

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7補足-028-9 改3
提出年月日	2020年5月14日

可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書に係る
補足説明資料

2020年5月

東京電力ホールディングス株式会社

目 次

1. 概要	1
1.1 可搬型重大事故等対処設備の評価対象設備について	1
2. 可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動	11
2.1 概要	11
2.2 可搬型重大事故等対処設備の保管場所	12
2.3 保管場所における入力地震動の算定	14
2.4 地震応答 FRS の算定	40
2.5 設計用 FRS の作成	40
2.6 加振台の FRS の妥当性確認	42
3. 車両型設備の耐震評価について	56
3.1 車両型設備の固縛装置について	56
3.2 評価手順	56
3.3 評価条件	58
3.4 加振試験	60
3.5 構造強度評価	69
3.6 機能維持評価	88
3.7 波及的影響評価	91
3.8 保守性及び不確実さの全体的な釣り合いについて	98
4. 地震時に固縛装置を展張させないためのたるみの設定方法について	111
4.1 概要	111
4.2 たるみの定義	111
4.3 たるみの設定	111
5. 車両型設備とアンカープレートとの位置関係について	112
5.1 概要	112
5.2 車両型設備とアンカープレートとの位置関係	112
6. 地震波の継続時間の差が車両型設備の耐震評価に与える影響について	113
6.1 概要	113
6.2 車両型設備の耐震評価	113
6.3 結論	115
7. 車両型設備及び固縛装置の仕様について	118
8. 加振試験における車両型設備の傾き角計測方法について	121
8.1 概要	121
8.2 計測方法	121
9. 設計用 FRS に対する車両型設備の加振試験における加振波 FRS の裕度について	122
9.1 概要	122
9.2 裕度の整理結果	122
10. その他設備の耐震評価について	136

10.1	その他設備の加振試験について	136
10.2	加振試験後の機能維持確認について	172
別紙 1	熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器の転倒防止対策について	183
別紙 2	風荷重及び積雪荷重の設定について	185
別紙 3	固有振動数の算出方法について	188

(参考資料 1) 荒浜側高台保管場所における解析用物性値の設定について

(参考資料 2) 大湊側高台保管場所における解析用物性値の設定について

(参考資料 3) 5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所の解析用物性値について

(参考資料 4) 地震応答解析における地下水位の設定について

(参考資料 5) 高台保管場所における入力地震動について

1. 概要

本補足説明資料は、V-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」にて設定する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法について説明するV-2「耐震性に関する説明書」の別添3「可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書」について補足するものである。

1.1 可搬型重大事故等対処設備の評価対象設備について

可搬型重大事故等対処設備は、地震に対して、地震時の転倒やすべりによる悪影響防止及び地震後の機能維持を図れるよう、必要に応じて地震に対する転倒防止、固縛等の措置を講じる設計としている。

このため、可搬型重大事故等対処設備のうち、転倒により必要な機能を喪失する恐れがあるものに対して、転倒評価を行うとともに機能維持評価を行う。

なお、ホース等の耐震計算書に記載していない設備に関しては、地震により転倒しても損傷の恐れはないが、適切に転倒防止、固縛等の措置を講じることにより、悪影響防止を図る。ホース等の耐震計算書に記載していない設備の評価結果について表1-1に示す。

表 1-1 耐震計算書に記載していない設備の評価結果 (1/8)

設備名称	地震により機能喪失しない理由	補足説明図
ホイールローダ (6, 7 号機共用)	<p>本設備は、一般車両と比較して重心が十分に低く、バケットを接地した状態で保管することから、地震により転倒する恐れはない。また、整備されていない地面での使用を想定して設計された設備であり、もともと衝撃に強い構造であることから、地震により必要な機能を喪失することはない。</p>	
原子炉建屋放水設備 放水砲 (6, 7 号機共用)	<p>保管時は、ジャッキ (固定装置) により固定し、転倒防止を図った状態で保管する。本設備は、重心が低いため、構造的に転倒する恐れはない。また、ステンレス製の配管を鉄製の土台に取り付けた頑丈かつ簡易な構造であり、回転体や動力も有しないことから、地震により放水に必要な機能を喪失することはない。</p>	

表 1-1 耐震計算書に記載していない設備の評価結果 (2/8)

設備名称	地震により機能喪失しない理由	補足説明図
燃料プール冷却浄化系 可搬型スプレイヘッド (6, 7号機共用)	保管時は、専用の保管容器内に収納して保管する。本設備は、仮に転倒したとしても動力を有しない単純構造であり、さらに強靱な保管容器に収納されていることから、致命的な損傷が生じることはなく、必要な機能を喪失することはない。	 <p style="text-align: center;">保管容器</p>  <p style="text-align: center;">燃料プール冷却浄化系 可搬型スプレイヘッド</p>
放射性物質吸着材 (6, 7号機共用)	保管時は、専用の保管容器内に収納して保管する。本設備は、仮に転倒したとしても損傷するようなものではなく、さらに強靱な保管容器に収納されていることから、致命的な損傷が生じることもなく、必要な機能を喪失することはない。	 <p style="text-align: center;">放射性物質吸着材</p>

表 1-1 耐震計算書に記載していない設備の評価結果 (3/8)

設備名称	地震により機能喪失しない理由	補足説明図
汚濁防止膜 (6, 7 号機共用)	<p>保管時は、専用の保管容器内に収納して保管する。本設備は、仮に転倒したとしても動力を有しない単純構造であり、さらに強靱な保管容器に収納されていることから、致命的な損傷が生じることはなく、必要な機能を喪失することはない。</p>	 <p>保管容器</p>  <p>汚濁防止膜 (展開前)</p>  <p>汚濁防止膜 (展開時)</p>

表 1-1-1 耐震計算書に記載していない設備の評価結果 (4/8)

設備名称	地震により機能喪失しない理由	補足説明図
<p>小型船舶 (汚濁防止膜設置用) (6, 7 号機共用)</p>	<p>保管時は、専用の保管容器内に収納して保管する。本設備は、仮に転倒したとしても動力を有しない単純構造であり、さらに強靱な保管容器に収納されていることから、致命的な損傷が生じることはなく、必要な機能を喪失することはない。</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>保管容器</p>  <p>小型船舶 (汚濁防止膜設置用) (展開前)</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>上面図</p>  <p>側面図</p> </div> <p>小型船舶 (汚濁防止膜設置用) (展開時)</p> </div>

表 1-1 耐震計算書に記載していない設備の評価結果 (5/8)

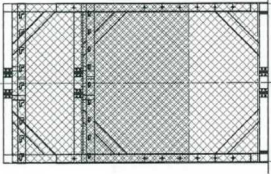


設備名称	地震により機能喪失しない理由	補足説明図
<p>中央制御室待避室遮蔽 (可搬型) (6, 7 号機共用)</p>	<p>本設備は、重心が低いため、構造的に転倒する恐れはない。また、仮に転倒したとしても動力を有しない単純構造であり、致命的な損傷が生じることはなく、必要な機能を喪失することはない。</p>	
<p>ホース、管等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 泡原液混合装置 (6, 7 号機共用) ・ 緊急時対策所換気空調系 5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 可搬型陽圧化空調機用 10m 仮設ダクト (6, 7 号機共用) ・ 緊急時対策所換気空調系 5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (待機場所) 可搬型陽圧化空調機用 10m 仮設ダクト (6, 7 号機共用) ・ 可搬ケーブル (6, 7 号機共用) ・ 可搬型 Y 型ストレーナ (6, 7 号機共用) ・ 代替給水設備 可搬型代替注水ポンプ屋外用 20m ホース (6, 7 号機共用) ・ 代替給水設備 可搬型代替注水ポンプ屋内用 20m ホース ・ 代替給水設備 可搬型代替注水ポンプ燃料プール代替注水屋外 20m ホース (6, 7 号機共用) 	<p>転倒により損傷するようなものではなく、地震による転倒に対し、機能喪失しない。</p>	<p>例. 代替原子炉補機冷却系 熱交換器ユニット海水用 10m, 25m, 50m ホース (展張前)</p>  <p>例. 代替原子炉補機冷却系 熱交換器ユニット海水用 10m, 25m, 50m ホース (展張時)</p> 

表 1-1-1 耐震計算書に記載していない設備の評価結果 (6/8)

設備名称	地震により機能喪失しない理由	補足説明図
<p>ホース、管等 (続き)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋放水設備 大容量送水車 (原子炉建屋放水設備用) 吸込 20m ホース (6, 7 号機共用) ・代替原子炉補機冷却系 大容量送水車 (熱交換器ユニット用) 吸込 20m ホース (6, 7 号機共用) ・代替給水設備 大容量送水車 (海水取水用) 吸込 20m ホース (6, 7 号機共用) ・代替給水設備 大容量送水車海水用 5m, 10m, 50m ホース (6, 7 号機共用) ・原子炉建屋放水設備 大容量送水車吐出放水砲用 5m, 10m, 50m ホース (6, 7 号機共用) ・代替原子炉補機冷却系 熱交換器ユニット淡水用 5m フレキシブルホース (6, 7 号機共用) ・代替原子炉補機冷却系 熱交換器ユニット海水用 10m, 25m, 50m ホース (6, 7 号機共用) ・格納容器圧力逃がし装置 可搬型窒素供給装置用 20m ホース (6, 7 号機共用) ・格納容器圧力逃がし装置 スクラバ水 pH 制御設備用 3m, 5m ホース (6, 7 号機共用) ・中央制御室陽圧化換気空調系 中央制御室可搬型陽圧化空調機用 5m 仮設ダクト (6, 7 号機共用) 	<p>地震により機能喪失しない理由</p> <p>転倒により損傷するようなものではなく、地震による転倒に対し、機能喪失しない。</p> <p style="text-align: center;">—</p>	

表 1-1-1 耐震計算書に記載していない設備の評価結果 (7/8)

設備名称	地震により機能喪失しない理由	補足説明図
<p>ホース、管等 (続き)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 緊急安全対策資機材系 タンクローリ給油ライン接続用 20m ホース (6, 7 号機共用) ・ 緊急安全対策資機材系 タンクローリ給油ライン接続用 40m ホース (6, 7 号機共用) ・ 緊急安全対策資機材系 タンクローリ給油ライン接続用 3m ホース (6, 7 号機共用) ・ 号炉間電力融通ケーブル (可搬型) (6, 7 号機共用) <p>用)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備 高圧窒素ガスボンベ～高圧窒素ガスボンベ接続口 (A) 及び高圧窒素ガスボンベ接続口 (B) ・ 遠隔空気駆動弁操作設備 ・ 中央制御室待避室陽圧化換気空調系 中央制御室待避室陽圧化装置 (配管) ボンベ接続管 (6, 7 号機共用) ・ 中央制御室待避室陽圧化換気空調系 中央制御室待避室陽圧化装置 (配管) 1. 25m 高圧ホース (6, 7 号機共用) ・ 緊急時対策所換気空調系 5 号機原子炉建屋内緊急時対策所 (対策本部) 陽圧化装置 (配管) 1. 5m, 1. 2m, 1. 0m 高圧ホース (6, 7 号機共用) 	<p>地震により機能喪失しない理由</p> <p>転倒により損傷するようなものではなく、地震による転倒に対し、機能喪失しない。</p>	<p>—</p>

表 1-1 耐震計算書に記載していない設備の評価結果 (8/8)

設備名称	地震により機能喪失しない理由	補足説明図
<p>ホース、管等 (続き)</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所換気空調系 5号機原子炉建屋内 <p>緊急時対策所 (対策本部) 陽圧化装置 (配管) ポ ンベ接続口～高圧ホース接続口 (上流側) (6, 7 号 機共用)</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所換気空調系 5号機原子炉建屋内 <p>緊急時対策所 (待機場所) 陽圧化装置 (配管) 1.5m, 1.2m, 1.0m 高圧ホース (6, 7 号機共用)</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所換気空調系 5号機原子炉建屋内 <p>緊急時対策所 (待機場所) 陽圧化装置 (配管) ポ ンベ接続口～高圧ホース接続口 (上流側) (6, 7 号 機共用)</p>	<p>地震により機能喪失しない理由</p> <p>転倒により損傷するようなものではな く、地震による転倒に対し、機能喪失し ない。</p>	<p>—</p>

耐震評価に当たっては、転倒により必要な機能を喪失するおそれがある設備に対して転倒評価を行う。

また、設備ごとの要求機能を整理し、性能目標に応じた耐震評価（構造強度評価、機能維持評価及び波及的影響評価）を行う。

構造強度評価については、性能目標に応じて評価部位を選定して強度評価を行う。

また、機能維持評価については、性能目標に応じて動的及び電氣的機能維持評価並びに支持機能及び移動機能維持評価を行う。

波及的影響評価については、当該設備のすべり及び傾きにより、当該設備による波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。

なお、車両型設備の耐震評価においては、タンクローリ（4kL）等の大型構造物を搭載可能な能力を有した国立研究開発法人 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センターの3次元振動台（以下「加振台」という。）を用いることにより、全ての車両型設備を加振試験にて評価している。加振台の仕様を表1-2に示す。

表1-2 加振台の仕様

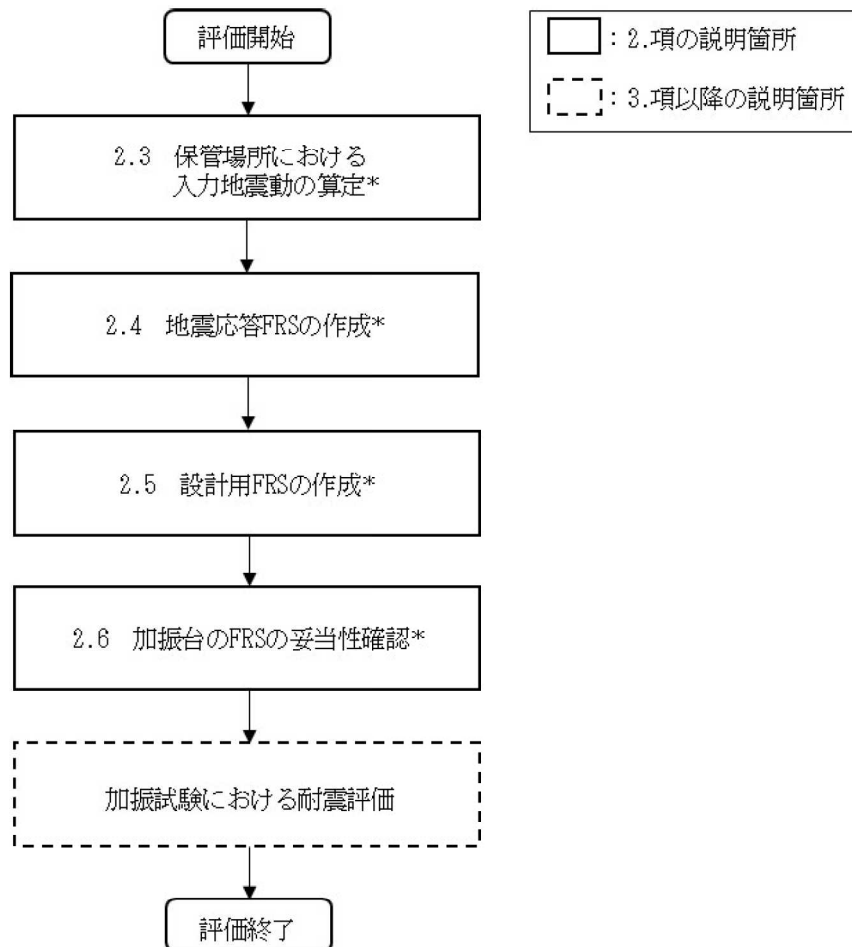
加振台の大きさ		20000mm×15000mm
最大搭載重量		1200t
最大加速度	水平	9m/s ²
	鉛直	15m/s ²

2. 可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動

2.1 概要

可搬型重大事故等対処設備の加振試験による耐震評価フローを図2-1に示す。

ここでは、加振試験における加振台の床応答曲線（以下「FRS」という。）の妥当性を確認するために、設計用FRS作成のための可搬型重大事故等対処設備の保管場所における地表面の入力地震動（以下「保管場所における入力地震動」という。）の算定、加速度応答スペクトル（以下「地震応答FRS」という。）及び設計用FRSの作成並びに加振台のFRSの妥当性について示す。



注記* : フロー中の番号は本資料での記載箇所

図2-1 可搬型重大事故等対処設備の加振試験による耐震評価フロー

2.2 可搬型重大事故等対処設備の保管場所

可搬型重大事故等対処設備の保管場所は、位置的分散を考慮し、以下に示す4地点とする。
可搬型重大事故等対処設備の保管場所の位置図を図2-2に示す。

- a. 荒浜側高台保管場所
- b. 大湊側高台保管場所
- c. 5号機東側保管場所
- d. 5号機東側第二保管場所

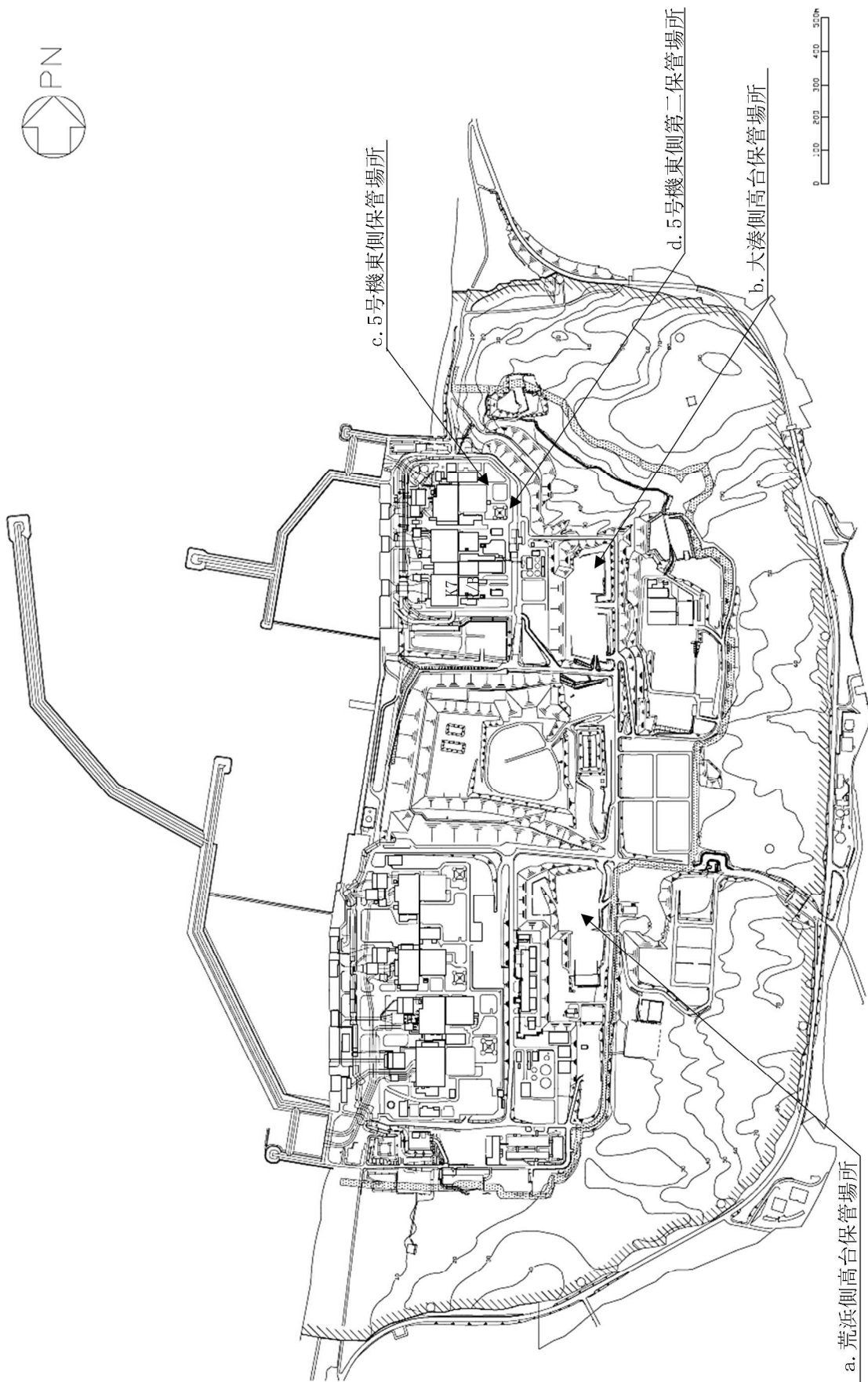


图 2-2 可搬型重大事故等対処設備保管場所 位置图

2.3 保管場所における入力地震動の算定

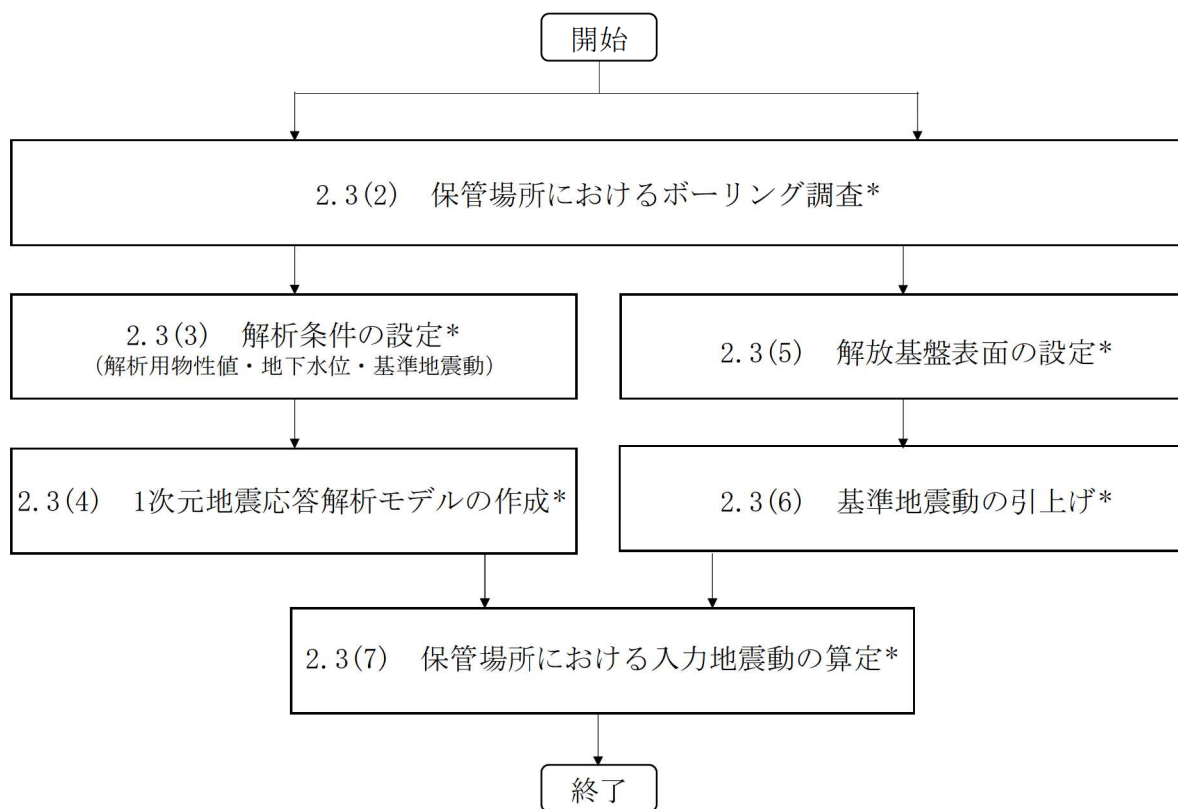
(1) 保管場所における入力地震動の算定方針

保管場所における入力地震動は、水平方向及び鉛直方向に対して、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を基に、各保管場所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。

解放基盤表面から1次元地震応答解析モデル底面までの地震動の引上げは、1次元波動論による応答計算を解析コード「S L O K」により行うものとし、1次元地震応答解析モデル底面から地表面までの地震動の引上げについては、1次元地震応答解析を解析コード「F L I P」により行うものとする。なお、解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

保管場所における入力地震動の算定フローを図2-3に示す。

保管場所における入力地震動の算定にあたっては、各保管場所にて実施したボーリング調査に基づき、解析条件の設定、1次元地震応答解析モデルの作成及び解放基盤表面の設定を行う。



注記*：フロー中の番号は本資料での記載箇所

図2-3 保管場所における入力地震動の算定フロー

(2) 保管場所におけるボーリング調査

可搬型重大事故等対処設備の各保管場所におけるボーリング調査は、解析条件を設定するためのボーリングと、解放基盤表面を確認するためのボーリングの2種類を実施している。

各保管場所における解析条件設定用ボーリング調査位置図を図 2-4 に、解放基盤表面確認用ボーリング調査位置図を図 2-5 に示す。



図 2-4 解析条件設定用ボーリング調査位置図



図 2-5 解放基盤表面確認用ボーリング調査位置図

(3) 解析条件の設定

a. 解析用物性値

荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所を対象とした1次元地震応答解析に使用する地盤の物性値及び設定根拠は、図2-4にて示した解析条件設定用のボーリング調査位置での結果に基づくものであり、表2-1～表2-8に示す。

解析用物性値の設定の詳細については、(参考資料1)「荒浜側高台保管場所における解析用物性値の設定について」及び(参考資料2)「大湊側高台保管場所における解析用物性値の設定について」に示す。

5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所を対象とした1次元地震応答解析に使用する地盤の物性値及び設定根拠は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づくものであり、表2-9～表2-12に示す。

解析用物性値の設定の詳細については、(参考資料3)「5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所の解析用物性値について」に示す。

なお、本資料では、安田層下部層のMIS10～MIS7とMIS6の境界付近の堆積物を、『古安田層』と仮称する。

表 2-1 解析用物性値（荒浜側高台保管場所）（液状化検討対象層）

物性値		地質区分	新期砂層・沖積層		番神砂層 大浜砂層	古安田層		
			新期砂層	沖積層下部		A2a層	A3a層	A2b層（砂質）
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		2.02 (1.93)*	2.01	1.90	1.92	1.92	1.92
	間隙率 n		0.41	0.43	0.48	0.45	0.45	0.45
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)		2.03×10^5 (1.94×10^5)*	3.30×10^5	3.09×10^5	2.43×10^5	2.43×10^5	2.43×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{vm}' (kN/m ²)		280	470	410	570	570	570
	ポアソン比 ν		0.33 (0.35)*	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}		0.318	0.358	0.084	0.300	0.300	0.300
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)		0.0 (41.5)*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	内部摩擦角 ϕ' (°)		37.0 (34.8)*	36.5	33.6	36.7	36.7	36.7
液状化特性	変相角 ϕ_p (°)		33.4	32.9	30.2	33.1	33.1	33.1
	液状化パラメータ	S_1	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		w_1	7.50	8.80	7.95	43.0	43.0	43.0
		p_1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
		p_2	0.70	0.65	0.70	0.80	0.80	0.80
		c_1	2.16	2.32	1.73	12.0	12.0	12.0

注記*：括弧内の数字は、地下水位が浅い層の数値を表す。

表 2-2 解析用物性値（荒浜側高台保管場所）（非液状化検討対象層）

物性値		地質区分	埋戻土	古安田層				西山層	
				A3c層	A3a1層	A2c層	A2a1層	西山層 (T.M.S.L.-56.57m以浅)	西山層 (T.M.S.L.-56.57m ~-142.57m)
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		1.86	1.65	1.87	1.77	1.77	1.61	1.63
	間隙率 n		0.48	0.60	0.48	0.54	0.54	0.59	0.59
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)		7.07×10^4	8.58×10^4	1.00×10^5	1.55×10^5	1.56×10^5	3.26×10^5	5.11×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{vm}' (kN/m ²)		140	360	450	500	480	98.0	98.0
	ポアソン比 ν		0.43	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}		0.161	0.097	0.185	0.125	0.270	0.281	0.281
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)		15.2	261	57.7	466	44.9	830-5.60·Z*	830-5.60·Z*
	内部摩擦角 ϕ' (°)		29.8	9.8	32.2	1.6	20.7	0.0	0.0

注記*：Zは、T.M.S.L.(m)を示す。

表 2-3 解析用物性値（大湊側高台保管場所）（液状化検討対象層）

物性値		地質区分	新期砂層・沖積層		番神砂層 大湊砂層	古安田層		
			新期砂層	沖積層下部		A2e層	A3e層	A2g層（砂質）
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		1.89 (1.71)*	2.00	1.94	1.83	1.83	1.83
	間隙率 n		0.49	0.43	0.47	0.50	0.50	0.50
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)		1.12×10^5 (1.01×10^5)*	1.84×10^5	2.23×10^5	2.57×10^5	2.57×10^5	2.57×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{vm}' (kN/m ²)		170	310	260	420	420	420
	ポアソン比 ν		0.33 (0.35)*	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}		0.246	0.183	0.177	0.134	0.134	0.134
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)		0.0 (16.9)*	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
	内部摩擦角 ϕ' (°)		35.7 (34.7)*	35.7	37.0	37.1	37.1	37.1
液状化特性	変相角 ϕ_p (°)		32.2	32.2	33.4	33.5	33.5	33.5
	液状化パラメータ	S_1	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		w_1	8.00	9.20	7.35	40.0	40.0	40.0
		p_1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
		p_2	0.65	0.65	0.80	0.80	0.80	0.80
		c_1	2.02	1.86	1.80	8.25	8.25	8.25

注記*：括弧内の数字は、地下水位が浅い層の数値を表す。

表 2-4 解析用物性値（大湊側高台保管場所）（非液状化検討対象層）

物性値		地質区分	埋戻土	古安田層			西山層	
				A3c層	A3a1層	A2e層	西山層 (T.M.S.L. -75.98m以浅)	西山層 (T.M.S.L. -75.98m ~-129.98m)
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		1.77	1.66	1.80	1.73	1.71	1.73
	間隙率 n		0.51	0.59	0.51	0.55	0.56	0.56
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)		7.73×10^4	1.29×10^5	1.57×10^5	1.64×10^5	4.80×10^5	6.65×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{vm}' (kN/m ²)		110	290	240	380	98.0	98.0
	ポアソン比 ν		0.40	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}		0.180	0.121	0.135	0.106	0.257	0.257
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)		9.1	136	77.9	200	1370-5.04·Z*	1370-5.04·Z*
	内部摩擦角 ϕ' (°)		31.5	24.0	30.1	22.0	0.0	0.0

注記*：Zは、T.M.S.L.(m)を示す。

表 2-5 解析用物性値の設定根拠（荒浜側高台保管場所）（液状化検討対象層）

物性値		地質区分		番神砂層 大浜砂層	古安田層			
		新期砂層	沖積層下部		A2s層	A3s層	A2g層（砂質）	
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	物理試験		物理試験	物理試験			
	間隙率 n	物理試験		物理試験	物理試験			
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定		PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定			
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)	G_{ms} に対応する値		G_{ms} に対応する値	G_{ms} に対応する値			
	ポアソン比 ν	慣用値*1 (PS検層)*2	慣用値*1	慣用値*1	慣用値*1			
	減衰定数の上限値 h_{max}	動的変形特性に基づき設定		動的変形特性に基づき設定	動的変形特性に基づき設定			
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)	三軸圧縮試験		三軸圧縮試験	三軸圧縮試験			
	内部摩擦角 ϕ' (°)	三軸圧縮試験		三軸圧縮試験	三軸圧縮試験			
液状化特性	変相角 ϕ_p (°)							
	液状化パラメータ	S_1	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション		
		w_1	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)		(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の沖積層下部より代用)	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載のA2s層より代用)	
		p_1	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)		(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の沖積層下部より代用)	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載のA2s層より代用)	
		p_2	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)		(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の沖積層下部より代用)	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載のA2s層より代用)	
c_1	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)		(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の沖積層下部より代用)	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載のA2s層より代用)			

注記*1：液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法（港湾技研資料No. 869）（運輸省港湾技術研究所，平成9年6月）
 *2：括弧内は，地下水位以浅の根拠を表す。

表 2-6 解析用物性値の設定根拠（荒浜側高台保管場所）（非液状化検討対象層）

物性値		地質区分		古安田層				西山層	
		埋戻土		A3c層	A3a1層	A2c層	A2a1層	西山層 (T.M.S.L.-56.57m以浅)	西山層 (T.M.S.L.-56.57m ～-142.57m)
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	物理試験		物理試験				物理試験	
	間隙率 n	物理試験		物理試験				物理試験	
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定		PS検層によるS波速度、密度に基づき設定				PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)	G_{ms} に対応する値		G_{ms} に対応する値				慣用値*	
	ポアソン比 ν	PS検層		慣用値*				慣用値*	
	減衰定数の上限値 h_{max}	動的変形特性に基づき設定		動的変形特性に基づき設定				動的変形特性に基づき設定	
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)	三軸圧縮試験		三軸圧縮試験				三軸圧縮試験	
	内部摩擦角 ϕ' (°)	三軸圧縮試験		三軸圧縮試験				三軸圧縮試験	

注記*：液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法（港湾技研資料No. 869）（運輸省港湾技術研究所，平成9年6月）

表 2-7 解析用物性値の設定根拠（大湊側高台保管場所）（液状化検討対象層）

物性値		地質区分		新期砂層・沖積層		番神砂層 大湊砂層	古安田層			
		新期砂層	沖積層下部	A2s層	A3s層		A2g層（砂質）			
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	物理試験				物理試験	物理試験			
	間隙率 n	物理試験				物理試験	物理試験			
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定				PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定			
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)	G_{ms} に対応する値				G_{ms} に対応する値	G_{ms} に対応する値			
	ポアソン比 ν	慣用値*1 (PS検層)*2		慣用値*1		慣用値*1	慣用値*1			
	減衰定数の上限値 h_{max}	動の変形特性に基づき設定				動の変形特性に基づき設定	動の変形特性に基づき設定			
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)	三軸圧縮試験				三軸圧縮試験	三軸圧縮試験			
	内部摩擦角 ϕ' (°)									
液状化特性	変相角 ϕ_p (°)									
	液状化パラメータ	S_1	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション		液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション		液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション		液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	
		w_1								
		p_1	(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)		(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の沖積層下部より代用)		(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)		(試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載のA2s層より代用)	
		p_2								
		c_1								

注記*1：液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法（港湾技研資料No. 869）（運輸省港湾技術研究所，平成9年6月）
 *2：括弧内は，地下水位以浅の根拠を表す。

表 2-8 解析用物性値の設定根拠（大湊側高台保管場所）（非液状化検討対象層）

物性値		地質区分		古安田層			西山層	
		埋戻土	A3c層	A3a1層	A2c層	西山層 (T.M.S.L.-75.98m以浅)	西山層 (T.M.S.L.-75.98m～-129.98m)	
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	物理試験	物理試験			物理試験		
	間隙率 n	物理試験	物理試験			物理試験		
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定			PS検層によるS波速度、密度に基づき設定		
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)	G_{ms} に対応する値	G_{ms} に対応する値			慣用値*		
	ポアソン比 ν	PS検層	慣用値*			慣用値*		
	減衰定数の上限値 h_{max}	動の変形特性に基づき設定	動の変形特性に基づき設定			動の変形特性に基づき設定		
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験			三軸圧縮試験		
	内部摩擦角 ϕ' (°)							

注記*：液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法（港湾技研資料No. 869）（運輸省港湾技術研究所，平成9年6月）

表 2-9 解析用物性値

(5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所)(液状化検討対象層)

物性値		地質区分	埋戻土	吉安田層	
				A2s層	A3s層
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		1.94	1.91	1.91
	間隙率 n		0.45	0.45	0.45
変形特性	動せん断弾性係数 G_{sa} (kN/m ²)		1.04×10^5	2.14×10^5	2.14×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{ma}' (kN/m ²)		98.0	200	200
	ポアソン比 ν		0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}		0.225	0.157	0.157
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)		0.0	0.0	0.00
	内部摩擦角 ϕ' (°)		35.9	36.6	36.6
液状化特性	変相角 ϕ_p (°)		32.0	32.0	32.0
	液状化パラメータ	S_1	0.005	0.005	0.005
		w_1	5.50	25.0	25.0
		p_1	0.50	0.50	0.50
		p_2	1.00	0.80	0.80
		c_1	1.69	8.75	8.75

表 2-10 解析用物性値

(5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所)(非液状化検討対象層)

物性値		地質区分	吉安田層			西山層	
			A3a1層	A2c層	A2g層 (シルト質)	西山層 (T.M.S.L.-60m以浅)	西山層 (T.M.S.L.-60m~-100m)
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		1.81	1.80	1.80	1.70	1.75
	間隙率 n		0.52	0.52	0.52	0.56	0.56
変形特性	動せん断弾性係数 G_{sa} (kN/m ²)		9.57×10^4	1.39×10^5	1.39×10^5	4.09×10^5	5.50×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{ma}' (kN/m ²)		94	140	140	98.0	98.0
	ポアソン比 ν		0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}		0.162	0.110	0.110	0.130	0.130
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)		29.2	113	113	$1370 - 5.04 \cdot Z^*$	$1370 - 5.04 \cdot Z^*$
	内部摩擦角 ϕ' (°)		34.2	27.9	27.9	0.0	0.0

注記*: Zは、T.M.S.L.(m)を示す。

表 2-11 解析用物性値の設定根拠
(5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所)(液状化検討対象層)

物性値		地質区分	埋戻土	古安田層	
				A2s層	A3s層
物理特性	密度	ρ (g/cm ³)	物理試験	物理試験	A2s層で代用
	間隙率	n	物理試験	物理試験	
変形特性	動せん断弾性係数	G_{ms} (kN/m ²)	PS検層によるS波速度, 密度に基づき設定	PS検層によるS波速度, 密度に基づき設定	
	基準平均有効拘束圧	σ_{ms}' (kN/m ²)	G_{ms} に対応する値	G_{ms} に対応する値	
	ポアソン比	ν	慣用値*	慣用値*	
	減衰定数の上限値	h_{max}	動的変形特性に基づき設定	動的変形特性に基づき設定	
強度特性	粘着力	c' (kN/m ²)	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	
	内部摩擦角	ϕ' (°)			
液状化特性	変相角	ϕ_p (°)	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	
	液状化パラメータ	S_1			
		W_1			
		P_1			
		P_2			
	C_1				

注記* : 液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法 (港湾技研資料No. 869) (運輸省港湾技術研究所, 平成9年6月)

表 2-12 解析用物性値の設定根拠
(5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所)(非液状化検討対象層)

物性値		地質区分	古安田層			西山層	
			A3a1層	A2c層	A2g層 (シルト質)	西山層 (T. M. S. L. -60m以浅)	西山層 (T. M. S. L. -60m~-100m)
物理特性	密度	ρ (g/cm ³)	物理試験			物理試験	
	間隙率	n	物理試験			物理試験	
変形特性	動せん断弾性係数	G_{ms} (kN/m ²)	PS検層によるS波速度, 密度に基づき設定			PS検層によるS波速度, 密度に基づき設定	
	基準平均有効拘束圧	σ_{ms}' (kN/m ²)	G_{ms} に対応する値			慣用値*	
	ポアソン比	ν	慣用値*			慣用値*	
	減衰定数の上限値	h_{max}	動的変形特性に基づき設定			動的変形特性に基づき設定	
強度特性	粘着力	c' (kN/m ²)	三軸圧縮試験			三軸圧縮試験	
	内部摩擦角	ϕ' (°)					

注記* : 液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法 (港湾技研資料No. 869) (運輸省港湾技術研究所, 平成9年6月)

b. 地下水位

保管場所の入力地震動の算定における地下水位は、各保管場所近傍に設置した地下水位観測孔の観測記録及びPS 検層結果等に基づき設定する。

各保管場所における地下水の設定水位を表 2-13 に示す。

地下水位の設定の詳細については、(参考資料 4)「地震応答解析における地下水位の設定について」に示す。

表 2-13 各評価対象における設定水位一覧

評価対象	1次元地震応答解析 モデル位置	設定水位
荒浜側高台保管場所	HA-P1	T. M. S. L. 12.80m (新期砂層下端)
	HA-P2	T. M. S. L. 9.00m (新期砂層下端)
	HA-P3	T. M. S. L. 4.82m (新期砂層下端)
	HA-P4	T. M. S. L. 15.52m (新期砂層下端)
	HA-P5	T. M. S. L. 16.98m (埋戻土下端)
大湊側高台保管場所	H0-P1	T. M. S. L. 18.51m (埋戻土下端)
	H0-P2	T. M. S. L. 13.04m (埋戻土下端)
	H0-P3	T. M. S. L. 17.96m (新期砂層下端)
	H0-P4	T. M. S. L. 19.17m (新期砂層下端)
	H0-P5	T. M. S. L. 17.63m (新期砂層下端)
5号機東側保管場所	H5-P2	T. M. S. L. 12.00m (地表面)
5号機東側第二保管場所	H5-P1	T. M. S. L. 12.00m (地表面)

c. 基準地震動

保管場所に用いる基準地震動は、表 2-14 に示すとおりとする。

表 2-14 各評価対象に用いる基準地震動

評価対象	基準地震動
荒浜側高台保管場所	荒浜側の基準地震動 (Ss-1~7)
大湊側高台保管場所	荒浜側の基準地震動 (Ss-1~7)
5号機東側保管場所	大湊側の基準地震動 (Ss-1~8)
5号機東側第二保管場所	大湊側の基準地震動 (Ss-1~8)

(4) 1次元地震応答解析モデルの作成

1次元地震応答解析モデルは、各保管場所において周辺の地質構造を考慮し、図2-6に示す1次元地震応答解析モデル作成位置で実施したボーリング調査結果を用いて作成する。

1次元地震応答解析モデルを図2-7～図2-14に示す。



図 2-6 1次元地震応答解析モデル作成位置

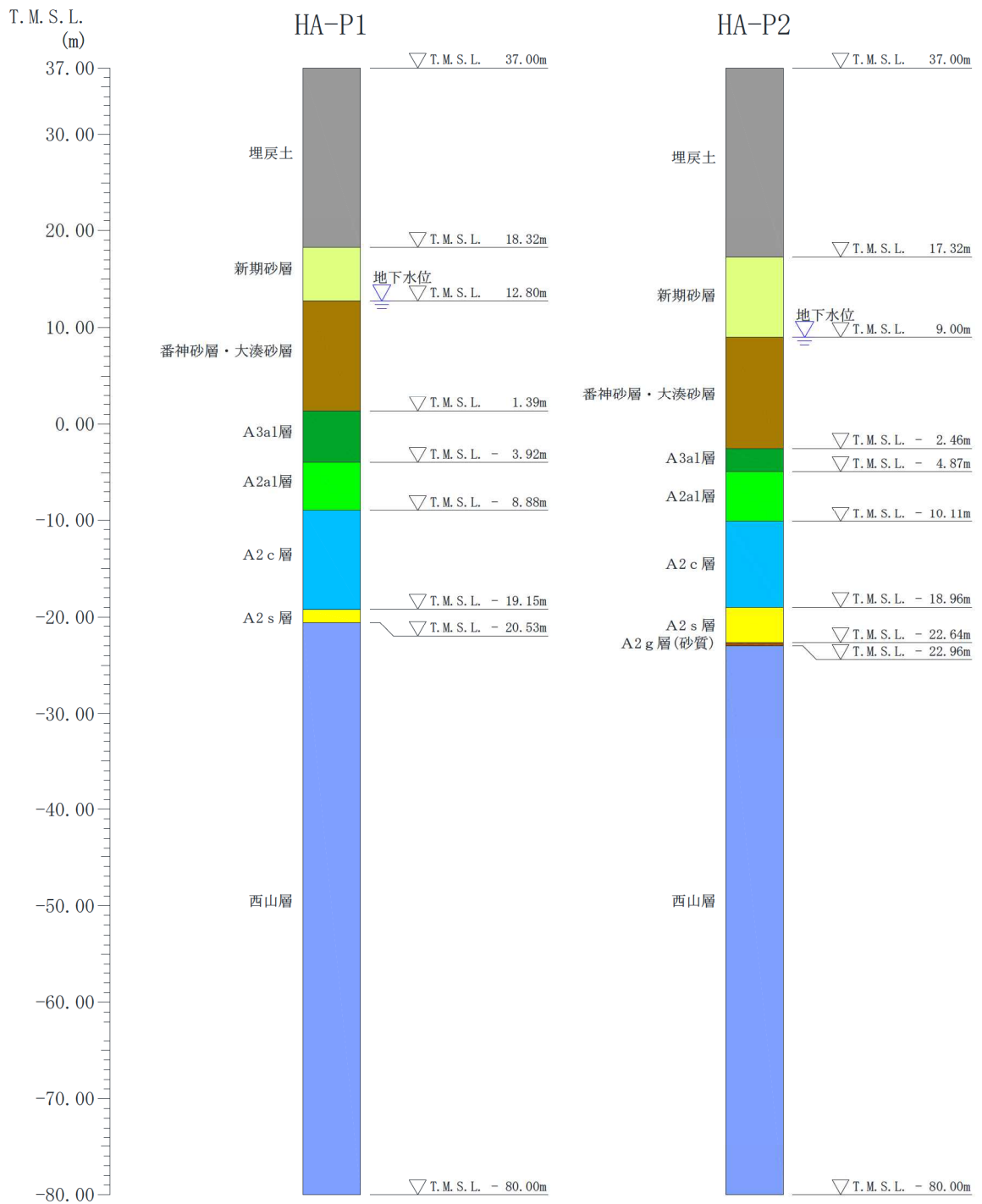


図 2-7 1次元地震応答解析モデル
 (可搬型重大事故等対処設備保管場所(荒浜側高台保管場所))(1/3)

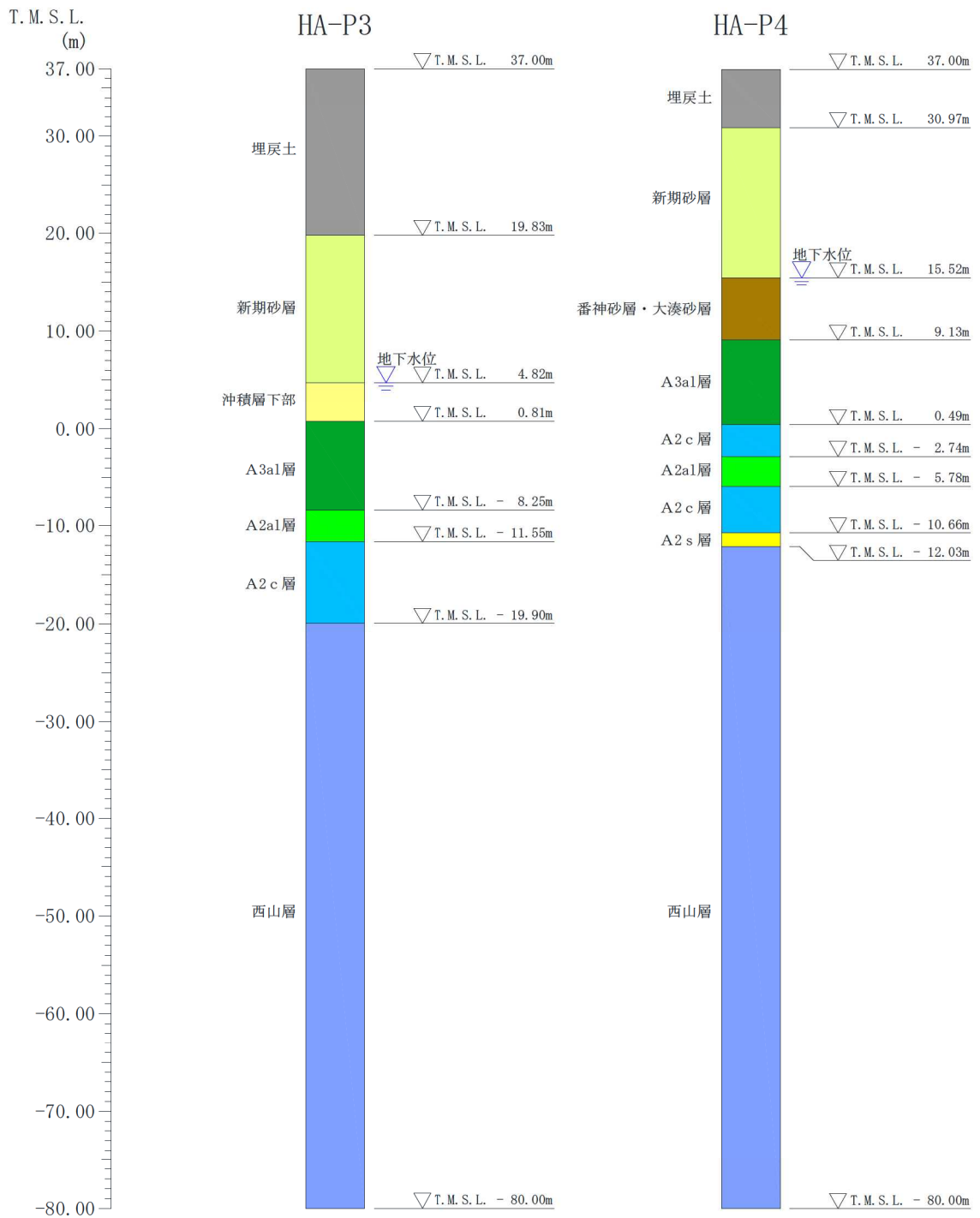


図 2-8 1次元地震応答解析モデル
 (可搬型重大事故等対処設備保管場所 (荒浜側高台保管場所)) (2/3)

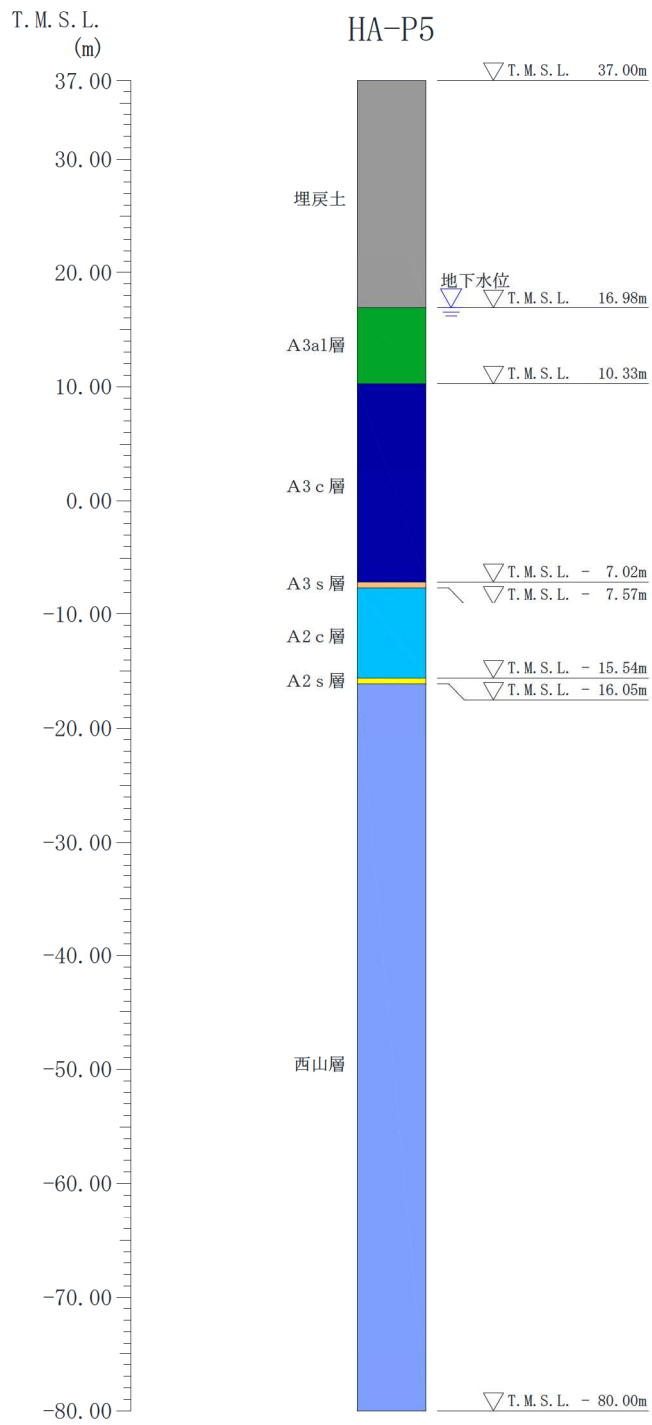


図 2-9 1次元地震応答解析モデル
 (可搬型重大事故等対処設備保管場所 (荒浜側高台保管場所)) (3/3)

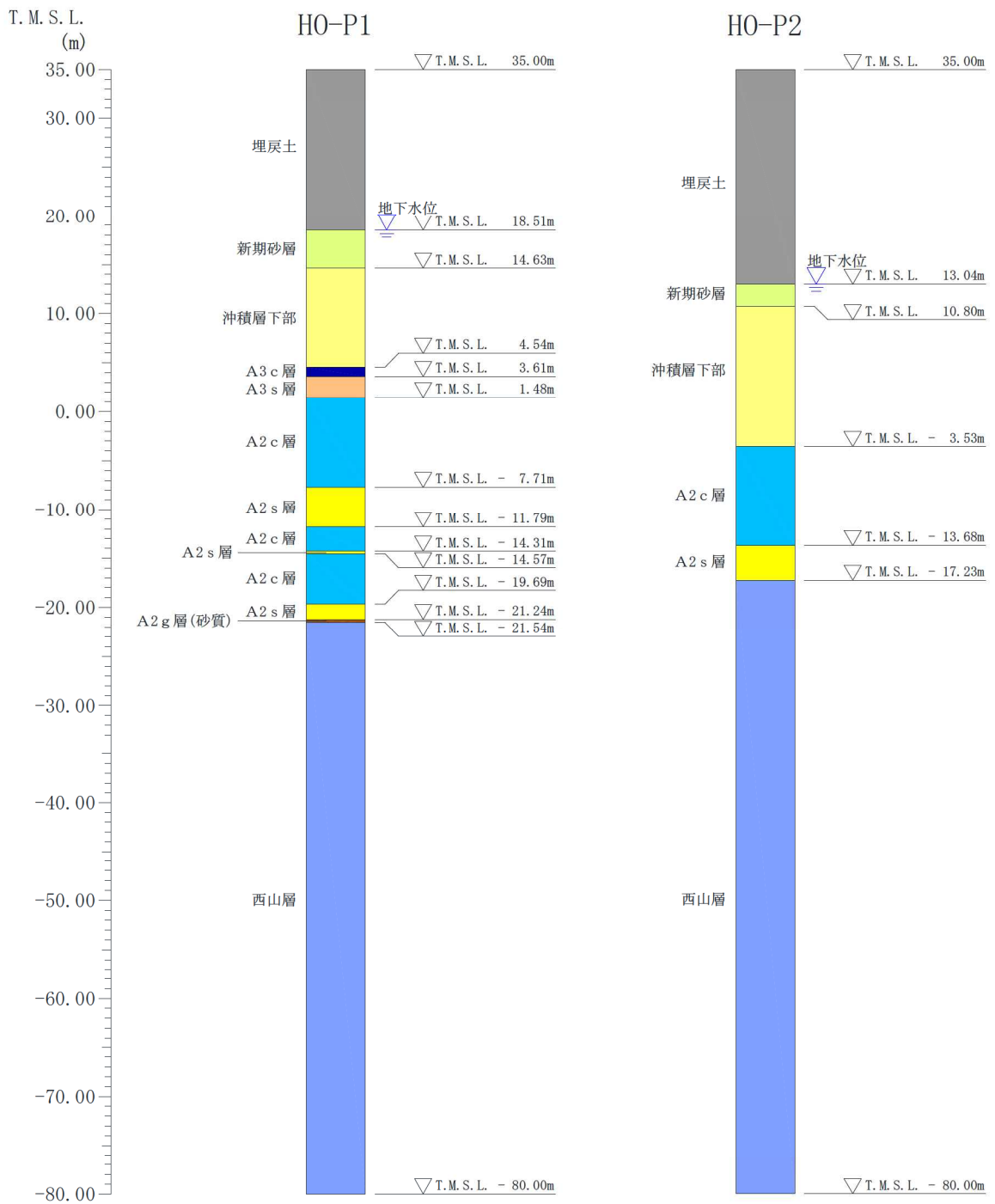


図 2-10 1次元地震応答解析モデル
 (可搬型重大事故等対処設備保管場所(大湊側高台保管場所))(1/3)

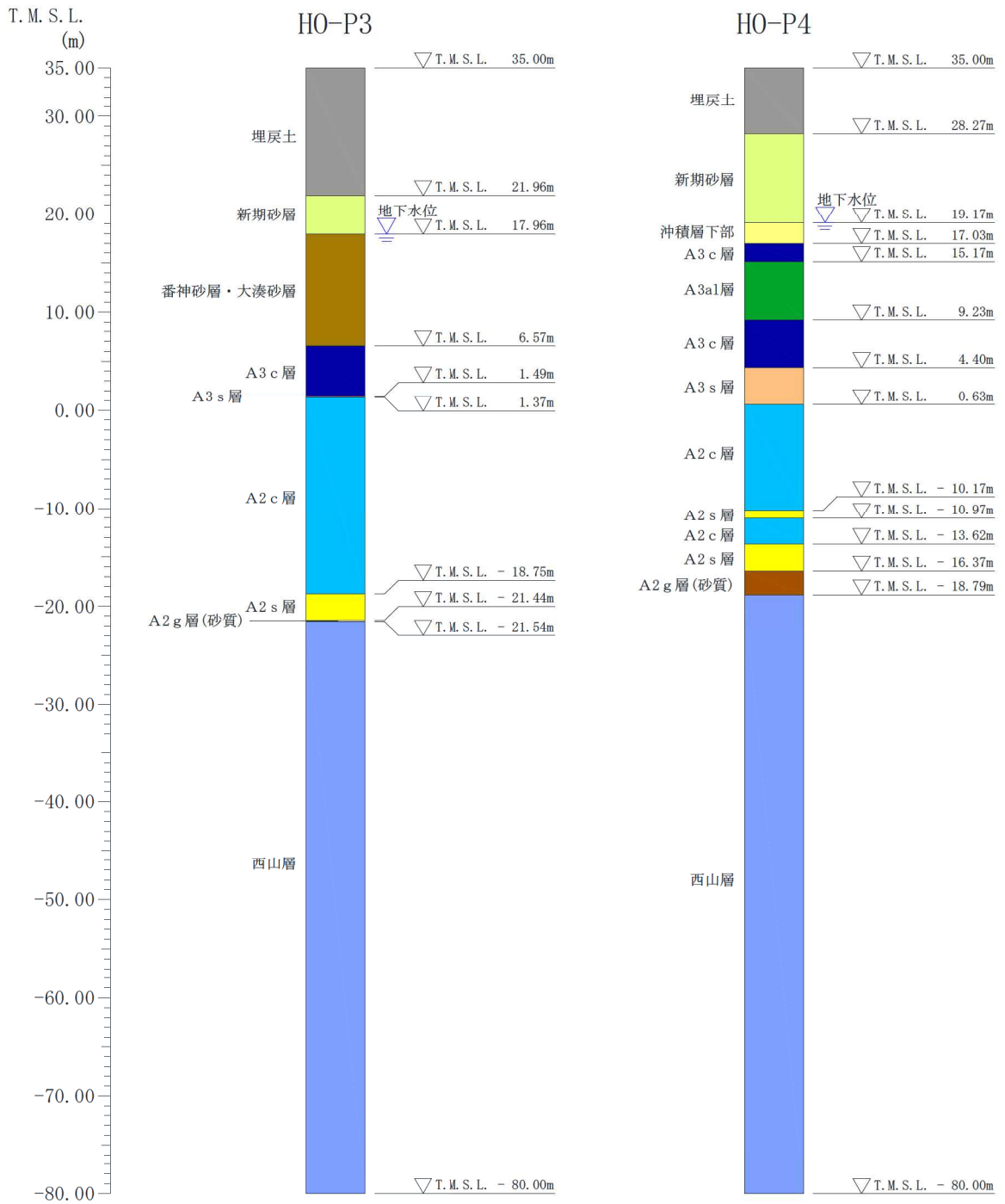


図 2-11 1次元地震応答解析モデル
 (可搬型重大事故等対処設備保管場所 (大湊側高台保管場所)) (2/3)

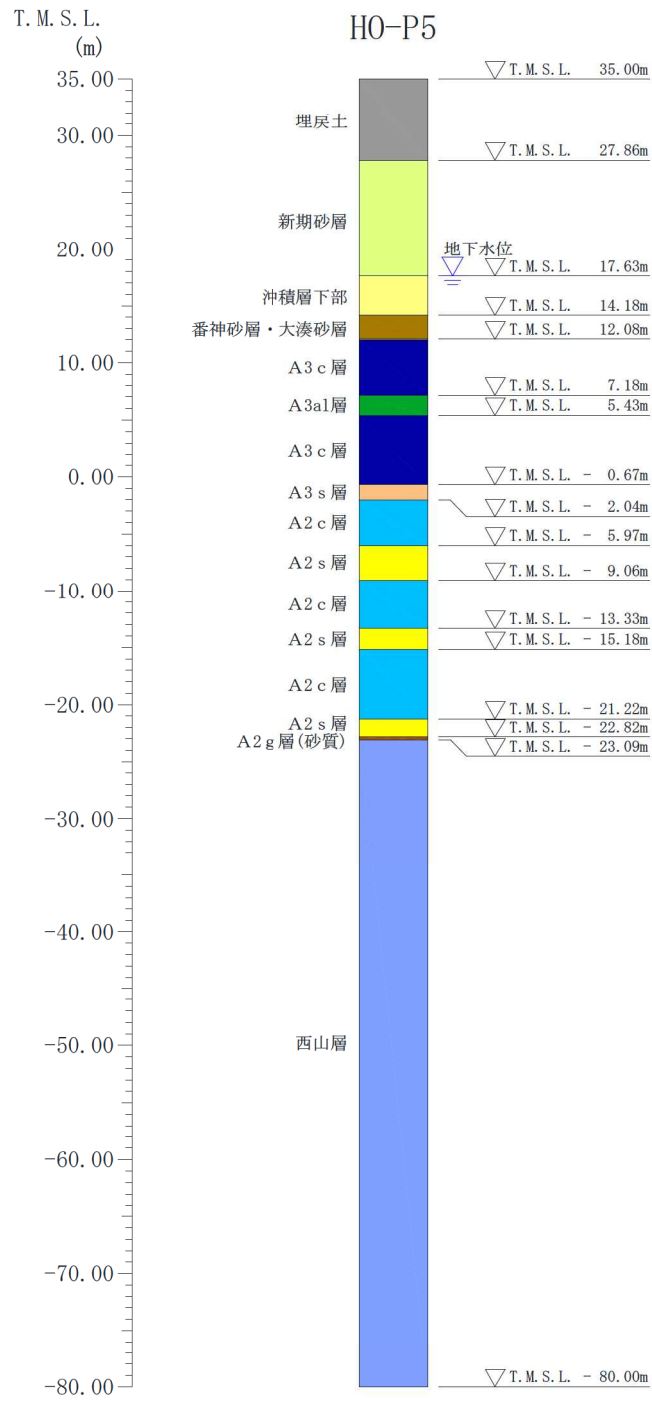


図 2-12 1次元地震応答解析モデル
 (可搬型重大事故等対処設備保管場所 (大湊側高台保管場所)) (3/3)

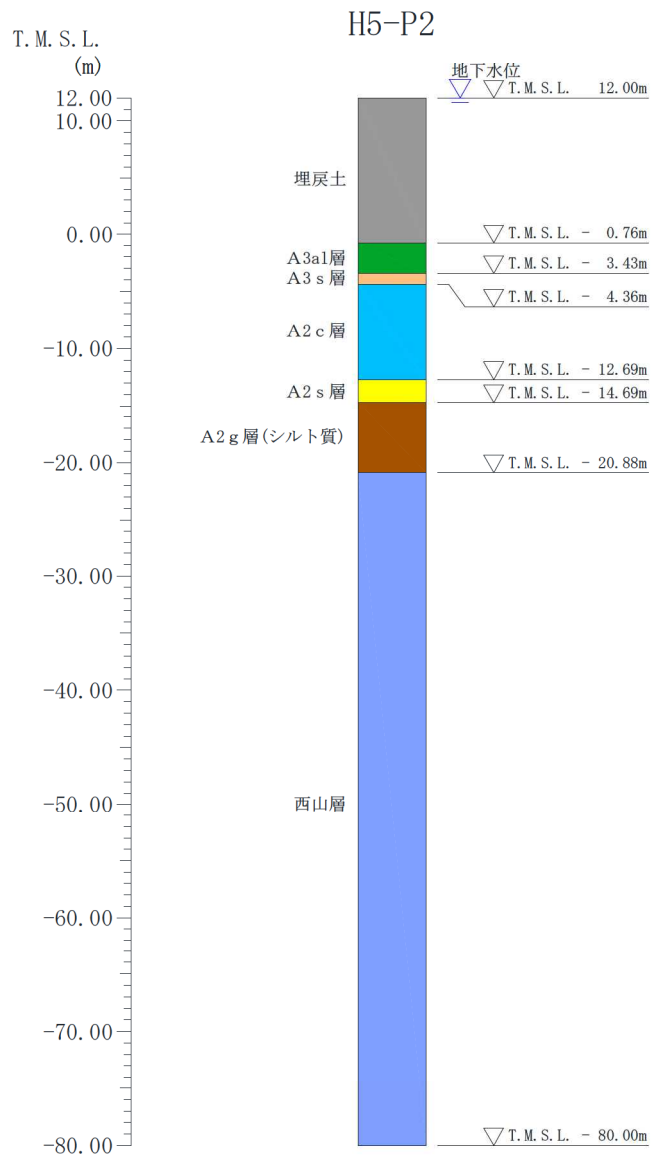


図 2-13 1次元地震応答解析モデル
 (可搬型重大事故等対処設備保管場所 (5号機東側保管場所))

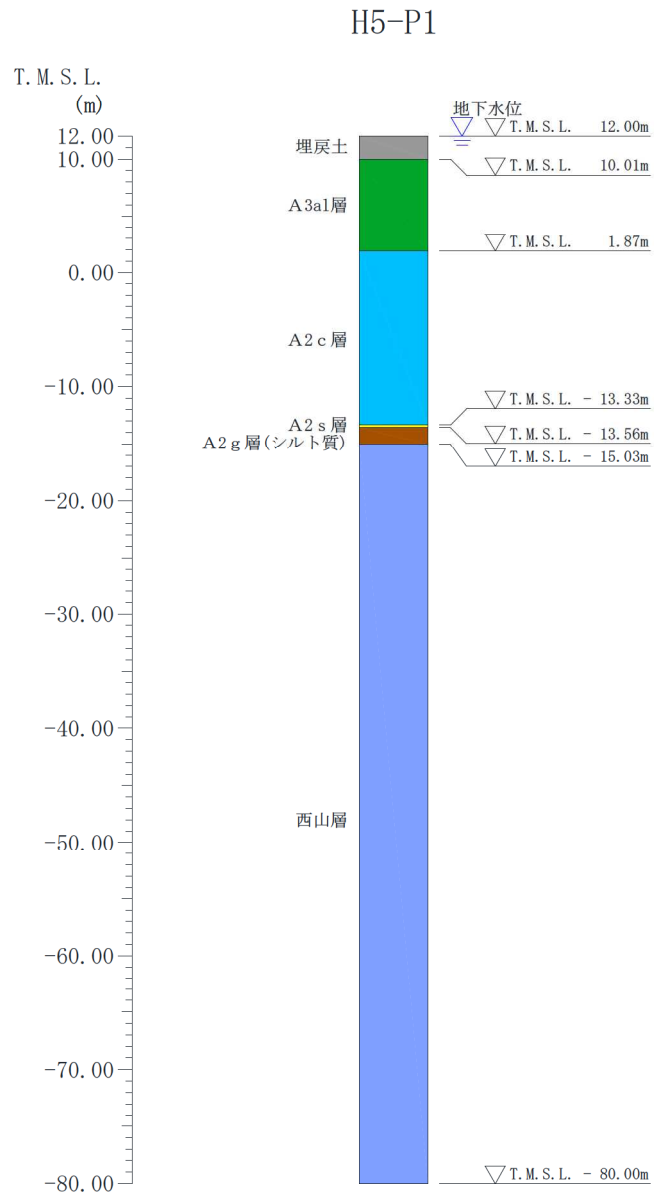


図 2-14 1次元地震応答解析モデル
 (可搬型重大事故等対処設備保管場所 (5号機東側第二保管場所))

(5) 解放基盤表面の設定

荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所における解放基盤表面は、図 2-4 で示した、各保管場所を実施した解放基盤表面確認用ボーリングの調査結果に基づき、S 波速度が 700m/s 以上で著しい高低差がなく広がりを持って分布している硬質地盤に設定する。

また、5 号機原子炉建屋周辺に設置される 5 号機東側保管場所及び 5 号機東側第二保管場所における解放基盤表面は、5 号機原子炉建屋位置で実施したボーリング調査結果に基づき、S 波速度が 700m/s 以上となる T. M. S. L. -134m の位置とする。

各保管場所における解放基盤表面の位置と設定根拠を表 2-15 に示す。

高台保管場所の解放基盤表面については、(参考資料 5)「高台保管場所における入力地震動について」に示す。

5 号機東側保管場所及び 5 号機東側第二保管場所の解放基盤表面については、KK7-004「入力地震動について」に示す。

表 2-15 各保管場所における解放基盤表面の位置と設定根拠

評価対象	解放基盤表面標高	設定根拠
荒浜側高台保管場所	T. M. S. L. -280m	保管場所ボーリングの PS 検層
大湊側高台保管場所	T. M. S. L. -154m	保管場所ボーリングの PS 検層
5 号機東側保管場所	T. M. S. L. -134m	5 号機原子炉建屋ボーリングの PS 検層
5 号機東側第二保管場所	T. M. S. L. -134m	5 号機原子炉建屋ボーリングの PS 検層

(6) 基準地震動の引上げ

解放基盤表面から解析モデル下端 (T. M. S. L. -80.0m) までの基準地震動の引上げは、1次元波動論による応答計算を解析コード「S L O K」により行う。

モデル下端の入力地震動算定の考え方を図2-15に示す。

荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所の解放基盤表面～入力地震動作成モデル上端 (T. M. S. L. -80.0m) までについては、設置変更許可申請書 (添付書類六) に記載した解析用物性値を用いる。なお、 V_p 及び V_s の速度構造については、原位置にて実施したボーリング調査に基づき設定した物性値を用いる。

5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所の解放基盤表面～入力地震動作成モデル上端 (T. M. S. L. -80.0m) までについては、KK7-004「入力地震動について」に示すとおり、5号機原子炉建屋で設定された物性値を用いることで保守的な入力地震動となることを確認している。

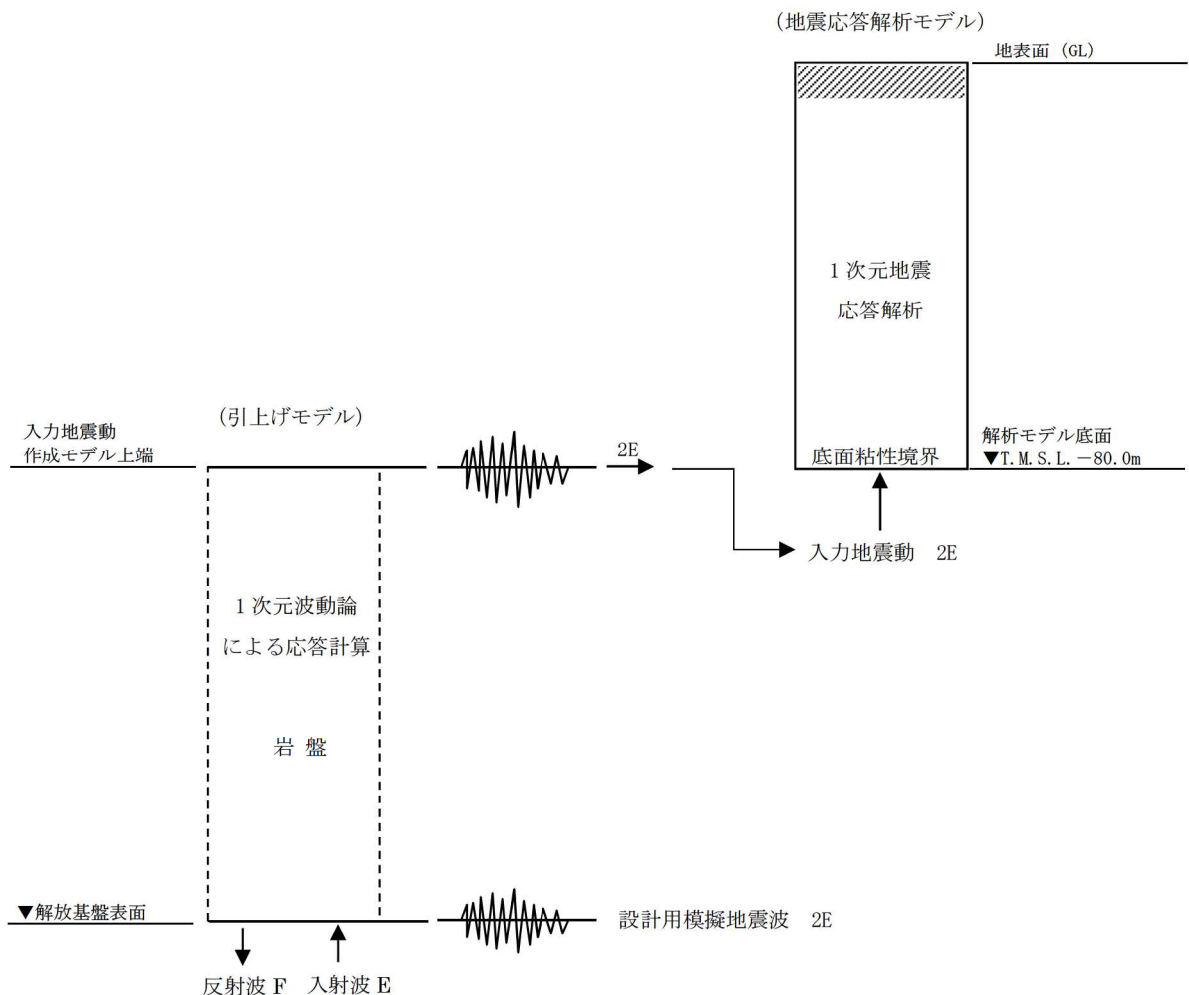


図2-15 モデル下端の入力地震動算定の考え方

(7) 保管場所における入力地震動の算定

保管場所における入力地震動の算定においては、初期せん断弾性係数 G_0 及び液状化強度特性のばらつきを考慮し、解析ケースを設定する。

a. 初期せん断弾性係数 G_0 のばらつき

地盤の剛性について、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所では、各保管場所近傍のボーリング孔で実施したPS検層結果に基づくS波速度を基に設定している。5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所では、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、保管場所を含む広域で実施したPS検層結果に基づくS波速度を基に設定している。

保管場所における入力地震動算定の地盤物性のばらつきについては、PS検層結果のばらつきを考慮し、埋戻土及び第四紀の地層に対し、初期せん断弾性係数 G_0 のばらつきを考慮した検討を行う。

b. 液状化強度特性のばらつき

地盤の液状化強度特性について、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、敷地の地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定する。

地盤の液状化強度特性は、試験結果から得た液状化抵抗曲線に対し、最小二乗法による回帰曲線を設定し、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差 σ を用いて、液状化抵抗曲線の「回帰曲線 -1σ 」にて設定する。解析上考慮する液状化抵抗曲線は、この「回帰曲線 -1σ 」に対して同等となるように設定することを基本とする。

c. 地盤剛性及び液状化強度特性のばらつきを考慮した解析ケース

地盤剛性のばらつき及び地盤の液状化強度特性のばらつきの影響を考慮するため、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、表2-16に示す解析ケース(③～⑤)を設定する。

表2-16 耐震評価における解析ケース

	③	④	⑤
解析ケース	(ばらつきケース) 地盤物性のばらつき (-1σ)を考慮した 解析ケース	(基本ケース) 非液状化の条件を仮 定した解析ケース	(ばらつきケース) 地盤物性のばらつき ($+1\sigma$)を考慮して 非液状化の条件を仮 定した解析ケース
地盤剛性の 設定	地盤剛性 (-1σ)	地盤剛性 (平均値)	地盤剛性 ($+1\sigma$)
液状化強度 特性の設定	液状化強度 特性(-1σ)	液状化パラメータを 非適用	液状化パラメータを 非適用

2.4 地震応答 FRS の算定

保管場所における入力地震動の解析ケースより，地震応答 FRS を作成する。

(1) 減衰定数

地震応答 FRS に用いる減衰定数は，各保管場所に保管する車両型設備の減衰定数を考慮し設定する。

車両型設備の減衰定数は，J E A G 4 6 0 1 に規定はなく，減衰機構が複雑であり，様々な文献に複数の減衰定数*に関する記載がある。これらの文献によると，車両構造の設備は，高い減衰が期待できる。

FRS は，高減衰になるほど滑らかになるとともに，車両全体の加速度が小さくなる傾向があり，加振試験により確認した車両型設備の減衰定数は，最も低いものでもタンクローリー（16kL）の約 14%で，それ以外の車両型設備はより高減衰となるため，上述の文献を参考に，車両型設備の減衰定数は 8%と設定している。

注記*：自動車技術ハンドブックによると減衰定数は 20%～80%

国土交通省の国土技術政策総合研究所資料第 180 号「大型車の振動特性が橋梁に及ぼす影響に関する研究（Ⅱ）」によると減衰定数は 10%以上

2.5 設計用 FRS の作成

設計用 FRS は，荒浜側高台保管場所，大湊側高台保管場所，5 号機東側保管場所及び 5 号機東側第二保管場所のボーリング調査位置に対し，地盤物性のばらつきを考慮し作成した地震応答 FRS を，水平方向及び鉛直方向に対し周期軸方向に±10%の拡幅を行い包絡させた FRS としている。

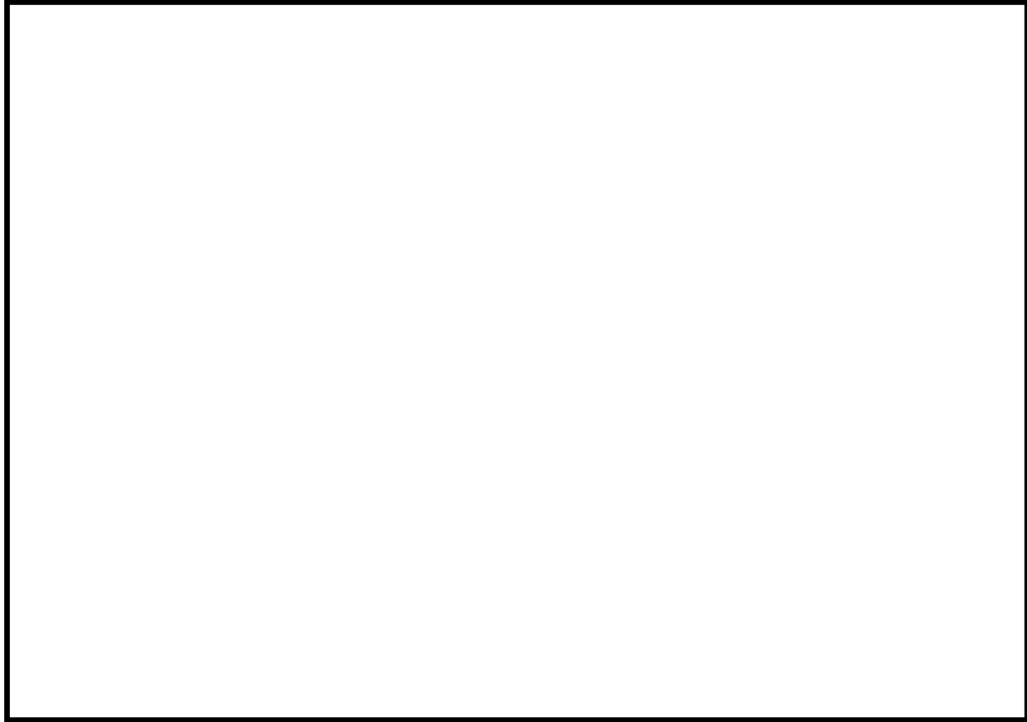
水平方向及び鉛直方向の地震応答 FRS と設計用 FRS（基本ケース，ばらつきケースの包絡）の関係を図 2-16 に示す。

大湊側高台保管場所については，参考資料 5「高台保管場所における入力地震動について」で示したとおり荒浜側基準地震動の増幅特性を考慮し，最大加速度が大きい荒浜側の基準地震動を用いて評価を実施している。

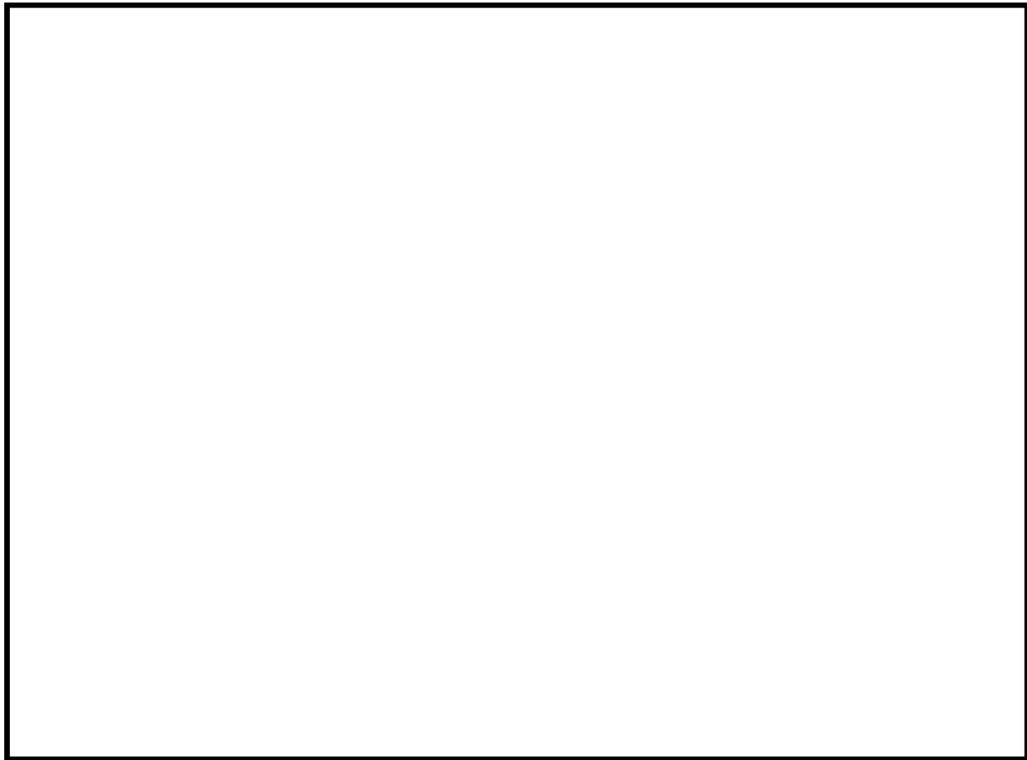
大湊側高台保管場所の入力地震動の評価に当たっては，ボーリング調査結果に基づき設定した解放基盤表面を T. M. S. L. -154m とし，T. M. S. L. -284m で策定された荒浜側の基準地震動を直接入力し，保守的な評価を行っている。

その結果，大湊側高台保管場所の鉛直加速度応答スペクトルが大きくなる傾向を示していると考えられる。具体的には，鉛直方向加速度応答スペクトルが水平方向加速度応答スペクトルよりも上記影響が顕著である要因は，水平方向の地盤の剛性（せん断剛性）は液状化や繰返し载荷の影響で低減するのに対して，鉛直方向の地盤の剛性は水の体積弾性係数の影響等により大きく低減しないためであるものと推察される。

なお，図 2-16 に示す地震応答 FRS は，各保管場所の全孔かつ全基準地震動の算定結果を包絡させたものであり，設計上の観点からは保守的な想定となっていると言える。



(水平方向)



(鉛直方向)

図 2-16 水平方向及び鉛直方向の地震応答 FRS と設計用 FRS (基本ケース, ばらつきケースの包絡) の関係

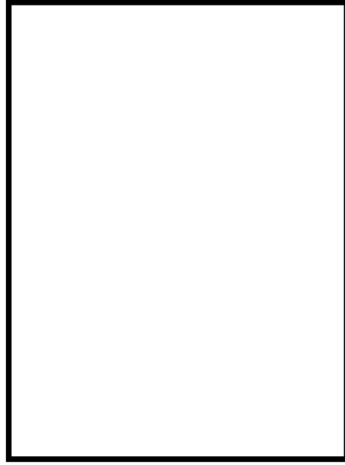
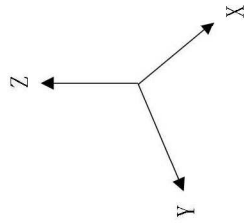
2.6 加振台のFRSの妥当性確認

車両型設備について、加振台のFRSと保管場所における設計用FRS（基本ケース、ばらつきケースの包絡）の比較を図2-17に示す。

図2-17のとおり、加振台のFRSは、保管場所における設計用FRS（基本ケース、ばらつきケースの包絡）を全周期帯において包絡している、又は一部の周期帯で包絡できない範囲が存在するものの、各車両型設備の固有周期においては、加振台のFRSが保管場所における設計用FRS（基本ケース、ばらつきケースの包絡）を上回っていることを確認した。

設備名称：タンクローリ (4kL) (6, 7号機共用)
 保管場所：荒浜側高台保管場所, 大湊側高台保管場所, 5号機東側第二保管場所

- 保管場所における設計用FRS (水平方向はX, Y包絡)
 (基本ケース, ばらつきケースの包絡)
- 加振台のFRS (出力)
- - - 計測された設備の固有周期



X方向 (走行軸直角方向)

Y方向 (走行軸方向)

Z方向 (鉛直方向)

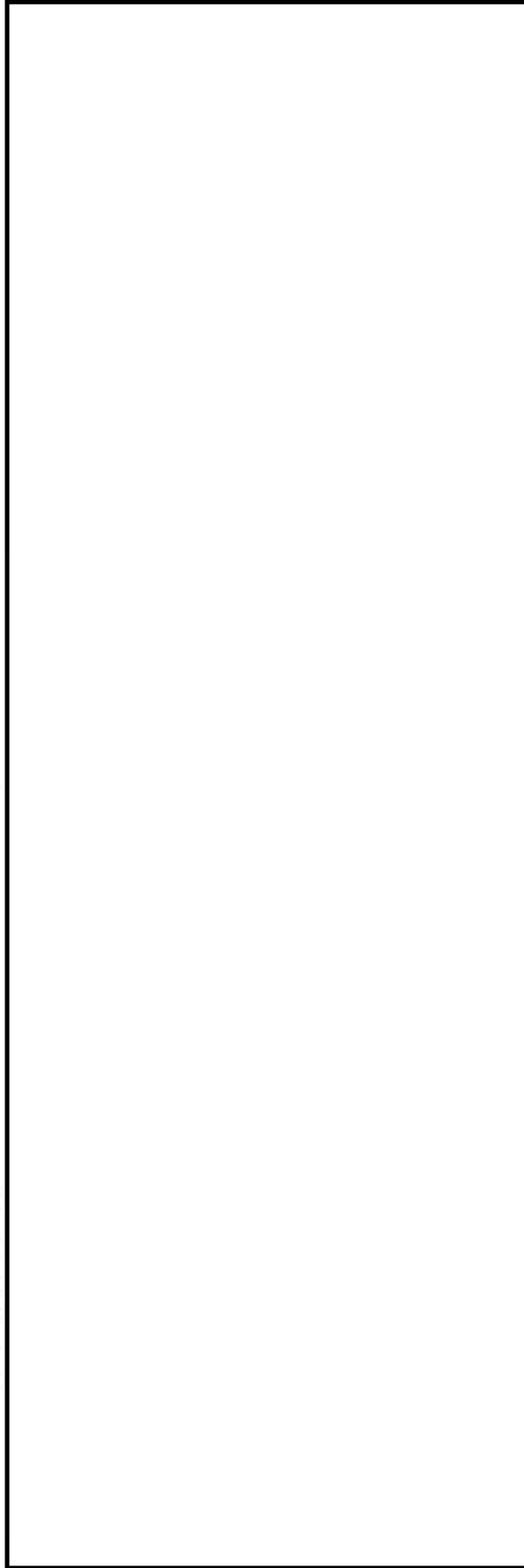
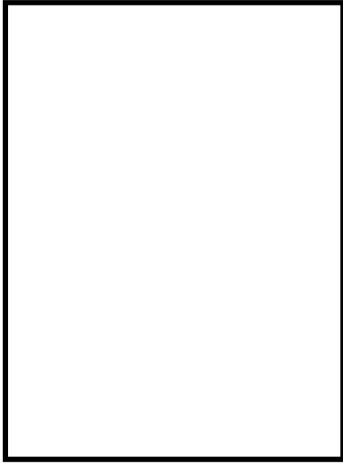
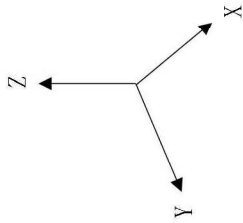


図 2-17 加振台の FRS と設計用 FRS との比較 (1/13)

設備名称：タンクローリ (16kL) (6, 7号機共用)
 保管場所：荒浜側高台保管場所, 大湊側高台保管場所

- 保管場所における設計用FRS (水平方向はX, Y包絡)
 (基本ケース, ばらつきケースの包絡)
- 加振台のFRS (出力)
- - - 計測された設備の固有周期



X方向 (走行軸直角方向)

Y方向 (走行軸方向)

Z方向 (鉛直方向)

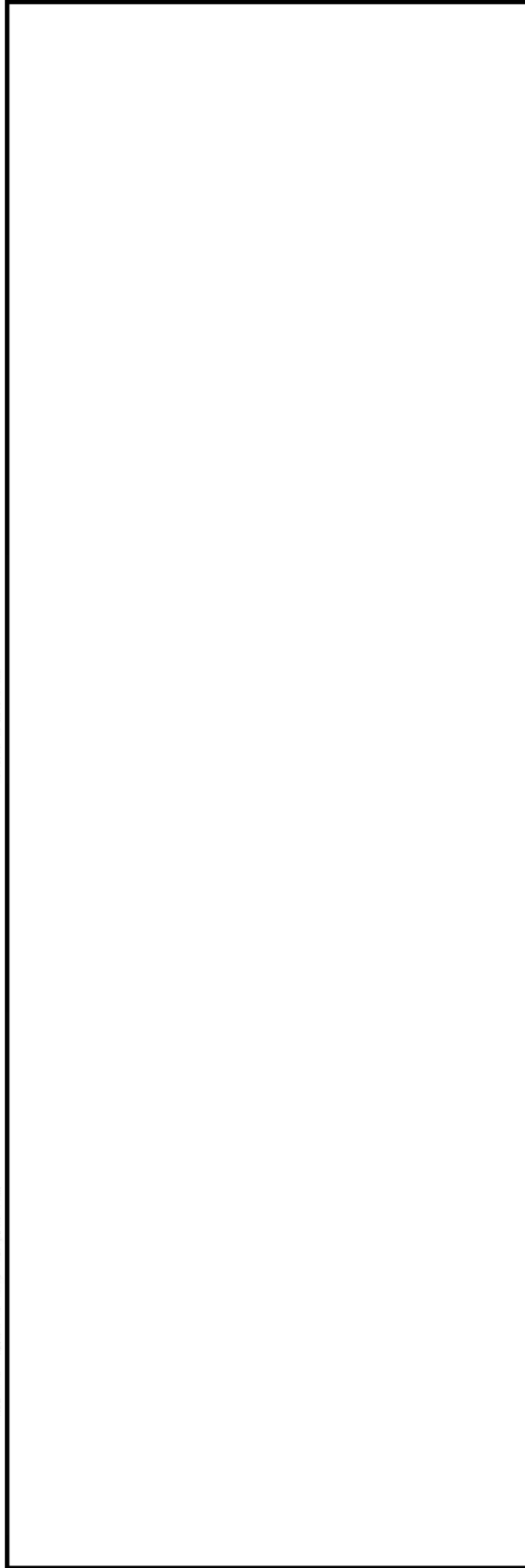


図 2-17 加振台の FRS と設計用 FRS との比較 (2/13)

設備名称：可搬型代替注水ポンプ（A-2級）（6,7号機共用）
 保管場所：荒浜側高台保管場所，大湊側高台保管場所，5号機東側第二保管場所

- 保管場所における設計用FRS（水平方向はX, Y包絡）
 （基本ケース，ばらつきケースの包絡）
- 加振台のFRS（出力）
- - - 計測された設備の固有周期

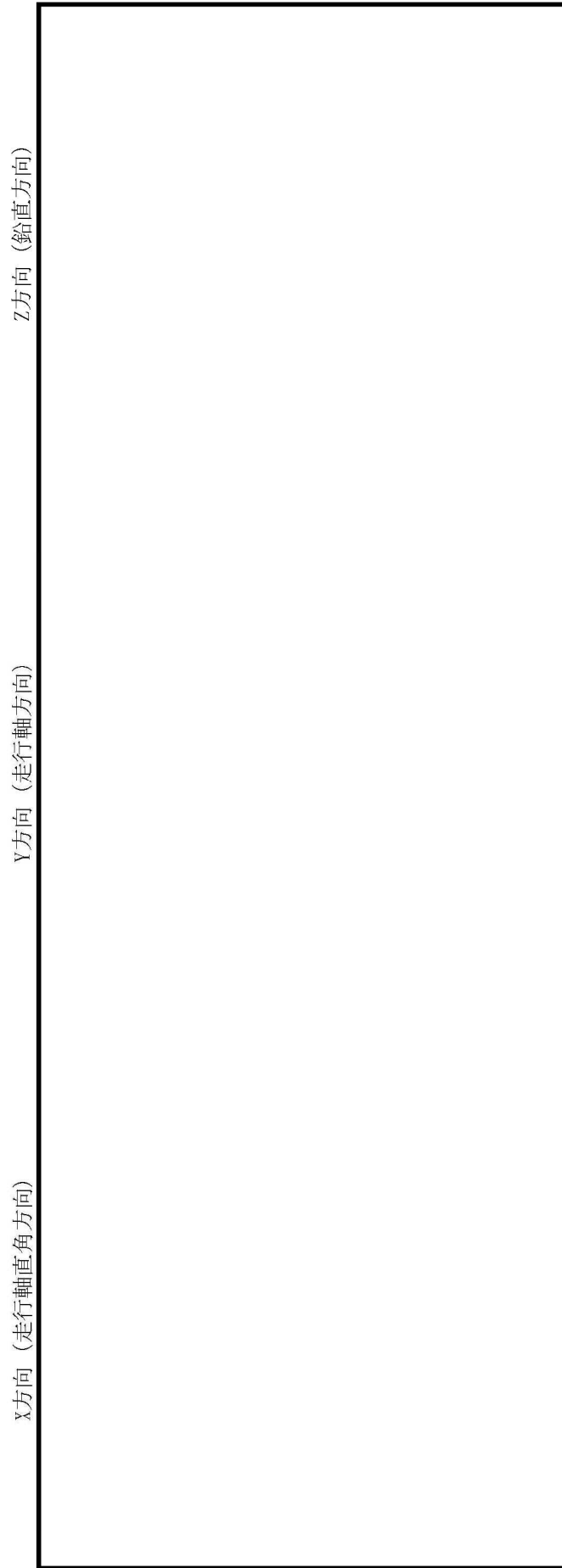
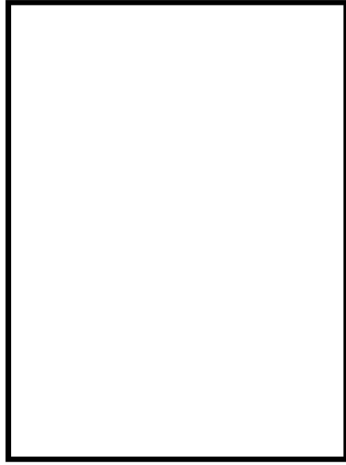
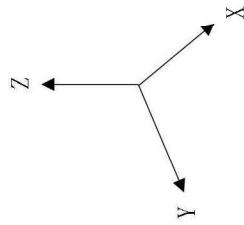
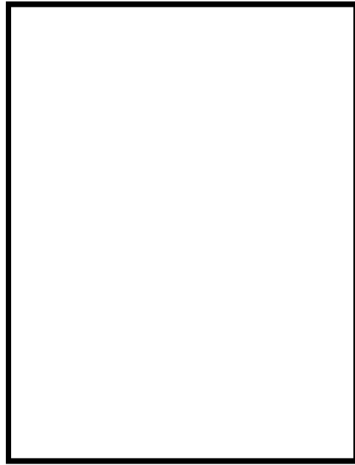
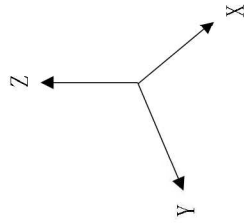


図 2-17 加振台の FRS と設計用 FRS との比較 (3/13)

設備名称：可搬型代替注水ポンプ (A-1級) (6, 7号機共用)
 保管場所：荒浜側高台保管場所, 大湊側高台保管場所

- 保管場所における設計用FRS (水平方向はX, Y包絡)
 (基本ケース, ばらつきケースの包絡)
- 加振台のFRS (出力)
- - - 計測された設備の固有周期



X方向 (走行軸直角方向)

Y方向 (走行軸方向)

Z方向 (鉛直方向)

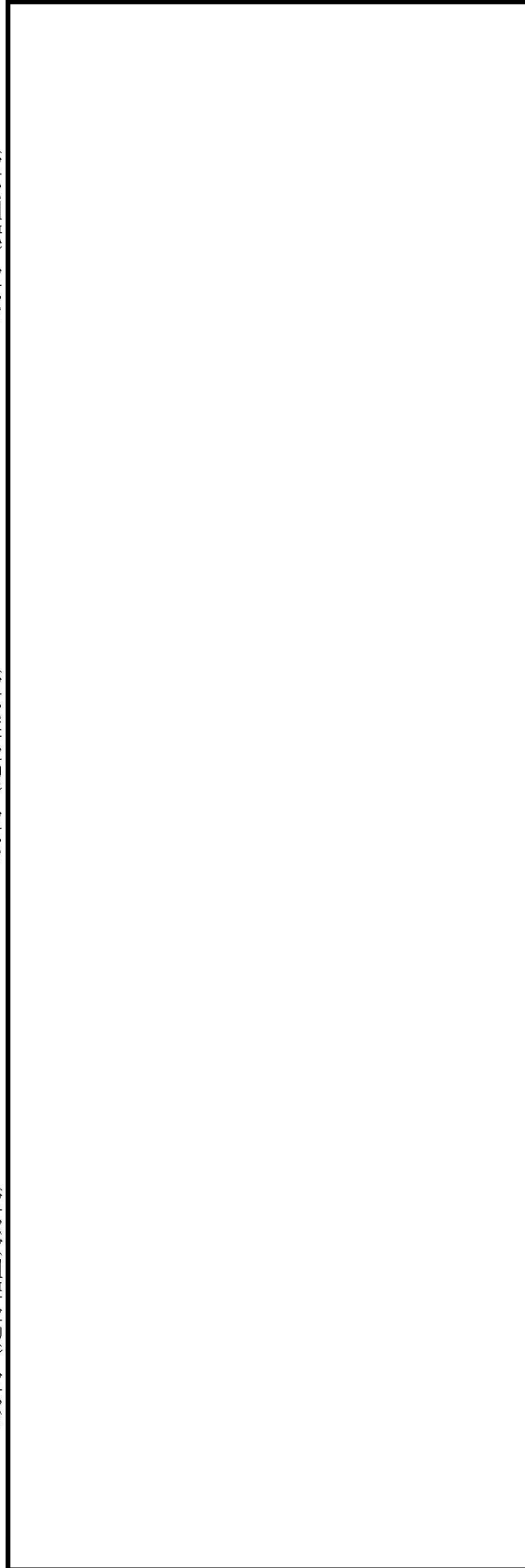
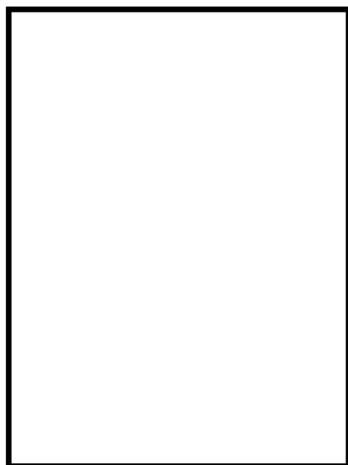
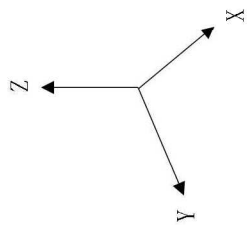


図 2-17 加振台の FRS と設計用 FRS との比較 (4/13)

設備名称：電源車（6,7号機共用）
 保管場所：荒浜側高台保管場所，大湊側高台保管場所

- 保管場所における設計用FRS（水平方向はX, Y包絡）
 （基本ケース，ばらつきケースの包絡）
- 加振台のFRS（出力）
- - - 計測された設備の固有周期



X方向（走行軸直角方向）

Y方向（走行軸方向）

Z方向（鉛直方向）

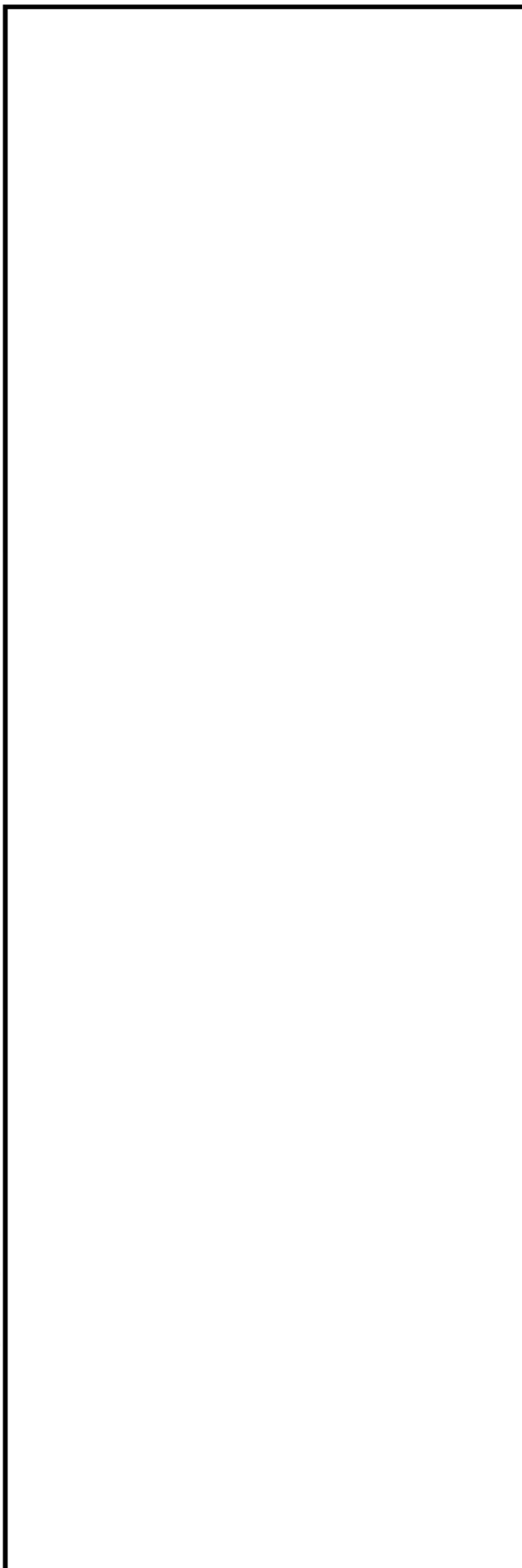
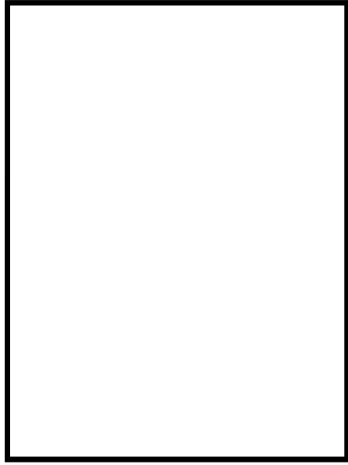
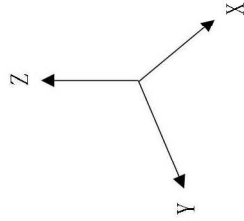


図 2-17 加振台の FRS と設計用 FRS との比較 (5/13)

設備名称：熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器（6, 7号機共用）
 (P27-D2000, P27-D3000, P27-D4000)
 保管場所：荒浜側高台保管場所, 大湊側高台保管場所

- 保管場所における設計用FRS（水平方向はX, Y包絡）
 （基本ケース, ばらつきケースの包絡）
- 加振台のFRS（出力）
- - - 計測された設備の固有周期



X方向（走行軸直角方向）

Y方向（走行軸方向）

Z方向（鉛直方向）

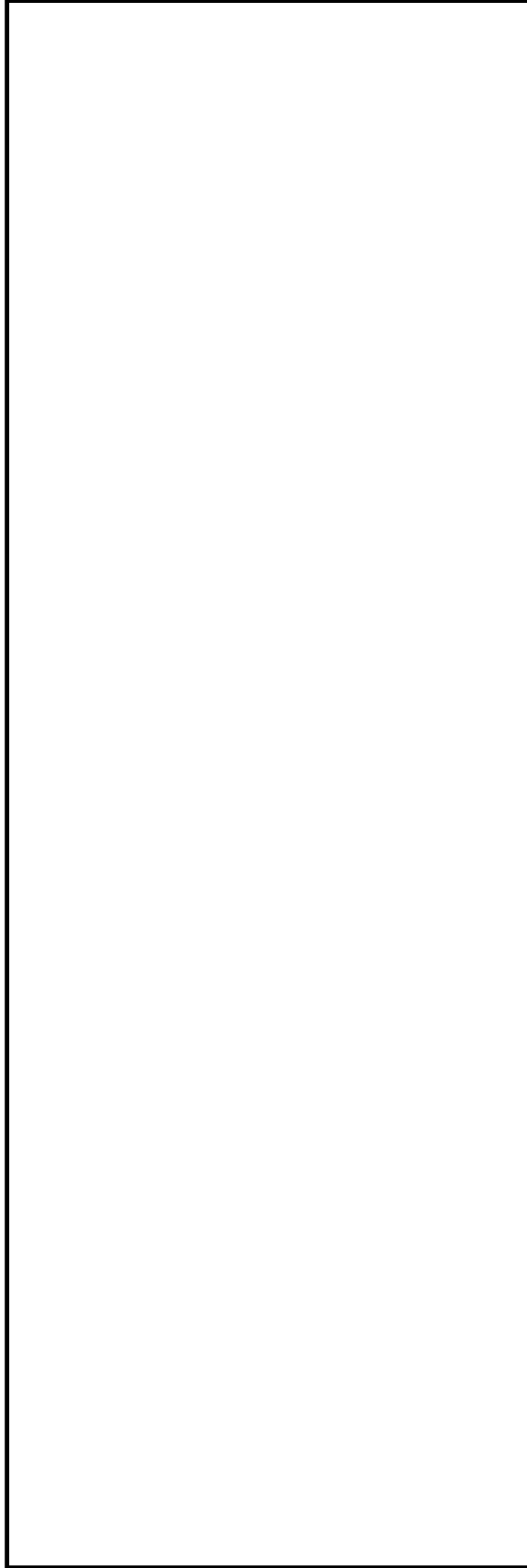
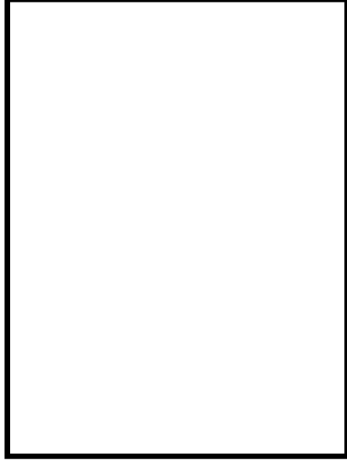
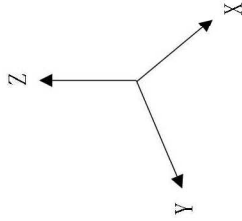


図 2-17 加振台の FRS と設計用 FRS との比較 (6/13)

設備名称：熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器（6, 7号機共用）
 (P27-D1000, P27-D5000)

保管場所：荒浜側高台保管場所, 大湊側高台保管場所

- 保管場所における設計用FRS（水平方向はX, Y包絡）
 （基本ケース, ばらつきケースの包絡）
- 加振台のFRS（出力）
- - - 計測された設備の固有周期



X方向（走行軸直角方向）

Y方向（走行軸方向）

Z方向（鉛直方向）

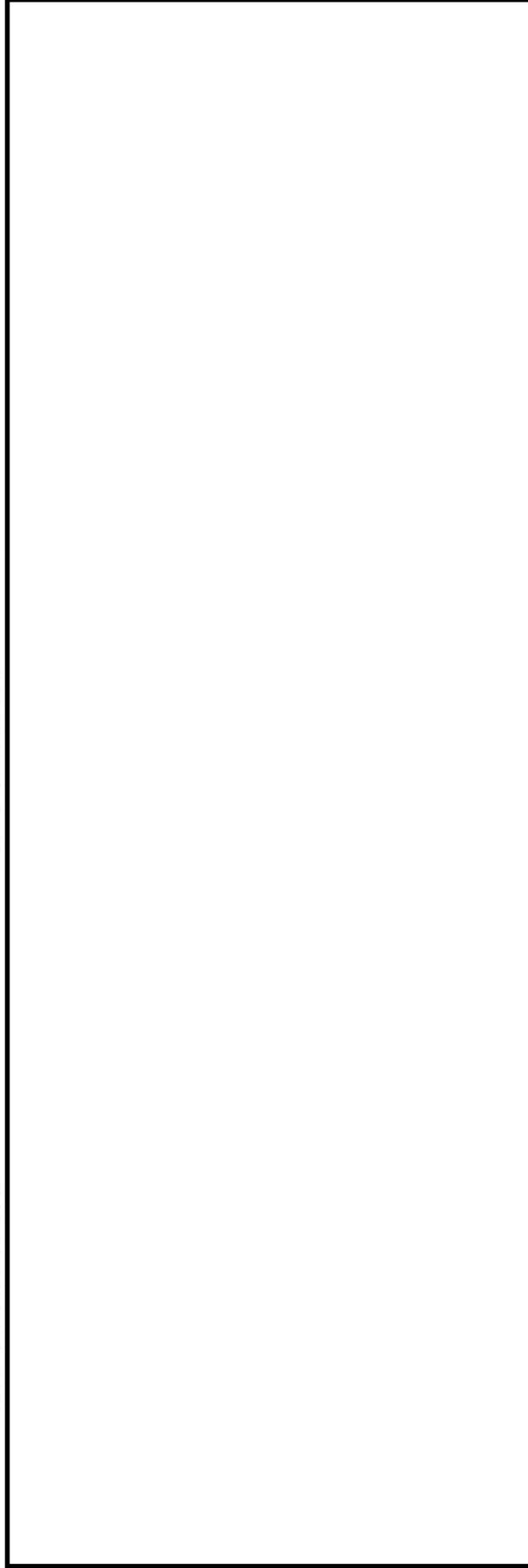
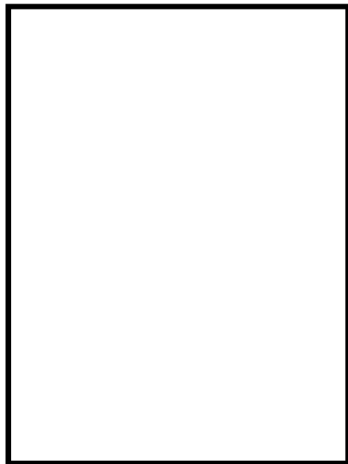
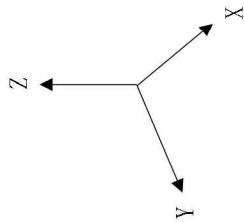


図 2-17 加振台の FRS と設計用 FRS との比較（7/13）

設備名称：大容量送水車（熱交換器ユニット用）（6, 7号機共用）
 保管場所：荒浜側高台保管場所，大湊側高台保管場所



X方向（走行軸直角方向）

Y方向（走行軸方向）

Z方向（鉛直方向）

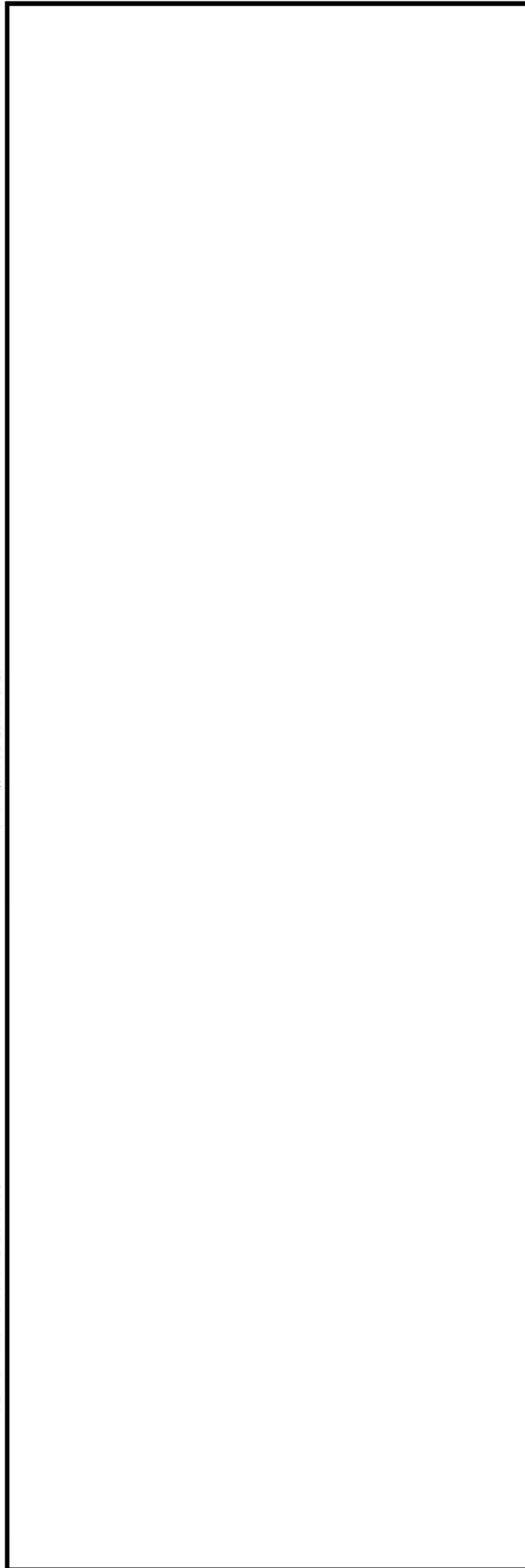
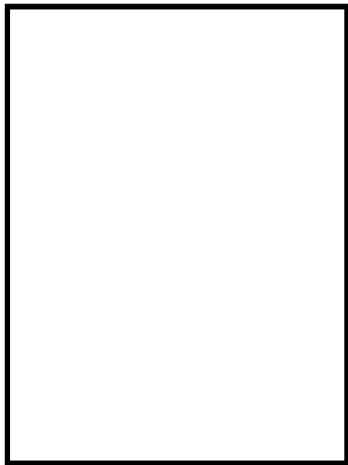
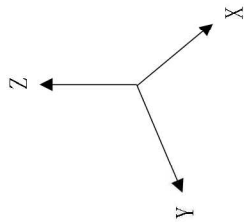


図 2-17 加振台の FRS と設計用 FRS との比較 (8/13)

設備名称：大容量送水車（原子炉建屋放水設備用）（6, 7号機共用）
 保管場所：荒浜側高台保管場所，大湊側高台保管場所



X方向（走行軸直角方向）

Y方向（走行軸方向）

Z方向（鉛直方向）

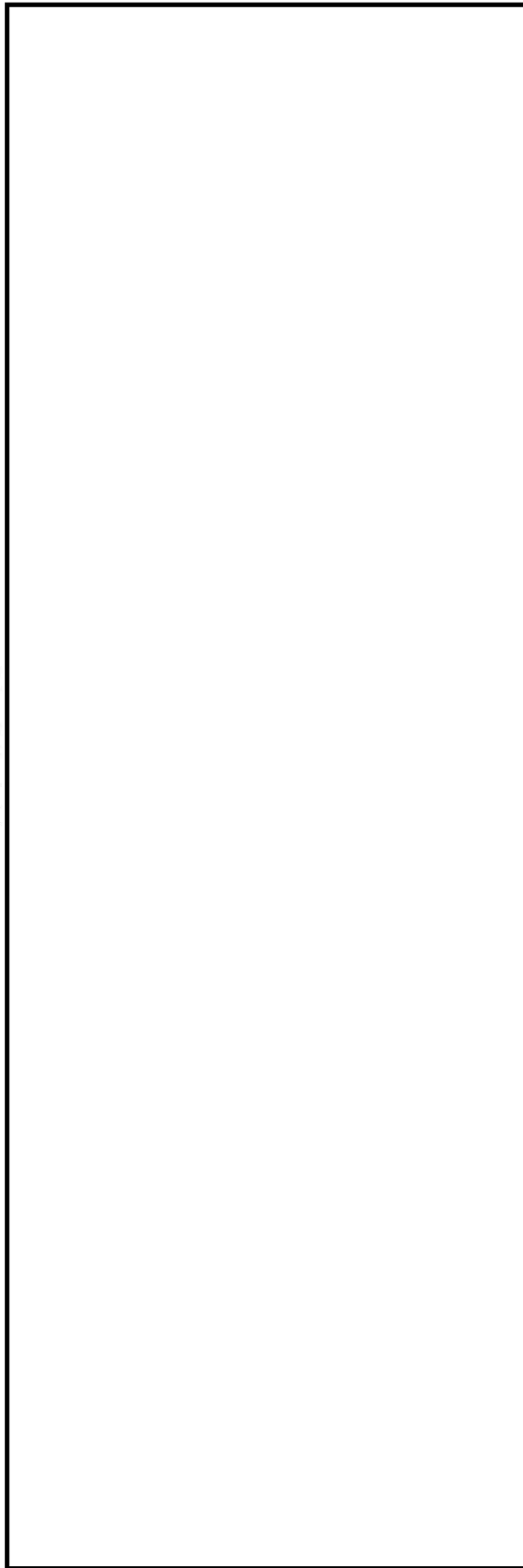
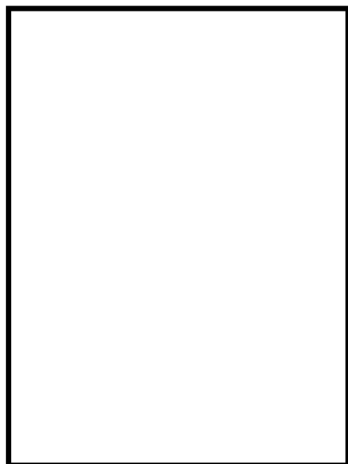
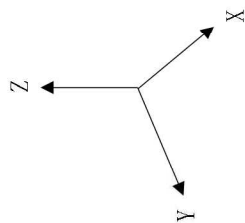


図 2-17 加振台の FRS と設計用 FRS との比較（9/13）

設備名称：大容量送水車（海水取水用）（6, 7号機共用）
 保管場所：荒浜側高台保管場所，大湊側高台保管場所



X方向（走行軸直角方向）

Y方向（走行軸方向）

Z方向（鉛直方向）

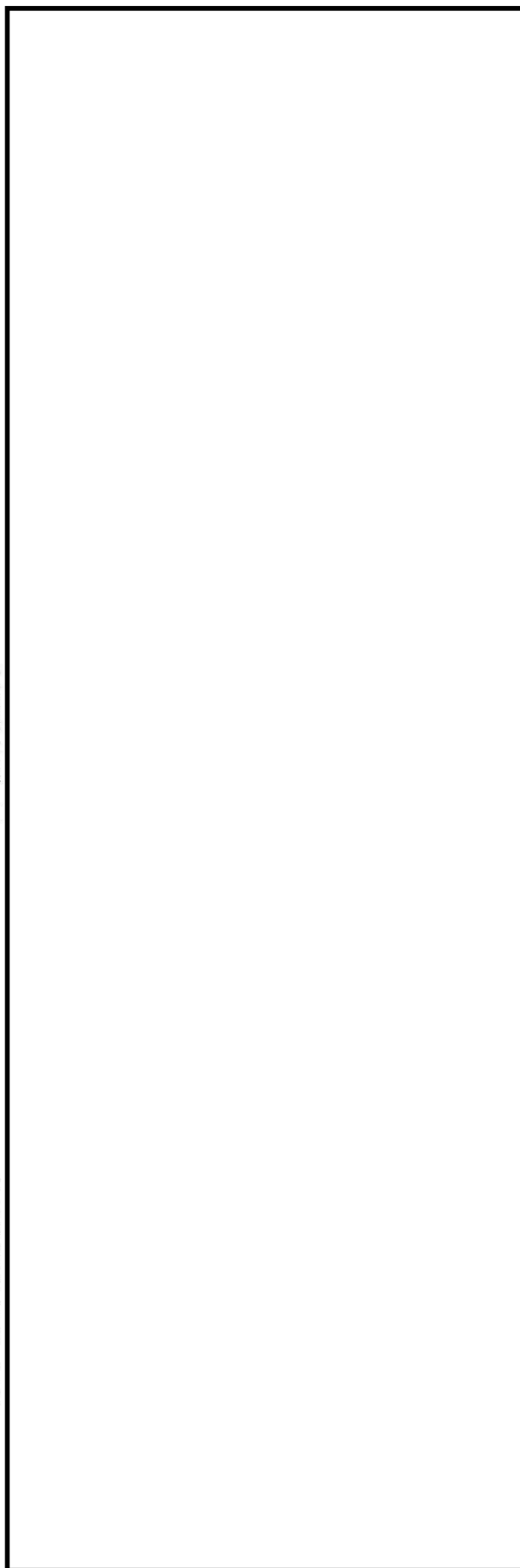
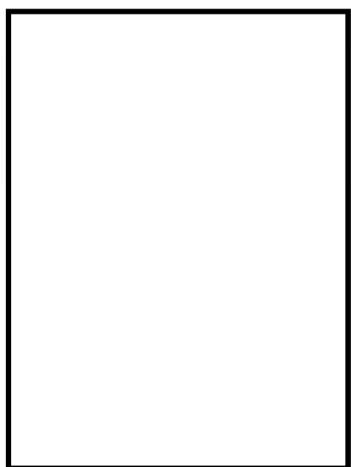
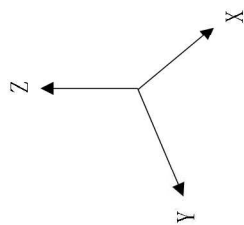


図2-17 加振台のFRSと設計用FRSとの比較（10/13）

設備名称：可搬型窒素供給装置（6,7号機共用）
 保管場所：荒浜側高台保管場所，大湊側高台保管場所

- 保管場所における設計用FRS（水平方向はX, Y包絡）
 （基本ケース，ばらつきケースの包絡）
- 加振台のFRS（出力）
- - - 計測された設備の固有周期



X方向（走行軸直角方向）

Y方向（走行軸方向）

Z方向（鉛直方向）

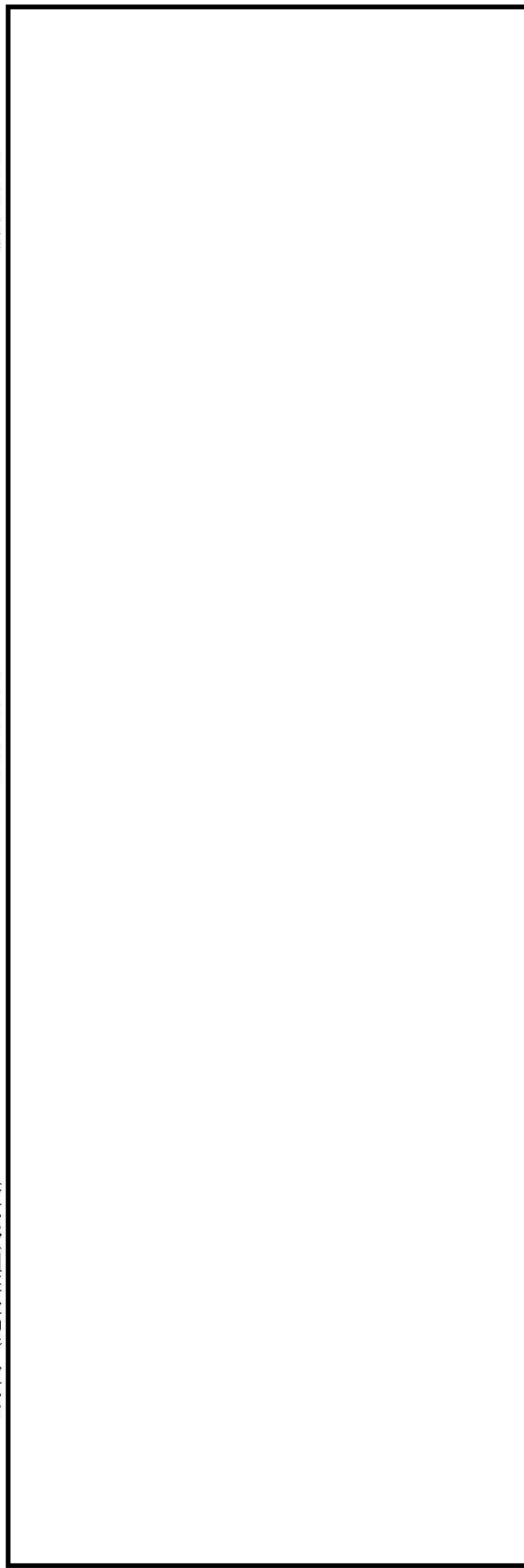
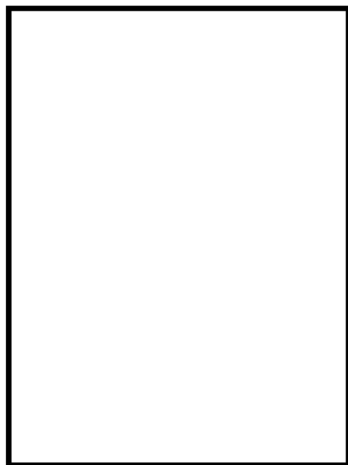
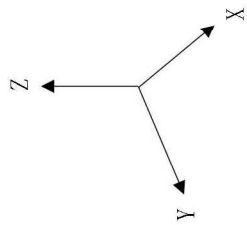


図2-17 加振台のFRSと設計用FRSとの比較（11/13）

設備名称：泡原液搬送車（6, 7号機共用）
 保管場所：荒浜側高台保管場所，大湊側高台保管場所

- 保管場所における設計用FRS（水平方向はX, Y包絡）
 （基本ケース，ばらつきケースの包絡）
- 加振台のFRS（出力）
- - - 計測された設備の固有周期



X方向（走行軸直角方向）

Y方向（走行軸方向）

Z方向（鉛直方向）

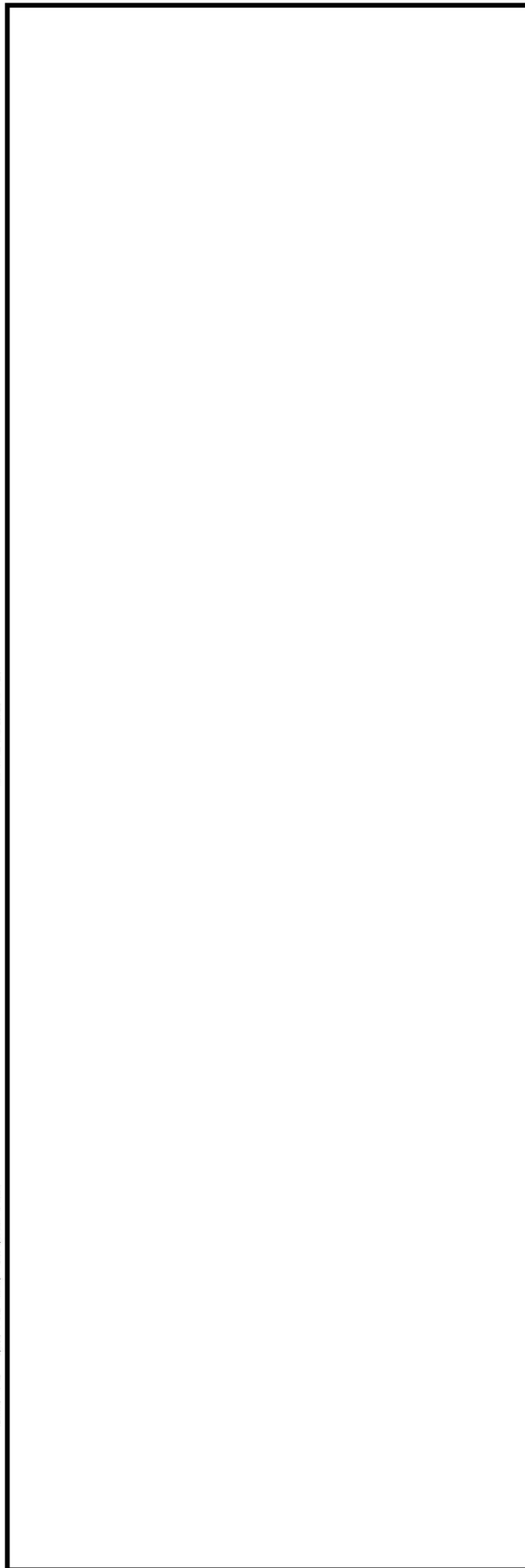
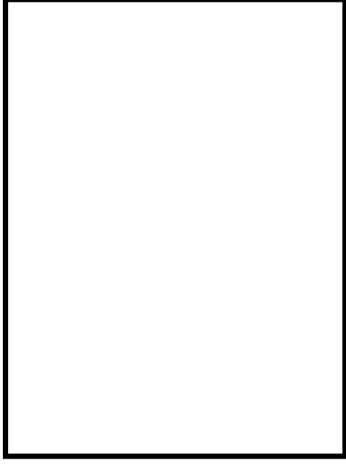
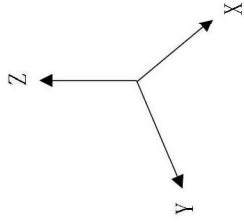


図2-17 加振台のFRSと設計用FRSとの比較（12/13）

設備名称：5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備（6, 7号機共用）
 保管場所：大湊側高台保管場所, 5号機東側保管場所



X方向 (走行軸直角方向)

Y方向 (走行軸方向)

Z方向 (鉛直方向)

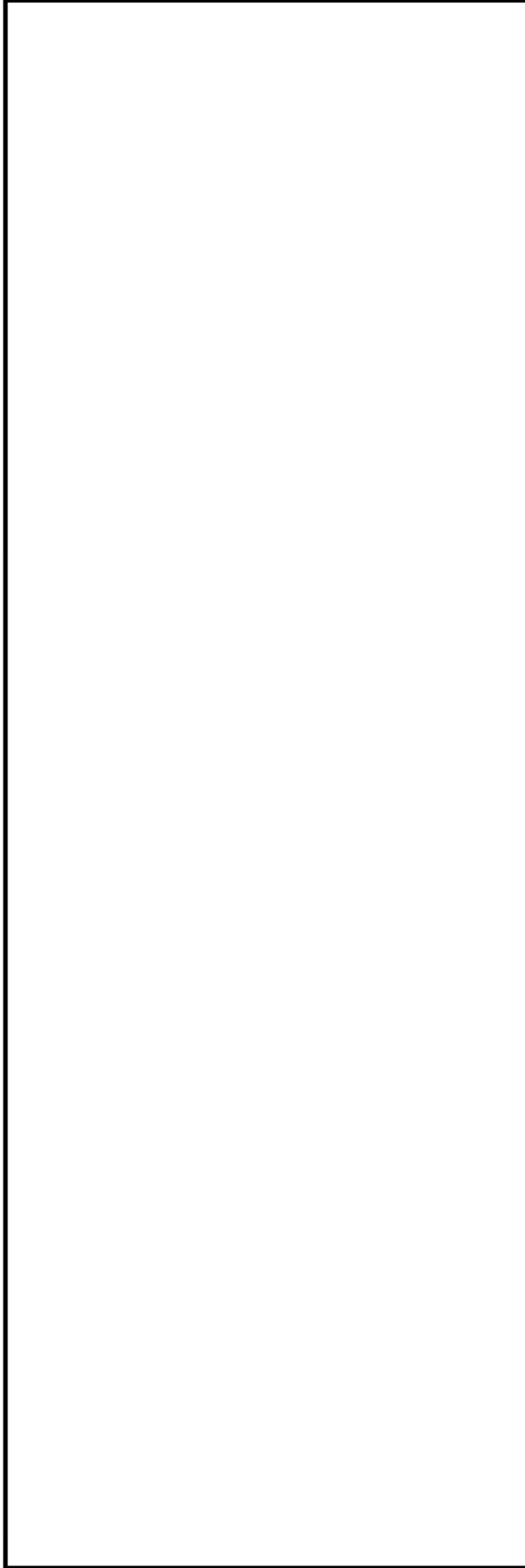


図2-17 加振台のFRSと設計用FRSとの比較 (13/13)

3. 車両型設備の耐震評価について

3.1 車両型設備の固縛装置について

保管場所のうち5号機東側第二保管場所に保管するタンクローリ（4kL）及び可搬型代替注水ポンプ（A-2級）は、竜巻襲来時に飛散し、波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して波及的影響を及ぼすことを防止するため、固縛装置を設置する。固縛装置は、「連結材」と連結材を固定するための「固定材（基礎部含む）」から構成される。図3-1にタンクローリ（4kL）の固縛装置の構造概要を示す。

「連結材」は、車両型設備に取り付けるロープ、シャックルで構成され、ロープ材質は高強度繊維ロープを使用している。ロープは、車両型設備の特徴であるサスペンションの耐震性（振動抑制効果）を損なわないようたるみを持たせている。「固定材」は、巻取装置及びアンカープレート（基礎部）により構成されている。

なお、固縛装置を車両型設備に設置する場合、地震時の車両型設備の移動等の挙動により固縛装置が作用して、車両型設備の重大事故等に対処するために必要な機能に影響を与えることのないように、以下の設計とする。

- ・固縛装置の連結材（ロープ）のたるみを十分に設けることにより地震時に作用させない設計とする。ここで、十分なたるみとは、地震に伴う車両型設備のすべり及び傾きによる変位が生じた場合でも、固縛装置が展張しないたるみのことを示す。なお、竜巻襲来時には車両を拘束するために巻取装置を作動させ、連結材（ロープ）のたるみを巻き取る設計とする。

固縛装置は、竜巻対策として設置することを目的としており、その設計方針、構造計画等の詳細については、V-1-1-3-3「竜巻への配慮に関する説明書」に、竜巻対策としての固縛装置の強度計算の基本方針については、V-3-別添1-3「固縛装置の強度計算の方針」に、固縛装置の連結材（ロープ）のたるみ、固縛装置の強度計算の方法及び結果については、V-3-別添1-10「固縛装置の強度計算書」に示す。

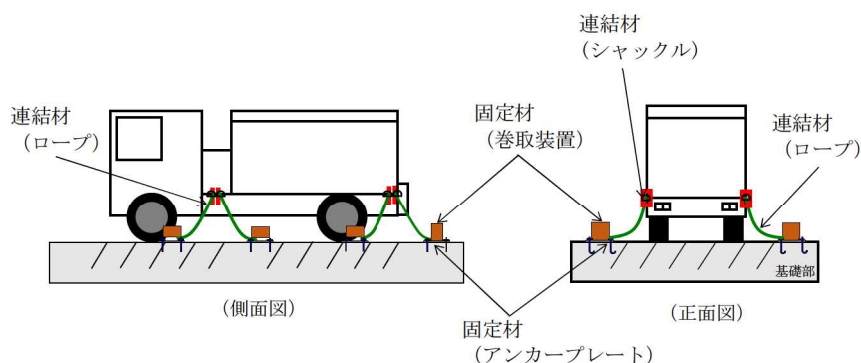


図3-1 固縛装置の構造概要（タンクローリ（4kL）の例）

3.2 評価手順

車両型設備の評価に当たっては、車両型設備に要求される機能を踏まえ、必要となる性能目標を設定し、評価方法及び評価内容を決定する。評価に関する概要を表した評価体系図を図3-2に示す。

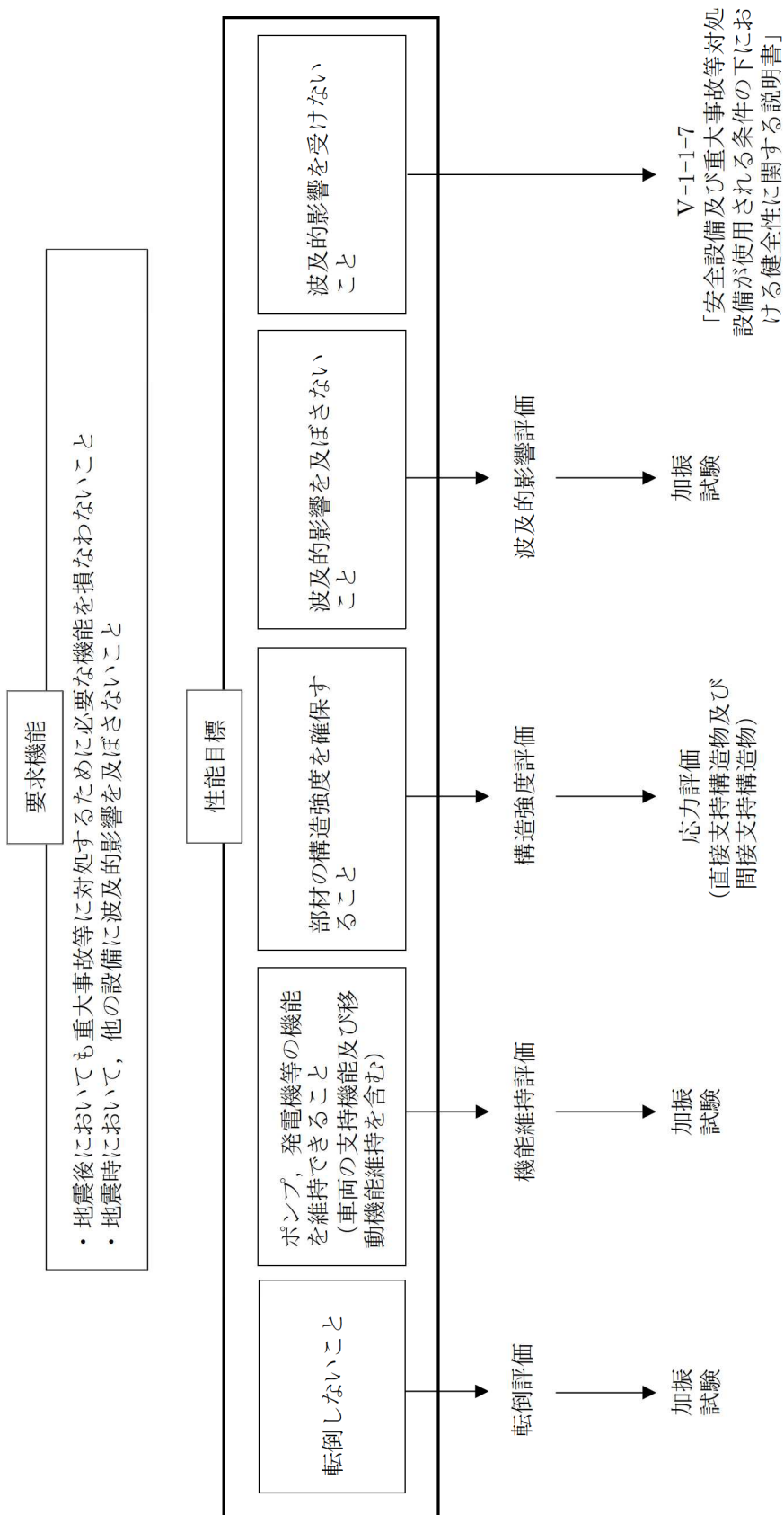


図 3-2 評価体系図

3.3 評価条件

(1) 車両型設備の地震力に対する積雪荷重及び風荷重

a. 概要

車両型設備は、建物・構築物のような風を一面に受ける構造と異なり、風は車両の隙間を吹き抜けやすい構造となっており、また、受圧面積が相対的に小さいこと及びポンプ、発電機、内燃機関等の重量物が積載され車両重量が大きいことから、風荷重による影響は軽微であると考えられる。また、耐震評価においては、**荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所の Ss-1~7 並びに 5 号機東側保管場所及び 5 号機東側第二保管場所の Ss-1~8** の地震動をおおむね上回っている加振波に基づく評価部位頂部の加速度を用いているため、**これら**の地震動による地震力より大きな地震力で評価している。よって、風荷重については、この加振試験が持つ保守性の中に含まれていると考えられる。また、積雪については、除雪することとしていることから、積雪荷重については考慮しない。

ここでは、参考までに最も受圧面の大きな大容量送水車（熱交換器ユニット用）を対象に、風荷重の影響について評価を行う。評価内容及び評価結果は以下に示す。

b. 地震荷重の算出

評価に用いる評価部位頂部（コンテナ頂部）の加速度から算出される水平方向の地震荷重 W_G [kN] は、以下の式により、774.3kN と算出される。

$$W_G = \frac{m \cdot C_H \cdot g}{1000}$$

ここで、 m : 質量 (21750kg)

C_H : 水平方向の評価用震度 (3.63)

g : 重力加速度 (9.80665m/s²)

c. 風荷重の算出

風荷重の算出においては、隙間の吹き抜け等を考慮せず、図 3-3 に示すとおり、受圧面積を簡易に設定し、保守的に算出する。

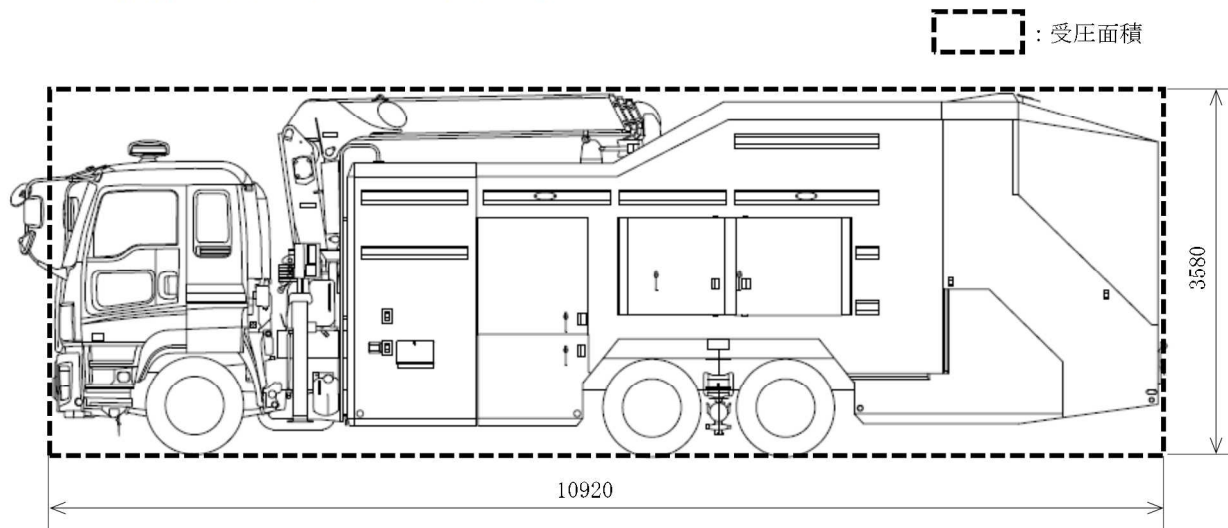


図 3-3 受圧面積（大容量送水車（熱交換器ユニット用））（単位：mm）

地震荷重に対し考慮する風荷重について、その算出に用いる風速は、平均的な規模とすることを考慮し、3.7m/sと設定する。風速3.7m/s時に生じる風荷重 W_w [kN]は、以下の式により、0.6561kNと算出される。

$$W_w = \frac{q \cdot C \cdot A}{1000}$$

ここで、 $q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2$

ρ : 空気密度 (1.226kg/m³)

C : 風力係数 (2.0)

A : 受圧面積 (39.09m²)

V : 風速 (3.7m/s)

d. 地震荷重と風荷重の比較

保守的な条件で算出した風荷重 (0.6561kN) は、地震荷重 (774.3kN) の1%未満であり、十分小さいと言える。また、図3-4に示すとおり、設備の一次固有周期では、加振台のFRSが設計用FRSに対し、13%程度上回ることから、風荷重の影響は、この加振試験が持つ保守性に包絡される。

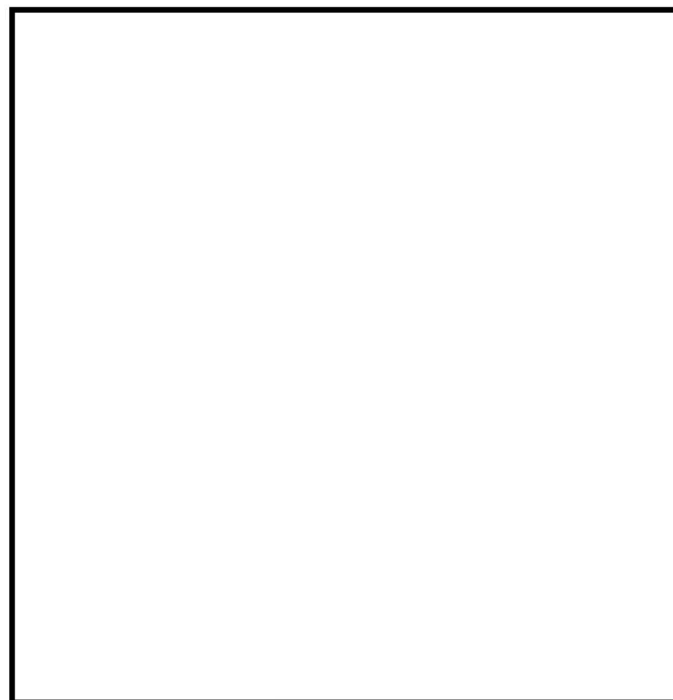
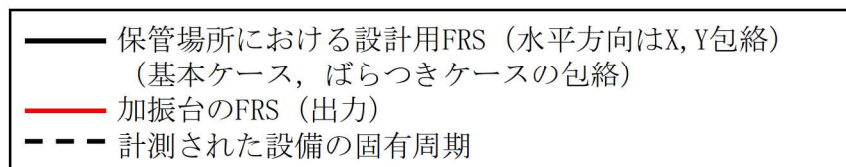


図3-4 加振台のFRSと設計用FRSの比較

3.4 加振試験

(1) 試験方法

車両型設備を図 3-5 に示すように加振台に設置し、以下に示す加振波による加振試験を行い、評価部位頂部の最大応答加速度、加振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型設備の最大変位量を確認する。

- ・加振波：V-2-別添 3-2 「可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動」に示す、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所の $S_s-1\sim 7$ 並びに 5 号機東側保管場所及び 5 号機東側第二保管場所の $S_s-1\sim 8$ の地震動を用いて、V-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき作成する設計用床応答曲線をおおむね上回るよう作成したランダム波
- ・加振方向：水平（走行軸方向）＋水平（走行軸直角方向）＋鉛直

加振試験に用いた加振波（加振台上での計測データ）の加速度時刻歴波形の例を、図 3-6 に示す。

(2) 試験結果

(1) 項の加振波で加振試験を実施し、試験時に、構造強度評価の設計用加速度を算出するために用いる評価部位頂部の最大応答加速度、転倒評価及び機能維持評価に用いる加振台の最大加速度及び波及的影響評価に用いる車両型設備の最大変位量を計測した。

また、加振試験後に、車両型設備が転倒していないこと、動的及び電氣的機能並びに支持機能及び移動機能が維持されていることを確認した。



図 3-5 試験構成 (1/13)
(タンクローリ (4kL))

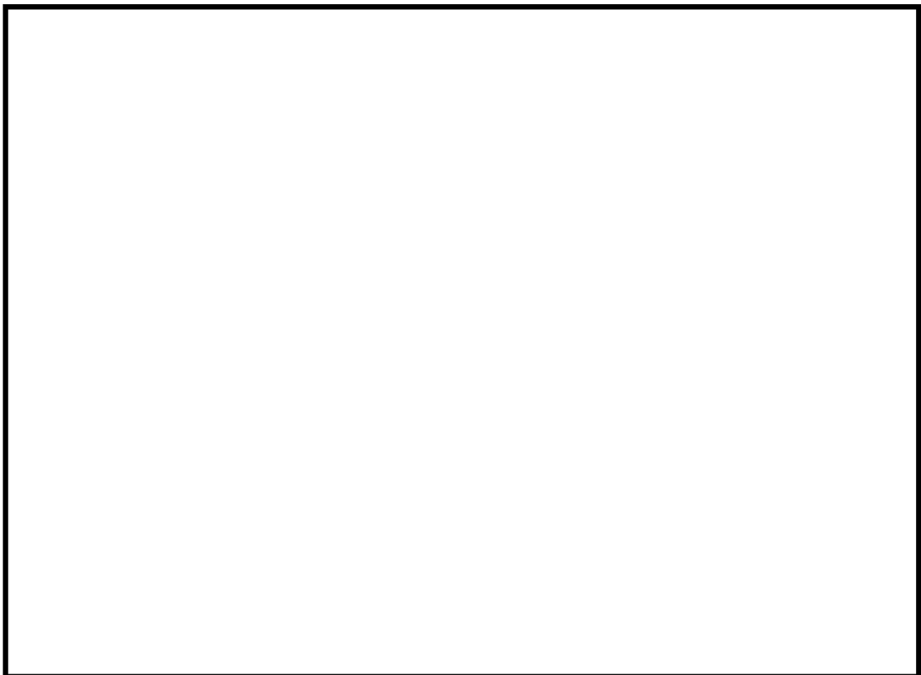


図 3-5 試験構成 (2/13)
(タンクローリ (16kL))

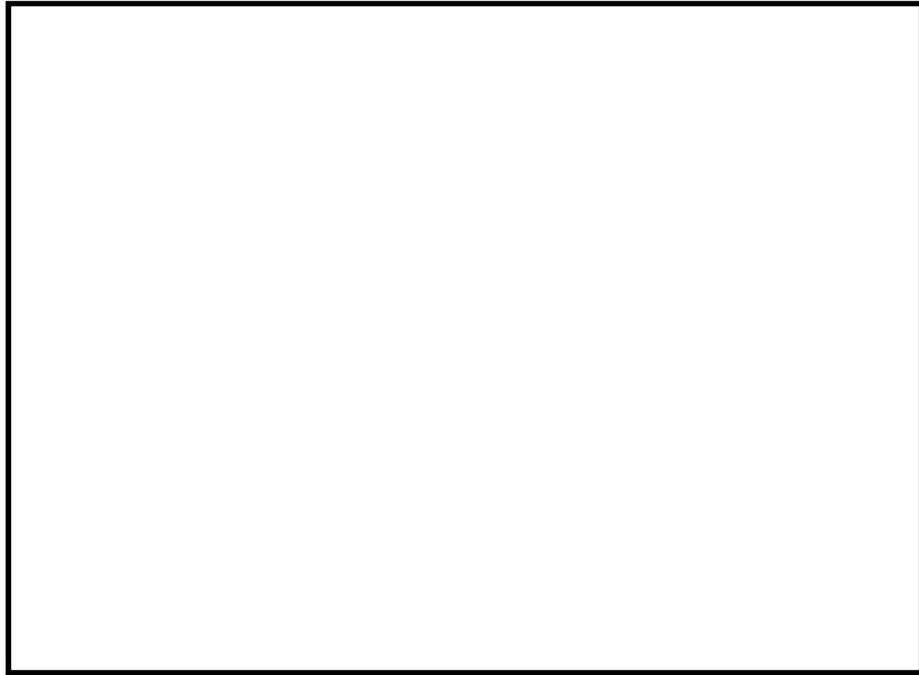


図 3-5 試験構成 (3/13)
(可搬型代替注水ポンプ (A-2 級))

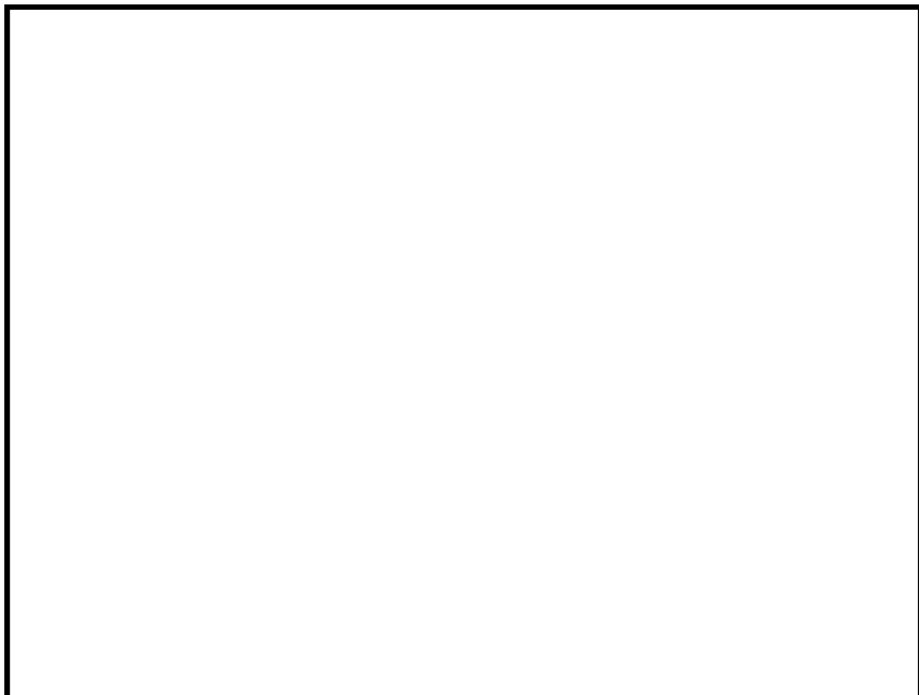


図 3-5 試験構成 (4/13)
(可搬型代替注水ポンプ (A-1 級))

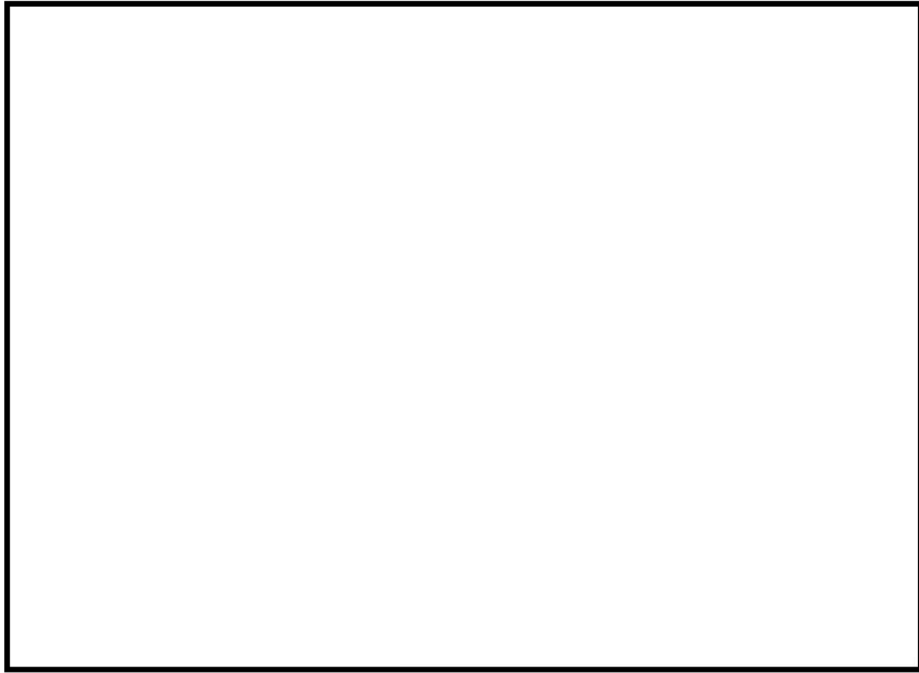


図 3-5 試験構成 (5/13)
(電源車)

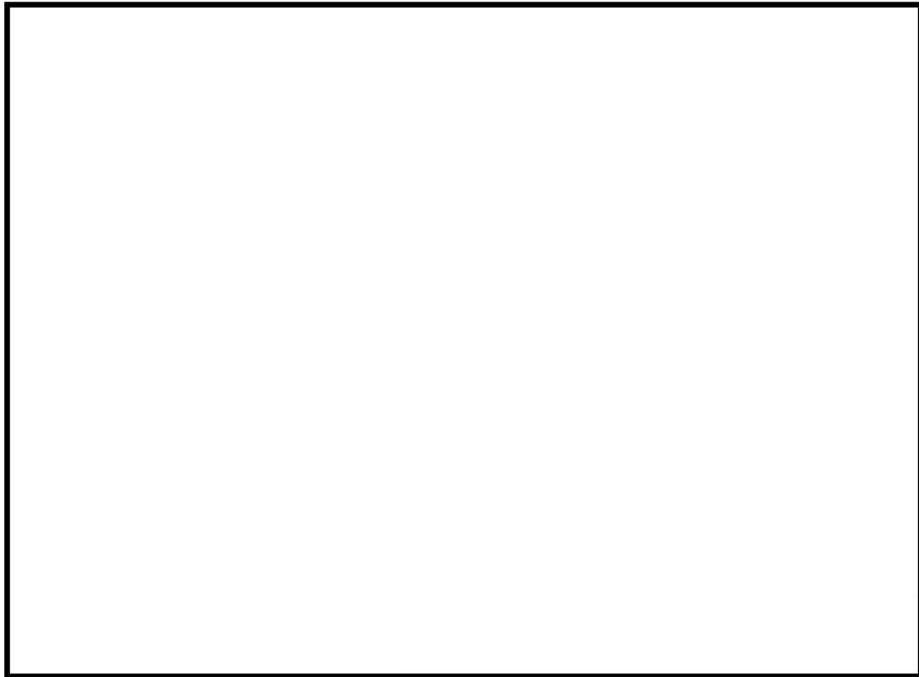


図 3-5 試験構成 (6/13)
(熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器 (P27-D2000, P27-D3000, P27-D4000))



図 3-5 試験構成 (7/13)

(熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器 (P27-D1000, P27-D5000))



図 3-5 試験構成 (8/13)

(大容量送水車 (熱交換器ユニット用))

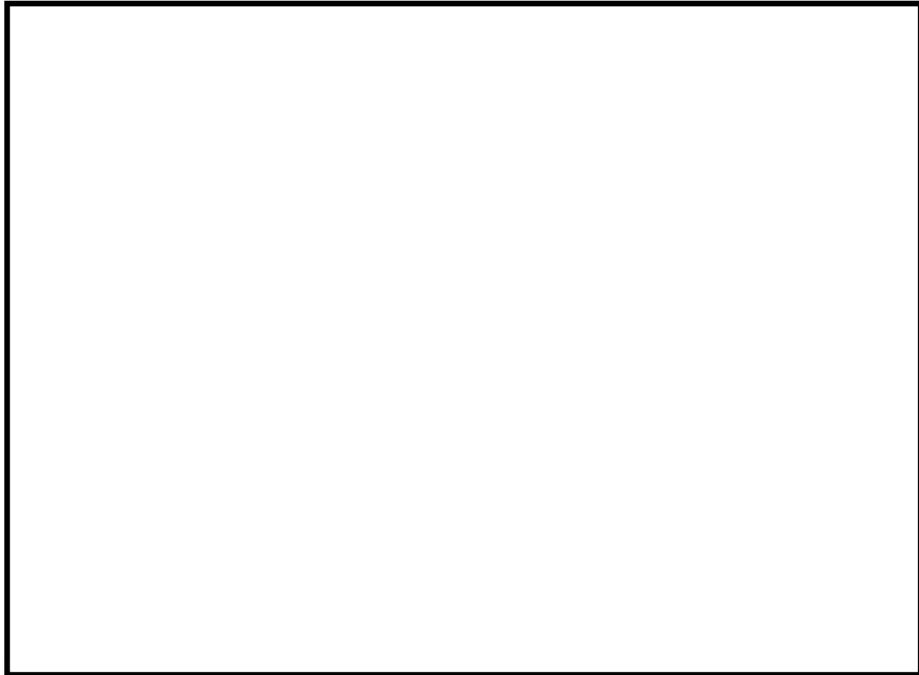


図 3-5 試験構成 (9/13)
(大容量送水車 (原子炉建屋放水設備用))



図 3-5 試験構成 (10/13)
(大容量送水車 (海水取水用))



図 3-5 試験構成 (11/13)
(可搬型窒素供給装置)



図 3-5 試験構成 (12/13)
(泡原液搬送車)

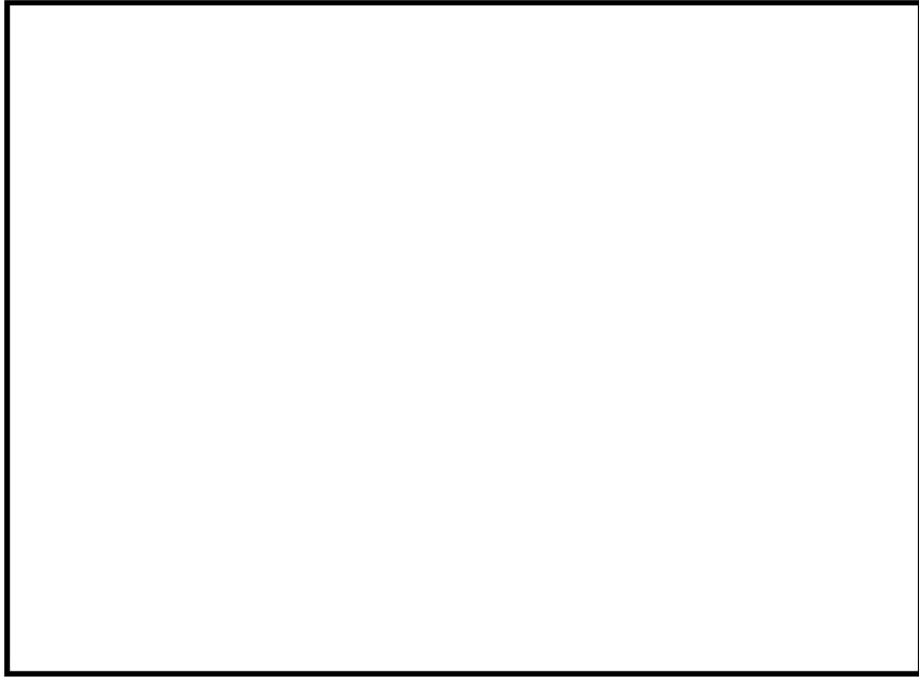


図 3-5 試験構成 (13/13)

(5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備)







	加速度時刻歴波形	FRS
水平方向 (X)		
水平方向 (Y)		
鉛直方向 (Z)		

図 3-6 加振試験に用いた加振波（加振台上での計測データ）の加速度時刻歴波形の例

3.5 構造強度評価

(1) 基本方針

可搬型重大事故等対処設備のうち、車両型設備に積載されている主要機器であるポンプ、発電機、内燃機関等を固定する直接支持構造物（取付ボルト）及び間接支持構造物である車両を対象とし、地震時における構造強度評価を実施する。また、評価のうち許容応力の算出及び耐震計算については、J E A G 4 6 0 1に基づき実施する。

なお、熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器については、保管時に限り、熱交換器、ポンプ、ストレーナ等を内装するコンテナを車両から取外し、コンテナを専用架台に取り付け、地面に固定せずに保管を行うものであり、保管時において車両に積載する機器がないことから、構造強度評価対象はない。

(2) 評価部位

可搬型重大事故等対処設備の構造強度評価対象としては、主たる機能を有するポンプ、発電機、内燃機関等の機器本体、機器本体を支持する直接支持構造物である取付ボルト、機器本体を積載している間接支持構造物である車両部の車両フレーム、コンテナ台板及びコンテナ取付ボルトが対象となる。

a. 機器本体、直接支持構造物

可搬型重大事故等対処設備の構造強度評価対象は、J E A G 4 6 0 1における評価部位の選定の考え方を踏まえて、評価部位を選定する。機器本体であるポンプ、発電機、内燃機関等は、剛構造の設備であることから、構造強度評価対象として取付ボルトが評価対象となる旨規定されている。

可搬型重大事故等対処設備のポンプ、発電機、内燃機関等の取付ボルトの取付方法は、既設発電所設備と同様、ボルト構造による締結であり、ポンプケーシングやシリンダブロックは起動時の内圧に耐え、発電機は、重量の大きな固定子、回転子を支持するケーシングからなる剛構造の設計となっている。以上のことから、その設備構造を勘案し評価部位は取付ボルトとする。

タンクローリ及び泡原液搬送車のタンクは、燃料を内包し輸送できる圧力容器であり、十分な強度を有した設計である。タンクローリは、保管時においてタンクが空の状態であり、地震時に考慮すべき荷重は、地震荷重によるタンク自重によるモーメントであり、当該モーメントはタンク取付ボルトに作用することからタンク取付ボルトを評価部位とする。また、泡原液搬送車は、保管時においてタンクに泡消火薬剤を内包した状態であり、地震時に考慮すべき荷重は、地震荷重によるタンク自重及び泡消火薬剤内包量によるモーメントであり、当該モーメントはタンク取付ボルトに作用することからタンク取付ボルトを評価部位とする。

したがって、車両型設備の構造強度評価部位は、各設備の直接支持構造物である取付ボルトとする。

各設備の具体的な評価部位を表 3-1 及び図 3-7～図 3-17 に示す。

b. 間接支持構造物

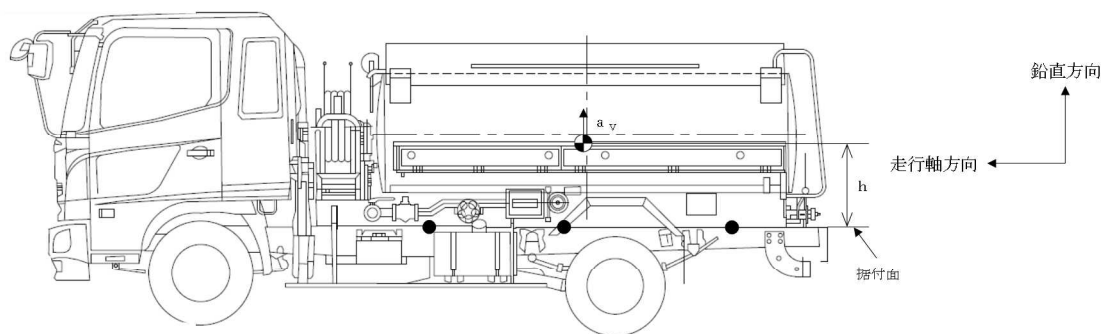
地震時の地震動は、移動機能を担う車両部の車輪、サスペンション、車両フレーム、コンテナ台板、コンテナ取付ボルト等へ伝播し、ポンプ、発電機、内燃機関等へ地震荷重が伝わることから、車両部のうち主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板、コンテナ取付ボルトのうち、断面積の最も小さいコンテナ取付ボルトを評価部位とする。

各設備の具体的な評価部位を表 3-1 及び図 3-7～図 3-17 に示す。

表 3-1 車両型設備の直接支持構造物及び間接支持構造物 評価部位

設備名称	評価部位		図
	直接支持構造物	間接支持構造物	
タンクローリ (4kL) (6, 7 号機 共用)	タンク取付ボルト ポンプ取付ボルト	—	図 3-7
タンクローリ (16kL) (6, 7 号機 共用)	タンク取付ボルト ポンプ取付ボルト	—	図 3-8
可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) (6, 7 号機共用)	ポンプ取付ボルト	コンテナ取付ボルト	図 3-9
可搬型代替注水ポンプ (A-1 級) (6, 7 号機共用)	ポンプ取付ボルト	コンテナ取付ボルト	図 3-10
電源車 (6, 7 号機共用)	発電機/内燃機関 取付ボルト	コンテナ取付ボルト	図 3-11
熱交換器ユニット 代替原子炉 補機冷却系熱交換器 (6, 7 号機 共用)	—	—	—
大容量送水車 (熱交換器ユニッ ト用) (6, 7 号機共用)	ポンプ取付ボルト 内燃機関取付ボルト	コンテナ取付ボルト	図 3-12
大容量送水車 (原子炉建屋放水 設備用) (6, 7 号機共用)	ポンプ取付ボルト 内燃機関取付ボルト	コンテナ取付ボルト	図 3-13
大容量送水車 (海水取水用) (6, 7 号機共用)	ポンプ取付ボルト 内燃機関取付ボルト	コンテナ取付ボルト	図 3-14
可搬型窒素供給装置 (6, 7 号機 共用)	発電機取付ボルト 窒素ガス発生装置 取付ボルト 圧縮機取付ボルト	コンテナ取付ボルト	図 3-15
泡原液搬送車 (6, 7 号機共用)	タンク取付ボルト	—	図 3-16
5 号機原子炉建屋内緊急時対策 所用可搬型電源設備 (6, 7 号機 共用)	発電機/内燃機関 取付ボルト	コンテナ取付ボルト	図 3-17

側面図



平面図

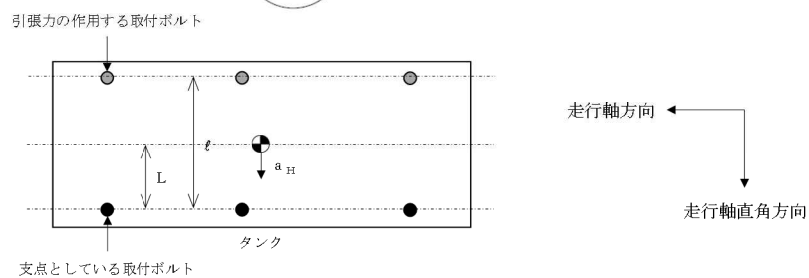


図 3-7 タンクローリ (4kL) の評価部位概略図 (1/2)

側面図

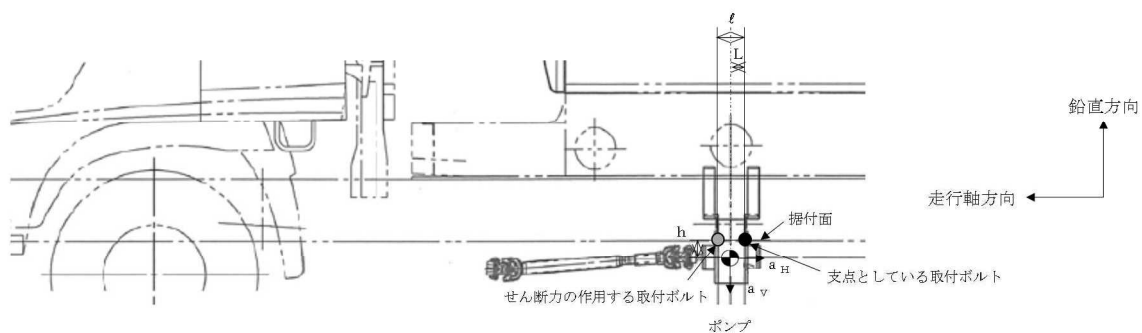
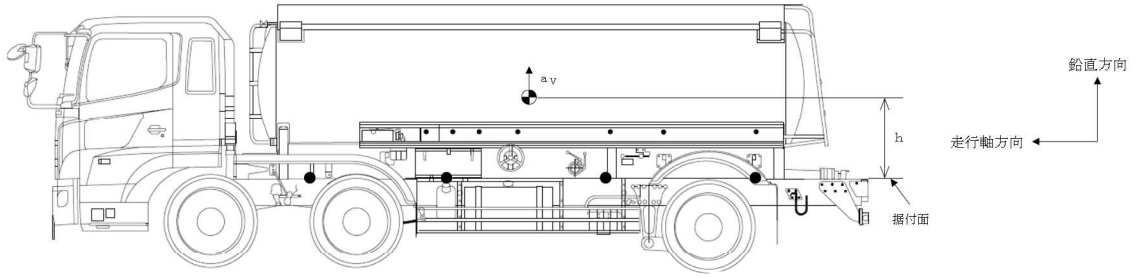


図 3-7 タンクローリ (4kL) の評価部位概略図 (2/2)

側面図



平面図

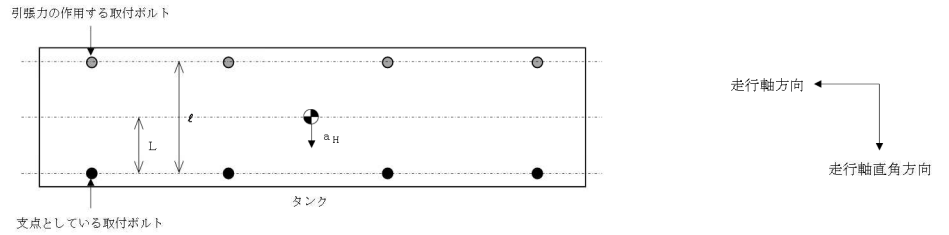


図 3-8 タンクローリ (16kL) の評価部位概略図 (1/2)

側面図

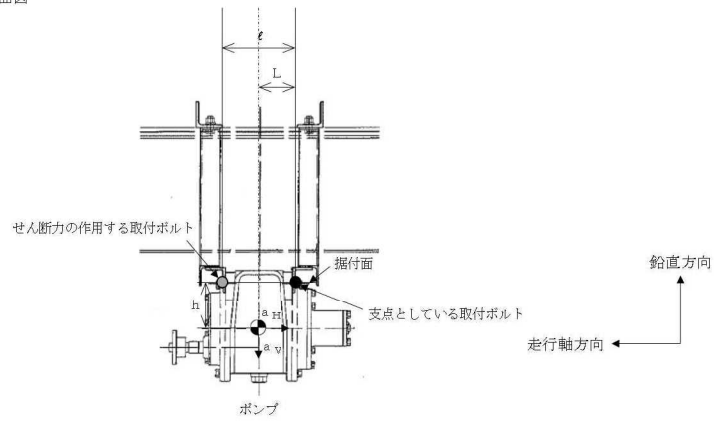


図 3-8 タンクローリ (16kL) の評価部位概略図 (2/2)

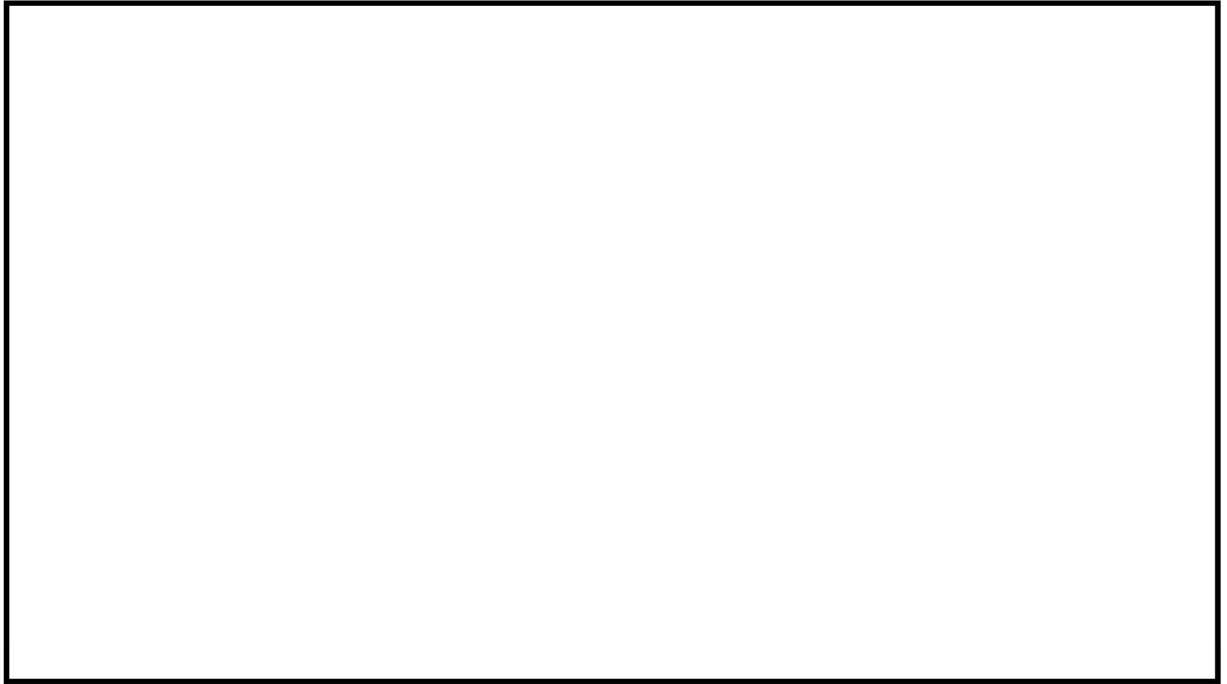


図 3-9 可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) の評価部位概略図 (1/2)

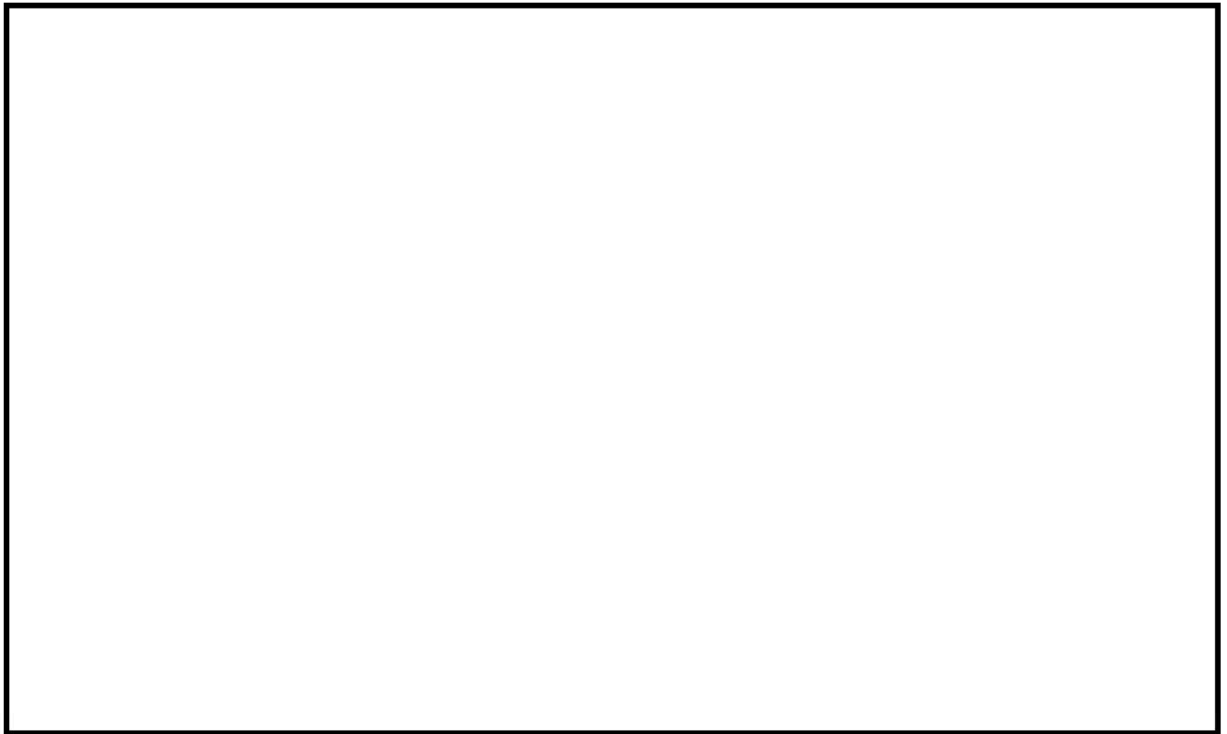


図 3-9 可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) の評価部位概略図 (2/2)

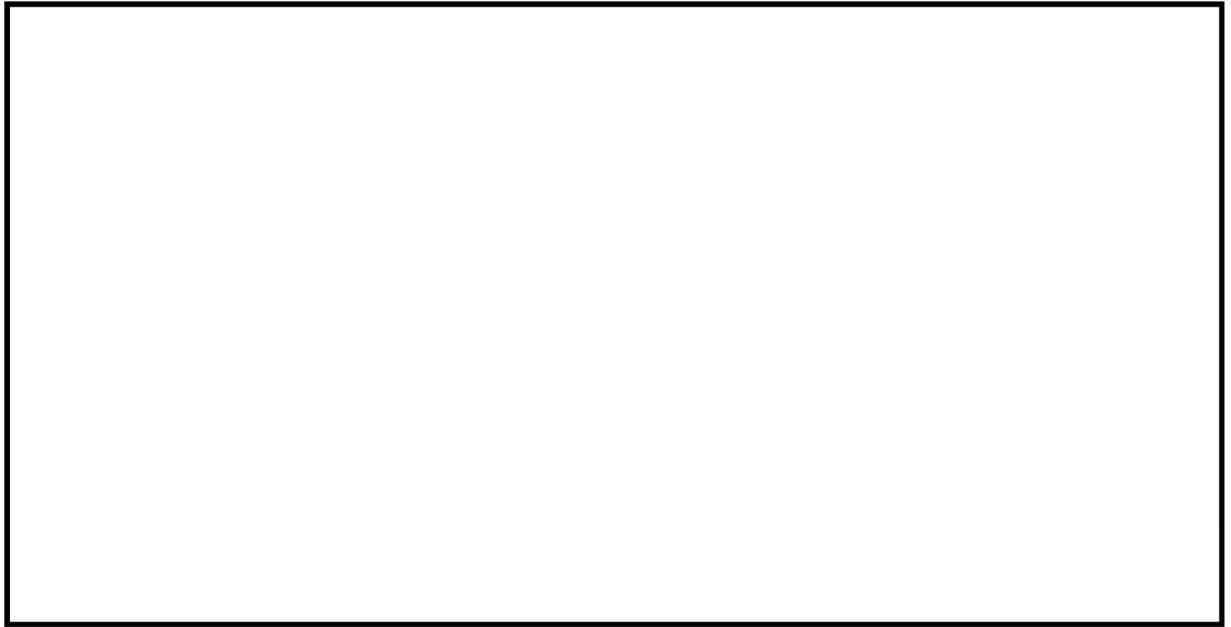


図 3-10 可搬型代替注水ポンプ (A-1 級) の評価部位概略図 (1/2)

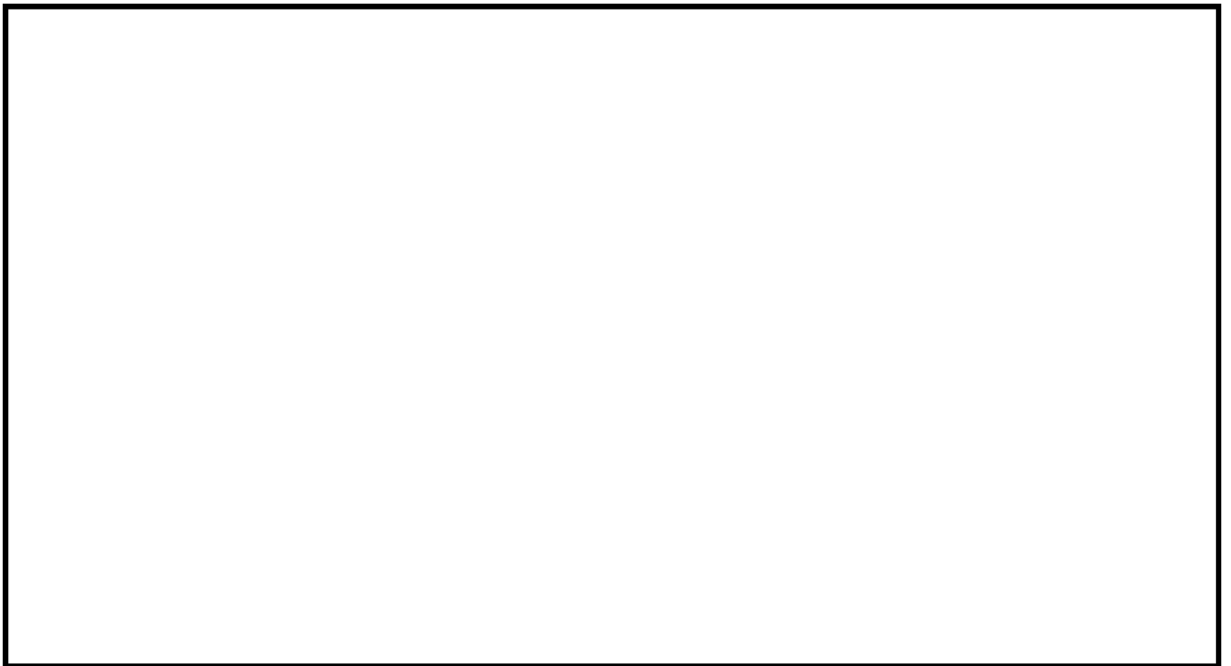
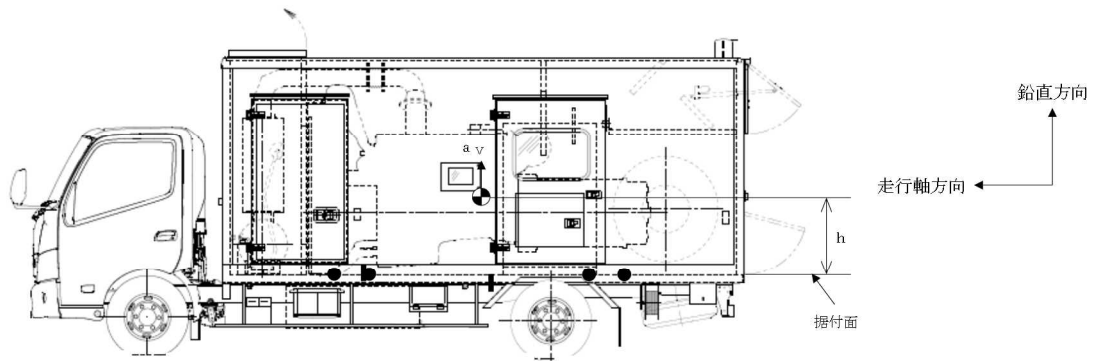


図 3-10 可搬型代替注水ポンプ (A-1 級) の評価部位概略図 (2/2)

側面図



平面図

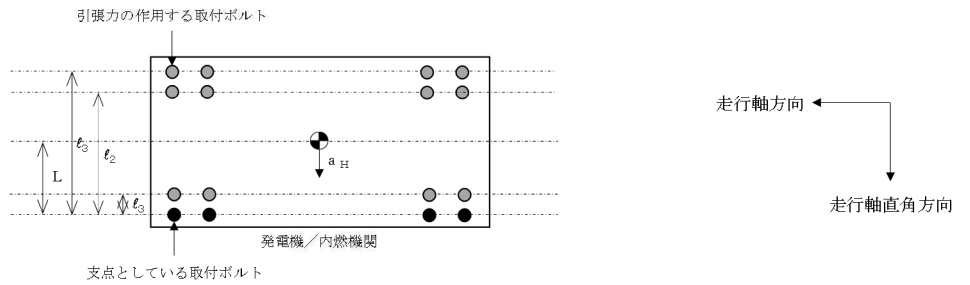
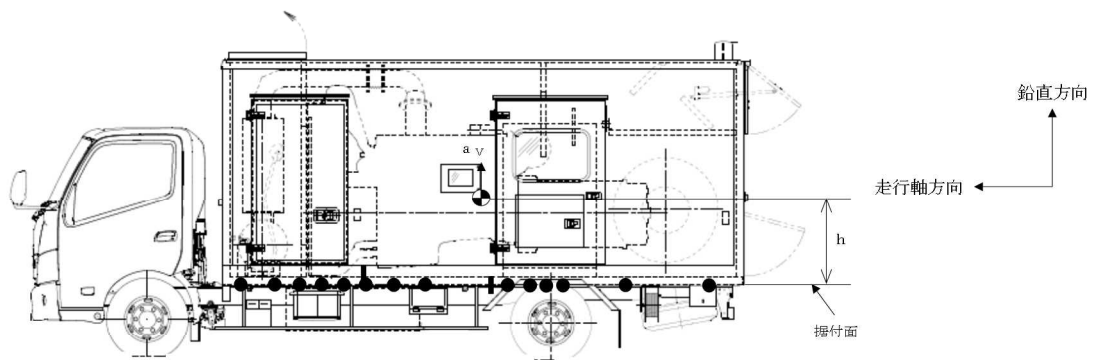


図 3-11 電源車の評価部位概略図 (1/2)

側面図



平面図

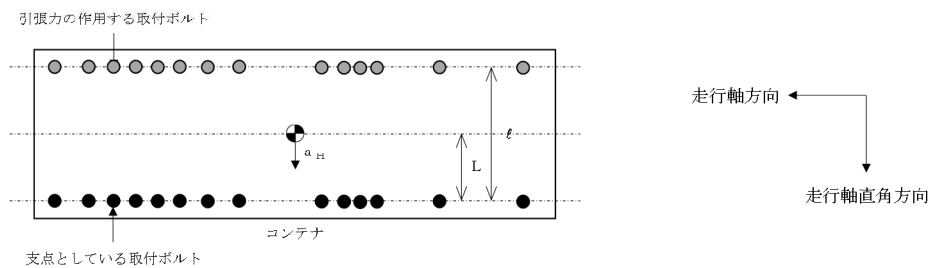


図 3-11 電源車の評価部位概略図 (2/2)

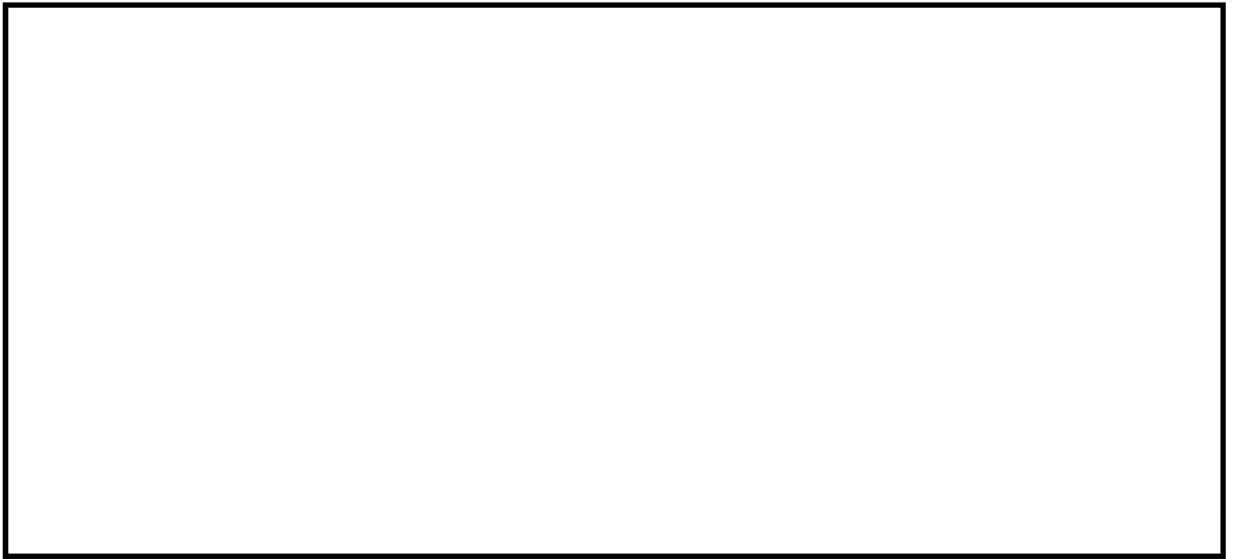


図 3-12 大容量送水車（熱交換器ユニット用）の評価部位概略図（1/3）

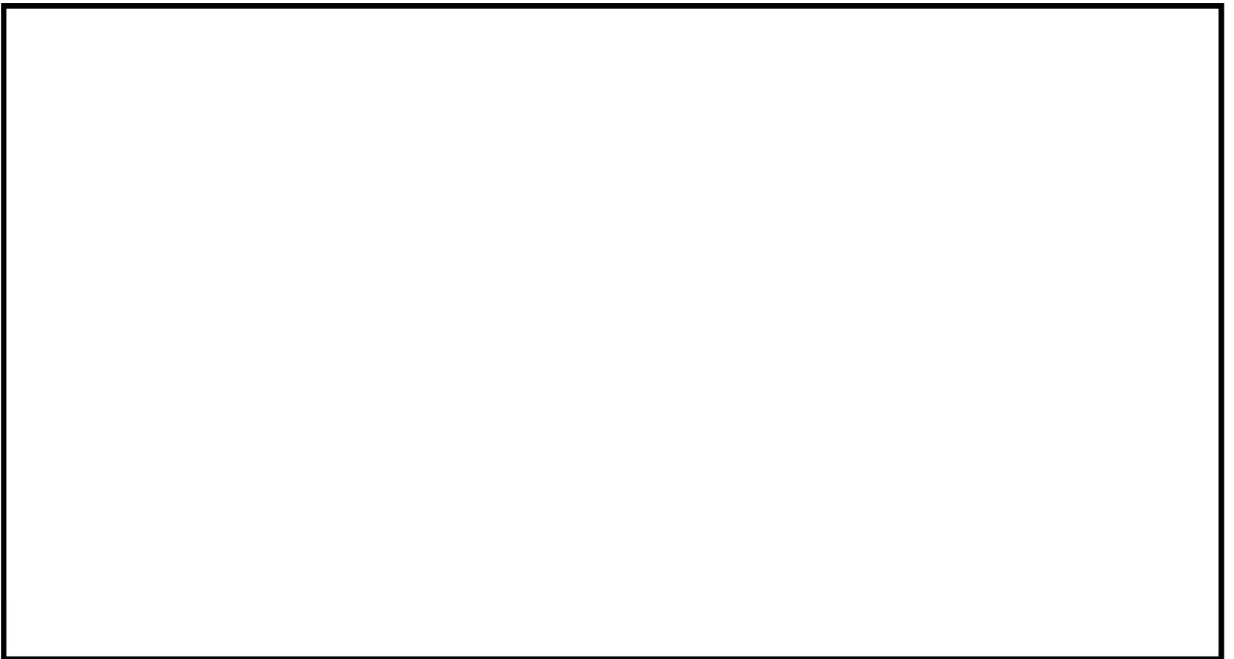


図 3-12 大容量送水車（熱交換器ユニット用）の評価部位概略図（2/3）

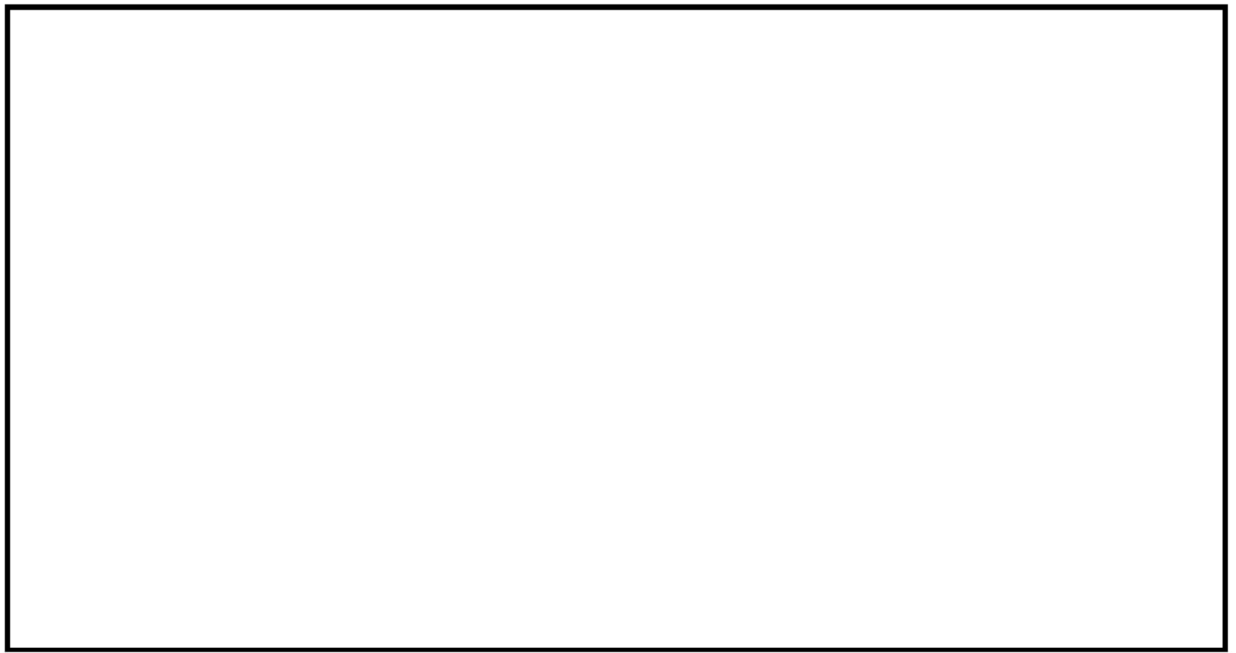


図 3-12 大容量送水車（熱交換器ユニット用）の評価部位概略図（3/3）

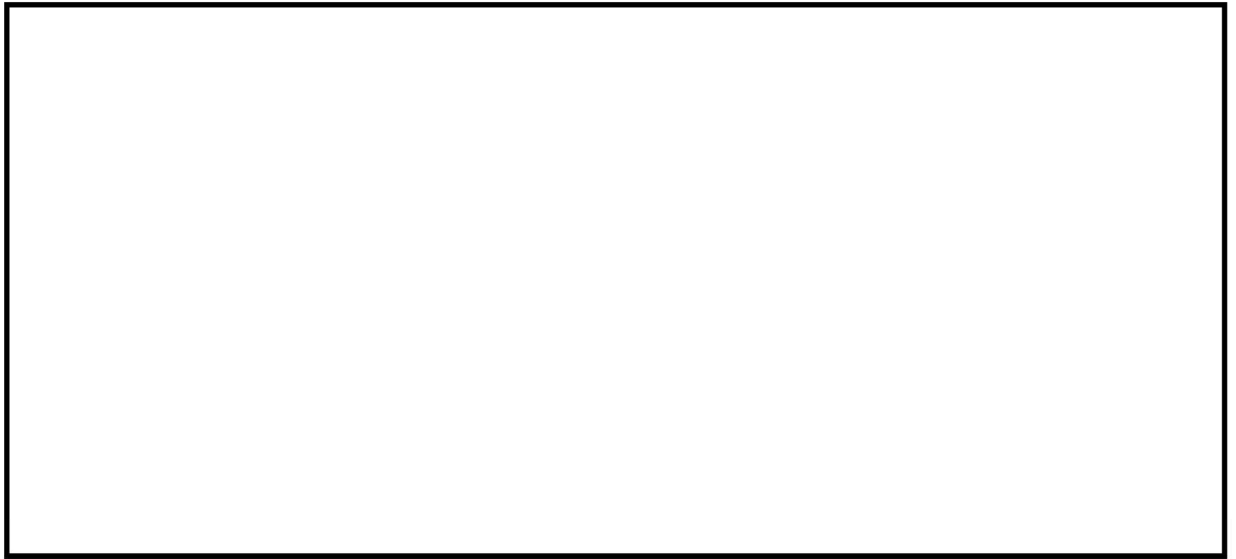


図 3-13 大容量送水車（原子炉建屋放水設備用）の評価部位概略図（1/3）



図 3-13 大容量送水車（原子炉建屋放水設備用）の評価部位概略図（2/3）

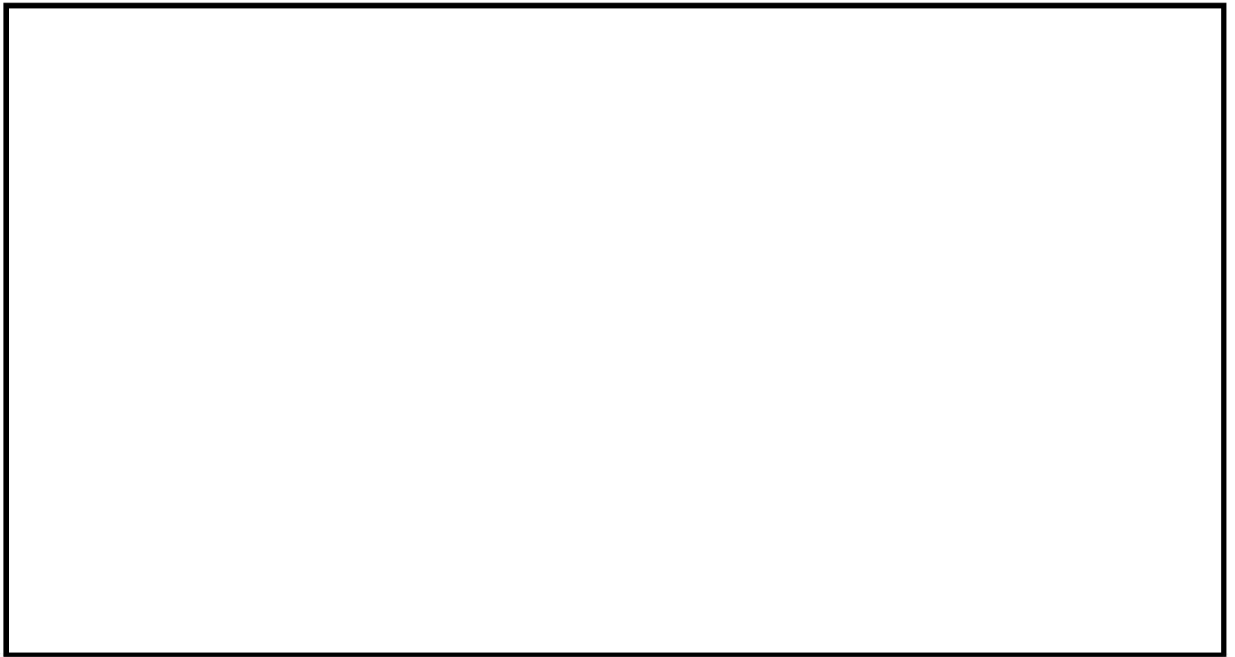


図 3-13 大容量送水車（原子炉建屋放水設備用）の評価部位概略図（3/3）

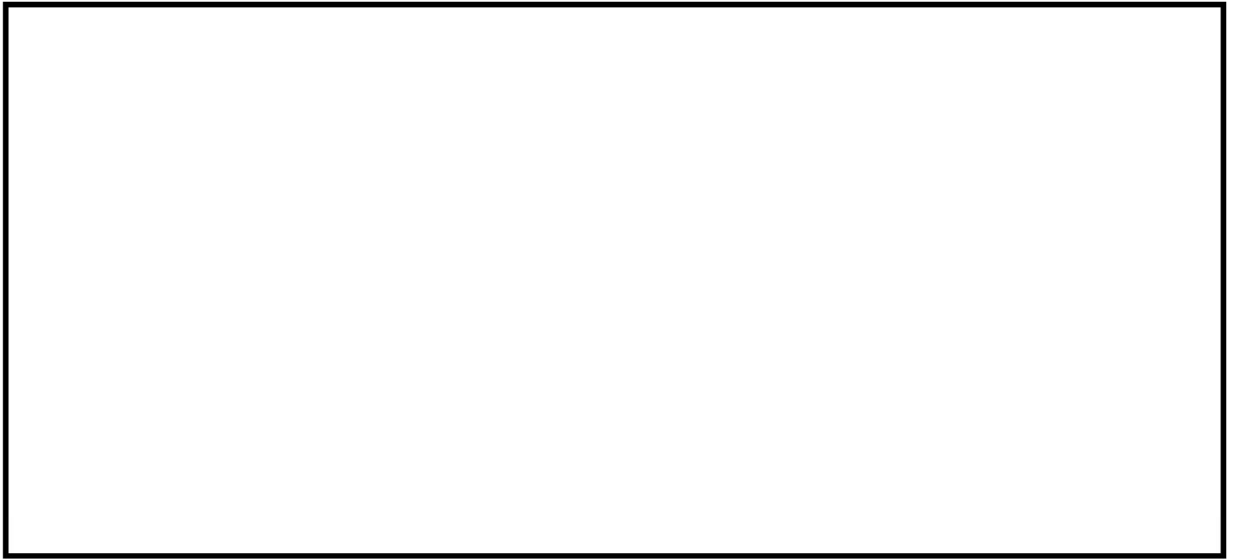


図 3-14 大容量送水車（海水取水用）の評価部位概略図（1/3）

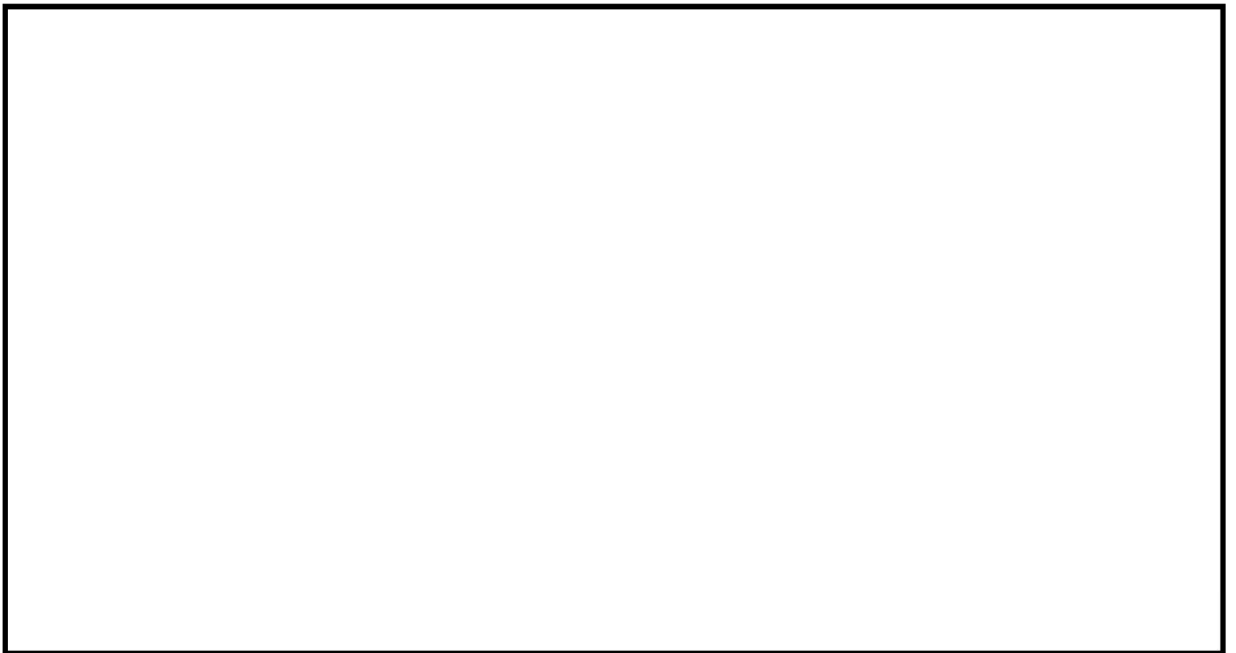


図 3-14 大容量送水車（海水取水用）の評価部位概略図（2/3）

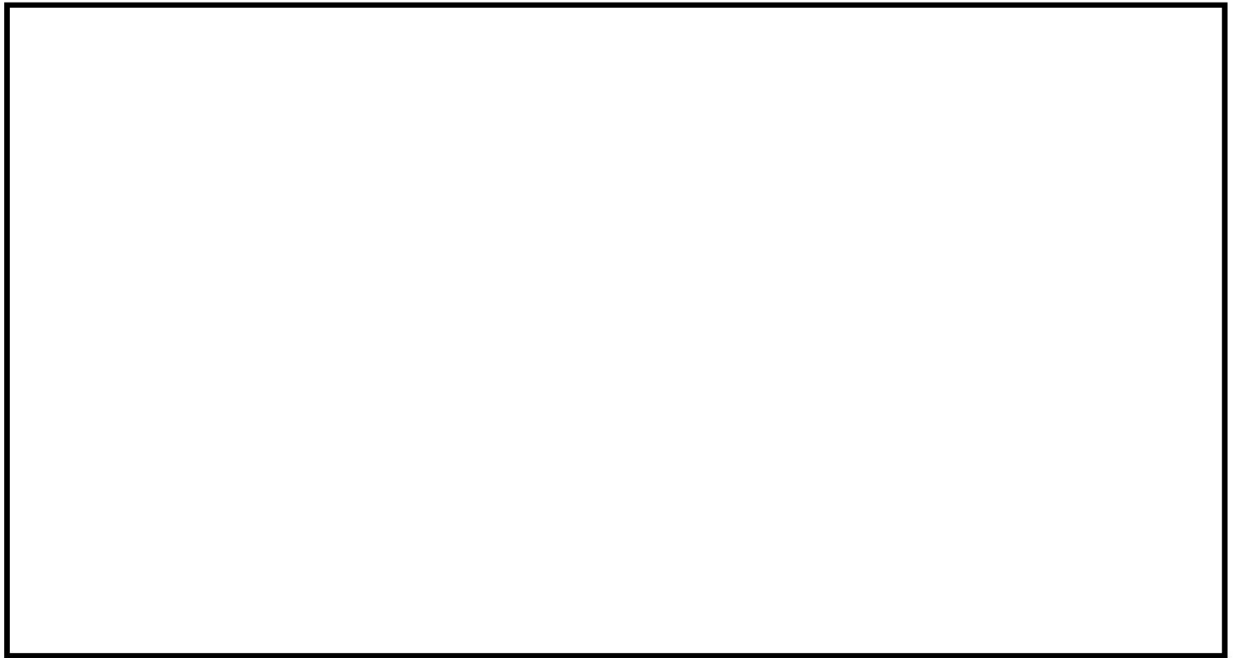
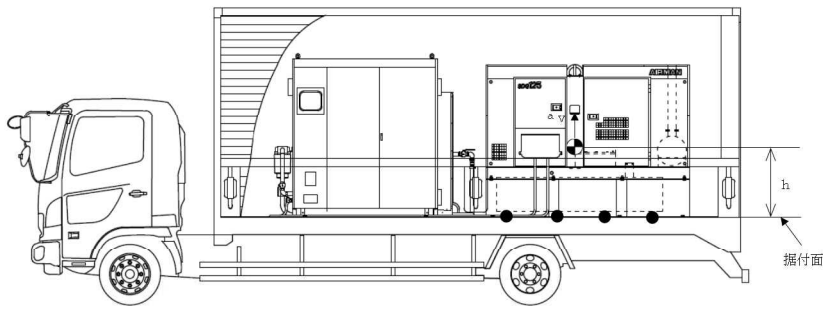


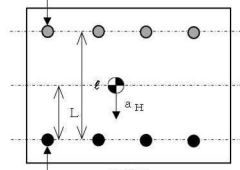
図 3-14 大容量送水車（海水取水用）の評価部位概略図（3/3）

側面図



平面図

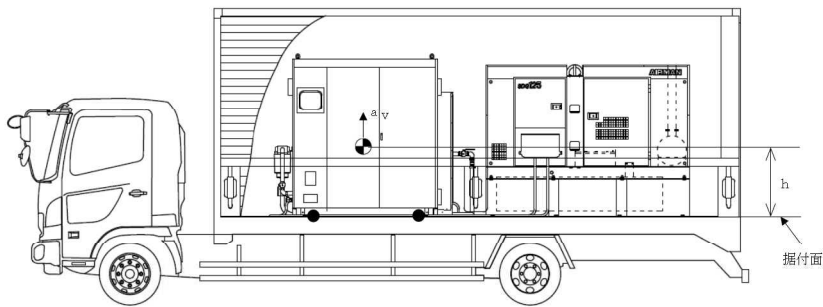
引張力の作用する取付ボルト



支点としている取付ボルト

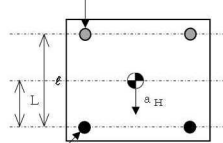
図 3-15 可搬型窒素供給装置の評価部位概略図 (1/4)

側面図



平面図

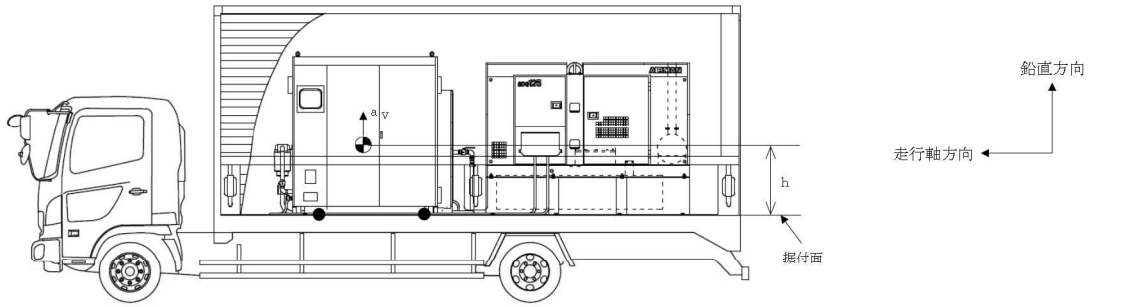
引張力の作用する取付ボルト



支点としている取付ボルト

図 3-15 可搬型窒素供給装置の評価部位概略図 (2/4)

側面図

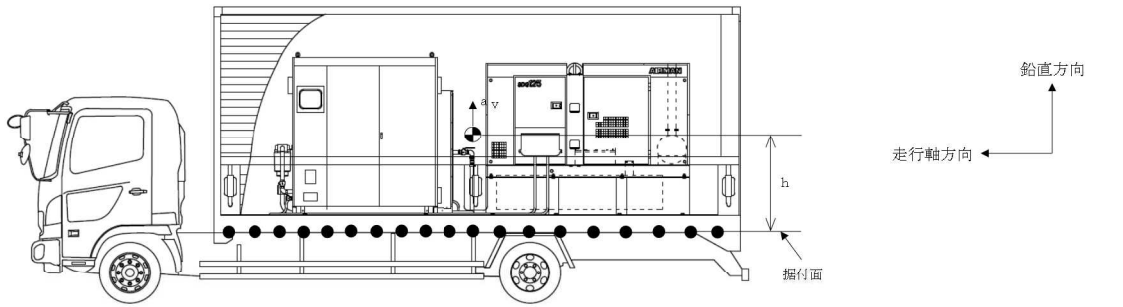


平面図



図 3-15 可搬型窒素供給装置の評価部位概略図 (3/4)

側面図



平面図

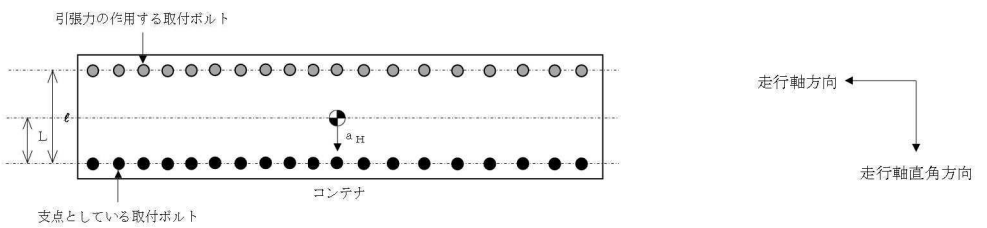


図 3-15 可搬型窒素供給装置の評価部位概略図 (4/4)

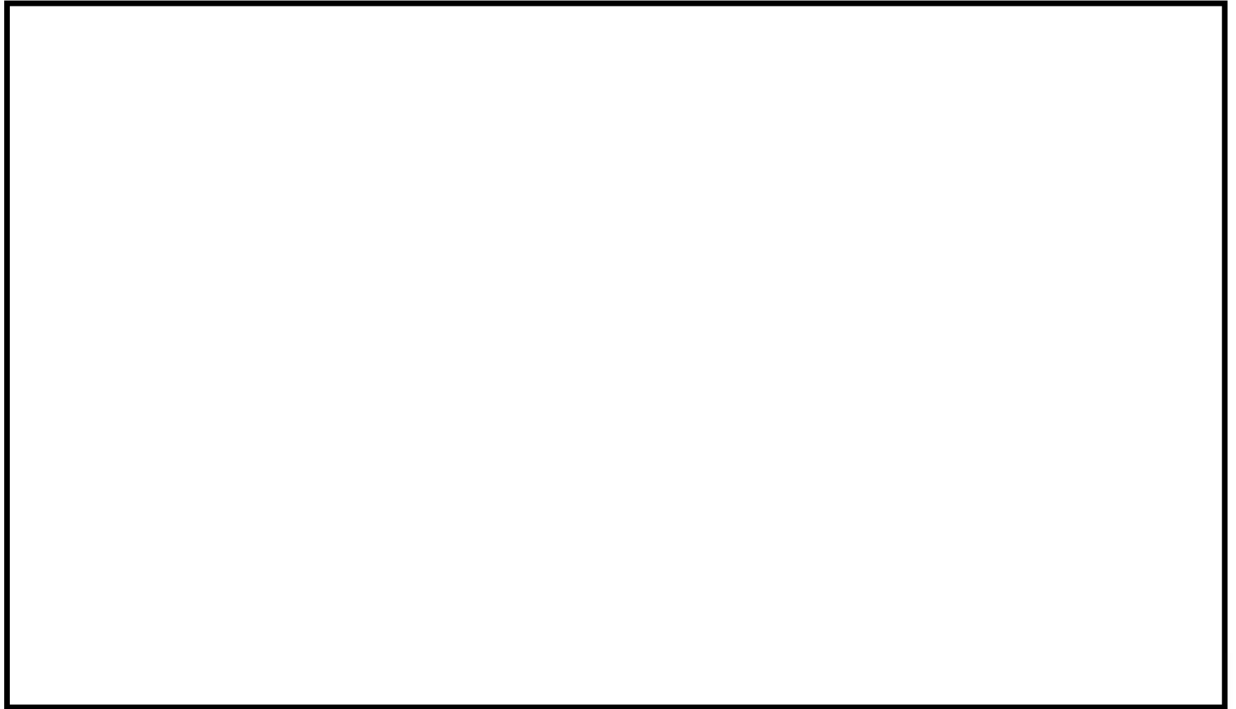
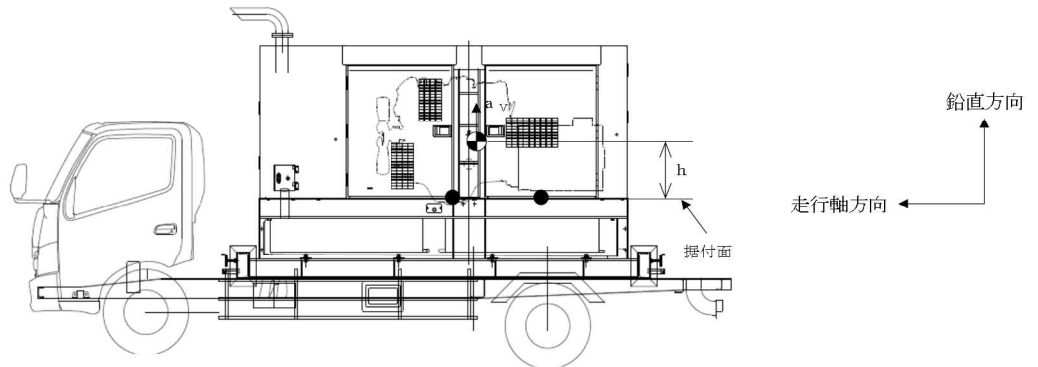


図 3-16 泡原液搬送車の評価部位概略図

側面図



平面図

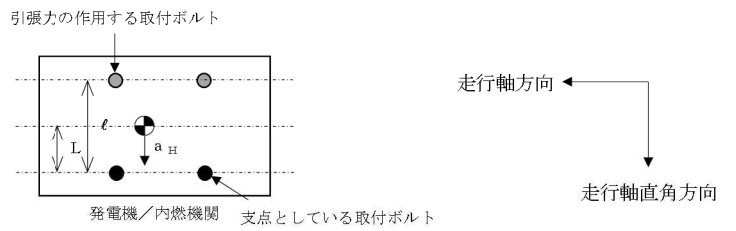
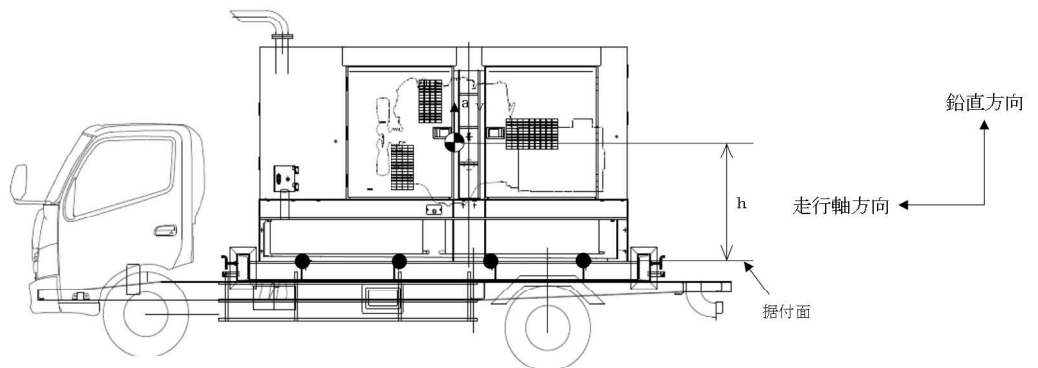


図 3-17 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備の評価部位概略図 (1/2)

側面図



平面図

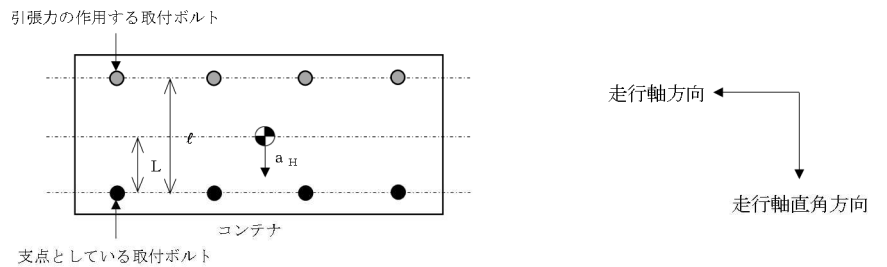


図 3-17 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備の評価部位概略図 (2/2)

(3) 取付ボルトの締結状態

車両型設備の耐震評価のうち構造強度評価の評価部位は、取付ボルトを対象として選定している。取付ボルトは、納入メーカーにてトルク管理をしていることから、剛に締結されているため機器の支持機能を十分に発揮することができる。また、ボルト締結状態の管理については、可能な限り通常のパトロール及び起動試験による目視の確認を行うとともに、分解点検による取外しを行う場合等については、適切なトルクでの締付けを行うなど継続して管理を行うこととしている。

3.6 機能維持評価

可搬型重大事故等対処設備のうち車両型設備は，加振試験後の機能維持確認として，各設備の機能に応じた試験を実施し，設備が問題なく動作することを確認している。

加振試験後の機能維持確認方法と結果を，表 3-2 に示す。

表 3-2 加振試験後の機能維持確認方法と結果 (1/2)

設備名称	確認事項
タンクローリ (4kL) (6, 7 号機共用)	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、給油機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
タンクローリ (16kL) (6, 7 号機共用)	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、給油機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) (6, 7 号機共用)	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、送水機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
可搬型代替注水ポンプ (A-1 級) (6, 7 号機共用)	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、送水機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
電源車 (6, 7 号機共用)	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、発電機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器 (6, 7 号機共用) *	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
大容量送水車 (熱交換器ユニット用) (6, 7 号機共用)	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、送水機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。

注記*：熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器のトラクタ・トレーラを車両型設備として分類。

表 3-2 加振試験後の機能維持確認方法と結果 (2/2)

設備名称	確認事項
大容量送水車（原子炉建屋放水設備用）（6,7号機共用）	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、送水機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
大容量送水車（海水取水用）（6,7号機共用）	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、送水機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
可搬型窒素供給装置（6,7号機共用）	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、窒素供給機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
泡原液搬送車（6,7号機共用）	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備（6,7号機共用）	<ul style="list-style-type: none"> ・加振試験により、転倒していないことを確認した。 ・外観点検により、設備に要求される機能に影響を及ぼす損傷、燃料漏えい等の異常が無いことを確認した。 ・起動試験により、発電機能に問題が無いことを確認した。 ・走行試験により、自走機能に問題が無いことを確認した。

3.7 波及的影響評価

(1) 基本方針

地震時における波及的影響を防止する必要がある他の設備への波及的影響として考慮すべき項目としては、地震に伴う車両のすべり及び傾きによる干渉がある。このため波及的影響評価においては、地震時のすべり量及び傾き角により算出した変位量を評価し、本評価結果に基づき、車両型設備 1 台当たりの離隔距離を適切に設定することにより、他の設備との接触、衝突等が生じない設計とする。

また、評価対象となる設備は、荒浜側高台保管場所、大湊側高台保管場所、5 号機東側保管場所及び 5 号機東側第二保管場所に保管される車両型設備であり、このうち 5 号機東側第二保管場所に保管される車両型設備は、竜巻による飛散防止の観点から、固縛措置を講じる設計とする。このため、地震に伴う車両のすべり及び傾きが生じても、竜巻対策としての固縛装置との干渉がないよう、固縛装置は適正なたるみを設ける設計とする。

(2) 評価方法

加振試験にて得られたすべり量及び傾き角により算出した車両型設備の最大変位量が、波及的影響を防止する必要がある他の設備に対して必要な離隔距離未満であることを確認する。

(3) 評価結果

波及的影響評価として評価した走行軸方向の車両型設備の最大変位量と走行軸直角方向の車両型設備の最大変位量については、設定した離隔距離（許容限界）未満であることを確認した。

a. 走行軸方向

表 3-3 に各車両型設備の走行軸方向に関する評価結果を示す。表 3-3 より、走行軸方向の車両型設備の最大変位量は、設定した離隔距離（許容限界）未満であることを確認した。

b. 走行軸直角方向

表 3-4 に各車両型設備の走行軸直角方向に関する評価結果を示す。表 3-4 より、走行軸直角方向の車両型設備の最大変位量は、設定した離隔距離（許容限界）未満であることを確認した。

表 3-3 波及的影響評価結果（走行軸方向）（1/2）

(単位：mm)

設備名称	保管場所	すべり量	傾きによる変位量*1	車両の最大変位量 (走行軸方向)	許容限界*2 (走行軸方向)	評価 結果
タンクローリー (4kL) (6, 7 号機共用)	荒浜側高台保管場所	480	—	480	1600	○
	大湊側高台保管場所					
	5号機東側第二保管場所					
タンクローリー (16kL) (6, 7 号機共用)	荒浜側高台保管場所	420	—	420	1600	○
	大湊側高台保管場所					
	5号機東側第二保管場所					
可搬型代替注水ポンプ (A- 2級) (6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所	900	—	900	1600	○
	大湊側高台保管場所					
	5号機東側第二保管場所					
可搬型代替注水ポンプ (A- 1級) (6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所	640	—	640	1600	○
	大湊側高台保管場所					
	5号機東側第二保管場所					
電源車 (6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所	1360	—	1360	2100	○
	大湊側高台保管場所					
熱交換器ユニット 代替原 子炉補機冷却系熱交換器 (6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所	1130	—	1130*3	1600	○
	大湊側高台保管場所					

注記*1：地震による走行軸方向への傾きはほとんど無視できるため、走行軸方向への傾きによる変位量は評価しない。

*2：加振試験にて確認した最大変位量を基に定めた1台当たりの離隔距離。

*3：熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器2車種のうち、最大変位量が最も大きい熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器の結果を示す。

表 3-3 波及的影響評価結果（走行軸方向）（2/2）

（単位：mm）

設備名称	保管場所	すべり量	傾きによる変位量*1	最大変位量 （走行軸方向）	許容限界*2 （走行軸方向）	評価 結果
大容量送水車（熱交換器ユニット用）（6, 7号機共用）	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	300	—	300	1900	○
大容量送水車（原子炉建屋放水設備用）（6, 7号機共用）	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	300	—	300	1900	○
大容量送水車（海水取水用）（6, 7号機共用）	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	300	—	300	1900	○
可搬型窒素供給装置（6, 7号機共用）	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	420	—	420	2300	○
泡原液搬送車（6, 7号機共用）	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	630	—	630	1600	○
5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備（6, 7号機共用）	大湊側高台保管場所 5号機東側保管場所	1470	—	1470	1900 2000	○ ○

注記*1：地震による走行軸方向への傾きはほとんど無視できるため、走行軸方向への傾きによる変位量は評価しない。

*2：加振試験にて確認した最大変位量を基に定めた1台当たりの離隔距離。

表 3-4 波及的影響評価結果（走行軸直角方向）（1/2）

(単位：mm)

設備名称	保管場所	すべり量	傾きによる変位量	最大変位量 (走行軸直角 方向)	許容限界*1 (走行軸直角 方向)	評価 結果
タンクローリ (4kL) (6, 7 号機共用)	荒浜側高台保管場所	390	417	807	1600	○
	大湊側高台保管場所					
	5号機東側第二保管場所					
タンクローリ (16kL) (6, 7 号機共用)	荒浜側高台保管場所	700	367	1067	1600	○
	大湊側高台保管場所					
	荒浜側高台保管場所					
可搬型代替注水ポンプ (A- 2級) (6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所	600	407	1007	1600	○
	大湊側高台保管場所					
	5号機東側第二保管場所					
可搬型代替注水ポンプ (A- 1級) (6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所	1000	523	1523	1600	○
	大湊側高台保管場所					
	荒浜側高台保管場所					
電源車 (6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所	1450	632	2082	2100	○
	大湊側高台保管場所					
熱交換器ユニット 代替原 子炉補機冷却系熱交換器 (6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	680	93	773*2	1600	○

注記*1：加振試験にて確認した最大変位量を基に定めた1台当たりの離隔距離。

*2：熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器2車種のうち、最大変位量が最も大きい熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器の結果を示す。

表 3-4 波及的影響評価結果（走行軸直角方向）(2/2)

(単位：mm)

設備名称	保管場所	すべり量	傾きによる変位量	車両の最大変位量 (走行軸直角 方向)	許容限界* (走行軸直角 方向)	評価 結果
大容量送水車（熱交換器コ ニット用）(6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	1020	866	1886	1900	○
大容量送水車（原子炉建屋 放水設備用）(6, 7号機共 用)	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	1020	866	1886	1900	○
大容量送水車（海水取水 用）(6, 7号機共用)	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	1020	866	1886	1900	○
可搬型窒素供給装置（6, 7 号機共用）	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	1350	864	2214	2300	○
泡原液搬送車（6, 7号機共 用）	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	690	834	1524	1600	○
5号機原子炉建屋内緊急時 対策所用可搬型電源設備 (6, 7号機共用)	大湊側高台保管場所	1050	803	1853	1900	○
	5号機東側保管場所				2000	

注記*：加振試験にて確認した最大変位量を基に定めた1台当たりの離隔距離。

実際の車両型設備の配置に必要となる間隔については、隣り合う設備の離隔距離の合算値以上とする。

なお、地震に伴うすべり及び傾きを、双方が同時に接近する方向に生じる可能性はほとんどないため、各々の離隔距離（許容限界）を単純に加算して決定する必要はない。

ただし、最終的に環境条件（摩擦係数）の変動等を考慮し、保守性を持たせるため、上記の離隔距離（許容限界）を確保する。

(4) 加振台と実際の保管場所との環境条件の相違による影響

a. 環境条件比較

実測値とした加振台と実際の保管場所の条件には、路面材料、路面状況等、種々の相違が考えられる。

(a) 路面材料

加振試験は実際の保管場所と同様にアスファルトにて実施しており、路面材料の相違はない。

(b) 路面状況

加振台は乾燥状態であるが、屋外設置の設備に関しては気象等の影響により路面状況が変化する。乾燥面と湿潤面を比較すると湿潤面の方が摩擦係数は低下し、凍結した路面であればさらに摩擦係数が低下する。一般的に摩擦係数の低下に伴いすべり量は大きくなるが、実際の車両型設備の配置の際には、車両型設備ごとに設定した離隔距離を合算した離隔距離以上で配置すること、離隔距離は車両型設備の最大変位量に対し余裕をもった値を設定していること、及び車両型設備が同時に接近する方向に移動する可能性は低いことから、十分な保守性を確保している。また、著しく摩擦係数の低下が想定されるような以下の場合については、路面状況を維持する対応をとることから、路面状況の差が波及的影響評価の結果に与える影響は軽微である。

砂の細粒子等の異物が舗装路面に散乱している場合等については、発電所内の運用管理（保管場所のパトロール等）において、必要に応じて清掃・除去を行うため、考慮対象外とする。

凍結に関しては、舗装した保管場所にて水溜りなどが発生しないよう、良好な排水ができる設計としていることから、降雨後に気温が低下し氷点下になったとしても、良好な排水により摩擦係数に影響を与えるような凍結（ある程度厚みを持った凍結面であって、すべりに伴い重量物である車両型設備が載ることにより圧力を与えても表面しか溶けないような凍結）の恐れはなく、降雪に伴う凍結が発生する恐れのある場合にも、凍結防止剤の散布等を行い、対策を講じることとしているため、凍結については考慮対象外とする。

(c) 保管時のブレーキ力

加振試験時には実際の保管状態を模擬するため、車両のサイドブレーキを使用した状態で試験を実施しているが、車両型設備の走行軸方向の移動に対してブレーキ力が作用するため、サイドブレーキには車両型設備の走行軸方向のすべり量を低減させる効果があると考えられる。

そのため、停車時におけるサイドブレーキの取扱いとしては、車両ごとのマニュアルに従い必要な引きしろ分動作させることで十分なブレーキ力を与え、定期的な保守点検時においても状態の確認を行うとともに、必要により調整を行う。

また、サイドブレーキの点検は、法定点検項目の一つとして車両ごとに定められた点検間隔で実施するものであるため、それぞれの保守点検の間隔中における劣化は生じ難い。なお、加振試験時に用いた地震動は、保管場所の地震動をおおむね上回る加速度とし、さらに、試験によって得られた最も大きなすべり量を車両型設備ごとに適用しており、相当の保守性を有していることから、仮に保守点検の間隔中にブレーキ力のばらつきや劣化が生じたとしても、その保守性の中に含まれるものとする。