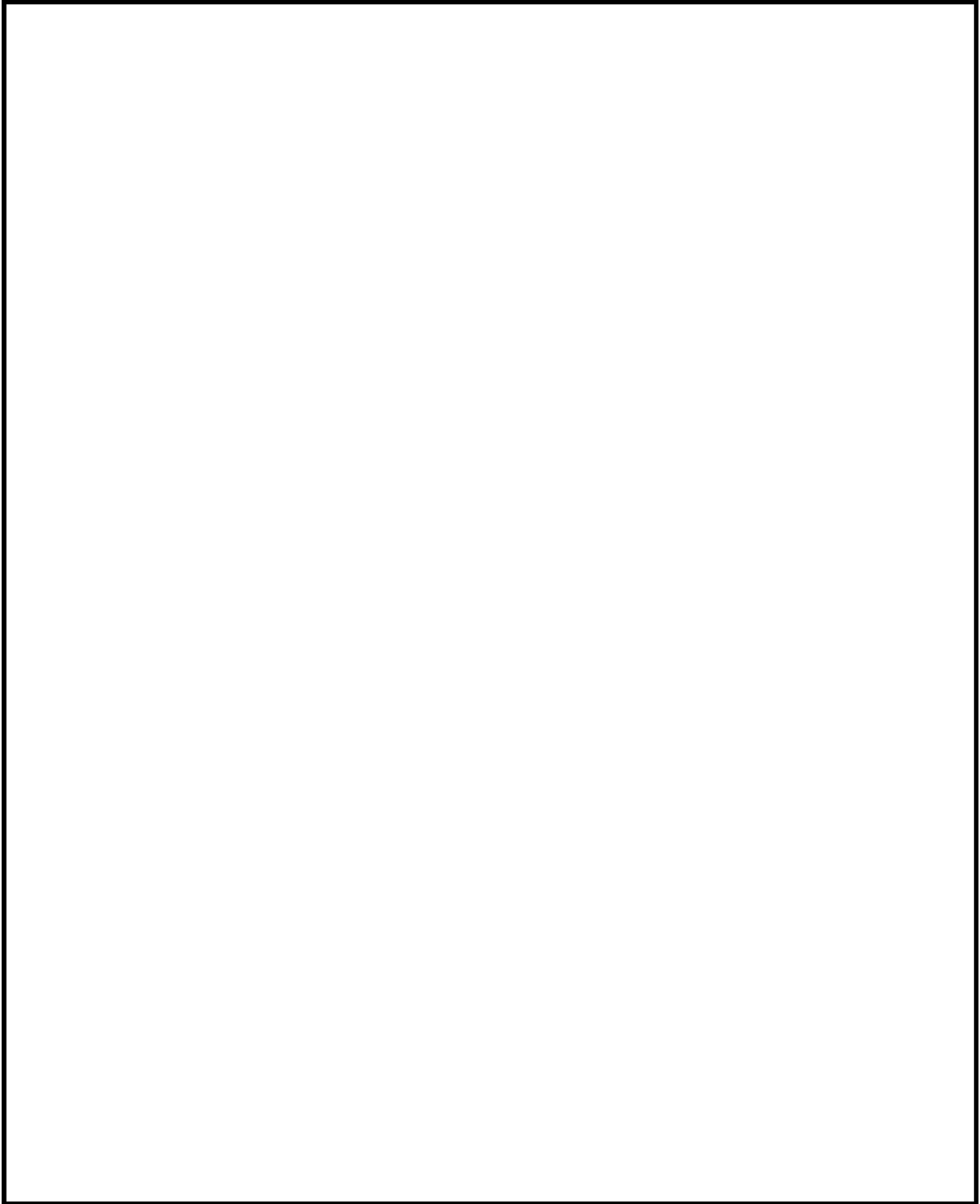
第3-10図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物(1/10)



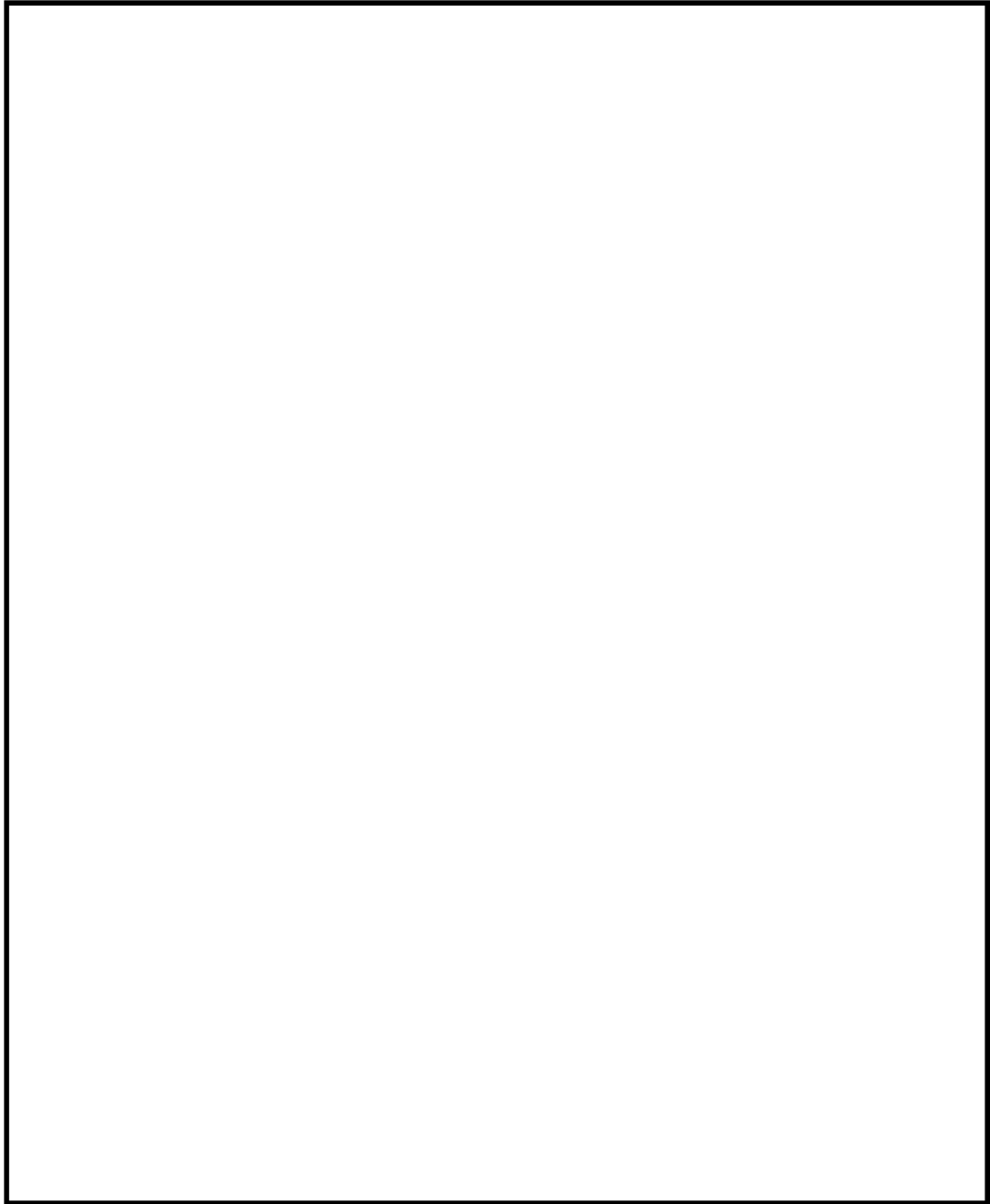
第3-10図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物 (2/10)
(第1事務所倒壊時)



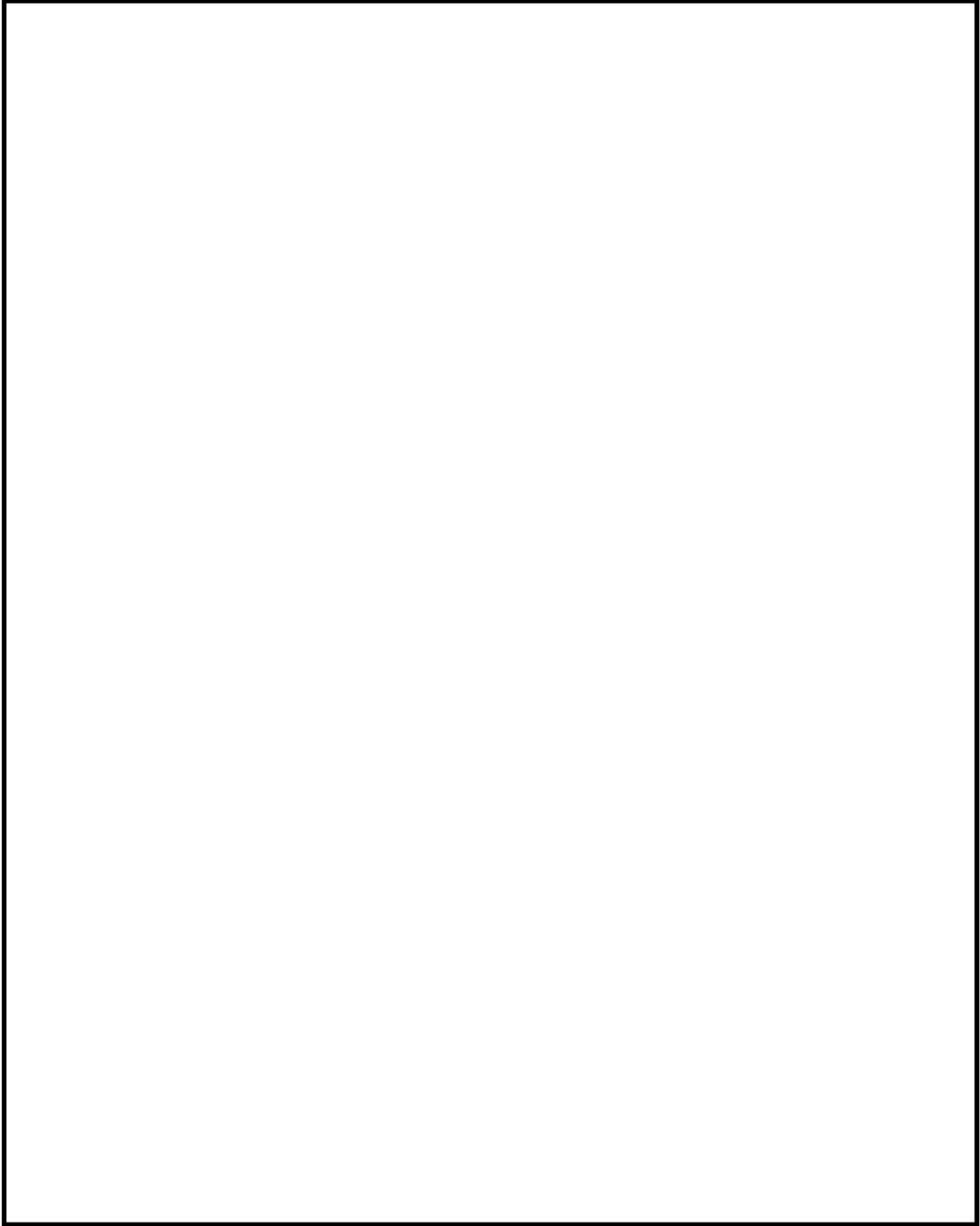
第3-10図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物(3/10)
(1、2号機主変圧器等倒壊時)



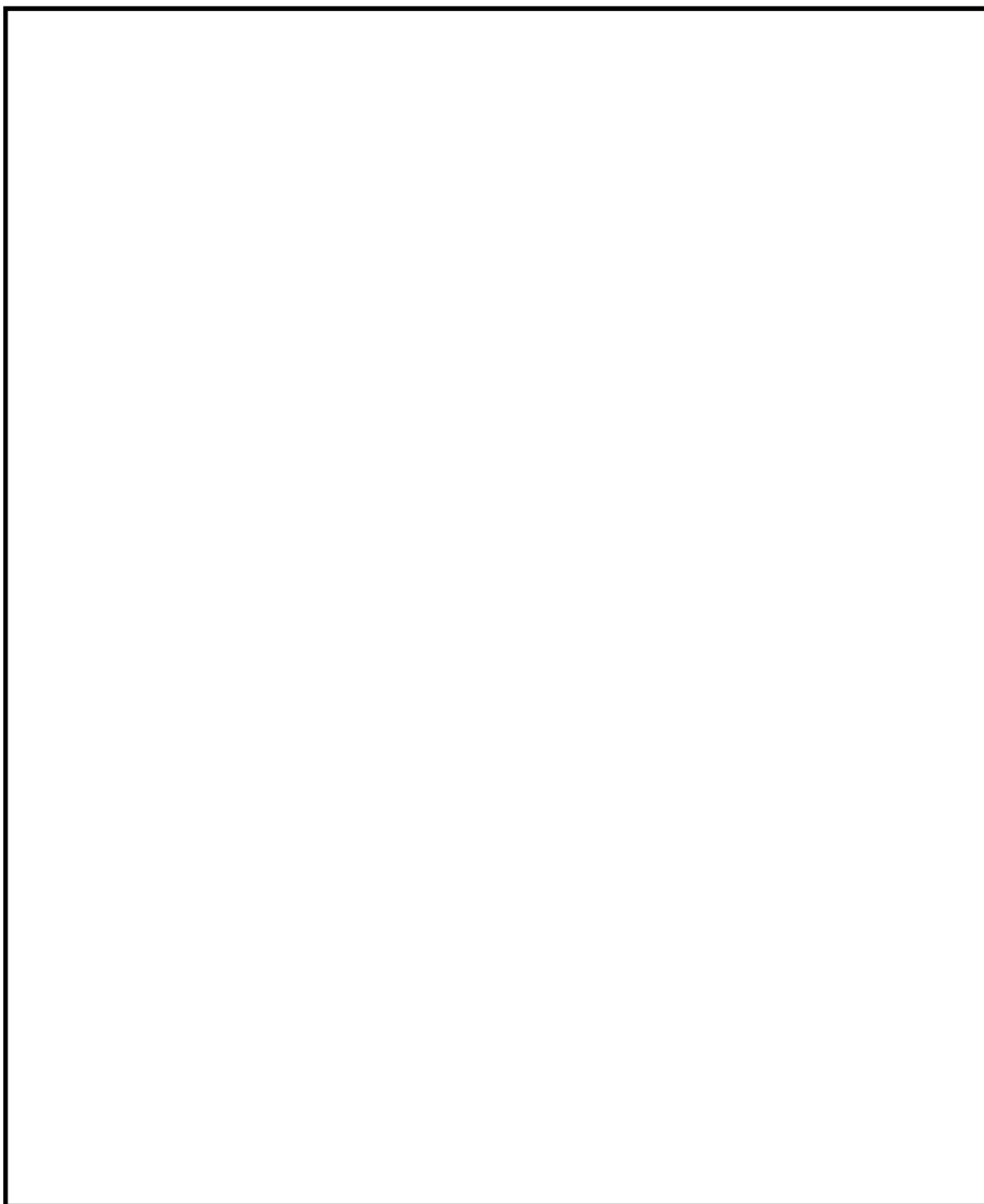
第3-10図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物(4/10)
(第1 出入管理所倒壊時)



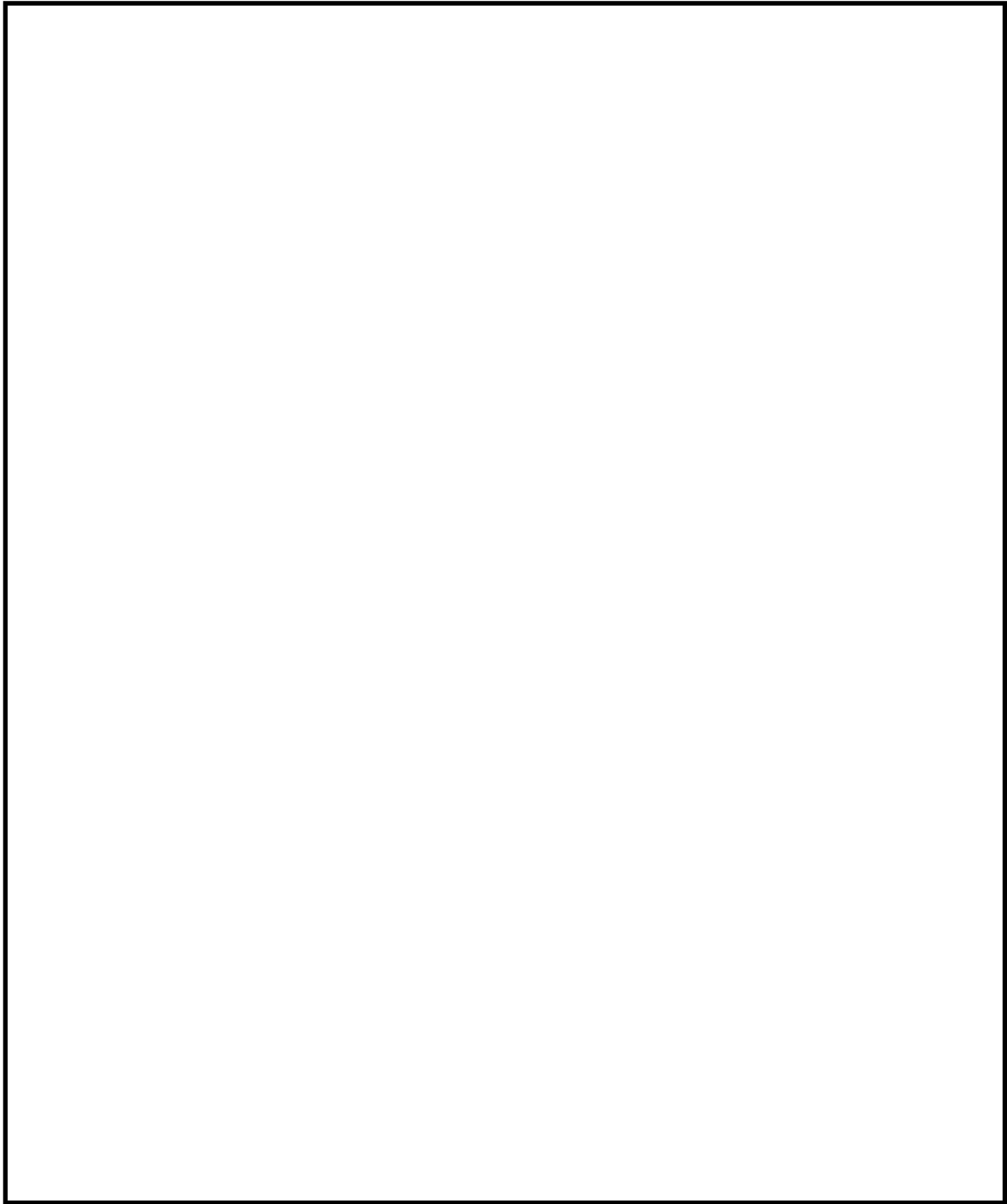
第3-10図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物(5/10)
(第2事務所、第2事務所別館及び3号機復水処理建屋倒壊時)



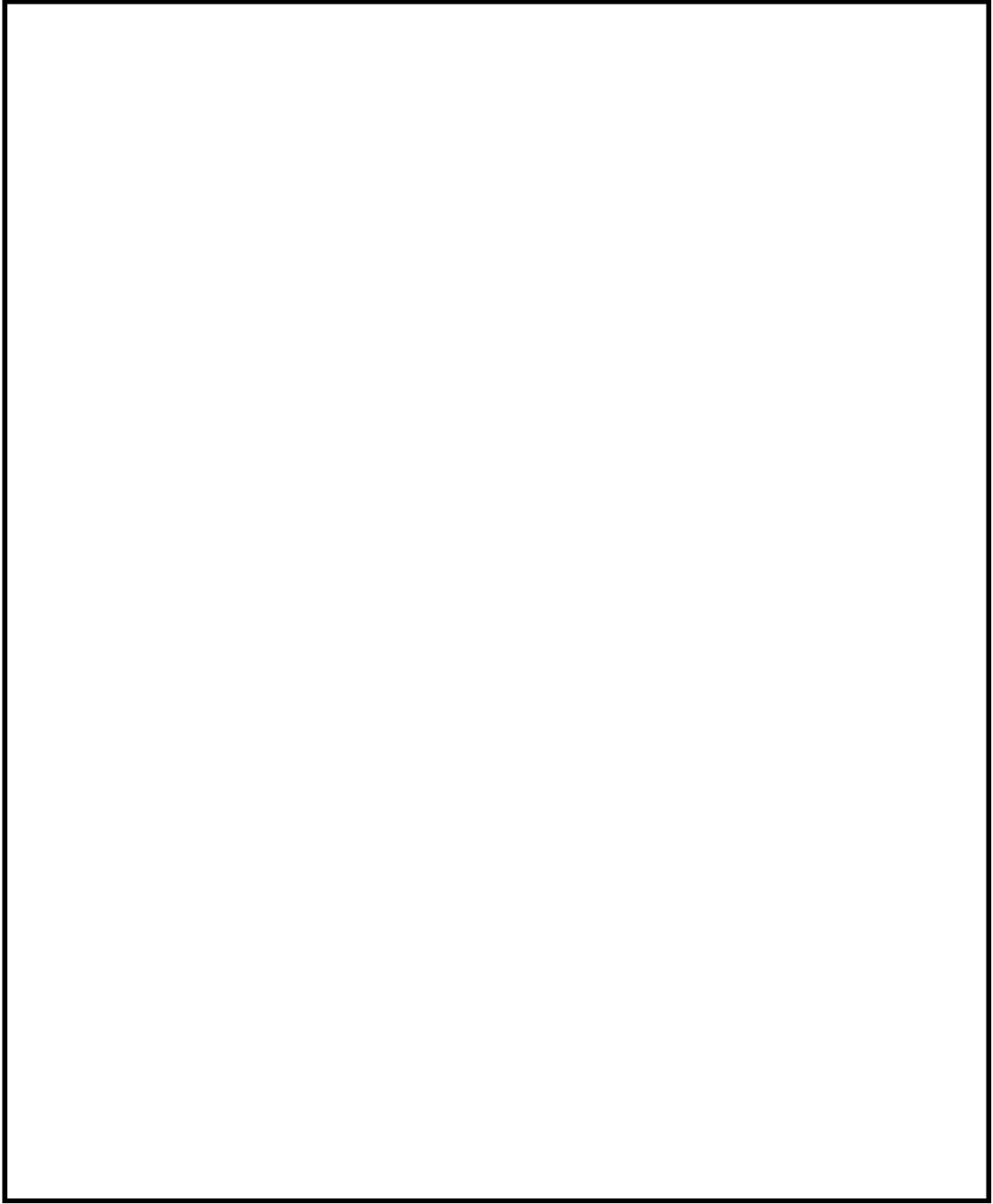
第3-10図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物(6/10)
(3、4号機主変圧器等倒壊時)



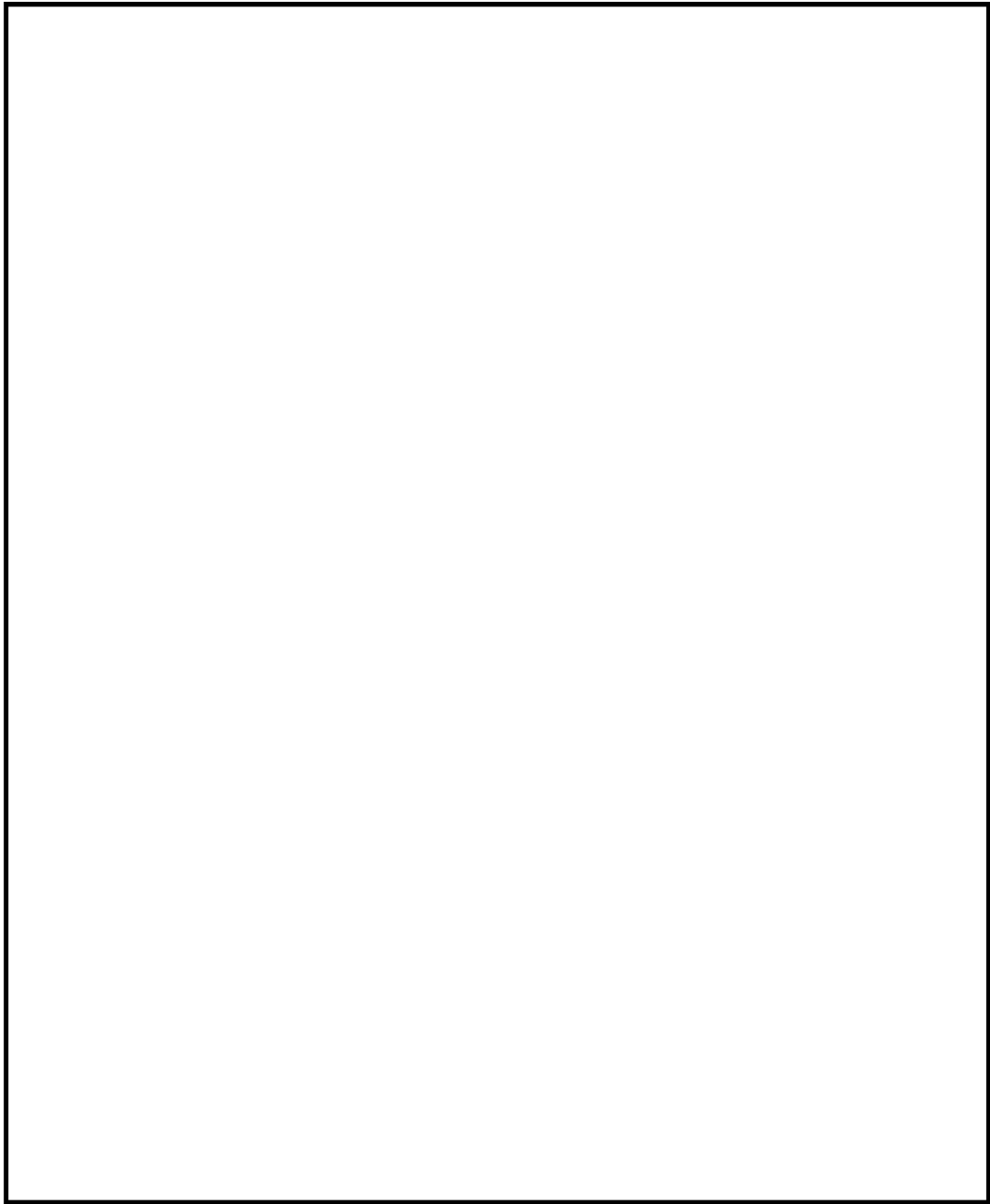
第 3-10 図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物(7/10)
(補助ボイラー室及び純水装置室倒壊時)



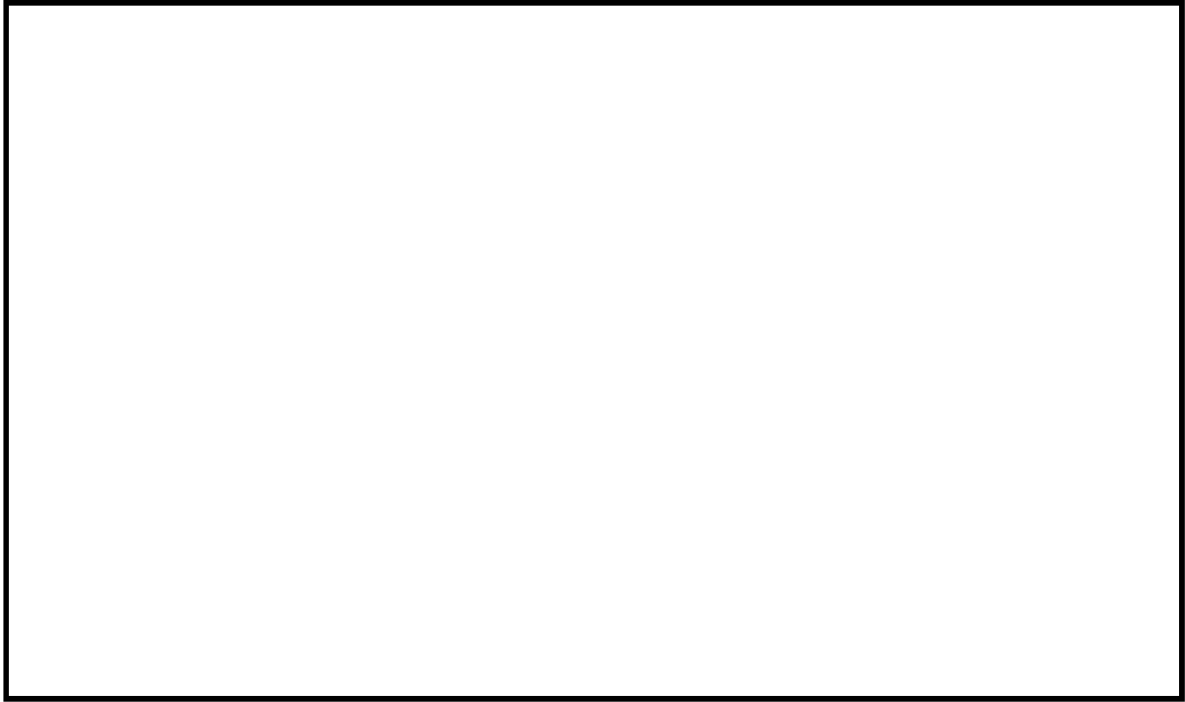
第 3-10 図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物(8/10)
(補助ボイラー室及び 4 号機復水処理建屋倒壊時)



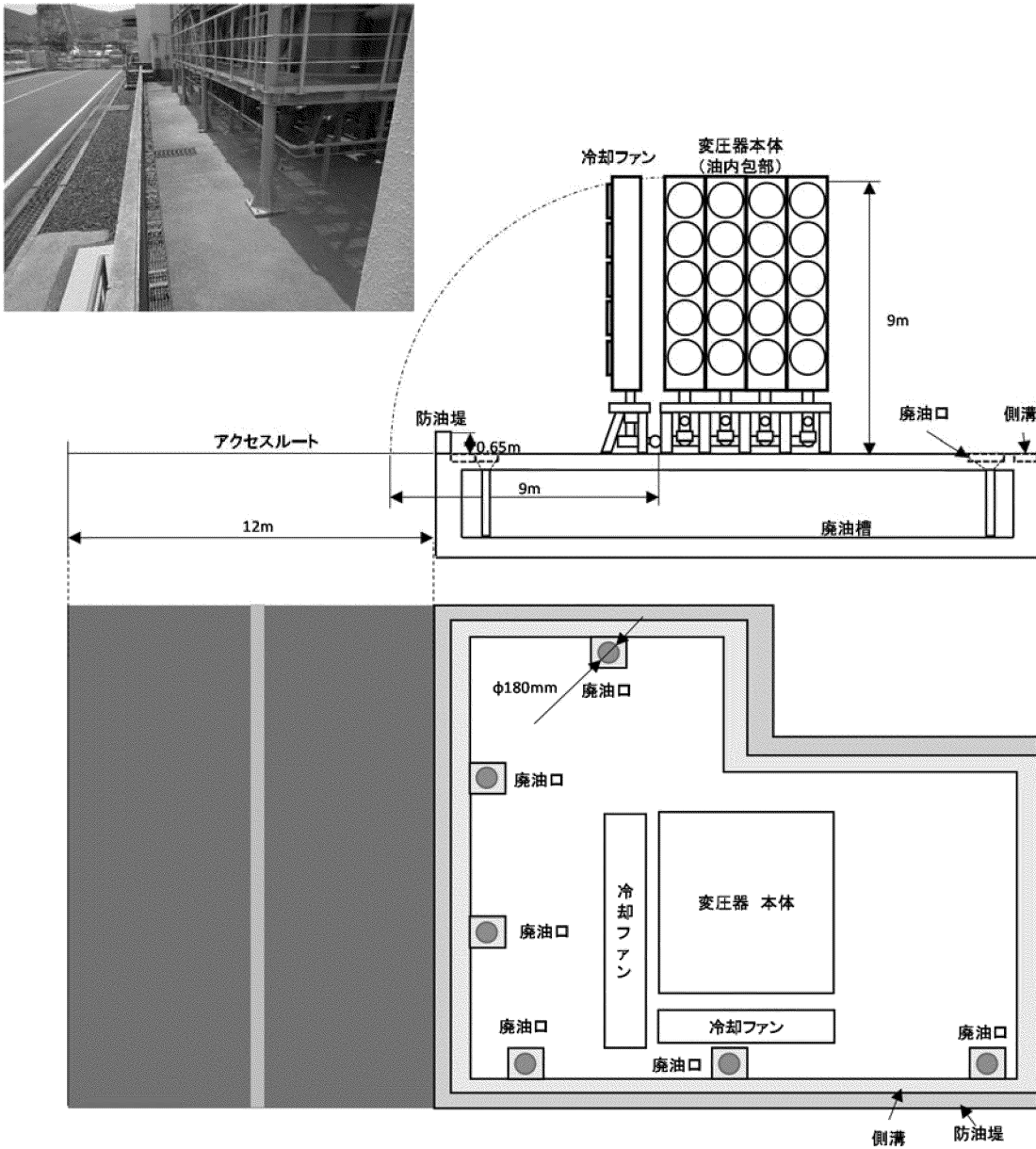
第 3-10 図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物(9/10)
(1・2号機 淡水タンク倒壊時)



第 3-10 図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物(10/10)
(3・4号機 淡水タンク及び2次系純水タンク倒壊時)



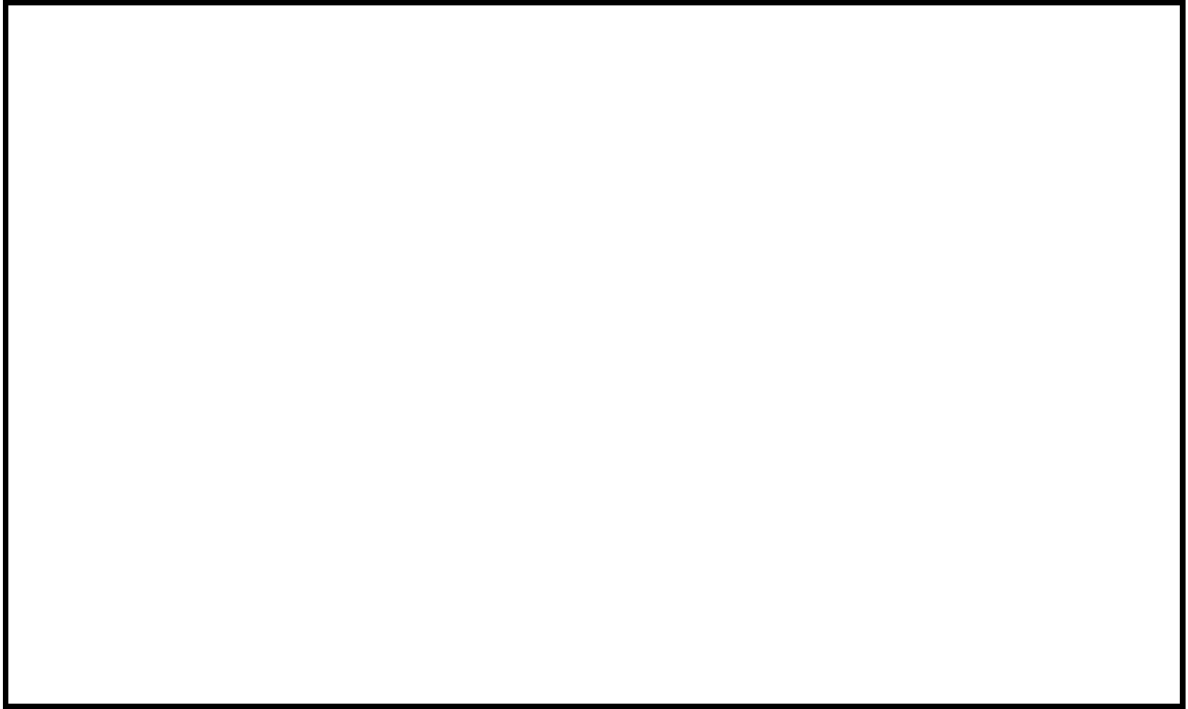
第 3-11 図 可燃物施設の火災想定時影響範囲



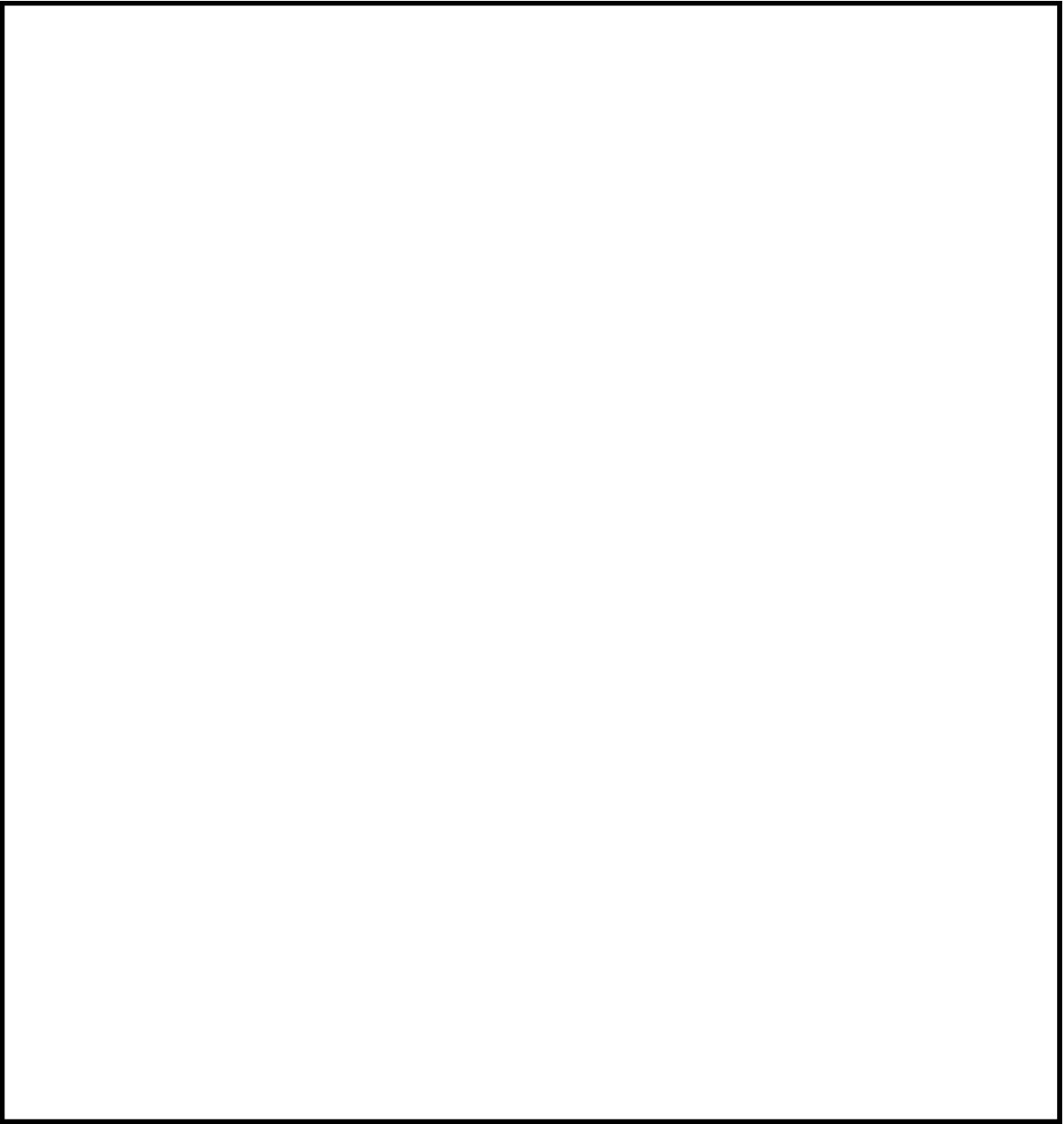
第 3-12 図 変圧器概要図 (3 号機 主変圧器の例)



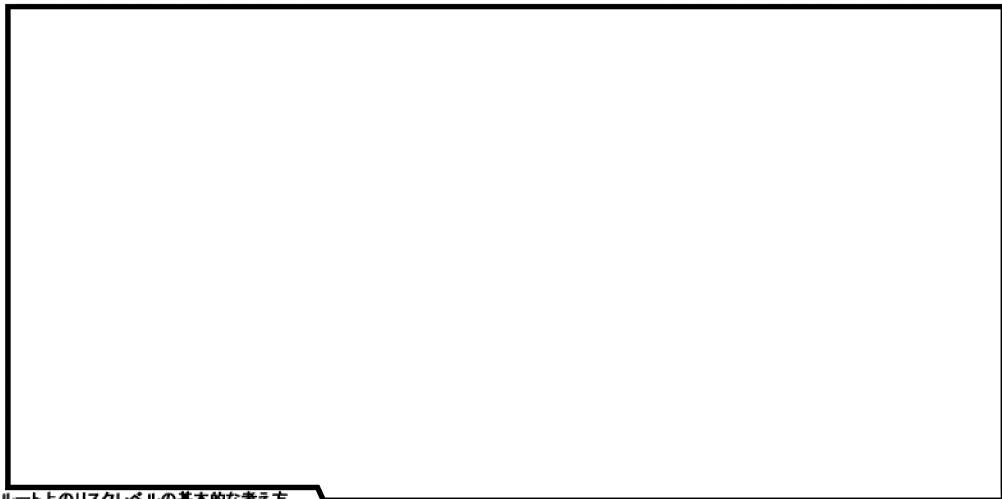
第 3-13 図 薬品タンクの構内配置図



第 3-14 図 屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺タンク



第 3-15 図 屋外タンクからの流出結果

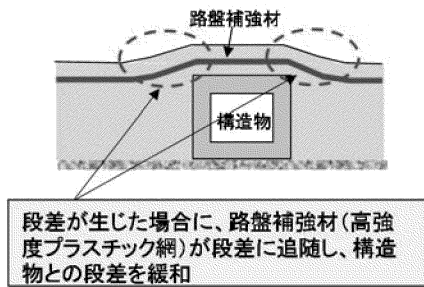


アクセスルート上のリスクレベルの基本的な考え方

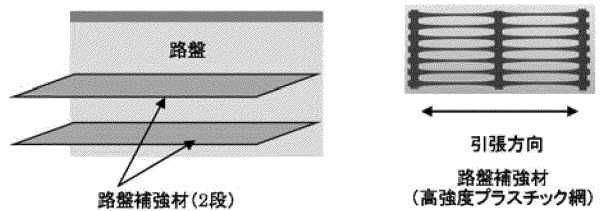
リスクレベル	斜面の判断基準	道路の判断基準	復旧対応
レベル0	動的解析による評価を行い、5mに対して最小すべり安全率が1.0以上、またはそれに準ずる岩盤切土斜面	道路周辺に斜面が存在しない、もしくは斜面のリスクレベルが0であり、道路に与える影響は相当小さいと想定される箇所 ・道路周辺の斜面のリスクレベルが1であり、道路への影響は小さいと想定される箇所 ・地盤が液状化する可能性があるが、道路への影響は小さいと想定される箇所	必要に応じてレベル1区間と同様の対応をとる
レベル1	斜面高さが低い箇所、斜面勾配が緩い箇所、大規模な崩壊が想定されない箇所	・道路周辺の斜面リスクレベルが2であり、道路への影響が大きいと想定される場所 ・崖立地で側方流動による沈下が想定され、道路への影響が大きいと想定される箇所	道路上の瓦礫や土砂等は、ブルドーザー等で移動しながら撤去し、通行ルートを確保する
レベル2	崩壊の可能性が否定できない斜面		・斜面崩壊箇所については、道路を覆う種類の土砂流入を想定し、これらの区域では、ブルドーザー等にて道路を復旧し、通行ルートを確保する ・側方流動により段差が生じる箇所については、池田シベルにて復旧する

第3-16図 アクセスルートリスク評価結果

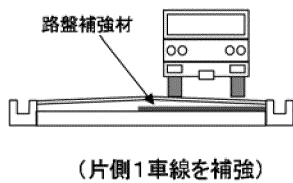
道路縦断面図



路盤補強概要(縦断)



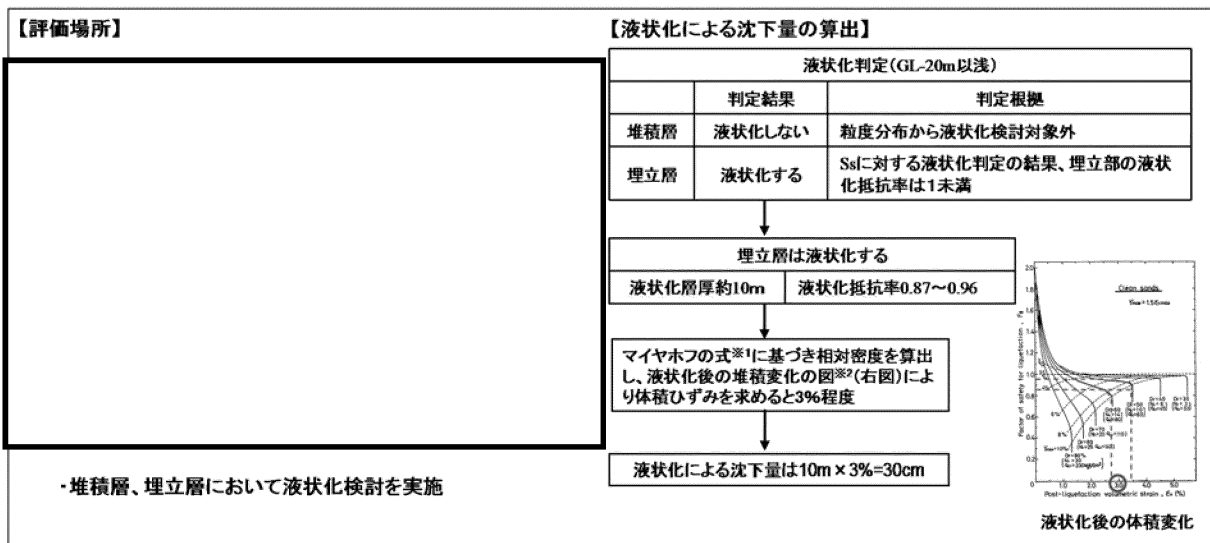
道路横断面図



路盤補強施工状況

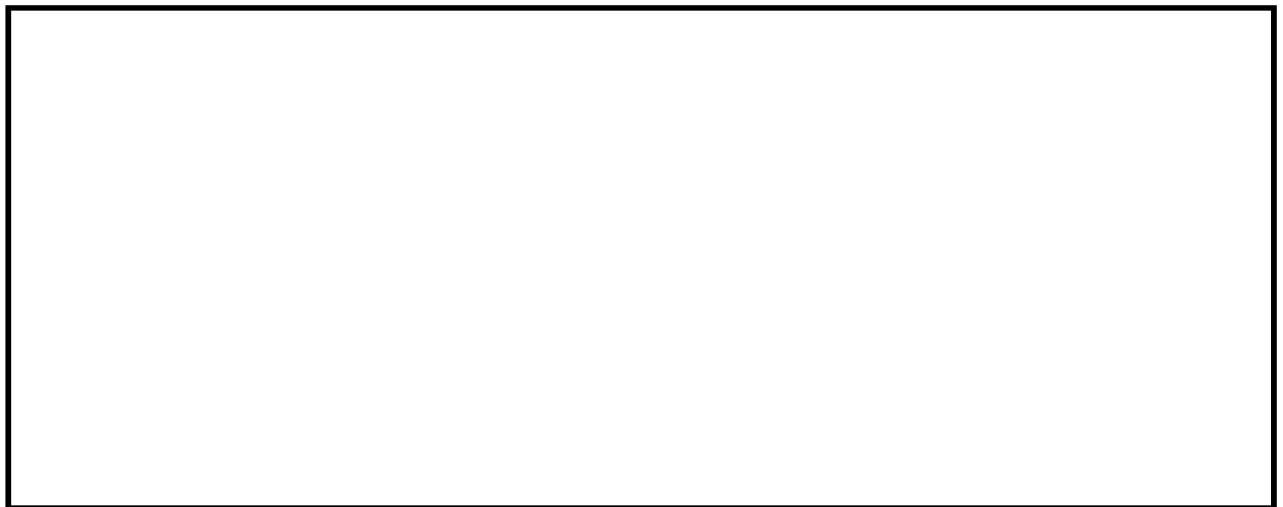


第3-17図 路盤補強の概要

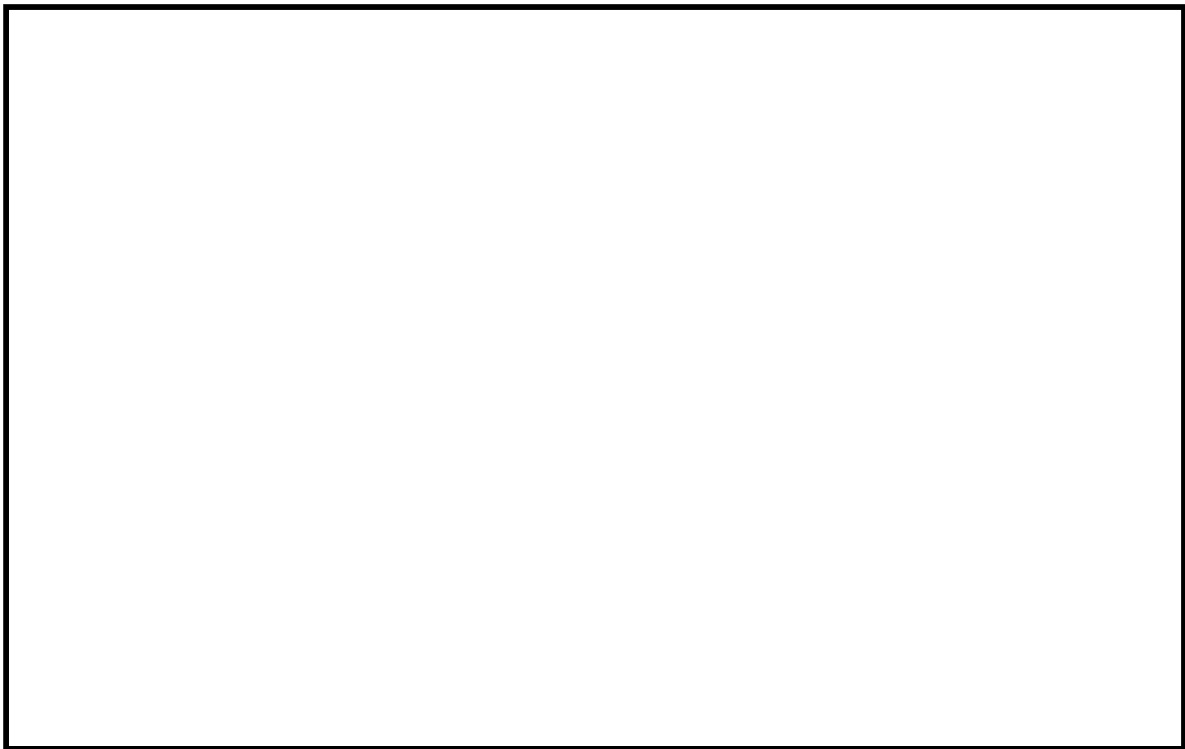


※1: 港湾の施設の技術上の基準・同解説 日本港湾協会
 ※2: 液状化対策工法 地盤工学会

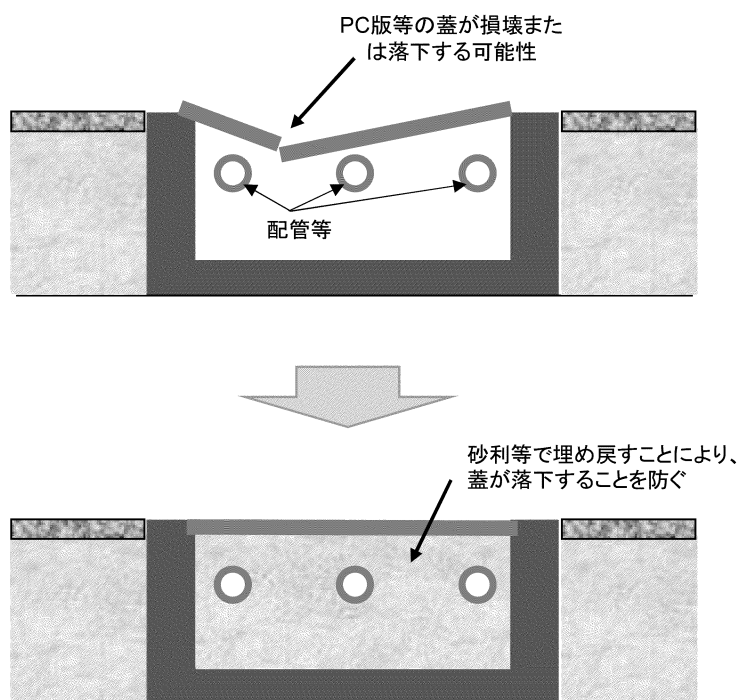
第 3-18 図 液状化及び揺すり込みによる不等沈下評価結果



第 3-19 図 不等沈下による段差発生箇所



第 3-20 図 アクセスルート上の陥没の可能性がある地下構造物位置図



第 3-21 図 陥没対策の概要



第 3-22 図 陥没対策の実施例



	ルート		距離 (約 m)	段差 発生箇所	堆積 土砂撤去	側方 流動解消	所要時間 (分)	累積時間 (分)
		召集・移動 (徒歩)	—	—	—	—	30	30
	①→②	ブルドーザによる復旧	1275	4箇所 (40分)	—	—	79	109 (1.9時間)
	②→③	ブルドーザによる復旧	550	—	—	—	17	126 (2.1時間)
	③→④	ブルドーザによる復旧	230	2箇所 (20分)	—	—	27	153 (2.6時間)
	⑤→⑥	ブルドーザによる復旧	745	—	—	—	23	53 (0.9時間)
	⑥→⑤	ブルドーザによる復旧	745	—	—	—	23	76 (1.3時間)



	ルート		距離 (約 m)	段差 発生箇所	堆積 土砂撤去	側方 流動解消	所要時間 (分)	累積時間 (分)
		召集・移動 (徒歩)	—	—	—	—	30	30
	①→②	ブルドーザによる復旧	495	-	1箇所 (260分)	-	264	294 (4.9時間)
	②→③	ブルドーザによる復旧	450	1箇所 (10分)	-	-	24	318 (5.3時間)
	④→⑤ →①	ブルドーザによる復旧	1515	2箇所 (20分)	-	-	66	96 (1.6時間)
	①→②	ブルドーザによる復旧	495	-	-	-	198 (待機含む)	294 (4.9時間)
	②→⑥	ブルドーザによる復旧	100	1箇所 (10分)	-	-	13	307 (5.2時間)

第 3-23 図 選定したルートの復旧時間評価

可搬型重大事故等対処設備の設計方針

目 次

	頁
1. 概要	T3-別添2-1
2. 設計の基本方針	T3-別添2-2
3. 設備分類	T3-別添2-2
4. 要求機能及び性能目標	T3-別添2-2
5. 機能設計	T3-別添2-2
6. 構造強度設計	T3-別添2-2
6.1 構造強度の設計方針	T3-別添2-3
6.2 荷重及び荷重の組合せ	T3-別添2-3
6.3 機能維持の方針	T3-別添2-3
6.4 波及的影響評価	T3-別添2-4

1. 概要

資料4「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「資料4」という。）にて、今回の申請範囲となる可搬型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ついて、「多重性、多様性及び位置的分散」、「悪影響防止」、「環境条件等」及び「操作性及び試験・検査性」に分け、設計方針を示している。

本資料は、資料4にて設定している可搬型重大事故等対処設備の機能保持に係る設計方針を整理した上で、各設計方針に対して、可搬型重大事故等対処設備の設備分類、要求機能及び性能目標を明確にし、各設備の機能設計等について説明するものである。

2. 設計の基本方針

設計の基本方針については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」に従う。

なお、耐震設計上の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の耐震計算については、主要設備リスト記載機器であるため、資料8「耐震性に関する説明書」のうち資料8-4「機能維持の基本方針」に基づき実施し、耐震計算の方針並びに耐震計算の方法及び結果については、資料8 別添1「可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書」に示す。

3. 設備分類

設備分類については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」に従う。

なお、今回の申請範囲となる可搬型重大事故等対処設備は、すべて車両型設備のうち、小型車両設備に分類される。

4. 要求機能及び性能目標

要求機能及び性能目標については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」に従う。

5. 機能設計

機能設計については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」に従う。

6. 構造強度設計

「4. 要求機能及び性能目標」で設定している、車両型設備が構造強度設計上の性能目標を達成するよう、「5. 機能設計」で設定している各設備が有する機能を踏まえて、構造強度設計の設計方針を設定する。

各設備の構造強度の設計方針を設定し、想定する荷重及び荷重の組合せを設定し、それらの荷重に対し、各設備の構造強度を保持するよう構造強度設計と評価方針を設定する。

可搬型重大事故等対処設備の波及的影響評価については、「6.4 波及的影響評価」に示す。

可搬型重大事故等対処設備の耐震計算の基本方針を、資料8 別添1-1「可搬型重大事故等対処設備等の耐震計算の方針」に示す。可搬型重大事故等対処設備の耐震計算の方法及び結果を、資料8 別添1-3「可搬型重大事故等対処設備等のうち車両型設備の耐震計算書」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、別添1-4「可搬型重大事故等対処設備等の水平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。

6.1 構造強度の設計方針

構造強度の設計方針については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」に従う。

6.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せについては、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」に従う。

6.3 機能維持の方針

「4. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を達成するために、「6.1 構造強度の設計方針」に示す構造を踏まえ、「6.2 荷重及び荷重の組合せ」で設定している荷重条件を考慮して、各設備の構造設計及びそれを踏まえた評価方針を設定する。

6.3.1 車両型設備

車両型設備の構造設計及び評価方針については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」に従う。

なお、基準地震動 S_s による地震力に対する耐震計算の方針については、資料8 別添1-1「可搬型重大事故等対処設備等の耐震計算の方針」に示し、耐震計算の方法及び結果については、資料8 別添1-3「可搬型重大事故等対処設備等のうち車両型設備の耐震計算書」に示す。

6.4 波及的影響評価

波及的影響評価については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」に従う。

設計基準対象施設のうち耐震重要度分類のSクラスに属する施設、重大事故等対処施設のうち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並びにこれらが設置される常設重大事故等対処施設が、下位クラスとしての可搬型重大事故等対処設備の波及的影響によって、それぞれその安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないこととすることを、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の添付資料13-5「波及的影響に係る基本方針」に示す。

可搬型重大事故等対処設備が、周辺機器等からの波及的影響によって重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないこととすることについては、資料4「2.3 環境条件」及び資料4 別添-1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」に示す。

資料 5 発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書

目 次

	頁
1. 概要	T3-添5-1
2. 火災防護の基本方針	T3-添5-2
3. 火災防護の基本事項	T3-添5-3
4. 火災発生防止	T3-添5-4
4.1 発電用原子炉施設の火災発生防止について	T3-添5-5
4.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について	T3-添5-8
4.3 落雷、地震等の自然現象による火災発生防止について	T3-添5-8
5. 火災の感知及び消火	T3-添5-9
6. 火災の影響軽減対策	T3-添5-10
7. 原子炉の安全確保について	T3-添5-11
8. 火災防護計画	T3-添5-12

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 11 条、第 52 条及びそれらの「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（以下「解釈」という）」が、適合することを要求している「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（平成 25 年 6 月 19 日制定）（以下「火災防護に係る審査基準」という）」に基づき設計した火災防護対策（平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」）に対し、送水車導入による影響及び送水車の火災防護対策を説明するものである。

2. 火災防護の基本方針

火災防護の基本方針は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 2 項によるものとする。

3. 火災防護の基本事項

火災防護の基本事項は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 3 項によるものとする。

4. 火災発生防止

発電用原子炉施設は、火災によりその安全性を脅かされることのないよう、以下に示す対策を講じる。

4.1 項では、発電用原子炉施設の火災発生防止として実施する発火性又は引火性物質を内包する設備、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉、発火源、水素並びに過電流による過熱防止に対する対策について説明するとともに、放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備の火災発生防止対策について説明する。

4.2 項では、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対して、原則、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計であることを説明する。

4.3 項では、落雷、地震等の自然現象に対しても、火災の発生防止対策を講じることを説明する。

4.1 発電用原子炉施設の火災発生防止について

(1) 発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止対策

発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止対策は、発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域に対して、漏えいの防止及び拡大の防止、配置上の考慮、換気、防爆、貯蔵のそれぞれを考慮した火災の発生防止対策を講じる。

発火性又は引火性物質は、火災区域又は火災区画にある消防法で危険物として定められる潤滑油及び燃料油並びに高圧ガス保安法で高圧ガスとして定められる水素を選定する。

以下、a 項において、潤滑油及び燃料油を内包する設備に対する火災の発生防止対策、b 項において、水素を内包する設備に対する火災の発生防止対策について説明する。

a. 潤滑油及び燃料油を内包する設備に対する火災の発生防止対策

(a) 潤滑油及び燃料油の漏えい及び拡大防止対策

潤滑油及び燃料油の漏えい及び拡大防止対策は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 4.1 項(1)a. (a)によるものとする。

(b) 油内包機器の配置上の考慮

油内包機器の配置上の考慮は、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の4.1項(1)a. (b)によるものとする。

(c) 油内包機器を設置する火災区域の換気

油内包機器を設置する火災区域の換気は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 4.1 項(1)a. (c)によるものとする。

(d) 潤滑油及び燃料油の防爆対策

潤滑油及び燃料油の防爆対策は、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の4.1項(1)a. (d)によるものとする。

(e) 潤滑油及び燃料油の貯蔵

潤滑油及び燃料油を貯蔵する設備とは、潤滑油及び燃料油を補給するためにこれらを貯蔵する設備のことであり、潤滑油及び燃料油の貯蔵設備には、ディーゼル発電機、空冷式非常

用発電装置、電源車、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）、電源車（緊急時対策所用）、大容量ポンプ及び送水車へ燃料を補給するための燃料油貯油そうがある。

燃料油貯油そうは、以下のとおり、運転に必要な量にとどめて貯蔵する。

イ. 燃料油貯油そうは、タンク容量の設計として7日間（168時間）の外部電源喪失に対してディーゼル発電機等を連続運転するために必要な量（約466m³）とし、この容量に補充時の運用を考慮した量にとどめて貯蔵することを火災防護計画にて定め、管理する。

b. 水素を内包する設備に対する火災の発生防止対策

水素を内包する設備に対する火災の発生防止対策は、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所第3号機の工事計画の資料7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の4.1項(1)b.によるものとする。

(2) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の対策

可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の対策は、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所第3号機の工事計画の資料7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の4.1項(2)によるものとする。

(3) 発火源への対策

発火源への対策は、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所第3号機の工事計画の資料7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の4.1項(3)によるものとする。

(4) 過電流による過熱防止対策

過電流による過熱防止対策は、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所第3号機の工事計画の資料7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の4.1項(4)によるものとする。

(5) 放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策

放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策は、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所第3号機の工事計画の資料7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の4.1項(5)によるものとする。

(6) 放射性廃棄物の処理及び貯蔵設備の火災の発生防止対策

放射性廃棄物の処理及び貯蔵設備の火災の発生防止対策は、平成27年8月4日付け原規規

発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 4.1 項(6)によるものとする。

(7) 電気室の目的外使用の禁止

電気室の目的外使用の禁止は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 4.1 項(7)によるものとする。

4.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について

不燃性材料又は難燃性材料の使用については、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 4.2 項によるものとする。

4.3 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止について

落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止については、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 4.3 項によるものとする。

5. 火災の感知及び消火

火災の感知及び消火は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 5 項によるものとする。

6. 火災の影響軽減対策

火災の影響軽減対策は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 6 項によるものとする。

7. 原子炉の安全確保について

原子炉の安全確保については、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 7 項によるものとする。

8. 火災防護計画

火災防護計画は、発電用原子炉施設全体を対象とした火災防護対策を実施するために策定する。火災防護計画に定める主なものを以下に示す。なお、可搬型重大事故等対処設備である送水車の火災防護対策は(3)a.のとおり。

(1) 組織体制、教育訓練及び手順

組織体制、教育訓練及び手順は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 8 項(1)によるものとする。

(2) 発電用原子炉施設の火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設

発電用原子炉施設の火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 8 項(2)によるものとする。

(3) 可搬型重大事故等対処設備、多様性拡張設備及びその他発電用原子炉施設

可搬型重大事故等対処設備、多様性拡張設備及び(2)で対象とした設備以外の発電用原子炉施設（以下「その他の発電用原子炉施設」という）については、設備等に応じた火災防護対策を行うことについて定める。可搬型重大事故等対処設備、多様性拡張設備及びその他発電用原子炉施設の主要な火災防護対策は以下のとおり。

a. 可搬型重大事故等対処設備

(a) 火災発生防止

- イ. 火災によって重大事故等に対処する機能が同時に喪失しないよう考慮し、分散して保管する。
- ロ. 可搬型重大事故等対処設備のうち、発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備は、溶接構造、シール構造の採用により漏えいの防止対策を講じる。
- ハ. 可搬型重大事故等対処設備の保管に当たっては、保管エリア内での他設備への火災の影響を軽減するため、金属製の容器への収納、不燃シートによる養生、又は距離による離隔を考慮して保管する。

- ニ. 可搬型ホース及び可搬型ケーブルは、通常時は金属製の容器に保管し、使用時は、周囲に可燃物がないよう設置する。
- ホ. 可搬型重大事故等対処設備保管エリア内の潤滑油及び燃料油を内包する機器は、可燃物に隣接する場所には配置しないなどのエリア外への延焼防止を考慮する。
- ヘ. 可搬型重大事故等対処設備の保管エリア内外の境界付近に可燃物を置かない管理を実施する。
- ト. 可搬型重大事故等対処設備は、地震による火災の発生を防止するための転倒防止対策を実施する。
- チ. 竜巻（風（台風）含む。）による火災において、重大事故等に対処する機能が損なわれな
いよう、可搬型重大事故等対処設備の分散配置又は固縛を実施する。

(b) 火災の感知及び消火

- イ. 可搬型重大事故等対処設備保管エリアの火災感知器は、早期に火災感知できるように、固有の信号を発する異なる種類の火災感知器を設置する。
- ロ. 屋外の保管エリアの火災感知は、炎感知器と熱感知器により感知ができる範囲に、可搬型重大事故等対処設備を保管することにより実施する。
- ハ. 屋外の可搬型重大事故等対処設備保管エリアの火災感知器は、故障時に早期に取り替えられるよう予備を保有する。
- ニ. 可搬型重大事故等対処設備の保管エリアの消火のため、消火器及び消火栓を設置する。

b. 多様性拡張設備及びその他の発電用原子炉施設

多様性拡張設備及びその他の発電用原子炉施設は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された高浜発電所第 3 号機の工事計画の資料 7「発電用原子炉施設の火災防護の説明書」の 8 項(3)b. によるものとする。

資料6 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書

目 次

- 資料 6 - 1 溢水等による損傷防止の基本方針
- 資料 6 - 2 防護すべき設備の設定
- 資料 6 - 3 溢水評価条件の設定
- 資料 6 - 4 溢水影響に関する評価

資料 6 - 1 溢水等による損傷防止の基本方針

目 次

	頁
1. 概要	T3-添6-1-1
2. 溢水等による損傷防止の基本方針	T3-添6-1-1
2.1 防護すべき設備の設定	T3-添6-1-1
2.2 溢水評価条件の設定	T3-添6-1-1
2.3 溢水影響に関する評価	T3-添6-1-1
2.4 浸水防護施設の設計方針	T3-添6-1-1

1. 概要

本資料は、今回の工事の計画が「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」第54条（重大事故等対処設備）及び「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」に適合していることを説明するものである。

2. 溢水等による損傷防止の基本方針

送水車の溢水等による損傷防止の基本方針は、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-1「溢水等による損傷防止の基本方針」に従う。

2.1 防護すべき設備の設定

溢水から防護すべき設備について、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-2「防護すべき設備の設定」から、消防ポンプが送水車に変更となる。

2.2 溢水評価条件の設定

溢水から防護すべき設備の溢水評価に用いる溢水源及び溢水量については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-3「溢水評価条件の設定」から、空運用している屋外タンクが変更となる。

2.3 溢水影響に関する評価

溢水から防護すべき設備の溢水評価結果については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-4「溢水影響に関する評価」から、「2.2.2 屋外タンクにおける溢水評価」及び「2.3 建屋外からの流入防止に関する溢水評価」が変更となる。

2.4 浸水防護施設の設計方針

浸水防護施設の設計方針については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-5「浸水防護施設の詳細設計」から変更はない。

資料 6 - 2 防護すべき設備の設定

目 次

	頁
1. 概要	T3-添6-2-1
2. 防護すべき設備の設定	T3-添6-2-1
2.1 防護すべき設備の設定方針	T3-添6-2-1
2.2 防護対象設備の抽出	T3-添6-2-1
2.3 防護すべき設備のうち評価対象の選定について	T3-添6-2-1

1. 概要

本資料は、技術基準規則第12条、第54条及びその解釈並びに評価ガイドを踏まえて、原子炉施設内で発生を想定する溢水の影響から防護すべき設備の設定の考え方を説明するものである。

2. 防護すべき設備の設定

2.1 防護すべき設備の設定方針

防護すべき設備の設定方針については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-2「防護すべき設備の設定」から変更はない。

2.2 防護対象設備の抽出

防護対象設備の抽出については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-2「防護すべき設備の設定」から変更はない。

2.3 防護すべき設備のうち評価対象の選定について

防護すべき設備のうち評価対象の選定について、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-2「防護すべき設備の設定」から、消防ポンプが送水車に変更となる。

資料 6 - 3 溢水評価条件の設定

目 次

	頁
1. 概要	T3-添6-3-1
2. 溢水源及び溢水量の設定	T3-添6-3-1
2.1 建屋内での溢水源及び溢水量の設定	T3-添6-3-1
2.2 建屋外での溢水源及び溢水量の設定	T3-添6-3-1
3. 溢水防護区画及び溢水経路の設定	T3-添6-3-2

1. 概要

本資料は、溢水から防護すべき設備の溢水評価に用いる溢水源及び溢水量並びに溢水防護区画及び溢水経路の設定について説明するものである。

2. 溢水源及び溢水量の設定

2.1 建屋内での溢水源及び溢水量の設定

建屋内での溢水源及び溢水量の設定については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-3「溢水評価条件の設定」から変更はない。

2.2 建屋外での溢水源及び溢水量の設定

2.2.1 海水ポンプにおける溢水

海水ポンプにおける溢水については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-3「溢水評価条件の設定」から変更はない。

2.2.2 タービン建屋における溢水

タービン建屋における溢水については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-3「溢水評価条件の設定」から「第2-11表 タービン建屋の溢水源と溢水量」を以下のとおり変更する。

第2-1表 タービン建屋の溢水源と溢水量

溢水源	溢水量
2次系機器の破損による溢水	約8,000m ³
循環水ポンプの送水による循環水管の破損箇所からの溢水	約42,600m ³
E. L. の屋外タンクの破損による溢水	約6,500m ³
タービン建屋内の溢水水位の方が津波来襲時の放水ピット水位より低い場合の津波の流入	約2,000m ³
合 計	約59,100m ³

2.2.3 屋外タンク及び別ハザードからの溢水

屋外タンクからの溢水については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-3「溢水評価条件の設定」から「第2-14表 空運用している屋外タンク」を以下のとおり変更する。

第2-2表 空運用している屋外タンク

タンク名称	純水タンク	淡水タンク	タービン油計量 タンク
ユニット	3・4号機	3・4号機	3・4号機
基数	2基	3基	1基
設置高さ	E. L. <input type="text"/>	E. L. <input type="text"/>	E. L. <input type="text"/>
容量	6,000m ³	6,000m ³	130kℓ
内径	21.3m	21.3m	5.5m
高さ (胴板高さ)	17.259m	17.259m	6.0m
運用水位	A-2次系純水タンク 0% B-2次系純水タンク 100%	A-淡水タンク 0% B, C-淡水タンク 100%	0%

3. 溢水防護区画及び溢水経路の設定

溢水防護区画及び溢水経路の設定については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-3「溢水評価条件の設定」から変更はない。

資料 6 - 4 溢水影響に関する評価

目 次

	頁
1. 概要	T3-添6-4-1
2. 溢水評価	T3-添6-4-1
2.1 建屋内の防護すべき設備に関する溢水評価	T3-添6-4-1
2.2 建屋外の防護すべき設備に関する溢水評価	T3-添6-4-1
2.3 建屋外からの流入防止に関する溢水評価	T3-添6-4-2
2.4 管理区域外への漏えい防止に関する溢水評価	T3-添6-4-2

1. 概要

本資料は、防護すべき設備に対して、原子炉施設内で発生を想定する溢水の影響により、防護すべき設備が要求される機能を損なうおそれのないことを評価する。また、放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管が破損することにより発生を想定する放射性物質を含む液体が、管理区域外へ漏えいしないことを評価する。

2. 溢水評価

2.1 建屋内の防護すべき設備に関する溢水評価

建屋外の防護すべき設備に関する溢水評価については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-4「溢水影響に関する評価」から変更はない。

2.2 建屋外の防護すべき設備に関する溢水評価

2.2.1 海水ポンプ室における溢水評価

海水ポンプ室における溢水評価については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-4「溢水影響に関する評価」から変更はない。

2.2.2 屋外タンクにおける溢水評価

(1) 評価方法

屋外タンクで発生を想定する溢水並びに竜巻による溢水により、屋外に設置される防護すべき設備が機能を損なうおそれのないことを評価する。

(2) 判定基準

屋外で発生を想定する溢水水位と、屋外の防護すべき設備の機能喪失高さを比較し、防護すべき設備が没水して要求される機能を損なうおそれのないこと。

(3) 評価結果

評価結果については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-4「溢水影響に関する評価」から以下のとおり変更となる。

屋外に設置されるタンクからの発生を想定する溢水を踏まえ、最も水位が高い屋外エリアにおける溢水水位は約 m である。屋外に設置される重大事故等対処設備の機能喪失高さは、溢水水位約 m を超えることから要求される機能を損なうおそれはない。

2.3 建屋外からの流入防止に関する溢水評価

建屋外からの流入防止に関する溢水評価結果については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-4「溢水影響に関する評価」から以下のとおり変更となる。

(1) 評価方法

考慮すべき溢水源として抽出されるタービン建屋及び屋外タンクで発生を想定する溢水については、資料6-3「溢水評価条件の設定」、竜巻による溢水については平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-3「溢水評価条件の設定」のうち「2.2 建屋外での溢水源及び溢水量の設定」において設定される溢水量を踏まえ、防護すべき設備が設置される海水ポンプ室及び建屋内へ溢水が伝播するおそれのないことを評価する。

(2) 判定基準

防護すべき設備が設置される建屋外からの溢水が、防護すべき設備が設置される海水ポンプ室の堰の高さ及び建屋の開口部高さを超えて海水ポンプ室及び建屋内へ伝播するおそれがなく、海水ポンプ室及び建屋内の防護すべき設備が要求される機能を損なうおそれのないこと。

(3) 評価結果

海水ポンプ室周辺で発生する溢水水位は、資料6-3「溢水評価条件の設定」のうち「2.2 建屋外での溢水源及び溢水量の設定」において評価される溢水量を踏まえ、防護すべき設備が設置される海水ポンプ室周辺の溢水水位は、海水ポンプ室の堰の高さを超えることはないことから、要求される機能を損なうおそれがない。

タービン建屋内で発生する溢水水位は、資料6-3「溢水評価条件の設定」のうち「2.2 建屋外での溢水源及び溢水量の設定」において評価される溢水量を踏まえ、屋外タンクで発生を想定する溢水及び竜巻による溢水はタービン建屋へ流入するため、タービン建屋の開口部から流出しないと想定した場合、溢水水位はE. L. となり、中間建屋及び制御建屋連絡通路レベルへ到達するが、中間建屋及び制御建屋に水密扉を設置しており、当該建屋内へ溢水は伝播するおそれがなく、建屋内の防護すべき設備が要求される機能を損なうおそれがない。

2.4 管理区域外への漏えい防止に関する溢水評価

管理区域外への漏えい防止に関する溢水評価については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料8-4「溢水影響に関する評価」から変更はない。

資料7 発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊
に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書

目 次

	頁
1. 概要	T3-添7-1
2. 基本方針	T3-添7-1
3. 評価	T3-添7-1
3.1 高速回転機器の損壊による飛散物	T3-添7-1
3.1.1 評価方針	T3-添7-1
3.1.2 評価内容	T3-添7-1
3.1.3 評価結果	T3-添7-2

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条第1項第5号及びその「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（以下「解釈」という）」に基づき、悪影響防止として高速回転機器が飛散物とならないことについて説明するものである。

機器の損壊に関しては、高速回転機器のうち新たな重大事故等対処設備が今回の申請範囲となることにより、これらの高速回転機器がオーバースピードに起因する損壊に伴う飛散物とならないことを説明する。

2. 基本方針

新たな重大事故等対処設備については、高速回転機器の損壊により飛散物とならないように保護装置を設ける等オーバースピードとならない設計とする。

3. 評価

発電用原子炉施設の安全性を損なうことが想定される高速回転機器については、損壊に伴う飛散物とならないことを評価する。今回の申請範囲となる高速回転機器である新たな重大事故等対処設備は送水車である。

3.1 高速回転機器の損壊による飛散物

3.1.1 評価方針

ポンプ、ファン等の回転機器は、使用材料の検査、製品の品質管理、規格等に基づき安全設計及び定期検査により損壊防止を図ること、並びにディーゼル駆動補機については、調速装置及び非常調速装置を設けることにより損壊防止対策が十分実施される。具体的な回転機器のオーバースピードに起因する損壊防止対策については、「3.1.2 評価内容」により評価し、必要に応じ設計上考慮する。

3.1.2 評価内容

ディーゼル機関を駆動源とする送水車には、各々調速装置及び保護装置として非常調速装置を設ける設計とする。

調速装置は、通常運転時の定格回転速度を一定に制御する機能及び事故時等の回転速度上昇を抑制する機能を有しており、事故時等において回転速度が定格回転速度以上に上昇しても、調速装置の機能により非常調速装置が作動する回転速度未満

に制御できるように設計する。

非常調速装置は、万一、調速装置が機能することなく異常な過回転が生じた場合においても、「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」及び「発電用火力設備の技術基準の解釈」に適合する定格回転速度の1.16倍を超えない範囲で作動し機器を自動停止させることにより、本設定値以上のオーバースピードとならない設計とし、オーバースピードに起因する機器の損壊を防止する。

また、各機器については非常調速装置が実作動するまでのオーバースピード状態においても構造上十分な機械的強度を有する設計とし、非常調速装置については、各機器をオーバースピード状態にして非常調速装置の作動確認を行うとともに、非常調速装置が実作動するまでのオーバースピード状態の健全性を確認することにより、機器の損壊を防止する。

3.1.3 評価結果

回転機器のオーバースピードに起因する損壊に関して「3.1.2 評価内容」により評価した結果、ディーゼル駆動補機である送水車については、調速装置及び保護装置として非常調速装置を設けること、並びに非常調速装置が実作動するまでのオーバースピード状態においても構造上十分な機械的強度を有する設計とすることにより、オーバースピードに起因する機器の損壊を防止している。非常調速装置については、各機器共に非常調速装置の作動確認を行っていること、及びオーバースピード状態における各機器の健全性を確認しているため、機器が損壊することはなく、損壊によるミサイルは発生しない。

以上

資料 8 耐震性に関する説明書

目 次

資料 8-1 耐震設計の基本方針

資料 8-2 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要

資料 8-3 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

資料 8-4 機能維持の基本方針

資料 8-5 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

別添 1 可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書

別添 1-1 可搬型重大事故等対処設備等の耐震計算の方針

別添 1-2 可搬型重大事故等対処設備等の保管エリア等における入力地震動

別添 1-3 可搬型重大事故等対処設備等のうち車両型設備の耐震計算書

別添 1-4 可搬型重大事故等対処設備等の水平 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

別紙 計算機プログラム（解析コード）の概要

資料8-1 耐震設計の基本方針

目 次

	頁
1. 概要	T3-添8-1-1
2. 耐震設計の基本方針	T3-添8-1-1
3. 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備の分類	T3-添8-1-1
4. 設計用地震力	T3-添8-1-1
5. 機能維持の基本方針	T3-添8-1-1
6. 構造計画と配置計画	T3-添8-1-1
7. 耐震計算の基本方針	T3-添8-1-1

1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の耐震設計が「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5条及び第50条（地震による損傷の防止）に適合することを説明するものである。なお、上記条文以外への適合性を説明する各資料にて基準地震動 S_s に対して機能を保持するとしているものとして、第54条の係る可搬型重大事故等対処設備等の耐震性については別添1にて説明する。

2. 耐震設計の基本方針

耐震設計の基本方針については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の2項によるものとする。

3. 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備の分類

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ついては、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の3項によるものとする。

4. 設計用地震力

設計用地震力については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の4項によるものとする。

5. 機能維持の基本方針

機能維持の基本方針については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の5項によるものとする。

6. 構造計画と配置計画

構造計画と配置計画については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の6項によるものとする。

7. 耐震計算の基本方針

構造計画と配置計画については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」の10項によるものとする。

資料 8 - 2 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要

目 次

	頁
1. 概要	T3-添8-2-1
2. 基本方針	T3-添8-2-1
3. 敷地周辺の地震発生状況	T3-添8-2-1
4. 地震の分類	T3-添8-2-1
5. 敷地地盤の振動特性	T3-添8-2-1
6. 基準地震動 S_s	T3-添8-2-1
7. 弾性設計用地震動 S_d	T3-添8-2-1
8. 参考文献	T3-添8-2-2

1. 概要

本資料は、資料 8-1「耐震設計の基本方針」のうち「2.1 基本方針」に基づき、耐震設計に用いる基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d について説明するものである。

2. 基本方針

基準地震動 S_s は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、開放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定している。

弾性設計用地震動 S_d は、基準地震動 S_s との応答スペクトルの比率が目安として 0.5 を下回らないよう基準地震動 S_s に係数を乗じて設定している。

基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d は、ともに設置（変更）許可を受けたものを用いる。

基準地震動 S_s の策定は設置（変更）許可申請書の添付書類六「5. 地震」、弾性設計用地震動 S_d の策定は、設置（変更）許可申請書の添付書類八「1.4 耐震設計」に記載のとおりである。

3. 敷地周辺の地震発生状況

敷地周辺の地震発生状況については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」の2項によるものとする。

4. 地震の分類

地震の分類については、平成 27 年 8 月 4 日付け、原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」の 3 項によるものとする。

5. 敷地地盤の振動特性

敷地地盤の振動特性については、平成 27 年 8 月 4 日付け、原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」の 4 項によるものとする。

6. 基準地震動 S_s

基準地震動 S_s については、平成 27 年 8 月 4 日付け、原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」の 5 項によるものとする。

7. 弾性設計用地震動 S_d

弾性設計用地震動 S_d については、平成 27 年 8 月 4 日付け、原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」の 6 項によるものとする。

8. 参考文献

参考文献については、平成 27 年 8 月 4 日付け、原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-2 「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」の 7 項によるものとする。

資料 8-3 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

目 次

	頁
1. 概要	T3-添8-3-1
2. 基本方針	T3-添8-3-1
3. 水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動	T3-添8-3-1
4. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力に対する影響評価方針	T3-添8-3-1

1. 概要

本資料は、平成 27 年 8 月 4 日付け、原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-1「耐震設計の基本方針」のうち、「4.1 地震力の算定法(2)動的地震力」に基づき、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の方針について説明するものである。

2. 基本方針

基本方針については、平成 27 年 8 月 4 日付け、原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-8「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 2 項によるものとする。

3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動については、平成 27 年 8 月 4 日付け、原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-8「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 3 項によるものとする。

4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対する影響評価方針

各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対する影響評価方針については、平成 27 年 8 月 4 日付け、原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-8「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 項によるものとする。

資料8-4 機能維持の基本方針

目 次

	頁
1. 概要	T3-添8-4-1
2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力	T3-添8-4-1
3. 構造強度	T3-添8-4-1
4. 機能維持	T3-添8-4-1

1. 概要

本資料は、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-1「耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に示す設計用地震力の算定方法及び「5. 機能維持の基本方針」に示す機能維持の考え方にに基づき、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の機能維持に関する基本的な考え方を説明するものである。

2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力

機能維持の確認に用いる設計用地震力については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-9「機能維持の基本方針」の2項によるものとする。

3. 構造強度

構造強度については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-9「機能維持の基本方針」の3項によるものとする。

4. 機能維持

機能維持については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-9「機能維持の基本方針」の4項によるものとする。

資料 8 - 5 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

目 次

	頁
1. 概要	T3-添8-5-1
2. 水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動	T3-添8-5-1
3. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の検討結果	T3-添8-5-1
4. まとめ	T3-添8-5-1

1. 概要

本資料は、資料8-1「耐震設計の基本方針」のうち「7. 耐震計算の基本方針」及び資料8-3「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」に基づき、水平2方向及び鉛直方向地震力により、施設が有する耐震性に及ぼす影響について評価した結果を説明するものである。

2. 水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-19「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」の2項によるものとする。

3. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の検討結果

各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の検討結果については、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-19「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」の3項によるものとする。

4. まとめ

まとめについては、平成27年8月4日付け、原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料13-19「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」の4項によるものとする。

可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書

可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書は以下の資料より構成されている。

- 別添1-1 可搬型重大事故等対処設備等の耐震計算の方針
- 別添1-2 可搬型重大事故等対処設備等の保管エリア等における入力地震動
- 別添1-3 可搬型重大事故等対処設備等のうち車両型設備の耐震計算書
- 別添1-4 可搬型重大事故等対処設備等の水平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

可搬型重大事故等対処設備等の耐震計算の方針

目 次

頁

1. 概要	T3-別添1-1-1
2. 耐震評価の基本方針	T3-別添1-1-2
2.1 評価対象設備	T3-別添1-1-2
2.2 評価方針	T3-別添1-1-2
3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界	T3-別添1-1-7
3.1 荷重及び荷重の組合せ	T3-別添1-1-7
3.2 許容限界	T3-別添1-1-7
4. 耐震評価方法	T3-別添1-1-12
4.1 車両型設備	T3-別添1-1-12
4.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮	T3-別添1-1-18
5. 適用規格	T3-別添1-1-18

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」（以下「解釈」という。）に適合する設計とするため、資料 4「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「資料 4」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「資料 4 の別添 2」という。）にて設定する構造強度上の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等が、基準地震動 S_s による地震力において必要な機能を損なわない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等への基準地震動 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 50 条の対象ではない。

可搬型重大事故等対処設備等の地震応答解析等に使用する保管場所の入力地震動は、別添 1-2「可搬型重大事故等対処設備等の保管エリア等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、別添 1-3「可搬型重大事故等対処設備等のうち車両型設備の耐震計算書」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、別添 1-4「可搬型重大事故等対処設備等の水平 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等の耐震評価は、「2.1 評価対象設備」に示す評価対象設備を対象として、転倒評価、構造強度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及び設計基準事故に対処するための機能を損なわないことを確認する。また、波及的影響の評価を実施し、他の設備のうち、当該設備以外の可搬型重大事故等対処設備等に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等は、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を適切に組み合わせて実施する。影響評価方法は「4.2 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、資料 4 の別添 2 の「3. 設備分類」に設定している車両型設備を対象とする。

資料 4 の別添 2 にて設定している対象設備の構造計画を第 2-1 表に示す。

2.2 評価方針

可搬型重大事故等対処設備等の耐震評価は、資料 4 の別添 2 の「3. 設備分類」に設定している車両型設備定める「地震応答解析」、「加振試験」、「転倒評価」、「応力評価」、「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等の耐震評価の評価対象部位は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 6「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」の別添 2「可搬型重大事故等対処設備等の設計方針」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、第 2-2 表に示すとおり設定する。

2.2.1 車両型設備

(1) 応力評価

車両型設備の応力評価については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備等の設計方針」の「6.3.1(2)b. 構造強度 (a) 小型車両設備」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内燃機関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とど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、「4.1 車両型設備 (2) 応力評価」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内燃機関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、実機における車両応答の不確実さを考慮し、加速度が大きくなる加振試験で測定された車両頂部の加速度を用いる。

(2) 転倒評価

車両型設備の転倒評価については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備等の設計方針」の「6.3.1(2)a. 転倒 (a) 小型車両設備」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 車両型設備 (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。

(3) 機能維持評価

車両型設備の支持機能、移動機能、動的機能評価については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画の資料6「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」の別添2「可搬型重大事故等対処設備等の設計方針」の「6.3.1(2)d. 支持維持、移動機能 (a) 小型車両設備」及び「6.3.1(2)c. 動的及び電氣的機能 (a) 小型車両設備」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加速度が、加振試験により車両部の支持機能及び車両としての自走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内燃機関は、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加速度が、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 車両型設備 (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。

(4) 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、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 6「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」の別添 2「可搬型重大事故等対処設備等の設計方針」の「6.4.1 車両型設備」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バネ構造を有するため、設備に生じる地震荷重により、大きな傾きが生じることから、基準地震動 S_s による地震力に対し、他の可搬型重大事故等対処設備等に対して波及的影響を及ぼさないことを、設備の傾き及び横すべりによる車両頂部の変位量が、一台当たり、前後方向 mm 及び左右方向 mm に設定した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 車両型設備 (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の最大変位量を基に評価を行う。

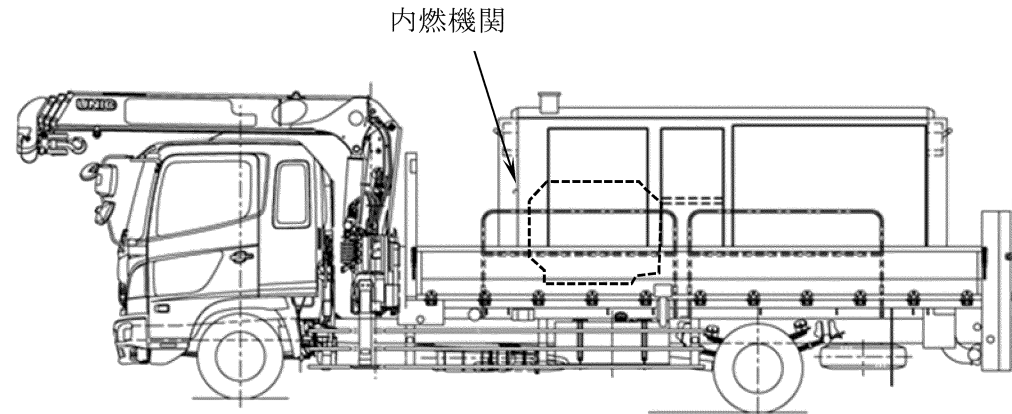
以上を踏まえ、以降では、可搬型重大事故等対処設備等の耐震計算に用いる荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界について、「3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」に示し、車両型設備の耐震評価方法を評価項目ごとに「4. 耐震評価方法」に示す。

第 2-1 表 可搬型重大事故等対処設備等の構造計画

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>屋外の可搬型重大事故等対処設備等は、資料 4 の要求を満たす地盤安定性を有する保管場所として、</p> <div style="border: 2px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>			
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、自走にて移動できる構造とし、車両、内燃機関等により構成する。	内燃機関は、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。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。	第 2-1 図

第 2-2 表 可搬型重大事故等対処設備等 応力評価対象部位

機器名称	設備	評価対象部位		選定理由
		直接 支持構造物	間接 支持構造物	
送水車	車両型 設備	内燃機関 取付ボルト	コンテナ 取付ボルト	<p>内燃機関は、JEAG4601-1987 において応力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。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 JEAG4601-1987 に記載されている内燃機関と同等の構造とみなすことができるため、評価対象は内燃機関の取付ボルトを対象とする。</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、コンテナの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>



第 2-1 図 車両型設備

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等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等のうち、屋外に保管している設備の自然現象の考慮については、資料 2「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」に設定する荷重及び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、資料 4 の別添 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、積雪荷重及び風荷重が挙げられる。地震と組み合わせる荷重の設定に当たっては、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-9「機能維持の基本方針」の第 3-1 図 耐震計算における積雪荷重及び風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。風荷重について、車両型設備は、風を一面に受ける構造と違い、風は隙間を吹き抜けやすい構造となっており、また車両型設備には内燃機関等の重量物が積載され重量が大きいことから、風荷重については無視できる。

3.2 許容限界

許容限界は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 6「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」の別添 2「可搬型重大事故等対処設備等の設計方針」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、評価対象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を第 3-1 表から第 3-2 表に示す。

各設備の許容限界の詳細は、各計算書にて評価対象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、JEAG4601・補-1984 に規定されているその他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。

3.2.1 車両型設備

(1) 応力評価

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ために必要となる内燃機関等の機器を車両に取付ボルトで固定し、主要な構造部材が持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、車両型設備は、「2.2.1 (1) 応力評価」に設定している評価方針として、踏まえ、資料 8-4「機能維持の基本方針」に設定している、JEAG4601・補-1984 を適用し、許容応力状態 IV_{AS} の許容応力以下とすることを許容限界として設定する。

(2) 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ために必要となる内燃機関等を車両に取付ボルトで固定し、車両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 (2) 転倒評価」に設定している評価方針として、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。

(3) 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内燃機関等の炉心等へ冷却水を送水する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並びに車両としての自走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 (3) 機能維持評価」に設定している評価方針として、踏まえ、加振試験により支持機能、移動機能、動的機能が維持できることを許容限界として設定する。

(4) 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等に固定せずに保管し、車両全体が安定性を有し、主要な構造部材が送水機能及び支持機能を維持可能な構造強度を有し、当該設備の傾き及び横すべりにより、他の設備のうち、当該設備以外の可搬型重大事故等対処設備等に波及的影響を及ぼさないよう隣接する他の可搬型重大事故等対処設備等に対し離隔距離を確保し、保管する設計とする。

そのため、車両型設備は、「2.2.1 (4) 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、車両型設備の加振試験にて確認した車両の最大変位量が、他の可搬型重大事故等対処設備等との接触、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、発電所における敷地の制限、可搬型重大事故等対処設備等の作業性及び運用性を踏まえた離隔距離の範囲内であること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。

第 3-1 表 設備ごとの荷重の組合せ及び許容限界

評価対象設備	評価部位	荷重の組合せ	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	支持部の取付ボルト (第 3-2 表)	D+Ss	引張、 せん断組合せ	部材の降伏	JEAG4601・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。

第 3-2 表 支持部の取付ボルトの許容応力

	耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許容限界 ^{(注1)(注2)(注4)}	
				一次応力	
				引張 ^(注3)	せん断 ^(注3)
取付ボルト	—	D+Ss	IV _A S	$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$

(注 1) f_t^* , f_s^* : JSME S NC1 SSB-3121.1(1)a 本文中 S_y 及び $S_y(RT)$ を $1.2S_y$ 及び $1.2S_y(RT)$ と読み替えて算出した値 (JSME S NC1 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。

(注 2) JEAG4601・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。

(注 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。その際の許容応力値は、JSME S NC1 SSB-3133 に基づき、 $\text{Min} (1.4(1.5f_t^*) - 1.6\tau_b, 1.5f_t^*)$ とする。

(注 4) 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。

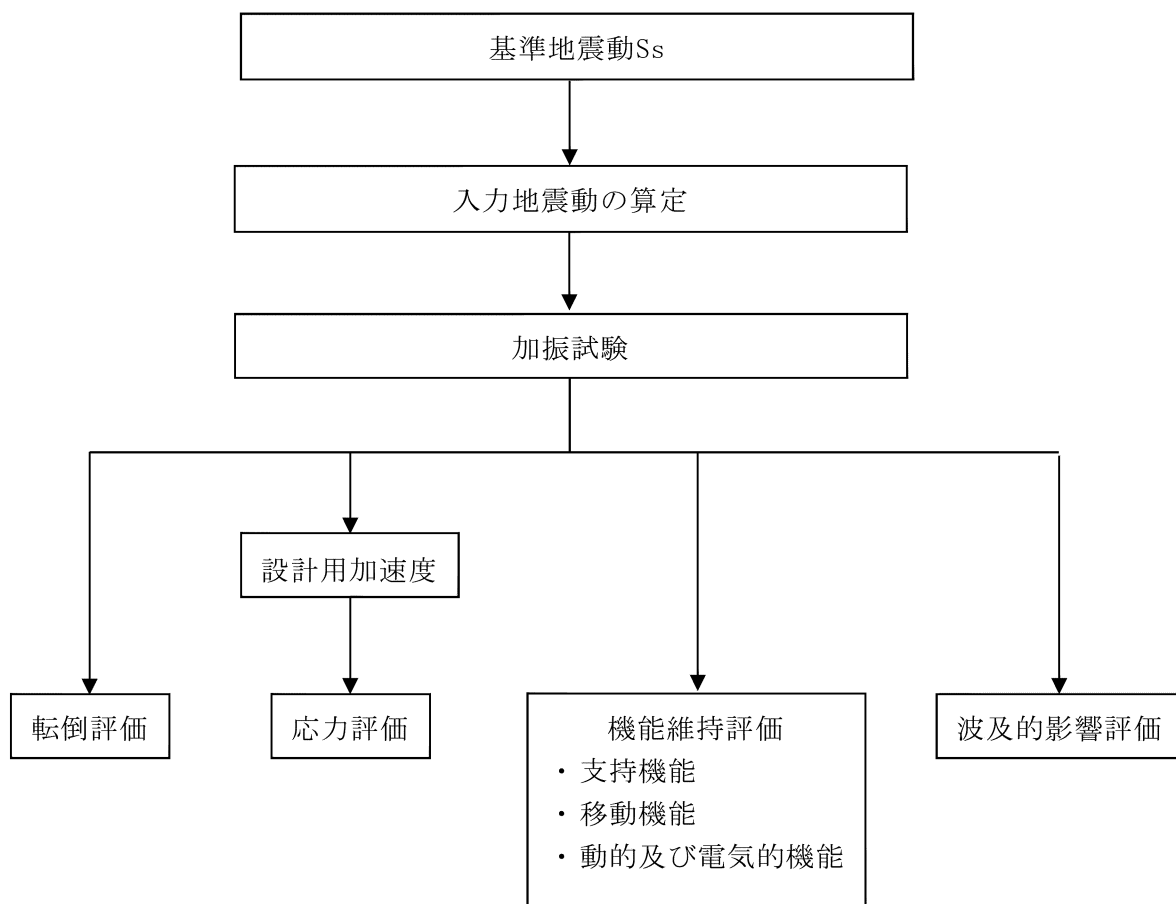
4. 耐震評価方法

可搬型重大事故等対処設備等の耐震評価のうち、車両型設備は、以下の「4.1 車両型設備」に示す「地震応答解析」、「加振試験」、「転倒評価」、「応力評価」、「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、重大事故等及び設計基準事故に対処するための機能を維持するために、応力評価、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図を第4-1図に示す。



第4-1図 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、重大事故等及び設計基準事故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、別添 1-2 「可搬型重大事故等対処設備等の保管エリア等における入力地震動」に示す、各対象設備の保管エリアごとに算定した入力地震動を用いる。

(2) 応力評価

a. 直接支持構造物

車両型設備の直接支持構造物の応力評価は、以下に示す「(a) 車両型設備の評価式」に従って、評価対象部位について、JEAG4601・補-1984に規定されている内燃機関等の取付ボルト、基礎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車両頂部の加速度を1.2倍した上で設計用水平加速度及び設計用鉛直加速度として設定し、応力評価を行う。

計算モデル例を第4-2図に、応力評価に使用する記号を第4-1表に示す。

(a) 車両型設備の評価式

イ. 応力評価に使用する記号の定義

応力評価に使用する記号を第4-1表に示す。

ロ. 引張応力

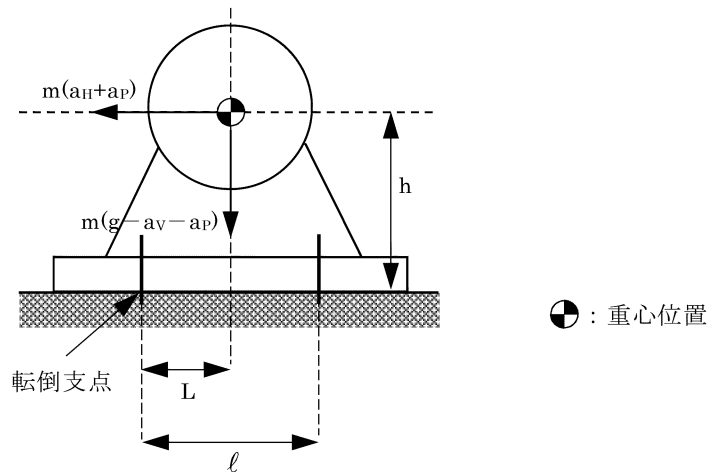
$$\sigma_{bt} = \frac{m \cdot (a_H + a_p) \cdot h + M_p - m \cdot (g - a_v - a_p) \cdot L}{N \cdot A_b \cdot \ell}$$

ハ. せん断応力

$$\tau_{bs} = \frac{m \cdot (a_H + a_p)}{n \cdot A_b}$$

第 4-1 表 応力評価に使用する記号

記号	単位	定 義
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	据付面から重心までの高さ
L	mm	重心と取付ボルト間の水平方向距離
ℓ	mm	支点としている取付ボルトより最大引張応力がかかる取付ボルトまでの距離
m	kg	機器の運転時質量
M_P	$\text{N}\cdot\text{mm}$	回転体回転により働くモーメント
N	—	引張力の作用する取付ボルトの評価本数
n	—	取付ボルトの総本数
σ_{bt}	MPa	取付ボルトの最大引張応力
τ_{bs}	MPa	取付ボルトの最大せん断応力



第 4-2 図 直接支持構造物の計算モデル例

b. 間接支持構造物

車両型設備の間接支持構造物の応力評価は、「a. 直接支持構造物 (a) 車両型設備の評価式」に従って、評価対象部位について、JEAG4601・補-1984 に規定されている内

燃機関等の取付ボルト、基礎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車両頂部の加速度を 1.2 倍した上で設計用水平加速度及び設計用鉛直加速度として設定し、応力評価を行う。

計算モデル例を第 4-3 図に示し、応力評価に使用する記号を第 4-2 表に示す。

第 4-2 表 応力評価に使用する記号

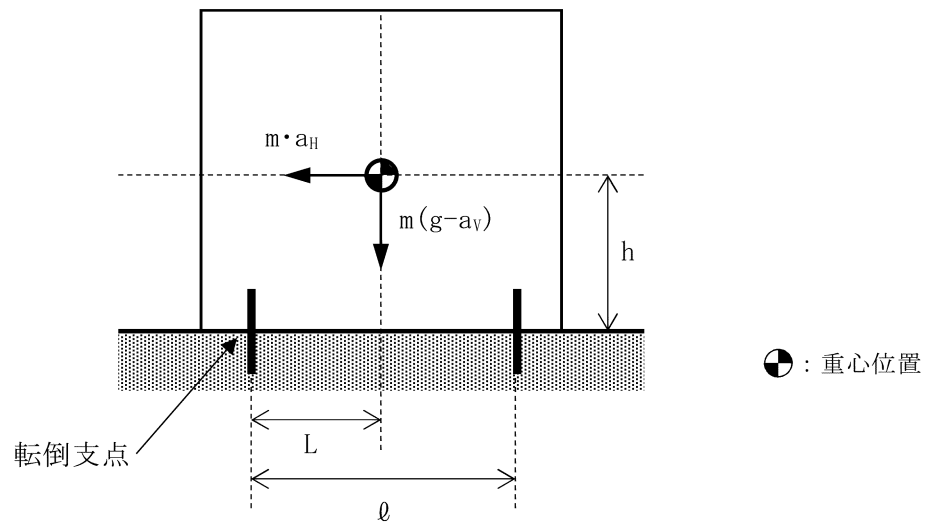
記号	単位	定 義
A_b	mm^2	取付ボルトの軸断面積
a_H	m/s^2	設計用水平加速度
a_V	m/s^2	設計用鉛直加速度
g	m/s^2	重力加速度
h	mm	据付面から重心までの高さ
L	mm	重心と取付ボルト間の水平方向距離
ℓ	mm	支点としている取付ボルトより最大引張応力がかかる取付ボルトまでの距離
m	kg	機器の運転時質量
N	—	引張力の作用する取付ボルトの評価本数
n	—	取付ボルトの総本数
σ_{bt}	MPa	取付ボルトの最大引張応力
τ_{bs}	MPa	取付ボルトの最大せん断応力

(a) 引張応力

$$\sigma_{bt} = \frac{m \cdot a_H \cdot h - m \cdot (g - a_V) \cdot L}{N \cdot A_b \cdot \ell}$$

(b) せん断応力

$$\tau_{bs} = \frac{m \cdot a_H}{n \cdot A_b}$$



第 4-3 図 間接支持構造物の計算モデル例

(3) 転倒評価

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「機能確認済加速度」という。）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、JEG4601-1991 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加速度が、地震力に伴う浮き上がりを考慮しても、加振試験により車両部の支持機能及び車両としての自走又は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加速度が、地震力に伴う浮き上がりを考慮しても、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の最大変位量が、他の可搬型重大事故等対処設備等との離隔距離の範囲内であることにより確認する。

4.2 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合せたものに対する可搬型重大事故等対処設備等の有する耐震性に及ぼす影響については、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-8「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、別添 1-4「可搬型重大事故等対処設備等の水平 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

適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版を含む）」＜第 I 編 軽水炉規格＞ JSME S NC1-2005/2007」（日本機械学会）（以下「JSME S NC1」という。）
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」（社）日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984」（社）日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」（社）日本電気協会
- ・「機械工学便覧 基礎編」（社）日本機械学会（1987）

可搬型重大事故等対処設備等の保管エリア等における入力地震動

目 次

	頁
1. 概要	T3-別添1-2-1
2. 可搬型重大事故等対処設備等保管エリアの入力地震動	T3-別添1-2-3
2.1 入力地震動の算定方針	T3-別添1-2-3
2.2 保管エリアの入力地震動	T3-別添1-2-4
2.2.1 入力地震動の算定	T3-別添1-2-4
2.2.2 入力地震動の算定結果	T3-別添1-2-7

1. 概要

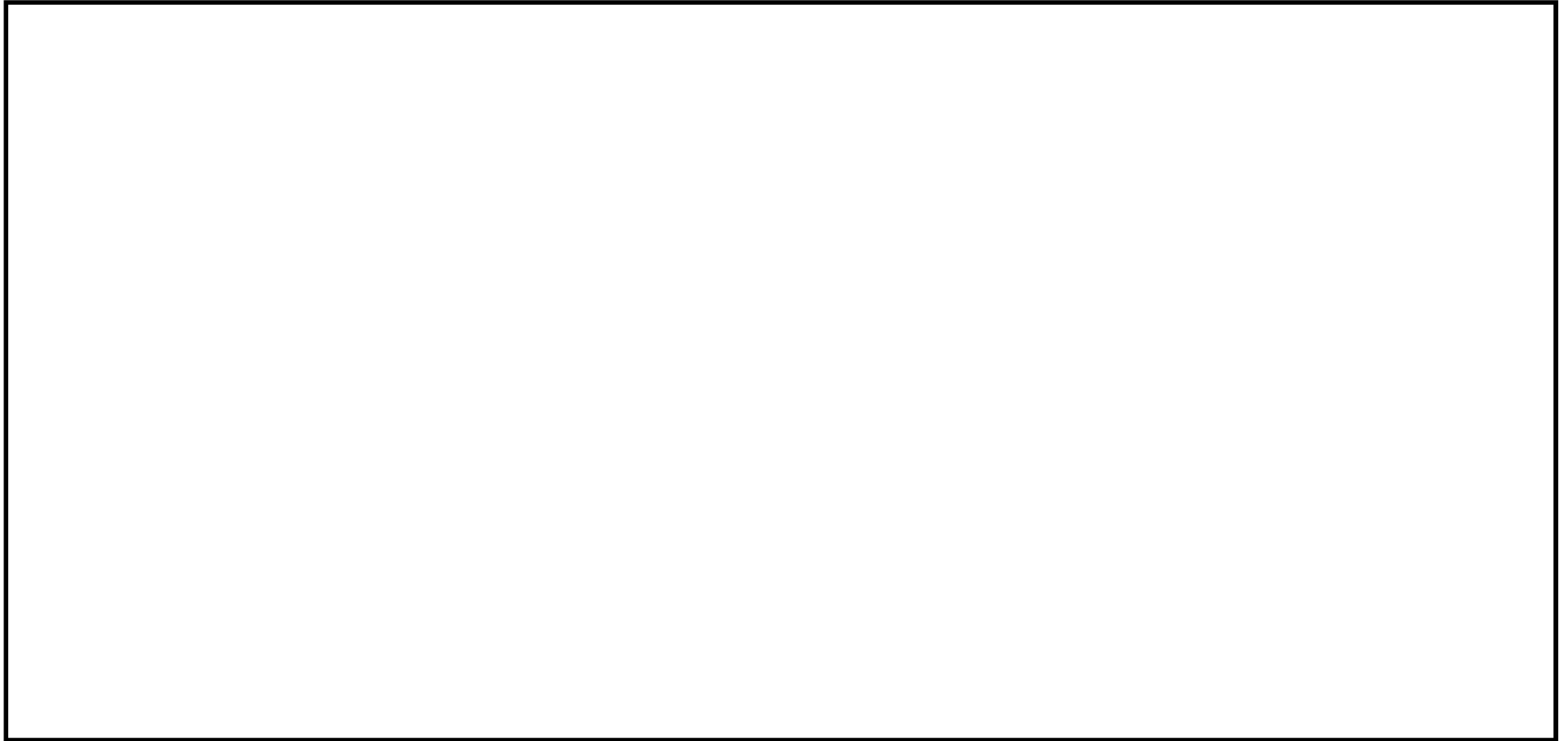
本資料は、別添 1-1「可搬型重大事故等対処設備等の耐震計算の方針」に示すとおり、可搬型重大事故等対処設備等保管エリア等に保管する可搬型重大事故等対処設備等について、その地震応答解析等に際して必要となる入力地震動を求めるために行う、基準地震動 S_s を基にした各保管エリアの地盤等の地震応答解析について説明するものである。

評価対象は可搬型重大事故等対処設備等を保管している以下の場所とする。可搬型重大事故等対処設備等保管エリアの位置図を第 1-1 図に示す。

本資料には、可搬型重大事故等対処設備等の耐震評価に使用する加速度時刻歴及び設備への影響を検討するための入力地震動の基本的な特性を示す加速度応答スペクトルを示す。

本資料に示した各保管エリアの入力地震動を基に、別添 1-3「可搬型重大事故等対処設備等のうち車両型設備の耐震計算書」において、対象設備の入力地震動を設定する。





第 1-1 図 可搬型重大事故等対処設備等保管エリア 位置図

2. 可搬型重大事故等対処設備等保管エリアの入力地震動

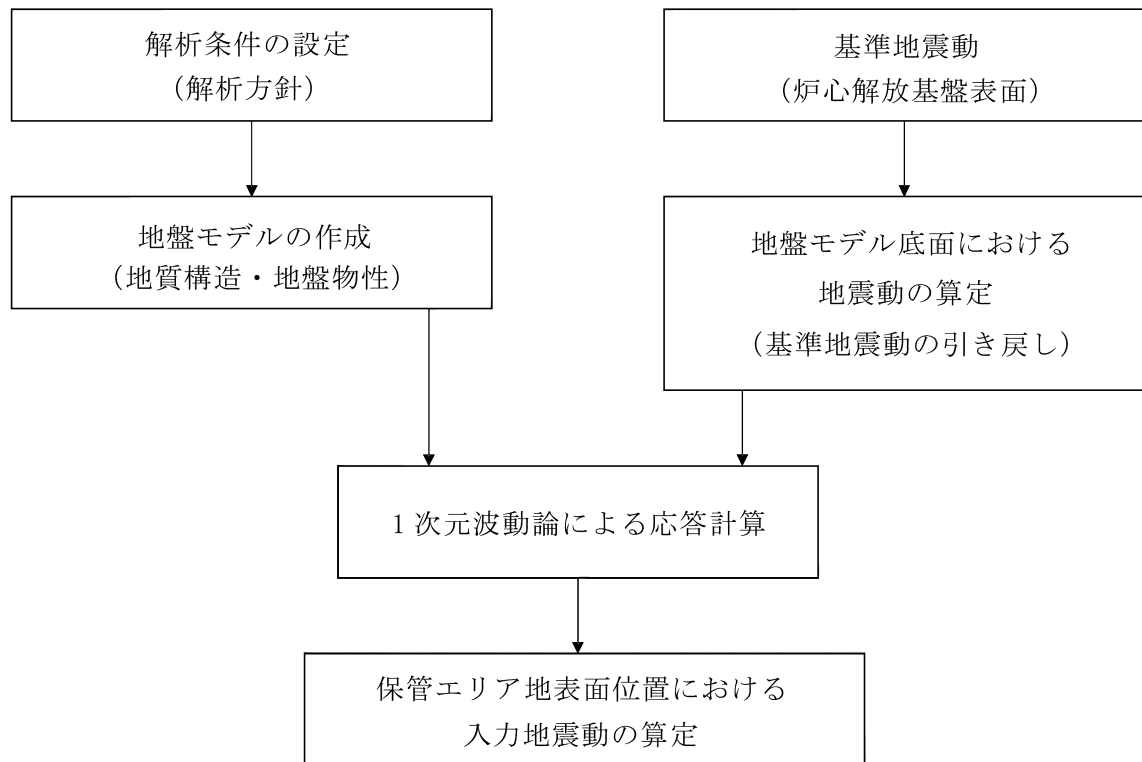
2.1 入力地震動の算定方針

入力地震動は、水平方向及び鉛直方向に対して、解放基盤面で定義される基準地震動 S_s を基に、各保管エリアでの地盤条件を考慮し、地盤の地震応答解析により評価する。

基準地震動 S_s は資料 8-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」による。

地盤の地震応答解析は、1次元波動論により行う。解析コードは microSHAKE/3D Ver. 2.0.1.179 を用いる。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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

1次元波動論による入力地震動の評価フローを第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 入力地震動の評価フロー図

2.2 保管エリアの入力地震動

2.2.1 入力地震動の算定

(1) 地盤の解析モデル

a. 解析領域

解析領域は、各保管エリアの地表面標高から原則としてE.L. までとする。

b. 境界条件

解析領域の底面には、エネルギーの逸散効果を考慮し、粘性境界を設ける。

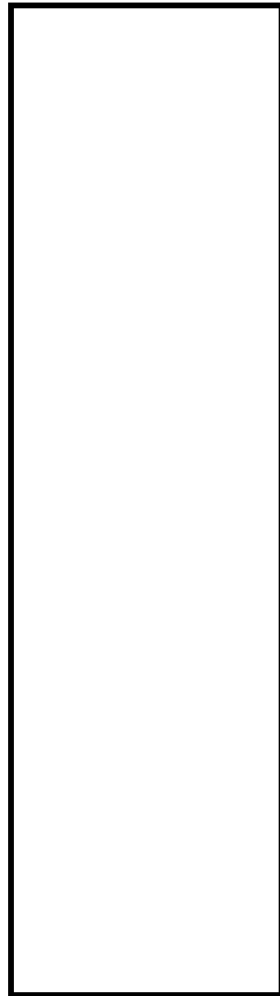
c. 地盤のモデル化

地盤モデルの層分割は、地盤の岩盤分類及び岩級区分に基づきモデル化する。
解析用地盤モデル図を第 2-2 図に示す。



第 2-2 図 1次元応答解析用地盤モデル

() (1/2)



[岩種]

[岩級]

流紋岩	D級
流紋岩	C _L 級
流紋岩	C _M 級
流紋岩	C _M 級
流紋岩	C _M 級
流紋岩	C _M 級
頁岩	C _H 級

第 2-2 図 1次元応答解析用地盤モデル

() (2/2)

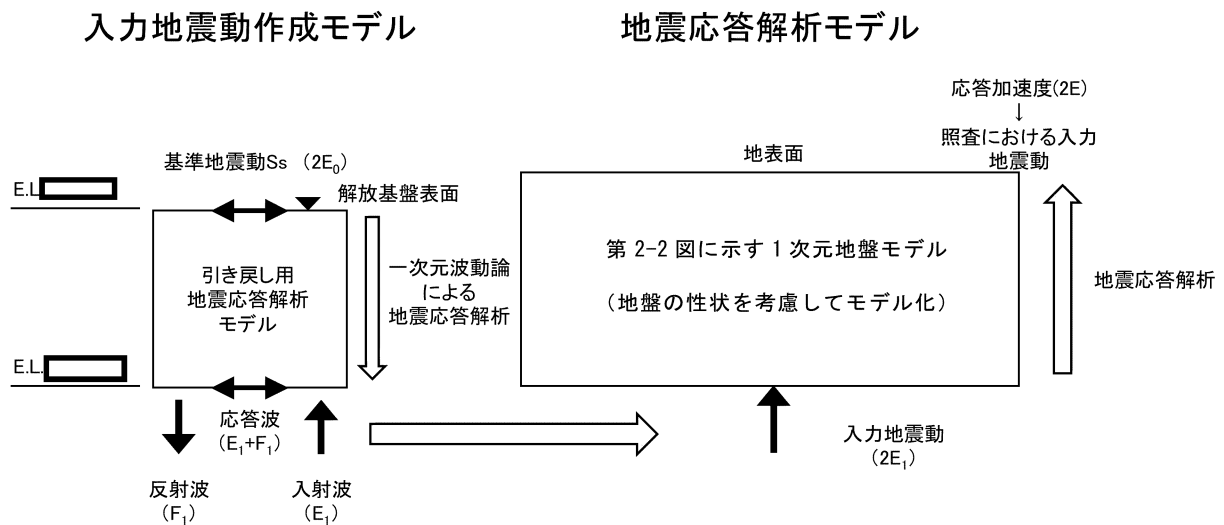
(2) 解析用物性値

地震応答解析に使用する地盤の物性値は、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく。

(3) 入力地震動の算定方法

可搬型重大事故等対処設備等保管エリアにおける入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動を、1次元波動論によって基礎上面位置で評価した地震動を用いる。なお、基準地震動 S_s の引き戻しは、保管エリア直下と炉心基礎直下での地盤の性状を考慮して引き戻し標高を設定する。具体的には、対象設備基礎直下の地盤が CH 級以上の岩盤となり、概ね均質となると考えられる E.L. -100m まで地震動の引き戻しを行い、保管エリア地盤モデル底面に入力する。

入力地震動の考え方を第 2-3 図に示す。

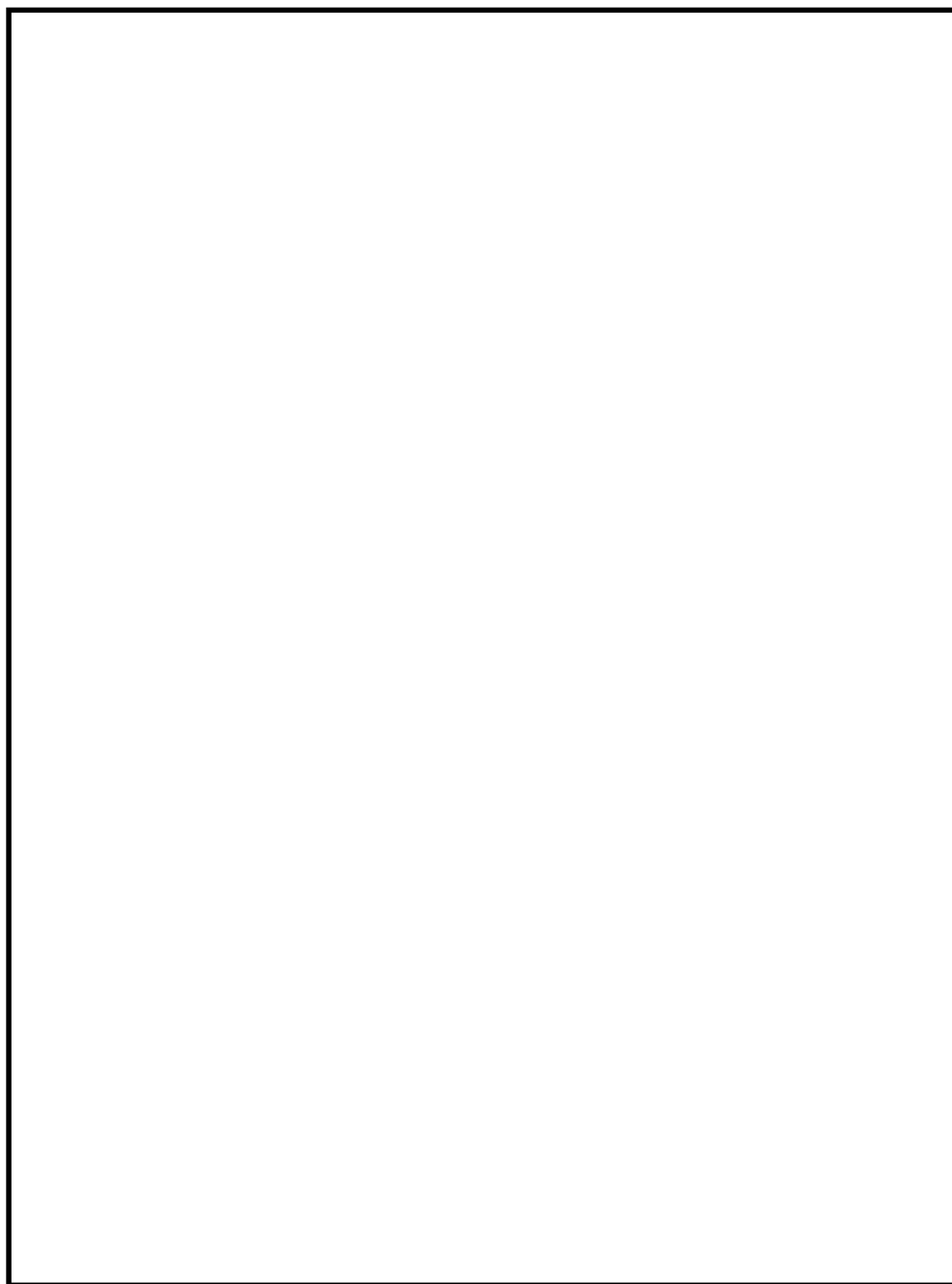


第 2-3 図 入力地震動算定の考え方

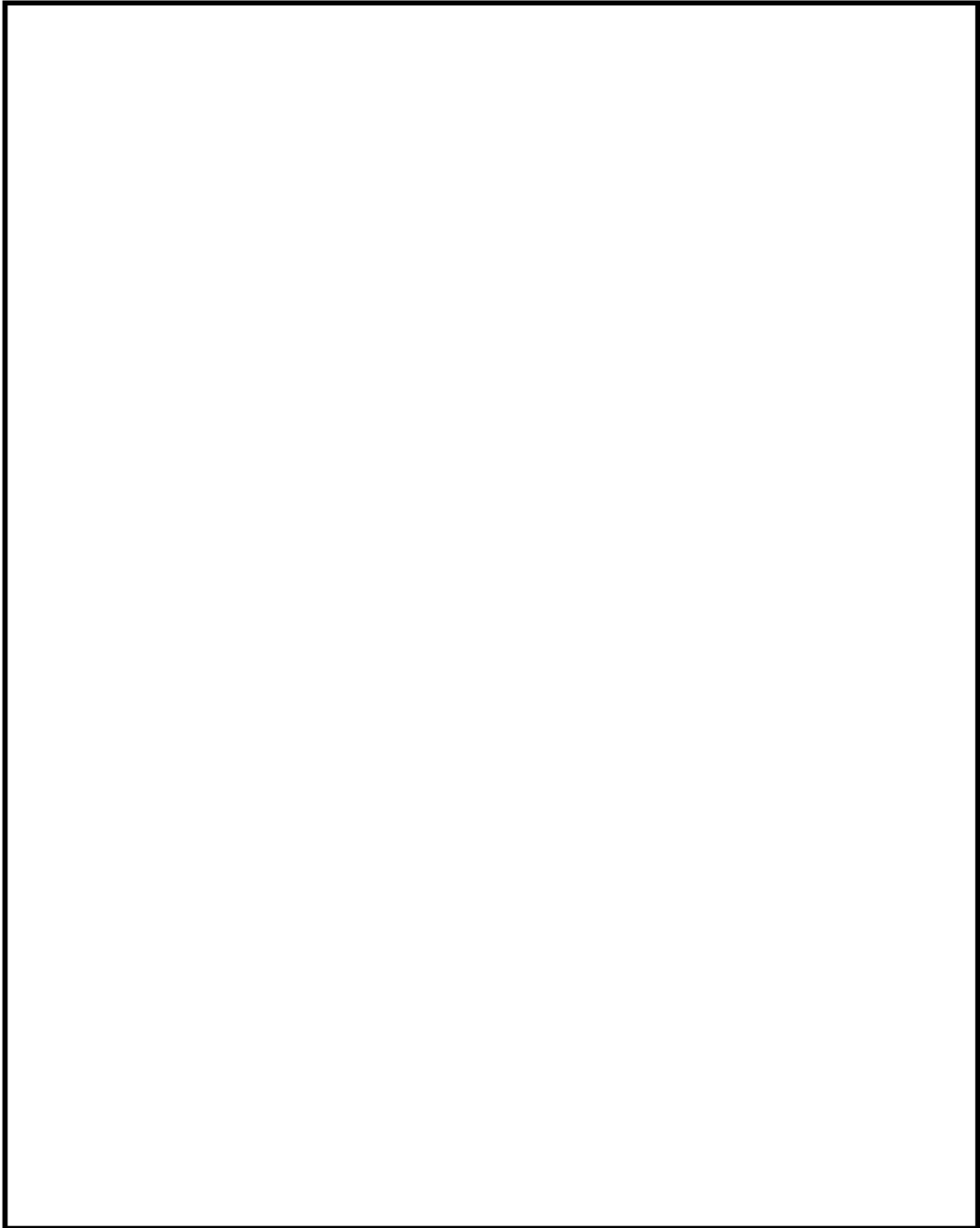
2.2.2 入力地震動の算定結果

(1) 4号機背面道路エリア E.L.約

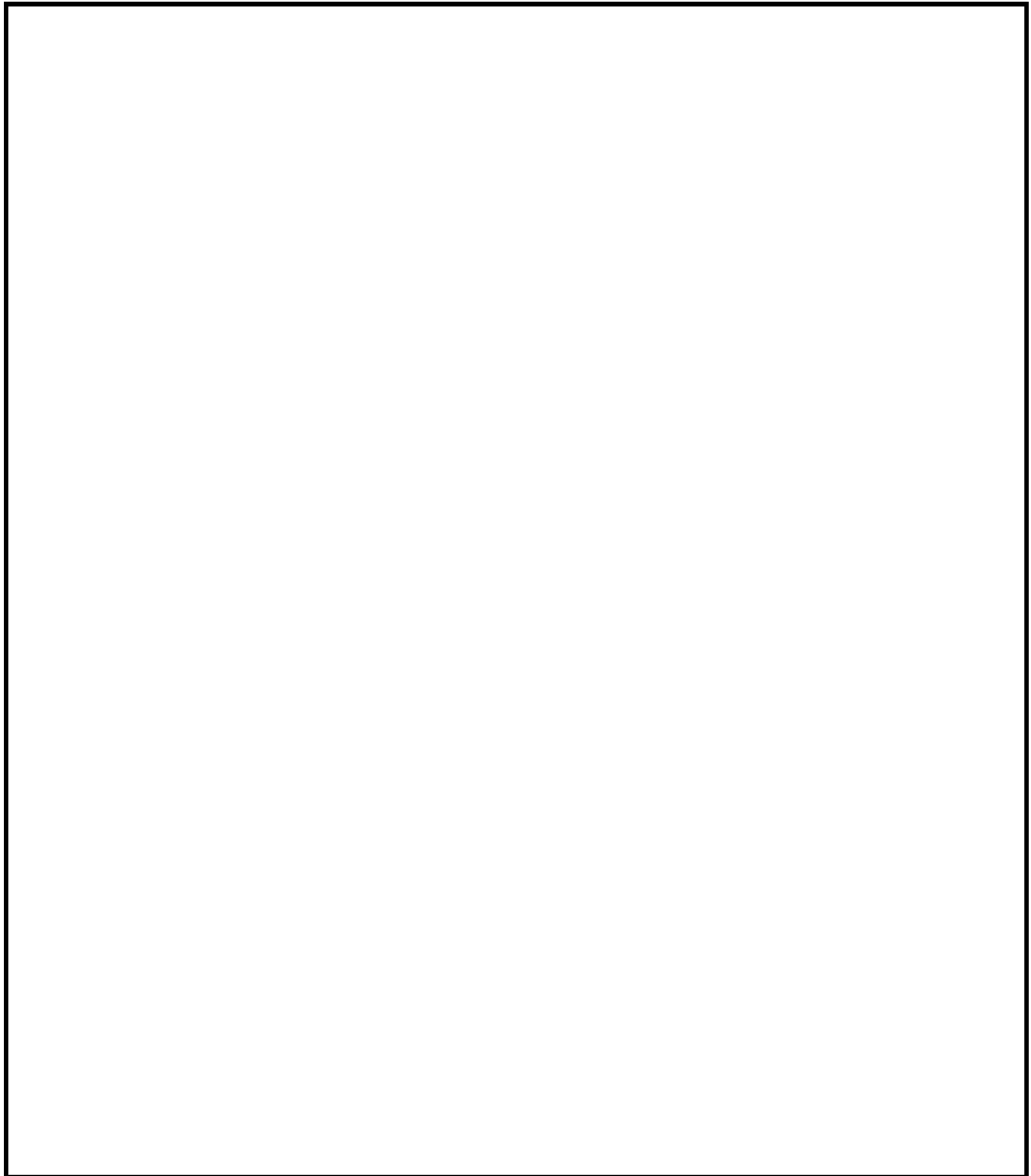
1次元波動論により算定した4号機背面道路エリア E.L.約 の地表面における入力地震動の加速度時刻歴波形を第2-4図に示す。



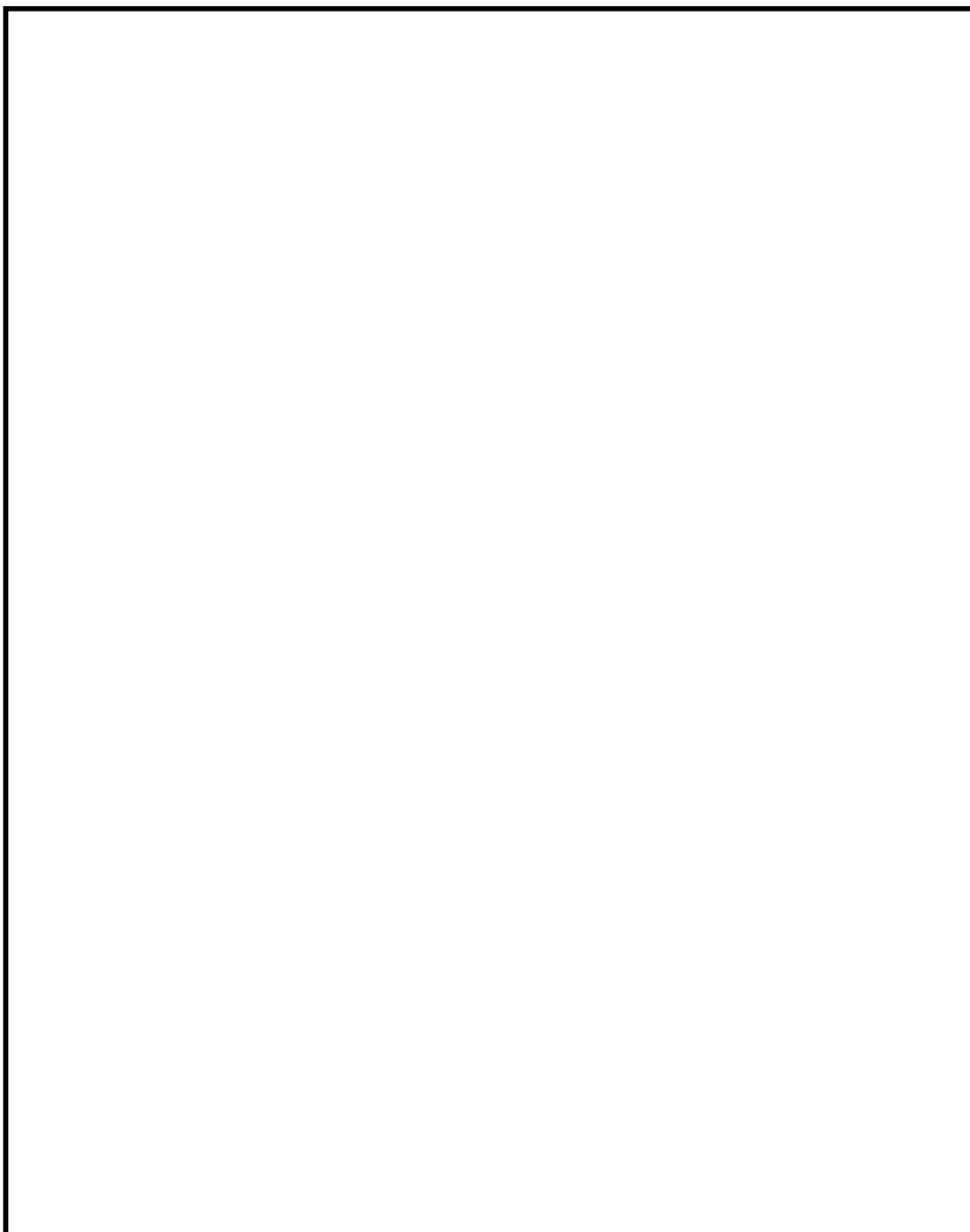
第2-4図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-1H)
(4号機背面道路エリア E.L.約) (1/19)



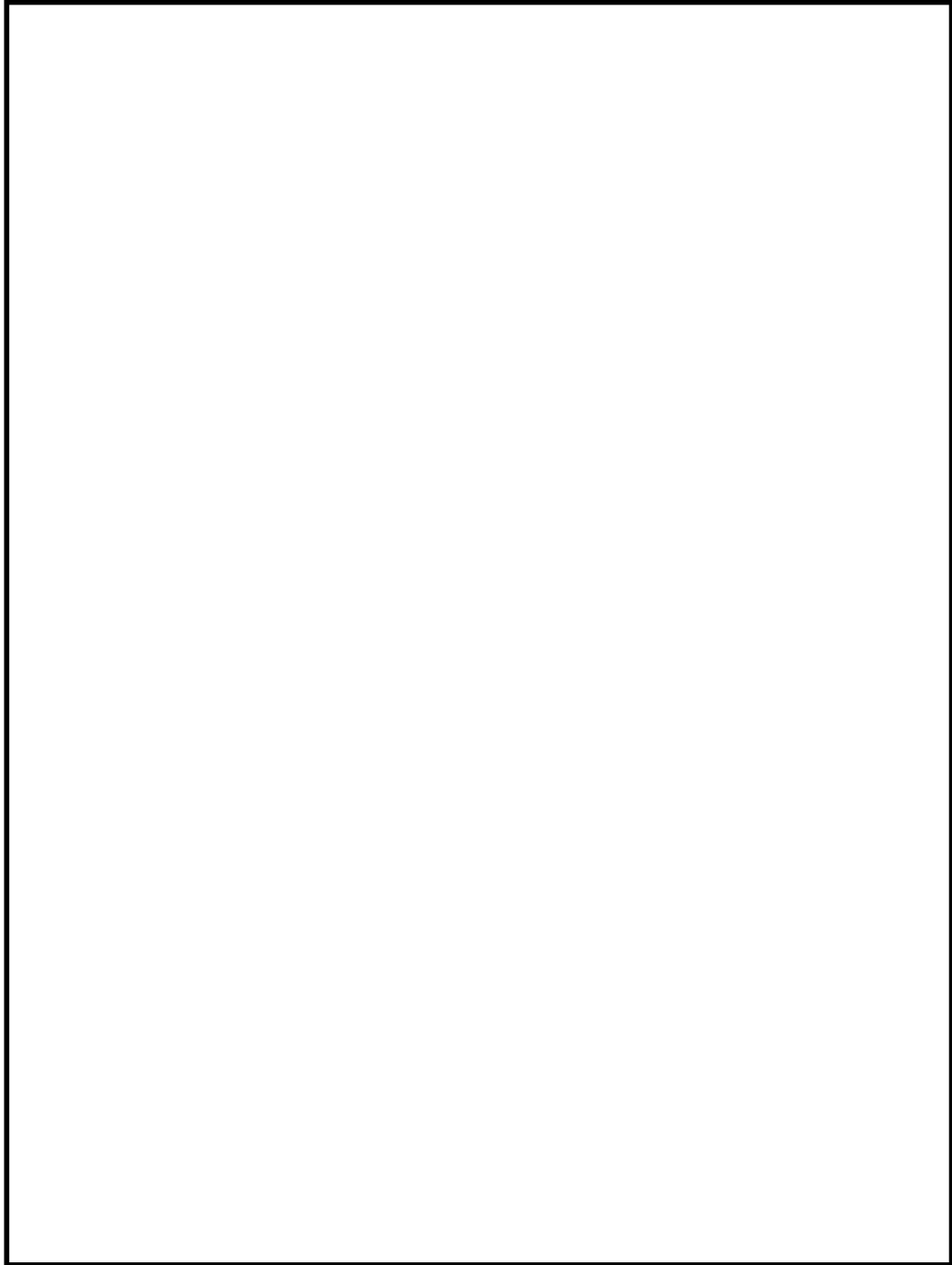
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-1v)
(4号機背面道路エリア E.L.約) (2/19)



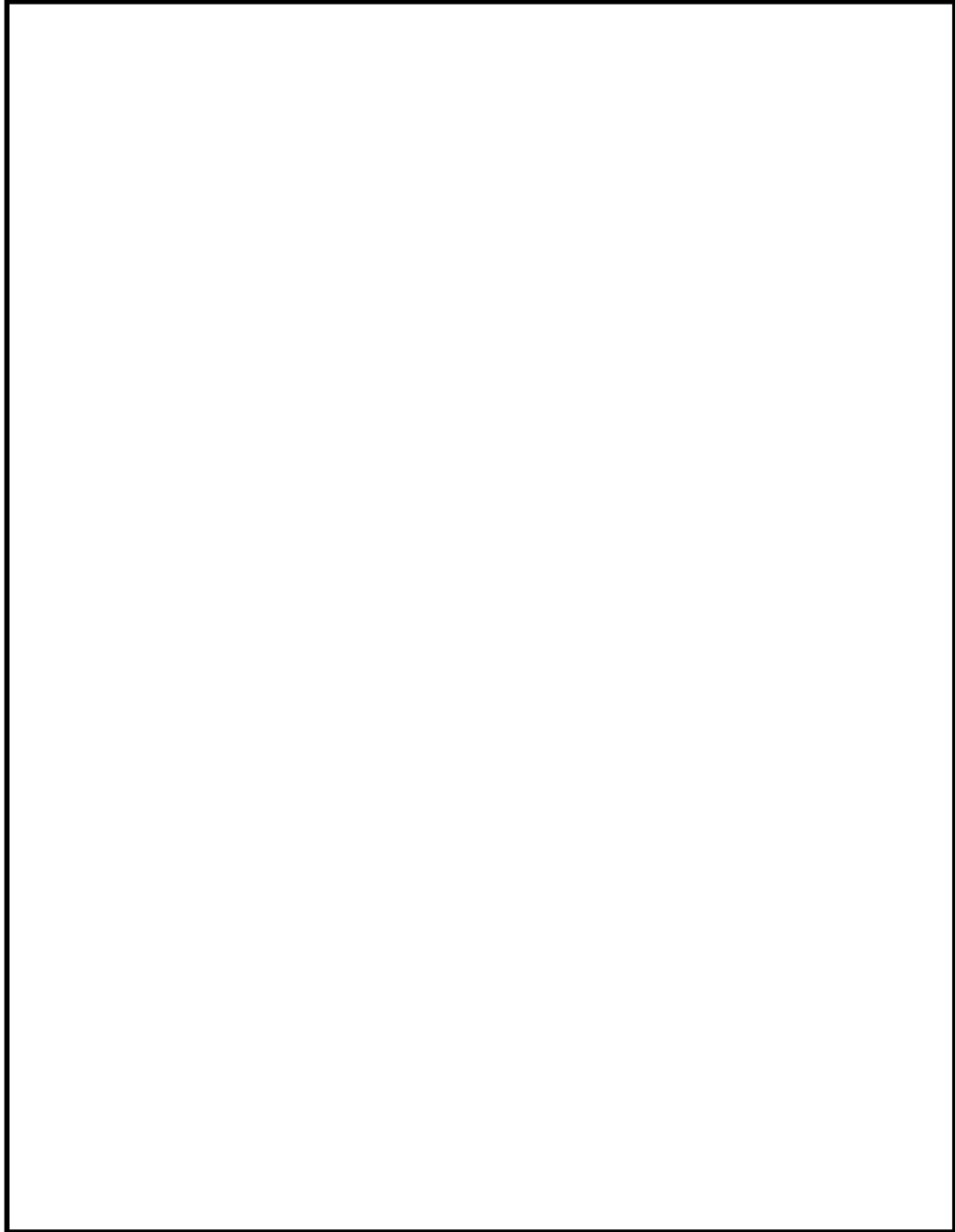
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル ($S_s-2_H(NS)$)
(4号機背面道路エリア E.L.約) (3/19)



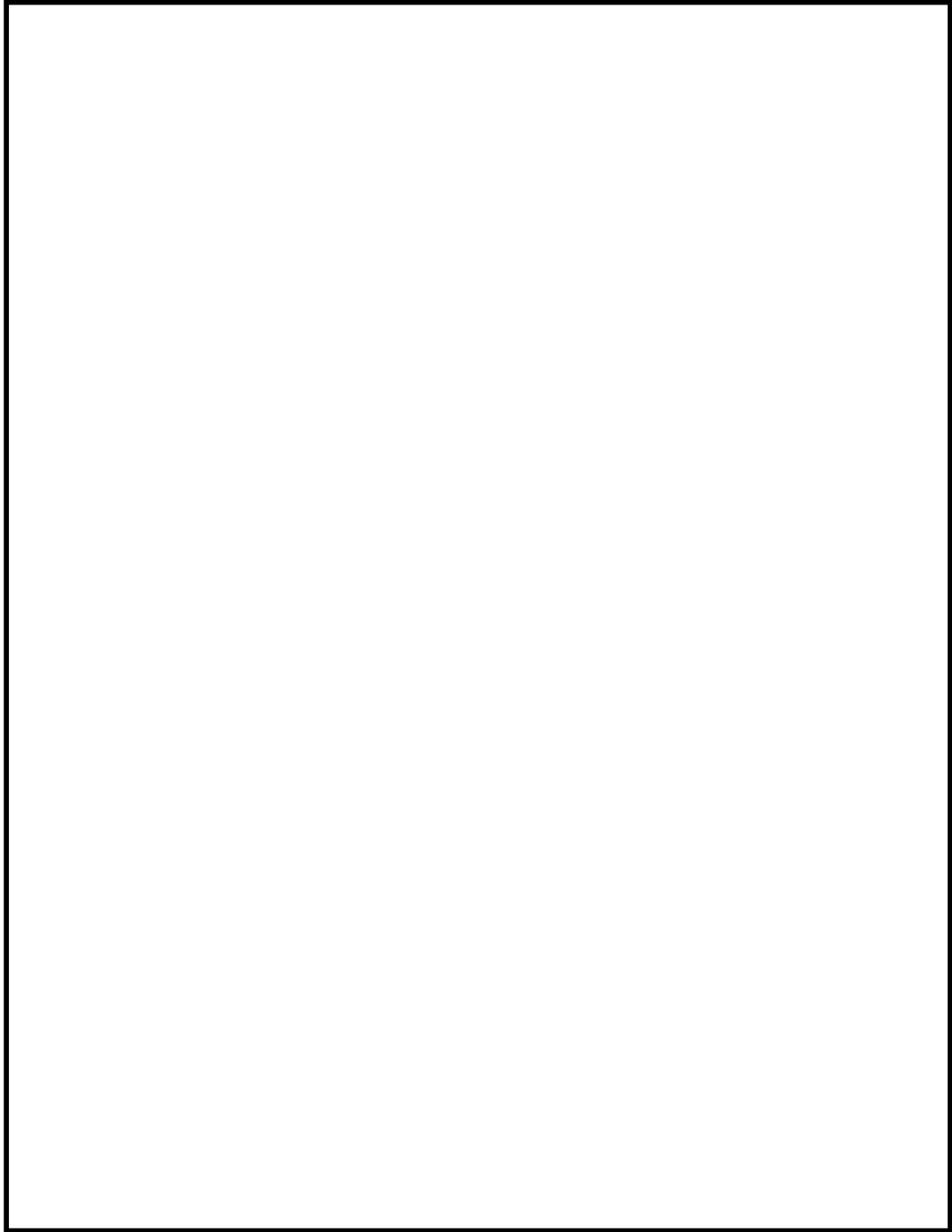
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル ($S_s-2_H(EW)$)
(4号機背面道路エリア E.L. 約) (4/19)



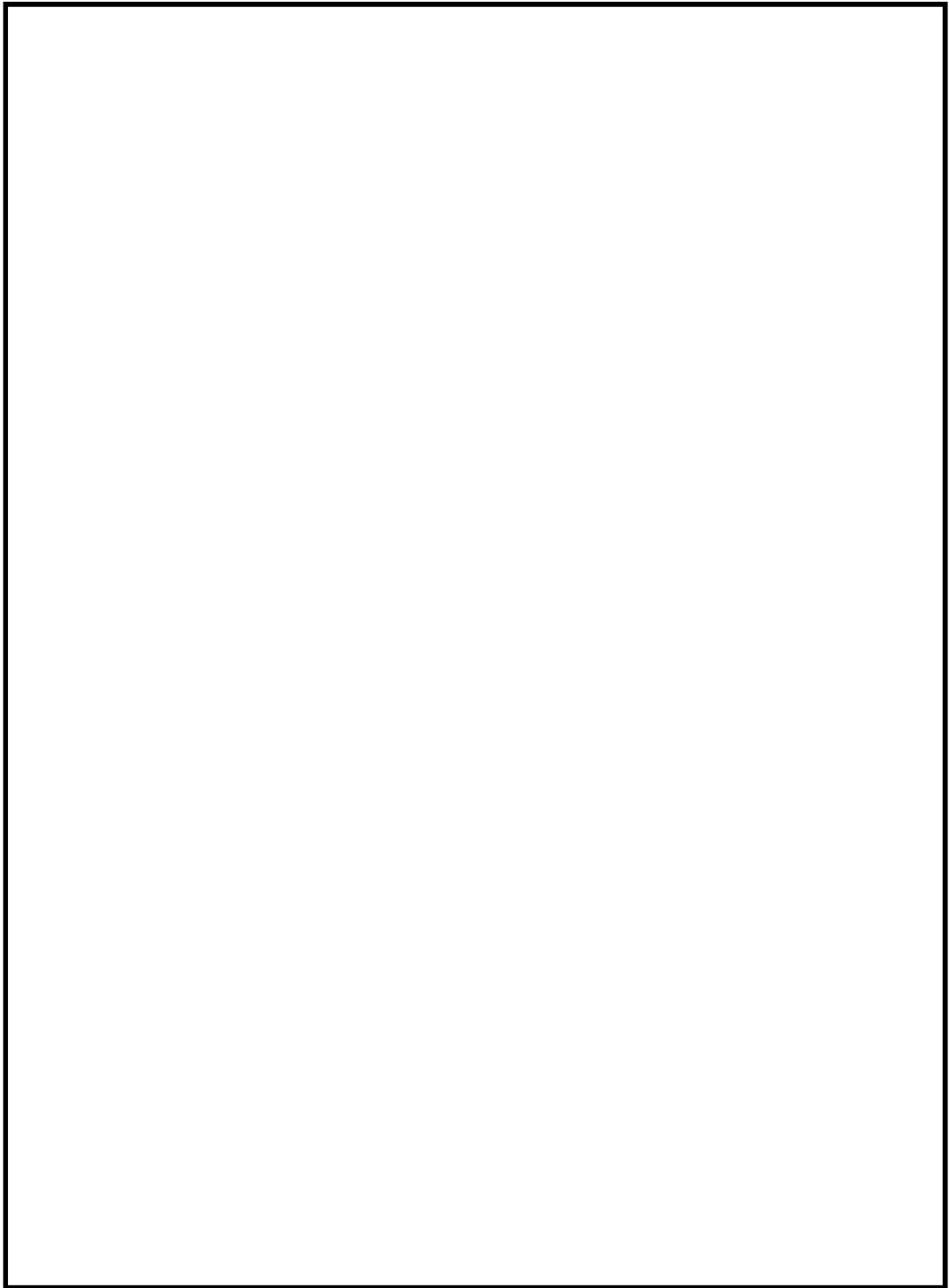
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-2_v)
(4号機背面道路エリア E.L.約) (5/19)



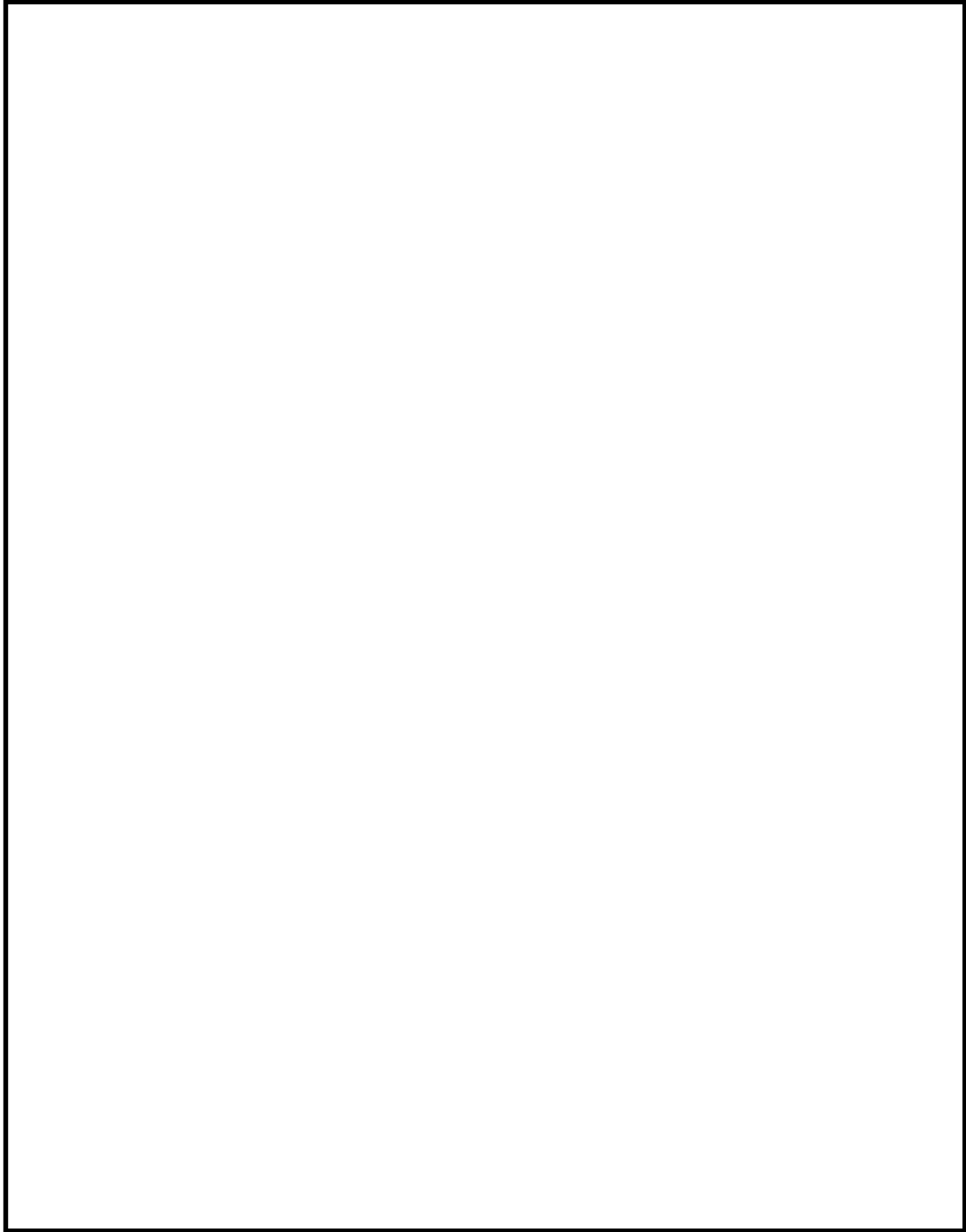
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-3_H(NS))
(4号機背面道路エリア E.L.約) (6/19)



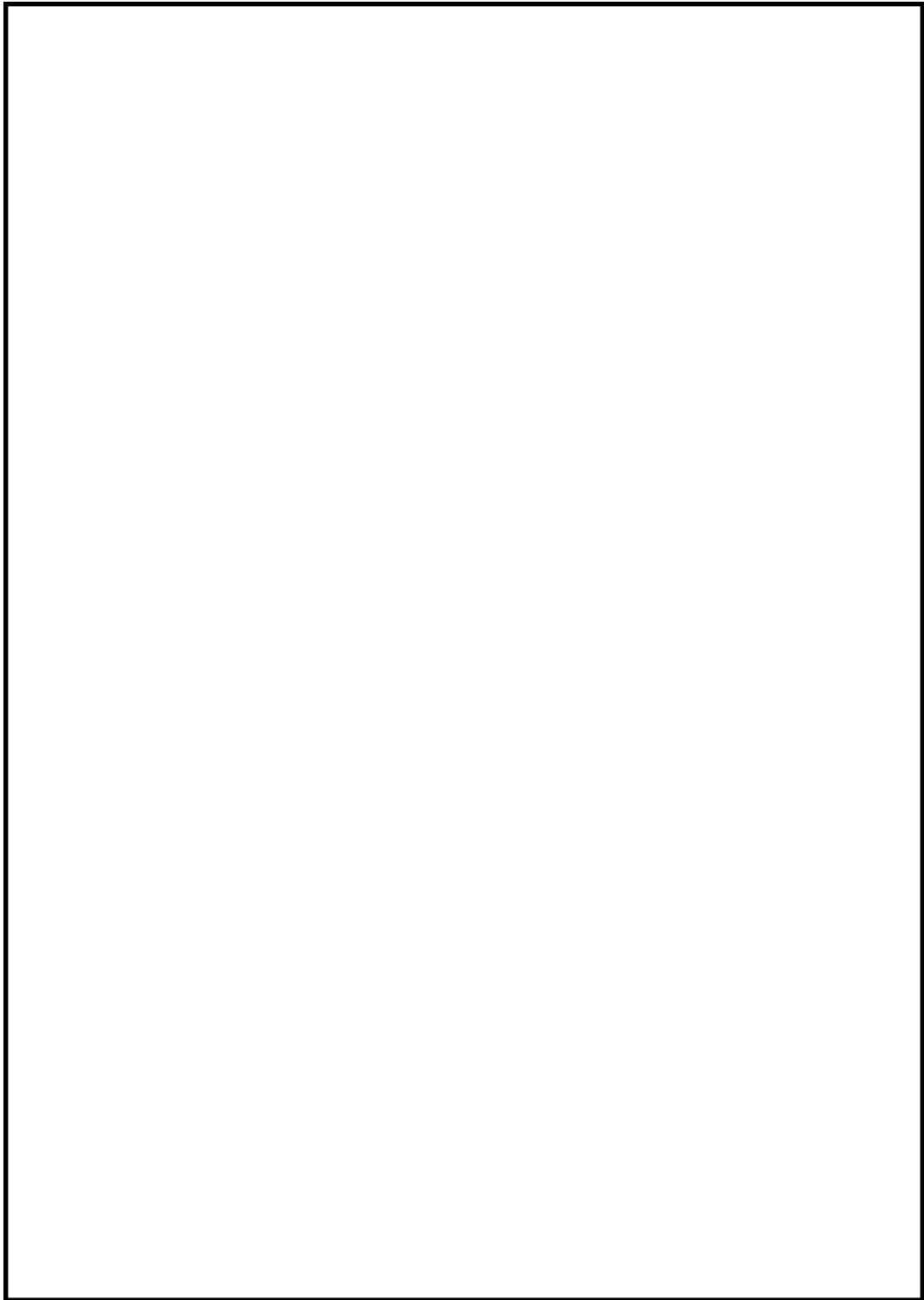
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル ($S_s-3_H(EW)$)
(4号機背面道路エリア E.L.約) (7/19)



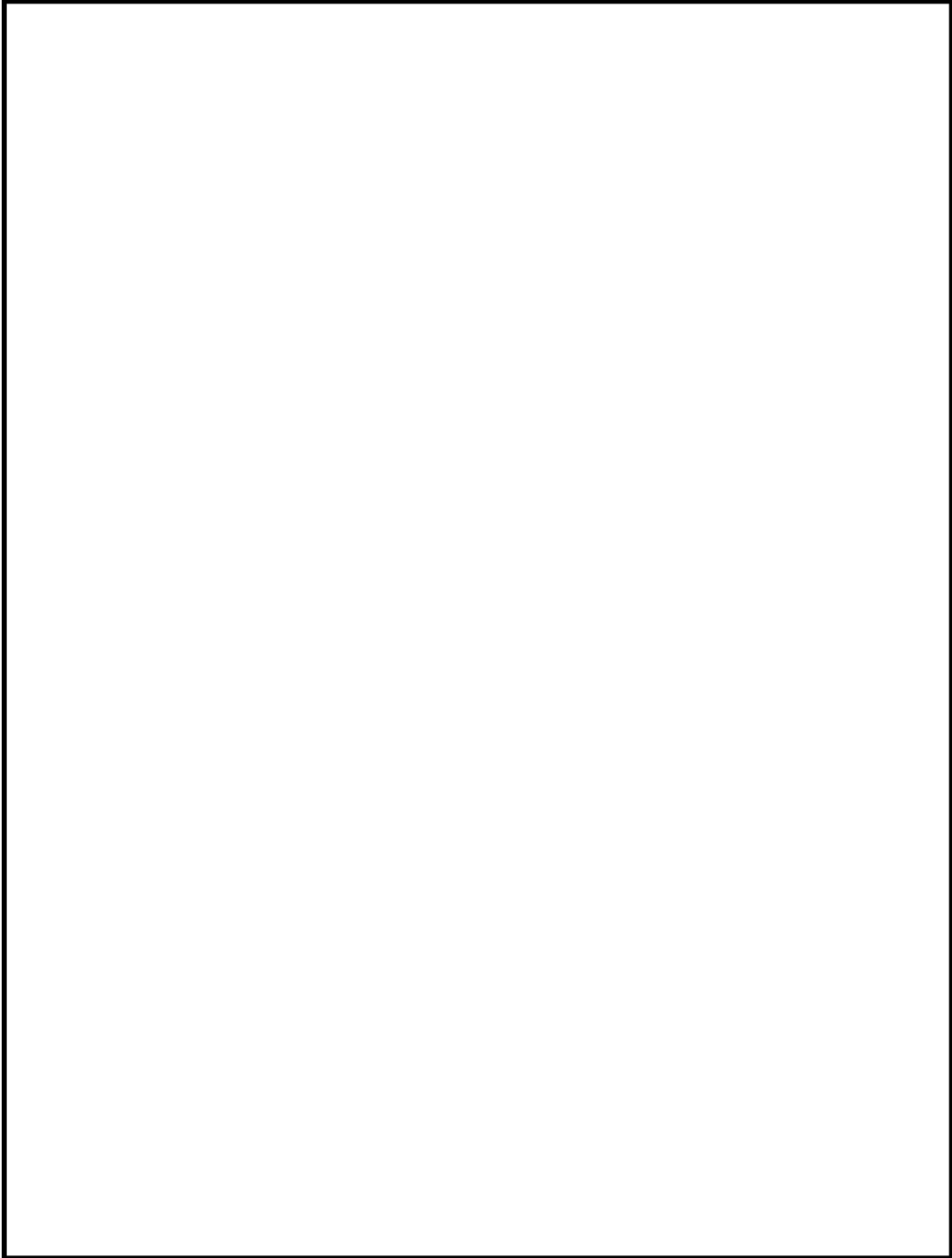
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-3_v)
(4号機背面道路エリア E.L.約) (8/19)



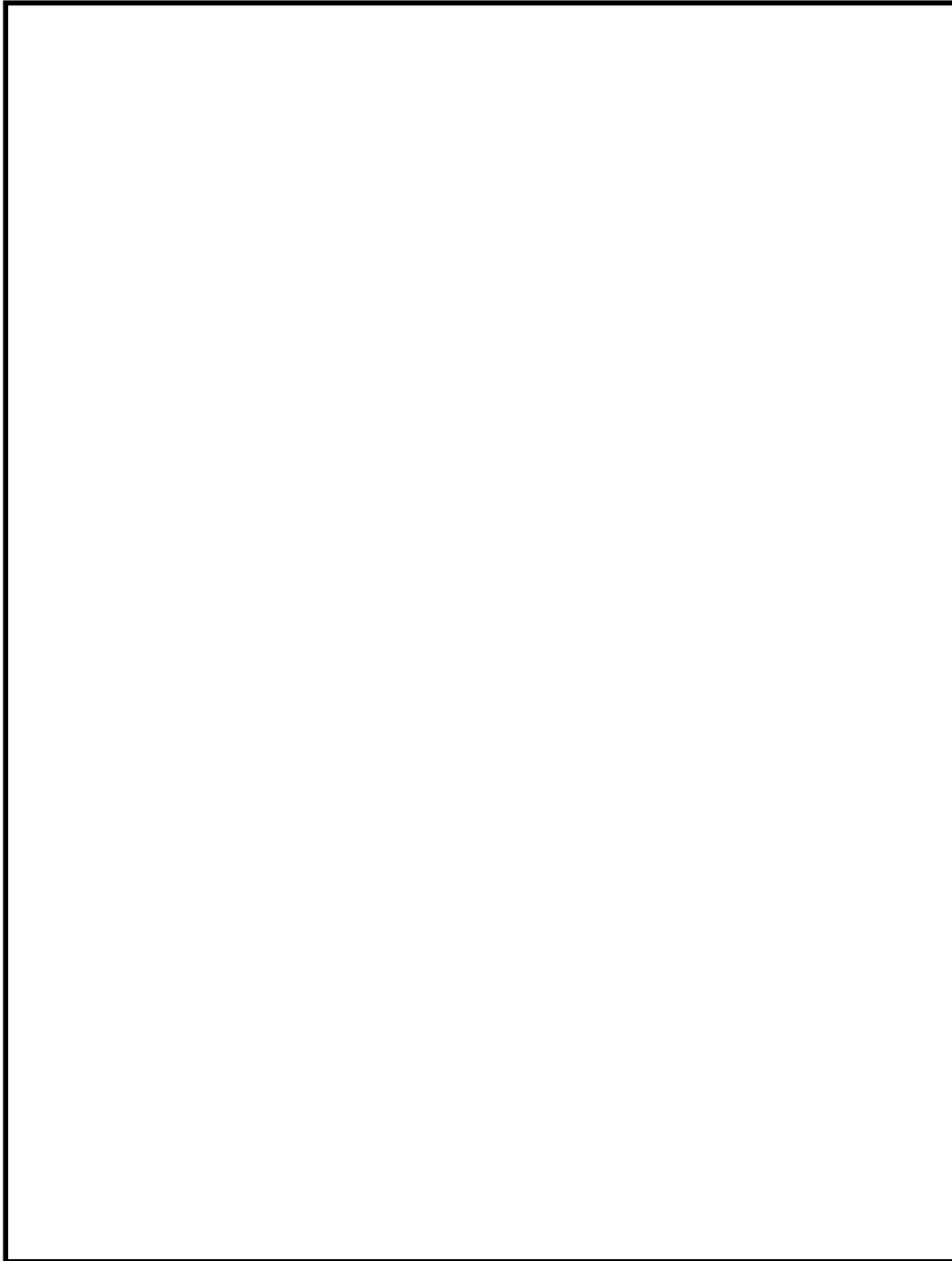
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-4_H(NS))
(4号機背面道路エリア E.L.約) (9/19)



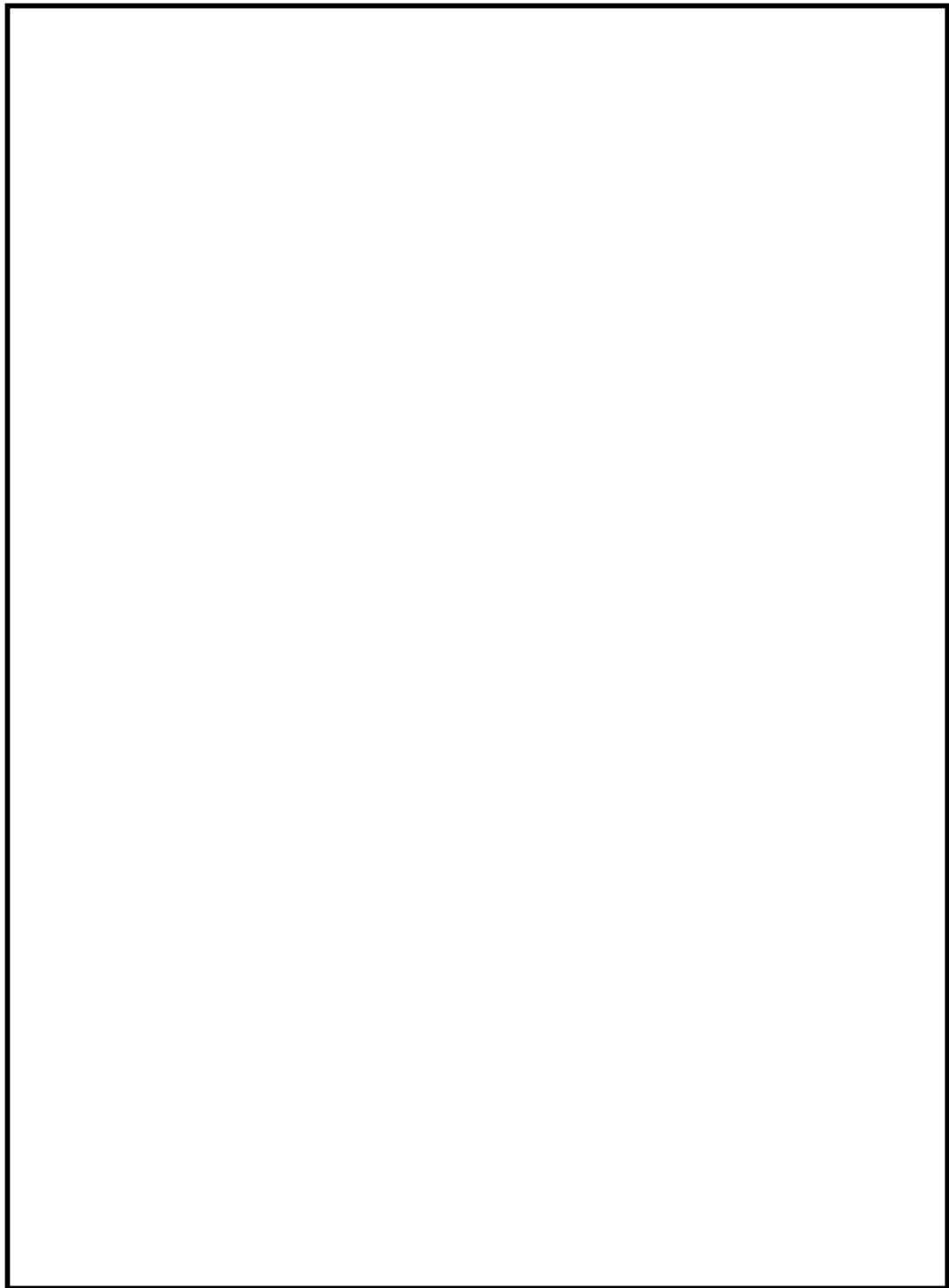
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-4_H(EW))
(4号機背面道路エリア E.L.約) (10/19)



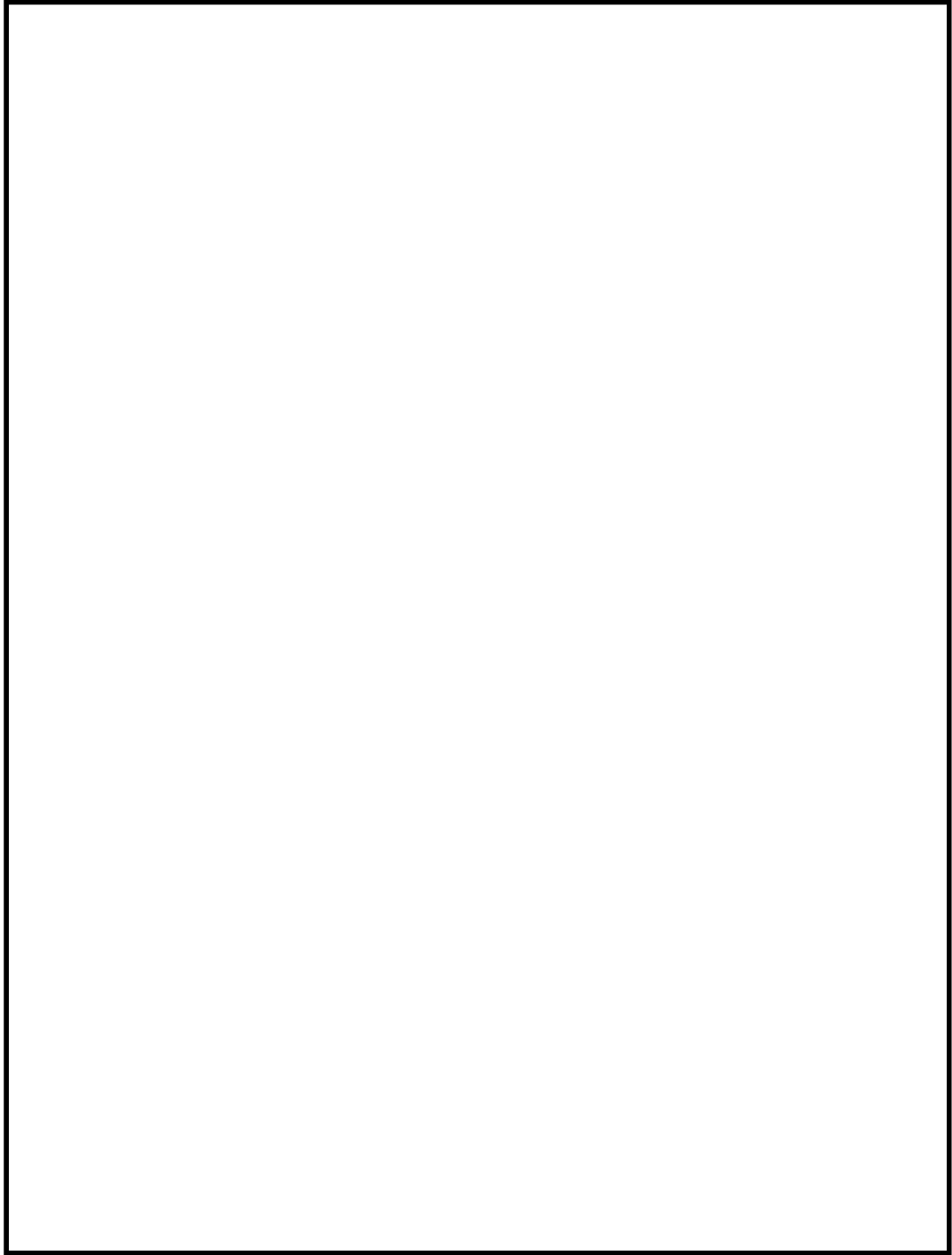
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-4v)
(4号機背面道路エリア E.L. 約) (11/19)



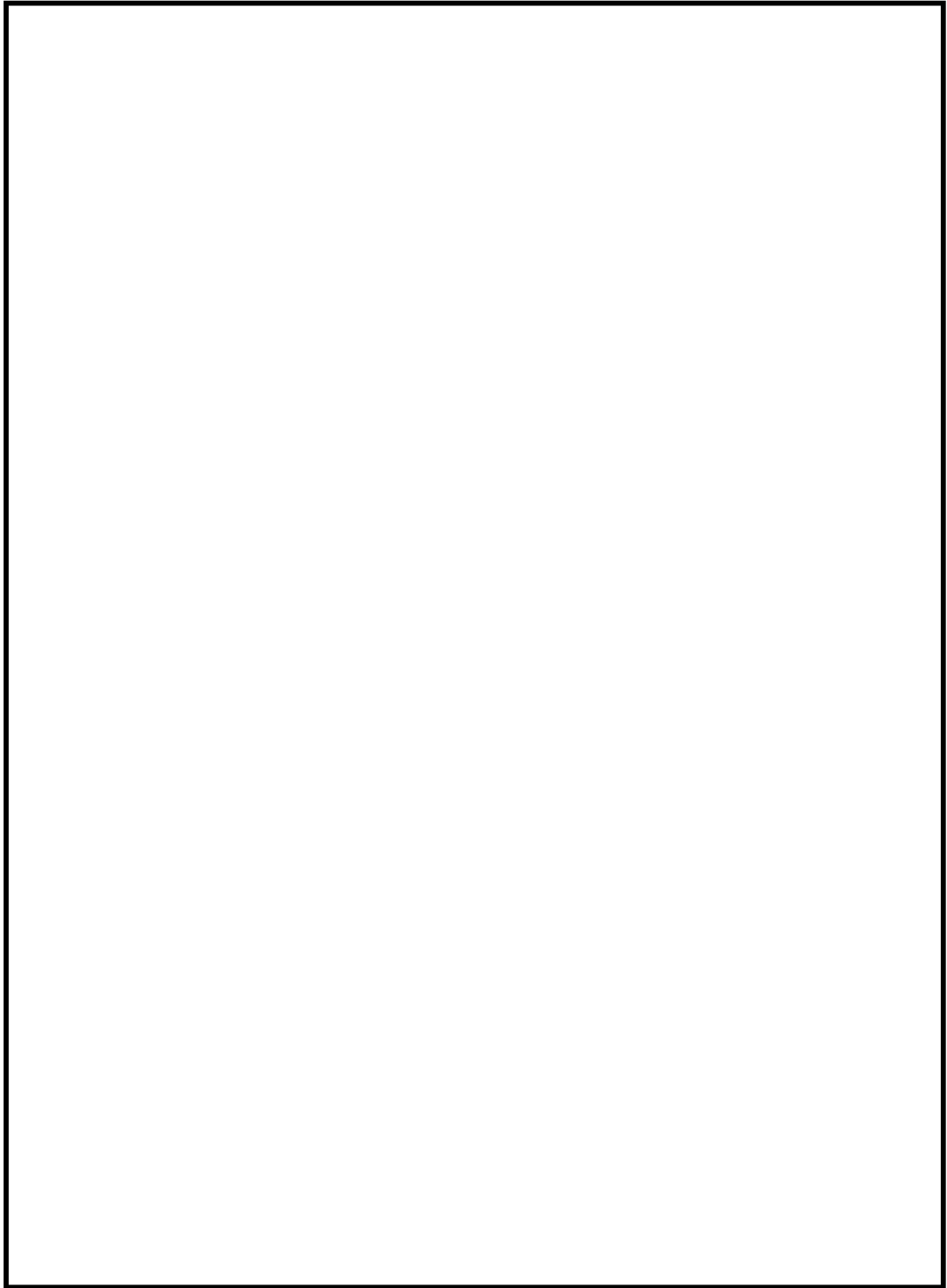
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-5_H(NS))
(4号機背面道路エリア E.L. 約) (12/19)



第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-5_H(EW))
(4号機背面道路エリア E.L.約) (13/19)

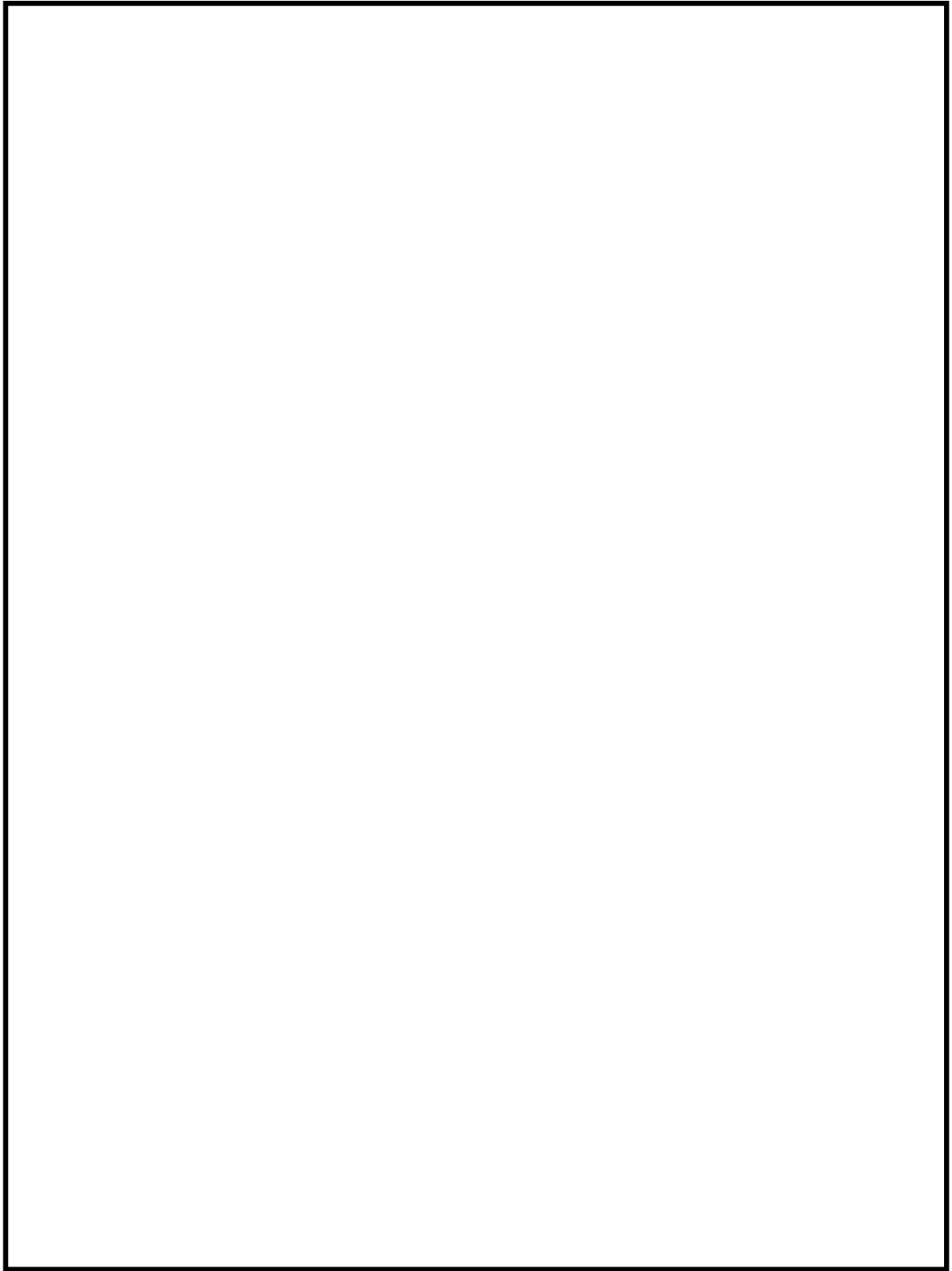


第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-5v)
(4号機背面道路エリア E.L. 約) (14/19)

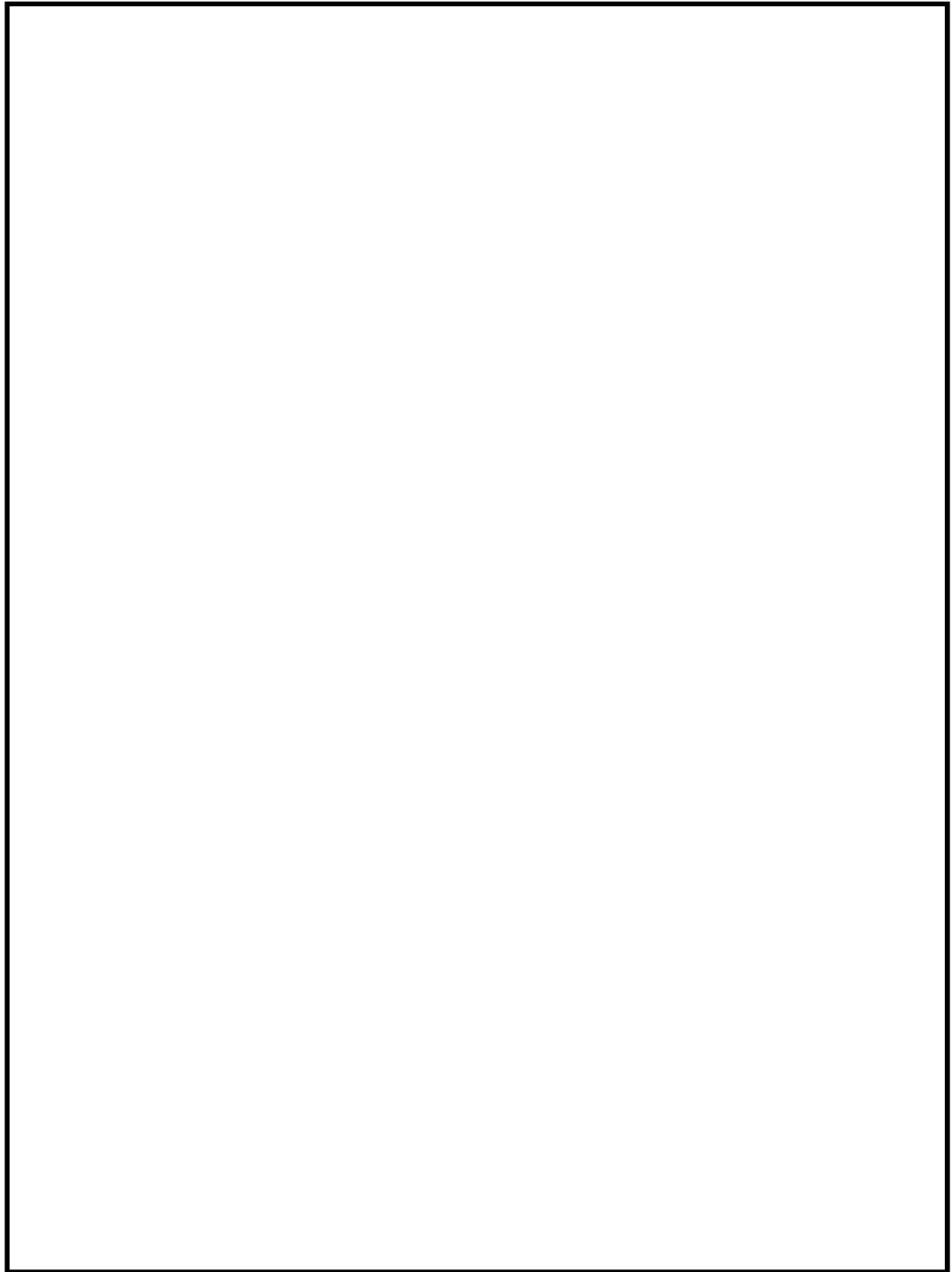


第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-6_H(NS))

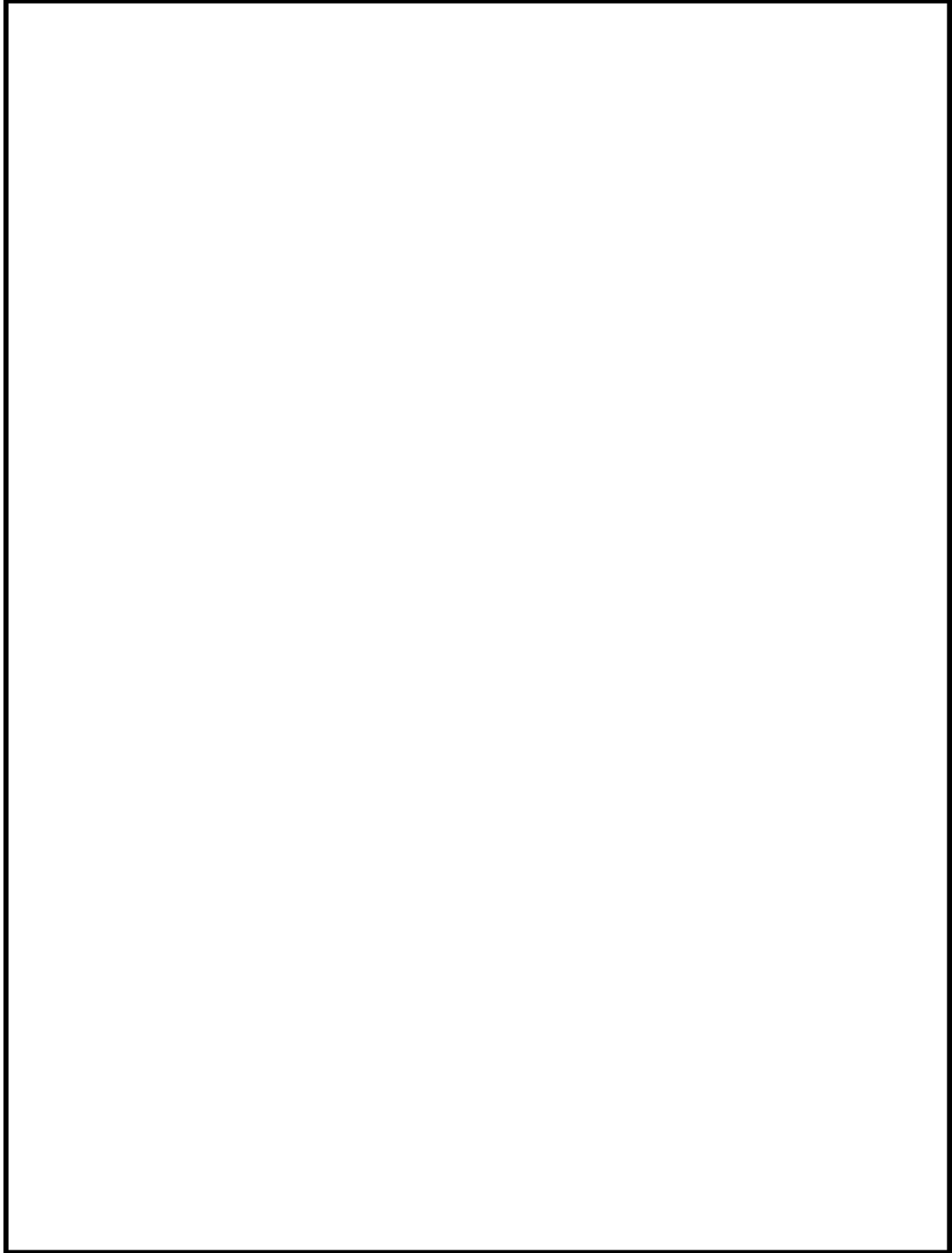
(4号機背面道路エリア E.L.約) (15/19)



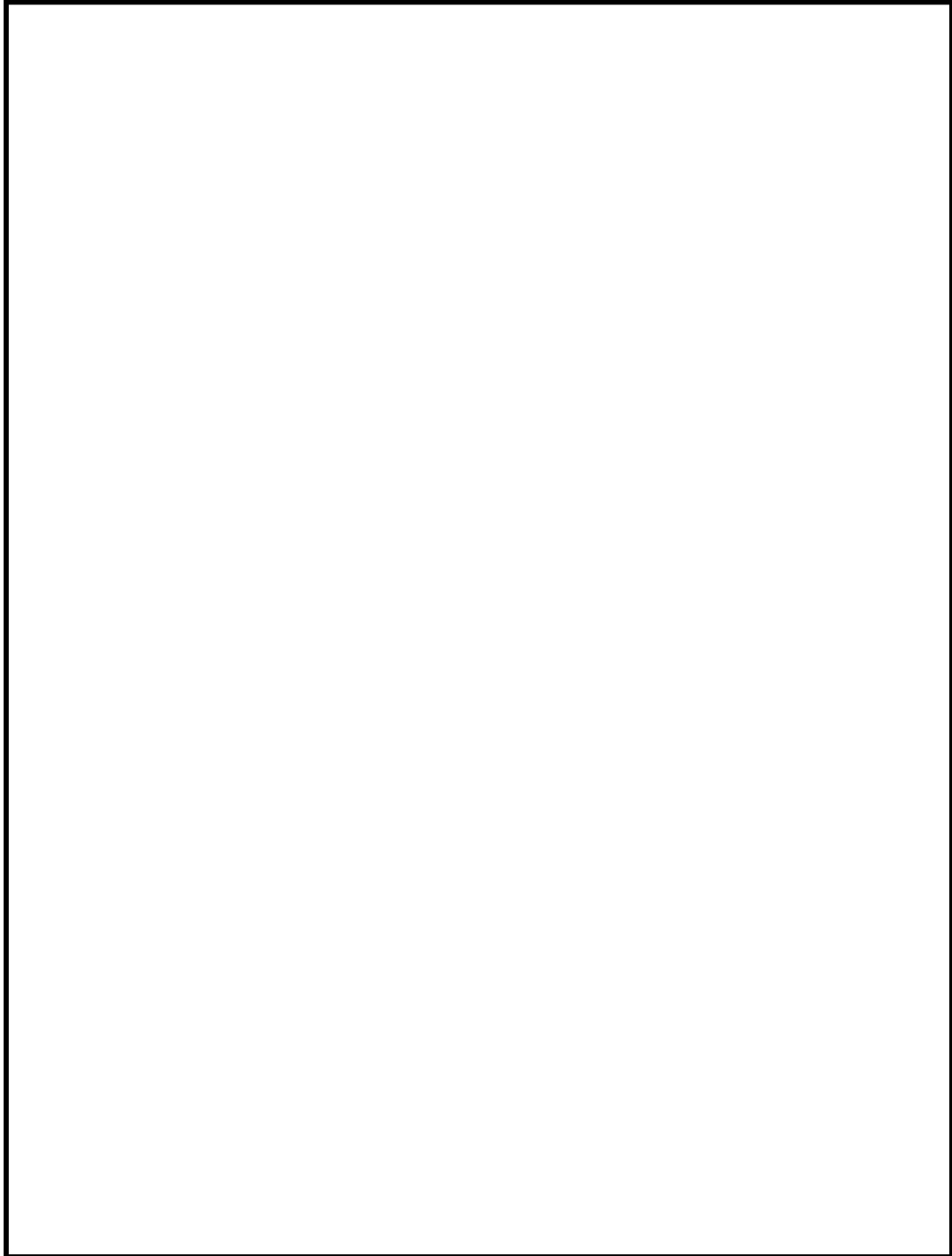
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-6_H(EW))
(4号機背面道路エリア E.L. 約) (16/19)



第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-6v)
(4号機背面道路エリア E.L.約) (17/19)



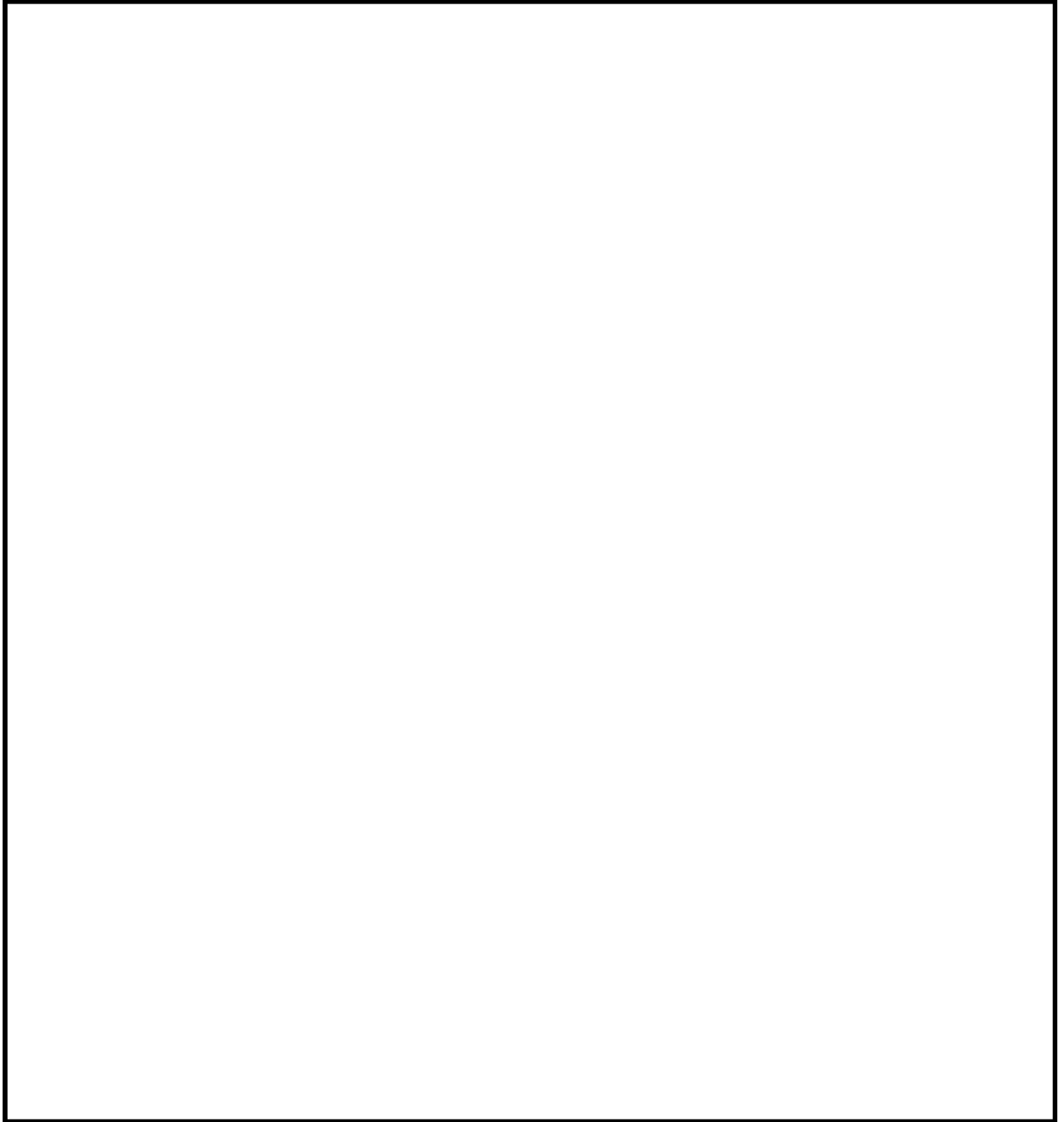
第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-7_H)
(4号機背面道路エリア E.L.約) (18/19)



第 2-4 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-7_v)
(4号機背面道路エリア E.L.約) (19/19)

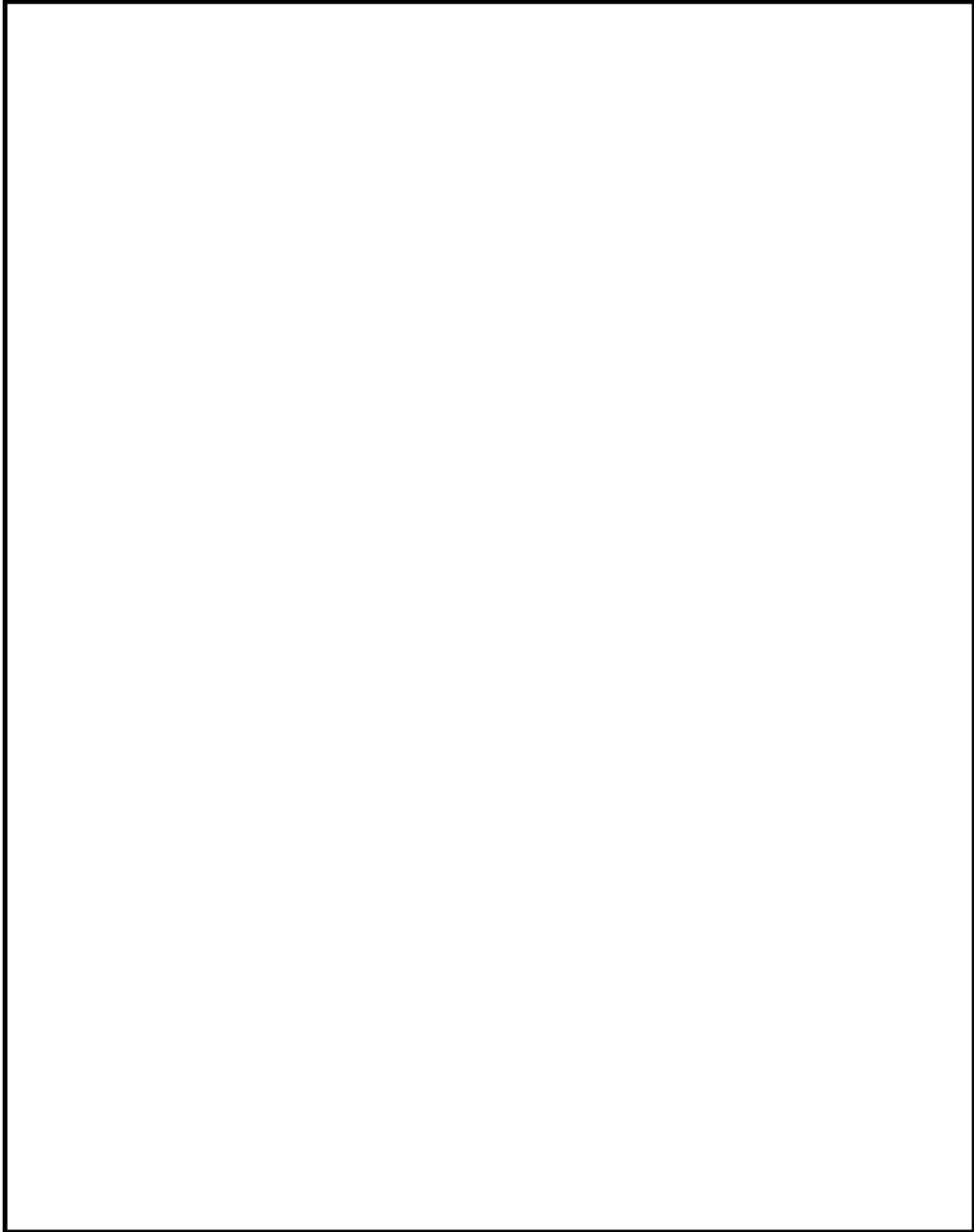
(2) 特高開閉所エリア E.L.約

1次元波動論により算定した特高開閉所エリア E.L.約 の地表面における入力地震動の加速度時刻歴波形を第2-5図に示す。

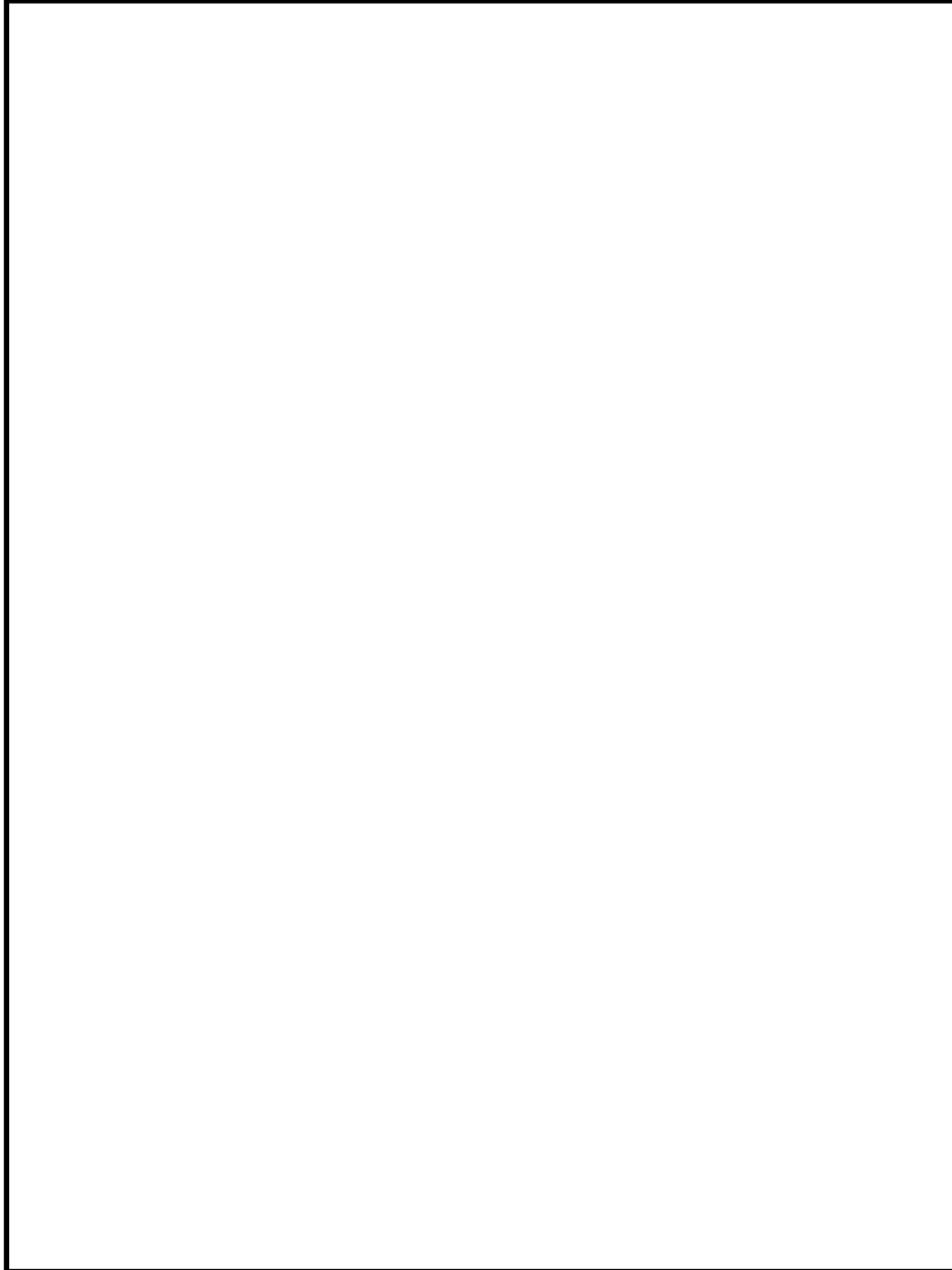


第2-5図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-1H)

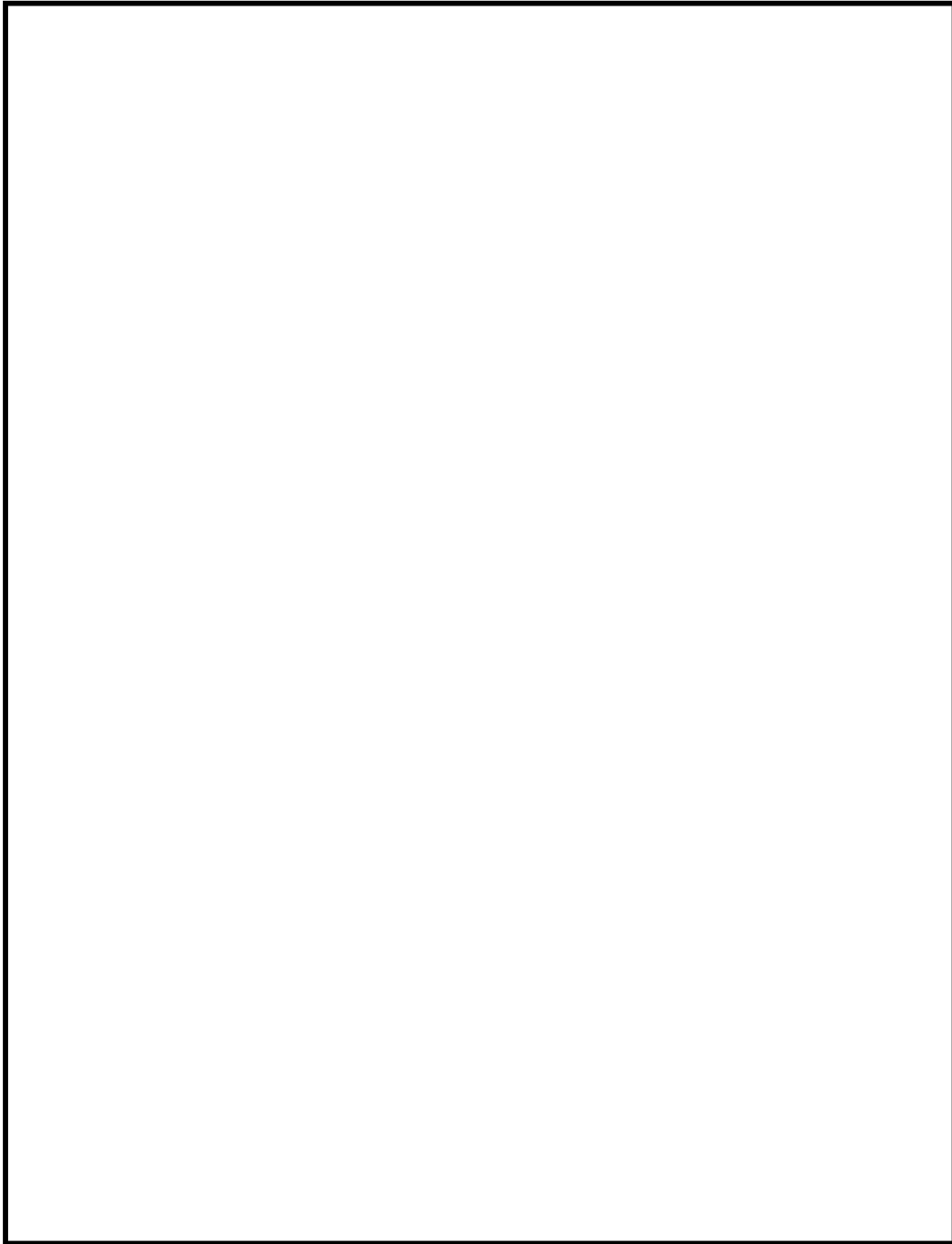
(特高開閉所エリア E.L.約) (1/19)



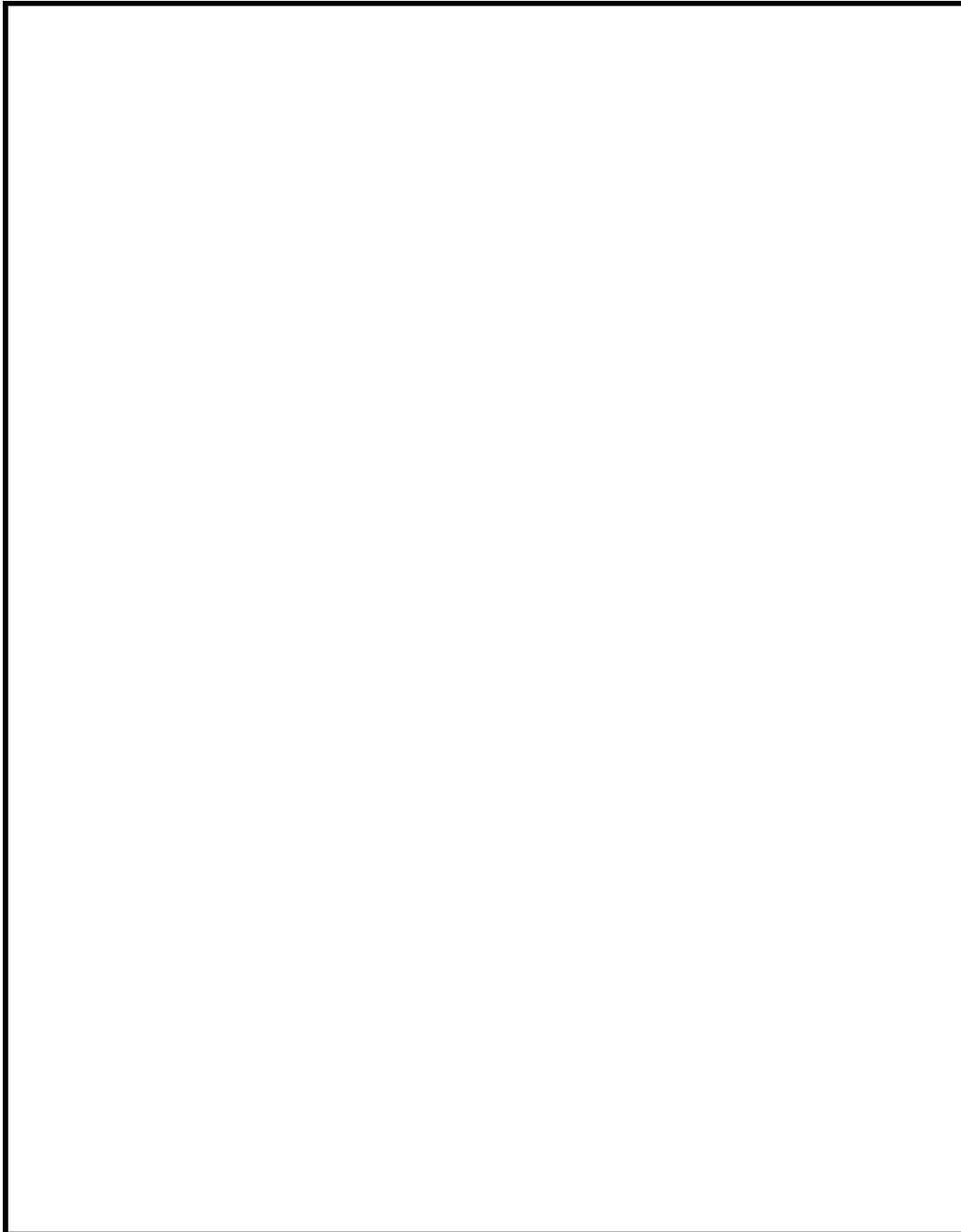
第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-1v)
(特高開閉所エリア E.L. 約) (2/19)



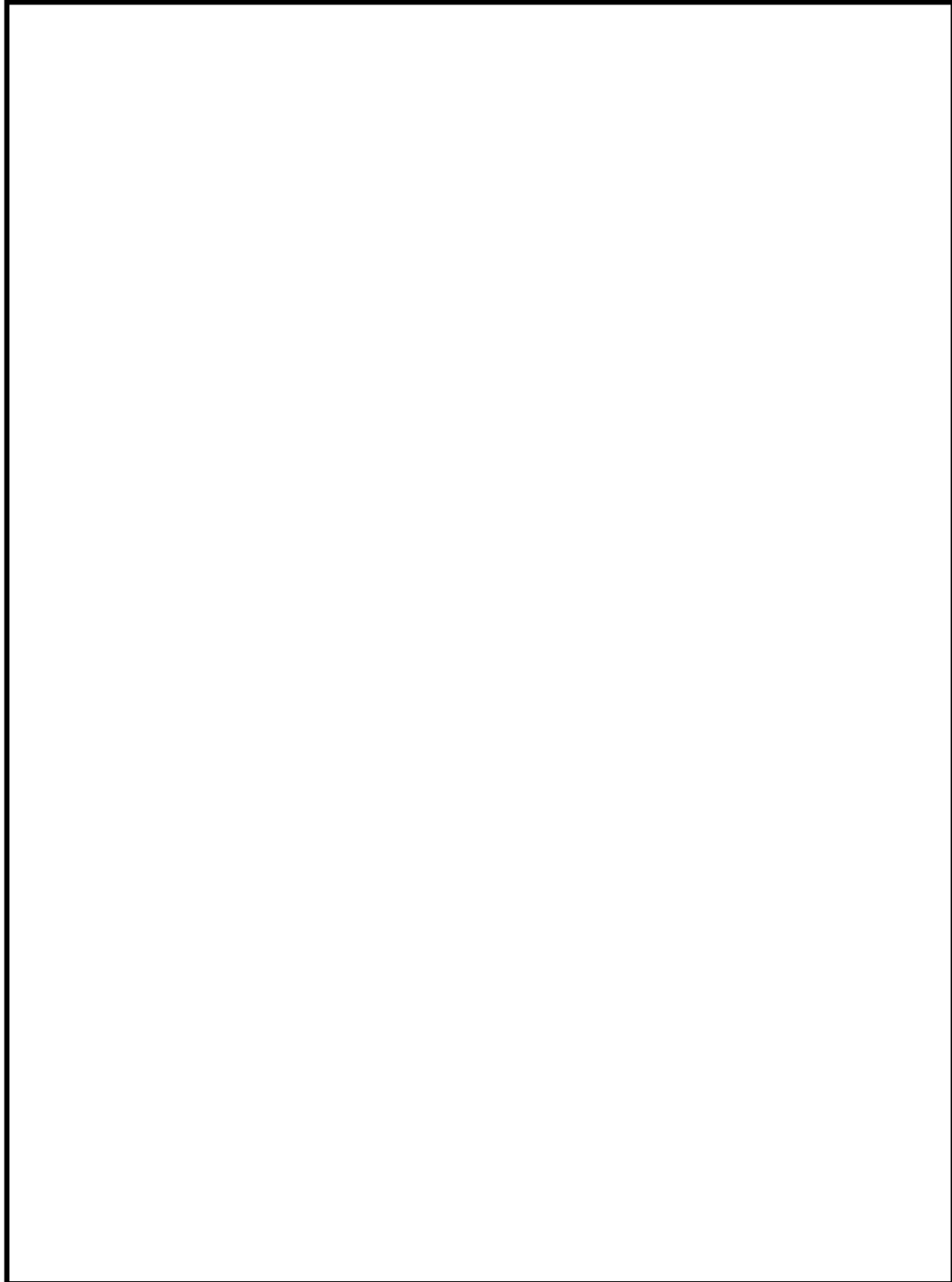
第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル ($S_s-2_H(NS)$)
(特高開閉所エリア E.L. 約 (3/19))



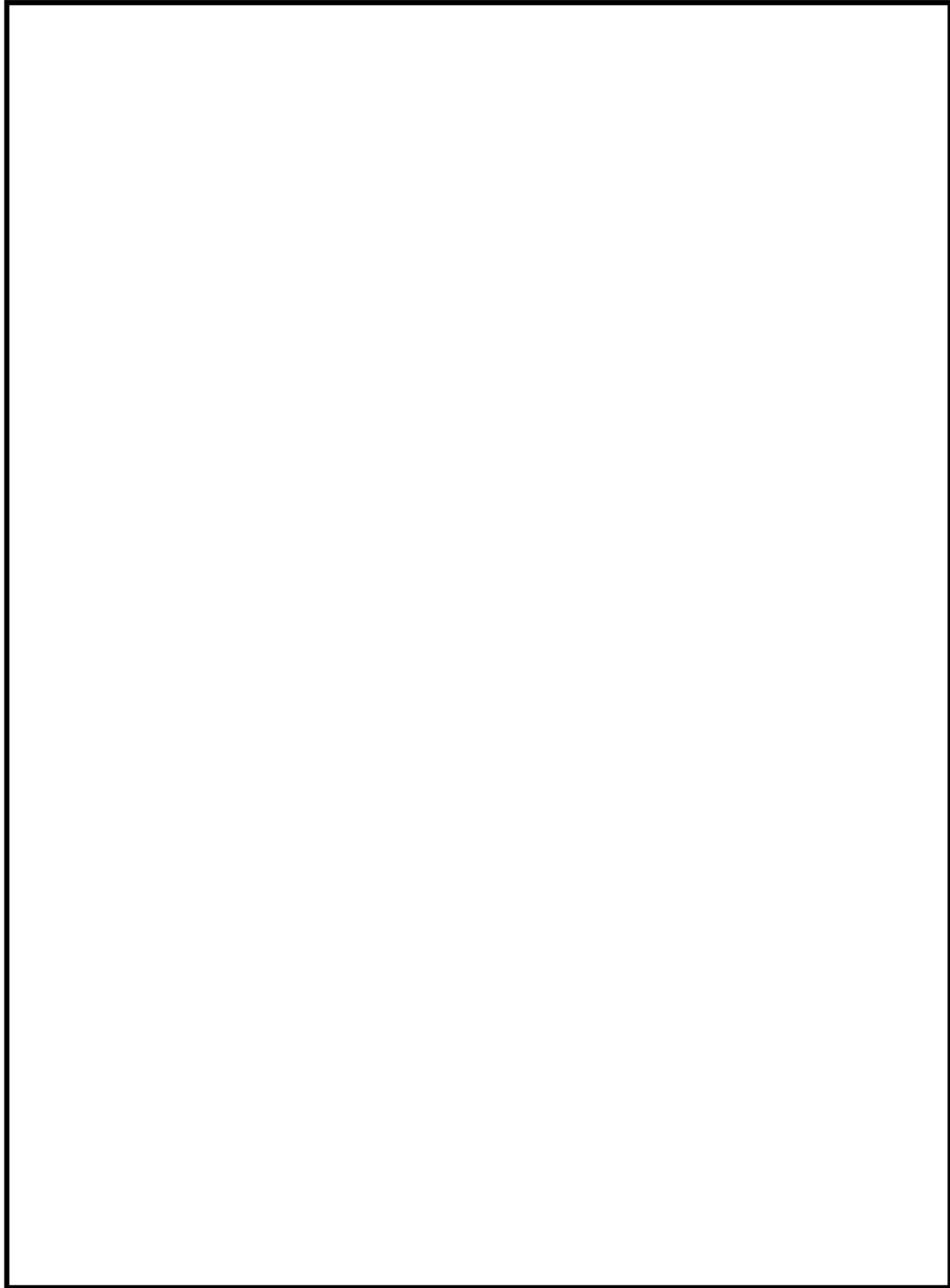
第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル ($S_s-2_H(EW)$)
(特高開閉所エリア E.L. 約) (4/19)



第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-2v)
(特高開閉所エリア E.L. 約) (5/19)

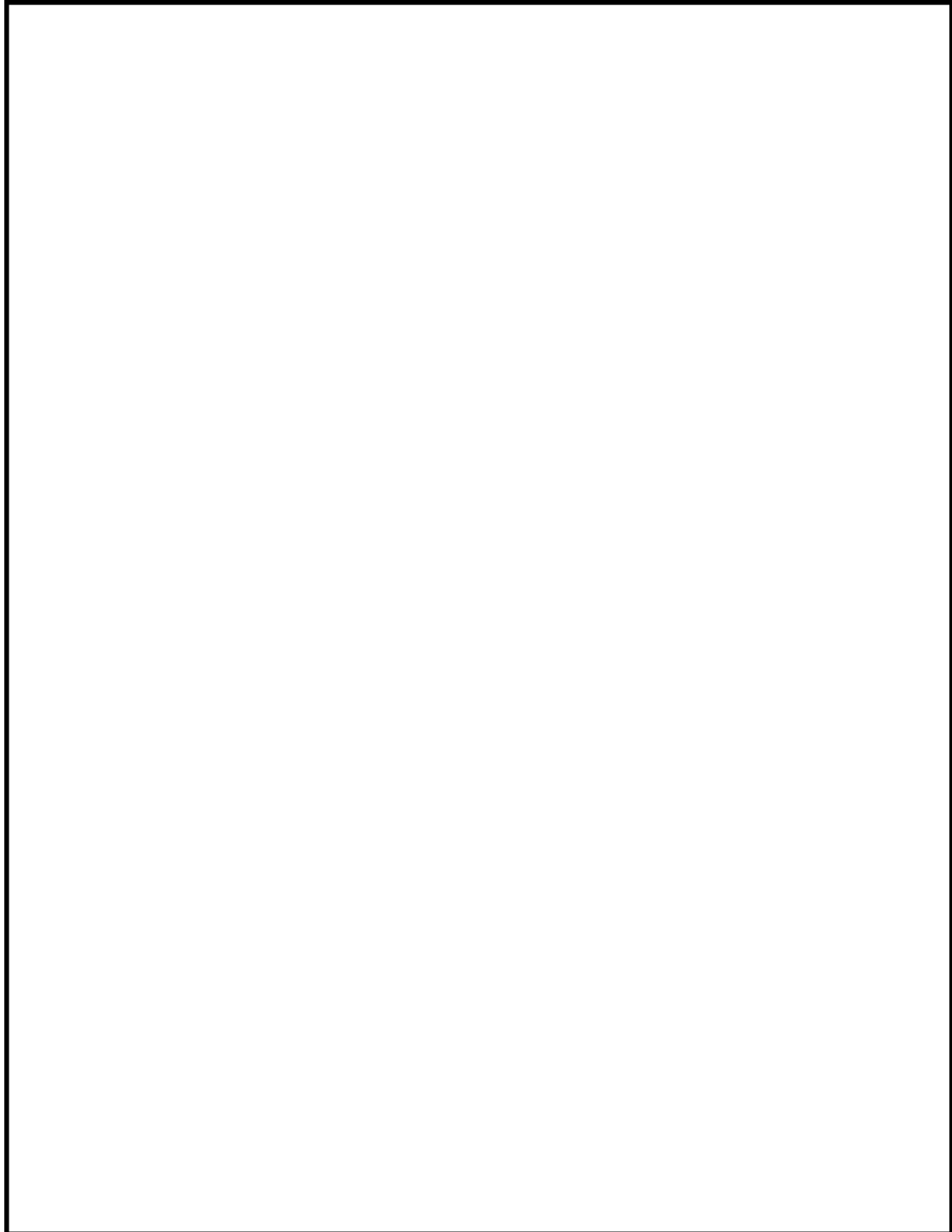


第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-3_H(NS))
(特高開閉所エリア E.L. 約) (6/19)



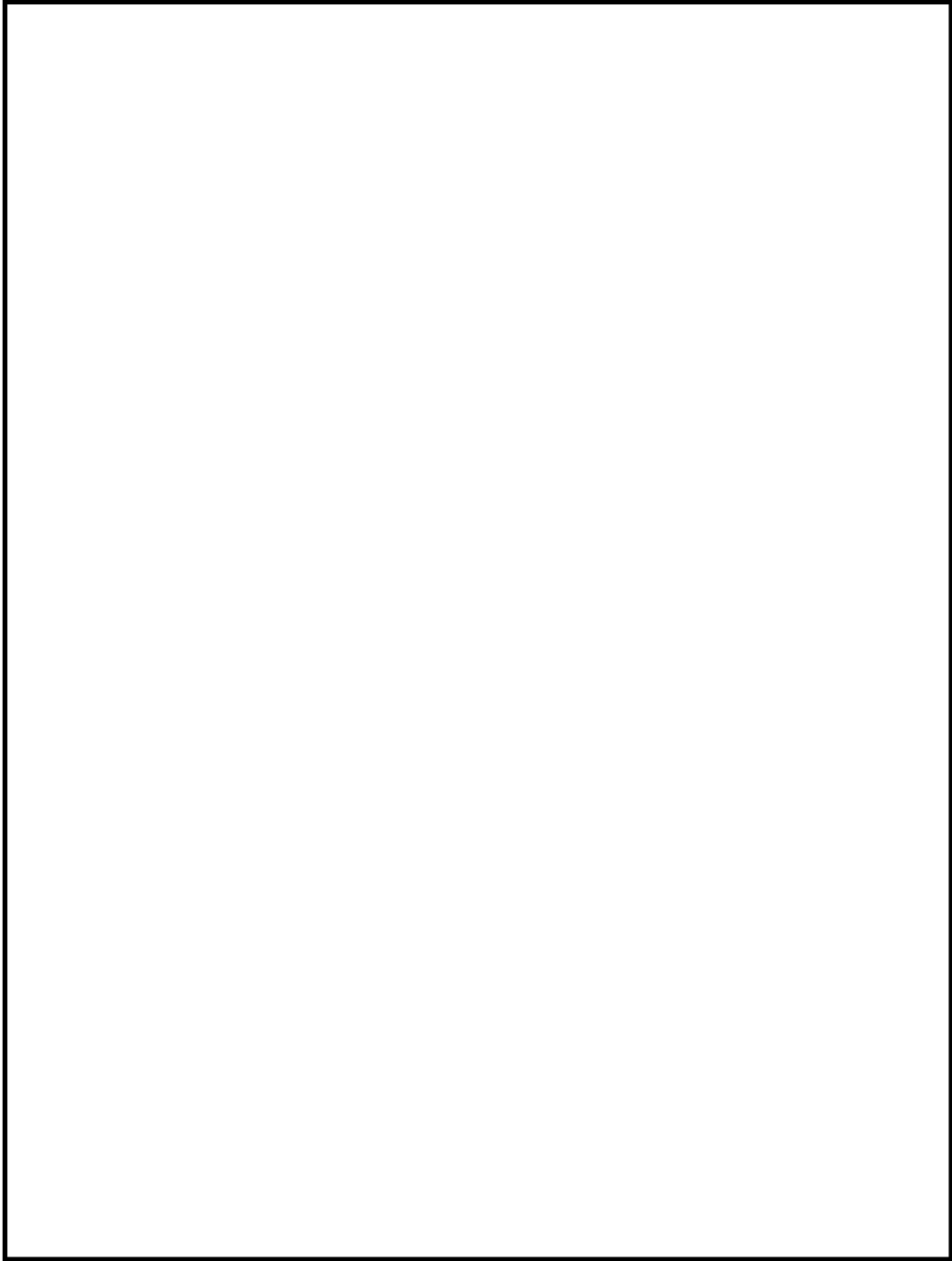
第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-3_H(EW))

(特高開閉所エリア E.L. 約) (7/19)

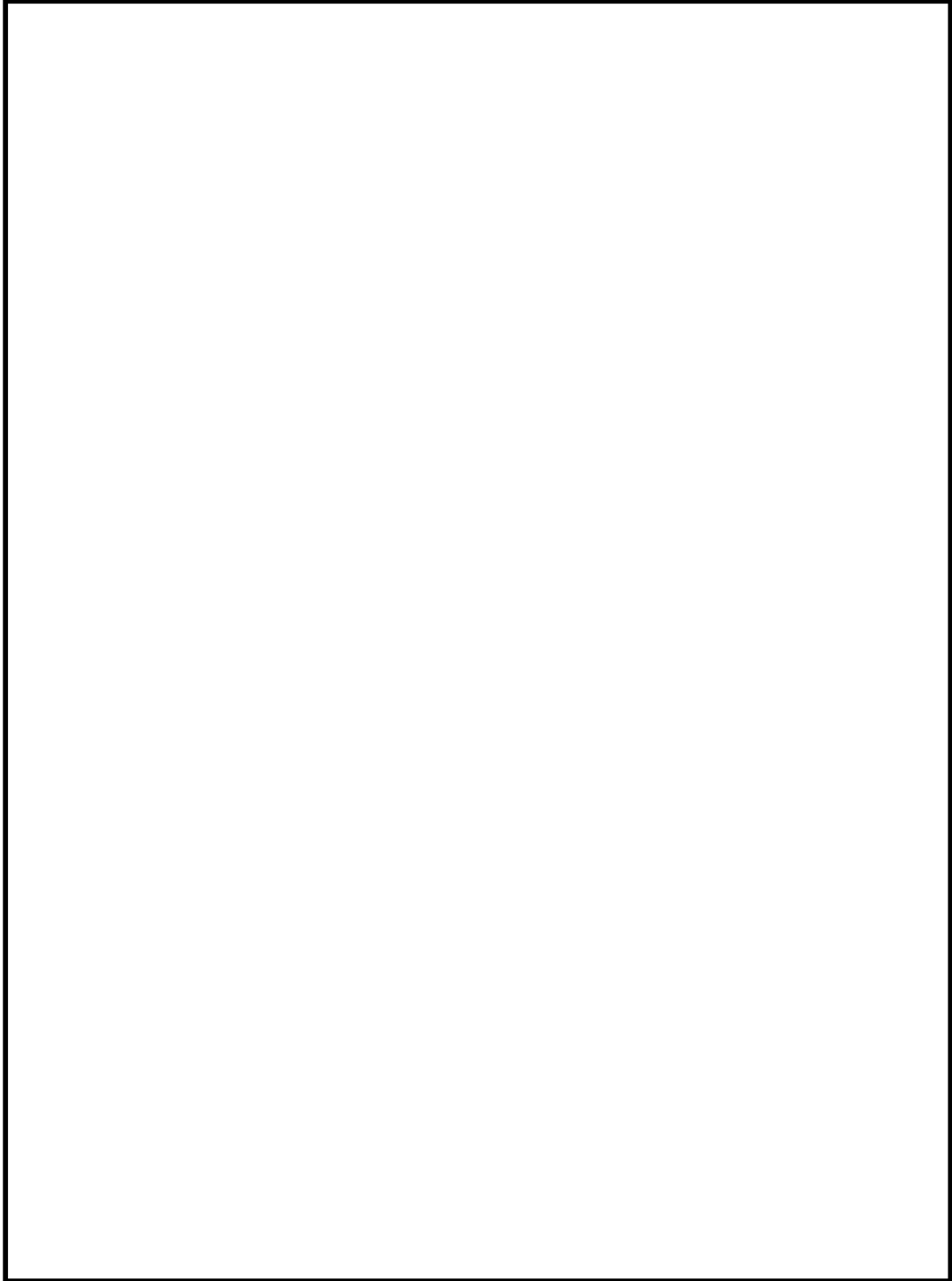


第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-3v)

(特高開閉所エリア E. L. 約) (8/19)

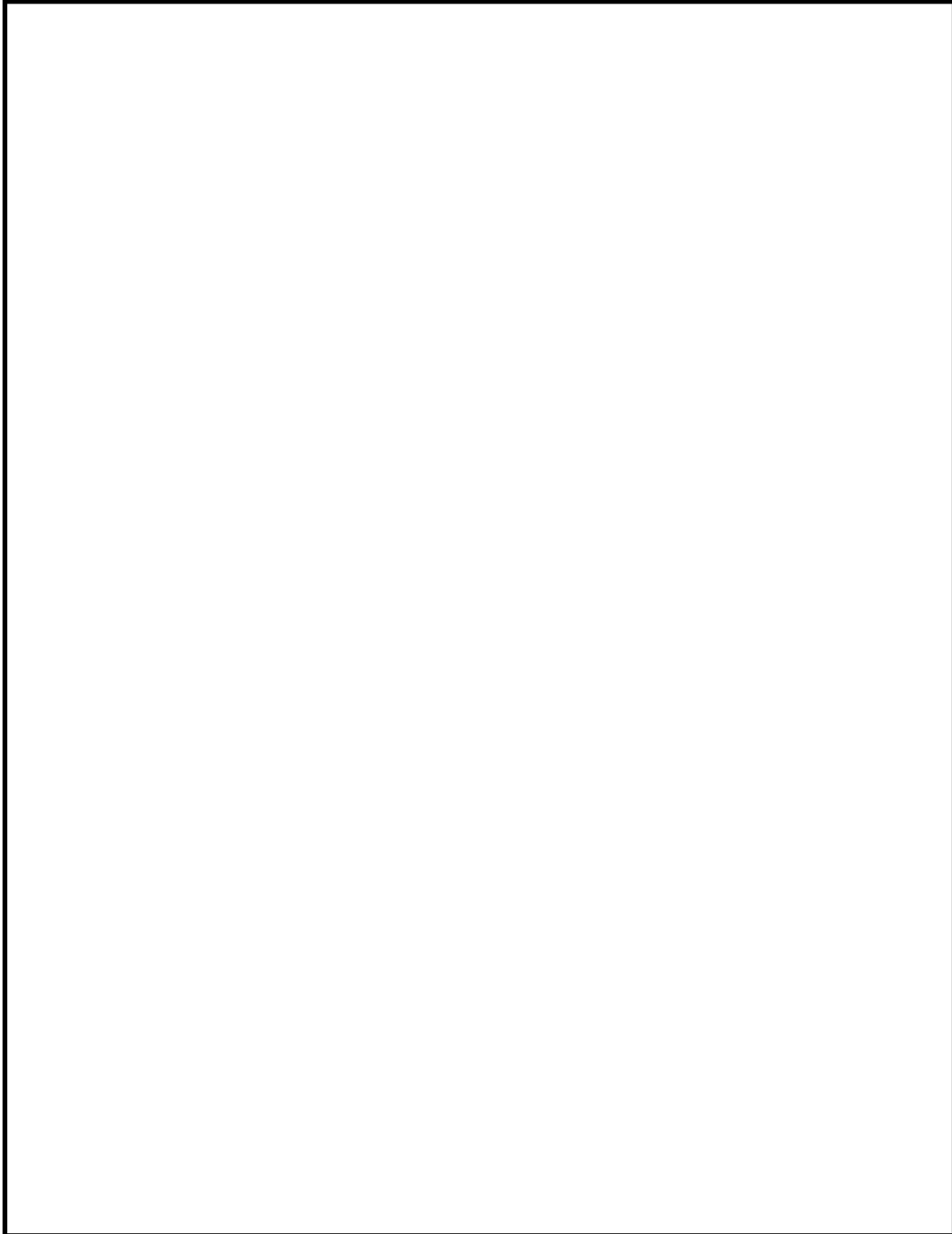


第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-4_H(NS))
(特高開閉所エリア E.L. 約) (9/19)



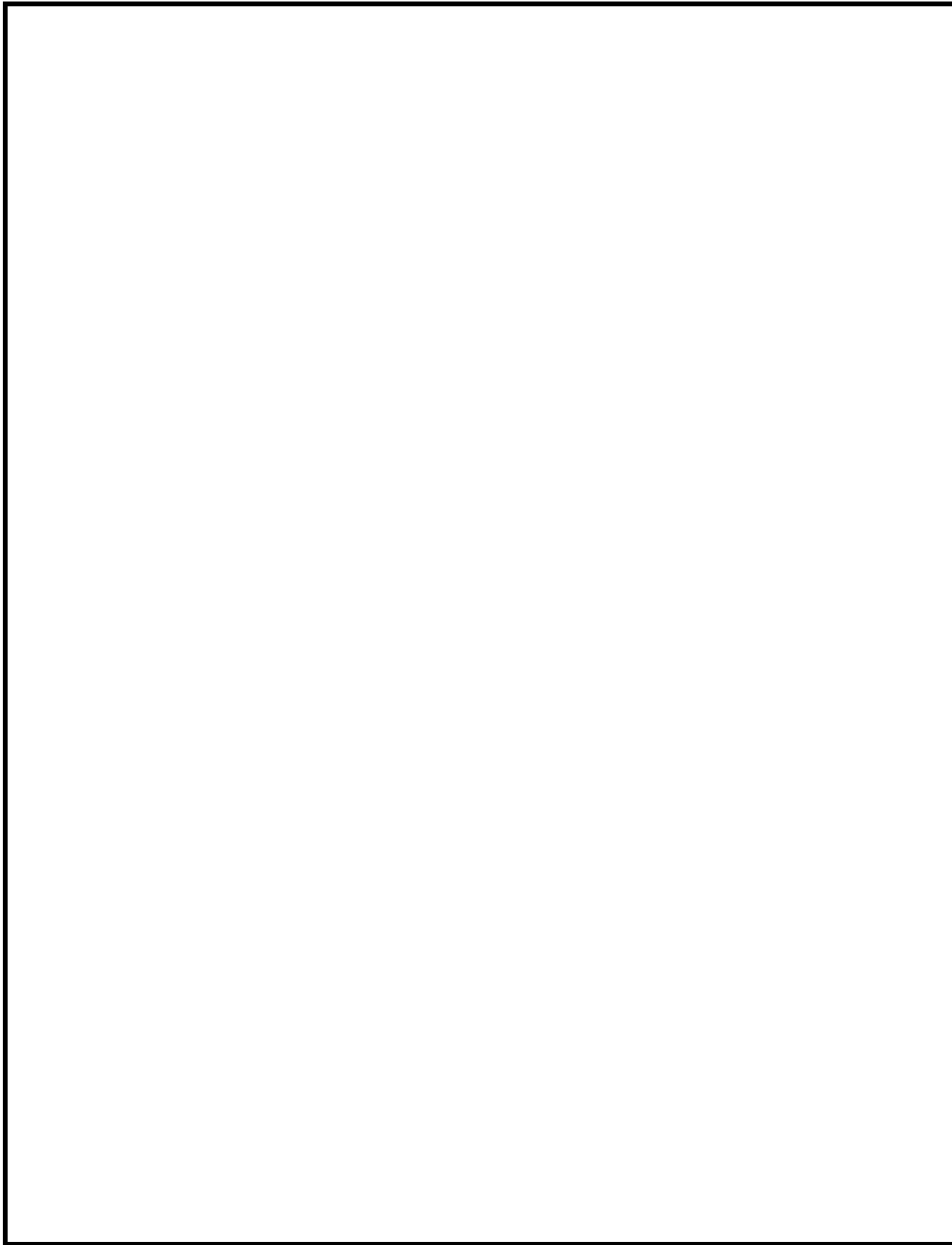
第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-4_H(EW))

(特高開閉所エリア E.L.約) (10/19)

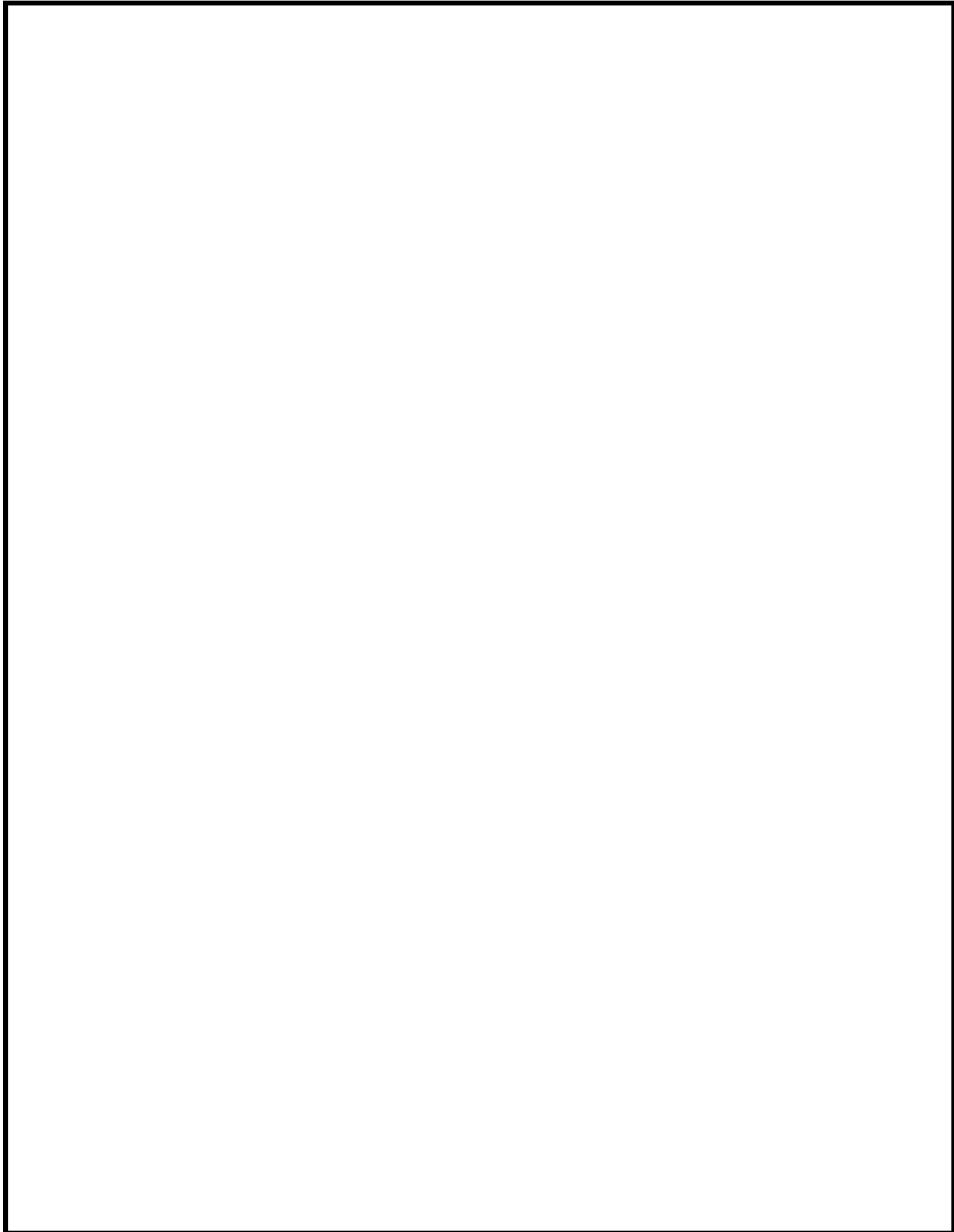


第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-4v)

(特高開閉所エリア E.L. 約) (11/19)

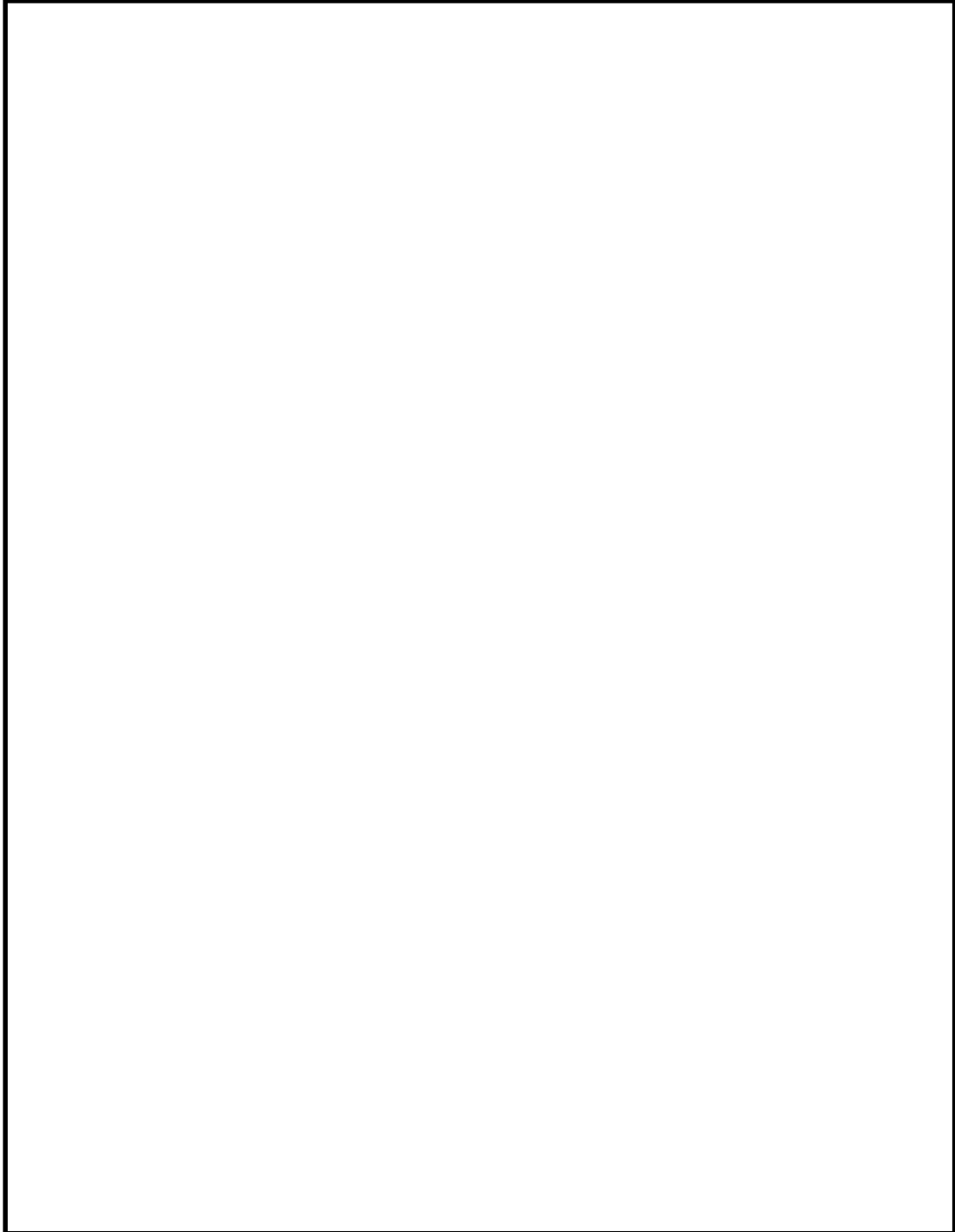


第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-5_H(NS))
(特高開閉所エリア E.L.約) (12/19)



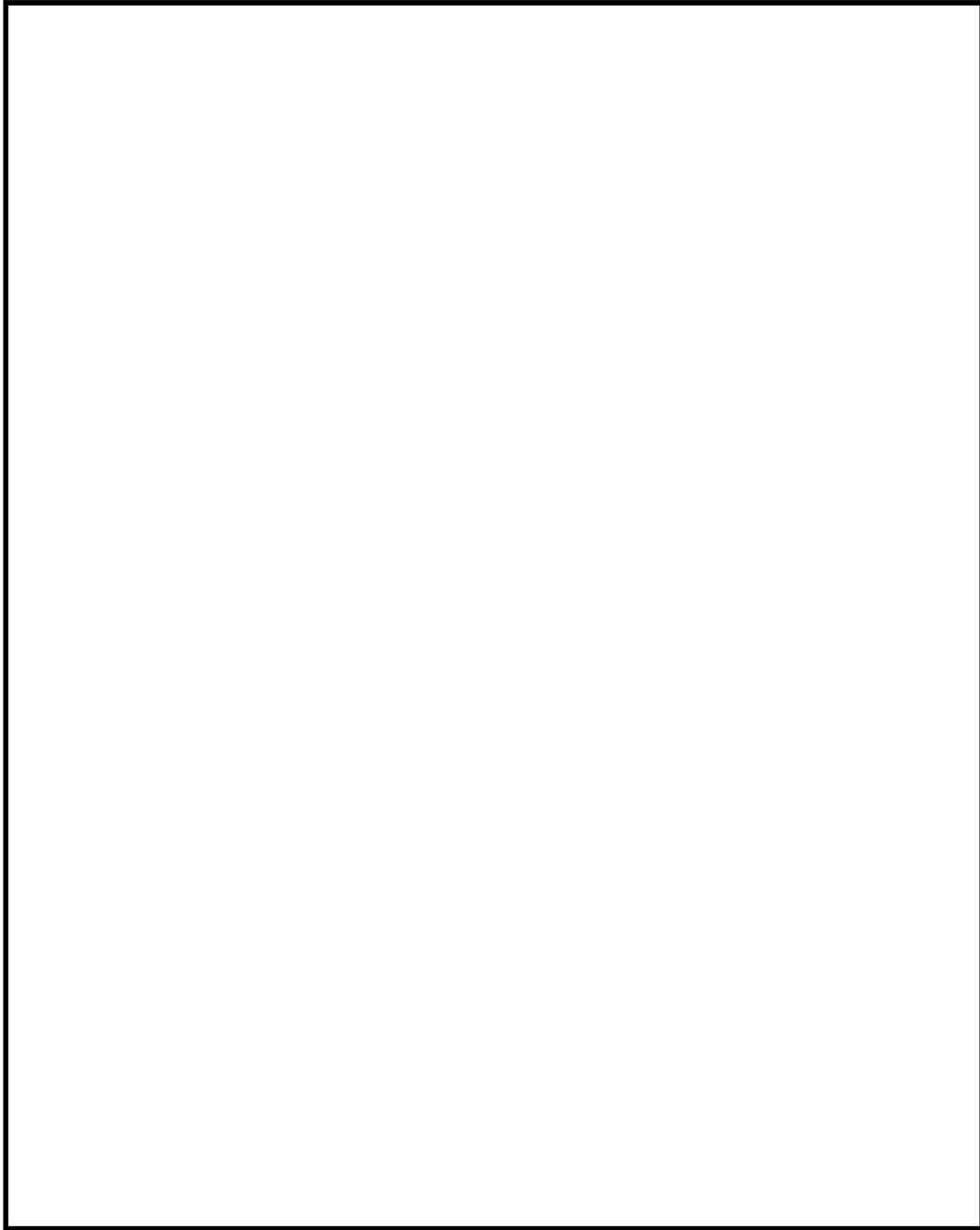
第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_S-5_H(EW))

(特高開閉所エリア E.L. 約) (13/19)

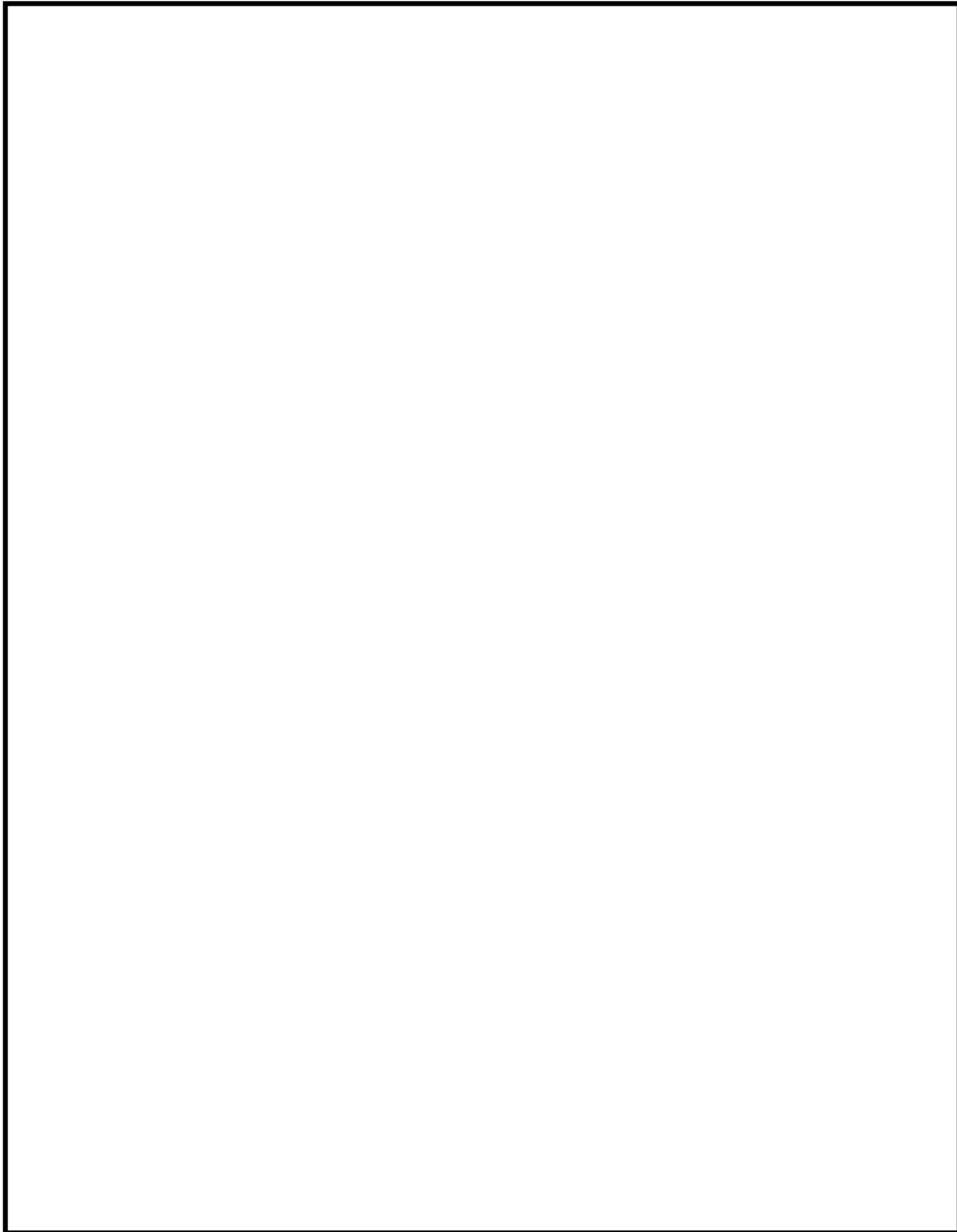


第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-5 γ)

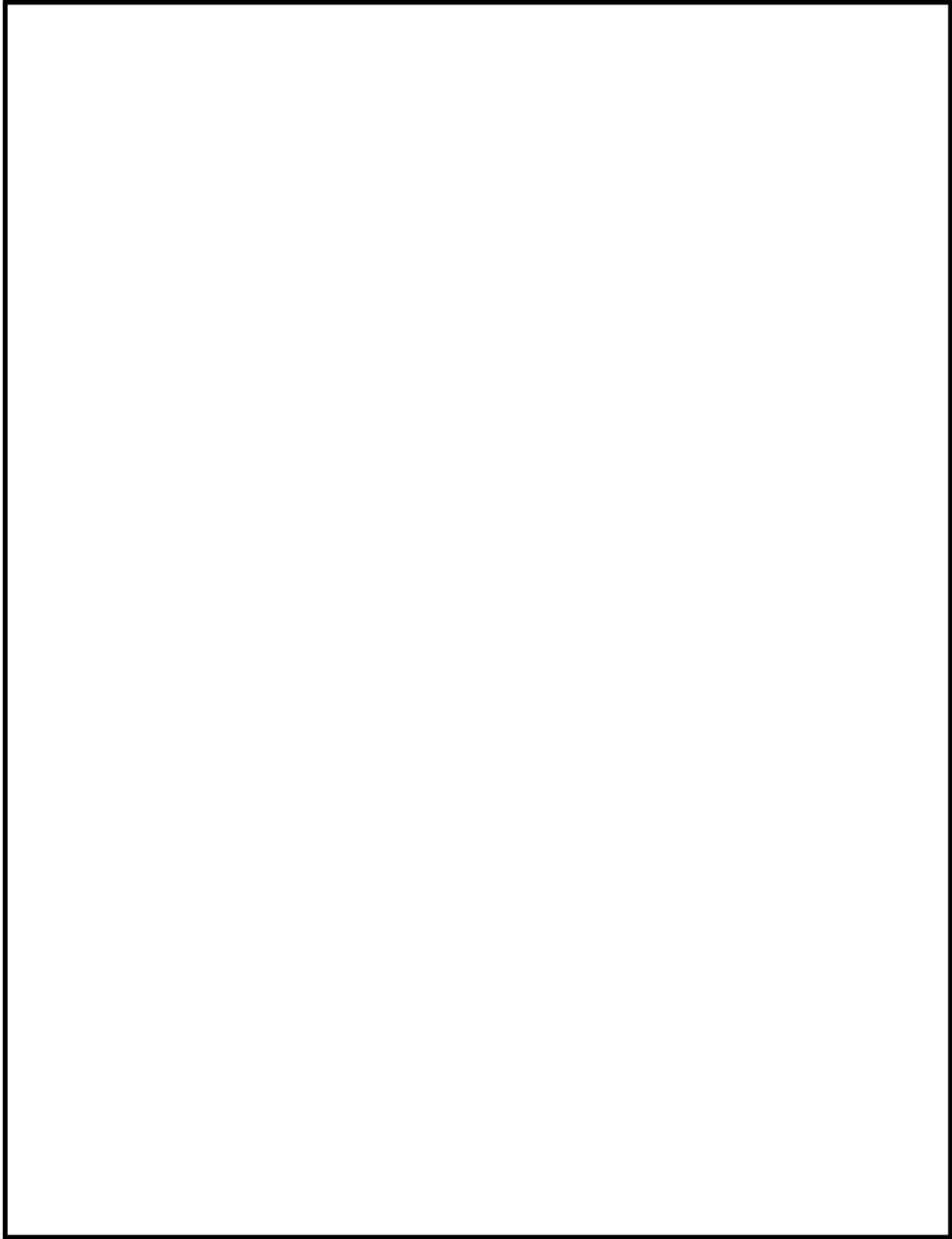
(特高開閉所エリア E.L. 約) (14/19)



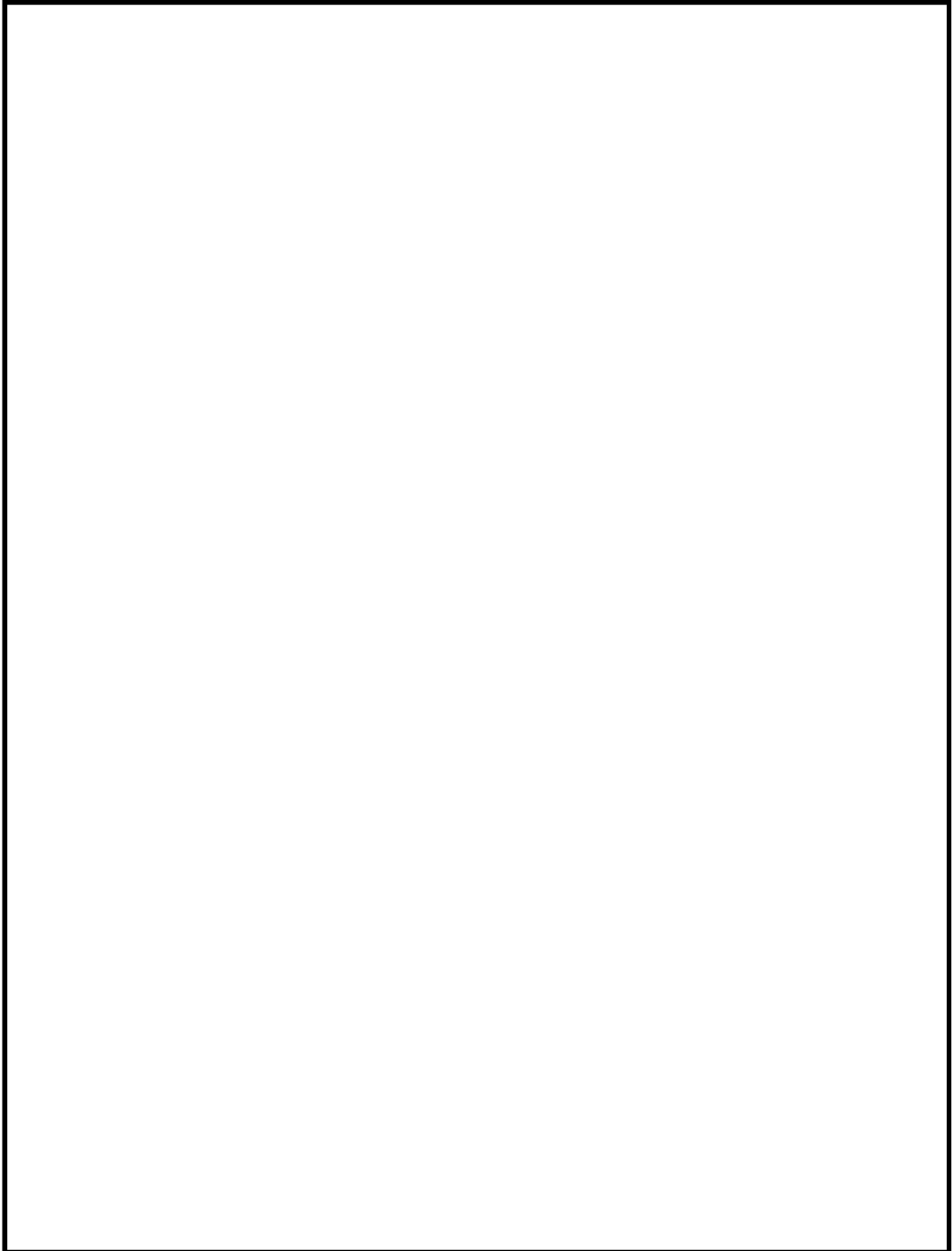
第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-6_H(NS))
(特高開閉所エリア E.L. 約) (15/19)



第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-6_H(EW))
(特高開閉所エリア E.L.約) (16/19)

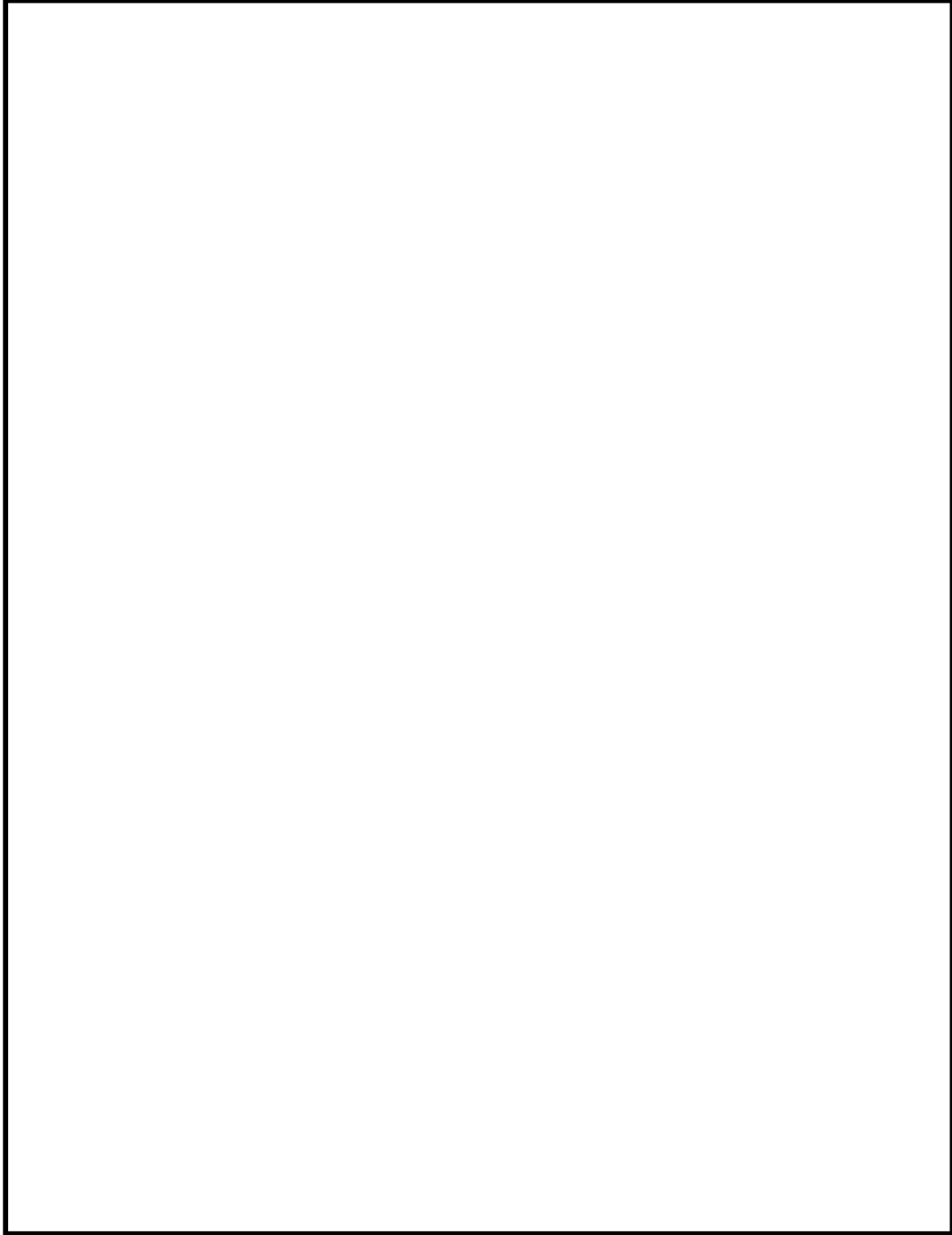


第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-6v)
(特高開閉所エリア E.L. 約 (17/19))



第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-7_H)

(特高開閉所エリア E.L. 約) (18/19)



第 2-5 図 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (Ss-7_v)

(特高開閉所エリア E.L.約) (19/19)

可搬型重大事故等対処設備等のうち車両型設備の耐震計算書

目 次

	頁
1. 概要	T3-別添 1-3-1
2. 基本方針	T3-別添 1-3-1
2.1 配置	T3-別添 1-3-1
2.2 構造の説明	T3-別添 1-3-3
2.3 評価方針	T3-別添 1-3-5
2.4 適用規格	T3-別添 1-3-8
3. 加振試験	T3-別添 1-3-9
3.1 基本方針	T3-別添 1-3-9
3.2 入力地震動	T3-別添 1-3-9
3.3 試験方法	T3-別添 1-3-9
3.4 試験結果	T3-別添 1-3-9
4. 応力評価	T3-別添 1-3-11
4.1 基本方針	T3-別添 1-3-11
4.2 評価対象部位	T3-別添 1-3-11
4.3 荷重及び荷重の組合せ	T3-別添 1-3-13
4.4 応力評価方法	T3-別添 1-3-14
4.5 応力評価条件	T3-別添 1-3-16
5. 転倒評価	T3-別添 1-3-18
5.1 基本方針	T3-別添 1-3-18
5.2 評価対象部位	T3-別添 1-3-18
5.3 許容限界	T3-別添 1-3-18
5.4 評価方法	T3-別添 1-3-18
6. 機能維持評価	T3-別添 1-3-19
6.1 基本方針	T3-別添 1-3-19
6.2 評価対象部位	T3-別添 1-3-19
6.3 許容限界	T3-別添 1-3-19
6.4 評価方法	T3-別添 1-3-19

7. 波及的影響評估	T3-別添 1-3-21
7.1 基本方針	T3-別添 1-3-21
7.2 評価対象部位	T3-別添 1-3-21
7.3 許容限界	T3-別添 1-3-21
7.4 評価方法	T3-別添 1-3-21
8. 評価結果	T3-別添 1-3-22
8.1 応力評価	T3-別添 1-3-22
8.2 転倒評価	T3-別添 1-3-22
8.3 機能維持評価	T3-別添 1-3-22
8.4 波及の影響評価	T3-別添 1-3-22

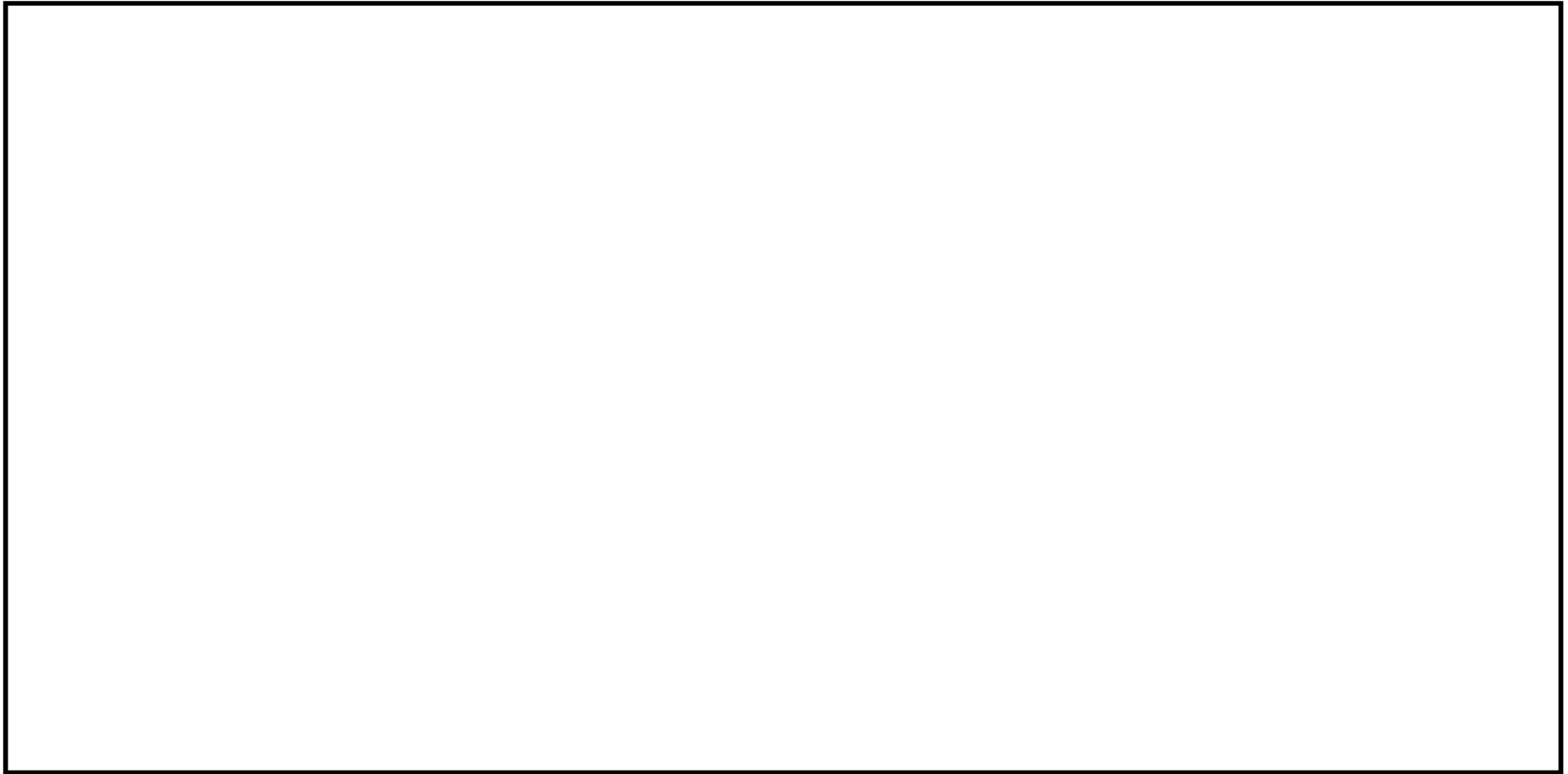
1. 概要

本資料は、別添 1-1「可搬型重大事故等対処設備等の耐震計算の方針」（以下「別添 1-1」という。）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、可搬型重大事故等対処設備等のうち車両型設備が地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対し、十分な構造強度及び機能維持を有するとともに、当該設備以外の可搬型重大事故等対処設備等に波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。その耐震評価は加振試験、応力評価、転倒評価及び機能維持評価並びに波及的影響評価により行う。

2. 基本方針

2.1 配置

車両型設備は、別添 1-1 の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとおり、4号機背面道路エリア E.L. 約 、特高開閉所エリア E.L. 約 に分散して保管する。これらの保管場所を第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 車両型設備を保管するエリア

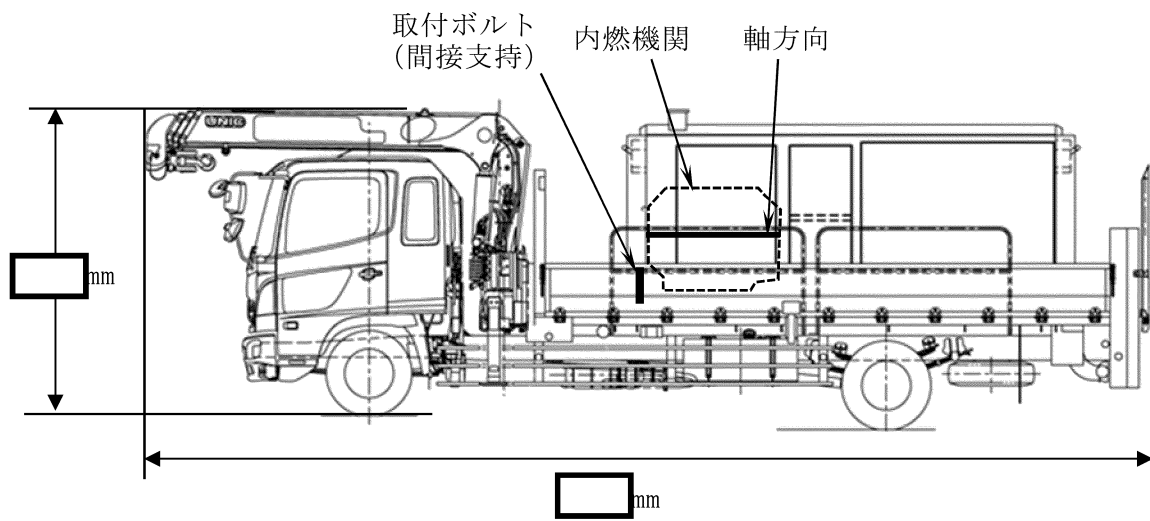
2.2 構造の説明

車両型設備の構造は、別添 1-1 の「2.1 評価対象設備」に示す構造計画としており、車両型設備の構造計画を第 2-1 表に、車両型設備の構造図を第 2-2 図に示す。

第 2-1 表 車両型設備の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
送水車	サスペンションを有し、自走にて移動できる構造※とし、車両、内燃機関により構成する。	内燃機関は、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。内燃機関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。	第 2-2 図

※：早期の重大事故等への対処を考慮し移動機能を有するとともに、地震に対する影響を軽減できる構造として、サスペンションを有している。



第 2-2 図 送水車の構造図 (外観図)

2.3 評価方針

車両型設備の評価方針を以下に示し、評価方針の一覧を第 2-2 表に、耐震評価フローを第 2-3 図に示す。

2.3.1 応力評価

車両型設備は、別添 1-1 の「2.2.1 車両型設備」にて設定した応力評価の方針に従い、直接支持構造物及び間接支持構造物に対する応力評価を実施する。

車両型設備の応力評価は、「3. 加振試験」にて得られた車両頂部の加速度を用い、「4. 応力評価」に示す方法により、車両型設備の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。確認結果を「8. 評価結果」に示す。

別添 1-1 の「2.2 評価方針」に示す評価対象部位のうち直接支持構造物としての取付ボルトの応力評価については、JEAG4601・補-1984 に規定されているその他支持構造物の評価に従い実施する。間接支持構造物としての取付ボルトについては、直接支持構造物の応力評価に準じて実施する。

2.3.2 転倒評価

車両型設備は、別添 1-1 の「2.2.1 車両型設備」にて設定した転倒評価の方針に従い、転倒評価を実施する。

車両型設備の転倒評価は、「5. 転倒評価」に示す方法により、「3. 加振試験」における加振試験にて、試験後に転倒していないことを確認し、保管場所の地表面の最大加速度と、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との比較を行い、許容限界を満足することを確認する。確認結果を「8. 評価結果」に示す。

2.3.3 機能維持評価

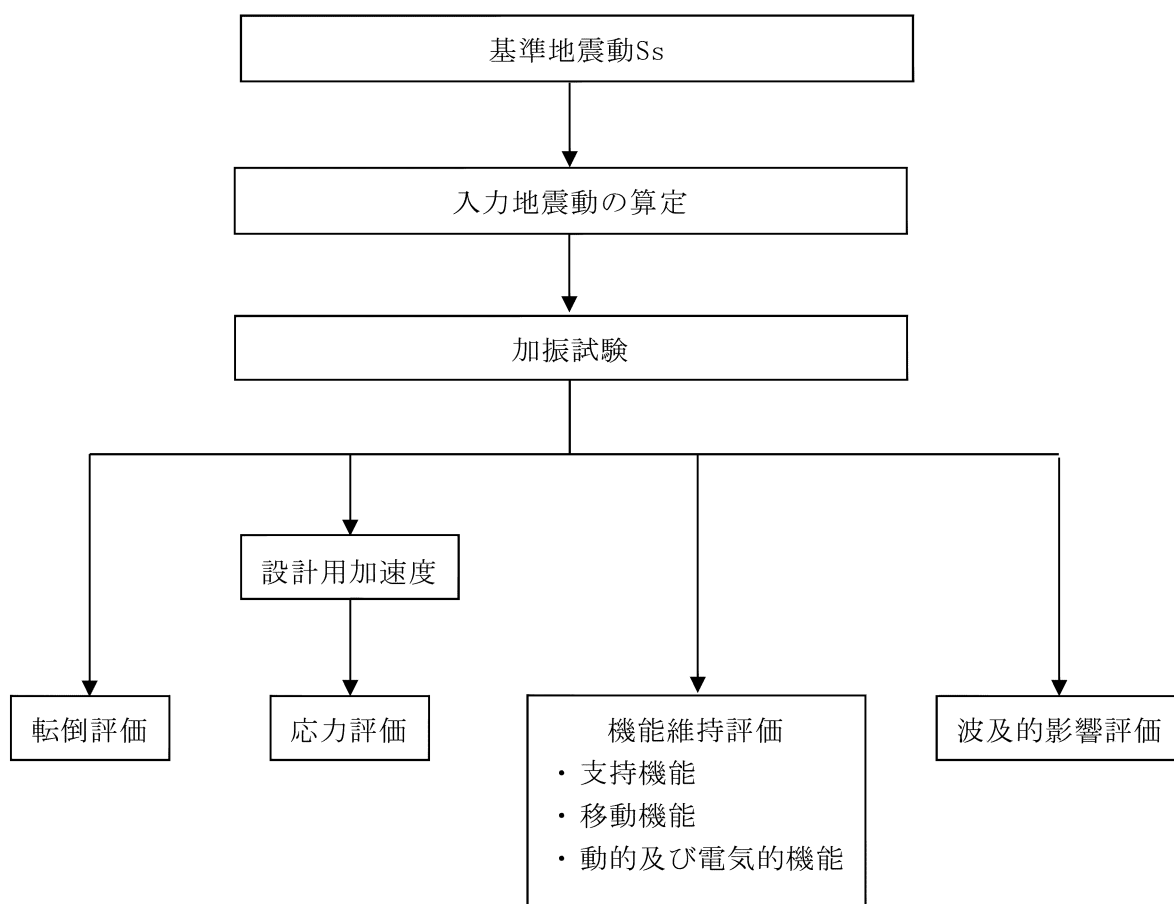
車両型設備は、別添 1-1 の「2.2.1 車両型設備」にて設定した機能維持評価の方針に従い、支持機能、移動機能、動的機能維持評価を実施する。

車両型設備の機能維持評価は、「6. 機能維持評価」に示す方法により、「3. 加振試験」における加振試験にて、試験後に支持機能及び移動機能、並びにポンプの送水機能、動的機能を保持できることを確認し、保管場所の地表面の最大加速度と、加振試験により支持機能、移動機能、動的機能を保持できることを確認した最大加速度との比較を行い、許容限界を満足することを確認する。確認結果を「8. 評価結果」に示す。

2.3.4 波及的影響評価

車両型設備は、別添 1-1 の「2.2.1 車両型設備」にて設定した波及的影響評価の方針に従い、波及的影響評価を実施する。

車両型設備の波及的影響評価は、「7. 波及的影響評価」に示す方法により、「3. 加振試験」における加振試験にて、車両の傾き及びすべりによる変位量のうち、最も大きい変位量が許容限界を満足することを確認する。確認結果を「8. 評価結果」に示す。



第 2-3 図 車両型設備の評価フロー

第 2-2 表 車両型設備の評価方法

設備名称	車両種別	設備種別	転倒評価	機能維持 評価	応力評価		波及的 影響評価
					直接 支持構造物	間接 支持構造物	
送水車	トラック	ポンプ車	加振試験	加振試験	応力計算＋ 加振試験	応力計算＋ 加振試験	加振試験

2.4 適用規格

適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む）」＜第Ⅰ編 軽水炉規格＞ JSME S NC1-2005/2007」（日本機械学会）（以下「JSME S NC1」という。）
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」（社）日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984」（社）日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」（社）日本電気協会

3. 加振試験

3.1 基本方針

別添 1-1 の「4.1 車両型設備 (1) 加振試験」にて設定した基本方針に従い、加振試験を実施する。

加振試験は、以下の「3.2 入力地震動」に示す入力地震動を用いて、「3.3 試験方法」に示す方法により、「4. 応力評価」に用いる車両頂部の最大加速度、「5. 転倒評価」に用いる転倒の有無、「6. 機能維持評価」に用いる加振台の最大加速度、及び「7. 波及的影響評価」に用いる車両の最大変位量を求める。

3.2 入力地震動

入力地震動は、別添 1-2 「可搬型重大事故等対処設備等の保管エリア等における入力地震動」に示した各保管場所の $S_s-1\sim 7$ の設計用床応答曲線を、概ね包絡するよう作成した時刻歴応答加速度とする。

3.3 試験方法

車両型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、「3.2 入力地震動」に示すランダム波を入力地震動として加振試験を行い、車両頂部の最大加速度、試験後に転倒していないこと、加振台の最大加速度及び車両の最大変位量を確認する。

また、加振試験は水平方向と鉛直方向の同時入力にて行う。

加振試験の入力地震動は、以下の条件にて各対象機器のすべての保管エリアにおける地表面の最大応答加速度を上回るように設定する。

- ・入力地震動：保管場所の地震動 ($S_s-1\sim 7$) を包絡するスペクトル特性を有する時刻歴応答加速度を用いる。
- ・加振方向：水平（前後）＋鉛直、水平（左右）＋鉛直
又は、水平（前後）＋水平（左右）＋鉛直

3.4 試験結果

加振試験により得られた結果を第 3-1 表に示す。

第 3-1 表 加振試験結果

設備名称	方向	車両頂部の 最大加速度 (G)	転倒の 有無	加振台の 最大加速度 (G)	車両の最大変位量	
					前後方向 (mm)	左右方向 (mm)
送水車	水平		無			
	鉛直					

4. 応力評価

4.1 基本方針

車両型設備の応力評価は、別添 1-1 の「2.2 評価方針」で設定した評価方針に従って、応力評価を実施する。

車両型設備の応力評価は、「4.2 評価対象部位」に示す評価対象部位が、「4.3 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重及び荷重の組合せに対し「4.3.2 許容応力」に示す許容応力を満足することを、「4.4 応力評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

4.2 評価対象部位

車両型設備の評価対象部位は、別添 1-1 の「2.2 評価方針」で設定した評価対象部位に従って設定する。評価対象部位を第 4-1 表に示す。

第 4-1 表 車両型設備の直接支持構造物評価対象部位

設備名称	評価対象部位	図
送水車		第 2-2 図

第 4-1 表 車両型設備の間接支持構造物評価対象部位

設備名称	評価対象部位	図
送水車		第 2-2 図

4.3 荷重及び荷重の組合せ

車両型設備の応力評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、別添 1-1 の「3.1 荷重及び荷重の組合せ」で設定した荷重及び荷重の組合せを用いる。

4.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

車両型設備の応力評価に用いる荷重の組合せ及び許容応力状態を第 4-2 表に示す。

第 4-2 表 荷重の組合せ及び許容応力状態

設備名	評価対象部位	荷重の組合せ	許容応力状態
車両型設備	取付ボルト	D+Ss	IV _{AS}

4.3.2 許容応力

車両型設備の直接支持構造物の許容応力は、「4.2 評価対象部位」にて設定した評価対象部位の破断延性限界を考慮し、別添 1-1 の「3.2 許容限界」で設定した許容限界に従い、許容応力状態 IV_{AS} の許容応力とする。

評価対象部位の許容応力を第 4-3 表に示す。

第 4-3 表 取付ボルトの許容応力

	耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許容限界 (注1)(注2)(注4)	
				一次応力	
				引張 (注3)	せん断 (注3)
取付ボルト	—	D+Ss	IV _{AS}	1.5f _t [*]	1.5f _s [*]

(注 1) f_t^{*}, f_s^{*}: JSME S NC1 SSB-3121.1(1)a 本文中 Sy 及び Sy (RT) を 1.2Sy 及び 1.2Sy (RT) と読み替えて算出した値 (JSME S NC1 SSB-3133)。ただし、1.2Sy 及び Su のいずれか小さい方の値とする。

(注 2) JEAG4601・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。

(注 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。その際の許容応力値は、JSME S NC1 SSB-3133 に基づき、Min (1.4(1.5f_t^{*}) - 1.6 τ_b, 1.5f_t^{*}) とする。

(注 4) 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。

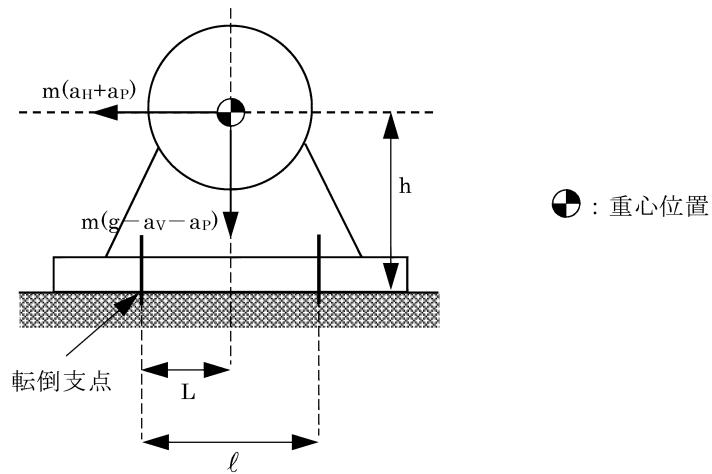
4.4 応力評価方法

車両型設備の直接及び間接支持構造物の応力評価は、別添 1-1 の「2.2 評価方針」で設定した評価式に従って、評価対象部位について、JEAG4601・補-1984 に規定されているボ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。

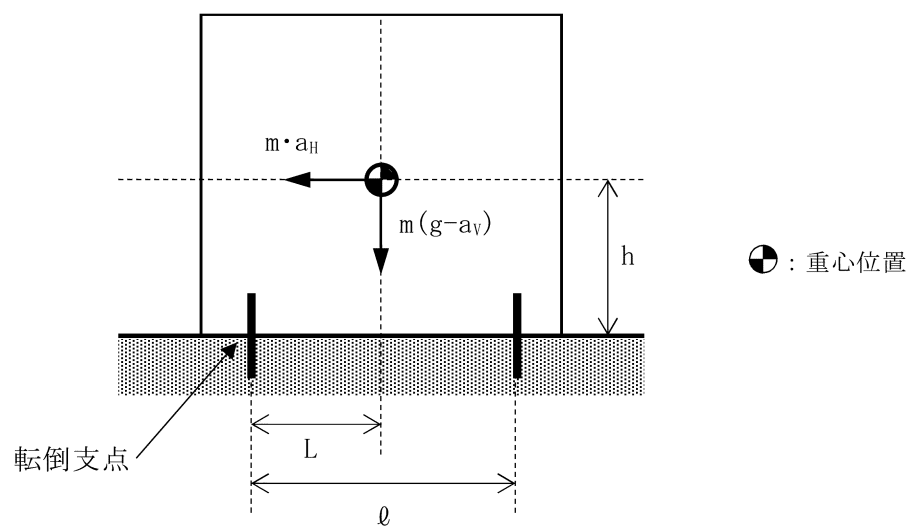
評価については、第 3-1 表に示す加振試験で測定された車両頂部の加速度を 1.2 倍した上で設計用加速度とし、発生応力を算出し、応力評価を行う。

4.4.1 評価に使用する計算モデル及び記号の説明

応力評価に使用する計算モデル例を第 4-1 図及び第 4-2 図に、記号を第 4-4 表に示す。



第 4-1 図 直接支持構造物の計算モデル例



第 4-2 図 間接支持構造物の計算モデル例

第 4-4 表 応力評価に使用する記号

記号	単位	定 義
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	車両重心位置とボルト間の水平方向距離
ℓ	mm	支点としている取付ボルトより最大引張応力がかかる取付ボルトまでの距離
m	kg	機器の運転時質量
M_P	$\text{N}\cdot\text{mm}$	回転体回転により働くモーメント
N	—	引張力の作用する取付ボルトの評価本数
n	—	取付ボルトの総本数
σ_{bt}	MPa	取付ボルトの最大引張応力
τ_{bs}	MPa	取付ボルトの最大せん断応力

4. 4. 2 直接支持構造物の応力計算式

- ・ 取付ボルトの引張応力

$$\sigma_{bt} = \frac{m \cdot (a_H + a_P) \cdot h + M_P - m \cdot (g - a_V - a_P) \cdot L}{N \cdot A_b \cdot \ell}$$

- ・ 取付ボルトのせん断応力

$$\tau_{bs} = \frac{m \cdot (a_H + a_P)}{n \cdot A_b}$$

4. 4. 3 間接支持構造物の応力計算式

- ・ 取付ボルトの引張応力

$$\sigma_{bt} = \frac{m \cdot (a_H) \cdot h - m \cdot (g - a_V) \cdot L}{N \cdot A_b \cdot \ell}$$

- ・ 取付ボルトのせん断応力

$$\tau_{bs} = \frac{m \cdot a_H}{n \cdot A_b}$$

4.5 応力評価条件

応力評価に用いる評価条件を第 4-5 表、第 4-6 表に示す。

第 4-5 表 直接及び間接支持構造物の設計用加速度

--

第 4-6 表 直接支持構造物の設計条件

--

第 4-6 表 間接支持構造物の設計条件

--

5. 転倒評価

5.1 基本方針

車両型設備は、別添 1-1 の「2.2 評価方針」に設定した評価方針に従い、転倒評価を実施する。

車両型設備の転倒評価は、「5.2 評価対象部位」に示す対象部位が「5.3 許容限界」に示す許容限界を満足することを「5.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

5.2 評価対象部位

転倒評価の対象部位は、別添 1-1 の「3.2 許容限界」にて設定したとおり、地震後に転倒しないことが要求される車両全体とする。

5.3 許容限界

許容限界は、「5.2 評価対象部位」にて設定した評価対象部位の保管場所の地表面の最大加速度が、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とする。

5.4 評価方法

車両型設備の転倒評価は、別添 1-1 の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従い、保管場所の地表面の最大加速度と、「3. 加振試験」における加振試験にて転倒しないことを確認した加振台の最大加速度との比較を行い、水平方向と鉛直方向の比較結果がそれぞれ許容限界以下であることを確認する。

6. 機能維持評価

6.1 基本方針

車両型設備は、別添 1-1 の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従い、機能維持評価を実施する。

車両型設備の機能維持評価は、「6.2 評価対象部位」に示す評価対象部位が「6.3 許容限界」に示す許容限界を満足することを、「6.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

6.2 評価対象部位

車両型設備の評価対象部位は、別添 1-1 の「2.2 評価方針」に示す確認方法を踏まえて、地震後に支持機能及び移動機能の維持が必要な車両部、並びに動的機能の維持が必要な車両に積載している内燃機関等とする。

6.3 許容限界

許容限界は、「6.2 評価対象部位」にて設定した評価対象部位の保管場所の地表面の最大加速度が、加振試験により支持機能、移動機能、動的機能が維持されることを確認した加振台の最大加速度以下であることとする。

6.4 評価方法

車両型設備の機能維持評価は、別添 1-1 の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従い、保管場所の地表面の最大加速度と、「3. 加振試験」における加振試験にて得られた、第 6-1 表に示す機能維持確認項目を確認した加振台の最大加速度との比較を行い、水平方向と鉛直方向の比較結果がそれぞれ許容限界以下であることを確認する。

第 6-1 表 車両型設備の機能維持確認項目

機器名称	機能維持確認項目
送水車	<p>重大事故等時に使用済燃料ピットへの給水又はスプレイ、内部スプレ時又は燃料取替用水タンク水移送時の復水タンクへの補給等を行うために必要な容量及び揚程を有すること。</p> <p>また、保管場所から設置場所までの自走機能を有すること。</p>

7. 波及的影響評価

7.1 基本方針

車両型設備は、別添 1-1 の「2.2.1 (4) 波及的影響評価」にて設定した評価方針に従い、他の可搬型重大事故等対処設備等への波及的影響評価を実施する。

車両型設備の波及的影響評価は、「7.2 評価対象部位」に示す評価対象部位が、「7.3 許容限界」に示す許容限界を満足することを、「7.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

7.2 評価対象部位

波及的影響評価の対象部位は、別添 1-1 の「3.2 許容限界」にて設定したとおり、車両全体とする。

7.3 許容限界

車両型設備は、「7.2 評価対象部位」にて設定した評価対象部位と他の可搬型重大事故等対処設備等との離隔距離が、車両型設備の加振試験にて確認した最大変位量を基に、前後方向 mm、左右方向 mm であることを許容限界とする。

なお、実際の車両配置に必要な車両間隔については離隔距離を基に、離隔距離を加算し、前後方向 mm、左右方向 mm とする。

7.4 評価方法

車両型設備の波及的影響評価は、別添 1-1 の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従い、「3. 加振試験」における加振試験にて得られた、車両の傾き及びすべりによる変位量のうち、最も大きい変位量が許容限界以下であることを確認する。

8. 評価結果

車両型設備の基準地震動 S_s による地震力に対する評価結果を以下に示す。

発生値は許容値を満足しており、基準地震動 S_s による地震力に対して十分な構造強度及び機能維持を有するとともに、当該設備以外の可搬型重大事故等対処設備等に波及的影響を及ぼさないことを確認した。

8.1 応力評価

車両型設備の応力評価結果を第 8-1 表、第 8-2 表に示す。

8.2 転倒評価

車両型設備の転倒評価結果を第 8-3 表に示す。

8.3 機能維持評価

車両型設備の機能維持評価結果を第 8-3 表に示す。

8.4 波及的影響評価

車両型設備の波及的影響評価結果を第 8-4 表に示す。

第 8-1 表 直接支持構造物の評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生値	許容値
送水車	内燃機関 取付ボルト	引張り(単位 MPa)		
		せん断(単位 MPa)		
		組合せ(単位 MPa)		

第 8-2 表 間接支持構造物の評価結果

評価対象設備	評価部位	応力 分類	発生値	許容値
送水車	コンテナ 取付ボルト	引張り(単位 MPa)		
		せん断(単位 MPa)		
		組合せ(単位 MPa)		

第 8-3 表 転倒評価及び機能維持評価確認結果

--

第 8-4 表 波及的影響評価結果（左右方向）

設備名称	車両の最大変位量 (左右方向) (mm)	許容限界 (左右方向) (mm)
送水車		

第 8-4 表 波及的影響評価結果（前後方向）

設備名称	車両の最大変位量 (前後方向) (mm)	許容限界 (前後方向) (mm)
送水車		

なお、波及的影響評価として実施した地震に伴うすべり及び浮き上がりの考慮は、竜巻対策としての固縛装置の余長を設計する入力条件であり、当該余長については、地震によるすべり量及び浮き上がり量を包絡できる設計とする。

可搬型重大事故等対処設備等の水平 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

目 次

	頁
1. 概要	T3-別添1-4-1
2. 基本方針	T3-別添1-4-1
3. 評価方法	T3-別添1-4-1
4. 評価結果	T3-別添1-4-4
4.1 水平2方向及び鉛直方向の組合せの評価設備（部位）の抽出	T3-別添1-4-4
4.2 まとめ	T3-別添1-4-5

1. 概要

本資料は、資料 8「耐震性に関する説明書」の別添 1-1「可搬型重大事故等対処設備等の耐震計算の方針」に基づき、基準地震動 S_s による地震力に対する機能を保持できることを確認した可搬型重大事故等対処設備等に対し、水平 2 方向及び鉛直方向の組合せによる地震力が与える影響について説明するものである。なお、耐震設計上の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等は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」別記 2 において水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価を要求されていないが、確認を行うものである。

2. 基本方針

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-8「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」の評価方針を踏まえて、可搬型設備としての構造上及び保管方法の特徴を踏まえた抽出を行い、設備が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

3. 評価方法

資料 8-3「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. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対する影響評価方針」を踏まえて、基準地震動 S_s による地震力に対して、耐震評価を実施する設備のうち、従来の設計手法における水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、設備の構造特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のあるものを抽出し、設備が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。影響評価のフローを第 3-1 図に示す。

(1) 評価対象となる設備の整理

可搬型重大事故等対処設備等のうち、基準地震動 S_s による地震力に対して構造強度及び機能維持を確認する設備を評価対象とする。(第 3-1 図①)

(2) 構造上の特徴による抽出

可搬型設備としての構造上及び保管方法の特徴から水平 2 方向の地震力が重複する観点にて検討を行い、水平 2 方向の地震力による影響の可能性のある設備を抽出する。(第 3-1 図②)

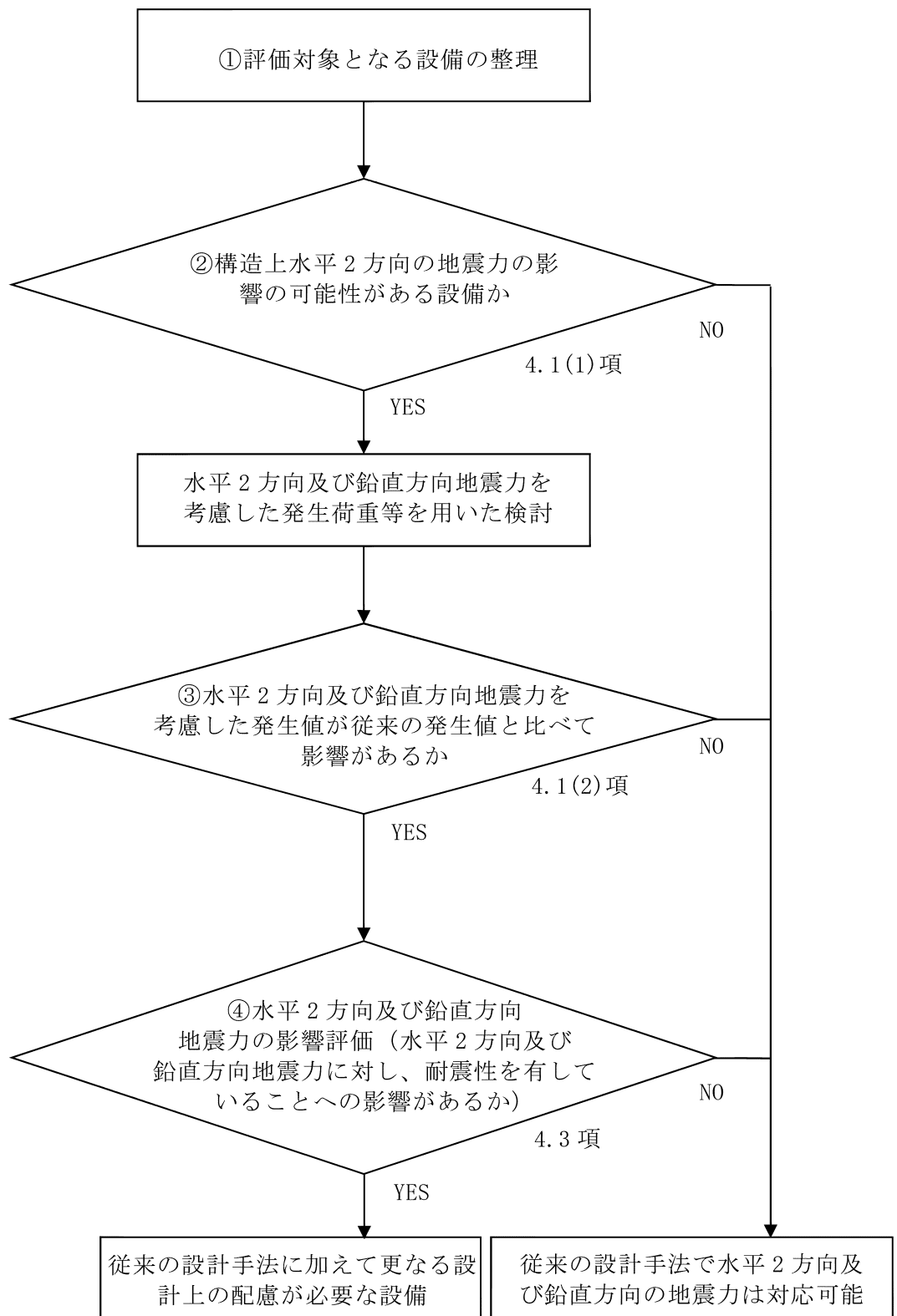
(3) 発生値の増分による抽出

水平 2 方向の地震力による影響の可能性がある設備に対して、水平 2 方向の地震力が各方向 1 : 1 で入力された場合に各部にかかる荷重や応力等を求め、従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

(第 3-1 図③)

(4) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価

(3)の検討において算出された荷重や応力等を用いて、設備が有する耐震性への影響を検討する。(第 3-1 図④)



第3-1図 水平2方向及び鉛直方向の地震力を考慮した影響評価のフロー

4. 評価結果

4.1 水平 2 方向及び鉛直方向の組合せの評価設備（部位）の抽出

評価対象設備を第 4-1 表に示す。平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の資料 13-19「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」の「3.2 機器・配管系」の評価設備（部位）の抽出方法を踏まえ、評価対象設備の各評価部位、応力分類に対し構造上の特徴から、水平 2 方向の地震力による影響を以下の項目により検討し、影響の可能性のある設備を抽出した。

(1) 水平 2 方向の地震力が重複する観点

評価対象設備は、水平 1 方向の地震力に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重複した場合、水平 2 方向の地震力による影響を検討し、影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性があるものとして抽出した。抽出結果を第 4-2 表に示す。

なお、対象設備の抽出に当たって、耐震性への影響が軽微とした設備の理由を以下に示す。

① 機能維持評価対象設備

a. 横形ポンプ

現行の機能維持確認済加速度における詳細評価^(注)で最弱部である軸系において、曲げに対して軸直角方向の水平方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。

(注) JEAG4601-1991 で定められた評価部位の余裕度評価

(2) 水平 1 方向及び鉛直方向地震力に対する水平 2 方向及び鉛直方向地震力の増分の観点

(1)にて影響の可能性のある設備について、水平 2 方向の地震力が各方向 1:1 で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の設計手法による発生値と比較し、その増分により影響の程度を確認し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出した。抽出結果を第 4-2 表に示す。

なお、対象設備の抽出に当たって、耐震性への影響が軽微とした設備の理由を以下に示す。

① 構造強度評価対象設備

a. 車両型設備

車両型設備は、加振試験の結果、走行直角方向の加速度が支配的であり、水平 2 方向の影響は軽微であるものの、積載した内燃機関等は、矩形構造の横型回転機器であり応答軸（強軸・弱軸）が明確である。水平 2 方向の地震力が発生した場合、その応答はそれぞれの応答軸方向に分解され、実質的には弱軸方向に 1 方向入力した応答レベルと同等となることから、耐震性への影響の懸念はないと整理した。

4.2 まとめ

可搬型重大事故等対処設備等について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性がある設備（部位）について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し、従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を確認した結果、従来設計の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される設備については、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値が評価基準値を満足し、設備が有する耐震性に影響のないことを確認したため、設計手法に加えて更なる設計上の配慮が必要な設備はない。

第 4-1 表 水平 2 方向入力の影響検討対象設備

資料 番号	機器名称	構造強 度評価	機能維 持評価	部位 ^(注)
別添 1-3	送水車	○	○	各部位

(注) 評価部位については、別添 1-3 に示す耐震評価箇所の通り。

第 4-2 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果

(凡例)

○：影響の可能性あり

△：影響軽微

—：該当なし

(1) 構造強度評価

機器名称	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の 影響の可能性		
	4.1 項(1) の観点	4.1 項(2) の観点	検討結果 (影響軽微の理由)
送水車	○	△	4.1 項(2)①a. 「車両型設備」の理由による

(2) 機能維持評価

機器名称	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の 影響の可能性		
	4.1 項(1) の観点	4.1 項(2) の観点	検討結果 (影響軽微の理由)
送水車	△	—	4.1 項(1)①a. 「横形ポンプ」の理由による

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

	頁
1. はじめに	T3-別紙-1
2. 解析コードの概要	T3-別紙-2
2.1 microSHAKE/3D Ver. 2.0.1.179	T3-別紙-2

1. はじめに

本資料は、資料8「耐震性に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。

2. 解析コードの概要

2.1 microSHAKE/3D Ver. 2.0.1.179

2.1.1 microSHAKE/3D Ver. 2.0.1.179の概要

対象：送水車

項目 \ コード名	microSHAKE/3D
開発機関	株式会社地震工学研究所
開発時期	2015年
使用したバージョン	Ver. 2.0.1.179
使用目的	地震応答解析（入力地震動算定）
コードの概要	<p>microSHAKE/3D（1次元波動伝播解析コード）は、重複反射理論に基づく地盤の地震応答解析を行うことが可能であり、地盤の非線形性はひずみ依存特性を用いて等価線形法により考慮することができる。</p> <p>microSHAKE/3Dの主な特徴として、以下の①～③を挙げることができる。</p> <p>① 1次元重複反射理論に基づくプログラムである。</p> <p>② 地盤の非線形性はひずみ依存特性を用いて等価線形法により考慮できる。</p> <p>③ 鉛直動は、S波速度V_sをP波速度V_pとして定義することで対応が可能である。</p>
検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)	<p>microSHAKE/3D Ver. 2.0.1.179は、送水車の地震応答解析（入力地震動算定）に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ microSHAKE/3Dについて、二層のモデル地盤において地震応答解析を行った解析解と、1次元重複反射理論に基づく理論解が概ね一致していることを確認した。 ・ 本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 原子力産業界において、原子力発電所の土木構造物評価をはじめ

	<p>めとする多数の解析に本解析コードが使用されており、十分な使用実績があるため、信頼性があると判断できる。</p> <ul style="list-style-type: none">• 入力地震動算定に対して、原子力産業界において1次元重複反射理論に基づく地震応答解析は既工事計画において実績があり、同じ理論に基づく解析コードであるshake-91を用いた1次元地震応答解析を行った解析解と、本解析コードによる解析解を比較したコードベンチマーキングを行った結果、双方の解が概ね一致していることを確認した。• 本工事計画における構造に対し使用する要素、地震応答解析（入力地震動算定）の使用目的に対し、使用用途及び使用方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。• 本工事計画において使用するmicroSHAKE/3D Ver. 2.0.1.179は、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された工事計画認可申請書において使用されているmicroSHAKE Ver. 2.1と同じ使用目的で使用している。• microSHAKE/3Dは、既工事計画において実績のあるmicroSHAKEがバージョンアップの過程において名称変更されたものであり、本工事計画で使用する機能において、解析結果に影響のある変更が行われていないことを確認している。
--	---

資料 9 強度に関する説明書

目 次

資料 9-1 強度計算の基本方針の概要

資料 9-1-1 重大事故等クラス 3 機器の強度評価の基本方針

資料 9-2 強度計算方法の概要

資料 9-2-1 重大事故等クラス 3 機器の強度評価方法

資料 9-3 強度計算書の概要

資料 9-3-1 重大事故等クラス 3 機器の強度評価書

別添 1 竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書

別添 1-1 屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算書

別添 2 発電用火力設備の技術基準による強度に関する説明書

資料 9 - 1 強度計算の基本方針の概要

目 次

	頁
1. 概要	T3-添9-1-1

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」（平成25年6月28日 原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という。）第55条に規定されている重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプの材料及び構造について、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有することを説明するものである。

なお、重大事故等対処設備のうち材料及び構造の要求事項に変更がない機器については、今回の申請において変更は行わない。

今回、新たに材料及び構造の要求が追加又は変更となる機器であって、重大事故等クラス3機器が十分な強度を有することを説明するものであり、強度評価の基本方針については、以下の資料により構成する。

また、技術基準規則の機器区分に該当しない機器のうち、施設した内燃機関（燃料系含む）の評価を別添に示す。

資料9-1-1 重大事故等クラス3機器の強度評価の基本方針

資料 9-1-1 重大事故等クラス 3 機器の強度評価の基本方針

目 次

	頁
1. 概要	T3-添9-1-1-1
2. 重大事故等クラス3機器の強度評価の基本方針	T3-添9-1-1-2
2.1 重大事故等クラス3機器のうち完成品の構造及び強度	T3-添9-1-1-3

1. 概要

重大事故等クラス3機器の材料及び構造については、「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」（平成25年6月28日 原子力規制委員会規則第六号）（以下「技術基準規則」という）第55条第1項第3号及び第6号に規定されており、適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有することが要求されている。

本資料は重大事故等クラス3機器である容器及びポンプが十分な強度を有することを確認するための強度評価の基本方針について説明するものである。

1号機設備、1・2・3・4号機共用の設備の強度に関する説明書は、平成28年6月10日付け原規規発第1606104号にて認可された高浜発電所1号機の工事計画の資料14「強度に関する説明書」による。

2. 重大事故等クラス3機器の強度評価の基本方針

重大事故等クラス3機器の材料及び構造については、技術基準規則第55条（材料及び構造）に規定されており、「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」（平成25年6月19日 原規技発第1306194号）により完成品として一般産業品の規格及び基準へ適合している場合は、技術基準規則の規定を満足するものとされている。

よって、重大事故等クラス3機器の技術基準規則第55条への適合性については、完成品として一般産業品の規格及び基準に適合していることを確認することで評価を実施する。

重大事故等クラス3機器のうち完成品の材料については、完成品として一般産業品の規格及び基準に適合するものを使用する設計とする。

なお、重大事故等クラス3機器の設計仕様となる最高使用温度等の数値の根拠については、資料3「設備別記載事項の設定根拠に関する説明書」による。

2.1 重大事故等クラス3機器のうち完成品の構造及び強度

完成品は、一般産業品の規格及び基準への適合性を確認することにより材料及び構造の要求を満たしていると評価することから、適用されるメーカ規格及び基準が妥当であること、対象とする機器の材料が適切であること及び使用条件に対する強度を確認する。

内燃機関を有する可搬型ポンプに附属する燃料タンクについては、可搬型ポンプが燃料タンク等を含む一体構造品の完成品として製作されているため、内燃機関を有する可搬型ポンプが一般産業品の規格及び基準へ適合していることを確認することで、それらの附属機器である燃料タンクが重大事故等時の使用条件に対する強度を有することを確認する。

資料 9 - 2 強度計算方法の概要

目 次

	頁
1. 概要	T3-添9-2-1

1. 概要

本資料は、資料9-1「強度計算の基本方針の概要」に基づき、重大事故等クラス3機器が十分な強度を有することを確認するための方法について説明するものであり、以下の資料により構成する。

資料9-2-1 重大事故等クラス3機器の強度評価方法

資料 9-2-1 重大事故等クラス 3 機器の強度評価方法

目 次

	頁
1. 概要	T3-添9-2-1-1
2. 重大事故等クラス3機器の強度評価方法	T3-添9-2-1-2
2.1 重大事故等クラス3機器のうち完成品の強度評価方法	T3-添9-2-1-2
3. 強度評価書のフォーマット	T3-添9-2-1-3
3.1 強度評価書のフォーマットの概要	T3-添9-2-1-3
3.2 記載する数値に関する注意事項	T3-添9-2-1-3
3.3 強度評価書のフォーマット	T3-添9-2-1-3

1. 概要

本資料は、資料9-1-1「重大事故等クラス3機器の強度評価の基本方針」に基づき、重大事故等クラス3機器のうち完成品が一般産業品の規格及び基準に適合していることを確認するための強度評価方法について説明するものであり、重大事故等クラス3機器の強度評価方法及び強度評価書のフォーマットより構成する。

2. 重大事故等クラス3機器の強度評価方法

2.1 重大事故等クラス3機器のうち完成品の強度評価方法

重大事故等クラス3機器のうち完成品の材料、構造及び強度が、一般産業品の規格及び基準のいずれかに適合していることの確認については、以下のとおり、適用されるメーカー規格及び基準が妥当であること、対象とする機器の材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認により行う。

内燃機関を有する可搬型ポンプに附属する燃料タンクについては、可搬型ポンプが燃料タンク等を含む一体構造品の完成品として一般産業品の規格及び基準に適合していることを確認する。

(1) メーカー規格及び基準への適合性確認

(a) 対象とする機器の使用目的、使用環境とメーカー規格及び基準の使用目的、想定している使用環境を比較し、適用される規格及び基準が妥当であることを確認する。

(b-1) メーカー規格及び基準に基づく機器に適切な材料が使用され、十分な強度を有する設計であることを、以下の項目により確認する。

- イ. 対象とする機器の材料が、以下のいずれかに該当すること。
 - ・ JSMEのクラス3機器に使用可能とされている材料と同種類であること。
 - ・ 機器と同様の用途の機器について規定している法令又は公的な規格で使用可能とされている材料と同種類であること。
 - ・ 日本工業規格等に規定されている材料と同種類であって、対象とする機器の使用環境を踏まえた強度が確保できる材料であること。
- ロ. 対象とする機器の最高使用圧力及び最高使用温度がメーカー仕様の範囲内であること。
- ハ. 法令又は公的な規格、JSME等で定められている試験と、試験条件が同等である試験に合格していること。

3. 強度評価書のフォーマット

3.1 強度評価書のフォーマットの概要

完成品として一般産業品の規格及び基準に基づく強度評価を実施した機器については、適用した規格及び基準への適合性を確認するために必要な条件及びその結果を記載したフォーマットとする。

3.2 記載する数値に関する注意事項

計算に使用しないものや計算結果のないものは、計算結果表の記入欄には

—

 として記載する。

3.3 強度評価書のフォーマット

強度評価書のフォーマットは以下のとおりである。

(1) 完成品として、一般産業品の規定及び基準への適合性確認結果

FORMAT-1 一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）

FORMAT-1

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

機器名	使用目的及び想定されている使用環境	材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

(b-1) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較、IとIIの使用条件の比較）

IV. 評価結果

資料 9 - 3 強度計算書の概要

目 次

	頁
1. 概要	T3-添9-3-1

1. 概要

本資料は、重大事故等クラス 3 機器が十分な強度を有することの確認結果を示すものであり、以下の資料により構成されている。

資料9-3-1 重大事故等クラス 3 機器の強度評価書

資料 9 - 3 - 1 重大事故等クラス 3 機器の強度評価書

目 次

	頁
1. 重大事故等クラス3 容器の強度評価書	T3-添9-3-1-1
1.1 強度評価対象機器リスト	T3-添9-3-1-2
(1) 重大事故等クラス3 容器のうち完成品の 強度評価対象機器リスト	T3-添9-3-1-2
1.2 その他発電用原子炉の附属施設（補機駆動用燃料設備）の 重大事故等クラス3 容器の強度評価書	T3-添9-3-1-3
(1) 送水車燃料タンクの強度評価書	T3-添9-3-1-4
2. 重大事故等クラス3 管の強度評価書	T3-添9-3-1-6
2.1 強度評価対象機器リスト	T3-添9-3-1-7
(1) 重大事故等クラス3 管のうち完成品の強度評価対象機器リスト	T3-添9-3-1-7
2.2 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の重大事故等クラス3 管の 強度評価書	T3-添9-3-1-9
(1) 使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備の重大事故等 クラス3 管の強度評価書	T3-添9-3-1-10
3. 重大事故等クラス3 ポンプの強度評価書	T3-添9-3-1-13
3.1 強度評価対象機器リスト	T3-添9-3-1-14
(1) 重大事故等クラス3 ポンプのうち完成品の 強度評価対象機器リスト	T3-添9-3-1-14
3.2 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の重大事故等 クラス3 ポンプの強度評価書	T3-添9-3-1-15
(1) 送水車の強度評価書	T3-添9-3-1-16
3.3 原子炉冷却系統施設の重大事故等クラス3 ポンプの強度評価書	T3-添9-3-1-18
(1) 送水車の強度評価書	T3-添9-3-1-19
3.4 原子炉格納施設の重大事故等クラス3 ポンプの強度評価書	T3-添9-3-1-21
(1) 送水車の強度評価書	T3-添9-3-1-22

1. 重大事故等クラス3 容器の強度評価書

1.1 強度評価対象機器リスト

(1) 重大事故等クラス3容器のうち完成品の強度評価対象機器リスト

	名 称	適用規格及び基準	適用規格及び基準への 適合性確認結果
その他発電用原子炉の附属施設 (補機駆動用燃料設備)	送水車燃料タンク (注1)	メーカー規格	本資料 1.2(1)参照

(注1) 送水車の附属機器である。

1.2 その他発電用原子炉の附属施設（補機駆動用燃料設備）の
重大事故等クラス3容器の強度評価書

(1) 送水車燃料タンクの強度評価書

メーカー規格及び基準への適合性確認結果(送水車燃料タンク)

送水車燃料タンクは、送水車の附属機器であり、一体構造品の完成品として一般産業品の規格及び基準により強度評価を実施している。本資料の3.2(1)「送水車の強度評価書」に示すとおり、送水車は、一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し、重大事故等時における使用条件において要求される強度を有している。

2. 重大事故等クラス3管の強度評価書

2.1 強度評価対象機器リスト

(1) 重大事故等クラス3管のうち完成品の強度評価対象機器リスト

a. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の重大事故等クラス3管

	名 称	適用規格及び基準	適用規格及び基準への適合性確認結果
使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備	送水車送水用 □mホース	メーカー規格	本資料 2.2(1)a. 参照
	送水車送水用 □mホース	メーカー規格	本資料 2.2(1)b. 参照

b. 原子炉冷却系統施設の重大事故等クラス3管

(a) 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備

以下の設備は、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備であり、非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備として兼用するため、当該設備の強度評価結果は、本資料の2.2(1)「使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備の重大事故等クラス3管の強度評価書」に示す。

- ・送水車送水用□mホース

(b) 蒸気タービンの附属設備

以下の設備は、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備であり、蒸気タービンの附属設備として兼用するため、当該設備の強度評価結果は、本資料の2.2(1)「使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備の重大事故等クラス3管の強度評価書」に示す。

- ・送水車送水用□mホース

c. 原子炉格納施設の重大事故等クラス3管

以下の設備は、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備であり、圧力低減設備その他の安全設備（格納容器安全設備）として兼用するため、当該設備の強度評価結果は、本資料の2.2(1)「使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備の重大事故等クラス3管の強度評価書」に示す。

- ・ 送水車送水用□mホース

2.2 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の重大事故等クラス3管の強度評価書

(1) 使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備の重大事故等クラス 3 管の強度評価書

a. メーカー規格及び基準への適合性確認結果（送水車送水用□mホース）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	使用材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
ホース	送水車より使用済燃料ピットへピット水を補給並びにスプレー及び復水タンクへ水を補給するためのホースとして使用することを目的とする。使用環境として、屋内外で海水を送水する。			

(注) 重大事故等時における使用時の値

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

機器名	使用目的及び想定している使用環境	使用材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
150 スーパー ラインA	消防用のホースであり、火災等の災害時に被害を軽減するための送水ホースとして使用することを目的とする。使用環境として、屋内外で淡水又は海水を送水することを想定している。				耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で□MPa、折り曲げた状態で□MPa、試験保持時間：□分間）を実施

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ホースは、重大事故等時に海水を屋内外で送水するためのホースである。一方、本メーカー規格及び基準は、消防用として使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり、屋内外での淡水又は海水送水を想定している。重大事故等時における当該ホースの使用目的及び使用環境は、本規格の使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-1) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較、IとIIの使用条件の比較）

当該ホースの型式については、「消防法」に基づくものとして承認されており、「消防法」に従った適切な材料が使用されていることを型式承認の結果により確認できる。

当該ホースの最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり、「消防法」に基づく「消防用ホースの技術上の規格を定める省令」で規定されている耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で□MPa、折り曲げた状態で□MPa、試験保持時間：□分間）と同等の試験に合格していることを検査成績書等で確認できることから、当該ホースは要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

b. メーカー規格及び基準への適合性確認結果（送水車送水用□mホース）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的等

種類	使用目的及び使用環境	使用材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
ホース	送水車より使用済燃料ピットへ注水及びスプレイするためのホースとして使用することを目的とする。使用環境として屋内で海水を送水する。			

(注) 重大事故等時における使用時の値

II. メーカー規格及び基準（メーカー保証値又は指定する仕様の範囲）

機器名	使用目的及び想定している使用環境	使用材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
100 スーパーラインA	消防用のホースであり、火災等の災害時に被害を軽減するための送水ホースとして使用することを目的とする。使用環境として、屋内外で淡水又は海水を送水することを想定している。				耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で□MPa、折り曲げた状態で□MPa、試験保持時間：□分間）を実施

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ホースは、重大事故等時に海水を屋内で送水するためのホースである。一方、本メーカー規格及び基準は、消防用として使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり、屋内外での淡水又は海水の送水を想定している。重大事故等時における当該ホースの使用目的及び使用環境は、本規格の使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-1) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較、IとIIの使用条件の比較）

当該ホースの型式については、「消防法」に基づくものとして承認されており、「消防法」に従った適切な材料が使用されていることを型式承認の結果により確認できる。

当該ホースの最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり、「消防法」に基づく「消防用ホースの技術上の規格を定める省令」で規定されている耐圧試験（試験圧力：まっすぐにした状態で□MPa、折り曲げた状態で□MPa、試験保持時間：□分間）と同等の試験に合格していることを検査成績書等で確認できることから、当該ホースは要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品としてメーカー規格及び基準に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

3. 重大事故等クラス 3 ポンプの強度評価書

3.1 強度評価対象機器リスト

(1) 重大事故等クラス3ポンプのうち完成品の強度評価対象機器リスト

名 称		適用規格及び基準	適用規格及び基準への 適合性確認結果
核燃料物質の取扱施設 及び貯蔵施設	送水車	メーカー規格	本資料 3.2(1)参照
原子炉冷却系統施設	送水車 ^(注1)	メーカー規格	本資料 3.3(1)参照
原子炉格納施設	送水車 ^(注1)	メーカー規格	本資料 3.4(1)参照

(注1) 本設備は、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備であり、非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備、蒸気タービンの附属設備及び圧力低減設備その他の安全設備（格納容器安全設備）として兼用する。

3.2 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の重大事故等クラス3ポンプの強度評価書

(1) 送水車の強度評価書

メーカー規格及び基準への適合性確認結果（送水車）

I. 重大事故等クラス3機器の使用目的及び使用環境、材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	使用材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
片吸込1段タービンポンプ	海を水源とし可搬型ホースを介して使用済燃料ピット等に送水するポンプとして使用することを目的とする。使用環境として、屋外で海水を送水する。	アルミ青銅合金	1.4 (注)	40 (注)

(注) 重大事故等時における使用時の値

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

機器名	使用目的及び想定している使用環境	使用材料	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験
HS-150	動力消防ポンプのうち、通常の給水ポンプでは取水が難しい海水域から、効率よく取水することができる可搬消防ポンプとして、送水・排水に使用することを目的とする。使用環境として、屋外で淡水又は海水を送水することを想定している。	アルミ青銅合金	1.4	40	耐圧試験（試験圧力：ポンプ圧力最大値×1.5、試験保持時間：3分間）を実施

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（IとIIの使用目的及び使用環境の比較）

当該ポンプは、重大事故等時に屋外で海水を送水するために使用する内燃機関（燃料系含む）ポンプである。一方、本メーカー規格及び基準は、内燃機関を駆動源として遠距離に大量送水する可搬消防ポンプとして使用することを目的とした一般産業品に対する規格であり、屋外で大量の淡水又は海水を送水することを想定している。重大事故等時における当該ポンプの使用目的及び使用環境は、本規格の使用目的及び想定している使用環境の範囲内である。

(b-1) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（IIと公的な規格等の材料及び試験条件の比較、IとIIの使用条件の比較）

当該ポンプ及び附属機器である燃料タンクに使用されている材料は、「消防法」に基づくものとして承認されており、「消防法」に従った適切な材料が使用されていることを型式評価の結果により確認できる。

当該ポンプの最高使用圧力及び最高使用温度はメーカー仕様の範囲内であり、「消防法」に基づく「動力消防ポンプの技術上の規格を定める省令」で規定されている耐圧試験（試験圧力：ポンプ圧力最大値×1.5、試験保持時間：3分間）に合格していることを型式評価結果により確認できることから、当該ポンプは完成品として要求される強度を有している。

IV. 評価結果

上記の重大事故等クラス3機器は、一般産業品としてメーカー規格に適合し、使用材料の特性を踏まえた上で、燃料タンクを含めた一体構造品の完成品として重大事故等時における使用圧力及び使用温度が負荷された状態において要求される強度を有している。

3.3 原子炉冷却系統施設の重大事故等クラス3ポンプの強度評価書

(1) 送水車の強度評価書

メーカー規格及び基準への適合性確認結果

送水車は核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備であり、非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備及び蒸気タービンの附属設備として兼用するため、当該設備の強度評価は、本資料の3.2(1)「送水車の強度評価書」による。

3.4 原子炉格納施設の重大事故等クラス3ポンプの強度評価書

(1) 送水車の強度評価書

メーカー規格及び基準への適合性確認結果(送水車)

送水車は核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備であり、圧力低減設備その他の安全設備(格納容器安全設備)として兼用するため、当該設備の強度評価は、本資料の3.2(1)「送水車の強度評価書」による。

竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書

目 次

別添 1 - 1 屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算書

屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算書

目 次

	頁
1. 概 要	T3-別添1-1-1
2. 基本方針	T3-別添1-1-2
2.1 位 置	T3-別添1-1-2
2.2 固縛装置全体の構造概要	T3-別添1-1-4
2.3 固縛装置構成要素の構造概要	T3-別添1-1-10
2.4 評価方針	T3-別添1-1-13
2.5 適用規格	T3-別添1-1-13
3. 強度評価方法	T3-別添1-1-14
3.1 記号の定義	T3-別添1-1-14
3.2 評価対象部位	T3-別添1-1-22
3.3 荷重及び荷重の組合せ	T3-別添1-1-26
3.4 許容限界	T3-別添1-1-29
3.5 評価方法	T3-別添1-1-31
4. 評価条件	T3-別添1-1-46
4.1 タンクローリーの評価条件	T3-別添1-1-46
4.2 空冷式非常用発電装置 (3B) の評価条件	T3-別添1-1-48
4.3 空冷式非常用発電装置 (3A) の評価条件	T3-別添1-1-51
5. 強度評価結果	T3-別添1-1-54
5.1 タンクローリーの評価結果	T3-別添1-1-54
5.2 空冷式非常用発電装置 (3B) の評価結果	T3-別添1-1-56
5.3 空冷式非常用発電装置 (3A) の評価結果	T3-別添1-1-58

1. 概 要

本資料は、資料2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」に示すとおり、屋外に設置している重大事故等対処設備の固縛装置が竜巻襲来時においても、固縛構成要素が、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重とこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という。）が固縛対象設備である重大事故等対処設備に作用した場合であっても、固縛状態を維持するために必要な構造強度を有することを計算により確認するものである。

2. 基本方針

固縛装置は、その構成要素の組合せにより第 2-1 表に示す 3 種類のカテゴリーに分類する。

3 種類にカテゴリー分類をした固縛装置のうち、カテゴリー毎に許容限界に対する裕度が最も低い「タンクローリー」、「空冷式非常用発電装置(3B)」及び「空冷式非常用発電装置(3A)」の固縛装置に対して強度評価を行い、固縛状態を維持し、必要な構造強度を有していることを確認する。

なお、上記以外の固縛対象設備については、これら 3 設備よりも裕度が高いことを確認している。

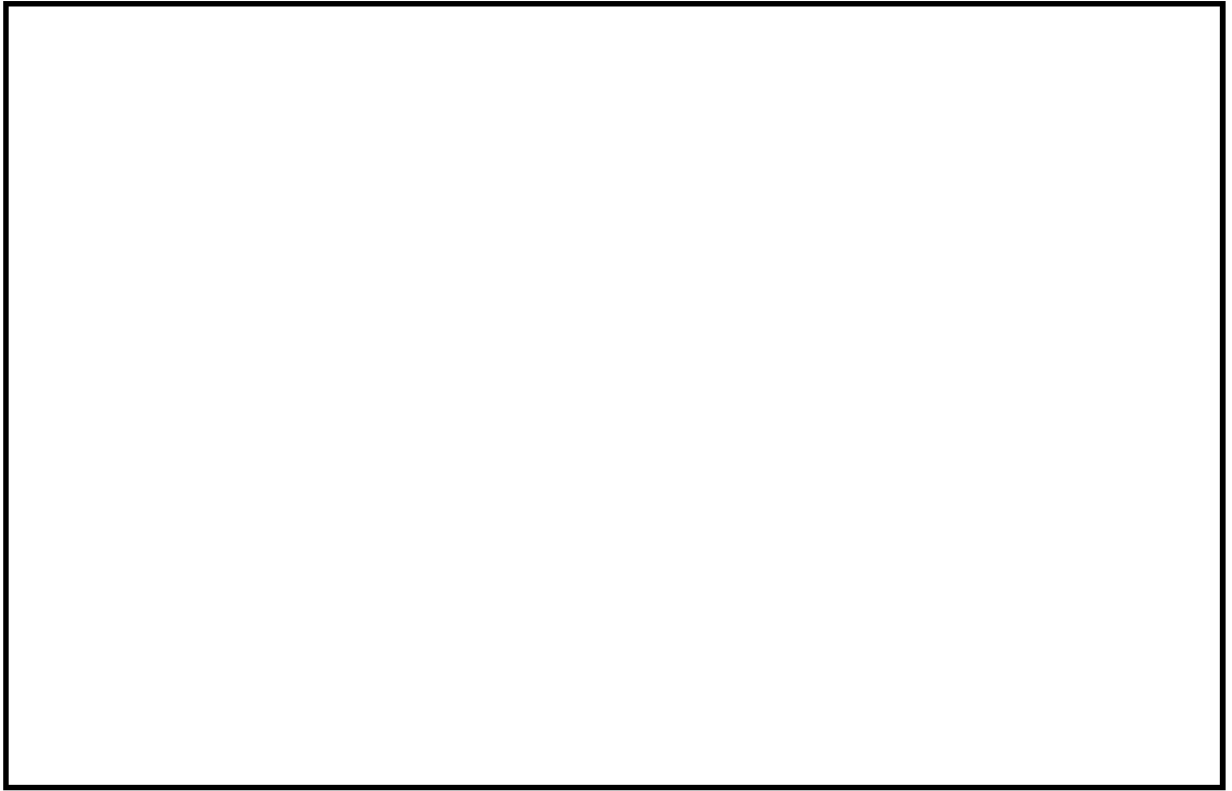
第2-1表 固縛装置のカテゴリー分類

カテゴリー分類	連結材、連結補助材、基礎（アンカーボルト以外）	基礎（アンカーボルト）	固定材	個数
①	強度評価の方法に関して同じ評価であり、カテゴリー分類は不要	埋め込み	フレノリンクボルト	30
②		埋め込み	心棒有型	8
③		接着系	心棒有型	13

2.1 位置

屋外の重大事故等対処設備のうち、固縛装置の構成要素の組合せである 3 種類のカテゴリーから選定され、固縛装置の裕度が各カテゴリーにて最も低い「タンクローリー」、「空冷式非常用発電装置(3B)」及び「空冷式非常用発電装置(3A)」は、資料 2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「3.2 位置的分散による機能維持に設計方針に基づく屋外重大事故等対処設備の保管場所」に示すとおり、それぞれ保管場所 G、保管場所 L、保管場所 L に設置しており、これらの固縛装置も同じ場所に設置する。

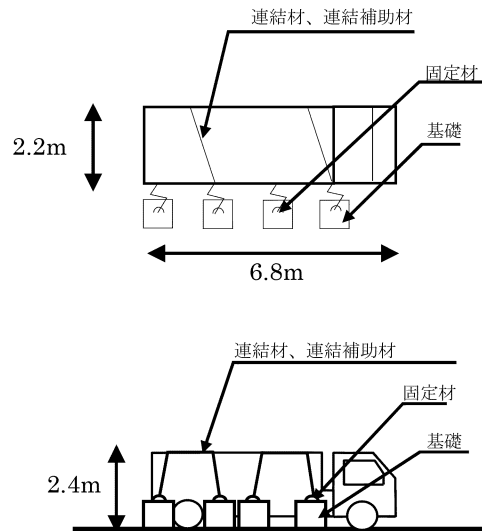
評価対象固縛装置の設置位置図を第 2-1 図に示す。



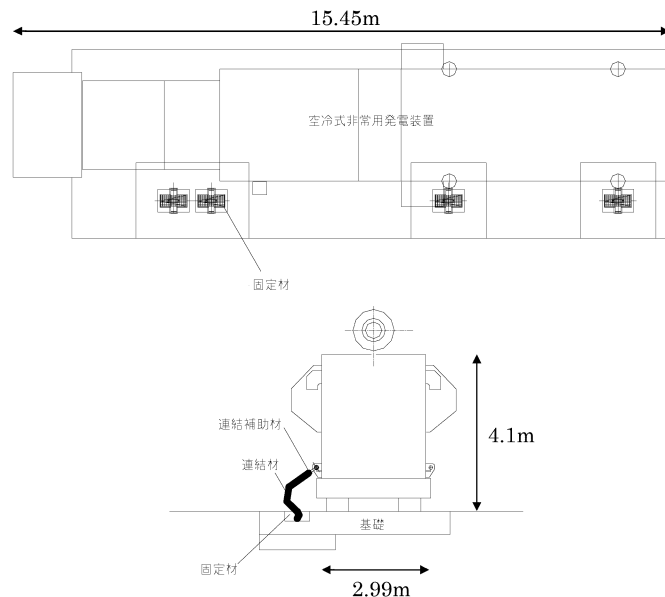
第 2-1 図 評価対象固縛装置の設置位置図

2.2 固縛装置全体の構造概要

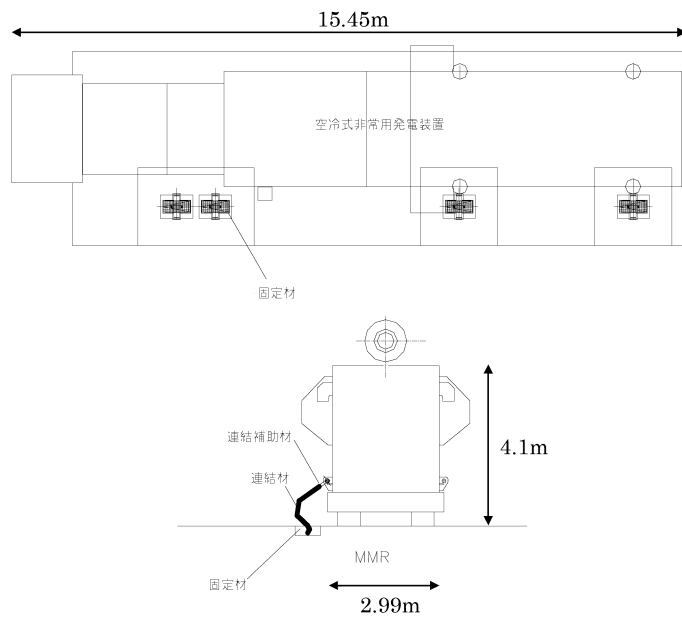
屋外の重大事故等対処設備の固縛装置は、資料 2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.4 (2)固縛装置の構造」に示すとおり、カテゴリによらず、連結材、連結補助材、固定材及び基礎（アンカーボルト）から構成される。各カテゴリのうち、固縛装置の裕度が最も低い設備の構造概要を第 2-2 図、第 2-3 図及び第 2-4 図に示す。また、屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の設計方法の一覧を第 2-2 表に示す。



第 2-2 図 タンクローリーの構造概要



第 2-3 図 空冷式非常用発電装置 (3B) の構造概要



第 2-4 図 空冷式非常用発電装置 (3A) の構造概要

第2-2表 屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の設計方法一覧(1/4)

設備名		固縛設計での 保管単位	横滑り 対策	浮き上がり 対策	固縛設計の分類	連結材	連結補助材	固定材	基礎（アンカー）	カテゴリー
車両型	空冷式非常用発電装置	2台	要	否	横滑り対策	スリング 20t	t40 BB シャックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	埋め込みアンカー M24	②
			要	否	横滑り対策	スリング 20t	t40 BB シャックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	接着系アンカー M24	③
	電源車 （「3号機設備」「1・2・3・ 4号機共用」）	3台	要	否	横滑り対策	スリング 20t	t40 BB シャックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	埋め込みアンカー M24	②
			否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
			否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
	タンクローリー （3・4号機共用）	2台	否	要	浮き上がり対策	スリング 3.2t	t22 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	スリング 3.2t	t22 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
	ブルドーザ （「3・4号機共用」「1・2・ 3・4号機共用」）	3台	要	否	横滑り対策	スリング 20t	t40 BB シャックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	接着系アンカー M24	③
			否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
			否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
	油圧ショベル （「3・4号機共用」「1・2・ 3・4号機共用」）	2台	否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
			否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
	可搬式代替低圧注水ポンプ （「3号機設備」「1・2・3・ 4号機共用」）	3台	要	要	横滑り対策	スリング 10t	t28 BB シャックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 6t 用	接着系アンカー M24	③
			否	要	浮き上がり対策	スリング 3.2t	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
否			要	浮き上がり対策	スリング 3.2t	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①	
電源車 （可搬式代替低圧注水ポンプ用） （「3号機設備」「1・2・3・ 4号機共用」）	3台	要	要	横滑り対策	スリング 20t	t40 BB シャックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	接着系アンカー M24	③	
		否	要	浮き上がり対策	スリング 3.2t	t14 BB シャックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	埋め込みアンカー M24	②	
		否	要	浮き上がり対策	スリング 3.2t	t22 BB シャックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	埋め込みアンカー M24	②	

※：カテゴリー分類は以下の通り

①埋め込みアンカーボルト+フレノリンクボルト ②埋め込みアンカーボルト+心棒有型金物 ③接着系アンカーボルト+心棒有型金物

■：各カテゴリーにて最も裕度が低い固縛装置

第2-2表 屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の設計方法一覧(2/4)

設備名		固縛設計での 保管単位	横滑り 対策	浮き上がり 対策	固縛設計の分類	連結材	連結補助材	固定材	基礎（アンカー）	カテゴリー
車両型	大容量ポンプ （3・4号機共用）	2台	否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
			否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
	大容量ポンプ （放水砲用） （3・4号機共用）	2台	否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
			否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
	放水砲 （「3・4号機共用」「1・2・ 3・4号機共用」）	3台	否	要	浮き上がり対策	スリング 10t	t24 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 6t 用	接着系アンカー M24	③
			否	要	浮き上がり対策	スリング 3.2t	t22 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	埋め込みアンカー M24	②
			否	要	浮き上がり対策	スリング 3.2t	t22 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
	シルトフェンス （1・2・3・4号機共用）	トラック 3台	否	要	浮き上がり対策	スリング 20t	t36 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	接着系アンカー M24	③
			否	要	浮き上がり対策	スリング 20t	t36 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	接着系アンカー M24	③
			否	要	浮き上がり対策	スリング 10t	t32 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	接着系アンカー M24	③
	仮設組立式水槽 （「3号機設備」「1・2・3・ 4号機共用」） （牽引用トラック積載）	トラック 2台	否	要	浮き上がり対策	スリング 10t	t28 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 6t 用	接着系アンカー M24	③
			否	要	浮き上がり対策	スリング 10t	t24 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	埋め込みアンカー M24	②
	送水車	2台	要	要	横滑り対策	スリング 20t	t40 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	接着系アンカー M24	③
			否	要	浮き上がり対策	スリング 5t	t22 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	埋め込みアンカー M24	②
スプレイヘッダ （トラック積載） 可搬型ホース（送水車用） （トラック積載）	トラック 2台	要	否	横滑り対策	スリング 20t	t40 BB シヤックル S級	鋼製固定材（心棒有型） 16t 用	埋め込みアンカー M24	②	
		否	否	固縛しない	—	—	—	—	—	

※：カテゴリー分類は以下の通り

①埋め込みアンカーボルト+フレノリンクボルト ②埋め込みアンカーボルト+心棒有型金物 ③接着系アンカーボルト+心棒有型金物

 ：各カテゴリーにて最も裕度が低い固縛装置

第2-2表 屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の設計方法一覧(3/4)

設備名		固縛設計での 保管単位	横滑り 対策	浮き上がり 対策	固縛設計の分類	連結材	連結補助材	固定材	基礎（アンカー）	カテゴリー
コンテナ型	可搬型ホース (大容量ポンプ用) (「3号機設備」「3・4号機共 用」)	4棟	要	否	横滑り対策	スリング 20t	—	鋼製固定材 (心棒有型) 16t 用	接着系アンカー M24	③
			否	要	浮き上がり対策	スリング 20t	—	鋼製固定材 (心棒有型) 16t 用	接着系アンカー M24	③
			否	要	浮き上がり対策	スリング 20t	—	鋼製固定材 (心棒有型) 16t 用	接着系アンカー M24	③
			否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
	可搬型ホース (送水車用) (3・4号機共用) スプレイヘッド (3・4号機共用)	1棟	否	否	固縛しない	—	—	—	—	—
その他	泡混合器 (「3・4号機共用」「1・2・ 3・4号機共用」)	2台	否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 14mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 14mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
	可搬型ホース (放水砲用) (50m : ホース巻取り 装置) (3・4号機共用)	21本	否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シャックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①

※：カテゴリー分類は以下の通り

①埋め込みアンカーボルト+フレノリンクボルト ②埋め込みアンカーボルト+心棒有型金物 ③接着系アンカーボルト+心棒有型金物

☐：各カテゴリーにて最も裕度が低い固縛装置

第2-2表 屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の設計方法一覧(4/4)

設備名		固縛設計での 保管単位	横滑り 対策	浮き上がり 対策	固縛設計の分類	連結材	連結補助材	固定材	基礎（アンカー）	カテゴリー
その他	可搬型ホース (放水砲用) (50m : ホース巻取り 装置) (3・4号機共用)	21本	否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
			否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
	可搬型ホース (放水砲用) (10m 及び5m ホース) (3・4号機共用)	2台	否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①
		否	要	浮き上がり対策	ワイヤーロープ 6×24 G種 16mm	t14 BB シヤックル S級	フレノリンクボルト A-20	埋め込みアンカー M20	①	

※：カテゴリー分類は以下の通り

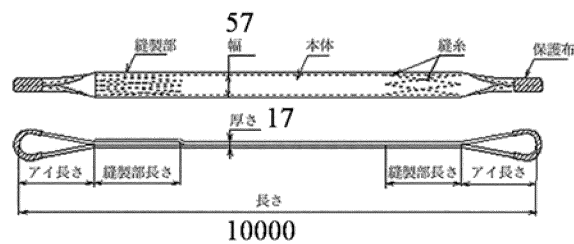
①埋め込みアンカーボルト+フレノリンクボルト ②埋め込みアンカーボルト+心棒有型金物 ③接着系アンカーボルト+心棒有型金物

■：各カテゴリーにて最も裕度が低い固縛装置

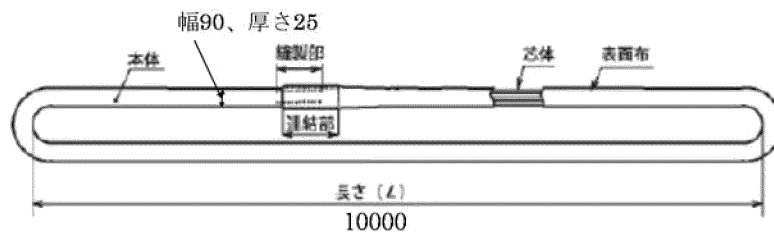
2.3 固縛装置構成要素の構造概要

屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の構成要素は、連結材、連結補助材、固定材及び基礎（アンカーボルト）であり、固縛対象設備に作用する荷重が連結材、連結補助材、固定材へ伝達し、基礎（アンカーボルト）により支持する構造となる。

連結材の概要図を第 2-5 図に、連結補助材の概要図を第 2-6 図に、固定材及び基礎（アンカーボルト）の概要図を第 2-7 図及び第 2-8 図に示す。



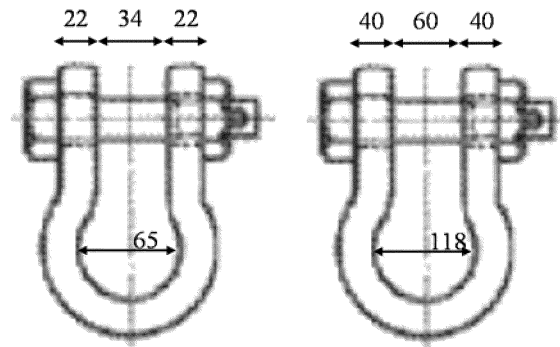
(JIS 規格ラウンドスリング ロックスリングソフター E 型 3.2t 用)



(JIS 規格ラウンドスリング ロックスリングソフター TN TN 型 20t 用)

(単位：mm)

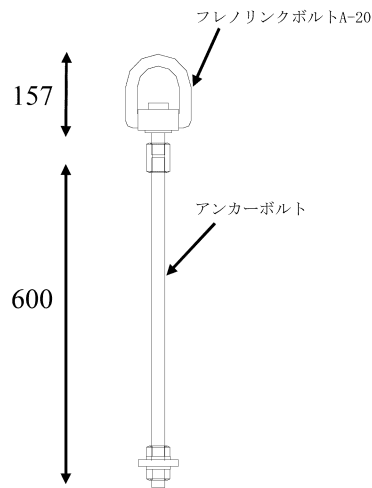
第 2-5 図 連結材の概要図



(t22 BBシャックル) (t40 BBシャックル)

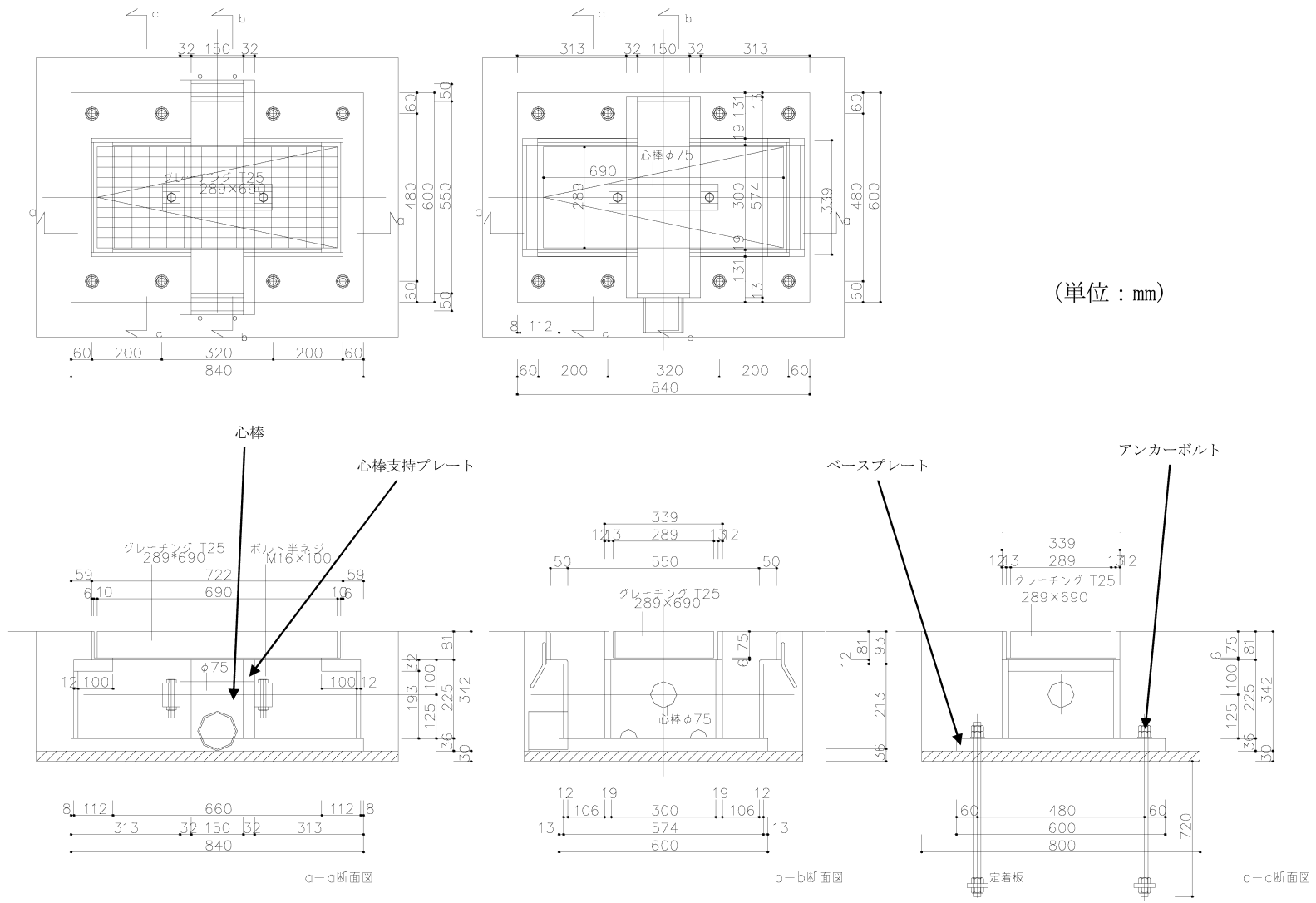
(単位：mm)

第2-6図 連結補助材の概要図



(単位：mm)

第2-7図 固定材（フレノリンクボルト）及び基礎（アンカーボルト）の概要図



第2-8図 固定材（心棒有型金物）及び基礎（アンカーボルト）の概要図

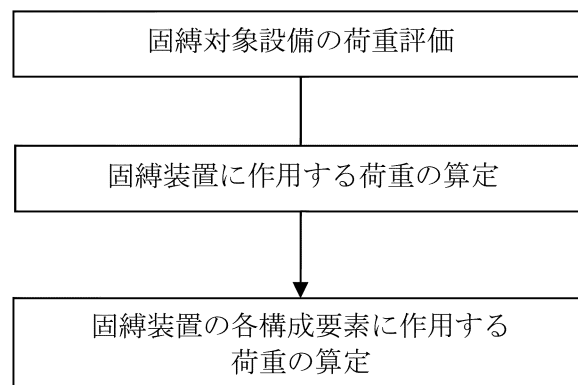
2.4 評価方針

固縛装置の強度評価は、設計荷重が固縛装置に作用することにより評価対象部位にかかる荷重及び応力等が、資料 2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.5 許容限界」に示す許容限界に収まることを、「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

固縛装置の強度評価においては、その構造を踏まえ、資料 2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.3 設計荷重」に示す設計荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を選定する。

(1) 強度評価方針

固縛装置の評価フローを第 2-9 図に示す。固縛装置の強度評価においては、その構造を踏まえ、設置（変更）許可を受けた竜巻の風圧力による荷重が屋外の重大事故等対処設備に作用した場合に固縛装置を構成している連結材、連結補助材、固定材及び基礎（アンカーボルト）に作用する荷重、応力等が「3.4 許容限界」にて示すそれぞれの許容限界以下であることを確認する。



第 2-9 図 固縛装置の評価フロー

2.5 適用規格

適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・ 日本工業規格 (JIS)
- ・ 鋼構造塑性設計指針 ((社) 日本建築学会、2010 改定)
- ・ 鋼構造設計規準 - 許容応力度設計法 - ((社) 日本建築学会、2005 改定)
- ・ 建築基準法及び同施行令
- ・ 鋼構造接合部設計指針 ((社) 日本建築学会、2012 改定)
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説 ((社) 日本建築学会、2010 改定)
- ・ 建築物荷重指針・同解説 ((社) 日本建築学会、2004 改定)

3. 強度評価方法

3.1 記号の定義

(1) 強度評価の記号の定義

連結材、連結補助材、固定材及び基礎（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号をそれぞれ第 3-1 表～第 3-3 表に示す。

第 3-1 表 連結材の強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
P	kN	固縛対象設備に作用する浮き上り力又は横滑り力の検討用荷重
n	本	連結材の本数
P'	kN	連結材 1 本当たりに作用する荷重
A	m ²	固縛対象設備の最大受圧面積
C	—	建築物荷重指針・同解説により規定される風力係数
G	—	ガスト影響係数
q	N/m ²	設計用速度圧
V _D	m/s	設置（変更）許可を受けた竜巻の最大風速
V _V	m/s	設置（変更）許可を受けた竜巻の鉛直風速
ρ	kg/m ³	空気密度
C _{Di} (i=1,2,3)	—	固縛対象設備の形状に応じた抗力係数
A _i (i=1,2,3)	m ²	重大事故等対処設備の各面の投影面積
V _{Rm}	m/s	設置（変更）許可を受けた竜巻の最大接線風速
m~	kg	固縛対象設備の空力パラメータが 0.0026 となる時の重量
m	kg	固縛対象設備の自重
g	m/s ²	重力加速度

第 3-2 表 連結補助材の強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
P	kN	固縛対象設備に作用する浮き上り力又は横滑り力の検討用荷重
n	本	連結補助材の本数
P'	kN	連結補助材 1 本あたりに作用する荷重
A	m ²	固縛対象設備の最大受圧面積
C	—	建築物荷重指針・同解説により規定される風力係数
G	—	ガスト影響係数
q	N/m ²	設計用速度圧
V _D	m/s	設置（変更）許可を受けた竜巻の最大風速
V _V	m/s	設置（変更）許可を受けた竜巻の鉛直風速
ρ	kg/m ³	空気密度
C _{Di} (i=1,2,3)	—	固縛対象設備の形状に応じた抗力係数
A _i (i=1,2,3)	m ²	重大事故等対処設備の各面の投影面積
V _{Rm}	m/s	設置（変更）許可を受けた竜巻の最大接線風速
m~	kg	固縛対象設備の空力パラメータが 0.0026 となる時の重量
m	kg	固縛対象設備の自重
g	m/s ²	重力加速度

第 3-3 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号(1/6)

記号	単位	定義
P	kN	固縛対象設備に作用する浮き上がり荷重又は横滑り荷重の検討用荷重
F	N/mm ²	鋼材の基準強度
σ_y	N/mm ²	検討対象部材の降伏応力度で、基準強度 F 値を 1.1 倍したものとする。
τ_y	N/mm ²	検討対象部材のせん断降伏応力度 (N/mm ²)、 $\tau_y = \sigma_y / \sqrt{3}$
f_b	N/mm ²	検討対象部材の短期許容曲げ応力度
f_t	N/mm ²	検討対象部材の短期許容引張応力度
sL	mm	心棒の支持点間距離（＝心棒支持プレート中心間の距離）
sD	mm	心棒の直径
sZ_p	mm ³	心棒の塑性断面係数
sA	mm ²	心棒断面の断面積
sM	kNmm	設計荷重により生ずる心棒中央の曲げモーメント
sM_p	kNmm	心棒の終局曲げモーメント
sQ	kN	設計荷重により生ずる心棒端部のせん断力
sQ_p	kN	心棒の終局せん断力 sQ_p
h	mm	心棒支持プレートのベースプレート上面からの跳ね出し長さ
pD	mm	心棒支持プレート脚部における y 方向のせい
pD'	mm	心棒支持プレートの心棒支持中心位置における y 方向のせい
sD'	mm	心棒穴径
E	mm	心棒支持プレートのはしあき距離
p_t	mm	心棒支持プレートの x 方向の厚さ
pZ_{py}	mm ³	心棒支持プレートの y 軸まわりの塑性断面係数
pZ_{px}	mm ³	心棒支持プレートの x 軸まわりの塑性断面係数
pA	mm ²	心棒支持プレート脚部における断面積
pA'	mm ²	心棒支持プレートの心棒支持中心位置における心棒穴による欠損を考慮した断面積
pM_{xy}	kNmm	検討用荷重による心棒支持プレート脚部の y 軸まわり曲げモーメント
pM_{xx}	kNmm	検討用荷重による心棒支持プレート脚部の x 軸まわり曲げモーメント
pM_{py}	kNmm	心棒支持プレートの y 軸まわりの終局曲げモーメント
pM_{px}	kNmm	心棒支持プレートの x 軸まわりの終局曲げモーメント

第 3-3 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号(2/6)

記号	単位	定義
${}_pQ_x$	kN	検討用荷重による心棒支持プレートの x 方向のせん断力
${}_pQ_y$	kN	検討用荷重による心棒支持プレートの y 方向のせん断力
${}_pQ_{px}$	kN	心棒支持プレートの x 方向の終局せん断力
${}_pQ_{py}$	kN	心棒支持プレートの y 方向の終局せん断力
${}_pT$	kN	検討用荷重 P による心棒支持プレートの引張力
${}_pT_p$	kN	心棒支持プレートの z 方向終局引張力
${}_pQ$	kN	検討用荷重 P による心棒支持はしあきせん断力
${}_pQ_p$	kN	心棒支持プレートの終局はしあきせん断力
${}_pA_e$	mm ²	心棒支持プレートのはしあき部断面積
h'	mm	心棒支持プレートのベースプレート板厚芯からの跳ね出し長さ
L_1	mm	両端のアンカーボルト芯間距離
d_t	mm	ベースプレート端部から引張側アンカーボルト芯までの距離
a	mm	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの短いほうの距離
b	mm	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの長いほうの距離
${}_bB_x$	mm	ベースプレートの x 方向幅
${}_bB_y$	mm	ベースプレートの y 方向幅
${}_bt$	mm	ベースプレートの厚さ
${}_bZ_{py}$	mm ³	ベースプレートの y 軸まわりの塑性断面係数
${}_bZ_{px}$	mm ³	ベースプレートの x 軸まわりの塑性断面係数
${}_bA$	mm ²	ベースプレートの断面積
${}_bM_y$	kNmm	x 方向検討用荷重によるベースプレートの y 軸まわり曲げモーメント
${}_bM_x$	kNmm	y 方向検討用荷重によるベースプレートの x 軸まわり曲げモーメント
${}_bM_{y_z}$	kNmm	z 方向検討用荷重によるベースプレートの y 軸まわり曲げモーメント
${}_bM_{py}$	kNmm	ベースプレートの y 軸まわりの終局曲げモーメント
${}_bM_{px}$	kNmm	ベースプレートの x 軸まわりの終局曲げモーメント
${}_bZ_{py}$	mm ³	ベースプレートの y 軸まわりの塑性断面係数
${}_bZ_{px}$	mm ³	ベースプレートの x 軸まわりの塑性断面係数
${}_bQ_x$	kN	x 方向検討用荷重によるベースプレートの面外せん断力
${}_bQ_y$	kN	y 方向検討用荷重によるベースプレートの面外せん断力
${}_bQ_{x_z}$	kN	z 方向検討用荷重によるベースプレートの面外せん断力
${}_bQ_{px}$	kN	x 方向検討用荷重に対するベースプレートの面外終局せん断力

第 3-3 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号(3/6)

記号	単位	定義
${}_B Q_{py}$	kN	y 方向検討用荷重に対するベースプレートの面外終局せん断力
${}_B Q_{pz}$	kN	z 方向検討用荷重に対するベースプレートの面外終局せん断力
${}_A \alpha$	—	アンカーボルトのねじ部における断面積の低減を考慮した係数で、0.75 とする。
${}_A D$	mm	アンカーボルトの軸径
${}_B A_e$	mm ²	アンカーボルトの有効断面積
N	本	一組の固定金物におけるアンカーボルト本数
n'	本	一組の固定金物における引張側アンカーボルト本数
F_{by}	N/mm ²	アンカーボルトの降伏応力度で、基準強度 F 値を 1.1 倍したものとす る。
${}_A T_v$	kN	z 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力
${}_A T_H$	kN	x 又は y 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる 引張力
${}_A T$	kN	検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力、 ${}_A T = {}_A T_v + {}_A T_H$
${}_A \sigma_t$	N/mm ²	アンカーボルトに生ずる引張応力度
${}_A \sigma_{tv}$	N/mm ²	z 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルトに生ずる引張応力度
${}_A \sigma_{tH}$	N/mm ²	x 又は y 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルトに生ずる引張応力度
p_{by}	kN	アンカーボルトの降伏により決定されるアンカーボルト 1 本あたりの降 伏引張耐力
ΣA_c	mm ²	1 組のアンカーボルトのコンクリートコーン有効水平投影面積
Ta	kN	コーン状破壊により決定される 1 組のアンカーボルトの引抜耐力
Ta'	kN	コーン状破壊により決定されるアンカーボルトの 1 本あたりの引抜耐力

第 3-3 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号(4/6)

記号	単位	定義
ϕ_1	—	埋込みアンカーボルトの検討においては、アンカーボルトの降伏引張力を決定する際の低減係数で、アンカーボルトの降伏による場合は 1.0 接着系アンカーボルトの検討においては、アンカーボルトの許容せん断力を決定する際の低減係数で、アンカーボルトのせん断による場合は 1.0
F_c	N/mm ²	アンカーボルトが定着されるコンクリートの設計基準強度
P_y	kN	アンカーボルト 1 本当たりの引張耐力
$s\sigma_{qa}$	N/mm ²	接着系アンカーボルトの許容せん断応力度で、 $0.7 \times f_t$
${}_A Q$	kN	検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本当たりに生ずるせん断力
${}_A \tau$	N/mm ²	アンカーボルトに生ずるせん断応力度
Q_{by}	kN	アンカーボルトのせん断降伏により決定される降伏せん断耐力
Q_{a1}	kN	接着系アンカーボルトの検討において、アンカーボルトのせん断強度により決定される許容せん断力
Q_{a2}	kN	定着した躯体の支圧強度により決定される許容せん断力
ϕ_2	—	アンカーボルトの降伏せん断力を決定する際の低減係数で、コンクリートの支圧による場合は 2/3
${}_c \sigma_{qa}$	N/mm ²	基礎コンクリートの支圧強度で、 $0.5 \times \sqrt{F_c E_c}$
E_c	N/mm ²	コンクリートのヤング係数で、 $21000 \times \left(\frac{y}{23}\right)^{1.5} \times \sqrt{\frac{F_c}{20}}$
A_{qc}	mm ²	せん断力に対するコーン状破壊面の有効投影面積
L	mm	埋込みアンカーボルトにおいては、アンカーボルトの長さ 接着系アンカーボルトにおいては、埋込み長さ
L_e	mm	埋込み及び接着系アンカーボルトの有効埋込長さ
L_{ce}	mm	接着系アンカーボルトの強度算定用埋込長さ
d_a	mm	接着系アンカーボルトの呼び径
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	—	接着系アンカーボルトにおいて、へりあき及びアンカーボルトのピッチによる付着強度の低減係数
C_1, C_2, C_3	mm	接着系アンカーボルトのへりあき寸法又はアンカーボルトピッチの 1/2
P_{a1}	kN	接着系アンカーボルトにおいて、アンカーボルトの降伏により決定される 1 本当たりの許容引張力

第 3-3 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号(5/6)

記号	単位	定義
P_{a3}	kN	接着系アンカーボルトにおいて、アンカーボルトの付着力により決定される 1 本当たりの許容引張力
ϕ_3	—	接着系アンカーボルトにおいて、アンカーボルトの許容引張力を決定する際の低減係数で、付着力による場合は 2/3
τ_a	N/mm ²	接着系アンカーボルトにおける許容付着応力度
τ_{bavg}	N/mm ²	接着系アンカーの基本平均付着強度で、カプセル式・有機系の場合、 $10\sqrt{F_c/21}$
P_a	kN	接着系アンカーボルト 1 本当たりの短期許容引張力
Q_a	kN	接着系アンカーボルト 1 本当たりの短期許容せん断力
A	m ²	固縛対象設備の最大受圧面積
C	—	建築物荷重指針・同解説により規定される風力係数
G	—	ガスト影響係数
q	N/m ²	設計用速度圧
N	組	固定材の組数
c	mm	アンカーボルトのへりあき寸法
a_a	mm	アンカーボルトのピッチ
Q_{a3}	kN	定着した躯体のコーン状破壊により決定される許容せん断力
ϕ_3	—	アンカーボルトの降伏せん断力を決定する際の低減係数で、コーン状破壊による場合による場合は 2/3
$c\sigma_t$	N/mm ²	コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度で、 $0.31\times\sqrt{F_c}$
Q_y	kN	アンカーボルト 1 本当たりの降伏せん断耐力
V_D	m/s	設置（変更）許可を受けた竜巻の最大風速
V_V	m/s	設置（変更）許可を受けた竜巻の鉛直風速
ρ	kg/m ³	空気密度
$C_{Di}(i=1,2,3)$	—	固縛対象設備の形状に応じた抗力係数
$A_i(i=1,2,3)$	m ²	重大事故等対処設備の各面の投影面積
V_{Rm}	m/s	設置（変更）許可を受けた竜巻の最大接線風速
m~	kg	固縛対象設備の空力パラメータが 0.0026 となる時の重量

第 3-3 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の強度評価に用いる記号(6/6)

記号	単位	定義
m	kg	固縛対象設備の自重
g	m/s ²	重力加速度
N'	本	フレノリンクボルトの本数
H	mm	ベースプレート上面から心棒下端までの長さ

3.2 評価対象部位

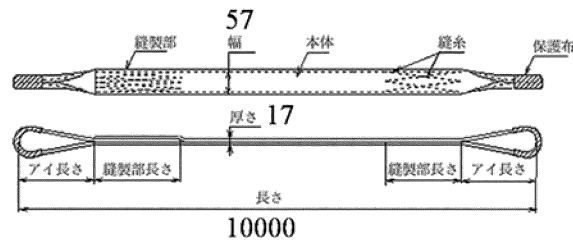
固縛装置の評価対象部位は、「2.2 固縛装置全体の構造概要」にて設定している構造に基づき、資料 2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.3 設計荷重」に示す設計荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し、設定する。

(1) 連結材部

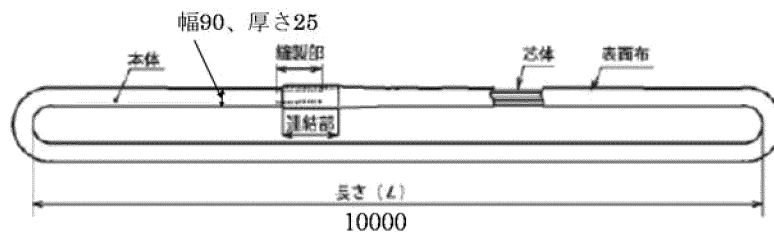
連結材本体^(注1)

(注1) 連結材に作用する荷重を、JIS に規定されている安全係数を考慮した破断荷重と比較するため、評価対象部位は連結材本体とする。

連結材の評価対象部位を第 3-1 図に示す。



(JIS 規格ラウンドスリング ロックスリングソフター E 型 3.2t 用)



(JIS 規格ラウンドスリング ロックスリングソフター-TN TN 型 20t 用)

(単位：mm)

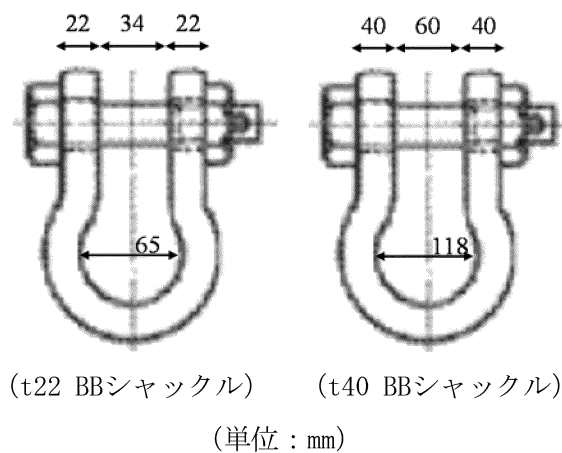
第 3-1 図 連結材の評価対象部位

(2) 連結補助材部

連結補助材本体^(注2)

(注2) 連結補助材に作用する荷重を、JIS に規定されている静的強さと比較するため、評価対象部位は連結補助材本体とする。

連結補助材の評価対象部位を第3-2図に示す。



第3-2図 連結補助材の評価対象部位

(3) 固定材

a. フレノリンクボルト本体^(注3)

(注3) フレノリンクボルトに作用する荷重はメーカー提示値の使用荷重に対し、安全係数を考慮した値と比較するため評価対象部位はフレノリンクボルト本体とする。

b. 心棒有型金物

心棒有金物については、以下の部位より構成されるため、各構成部位について、評価対象部位として設定する。

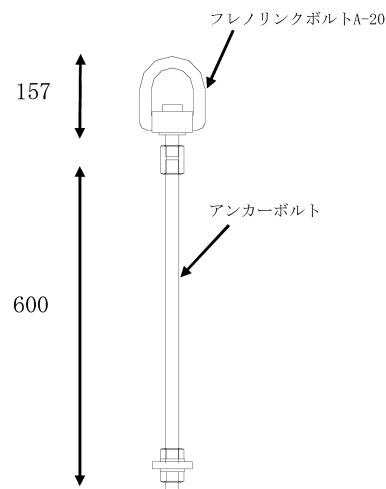
- ・心棒支持プレート
- ・心棒
- ・ベースプレート

(4) 基礎（アンカーボルト）

各固縛装置ごとに以下の2種類のアンカーボルトより構成されるため、評価対象部位として設定する。

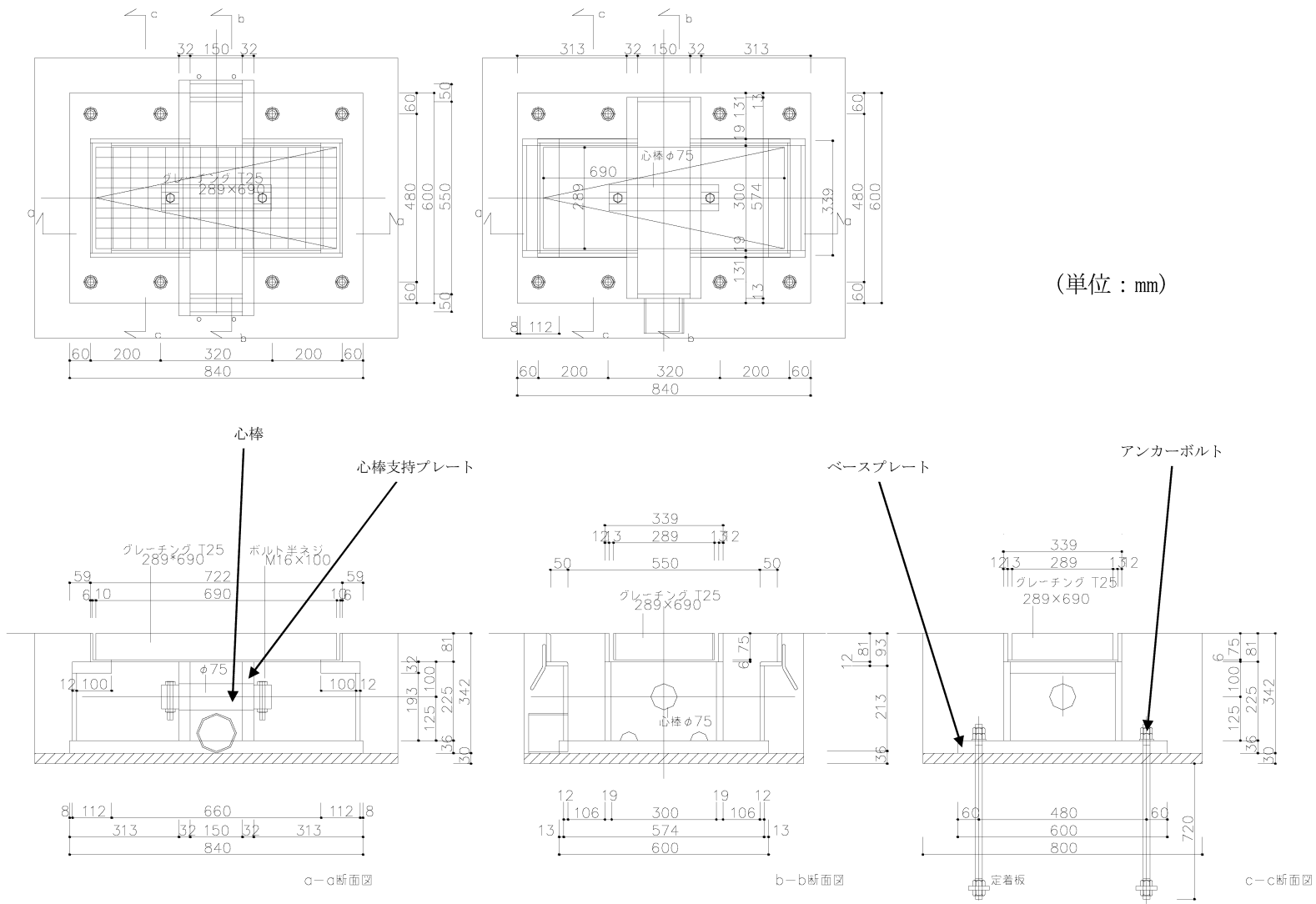
- ・埋め込みアンカーボルト
- ・接着系アンカーボルト

フレノリンクボルトの評価対象部位を第3-3図、心棒有型金物及び基礎（アンカーボルト）の評価対象部位を第3-4図に示す。



(単位：mm)

第3-3図 フレノリンクボルト A-20 の評価対象部位



第3-4図 心棒有型金物の評価対象部位

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、資料 2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.3 設計荷重」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.3.1 荷重設定

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

(1) 常時作用する荷重 (F_d)

常時作用する荷重は、持続的に生じる荷重であり、資料 2「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」のうち資料 2-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」の「2.1.3(2) 荷重の組合せ及び許容限界」に記載する、自重、水頭圧、上載荷重及び初期張力のうち、自重とする。

(2) 風圧力による荷重 (W_w)

風圧力による荷重は、固縛対象設備に発生し、連結材、連結補助材及び固定材を介して基礎（アンカーボルト）に作用する。

平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の添付資料 2-3-3「竜巻防護に関する施設の設計方針」の「5.2(1) 荷重の種類」に示すように、竜巻による最大風速は、一般的には水平方向の風速として設定され、これにより固縛対象設備は横滑りを生じるような力を受けるが、鉛直方向の風圧力に対して固縛対象設備は浮き上がりの力を受けるため、鉛直方向の最大風速等に基づいて算出した鉛直方向の風圧力についても考慮した設計とする。

風圧力による荷重は、施設の形状により異なるため、施設に対して厳しくなる方向からの風を想定し、荷重を設定する。

a. 竜巻の風圧力による荷重

資料 2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.3 設計荷重」に基づき、荷重を選定する。

(a) 浮き上がり荷重

固縛対象設備の形状から算出される空力パラメータを用いて竜巻の風速場をランキン渦とした場合に浮き上がるときに受ける全体浮力を算出し、自重より大きい場合「浮き上がる」と判断する。このときの正味の上向きの力（＝(空力パラメータから算出される全体浮力)－(自重)）を固縛対象設備に作用する「浮き上がり荷

重」とする。

固縛対象設備の空力パラメータ値が0.0026となる時の質量を $m\sim$ とすると、浮き上がり荷重は次に示すとおり、 P となる。

$$P = (m\sim - m) \times g$$

なお、空力パラメータの算出等については「東京工芸大学、“平成 21～22 年度原子力安全基盤調査研究（平成 22 年度）竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究”、独立行政法人原子力安全基盤機構委託研究成果報告書、平成 23 年 2 月」に基づき、以下の $C_D A/m$ として算出する。

$$\frac{C_D A}{m} > \frac{2g}{\rho V_V |V_D + V_V|}$$
$$\frac{C_D A}{m} = \frac{0.33(C_{D1} A_1 + C_{D2} A_2 + C_{D3} A_3)}{m}$$

ここで、

$$V_V = \frac{4}{3\sqrt{5}} V_{Rm}$$

(b) 横滑り荷重

横滑りに伴い発生する水平荷重 P は、設置（変更）許可にて設定した設計竜巻荷重が当該固縛対象に作用する水平力とし、「建築基準法施行令」及び「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」に準拠して、次に示すとおり P とする。

$$P = q \cdot G \cdot C \cdot A$$

q : 設計用速度圧

G : ガスト影響係数 (=1.0)

C : 風力係数

A : 受圧面積（機器・物品を直方体とした場合は、側面の最大値）

3.3.2 荷重の組合せ

平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号にて認可された工事計画の添付資料 2-3-3「竜巻防護に関する施設の設計方針」の「5.2 荷重及び荷重の組合せ」に示す、常

時作用荷重 (F_d)、風圧力による荷重 (P) を考慮する。

この荷重及び荷重の組合せを第 3-4 表「固縛装置の荷重の組合せ」に示す。

第 3-4 表 固縛装置の荷重の組合せ

強度評価の対象施設	評価内容	荷重の組合せ
固縛装置	構造強度	F_d+P

3.3.3 固縛対象設備に考慮する荷重の組合せ

「2.2 固縛装置全体の構造概要」の「第 2-2 表 屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の設計方法一覧」に記載した各カテゴリーにおいて、「3.3.1 荷重設定」、「3.3.2 荷重の組合せ」に基づき評価した結果、最も裕度が低い固縛装置を有する固縛対象設備に対して考慮する荷重を第 3-5 表に示す。

第 3-5 表 各カテゴリーの固縛対象設備に考慮する荷重の組合せ

固縛装置の組合せ カテゴリー	固縛対象設備	荷重の組合せ
①埋め込みアンカーボルト+フレノリンクボルト	タンクローリー	F_d+ 浮き上がり荷重 P
②埋め込みアンカーボルト+心棒有型金物	空冷式非常用発電装置 (3B)	F_d+ 横滑り荷重 P
③接着系アンカーボルト+心棒有型金物	空冷式非常用発電装置 (3A)	F_d+ 横滑り荷重 P

3.4 許容限界

固縛装置の許容限界は、資料2-3-3「竜巻防護に関する屋外重大事故等対処設備の設計方針」の「4.5 許容限界」に示すとおり、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、評価内容に応じて設定する。評価においては、許容限界に対して2倍の裕度を有していることを確認する。

(1) 連結材

固縛に必要となる連結材（ロープ類）については、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重に対し、連結材の破断が生じない設計とする。

このため、JISに規定されている安全係数を考慮した破断荷重を許容限界とする。

(2) 連結補助材

連結補助材（シャックル）については、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重に対し、連結補助材の破断が生じない設計とする。

このため、JISにおいて、破断又は変形を生じることなく、耐えなければならない荷重として規定される静的強さを許容限界とする。

(3) 固定材

a. フレノリンクボルト

固定材のうち、フレノリンクボルトについては、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重に対し、フレノリンクボルトの破断が生じない設計とする。

このため、当社がその妥当性を確認したメーカー提示値の使用荷重に対し、安全係数を考慮した値を許容限界とする。

b. 鋼製固定材（心棒有型）

固定材のうち、鋼製固定材（心棒有型）については、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重に対し、鋼材の破断が生じない設計とする。

このため、「鋼構造塑性設計指針」に基づく、部材の終局耐力を許容限界とする。

(4) 基礎（アンカーボルト）

a. 埋め込みアンカーボルト

基礎のうち、埋め込みアンカーボルトについては、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重に対し、埋め込みアンカーボルトの破断が生じない設計とする。

このため、引張力、せん断力に対する検討についての許容限界は保守的に伸び能力がないものを用いることを想定し、「鋼構造接合部設計指針」に基づく、降伏耐力を許容限界とする。

コンクリートのコア破壊に関する検討についても同様に、伸び能力がないものを用いることを想定し、「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく、降伏耐力を許容限界とする。

b. 接着系アンカーボルト

基礎のうち、接着系アンカーボルトについては、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重に対し、接着系アンカーボルトの破断が生じない設計とする。

このため、「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく、短期許容応力度を許容限界とする。

基礎（アンカーボルト）の評価対象部位及び許容限界を第3-6表に示す。

第3-6表 基礎（アンカーボルト）の評価対象部位及び許容限界

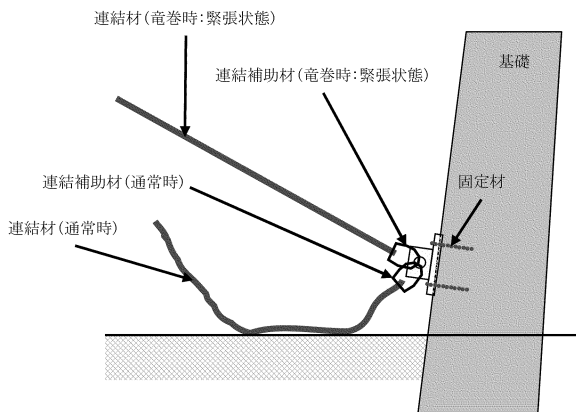
アンカー種別	評価項目	許容限界
埋め込みアンカーボルト	引張力、せん断力に対する検討	「鋼構造接合部設計指針」に基づく降伏耐力
	コンクリートのコア破壊に対する検討	「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく降伏耐力
接着系アンカーボルト	引張力、せん断力に対する検討	「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく短期許容応力度

3.5 評価方法

(1) 連結材の評価方法

浮き上がり荷重もしくは横滑り荷重が、連結材の本数×連結材 1 本当たりの許容限界を超えないことを確認するため、連結材 1 本当たりに作用する荷重を以下の式により算定する。連結材及び連結補助材の評価モデルの概要図を第 3-5 図に示す。

$$P'=P / n$$



第 3-5 図 連結材及び連結補助材の評価モデルの概要図

(2) 連結補助材の評価方法

浮き上がり荷重もしくは横滑り荷重が、連結補助材の本数×連結補助材 1 本当たりの許容限界を超えないことを確認するため、連結補助材 1 本当たりに作用する荷重を以下の式により算定する。連結材及び連結補助材の評価モデルの概要図を第 3-5 図に示す。

$$P'=P / n$$

(3) 固定材の評価方法

a. フレノリンクボルトの評価方法

浮き上がり荷重もしくは横滑り荷重が、フレノリンクボルトの本数×フレノリンクボルト 1 本当たりの許容限界を超えないことを確認するため、フレノリンクボルト 1 本当たりに作用する荷重を以下の式により算定する。

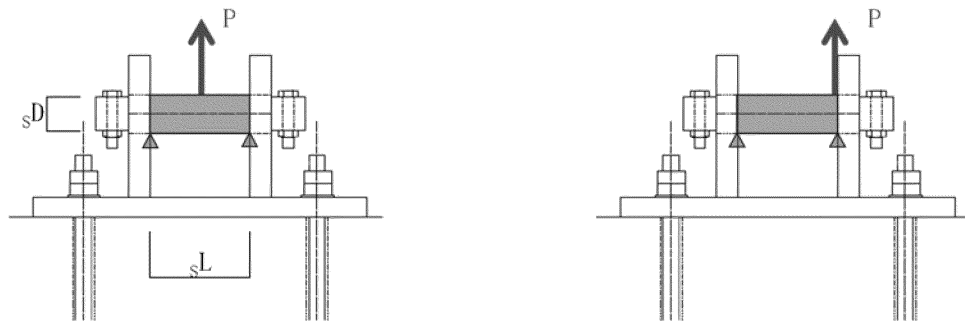
$$P'=P / N'$$

b. 心棒有型金物のうち心棒の評価方法

(a) 計算モデル

心棒については、曲げに対する検討の際には、心棒に生ずる曲げモーメントが最大になる、心棒の中心に竜巻の風圧力による荷重が固縛対象設備に作用する際の

検討用荷重 P が作用する場合について検討を行う。せん断に対する検討の際には、心棒に生ずるせん断力が最大になる、心棒端部に上記同様の検討用荷重 P が作用する場合について検討を行う。評価モデル図の概要図を第 3-6 図に示す。



(a) 曲げに対する検討

(b) せん断に対する検討

第 3-6 図 心棒の評価モデルの概要図

(b) 計算方法

イ. 曲げに対する検討

検討用荷重 P による心棒中央の曲げモーメント sM は、以下の式により算定する。

$$sM = 1/4 \times P / N \times sL$$

心棒断面の塑性断面係数 sZ_p は、以下の式により算定する。

$$sZ_p = sD^3 / 6$$

許容限界である終局曲げモーメント sM_p は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$$sM_p = \sigma_y \times sZ_p \times 10^{-3}$$

ロ. せん断に対する検討

検討用荷重 P による心棒端部のせん断力 sQ は、以下の式により算定する。

$$sQ = P / N$$

心棒断面の断面積 sA は、以下の式により算定する。

$$sA = \pi \times sD^2 / 4$$

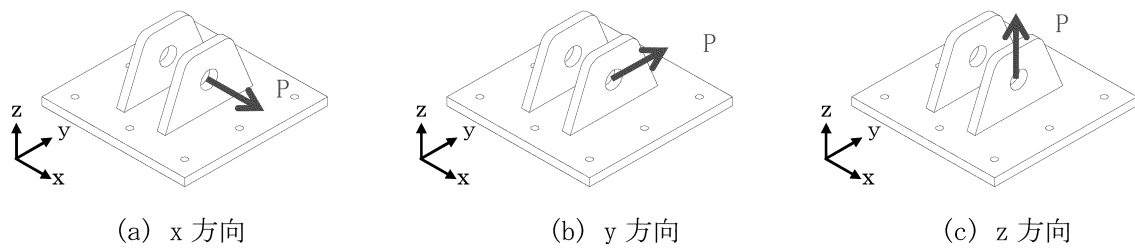
許容限界である終局せん断力 sQ_p は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$$sQ_p = \tau_y \times sA$$

c. 心棒有型金物の心棒支持プレートの評価方法

(a) 計算モデル

評価は、竜巻の風圧力による荷重が固縛対象設備に作用する際の検討用荷重 P が心棒支持プレートに対し第 3-7 図に示す x 、 y 、 z 方向に作用する場合について部材断面に生ずる応力を算定し、評価を行う。心棒支持プレートの計算モデルの概要図を第 3-7 図に示す。

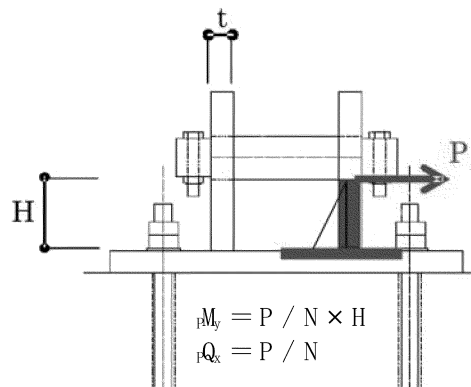


第 3-7 図 心棒支持プレートの計算モデルの概要図

(b) 計算方法

イ. x 方向荷重時の検討

心棒支持プレートに対し、 x 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を第 3-8 図に示す。



第 3-8 図 x 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

・ 曲げに対する検討

検討用荷重 P による心棒支持プレート脚部の y 軸まわり曲げモーメント ${}_pM_y$

は、以下の式により算定する。

$${}_pM_y = P / N \times H$$

心棒支持プレートの y 軸まわりの塑性断面係数 ${}_pZ_{py}$ は、以下の式により算定する。

$${}_pZ_{py} = {}_pD \times pt^2 / 4$$

許容限界である心棒支持プレートの y 軸まわりの終局曲げモーメント ${}_pM_{py}$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき以下の式により算定する。

$${}_pM_{py} = \sigma_y \times {}_pZ_{py} \times 10^{-3}$$

・せん断に対する検討

検討用荷重 P による心棒支持プレートの x 方向のせん断力 ${}_pQ_x$ は、以下の式により算定する。

$${}_pQ_x = P / N$$

心棒支持プレートの断面積 ${}_pA'$ は、以下の式により算定する。

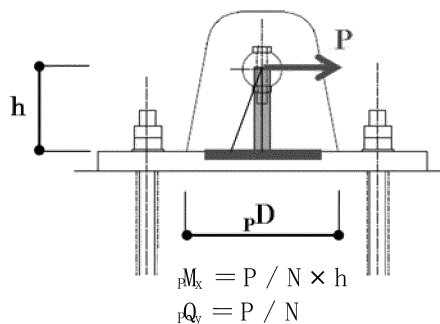
$${}_pA' = ({}_pD' - sD') \times pt$$

許容限界である心棒支持プレートの終局せん断力 ${}_pQ_p$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_pQ_p = \tau_y \times {}_pA' \times 10^{-3}$$

ロ. y 方向荷重時の検討

心棒支持プレートに対し、y 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を第 3-9 図に示す。



第 3-9 図 y 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

・曲げに対する検討

検討用荷重 P による心棒支持プレート脚部の x 軸まわり曲げモーメント ${}_pM_x$

は、以下の式により算定する。

$${}_pM_x = P / N \times h$$

心棒支持プレートの x 軸まわりの塑性断面係数 ${}_pZ_{px}$ は、以下の式により算定する。

$${}_pZ_{px} = {}_pD^2 \times pt / 4$$

許容限界である心棒支持プレートの x 軸まわりの終局曲げモーメント ${}_pM_{px}$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_pM_{px} = \sigma_y \times {}_pZ_{px} \times 10^{-3}$$

・せん断に対する検討

検討用荷重 P による心棒支持プレートの y 方向のせん断力 ${}_pQ_y$ は、以下の式により算定する。

$${}_pQ_y = P / N$$

心棒支持プレートの断面積 ${}_pA'$ (mm^2)は、以下の式により算定する。

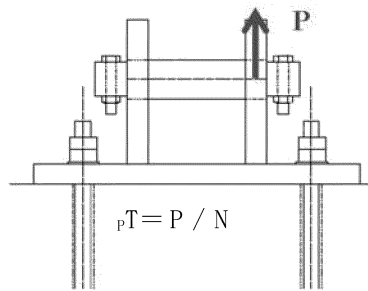
$${}_pA' = ({}_pD' - sD') \times pt$$

許容限界である心棒支持プレートの終局せん断力 ${}_pQ_p$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_pQ_p = \tau_y \times {}_pA' \times 10^{-3}$$

ハ. z 方向荷重時の検討

心棒支持プレートに対し、z 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を第 3-10 図に示す。



第 3-10 図 z 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

・引張に対する検討

検討用荷重 P による心棒支持プレートの引張力 pT は、以下の式により算定する。

$$pT = P / N$$

心棒支持プレートの断面積 pA' は、以下の式により算定する。

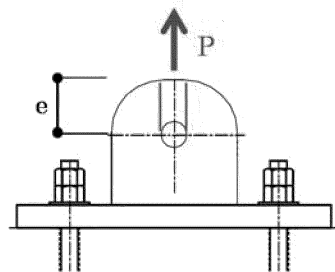
$$pA' = (pD' - sD') \times pt$$

許容限界である心棒支持プレートの終局引張力 pT_p は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$$pT_p = \sigma_y \times pA' \times 10^{-3}$$

・端あきせん断に対する検討

心棒支持プレートの端あきせん断に対する計算モデルの概要図を第 3-11 図に示す。なお、検討用荷重が z 方向に作用する場合は最もプレートの厚みが薄く厳しい結果となるため、 z 方向に対し、検討を行う。



第 3-11 図 心棒支持プレートの端あきせん断に対する計算モデルの概要図

検討用荷重 P によるプレート端あきに生ずるせん断力 ${}_pQ$ は、以下の式により算定する。

$${}_pQ = P / N$$

心棒支持プレートの端あき部断面積 ${}_pA_e$ は、以下の式により算定する。

$${}_pA_e = 2 \times e \times pt$$

許容限界である心棒支持プレートの終局端あきせん断力 ${}_pQ_p$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

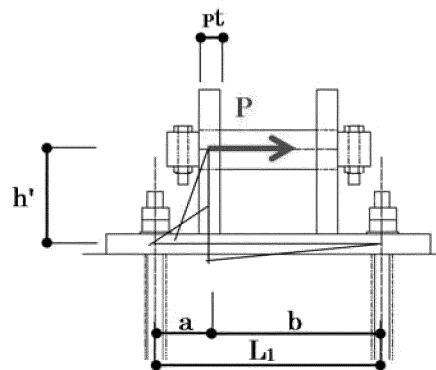
$${}_pQ_p = \tau_y \times {}_pA_e \times 10^{-3}$$

d. 心棒有型金物のうちベースプレートの評価方法

(a) 計算方法

イ. x 方向荷重時の検討

ベースプレートに対し、x 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を第 3-12 図に示す。



$${}_B M_y = P / N \times h' \times b / L_1$$

$${}_B Q_x = {}_B M_y / a$$

第 3-12 図 x 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

・ 曲げに対する検討

検討用荷重 P によるベースプレートの y 軸まわり曲げモーメント ${}_B M_y$ は、以下の式により算定する。

$${}_B M_y = P / N \times h' \times b / L_1$$

ベースプレートの y 軸まわりの塑性断面係数 ${}_B Z_{py}$ は、以下の式により算定する。

$$BZ_{py} = BB \times bt^2 / 4$$

許容限界であるベースプレートの x 軸まわりの終局曲げモーメント $B M_{py}$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$$B M_{py} = \sigma_y \times BZ_{py} \times 10^{-3}$$

・せん断に対する検討

検討用荷重 P によるベースプレートのせん断力 $B Q_x$ は、以下の式により算定する。

$$B Q_x = B M_y / a$$

ベースプレートの断面積 BA は、以下の式により算定する。

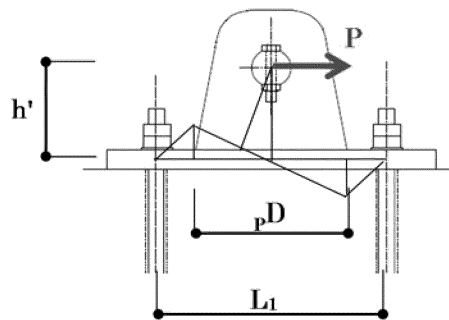
$$BA = BB \times bt$$

許容限界であるベースプレートの終局せん断力 $B Q_{px}$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$$B Q_{px} = \tau_y \times BA \times 10^{-3}$$

ロ. y 方向荷重時の検討

ベースプレートに対し、y 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を第 3-13 図に示す。



$$B M_x = P / N \times h' / 2$$

$$B Q_y = B M_x / \{(L_1 - pD) / 2\}$$

第 3-13 図 y 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

・曲げに対する検討

検討用荷重 P によるベースプレートの x 軸まわり曲げモーメント $B M_x$ は、以下の式により算定する。

$$B M_x = P / N \times h' / 2$$

ベースプレートの x 軸まわりの塑性断面係数 $B Z_{px}$ は、以下の式により算定

する。

$${}_B Z_{px} = {}_B B \times bt^2 / 4$$

許容限界であるベースプレートの x 軸まわりの終局曲げモーメント ${}_B M_{px}$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_B M_{px} = \sigma_y \times {}_B Z_{px} \times 10^{-3}$$

・せん断に対する検討

検討用荷重 P によるベースプレートの y 方向のせん断力 ${}_B Q_y$ は、以下の式により算定する。

$${}_B Q_y = {}_B M_x / \{(L_1 - pD)/2\}$$

ベースプレートの断面積 ${}_B A$ は、以下の式により算定する。

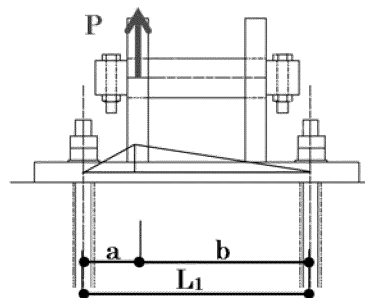
$${}_B A = {}_B B \times bt$$

許容限界であるベースプレートの終局せん断力 ${}_B Q_p$ は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$${}_B Q_{py} = \tau_y \times {}_B A \times 10^{-3}$$

ハ. z 方向荷重時の検討

ベースプレートに対し、z 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図を第 3-14 図に示す。



$${}_B M_{y,z} = P/N \times ab/L_1$$

$${}_B Q_{x,z} = P/N$$

第 3-14 図 z 方向に荷重が作用した場合の計算モデルの概要図

・曲げに対する検討

検討用荷重 P によるベースプレートの y 軸まわり曲げモーメント ${}_B M_{y,z}$ は、以下の式により算定する。

$${}_B M_{y,z} = P / N \times ab / L_1$$

ベースプレートの y 軸まわりの塑性断面係数 BZ_{py} は、以下の式により算定する。

$$BZ_{py} = BB \times bt^2 / 4$$

許容限界であるベースプレートの y 軸まわりの終局曲げモーメント BM_{py} は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$$BM_{py} = \sigma_y \times BZ_{py} \times 10^{-3}$$

・せん断に対する検討

検討用荷重 P によるベースプレートのせん断力 $BQ_{x,z}$ は、以下の式により算定する。

$$BQ_{x,z} = P / N$$

ベースプレートの断面積 BA は、以下の式により算定する。

$$BA = BB \times bt$$

許容限界であるベースプレートの終局せん断力 BQ_p は、「鋼構造塑性設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$$BQ_{pz} = \tau_y \times BA \times 10^{-3}$$

(4) 基礎（アンカーボルト）の評価方法

a. 埋め込みアンカーボルトの評価方法

(a) 引張に関する検討

埋め込みアンカーボルトの降伏引張耐力に関する検討は以下による。

アンカーボルトの有効断面積 BA_e は、以下の式により算定する。

$$BA_e = A\alpha \times \pi \times AD^2 / 4$$

z 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力 AT_V は、以下の式により算定する。

$$AT_V = P / N$$

x 又は y 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力 AT_H は、以下の式により算定する。

$$AT_H = P \times h' / (7/8 \times dt) / n'$$

z 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルトに生ずる引張応力度 $A\sigma_{tV}$ は、以下の式により算定する。

$$A\sigma_{tV} = AT_V / BA_e$$

x 又は y 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルトに生ずる引張応力度 $A\sigma_{tH}$ は、以下の式により算定する。

$$A\sigma_{tH} = A T_H / B A_e$$

許容限界であるアンカーボルトの降伏により決定される降伏引張耐力 p_{by} は、「鋼構造接合部設計指針」に基づき、以下の式により算定する。

$$p_{by} = B A_e \times F_{by}$$

1組のアンカーボルトのコンクリートコーン有効水平投影面積を ΣA_c とすると、コーン状破壊により決定される1組のアンカーボルトの引抜耐力 T_a は、以下の式により算定する。

$$T_a = \phi_1 \times 0.31 \times \sqrt{F_c} \times \Sigma A_c$$

アンカーボルト1本当たりの引抜耐力 T_a' は、以下の式により算定する。

$$T_a' = T_a / n$$

アンカーボルトの引張耐力 P_y は、以下の式により算定する。

$$P_y = \min(p_{by}, T_a')$$

なお、1組のアンカーボルトのコンクリートコーン有効水平投影面積 ΣA_c は、「各種合成構造設計指針・同解説」に基づき、下記の計算式を用いて計算する。

イ 1本の場合

$$\begin{aligned} A_c &= \pi \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - \frac{1}{4} \pi_A D^2 \\ &= \pi \cdot L_e (L_e + A D) \end{aligned}$$

ロ 2本の場合

$$\textcircled{1} L_e + \frac{A D}{2} \leq \frac{A a}{2} \text{ のとき}$$

$$A_c = 2\pi \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - \frac{1}{2} \pi_A D^2$$

$$\textcircled{2} \frac{A a}{2} < L_e + \frac{A D}{2} \text{ のとき}$$

$$A_c = \left(2\pi - \frac{\theta}{180} \pi + \sin \theta \right) \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - \frac{1}{2} \pi_A D^2$$

$$\text{ただし、} \theta = 2 \cos^{-1} \frac{a}{2L_e + A D}$$

$$A' = \left(\frac{\theta}{180} \pi - \sin \theta \right) \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2$$

ハ 4本の場合

$$\textcircled{1} L_e + \frac{A D}{2} \leq \frac{A a}{2} \text{ のとき}$$

$$A_c = 4\pi \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - \pi_A D$$

$$\textcircled{2} \frac{A a}{2} < L_e + \frac{A D}{2} \leq \frac{A a}{\sqrt{2}} \text{ のとき}$$

$$A_c = \left(4\pi - \frac{\theta}{45}\pi + 4 \sin \theta \right) \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - \pi_A D^2$$

$$\text{ただし、} \theta = 2 \cos^{-1} \frac{a}{2L_e + A D}$$

$$\textcircled{3} \frac{A a}{\sqrt{2}} < L_e + \frac{A D}{2} \text{ のとき}$$

$$A_c = \left(3\pi - \frac{\theta}{90}\pi + 2 \sin \theta + 2 \cos \theta + 2 \right) \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - \pi_A D^2$$

$$\text{ただし、} \theta = 2 \cos^{-1} \frac{a}{2L_e + A D}$$

ハ 8本の場合

$$\textcircled{1} L_e + \frac{A D}{2} \leq \frac{A a}{2} \text{ のとき}$$

$$A_c = 8\pi \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - 2\pi_A D$$

$$\textcircled{2} \frac{A a}{2} < L_e + \frac{A D}{2} \leq \frac{A a}{\sqrt{2}} \text{ のとき}$$

$$A_c = \left(8\pi - \frac{2\theta}{45}\pi + 8 \sin \theta \right) \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - 2\pi_A D^2$$

$$\text{ただし、} \theta = 2 \cos^{-1} \frac{a}{2L_e + A D}$$

$$\textcircled{3} \frac{A a}{\sqrt{2}} < L_e + \frac{A D}{2} \leq a \text{ のとき}$$

$$A_c = \left(6\pi - \frac{2\theta + \theta'}{90}\pi + 4 \sin \theta + 2 \sin \theta' + 8 \cos \theta - 2 \cos \theta' + 6 \right) \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2$$

$$- 2\pi_A D^2$$

$$\text{ただし、 } \theta = 2 \cos^{-1} \frac{a}{2L_e + A D}$$

$$\theta' = 2 \cos^{-1} \frac{\sqrt{2}a}{2L_e + A D}$$

④ $a < L_e + \frac{A D}{2}$ のとき

$$A_c = \left(5\pi - \frac{\theta}{45} \pi + 4 \sin \theta + 8 \cos \theta + 8 \right) \left(L_e + \frac{A D}{2} \right)^2 - 2\pi_A D^2$$

$$\text{ただし、 } \theta = 2 \cos^{-1} \frac{a}{2L_e + A D}$$

(b) セン断に関する検討

検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本当たりに生ずるせん断力 AQ は、以下の式により算定する。

$$AQ = P / N$$

アンカーボルトに生ずるせん断応力度 $A\tau$ は、以下の式により算定する。

$$A\tau = AQ / BA_e$$

アンカーボルトのせん断降伏により決定される降伏せん断耐力 q_{by} は、以下の式により算定する。

$$q_{by} = BA_e \times F_{by} / \sqrt{3}$$

定着した躯体の支圧強度により決定される許容せん断力 Q_{a2} は、以下の式により算定する。

$$Q_{a2} = \phi_2 \times c\sigma_{qa} \times BA_e$$

せん断力に対するコーン状破壊面の有効投影面積 A_{qc} は、アンカーボルトのへりあき寸法を c とすると以下の式により算定する。

$$A_{qc} = 0.5 \times \pi \times c^2$$

定着した躯体のコーン状破壊により決定される許容せん断力 Q_{a3} は、以下の式により算定する。

$$Q_{a3} = \phi_3 \times c\sigma_t \times A_{qc}$$

アンカーボルトの降伏せん断耐力 Q_y は、以下の式により算定する。

$$Q_y = \min(q_{by}, Q_{a2}, Q_{a3})$$

(c) 引張とせん断を同時に受ける場合に関する検討

コンクリートに埋め込まれるアンカーボルトとしての引張力とせん断力の組み合わせ力に対する検定は、以下の式によって行う。

$$(\Delta T_H / p_{by})^2 + (\Delta Q / q_{by})^2 \leq 1$$

b. 接着系アンカーボルトの評価方法

(a) 引張に関する検討

接着系アンカーボルトの降伏引張耐力に関する検討は以下による。

アンカーボルトに有効断面積 BA_e は、以下の式により算定する。

$$BA_e = A\alpha \times \pi \times \Delta D^2 / 4$$

z 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力 ΔT_V は、以下の式により算定する。

$$\Delta T_V = P / N$$

x 又は y 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずる引張力 ΔT_H は、以下の式により算定する。

$$\Delta T_H = P \times h' / (7/8 \times dt) / n'$$

z 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルトに生ずる引張応力度 $\Delta \sigma_{TV}$ は、以下の式により算定する。

$$\Delta \sigma_{TV} = \Delta T_V / BA_e$$

x 又は y 方向の検討用荷重 P によりアンカーボルトに生ずる引張応力度 $\Delta \sigma_{TH}$ は、以下の式により算定する。

$$\Delta \sigma_{TH} = \Delta T_H / BA_e$$

アンカーボルトの降伏により決定される 1 本当たりの許容引張力 P_{a1} は、以下の式により算定する。

$$P_{a1} = \phi_1 \times f_t \times BA_e$$

アンカーボルトの付着力により決定される 1 本当たりの許容引張力 P_{a3} は、以下の式により算定する。

$$P_{a3} = \phi_3 \times \tau_a \times \pi \times d_a \times L_{ce}$$

接着系アンカーボルトにおける許容付着応力度は以下の式により算定する。

$$\tau_a = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \tau_{bavg}$$

接着系アンカーボルトにおいて、へりあき及びアンカーボルトのピッチによる付着強度の低減係数は以下の式により算定する。

$$\alpha_n : 0.5 \times (C_n / L_e) + 0.5$$

ここで、

$(C_n / L_{ce}) \geq 1.0$ の場合は $(C_n / L_{ce}) = 1.0$ 、 $L_e \geq 10d_a$ の場合は $L_e = 10d_a$ とする。
なお、 C_n は最も小さい寸法となる 3 面までも考慮する。

アンカーボルトの許容耐力 P_a は、以下の式により算定する。

$$P_a = \min(P_{a1}, P_{a3})$$

(b) せん断に関する検討

検討用荷重 P によりアンカーボルト 1 本あたりに生ずるせん断力 AQ は、以下の式により算定する。

$$AQ = P / N$$

アンカーボルトに生ずるせん断応力度 $A\tau$ は、以下の式により算定する。

$$A\tau = AQ / BA_e$$

アンカーボルトのせん断強度により決定される許容せん断力 Q_{a1} は、以下の式により算定する。

$$Q_{a1} = \phi_1 \times s\sigma_{qa} \times BA_e$$

定着した躯体の支圧強度により決定される許容せん断力 Q_{a2} は、以下の式により算定する。

$$Q_{a2} = \phi_2 \times c\sigma_{qa} \times BA_e$$

せん断力に対するコーン状破壊面の有効投影断面積 A_{qc} は、アンカーボルトのへりあき寸法を c とすると以下の式により算定する。

$$A_{qc} = 0.5 \times \pi \times c^2$$

定着した躯体のコーン状破壊により決定される許容せん断力 Q_{a3} は、以下の式により算定する。

$$Q_{a3} = \phi_3 \times c\sigma_t \times A_{qc}$$

アンカーボルトの許容せん断力 Q_a は、以下の式により算定する。

$$Q_a = \min(Q_{a1}, Q_{a2}, Q_{a3})$$

(c) 引張とせん断を同時に受ける場合に関する検討

コンクリートに埋め込まれるアンカーボルトとしての引張力とせん断力の組み合わせ力に対する検定は、以下の式によって行う。

$$(A T_H / P_a)^2 + (AQ / Q_a)^2 \leq 1$$

4. 評価条件

4.1 タンクローリーの評価条件

タンクローリーの固縛装置については、4組で構成する。連結材、連結補助材、固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件をそれぞれ第4-1表～第4-3表に示す。

第4-1表 連結材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	V_D (m/s)	V_{Rm} (m/s)	C_{D1} (-)	C_{D2} (-)	C_{D3} (-)
連結材	JIS規格ラウンドスリング ロックスリングソフター E型 3.2t用	40 (注)	100	85	2.0	2.0	2.0

A_1 (m ²)	A_2 (m ²)	A_3 (m ²)	g (m/s ²)	ρ (kg/m ³)	n (本)
16.32	14.96	5.28	9.80665	1.22	2

(注) 使用基準はJIS B 8811によるものとする。

第4-2表 連結補助材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	V_D (m/s)	V_{Rm} (m/s)	C_{D1} (-)	C_{D2} (-)	C_{D3} (-)
連結補助材	JIS規格シャックル t22 B Bシャックル(S級)	40	100	85	2.0	2.0	2.0

A_1 (m ²)	A_2 (m ²)	A_3 (m ²)	g (m/s ²)	ρ (kg/m ³)	n (本)
16.32	14.96	5.28	9.80665	1.22	4

第 4-3 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	V _D (m/s)	V _{Rm} (m/s)	C _{D1} (-)	C _{D2} (-)	C _{D3} (-)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	フレノリンクボルトA-20	40	100	85	2.0	2.0	2.0

A ₁ (m ²)	A ₂ (m ²)	A ₃ (m ²)	g (m/s ²)	ρ (kg/m ³)	N' (本)
16.32	14.96	5.28	9.80665	1.22	2

評価対象	部位	材料	温度条件 (°C)	基準強度 F(N/mm ²)	短期許容 曲げ応力度 f _b (N/mm ²)	短期許容 引張応力度 f _t (N/mm ²)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	アンカーボルト	SS400	40	235	235	235

アンカーボルトの軸径 A _D (mm)	一組の固定金物におけるアンカーボルト本数 n(本)	一組の固定金物における引張側アンカーボルト本数 n'(本)	アンカーボルトの長さ L (mm)	アンカーボルトの有効埋込み長さ L _e (mm)	アンカーボルトのへりあき C (mm)
20	1	1	600	450	500

4.2 空冷式非常用発電装置（3B）の評価条件

空冷式非常用発電装置（3B）の固縛装置は4組で構成する。連結材、連結補助材、固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件をそれぞれ第4-4表～第4-6表に示す。

第4-4表 連結材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	q (N/m ²)	G (-)	C (-)	A (m ²)	n (本)
連結材	JIS規格ラウンドス リング ロックリングソフ ターTN TN型 20t用	40 ^(注)	6,100	1.0	1.2	63.4	4

(注) 使用基準はJIS B 8811によるものとする。

第4-5表 連結補助材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	q (N/m ²)	G (-)	C (-)	A (m ²)	n (本)
連結補助 材	JIS規格シャックル t40 BBシャックル (S級)	40	6,100	1.0	1.2	63.4	4

第4-6表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(1/3)

評価対象	q (N/m ²)	G (-)	C (-)	A (m ²)	設計基準強度 F _c (N/mm ²)	固定材の組数 N(組)
固定材及び基礎（アンカ ーボルト）	6,100	1.0	1.2	63.4	21	4

評価対象	部位	材料	温度条件 (°C)	基準強度 F(N/mm ²)	短期許容 曲げ応力度 f _b (N/mm ²)	短期許容 引張応力度 f _t (N/mm ²)
固定材及び基 礎（アンカー ボルト）	心棒	SS400	40	215	215	215
	心棒支持プレート	SN400B	40	235	235	235
	ベースプレート	SN400B	40	235	235	235
	アンカーボルト	SS400	40	235	235	235

第4-6表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(2/3)

評価対象	心棒直径 sD (mm)	心棒の支持点間距離 sL (mm)	心棒支持プレート板厚 pt (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	75	150	32

評価対象	心棒支持プレート脚部 せい pD (mm)	心棒支持プレート有効 せい pD' (mm)	心棒穴径 sD' (mm)	心棒支持プレート 端あき e (mm)	心棒支持プレート跳ね 出し長さ h (mm)	ベースプレート上面から心棒下端 までの長さ H (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	574	574	78	100	125	87.5

評価対象	ベースプレート 板厚 Bt (mm)	ベースプレートの x 方向幅 BB _x (mm)	ベースプレートの y 方向幅 BB _y (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	36	840	600

評価対象	両端のアンカーボルト 芯間距離 L ₁ (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの短いほうの距離 a (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒支持プレート芯までの長いほうの距離 b (mm)	ベースプレート端部から引張側アンカーボルト芯までの距離 d _t (mm)	心棒支持プレートのベースプレート板厚芯からの跳ね出し長さ h' (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	320	69	251	540	143

第4-6表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(3/3)

評価対象	アンカーボルトの軸径 ΔD (mm)	一組の固定金物におけるアンカーボルト本数 n (本)	一組の固定金物における引張側アンカーボルト本数 n' (本)	アンカーボルトの長さ L (mm)	アンカーボルトの有効埋込み長さ L_e (mm)	アンカーボルトのピッチ Aa (mm)	アンカーボルトのへりあき c (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	24	8	4	720	570	200	540

4.3 空冷式非常用発電装置（3A）の評価条件

空冷式非常用発電装置（3A）の固縛装置は4組で構成する。連結材、連結補助材、固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件をそれぞれ第4-7表～第4-9表に示す。

第4-7表 連結材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	q (N/m ²)	G (-)	C (-)	A (m ²)	n (本)
連結材	JIS規格ラウンドス リング ロックリングソフ ターTN TN型 20t用	40 (注)	6,100	1.0	1.2	63.4	4

(注) 使用基準はJIS B 8811によるものとする。

第4-8表 連結補助材の評価条件

評価対象	仕様	温度条件 (°C)	q (N/m ²)	G (-)	C (-)	A (m ²)	n (本)
連結補助 材	JIS規格シャックル t40 BBシャックル (S級)	40	6,100	1.0	1.2	63.4	4

第4-9表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(1/3)

評価対象	q (N/m ²)	G (-)	C (-)	A (m ²)	設計基準強度 F _c (N/mm ²)	固定材の組数 N(組)
固定材及び基礎（ア ンカーボルト）	6,100	1.0	1.2	63.4	21	4

評価対象	部位	材料	温度条件 (°C)	基準強度 F(N/mm ²)	短期許容 曲げ応力度 f _b (N/mm ²)	短期許容 引張応力度 f _t (N/mm ²)
固定材及び基 礎（アンカー ボルト）	心棒	SS400	40	215	215	215
	心棒支持プレート	SN400B	40	235	235	235
	ベースプレート	SN400B	40	235	235	235
	アンカーボルト	SS400	40	235	235	235

第4-9表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(2/3)

評価対象	心棒直径 sD(mm)	心棒の支持点間距離 sL(mm)	心棒支持プレート板厚 pt(mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	75	150	32

評価対象	心棒支持プレート脚部 せい pD (mm)	心棒支持プレート有効 せい pD' (mm)	心棒穴径 sD' (mm)	心棒支持プレート 端あき e (mm)	心棒支持プレート跳ね 出し長さ h (mm)	ベースプレート上面から心棒下端 までの長さ H (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	574	574	78	100	125	87.5

評価対象	ベースプレート板厚 bt (mm)	ベースプレートの x 方 向幅 BB _x (mm)	ベースプレートの y 方 向幅 BB _y (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	36	840	600

評価対象	両端のアンカーボルト 芯間距離 L ₁ (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒 支持プレート芯 までの短いほう の距離 a (mm)	端部アンカーボルト芯から心棒 支持プレート芯 までの長いほう の距離 b (mm)	ベースプレート端部から引張側アンカーボルト芯までの 距離 d _t (mm)	心棒支持プレートのベースプレート板厚芯からの跳ね出し長さ h' (mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	320	69	251	540	143

第 4-9 表 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価条件(3/3)

評価対象	アンカーボルトの軸径 AD (mm)	一組の固定金物におけるアンカーボルト本数 n(本)	アンカーボルトの埋込み長さ L(mm)	アンカーボルトのピッチ Aa(mm)
固定材及び基礎（アンカーボルト）	24	8	300	260

5. 強度評価結果

5.1 タンクローリーの評価結果

(1) 連結材の評価結果

連結材の評価結果を第 5-1 表に示す。連結材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-1 表 連結材の評価結果

評価対象	連結材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結材	24.3	189.4	7.7

(2) 連結補助材の評価結果

連結補助材の評価結果を第 5-2 表に示す。連結補助材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-2 表 連結補助材の評価結果

評価対象	連結補助材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結補助材	12.2	245.1	20.1

(3) 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果

固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果をそれぞれの評価対象に対して、第5-3及び4表に示す。各評価対象に対して、いずれも許容限界以下であり、かつ2倍以上の裕度を有している。

第5-3表 フレノリンクボルトの評価結果

評価対象	フレノリンクボルトに作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
フレノリンクボルト	12.2	137.2	11.3

第5-4表 アンカーボルトの評価結果

評価対象	引張力 (kN)	許容限界 (kN)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	引張力+せん断力	許容限界	裕度
アンカーボルト	12.1	60.9	12.1	35.2	0.124	1	2.9

上記の(1)～(3)の評価結果より、すべての固縛構成要素について、裕度2倍以上を確保していることから固縛装置全体として2倍以上の裕度を有していることを確認した。

5.2 空冷式非常用発電装置（3B）の評価結果

(1) 連結材の評価結果

連結材の評価結果を第 5-5 表に示す。連結材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-5 表 連結材の評価結果

評価対象	連結材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結材	116.0	1176.7	10.1

(2) 連結補助材の評価結果

連結補助材の評価結果を第 5-6 表に示す。連結補助材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-6 表 連結補助材の評価結果

評価対象	連結補助材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結補助材	116.0	784.5	6.7

(3) 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果

固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果をそれぞれの評価対象に対して、第5-7、8、9及び10表に示す。各評価対象に対して、いずれも許容限界以下であり、かつ2倍以上の裕度を有している。

第5-7表 心棒の評価結果

評価対象	曲げモーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
心棒	4,347	16,629	116	603	3.8

第5-8表 心棒支持プレートの評価結果

評価対象	x方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	x方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	y方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	y方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z方向引張力 (kN)	許容限界 (kN)	z方向端あき せん断応力度 (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)	裕度
心棒支持プレート	10,143	37,985	116	2,368	14,490	681,356	116	2,368	116	4,102	116	955	3.7

第5-9表 ベースプレートの評価結果

評価対象	x方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	x方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	y方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	y方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z方向曲げ モーメント (kN)	許容限界 (kN)	z方向せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
ベースプレート	13,002	50,252	189	3,223	8,288	70,353	93	4,513	6,274	50,252	116	3,223	3.8

第5-10表 アンカーボルトの評価結果

評価対象	引張力 (kN)	許容限界 (kN)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	引張力+せん断力	許容限界	裕度
アンカーボルト	15	68	15	55	0.092	1	3.4

上記の(1)～(3)の評価結果より、すべての固縛構成要素について、裕度2倍以上を確保していることから固縛装置全体として2倍以上の裕度を有していることを確認した。

5.3 空冷式非常用発電装置（3A）の評価結果

(1) 連結材の評価結果

連結材の評価結果を第 5-11 表に示す。連結材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-11 表 連結材の評価結果

評価対象	連結材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結材	116.0	1,176.7	10.1

(2) 連結補助材の評価結果

連結補助材の評価結果を第 5-12 表に示す。連結補助材に作用する荷重は許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-12 表 連結補助材の評価結果

評価対象	連結補助材に作用する荷重 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
連結補助材	116.0	784.5	6.7

(3) 固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果

固定材及び基礎（アンカーボルト）の評価結果をそれぞれの評価対象に対して、第 5-13、14、15 及び 16 表に示す。各評価対象に対して、いずれも許容限界以下であり、かつ 2 倍以上の裕度を有している。

第 5-13 表 心棒の評価結果

評価対象	曲げモーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
心棒	4,347	16,629	116	603	3.8

第 5-14 表 心棒支持プレートの評価結果

評価対象	x 方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	x 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	y 方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	y 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z 方向引張 力(kN)	許容限界 (kN)	z 方向端あき せん断応力度 (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)	裕度
心棒支持プレート	10,143	37,985	116	2,368	14,490	681,356	116	2,368	116	4,102	116	955	3.7

第 5-15 表 ベースプレートの評価結果

評価対象	x 方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	x 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	y 方向曲げ モーメント (kN・mm)	許容限界 (kN・mm)	y 方向 せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	z 方向曲げ モーメント (kN)	許容限界 (kN)	z 方向せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	裕度
ベースプレート	13,002	50,252	189	3,223	8,288	70,353	93	4,513	6,274	50,252	116	3,223	3.8

第 5-16 表 アンカーボルトの評価結果

評価対象	引張力 (kN)	許容限界 (kN)	せん断力 (kN)	許容限界 (kN)	引張力+せん断力	許容限界	裕度
アンカーボルト	15	68	15	55	0.084	1	3.8

上記の(1)～(3)の評価結果より、すべての固縛構成要素について、裕度 2 倍以上を確保していることから固縛装置全体として 2 倍以上の裕度を有していることを確認した。

発電用火力設備の技術基準による強度に関する説明書

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」第48条及び第78条（準用）の技術上の基準に対し、燃料油貯油そうの設計確認値を変更することによる影響を説明するものである。

燃料油貯油そうに関しては設計確認値の変更のみであるため、高浜3号機 工事計画認可申請（平成31年4月26日付け原規規発第19042617号にて認可）にて評価した燃料油貯油そうへの強度に影響を及ぼすことはない。

資料 1 0 設計及び工事に係る品質管理の方法等に関する説明書

目 次

- 資料 10-1 設計及び工事に係る品質管理の方法等
- 資料 10-2 本工事計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設
- 資料 10-3 本工事計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画 原子炉冷却系統施設
- 資料 10-4 本工事計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画 原子炉格納施設
- 資料 10-5 本工事計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画 非常用電源設備
- 資料 10-6 本工事計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画 火災防護設備
- 資料 10-7 本工事計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画 浸水防護施設
- 資料 10-8 本工事計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画 補機駆動用燃料設備
(非常用電源設備及び補助ボイラーに係るものを除く。)