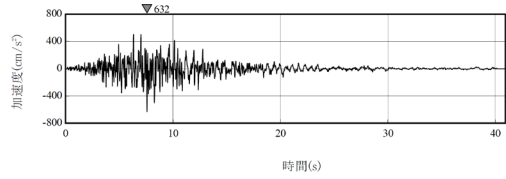
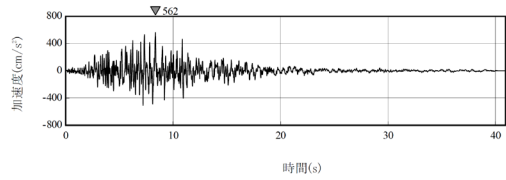


第 6-47 図(29) 建屋底面位置における地震動 (S_s-C3, ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋：東側地盤)

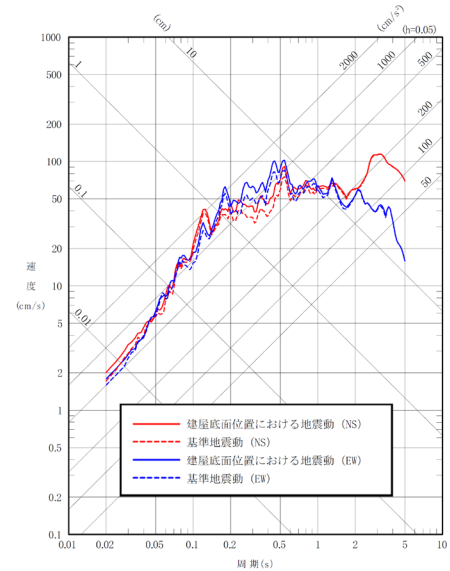
(NS 方向)
最大加速度：
632cm/s²



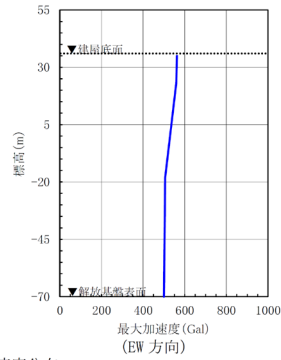
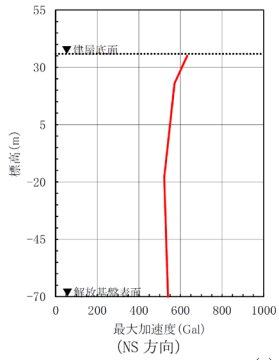
(EW 方向)
最大加速度：
562cm/s²



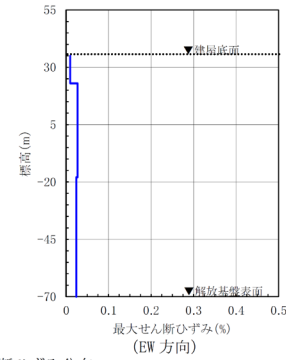
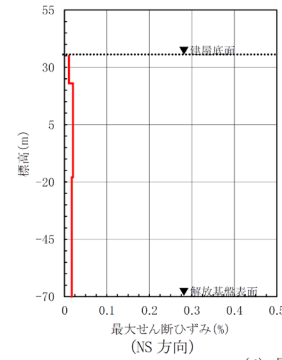
(a) 加速度時刻歴波形



(b) 応答スペクトル
(水平方向)

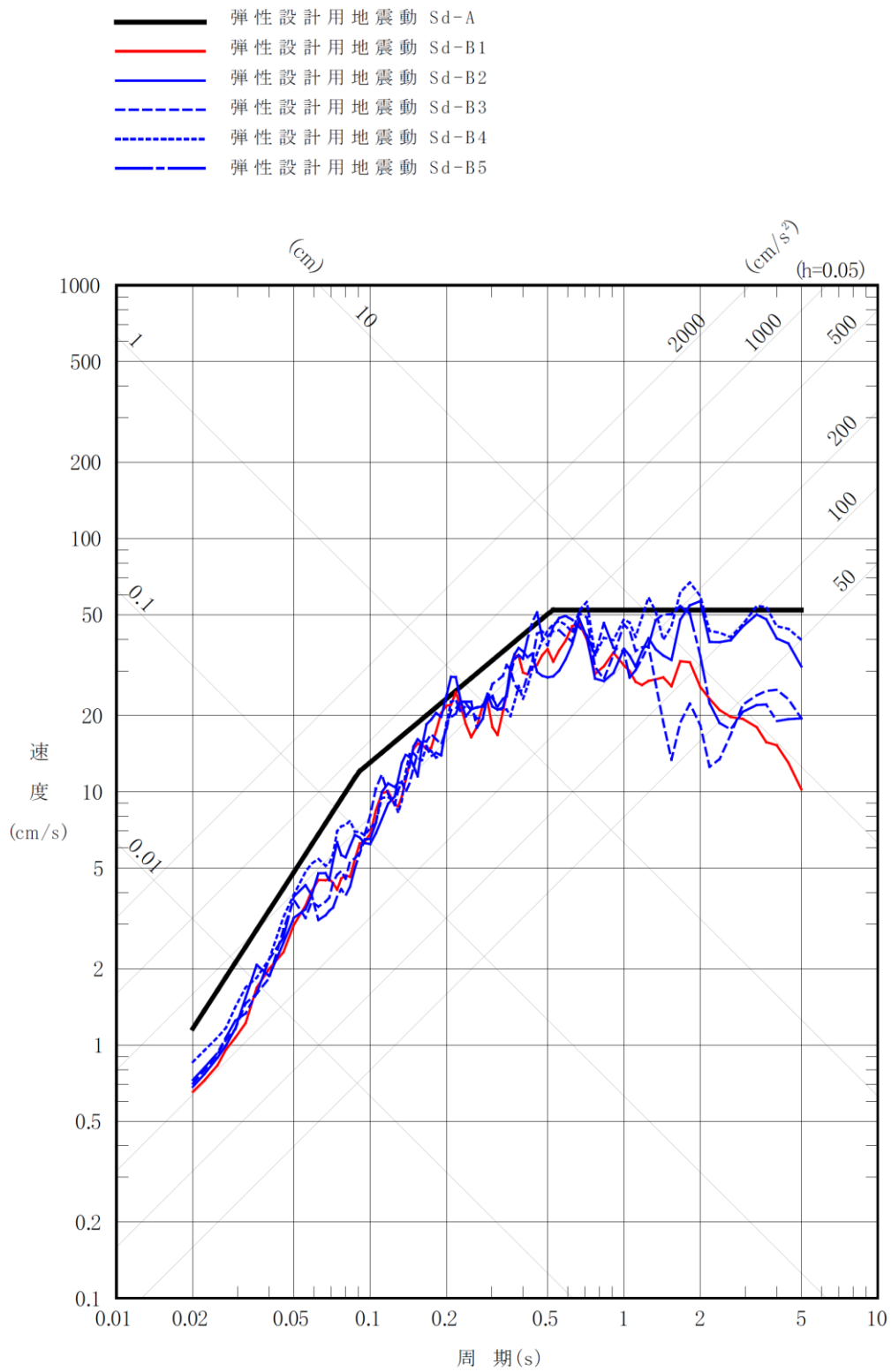


(c) 最大加速度分布



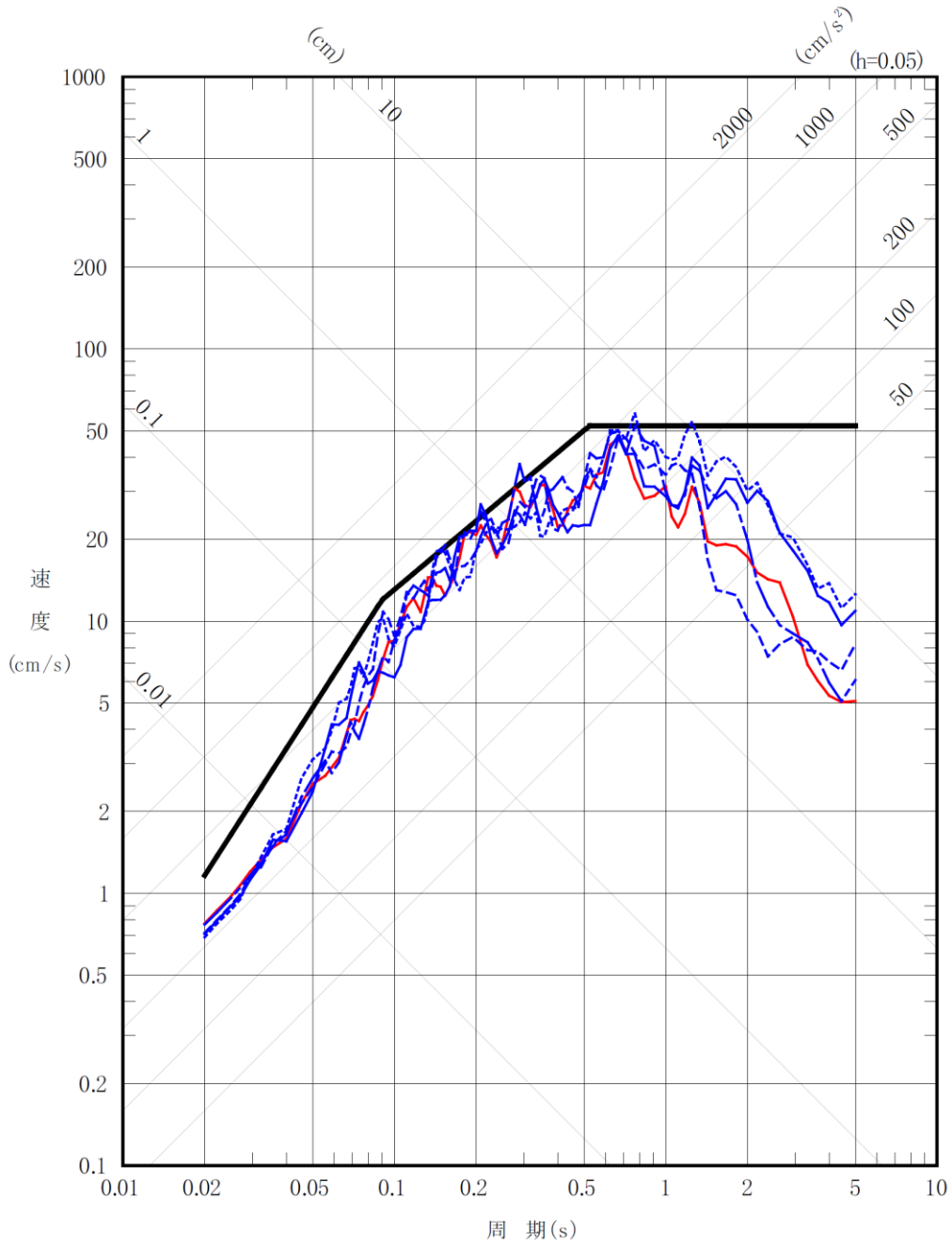
(d) 最大せん断ひずみ分布

第 6-47 図(30) 建屋底面位置における地震動 (S s - C 4, ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋：東側地盤)



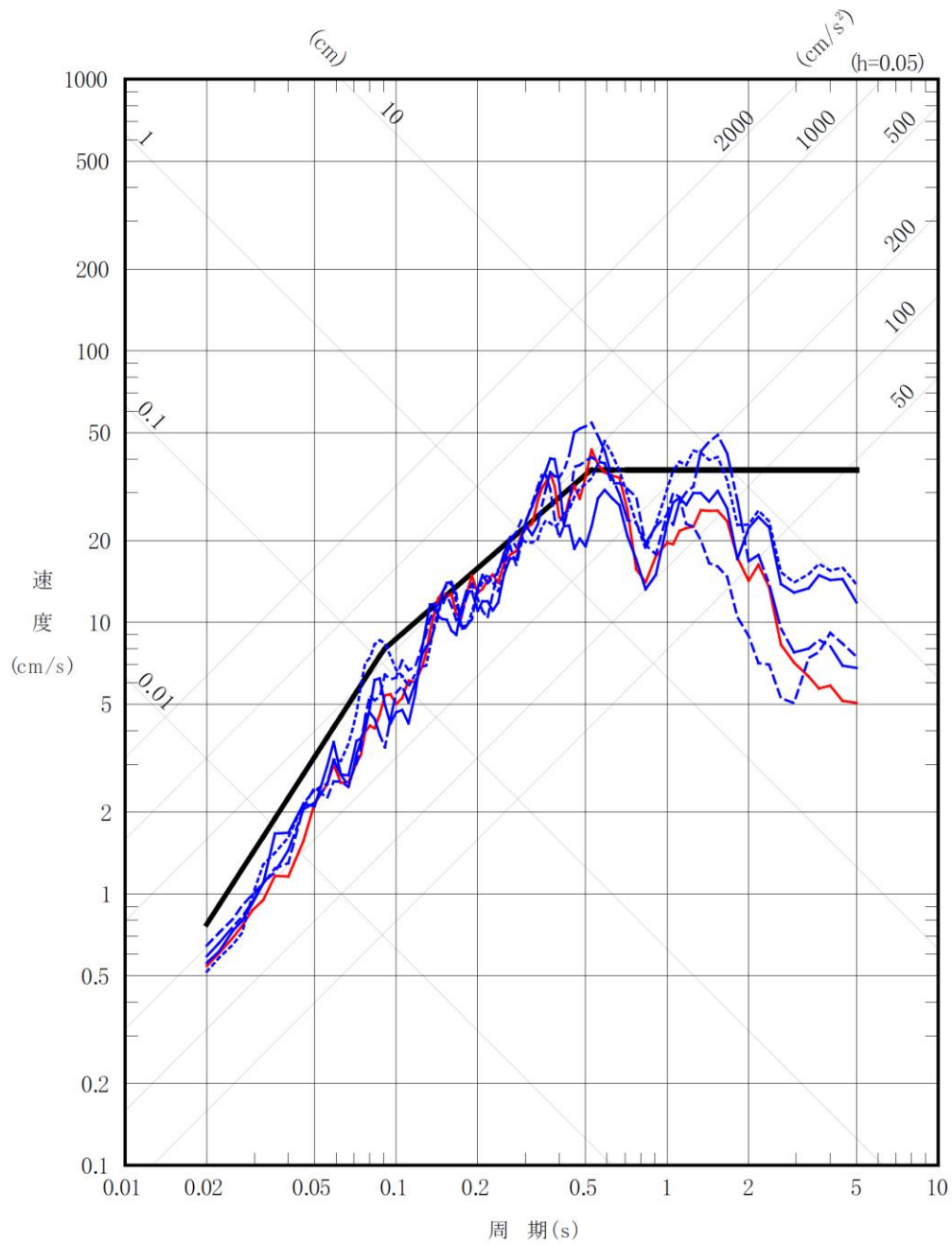
第 7-1 図(1) 弾性設計用地震動 S d - A と弾性設計用地震動 S d - B の
 応答スペクトル (NS 方向)

- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-B1
- 弾性設計用地震動 Sd-B2
- - 弾性設計用地震動 Sd-B3
- · - 弾性設計用地震動 Sd-B4
- · - 弾性設計用地震動 Sd-B5



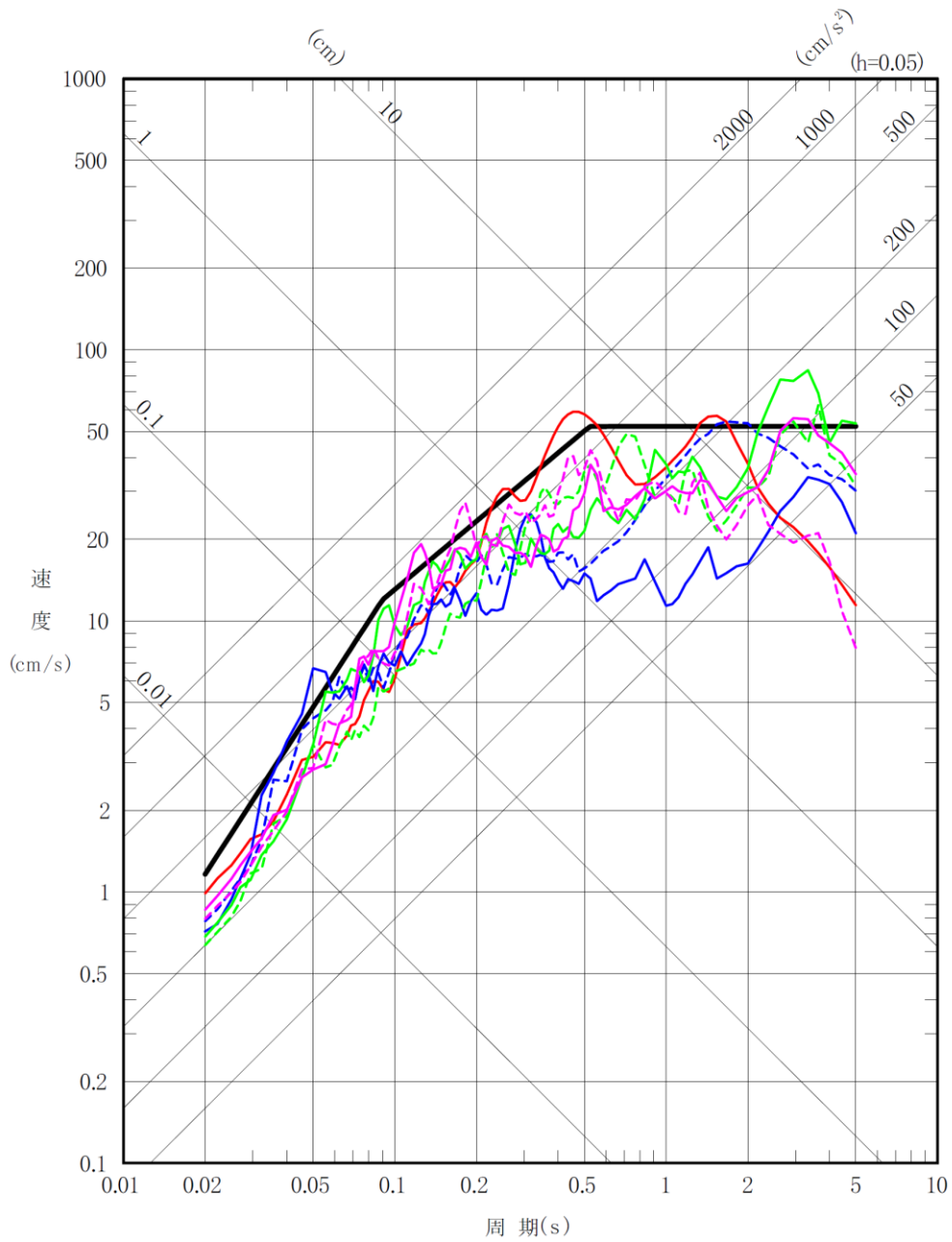
第7-1 図(2) 弾性設計用地震動 S d - A と弾性設計用地震動 S d - B の
応答スペクトル (EW 方向)

- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-B1
- 弾性設計用地震動 Sd-B2
- - 弾性設計用地震動 Sd-B3
- · - 弾性設計用地震動 Sd-B4
- - 弾性設計用地震動 Sd-B5



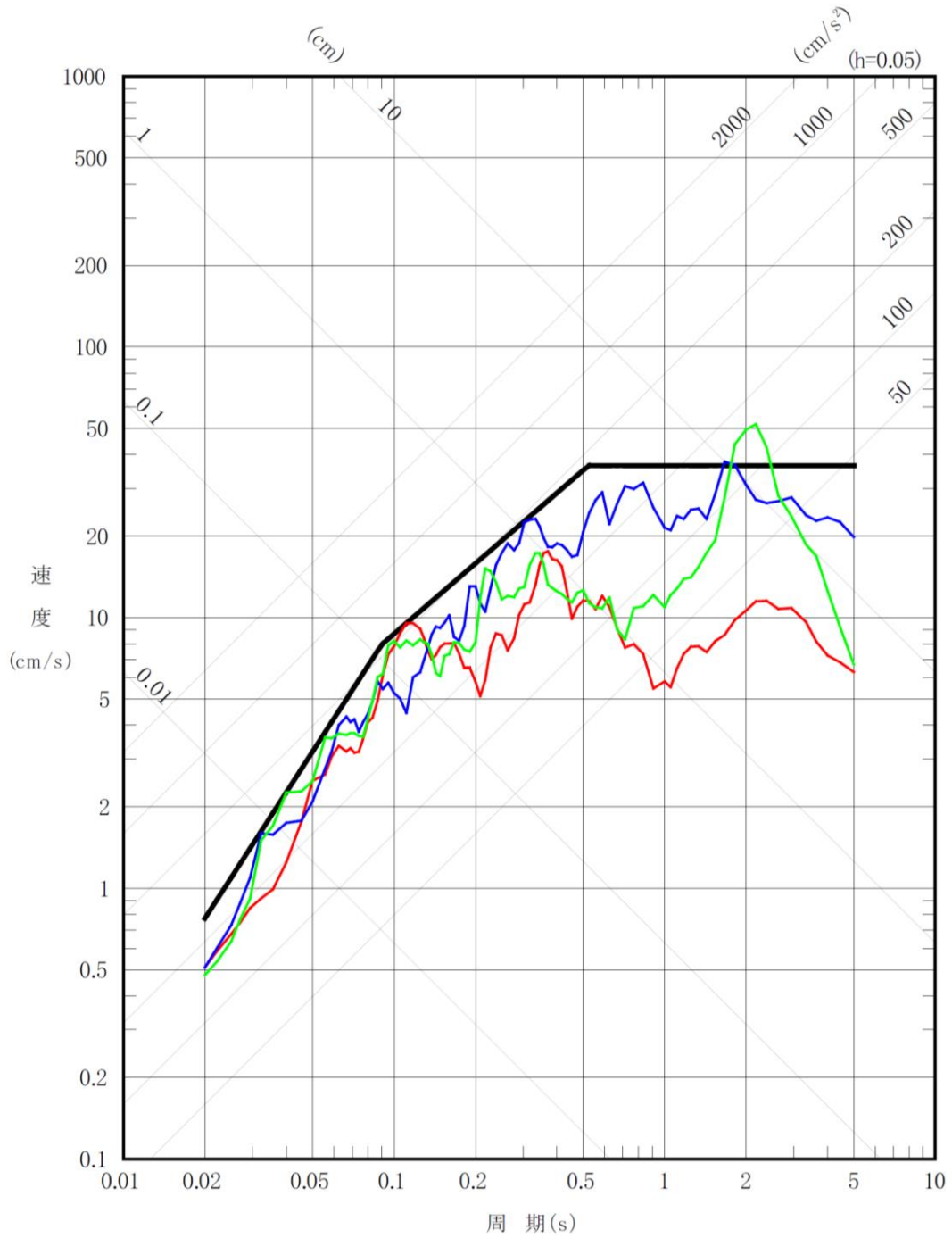
第 7-1 図(3) 弾性設計用地震動 S d - A と弾性設計用地震動 S d - B の
 応答スペクトル (UD 方向)

- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-C1 水平方向
- 弾性設計用地震動 Sd-C2 ダム軸方向
- - 弾性設計用地震動 Sd-C2 上下流方向
- 弾性設計用地震動 Sd-C3 NS方向
- - 弾性設計用地震動 Sd-C3 EW方向
- 弾性設計用地震動 Sd-C4 NS方向
- - 弾性設計用地震動 Sd-C4 EW方向

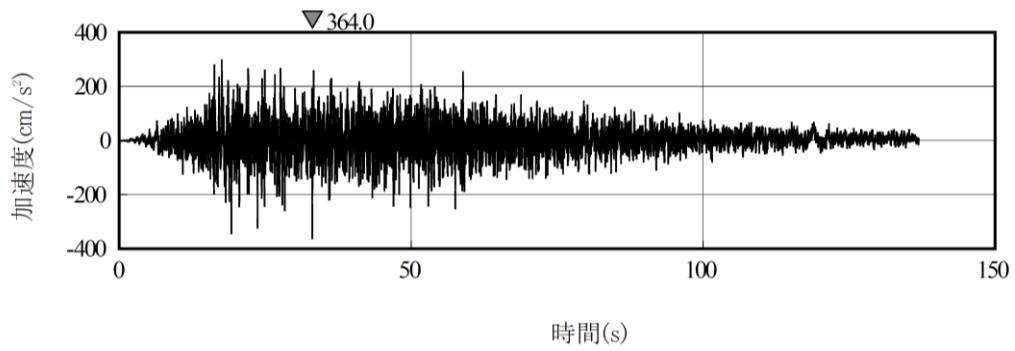


第7-1 図(4) 弾性設計用地震動 S d - C の応答スペクトル (水平方向)

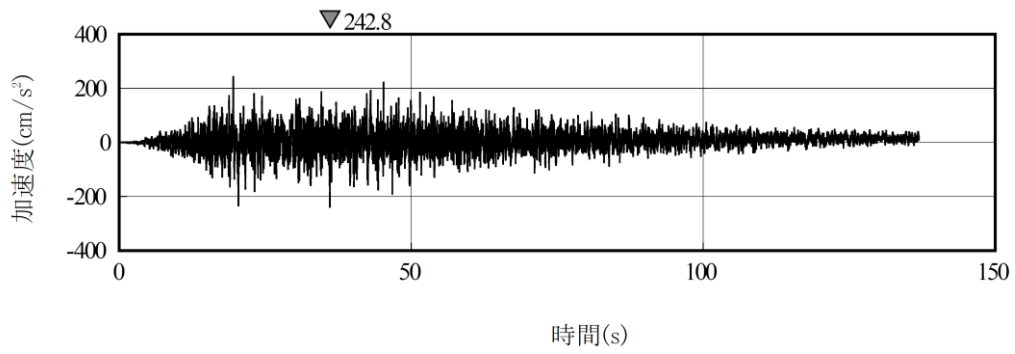
- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-C1
- 弾性設計用地震動 Sd-C2
- 弾性設計用地震動 Sd-C3



第7-1 図(5) 弾性設計用地震動 S d - C の応答スペクトル (鉛直方向)

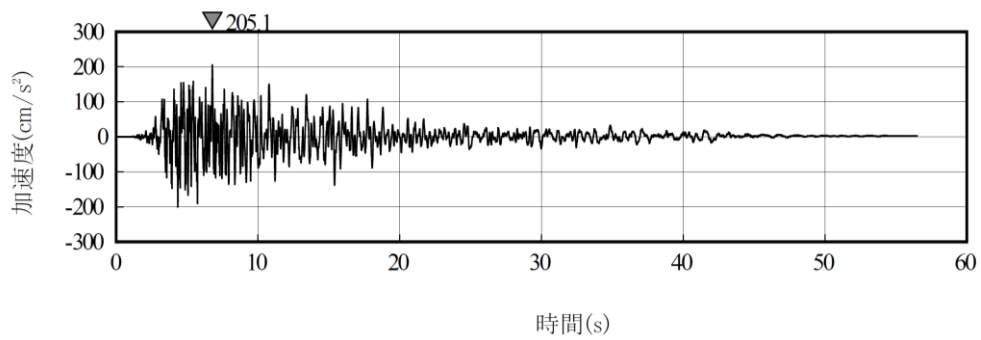


(a) S d - A_H

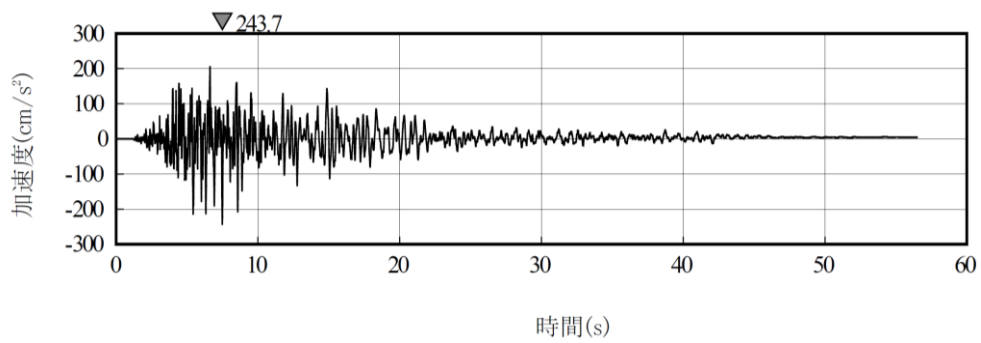


(b) S d - A_V

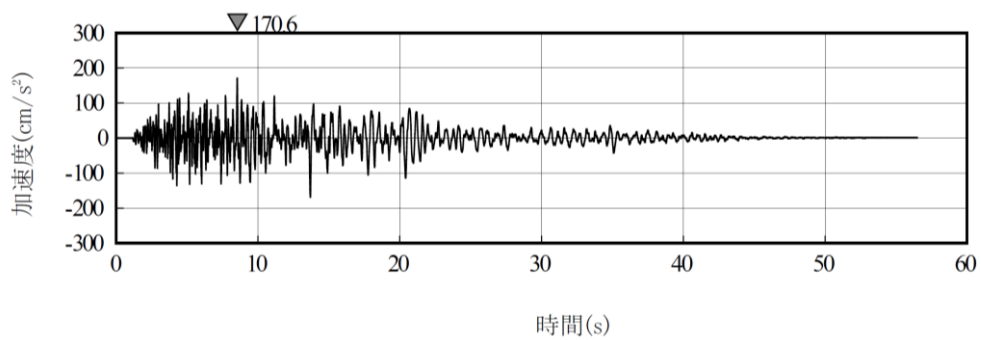
第 7-2 図(1) 弾性設計用地震動 S d - A_H, S d - A_V の設計用模擬地震波の
加速度時刻歴波形



(a) NS方向

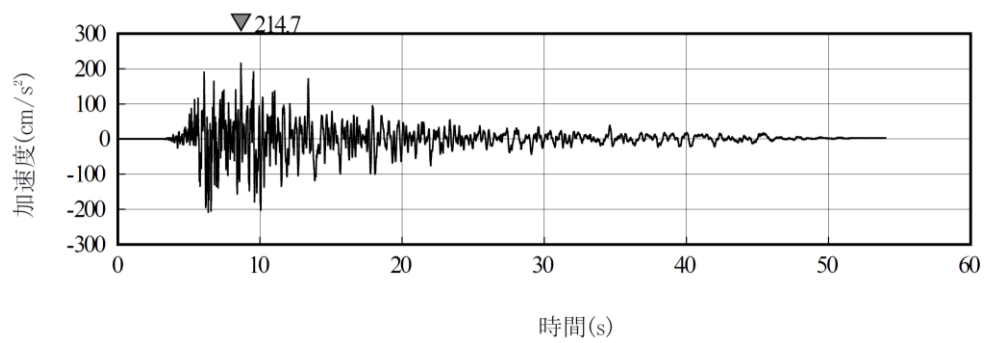


(b) EW方向

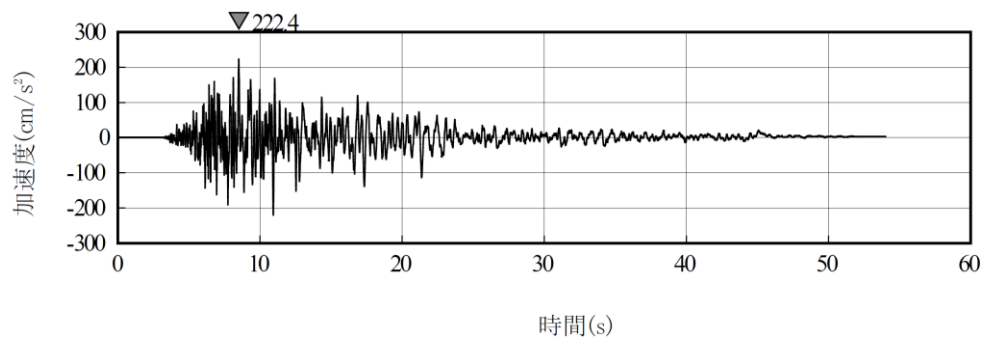


(c) UD方向

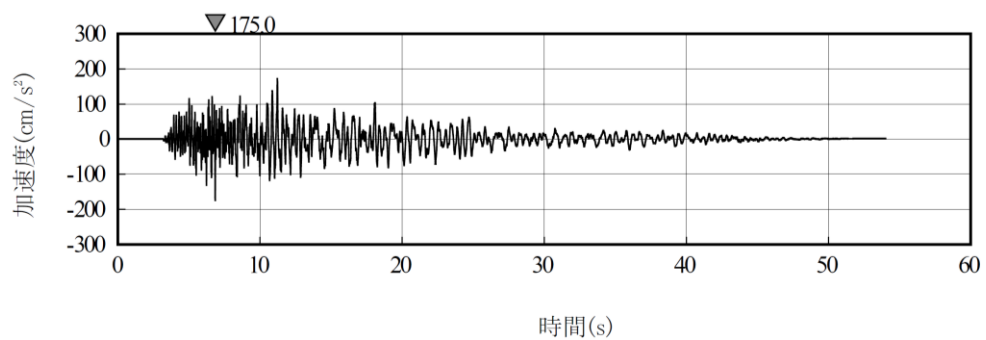
第7-2 図(2) 弾性設計用地震動 S d - B 1 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

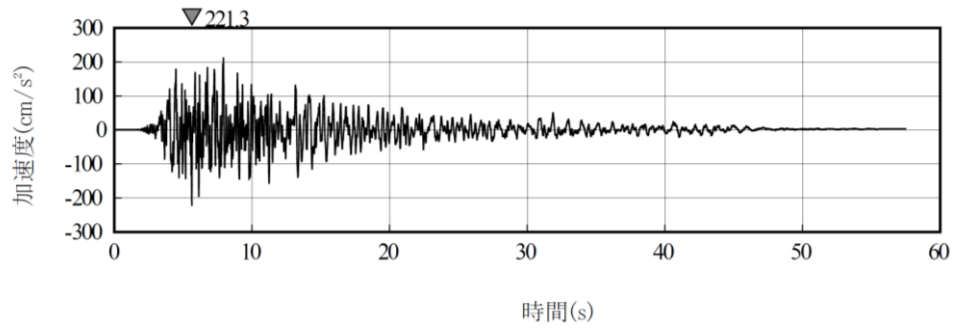


(b) EW方向

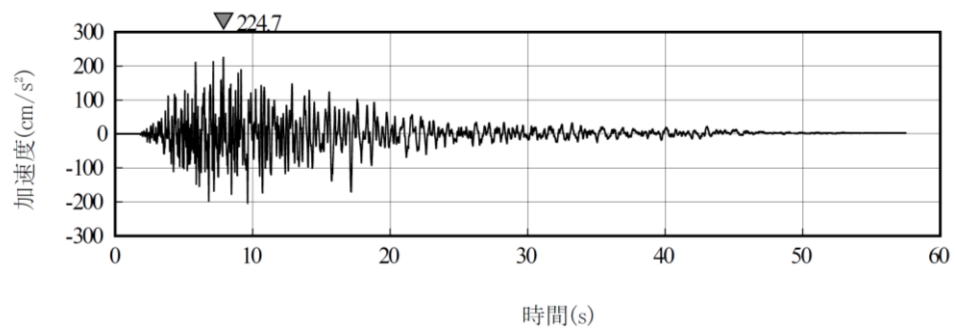


(c) UD方向

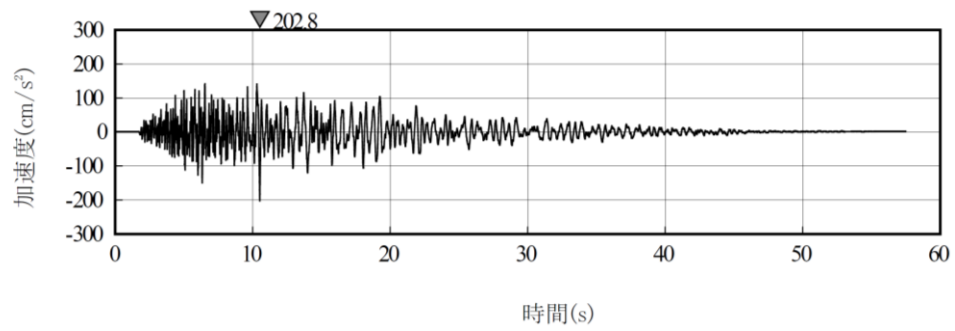
第7-2 図(3) 弾性設計用地震動S d - B 2の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

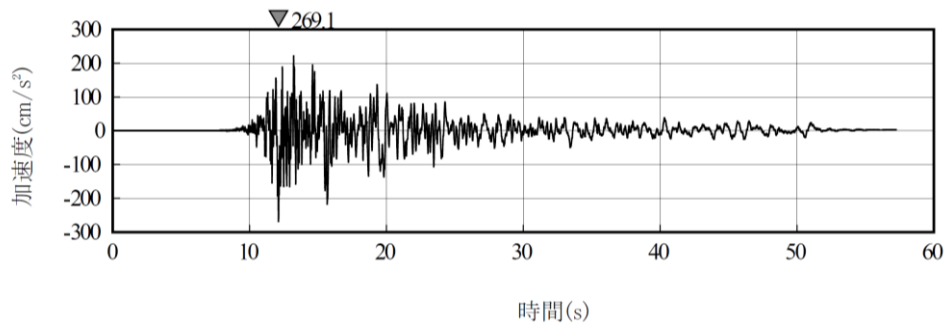


(b) EW方向

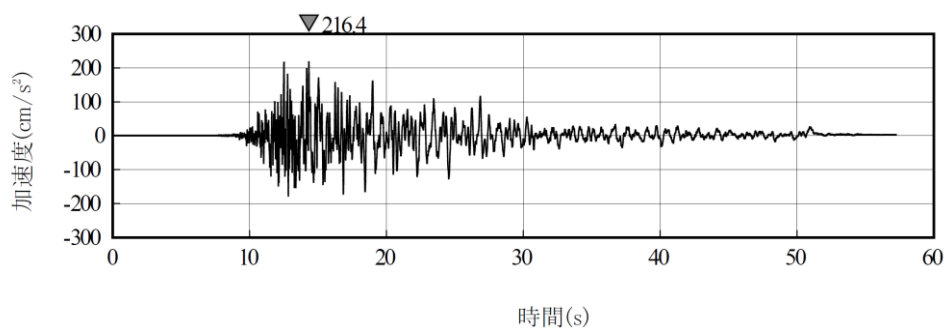


(c) UD方向

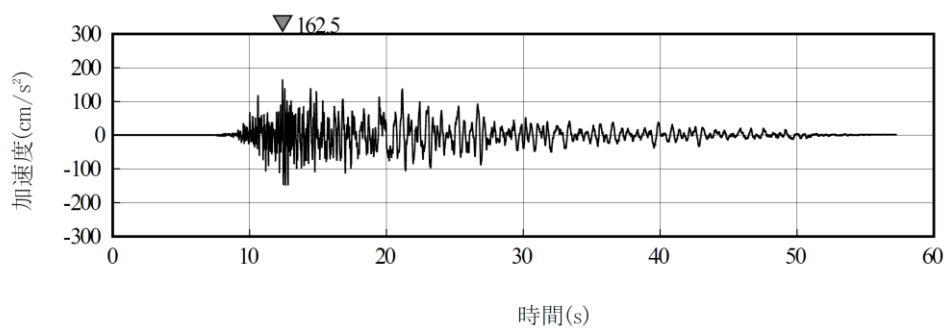
第7-2 図(4) 弾性設計用地震動S d - B 3の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

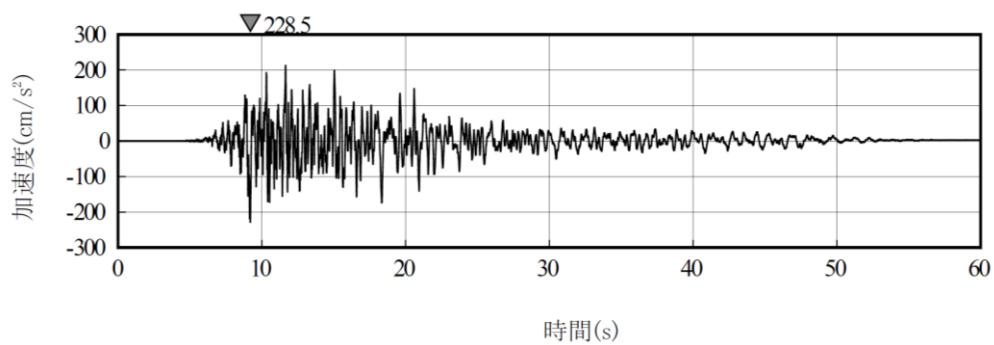


(b) EW方向

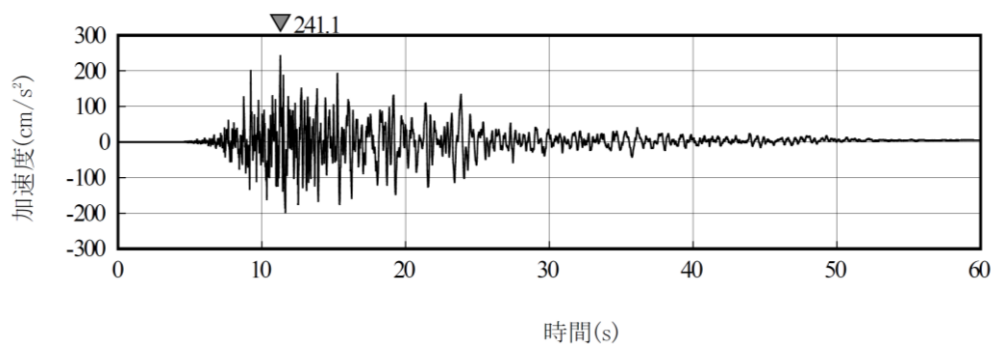


(c) UD方向

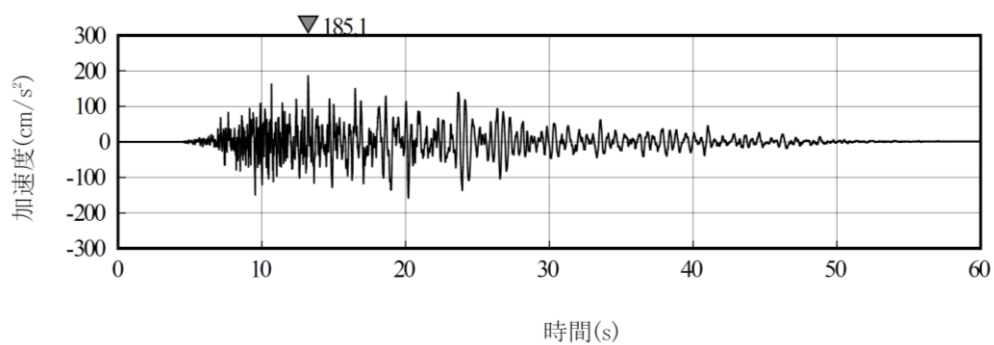
第 7-2 図(5) 弾性設計用地震動 S d - B 4 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

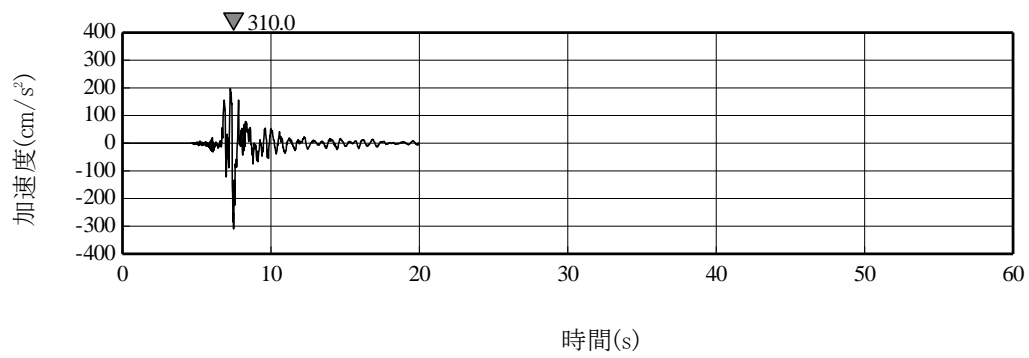


(b) EW方向

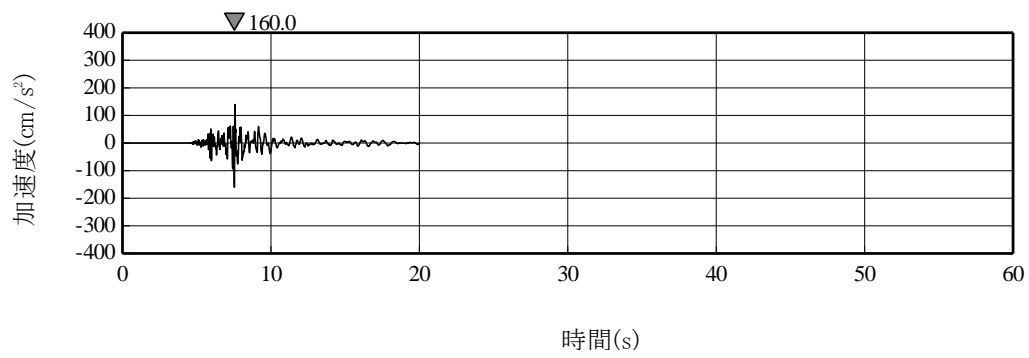


(c) UD方向

第 7-2 図(6) 弾性設計用地震動 S d - B 5 の加速度時刻歴波形

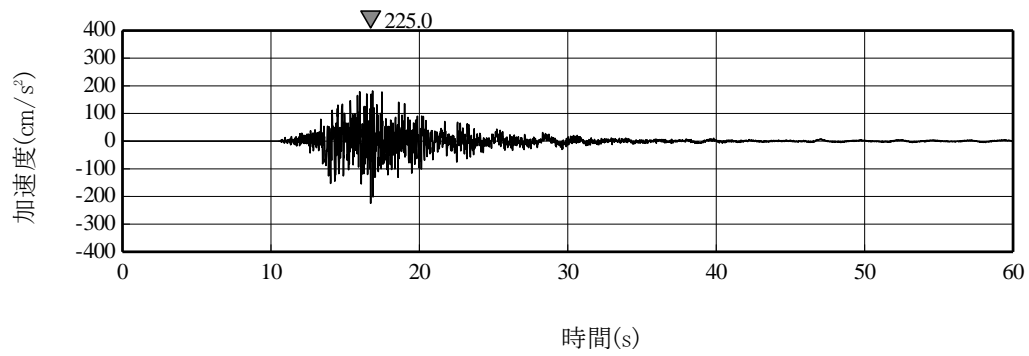


(a) 水平方向

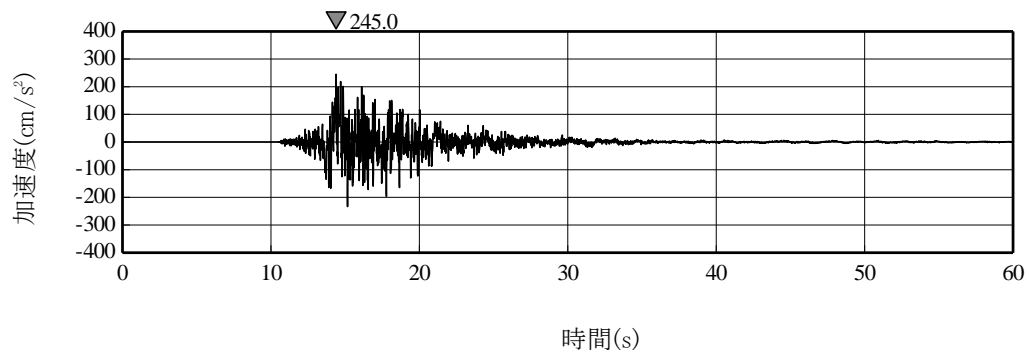


(b) 鉛直方向

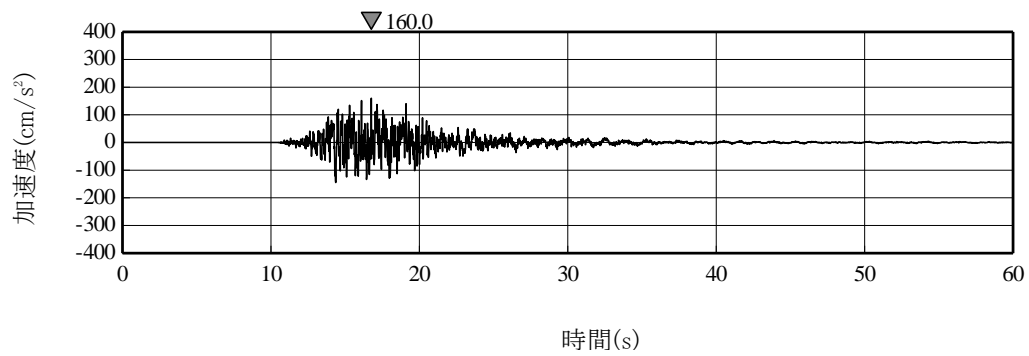
第 7-2 図(7) 弾性設計用地震動 S d - C 1 の加速度時刻歴波形



(a) ダム軸方向

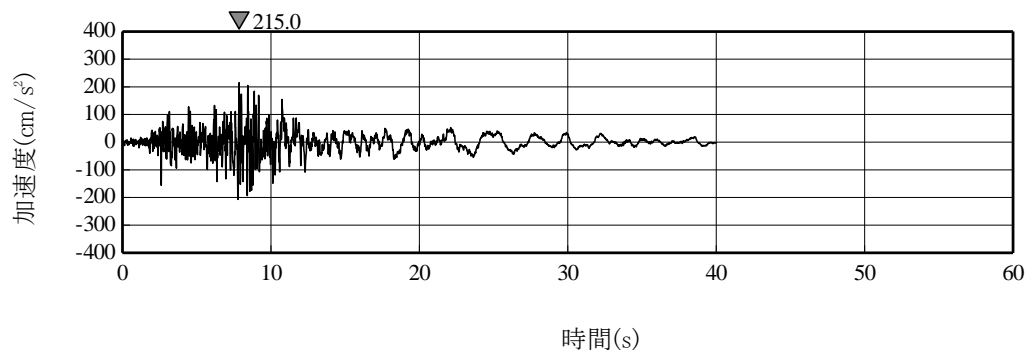


(b) 上下流方向

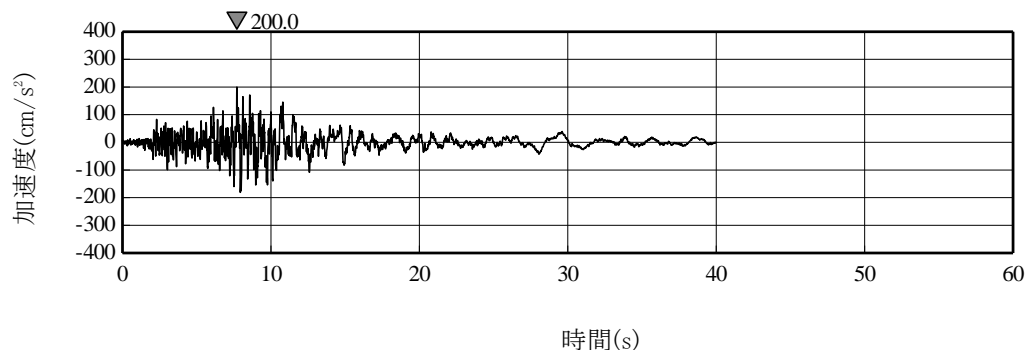


(c) 鉛直方向

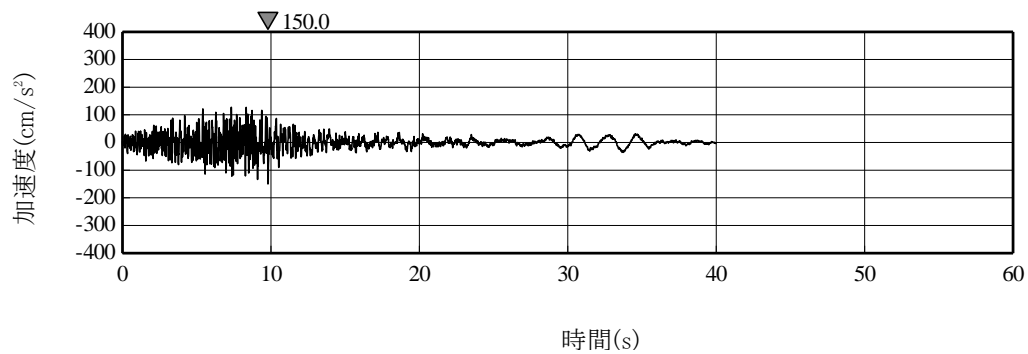
第 7-2 図(8) 弾性設計用地震動 S d - C 2 の加速度時刻歴波形



(a) NS方向

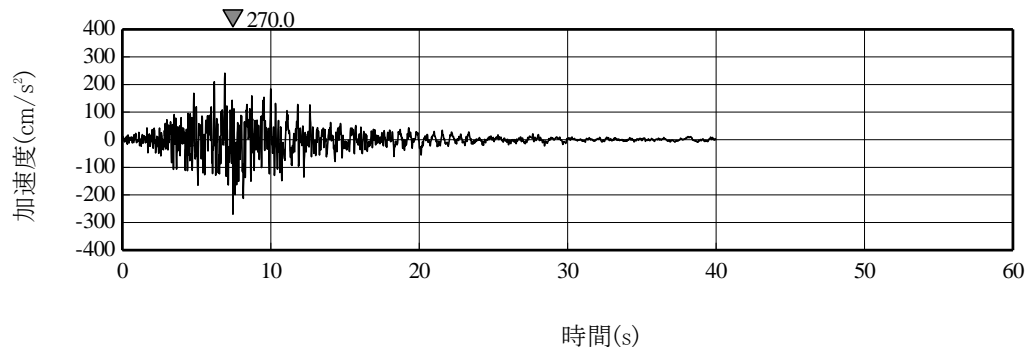


(b) EW方向

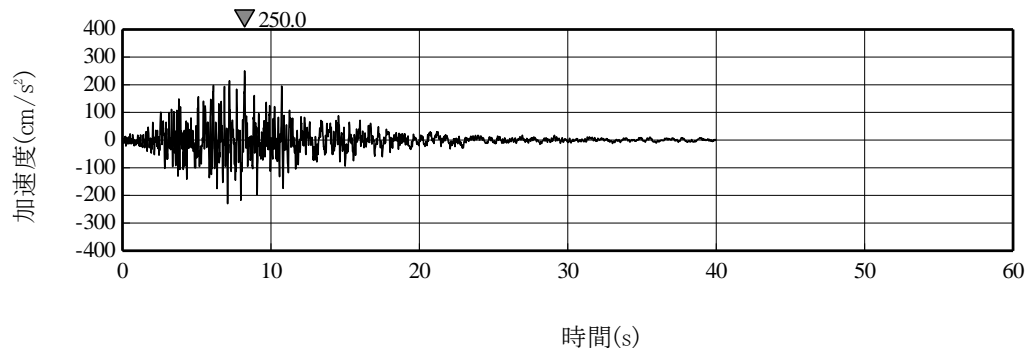


(c) UD方向

第 7-2 図(9) 弾性設計用地震動 S d - C 3 の加速度時刻歴波形

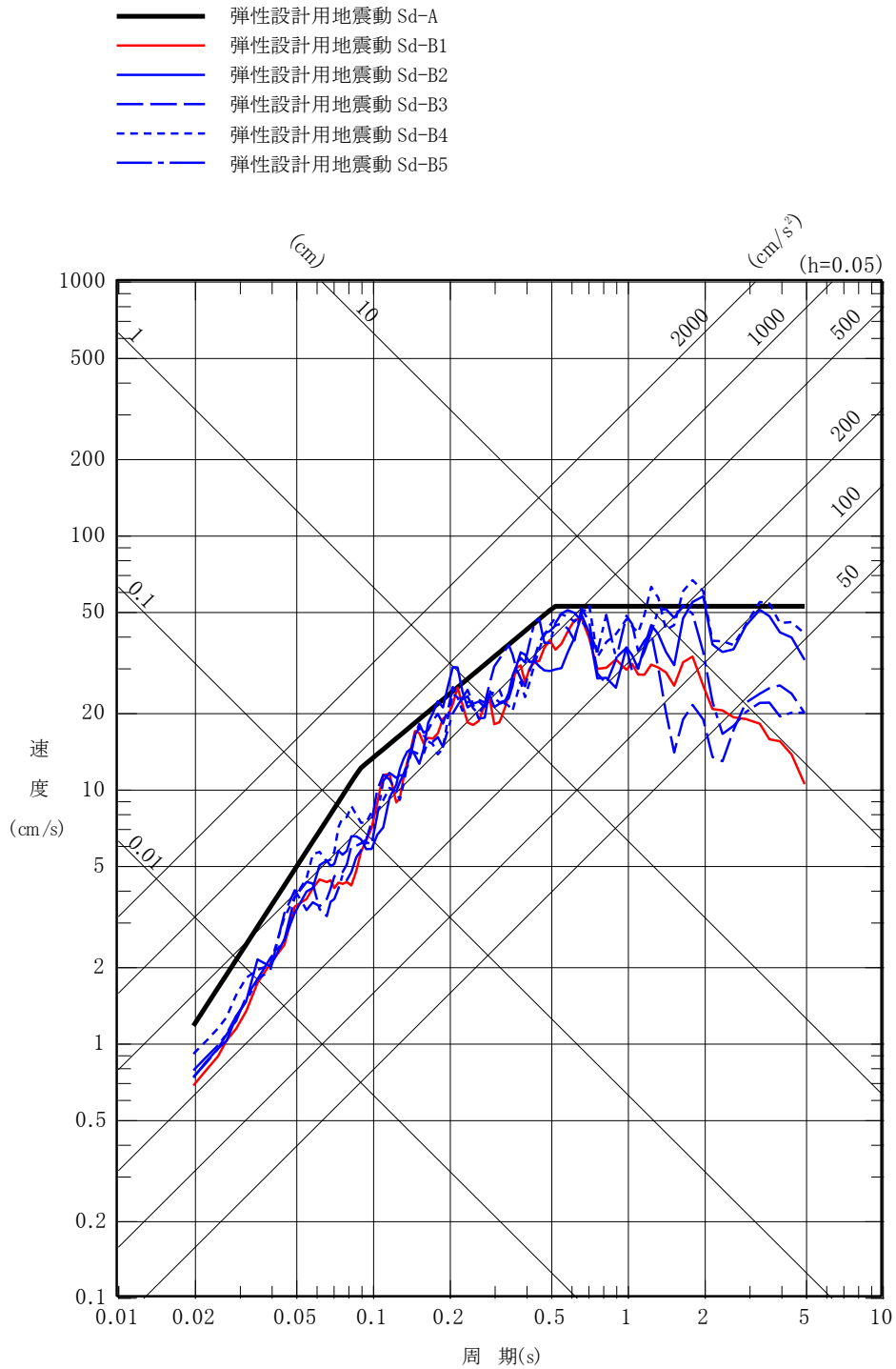


(a) NS方向

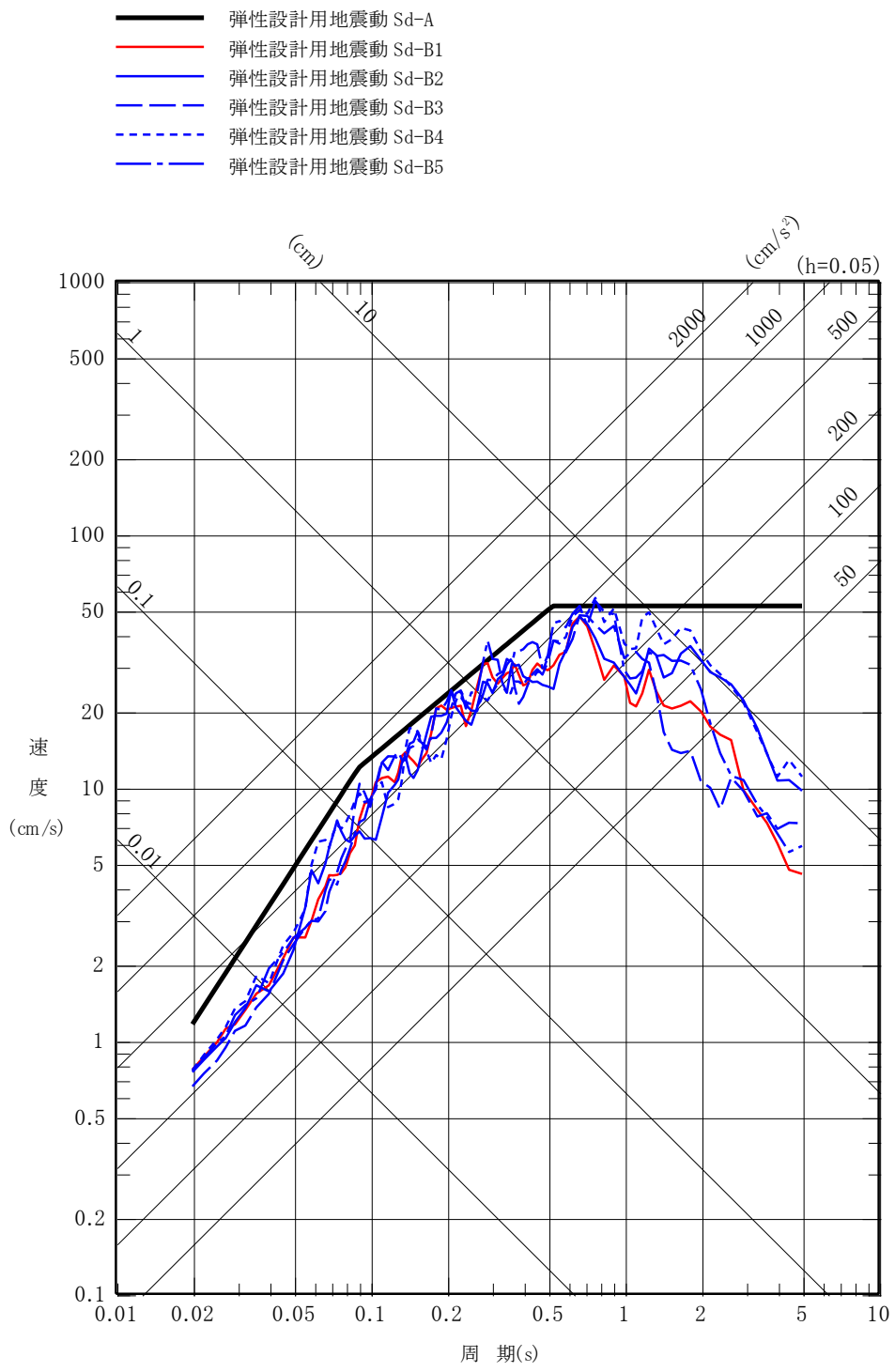


(b) EW方向

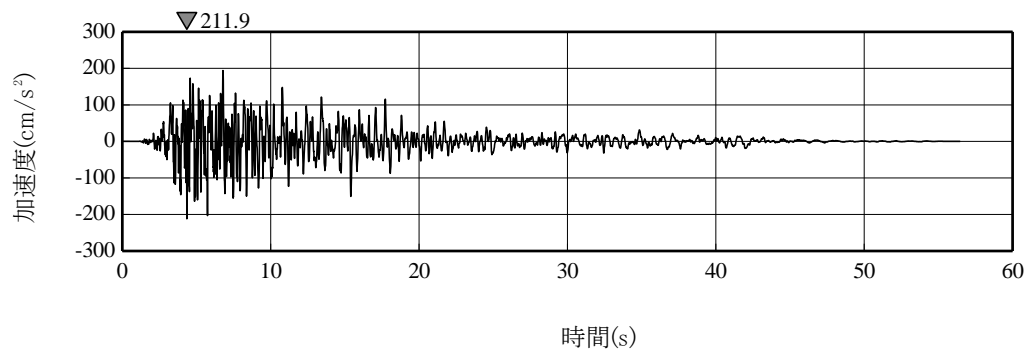
第 7-2 図 (10) 弾性設計用地震動 S d - C 4 の加速度時刻歴波形



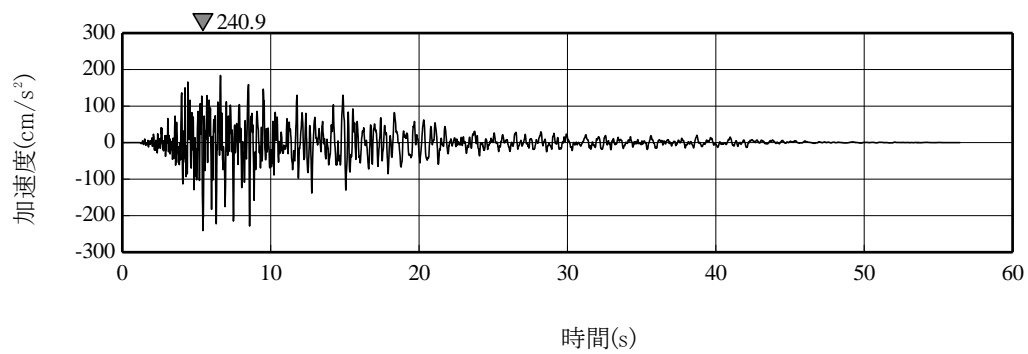
第 7-3 図(1) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B (B 1 ~ B 5) の応答スペクトル (NS 方向)



第 7-3 図(2) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B (B 1 ~ B 5) の応答スペクトル (EW 方向)

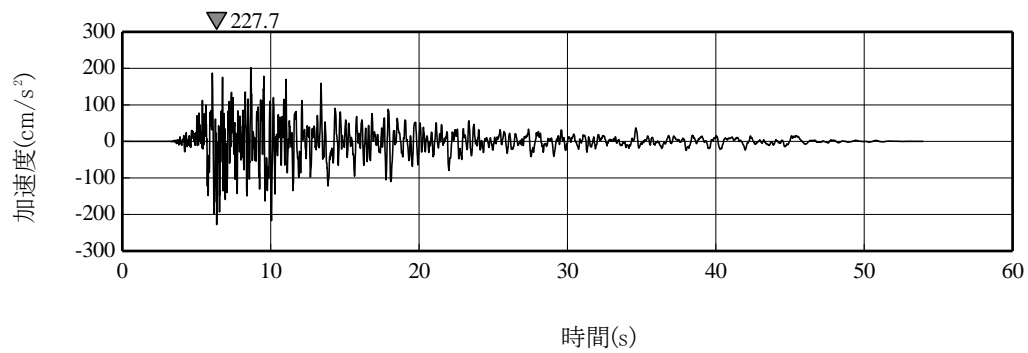


(a) NS方向

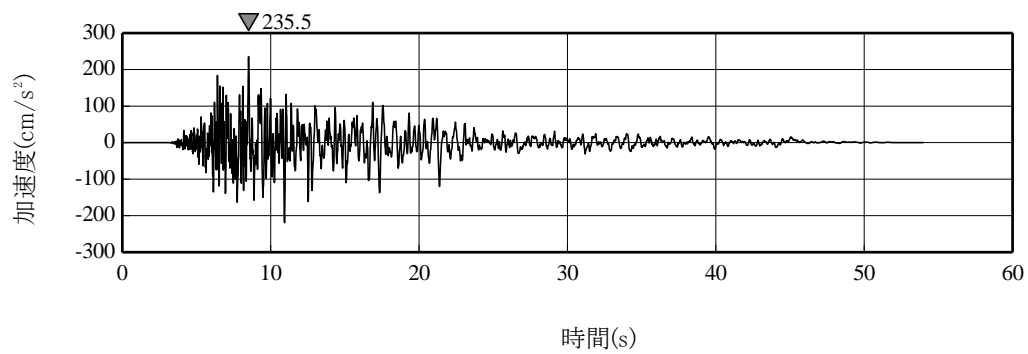


(b) EW方向

第 7-4 図(1) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 1 の加速度時刻歴波形

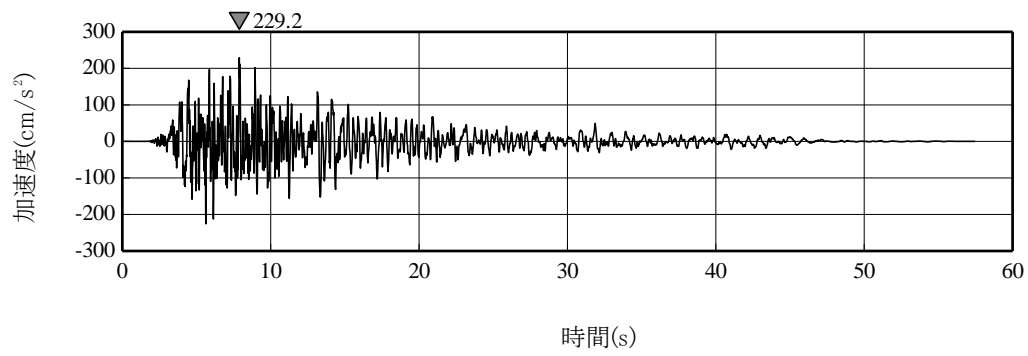


(a) NS方向

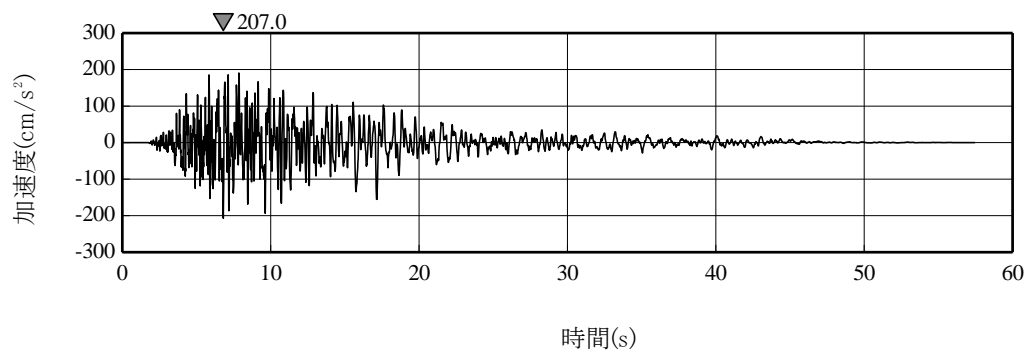


(b) EW方向

第 7-4 図(2) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 2 の加速度時刻歴波形

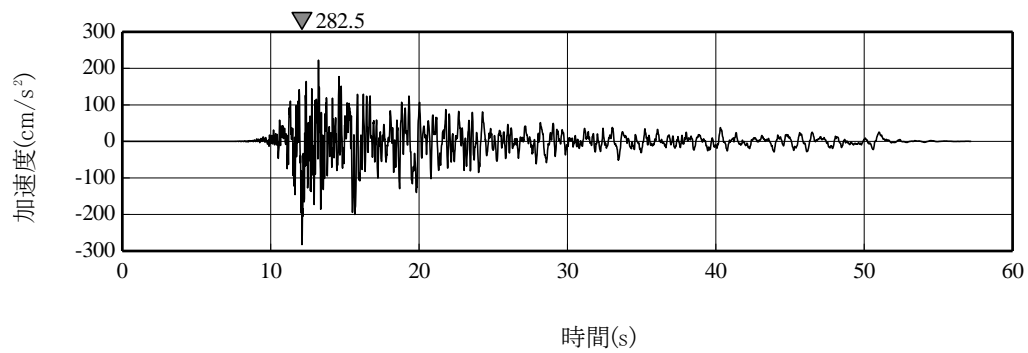


(a) NS方向

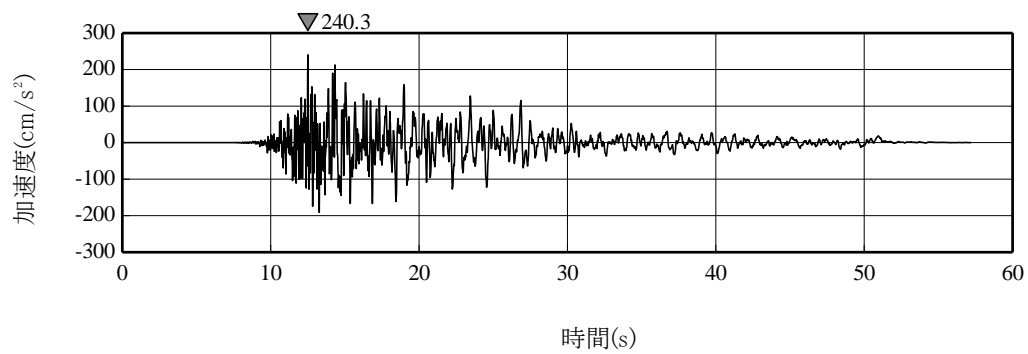


(b) EW方向

第 7-4 図(3) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 3 の加速度時刻歴波形

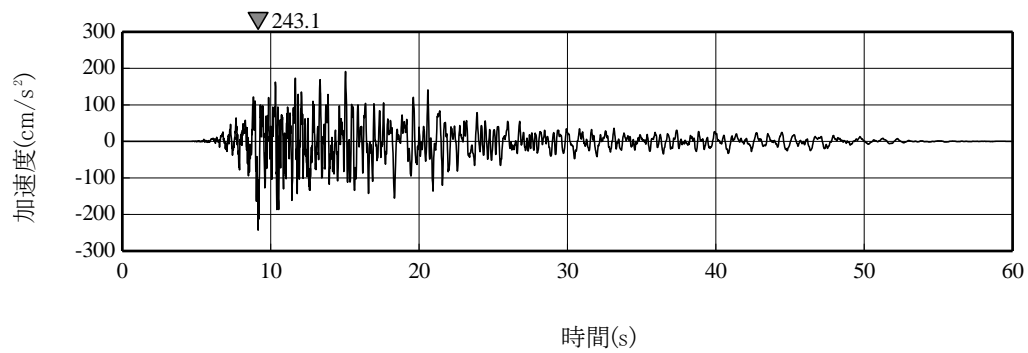


(a) NS方向

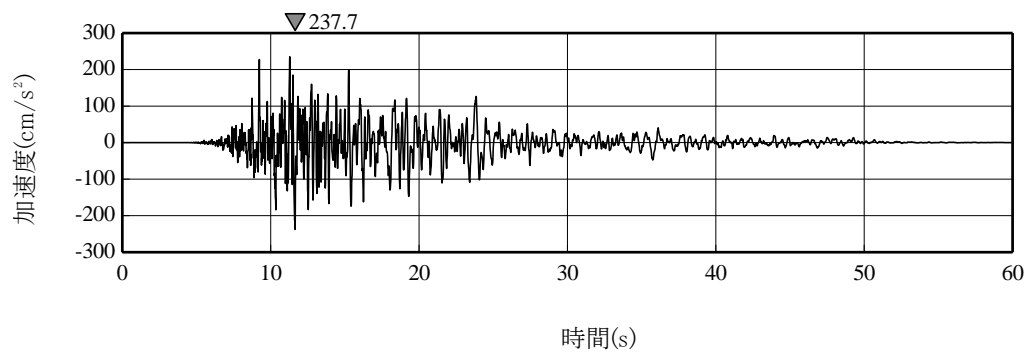


(b) EW方向

第 7-4 図(4) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 4 の加速度時刻歴波形



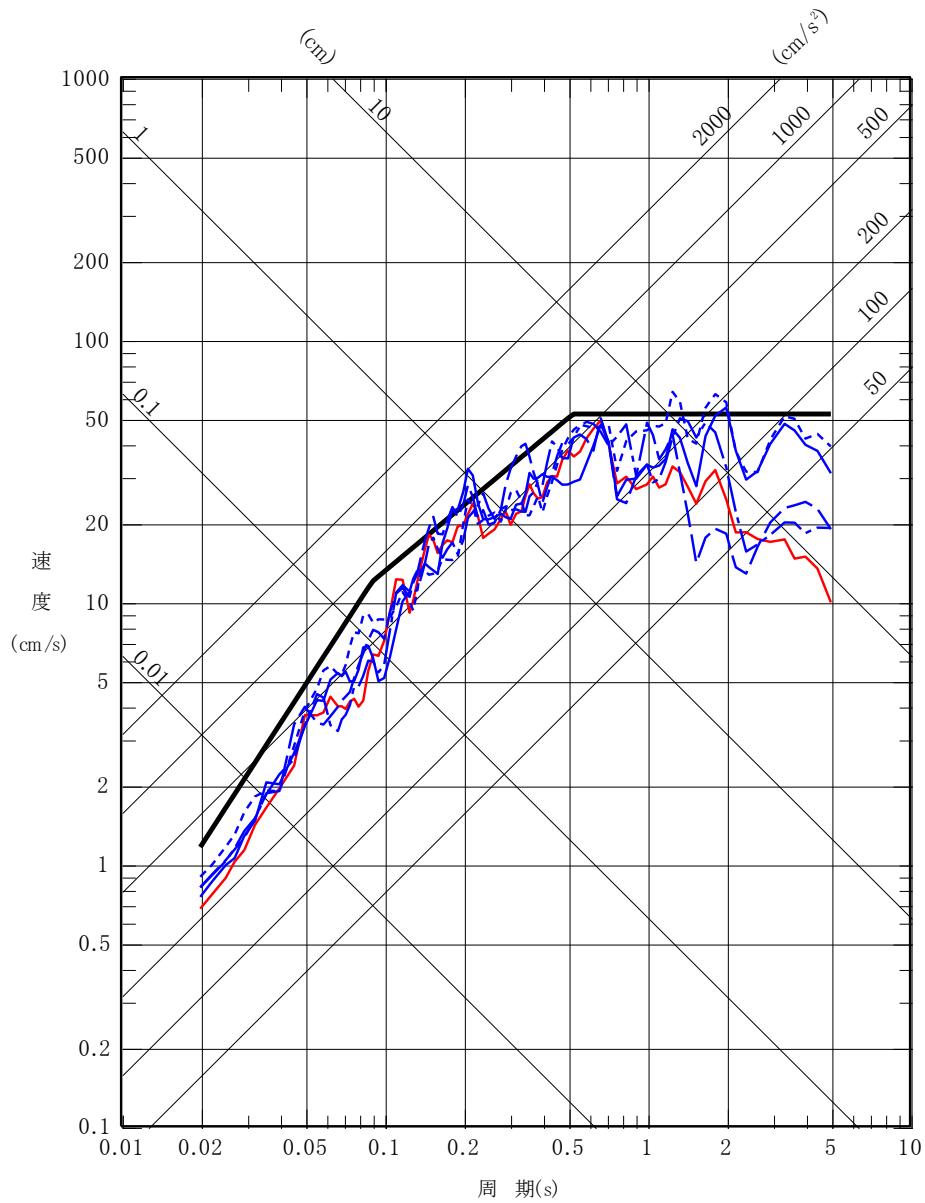
(a) NS方向



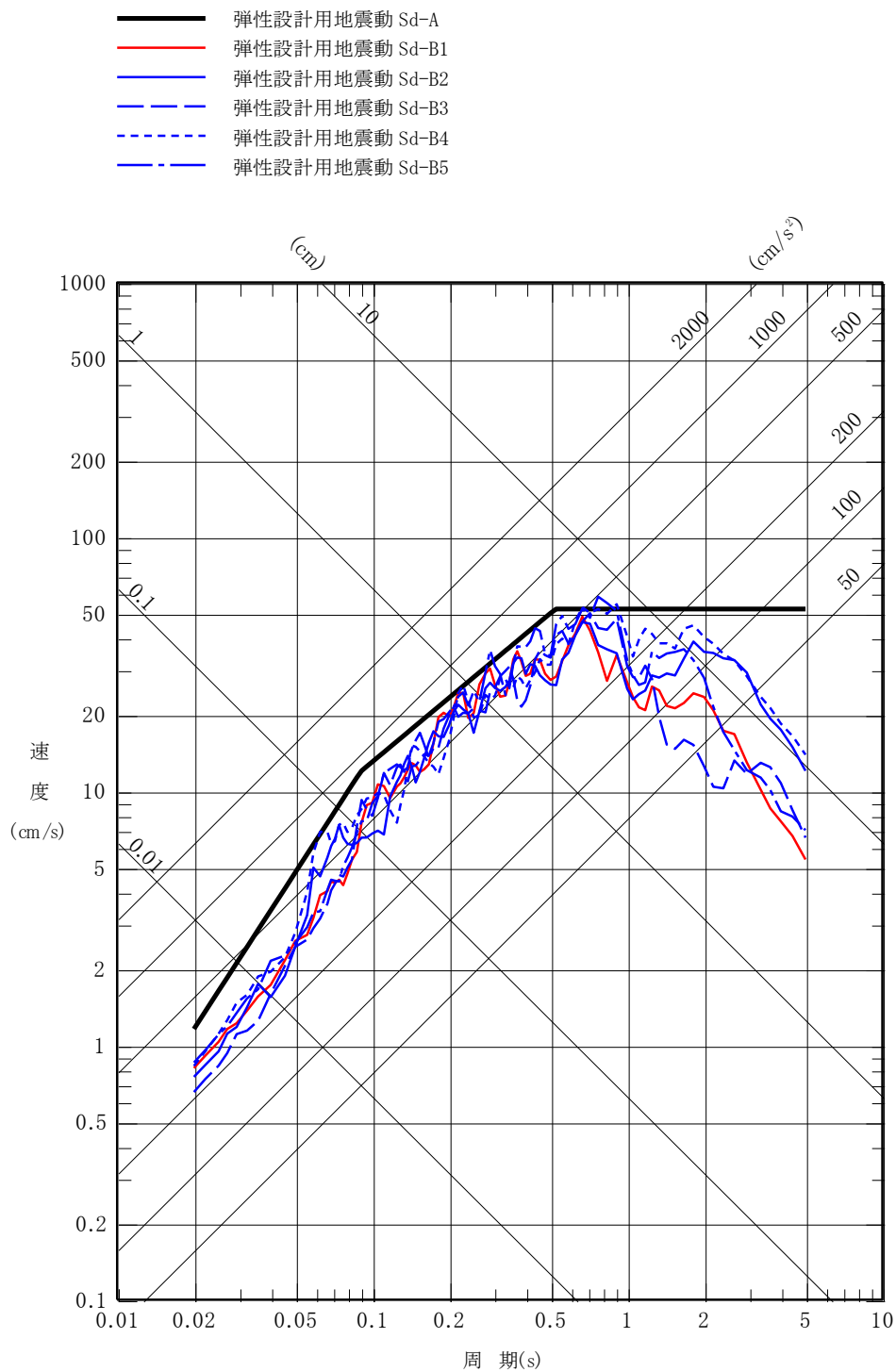
(b) EW方向

第 7-4 図(5) プラントノースに方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 5 の加速度時刻歴波形

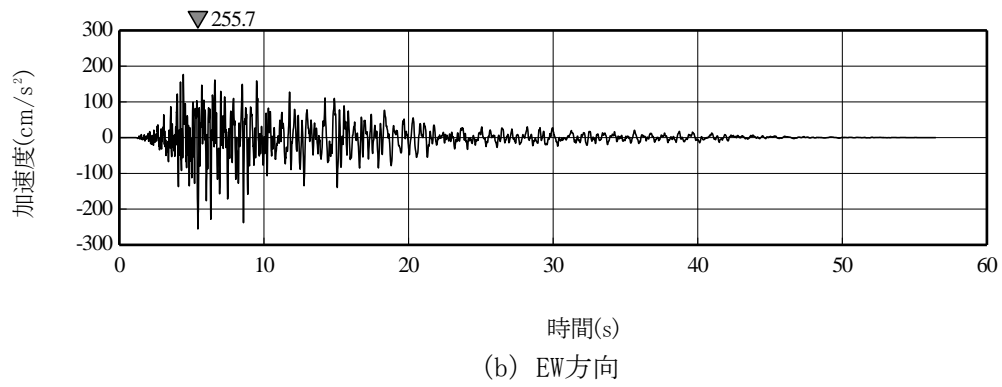
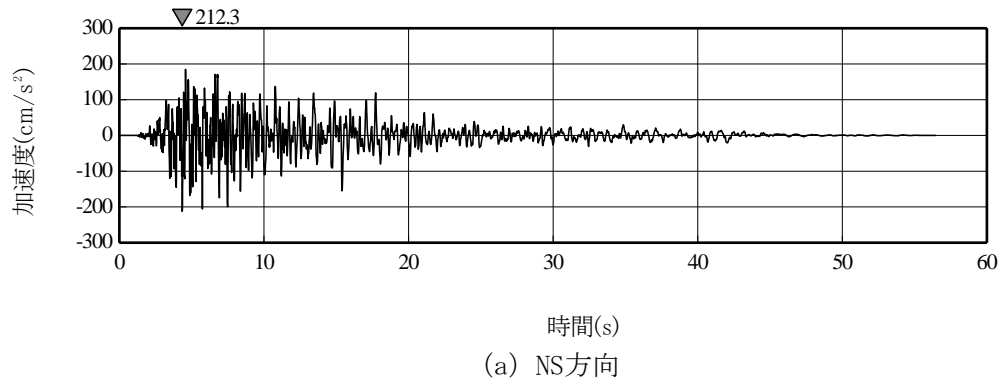
- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-B1
- 弾性設計用地震動 Sd-B2
- - 弾性設計用地震動 Sd-B3
- - 弾性設計用地震動 Sd-B4
- · - 弾性設計用地震動 Sd-B5



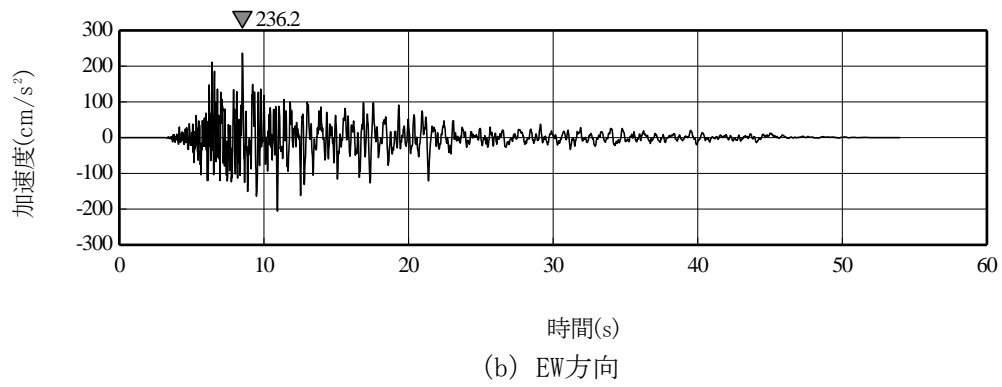
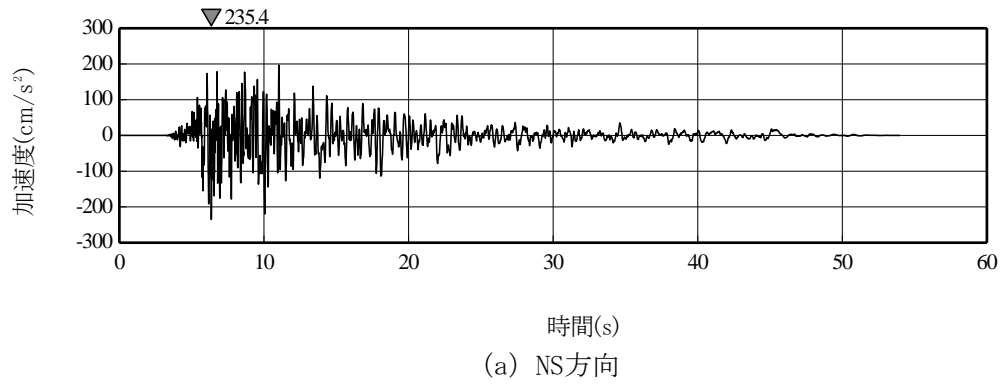
第 7-5 図(1) 真北に対して時計回りに 27° の方向に方位変換後の弾性設計用地震動 Sd-B (B1~B5) の応答スペクトル (NS 方向)



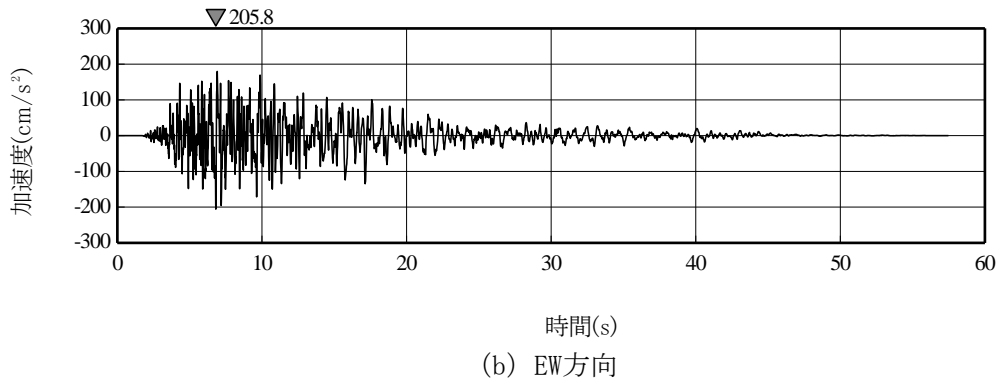
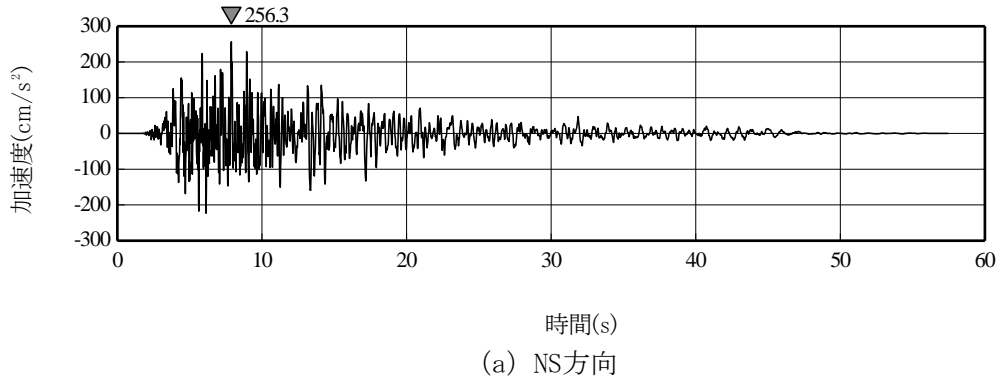
第 7-5 図(2) 真北に対して時計回りに 27° の方向に方位変換後の弾性設計用地震動 Sd-B (B1~B5) の応答スペクトル (EW 方向)



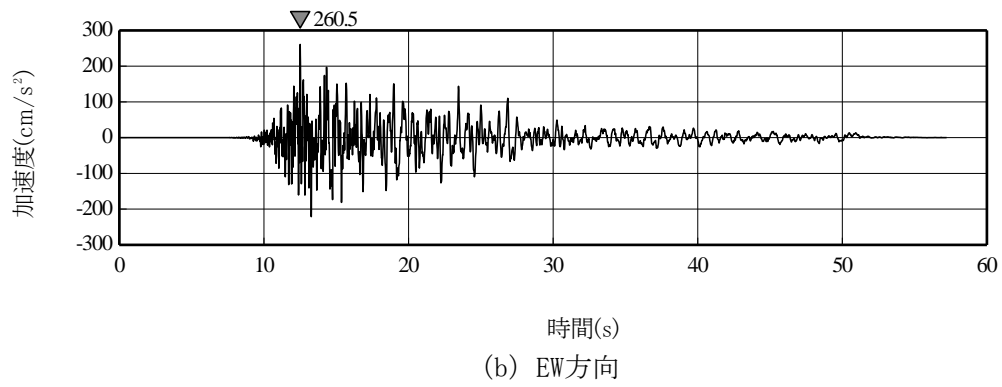
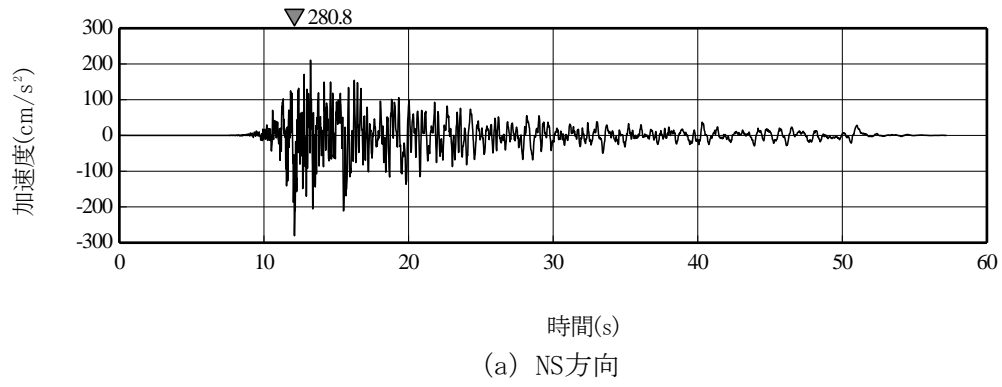
第 7-6 図(1) 真北に対して時計回りに 27° の方向に方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 1 の加速度時刻歴波形



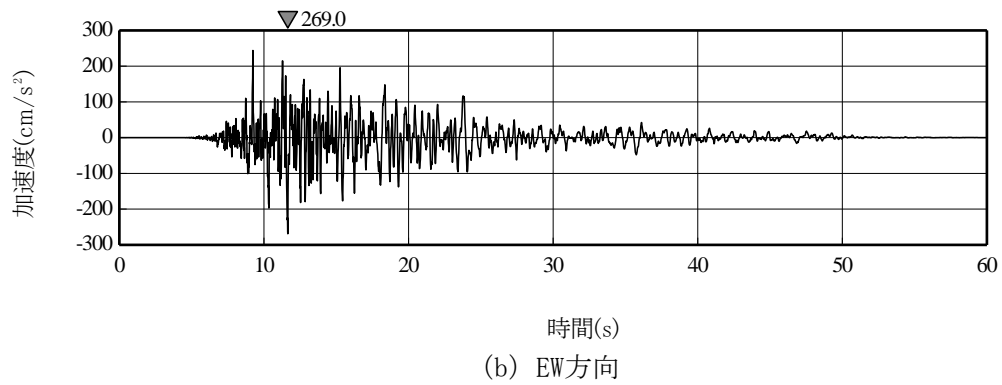
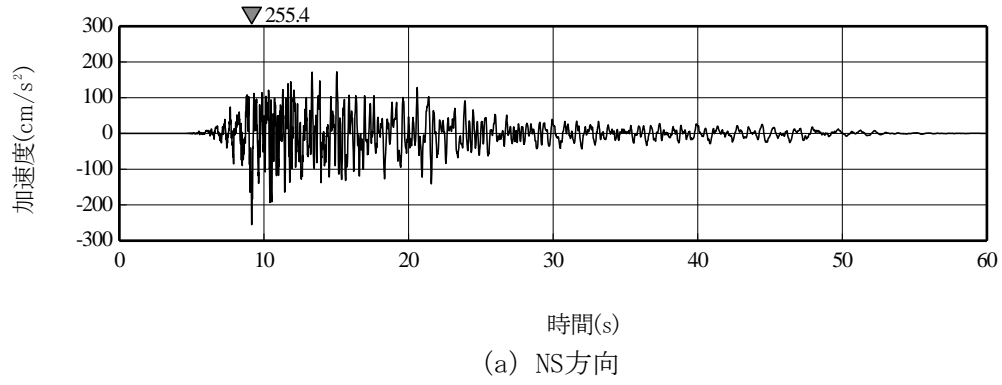
第 7-6 図(2) 真北に対して時計回りに 27° の方向に方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 2 の加速度時刻歴波形



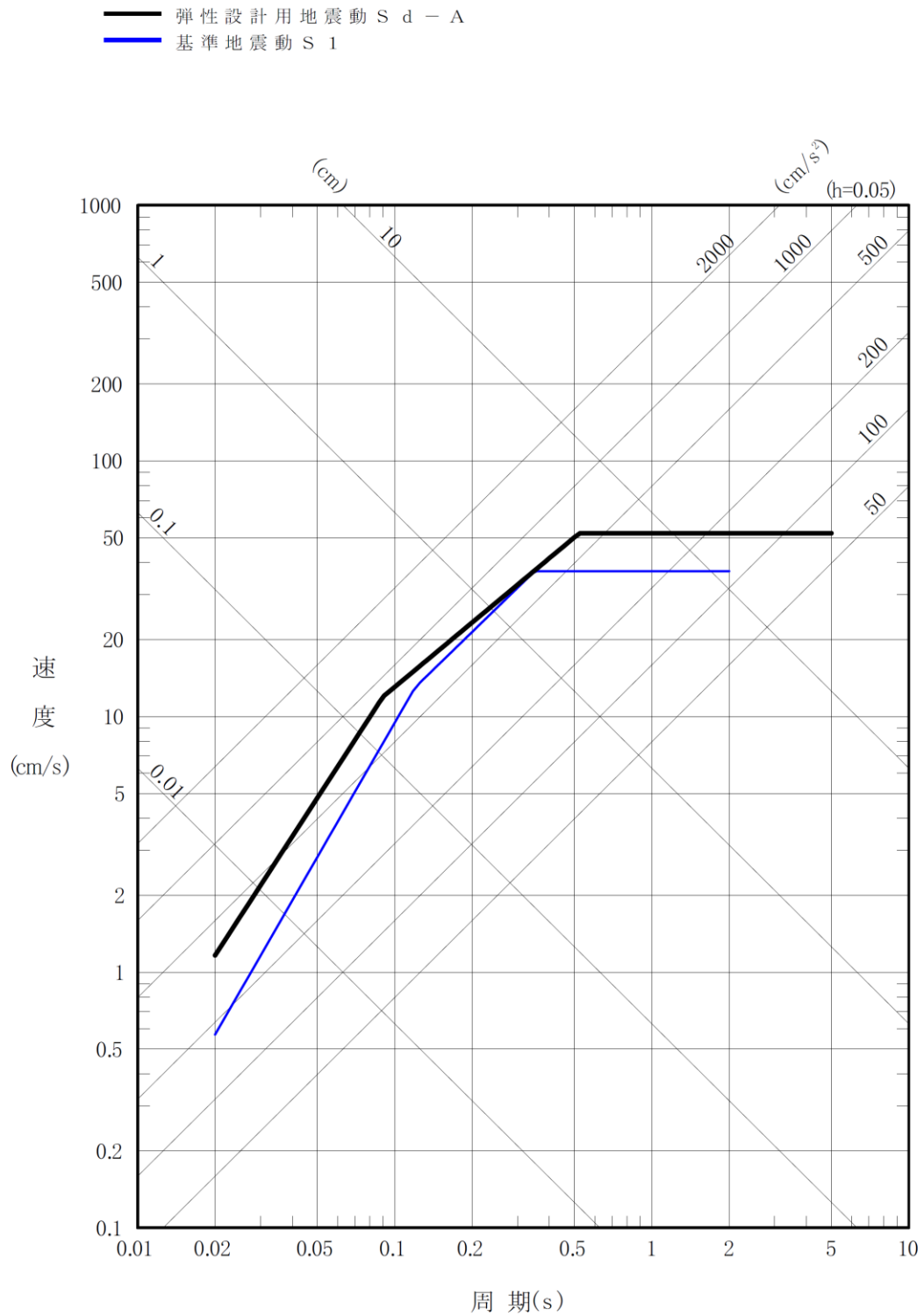
第 7-6 図(3) 真北に対して時計回りに 27° の方向に方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 3 の加速度時刻歴波形



第 7-6 図(4) 真北に対して時計回りに 27° の方向に方位変換後の弾性設計用地震動 S d
 - B 4 の加速度時刻歴波形

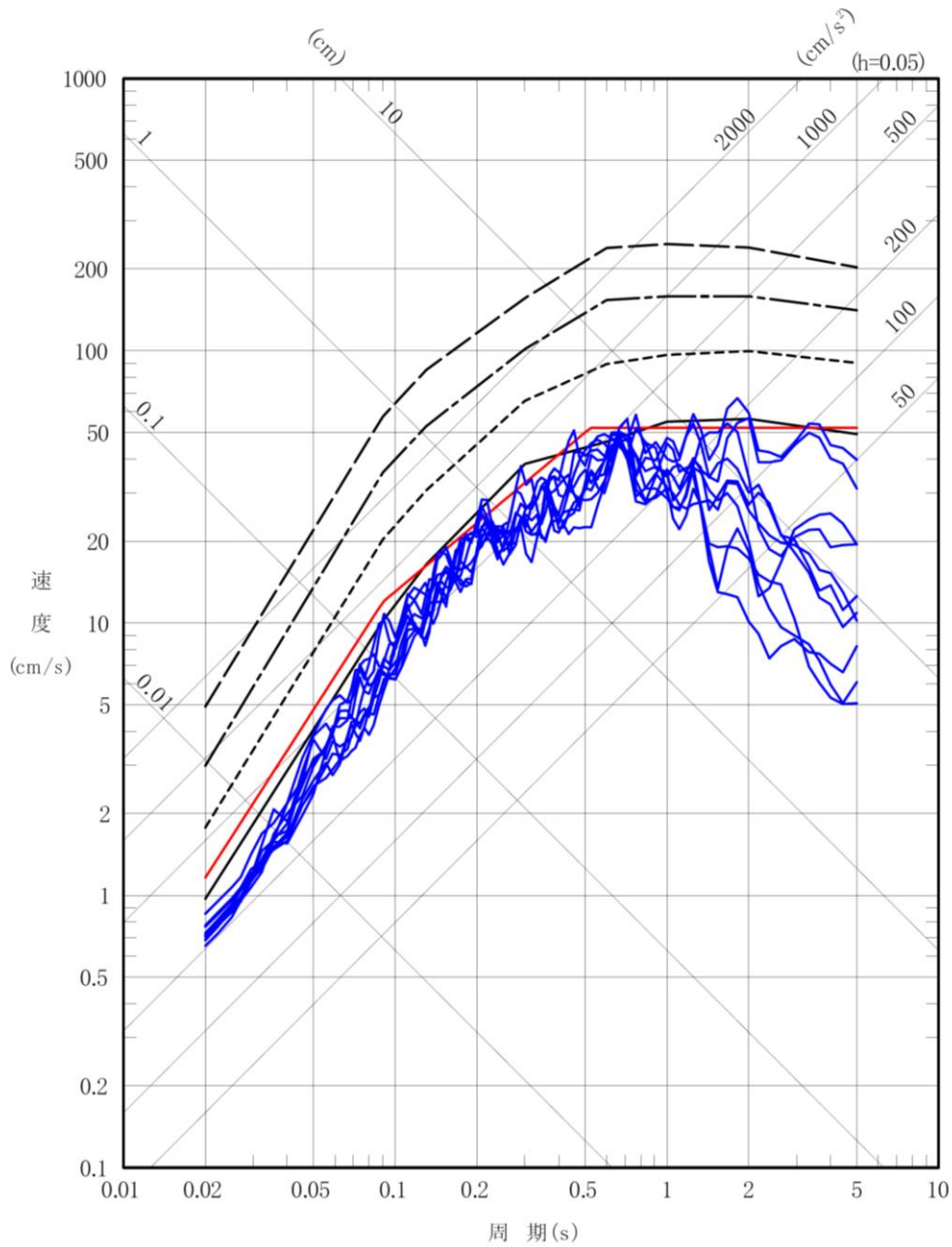


第 7-6 図(5) 真北に対して時計回りに 27° の方向に方位変換後の弾性設計用地震動 S d - B 5 の加速度時刻歴波形

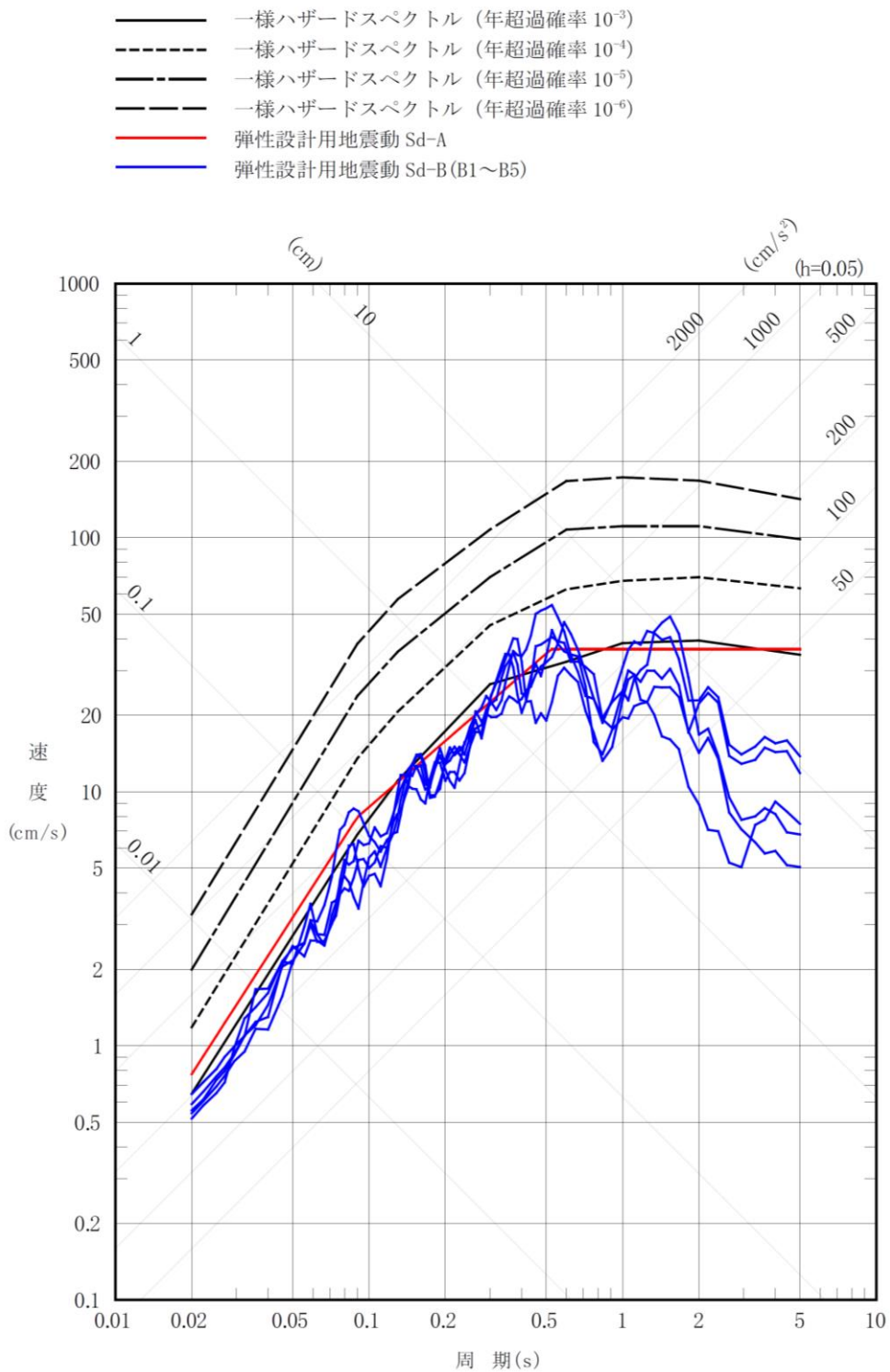


第 7-7 図 弾性設計用地震動 S d - A と基準地震動 S 1 の
 応答スペクトルの比較

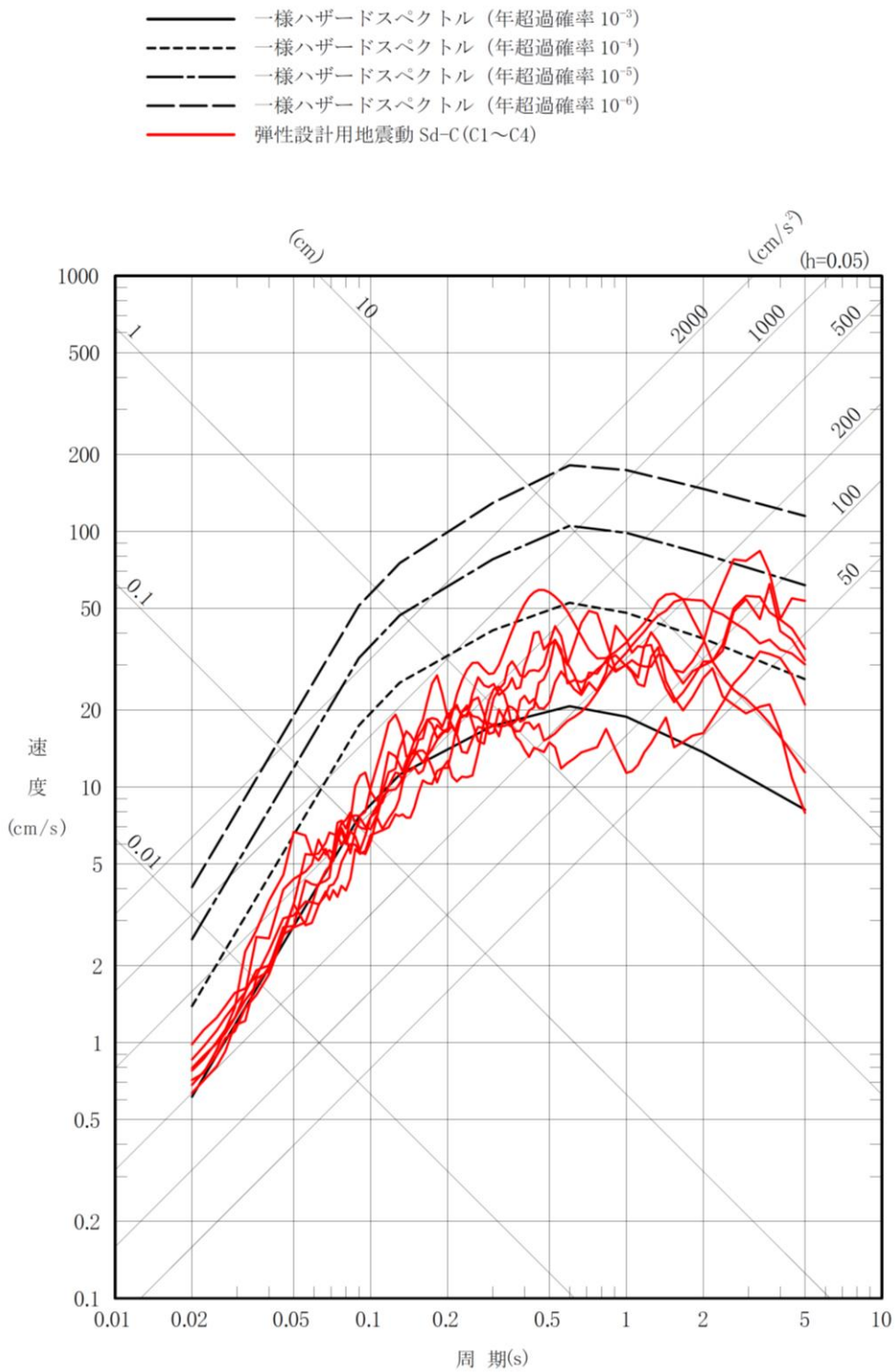
- 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-3})
- - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-4})
- · - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-5})
- · - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-6})
- 弾性設計用地震動 Sd-A
- 弾性設計用地震動 Sd-B (B1~B5)



第 7-8 図(1) 弾性設計用地震動 S d - A 及び S d - B と
一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

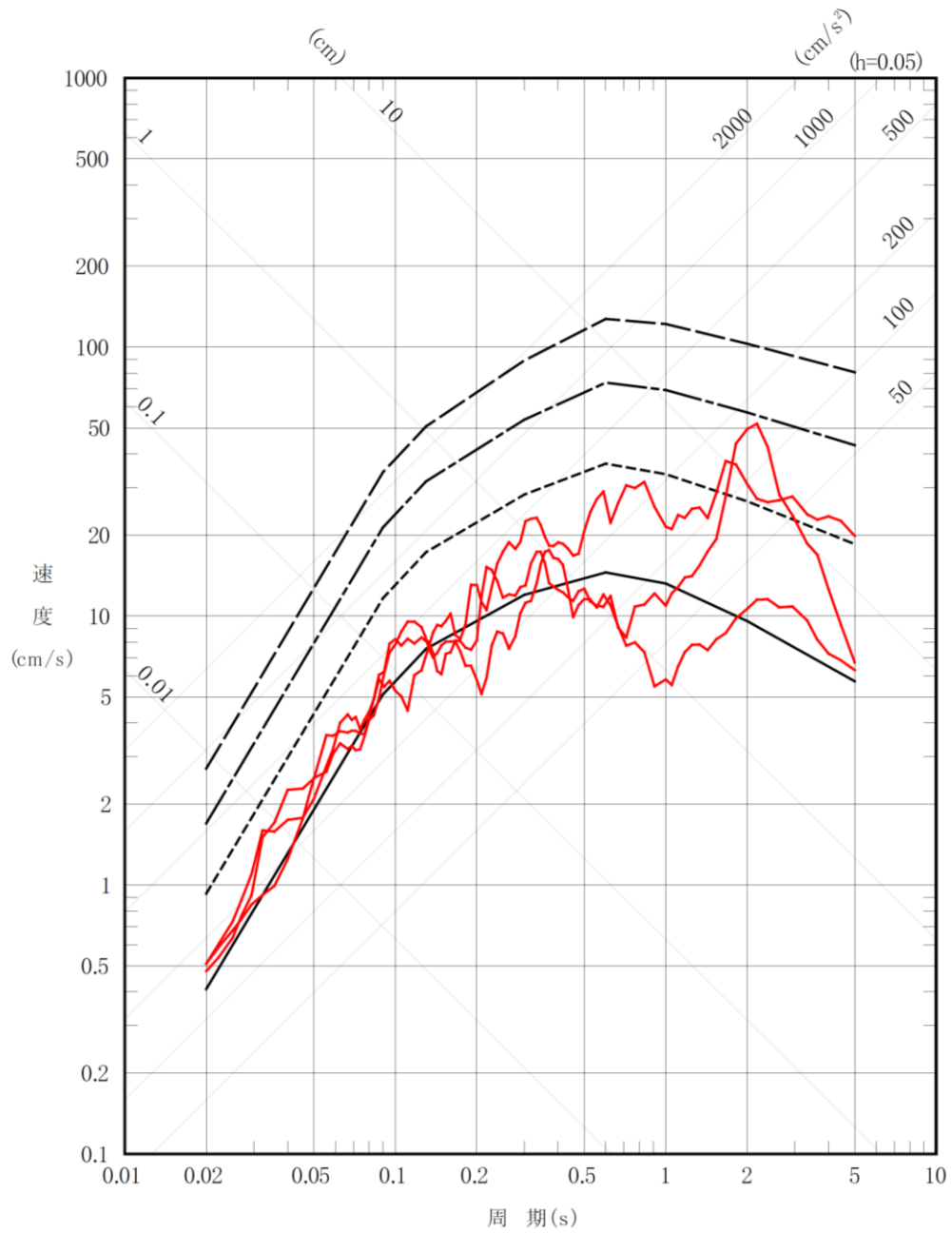


第 7-8 図(2) 弾性設計用地震動 S d - A 及び S d - B と
一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

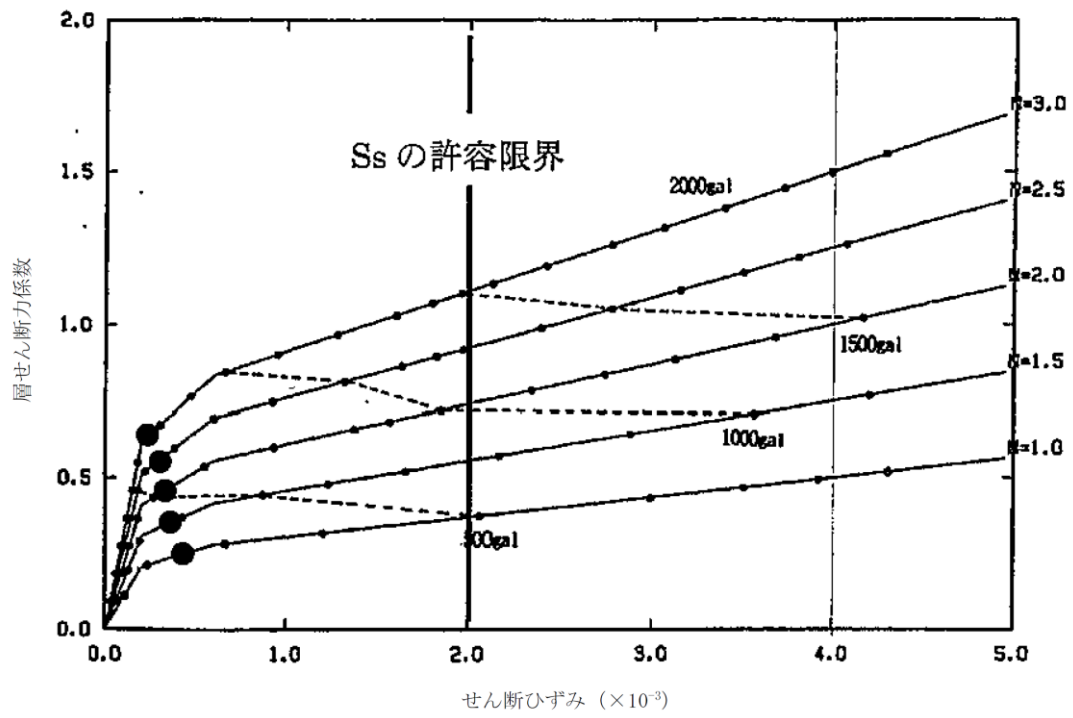


第7-8 図(3) 弾性設計用地震動 S d - C と
一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

- 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-3})
- - - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-4})
- · - 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-5})
- · — 一様ハザードスペクトル (年超過確率 10^{-6})
- (Red) 弾性設計用地震動 Sd-C(C1~C3)



第 7-8 図(4) 弾性設計用地震動 S d-C と
一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)



第7-9図 最大入力加速度とスケルトン上の最大応答

IV－1－1－2

地盤の支持性能に係る基本方針

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 基本方針	2
3. 地盤の解析用物性値	3
3.1 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値	3
3.2 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値	33
3.3 耐震評価における地下水位設定方針	36
4. 地盤の支持力度	37
4.1 直接基礎の支持力度	37
4.2 杭基礎の支持力	37
5. 地質断面図	39
6. 地盤の速度構造	42
6.1 入力地震動策定に用いる地下構造モデル	42
6.2 地震応答解析に用いる解析モデル	42

1. 概要

本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「2. 耐震設計の基本方針」に基づき、安全機能を有する施設の耐震安全性評価を実施するにあたり、評価対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性及び変形特性の地盤物性値の設定並びに支持性能評価で用いる地盤諸元の基本的な考え方を示したものである。

重大事故等対処施設の基本方針については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

2. 基本方針

安全機能を有する施設において、対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性及び変形特性の地盤物性値については、各種試験に基づき、解析用物性値として設定する。また、設定する解析用物性値は、全応力解析及び有効応力解析に用いるものとし、必要に応じてそれぞれ設定する。全応力解析に用いる解析用物性値は、事業変更許可申請書（添付書類四）に記載された値を用いることを基本とする。事業変更許可申請書に記載されていない地盤の解析用物性値は、新たに設定する。

対象施設を設置する地盤の地震時における支持性能の評価については、安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震力により地盤に作用する接地圧が、地盤の極限支持力度に対して、妥当な余裕を有することを確認する。

支持地盤の支持力度は、地盤工学会基準（JGS 1521-2003）地盤の平板載荷試験方法、又は建築基礎構造設計指針（日本建築学会，2001）（以下「基礎指針2001」という。）の支持力算定式に基づき、対象施設の支持地盤の室内試験結果から算定する方法から設定する。

杭基礎の押込み力に対する支持力評価には、杭先端の支持岩盤の支持力並びに杭周面地盤の改良地盤及び支持岩盤への杭根入れ部分の杭周面摩擦力により算定される極限支持力を考慮する。

杭基礎の引抜き力に対する支持力評価には、杭周面地盤の改良地盤及び支持岩盤への杭根入れ部分の杭周面摩擦力により算定される極限支持力を考慮する。

3. 地盤の解析用物性値

3.1 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

事業変更許可申請書に記載された解析用物性値一覧表を第 3-1 表及び第 3-1 図に、設定根拠を第 3-2 表に示す。事業変更許可申請書に記載された解析用物性値については、原位置試験及び室内試験から得られた各種物性値を基に設定した。

第3-1表 (1) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

区分		凝灰岩 T_{tf}	軽石凝灰岩 I_{pt}	砂質軽石凝灰岩 I_{spt}	泥岩 (上部層) I_{ms}	泥岩 (下部層) I_{ms}	細粒砂岩 T_{fs}	凝灰質砂岩 T_{ts}
物理特性	湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	$1.64-2.86 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.54-2.45 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.62-1.52 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.60-2.02 \times 10^{-4} \cdot Z$	1.70	$1.85-1.55 \times 10^{-4} \cdot Z$	1.67
	非排水せん断強度 s_u (MPa)	1.99	$1.34-4.82 \times 10^{-3} \cdot Z$	$1.23-3.95 \times 10^{-3} \cdot Z$	1.63	$2.82-1.18 \times 10^{-2} \cdot Z$	$2.22-1.45 \times 10^{-2} \cdot Z$	$1.23-3.95 \times 10^{-3} \cdot Z$
	排水せん断強度 s_{ur} (MPa)	1.69	$0.95-3.96 \times 10^{-3} \cdot Z$	$0.85-2.03 \times 10^{-3} \cdot Z$	$1.05-3.87 \times 10^{-3} \cdot Z$	$1.67-3.20 \times 10^{-3} \cdot Z$	$1.55-8.17 \times 10^{-3} \cdot Z$	$0.85-2.03 \times 10^{-3} \cdot Z$
静的変形特性	初期変形係数 E_0 (MPa)	$696-6.60Z$	$757-2.19Z$	$697-3.32Z$	$551-2.75Z$	$938-2.64Z$	$939-8.69Z$	$697-3.32Z$
	ポアソン比 ν	$0.48+2.4 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.48+2.6 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.48+2.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.48+1.9 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.47+1.6 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.47+2.6 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.48+2.3 \times 10^{-4} \cdot Z$
動変形特性	動せん断弾性係数 G_0 (MPa)	$761-3.89Z$	$848-1.70Z$	$880-2.58Z$	$502-2.47Z$	$986-1.59Z$	$1220-5.88Z$	1290
	動ポアソン比 ν_d	$0.42+1.1 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.41+1.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.41+1.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.44+2.8 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.40+1.1 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.40+2.8 \times 10^{-4} \cdot Z$	0.39
	正規化せん断弾性係数 G/G_0 $\sim \gamma$ (%)	$\frac{1}{1+3.78 \cdot \gamma^{0.904}}$	$\frac{1}{1+2.02 \cdot \gamma^{0.768}}$	$\frac{1}{1+2.46 \cdot \gamma^{0.885}}$	$\frac{1}{1+1.35 \cdot \gamma^{0.912}}$	$\frac{1}{1+0.904 \cdot \gamma^{0.933}}$	$\frac{1}{1+1.87 \cdot \gamma^{0.919}}$	$\frac{1}{1+1.59 \cdot \gamma^{1.06}}$
減衰率 h (%) $\sim \gamma$ (%)	$\frac{\gamma}{0.0682 \gamma + 0.0127} + 1.47$	$\frac{\gamma}{0.163 \gamma + 0.0192} + 1.34$	$\frac{\gamma}{0.119 \gamma + 0.0302} + 1.48$	$\frac{\gamma}{0.219 \gamma + 0.0551} + 1.42$	$\frac{\gamma}{0.412 \gamma + 0.0752} + 1.25$	$\frac{\gamma}{0.207 \gamma + 0.0249} + 1.29$	$\frac{\gamma}{0.0305 \gamma + 0.0628} + 1.06$	

注記 Z: 標高 (m), p: 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa), γ : せん断ひずみ (%)

第3-1表(2) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

区分		礫石質砂岩 T_{ps}	粗粒砂岩 T_{cs}	砂岩・凝灰岩五層 T_{alst}	礫混り砂岩 T_{ss}	礫石混り砂岩 T_{ps}	礫岩 T_{cg}	砂岩・泥岩五層 T_{alsm}
物理特性	湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	1.91	2.05	$1.72-8.29 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.91-1.35 \times 10^{-4} \cdot Z$	$1.69-1.78 \times 10^{-3} \cdot Z$	2.12	1.92
	非排水せん断強度 s_u (MPa)	$2.64-1.13 \times 10^{-2} \cdot Z$	1.19	$1.32-7.39 \times 10^{-3} \cdot Z$	1.95	$1.23-6.72 \times 10^{-3} \cdot Z$	2.62	2.09
強度特性	非排水せん断強度 s_{ur} (MPa)	$1.96-9.44 \times 10^{-3} \cdot Z$	0.88	$0.66-3.70 \times 10^{-3} \cdot Z$	1.37	$0.94-6.47 \times 10^{-3} \cdot Z$	1.62	1.46
	初期変形係数 E_0 (MPa)	$982-7.30 Z$	574	327	754	537	1170	876
静的変形特性	ポアソン比 ν	$0.47+1.1 \times 10^{-4} \cdot Z$	0.48	0.48	0.48	0.48	0.46	0.48
	動せん断弾性係数 G_0 (MPa)	$1410-7.59 Z$	1860	$780-4.88 Z$	$773-7.85 Z$	$959-4.51 Z$	2520	1330
動的変形特性	動ポアソン比 ν_d	$0.38+2.0 \times 10^{-4} \cdot Z$	0.39	$0.43+5.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.43+4.7 \times 10^{-4} \cdot Z$	$0.41+3.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	0.35	0.39
	正規化せん断弾性係数 G/G_0 $\sim \gamma$ (%)	$\frac{1}{1+6.07 \cdot \gamma^{1.04}}$	$\frac{1}{1+3.37 \cdot \gamma^{0.663}}$	$\frac{1}{1+2.77 \cdot \gamma^{0.856}}$	$\frac{1}{1+3.25 \cdot \gamma^{0.833}}$	$\frac{1}{1+3.52 \cdot \gamma^{0.829}}$	$\frac{1}{1+4.72 \cdot \gamma^{0.900}}$	$\frac{1}{1+3.08 \cdot \gamma^{0.919}}$
減衰率 h (%) $\sim \gamma$ (%)	$\frac{\gamma}{0.0940 \gamma + 0.0145} + 0.826$	$\frac{\gamma}{0.121 \gamma + 0.00752} + 1.58$	$\frac{\gamma}{0.0935 \gamma + 0.0144} + 2.04$	$\frac{\gamma}{0.0902 \gamma + 0.0157} + 1.08$	$\frac{\gamma}{0.0734 \gamma + 0.0214} + 1.48$	$\frac{\gamma}{0.0973 \gamma + 0.00991} + 0.274$	$\frac{\gamma}{0.0664 \gamma + 0.0404} + 0.963$	

注記 Z: 標高 (m), p : 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa), γ : せん断ひずみ (%)

第3-1表 (3) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

区分		f-1 断層 f-1, f-1a, f-1b	f-2 断層 f-2, f-2a	風化岩
物理 特性	湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	1.28	1.32	1.56
	ビ ク 強度 特性	非排水 せん断強度 s_u (MPa)	0.108+0.296 <i>p</i>	0.035+0.315 <i>p</i>
		非排水 せん断強度 残留 s_{ur} (MPa)	0.054+0.487 <i>p</i>	0.034+0.314 <i>p</i>
静的 変形 特性	初期 変形係数 E_0 (MPa)	34.9+73.3 <i>p</i>	50.4+63.1 <i>p</i>	38.0+78.8 <i>p</i>
	ポアソン比 ν	0.47	0.49	0.47
動的 変形 特性	動せん断 弾性係数 G_0 (MPa)	356 <i>p</i> ^{0.164}	326 <i>p</i> ^{0.151}	123
	動ポア ソン比 ν_d	0.43	0.45	0.40
	正規化せん 断弾性係数 G/G_0 ~ γ (%)	$\frac{1}{1+4.90 \cdot \gamma^{0.857}}$	$\frac{1}{1+3.46 \cdot \gamma^{1.03}}$	$\frac{1}{1+2.53 \cdot \gamma^{0.773}}$
	減衰率 h (%) ~ γ (%)	$\frac{0.0300 \gamma + 0.0213}{\gamma} + 4.26$	$\frac{0.0301 \gamma + 0.0295}{\gamma} + 2.86$	$\frac{0.114 \gamma + 0.0189}{\gamma} + 0.911$

注記 Z: 標高 (m), *p*: 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa),

γ : せん断ひずみ (%)

第3-1表 (4) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

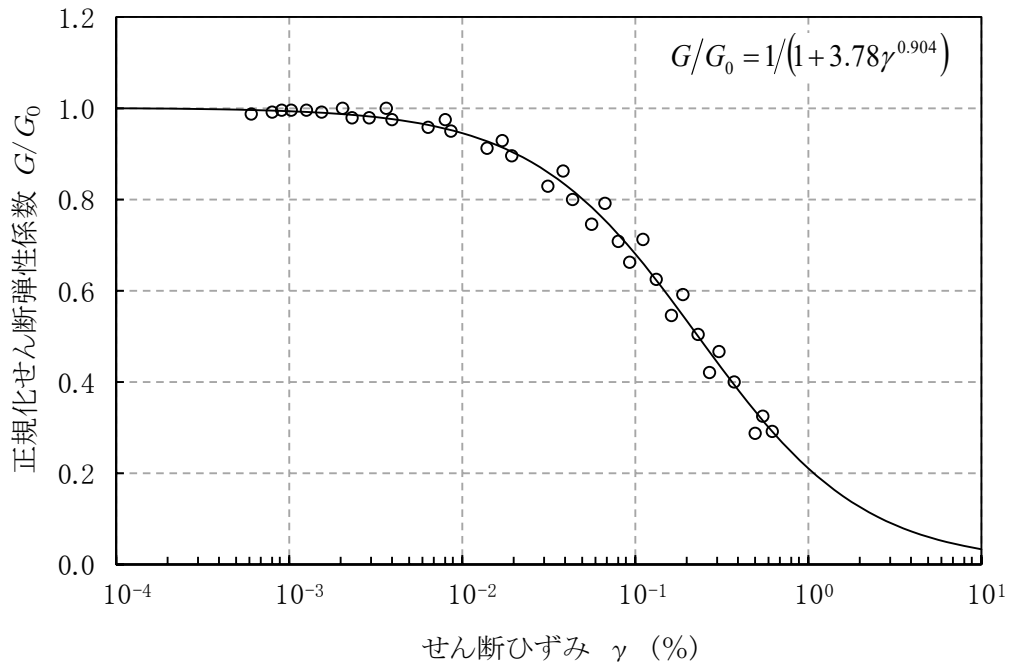
区分		新第三系群新統 PPI		区分		第四系下部～中部 更新統 (六ヶ所層) PP2		第四系 中部更新統 ～完新統 PH		造成盛土 fl		埋戻し土 bk	
物理 特性	湿潤密度 (g/cm^3)	ρ_t (g/cm^3)	$2.12 - 3.12 \times 10^{-3} \cdot Z$	湿潤密度 (g/cm^3)	ρ_t (g/cm^3)	1.73	1.89	1.66 + $3.3 \times 10^{-3} \cdot D$	$1.89 + 2.8 \times 10^{-3} \cdot D$				
	強度 特性	粘着力 (MPa)	c (MPa)	0.902 - $9.14 \times 10^{-3} \cdot Z$	非排水 せん断強度 (MPa)	s_u (MPa)	0.115 + $0.341 \cdot p$	0	0	0			
		内部摩擦角 ($^\circ$)	ϕ ($^\circ$)	13.8	非排水 せん断強度 (MPa)	s_{ur} (MPa)	0.102 + $0.341 \cdot p$	0	0	0			
	残留 内部摩擦角 ($^\circ$)	ϕ_r ($^\circ$)	13.8	初期 変形係数 (MPa)		E_0 (MPa)	29.0 + $262 \cdot p$	74.6 + $434 \cdot p$	9.96 + $289 \cdot p$	22.1 + $286 \cdot p$			
	静的 変形 特性	ボアソン比	ν	$0.48 + 1.3 \times 10^{-4} \cdot Z$	ボアソン比	ν	0.49	0.49	0.48	0.48			
動せん断 弾性係数 (MPa)		G_0 (MPa)	$1000 - 5.50 \cdot Z$	動せん断 弾性係数 (MPa)	G_0 (MPa)	303	189	32.4 + $4.02 \cdot D$	60.7 + $8.20 \cdot D$				
動的 変形 特性	ボアソン比	ν_d	$0.39 + 6.5 \times 10^{-4} \cdot Z$	動ボアソン比	ν_d	0.41	0.45	0.42	0.39				
	正規化せん断 弾性係数 ～ γ (%)	G/G_0 ～ γ (%)	$\frac{1}{1 + 5.32 \cdot \gamma^{0.776}}$	正規化せん断 弾性係数 ～ γ (%)	G/G_0 ～ γ (%)	$\frac{1}{1 + 5.91 \cdot \gamma^{0.758}}$	$\frac{1}{1 + 15.4 \cdot \gamma^{0.891}}$	$\frac{1}{1 + 9.27 \cdot \gamma^{0.992}}$	$\frac{1}{1 + 12.7 \cdot \gamma^{0.914}}$				
	減衰率	h (%) ～ γ (%)	$\frac{\gamma}{0.0786 \cdot \gamma + 0.00692} + 1.26$	減衰率	h (%) ～ γ (%)	$\frac{\gamma}{0.0829 \cdot \gamma + 0.00582} + 1.18$	$\frac{\gamma}{0.0570 \cdot \gamma + 0.00824} + 1.81$	$\frac{\gamma}{0.0438 \cdot \gamma + 0.0150} + 1.74$	$\frac{\gamma}{0.0631 \cdot \gamma + 0.00599} + 1.29$				

注記 Z: 標高 (m), p: 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa), γ : せん断ひずみ (%), D: 深度 (G.L. -m)

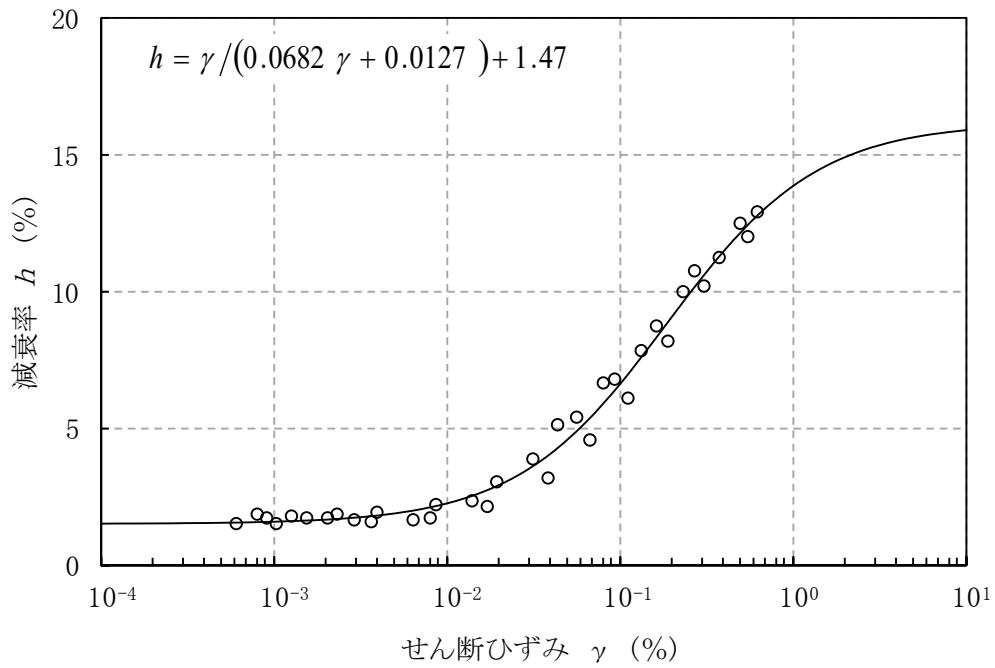
第3-1表 (5) 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値

区分		流動化処理土(A)		区分		流動化処理土(B)		MMR
物理特性	湿潤密度	ρ_s (g/cm ³)	1.63	湿潤密度	ρ_s (g/cm ³)	1.85	設計基準強度	14.8MPa
	ビーク強度特性	非排水せん断強度	s_u (MPa)	$0.347+0.242 p$	粘着力	c (MPa)	0.95	
残留せん断強度	非排水せん断強度	s_{ur} (MPa)	$0.291+0.016 p$	内部摩擦角	ϕ (°)	30.0		-
静的変形特性	初期変形係数	E_0 (MPa)	$143+448 p$	残留粘着力	c_r (MPa)	0		-
	ポアソン比	ν	0.46	残留	ϕ_r (°)	0		-
動的変形特性	動せん断弾性係数	G_0 (MPa)	380	初期変形係数	E_0 (MPa)	1050		21000
	動ポアソン比	ν_d	0.42	ポアソン比	ν	0.33		0.167
正規化せん断弾性係数	減衰率	$\frac{G/G_0}{\sim \gamma (\%)}$	$\frac{1}{1+9.63 \cdot \gamma^{1.01}}$	$\frac{G/G_0}{\sim \gamma (\%)}$	$\frac{1}{1+5.87 \cdot \gamma^{0.974}}$	0.83 ($\gamma \leq 0.01\%$)	$0.83 + 2.59 \log(\gamma/0.01)$ ($\gamma > 0.01\%$)	線形

注記 Z: 標高 (m), p: 土被り圧から静水圧を差し引いた圧密応力 (MPa), γ : せん断ひずみ (%)

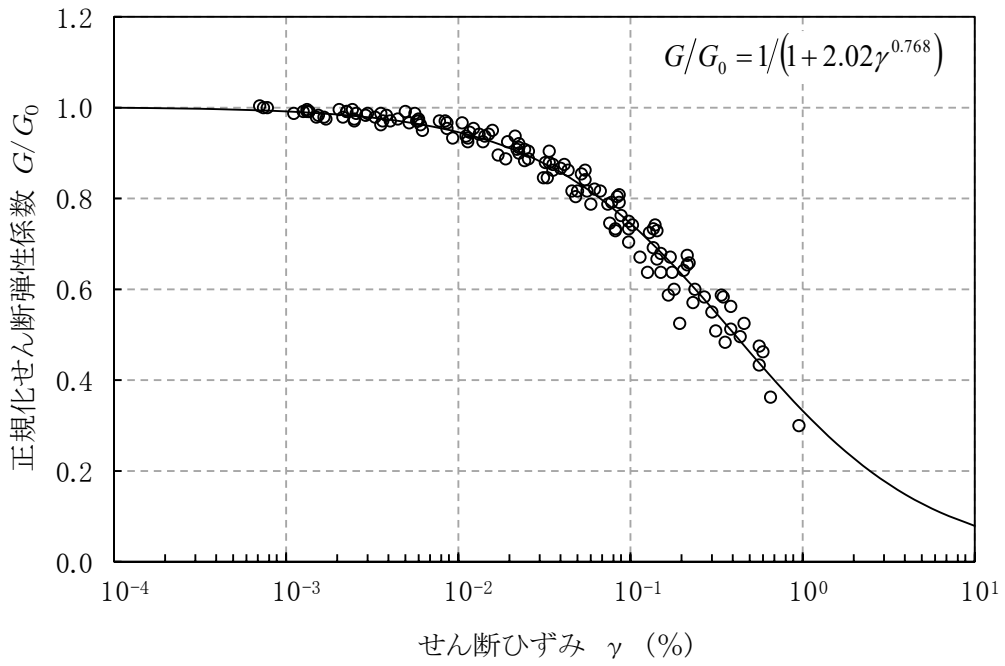


(a) 動の変形特性

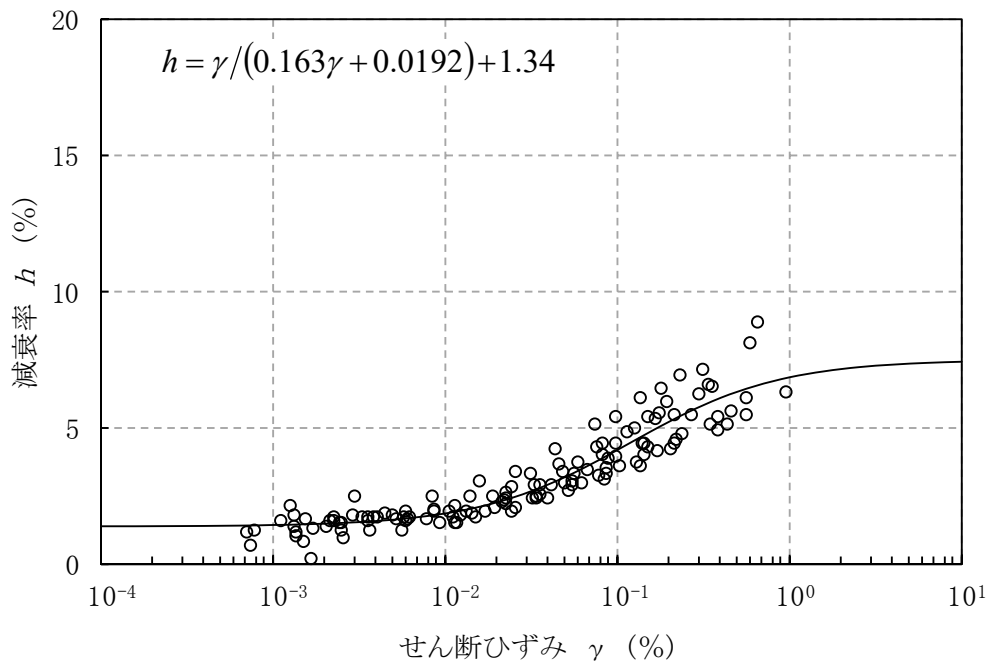


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (1) 変形特性のひずみ依存性 (凝灰岩 [Ttf])

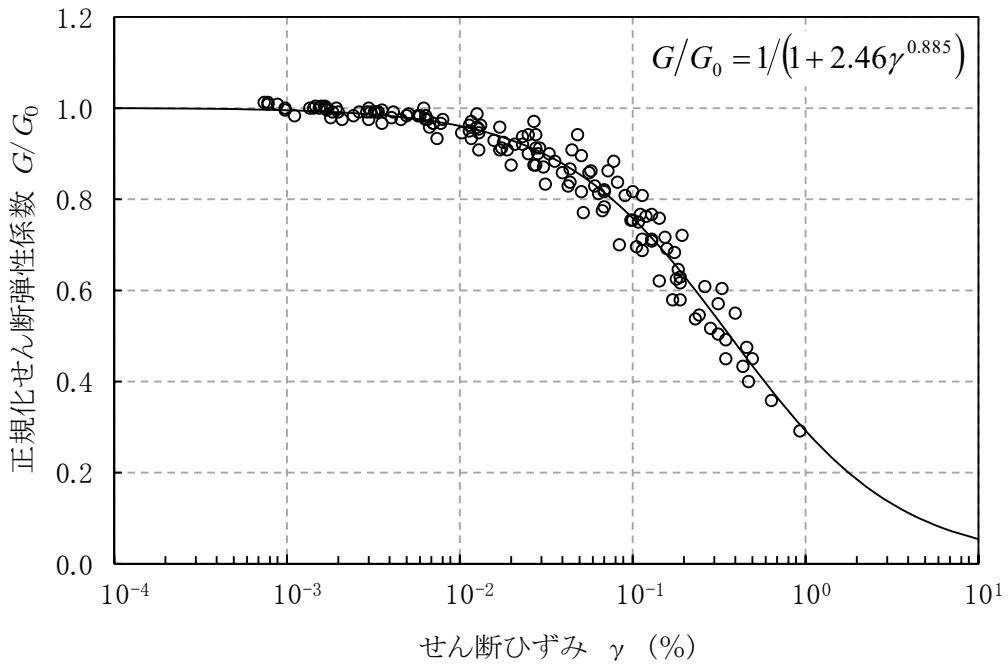


(a) 動的変形特性

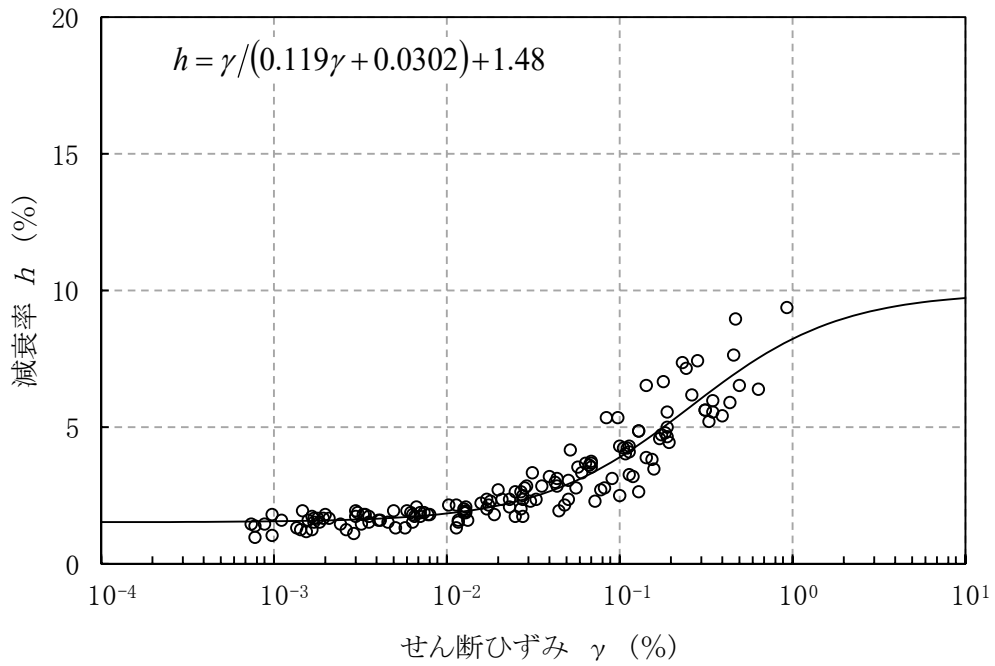


(b) 減衰特性

第3-1図(2) 変形特性のひずみ依存性 (軽石凝灰岩[Tpt])

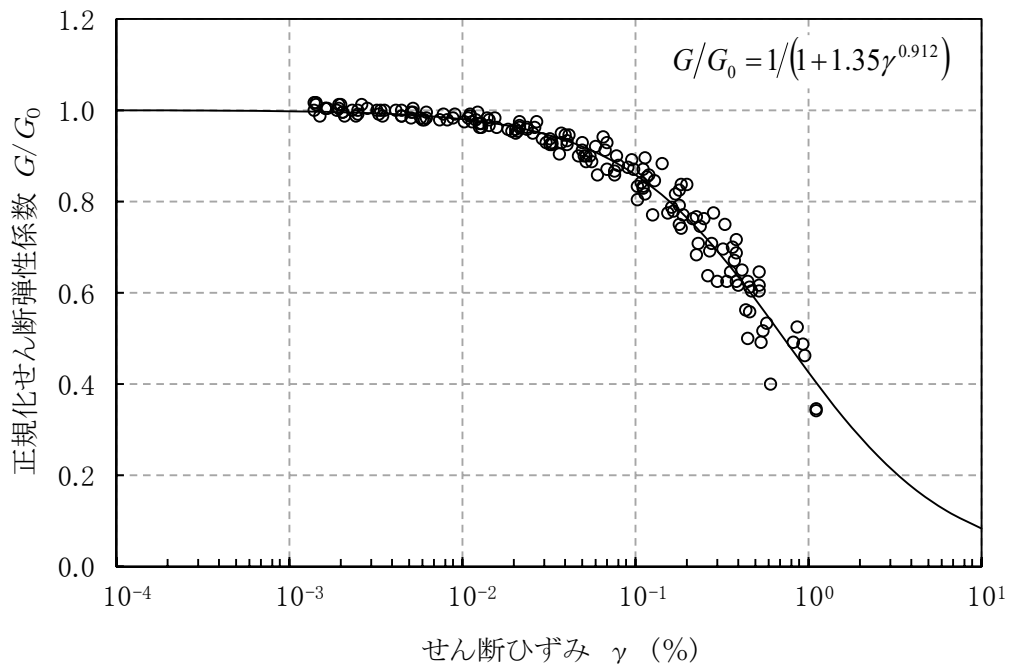


(a) 動的変形特性

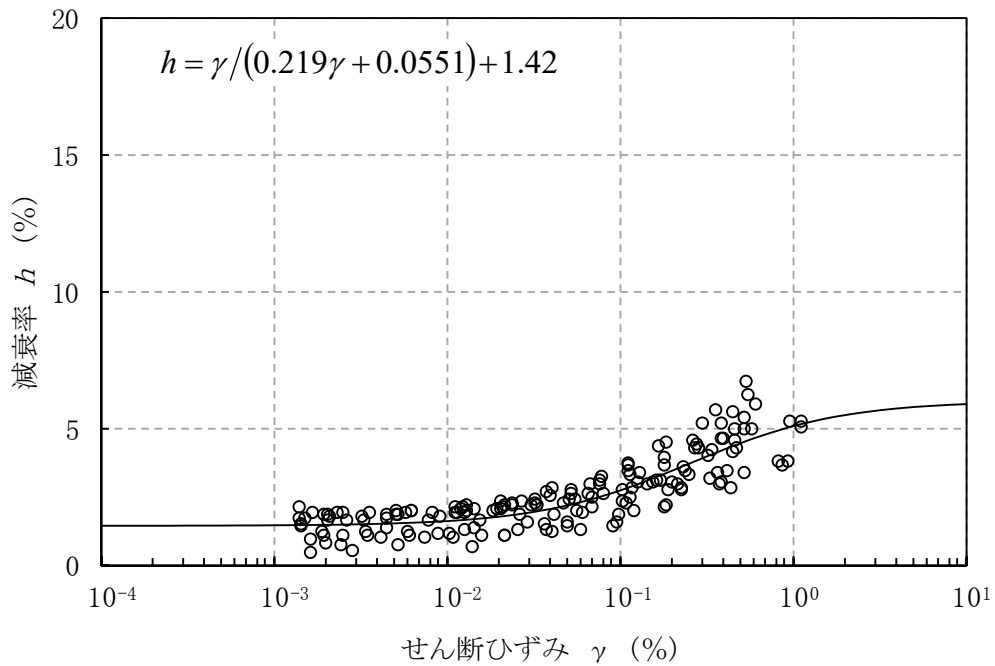


(b) 減衰特性

第3-1図 (3) 変形特性のひずみ依存性 (砂質軽石凝灰岩 [Tspt])

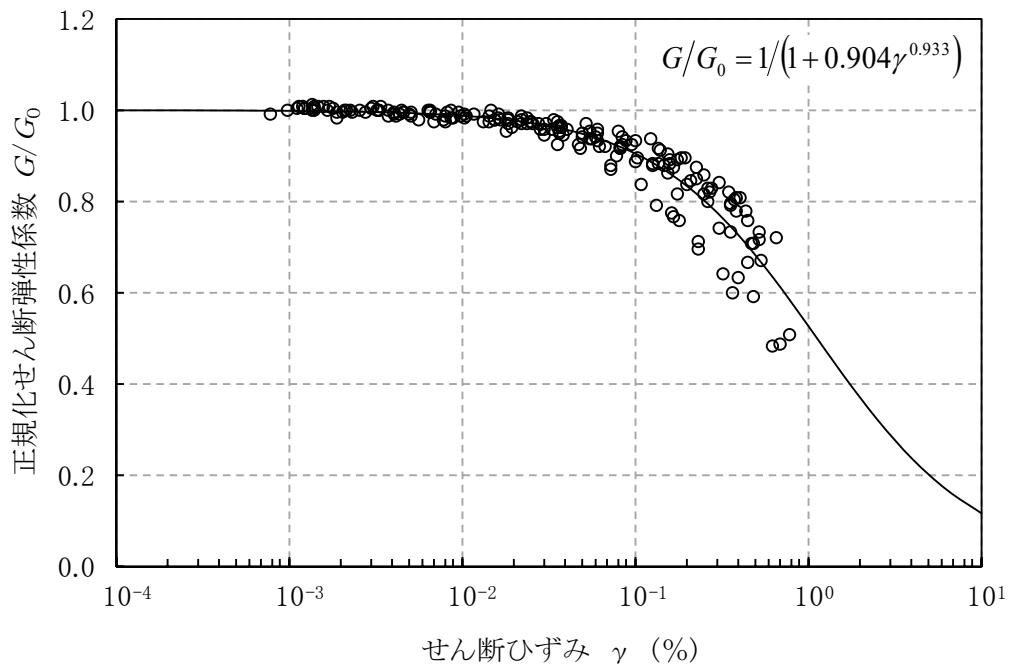


(a) 動的変形特性

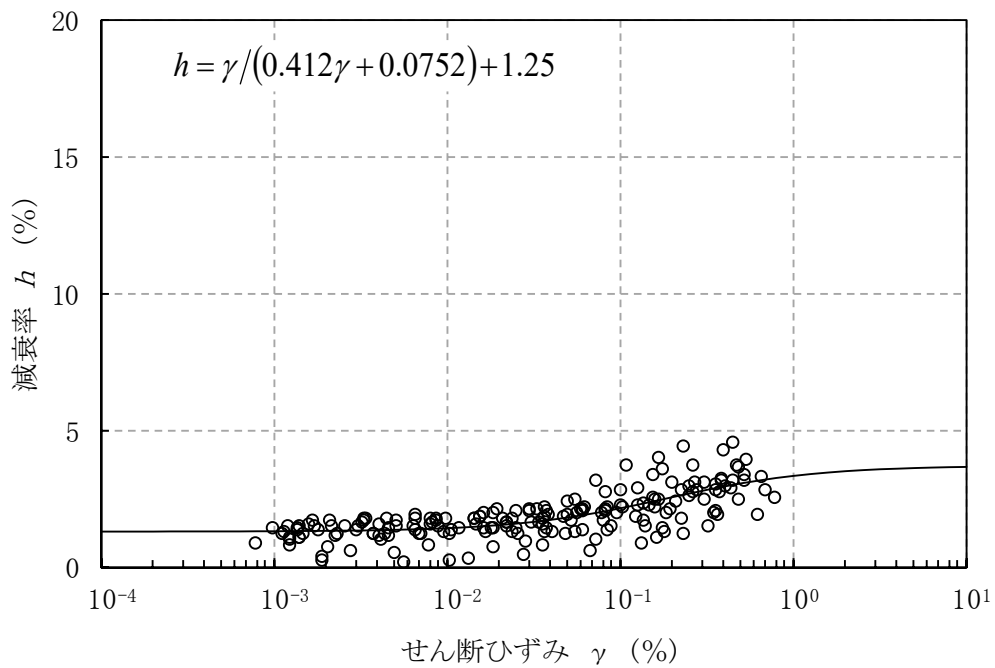


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (4) 変形特性のひずみ依存性 (泥岩(上部層) [Tmss])

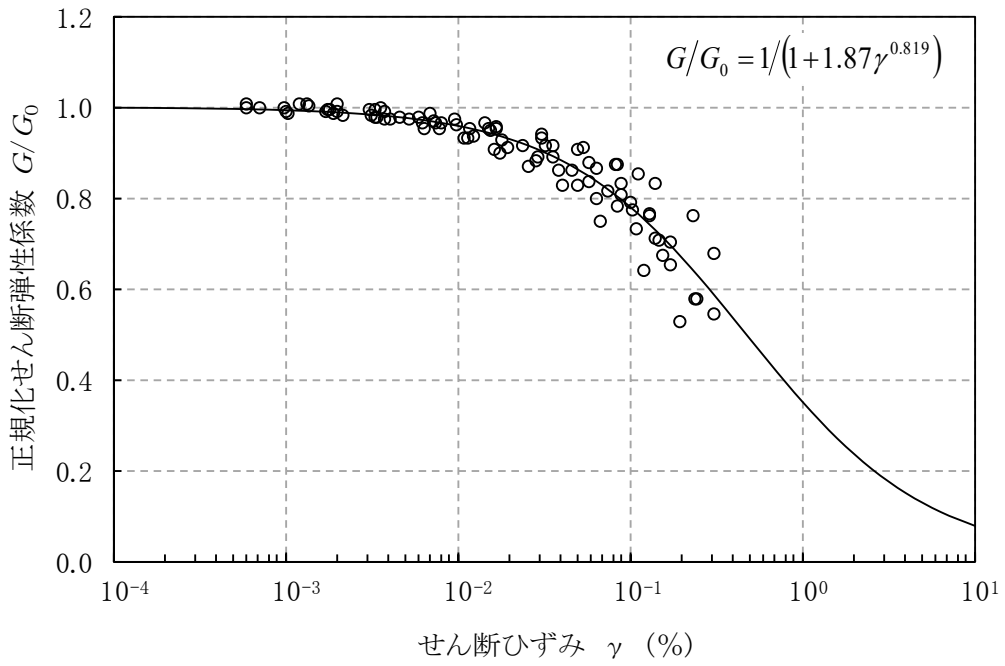


(a) 動的変形特性

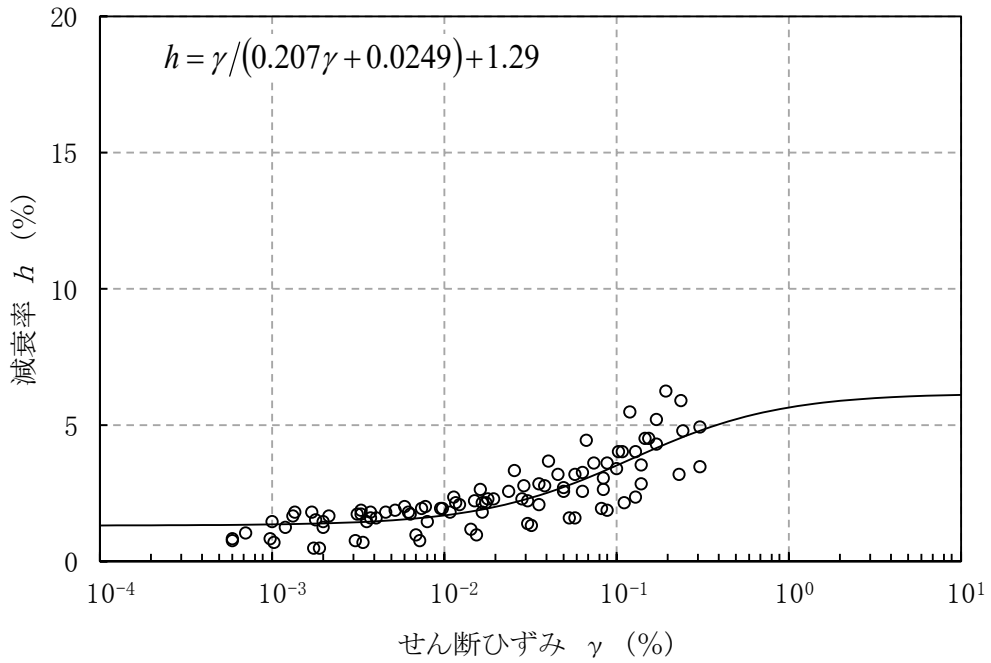


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (5) 変形特性のひずみ依存性 (泥岩(下部層)[Tms])

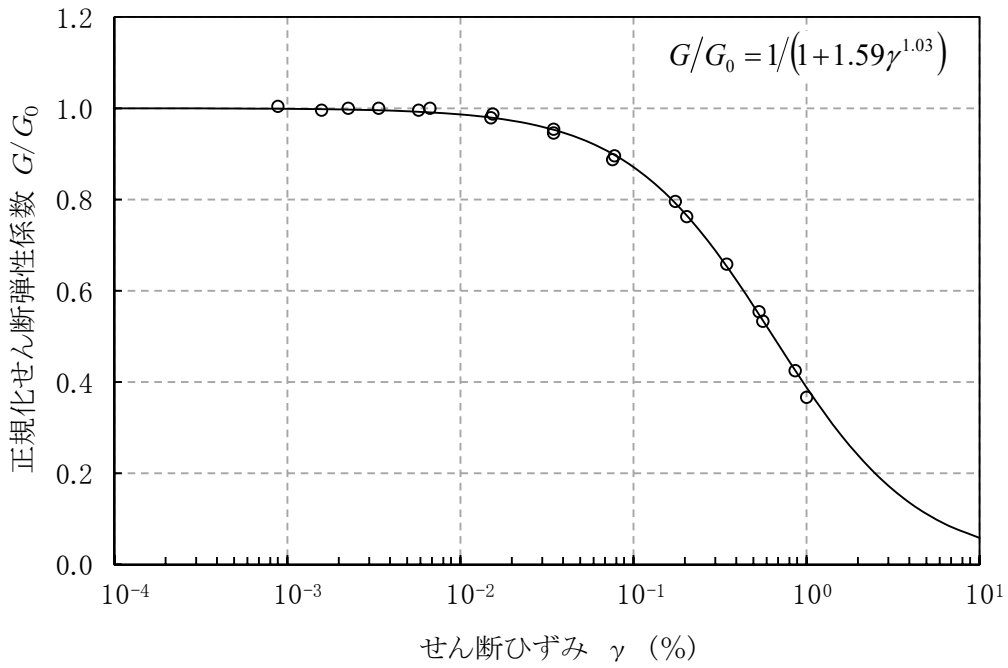


(a) 動的変形特性

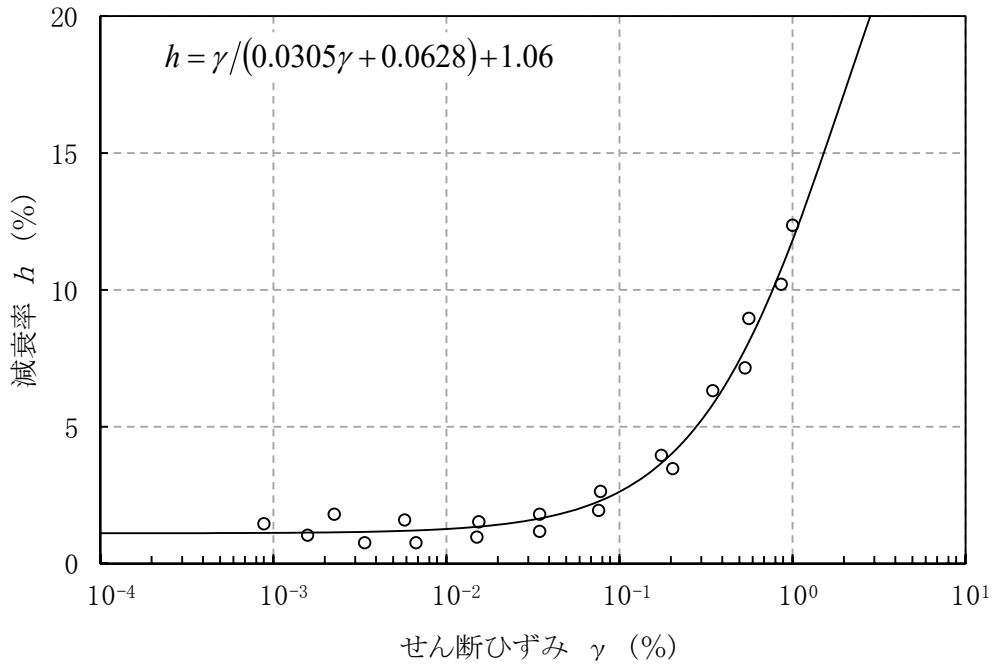


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (6) 変形特性のひずみ依存性 (細粒砂岩 [Tfs])

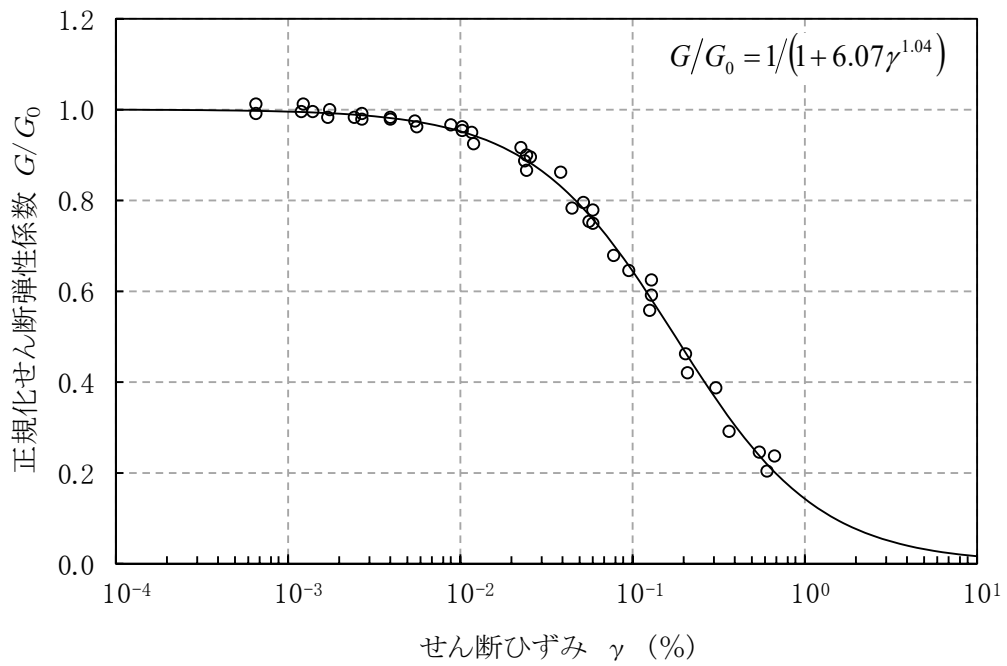


(a) 動の変形特性

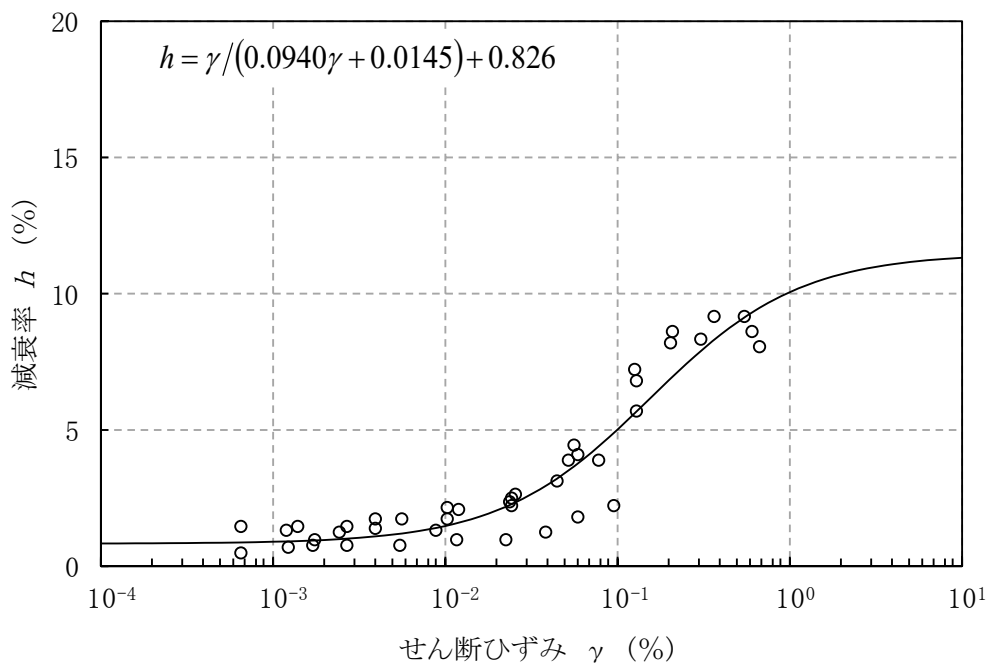


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (7) 変形特性のひずみ依存性 (凝灰質砂岩 [Tts])

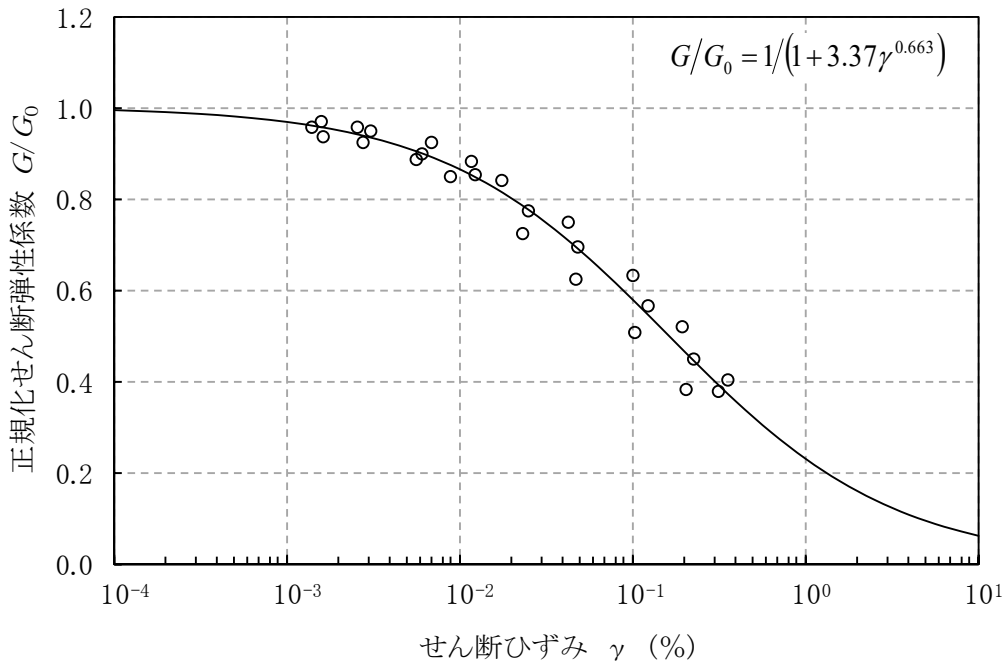


(a) 動的変形特性

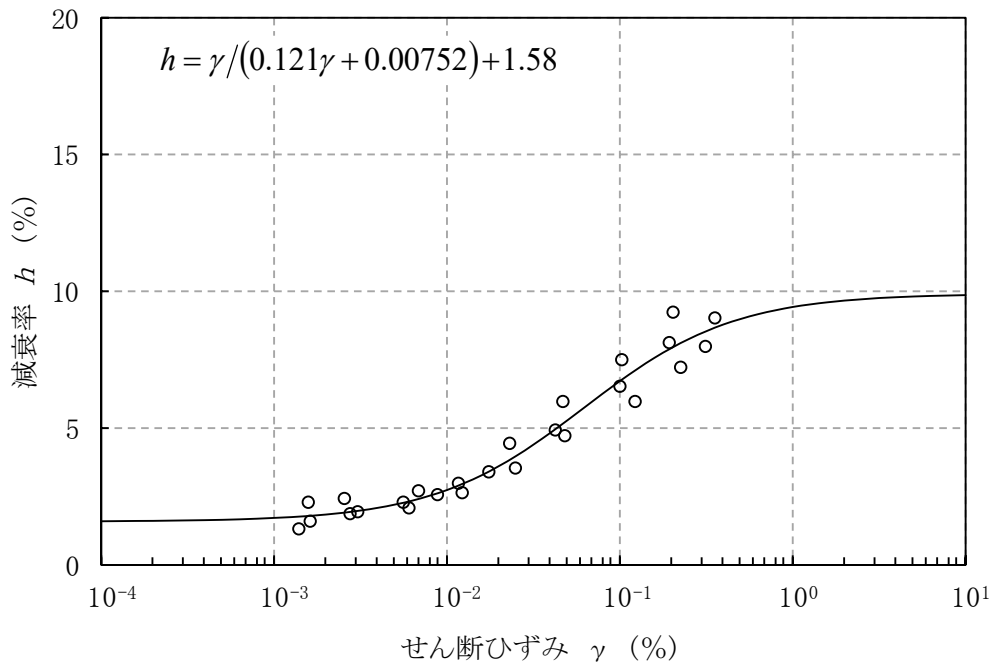


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (8) 変形特性のひずみ依存性 (軽石質砂岩 [Tpps])

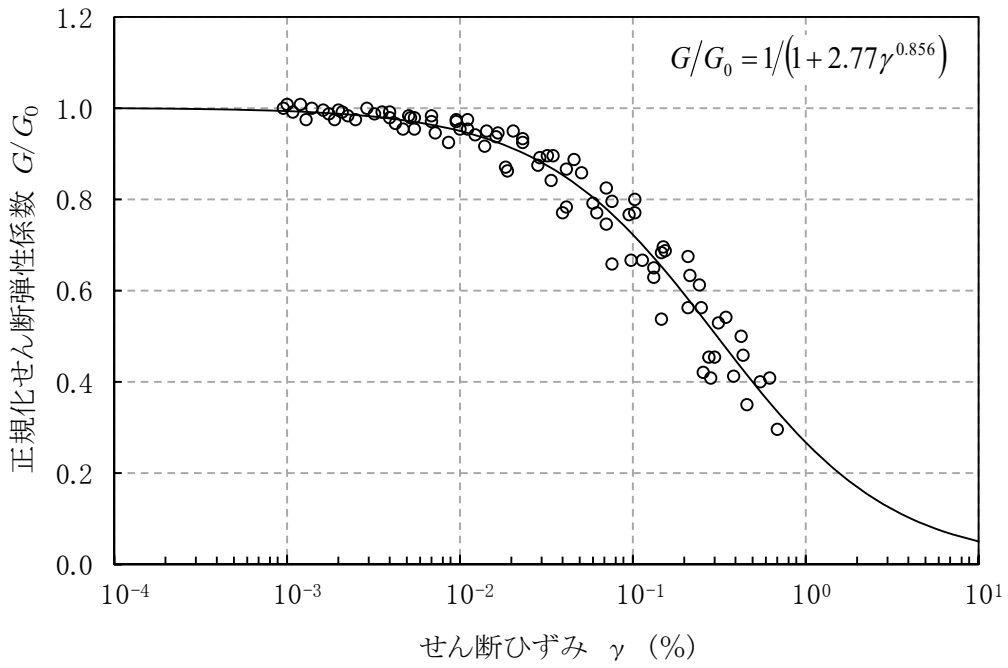


(a) 動の変形特性

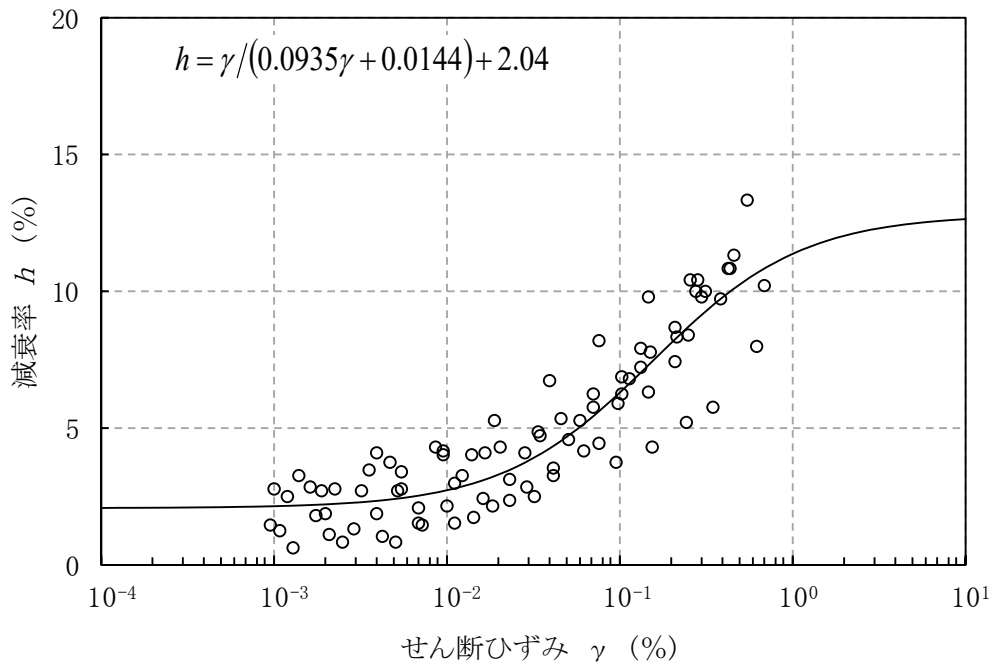


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (9) 変形特性のひずみ依存性 (粗粒砂岩[Tcs])

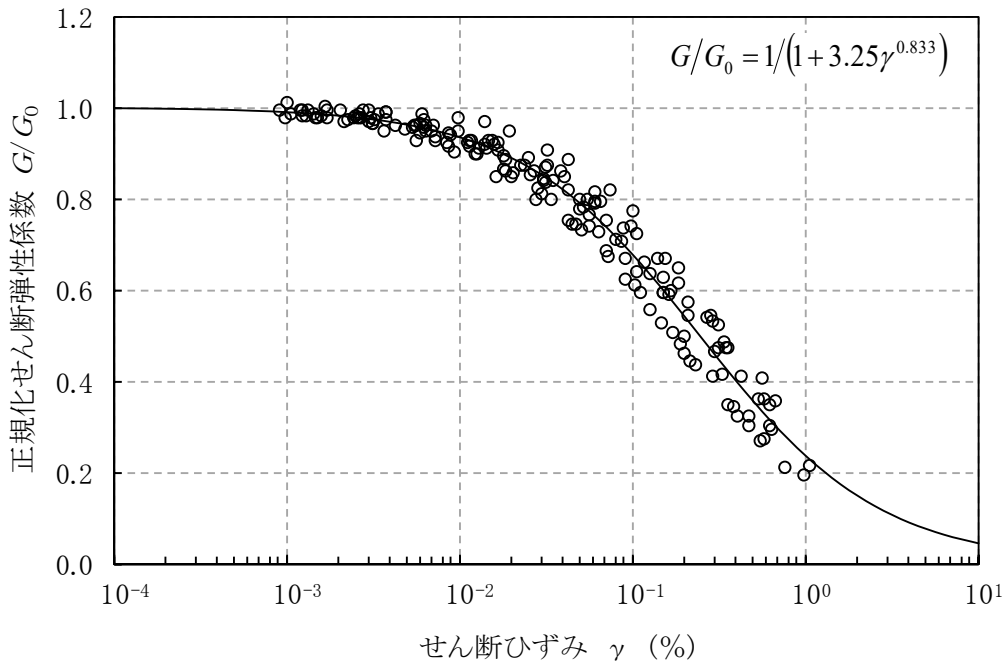


(a) 動の変形特性

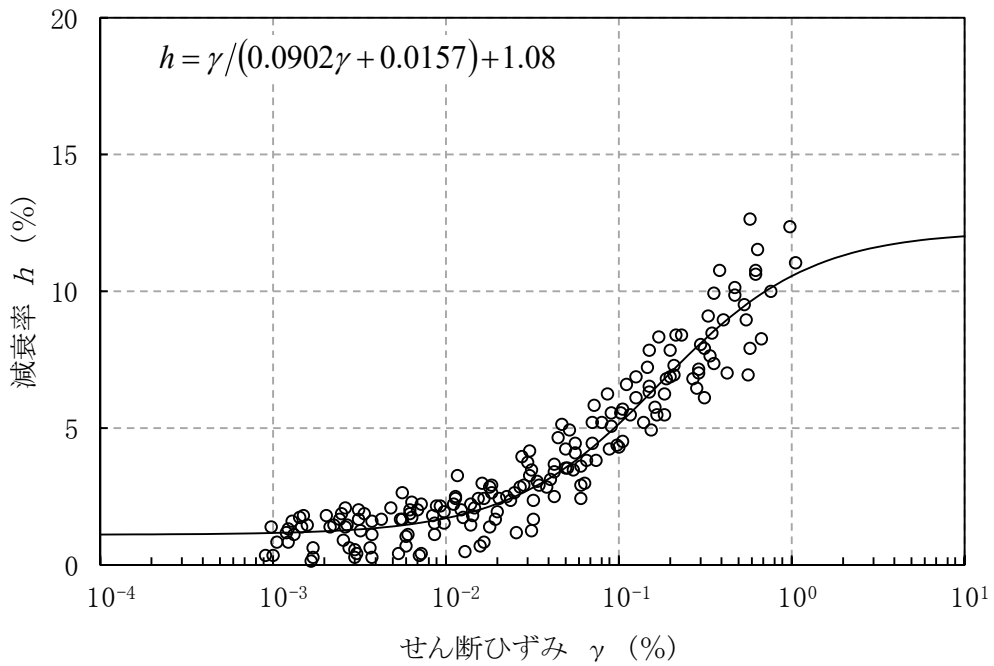


(b) 減衰特性

第3-1図 (10) 変形特性のひずみ依存性 (砂岩・凝灰岩互層[Talst])

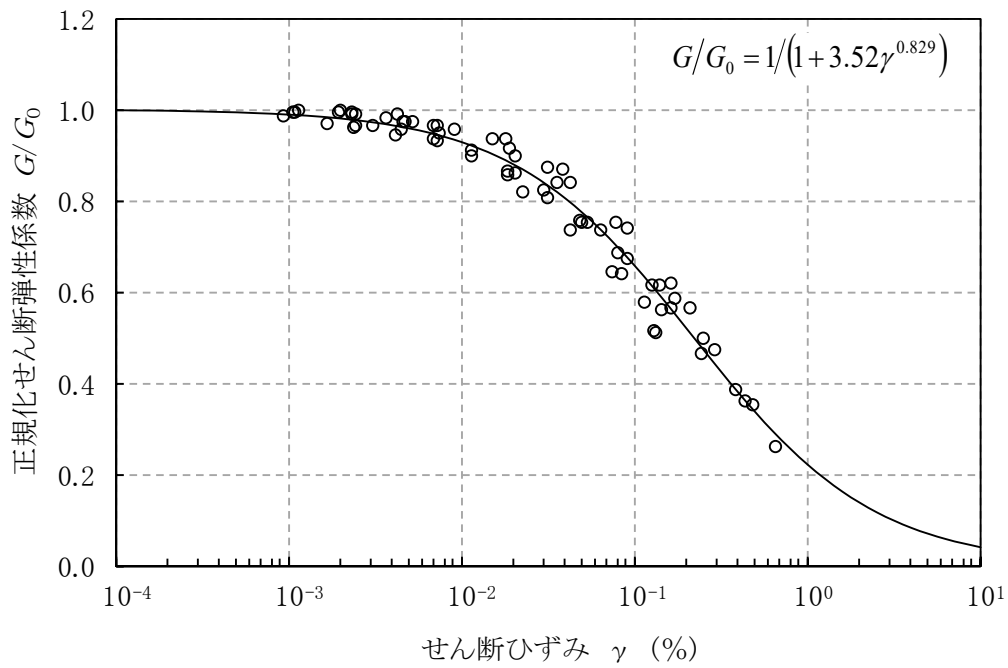


(a) 動的変形特性

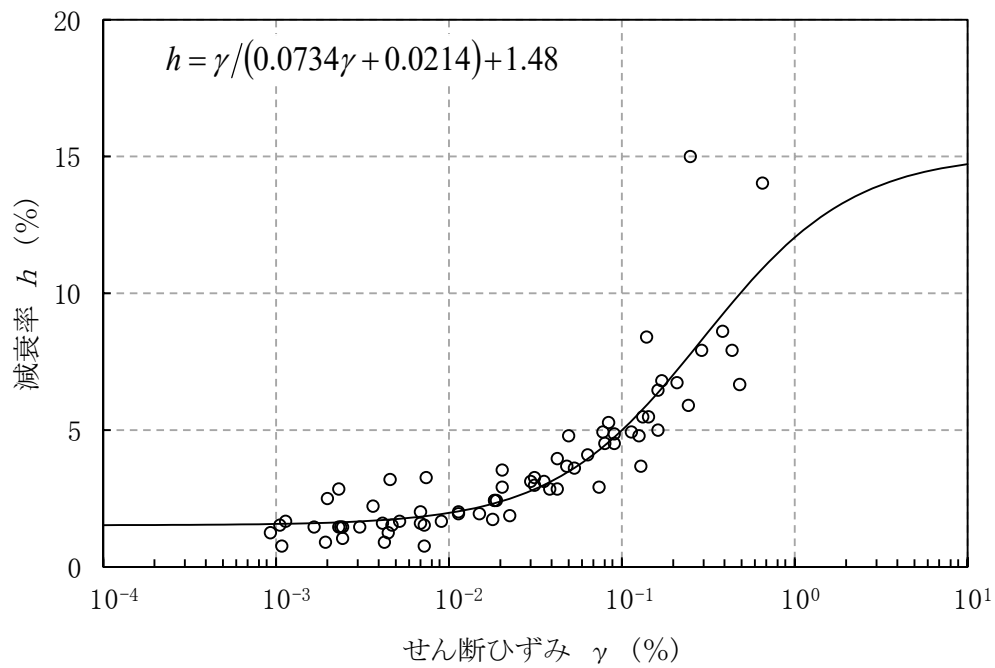


(b) 減衰特性

第3-1図 (11) 変形特性のひずみ依存性 (礫混り砂岩[Tss])

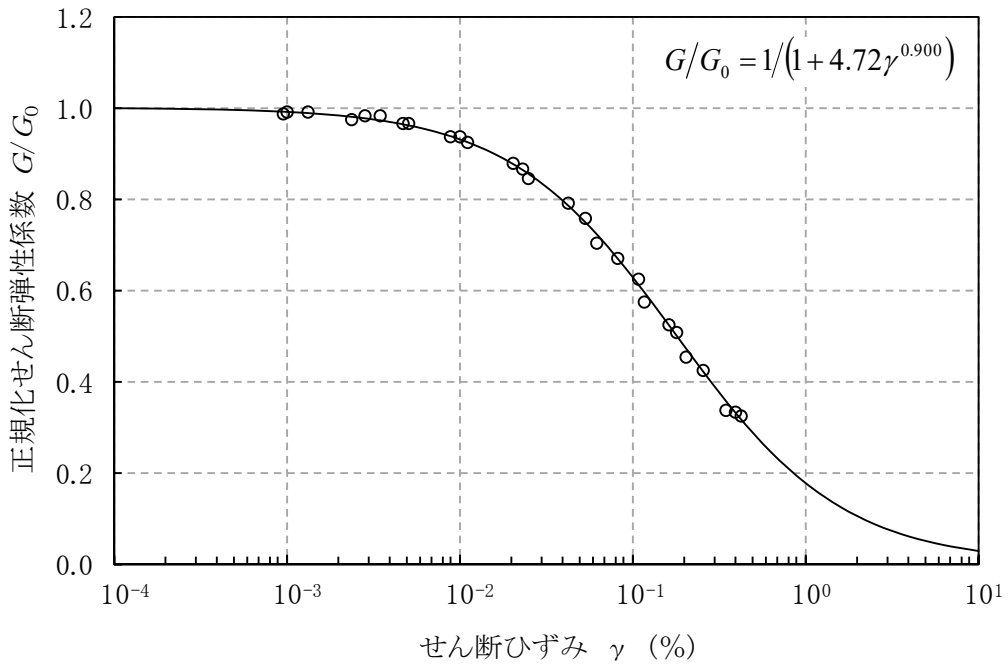


(a) 動的変形特性

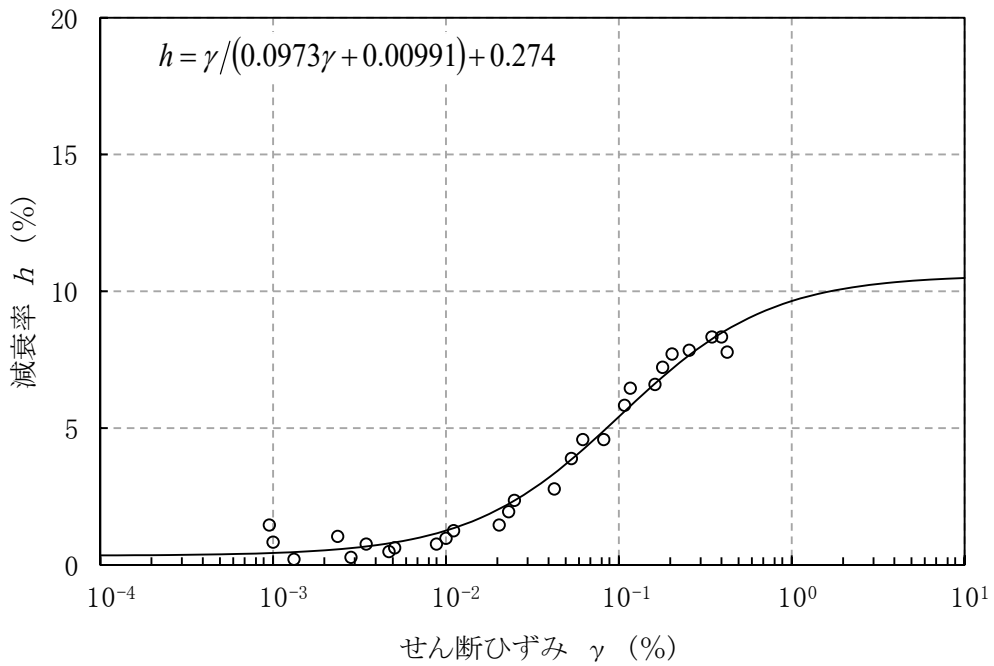


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (12) 変形特性のひずみ依存性 (軽石混り砂岩[Tps])

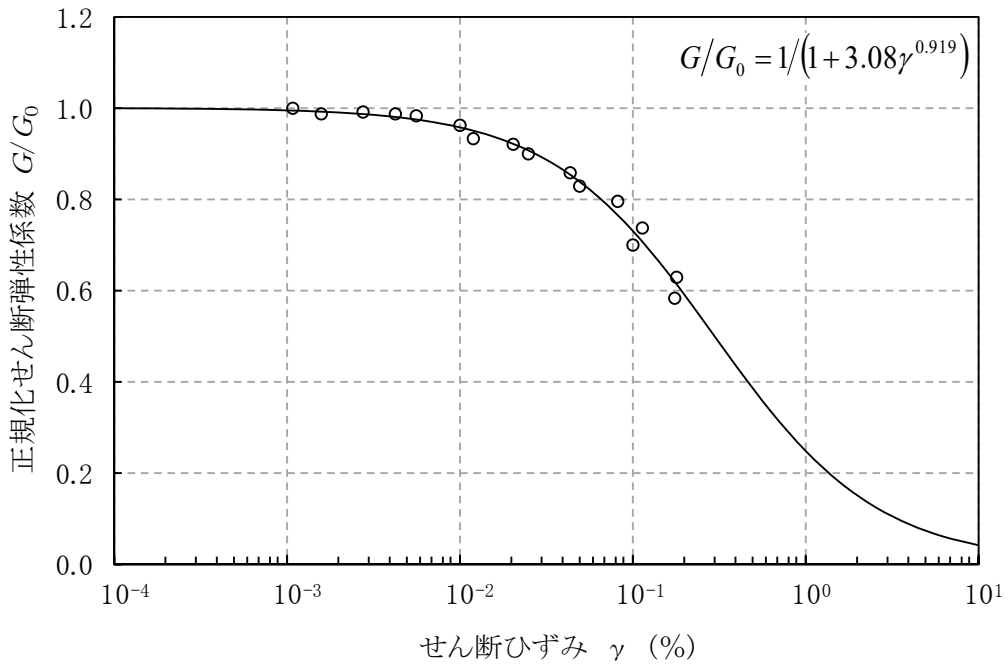


(a) 動的変形特性

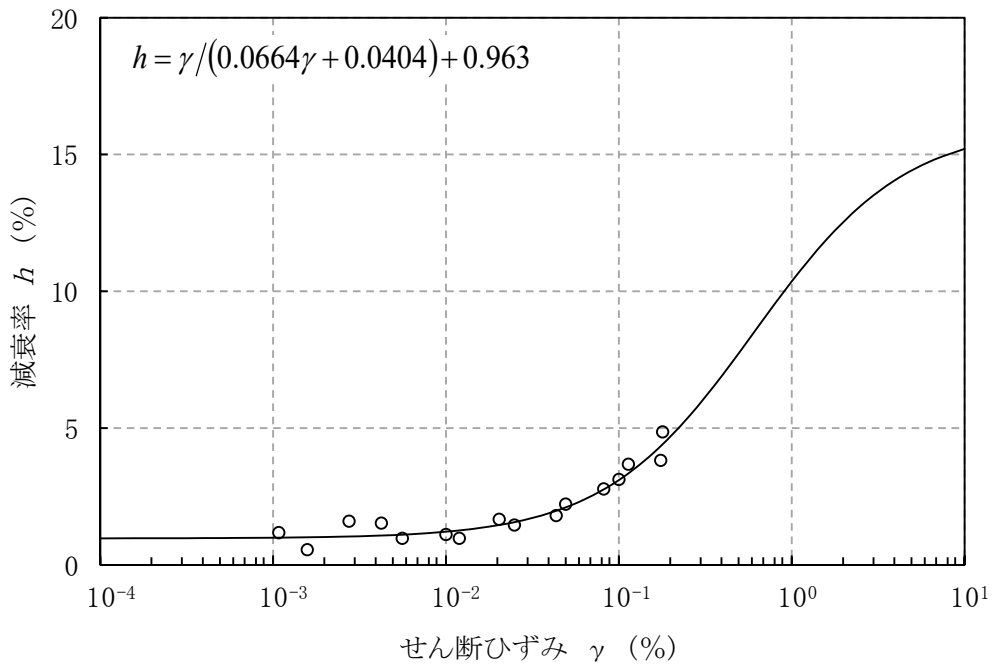


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (13) 変形特性のひずみ依存性 (礫岩[Tcg])

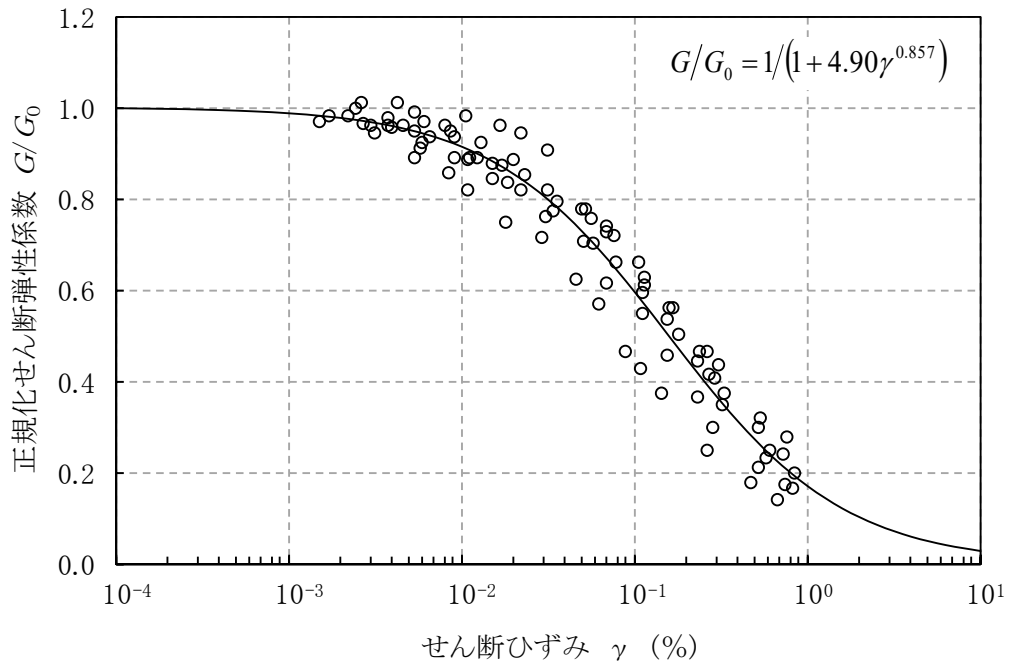


(a) 動の変形特性

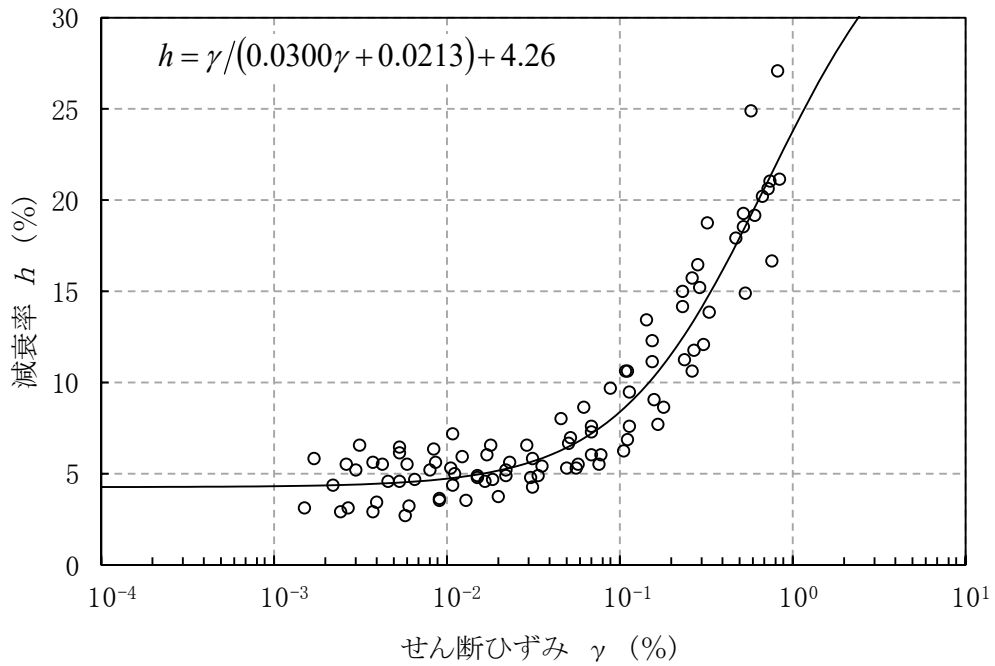


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (14) 変形特性のひずみ依存性 (砂岩・泥岩互層[Talsm])

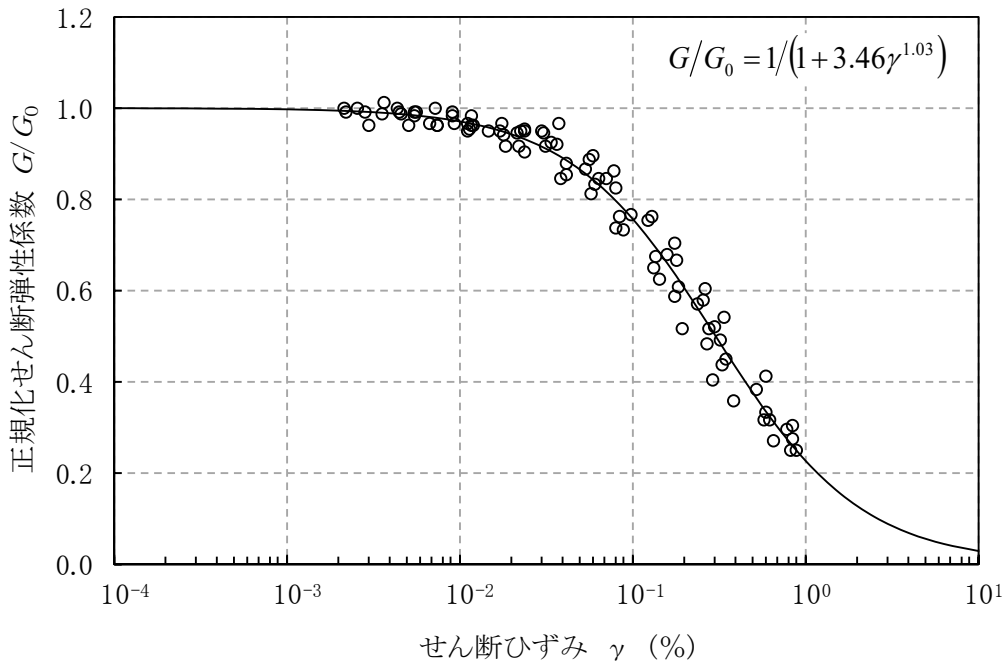


(a) 動の変形特性

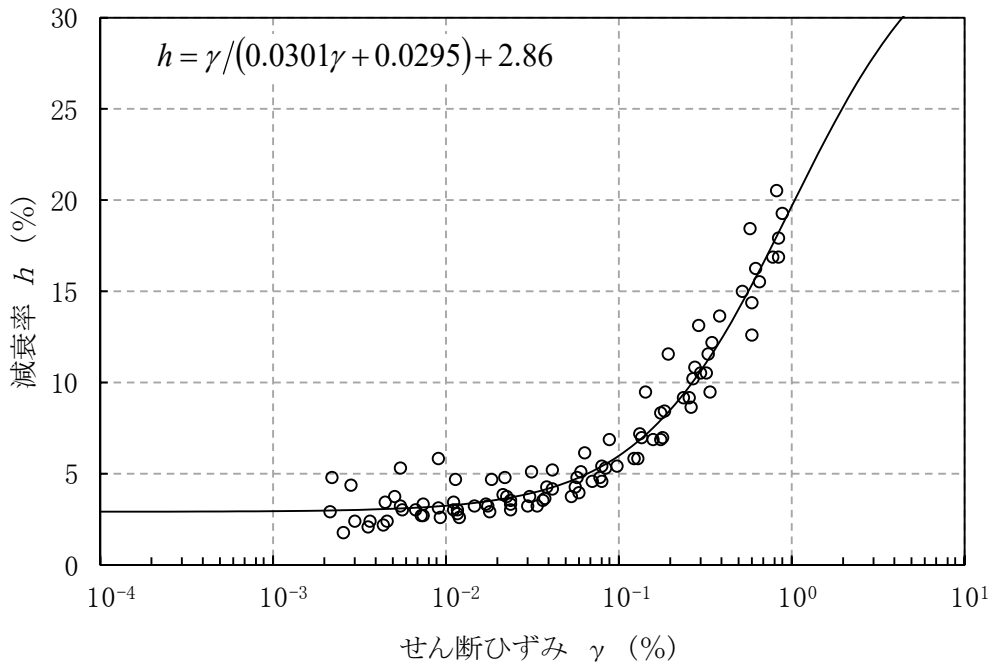


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (15) 変形特性のひずみ依存性 (f - 1 断層)

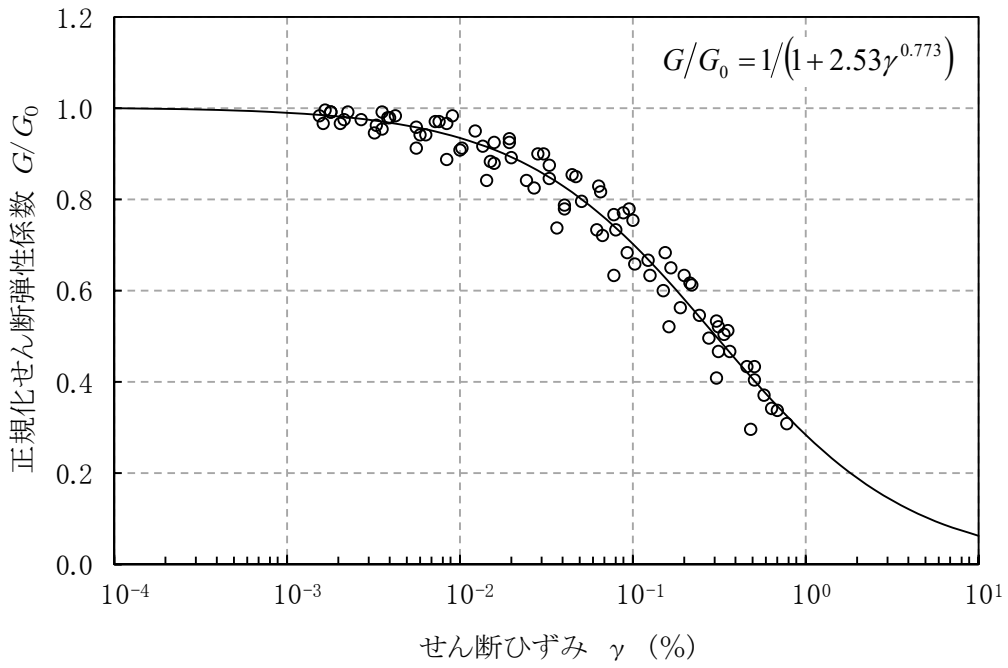


(a) 動の変形特性

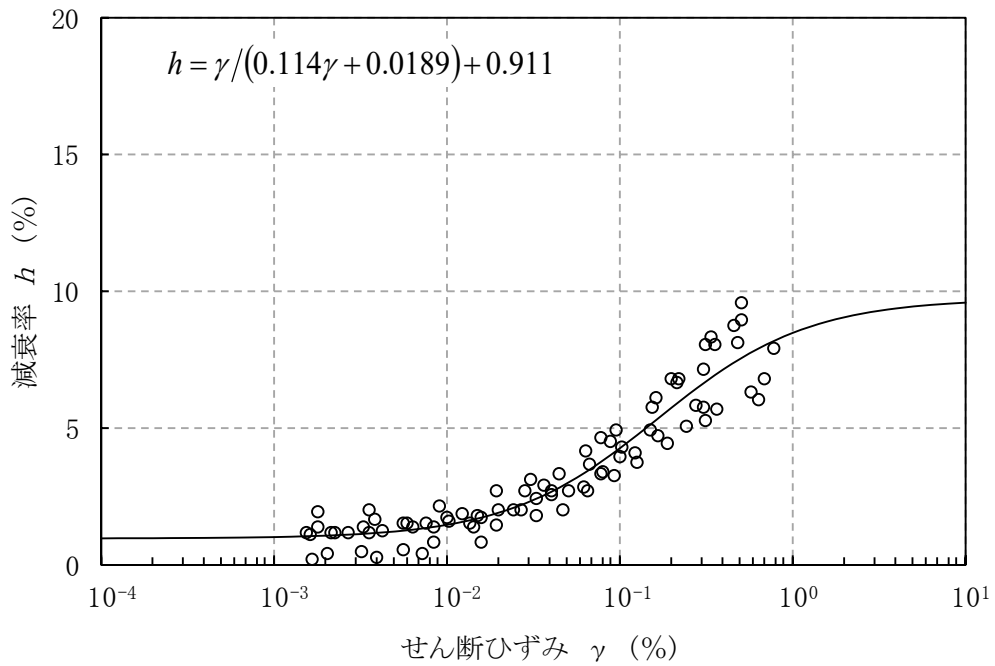


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (16) 変形特性のひずみ依存性 (f - 2 断層)

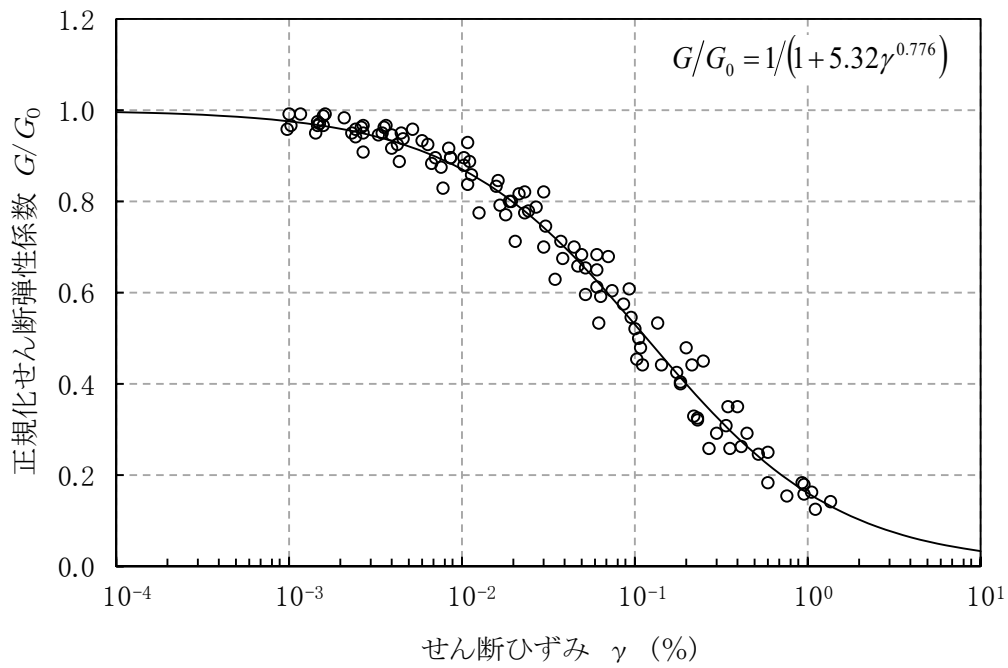


(a) 動の変形特性

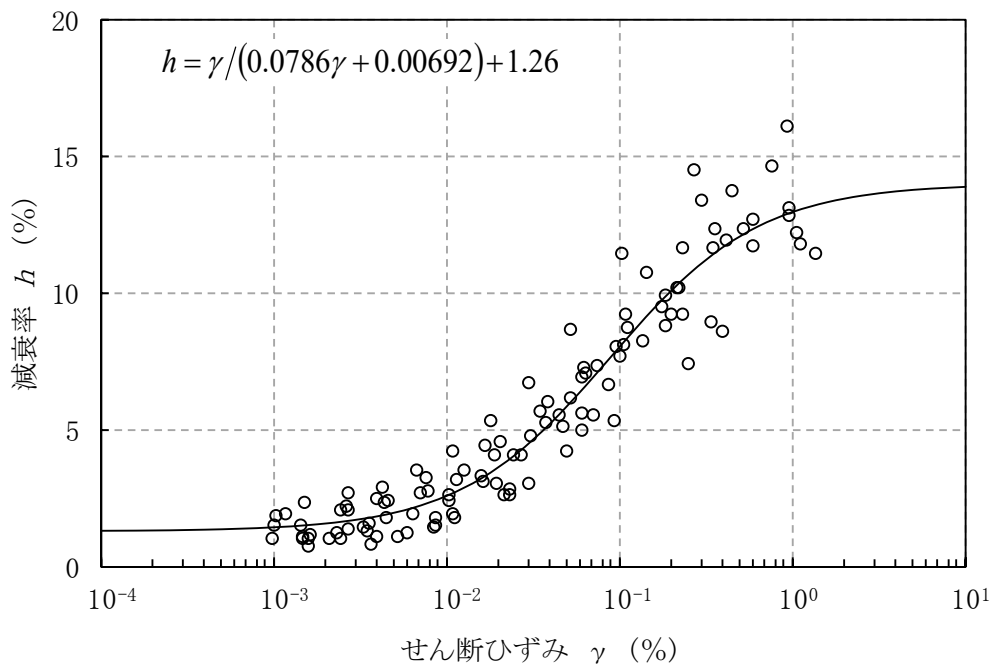


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (17) 変形特性のひずみ依存性 (風化岩)

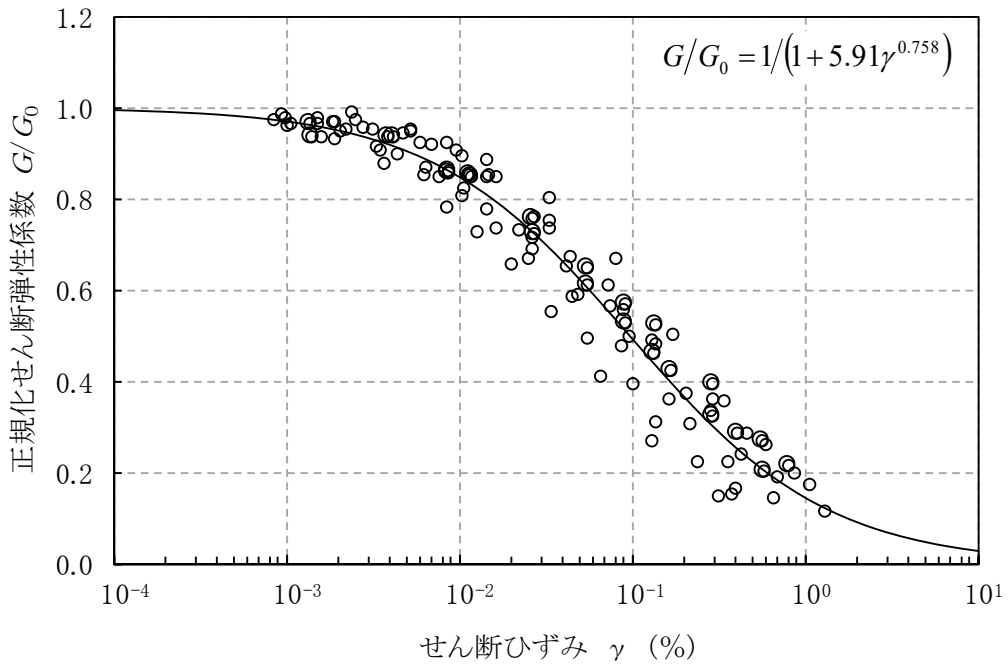


(a) 動の変形特性

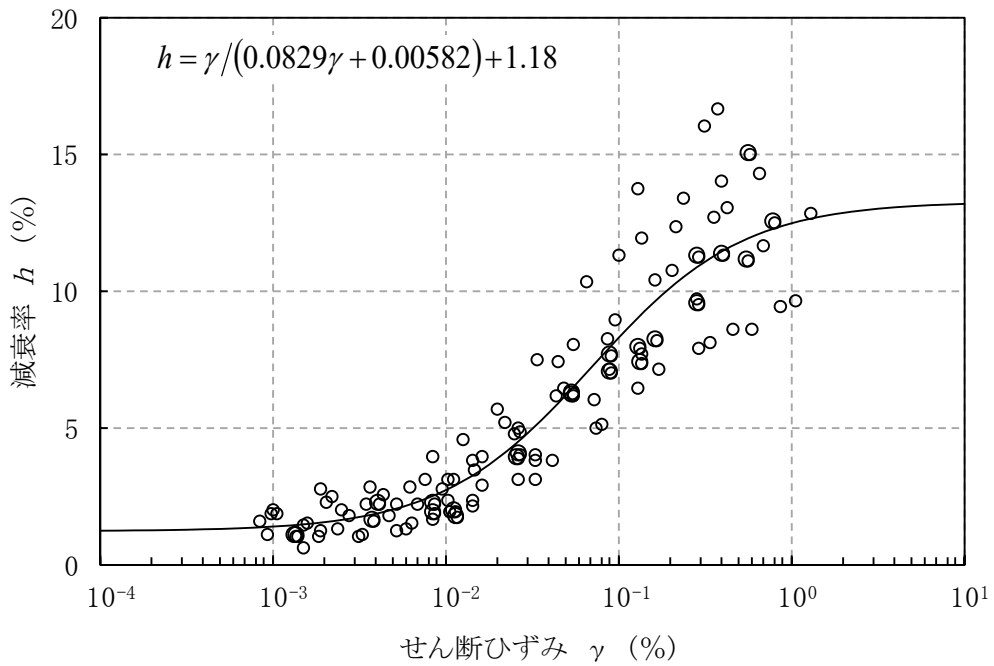


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (18) 変形特性のひずみ依存性 (新第三系鮮新統[PP1])

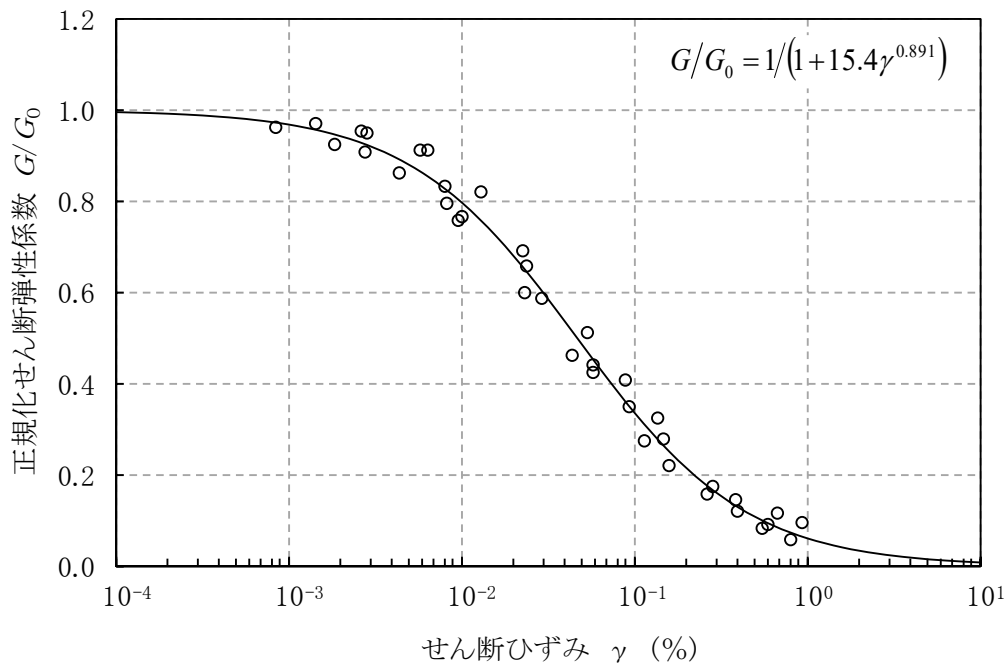


(a) 動の変形特性

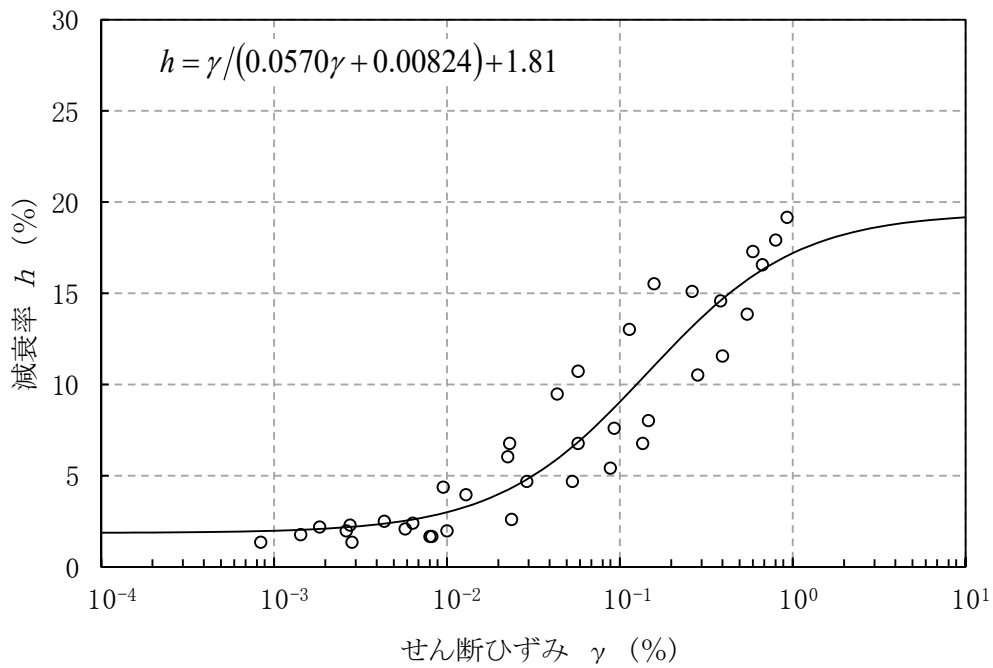


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (19) 変形特性のひずみ依存性 (第四系下部～中部更新統(六ヶ所層) [PP2])

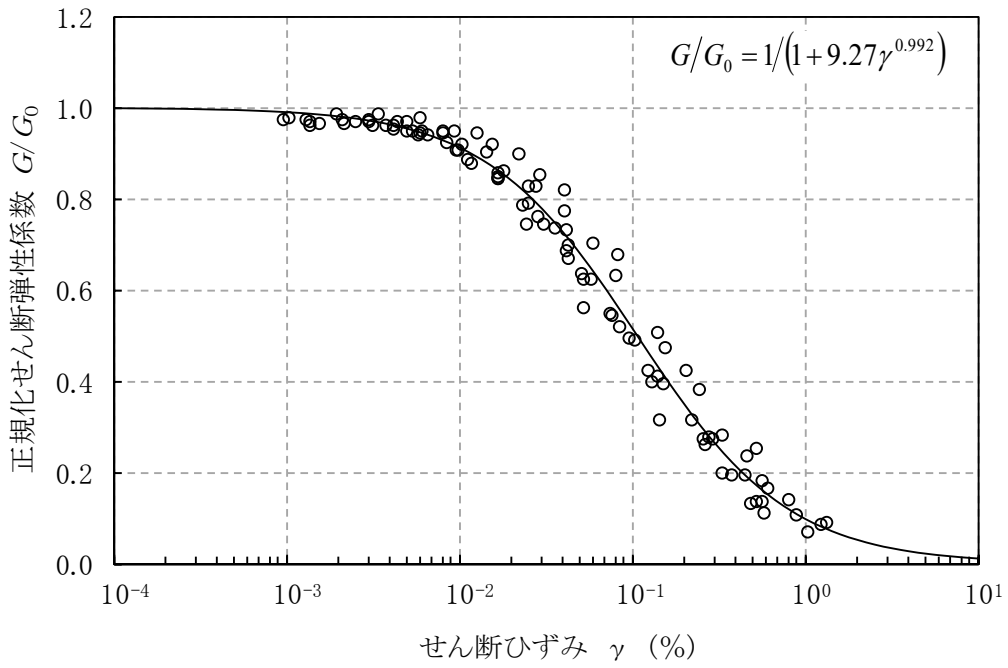


(a) 動的変形特性

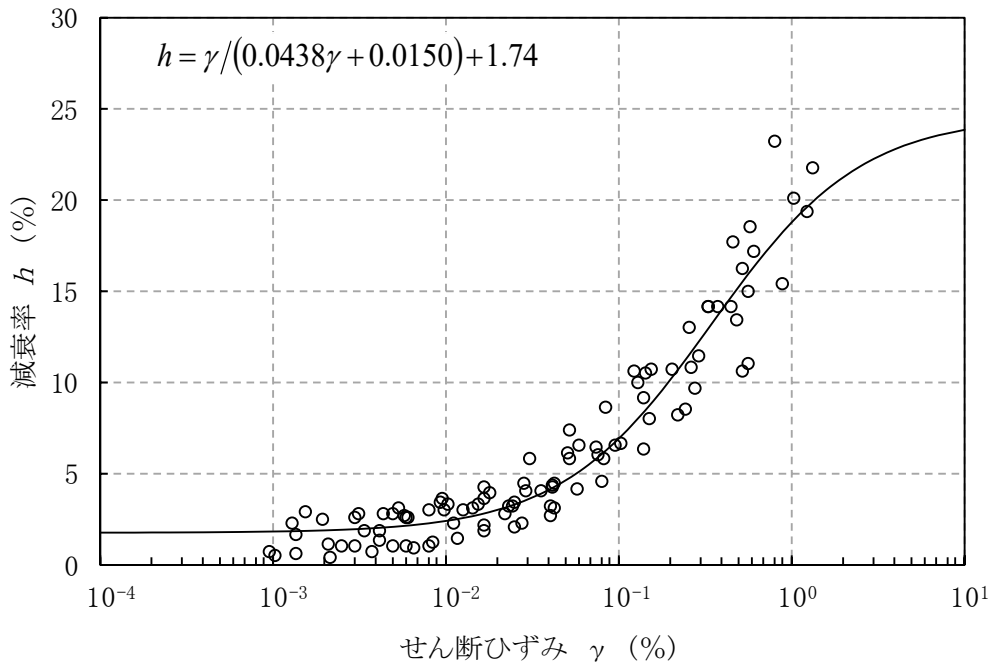


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (20) 変形特性のひずみ依存性 (第四系中部更新統～完新統[PH])

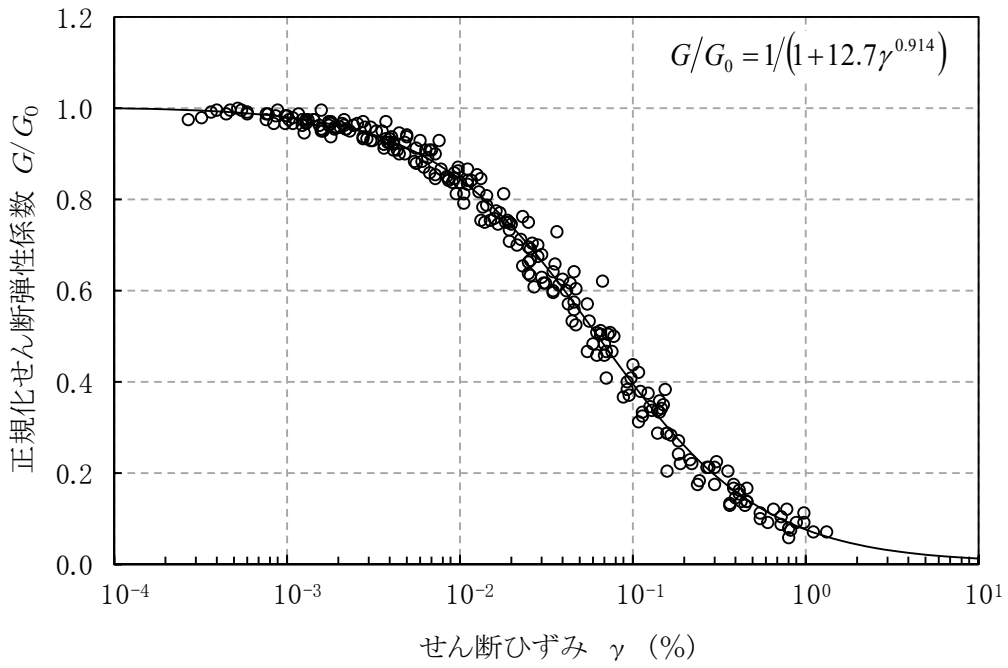


(a) 動的変形特性

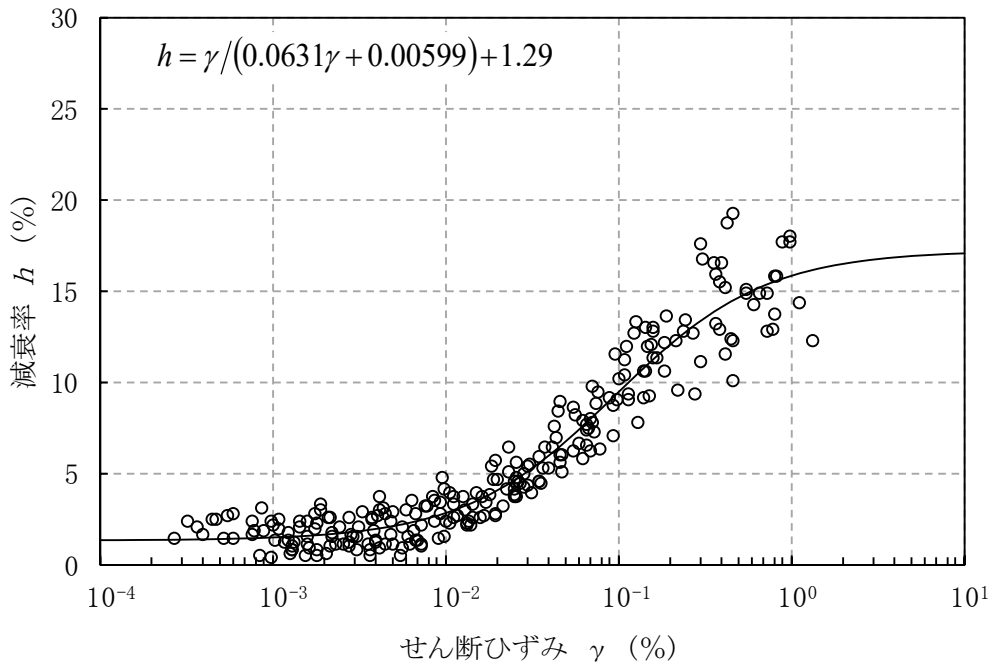


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (21) 変形特性のひずみ依存性 (造成盛土[f1])

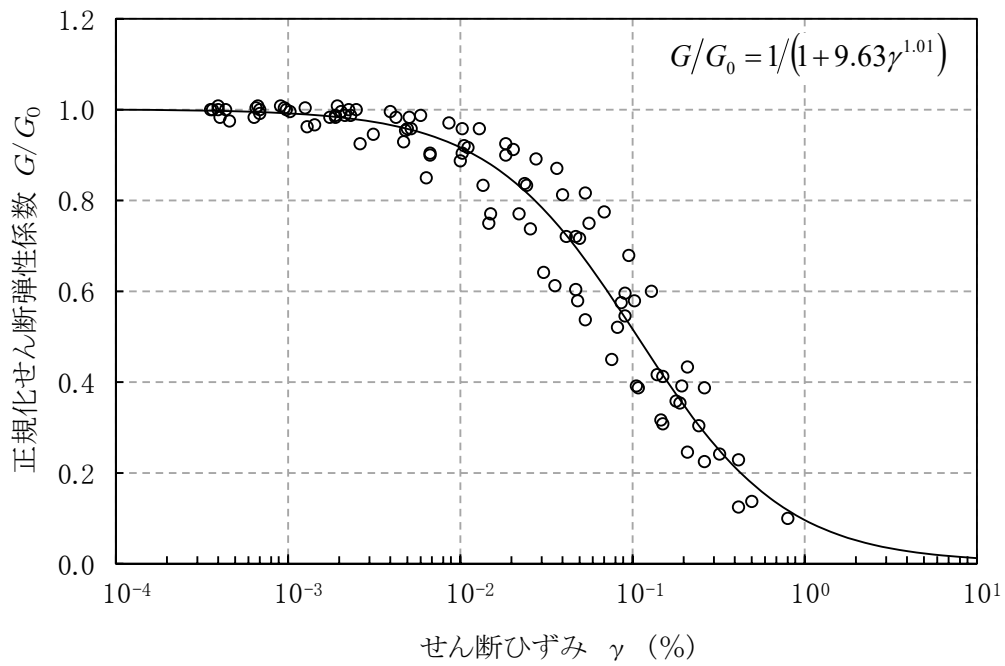


(a) 動の変形特性

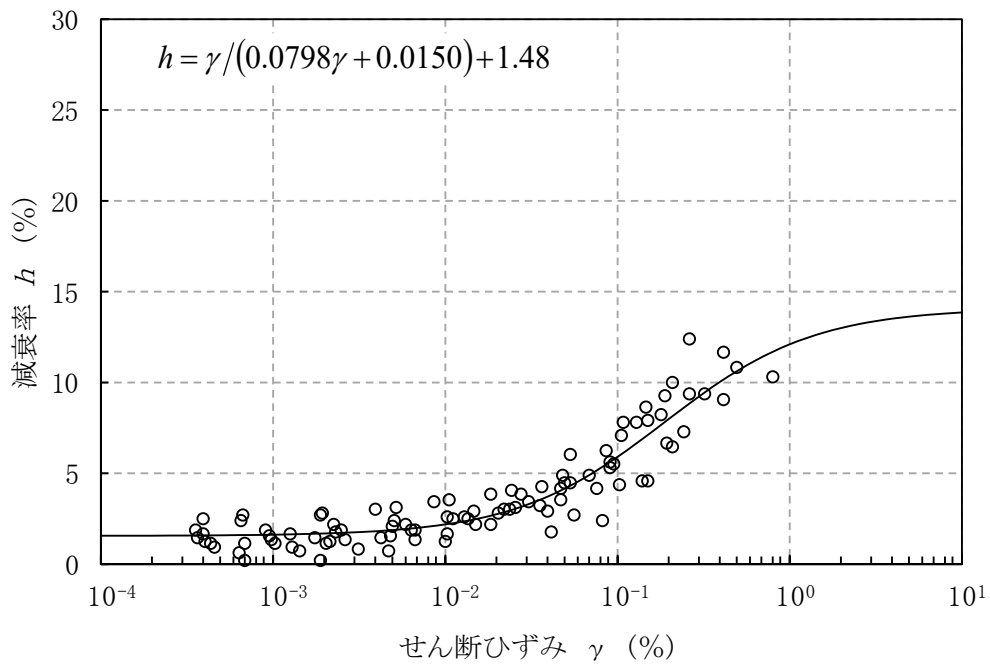


(b) 減衰特性

第 3-1 図 (22) 変形特性のひずみ依存性 (埋戻し土[bk])



(a) 動の変形特性



(b) 減衰特性

第3-1図 (23) 変形特性のひずみ依存性 (流動化処理土A)

第3-2表 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値の設定根拠

区分	鷹架層	断層	表層	
			新第三系鮮新統	第四系下部～中部更新統 (六ヶ所層) 第四系中部更新統～完新統
物理特性	湿潤密度	湿潤密度試験	湿潤密度試験	湿潤密度試験
	ピーク 強度 特性 残留	非排水せん断強度	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験
		非排水せん断強度	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験
静的 変形 特性	初期変形係数	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験
	ポアソン比	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験
動的 変形 特性	動せん断弾性係数	PS検層によるVs及び 湿潤密度から算出	超音波速度測定によるVs及び 湿潤密度から算出	PS検層によるVs及び 湿潤密度から算出
	動ポアソン比	PS検層による Vp及びVsから算出	超音波速度測定による Vp及びVsから算出	PS検層による Vp及びVsから算出
	正規化せん断弾性係数 減衰率のひずみ依存性	繰返し三軸試験	繰返し単純せん断試験	繰返し三軸試験及び 繰返し単純せん断試験
				造成盛土 埋戻し土 流動化処理土
				湿潤密度試験
				三軸圧縮試験
				三軸圧縮試験
				三軸圧縮試験
				三軸圧縮試験
				三軸圧縮試験
				PS検層によるVs及び 湿潤密度から算出
				PS検層による Vp及びVsから算出
				繰返し三軸試験

注記 Vs : S 波速度, Vp : P 波速度

3.2 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値

事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の一覧表を第 3-3 表に、設定根拠を第 3-4 表に示す。

なお、地盤の物理的及び力学的特性は、日本産業規格（JIS）又は地盤工学会（JGS）の基準に基づいた試験の結果から設定することとした。

3.2.1 全応力解析に用いる解析用物性値

安全冷却水 B 冷却塔の地震応答解析に用いる解析用物性値については、地盤の実態を考慮し、直下又は近傍のボーリング結果に基づき設定する。

3.2.2 有効応力解析に用いる解析用物性値

建物・構築物の動的解析において、地震時における地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮する場合は、有効応力解析を実施する。

地盤の液化化強度特性は、代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮し、包絡値に設定する。

3.2.3 その他の解析用物性値

(1) MMR

MMR（コンクリート）については、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 年）」及び「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（（社）日本電気協会）」に基づき、解析用物性値を設定する。

(2) 改良地盤

安全冷却水 B 冷却塔の周囲における改良地盤については、原位置試験及び室内試験に基づき解析用物性値を設定する。

また、「3.1 事業変更許可申請書に記載された解析用物性値」における流動化処理土を含め、改良地盤は非液化化層とする。

第 3-3 表 (1) 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値
(液状化検討対象層)

区 分			埋戻し土 bk
物理 特性	湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	$1.82+0.0028D$
	間隙率	n	0.46
強度 特性	粘着力	C_u' (kPa)	0
	内部摩擦角	ϕ_u' ($^\circ$)	39.7
変形 特性	S波速度	V_s (m/s)	273
	動せん断 弾性係数	G_{ma} (kPa)	1.26×10^5
	基準化拘束圧	σ'_{ma} (kPa)	52.3
	ポアソン比	ν	0.33
	履歴減衰 上限値	h_{max}	0.171
変形 特性	変相角	ϕ_p	34.0
	液状化 パラメータ	w_1	10.3
		D_1	0.5
		D_2	1.0
		C_1	1.81
		S_1	0.005

第 3-3 表 (2) 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値
(非液状化層)

区 分			改良地盤 (安全冷却水 B 冷却塔)	MMR (コンクリート) (設計基準強度 14.7N/mm ²)
物理 特性	単位体積 重量	γ_t (kN/m^3)	16.9	23.0
動的 変形 特性	初期せん断 弾性係数	G_0 (N/mm^2)	1,100	8,021
	動ポア ソン比	ν_d	0.33	0.20
	正規化せん 断弾性係数	G/G_0	$\frac{1}{1+0.4730(\tau/0.001056/G_0)^{0.7120}}$	—
	減衰率	h	$\frac{2 \cdot 0.7120(1-G/G_0)}{\pi(0.7120+2)}$	0.05

G : 動せん断弾性係数 (N/mm^2), τ : せん断応力 (N/mm^2)

第 3-4 表 (1) 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の設定根拠
(液状化検討対象層)

区 分			埋戻し土 bk
物理特性	湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	物理試験に基づき設定
	間隙率	n	
強度特性	粘着力	C_u' (kPa)	三軸圧縮試験
	内部摩擦角	ϕ_u' ($^\circ$)	
変形特性	S波速度	V_s (m/s)	PS検層結果 (平均値)
	動せん断弾性係数	G_{ma} (kPa)	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定
	基準化拘束圧	σ'_{ma} (kPa)	PS検層実施範囲の平均値を設定
	ポアソン比	ν	慣用値*
	履歴減衰上限値	h_{max}	動的変形特性に基づき設定
変形特性	変相角	ϕ_D	液状化試験結果に基づく要素シミュレーションにより設定
	液状化パラメータ	w_1	
		p_1	
		p_2	
		c_1	
	S_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 (運輸省港湾技研研究所, 1997 年)

第 3-4 表 (2) 事業変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の設定根拠
(非液状化層)

区 分		改良地盤 (安全冷却水 B 冷却塔)	MMR (コンクリート) (設計基準強度 14.7N/mm ²)
物理特性	単位体積重量	湿潤密度試験	RC基準* ¹ に基づき設計基準強度により設定
動的変形特性	初期せん断弾性係数	V_s の設計値及び単位体積重量から算出	RC基準* ¹ に基づき設計基準強度により設定
	動ポアソン比	超音波速度測定による V_p 及び V_s から算出	RC基準* ¹ に基づき設定
	正規化せん断弾性係数	繰返し三軸試験	—
	減衰率	繰返し三軸試験	JEAG* ² に基づき設定

V_s : S 波速度, V_p : P 波速度

※1: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2010 ((社) 日本建築学会, 2010 年)

※2: 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社) 日本電気協会)

3.3 耐震評価における地下水位設定方針

建物・構築物の耐震評価においては、周囲の地下水位の状況を踏まえ設定する。地下水位の設定にあたり、地下水による建物・構築物へ与える影響を低減させることを目的として、地下水排水設備を設置しているため、地下水排水設備に囲まれている建物・構築物と地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物に区分して設定する。

(1) 地下水排水設備に囲まれている建物・構築物

建物・構築物の耐震評価において、地下水排水設備に囲まれている建物・構築物については、地下水排水設備が基礎スラブ下端より深い位置に設置されていることから、地下水排水設備による地下水位の低下を考慮し、設計用地下水位を基礎スラブ上端レベル以下に設定する。

(2) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物

建物・構築物の耐震評価において、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の設計用地下水位は、耐震設計上安全側となるように地表面に設定する。

4. 地盤の支持力度

地盤の極限支持力度は、地盤工学会基準 (JGS 1521-2003) 地盤の平板載荷試験方法、又は基礎指針 2001 の支持力算定式に基づき、対象施設の支持地盤の室内試験結果から算定する方法により設定する。短期許容支持力度は、算定された極限支持力度の 2/3 倍として設定する。

4.1 直接基礎の支持力度

直接基礎の支持力度については、当該施設直下の地盤を対象とした試験結果を適用することを基本とする。安全冷却水 B 冷却塔の直接基礎の支持力度については、平成 11 年 3 月 29 日付け 11 安 (核規) 第 163 号にて認可を受けた設工認申請書に係る使用前検査成績書における岩石試験結果を用いて、以下に示す基礎指針 2001 による算定式に基づき設定する。

MMR については、鷹架層と同等以上の力学特性を有することから、鷹架層の極限支持力度を適用する。

なお、今回申請対象施設以外の支持力度の設定については、当該施設の申請時において示す。

・基礎指針 2001 による極限支持力算定式

$$q_u = i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot \eta \cdot N_r + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

q_u : 単位面積あたりの極限鉛直支持力度 (kN/m²)

N_c, N_r, N_q : 支持力係数

c : 支持地盤の粘着力 (kN/m²)

γ_1 : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m³)

γ_2 : 根入れ部分の土の単位体積重量 (kN/m³)

(γ_1, γ_2 には、地下水位以下の場合には水中単位体積重量を用いる)

α, β : 基礎の形状係数

η : 基礎の寸法効果による補正係数

i_c, i_r, i_q : 荷重の傾斜に対する補正係数

B : 基礎幅 (m)

D_f : 根入れ深さ (m)

4.2 杭基礎の支持力

基礎指針2001による杭基礎における支持力算定式を以下に示す。

杭基礎の押込み力に対する支持力評価には、杭先端の支持岩盤への接地圧並びに杭周面地盤の地盤改良体及び支持岩盤への杭根入れ部分の杭周面摩擦力により算定され

る極限支持力を考慮する。

杭基礎の引抜き力に対する支持力評価には、杭周面地盤の地盤改良体及び支持岩盤への杭根入れ部分の杭周面摩擦力により算定される極限支持力を考慮する。

- ・基礎指針 2001 による極限支持力算定式

$$R_u = R_p + R_f$$

R_u : 極限支持力 (kN)

R_p : 極限先端支持力 (kN)

$$R_p = q_p \cdot A_p$$

q_p : 極限先端支持力度 (kN/m²)

A_p : 杭先端の閉塞断面積 (m²)

R_f : 極限周面摩擦力 (kN)

$$R_f = R_{fs} + R_{fc}$$

R_{fs} : 砂質土部分の極限周面摩擦力 (kN)

$$R_{fs} = \tau_s \cdot L_s \cdot \phi$$

τ_s : 砂質土部分の極限周面摩擦力度 (kN/m²)

L_s : 砂質土部分の長さ (m)

ϕ : 杭の周長 (m)

R_{fc} : 粘性土部分の極限周面摩擦力 (kN)

$$R_{fc} = \tau_c \cdot L_c \cdot \phi$$

τ_c : 粘性土部分の極限周面摩擦力度 (kN/m²)

L_c : 粘性土部分の長さ (m)

- ・基礎指針 2001 による最大引抜き抵抗力算定式

$$R_{TU} = (\sum \tau_{sti} L_{si} + \sum \tau_{cti} L_{ci}) \phi + W$$

R_{TU} : 最大引抜き抵抗力 (kN)

τ_{sti} : 砂質土の i 層における杭引抜き時の最大周面摩擦力度 (kN/m²) *1

L_{si} : 砂質土の i 層における杭の長さ (m)

τ_{cti} : 粘性土の i 層における杭引抜き時の最大周面摩擦力度 (kN/m²)

L_{ci} : 粘性土の i 層における杭の長さ (m)

ϕ : 杭の周長 (m)

W : 杭の自重 (kN) *2

*1 : 押し込み時の極限周面摩擦力度の 2/3 とする。

*2 : 地下水位以下の部分については浮力を考慮する。

5. 地質断面図

地震応答解析に用いる地質断面図は、評価対象地点近傍のボーリング調査等の結果に基づき、岩盤及び表層地盤の分布を設定し作成する。第 5-1 図に敷地内地質平面図を示す。

代表例として、第 5-1 図に示す断面位置の地質断面図を第 5-2 図に示す。

6. 地盤の速度構造

6.1 入力地震動策定に用いる地下構造モデル

入力地震動の設定に用いる地下構造モデルについては、解放基盤表面（T.M.S.L. - 70m）から地震応答解析モデルの基礎底面位置の鷹架層をモデル化する。安全冷却水B冷却塔の地下構造モデルを第6-1表に、入力地震動算定の概念図を第6-1図に示す。

また、地下構造モデルの設定については、繰返し三軸試験による地下構造のひずみ依存特性を解析用地盤物性値として用いる。

なお、今回申請対象施設以外の地下構造モデルについては、当該施設の申請時において示す。

6.2 地震応答解析に用いる解析モデル

地震応答解析に用いる地盤の速度構造モデルは、解放基盤表面から地表までの支持地盤及び表層地盤について、各建屋・構築物の直下又は近傍の地盤データを踏まえて設定する。

安全冷却水B冷却塔は直下において速度構造データが得られていないことから、近傍のPS検層孔として制御建屋直下のPS検層孔を選定する。第6-2図に安全冷却水B冷却塔に係るPS検層孔の位置図を示す。

なお、今回申請対象施設以外のPS検層孔の位置図については、当該施設の申請時において示す。

また、有効応力解析コード「FLIP」では、平均有効主応力の関数式にて動的変形特性をモデル化する。

第6-1表 入力地震動の策定に用いる地下構造モデル（安全冷却水B冷却塔）

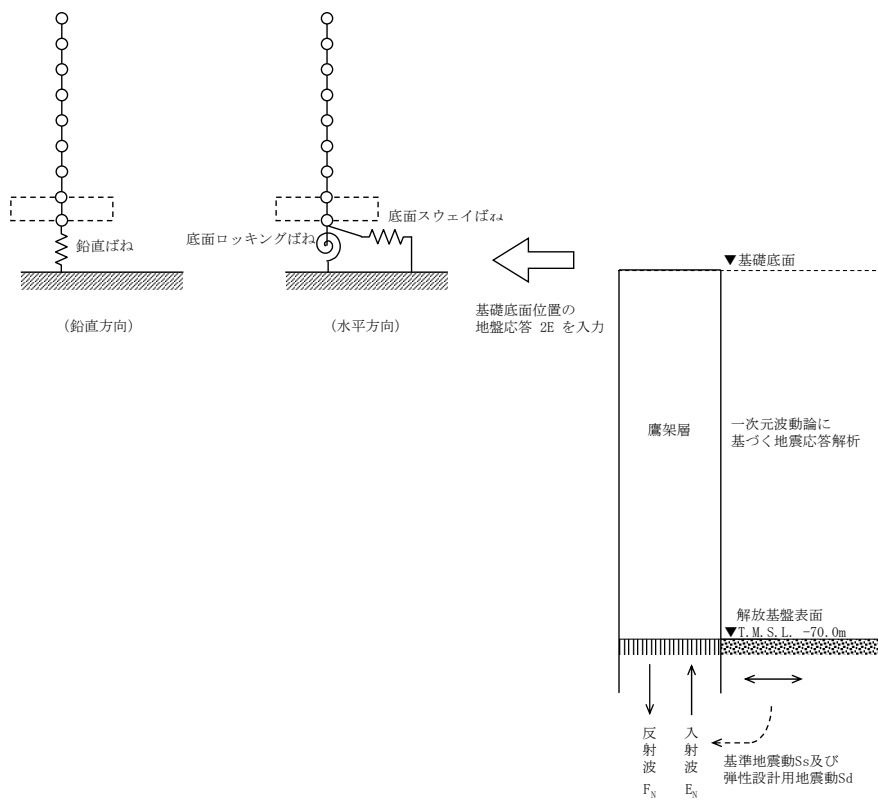
標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0-\gamma$	減衰定数 $h-\gamma$
▽基礎底面 53.80						
▽MMR下端 39.00	MMR	*1	*1	*1	*1	
37.08	細粒砂岩	18.3	680	1910	*2	
36.63	粗粒砂岩				*3	
9.02	細粒砂岩	18.1	940	2040	*2	
-25.57	泥岩（下部層）	16.9	790	1880	*4	
▽解放基盤表面 -70.00	泥岩（下部層）	16.9	790	1880		—

*1：支持地盤相当の岩盤に支持されているとみなし，MMR直下の支持地盤の物性値を設定する。

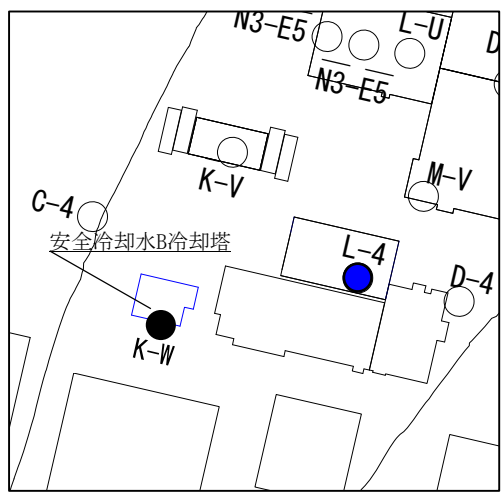
*2：第3-1図（6）に示す細粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。

*3：第3-1図（9）に示す粗粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。

*4：第3-1図（5）に示す泥岩（下部層）のひずみ依存特性を設定する。



第6-1図 入力地震動算定の概念図
(安全冷却水B冷却塔)



●：地盤モデルの作成に用いるPS検層孔

第 6-2 図 安全冷却水B冷却塔の地盤モデル作成に用いる PS 検層孔位置図

IV－1－1－3

重要度分類及び重大事故等対処施設 の設備分類の基本方針

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 安全機能を有する施設の重要度分類	1
2.1 耐震設計上の重要度分類	1
2.2 クラス別施設	2
2.3 耐震重要度分類上の留意事項	4
2.4 再処理施設の区分	5
2.4.1 区分の概要	5
2.4.2 各区分の定義	5
2.4.3 間接支持機能及び波及的影響	6
3. 安全機能を有する施設の重要度分類の取合点	6
4. 重大事故等対処施設の設備分類	7
4.1 耐震設計上の設備分類	7
4.2 設備分類上の留意事項	7
4.3 重大事故等対処施設の区分	7
4.4 重大事故等対処施設の設備分類の取合点	7

1. 概要

本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「3. 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備分類」に基づき、再処理施設の耐震設計上の重要度分類についての基本方針について説明するものである。

なお、重大事故等対処施設の設備分類については次回以降に詳細を説明する。

2. 安全機能を有する施設の重要度分類

2.1 耐震設計上の重要度分類

安全機能を有する施設の耐震設計上の重要度を次のように分類する。

(1) Sクラスの施設

自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設であって、環境への影響が大きいもの。

- a. その破損又は機能喪失により臨界事故を起こすおそれのある施設
- b. 使用済燃料を貯蔵するための施設
- c. 高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器並びにその冷却系統
- d. プルトニウムを含む溶液を内蔵する系統及び機器
- e. 上記 c. 及び d. の系統及び機器から放射性物質が漏えいした場合に、その影響の拡大を防止するための施設
- f. 上記 c., d. 及び e. に関連する施設で放射性物質の外部への放出を抑制するための施設
- g. 上記 a. から f. の施設の機能を確保するために必要な施設

(2) Bクラスの施設

安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラスに属する施設と比べ小さい施設。

- a. 放射性物質を内蔵している施設であって、Sクラスに属さない施設(ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が十分小さいものは除く。)
- b. 放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設

(3) Cクラスの施設

Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設。

2.2 クラス別施設

耐震設計上の重要度分類によるクラス別施設を以下に示す。

(1) Sクラスの施設

- a. その破損又は機能喪失により臨界事故を起こすおそれのある施設
 - (a) 形状寸法管理を行う設備のうち、平常運転時その破損又は機能喪失により臨界を起こすおそれのある設備。
- b. 使用済燃料を貯蔵するための施設
 - (a) 使用済燃料受入れ設備の燃料取出し設備、使用済燃料貯蔵設備の燃料貯蔵設備、燃料移送設備、燃料送出し設備のプール、ピット、移送水路、ラック、架台。
- c. 高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器並びにその冷却系統
 - (a) 高レベル廃液を内蔵する系統及び機器のうち安全上重要な施設。
- d. プルトニウムを含む溶液を内蔵する系統及び機器
 - (a) プルトニウムを含む溶液を内蔵する系統及び機器のうち安全上重要な施設。
- e. 上記c. 及びd. の系統及び機器から放射性物質が漏えいした場合に、その影響の拡大を防止するための施設
 - (a) 上記c. 及びd. のSクラスの設備を収納するセル等及びせん断セル。
- f. 上記c. , d. 及びe. に関連する施設で放射性物質の外部への放出を抑制するための施設
 - (a) 上記c. 及びd. のSクラスの機器の廃ガス処理設備のうち安全上重要な施設。
 - (b) 上記e. のSクラスのセル等の換気設備のうち安全上重要な施設。
 - (c) 上記e. のSクラスのセル等を収納する構築物の換気設備のうち安全上重要な施設。
- g. 上記a. ～f. の施設の機能を確保するために必要な施設
 - (a) 非常用所内電源系統、安全圧縮空気系及び安全蒸気系。
 - (b) 安全冷却水系並びに使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の使用済燃料の貯蔵施設の使用済燃料貯蔵設備のプール水浄化・冷却設備のプール水冷却系(以下「プール水冷却系」という。)。
 - (c) 安全保護回路及び保護動作を行う機器。
 - (d) 安全上重要な施設の漏えい液を受ける漏えい液受皿の集液溝の液位警報及び漏えい液受皿から漏えい液を回収するための系統のうち安全上重要な施設。
 - (e) 計測制御系統施設等に係る安全上重要な施設のうち、地震後においても、その機能が継続して必要な施設。

- h. その他の施設
- (a) 固化セル移送台車。
 - (b) ガラス固化体貯蔵設備の収納管，通風管。
 - (c) ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋換気設備のうち貯蔵室から排風機までの範囲。
 - (d) 使用済燃料貯蔵設備の補給水設備。
 - (e) その機能喪失により臨界に至る可能性のある計測制御系統施設に係る安全上重要な施設は，Sクラスとするか又は検出器の故障を検知し警報を発する故障警報及び工程停止のための系統をSクラスとする。
 - (f) 制御建屋中央制御室換気設備。
 - (g) 水素掃気用の安全圧縮空気系はSクラスとする。
また，Sクラスの水素掃気用の安全圧縮空気系が接続されている機器は，溶液の放射線分解により発生する水素の爆発を適切に防止するため，Sクラスとする。
 - (h) 遮蔽設備のうち安全上重要な施設。

(2) Bクラスの施設

- a. 放射性物質を内蔵している施設であって，Sクラスに属さない施設(ただし，内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により，その破損により公衆に与える放射線の影響が十分小さいものは除く。)
- (a) 使用済燃料貯蔵設備のプール水浄化系。
 - (b) 高レベル廃液を内蔵する設備のうち，溶解施設，分離施設，高レベル廃液処理設備，及び高レベル廃液ガラス固化設備の系統及び機器。
 - (c) プルトニウムを含む溶液を内蔵する設備のうち，溶解施設，分離施設，精製施設及び，ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の系統及び機器。
 - (d) ウランを内蔵する系統及び機器。
 - (e) プルトニウムを含む粉体を内蔵する系統及び機器。
 - (f) 酸回収設備及び溶媒回収設備。
 - (g) 低レベル廃液処理設備，ただし，使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設等からの洗濯廃液等，床ドレンの一部，試薬ドレン，手洗いドレン，空調ドレンに係る設備及び海洋放出管の一部を除く。
 - (h) 低レベル固体廃棄物処理設備。
 - (i) 分析設備。
- b. 放射性物質の放出を伴うような場合に，その外部放散を抑制するための施設でSクラスに属さない施設
- (a) Bクラスの設備を収納するセル等。
 - (b) Bクラスの機器の廃ガス処理設備のうち，塔槽類から排風機を経て弁までの

範囲。

- (c) Bクラスのセル等の換気設備のうち、セル等から排風機を経てダンパまでの範囲。

c. その他の施設

- (a) 放射性物質を取り扱う移送機器及び装置類。ただし、以下の設備を除く。

- イ. 放射性物質の環境への放出のおそれがない移送機器及び装置類。

- ロ. 放射性物質の濃度が非常に低いか、又は内蔵量が非常に小さいものを取り扱う移送機器及び装置類。

- (b) 主要な遮蔽設備。

(3) Cクラスの施設

上記Sクラス及びBクラスに属さない施設。

2.3 耐震重要度分類上の留意事項

- (1) 再処理施設の安全機能は、その機能に直接的に関連するもののほか、補助的な役割をもつもの及び支持構造物等の間接的な施設を含めて健全性を保持する観点で、これらを主要設備等、補助設備、直接支持構造物、間接支持構造物及び波及的影響を検討すべき設備に区分する。

安全上要求される同一の機能上の分類に属する主要設備等、補助設備及び直接支持構造物については同一の耐震重要度とするが、間接支持構造物の支持機能及び波及的影響の評価については、それぞれ関連する設備の耐震設計に適用される地震動に対して安全上支障がないことを確認する。

- (2) ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵設備の貯蔵ホールは、基準地震動にて臨界安全が確保されていることの確認を行う。

- (3) 上位の分類に属する設備と下位の分類に属する設備間で液体状の放射性物質を移送するための配管及びサンプリング配管のうち、明らかに取扱い量が少ない配管は、設備のバウンダリを構成している範囲を除き、下位の分類とする。

- (4) ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の定量ポット、中間ポット及び脱硝装置のグローブボックスは、収納するSクラスの機器へ波及的影響を及ぼさない設計とする。

- (5) 分離施設の補助抽出器中性子検出器の計数率高による工程停止回路及び遮断弁、抽出塔供給溶解液流量高による送液停止回路及び遮断弁、抽出塔供給有機溶媒液流量低による工程停止回路及び遮断弁、第1洗浄塔洗浄廃液密度高による工程停止回

路及び遮断弁及び精製施設のプルトニウム濃縮缶に係る注水槽の液位低による警報及び注水槽は、上位の分類に属するものへ波及的影響を及ぼさない設計とする。

- (6) 竜巻防護対策設備は、竜巻防護施設に波及的影響を及ぼさない設計とする。
- (7) 溢水防護設備は、地震及び地震を起因として発生する溢水によって安全機能を有する施設のうち、再処理施設内部で想定される溢水に対して、冷却、水素掃気、火災及び爆発の防止、臨界防止等の安全機能を維持するために必要な設備の安全機能が損なわれない設計とする。
- (8) 化学薬品防護設備は、地震及び地震を起因として発生する化学薬品の漏えいによって安全機能を有する施設のうち、再処理施設内部で想定される化学薬品の漏えいに対して、冷却、水素掃気、火災及び爆発の防止、臨界防止等の安全機能を維持するために必要な設備の安全機能が損なわれない設計とする。
- (9) 主排気筒及びその排気筒モニタのSクラスとBクラス以下の配管又はダクトの取合いは、Bクラス以下の廃ガス処理設備又は換気設備の機能が喪失したとしても、Sクラスの廃ガス処理設備又は換気設備に影響を与えないようにする。

2.4 再処理施設の区分

2.4.1 区分の概要

当該施設に課せられる機能は、その機能に直接的に関連するもののほか、補助的な役割を持つもの、支持構造物等の間接的な施設を含めた健全性が保たれて初めて維持し得るものであることを考慮し、これらを主要設備等、補助設備、直接支持構造物、間接支持構造物及び波及的影響を考慮すべき施設に区分する。

2.4.2 各区分の定義

各区分の設備は次のものをいう。

- (1) 主要設備等とは、当該機能に直接的に関連する設備及び構築物をいう。
- (2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備等の補助的役割を持つ設備をいう。
- (3) 直接支持構造物とは、主要設備等、補助設備に直接取り付けられる支持構造物、又はこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
- (4) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物(建物・構築物)をいう。

- (5) 波及的影響を考慮すべき施設とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。波及的影響を考慮すべき施設の検討については、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」に示す。

2.4.3 間接支持機能及び波及的影響

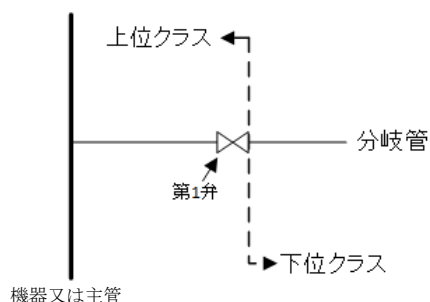
同一系統設備に属する主要設備等、補助設備及び直接支持構造物については同一の耐震重要度とするが、間接支持構造物の支持機能及び設備相互間の影響については、それぞれ関連する設備の耐震設計に適用される地震動に対して安全上支障ないことを確認するものとする。

安全機能を有する施設の耐震重要度分類に対するクラス別施設を第 2.4-1 表に、安全機能を有する施設の申請設備の耐震重要度分類表を第 2.4-2 表に示す。

同表には、当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する地震動及び波及的影響を考慮すべき施設に適用する地震動(以下「検討用地震動」という。)を併記する。

3. 安全機能を有する施設の重要度分類の取合点

機器とそれに接続する配管系又は配管系中で重要度分類が異なる場合の取合点は、原則として、機器から見て第 1 弁又は上位クラス側の第 1 弁とする。取合点となる弁は、第 3-1 図に示すように上位の重要度分類に属するものとする。



第 3-1 図 重要度分類の取合点

4. 重大事故等対処施設の設備分類

4.1 耐震設計上の設備分類

重大事故等対処施設の設備分類については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

4.2 設備分類上の留意事項

重大事故等対処施設の設備分類については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

4.3 重大事故等対処施設の区分

重大事故等対処施設の区分については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

4.4 重大事故等対処施設の設備分類の取合点

重大事故等対処施設の設備分類の取合点については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (1/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		(注1)			(注2)		(注3)					
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(a) その破損又は機能喪失により臨界事故を起こすおそれのある施設		溶解槽（連続式） 抽出塔 プルトニウム濃縮液一時貯槽等 (注8)	S S S			機器等の支持構造物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	S _s S _s S _s S _s		
	(b) 使用済燃料を貯蔵するための施設及び貯蔵施設	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	燃料取出しピット 燃料仮置きピット 燃料仮置きラック 燃料貯蔵プール 燃料貯蔵ラック 燃料送出しピット バスケット仮置き架台 プール水冷却系 補給水設備	S S S S S S S S S	冷却水設備安全冷却水系 第1非常用ディーゼル発電機 第1非常用蓄電池	S S S	機器等の支持構造物	S	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	S _s	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン 燃料取出し装置 燃料移送水中台車 燃料取扱装置 バスケット取扱装置 バスケット搬送機 第1切断装置 (注9)	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s
	(c) 高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器並びにその冷却系統	溶解施設	不溶解残渣回収槽	S	冷却水設備安全冷却水系 第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S S	機器等の支持構造物	S	前処理建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		
		分離施設	TBP洗浄塔 抽出廃液受槽 抽出廃液中間貯槽 抽出廃液供給槽 第4一時貯留処理槽 第6一時貯留処理槽	S S S S S S	冷却水設備安全冷却水系 第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S S	機器等の支持構造物	S	分離建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (2/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物		波及的影響を考慮すべき施設	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4) (注5)		(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(c) 高レベル放射性 液体廃棄物を内蔵する 系統及び機器並び にその冷却系統 (つづき)	液体廃棄物の廃棄施設	高レベル廃液供給槽 高レベル廃液濃縮缶 高レベル濃縮廃液貯槽 不溶解残渣廃液貯槽 高レベル廃液共用貯槽 高レベル濃縮廃液一時貯槽 不溶解残渣廃液一時貯槽	S S S S S S S	冷却水設備安全冷却水系 (中間熱交換器を含む)	S	機器等の支持構造物	S	分離建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s		
		固体廃棄物の廃棄施設	ガラス溶融炉 高レベル廃液混合槽 供給液槽 供給槽 固化セル移送台車	S S S S S	冷却水設備安全冷却水系 第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 固化セル移送台車上の質量高によるガラス流下停止回路 結合装置圧力信号による流下ノズル加熱停止回路 ガラス溶融炉の流下停止系	S S S S S S	機器等の支持構造物	S	高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		
		収納管, 通風管		S				機器等の支持構造物	S	高レベル廃液ガラス固化建屋 第1ガラス固化体貯蔵建屋	S _s S _s	

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (3/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物		波及的影響を考慮すべき施設	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4) (注5)		(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(d) プルトニウムを 含む溶液を内蔵する 系統及び機器	溶解施設	溶解槽 (連続式) 第1よう素追出し槽 第2よう素追出し槽 中間ポット 清澄機 (遠心式) 中継槽 リサイクル槽 計量前中間貯槽 計量・調整槽 計量補助槽 計量後中間貯槽 ハル洗浄槽 (注10) 水ノッパ槽 (注10)	S S S S S S S S S S S S S	冷却水設備安全冷 却水系 第2非常用ディー ゼル発電機 第2非常用蓄電池 可溶性中性子吸収 材緊急供給回路及 びせん断停止回路 可溶性中性子吸収 材緊急供給系	S S S S S	機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		
		分離施設	抽出塔 第1洗浄塔 第2洗浄塔 溶解液中間貯槽 溶解液供給槽 プルトニウム分配塔 ウラン洗浄塔 プルトニウム溶液 T B P 洗浄器 プルトニウム溶液受槽 プルトニウム溶液中間 貯槽 第1一時貯留処理槽 第2一時貯留処理槽 第3一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽 第8一時貯留処理槽 プルトニウム洗浄器 (注10) 第5一時貯留処理槽 (注10) 第9一時貯留処理槽 (注10) 第10一時貯留処理槽 (注10)	S S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	冷却水設備安全冷 却水系 第2非常用ディー ゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S S S	機器等の支持構造 物	S	分離建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (4/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物		波及的影響を考慮すべき施設											
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4)	(注5)	(注6)											
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)										
S	(d) プルトニウムを 含む溶液を内蔵する 系統及び機器 (つづき)	精製施設	第1酸化塔	S	冷却水設備安全冷 却水系	S	機器等の支持構造 物	S	精製建屋	S _s												
			第2酸化塔	S																		
			第1脱ガス塔	S																		
			第2脱ガス塔	S									第2非常用ディー ゼル発電機	S	非常用電源建屋	S _s	制御建屋	S _s				
			抽出塔	S																		
			核分裂生成物洗浄塔	S																		
			プルトニウム溶液供給 槽	S															第2非常用蓄電池	S		
			逆抽出塔	S																		
			TBP洗浄器	S																	プルトニウム濃縮 缶加熱蒸気温度高 による加熱停止回 路及び遮断弁	S
			ウラン洗浄塔	S																		
			補助油水分離槽	S																		
			プルトニウム溶液受槽	S																		
			油水分離槽	S																		
			プルトニウム溶液一時 貯槽	S																		
			プルトニウム濃縮缶供 給槽	S																		
			プルトニウム濃縮缶	S																		
			プルトニウム濃縮液受 槽	S																		
			プルトニウム濃縮液一 時貯槽	S																		
			プルトニウム濃縮液計 量槽	S																		
			プルトニウム濃縮液中 間貯槽	S																		
			リサイクル槽	S																		
			希釈槽	S																		
			第1一時貯留処理槽	S																		
			第2一時貯留処理槽	S																		
			第3一時貯留処理槽	S																		
			第7一時貯留処理槽	S																		
			第4一時貯留処理槽 (注10)	S																		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (5 / 22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物		波及的影響を考慮すべき施設		
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4) (注5)		(注6)		
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	
S	(d) プルトニウムを 含む溶液を内蔵する 系統及び機器 (つづき)	脱硝施設	硝酸プルトニウム貯槽 混合槽 一時貯槽 定量ポット 中間ポット 脱硝装置	S S S S S S	冷却水設備安全冷 却水系 第2非常用ディー ゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S S	機器等の支持構造 物	S	ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s	グローブボックス (定量ポット, 中 間ポット及び脱硝 装置) (注11)	S _s	
		酸及び溶 媒の回収 施設	溶媒回収設備第1洗淨 器 (注10)	S			機器等の支持構造 物	S	分離建屋	S _s			
	(e) 上記 (c) 及び (d) の系統及び機器 から放射性物質が漏 えいした場合に, そ の影響の拡大を防止 するための施設	セル等	高レベル放射性液体廃 棄物又はプルトニウム を含む溶液を内蔵する Sクラスの系統及び機 器を収納するセル, グ ローブボックス及び配 管収納容器並びにせん 断セル (注11)	S									
		その他再 処理設備 の附属施 設	蒸気供給設備安全蒸気 系	S	第2非常用ディー ゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S	機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 分離建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s S _s			

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (6/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(f) 上記(c), (d) 及び(e)に関連する施設で放射性物質の外部への放出を抑制するための施設	気体廃棄物の廃棄施設	せん断処理・溶解廃ガス処理設備	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 せん断処理・溶解廃ガス処理設備の系統の圧力警報	S S S	機器等の支持構造物	S	前処理建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		
		Sクラスの塔槽類の塔槽類廃ガス処理設備	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 Sクラスの廃ガス処理設備の系統の圧力警報 高レベル廃液濃縮缶凝縮器排気出口温度高による加熱停止回路	S S S S	機器等の支持構造物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋 洞道	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s			
		高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の系統の圧力警報	S S S	機器等の支持構造物	S	高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s			

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (7/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(f) 上記 (c), (d) 及び (e) に関連する施設で放射性物質の外部への放出を抑制するための施設 (つづき)	気体廃棄物の廃棄施設	Sクラスのセル等の排気系及び建屋排気フィルタユニットから建屋排風機を経てダンパまでの範囲	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備のセル内クレー	S S S	機器等の支持構造物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋 洞道	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s		
		ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋換気設備 (貯蔵室から排風機までの範囲)	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S	機器等の支持構造物	S	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s			
		主排気筒	S					支持鉄塔, 基礎	S _s			
		液体廃棄物の廃棄施設	高レベル廃液濃縮缶凝縮器 減衰器	S S			機器等の支持構造物	S	分離建屋	S _s		
		放射線管理施設	主排気筒の排気筒モニタ	S	第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池	S S	機器等の支持構造物	S	主排気筒管理建屋 非常用電源建屋 制御建屋	S _s S _s S _s		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (8/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記 (a) ~ (f) の施設の機能を 確保するための設備 (非常用所内電源系 統, 安全圧縮空気 系, 安全蒸気系及び 安全冷却水系)	その他再 処理設備 の附属施 設	非常用所内電源系統 第1非常用ディーゼル 発電機 第1非常用蓄電池 重油タンク 第2非常用ディーゼル 発電機 第2非常用蓄電池 燃料油貯蔵タンク 安全圧縮空気系 空気圧縮機 空気貯槽 安全蒸気系 ボイラ 安全冷却水系 冷却塔 冷却水循環ポンプ	S S S S S S S S S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	使用済燃料受入 れ・貯蔵建屋 前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋 洞道	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s	北換気筒 (注12)	S _s

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (9/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物		波及的影響を考慮すべき施設	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4)	(注5)	(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記 (a) ~ (f) の施設の機能を 確保するための設備 (安全保護回路及び 保護動作を行う機 器)	—	高レベル廃液濃縮缶加 熱蒸気温度高による加 熱停止回路及び遮断弁 逆抽出塔溶液温度高に よる加熱停止回路及び 遮断弁 分離施設のウラン濃縮 缶加熱蒸気温度高によ る加熱停止回路及び遮 断弁 プルトニウム濃縮缶加 熱蒸気温度高による加 熱停止回路及び遮断弁 第2酸回収系の蒸発缶 加熱蒸気温度高による 加熱停止回路及び遮断 弁 可溶性中性子吸収材緊 急供給回路及びせん断 停止回路並びに可溶性 中性子吸収材緊急供給 系 固化セル移送台車上の 質量高によるガラス流 下停止回路及びガラス 溶融炉の流下停止系 プルトニウム洗浄器中 性子検出器の計数率高 による工程停止回路及 び遮断弁 高レベル廃液濃縮缶凝 縮器排気出口温度高に よる加熱停止回路 固化セル圧力高による 固化セル隔離ダンパの 閉止回路及び固化セル 隔離ダンパ	S S S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s S _s		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (10/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		(注1)			(注2)		(注3)				(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記 (a) ~ (f) の施設の機能を 確保するための設備 (安全上重要な施設 の漏えい液を受ける 漏えい液受皿の集液 溝の液位警報及び漏 えい液受皿から漏え い液を回収するた めの系統のうち安全 上重要な施設)	—	以下のセルの漏えい液受 皿の集液溝の液位警報及 び漏えい液受皿から漏え い液を回収するための系 統 前処理建屋 溶解槽セル 中継槽セル 清澄機セル 計量・調整槽セル 計量後中間貯槽セル 放射性配管分岐第1セル 放射性配管分岐第4セル 分離建屋 溶解液中間貯槽セル 溶解液供給槽セル 抽出塔セル プルトニウム洗浄器セル 抽出廃液受槽セル 抽出廃液供給槽セル 分離建屋一時貯留処理槽 第1セル 分離建屋一時貯留処理槽 第2セル 放射性配管分岐第2セル 高レベル廃液供給槽セル 精製建屋 プルトニウム濃縮液受槽 セル プルトニウム濃縮液一時 貯槽セル プルトニウム濃縮液計量 槽セル	S			機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (11/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物		波及的影響を考慮すべき施設	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注4)	(注5)	(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記 (a) ~ (f) の施設の機能を 確保するための設備 (安全上重要な施設 の漏えい液を受ける 漏えい液受皿の集液 溝の液位警報及び漏 えい液受皿から漏え い液を回収するた めの系統のうち安全 上重要な施設) (つづき)	—	以下のセルの漏えい液 受皿の集液溝の液位警 報及び漏えい液受皿か ら漏えい液を回収する ための系統 ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋 硝酸プルトニウム貯槽 セル 混合槽セル 一時貯槽セル 高レベル廃液ガラス固 化建屋 高レベル濃縮廃液貯槽 セル 不溶解残渣廃液貯槽セ ル 高レベル廃液共用貯槽 セル 高レベル濃縮廃液一時 貯槽セル 不溶解残渣廃液一時貯 槽セル 高レベル廃液混合槽セ ル 固化セル 以下のセルの漏えい液 受皿の集液溝の液位警 報 精製建屋 プルトニウム精製塔セ ル プルトニウム濃縮缶供 給槽セル 油水分離槽セル 放射性配管分岐第1セ ル	S			機器等の支持構造 物	S	精製建屋 ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s		

第2.4-1表 耐震設計上の重要度分類 (12/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注5)		(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(g) 上記(a)～ (f)の施設の機能を 確保するための設備 (地震後において、 その機能が継続して 必要な計測制御施設 等)	—	プルトニウム濃縮缶加 熱蒸気温度高による加 熱停止回路及び遮断弁 せん断処理・溶解廃ガ ス処理設備の系統の圧 力警報 塔槽類廃ガス処理設 備のうち、下記の系統の 圧力警報 前処理建屋塔槽類廃ガ ス処理設備 分離建屋塔槽類廃ガ ス処理設備 塔槽類廃ガ ス処理系 精製建屋塔槽類廃ガ ス処理設備 塔槽類廃ガ ス処理系 (Pu系) ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋塔槽類廃 ガス処理設備 高レベル廃液ガラス固 化建屋塔槽類廃ガス処 理設備 高レベル廃液ガラス固 化廃ガス処理設備の系 統の圧力警報 結合装置圧力信号によ る流下ノズル加熱停止 回路 制御建屋中央制御室換 気設備	S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニ ウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s S _s S _s		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (13/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(h) その他の施設 (機能喪失により臨 界に至る可能性のあ る計測制御系統施設 に係る安全上重要な 施設)	—	燃料せん断長位置異常 によるせん断停止回路 エンドピースせん断位 置異常によるせん断停 止回路 溶解槽溶解液密度高に よるせん断停止回路 第1よう素追出し槽及 び第2よう素追出し槽 の溶解液密度高による 警報 エンドピース酸洗浄槽 洗浄液密度高によるせ ん断停止回路 プルトニウム洗浄器ア ルファ線検出器の故障 警報及び工程停止回路 (分離施設) プルトニ ウム洗浄器 アルファ線検出器の故 障警報及び工程停止回 路 (精製施設)	S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 制御建屋	S _s S _s S _s S _s		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (14/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(h) その他の施設 (機能喪失により臨 界に至る可能性のある計測制御系統施設 に係る安全上重要な施設) (つづき)	—	せん断刃位置異常によるせん断停止回路 溶解槽溶解液温度低によるせん断停止回路 硝酸供給槽硝酸密度低によるせん断停止回路 可溶性中性子吸収材緊急供給槽液位低によるせん断停止回路 エンドピース酸洗浄槽洗浄液温度低によるせん断停止回路 エンドピース酸洗浄槽供給硝酸密度低によるせん断停止回路 エンドピース酸洗浄槽供給硝酸流量低によるせん断停止回路	S S S S S S S			機器等の支持構造物	S	前処理建屋 制御建屋	S _s S _s		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (15/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
S	(h) その他の施設 (遮蔽設備)	—	高レベル廃液ガラス固 化建屋のガラス固化体 除染室の遮蔽設備 高レベル廃液ガラス固 化建屋のガラス固化体 検査室の遮蔽設備 高レベル廃液ガラス固 化建屋の貯蔵区域の遮 蔽設備 第1ガラス固化体貯蔵 建屋の貯蔵区域の遮蔽 設備 第1ガラス固化体貯蔵 建屋の受入れ室の遮蔽 設備 第1ガラス固化体貯蔵 建屋床面走行クレーン の遮蔽設備 第1ガラス固化体貯蔵 建屋のトレンチ移送台 車の遮蔽設備 チャンネルボックス・ バーナブルポイズン処 理建屋の貯蔵室の遮蔽 設備 ハル・エンドピース貯 蔵建屋の貯蔵プールの 遮蔽設備 分離建屋と高レベル廃 液ガラス固化建屋を接 続する洞道の遮蔽設備	S S S S S S S S S S S S S			機器等の支持構造 物	S	チャンネルボック ス・バーナブルポ イズン処理建屋 ハル・エンドピー ス貯蔵建屋 高レベル廃液ガラ ス固化建屋 第1ガラス固化体 貯蔵建屋 洞道	S _s S _s S _s S _s S _s		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (16/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(a) 放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設	気体廃棄物の廃棄施設	Bクラスの塔槽類の塔槽類廃ガス処理設備 (Bクラスの塔槽類から排風機を経て弁までの範囲)	B			機器等の支持構造物	B	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン脱硝建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 低レベル廃液処理建屋 低レベル廃棄物処理建屋 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 ハル・エンドピース貯蔵建屋 分析建屋	S _B S _B S _B S _B S _B S _B S _B S _B S _B S _B S _B		
			高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備の廃ガス洗浄液槽	B			機器等の支持構造物	B	高レベル廃液ガラス固化建屋	S _B		
			Bクラスのセル等の換気設備 (Bクラスのセル等から排風機を経てダンパまでの範囲)	B			機器等の支持構造物	B	前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 分析建屋	S _B S _B S _B S _B S _B S _B		
		セル等	Bクラスの設備を収納するセル等	B								

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (17/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		(注1)			(注2)		(注3)				(注7)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(b) 放射性物質を内蔵している施設であって、Sクラスに属さない施設 (ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が十分小さいものは除く)	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋天井クレーン 燃料取出し装置 燃料移送水中台車 燃料取扱装置 バスケット取扱装置 バスケット搬送機 プール水浄化系	B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	S _B		
		せん断処理施設	燃料横転クレーン せん断機	B B			機器等の支持構造物	B	前処理建屋	S _B		
		溶解施設	エンドピース酸洗浄槽	B			機器等の支持構造物	B	前処理建屋	S _B		
		分離施設	ウラン逆抽出器 ウラン溶液T B P洗浄器 ウラン濃縮缶	B B B			機器等の支持構造物	B	分離建屋	S _B		
		精製施設	抽出器 核分裂生成物洗浄器 逆抽出器 抽出廃液T B P洗浄器 ウラン溶液T B P洗浄器	B B B B B			機器等の支持構造物	B	精製建屋	S _B		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (18/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		(注1)			(注2)		(注3)		(注5)		(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(b) 放射性物質を内蔵している施設であって、Sクラスに属さない施設 (ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が十分小さいものは除く) (つづき)	精製施設	ウラン濃縮缶 T B P 洗浄塔 プルトニウム洗浄器 ウラン逆抽出器 逆抽出液 T B P 洗浄器 第 5 一時貯留処理槽 第 8 一時貯留処理槽 第 9 一時貯留処理槽	B B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	精製建屋	S _B		
		脱硝施設	濃縮缶 脱硝塔 硝酸ウラニル貯槽 焙焼炉 還元炉 混合機 粉末充てん機	B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	ウラン脱硝建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	S _B S _B		
		酸及び溶媒の回収施設	酸回収設備 蒸発缶 精留塔 溶媒回収設備 第 1 洗浄器 第 2 洗浄器 第 3 洗浄器 蒸発缶 溶媒蒸留塔	B B B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	分離建屋 精製建屋	S _B S _B		
		製品貯蔵施設	貯蔵室クレーン 貯蔵台車 洞道搬送台車	B B B					ウラン酸化物貯蔵建屋 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	S _B S _B		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (19/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		(注1)			(注2)		(注3)					
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(b) 放射性物質を内蔵している施設であって、Sクラスに属さない施設 (ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が十分小さいものは除く) (つづき)	液体廃棄物の廃棄施設	アルカリ廃液濃縮缶 アルカリ濃縮廃液貯槽 低レベル廃液蒸発缶 第1放出前貯槽 第1海洋放出ポンプ 海洋放出管 第2海洋放出ポンプを経て第1海洋放出ポンプから導かれる海洋放出管との合流点までの範囲を除く 除染ビット	B B B B B B			機器等の支持構造物	B	分離建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 低レベル廃液処理建屋 使用済燃料輸送容器管理建屋の除染エリア 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	S _B S _B S _B S _B S _B		
		固体廃棄物の廃棄施設	アルカリ濃縮廃液中和槽 ガラス固化体検査室天井クレーン 第1ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーン (注13) 乾燥装置 熱分解装置 焼却装置 固化装置 第1切断装置 第2切断装置 低レベル固体廃棄物貯蔵設備	B B B B B B B B B			機器等の支持構造物	B	高レベル廃液ガラス固化建屋 第1ガラス固化体貯蔵建屋 低レベル廃棄物処理建屋 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 チャンネルボックス・バーナブルボイゾン処理建屋 ハル・エンドピース貯蔵建屋	S _B S _B S _B S _B S _B S _B		
		その他再処理設備の附属施設	分析設備	B			機器等の支持構造物	B	分析建屋	S _B		

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (20/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
B	(c) その他の施設 (主要な遮蔽設備)	—	分離建屋と精製建屋を 接続する洞道の遮蔽設 備 精製建屋とウラン・プ ルトニウム混合脱硝建 屋を接続する洞道の遮 蔽設備 高レベル廃液ガラス固 化建屋と第1 ガラス固 化体貯蔵建屋を接続す る洞道の遮蔽設備	B B B								

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (21/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等			補助設備		直接支持構造物		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		(注1)			(注2)		(注3)				(注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
C	S, Bクラスに属さない施設	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	使用済燃料輸送容器管理建屋天井クレーン	C			機器等の支持構造物	C	使用済燃料輸送容器管理建屋(注14) 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	Sc		
			使用済燃料輸送容器移送台車	C								
			使用済燃料輸送容器保守設備	C								
		気体廃棄物の廃棄施設	S及びBクラス以外の塔槽類廃ガス処理設備及び換気設備	C			機器等の支持構造物	C				
液体廃棄物の廃棄施設	第2放出前貯槽 第2海洋放出ポンプ 海洋放出管	C C C			機器等の支持構造物	C	使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋 低レベル廃液処理建屋	Sc Sc				
	(第2海洋放出ポンプを経て第1海洋放出ポンプから導かれる海洋放出管との合流点までの範囲) 低レベル廃液処理設備 (MOX燃料加工施設との取合いに係る配管)	C										

第 2.4-1 表 耐震設計上の重要度分類 (22/22)

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注5)		波及的影響を考慮すべき施設 (注6)	
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注7)	適用範囲	検討用 地震動 (注7)
C	S、Bクラスに属さない施設 (つづき)	固体廃棄物の廃棄施設	ガラス固化体検査装置 低レベル固体廃棄物貯蔵設備	C C			機器等の支持構造物	C	高レベル廃液ガラス固化建屋 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 ハル・エンドピース貯蔵建屋 第1低レベル廃棄物貯蔵建屋 第2低レベル廃棄物貯蔵建屋 第4低レベル廃棄物貯蔵建屋	S _c S _c S _c S _c S _c S _c		
		放射線管理施設	Sクラスのf.に該当する以外の放射線管理施設	C			機器等の支持構造物	C				
		その他再処理設備の附属施設	受電開閉設備 給水処理設備 蒸気供給設備 分析設備 火災防護設備 溢水防護設備 化学薬品防護設備 竜巻防護対策設備	C C C C C C C			機器等の支持構造物	C				

- (注1) 主要設備等とは、当該機能に直接的に関連する設備及び構築物をいう。
- (注2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備等の補助的役割を持つ設備をいう。
- (注3) 直接支持構造物とは、主要設備等、補助設備に直接取り付けられる支持構造物、又はこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
- (注4) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。
- (注5) 使用済燃料輸送容器管理建屋の除染エリア、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋、前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン脱硝建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、ウラン酸化物貯蔵建屋、ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋、高レベル廃液ガラス固化建屋、第1ガラス固化体貯蔵建屋、低レベル廃液処理建屋、低レベル廃棄物処理建屋、チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋、ハル・エンドピース貯蔵建屋、第2低レベル廃棄物貯蔵建屋及び分析建屋の遮蔽設備はBクラスとする。
- (注6) 波及的影響を考慮すべき施設とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備であり、主要設備等に適用される地震力により、上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼさないように設計する。
- (注7) S_s ：基準地震動 S_s により定まる地震力。
 S_B ：耐震Bクラス施設に適用される地震力。
 S_C ：耐震Cクラス施設に適用される静的地震力。
- (注8) プルトニウムを含む溶液を内蔵する系統及び機器でSクラスとする設備のうち、臨界の発生防止の観点で形状寸法管理を行う設備は、溶解設備の溶解槽（連続式）からウラン・プルトニウム混合脱硝設備の混合槽に至るプルトニウム溶液の主要な流れに位置する設備並びにプルトニウム精製設備のプルトニウム溶液一時貯槽、プルトニウム濃縮液一時貯槽、リサイクル槽、希釈槽、分離建屋一時貯留処理設備の第1一時貯留処理槽、第2一時貯留処理槽、第7一時貯留処理槽、第8一時貯留処理槽、精製建屋一時貯留処理設備の第1一時貯留処理槽、第2一時貯留処理槽、第3一時貯留処理槽及びウラン・プルトニウム混合脱硝設備の一時貯槽とする。また、これらの設備はプルトニウムを含む溶液を内蔵する機器としてもSクラスに属する設備であり、これらを収納するセル等もSクラスとする。
- (注9) 第1切断装置は、固体廃棄物の廃棄施設であるが、燃料貯蔵設備のチャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピットに設置しているため、当該ピットへの波及的影響を考慮すべき施設として、本欄に記載するものとする。
- (注10) 溶解設備のハル洗浄槽、水バッファ槽、分配設備のプルトニウム洗浄器、分離建屋一時貯留処理設備の第5一時貯留処理槽、第9一時貯留処理槽、第10一時貯留処理槽、精製建屋一時貯留処理設備の第4一時貯留処理槽及び溶媒回収設備の溶媒再生系分離・分配系の第1洗浄器はBクラスであるが、溶液の放射線分解により発生する水素の爆発を適切に防止するため、Sクラスとする。
- (注11) ウラン・プルトニウム混合脱硝設備の定量ポット、中間ポット及び脱硝装置のグローブボックスは、損傷により公衆に与える放射線の影響が小さいためBクラスとする。ただし、収納するSクラスの機器へ波及的影響を与えないようSクラス施設に適用される地震力に対し、耐えるように設計する。
- (注12) 北換気筒はCクラスであるが、Sクラスの冷却塔へ波及的影響を与えないようSクラス施設に適用される地震力に対し、耐えるように設計する。
- (注13) 第1ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンはBクラスであるが、Sクラスの遮蔽容器と一体構造のため、Sクラス施設に適用される地震力に対し、耐えるように設計する。
- (注14) 使用済燃料輸送容器管理建屋の使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫及びトレーラエリアは、輸送容器に波及的破損を与えないよう設計する。

第 2.4-2 表 安全機能を有する施設の申請設備の耐震重要度分類表(1 / 1)

凡例

- ：耐震計算書を添付する
- △：添付書類「IV-1-1-11-1 配管の耐震支持方針 別紙」による
- ・：耐震計算書の添付なし
- ※：新設設備

【 】内は検討用地震動を示す

施 設	耐震クラス			間接支持構造物	波及的影響を 考慮すべき施設
	S	B	C		
その他再処理設備の附属施設 安全冷却水系 電巻防護対策設備	○安全冷却水B冷却塔 △主配管		○安全冷却水B冷却塔飛来 物防護ネット【S s】※		○安全冷却水B冷却塔飛来 物防護ネット【S s】

IV-1-1-4

波及的影響に係る基本方針

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針	1
3.1 波及的影響を考慮した施設の設計の観点	1
3.2 不等沈下又は相対変位の観点による設計	1
3.3 接続部の観点による設計	3
3.4 損傷、転倒及び落下の観点による建屋内施設の設計	3
3.5 損傷、転倒及び落下の観点による建屋外施設の設計	4
4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設	5
4.1 不等沈下又は相対変位の観点	5
4.2 接続部の観点	6
4.3 建屋内施設の損傷、転倒及び落下の観点	6
4.4 建屋外施設の損傷、転倒及び落下の観点	6
5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針	8
5.1 耐震評価部位	8
5.2 地震応答解析	8
5.3 設計用地震動又は地震力	8
5.4 荷重の種類及び荷重の組合せ	8
5.5 許容限界	9
5.5.1 建物・構築物	9
5.5.2 機器・配管系	9
6. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討	10

1. 概要

本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」の「3.3 波及的影響に対する考慮」に基づき、安全機能を有する施設の耐震設計を行うに際して、波及的影響を考慮した設計の基本的な考え方を説明するものである。

なお、重大事故等対処施設については、重大事故等対処施設の申請に合わせて、次回以降に詳細を説明する。

2. 基本方針

安全機能を有する施設のうち耐震重要施設(以下「上位クラス施設」という。)は、下位クラス施設の波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。

ここで、下位クラス施設とは、耐震重要施設の周辺にある耐震重要施設以外の再処理施設内にある施設(安全機能を有する施設以外の施設及び資機材等含む)をいう。

3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針

3.1 波及的影響を考慮した施設の設計の観点

波及的影響を考慮した施設の設計においては、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈別記2」(以下「別記2」という。)に記載の以下の4つの観点で実施する。

- (1) 設置地盤及び地震応答性状の相違に起因する相対変位又は不等沈下による影響
- (2) 耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響
- (3) 建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による耐震重要施設への影響
- (4) 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による耐震重要施設への影響

また、原子力施設情報公開ライブラリ(NUCIA:ニューシア)から、原子力施設の地震被害情報、官公庁等の公開情報から化学プラントの地震被害情報を抽出し、その要因を整理する。地震被害の発生要因が別記2(1)～(4)の検討事項に分類されない要因については、その要因も設計の観点に追加する。

以上の(1)～(4)の具体的な設計方法を以下に示す。

3.2 不等沈下又は相対変位の観点による設計

建屋外に設置する安全機能を有する施設を対象に、別記2(1)「設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響」の観点で、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう設計する。

(1) 地盤の不等沈下による影響

下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下により、上位クラス施設の安全機能

を損なわないよう、以下のとおり設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の不等沈下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、不等沈下を起こさない十分な支持性能をもつ地盤に下位クラス施設を設置する。下位クラス施設を上位クラス施設に要求される支持性能が十分でない地盤に設置する場合は、下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持する設計とする。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち、不等沈下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

(2) 建屋間の相対変位による影響

下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位により、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう、以下のとおり設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位を想定しても、下位クラス施設が上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設との間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位により、下位クラス施設が上位クラス施設に衝突する位置にある場合には、衝突部分の接触状況の確認、建屋全体評価又は局部評価を実施し、衝突に伴い、上位クラス施設について、それぞれその安全機能が損なわれるおそれのないよう設計する。

以上の設計方針のうち、建屋全体評価又は局部評価を実施して設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

3.3 接続部の観点による設計

建屋内外に設置する安全機能を有する施設を対象に、別記2(2)「耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響」の観点で、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

上位クラス施設と下位クラス施設との接続部には、原則、Sクラスの隔離弁等を設置することにより分離し、事故時等に隔離されるよう設計する。隔離されない接続部以降の下位クラス施設については、下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、内部流体の内包機能、機器・配管系の動的機能、構造強度等を確保するよう設計する。又は、これらが維持されなくなる可能性がある場合は、下位クラス施設の損傷と隔離によるプロセス変化により、上位クラス施設の内部流体の温度及び圧力に影響を与えても、支持構造物を含めて系統としての機能が設計の想定範囲内に維持されるよう設計する。

以上の設計方針のうち、内部流体の内包機能、機器・配管系の動的機能、構造強度を確保するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

3.4 損傷、転倒及び落下の観点による建屋内施設の設計

建屋内に設置する安全機能を有する施設を対象に、別記2(3)「建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による耐震重要施設への影響」の観点で、上位クラス施設の安全機能を損なわないよう設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、下位クラス施設が損傷、転倒及び落下に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち、構造強度設計を行う、又は下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を想定し、上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に、その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

3.5 損傷，転倒及び落下の観点による建屋外施設の設計

建屋外に設置する安全機能を有する施設を対象に，別記2(4)「建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下による耐震重要施設への影響」の観点で，上位クラス施設の安全機能を損なわないよう設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか，下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には，上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，下位クラス施設が損傷，転倒及び落下に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下を想定し，上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち，構造強度設計を行う，又は下位クラス施設の損傷，転倒及び落下を想定し，上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に，その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

「3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針」に基づき、構造強度等を確保するように設計するものとして選定した下位クラス施設を以下に示す。

4.1 不等沈下又は相対変位の観点

(1) 地盤の不等沈下による影響

上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔並びに安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁(安全冷却水冷却塔()～安全冷却水冷却塔()供給配管合流点、安全冷却水冷却塔()戻り配管分岐点～安全冷却水冷却塔())(以下、安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁という。)について、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を確認した結果、地盤の不等沈下による波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はない。

その他の上位クラス施設については、当該施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

(2) 建屋間の相対変位による影響

a. 飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)

下位クラス施設である飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)は、上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の相対変位により、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第4.1-1表に示す。

その他の上位クラス施設については、当該施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

第4.1-1表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設(相対変位)

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
安全冷却水B冷却塔 安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)

4.2 接続部の観点

上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁について、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を確認した結果、接続部の観点による波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はない。

その他の上位クラス施設については、当該施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

4.3 建屋内施設の損傷、転倒及び落下の観点

(1) 施設の損傷、転倒及び落下による影響

上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁については、建屋外に設置する施設であることから、建屋内施設の損傷、転倒及び落下により波及的影響を及ぼすおそれはない。

その他の上位クラス施設については、当該施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

4.4 建屋外施設の損傷、転倒及び落下の観点

(1) 施設の損傷、転倒及び落下による影響

a. 飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)

下位クラス施設である飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)は、上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁を覆うように設置していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒又は落下により、安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁に衝突し、波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

b. 分析建屋

下位クラス施設である分析建屋は、上位クラス施設である安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷により、安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔まわり配管及び弁に衝突し、波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の損傷、転倒及び落下により波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第4.4-1表に示す。

その他の上位クラス施設については、当該施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

第 4.4-1 表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設(損傷, 転倒及び落下)

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
安全冷却水B冷却塔 安全冷却水B冷却塔まわり 配管及び弁	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)
	分析建屋

分析建屋は、鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造)で、地上 3 階(地上高さ約 18m)、地下 3 階、平面が約 46m(南北方向)×約 104m(東西方向)の建物であり、マンメイドロックを介して岩盤上に設置している。安全冷却水B冷却塔に波及的影響を及ぼさない設計としては、地震応答解析に基づく構造健全性評価により、安全冷却水B冷却塔の設計に用いる地震動に対して終局状態に至らない設計とする。なお、評価の詳細は分析建屋の申請に合わせて「IV-2-2 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価結果」に示す。

5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針

「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」において選定した施設の耐震設計方針を以下に示す。

5.1 耐震評価部位

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価対象部位は、それぞれの損傷モードに応じて選定する。

すなわち、評価対象下位クラス施設の不等沈下、相対変位、接続部における相互影響、損傷、転倒及び落下を防止するよう、主要構造部材、支持部及び固定部等を対象とする。

また、地盤の不等沈下又は下位クラス施設の転倒を想定して設計する施設については、上位クラス施設の機能に影響がないよう評価部位を選定する。

各施設の耐震評価部位は、「IV-2-2-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の「3.1 耐震評価部位」に示す。

5.2 地震応答解析

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計において実施する地震応答解析については、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」の「10. 耐震計算の基本方針」に従い、既設工認で実績があり、かつ最新の知見に照らしても妥当な手法及び条件を基本として行う。また、周辺地盤の液状化のおそれのある施設は、その周辺地盤の液状化による影響を考慮する。

各施設の設計に適用する地震応答解析は、「IV-2-2-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の「3.2 地震応答解析」に示す。

5.3 設計用地震動又は地震力

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設においては、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

各施設の設計に適用する地震動又は地震力は、「IV-2-2-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の「3.3 設計用地震動又は地震力」に示す。

5.4 荷重の種類及び荷重の組合せ

波及的影響の防止を目的とした設計において用いる荷重の種類及び荷重の組合せについては、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設と同じ運転状態において下位クラス施設に発生する荷重を組み合わせる。

また、地盤の不等沈下又は転倒を想定し、上位クラス施設の機能に影響がないよう

設計する場合は、転倒等に伴い発生する荷重を組み合わせる。

荷重の設定においては、実運用・実事象上定まる範囲を考慮して設定する。

各施設の設計に適用する荷重の種類及び組み合わせは、「IV-2-2-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の「3.4 荷重の種類及び荷重の組合せ」に示す。

5.5 許容限界

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価に用いる許容限界設定の考え方を、以下建物・構築物及び機器・配管系に分けて示す。

5.5.1 建物・構築物

建物・構築物について、離隔による防護を講じることで、下位クラス施設の相対変位等による波及的影響を防止する場合は、下位クラス施設と上位クラス施設との距離を基本として許容限界を設定する。

また、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下を防止する場合は、鉄筋コンクリート造耐震壁の最大せん断ひずみに対して JEAG4601-1987 に基づく終局点に対応するせん断ひずみ、部材に発生する応力に対して終局耐力又は「建築基準法及び同施行令」に基づく層間変形角の評価基準値を基本として許容限界を設定する。

5.5.2 機器・配管系

機器・配管系について、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の接続部における相互影響並びに損傷、転倒及び落下を防止する場合は、評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していることに相当する許容限界を設定する。

機器・配管系の動的機能維持を確保することで、下位クラス施設の接続部における相互影響を防止する場合は、機能確認済加速度を許容限界として設定する。

配管については、配管耐震評価上影響のある下位クラス配管を上位クラス配管に含めて構造強度設計を行う。

また、地盤の不等沈下又は転倒を想定する場合は、下位クラス施設の転倒等に伴い発生する荷重により、上位クラス施設の評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していること、また転倒した下位クラス施設と上位クラス施設との距離を許容限界として設定する。

6. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討

工事段階においても、上位クラス施設の設計段階の際に検討した配置・補強等が設計どおりに施されていることを、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行うことで確認する。また、仮置資材等、現場の配置状況等の確認を必要とする下位クラス施設についても合わせて確認する。

工事段階における検討は、別記2の4つの観点のうち、(3)及び(4)の観点、すなわち下位クラス施設の損傷、転倒及び落下による影響について、現場調査により実施する。

確認事項としては、設計段階において検討した離隔による防護の観点で行う。すなわち、施設の損傷、転倒及び落下を想定した場合に上位クラス施設に衝突するおそれのある範囲内に下位クラス施設がないこと、又は間に衝撃に耐えうる障壁、緩衝物等が設置されていること、仮置資材等については固縛など、転倒及び落下を防止する措置が適切に講じられていることを確認する。

ただし、仮置資材等の下位クラス施設自体が、明らかに影響を及ぼさない程度の大きさ、重量等の場合は対象としない。

以上を踏まえて、損傷、転倒及び落下により、上位クラス施設に波及的影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設が抽出されれば、必要に応じて、上記の確認事項と同じ観点で対策・検討を行う。すなわち、下位クラス施設の配置を変更したり、間に緩衝物等を設置したり、固縛等の転倒・落下防止措置等を講じたりすることで対策・検討を行う。

また、工事段階における確認の後も、波及的影響を防止するように現場を保持するため、保安規定に機器設置時の配慮事項等を定めて管理する。

IV-1-1-5

地震応答解析の基本方針

目 次

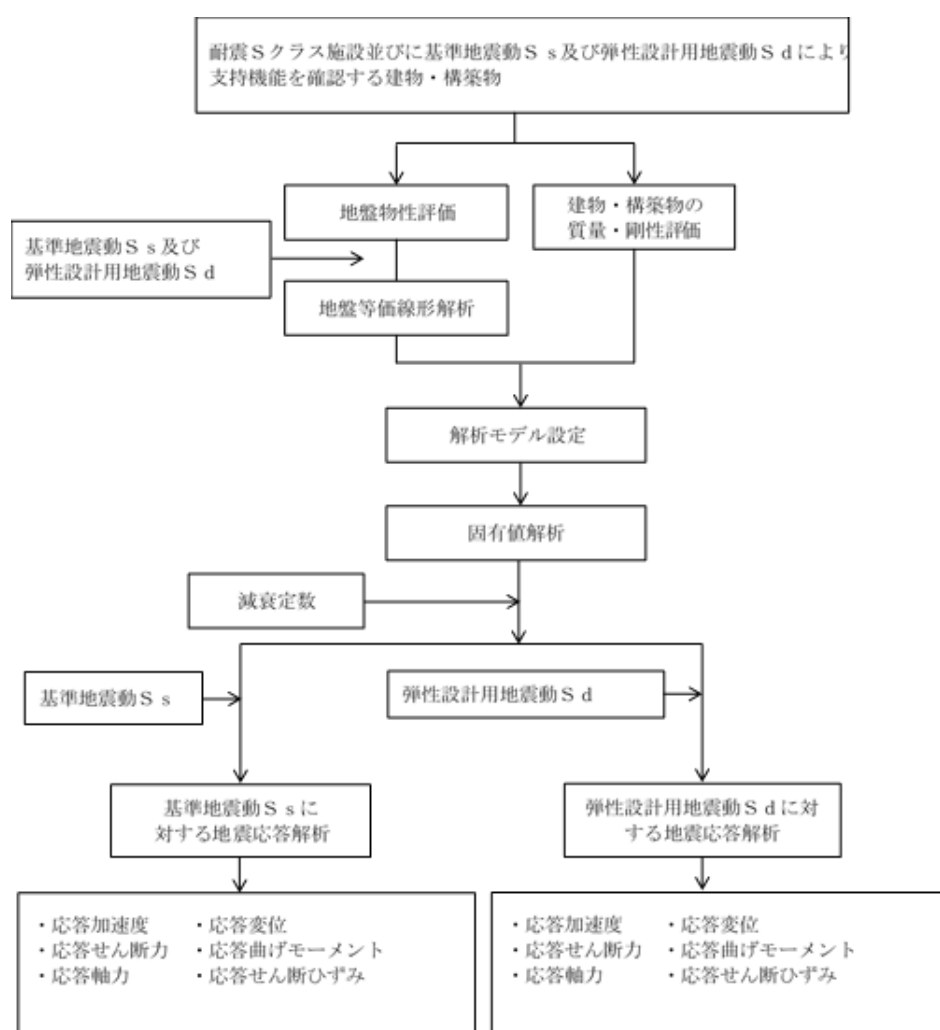
	ページ
1. 概要	1
2. 地震応答解析の方針	6
2.1 建物・構築物	6
2.1.1 建物・構築物(2.1.2に記載のものを除く)	6
2.1.2 屋外重要土木構築物	9
2.2 機器・配管系	10
3. 設計用減衰定数	11

1. 概要

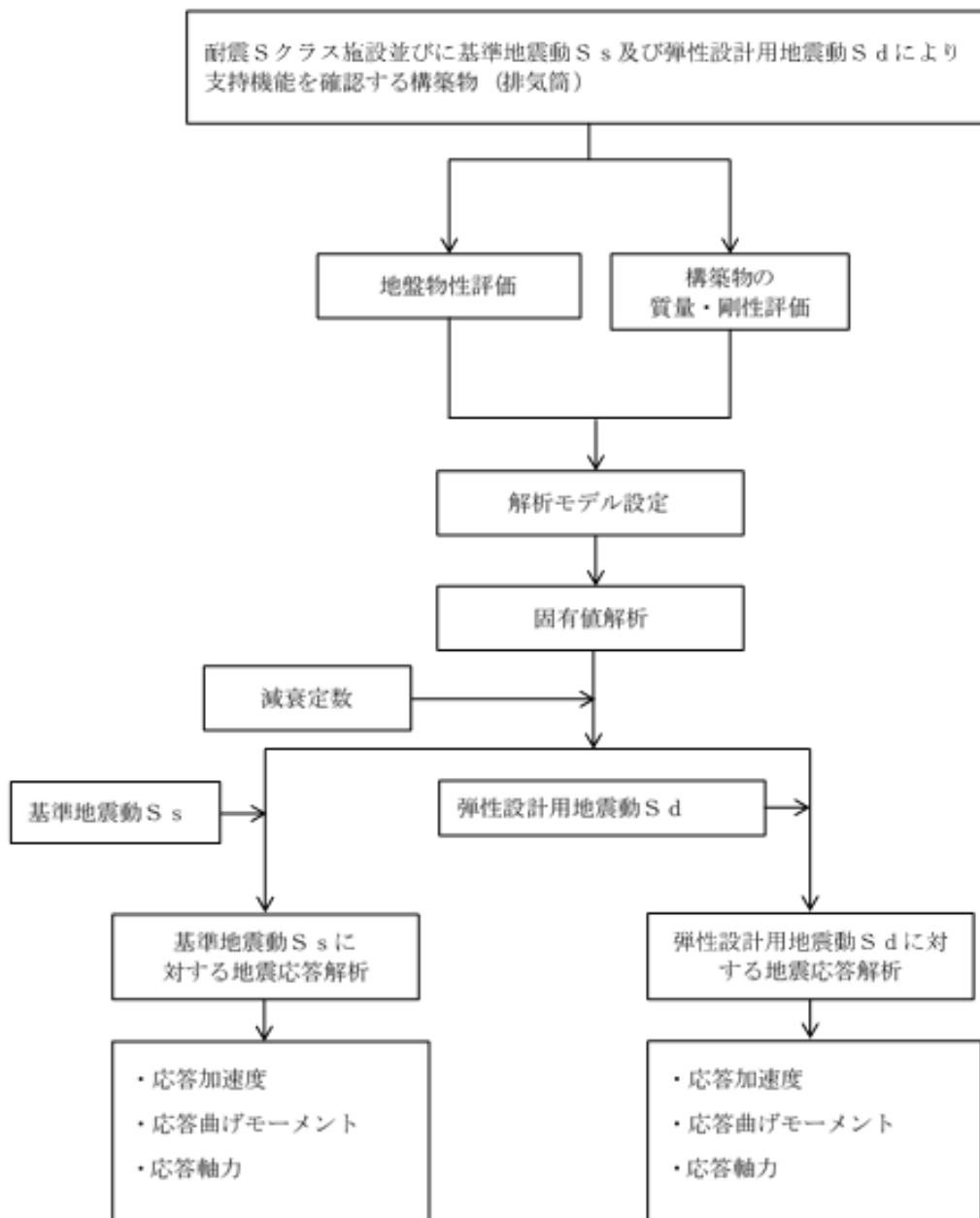
本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に基づき、建物・構築物及び機器・配管系の耐震設計を行う際の地震応答解析の基本方針を説明するものである。

なお、重大事故対処施設については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

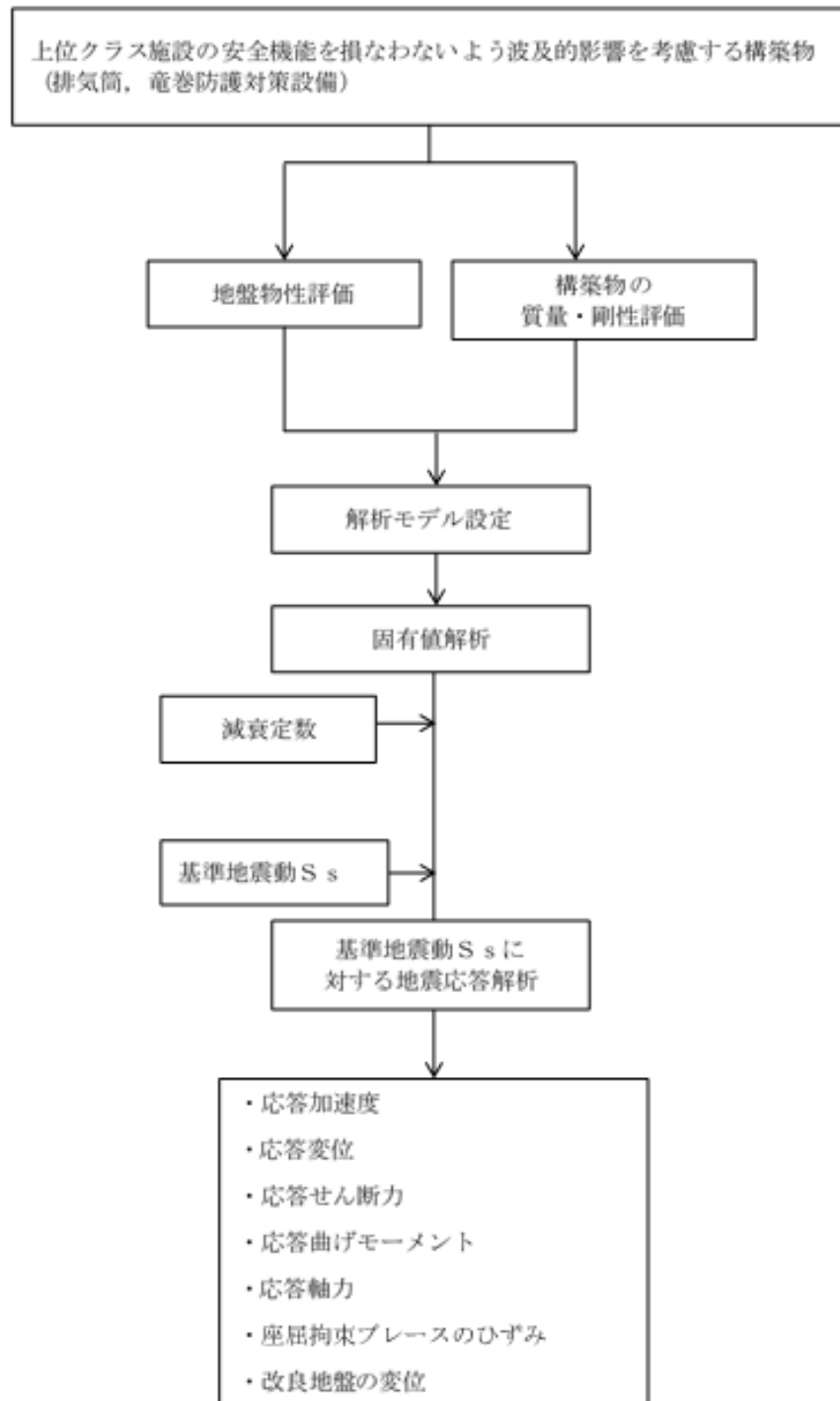
第1-1図及び第1-2図に建物・構築物及び機器・配管系の地震応答解析の手順をそれぞれ示す。



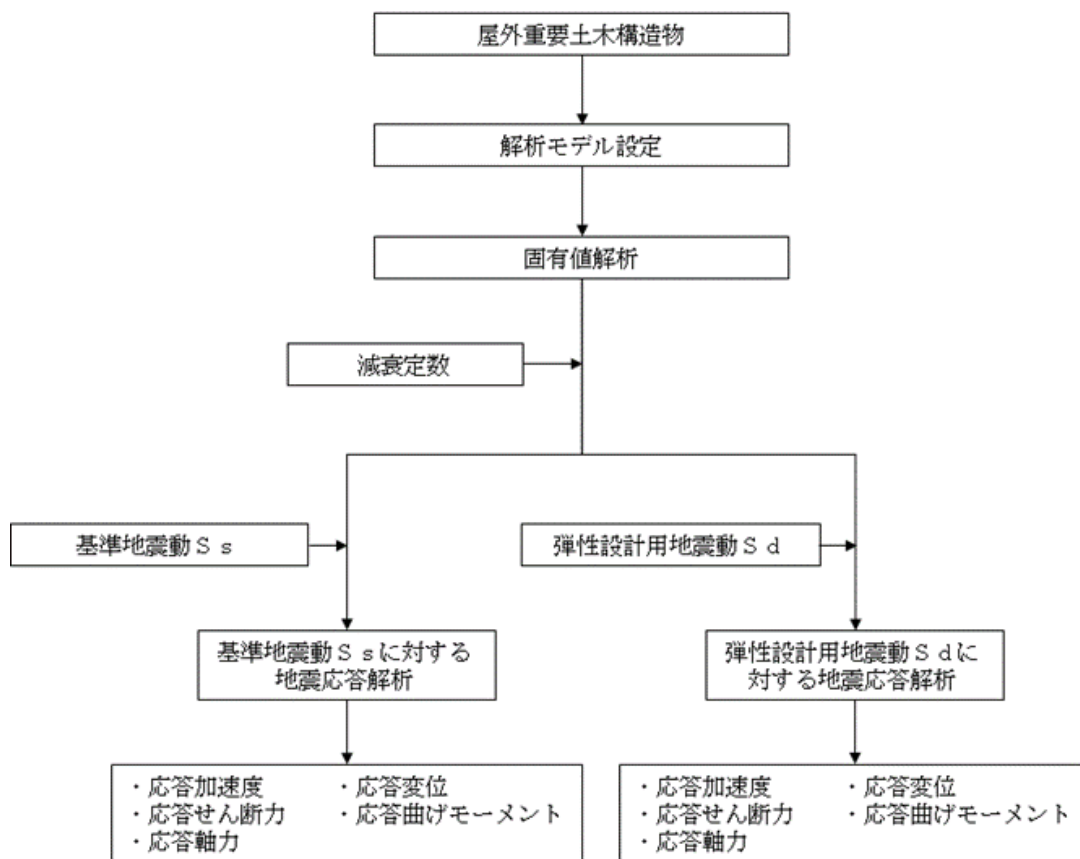
第1-1図(1) 建物・構築物の地震応答解析の手順
建物，構築物(屋外機械基礎)



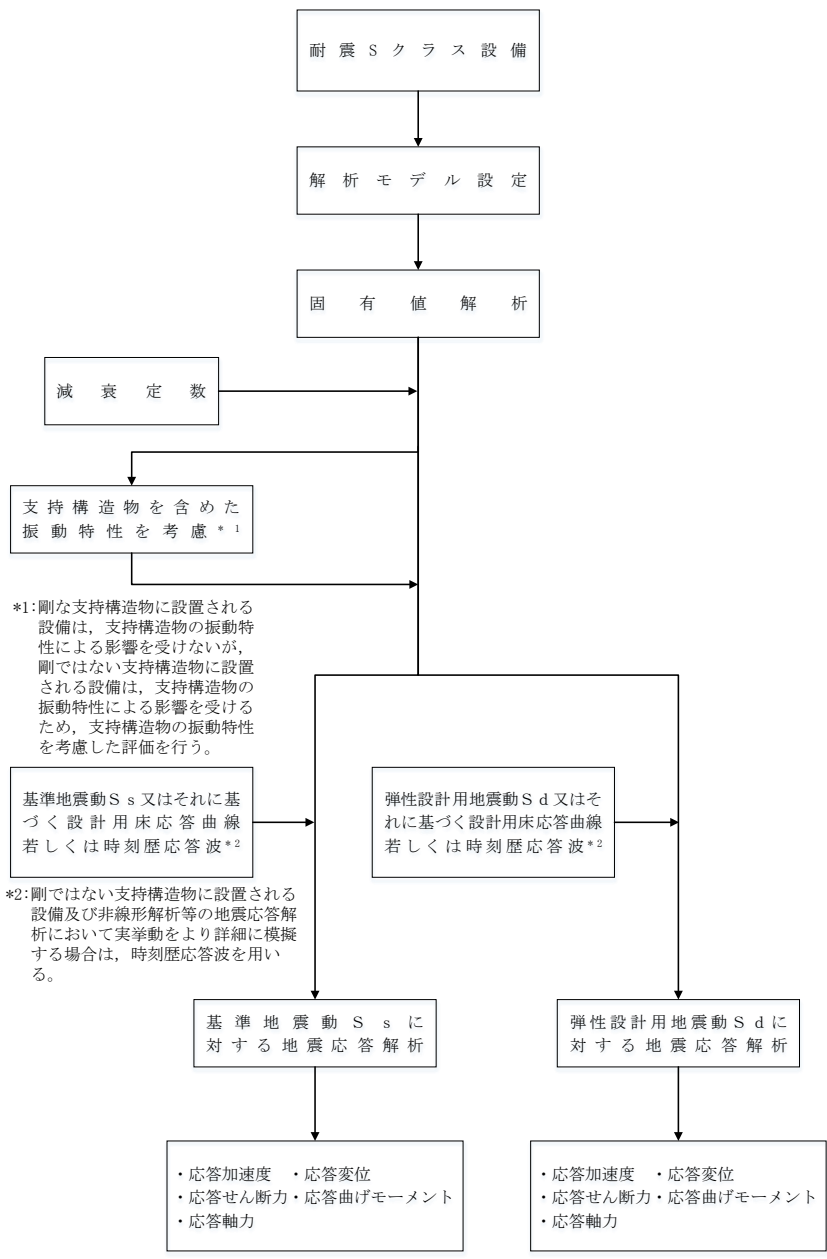
第1-1図(2) 建物・構築物の地震応答解析の手順
構築物(排気筒)



第1-1図(3) 建物・構築物の地震応答解析の手順
構築物(排気筒, 竜巻防護対策設備)



第1-1図(4) 建物・構築物(屋外重要土木構造物)の地震応答解析の手順



第1-2図 機器・配管系の地震応答解析の手順

2. 地震応答解析の方針

2.1 建物・構築物

2.1.1 建物・構築物(2.1.2に記載のものを除く)

(1) 入力地震動

解放基盤表面は、S波速度が0.7km/s以上であるT.M.S.L.-70mとしている。

建物・構築物の地震応答解析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 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮した上で、必要に応じ2次元FEM解析又は1次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。

地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係や対象建物・構築物位置での地質・速度構造の違いにも留意するとともに、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。地盤の動的変形特性を考慮した入力地震動の算定にあたっては、地盤のひずみの大きさに応じて解析手法の適用性に留意する。更に必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ、地質・速度構造等の地盤条件を設定する。

特に杭を介して岩盤に支持された建物・構築物については杭の拘束効果についても適切に考慮する。

また、安全機能を有する施設における耐震Bクラスの建物・構築物のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動 S_d を2分の1倍したものをを用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定にあたっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。また、原則として、建物・構築物の地震応答解析及び床応答曲線の作成は、線形解析及び非線形解析に適用可能な時刻歴応答解析法による。

建物・構築物の動的解析にあたっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、基礎版の平面形状、基礎側面と地盤の接触状況、地盤の剛性等を考慮して定める。各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえて、地盤ばねには必要に応じて、基礎浮上りによる非線形性又は誘発上下動を考慮できる浮上り非線形性を考慮するものとする。設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験によるものをを用いる。

地盤－建物・構築物連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。

地震応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、実験等の結果に基づき、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

また、Sクラスの施設を支持する建物・構築物の支持機能を検討するための動的解析において、建物・構築物の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した地震応答解析を行う。

地震応答解析に用いる材料定数については、材料物性のばらつき等を適切に考慮する。また、ばらつきによる変動が建物・構築物の振動性状や応答性状に及ぼす影響として考慮すべきばらつきの要因を選定した上で、選定された要因を考慮した動的解析により設計用地震力を設定する。

建物・構築物の3次元応答性状及び機器・配管系への影響については、建物・構築物の3次元FEMモデルによる解析に基づき、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮して評価する。3次元応答性状等の評価は、周波数応答解析法等による。解析方法及び解析モデルについては、「IV-1-1-7 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」に示す。

建物・構築物の動的解析にて、地震時の地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮する場合は、有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原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。

建屋の設置状況を踏まえ、隣接建屋が建物・構築物の応答性状及び機器・配管系へ及ぼす影響については、地盤3次元FEMモデルによる解析に基づき評価する。解析方法及び解析モデルについては、「IV-2-4-2 隣接建屋に関する影響評価結果」に示す。

また、更なる信頼性の向上を目的として設置した地震観測網から得られた観測記録により振動性状を把握する。動的解析に用いるモデルについては、地震観測網により得られた観測記録を用い解析モデルの妥当性確認等を行う。地震観測網の概要は、別紙「地震観測網について」に示す。

a. 解析方法

建物・構築物の地震応答は、(1)式の多質点系の振動方程式をNewmark- β 法($\beta = 1/4$)を用いた直接積分法により求める。

$$[m] \cdot \{\ddot{x}\}_t + [c] \cdot \{\dot{x}\}_t + [k] \cdot \{x\}_t = -[m] \cdot \{\ddot{y}\}_t \cdots \cdots (1)$$

ここで,

- $[m]$: 質量マトリックス
- $[c]$: 減衰マトリックス
- $[k]$: 剛性マトリックス
- $\{\ddot{x}\}_t$: 時刻 t の加速度ベクトル
- $\{\dot{x}\}_t$: 時刻 t の速度ベクトル
- $\{x\}_t$: 時刻 t の変位ベクトル
- $\{\ddot{y}\}_t$: 時刻 t の入力加速度ベクトル

ここで, 時刻 $t + \Delta t$ における解を次のようにして求める。なお, Δt は時間メッシュを示す。

$$\{x\}_{t+\Delta t} = \{x\}_t + \{\dot{x}\}_t \cdot \Delta t + \left[\left(\frac{1}{2} - \beta \right) \cdot \{\ddot{x}\}_t + \beta \cdot \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} \right] \cdot \Delta t^2 \cdots \cdots \cdots (2)$$

$$\{\dot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\dot{x}\}_t + \frac{1}{2} \cdot [\{\ddot{x}\}_t + \{\ddot{x}\}_{t+\Delta t}] \cdot \Delta t \cdots \cdots \cdots (3)$$

$$\{\ddot{x}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{x}\}_t + \{\Delta \ddot{x}\}_{t+\Delta t} \cdots \cdots \cdots (4)$$

(2), (3)及び(4)式を(1)式に代入して整理すると, 加速度応答増分ベクトルが次のように求められる。

$$\{\Delta \ddot{x}\}_{t+\Delta t} = - [A]^{-1} \cdot ([B] + [m] \cdot \{\Delta \ddot{y}\}_{t+\Delta t}) \cdots \cdots \cdots (5)$$

ここで,

$$[A] = [m] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot [c] + \beta \cdot \Delta t^2 \cdot [k]$$

$$[B] = \left(\Delta t \cdot [c] + \frac{1}{2} \cdot \Delta t^2 \cdot [k] \right) \cdot \{\ddot{x}\}_t + \Delta t \cdot [k] \cdot \{\dot{x}\}_t$$

$$\{\Delta \ddot{y}\}_{t+\Delta t} = \{\ddot{y}\}_{t+\Delta t} - \{\ddot{y}\}_t$$

(5)式を(2), (3)及び(4)式に代入することにより, 時刻 $t + \Delta t$ の応答が時刻 t の応答から求められる。

b. 解析モデル

建物・構築物の解析モデルの例を以下に示す。その他の建物・構築物の解析モデルの例については, 当該施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

(a) 安全冷却水B冷却塔基礎

水平方向は、地盤との相互作用を考慮し、基礎の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとする。鉛直方向は、地盤との相互作用を考慮し、基礎の軸剛性を評価した多質点系モデルとする。なお、冷却塔本体は2.2(2)b.(a)による。

(b) 飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水B冷却塔)

水平及び鉛直方向は、地盤との相互作用を考慮し、解放基盤レベル(T.M.S.L. -70.0m)より上部の地盤をモデル化対象とし、建屋-地盤の連成を考慮したモデルとする。なお、建屋は質点系モデルとし、地盤及び周辺構造物は2次元FEMモデルとする。

2.1.2 屋外重要土木構造物

(1) 入力地震動

屋外重要土木構造物の地震応答解析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 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を基に、対象構造物の地盤条件を適切に考慮した上で、必要に応じ2次元FEM解析又は1次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、各構造物に応じた適切な解析条件を設定する。地震応答解析は、地盤と構造物の相互作用を考慮できる手法とし、地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形又は非線形解析のいずれかにて行う。地震応答解析に用いる材料定数については、材料物性のばらつき等による変動が屋外重要土木構造物の振動性状や応答性状に及ぼす影響を検討し、材料物性のばらつき等を適切に考慮する。

また、動的解析にて、地震時の地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮する場合は、有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原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。

屋外重要土木構造物の液状化に関する影響評価結果については、「IV-2-4-3 液状化に関する影響評価結果」に示す。

地震応答解析では、水平地震動と鉛直地震動の同時加振とするが、構造物の応

答特性により水平2方向の同時性を考慮する必要がある場合は、水平2方向の組合せについて適切に評価する。具体的な方針については「IV-1-1-7 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」に示す。

2.2 機器・配管系

(1) 入力地震動又は入力地震力

機器・配管系の地震応答解析における入力地震動又は入力地震力は、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d 又は当該機器・配管系の設置床における設計用床応答曲線若しくは時刻歴応答波とする。

設計用床応答曲線の作成方法については、「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

なお、建屋応答解析における各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえ、誘発上下動を考慮するモデルを用いている場合については、鉛直方向の加速度応答時刻歴に、以下のとおり誘発上下動を考慮することとする。

・ $V+X_v$

・ $V+Y_v$

・ $V-X_v$

・ $V-Y_v$

ここで、

V : 鉛直方向地震力に対する鉛直方向の加速度応答時刻歴

X_v : X 方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

Y_v : Y 方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

また、安全機能を有する施設における耐震Bクラスの機器・配管系のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動 S_d を基に線形解析により作成した設計用床応答曲線の応答加速度を2分の1倍したものをを用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮の上、適切な解析法を選定するとともに、解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性等の各種物性値は、適切な規格・基準、あるいは実験等の結果に基づき設定する。

機器の解析に当たっては、形状、構造特性等を考慮して、代表的な振動モードを適切に表現できるよう質点系モデル、はり、シェル等の要素を使用した有限要素モデル等に置換し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴

応答解析法により応答を求める。

配管系については、適切なモデルを作成し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

また、スペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法を用いる場合は材料物性のばらつき等を適切に考慮する。

スペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては、衝突・すべり等の非線形現象を模擬する観点又は既往研究の知見を取り入れ実機の挙動を模擬する観点で、材料物性のばらつき等への配慮を考慮しつつ時刻歴応答解析法を用いる等、解析対象とする現象、対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。

3次元的な広がりを持つ設備については、3次元的な配置を踏まえ、適切にモデル化し、水平2方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。具体的な方針については「IV-1-1-7 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」に示す。

剛性の高い機器・配管系は、その機器・配管系の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度として作用させて構造強度評価に用いる地震力を算定する。

a. 解析方法

スペクトルモーダル解析法における最大値は、二乗和平方根(SRSS)法により求める。時刻歴応答解析法においては直接積分法又はモーダル時刻歴解析による。

b. 解析モデル

機器・配管系の解析モデルの例を以下に示す。

(a) 一般機器

容器、熱交換器等の一般の機器は、機器本体及び支持構造物の剛性をそれぞれ考慮し、原則として重心位置に質量を集中させた1質点系モデルに置換する。

ただし、振動特性の観点から質量分布及び部材間における剛性変化を考慮する方が適切と考えられる構造の場合は、はり又はシェル要素による有限要素モデルに置換する。

(b) 配管系

配管系は、その振動性状を適切に考慮するため、多質点系はりモデルに置換する。

(c) クレーン類

クレーン類は、その構造特性を考慮してはり又はシェル要素による有限要素モデル等に置換する。なお、すべり等の非線形現象を考慮する場合は、すべり要素等の非線形要素を取り入れた上で有限要素モデルに置換する。

3. 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる減衰定数は、JEAG4601-1987、1991に記載されている減衰定数

を設備の種類、構造等により適切に選定するとともに、試験等で妥当性が確認された値も用いる。具体的には第3-1表に示す。

なお、建物・構築物の地震応答解析に用いる鉄筋コンクリートの材料減衰定数の設定については、既往の知見に加え、既設施設の地震観測記録等により、その妥当性を検討する。入力地震動による建物・構築物の応答レベル及び構造形状の複雑さを踏まえ、既往の知見に加え、地震観測記録等による検討を行い、適用性が確認できたことから第3-1表に示す建物・構築物に対して5%と設定する。

地盤及び屋外重要土木構造物の連成系地震応答解析モデルの減衰定数については、地中構造物としての特徴及び同モデルの振動特性を考慮して適切に設定する。

機器・配管系における設計用減衰定数の適用に当たっては、対象設備に応じた値の適用を基本とし、対象設備によらず適用する場合は、対象設備の値より保守的であることを確認した上で適用する。

第3-1表 減衰定数

1. 建物・構築物

対象設備		使用材料	減衰定数(%)	
			水平方向	鉛直方向
建物	建物	鉄筋コンクリート	5	5
		鉄骨	2	2
	地盤	—	JEAG4601-1991追補版の近似法により算定*	
屋外機械基礎	構築物	鉄筋コンクリート	5	5
	地盤	—	JEAG4601-1991追補版の近似法により算定*	
竜巻防護対策設備	構築物	鉄骨	2	2
排気筒	構築物	筒身	1	1
		鉄塔	2	2

注記 *：地盤条件及び基礎形状等に基づき振動アドミッタンス理論により動的地盤ばねを算定し、JEAG4601-1991 追補版の近似法により算定

2. 機器・配管系

対象設備	減衰定数(%)	
	水平方向	鉛直方向
溶接構造物	1.0	1.0 ^{*1}
ボルト及びリベット構造物	2.0	2.0 ^{*1}
ポンプ・ファン等の 機械装置	1.0	1.0 ^{*1}
空調用ダクト	2.5	2.5 ^{*1}
電気盤	4.0	1.0 ^{*1}
クレーン	1.0～2.0 ^{*3}	1.0～2.0 ^{*1}
燃料取扱装置	1.0～2.0 ^{*3}	1.0～1.5(2.0) ^{*1*2}
配管系	0.5～3.0 ^{*3*4}	0.5～3.0 ^{*1*3*4}
液体の揺動	0.5	—

注記 *1：既往の研究等において、設備の地震入力方向の依存性や減衰特性について検討され妥当性が確認された値

*2：()外は、燃料取扱装置のトリ位置が端部にある場合、()内は、燃料取扱装置のトリ位置が中央部にある場合

*3：既往の研究等において、試験及び解析等により妥当性が確認されている値

*4：具体的な適用条件を「第3-2表 配管系の設計用減衰定数」に示す。

(参考文献)

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価の研究(H12～H13)」

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(H7～H10)」

第 3-2 表 配管系の設計用減衰定数

配管区分		減衰定数*1(%)	
		保温材無	保温材有*2
I	スナバ及び架構レストレイント支持主体の配管系で、支持具(スナッパ又は架構レストレイント)の数が4個以上のもの	2.0	3.0*3
II	スナバ、架構レストレイント、ロッドレストレイント、ハンガ等を有する配管系でアンカ及びUボルトを除いた支持具の数が4個以上であり、配管区分Iに属さないもの	1.0	2.0*3
III	Uボルトを有する配管系で、架構で水平配管の自重を受けるUボルトの数が4個以上*4のもの	2.0*3	3.0*3
IV	配管区分I、II及びIIIに属さないもの	0.5	1.5*3

注記 *1：水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用

*2：金属保温材による付加減衰定数は、配管全長に対する金属保温材使用割合が40%以下の場合1.0%を適用するが、金属保温材使用割合が40%を超える場合は0.5%とする。

*3：JEAG4601-1991 追補版で規定されている配管系の設計用減衰定数に、既往の研究等において妥当性が確認された値を反映

*4：表に示す支持具の種類及び数は、アンカからアンカまでの独立した振動系について算定する。支持具の算定は、当該支持点を同一方向に複数の支持具で分配して支持する場合には、支持具数は1個として扱い、同一支持点を複数の支持具で2方向に支持する場合は2個として扱うものとする。

(参考文献)

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価の研究(H12～H13)」

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(H7～H10)」

IV-1-1-5 別紙 地震観測網について

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 地震観測網の基本方針.....	1
3. 地震観測網の配置計画.....	1

1. 概要

再処理施設の主要な建屋には、安全上重要な施設の実地震時の振動特性を把握するために、各建屋に地震計を設置し、継続して地震観測を行う。また、比較的規模の大きい地震の観測記録が得られた場合は、それらの測定結果に基づく解析等により主要な施設の健全性を確認すること等に活用する。

2. 地震観測網の基本方針

再処理施設における主要な建屋については、地震時の建屋の水平方向及び鉛直方向の振動特性を把握するため、建屋の基礎上や最上部等の適切な位置に地震計を配置することにより、実地震による建屋の振動（建屋増幅特性）を観測する。なお、地震計は水平2成分と鉛直1成分の計3成分を観測するものとする。

3. 地震観測網の配置計画

各建屋の地震計の設置方針を第3-1表に、各建屋における地震計の配置を第3-1図～第3-30図に示す。

第 3-1 表 各建屋の地震計の設置方針

建屋	設置位置	設置方針
分離建屋	地下 3 階 (基礎)	水平方向及び鉛直方向の振動を観測する。
	地上 1 階	
	地上 4 階	
精製建屋	地下 3 階 (基礎)	
	地上 1 階	
	地上 4 階	
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	地下 3 階 (基礎)	
	地上 1 階	
	屋上階	
使用済燃料輸送容器管理建屋 (トレーラエリア)	地上 1 階 (基礎)	
使用済燃料輸送容器管理建屋 (使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫)	地上 1 階 (基礎)	
前処理建屋	地下 4 階 (基礎)	
ハル・エンドピース貯蔵建屋	地下 4 階 (基礎)	
制御建屋	地下 2 階 (基礎)	
主排気筒管理建屋	地上 1 階 (基礎)	
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	地下 2 階 (基礎)	
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	地下 4 階 (基礎)	
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	地下 1 階 (基礎)	
非常用電源建屋	地下 1 階 (基礎)	
高レベル廃液ガラス固化建屋	地下 4 階 (基礎)	
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋	地下 2 階 (基礎)	



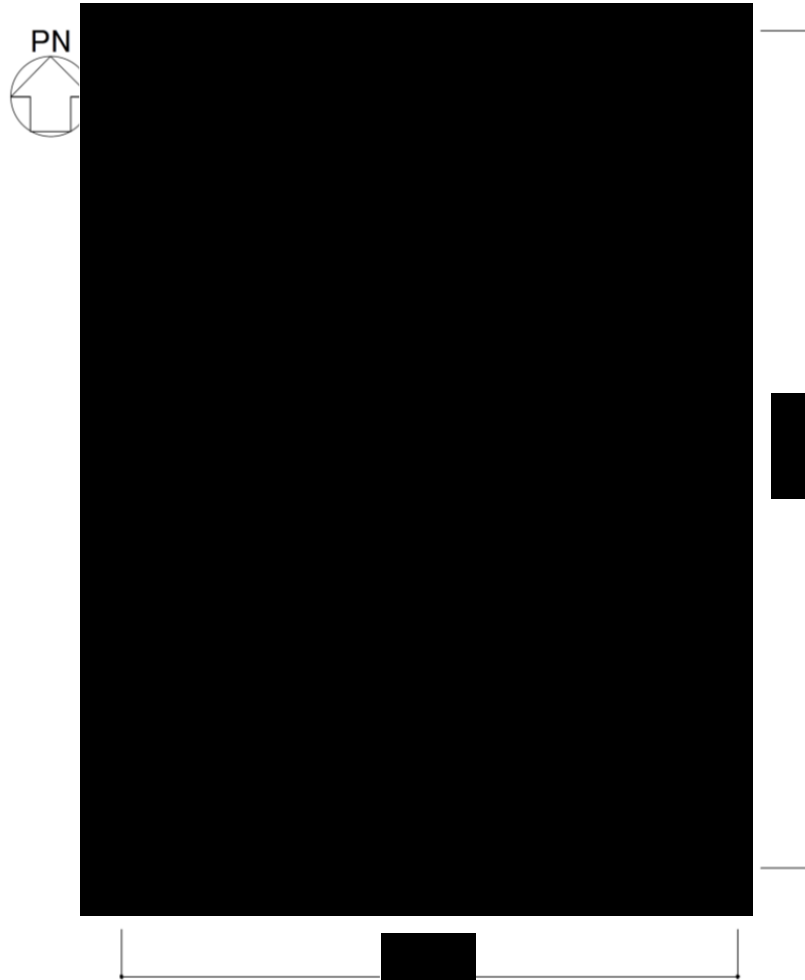
地下3階平面図 (T. M. S. L. ■■■m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

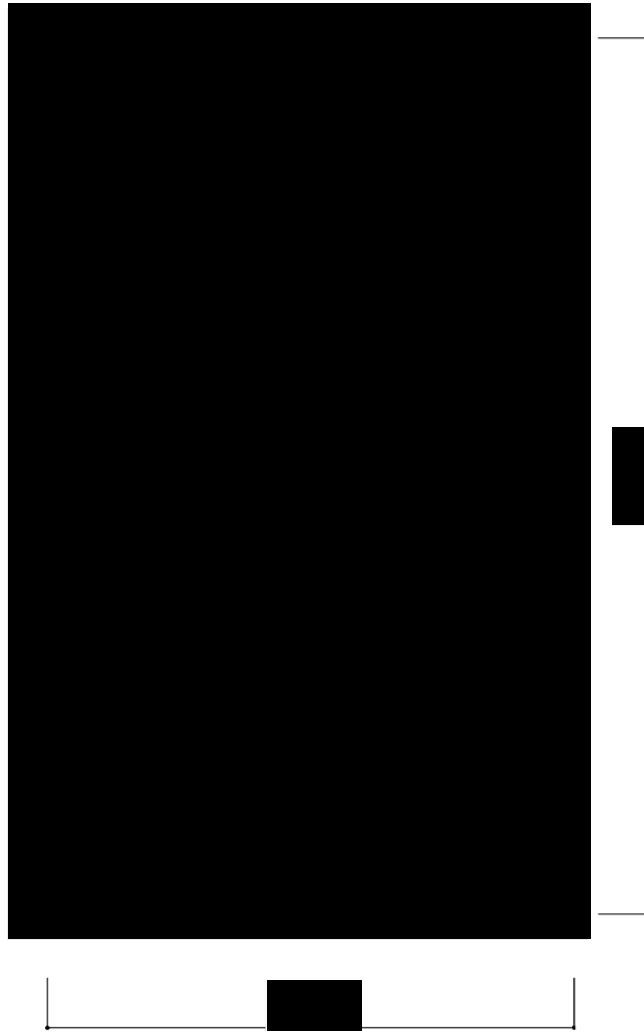
第 3-1 図 分離建屋 地震計配置図 (平面図) (1/3)



地上1階平面図 (T. M. S. L. ■■■■m)

凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

第3-1図 分離建屋 地震計配置図 (平面図) (2/3)



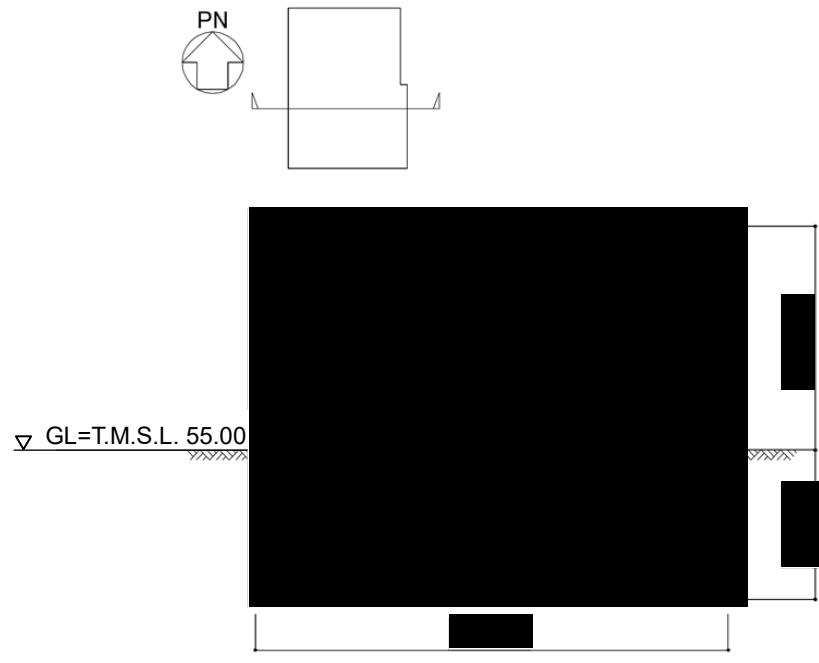
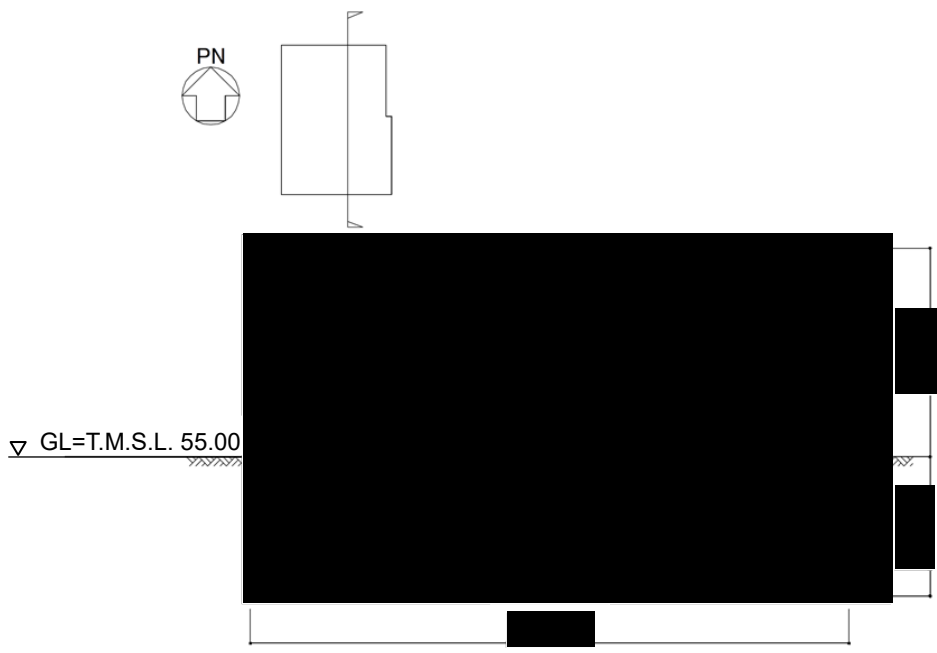
地上4階平面図 (T. M. S. L. ■■■■■m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

第3-1図 分離建屋 地震計配置図 (平面図) (3/3)



断面図

凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-2 図 分離建屋 地震計配置図 (断面図)



地下3階平面図 (T. M. S. L. ■■■■■m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-3 図 精製建屋 地震計配置図 (平面図) (1/3)



地上1階平面図 (T. M. S. L. ■■■■m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

第3-3図 精製建屋 地震計配置図 (平面図) (2/3)



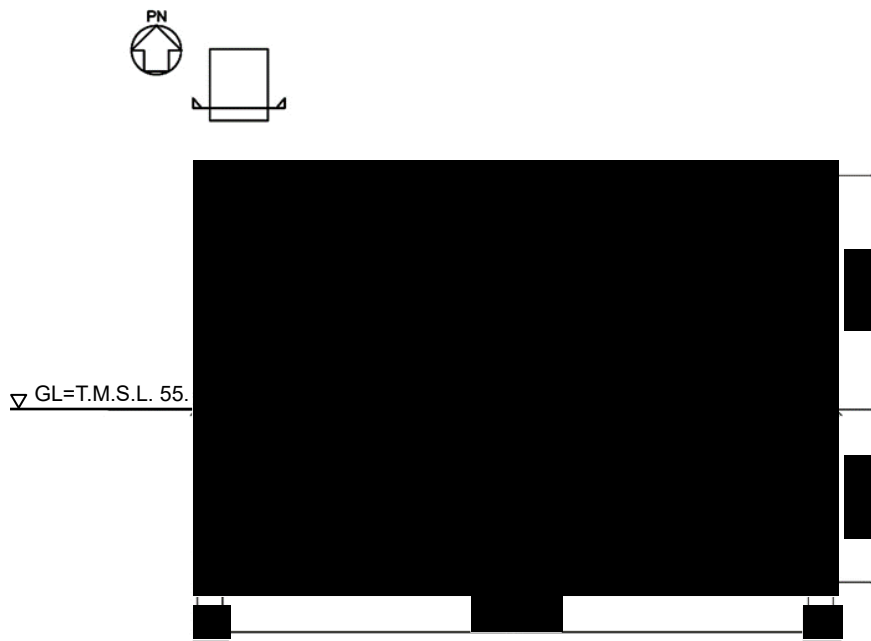
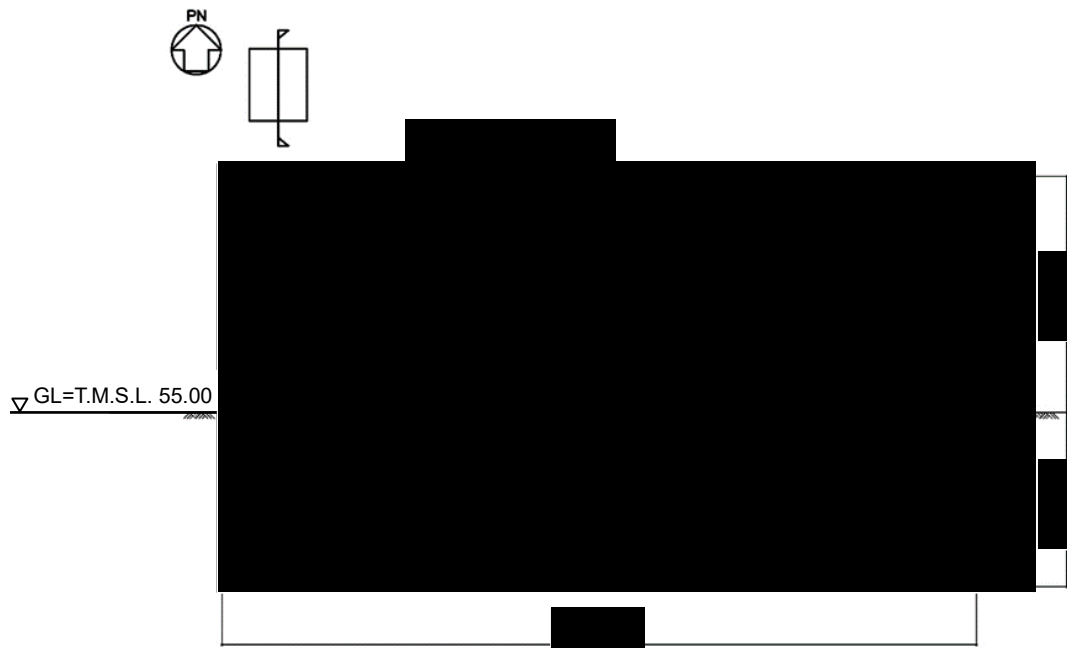
地上 4 階平面図 (T. M. S. L. ■■■■m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-3 図 精製建屋 地震計配置図 (平面図) (3/3)



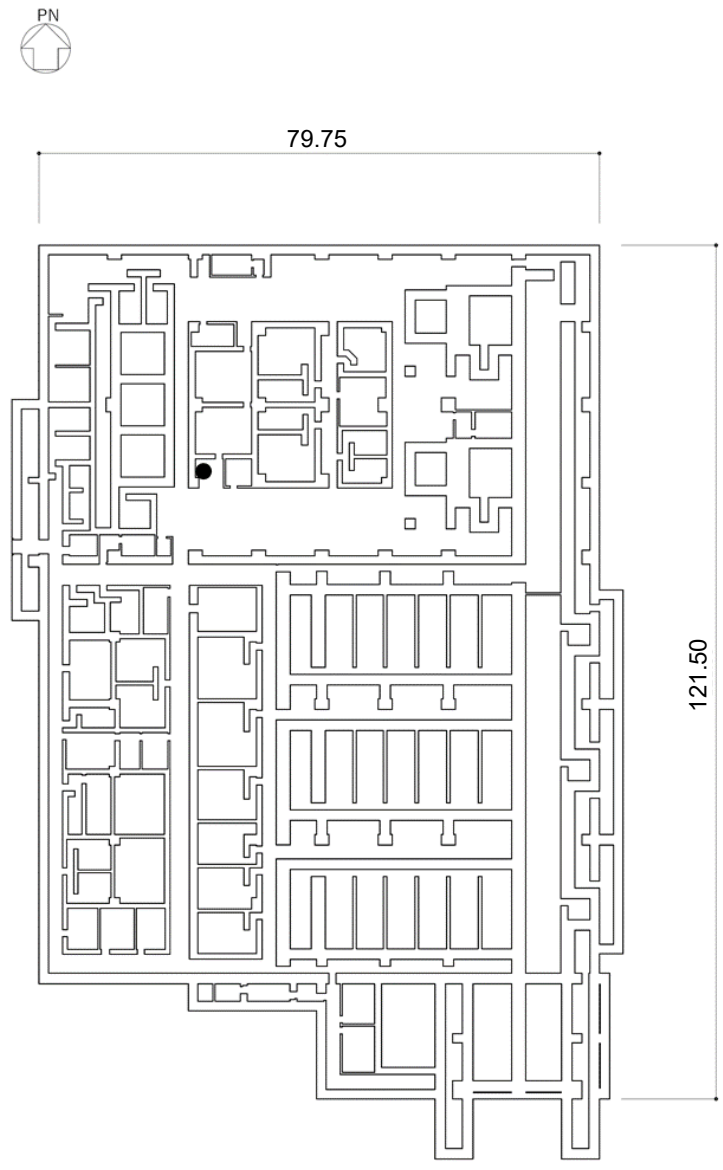
断面図

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

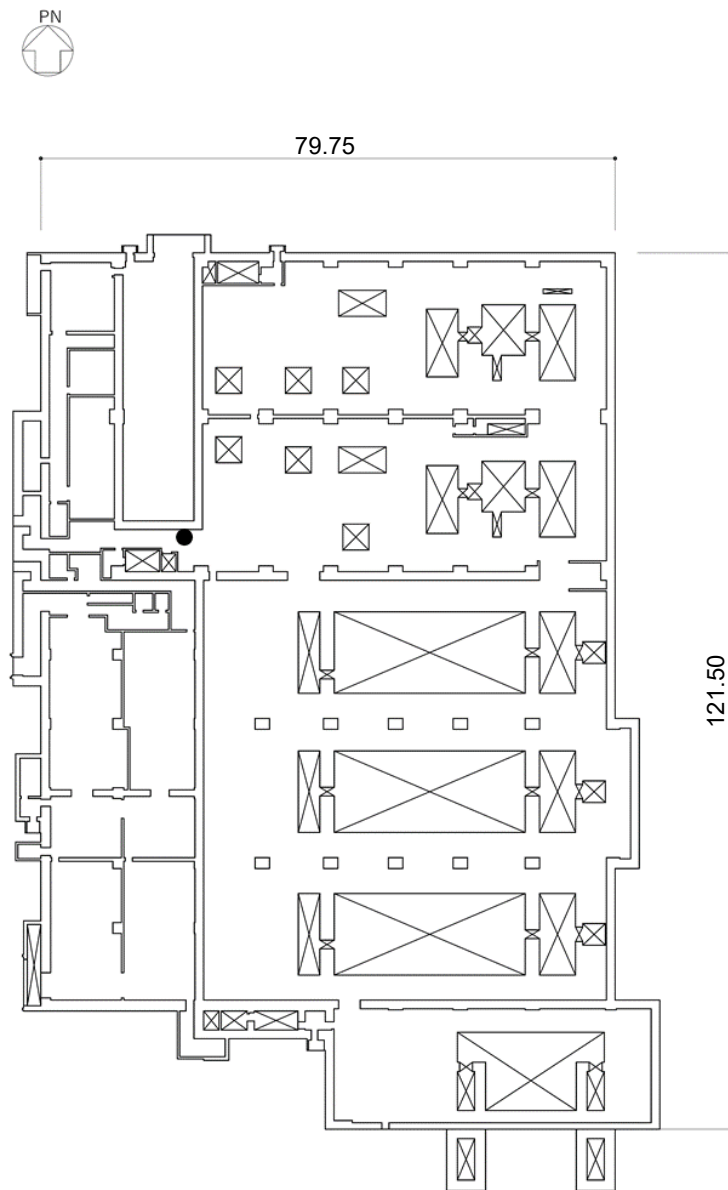
第 3-4 図 精製建屋 地震計配置図 (断面図)



地下3階平面図 (T. M. S. L. 40. 60m)

<p>凡例</p> <p>● : 地震計</p> <p>(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)</p>

第 3-5 図 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図) (1/3)



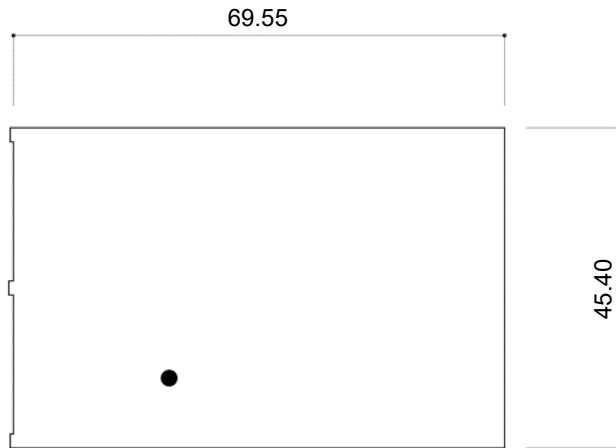
地上1階平面図 (T.M.S.L. 55.30m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

第3-5図 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図) (2/3)



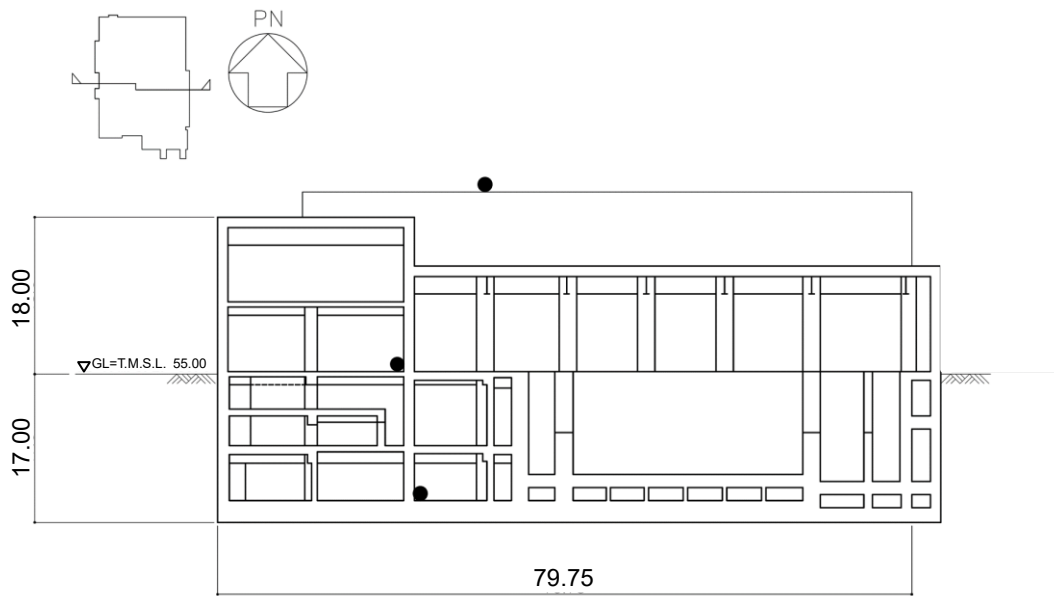
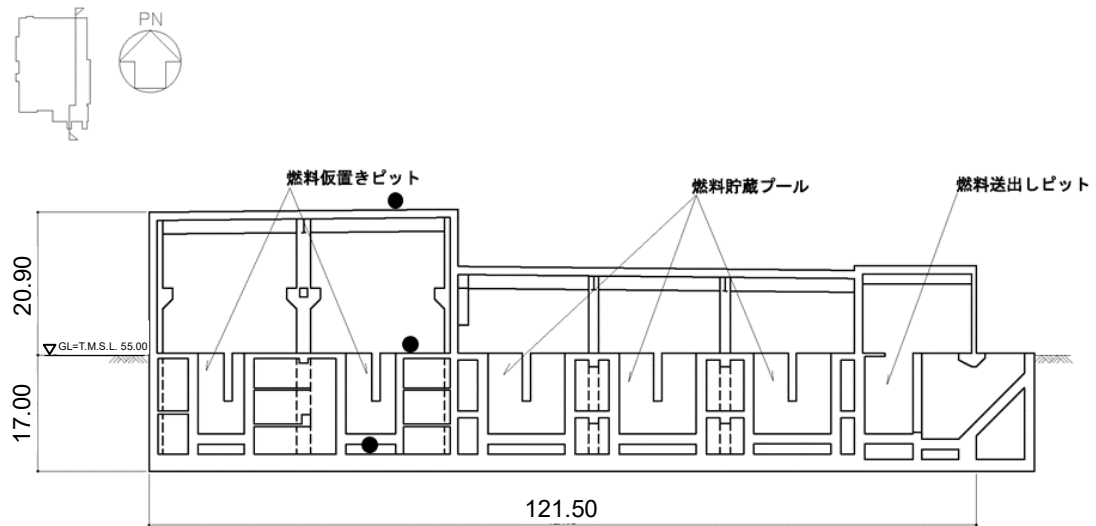
屋上階平面図 (T. M. S. L. 76. 90m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

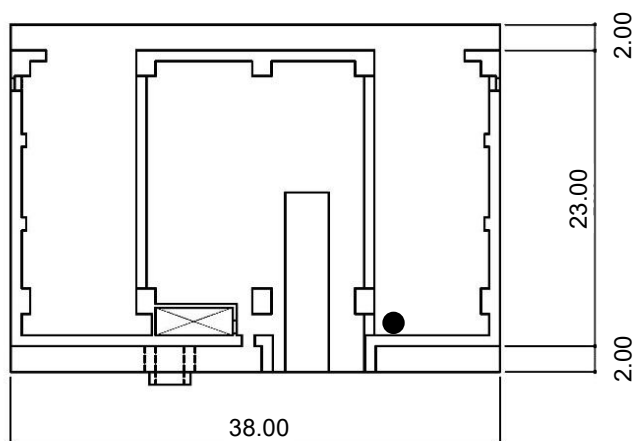
第 3-5 図 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図) (3/3)



断面図

凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-6 図 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 地震計配置図 (断面図)



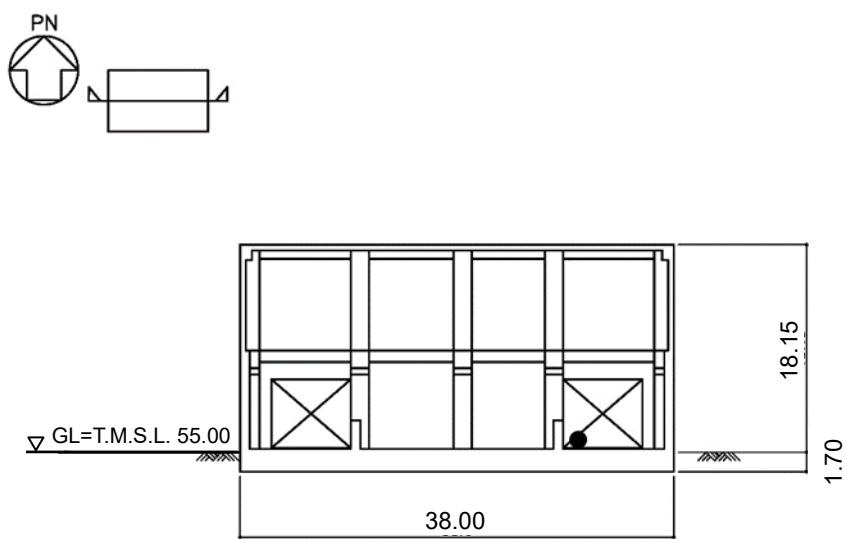
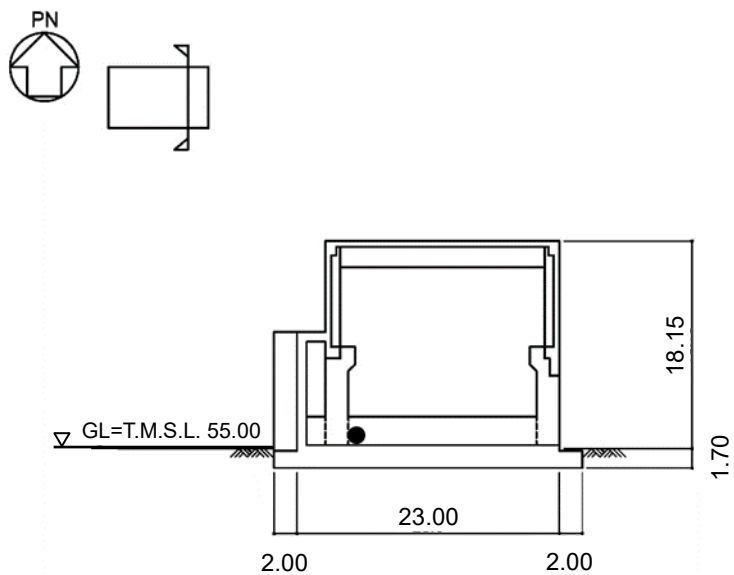
地上1階平面図 (T. M. S. L. 55. 30m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

第3-7図 使用済燃料輸送容器管理建屋 トレーラエリア 地震計配置図 (平面図)



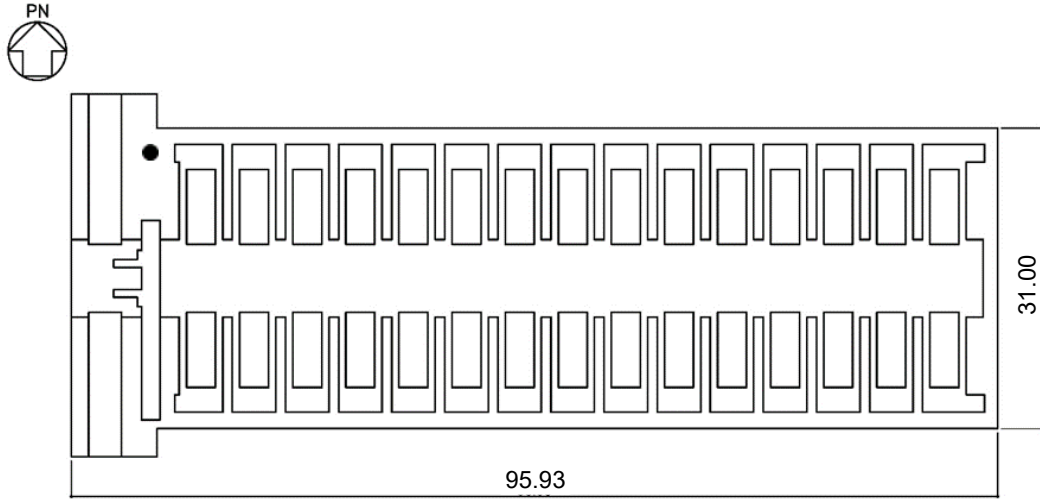
断面図

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-8 図 使用済燃料輸送容器管理建屋 トレーラエリア 地震計配置図 (断面図)



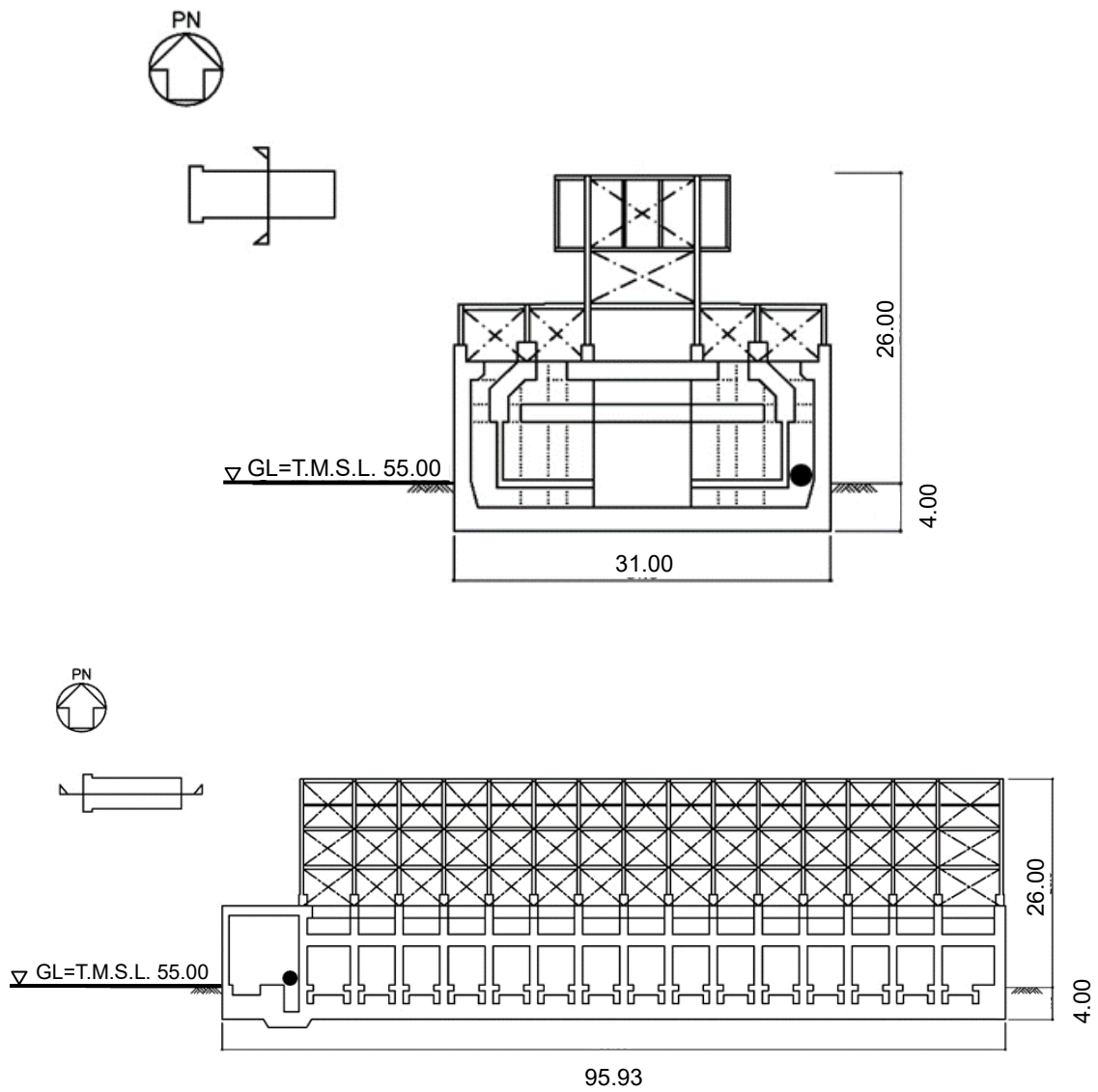
地上1階平面図 (T. M. S. L. 55. 30m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-9 図 使用済燃料輸送容器管理建屋 使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫
地震計配置図 (平面図)



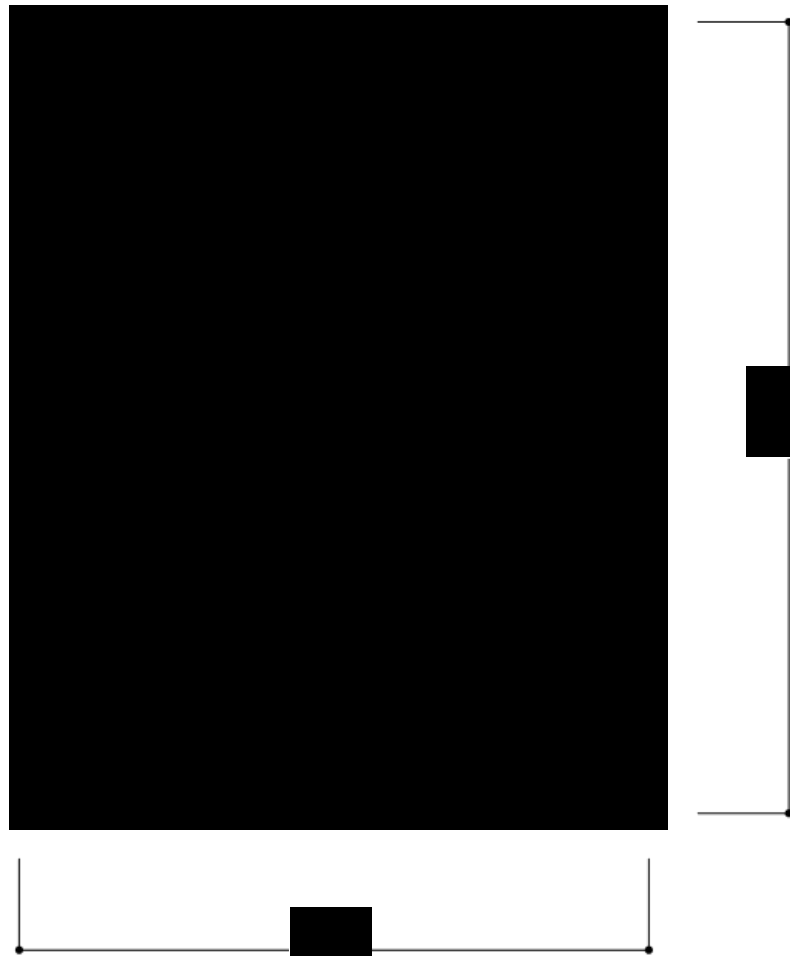
断面図

凡例

● : 地震計

(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

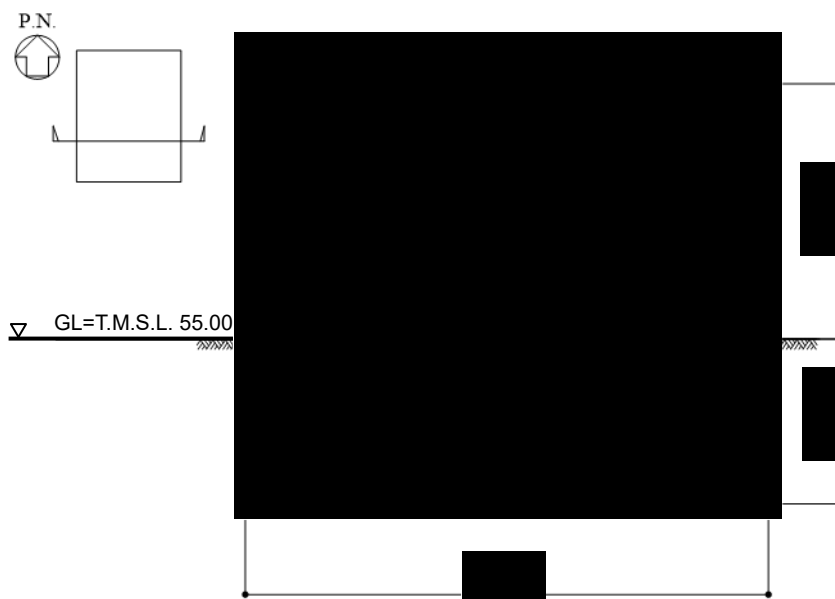
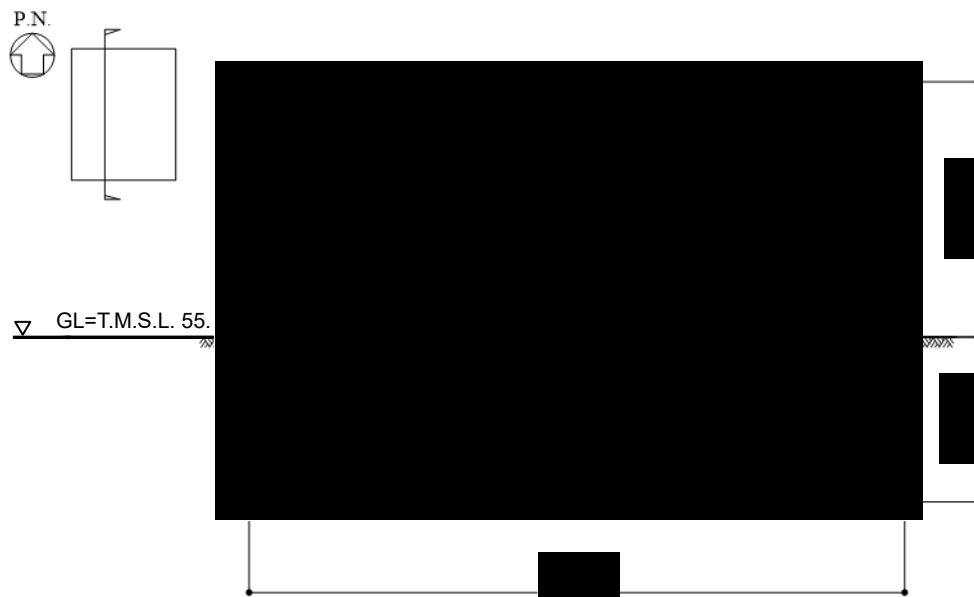
第 3-10 図 使用済燃料輸送容器管理建屋 使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫
地震計配置図 (断面図)



地下4階平面図 (T.M.S.L. ■■■m)

凡例
● : 地震計
(観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

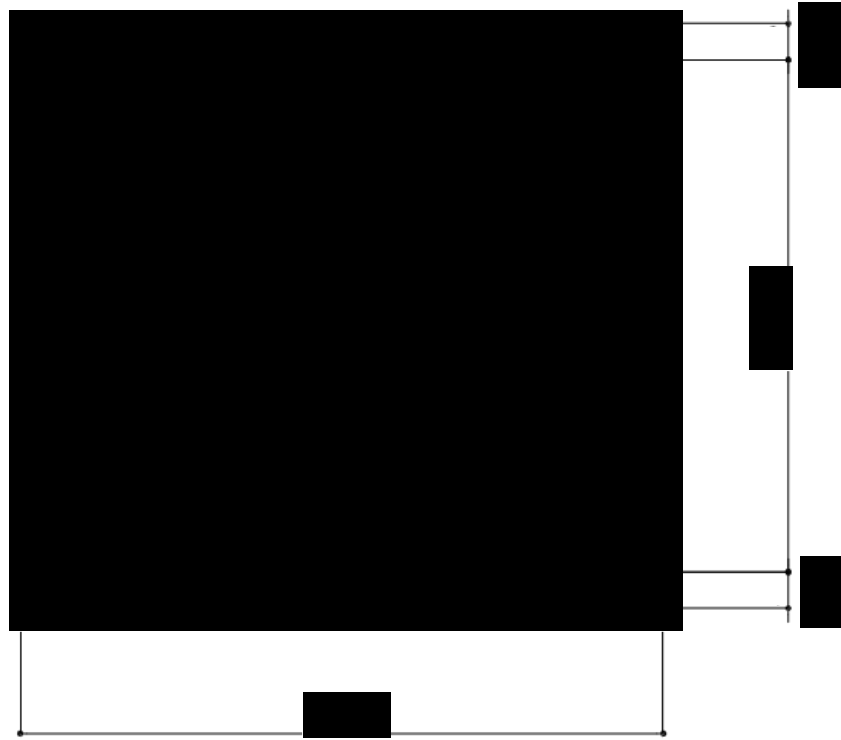
第3-11図 前処理建屋 地震計配置図 (平面図)



断面図

凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-12 図 前処理建屋 地震計配置図 (断面図)



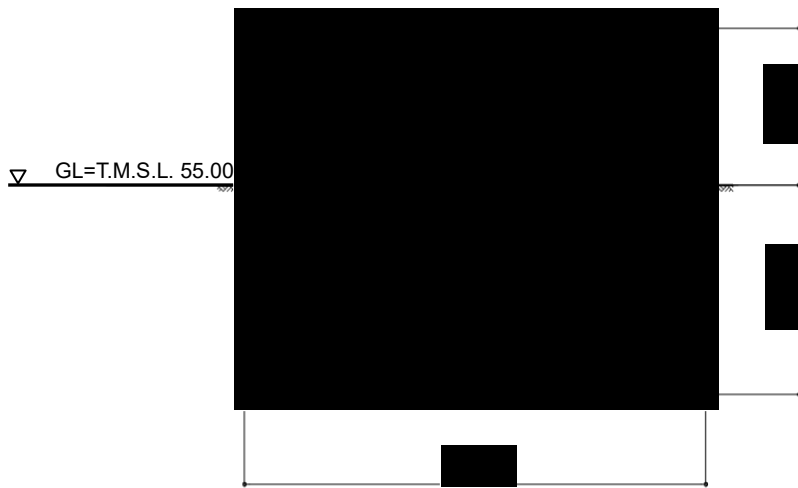
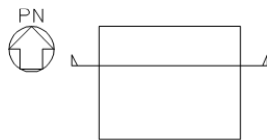
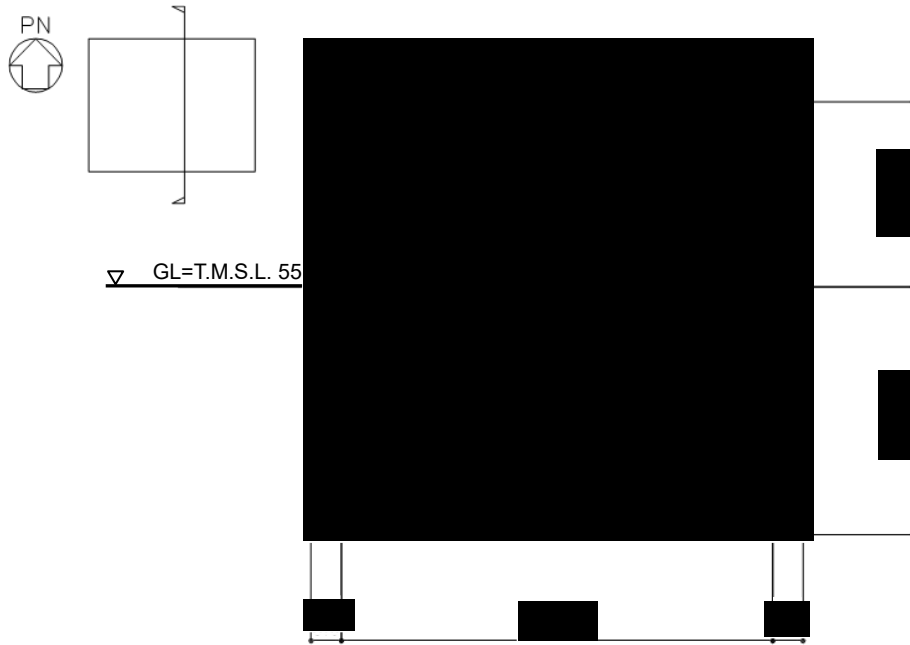
地下4階平面図 (T. M. S. L. ■■■ m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

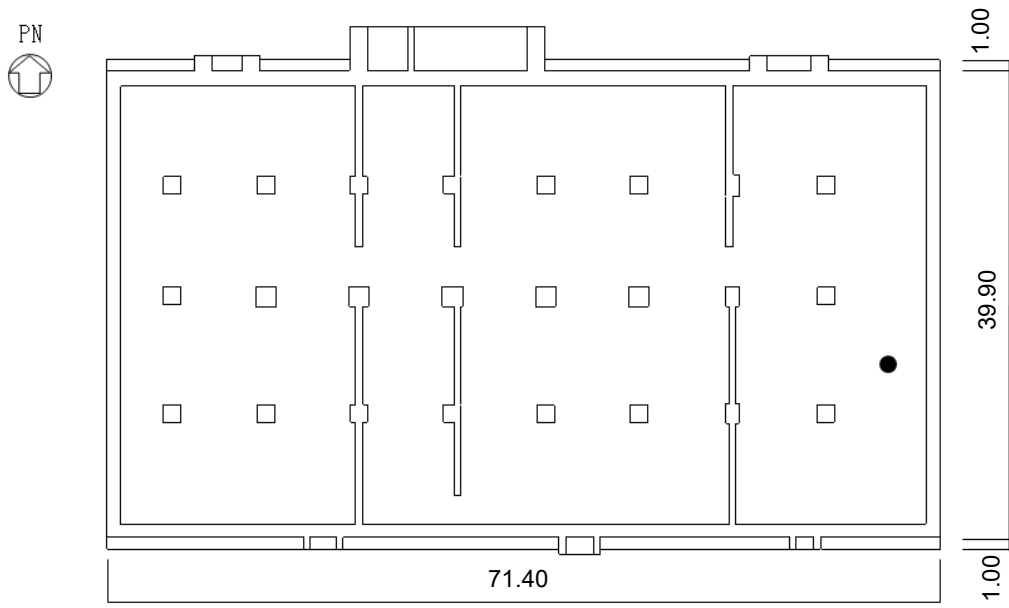
第 3-13 図 ハル・エンドピース貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図)



断面図

凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

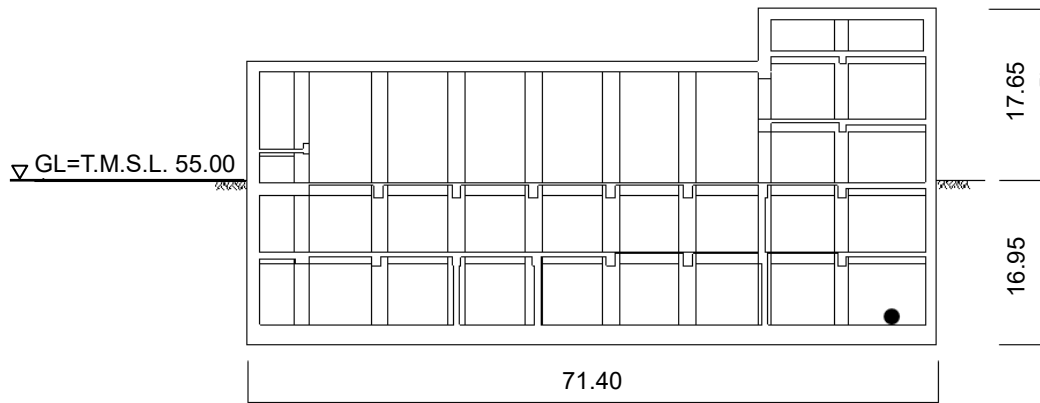
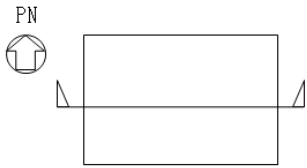
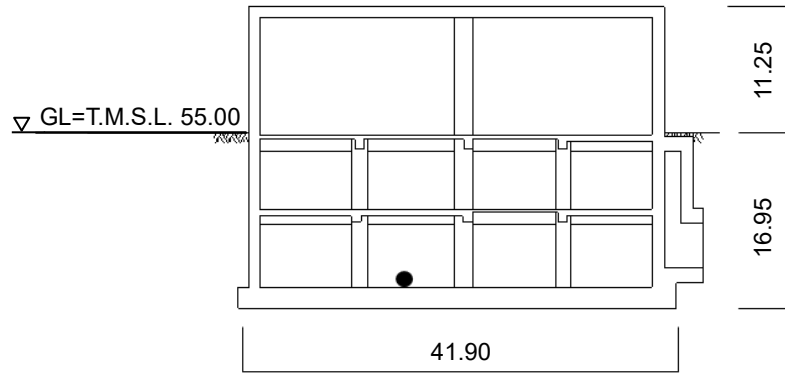
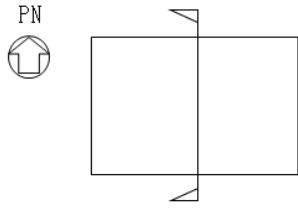
第 3-14 図 ハル・エンドピース貯蔵建屋 地震計配置図 (断面図)



地下 2 階平面図 (T. M. S. L. 40. 05m)

<p>凡例</p> <p>● : 地震計</p> <p>(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)</p>

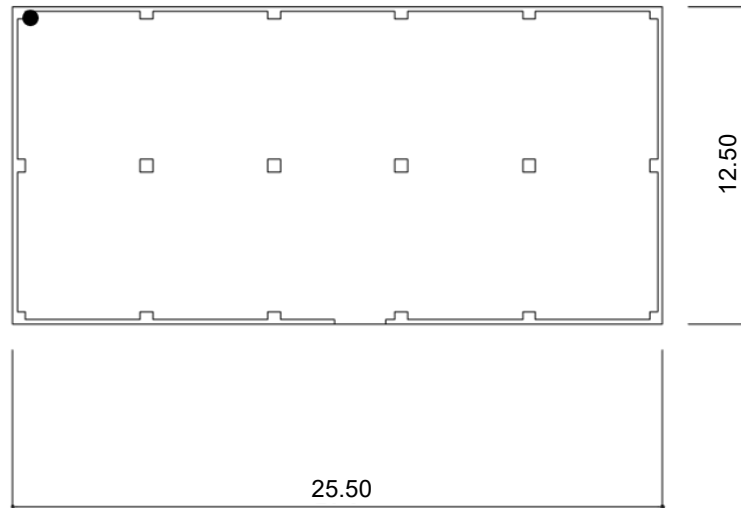
第 3-15 図 制御建屋 地震計配置図 (平面図)



断面図

<p>凡例</p> <p>● : 地震計</p> <p>(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)</p>

第 3-16 図 制御建屋 地震計配置図 (断面図)



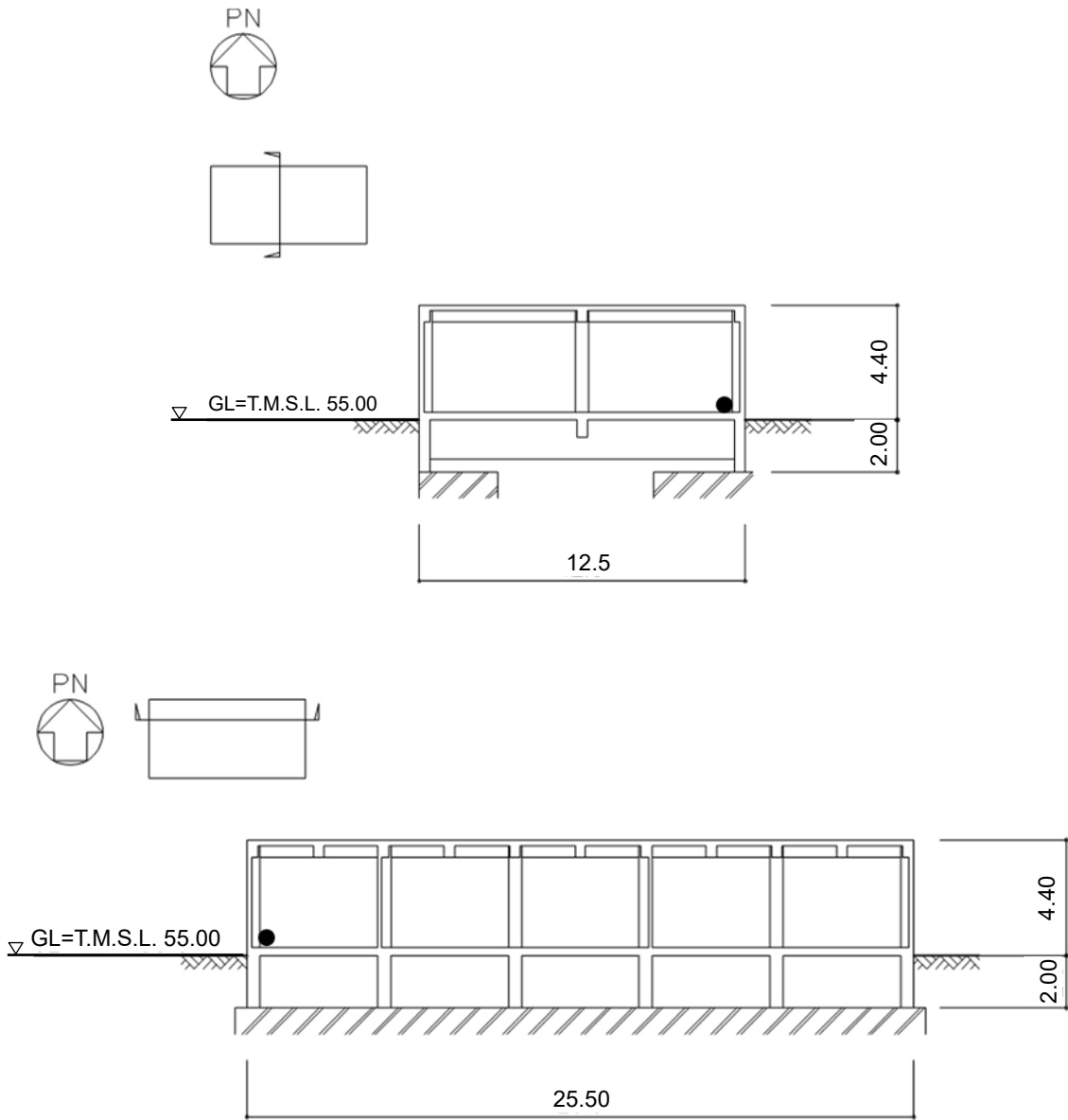
地上1階平面図 (T. M. S. L. 55.30m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

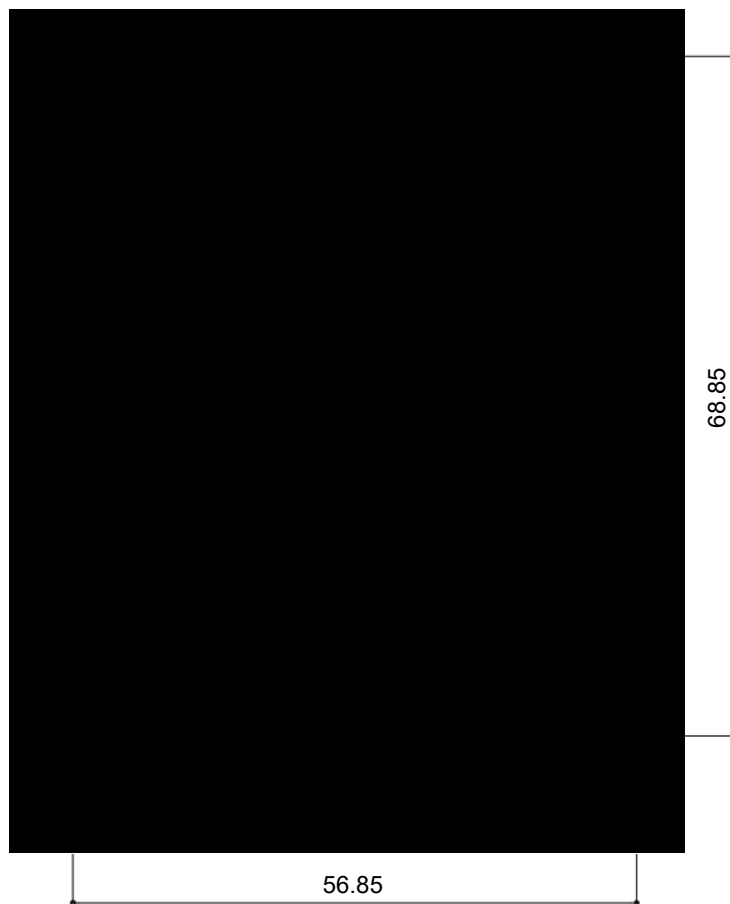
第3-17図 主排気筒管理建屋 地震計配置図 (平面図)



断面図

凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-18 図 主排気筒管理建屋 地震計配置図 (断面図)



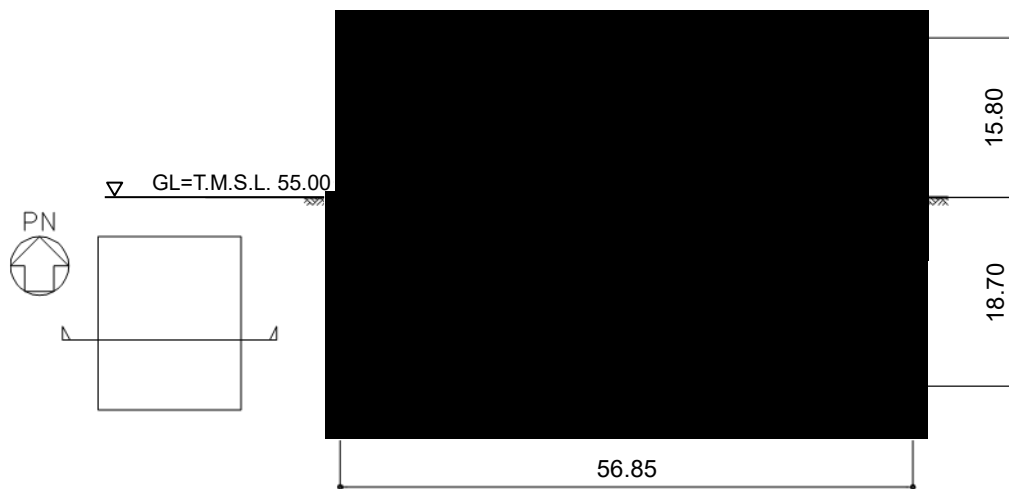
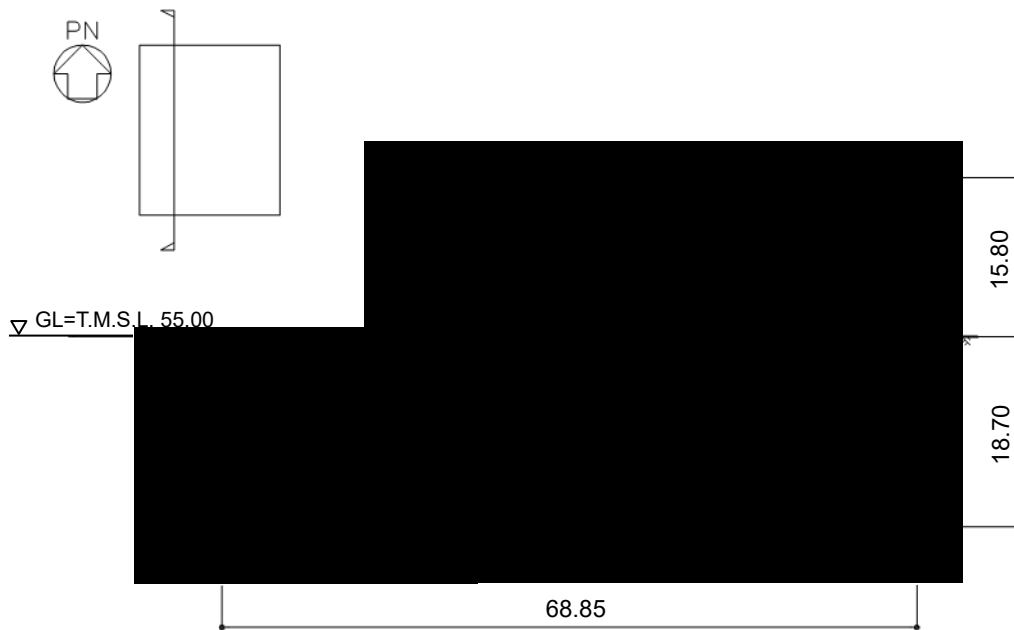
地下 2 階平面図 (T. M. S. L. 39. 80m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-19 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地震計配置図 (平面図)



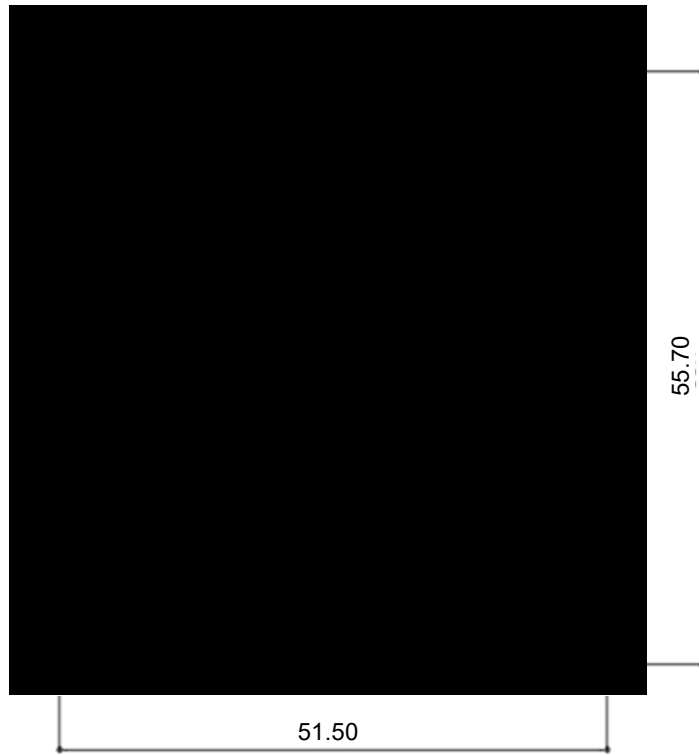
断面図

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-20 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地震計配置図 (断面図)



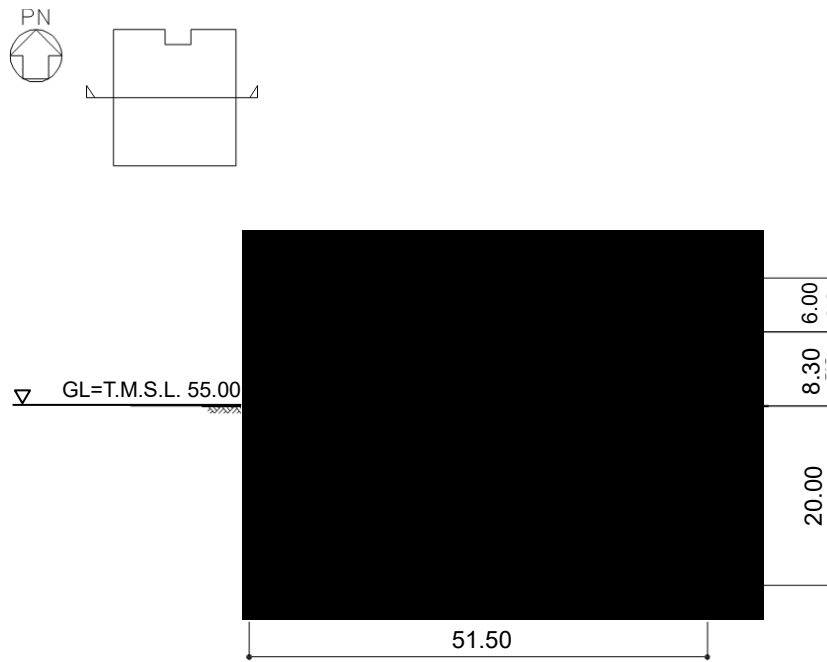
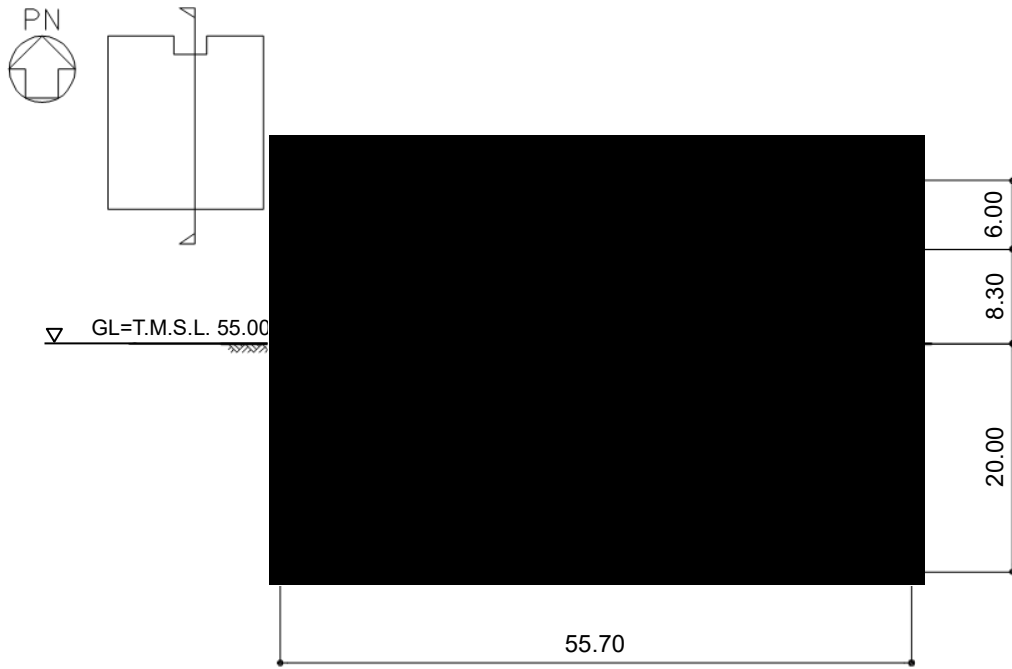
地下4階平面図 (T. M. S. L. 38.30m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

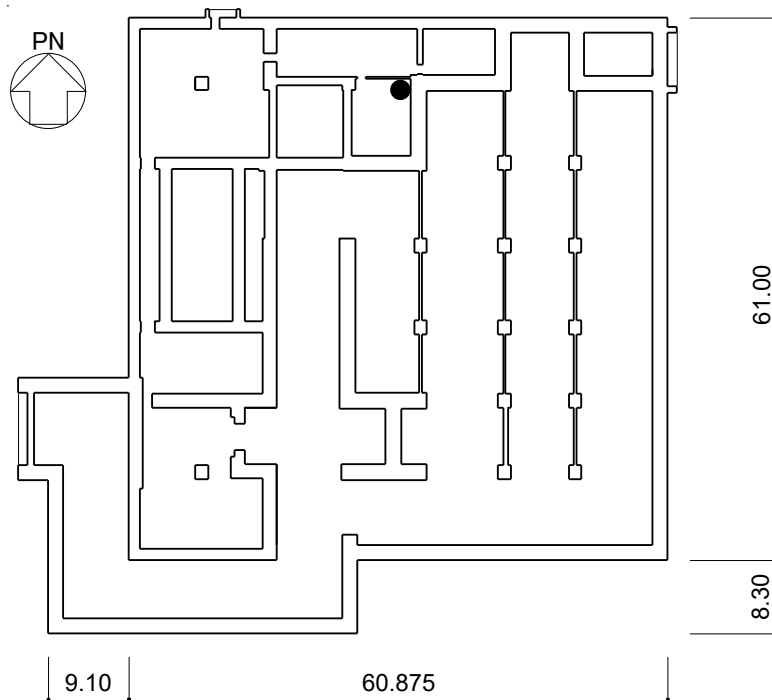
第3-21図 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図)



断面図

<p>凡例</p> <p>● : 地震計</p> <p>(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)</p>

第 3-22 図 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地震計配置図 (断面図)



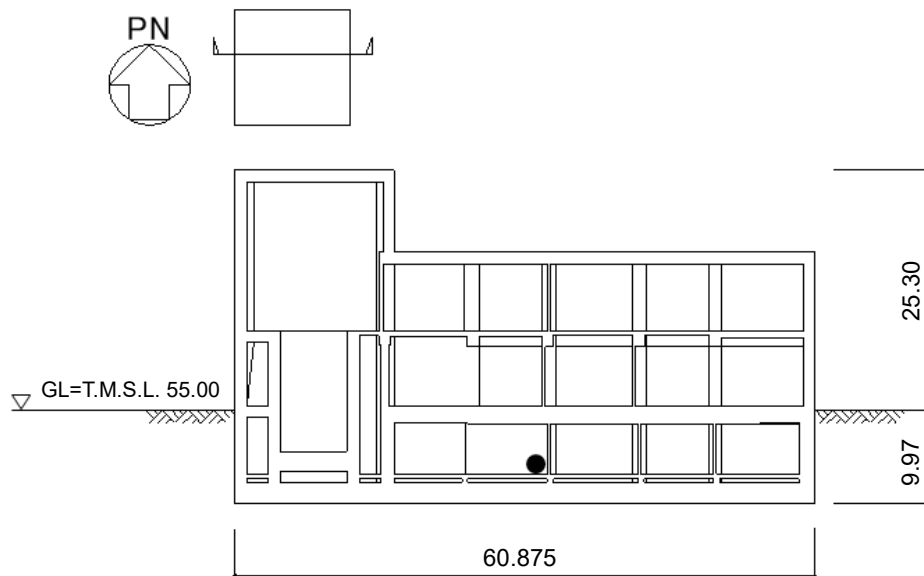
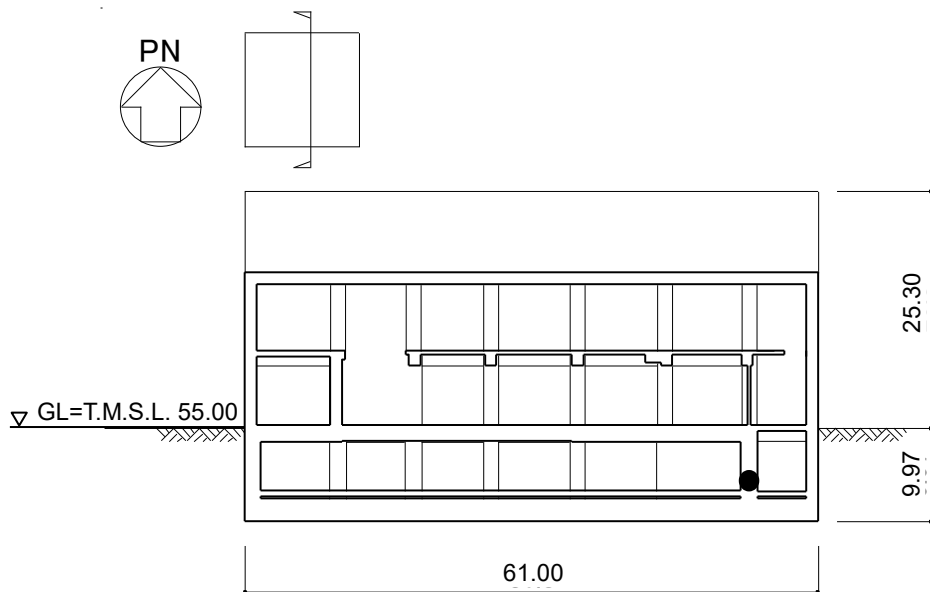
地下1階平面図 (T. M. S. L. 48.30m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

第3-23図 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋
地震計配置図 (平面図)



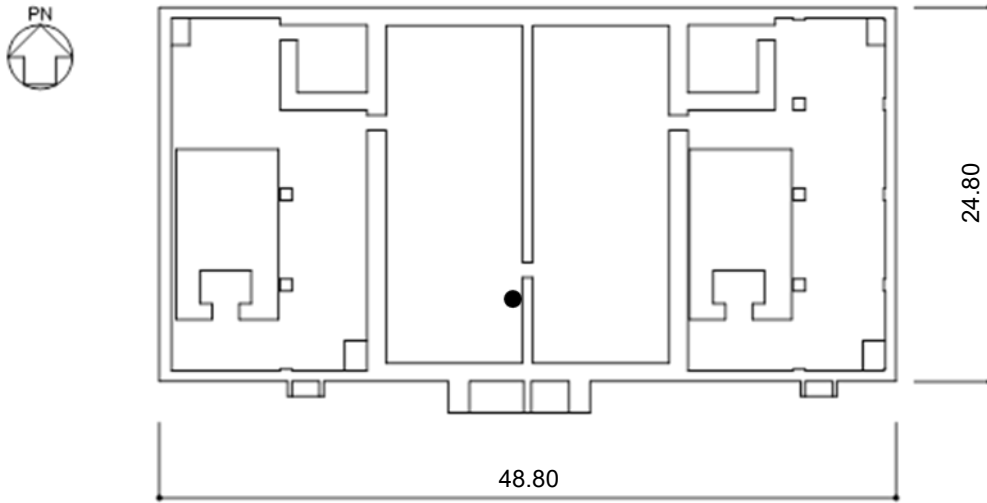
断面図

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-24 図 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋
地震計配置図 (断面図)



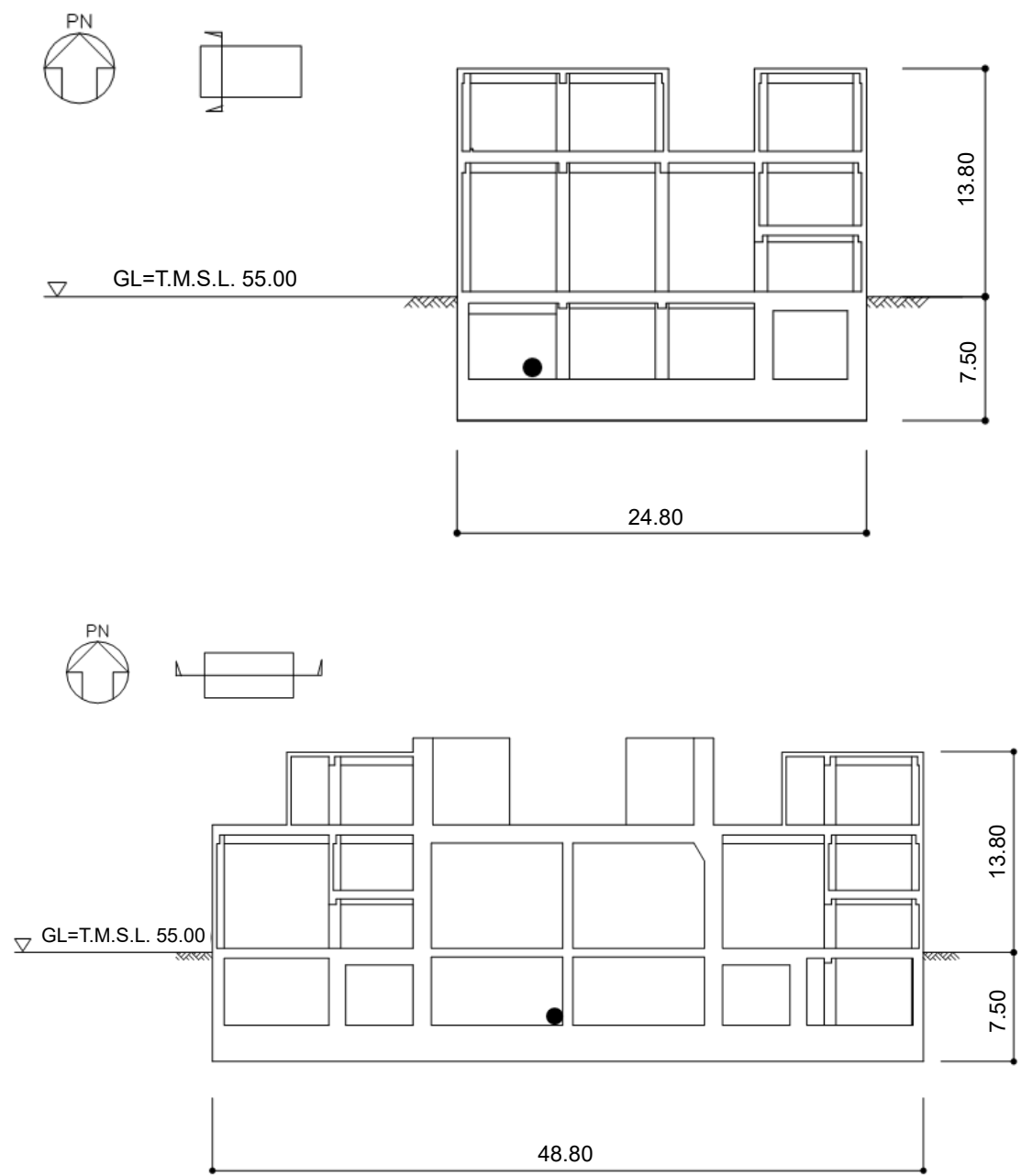
地下1階平面図 (T. M. S. L. 50.00m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は、NS成分、EW成分及びUD成分の3成分)

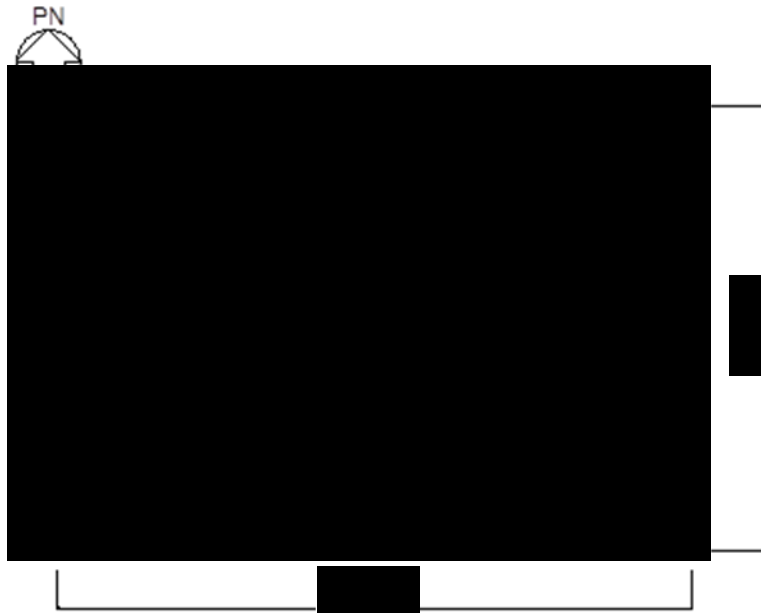
第3-25図 非常用電源建屋 地震計配置図 (平面図)



断面図

凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

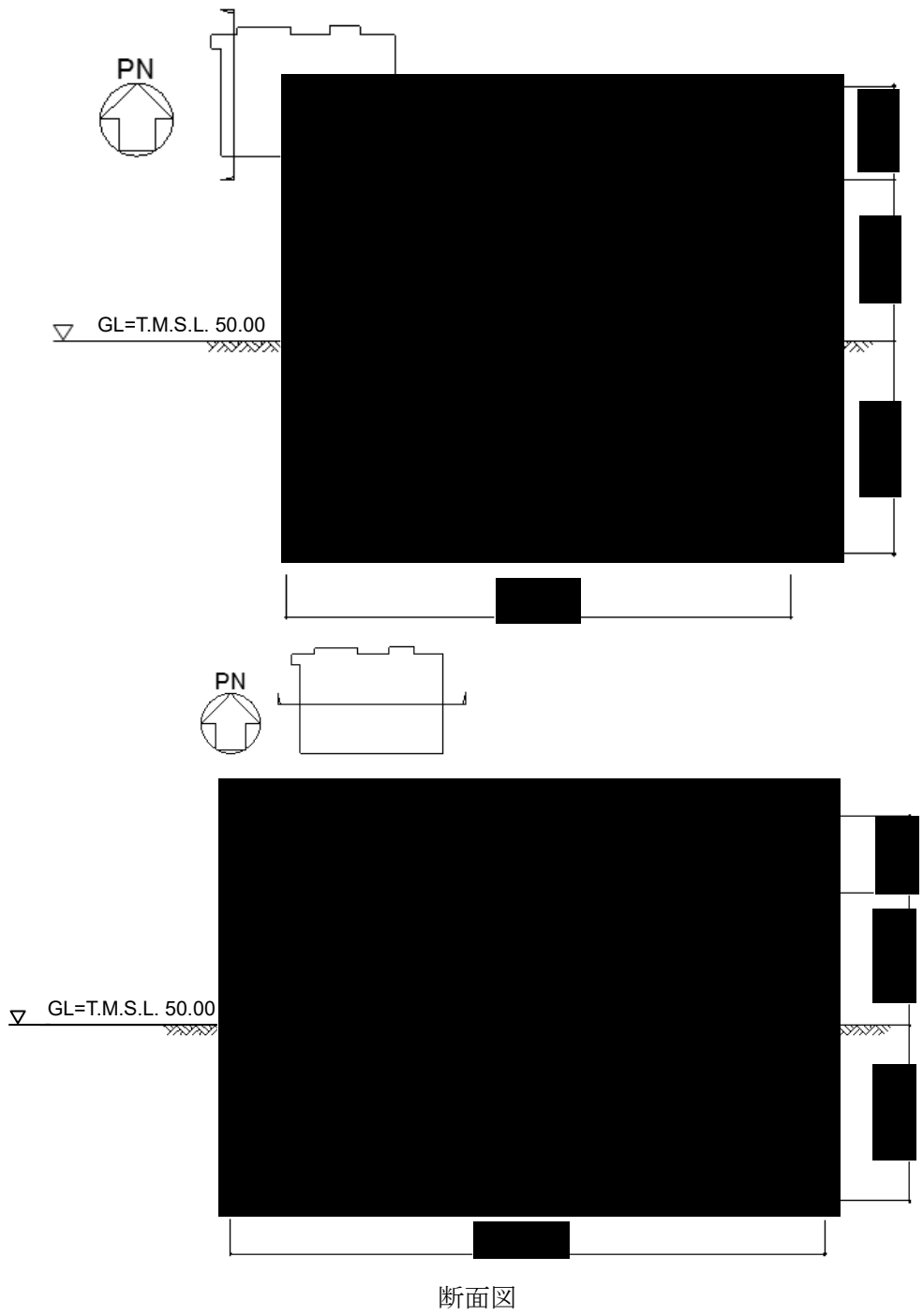
第 3-26 図 非常用電源建屋 地震計配置図 (断面図)



地下4階平面図 (T. M. S. L. ■■■■m)

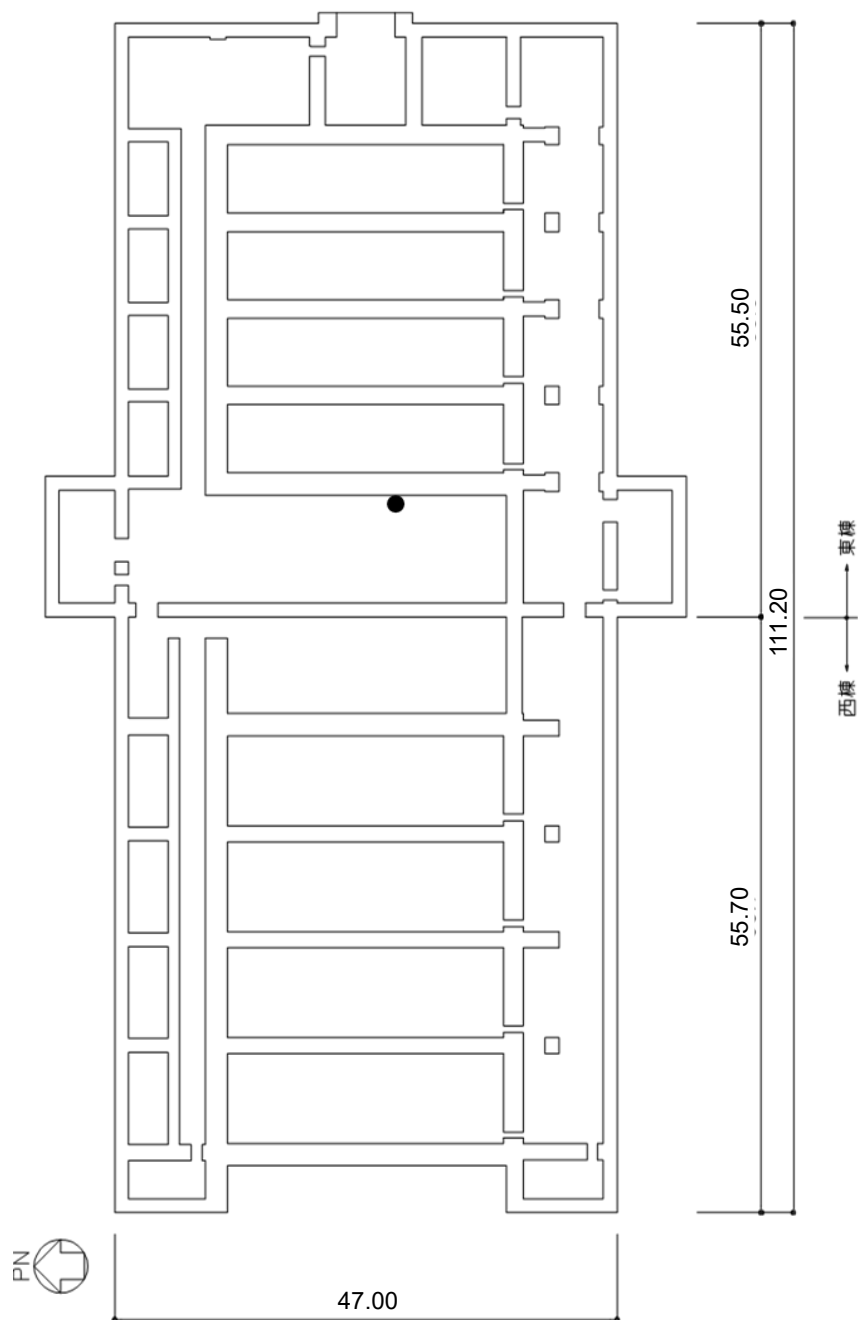
<p>凡例</p> <p>● : 地震計</p> <p>(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)</p>

第 3-27 図 高レベル廃液ガラス固化建屋 地震計配置図 (平面図)



凡例
 ● : 地震計
 (観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

第 3-28 図 高レベル廃液ガラス固化建屋 地震計配置図 (断面図)



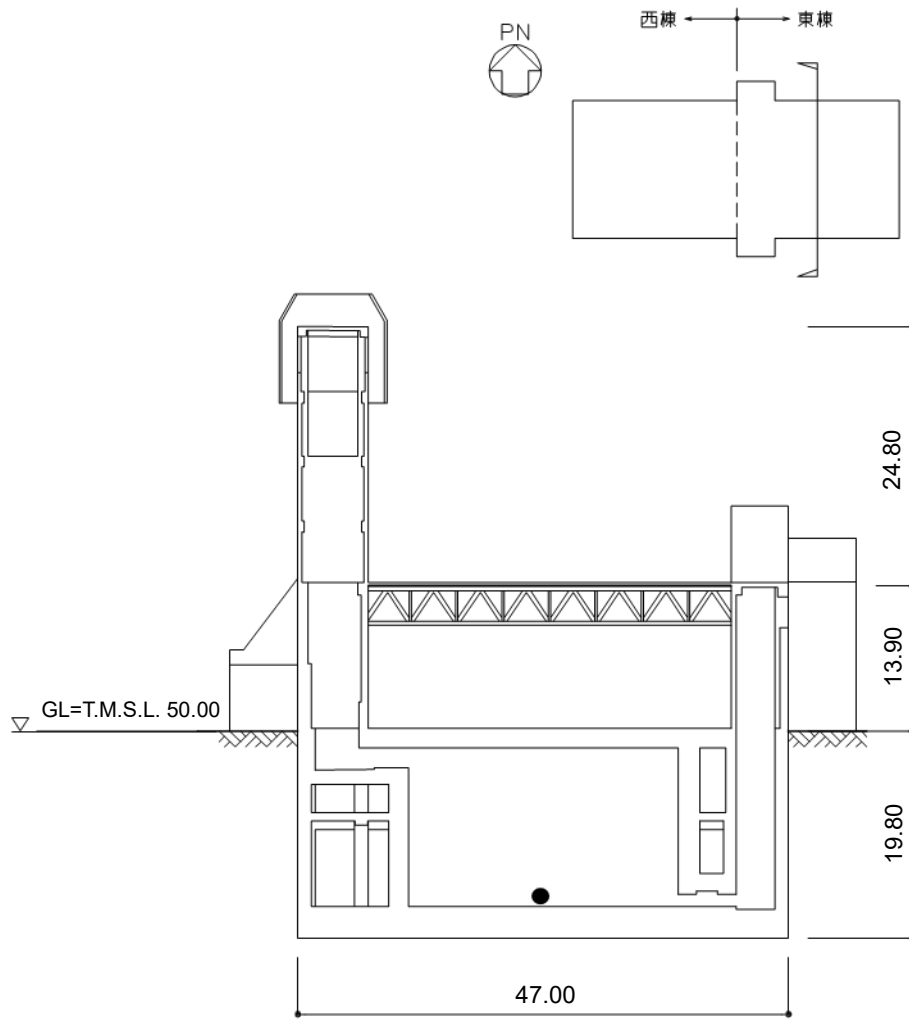
地下 2 階平面図 (T. M. S. L. 38. 20m)

凡例

● : 地震計

(観測成分は, NS 成分, EW 成分及び UD 成分の 3 成分)

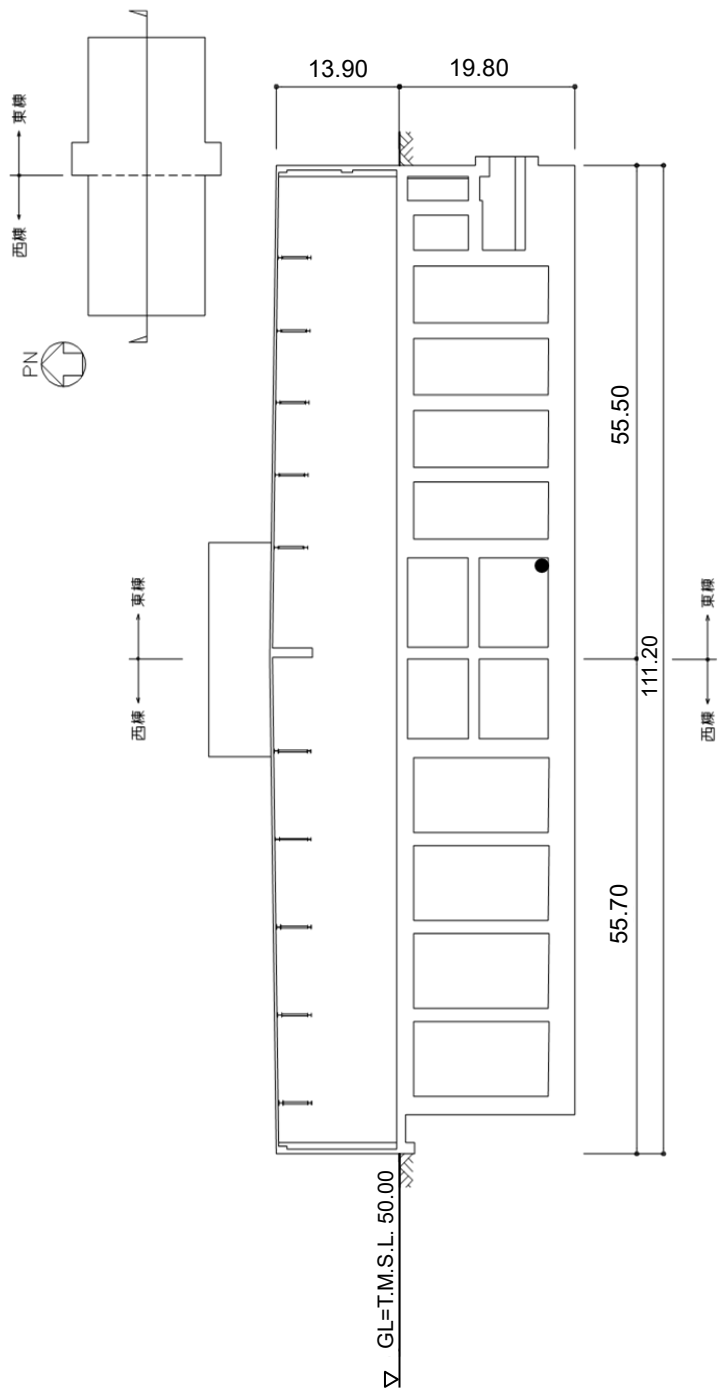
第 3-29 図 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地震計配置図 (平面図)



断面図

<p>凡例</p> <p>● : 地震計</p> <p>(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)</p>

第 3-30 図 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地震計配置図 (断面図 (NS 断面)) (1/2)



断面図

<p>凡例</p> <p>● : 地震計</p> <p>(観測成分は、NS 成分、EW 成分及び UD 成分の 3 成分)</p>

第 3-30 図 第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地震計配置図 (断面図 (EW 断面)) (2/2)

IV－1－1－6

設計用床応答曲線の作成方針

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 床応答スペクトルに係る基本方針及び作成方法.....	1
2.1 基本方針	1
2.2 解析方法	3
2.3 減衰定数	3
2.4 数値計算用諸元	3
2.5 応答スペクトルの適用方法.....	5
2.6 設計用床応答曲線の作成.....	6

1. 概要

本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に基づき、機器・配管系の動的解析に用いる設計用床応答曲線*の作成方針及びその方針に基づき作成した設計用床応答曲線に関して説明するものである。

* 1 : 1. 項～2. 項においては、床面の最大床応答加速度も含めた総称として説明する。

2. 床応答スペクトルに係る基本方針及び作成方法

2.1 基本方針

- (1) 「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」のうち「2. 地震応答解析の方針」に基づき策定した各再処理施設の解析モデルに対して、入力地震動を用いた時刻歴応答解析を行い、各質点位置における加速度応答時刻歴を求める。入力地震動は、「IV-1-1-1 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」に基づくものとして、第2.1-1表に示す。

なお、建屋応答解析における各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえ、誘発上下動を考慮するモデルを用いている場合については、鉛直方向の加速度応答時刻歴に、以下のとおり誘発上下動を考慮することとする。

- ・ $V+X_v$
- ・ $V+Y_v$
- ・ $V-X_v$
- ・ $V-Y_v$

ここで、

V : 鉛直方向地震力に対する鉛直方向の加速度応答時刻歴

X_v : X 方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

Y_v : Y 方向地震力に対する誘発上下動の加速度応答時刻歴

- (2) (1)で求めた各質点の加速度応答時刻歴を入力として、減衰付1自由度系の最大応答スペクトルを必要な減衰定数の値に対して求める。
- (3) (2)で求めた床応答スペクトルに対し、各再処理施設の固有周期のシフトを考慮し、周期方向に±10 %の拡幅を行い、設計用床応答曲線とする。

第2.1-1表 入力地震動

種類		地震動名	最大加速度 (cm/s ²)		
			NS 方向	EW 方向	UD 方向
基準地震動 S s	応答スペクトルに基づく地震動	Ss-A	700		467
	断層モデルを用いた手法による地震動	Ss-B1	410	487	341
		Ss-B2	429	445	350
		Ss-B3	443	449	406
		Ss-B4	538	433	325
		Ss-B5	457	482	370
	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	Ss-C1	620		320
	2008年岩手・宮城内陸地震を考慮した地震動	Ss-C2	450* ¹	490* ²	320
		Ss-C3	430	400	300
Ss-C4		540	500	-	
弾性設計用 地震動 S d	応答スペクトルに基づく地震動	Sd-A	364		243
	断層モデルを用いた手法による地震動	Sd-B1	205	244	171
		Sd-B2	215	222	175
		Sd-B3	221	225	203
		Sd-B4	269	216	162
		Sd-B5	229	241	185
	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	Sd-C1	310		160
	2008年岩手・宮城内陸地震を考慮した地震動	Sd-C2	225* ¹	245* ²	160
		Sd-C3	215	200	150
Sd-C4		270	250	-	

*1：ダム軸方向

*2：上下流方向

2.2 解析方法

2.1(1)で述べた方針で動的解析を行い、各モデルの各質点における応答加速度の時刻歴を求める。この応答加速度の時刻歴を入力波として応答スペクトルを作成する。すなわち、入力波の絶対加速度を \ddot{Y}_n とおけば、質点系の振動方程式は、

$$\ddot{Z}_n + 2 \cdot h \cdot \omega \cdot \dot{Z}_n + \omega^2 \cdot Z_n = -\ddot{Y}_n \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

ただし、

- ω : 質点系の固有円振動数
- Z_n : n質点上の質点の相対変位
- h : 減衰定数

地震の間の $\ddot{Y}_n + \dot{Z}_n$ の最大値を ω 及び h をパラメータとして求め、応答スペクトルを作成する(第2.2-1図参照)。

応答スペクトルの作成には、「FACT-B」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

2.3 減衰定数

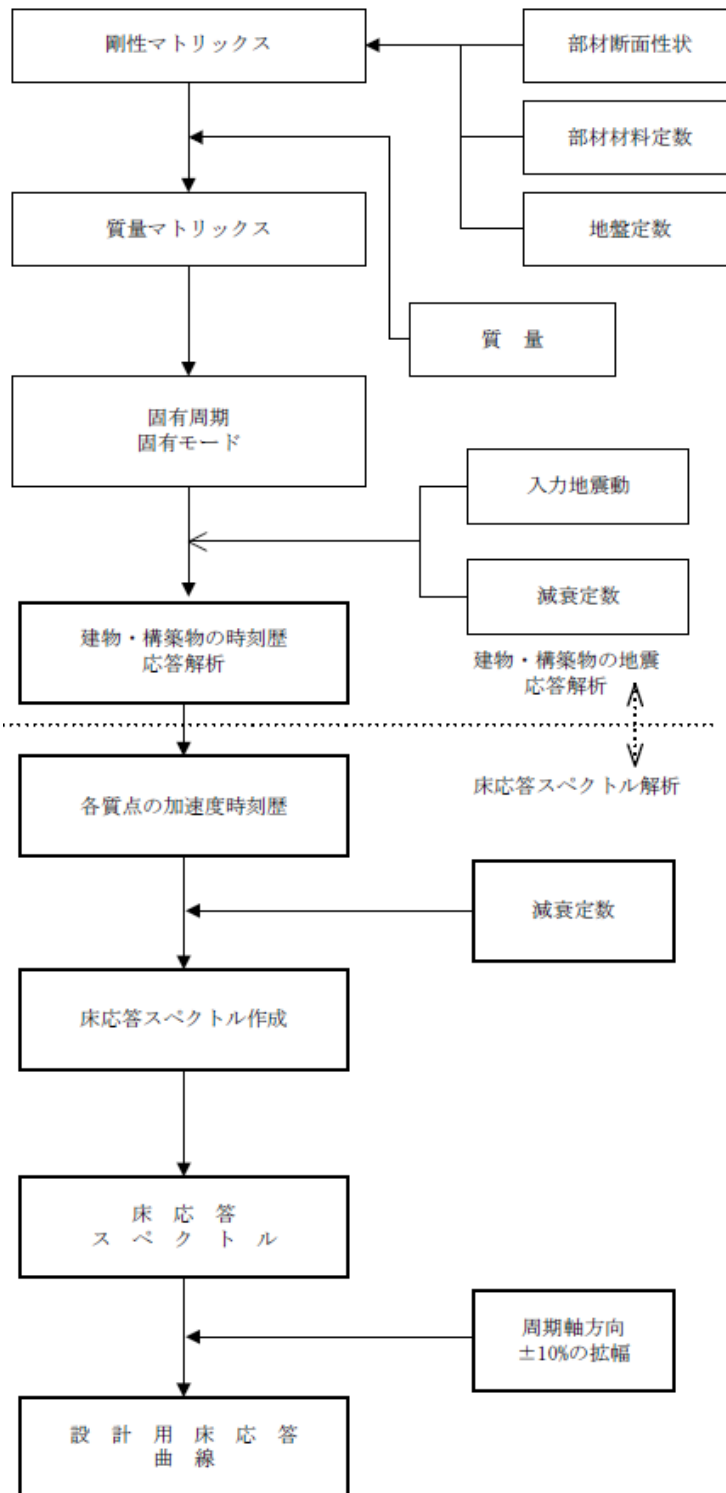
応答スペクトルは、「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」の機器・配管系の減衰定数を用いて作成する。

2.4 数値計算用諸元

- (1) 構造強度評価に用いる数値計算用諸元
固有周期作成幅 0.05~1.0 s

固有周期計算間隔

固有周期T(s)	固有周期の刻み(s)
0.050 ≤ T ≤ 0.100	0.002
0.100 < T ≤ 0.200	0.005
0.200 < T ≤ 0.300	0.01
0.300 < T ≤ 0.400	0.02
0.400 < T ≤ 0.700	0.05
0.700 < T ≤ 1.000	0.1



第 2.2-1 図 設計用床応答曲線の作成手順

2.5 応答スペクトルの適用方法

(1) 概要

機器・配管系の設計用地震力を動的解析によって求める場合は、それぞれの据付位置における応答スペクトルを使用して設計震度を定める。この場合、以下のように応答スペクトルを修正して使用する。

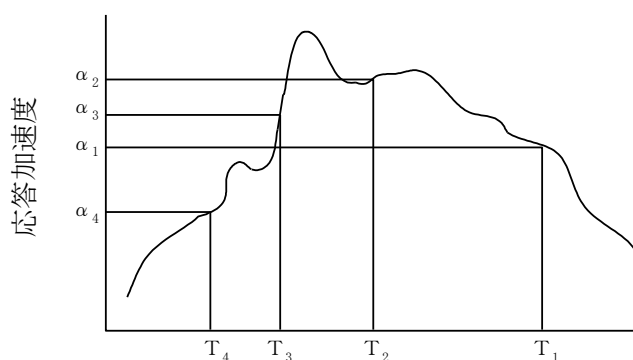
(2) 運用方法

- a. 応答スペクトルは、基準地震動 S_s 又は弾性設計用地震動 S_d による地震応答解析から得られる応答波を用いて作成した応答スペクトルを固有周期の多少のずれにより、応答に大幅な変化が生じないように周期軸方向に±10%の拡幅を行ったものとする。

また、評価対象設備に応じて振動方向に合わせ、水平方向(NS, EW)及び鉛直方向(UD)の各方向の応答スペクトルを使用する。

- b. 建屋床より自立する機器・配管系については、設置階の応答スペクトルを用い、建屋壁より支持される機器・配管系及び建屋中間階に設置される機器・配管系については、上下階の応答スペクトルのうち安全側のものを用いるものとする。また、建屋上下階を貫通する配管系及び異なる建物、構築物を渡る配管系については、それぞれの据付位置の応答スペクトルのうち安全側のものを用いるものとする。ただし、応答スペクトルの運用において合理性が示される場合には、その方法を採用できるものとする。

- c. 応答スペクトルを用いて動的解析を行う場合には、以下に示す方法によりモード合成を行うものとする。



T_i : i 次の固有周期

α_i : T_i に対応する応答加速度

ϕ_{im} : i 次の m 質点の固有モード

β_i : i 次の刺激係数

A_m : m 質点の応答加速度

$$A_m = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\beta_i \cdot \phi_{i_m} \cdot \alpha_i)^2}$$

2.6 設計用床応答曲線の作成

建物・構築物における設計用床応答曲線の作成方法は以下のとおりとする。設計用床応答曲線を作成する建物・構築物を第2.6-1表に示す。

第2.6-1表 設計用床応答曲線を作成する建物・構築物

適用施設名称
安全冷却水 B 冷却塔

2.6.1 建物・構築物

建物・構築物のコンクリート強度を設計基準強度，地盤の物性を標準地盤とした解析ケース（以下「基本ケース」という。）の応答波を用いて作成した応答スペクトルに対して，周期軸方向に±10%拡幅したものを設計用応答曲線とする。

IV-1-1-6 別紙1
安全機能を有する施設の
設計用床応答曲線

IV-1-1-6 別紙1-1
安全冷却水冷却塔()の設計
用床応答曲線

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 応答スペクトル作成位置	1
3. 地震応答解析モデル	1
4. 基準地震動 S_s の設計用床応答曲線	3
5. 弾性設計用地震動 S_d の設計用床応答曲線	3
6. 最大応答加速度及び静的震度	3
7. 一関東評価用地震動（鉛直） S_s の設計用床応答曲線	3
8. 一関東評価用地震動（鉛直） S_d の設計用床応答曲線	3
9. 一関東評価用地震動（鉛直） S_s 及び S_d の最大応答加速度	3

1. 概要

本資料は、安全冷却水B冷却塔の機器・配管系の耐震設計に用いる各床面の静的震度、最大床応答加速度及び設計用床応答曲線について示したものである。

2. 応答スペクトル作成位置

第3-1(1)図～第3-1(3)図に示す解析モデルについて応答スペクトルを作成する。

3. 地震応答解析モデル

安全冷却水B冷却塔基礎部の地震応答解析モデルは質点系モデルを設定している。基礎部の地震応答解析により、冷却塔本体の地震応答解析モデルに入力する時刻歴応答波及び冷却塔本体の応力評価に用いる応答スペクトルを作成する。

また、冷却塔本体の地震応答解析モデルはFEMモデルを設定している。冷却塔本体の地震応答解析により、冷却塔本体に設置されている支持架構搭載機器の応力評価に用いる応答スペクトルを作成する。

以下にそれぞれの地震応答解析モデルについて示す。

(1) 基礎部

水平方向の地震応答解析モデルを第3-1(1)図に、鉛直方向の地震応答解析モデルを第3-1(2)図に示す。

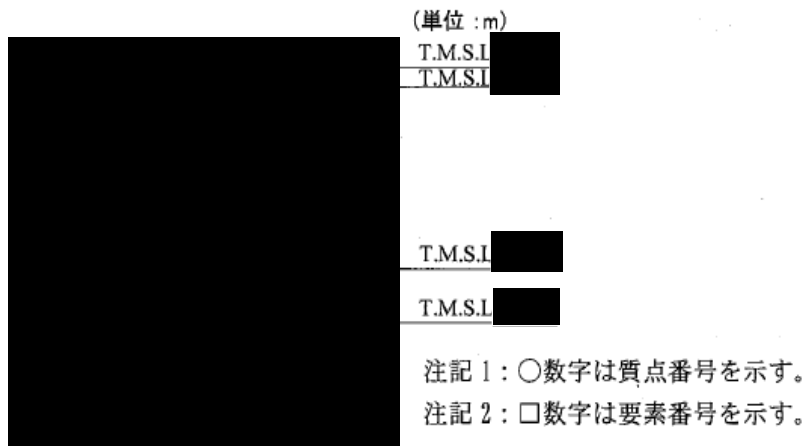
水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を評価した質点系モデルとして、EW方向及びNS方向についてそれぞれ設定する。

鉛直方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、基礎スラブの軸剛性及び鉄骨造の支持架構の等価軸剛性を評価した質点系モデルとする。

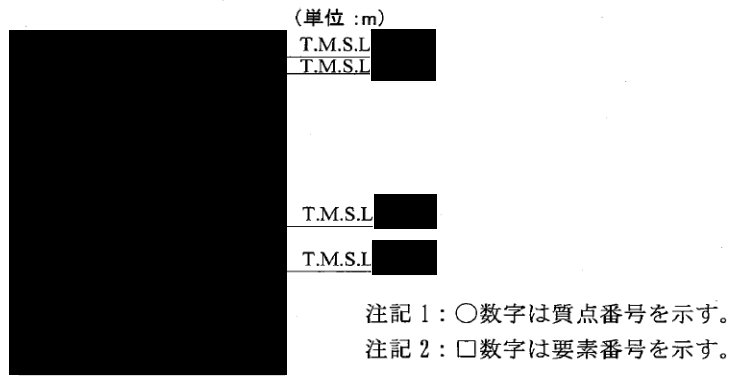
(2) 冷却塔本体

水平方向及び鉛直方向の地震応答解析モデルを第3-1(3)図に示す。

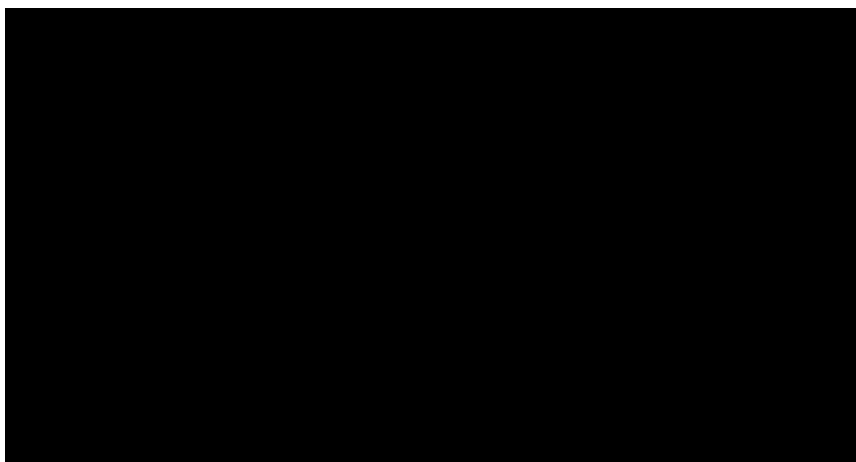
水平方向及び鉛直方向の地震応答解析モデルは、鉄骨部材の軸、曲げ及びせん断剛性を考慮した要素によるFEMモデルとする。



第3-1(1)図 安全冷却水B冷却塔 基礎部の地震応答解析モデル(水平方向)



第 3-1(2)図 安全冷却水B冷却塔 基礎部の地震応答解析モデル(鉛直方向)



第 3-1(3)図 安全冷却水B冷却塔本体の地震応答解析モデル(水平・鉛直方向)

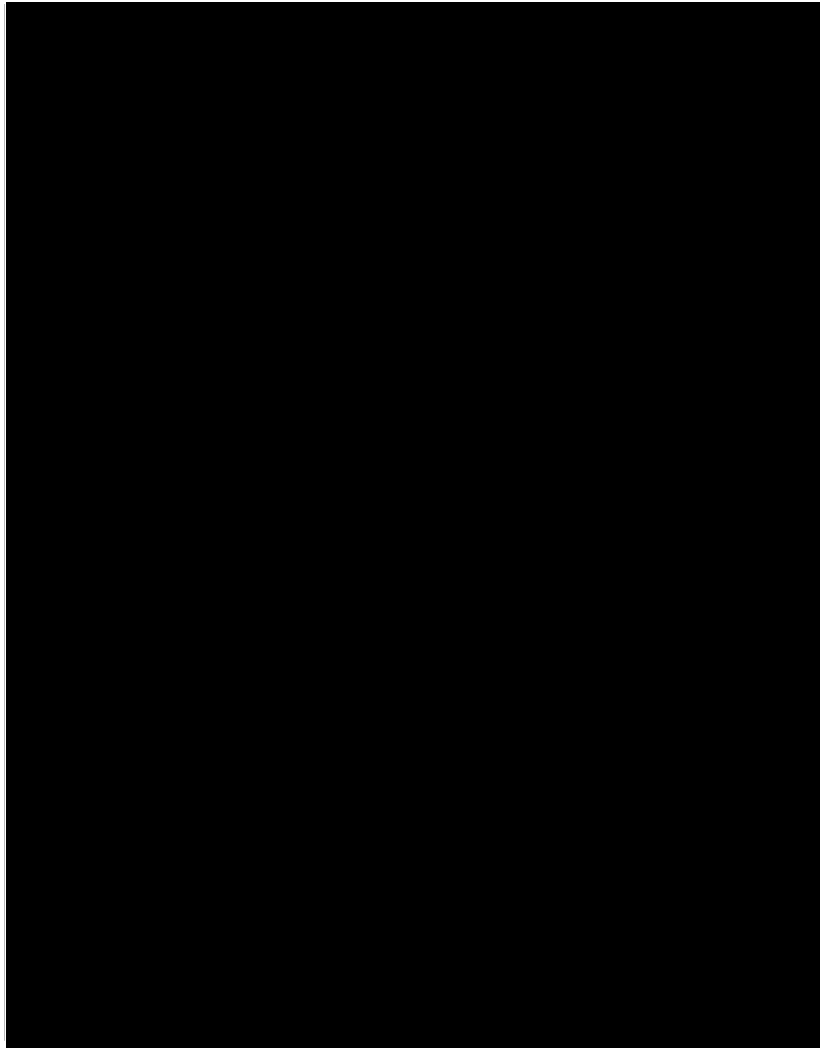
4. 基準地震動 S_s の設計用床応答曲線
基準地震動 S_s に基づく設計用床応答曲線の図番を第 4-1 表に示す。
5. 弾性設計用地震動 S_d の設計用床応答曲線
弾性設計用地震動 S_d に基づく設計用床応答曲線の図番を第 5-1 表に示す。
6. 最大床応答加速度及び静的震度
基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に基づく最大床応答加速度及び静的震度を第 6-1 表に示す。
7. 一関東評価用地震動(鉛直) S_s の設計用床応答曲線
一関東評価用地震動(鉛直) S_s に基づく設計用床応答曲線の図を第 7-1 図に示す。
8. 一関東評価用地震動(鉛直) S_d の設計用床応答曲線
一関東評価用地震動(鉛直) S_d に基づく設計用床応答曲線の図を第 8-1 図に示す。
9. 一関東評価用地震動(鉛直) S_s 及び S_d の最大床応答加速度
一関東評価用地震動(鉛直) S_s 及び S_d に基づく最大床応答加速度を 1.2 倍した値を第 9-1 表に示す。

第 4-1 表 基準地震動 S s 設計用床応答曲線の図番 (その 1)

地震動	周期	建物・ 構築物	質点 番号	T. M. S. L (m)	方向	減衰定数 (%)	図番
S s	1 秒	安全冷却水 B 冷却塔	3	■	水平 (EW)	■	第 4-1 図
							第 4-2 図
							第 4-3 図
							第 4-4 図
					水平 (NS)		第 4-5 図
							第 4-6 図
							第 4-7 図
							第 4-8 図
					鉛直 (UD)		第 4-9 図
							第 4-10 図
							第 4-11 図
							第 4-12 図

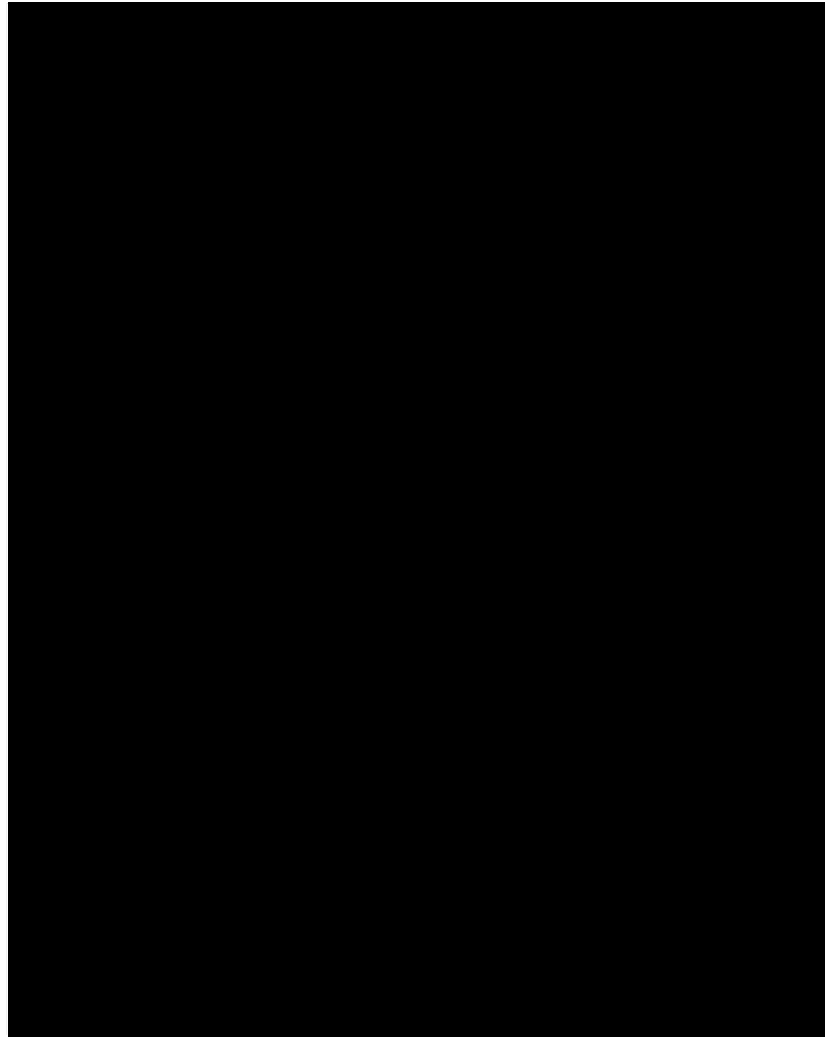
第 4-1 図

設計用床応答曲線



第 4-2 図

設計用床応答曲線



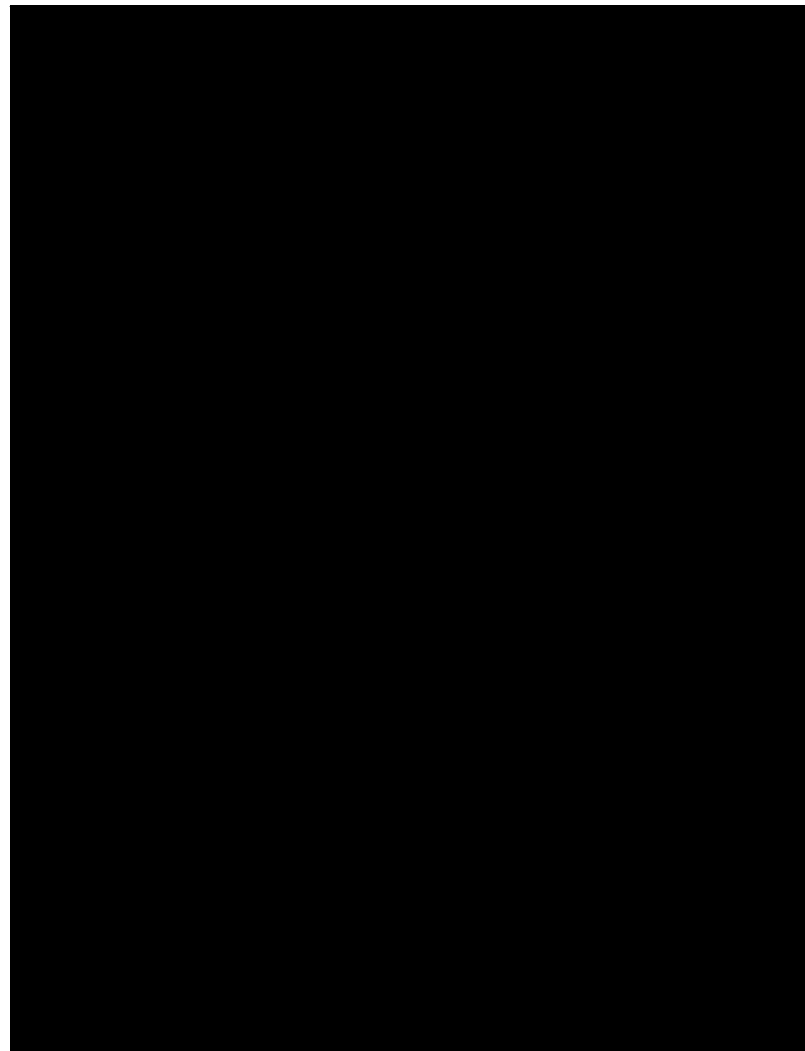
第 4-3 図

設計用床応答曲線



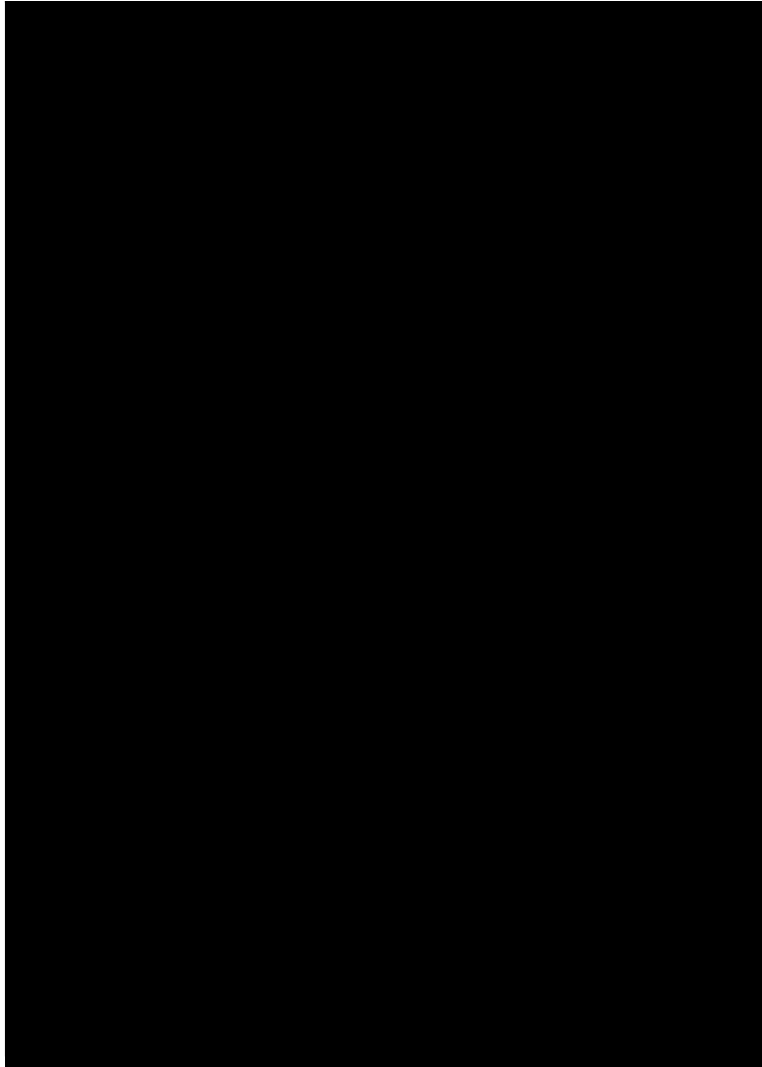
第 4-4 図

設計用床応答曲線



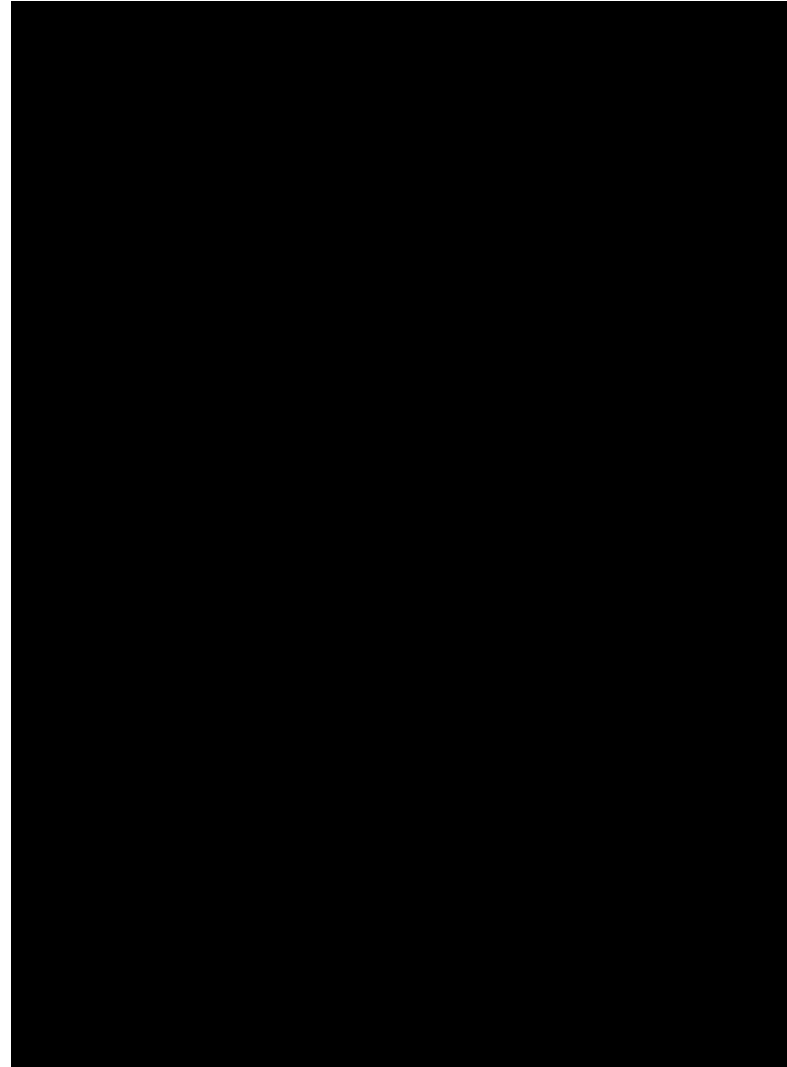
第 4-5 図

設計用床応答曲線



第 4-6 図

設計用床応答曲線



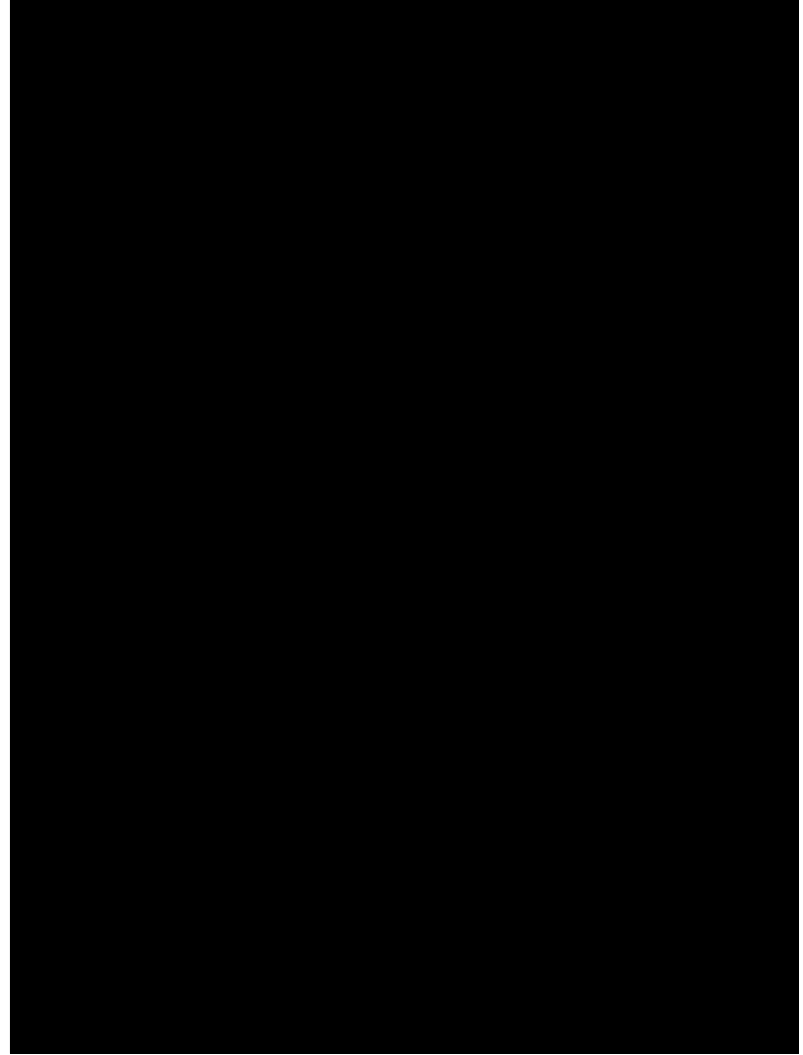
第 4-7 図

設計用床応答曲線



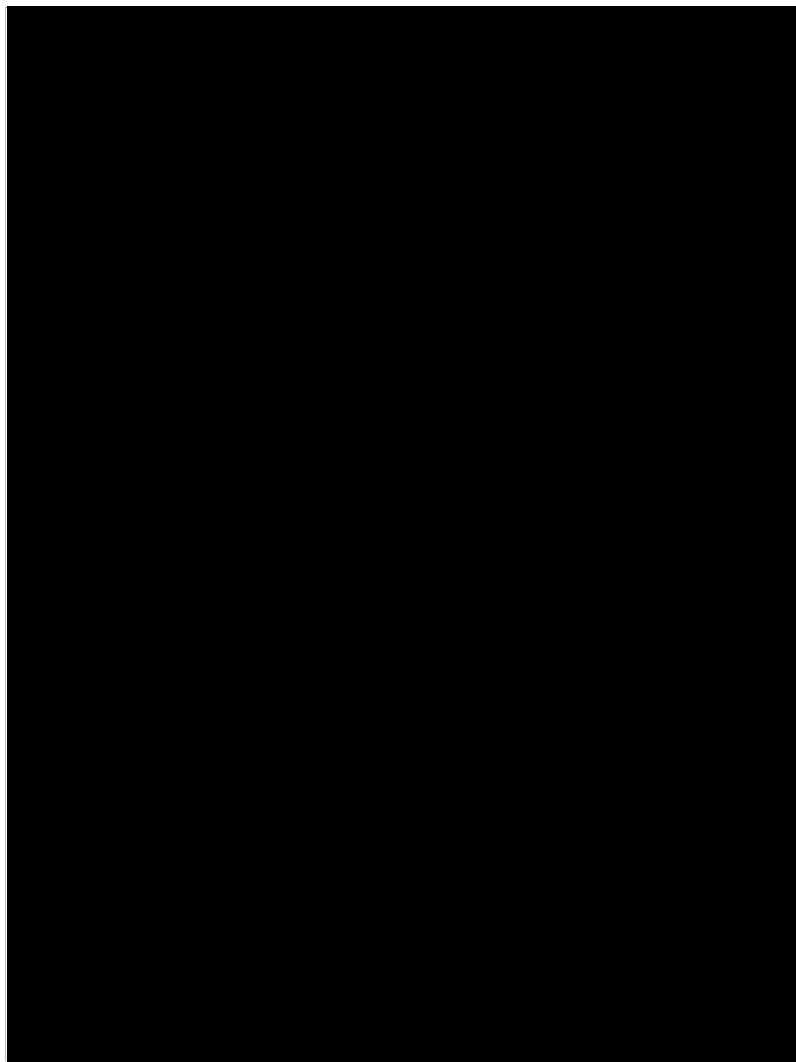
第 4-8 図

設計用床応答曲線



第 4-9 図

設計用床応答曲線



第 4-10 図

設計用床応答曲線



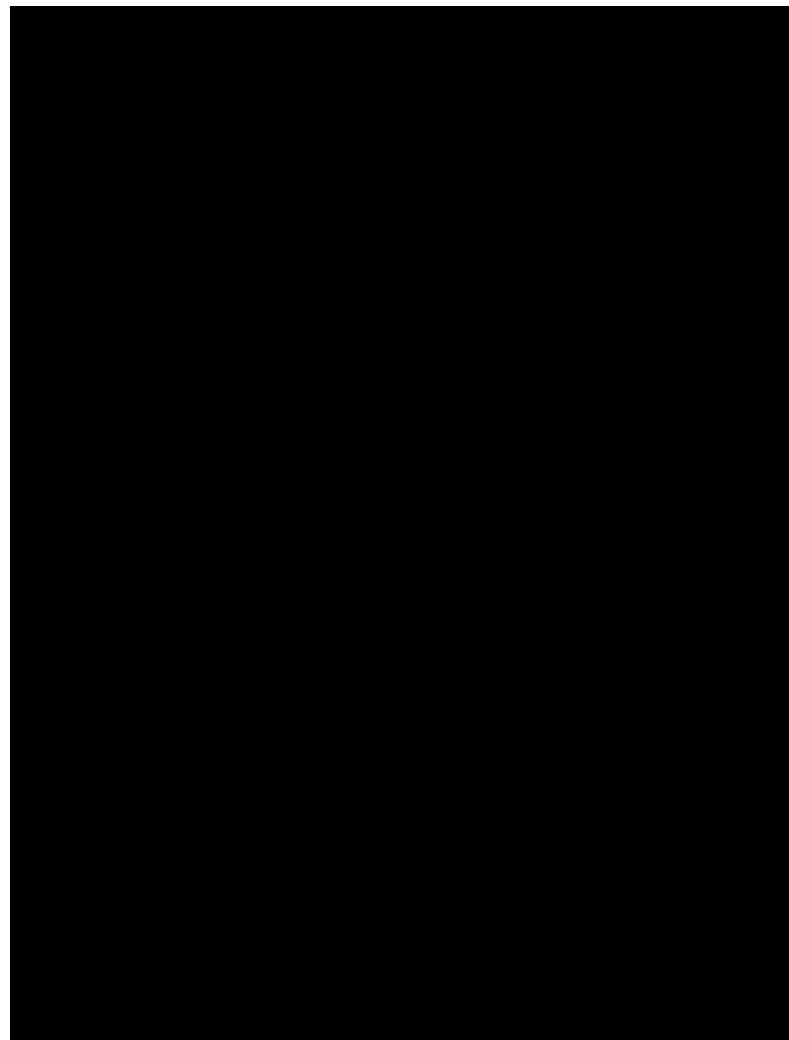
第 4-11 図

設計用床応答曲線



第 4-12 図

設計用床応答曲線

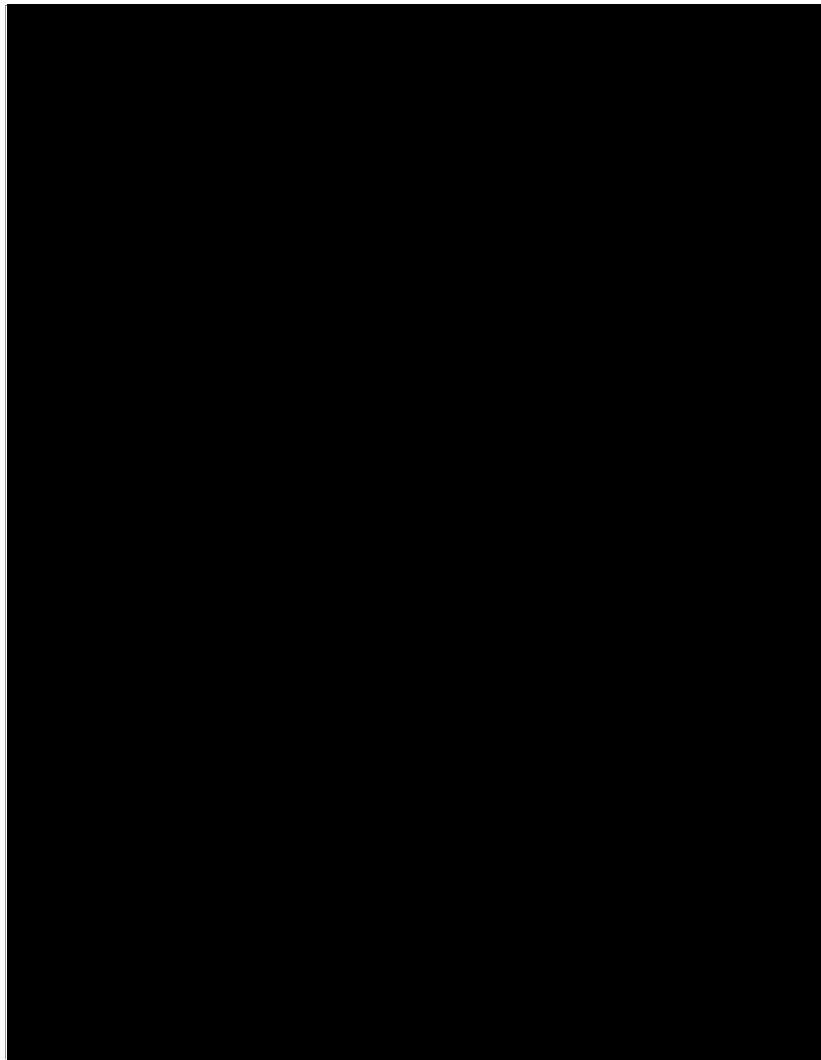


第 4-1 表 基準地震動 S s 設計用床応答曲線の図番 (その 1)

地震動	周期	建物・ 構築物	質点 番号	T. M. S. L (m)	方向	減衰定数 (%)	図番
S d	1 秒	安全冷却水 B 冷却塔	3	■	水平 (EW)	■	第 5-1 図
							第 5-2 図
							第 5-3 図
							第 5-4 図
					水平 (NS)		第 5-5 図
							第 5-6 図
							第 5-7 図
							第 5-8 図
					鉛直 (UD)		第 5-9 図
							第 5-10 図
							第 5-11 図
							第 5-12 図

第 5-1 図

設計用床応答曲線



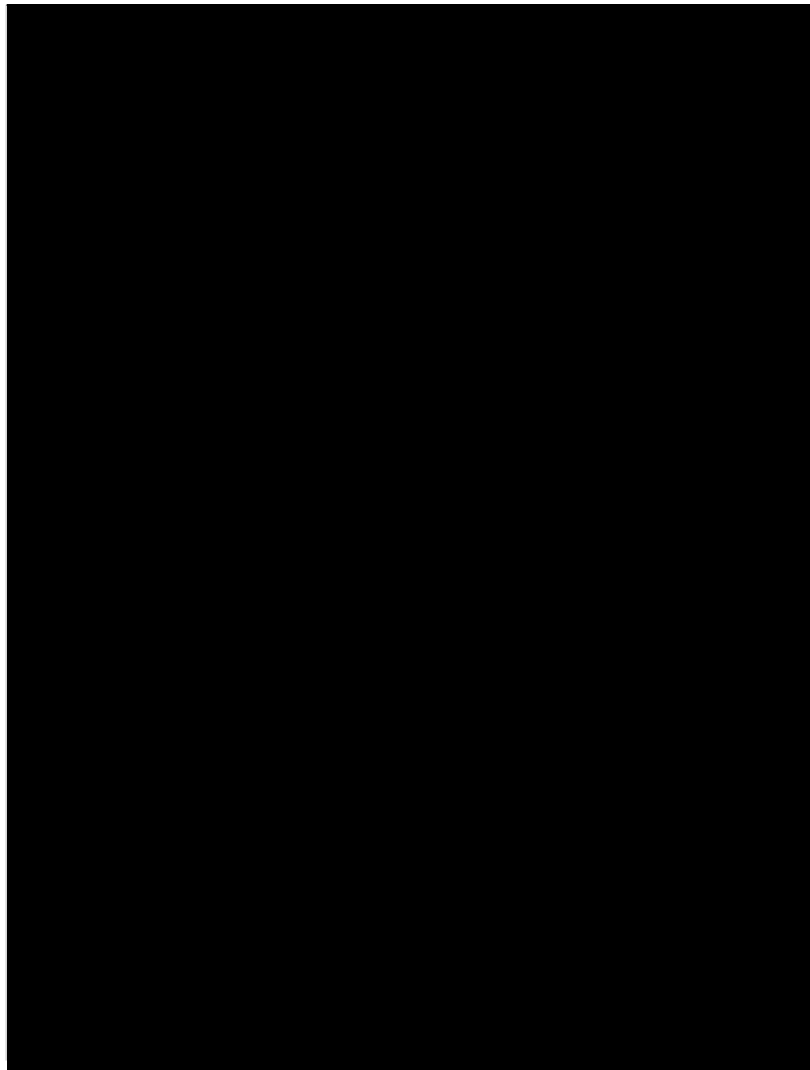
第 5-2 図

設計用床応答曲線



第 5-3 図

設計用床応答曲線



第 5-4 図

設計用床応答曲線



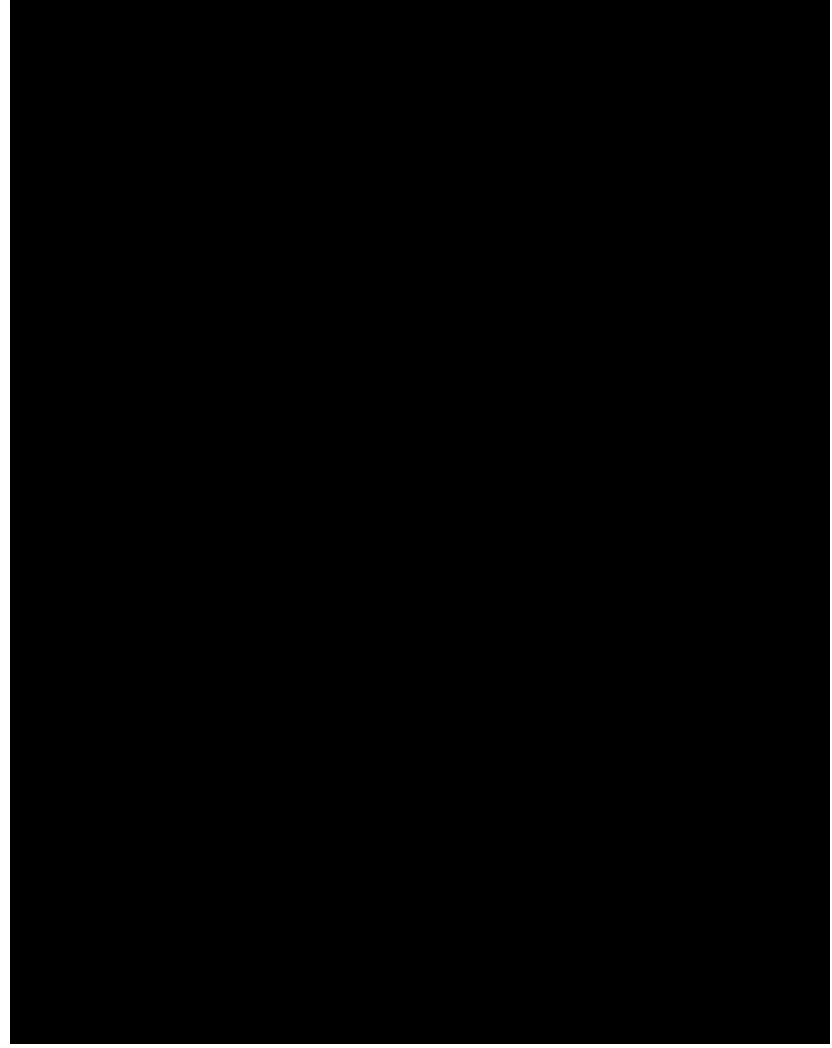
第 5-5 図

設計用床応答曲線



第 5-6 図

設計用床応答曲線



第 5-7 図

設計用床応答曲線



第 5-8 図

設計用床応答曲線



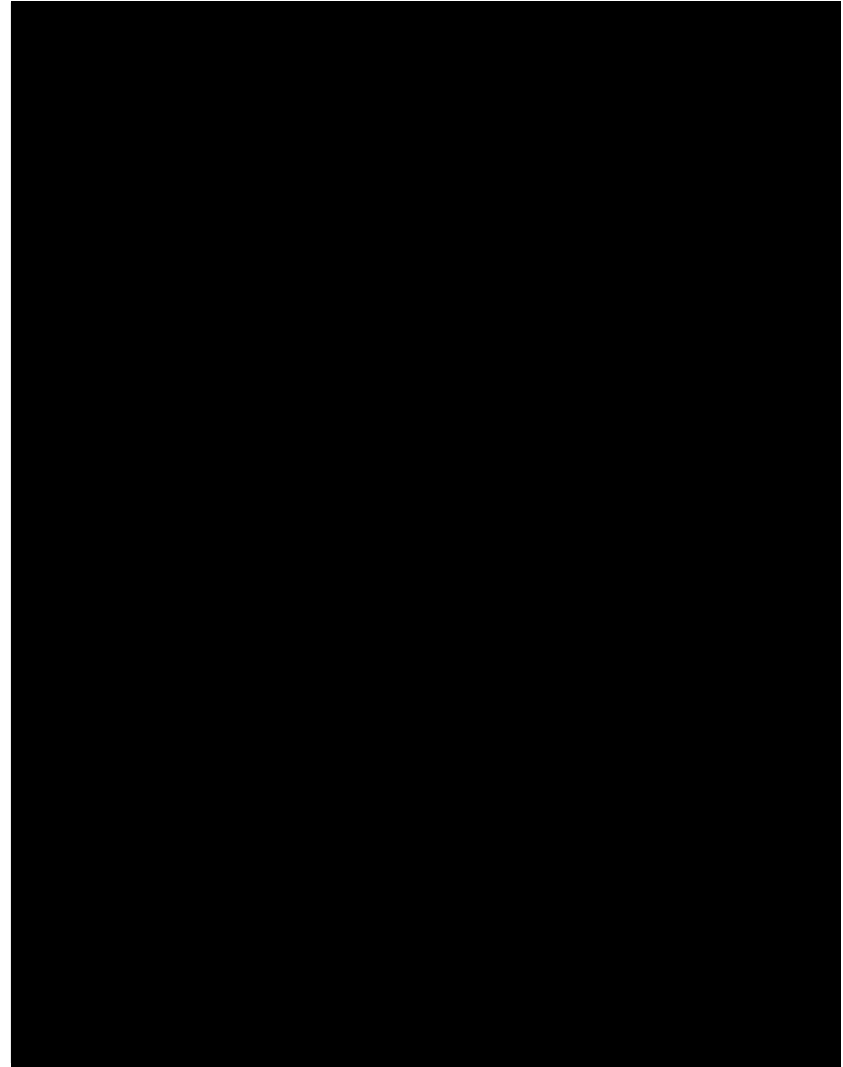
第 5-9 図

設計用床応答曲線



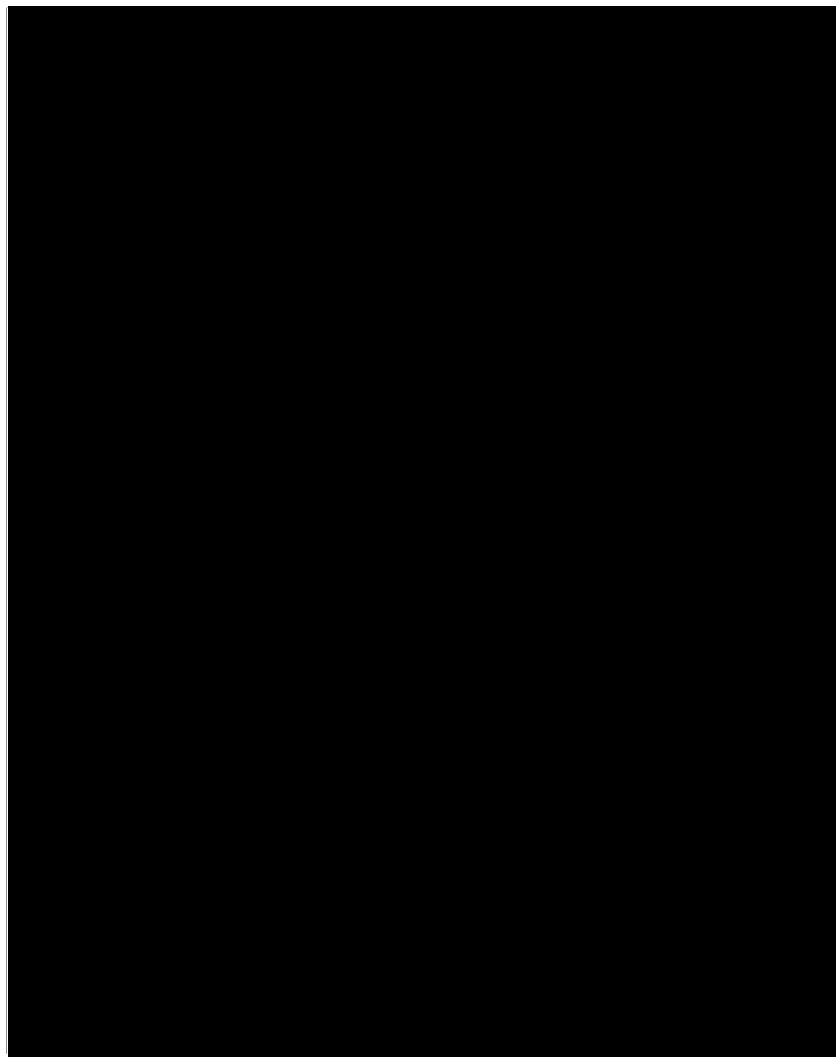
第 5-10 図

設計用床応答曲線



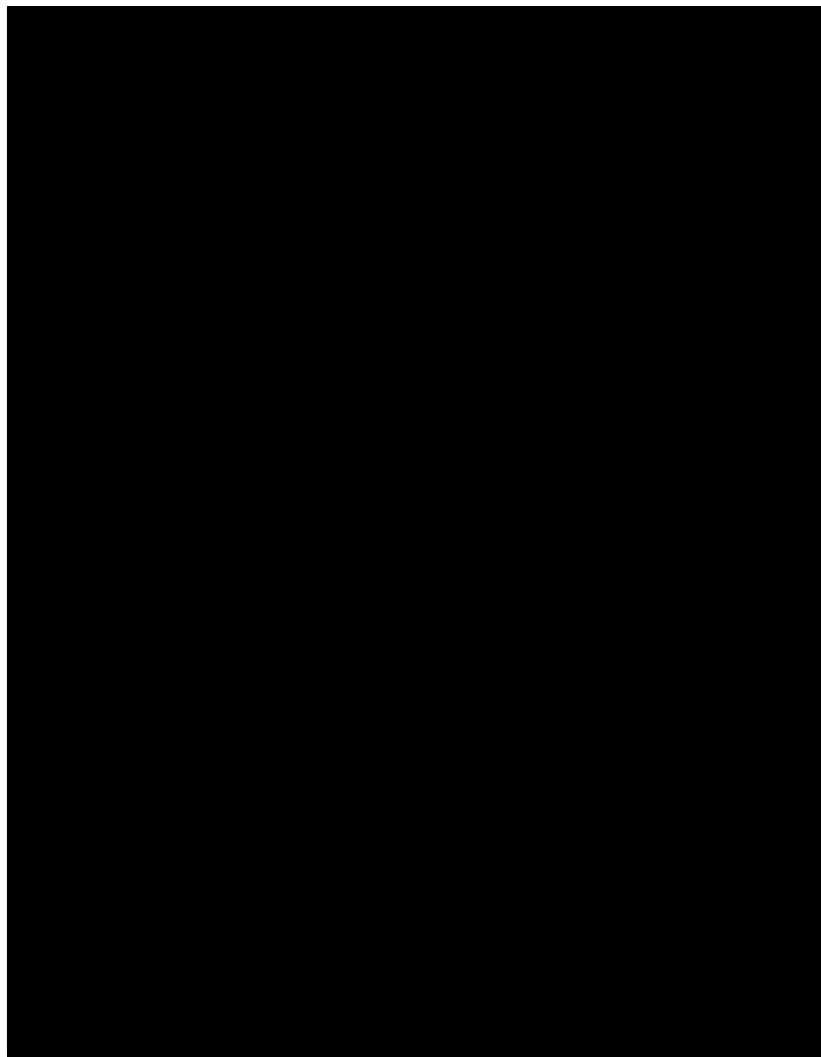
第 5-11 図

設計用床応答曲線



第 5-12 図

設計用床応答曲線



第 6-1 表 最大床応答加速度及び静的震度

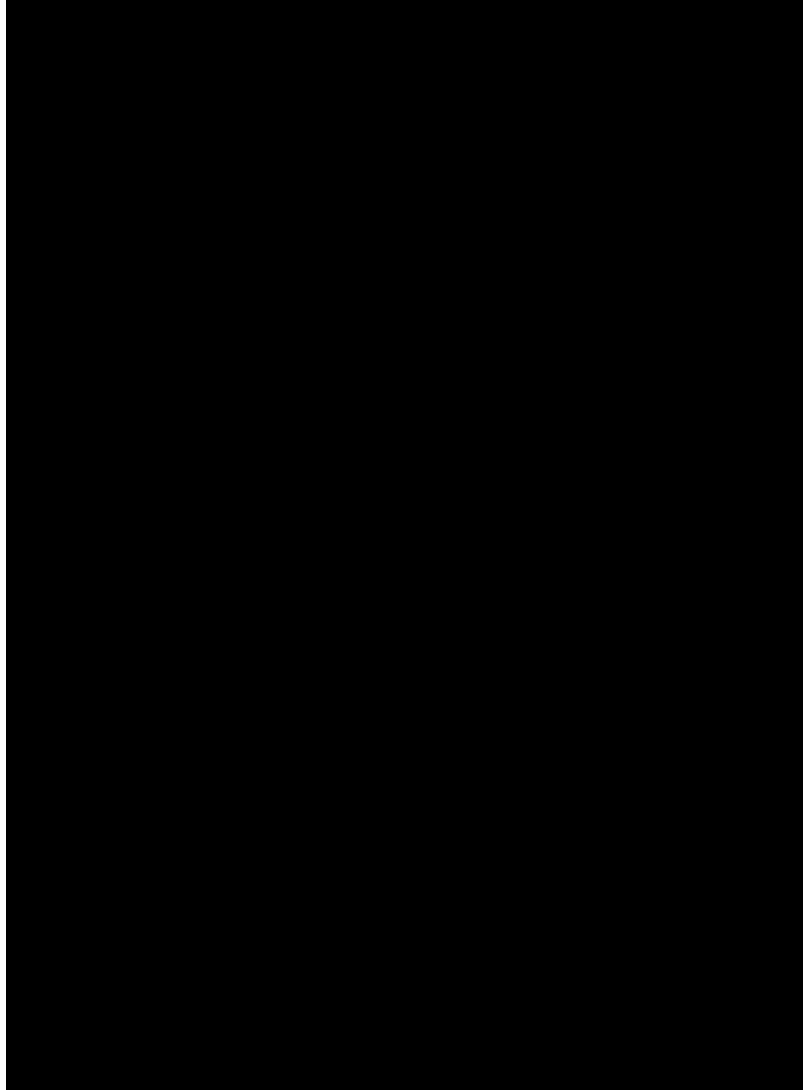
建物・ 構築物	T. M. S. L. (m)	最大床応答加速度の 1.2 倍 (G)						静的震度 (3.6C _i) (G)		
		基準地震動 S _s			弾性設計用地震動 S _d					
		水平方向		鉛直 方向	水平方向		鉛直 方向	水平方向		鉛直 方向
		EW 方向	NS 方向		EW 方向	NS 方向		EW 方向	NS 方向	
安全冷却水 B 冷却塔	冬期運転側ベイ									
	冬期休止側ベイ									

第 7-1 表 一関東評価用地震動(鉛直) S s 設計用床応答曲線の図番 (その 1)

地震動	周期	建物・ 構築物	質点 番号	T. M. S. L (m)	方向	減衰定数 (%)	図番
S s	1 秒	安全冷却水 B 冷却塔	3	■	鉛直 (UD)	■	第 7-1 図

第 7-1 図 一関東評価用地震動(鉛直) S_s 設計用床応答曲線

設計用床応答曲線

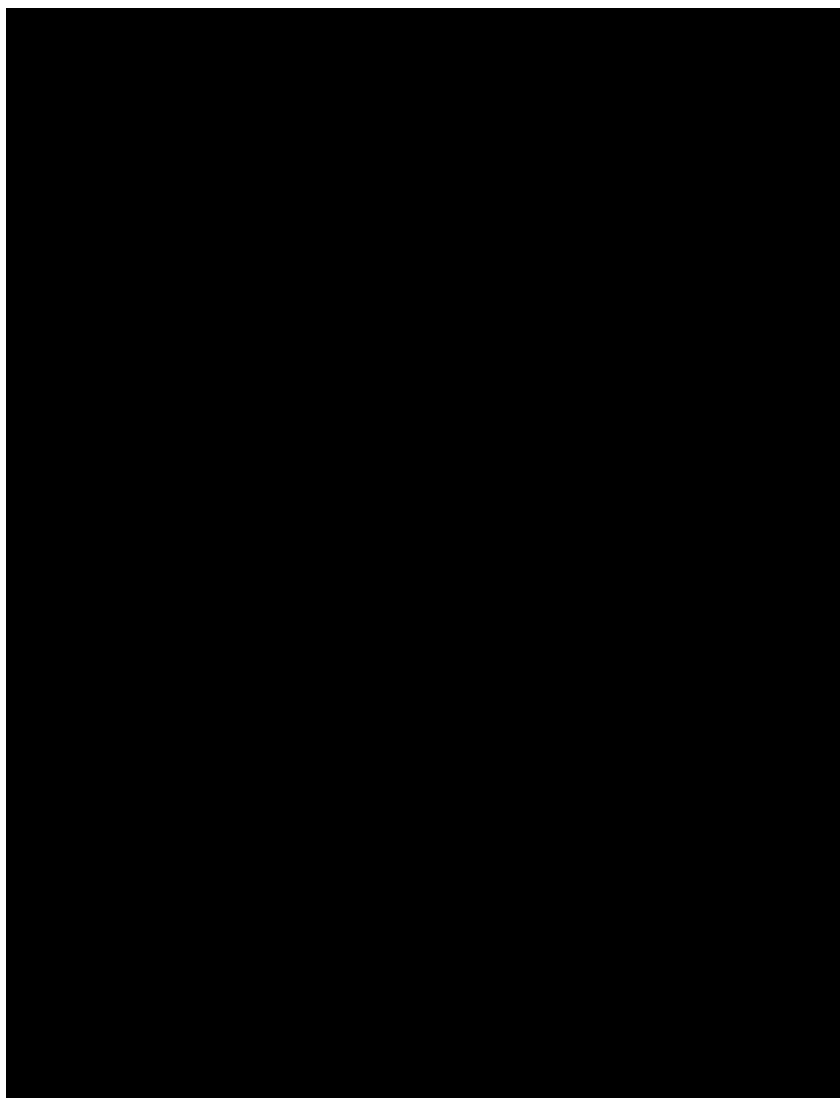


第 8-1 表 一関東評価用地震動(鉛直) S d 設計用床応答曲線の図番 (その 1)

地震動	周期	建物・ 構築物	質点 番号	T. M. S. L (m)	方向	減衰定数 (%)	図番
S s	1 秒	安全冷却水 B 冷却塔	3	■	鉛直 (UD)	■	第 8-1 図

第 8-1 図 一関東評価用地震動(鉛直) S d 設計用床応答曲線

設計用床応答曲線



第 9-1 表 一関東評価用地震動(鉛直) S_s_最大床応答加速度(1.2ZPA)

建物・ 構築物		T. M. S. L. (m)	最大床応答加速度の 1.2 倍 (G)				
			基準地震動 S _s		鉛直 方向	弾性設計用地震動 S _d	
			水平方向			水平方向	
			EW 方向	NS 方向	EW 方向	NS 方向	
安全冷却水 B 冷却塔	冬期運転側ベイ						
	冬期休止側ベイ						

IV－1－1－7

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

	ページ
1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 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用いる地震動	1
4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針	2
4.1 建物・構築物	2
4.2 機器・配管系	14

1. 概要

本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち、「4.1 地震力の算定方法 4.1.2 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。

なお、重大事故等対処施設については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

2. 基本方針

施設の耐震設計では、設備の構造から地震力の方向に対して弱軸及び強軸を明確にし、地震力に対して配慮した構造としている。

基本設計方針に基づき、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、施設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施設を評価対象施設として抽出し、当該施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

評価対象は「再処理施設の技術基準に関する規則」の第6条に規定されている耐震重要施設及びその間接支持構造物並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設とする。耐震Bクラスの施設については共振のおそれのある施設を評価対象とする。

評価に当たっては、施設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の影響を受ける部位を抽出し、その部位について水平2方向及び鉛直方向の荷重や応力を算出し、施設が有する耐震性への影響を確認する。

施設が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

3. 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は、基準地震動 S_s を用いる。基準地震動 S_s は、「IV-1-1-1 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。

ここで、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用いる基準地震動 S_s は、複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係を、施設の特性による影響も考慮した上で確認し、本影響評価に用いる。

4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針

4.1 建物・構築物

4.1.1 建物・構築物(4.1.2 に記載のものを除く)

4.1.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、各水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデル又はフレームモデルにそれぞれの方向ごとに入力し解析を行っている。また、再処理施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁、柱、梁及びブレースで負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

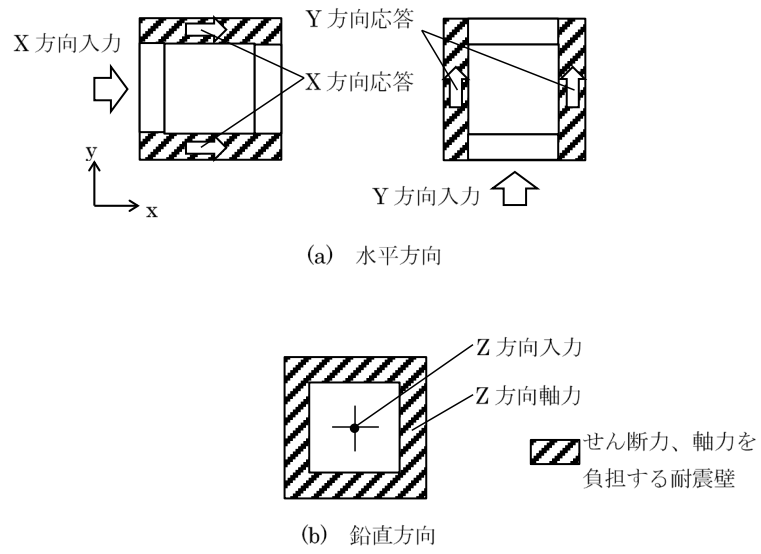
水平方向の地震力に対して、建物、構築物(屋外機械基礎)はせん断力について評価することを基本とし、建物・構築物に作用するせん断力は、地震時に生じる力の流れが明解になるように、直交する 2 方向につり合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。また、構築物(竜巻防護対策設備)については直交する 2 方向につり合いよく配置された柱、梁及びブレースで構成された構面を耐震要素として構造計画を行っている。建物、構築物(屋外機械基礎、竜巻防護対策設備)の地震応答解析は、水平 2 方向の耐震壁、構面に対して、それぞれ剛性を評価し、各水平方向に対して解析を実施している。従って、建物・構築物に対し、水平 2 方向の入力がある場合、各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため、水平 2 方向の入力がある場合の評価は、水平 1 方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

一方、排気筒は水平方向の地震動に対し、負担する部位が重複し明確ではないため、その入力方向に支持鉄塔の対角線方向に作用する地震動に対して隅柱(支柱材)の軸力が増大する場合を想定した検討を含めた設計としている。

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に作用する軸力は、鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について、第 4.1-1 図に示す。

また、「IV-2-1 再処理設備本体等に係る耐震性に関する計算書」及び「IV-2-2-2 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震性についての計算書」のうち建物・構築物の局部評価は、地震応答解析により算出された応答を水平 1 方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。



第 4.1-1 図 入力方向ごとの耐震要素

4.1.1.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設及びその間接支持構造物並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設の部位とする。

対象とする部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある部位を抽出する。

応答特性から抽出された水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性がある部位は、従来の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平2方向及び鉛直方向に組み合わせ、各部位に発生する荷重や応力を算出し、各部位が有する耐震性への影響を確認する。各部位が有する耐震性への影響が確認された場合、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

4.1.1.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物において、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の組み合わせに対して、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耐震評価上の構成部位について、応答特性から抽出し、影響を評価する。影響評価のフローを第4.1-2図に示す。

(1) 影響評価部位の抽出

① 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、各建屋において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

② 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理する。

なお、隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための建物・構築物の評価は、上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突の有無の判断が基本となる。そのため、せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり、壁式構造では耐震壁(ラーメン構造では柱、梁)を主たる評価対象部位とし、その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性のうち、荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力に対し、荷重の組合

せによる応答特性により，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

④ 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位のうち，3次元的な応答特性が想定される部位を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し，3次元的な応答特性により，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

⑤ 3次元 FEM モデルによる精査

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について，3次元 FEM モデルを用いた精査を実施し，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

また，3次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位についても，局所応答の観点から，3次元 FEM モデルによる精査を実施し，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

局所応答に対する3次元 FEM モデルによる精査は，施設の重要性，建屋規模及び構造特性を考慮して選定する建屋について，地震応答解析を行う。

(2) 影響評価手法

⑥ 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

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おいて，水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の算出結果を組み合わせることにより評価を行う場合は，米国 REGULATORY GUIDE 1.92*の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として，組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について，構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで，各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し，各部位が有する耐震性への影響を評価する。

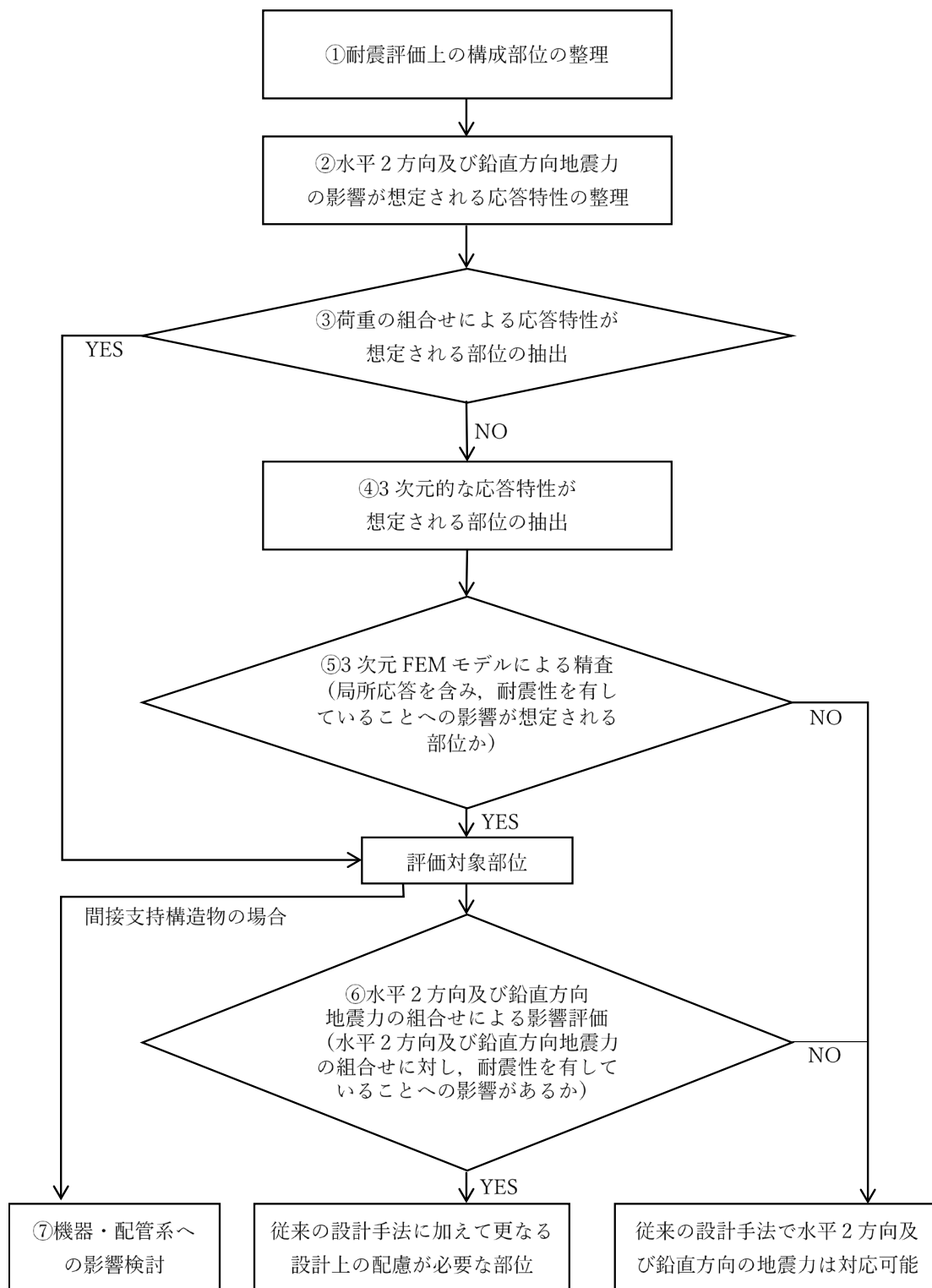
⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤で，施設が有する耐震性への影響が想定され，評価対象として抽出された部位が，耐震重要施設の間接支持機能を有する場合には，機器・配管系に対し，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合，機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、⑤の精査にて、建物・構築物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、3次元 FEM モデルによる地震応答解析結果から、機器・配管系への影響の可能性が想定される部位について検討対象として抽出する。

注記 * : REGULATORY GUIDE (RG) 1.92 “COMBINING MODAL RESPONSES AND SPATIAL COMPONENTS IN SEISMIC RESPONSE ANALYSIS”



第 4.1-2 図 建物・構築物の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価フロー

4.1.2 屋外重要土木構造物

4.1.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

屋外重要土木構造物である洞道については、建屋間を連結する鉄筋コンクリート造の地中構造物である。構造的には、同一の断面形状が長手方向に連続する一般部と、建屋等に分岐する分岐部があり、洞道全体としては、ほぼ一般部が占めている。

従来の設計の考え方について、一般部の例を第4.1-1表に、分岐部の例を第4.1-2表に示す。

一般的な地上構造物では、躯体の慣性力が主たる荷重であるのに対し、洞道は地中に埋設されているため、動土圧、動水圧等の外力が主たる荷重となる。また、洞道は、比較的単純な構造部材の配置で構成され、ほぼ同一の断面が長手方向に連続する構造的特徴を有することから、3次元的な応答の影響は小さいため、2次元断面での耐震評価を行う。

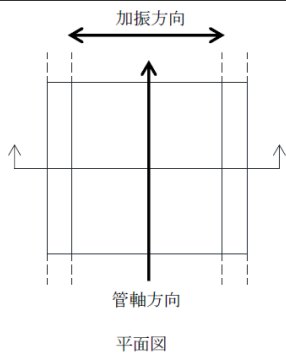
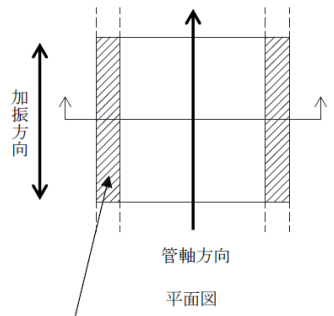
洞道は、主に配管等の間接支持機能を維持するため、管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されることから、構造上の特徴として、明確な弱軸、強軸を有する。

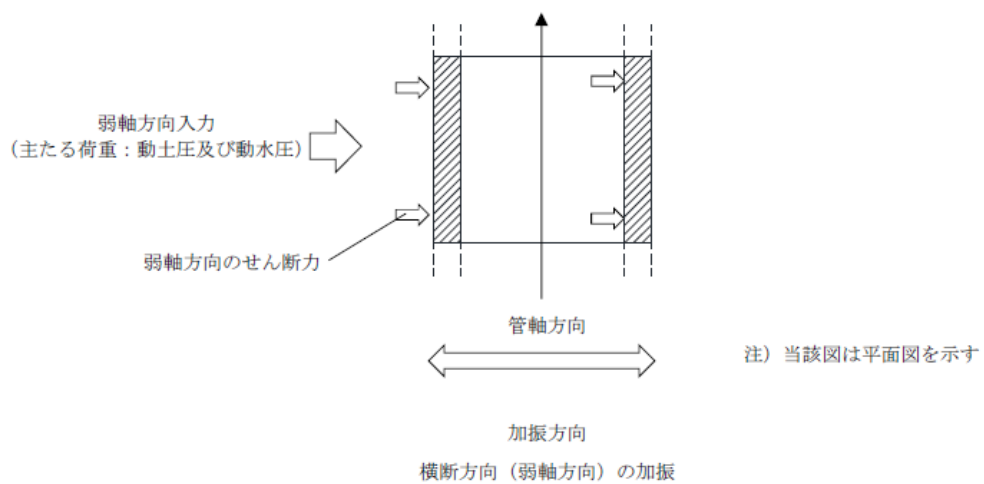
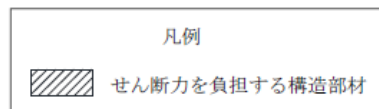
強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して、顕著な影響を及ぼさないことから、従来設計手法では、弱軸方向を評価対象断面として、耐震設計上求められる水平1方向及び鉛直方向の地震力による耐震評価を実施する。

第4.1-3図に示す通り、一般部では、弱軸方向の地震荷重に対して加振方向に垂直に配置された構造部材のみで受けもつよう設計する。

また、分岐部の従来設計手法に係る基本的な考え方は一般部と同様であるが、分岐部においては、第4.1-2表に示すとおり、加振方向に平行な構造部材の配置状況も考慮し弱軸となる方向を評価対象とし、第4.1-4図に示す通り、弱軸方向の地震荷重に対して、加振方向に垂直に配置された構造部材に加え加振方向に平行に配置された構造部材でも受けもつよう設計する。

第 4.1-1 表 従来設計における評価対象断面の考え方(一般部)

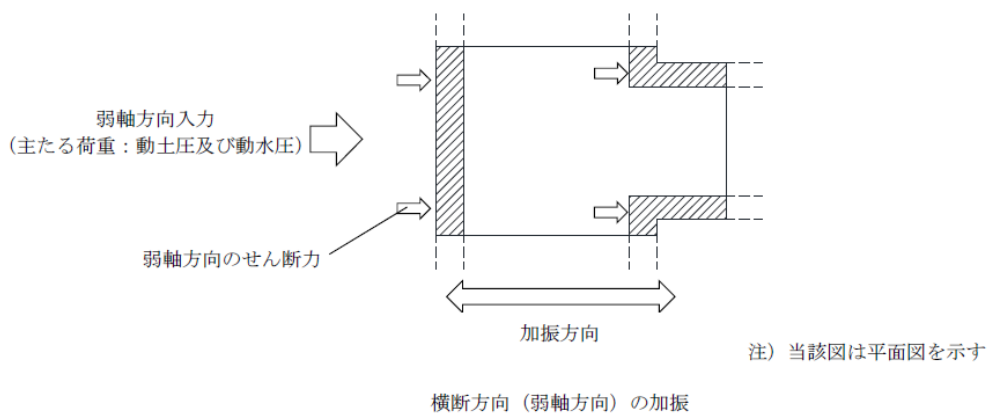
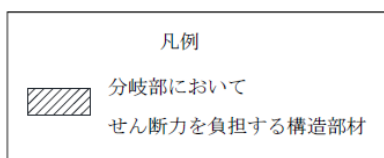
	横断方向（弱軸方向）の加振	縦断方向（強軸方向）の加振
従来設計の 評価対象断面の 考え方 (一般部)	 <p>加振方向</p> <p>管軸方向</p> <p>平面図</p> <p>加振方向に平行な構造部材はない</p> <p>断面図</p>	 <p>加振方向</p> <p>管軸方向</p> <p>平面図</p> <p>加振方向に平行な構造部材を耐震設計上見込むことができる</p> <p>断面図</p>



第 4.1-3 図 従来設計手法の考え方(一般部)

第 4.1-2 表 従来設計における評価対象断面の考え方(分岐部)

	横断方向（弱軸方向）の加振	縦断方向（強軸方向）の加振
従来設計の 評価対象断面 の考え方 (分岐部)	<p>加振方向に平行な構造部材 (耐震設計上、見込める部材は少ない)</p>	<p>加振方向に平行な構造部材 (耐震設計上、見込める部材は多い)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 横断方向は、加振方向に平行な構造部材が少ないため、弱軸方向にあたる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 縦断方向は、加振方向に平行な構造部材が多いため、強軸方向にあたる。
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさない。 ・ 弱軸方向を評価対象断面とする。 	



第 4.1-4 図 従来設計手法の考え方(分岐部)

4.1.2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

洞道において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある構造物の評価を行う。

洞道を構造形式ごとに分類し、構造形式ごとに作用すると考えられる荷重を整理し、荷重が作用する構造部材の配置から水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性のある構造物を抽出する。

抽出された構造物について、従来設計手法での評価対象断面(弱軸方向)に直交する断面(強軸方向)の応答が評価対象断面(弱軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の照査に影響を与える場合には、評価対象断面(弱軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面(弱軸方向)に直交する断面(強軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力を適切に組み合わせることで、水平2方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

構造物が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

4.1.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

洞道において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける可能性があり、水平1方向及び鉛直方向の従来評価に加え、更なる設計上の配慮が必要な構造物について、構造形式及び作用荷重の観点から影響評価の対象とする構造物を抽出し、構造物が有する耐震性への影響を評価する。影響評価フローを第4.1-5図に示す。

(1) 影響評価対象構造形式の抽出

① 構造形式の分類

洞道について、各構造物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ、構造形式ごとに大別する。

② 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

②で整理した荷重に対して、構造形式ごとにどのように作用するかを整理し、耐震性に与える影響程度を検討した上で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される構造形式を抽出する。

④ 従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

③で抽出されなかった構造形式について、従来設計手法における評価対象断面以外の箇所で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響

により 3 次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

⑤ 従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

(2) 影響評価手法

⑥ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

評価対象として抽出された構造形式について、従来設計手法での評価対象断面(弱軸方向)に直交する断面(強軸方向)の応答が評価対象断面(弱軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の照査に影響を与える場合には、評価対象断面(弱軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面(弱軸方向)に直交する断面(強軸方向)の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力を適切に組み合わせることで、水平 2 方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出すると共に構造部材の設計上の許容値に対する評価を実施し、構造部材が有する耐震性への影響を確認する。

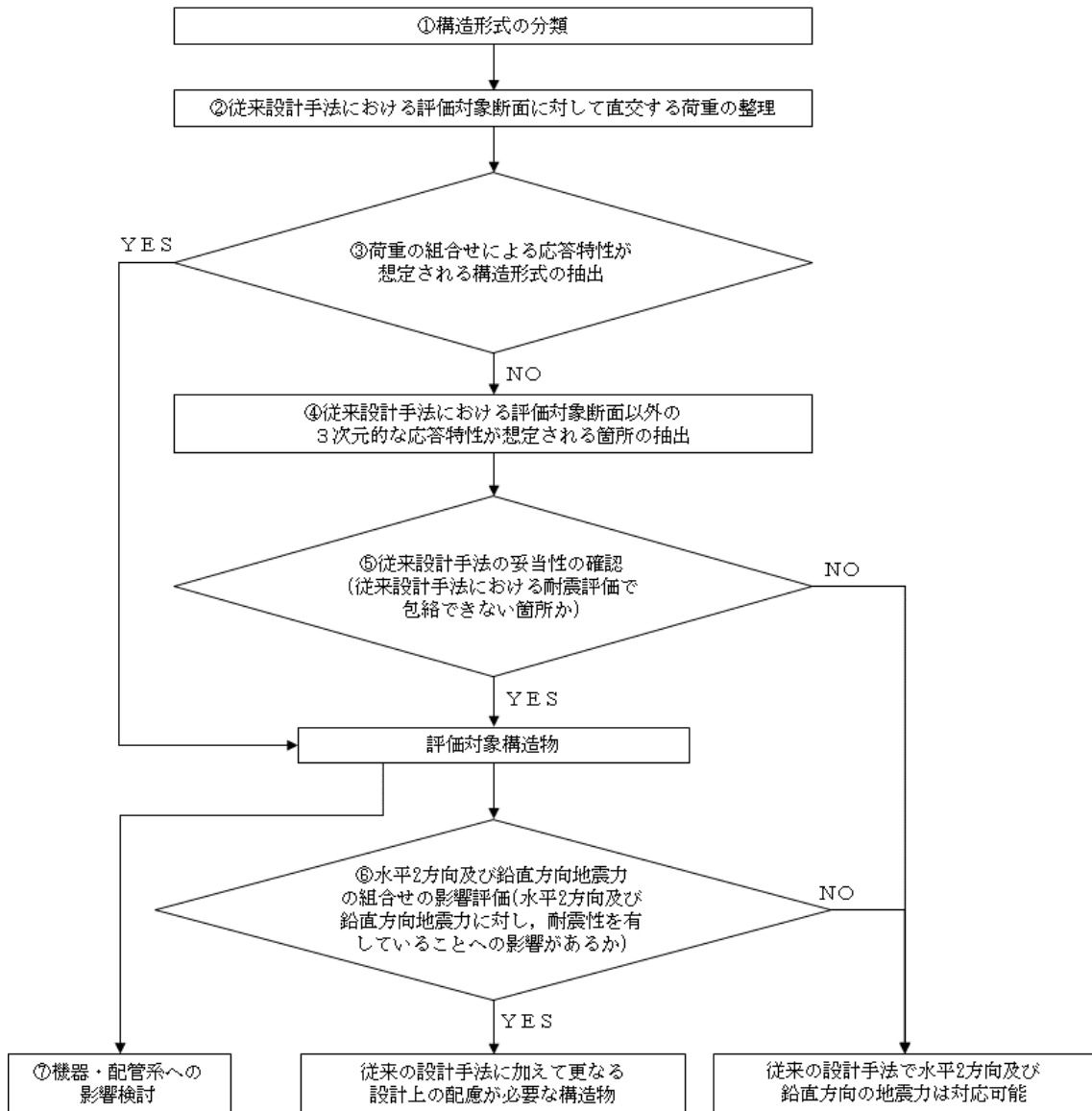
評価対象構造物については、洞道が明確な弱軸・強軸を示し、地震時における構造物のせん断変形方向が明確であることを考慮し、従来設計手法における評価対象断面(弱軸方向)における構造部材の耐震評価結果及び水平 2 方向の影響の程度を踏まえて選定する。

⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤にて、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が確認された構造物については、機器・配管系に対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、④及び⑤の精査にて、洞道の影響の観点から抽出されなかった構造物であっても、地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される構造物については検討対象として抽出する。



第 4.1-5 図 屋外重要土木構造物の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価フロー

4.2 機器・配管系

4.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

機器・配管系における従来の水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計手法では、建物・構築物の振動特性を考慮し、変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向(応答軸方向)に基準地震動 S_s を入力して得られる各方向の地震力(床応答)を用いている。

応答軸(強軸・弱軸)が明確となっている設備の耐震評価においては、水平各方向の地震力を包絡し、変形モードが支配的となる応答軸方向に入力するなど、従来評価において保守的な取り扱いを基本としている。

一方、応答軸が明確となっていない設備で3次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に3次元のモデル化を行っており、建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し、この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。

さらに、応答軸以外の振動モードが生じ難い構造の採用、応答軸以外の振動モードが生じ難いサポート設計の採用といった構造上の配慮等、水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

4.2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に、影響を受ける可能性がある設備(部位)の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設の機器・配管系及びこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し、それぞれの構造上の特徴により荷重の伝達方向、その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平2方向の地震力による影響を受ける可能性がある設備(部位)を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備(部位)は、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が1:1で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重、算出応力等を水平2方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により、水平2方向の地震力による設備(部位)に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が従来が発生値と同等である場合は影響のない設備とし、評価対象には抽出せず、従来が発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は、設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、

新たに設計上の対応策を講じる。

4.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において、水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた従来の耐震計算に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性のある設備を構造及び発生値の増分の観点から抽出し、影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを第4.2-1図に示す。

なお、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は、地震時に水平2方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方である Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares 法(以下「非同時性を考慮した SRSS 法」という。)又は組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)を適用する。この組合せ方法については、現状の耐震評価が基本的におおむね弾性範囲で留まる体系であることに加え、国内と海外の機器の耐震解析は、基本的に線形モデルで実施している等類似であり、水平2方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから、米国 REGULATORY GUIDE 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考としているものである。

① 影響評価対象となる設備の整理

耐震重要施設の機器・配管系及びこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備を評価対象とし、機種ごとに分類し整理する。

また、建物・構築物及び屋外重要土木構造物の検討により、機器・配管系への影響の可能性のある部位が抽出された場合は、耐震性への影響が懸念される設備を抽出し、影響評価を行う(第4.2-1図①)。

② 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点、又は応答軸方向以外の振動モード(ねじれ振動等)が生じ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4.2-1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のある設備に対して、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4.2-1図③)。

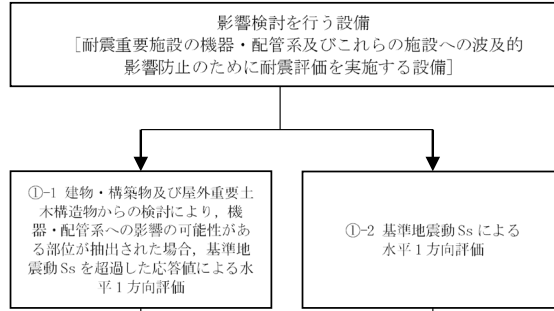
影響の検討は、機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備(部位)を対象とする。

④ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて、設備が有する耐震性への影響を確認する(第 4.2-1 図④)。

[水平1方向に対する対応]

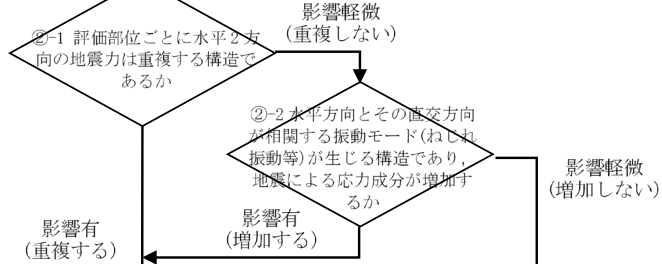
①影響評価対象となる設備の整理



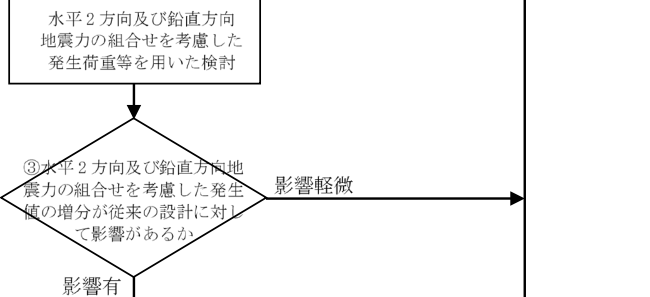
機器・配管系の水平2方向に対する影響検討は、建物・構築物等の検討による影響を考慮した評価(①-1)及び従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価(①-2)に対して行う。

[水平2方向に対する対応]

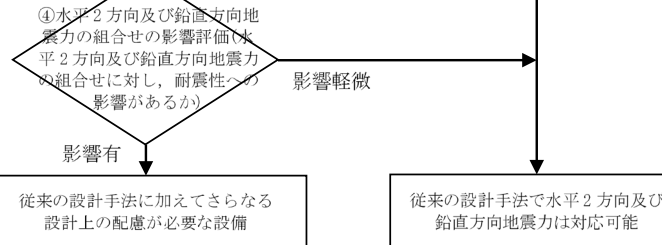
②構造上の特徴による抽出



③発生値の増分による抽出



④水平2方向及び鉛直方向地震の組合せの影響評価



第 4.2-1 図 機器・配管系の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した影響評価のフロー

IV－1－1－8

機能維持の基本方針

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力.....	1
3. 構造強度	6
3.1 構造強度上の制限.....	6
3.2 変位, 変形の制限.....	32
4. 機能維持	32
4.1 動的機能維持	32
4.2 電氣的機能維持	35
4.3 気密性の維持	35
4.4 遮蔽機能の維持	35
4.5 支持機能の維持	35
4.6 閉じ込め機能の維持.....	36

1. 概要

本資料は、「IV-1-1 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、安全機能を有する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。

なお、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については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

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、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」の「4. 設計用地震力」に示す設計用地震力の算定方法に基づくこととし、具体的な算定方法は第2-1表に示す。

また、当該申請における機器・配管系の設計用地震力の算定に際しては、「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に定める方法にて設定した設計用床応答曲線を用いる。

第 2-1 表 設計用地震力

(1) 静的地震力

a. 安全機能を有する施設

静的地震力及び必要保有水平耐力は、以下の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

種別	耐震重要度	地震層せん断力係数及び水平震度	地震層せん断力係数 (必要保有水平耐力算出用)	鉛直震度
建物・構築物	S	$3.0 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	$1.0 \cdot C_v^{*3}$ (0.240)
	B	$1.5 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	—
	C	$1.0 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	—
機器・配管系	S	$3.6 \cdot C_i^{*1}$	—	$1.2 \cdot C_v^{*3}$ (0.288)
	B	$1.8 \cdot C_i^{*1}$	—	—
	C	$1.2 \cdot C_i^{*1}$	—	—

注記 *1: C_i は標準せん断力係数を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

R_t : 振動特性係数

A_i : C_i の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 0.2

*2: C_i は標準せん断力係数を 1.0 とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

R_t : 振動特性係数

A_i : C_i の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 1.0

*3: 震度 0.3 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定とする。また次式より求めた値を表に記載した。

$$C_v = 0.3 \cdot R_v$$

R_v : 振動特性係数 0.8

b. 重大事故等対処施設

重大事故等対処施設の静的地震力については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

(2) 動的地震力

a. 安全機能を有する施設

動的地震力は、以下の入力地震動又は入力地震力に基づき算定する。

種別	耐震 重要度	入力地震動又は入力地震力 ^{*1}	
		水平	鉛直
建物 ・ 構築物	S	基準地震動 S_s	基準地震動 S_s
		弾性設計用地震動 S_d	弾性設計用地震動 S_d
	B	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$
機器 ・ 配管系	S	設計用床応答曲線 S_s 又は 基準地震動 S_s	設計用床応答曲線 S_s 又は 基準地震動 S_s
		設計用床応答曲線 S_d 又は 弾性設計用地震動 S_d	設計用床応答曲線 S_d 又は 弾性設計用地震動 S_d
	B	設計用床応答曲線 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	設計用床応答曲線 $S_d \cdot 1/2^{*2}$

注記 *1：設計用床応答曲線は、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に基づき作成した設計用床応答曲線とする。

*2：水平方向及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

b. 重大事故等対処施設

重大事故等対処施設の動的地震力については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

(3) 設計用地震力

a. 安全機能を有する施設

種別	耐震重要度	水平	鉛直	摘要
建物・構築物	S	基準地震動 S_s	基準地震動 S_s	荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用させるものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は、建物、構築物については組合せ係数法又は二乗和平方根 (SRSS) 法によるものとし、土木構築物については、動的解析において水平方向及び鉛直方向の動的地震力を同時に考慮するものとする。
		弾性設計用地震動 S_d	弾性設計用地震動 S_d	
		地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_i$	静的震度 (0.240)	
	B	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	—	—
		弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*1}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*1}$	荷重の組合せは、建物、構築物については、組合せ係数法、二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法によるものとし、土木構築物については、動的解析において水平方向及び鉛直方向の動的地震力を同時に考慮するものとする。
	C	地震層せん断力係数 $1.0 \cdot C_i$	—	—
機器・配管系	S	設計用床応答曲線 S_s 又は 基準地震動 S_s	設計用床応答曲線 S_s 又は 基準地震動 S_s	^{*3} 荷重の組合せは、二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。
		設計用床応答曲線 S_d 又は 弾性設計用地震動 S_d	設計用床応答曲線 S_d 又は 弾性設計用地震動 S_d	^{*2,3} 荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用させるものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。
		静的震度 $3.6 \cdot C_i$	静的震度 (0.288)	
	B	静的震度 $1.8 \cdot C_i$	—	
		設計用床応答曲線 $S_d \cdot 1/2^{*1}$	設計用床応答曲線 $S_d \cdot 1/2^{*1}$	^{*3,4} 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法による。
	C	静的震度 $1.2 \cdot C_i$	—	—

注記 *1：水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

*2：水平方向における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直における動的と静的の大きい方の地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

*3：絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

*4：水平方向における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直における動的地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

b. 重大事故等対処施設

重大事故等対処施設の設計用地震力については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

3. 構造強度

3.1 構造強度上の制限

再処理施設の耐震設計については、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.1 構造強度」に示す考え方にに基づき、安全機能を有する施設における各耐震重要度に応じた設計用地震力が加わった場合、これらに生じる応力とその他の荷重によって生じる応力の合計値等を許容限界以下とする。

許容限界は、施設の種類及び用途を考慮し、安全機能が維持できるように十分に余裕を見込んだ値とする。

地震力による応力とその他の荷重による応力の組合せに対する許容値は、第 3.1-1 表に示す通りとする。

機器・配管系の基準地震動 S_s 又は弾性設計用地震動 S_d のみによる疲労解析に用いる等価繰返し回数は、設備ごとに個別に設定した値を用いる。

弾性設計用地震動 S_d 地震動の疲労解析は、設備ごとに個別に設定した弾性設計用地震動 S_d の等価繰返し回数が基準地震動 S_s の疲労解析に用いた等価繰返し回数以下であれば省略しても良いものとする。

また、建物・構築物(構築物(屋外機械基礎), 土木構造物を除く。)の保有水平耐力は、必要保有水平耐力に対して、妥当な安全余裕を有する設計とする。支持性能が必要となる施設の基礎地盤については、接地圧が安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の支持力又は支持力度と比べて妥当な安全余裕を有する設計とし、安全機能を有する施設における耐震重要度に応じた許容限界を設定する。

耐震設計においては、地震力に加えて、自然条件として積雪荷重及び風荷重を組合せる。積雪荷重及び風荷重の設定フローを第 3.1-1 図に示す。積雪荷重については、屋外に設置されている施設のうち、積雪による受圧面積が小さい施設又は埋設構造物等常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震力と組み合わせる。また、風荷重については、屋外に設置されている施設のうち、コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除いて、風荷重の影響が地震力と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、地震力と組み合わせる。第 3.1-3 表に施設の区分ごとの、積雪荷重及び風荷重の組合せを示す。

第 3.1-1 表 安全機能を有する施設 荷重の組合せ及び許容限界

(1) 建物・構築物

	耐震重要度	荷重の組合せ	許容限界	
			建物・構築物	基礎地盤の支持性能
建物・構築物	S クラス	D + L + S _s	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみ度が 2.0×10^{-3} を超えないこと又は部材に生じる応力が終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していることあるいは部材に生じる応力又はひずみが CCV 規格 ^{*2} における荷重状態Ⅳの許容値を超えないこととする。土木構築物については、曲げについては限界層間変形角(層間変形角 1/100)又は終局曲率、せん断についてはせん断耐力を許容限界とし、限界層間変形角、終局曲率及びせん断耐力の許容限界に対しては妥当な安全余裕を持たせる。	地盤の極限支持力度に対して妥当な安全余裕を持たせる。
		^{*1} D + L + S _d	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみ度がおおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること又は部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値又は CCV 規格 ^{*2} における荷重状態Ⅲの許容値を超えないこととする。土木構築物については、短期許容応力度を許容限界とし、発生応力度が許容限界以下であることを確認する。	地盤の短期許容支持力度とする。
	B クラス	D + L + S _B	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
	C クラス	D + L + S _C	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。

記号の説明

- D : 固定荷重
- L : 積載荷重
- S_s : 基準地震動 S_s による地震力
- S_d : 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力
- S_B : 耐震 B クラスの施設に適用される静的地震力又は動的地震力
- S_C : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

注記 *1 : 地震力と組み合わせる荷重には、この他、建物・構築物の設置状況に応じて、土圧、水圧等を考慮するものとする。

*2 : 発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格((社)日本機械学会, 2003)

(2) 機器・配管系

記号の説明

- D : 死荷重(自重)
- P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- S_s : 基準地震動 S_s による地震力
- S_d : 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力
- S_B : 耐震Bクラスの設備に適用される地震力又は静的地震力
- S_c : 耐震Cクラスの設備に適用される静的地震力
- S_y : 設計降伏点「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値
- S_u : 設計引張強さ「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 9 に規定される値
- S_m : 設計応力強さ「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 1 に規定される値
- S : 許容引張応力「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 5 又は表 6 に規定される値
- F : 「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)により規定される値
- F^* : 「JSME S NC1」SSB-3121.3の規定により、SSB-3121.(1)a.における S_y 及び S_y (RT)を $1.2S_y$ 及び $1.2S_y$ (RT)に読み替えた値
- f_t : 許容引張応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB-3121.1により規定される値
ボルト等に対しては、「JSME S NC1」SSB-3131により規定される値
- f_s : 許容せん断応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB3121.1により規定される値
ボルト等に対しては、「JSME S NC1」SSB-3131により規定される値
- f_c : 許容圧縮応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB-3121.1により規定される値
- f_b : 許容曲げ応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB-3121.1により規定される値
- f_p : 許容支圧応力 支持構造物(ボルト等を除く。)に対して「JSME S NC1」SSB-3121.1により規定される値
- f_t^* , f_s^* , f_c^* , f_b^* , f_p^* :

上記の f_t , f_s , f_c , f_b , f_p の値を算出する際に「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)a.本文中「 S_y 」及び「 S_y (RT)」とあるのを「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y$ (RT)」と読み替えて算出した値(「JSME S NC1」SSB-3121.3 及び SSB-3133)。ただし、支持構造物の上記 $f_t \sim f_p^*$ においては、「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)a の F 値は S_y 及び $0.7S_u$ のいずれか小さい方の値。また、使用温度が 40°C を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつ

ては、 $1.35 S_y$ 、 $0.7 S_u$ 又は $S_y (RT)$ のいずれか小さい方の値。なお、 $S_y (RT)$ は40℃における設計降伏点の値。

なお、上記において「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 1, 表 5, 表 6, 表 8 及び表 9 に値の記載がない場合は、「V-2 強度計算方法」における添付-1「容器等の材料及び構造に関する設計の基本方針」に定められた値を準用することとする。

T_L : 形式試験により支持構造物が破損するおそれのある荷重(N) (同一仕様につき3個の試験の最小値又は1個の試験の90%)

$S_{y d}$: 最高使用温度における設計降伏点
「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値

$S_{y t}$: 試験温度における設計降伏点
「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値

A S S : オーステナイト系ステンレス鋼

H N A : 高ニッケル合金

a. 容器

(a) Sクラス

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界*1			
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+ 二次応力	一次+ 二次+ ピーク応力
S	$D + P_d + M_d + S_s$	$0.6 S_u$	左欄の1.5倍の値	S_s 又は S_d 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2 S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。*2	
	$D + P_d + M_d + S_d$	S_y と $0.6 S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては上記値と1.2Sとの大きい方。	左欄の1.5倍の値		

注記 *1: 座屈に対する評価が必要な場合には、クラスMC容器の座屈に対する計算式による。

*2: $2 S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、「JSME S NC1」PVB-3300 (PVB-3313を除く。 S_m は $2/3 S_y$ と読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

(b) B, Cクラス

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界	
		一次一般膜応力	一次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	S_y と $0.6 S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては上記値と1.2Sとの大きい方。	S_y ただし、ASS及びHNAについては上記値と1.2Sとの大きい方。
C	$D + P_d + M_d + S_C$		

b. 配管系

(a) Sクラス

(配管)

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含 む。)	一次+二次応力	一次+二次 +ピーク応力
S	$D + P_d + M_d + S_s$	$0.6 S_u^{*1}$	左欄の1.5倍の値	S_s 又は S_d 地震動のみによる疲労解析 を行い、疲労累積係数が1.0以下である こと。ただし、地震動のみによる一次+ 二次応力の変動値が $2 S_y$ 以下であれば疲 労解析は不要。 ^{*2}	
	$D + P_d + M_d + S_d$	S_y と $0.6 S_u$ の小 さい方。 ただし、 $A S S$ 及び $H N A$ については 上記値と $1.2 S$ との 大きい方。 ^{*1}	S_y ただし、 $A S S$ 及 び $H N A$ につい ては上記値と $1.2 S$ と の大きい方。		

注記 *1: 軸力による全断面平均応力については、配管(ダクトを除く。)における S_d との荷重の組合せの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

*2: $2 S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、「JSME S NC1」PPB-3536(1), (2), (4)及び(5) (ただし, S_m は $2/3 S_y$ と読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

(ダクト)

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含 む。)	一次+二次応力	一次+二次 +ピーク応力
S	$D + P_d + M_d + S_s$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。	-	-	-
	$D + P_d + M_d + S_d$				

(b) B, Cクラス

(配管)

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界	
		一次一般膜応力	一次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	S_y と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては 上記値と $1.2S$ との大きい方*。	S_y ただし、ASS及びHNAについては上 記値と $1.2S$ との大きい方。
C	$D + P_d + M_d + S_C$		

注記 * : 軸力による全断面平均応力については、Sクラスの配管(ダクトを除く。)における S_d との荷重の組合せの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

(ダクト)

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界	
		一次一般膜応力	一次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	地震時の加速度及び相対変位に対し機 能が保たれるようサポートのスパン長 を最大許容ピッチ以下に確保するこ と。	—
C	$D + P_d + M_d + S_C$		

c. ポンプ

(a) Sクラス

耐震 重要度	荷重の 組合せ	許容限界			
		一次一般膜 応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ピーク応力
S	D+P _d +M _d + S _s	0.6S _u	左欄の 1.5倍の値	S _s 又はS _d 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が2S _y 以下であれば疲労解析は不要。*	
	D+P _d +M _d + S _d	S _y と0.6S _u の小さい方。 ただし、AS S及びHNA については上 記値と1.2S との大きい 方。	左欄の 1.5倍の値		

注記 * : 2S_yを超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、「JSME S NC1」PVB-3300 (PVB-3313を除く。S_mは2/3S_yと読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

(b) B, Cクラス

耐震 重要度	荷重の組合せ	許容限界	
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む。)
B	D+P _d +M _d +S _B	S _y と0.6S _u の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては 上記値と1.2Sとの大きい方。	S _y ただし、ASS及びHNAについては 上記値と1.2Sとの大きい方。
C	D+P _d +M _d +S _C		

d. 弁(弁箱)

耐震 重要度	荷重の組合せ	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ピーク応力
S	$D + P_d + M_d + S_s$				
	$D + P_d + M_d + S_d$				
B	$D + P_d + M_d + S_B$				
C	$D + P_d + M_d + S_C$				

注記 * : 弁の肉厚が接続配管と同等の場合で、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、「JSME S NC1」VVB-3300 の評価を行う。ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

e. 支持構造物

耐震 重要度	荷重の組合せ	許容限界(ボルト等を除く。)*1, *2, *3										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験に よる場合
		一 次 応 力					一 次 + 二 次 応 力					一 次 応 力		許容荷重
		引張	せん 断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん 断	曲げ	支圧	座屈* 5	引張	せん断	
S	D + P _d + M _d + S _d	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p	3f _t	3f _s	3f _b	*8 1.5f _p	*7 *8 1.5f _b 又は 1.5f _c	1.5f _t (f _t)	1.5f _s (f _s)	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	D + P _d + M _d + S _s	1.5f _t *	1.5f _s *	1.5f _c *	1.5f _b *	1.5f _p *				*8 1.5f _p *		1.5f _t * (1.5f _t)	1.5f _s * (1.5f _s)	$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
B	D + P _d + M _d + S _B	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _p				S _d 又は S _s 地震動 のみによる応力振幅 について評価する。			*8 1.5f _p	1.5f _t (f _t)
C	D + P _d + M _d + S _C													

- 注記 *1: 「鋼構造設計規準 SI 単位版」(2002年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。
 *2: 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。
 *3: Sクラスで耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。
 *4: コンクリートに埋込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して()内の値を用いて応力評価を行う。
 *5: 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。
 *6: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して1.5f_sとする。
 *7: 「JSME S NC1」SSB-3121.1(4)により求めたf_bとする。
 *8: 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

f. 埋込金物

荷重の組合せに対する許容応力状態は、埋込金物が支持する支持構造物と同等とする。

(a) 鋼構造物の許容応力

鋼構造物の許容応力は次による。

- イ. 埋込板、アンカーフレーム、スタッド等は、支持構造物(ボルト以外)の規定による。
- ロ. アンカボルトは、支持構造物(ボルト等)の規定による。

(b) コンクリート部の許容基準

コンクリート部分の強度評価における許容荷重は、JEAG4601に基づき、次のとおりとする。

また、アンカー部にじん性が要求される場合にあつては、原則として基礎ボルトが先に降伏するような設計とする。

イ. 基礎ボルトが引張荷重を受ける場合のコンクリートの評価

(イ) コンクリートにせん断補強筋がない場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は、以下に示すコンクリート部の引張荷重に対する許容値以下となるようにする。

$$p \leq p_a = \min(p_{a1}, p_{a2})$$

ここに

$$p_{a1} = 0.31 \cdot K_1 \cdot A_c \sqrt{F_c}$$

$$p_{a2} = K_2 \cdot \alpha_c \cdot A_0 \cdot F_c$$

p : 基礎ボルト 1 本当たりの引張荷重 (N)

p_a : 基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N)

p_{a1} : コンクリート躯体がコーン状破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N)

p_{a2} : 基礎ボルト頭部に接するコンクリート部が支圧破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N)

K_1 : コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数

K_2 : 支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数

F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)

A_c : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (mm²)

α_c : 支圧面積と有効投影面積から定まる定数, $= \sqrt{A_c/A_0}$ かつ 10 以下

A_0 : 支圧面積 (mm²)

また、地震力とその他の荷重との組合せに対するコーン状破壊耐力及び支圧破壊耐力の低減係数 (K_1 及び K_2) の値を以下に示す。

耐震重要度	荷重の組合せ	コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数 (K_1)	支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数 (K_2)
S	$D + P_D + M_D + S_s$	0.6	0.75
	$D + P_D + M_D + S_d$	0.45	2/3

(ロ) コンクリートにせん断補強筋を配する場合

コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積の範囲内にせん断補強筋を配する場合、鉄筋比が 0.4% 以上あれば基準地震動 S_s とその他の荷重との組合せに対する許容応力におけるコンクリート部の引張強度は、(イ) の場合の 1.5 倍の強度を有するものとして評価することができる。

$$\text{鉄筋比} : P_t = \frac{\sum A_w}{A_c}$$

A_w : せん断補強筋断面積 (mm^2)

A_c : 有効投影面積 (mm^2)

ロ. 基礎ボルトがせん断荷重を受ける場合のコンクリートの評価

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は、以下に示すコンクリート部のせん断荷重に対する許容値以下になるようにする。

$$q \leq q_a = \min(q_{a1}, q_{a2})$$

ここに

$$q_{a1} = 0.5 \cdot K_3 \cdot A_b \cdot \sqrt{E_c \cdot F_c}$$

$$q_{a2} = 0.31 \cdot K_4 \cdot A_{c1} \cdot \sqrt{F_c}$$

q : 基礎ボルト 1 本当たりのせん断荷重 (N)

q_a : 基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重 (N)

q_{a1} : 基礎ボルトと基礎ボルト周辺のコンクリートが圧壊して破壊 (複合破壊) する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容せん断荷重 (N)

q_{a2} : へり側コンクリートが破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容せん断荷重 (N)

K_3 : 複合破壊の場合のせん断耐力の低減係数

K_4 : へり側コンクリート破壊の場合のせん断耐力の低減係数

A_b : 基礎ボルトの谷径断面積 (スタッドの場合は軸部断面積) (mm^2)

- E_c : コンクリートのヤング係数(N/mm²)
 F_c : コンクリートの設計基準強度(N/mm²)
 a : へりあき距離(mm)
 A_{c1} : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積(mm²) = $\pi a^2/2$

ただし、 $\sqrt{E_c \cdot F_c}$ の値は、500N/mm² 以上、880N/mm² 以下とする。また、880N/mm² を超える場合は、 $\sqrt{E_c \cdot F_c} = 880\text{N/mm}^2$ として計算する。

また、地震力とその他の荷重との組合せに対するせん断耐力の低減係数(K_3 及び K_4)の値を以下に示す。

耐震重要度	荷重の組合せ	複合破壊の場合のせん断耐力の低減係数(K_3)	へり側コンクリート破壊の場合のせん断耐力の低減係数(K_4)
S	D+P _D +M _D +S _s	0.9	0.6
	D+P _D +M _D +S _d	0.6	0.45

ハ. 基礎ボルトが引張、せん断の組合せ荷重を受ける場合のコンクリートの評価

基礎ボルトが引張、せん断の組合せ荷重を受ける場合、それらの組合せ荷重が以下に示すコンクリート部の引張荷重及びせん断荷重の組合せに対する許容値以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ここに

p_a : 引張荷重のみに対する基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容引張荷重(N)

$$= \min(p_{a1}, p_{a2})$$

q_a : せん断荷重のみに対する基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重(N)

$$= \min(q_{a1}, q_{a2})$$

p : 基礎ボルト 1 本当たりの引張荷重(N)

q : 基礎ボルト 1 本当たりのせん断荷重(N)

ニ. コンクリート部の面内せん断力が大きい場合の評価

鉄筋コンクリート造建物・構築物において、耐震要素として地震時に生じ

る力を負担させる壁(以下「耐震壁」という。)において地震力による各層の面内せん断ひずみ度又は面内せん断力が著しく大きい場合は、鉄筋コンクリート造壁の機器・配管に対する支持機能の評価に、下記の許容限界を用いることとする。

(イ) 耐震壁の面内せん断ひずみ度と基礎ボルトの面外引張力に関する許容限界の目安値

地震力による各層の面内せん断ひずみ度 γ と機器・配管のアンカー部に作用する面外の引張力 p を p_u で除した値 p/p_u が、以下に示す図の網掛け部の許容限界ゾーン内にあることとする。

ここで、 p_u は定着部のコンクリートのコーン状破壊耐力で、下記の式による。また、面内せん断ひずみ度 γ は、JEAG4601 で定まる復元力特性を用いた応答解析結果に基づく値とする。

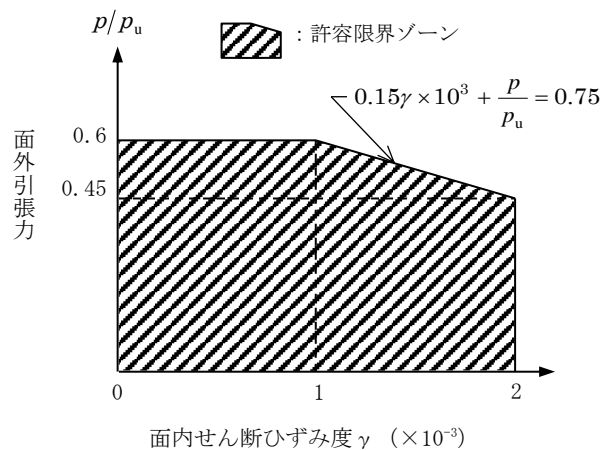
$$p_u = 0.31 \cdot A_c \cdot \sqrt{F_c}$$

ここに

p_u : 定着部のコンクリートのコーン状破壊耐力 (N)

A_c : 有効投影面積(「i. 基礎ボルトが引張荷重を受ける場合のコンクリートの評価」参照) (mm^2)

F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm^2)



面内せん断ひずみ度と面外引張力に関する許容限界ゾーン

(ロ) 耐震壁の面内せん断力と基礎ボルトの面外引張力に関する許容限界の目安値

地震力による各層の面内せん断力 Q を終局せん断耐力 Q_u で除した値 Q/Q_u と前記の p/p_u が、以下に示す図の網掛け部の許容限界ゾーン内にあることを目安とする。

ここで、 Q_u は各層の終局せん断耐力で、下記の式による。

$$Q_u = \tau_u \cdot A_s$$

ここに

$$\tau_u = \begin{cases} \left\{ 1 - \tau_s / (1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \right\} \cdot \tau_0 + \tau_s & (\tau_s < 1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \\ 1.4 \cdot \sqrt{F_c} & (\tau_s \geq 1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \end{cases}$$

$$\tau_0 = (0.94 - 0.56M/QD) \cdot \sqrt{F_c}$$

ただし、 $M/QD > 1$ のとき、 $M/QD = 1$ とする。

$$\tau_s = (P_V + P_H) \cdot \sigma_y / 2 + (\sigma_V + \sigma_H) / 2$$

Q_u : 終局せん断耐力 (N)

τ_u : 終局せん断応力度 (N/mm²)

A_s : 有効せん断断面積 (mm²)

F_c : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

P_V : 縦筋比

P_H : 横筋比

σ_V : 縦軸応力度 (N/mm²)

σ_H : 横軸応力度 (N/mm²)

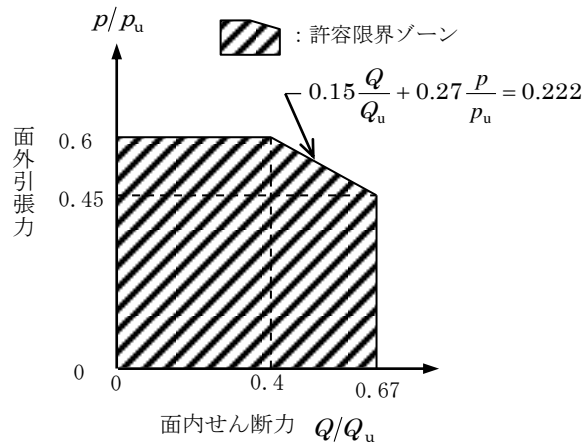
σ_y : 鉄筋の降伏応力度 (N/mm²)

D : 引張、圧縮フランジの芯々間距離 (mm)

(ボックス壁であれば地震荷重加力方向の壁長、円筒壁の場合は外径)

Q : 当該耐震壁面内せん断力 (N)

M : 当該耐震壁曲げモーメント (N・mm)



面内せん断力と面外引張力に関する許容限界ゾーン

ホ. コンクリートの許容圧縮応力度

コンクリートの許容圧縮応力度は下表に示す値とする。

(N/mm²)

耐震重要度	荷重の組合せ	許容圧縮応力度*
S	D + P _D + M _D + S _s	0.75 · F _c
	D + P _D + M _D + S _d	2/3 · F _c

注記 * : F_c = コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)

ヘ. コンクリートの許容せん断応力度

コンクリートの許容せん断応力度は下表に示す値とする。

(N/mm²)

耐震重要度	荷重の組合せ	許容せん断応力度
S	D + P _D + M _D + S _s	$1.5 \cdot \min \left[\frac{1}{30} \cdot F_c, \left(0.49 + \frac{1}{100} \cdot F_c \right) \right]$
	D + P _D + M _D + S _d	$1.5 \cdot \min \left[\frac{1}{30} \cdot F_c, \left(0.49 + \frac{1}{100} \cdot F_c \right) \right]$

ト. 異形鉄筋を用いる場合のコンクリートに対する許容付着応力度

異形鉄筋を用いる場合のコンクリートに対する許容付着応力度は下表に示す値とする。

(N/mm²)

耐震重要度	荷重の組合せ	許容付着応力度*
S	D+P _D +M _D +S _s	$1.5 \cdot \min \left[\frac{1}{10} \cdot F_c, \left(1.35 + \frac{1}{25} \cdot F_c \right) \right]$
	D+P _D +M _D +S _d	$1.5 \cdot \min \left[\frac{1}{10} \cdot F_c, \left(1.35 + \frac{1}{25} \cdot F_c \right) \right]$

注記 * : コンクリートの沈下により異形鉄筋下面の付着が悪くなると考えられる場合は許容付着応力度を 2/3 の値とする。

チ. コンクリートの許容支圧応力度

コンクリートの許容支圧応力度は下表に示す値とする。

(N/mm²)

耐震重要度	荷重の組合せ	許容支圧応力度*
S	D+P _D +M _D +S _s	$f'_c = f_c \sqrt{A_c/A_1}$ かつ $f'_c \leq 2f_c$ 及び $f'_c \leq F_c$
	D+P _D +M _D +S _d	

注記 * : f_c = コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm²)

A_1 = 局部圧縮を受ける面積 (支圧面積)

A_c = 支圧端から離れて応力が一様分布となったところの面積 (支承面積)

リ. 引抜き力及び押抜き力に対するコンクリートの許容せん断応力度

スタッド、アンカボルト等の引抜き力及びベースプレートの押抜き (パンチング) 力によってコンクリートに生じる地震力とその他の荷重との組合せにおけるせん断応力度 τ_v は次式により計算し、へ. に示す許容せん断応力度より低いことを確認する。

また、本評価法以外に、JEAG4601・補-1984 の「2.9.4 章 埋込金物の許容応力」の解説 (7). b に示される米国コンクリート学会の規定を用いる場合もある。

$$\tau_p = \frac{P}{\alpha_D \cdot b_o \cdot j}$$

ここで

P = 引抜き力又は押抜き力 (N)

$\alpha_D = 1.5$ (定数)

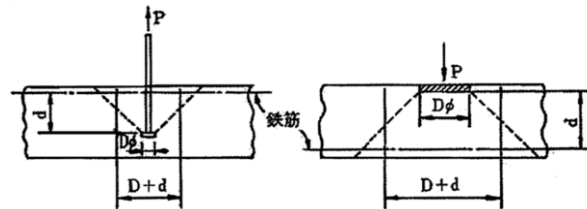
b_o = せん断力算定断面の延べ幅 (mm)

$j = (7/8)d$ (mm)

d = せん断力算定断面の有効性 (mm)

ただし、せん断力算定断面は次のように考える。

$$\left[\begin{array}{l} \text{スタッド, アンカボルト} \\ \text{の引抜きの例, ただし} \\ b_o = \pi \cdot (D + d) \end{array} \right] \left[\begin{array}{l} \text{ベースプレートの押抜き} \\ \text{の例, ただし} \\ b_o = \pi \cdot (D + d) \end{array} \right]$$



(c) 形式試験による場合

埋込金物に対し形式試験により標準設計荷重を求める場合は次による。

- イ. 試験個数は、同一仕様のものを、荷重種別(引張、曲げ、せん断)ごとに最低 3 個とする。
- ロ. 埋込金物の変形により支持構造物としての機能を喪失する限界の荷重を T_L (Test-Load) とする。ただし、埋込板のごとく荷重による変形の発生と破壊との判別がつきにくいものにあつては破壊荷重を T_L とする。
- ハ. 許容荷重は、3 個の T_L のうち最小値を $(T_L)_{\min}$ とし下の表により求める。ただし、最小値が他の 2 個の T_L に比べ過小な場合は、新たに 3 個の T_L を求め、合計 6 個の T_L の中で後から追加した 3 個の T_L の最小値が最初の 3 個の T_L の最小値を上回った場合は、合計 6 個の T_L の最小値をはぶき 2 番目に小さい T_L を $(T_L)_{\min}$ とする。ただし、下回った場合は、最小値を $(T_L)_{\min}$ とする。

耐震重要度	荷重の組合せ	許容荷重
S	$D + P_D + M_D + S_s$	$(T_L)_{\min} \cdot 0.6$
	$D + P_D + M_D + S_d$	$(T_L)_{\min} \cdot 1/2$

(d) スタッドの評価

スタッドの評価においては、せん断耐力の評価式を規定している日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説」設計式(AIJ式)を用いることができる。

(e) メカニカルアンカ、ケミカルアンカの許容応力

建物施工後に設置する後打ちアンカには、メカニカルアンカ及びケミカルアンカがあり、その許容値は、「各種合成構造設計指針・同解説」((社)日本建築学会、2010年改定)又はJEAG4601・補-1984に基づき設計する。

イ. メカニカルアンカ

「各種合成構造設計指針・同解説 第4編 各種アンカーボルト設計指針・解説資料5 金属拡張アンカーボルトの設計」に基づき設計する。また、JEAG4601・補-1984に基づく場合は、前記f.(a),(b)の許容値に更に20%の低減を行うものとする。

(イ) 引張力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は以下に示す許容荷重 p_a 以下となるようにする。

$$p_a = \min(p_{a1}, p_{a2})$$

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{pa} \cdot s c a$$

$$p_{a2} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_t \cdot A_c$$

ここで、

p_{a1} : ボルトの降伏により決まる許容引張荷重(N)

p_{a2} : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容引張荷重(N)

α_c : 施工のバラツキを考慮した低減係数で、 $\alpha_c = 0.75$ とする。

ϕ_1, ϕ_2 : 低減係数であり、以下の表に従う。

	ϕ_1	ϕ_2
短期荷重用	1.0	2/3

$s \sigma_{pa}$: ボルトの引張強度で、 $s \sigma_{pa} = s \sigma_y$ とする。(N/mm²)

$s \sigma_y$: ボルトの降伏点強度であり、 $s \sigma_y = S_y$ とする。(N/mm²)

$s c a$: ボルト各部の最小断面積(mm²)又はこれに接合される鋼材の断面積で危険断面における値

$c \sigma_t$: コーン状破壊に対するコンクリートの割裂強度で $c \sigma_t = 0.31 \sqrt{F_c}$ とする。

F_c : コンクリートの設計基準強度(N/mm²)

A_c : コーン状破壊面の有効水平投影面積で、 $A_c = \pi \cdot \ell_{ce}(\ell_{ce} + D)$ とする。

(mm²)

D : アンカーボルト本体の直径 (mm)

ℓ : アンカーボルトの埋込み深さで、母材表面から拡張面先端までの距離 (mm)

$$\ell_{ce} : \text{強度算定用埋込み深さで} \ell_{ce} = \begin{cases} \ell, & \ell < 4D \\ 4D & \ell \geq 4D \end{cases} \quad (\text{mm})$$

(ロ) せん断力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は以下に示す許容荷重 q_a 以下となるようにする。

$$q_a = \min(q_{a1}, q_{a2}, q_{a3})$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc}$$

ここで、

q_{a1} : ボルトのせん断強度により決まる許容せん断荷重 (N)

q_{a2} : コンクリートの支圧強度により決まる許容せん断荷重 (N)

q_{a3} : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容せん断荷重 (N)

$s \sigma_{qa}$: ボルトのせん断強度で、 $s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot s \sigma_y$ とする。 (N/mm²)

$s c a$: ボルトのコンクリート表面における断面積 (mm²)

$c \sigma_{qa}$: コンクリートの支圧強度で $c \sigma_{qa} = 0.5 \sqrt{F_c \cdot E_c}$ とする。 (N/mm²)

E_c : コンクリートのヤング係数 (N/mm²)

A_{qc} : せん断荷重方向の側面におけるコーン状破壊面の有効投影面積で

$$A_{qc} = 0.5 \cdot \pi c^2 \text{ とする。 (mm}^2\text{)}$$

c : へりあき寸法 (mm)

(ハ) 組合せ

基礎ボルトが引張荷重 p 及びせん断荷重 q の組合せ荷重を受ける場合、以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ロ. ケミカルアンカ

「各種合成構造設計指針・同解説 第4編 各種アンカーボルト設計指針・解説 4.5 接着系アンカーボルトの設計」又は JEAG4601・補-1984 に基づき設計する。

「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく場合は以下のとおりである。
 また、JEAG4601・補-1984に基づく場合は、前記 f. (a), (b) の許容値に更に 20% の低減を行うものとする。

(イ) 引張力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は以下に示す許容荷重 p_a 以下となるようにする。

$$p_a = \min(p_{a1}, p_{a3})$$

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{pa} \cdot s_{ca}$$

$$p_{a3} = \phi_3 \cdot \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot l_{ce}$$

ここで、

p_{a1} : ボルトの降伏により決まる許容引張荷重 (N)

p_{a3} : ボルトの付着力により決まる許容引張荷重 (N)

ϕ_1, ϕ_3 : 低減係数であり、以下の表に従う。

	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3
短期荷重用	1.0	2/3	2/3

$s \sigma_{pa}$: ボルトの引張強度で、 $s \sigma_{pa} = s \sigma_y$ とする。ただし、ボルトの降伏を保証する場合の上限引張力を算定するときは、 $s \sigma_{pa} = \alpha_{yu} \cdot s \sigma_y$ とする。
 (N/mm²)

$s \sigma_y$: ボルトの降伏点強度であり、 $s \sigma_y = S_y$ とする。(N/mm²)

α_{yu} : ボルトの材料強度のばらつきを考慮した降伏点強度に対する割増係数であり、1.25 以上を用いる。

s_{ca} : ボルトの断面積で、軸部断面積とねじ部有効断面積の小さい方の値 (mm²)

d_a : ボルトの径 (mm)

l_{ce} : ボルトの強度算定用埋込み深さで $l_{ce} = l_e - 2d_a$ とする。(mm)

l_e : ボルトの有効埋込み深さ (mm)

τ_a : ボルトの付着強度で $\tau_a = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \tau_{bavg}$ とする。(N/mm²)

ここで、

$$\alpha_n : \text{へりあき及びボルトピッチによる付着強度の低減係数で } \alpha_n = 0.5 \left(\frac{c_n}{l_e} \right) +$$

0.5 とする。(n=1, 2, 3) ただし、 $(c_n/l_e) \geq 1.0$ の場合は $(c_n/l_e) = 1.0$ 、 $l_e \geq 10d_a$ の場合は $l_e = 10d_a$ とする。

c_n : へりあき寸法又はボルトピッチ a の 1/2 で、最も小さくなる寸法 3 面までを考慮する。

τ_{bavg} : ボルトの基本平均付着強度であり、接着剤及び充填方式により以下の

表に従う。

	カプセル方式		注入方式
	有機系	無機系	有機系
普通コンクリート	$10\sqrt{F_c/21}$	$5\sqrt{F_c/21}$	$7\sqrt{F_c/21}$

F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)

(ロ) せん断力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は以下に示す許容荷重 q_a 以下となるようにする。

$$q_a = \min(q_{a1}, q_{a2}, q_{a3})$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot c \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc}$$

ここで、

q_{a1} : ボルトのせん断強度により決まる許容せん断荷重(N)

q_{a2} : コンクリートの支圧強度により決まる許容せん断荷重(N)

q_{a3} : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容引張荷重(N)

ϕ_2 : 低減係数であり、(i)において示す表に従う。

$s \sigma_{qa}$: ボルトのせん断強度で $s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot s \sigma_y$ とする (N/mm²)

$c \sigma_{qa}$: コンクリートの支圧強度で $c \sigma_{qa} = 0.5 \sqrt{F_c \cdot E_c}$ とする。 (N/mm²)

$c \sigma_t$: コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度で $c \sigma_t = 0.31 \sqrt{F_c}$ とする。 (N/mm²)

E_c : コンクリートのヤング係数(N/mm²)

A_{qc} : せん断荷重方向の側面におけるコーン状破壊面の有効投影面積で $A_{qc} = 0.5 \pi c^2$ とする。 (mm²)

c : へりあき寸法(mm)

また、ボルトの有効埋込み長さ ℓ_e が以下となるようにする。

$$\ell_e \geq \frac{s \sigma_{pa} \cdot d_a}{4 \tau_a}$$

(ハ) 組合せ

基礎ボルトが引張荷重 p 及びせん断荷重 q の組合せ荷重を受ける場合、以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

(3) 地盤

	荷重の組合せ	許容限界
Sクラス	$D + L + S_d$	短期許容支持力度とする。
	$D + L + S_s$	極限支持力度に対して妥当な安全余裕を持たせる。
Bクラス	$D + L + S_B$	短期許容支持力度とする。
Cクラス	$D + L + S_C$	短期許容支持力度とする。

記号の説明

D：固定荷重

L：積載荷重

S_d ：弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力

S_s ：基準地震動 S_s による地震力

S_B ：耐震Bクラスの施設に適用される静的地震力

S_C ：耐震Cクラスの施設に適用される静的地震力

第 3.1-2 表 重大事故等対処施設 荷重の組合せ及び許容限界

重大事故等対処施設の荷重の組合せ及び許容限界については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

第 3.1-3 表 地震力と積雪荷重及び風荷重の組合せ

(1) 考慮する荷重の組合せ

施設	施設の配置	荷重	
		積雪荷重	風荷重
建物・構築物	屋外	○*1	○*2
機器・配管系	屋内	—	—
	屋外	○*1	○*2

注記 *1：積雪による受圧面積が小さい施設，又は埋設構造物等常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除く。

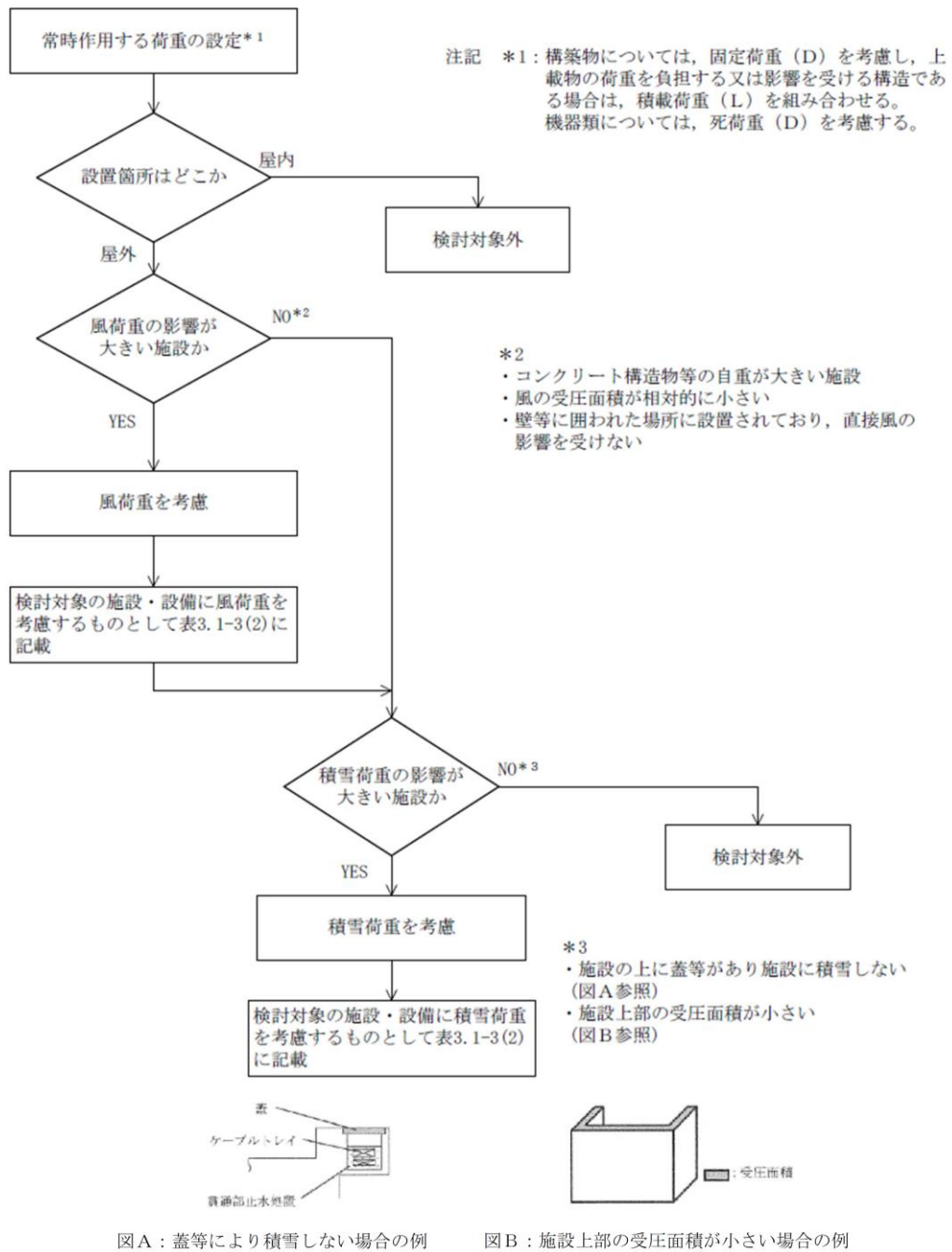
*2：屋外に設置されている施設のうち，コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除く。

(2) 検討対象の施設・設備

施設	施設・設備	
	風荷重*1	積雪荷重*1
建物・構築物	・安全冷却水B冷却塔飛来物防護ネット *2	・安全冷却水B冷却塔飛来物防護ネット ・安全冷却水B冷却塔基礎
機器・配管系	・安全冷却水B冷却塔	・安全冷却水B冷却塔

注記 *1：組み合わせる荷重は、「VI-1-1-1 再処理施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」に基づくものとし，積雪荷重については，六ヶ所村統計書における観測記録上の極値 190cm に，「建築基準法施行令」第八十二条に定めるところの建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せを適用して，平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮した積雪荷重を組み合わせる。また，風荷重については，「E の数値を算出する方法並びに V_D 及び風力係数を定める件」（平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号）に定められた六ヶ所村の基準風速 34m/s を用いて求める荷重を組み合わせる。

*2：風荷重の影響が大きいと考えられる鉄骨架構及びそれに類する構造物について，組合せを考慮する。



第 3.1-1 図 積雪荷重及び風荷重設定フロー

3.2 変位, 変形の制限

再処理施設として設置される建物・構築物, 機器・配管系の設計に当たっては, 剛構造とすることを原則としており, 地震時にこれらに生じる応力を許容応力値以内に抑えることにより, 変位, 変形に対しては特に制限を設けなくても機能は十分維持されることが考えられる。

しかしながら, 地震により生起される変位, 変形に対し設計上の注意を要する部分については以下のような配慮を行い, 設備の機能維持が十分果たされる設計とする。

(1) 建物間相対変位に対する配慮

異なった建物間を渡る配管系の設計においては, 十分安全側に算定された建物間相対変位に対し配管ルート, 支持方法又は伸縮継手の採用等でこれを吸収できるように考慮する。

(2) 形状寸法管理に対する配慮

形状寸法管理を行う設備のうち地震時において発生する変形量を制限する必要がある設備は, これを配慮した設計とする。本方針については, 「IV-1-1-13 地震時の臨界安全性検討方針」にて説明する。

4. 機能維持

4.1 動的機能維持

動的機能が要求される機器は, 「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(1) 動的機能維持」の考え方にに基づき, 地震時及び地震後において, その機器に要求される安全機能を維持するため, 安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震力に対して, その機能種別により回転機器及び弁について, 以下の方法により機能維持を満足する設計とする。

(1) 回転機器及び弁

地震時及び地震後に動作機能の維持が要求される回転機器及び弁については, 安全機能を有する施設の耐震重要度分類に応じた地震動による応答加速度が, 加振試験等の既往の研究によって機能維持を確認した加速度(以下「動的機能確認済加速度」という。)以下であること又は応答加速度による解析等により機能維持を満足する設計とする。動的機能確認済加速度を超える場合には, 詳細検討により機能維持を満足する設計とする。標準的な機種種の動的機能確認済加速度(JEAG4601)を第4.1-1表に示す。

第4.1-1表の適用形式を外れる場合は, 地震時の応答加速度が地震動を模擬した加振試験又は設備が十分に剛であることを踏まえ, 地震動による応答を模擬した静的荷重試験によって得られる, 機能維持を確認した加速度以下であること又は既往知見に基づいた解析により機能維持を満足する設計とする。

具体的な動的機能維持評価について、以下に示す。

a. 回転機器(ポンプ, ブロワ類)

地震時及び地震後に動的機能維持を要求されるポンプについては、次のいずれかにより、必要な機能を有することを確認する。

(a) 計算による機能維持の評価

静的又は動的解析により地震荷重を求め、軸受に負荷する荷重が、軸受の許容荷重以内であることを確認する。また、その他の必要な機能についても計算により確認する。

(b) 実験による機能維持の評価

地震を模擬した加振試験又は地震時に作用する相当荷重を模擬した静的実験により、機能維持の確認をする。

b. 弁について

地震時及び地震後に動的機能維持を要求される弁については、次のいずれかにより、必要な機能を有することを確認する。

(a) 計算による機能維持の評価

次のいずれかにより、弁の設計荷重を決める。

イ. 配管系の解析により、弁の最大加速度を求める。

ロ. あらかじめ弁に対して許容設計加速度を定める。

これらのいずれかによって、与えられた設計荷重により、ヨーク、弁本体、ステム等のうち、もっとも機能に影響の強い部分(一般にはボンネット付根部)の応力等が降伏点又は機能維持に必要な限界値を超えないことを確認する。

(b) 実験による機能維持の評価

地震を模擬した加振試験又は地震時に作用する相当荷重を模擬した静的実験により、機能維持の確認をする。

第 4.1-1 表 動的機能確認済加速度

種別	機種	加速度 確認部位	機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)	
			水平方向	鉛直方向 ^{*1}
横形ポンプ	横形単段遠心式ポンプ	軸位置	3.2 (軸直角方向)	1.0
	横形多段遠心式ポンプ		1.4 (軸方向)	
電動機	横形ころがり軸受電動機	軸受部	4.7	1.0
	横形すべり軸受電動機		2.6	
	立形ころがり軸受電動機		2.5	
	立形すべり軸受電動機			
ファン	遠心直結型ファン	メカニカルシールケーシング	2.3	1.0
	遠心直動型ファン	軸受部	2.6	
	軸流式ファン		2.4	
冷凍機	ターボ式冷凍機	圧縮機軸受部	2.2	1.0
	スクリー式冷凍機	圧縮機部	2.25	
	往復動式冷凍機	シリンダ部	1.9	
非常用 ディーゼル 発電機	高速形ディーゼル機関	機関重心位置	1.1	1.0
		ガバナ取付位置	1.8 ^{*1}	
	中速形ディーゼル機関(1)	機関重心位置	1.1	
		ガバナ取付位置	1.8 ^{*1}	
	中速形ディーゼル機関(2)	機関重心位置	1.7 ^{*1}	
		ガバナ取付位置	1.8 ^{*1}	
制御用 空気圧縮機	V形2気筒圧縮機	シリンダ部	2.2	1.0
	立形単気筒圧縮機			
弁	一般弁	駆動部	6.0	6.0
	一般弁(逆止弁)			
	ゴムダイヤフラム弁		2.7	
ダンパ	空気作動式ダンパ	ケーシング重心位置	3.6	1.0
		ベーン取付位置	5.0	
	電動式ダンパ	ケーシング重心位置	3.2	
		ベーン取付位置	3.5	
ブロワ	ルーツ式ブロワ	軸シール (メカニカル)	2.3	1.0
		軸シール (オイル)	1.2 ^{*2}	1.0

(参考文献)

*1 電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(H10~H13)」

*2 「ルーツブロアの地震時の動的機能維持評価に関する研究」平成6年12月(軸シール(オイル))

4.2 電氣的機能維持

電氣的機能が要求される機器は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(2) 電氣的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動による応答加速度が各々の盤、器具等に対する加振試験等により機能維持を確認した加速度(以下「電氣的機能確認済加速度」という。)以下であること又は解析による最大発生応力が許容応力以下であることにより、機能維持を満足する設計とする。

上記加振試験では、まず、掃引試験により固有振動数を確認する。その後、加振試験を実施し、当該機器が設置される床における加速度以上での動作確認を実施する。又は、実機を模擬した機器を当該機器が設置される床における模擬地震波により加振して、動作確認を実施する。

4.3 気密性の維持

気密性の維持が要求される施設の設計方針については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

4.4 遮蔽機能の維持

遮蔽機能の維持が要求される施設は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(4) 遮蔽機能の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、再処理施設周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、鉄筋コンクリート造として設計することを基本とし、遮蔽機能の維持が要求される遮蔽設備については、安全機能を有する施設の耐震重要度に応じた地震動に対して、「3.1 構造強度上の制限」による構造強度を確保し、遮蔽体の形状及び厚さを確保することで、地震後における残留ひずみを小さくし、ひび割れがほぼ閉塞し、貫通するひび割れが直線的に残留しないこととすることで、遮蔽機能を維持する設計とする。

4.5 支持機能の維持

機器・配管系等の設備を支持する機能の維持が要求される施設は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(5) 支持機能の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、被支持設備が安全機能を有する施設の場合は耐震重要度分類に応じた地震動に対して、以下に示すとおり、支持機能を維持する設計とする。

(1) 建物・構築物(土木構築物以外)の支持機能の維持

建物・構築物の支持機能の維持については、地震動に対して、被支持設備の機能を維持できる構造強度を確保する設計とする。

具体的には、Sクラス設備等の支持機能の維持が要求される建物・構築物が鉄筋コ

ンクリート造の場合は、基準地震動 S_s に対して、耐震壁の最大せん断ひずみが「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすること又は基礎等を構成する部材に生じる応力若しくはひずみが「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすることで、Sクラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。鉄骨造の場合は、基準地震動 S_s に対して、部材に発生する応力が「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすることでSクラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。

耐震壁以外の建物・構築物の部位に関しても、耐震壁がせん断ひずみの許容限界を満足している場合は、耐震壁の変形に追従する建物・構築物の部位の健全性も確保されており、支持機能を確保していると考えられることができる。

また、各建物間に生じる地震時相対変位について、各建物が相互に干渉しないよう適切な間隔を設けると同時に、各建物に渡る設備からの反力に対しても十分な構造強度を確保する設計とする。

(2) 土木構造物の支持機能の維持

Sクラスの機器・配管系の間接支持機能を求められる屋外重要土木構造物については、地震動に対して、構造部材の曲げについては限界層間変形角（層間変形角 $1/100$ ）又は終局曲率、せん断についてはせん断耐力を許容限界とする。なお、限界層間変形角、終局曲率及びせん断耐力の許容限界に対しては妥当な安全余裕をもたせることとする。

その他の土木構造物については、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

4.6 閉じ込め機能の維持

閉じ込め機能の維持が要求される施設は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(6)閉じ込め機能の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射性物質を限定された区域に閉じ込めるため、耐震重要度に応じた地震動に対して構造強度を確保することで、当該機能が維持できる設計とする。

閉じ込め機能の維持が要求される施設のうち、鉄筋コンクリート造の施設は、地震時及び地震後において、放射性物質が漏えいした場合にその影響の拡大を防止するため、閉じ込め機能の維持が要求される壁及び床が耐震重要度に応じた地震動に対して諸室としての構成を喪失しないことで閉じ込め機能が維持できる設計とする。

IV－1－1－9

構造計画，材料選択上の留意点

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 構造計画	1
2.1 建物・構築物	1
2.2 機器・配管系	2
3. 材料の選択	2
3.1 建物・構築物	2
3.2 機器・配管系	3
4. 耐力・強度等に対する制限	3
4.1 建物・構築物	3
4.2 機器・配管系	4
5. 品質管理上の配慮	4
5.1 建物・構築物	4
5.2 機器・配管系	5

1. 概要

再処理施設は、安全性及び信頼性の見地から、通常運転時荷重に対してのみならず、地震時荷重等の短期間に作用する荷重に対して耐えるように設計する必要がある。

これらの設計荷重は、強度設計の立場から、安全側の値として定められているが、重要施設の構造安全性を一層高めるためには、その構造体のダクティリティ*を高めるように設計することが重要である。

本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち、「8. ダクティリティに関する考慮」に基づき、各施設のダクティリティを維持するために必要と考えられる構造計画、材料の選択、耐力・強度等に対する制限及び品質管理上の配慮を各項目別に説明するものである。

なお、構造特性等の違いから施設を建物・構築物と機器・配管系に分けて示す。

注記 *：地震時を含めた荷重に対して、施設に生じる応力値等が、ある値を超えた際に直ちに損傷に至らないこと又は直ちに損傷に至らない能力・特性。

2. 構造計画

2.1 建物・構築物

再処理施設の主要建屋は、主体構造が鉄筋コンクリート造(一部鉄骨造)の建物である。

構造方式としては、壁構造とし、その床及び壁体は機器の配置を考慮しながらつとめて剛構造体となるよう配置し、鉛直荷重がスムーズに基礎に伝達されるように配慮し構造壁の有効性を高める。

内外壁は放射線遮蔽壁としての機能を要求されることが多く、そのために壁厚も厚く、地震時水平力はこの壁で分担する。

また、床スラブも壁同様、放射線遮蔽上の考慮と建屋の耐震一体化の配慮から厚くするため、このスラブの剛性は大きくなっている。

構造全体としての剛心と重心の偏心によるねじれモーメントができる限り小さくなるように壁の配置及び壁厚を定め、ダクティリティを確保するために最も重要なせん断に対する耐力を増加させるよう十分な配筋を行う。

基礎はべた基礎で上部構造に生じる応力を支持地盤に伝達させるに十分な剛性を持ち、原則として岩盤に支持させる。

また、再処理施設の竜巻防護対策設備は、主体構造が鉄骨造の構築物である。

構造全体としては、防護ネット、防護板及びそれらを支持する支持架構で構成されており、支持架構はラーメン構造又はトラス構造とする。基礎は直接基礎又は杭基礎とし、岩盤等に支持させる。

なお、転倒モーメントの低減等の対策を講じる必要がある場合は、支持架構に制振効果を持つ座屈拘束ブレースを付加した制振構造とする。

座屈拘束ブレースは、ブレース材として働く中心鋼材を鋼管とコンクリート(モルタル)で拘束し、座屈させずに安定的に塑性化するようにしたブレースである。

2.2 機器・配管系

機器・配管系に対して十分なダクティリティを持たせるために構造及び配置上、以下の点に注意する。

機器・配管系は、構造上、過度な応力集中が生じるような設計は避けるとともに、さらに、製作、施工面から溶接及び加工しやすい構造、配置とし、十分な施工管理を行う。また、熱処理等によりできる限り残留応力を除去する製法を採用する。

また、疲労累積のレベルをできるだけ低く保つ設計とし、必要な場合には疲労解析を行い、疲労破壊に対して十分な余裕を持つことを確認する。

配管系に関しては、同一経路内で著しく剛性が異なることなく、応力集中が生じないような全体のバランスのとれた配管経路及び支持構造計画を立て、系全体の強度設計の余裕を向上させるものとする。

3. 材料の選択

建物・構築物及び機器・配管系の材料について、ダクティリティを維持するために必要と考えられる方針を示す。

3.1 建物・構築物

建物・構築物に使用される材料は「建築基準法・同施行令」等に準拠し、鉄筋コンクリート材料については「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事((社)日本建築学会, 2013 改定)」(以下「JASS 5N」という。), 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—((社)日本建築学会, 1999 改定)」等、鉄骨材料は「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)等により選定する。

(1) 鉄筋コンクリート材料についての例

a. セメント

セメントは「JASS 5N」の規定による。

b. 骨材

使用する骨材の品質、粒形、大きさ、粒度等は「JASS 5N」の規定による。

c. 水

コンクリートの練混ぜに使用する水は「JASS 5N」の規定による。

d. 混和材

コンクリートに用いる混和材料としてはコンクリート用フライアッシュ及びコンクリート用化学混和剤等がある。これらの混和材料は「JASS 5N」の規定による。

e. 鉄筋

鉄筋は「JIS G 3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)」に適合するものを使用する。

(2) 鉄骨材料についての例

使用する鉄骨は「建築基準法第68条の26第1項」及び「JIS」に適合するものを使用する。また、鉄骨の内、座屈拘束ブレースは日本建築センターが発行する「認定書（工法等）」にて保証されているものを使用する。

3.2 機器・配管系

機器・配管系に使用される構造材料は、安全運転の見地から信頼性の高いものが必要である。

したがって、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」(昭和55年通商産業省告示501号、最終改正平成15年7月29日経済産業省告示第277号)、JSME S NC1等に示されるもの及び化学プラント、火力プラントや国内外の原子力プラントにおいて十分な使用実績があり、かつ、その材料特性が十分把握されているものを使用する。

機器・配管系に使用される材料の鋼種は、原則として規格・基準に示される炭素鋼及び低合金鋼(この2つを総称して「フェライト鋼」と呼ぶ。)、オーステナイト系ステンレス鋼及び非鉄金属を用いる。このうちフェライト鋼については、使用条件に対して脆性破壊防止の観点から延性を確保できるように必要な確認を行う。

確認に当たって特に考慮すべき事項を以下に示す。

- (1) 均質な組成と機械的性質を持ち、強度上有意な影響を及ぼす可能性のある欠陥がない材料を使用する。
- (2) 使用温度及び供用期間中に対し、著しい材料強度特性、破壊靱性の低下が生じにくい材料を使用する。
- (3) 素材として優れた特性を有するとともに、溶接施工及び成形加工においても、その優れた特性を持つ材料を使用する。
- (4) 溶接材料は、溶接継手部が母材と同等の性能が得られるよう選定する。
- (5) 冷却材等に対する耐食性の良い材料を使用する。

4. 耐力・強度等に対する制限

建物・構築物及び機器・配管系の強度設計に関しては、通常時の荷重に対してのみならず、地震時荷重等のように短期間に作用する荷重に対して十分な耐力・強度及びダクティリティを有するように考慮する。

以下にその内容を示す。

4.1 建物・構築物

建物・構築物の強度設計に関する基準、規格等としては「建築基準法・同施行令」、

「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－」((社)日本建築学会, 1999 改定), 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説((社)日本建築学会, 2005 制定)」, 「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)」, 「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格((社)日本機械学会, 2003 制定)」等があり, これらの規格・基準を適用するものとする。

4.2 機器・配管系

機器・配管系の構造強度及び設計においては, JSME S NC1, ASME「Boiler and Pressure Vessel Code」等を準用する。

以下, 機器・配管系のダクティリティを維持するために必要な破壊防止の基本的考え方を示す。

- (1) 脆性破壊が生じないように, 十分な靱性を有する材料を選定する。
- (2) 延性破壊又は疲労破壊が生じないように「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に基づき応力制限を行うとともに, 必要に応じて疲労解析を行う。
- (3) 座屈現象が生じないように, 発生荷重を許容座屈荷重以下に制限する。
- (4) クリープに関しては, 使用温度において供用期間中に支障が生じないように材料を選定する。
- (5) 応力腐食割れが生じないように, 水質管理, 材料選定及び残留応力の低減等の配慮を行う。

5. 品質管理上の配慮

建物・構築物及び機器・配管系のダクティリティを維持するためには前項で示したように構造計画上の配慮, 材料の選択及び耐力・強度等に対する制限に留意するとともに, 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書に基づき品質管理を十分に行う。

以下に建物・構築物及び機器・配管系について, 計画, 設計した耐力・強度等が得られるように, 品質管理上特に留意すべき事項を示す。

5.1 建物・構築物

建物・構築物に対する品質管理は「JASS 5N」等に準拠するが, ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を以下に示す。

- (1) 材料管理
セメント, 水, 骨材, 鉄筋, 鉄骨等が規定の仕様を満たしていることを確認する。
- (2) 配筋管理
配筋が設計図書及び仕様書どおりであることを確認する。
- (3) 鉄骨等の溶接管理

規定どおりに溶接されていることを確認する。

(4) 調合管理

規定どおりに調合されていることを確認する。

(5) 打込み，養生管理

規定及び仕様書どおり打込み及び養生が行われていることを確認する。

(6) 強度管理

設計した強度等が得られていることを確認するため，規定等に従って試験し管理する。

5.2 機器・配管系

機器・配管系に対する品質管理は，JSME S NC1，ASME「Boiler and Pressure Vessel Code」等に準拠するが，ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を次に示す。

(1) 材料管理

素材及び溶接材料について設計仕様書等に示すものが使用されていることを確認する。

(2) 強度管理

素材及び溶接部の試験片による強度，耐圧，漏えい及び振動試験によって確認する。

(3) 製作・据付管理

設計仕様書，設計図書等に示すとおり製作及び据付けが行われていることを確認する。

(4) 保守・点検

据付け後も定期事業者検査等必要な管理を行う。

IV－1－1－10

機器の耐震支持方針

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 機器の耐震設計	1
2.1 基本原則	1
3. 支持構造物の設計	2
3.1 設計手順	2
4. 支持構造物及び基礎の設計	4
4.1 支持構造物の設計(埋込金物を除く)	4
4.2 埋込金物の設計	5
4.3 基礎の設計	8
4.4 機器の支持方法	9
5. その他特に考慮すべき事項	15

1. 概要

機器の耐震設計を行う場合、基本設計条件(耐震重要度、設計温度、圧力、動的・静的機器等)、再処理施設固有の環境条件(地震、風、雪、気温等)、形状、設置場所等を考慮して各々に適した支持条件(拘束方向、支持反力、相対変位等)を決め、支持構造物を選定する必要がある。

また、現地施工性や機器等の運転操作・保守点検の際に支障とならないこと等についても配慮し設計する。

本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「9. 機器・配管系の支持方針について」に基づき、各々の機器の支持方法及び支持構造物の耐震設計方針を説明するものである。

2. 機器の支持構造物

2.1 基本原則

機器の耐震支持方針は下記によるものとする。

- (1) 重要な機器は岩盤上に設けた強固な基礎又は岩盤により支持され十分耐震性を有する建物・構築物内の基礎上に設置する。
- (2) 支持構造物を含め十分剛構造とすることで建物・構築物との共振を防止する。
- (3) 剛性を十分に確保できない場合は、機器系の振動特性に応じた地震応答解析により、応力評価に必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- (4) 重心位置を低くおさえる。
- (5) 配管反力をできる限り機器にもたせない構造とする。
- (6) 偏心荷重を避ける。
- (7) 高温機器は熱膨張を拘束しない構造とする。
- (8) 動的機能が要求されるものについては地震時に機能を喪失しない構造とする。
- (9) 内部構造物については容器との相互作用を考慮した構造とする。
- (10) 支持架構上に設置される機器については、原則として架構を十分剛に設計する。

剛ではない場合は、架構の剛性を考慮した地震荷重等に耐える設計とするとともに、剛ではない架構に設置される機器については、架構の剛性を考慮した地震応答解析を行う。解析に当たっては、設計用床応答曲線又は時刻歴応答波を用いて耐震性の確認を行うものとし、そのうち時刻歴応答波については、実機の挙動をより模擬する場合に用いる。

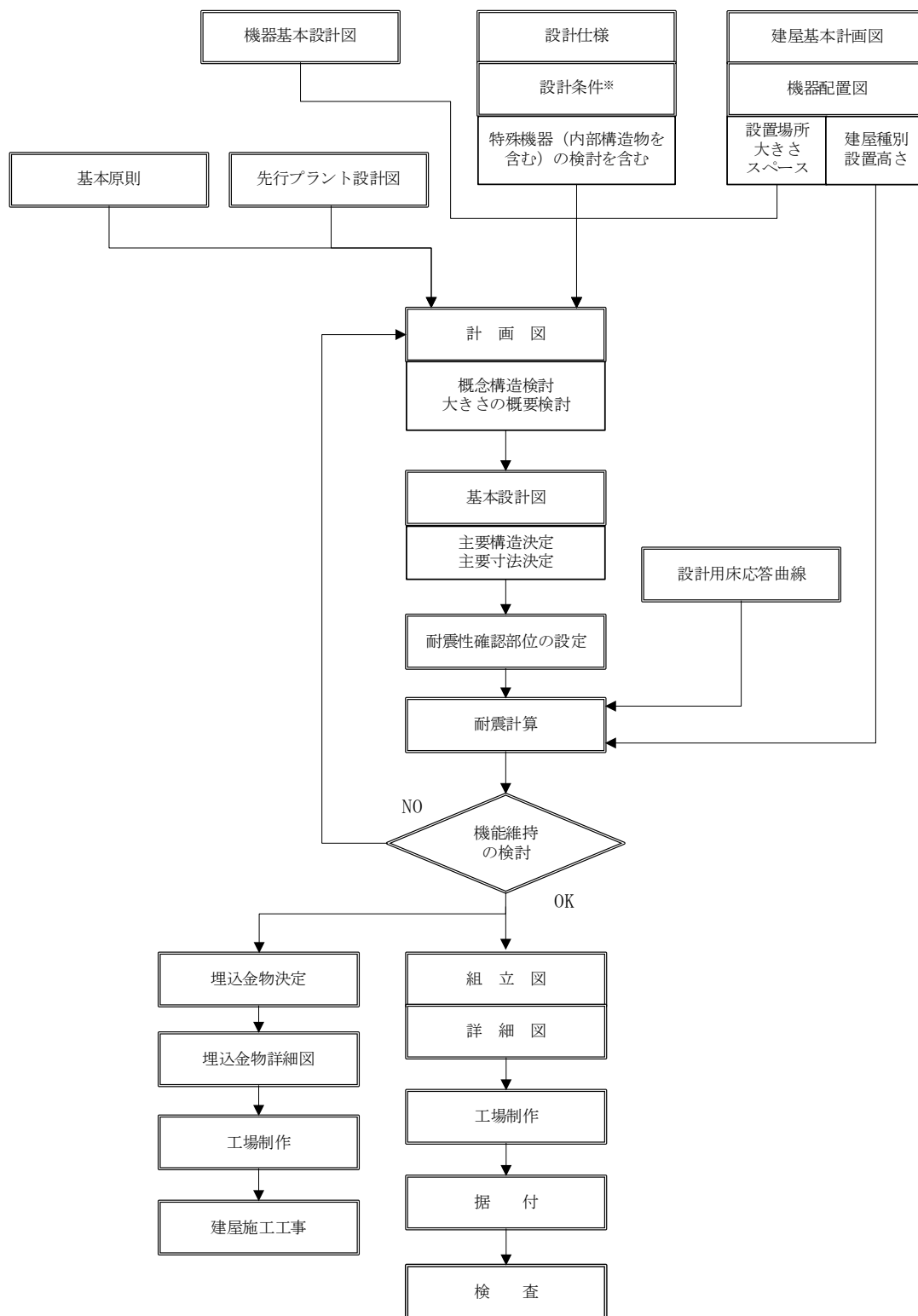
3. 支持構造物の設計

3.1 設計手順

機器類の配置及び構造計画に際しては、建物・構築物、配管、ダクト等機器類以外の設備との関連、設置場所の環境条件、現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行い、機器類の特性、運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等についての配慮を十分加味した耐震設計を行うよう考慮する。

設計手順を第 3.1-1 図に示す。

支持構造物の設計は、建物・構築物基本計画、機器の基本設計条件等から配置設計を行い、支持する機器及び配管の耐震解析並びに機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し、詳細設計を行う。このとき、高温機器については、熱膨張解析による熱膨張変位を拘束しない設計とするよう配慮する。



※環境条件, 現地施工性及び運転操作・保守点検時の配慮含む。

第 3. 1-1 図 機器支持構造物設計フロー

4. 支持構造物及び基礎の設計

4.1 支持構造物の設計(埋込金物を除く)

(1) 設計方針

支持構造物の設計は、機器を剛に支持することを原則とし、機器の重心位置をできる限り低くするとともに、偏心荷重をおさえるよう設計する。

また、熱膨張変位の大きいものについては、その変位を拘束することなく、自重、地震荷重等に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。

(2) 荷重条件

支持構造物設計に当たっては機器の自重、積載荷重、運転荷重等通常時荷重の他に、地震時荷重及び事故時荷重を考慮する。

また、屋外機器については積雪荷重及び風荷重の屋外特有の荷重を考慮する。

荷重の種類及び組合せについては、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

(3) 種類及び選定

支持構造物は大別して、機能材と構造材とに分け設計を行い、下記に従い選定する。

a. 機能材

耐圧母材の機能維持に必須のもので、母材に直接接合されており構造物境界が明瞭でなく、当該支持構造材の部分的損傷が直接母材の機能低下をもたらすおそれのある重要なものに使用する。

また、部材については、容器と同等の応力算定を行い、十分な強度を有するよう設計する。

(代表例) 容器の支持構造物取付用ラグ、ブラケット等

b. 構造材

当該支持構造体が単に耐圧母材を支持することのみを目的とするものであり、当該材と母材との構造物境界が明瞭で、当該材の部分的損傷は直接母材の機能低下をもたらさないようなものに使用する。

また、部材については、鋼構造設計規準等に準拠して設計する。

(代表例) 支持脚、支持柱、支持架構、ボルト、スナバ

4.2 埋込金物の設計

(1) 設計方針

機器の埋込金物は、支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え、支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。

埋込金物の選定は、機器の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。このとき、定着部は、原則としてボルトの限界引き抜き力に対して、コンクリート設計基準強度及びせん断力算定断面積による引き抜き耐力が上回るよう埋込深さを算定することで、基礎ボルトに対して十分な余裕を持つように設計する。

(2) 荷重条件

埋込金物の設計は、機器から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

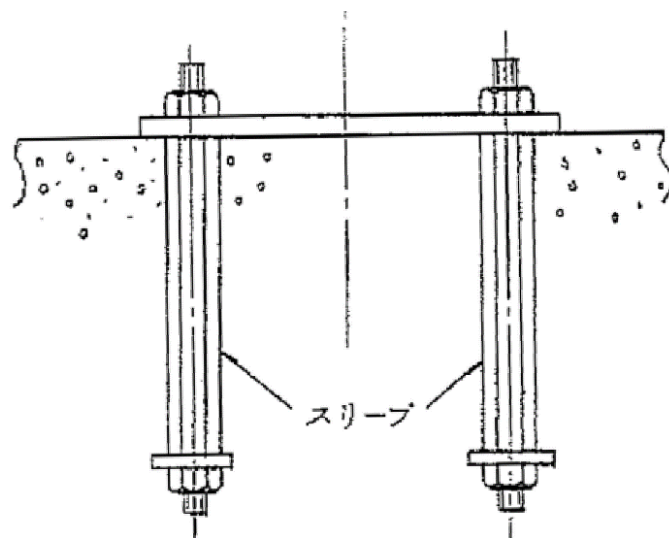
(3) 種類及び選定

埋込金物には下記の種類があり，それぞれ使用用途に合わせて選定する。

a. 基礎ボルト形式(スリーブ付)

タンク，ポンプ等，基礎ボルト本数が多く，高い据付け精度が必要な機器に使用する。

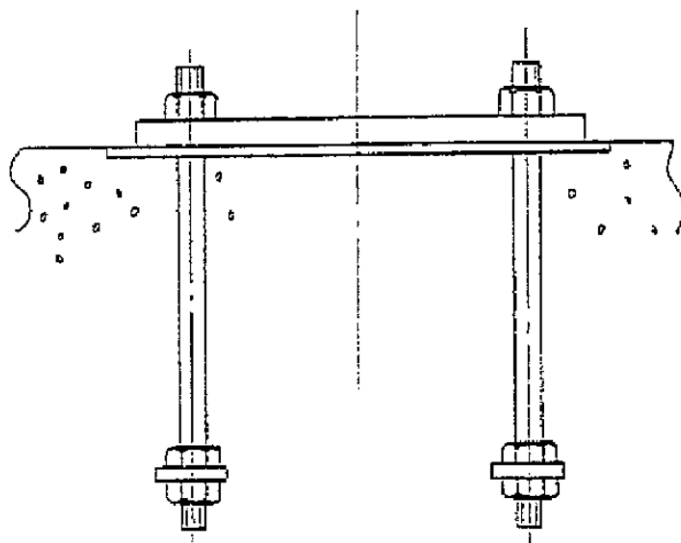
(代表例)貯槽



b. 基礎ボルト形式(スリーブ無し)

基礎ボルト本数が少ない機器の支持構造物，あるいは高い据付け精度が必要でない機器，タンク等に多く使用する。

(代表例)ポンプ

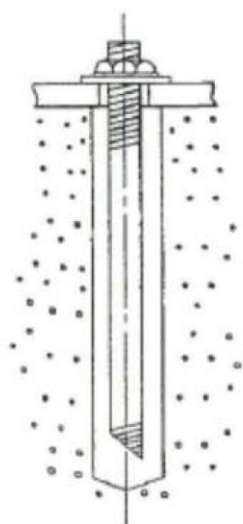


c. 後打アンカ

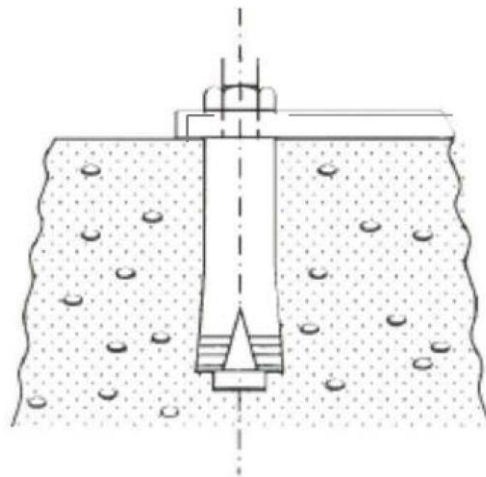
打設後のコンクリートに穿孔機で孔をあけて設置するもので、ケミカルアンカ又はメカニカルアンカを適用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持できる温度条件で使用する。メカニカルアンカは振動が大きい箇所に使用しない。

後打アンカの設計は、JEAG4601・補-1984 又は「各種合成構造設計指針・同解説」((社)日本建築学会, 2010 改定)に基づき設計する。また、アンカメーカーが定める施工要領に従い設置する。

(代表例)凝縮器



ケミカルアンカ



メカニカルアンカ

4.3 基礎の設計

(1) 設計方針

機器の基礎は、支持構造物から加わる自重及び地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、機器の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

(2) 荷重条件

基礎の設計は、機器から伝わる荷重に対し、荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

(3) 種類及び選定

基礎は機器の種類及び設置場所により、下記に従い選定する。

a. 屋内の基礎

屋内に設置される機器の支持構造物は、建屋の床壁あるいは天井を基礎として設置される。したがって建屋設計に際しては、これら機器からの荷重を十分考慮した堅固な鉄筋コンクリート造とする。

機器を床に設置する場合、一般に基礎は水はけをよくするため、かさ上げする。支持構造物は、鉄筋コンクリート造に十分深く埋め込んだ基礎ボルトにより基礎に固定する。

機器を壁あるいは天井から支持する場合は、一般にあらかじめ壁あるいは天井の鉄筋コンクリート造に埋込金物を埋め込み、支持構造物を溶接あるいはボルトにより固定する。

b. 屋外の基礎

屋外に設置される機器は岩盤上の鉄筋コンクリート造上に設置される。

基礎は基礎自身の自重及び地震荷重の他に基礎上に設置される機器からの通常時荷重、地震時荷重、積雪荷重及び風荷重を考慮して十分強固であるよう設計する。

機器支持構造物は一般に基礎中に埋め込んだ基礎ボルトにより固定する。

4.4 機器の支持方法

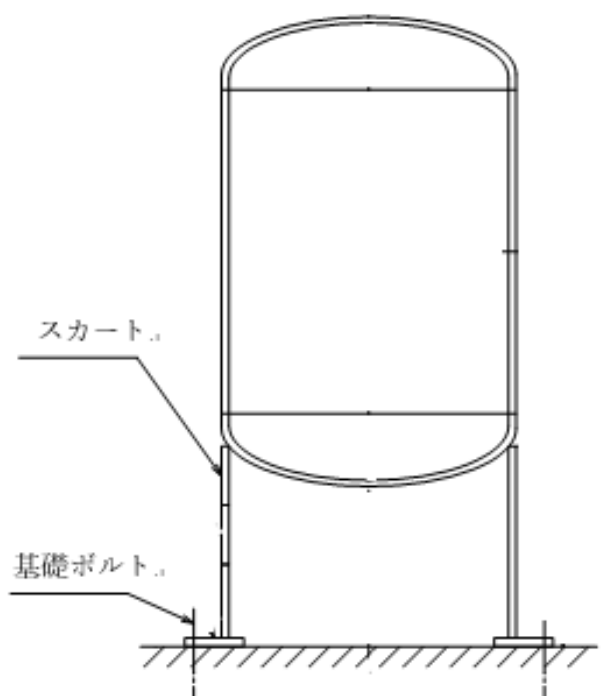
(1) たて置の機器

a. スカートの支持

スカートはその外周下端に取り付けられたリブ及びベースプレートを介して基礎ボルトにより基礎に固定する。スカート剛性及び基礎ボルトサイズは、容器重量及び地震力による転倒モーメント等に対し十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造はたて型のタンク類で比較的容量が大きいものに採用する。

(代表例)貯槽

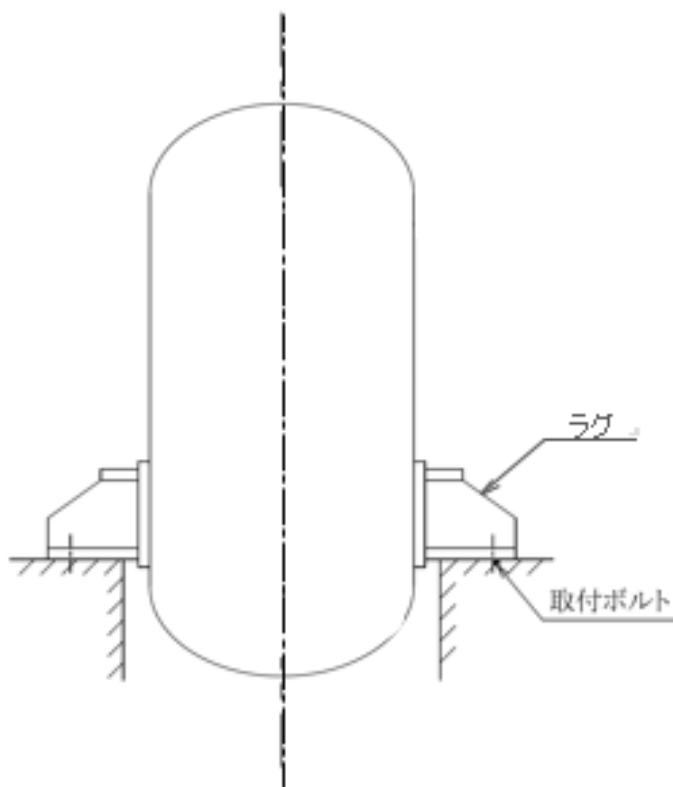


b. ラグによる支持

下図の様に機器本体に取り付けられたラグにより支持する形式のものである。
この形式は機器本体の半径方向の熱膨張を自由にし、円周方向及び鉛直方向のラグ剛性で支持するものとする。

この形式の支持構造は熱膨張を拘束しない機器に採用する。

(代表例) ポット類

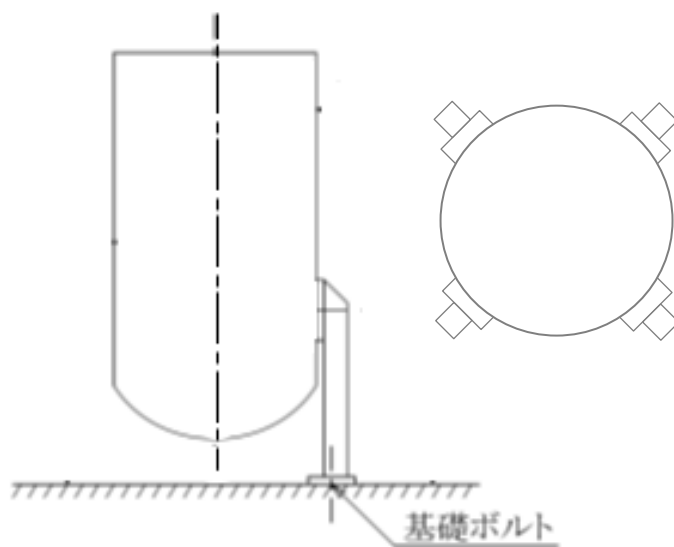


c. 支持脚による支持

下図のとおり，形鋼を胴周囲対角線上の4箇所に取り付けベースプレートを基礎ボルト又は溶接により基礎に固定する。脚剛性及び基礎ボルトサイズは，容器重量及び地震力による転倒モーメント等に対し十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造は比較的軽中量のタンクに採用する。

(代表例)膨張槽

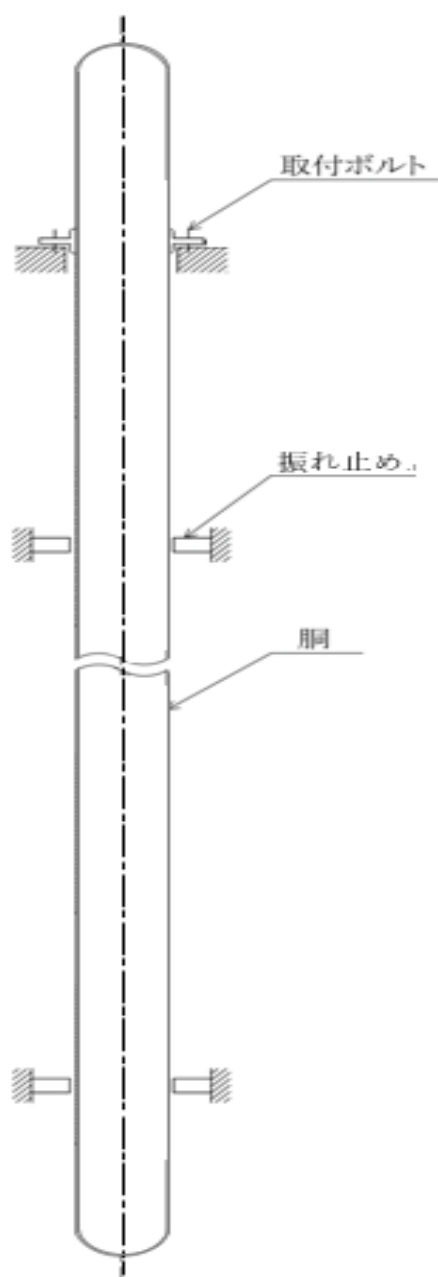


d. 振れ止めによる支持

下図の様に長いたて形の容器は、固定部だけでなく、中間部にも振れ止めを設ける設計とする。振れ止めは、振れ止め部の地震荷重に対し、十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造は、胴部がたてに長い容器等に採用する。

(代表例) 洗浄塔



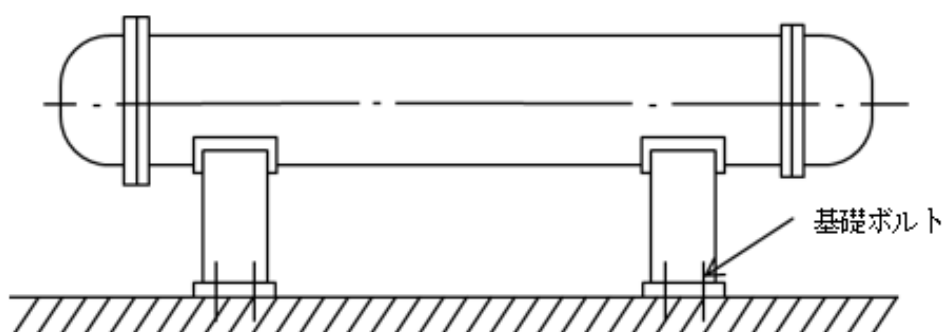
(2) 横置の機器

a. 支持脚による支持

支持脚は鋼板製の溶接構造とし、多数の基礎ボルトで基礎に固定する。支持脚は十分な剛性及び強度を持たせ、基礎ボルトは、地震力による転倒モーメント等に対し十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造は容量の大きい横置の熱交換器、タンク類に採用する。

(代表例) 貯槽

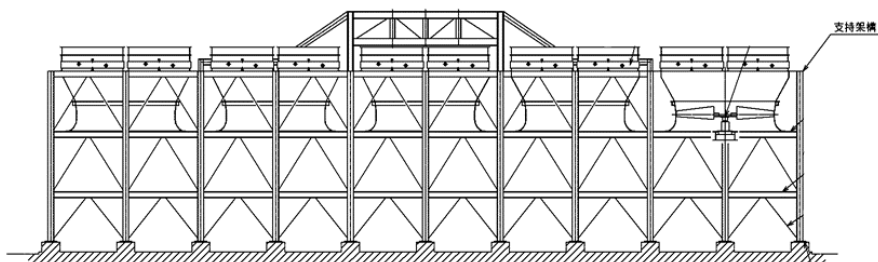


b. 支持架構による支持

支持架構は、柱材、はり材、ブレース等により構成しており、多数のボルトにより固定する。支持架構は十分な剛性及び強度を持たせ、ボルトは地震力による転倒モーメントに対し十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造は、全体を支持する支持架構に複数の機器をボルト等に取り付けて構成する場合に採用する。

(代表例) 冷却塔



(3) 内部構造物

a. 熱交換器

熱交換器は、シェル&チューブ形とプレート形に分類される。シェル&チューブ形の伝熱管は、U字管式のものと同直管式のものがあり、いずれもじゃま板によって伝熱管を剛に支持し、地震及び流体による振動を防止する。またプレート形の伝熱板は締付ボルトにて側板に固定することで、伝熱板の地震及び流体による振動を防止する。

b. タンク類

タンク類でその内部にスプレイノズル、冷却コイル、加熱コイル等が設けられるものについては、それらを機器本体からのサポートにより取り付ける。

5. その他特に考慮すべき事項

(1) 機器と配管の相対変位に対する考慮

機器と配管との相対変位に対しては、配管側のフレキシビリティでできる限り変位を吸収することとし、機器側管台部又は支持構造物に過大な反力を生じさせないように配管側のサポート設計において考慮する。

(2) 動的機器の支持に対する考慮

ポンプ、ファン等の動的機器に対しては地震力の他に機器の振動を考慮して支持構造物の強度設計を行う。

また、振動による軸芯のずれを起こさないよう、据付台の基礎へのグラウト固定、取付ボルトの回り止め等の処置を行う。

(3) 建物・構築物との共振の防止

支持に当たっては据付場所に応じ、建物・構築物の共振領域からできるだけ外れた固有振動数を持つよう考慮する。また、共振領域近くで設計する場合は地震応答に対して十分な強度余裕を持つようにする。

(4) 波及的影響の防止

耐震重要度分類における下位クラスの機器の破損によって上位クラスの機器に波及的影響を及ぼすことがないように配置等を考慮して設計するが、波及的影響が考えられる場合には、下位クラス機器の支持構造物は上位クラスに適用される地震動に対して設計する。

(5) 材料の選定

材料選定に当たっては、使用条件下における強度に配慮し、十分な使用実績があり、材料特性が把握された安全上信頼性の高いものを使用する。

また、「IV-1-1-9 構造計画，材料選択上の留意点」の材料の選択方針に基づき、ダクティリティを持つよう配慮する。

(6) 移動式設備に対する考慮

基礎又は支持架構上に固定されていない移動式設備については、転倒等による落下を防止するための措置を講じる。また、揚重機能を有するクレーン類のワイヤロープ等については、搬送する物品等が浮き上がった場合に作用する荷重に対して、耐震重要施設の安全機能に影響を与えないように設計する。

IV－1－1－11

配管系の耐震支持方針

IV－1－1－11－1
配管の耐震支持方針

目次

	ページ
1. 配管の耐震支持方針	1
1.1 概要	1
1.2 配管の設計手順	1
1.2.1 基本原則	1
1.2.2 配管及び支持構造物の設計手順	1
1.3 配管の設計	4
1.3.1 基本方針	4
1.3.2 多質点系はりモデルを用いた評価方法	7
1.3.3 標準支持間隔を用いた評価方法	7
2. 支持構造物の設計	41
2.1 概要	41
2.2 設計の基本方針	41
2.2.1 設計方針	41
2.2.2 荷重条件	41
2.2.3 種類及び選定	46
2.2.4 支持構造物の設計において考慮すべき事項	48
2.3 支持装置の設計	48
2.3.1 概要	48
2.3.2 支持装置の選定	48
2.3.3 支持装置の使用材料	53
2.3.4 支持装置の強度及び耐震評価方法	53
2.4 支持架構及び付属部品の設計	95
2.4.1 概要	95
2.4.2 設計方針	96
2.4.3 荷重条件	96
2.4.4 種類及び選定	96
2.4.5 支持架構及び付属部品の選定	99
2.4.6 支持架構及び付属部品の使用材料	106
2.4.7 支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法	106
2.5 埋込金物の設計	125
2.5.1 概要	125
2.5.2 埋込金物の設計	127

2.5.3	基礎の設計	127
2.5.4	埋込金物の選定	127
2.5.5	埋込金物の強度及び耐震評価方法	129
3.	耐震評価結果	137
3.1	支持構造物の耐震評価結果	137
3.2	支持構造物の基本形状の耐震計算結果	205
3.2.1	支持構造物の耐震計算結果	205
3.2.2	個別の処置方法	205
4.	その他の考慮事項	221

1. 配管の耐震支持方針

1.1 概要

本方針は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、再処理施設の配管及びその支持構造物について、耐震設計上十分安全であるように考慮すべき事項を定めたものである。

1.2 配管の設計手順

1.2.1 基本原則

配管の耐震支持方針は下記によるものとする。

- (1) 支持構造物は、剛な床、壁面等から支持することとする。
- (2) 支持構造物を含め建物・構築物との共振を防止する。
- (3) 架台はり及び内部鉄骨から支持する場合は、支持部剛性、支持構造物の剛性を連成して設計する。
- (4) 支持構造物は、拘束方向の支持点荷重に対して十分な強度があり、かつ剛性を有するものを選定する。
- (5) 機器管台に接続される配管については、機器管台の許容荷重を超えないように支持構造物の設計を行う。
- (6) 高温となる配管については、熱膨張変位を過度に拘束しない設計とする。
- (7) 熱膨張変位を過度に拘束しないために、配管系の剛性を十分に確保できない場合は、配管系の振動特性に応じた地震応答解析により必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- (8) 地震時の建屋間相対変位を考慮する場所については、その変位に対して十分耐える設計とする。
- (9) 水撃現象が生じる可能性のある場所については、その荷重に十分耐える設計とする。

1.2.2 配管及び支持構造物の設計手順

配管経路は建屋形状、機器配置計画とともに系統の運転条件、機器等への接近性、保守点検性の確保を考慮した上、配管の熱膨張による変位の吸収、耐震設計上の重要度に応じた耐震性の確保に関し最適設計となるよう配置を決定する。また、この際、配管内にドレンが溜まったり、エアポケットが生じたりしないようにするとともに、水撃現象の生じる可能性のあるものについては十分に配慮するものとする。

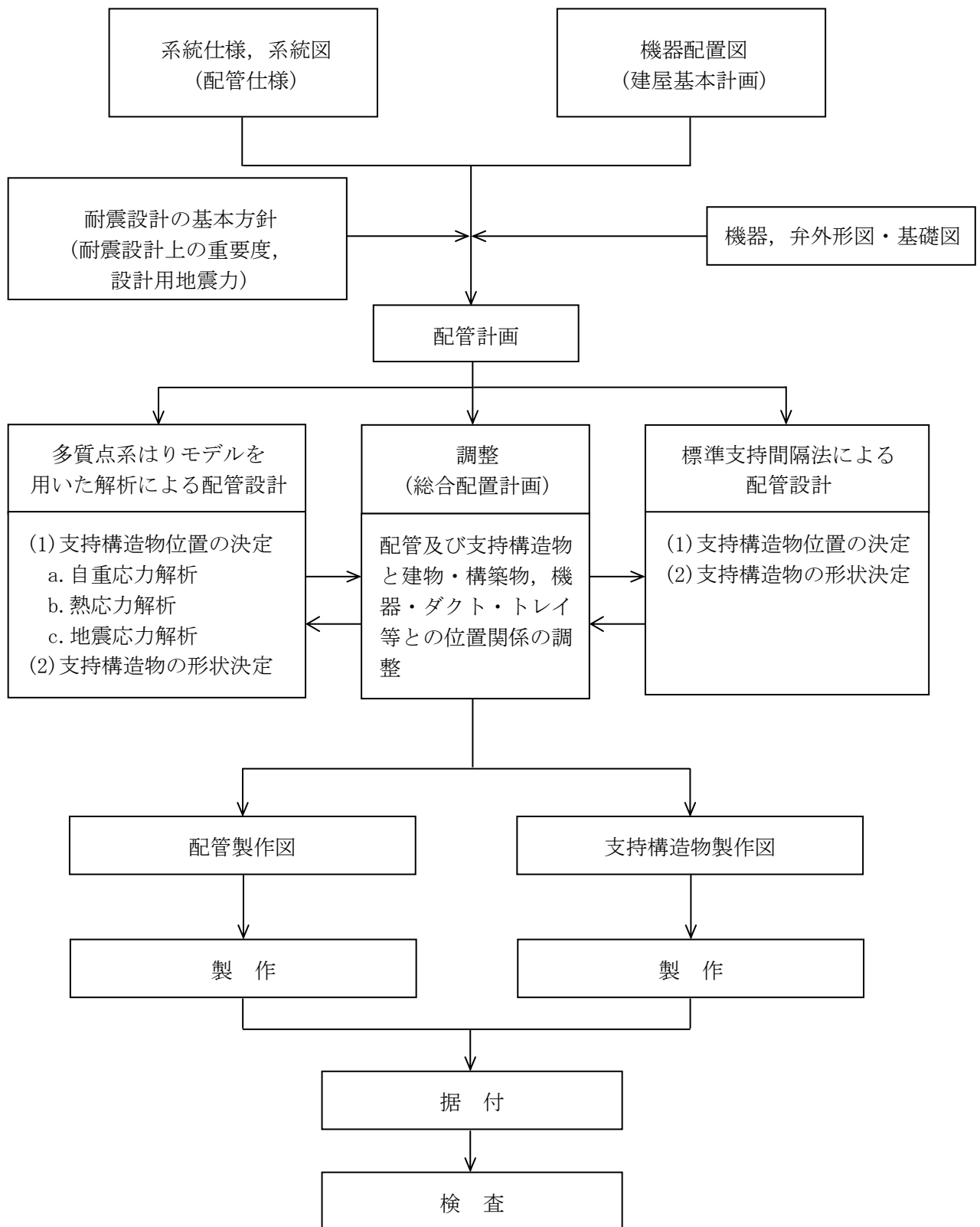
地震による建屋間等相対変位を考慮する必要がある場所に配置されるものについては、その変位による変形に対して十分耐えられるようにし、また、ポンプ、容器等のノズルに対する配管反力が過大とならないよう併せて考慮する。

以上を考慮の上決定された配管経路について、多質点系はりモデル(3次元はりモ

デル)による解析又は標準支持間隔法により配管及び支持構造物の設計を行う。

支持構造物は、標準化された製品の中から、配管から受ける荷重に対して十分な強度があるものを選定する。

設計手順を第1.2.2-1図に示す。



第1.2.2-1図 配管支持構造物設計フロー

1.3 配管の設計

1.3.1 基本方針

1.3.1.1 重要度による設計方針

配管は設備の重要度，口径及び最高使用温度により，第1.3.1.1-1表のように分類して設計を行う。ただし，第1.3.1.1-1表以外の確認方法についても，その妥当性が確認できる範囲において採用するものとする。また，設計及び工事の計画の申請範囲における解析方法の適用範囲を第1.3.1.1-2表に示す。

第1.3.1.1-1表 配管の重要度による解析方法

耐震 重要度	配管分類		多質点系はりモデルを 用いた評価方法*1	標準支持間隔を 用いた評価方法*3
	口径	最高使用温度		
S	100A以上	151℃以上	○*2	—
		151℃未満	—	○
	80A以下	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
B	100A以上	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
	80A以下	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
C	100A以上	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○
	80A以下	151℃以上	—	○
		151℃未満	—	○

記号○印：原則として適用する解析方法

注記 *1：耐震重要度Sクラス及びBクラスの配管で多質点系はりモデルによる解析を行い、配管系の1次固有周期が0.05秒を超えた場合は、動的解析及び静的解析を実施する。

*2：複数の配管が近接して配置され、代表計算にて確認を行う場合には、配管の仕様条件が同等であることを確認した上で確認する。

*3：標準支持間隔法は、多質点系はりモデルによる解析にて代行することができる。

第1.3.1.1-2表 解析方法の適用範囲

施設区分	設備又は系	多質点系はりモデルを用いた評価方法	標準支持間隔を用いた評価方法
その他再処理設備の附属施設	安全冷却水系	—	○

1.3.1.2 配管の設計において考慮すべき事項

(1) 配管の分岐部

大口径配管からの分岐管については、原則大口径配管の近傍を支持する。ただし、大口径配管の熱膨張及び地震による変位が大きい場合には、分岐部及び分岐管に過大な応力を発生させないようにフレキシビリティを持たせた支持をする。

(2) 配管と機器の接続部

機器管台に加わる配管からの反力が許容反力以内となるように配管経路及び支持方法を決定する。

(3) 異なる建屋、構築物間を結ぶ配管

異なる建屋、構築物間を結ぶ配管については、建屋、構築物間の相対変位を吸収できるように、配管にフレキシビリティを持たせた構造又はフレキシブルジョイントを設ける等の配慮を行い、過大な応力を発生させない設計とする。

(4) 弁

配管の途中に弁等の集中荷重がかかる部分については、この集中荷重にできる限り近い部分を支持し、特に駆動装置付きの弁は偏心荷重を考慮して、必要に応じて弁本体を支持することにより過大な応力が生じないようにする。弁は、発生応力が配管より小さくなるよう配管よりも厚肉構造とする。

(5) 屋外配管

主要な配管は岩盤で支持したダクト構造内に配置し、建屋内配管と同様の耐震設計とする。

(6) 振動

配管の支持方法及び支持点は、回転機器等の振動あるいは内部流体の乱れによる配管振動を生じないように考慮して決定する。

(7) 耐震重要度が異なる配管との接続部

耐震重要度Sクラス又はBクラスの配管について、それぞれ下位のクラスに属する配管と弁等を境界として接続され、境界となる弁等が耐震支持されていない場合には、その影響を考慮し原則として境界以降第一番目の耐震上有効な

軸直角方向拘束点までを耐震重要度Sクラス又はBクラスの配管と同様に扱い設計を行う。

(8) 高温配管

最高使用温度が151℃以上であり、口径が100A以上の配管は、熱膨張による応力を低減するために一般に柔に設計する必要がある。また、耐震上の要求からは、剛に設計する必要がある。したがって、配管設計は双方の均衡をとった設計とする必要があり、支持位置及び支持条件を決めるに当たっては、原則として次のような事項を考慮し、地震及び熱膨張による応力の制限を満足する設計を行う。

- a. 自重を支持するために、あるいは耐震上剛性を高めるために、配管を拘束する場合には、配管の熱膨張による変位が少ない箇所にアンカサポート又はレストレイント等を設けるものとする。
- b. 配管の熱膨張による変位がある特定の方向に大きい場合であって、その他の方向に上記a.と同じ理由によって拘束する必要がある場合は、熱膨張による変位方向を拘束せず、目的とする方向を拘束するガイド等を設けるものとする。
- c. 熱膨張による鉛直方向変位が大きい箇所で、配管の自重を支持する必要がある場合は、スプリングハンガを用いる。
- d. 熱膨張による変位が大きい方向を、耐震上の要求から拘束する場合はスナバを用いる。

1.3.2 多質点系はりモデルを用いた評価方法

多質点系はりモデルを用いた評価方法では、原則として固定点から固定点までを独立した1つのブロックとして、地震荷重、自重、熱荷重等により配管に生じる応力が許容応力以下となるように配管経路及び支持方法を定める。

その一例を以下に示す。

はじめに仮のアンカサポート、レストレイント位置を定めて熱応力解析を行い、必要に応じてアンカサポート、レストレイント位置、個数等の変更あるいは配管経路の見直しを行い、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。次に、地震応力解析を行い、必要に応じてレストレイント位置、個数等の変更あるいはスナバの追加により、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。この際、自重応力の確認もあわせて実施し、必要に応じてハンガの追加を検討する。

1.3.3 標準支持間隔を用いた評価方法

標準支持間隔法による配管の耐震計算は、配管を直管部、曲がり部、集中質量部、

分岐部，Z形部，門形部及び分岐＋曲がり部の各要素に分類し，要素ごとに許容値を満足する最大の支持間隔を算出する。

直管部については，各建屋における地震時の応答解析結果に基づき，配管に生じる応力が許容応力以下となるように最大の支持間隔を求め，これを直管部に対する標準支持間隔とする。配管の直管部は，この標準支持間隔以内で支持することにより耐震性を確保する。

直管部の標準支持間隔算出に当たっては，配管仕様，建屋，階層の区分及び減衰定数ごとに，解析条件を満足する支持間隔をそれぞれ計算し求める。

配管の曲がり部，集中質量部，分岐部，Z形部，門形部及び分岐＋曲がり部については，直管部と同等以上の耐震性を有するように，それぞれ直管部の標準支持間隔に対する支持間隔比を求め，各要素の支持間隔を算出する。配管の曲がり部，集中質量部，分岐部，Z形部，門形部及び分岐＋曲がり部については，各要素の支持間隔以内で支持することにより耐震性を確保する。

多質点系はりモデルを用いた評価方法では，これらの部位に対しては応力係数を考慮しているが，標準支持間隔法では支持間隔比を考慮することにより，多質点系はりモデルを用いた評価方法より保守的な評価となるようにする。

複数階層を跨る配管を評価する場合は，配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し，その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で，最も短いものを適用して評価を行う。

なお，二重管部についても，標準支持間隔を採用する。

また，グローブボックス内配管のように，配管の支持構造物であるグローブボックスの応答の増幅が考えられる場合については，配管が剛となるように支持間隔を設定し，地震による過度の振動が生じないよう考慮する。

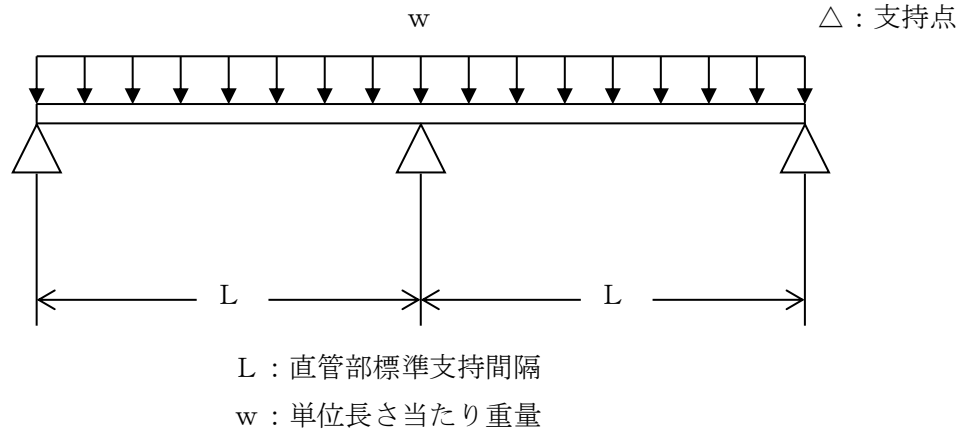
本章では，上記により求めた直管部標準支持間隔，曲がり部，集中質量部，分岐部，Z形部，門形部及び分岐＋曲がり部の支持間隔を基に配管に支持点を設定する場合の例を示す。

その他，標準支持間隔法により配管を設計する場合の考慮事項及び標準支持間隔法で設計することが困難な場合の処置方法についても示す。

1.3.3.1 直管部の支持間隔

1.3.3.1.1 解析モデル

配管を下図のように支持間隔 L で3点支持した等分布荷重連続はりにモデル化する。支持点の拘束方向は軸直角方向のみとし、軸方向及び回転に対しては自由とする。



1.3.3.1.2 解析方法

解析モデルに対して、解析コードを用いて設計用地震力による応力を算定するとともに、内圧及び自重の影響を考慮して、直管部の標準支持間隔を求める。

なお、解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

1.3.3.1.3 解析条件

(1) 設計用地震力

「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す設計用地震力を用いて評価を行う。

また、設計用床応答曲線は、「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に示す。

なお、設計用床応答曲線は、安全側に谷埋め及びピーク保持を行うこととする。

(2) 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる設計用減衰定数は、「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に示す設計用減衰定数を適用する。

なお、適用に当たり配管系の支持点間隔は以下の条件を満たすよう配

慮することとする。

配管系全長/(配管区分ごとに定められた支持具の支持点数) ≤ 15(m/支持点)

ここで、支持点とは支持具が取り付けられている配管節点をいい、複数の支持具が取り付けられている場合も1支持点とする。

(3) 階層の区分

解析に当たっては、設計用床応答曲線をいくつかの階層に区分し、支持間隔を求めるものとする。階層の区分は、本資料の別紙1「各施設の直管部標準支持間隔」に示す。

(4) 配管重量

配管の重量は、配管自体の重量及び内部流体の重量を合計した値とする。

さらに、保温材の付く配管については、その重量を考慮する。

直管部標準支持間隔を算出する配管の単位長さ当たり重量を、本資料の別紙1「各施設の直管部標準支持間隔」に示す。

(5) 配管応力

配管に生じる応力は、JEAG4601の計算式に基づき地震による応力の他に内圧及び自重による応力を求め、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき次式で応力評価を行うものとする。

なお、応力評価に当たっては、突合せ、すみ肉の溶接部ごと及び直管部、曲げ部、分岐部の形状変化部位ごとにJSME S NC1 PPC-3810に基づき算出した応力係数を考慮する。

応力係数の考慮の仕方として、曲げ部及び分岐部に対しては、直管部の標準支持間隔法で算出した応力を越えないよう溶接部及び形状変化部の両方の応力係数を満足する支持間隔グラフを作成する。直管部の応力係数としては、施工方法又は部品を標準的に用いることで溶接有無に関わらず、応力が同等となるよう考慮する。

$$S_{p r m} = P D_0 / 4 t + 0.75 i_1 (M_a + M_b) / Z$$

ここで、

$S_{p r m}$: 一次応力 (MPa)

P : 地震と組合せるべき運転状態における圧力 (MPa)

D_0 : 管の外径 (mm)

t : 管の厚さ (mm)

i_1 : 応力係数

M_a : 管の機械的荷重(自重その他の長期的荷重に限る)により生ずるモーメント (N・mm)

M_b : 管の機械的荷重(地震を含めた短期的荷重)により生ずるモーメント (N・mm)

ト (N・mm)
Z : 管の断面係数(mm³)

許容応力については、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に基づき算定する。

(6) 配管系の振動数

支持構造物を含めた配管系の固有振動数は、配管系の設計に用いる建屋床応答スペクトルのピークの固有振動数領域より短周期側に避けることを原則とする。

配管系の固有周期は、支持構造物を含めて算出し、配管の固有周期については次式で示す。

$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{\lambda^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{EIg}{w}}$$

ここで、

T : 固有周期 (s)

f : 固有振動数 (Hz)

λ : 振動数係数 (-)

π : 円周率 (-)

L : 標準支持間隔 (mm)

E : 縦弾性係数 (MPa)

I : 断面2次モーメント (mm⁴)

g : 重力加速度 (mm/s²)

w : 単位長さ当たり重量 (N/mm)

1.3.3.1.4 解析結果及び支持方針

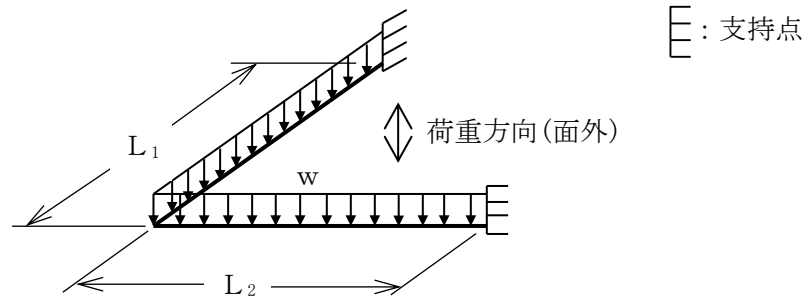
解析結果を本資料の別紙1「各施設の直管部標準支持間隔」に示す。

配管の直管部は、標準支持間隔以内で支持する。なお、直管部に異径の配管が混在する場合は、最も短くなる標準支持間隔にて当該直管部を支持するものとする。

1.3.3.2 曲がり部の支持間隔

1.3.3.2.1 解析モデル

配管の曲がり部は、下図に示すようにピン結合両端固定の等分布荷重の連続はりにモデル化する。



L_1, L_2 : 曲がり部から支持点までの長さ

L_E : 曲がり部支持間隔 ($L_E = L_1 + L_2$)

w : 単位長さ当たり重量

荷重方向 : 耐震性の評価方向

面外 : 配管で構成される面に対して直角方向

1.3.3.2.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。

- (4) (1), (2), (3) 項の各条件を満足する理論解を $\left(\frac{L_1}{L_E}\right)$ の関数として $\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$ の最

大値 $\left(\frac{L_E'}{L_0}\right)$ を求める。

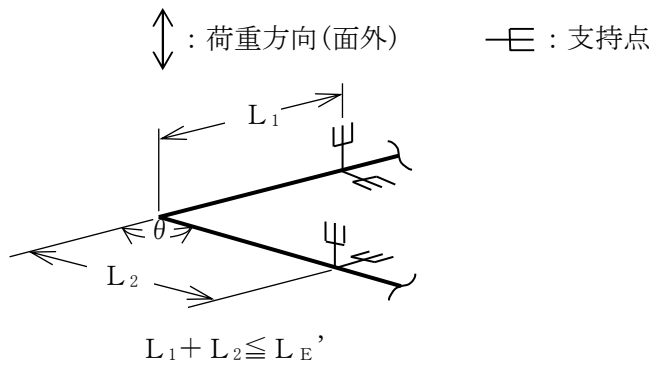
ただし、 L_0 は直管部標準支持間隔を表す。 L_1, L_E は「1.3.3.2.1 解析モデル」、 L_E' は「1.3.3.2.3 解析結果及び支持方針」参照。

- (5) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.2.3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

1.3.3.2.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.2.3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」に示す。本グラフは、曲がり部をはさむ支持点間距離を直管部標準支持間隔に対する比として示すものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。



$L_{E'}$ は、 L_0 (直管部標準支持間隔)に、

第 1.3.3.2.3-1 図 曲がり部支持間隔グラフより求

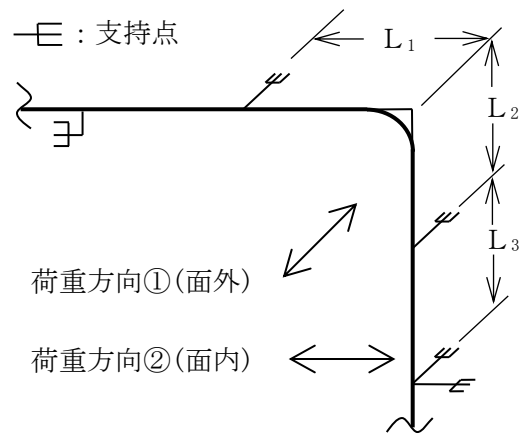
まる $\left(\frac{L_E}{L_0}\right)$ の最大値 $\left(\frac{L_{E'}}{L_0}\right)$ を乗じた長さ。

また、配管及び支持構造物の設計上、 L_1 又は L_2 あるいはその両方を長くする必要がある場合は、面外振動を拘束する支持構造物を設け、次式を同時に満足すること。

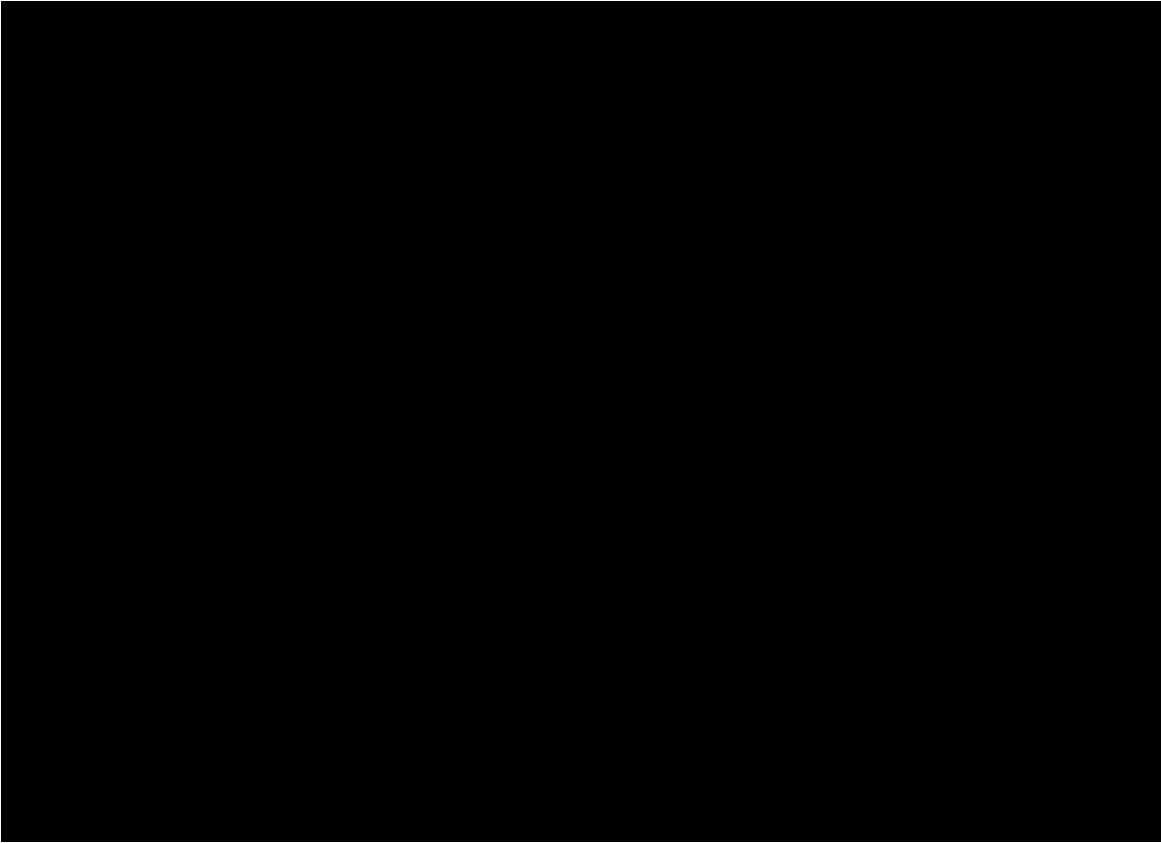
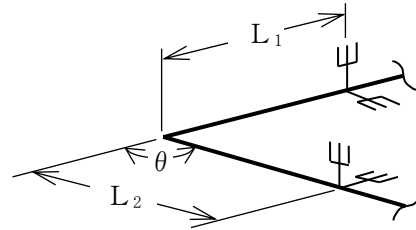
荷重方向①(面外)に対して
 $L_1 + L_2 \leq L_{E'}$

荷重方向②(面内)に対して
 $L_2 + L_3 \leq L_0$

面内：配管で構成される面に対して平行な方向



—E : 支持点 \updownarrow : 荷重方向(面外)

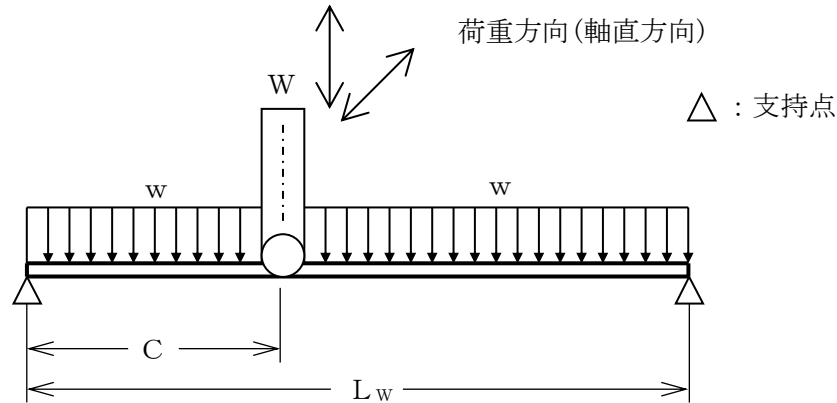


第1.3.3.2.3-1図 曲がり部支持間隔グラフ

1.3.3.3 集中質量部の支持間隔

1.3.3.3.1 解析モデル

配管に弁等の重量物が設置される集中質量部は、下図に示すように任意の位置に集中荷重を有する両端支持の連続はりにモデル化する。



- L_w : 集中質量部支持間隔
- C : 支持端から集中荷重点までの長さ
- w : 単位長さ当たり重量
- W : 集中荷重
- 荷重方向 : 耐震性の評価方向

1.3.3.3.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 水平地震力が加わった場合の集中荷重及び等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 自重及び鉛直地震力による集中荷重並びに等分布荷重の合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントよりも小さいこと。
- (4) (1), (2), (3) 項の各条件を満足する理論解を各々 $\left(\frac{C}{L_w}\right)$ をパラメータとし、

$\left(\frac{W}{w \cdot L_0}\right)$ の関数として $\left(\frac{L_w}{L_0}\right)$ の最大値を求める。

ただし、 L_0 は直管部標準支持間隔を表す。 L_w , C , w , W は「1.3.3.3.1 解析モデル」参照。

- (5) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

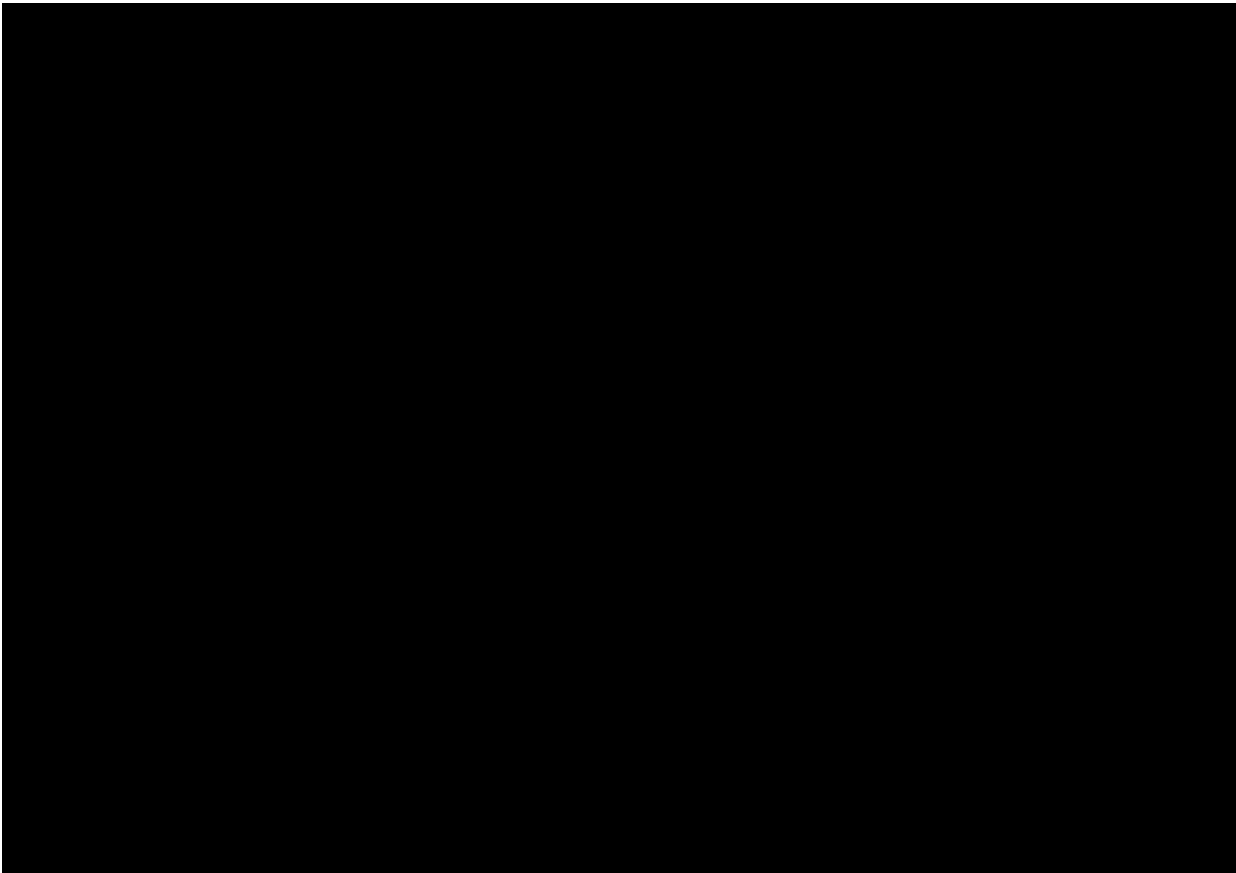
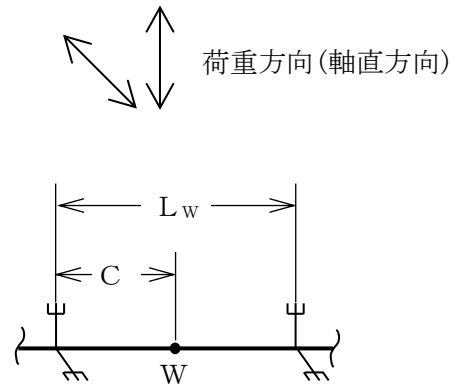
1.3.3.3.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」に示す。本グラフは、弁等の重量物が設置された場合の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

低温配管中の電動弁及び空気作動弁については、配管及び弁自体の剛性を適切に評価し、必要に応じて弁駆動部の偏心荷重によって過大な荷重が配管に生じないように配管及び弁上部を支持する。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

また、集中荷重が複数の場合は、複数の集中荷重の総和を一つの集中荷重として設定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。この場合、荷重位置Cは、一律 $0.5L_w$ とする。

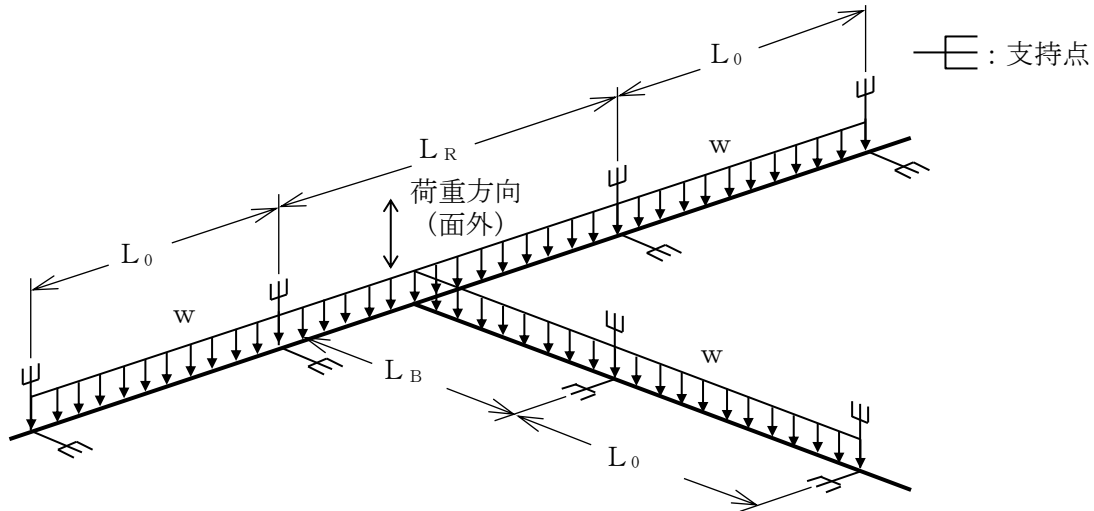


第1.3.3.3.3-1図 集中質量部支持間隔グラフ

1.3.3.4 分岐部の支持間隔

1.3.3.4.1 解析モデル

配管の分岐部は、下図に示すように分岐部の支持端を単純支持はりとする等分布荷重の連続はりにモデル化する。分岐管はピン結合とする。



- | | |
|-------------------|------------------------|
| L_R : 分岐部母管長さ | 荷重方向 : 耐震性の評価方向 |
| L_B : 枝管長さ | 面外 : 配管で構成される面に対して直角方向 |
| L_0 : 直管部標準支持間隔 | |
| w : 単位長さ当たり重量 | |

1.3.3.4.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 水平地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の水平地震力による曲げモーメントより小さいこと。
- (3) 自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の自重及び鉛直地震力による合計曲げモーメントより小さいこと。
- (4) (1), (2), (3)項の各条件を満足する分岐部支持間隔比 $\left(\frac{L_R}{L_0}\right)$ の最大値を、

$\left(\frac{L_B}{L_0}\right)$ の関数として求める。解析結果は、分岐部の代表例として母管と枝管とが同一口径のものをまとめたものである。

ただし、 L_0 は直管部標準支持間隔を表す。 L_R 、 L_B は「1.3.3.4.1 解析モデル」参照。

- (5) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.4.3-1図「分岐部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

1.3.3.4.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.4.3-1図「分岐部支持間隔グラフ」に示す。本グラフは、分岐部の許容支持間隔を直管部の標準支持間隔に対する比として示したものであり、許容領域内に配管を支持するものとする。

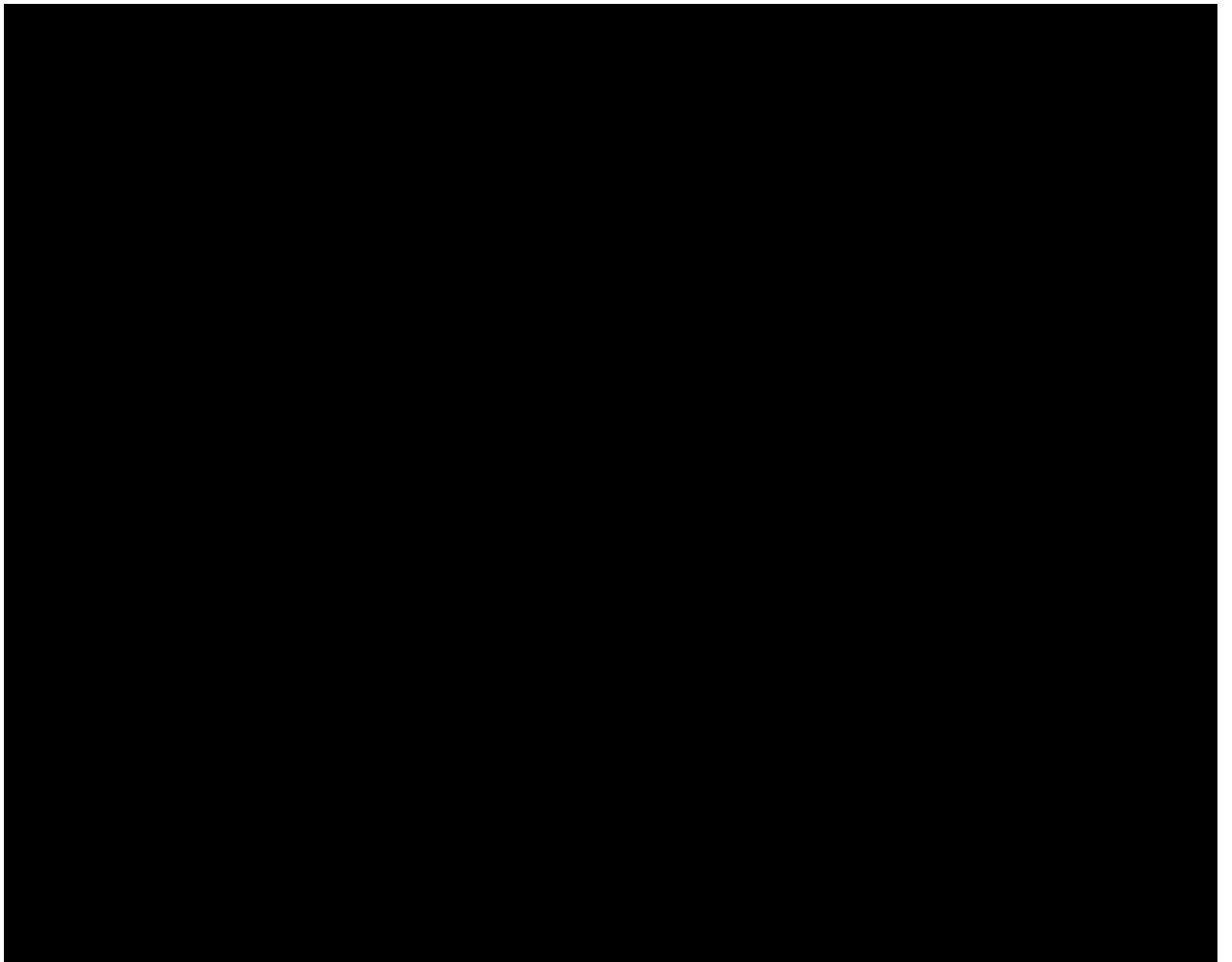
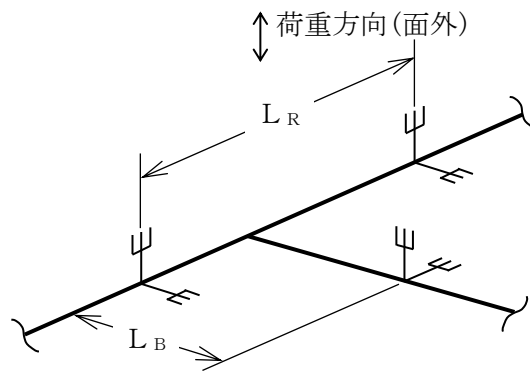
なお、母管と枝管の口径が異なる場合は、以下に従うものとする。

(1) $0.5 < \text{「枝管口径/母管口径」} < 1.0$

直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

(2) 「枝管口径/母管口径」 ≤ 0.5

母管と枝管を切り離して考え、それぞれについて各要素の支持間隔グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。この場合、分岐点は枝管の支持点として扱う。

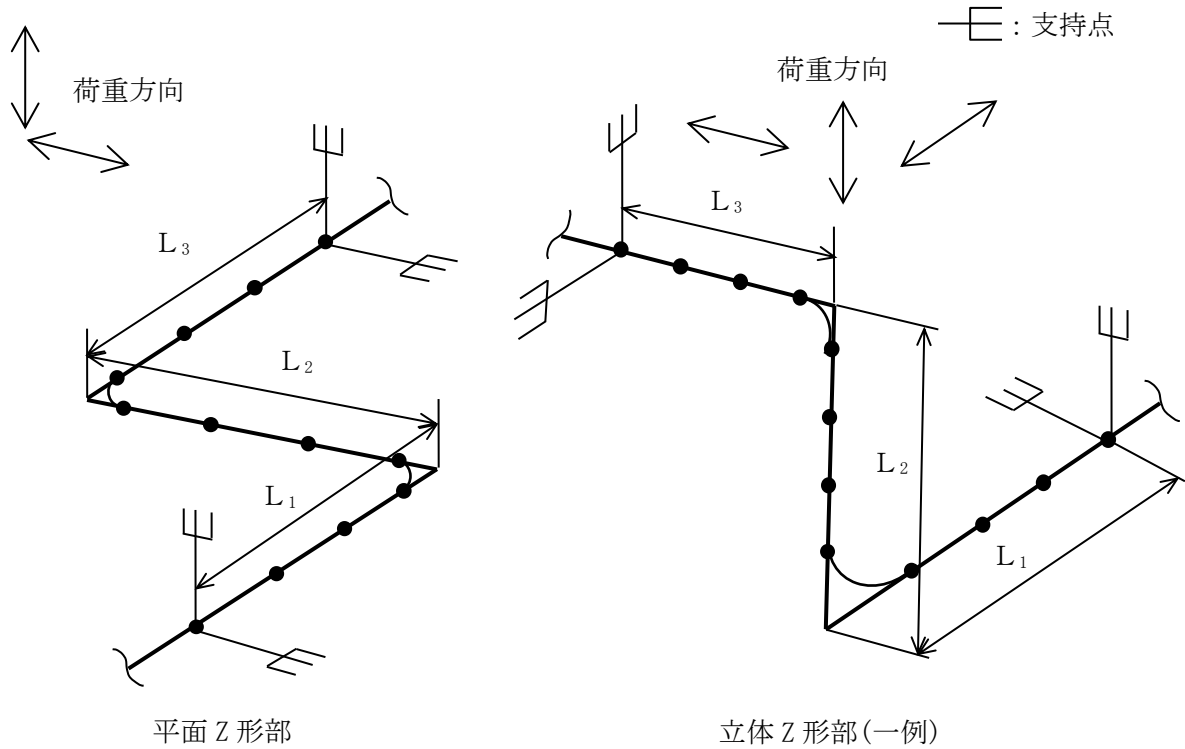


第1.3.3.4.3-1図 分岐部支持間隔グラフ

1.3.3.5 Z形部の支持間隔

1.3.3.5.1 解析モデル

配管のZ形部は，下図に示すように両端単純支持とする等分布荷重の多質点系はりモデルにモデル化する。



L_0 : 直管部標準支持間隔
 L_1, L_2, L_3 : 上図による
 荷重方向 : 耐震性の評価方向

1.3.3.5.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 地震力が加わった場合の曲げモーメントが，直管部の標準支持間隔の地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 1.3.3.5.1の解析モデルに対し，解析コードによる固有値解析及び地震応答解析を行い，(1)，(2)の条件を満足する $\left(\frac{L_1}{L_0}\right)$ と $\left(\frac{L_2}{L_0}\right)$ の関係を反復収束計算により求める。
 ただし， $L_1 \geq L_3$ とする。
 また， L_0 は直管部標準支持間隔， L_1, L_2, L_3 は「1.3.3.5.1 解析モデル」参照。
- (4) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.5.3-1図「平面Z形部支持間隔グラフ」

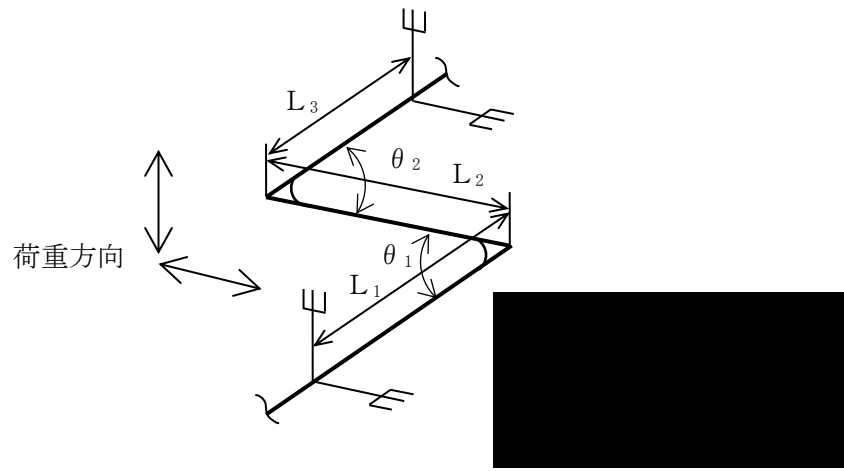
及び第1.3.3.5.3-2図「立体Z形部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

1.3.3.5.3 解析結果及び支持方針

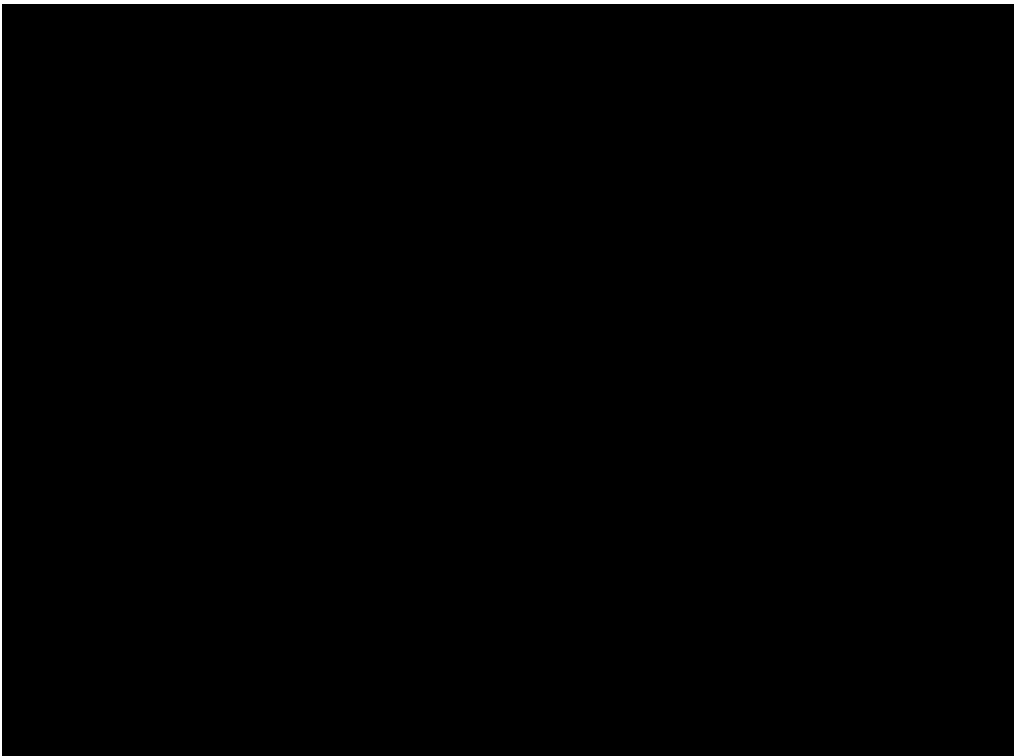
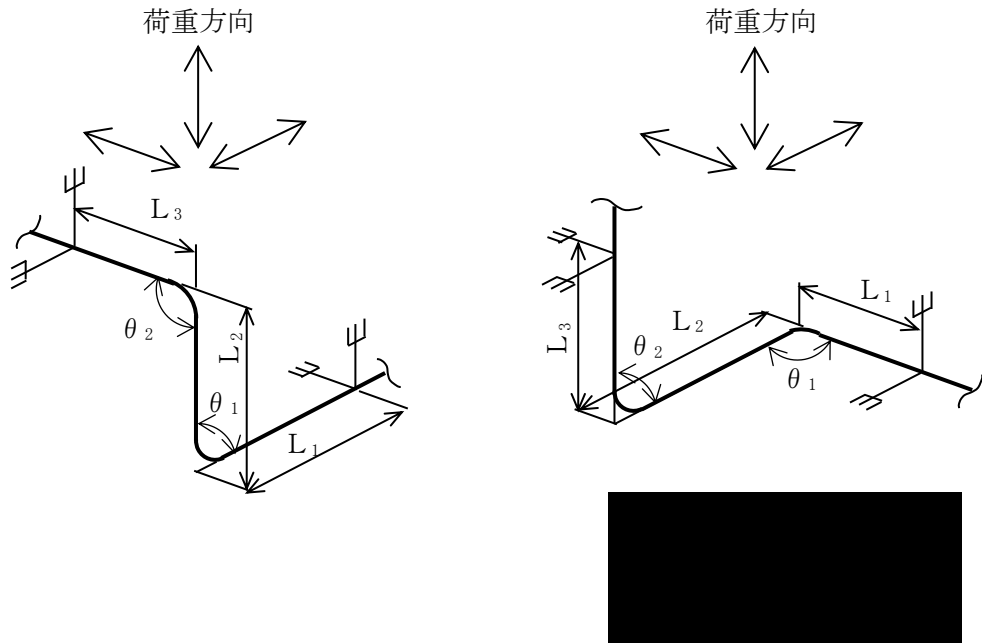
解析結果を第1.3.3.5.3-1図「平面Z形部支持間隔グラフ」及び第1.3.3.5.3-2図「立体Z形部支持間隔グラフ」に示す。

本グラフは、Z形部の許容支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したもので、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。



第1.3.3.5.3-1図 平面Z形部支持間隔グラフ

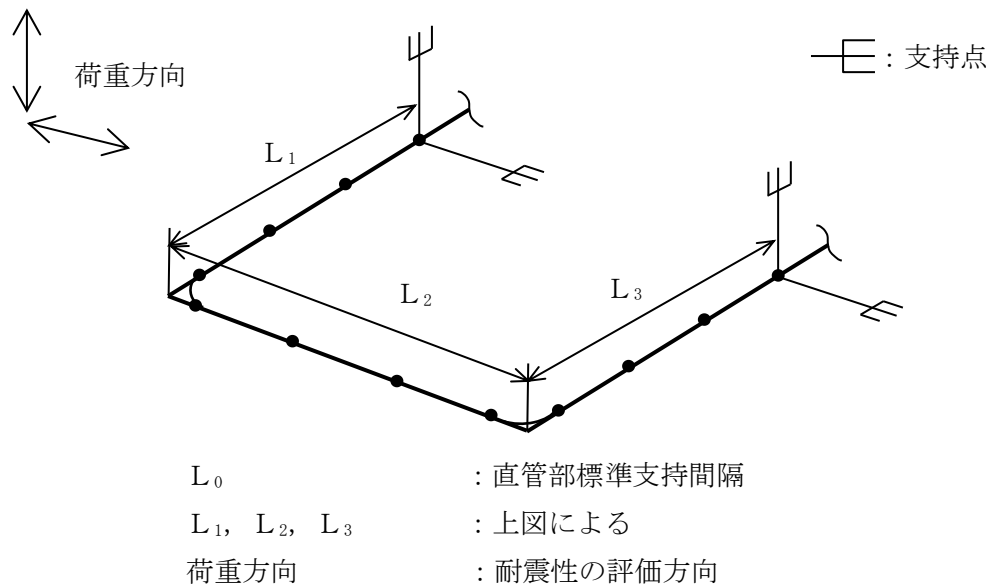


第1.3.3.5.3-2図 立体Z形部支持間隔グラフ

1.3.3.6 門形部の支持間隔

1.3.3.6.1 解析モデル

配管の門形部は、下図に示すように両端単純支持とする等分布荷重の多質点系はりモデルにモデル化する。



1.3.3.6.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 1.3.3.6.1の解析モデルに対し、解析コードによる固有値解析及び地震応答解析を行い、(1)、(2)の条件を満足する $\left(\frac{L_1}{L_0}\right)$ と $\left(\frac{L_2}{L_0}\right)$ の関係を反復収束計算により求める。

ただし、 $L_1 \geq L_3$ とする。

また、 L_0 は直管部標準支持間隔、 L_1, L_2, L_3 は「1.3.3.6.1 解析モデル」参照。

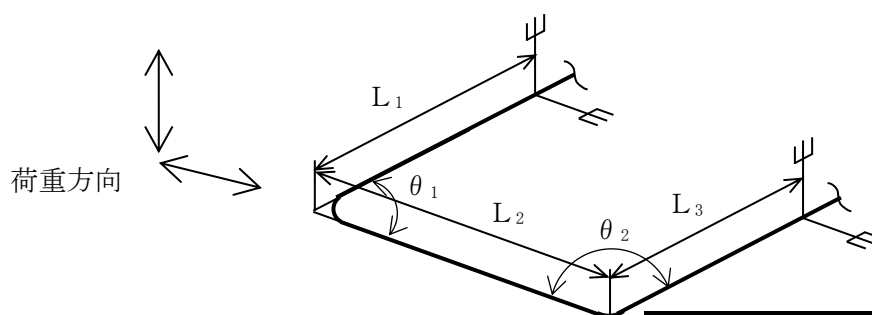
- (4) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.6.3-1図「門形部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

1.3.3.6.3 解析結果及び支持方針

解析結果を第1.3.3.6.3-1図「門形部支持間隔グラフ」に示す。

本グラフは、門形部の許容支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したもので、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

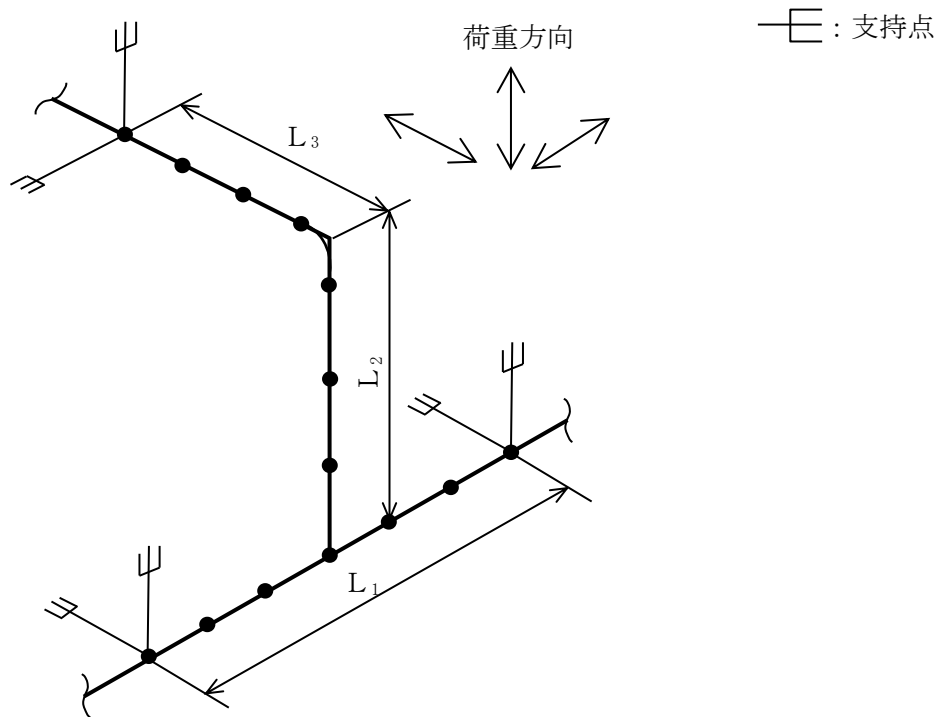


第1.3.3.6.3-1図 門形部支持間隔グラフ

1.3.3.7 分岐+曲がり部の支持間隔

1.3.3.7.1 解析モデル

配管の分岐+曲がり部は、下図に示すように3つの支持端を単純支持とする分布荷重の多質点系はりモデルにモデル化する。



L_0 : 直管部標準支持間隔
 L_1, L_2, L_3 : 上図による
荷重方向 : 耐震性の評価方向

1.3.3.7.2 解析条件及び解析方法

- (1) 固有振動数が直管部の標準支持間隔の固有振動数以上であること。
- (2) 地震力が加わった場合の曲げモーメントが、直管部の標準支持間隔の地震力による曲げモーメントよりも小さいこと。
- (3) 1.3.3.7.1の解析モデルに対し、解析コードによる固有値解析及び地震応答解析を行い、(1)、(2)の条件を満足する $\left(\frac{L_1}{L_0}\right)$ 、 $\left(\frac{L_2}{L_0}\right)$ 、 $\left(\frac{L_3}{L_0}\right)$ の関係を反復収束計算により求める。
また、 L_0 は直管部標準支持間隔、 L_1 、 L_2 、 L_3 は「1.3.3.7.1 解析モデル」参照。
- (4) 応力係数を考慮して作成した第1.3.3.7.3-1図「分岐+曲がり部支持間隔グラフ」に基づく支持間隔比を用いることで、応力係数に対する設計上の配慮を行う。

1.3.3.7.3 解析結果及び支持方針

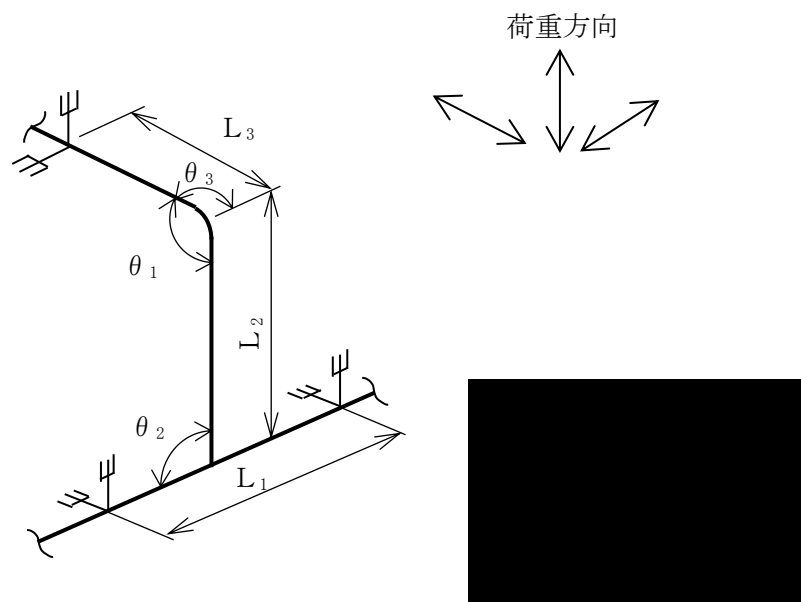
解析結果を第1.3.3.7.3-1図「分岐+曲がり部支持間隔グラフ」に示す。

本グラフは、分岐+曲がり部の許容支持間隔を直管部標準支持間隔に対する比として示したもので、許容領域内に配管を支持するものとする。

なお、異径の配管が混在する場合は、直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。

また、母管と枝管の口径が異なる場合は、以下に従うものとする。

- (1) $0.5 < \text{「枝管口径/母管口径」} < 1.0$
直管部標準支持間隔が最も短くなる配管を選定して、本グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。
- (2) 「枝管口径/母管口径」 ≤ 0.5
母管と枝管を切り離して考え、それぞれについて各要素の支持間隔グラフの許容領域内に配管を支持するものとする。この場合、分岐点は枝管の支持点として扱う。



第1.3.3.7.3-1図 分岐+曲がり部支持間隔グラフ

1.3.3.8 支持点の設定方法

標準支持間隔法を適用して配管に支持点を設ける場合の手順は、対象とする配管仕様、建屋、床区分及び減衰定数に基づき、直管部標準支持間隔を選定し、この直管部標準支持間隔をもとに各要素(直管部、曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部)の支持間隔を定めるとともに、各要素の評価方向が拘束されるように支持点の設定を行う。

1.3.3.8.1 直管部標準支持間隔の選定と各要素の支持間隔

直管部標準支持間隔は、配管仕様(圧力、温度、材質、口径、板厚、保温材の有無、内部流体及び単位長さ当たり重量)、建屋、階層の区分及び減衰定数別に算出していることから、設計する配管仕様、建屋、階層の区分及び減衰定数に応じて選定する。直管部については、この直管部標準支持間隔以内で支持し、その他の要素については、各々の支持間隔比に直管部標準支持間隔を乗じた支持間隔以内で支持する。

1.3.3.8.2 各要素の評価方向

配管の各要素(直管部、曲がり部、集中質量部、分岐部、Z形部、門形部及び分岐+曲がり部)は、これらの形状が持つ特性から、同程度の荷重が負荷されても方向により各要素の応力又は固有振動数への影響が異なるため、影響が大きい方向を評価(荷重)方向と特定して支持間隔を定めている。

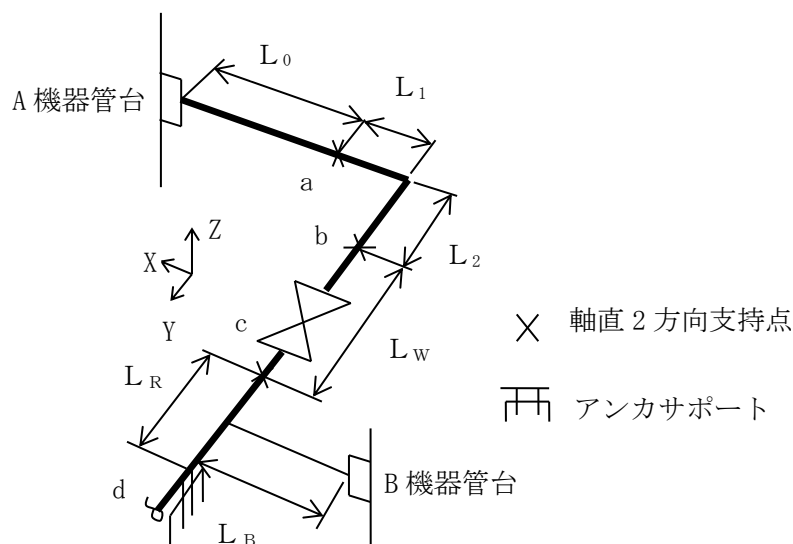
- (1) 直管部及び集中質量部の支持間隔は、配管軸直方向
- (2) 曲がり部の支持間隔は、曲がり部をはさむ両辺で作る面の面外方向
- (3) 分岐部の支持間隔は、母管と分岐管が作る面の面外方向
- (4) 平面Z形部の支持間隔は、配管軸直方向。立体Z形部は、配管軸直方向及び軸方向
- (5) 門形部の支持間隔は、配管軸直方向
- (6) 分岐+曲がり部の支持間隔は、配管軸直方向及び軸方向

なお、支持点の設定に当たっては、各要素の評価方向が拘束されるようにする。配管軸方向の評価は、配管軸方向の配管重量を集中荷重とみなし、それに直交する配管上の支持点で評価することとして、集中質量部の支持間隔を用いる。

以上を考慮するとともに、各要素の方向(配管軸直と軸方向の3方向)ごとに拘束されていない方向がないようにする。

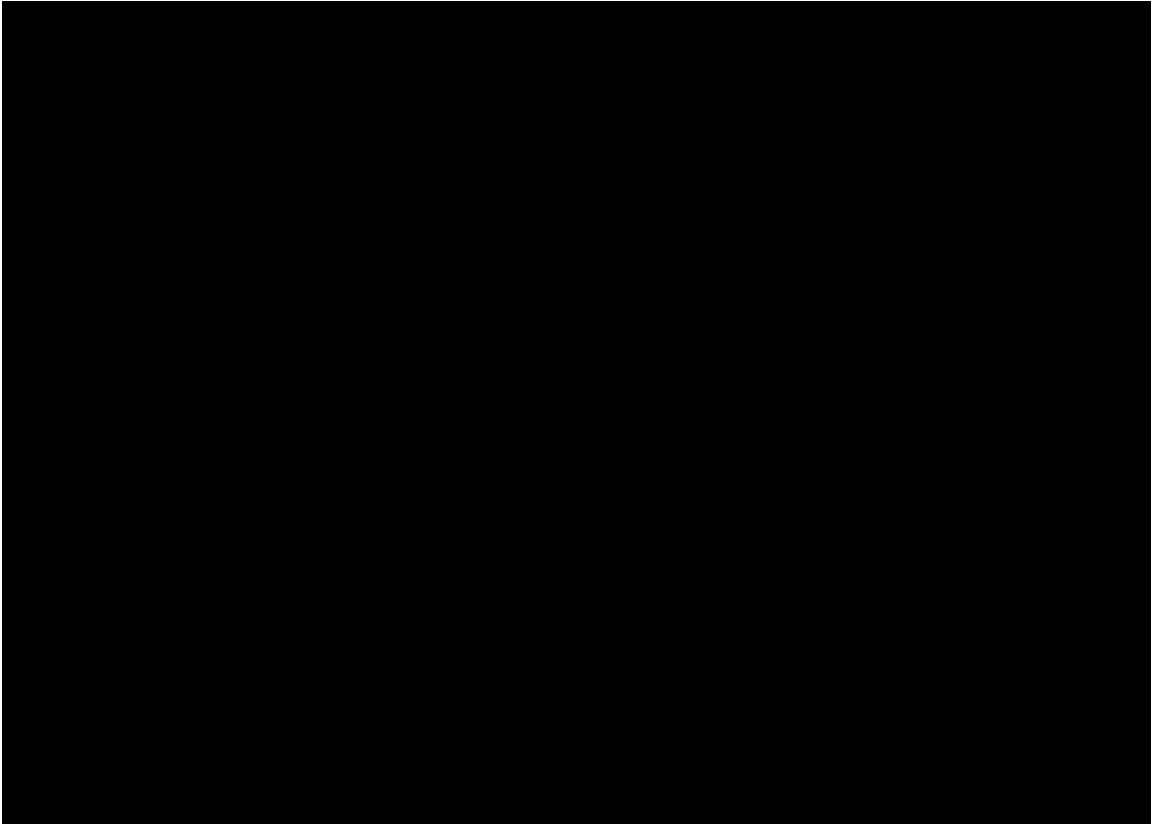
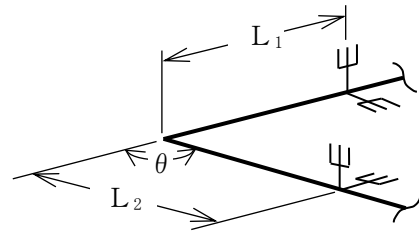
1.3.3.8.3 支持点の設定方法及び手順

下記の配管を例に、具体的な支持点の設定方法及び手順を(1)～(9)項に示す。

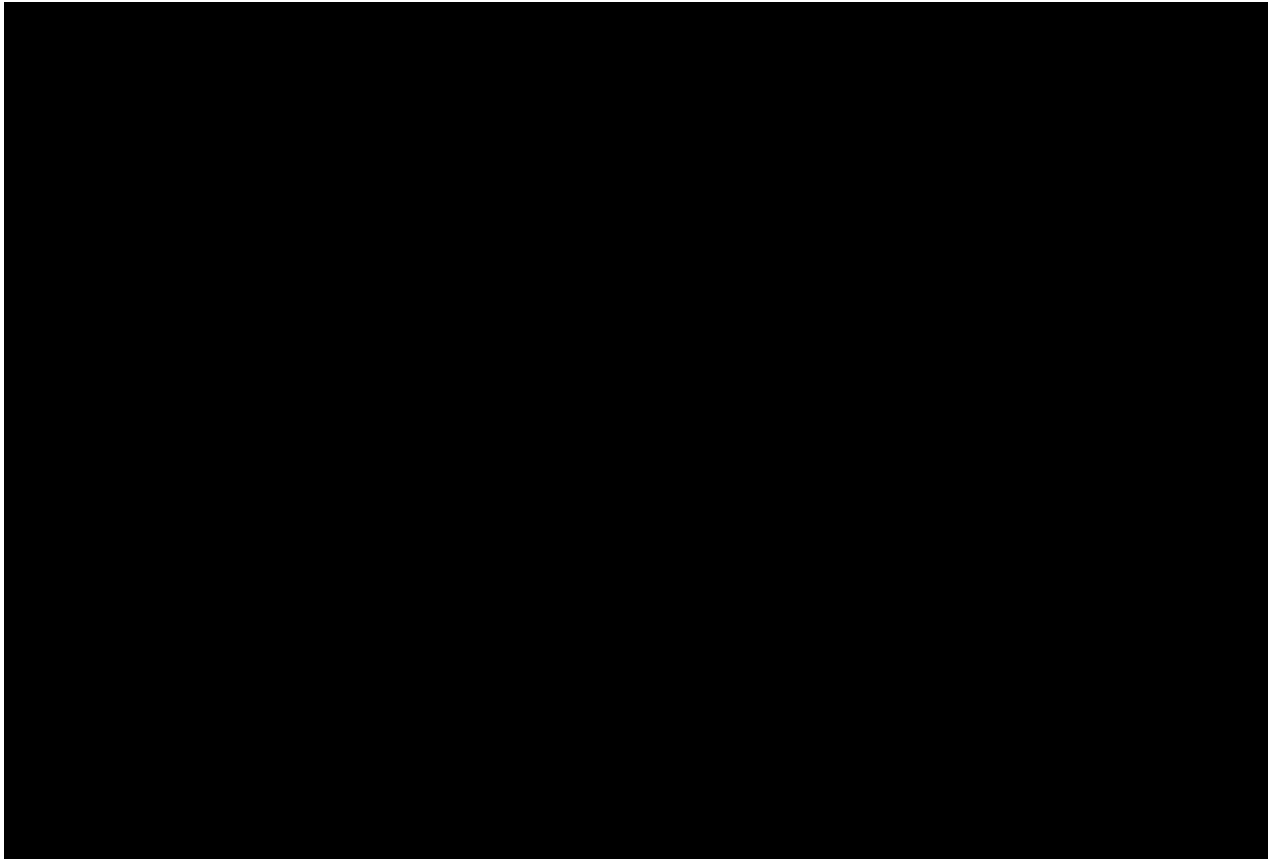
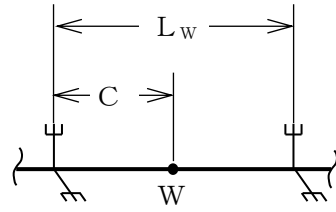


- (1) A機器管台を固定点(設計開始点)とし、直管部標準支持間隔以内に他の要素がない場合は、直管部標準支持間隔以内で支持点(a点)を決める。
- (2) a点の支持点は、Uボルト等を使用してY方向及びZ方向の2方向を拘束する。配管軸方向(X方向)は、A機器管台で拘束されていることから、管台からa点間の配管においてもX方向が拘束され、3方向がすべて拘束される。
- (3) a点から直管部標準支持間隔以内に他の要素(曲がり部)がある場合は、a点から曲がり部までの距離を、第1.3.3.2.3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」の L_1 とにおいて L_2 を仮設定する。曲がり部支持間隔 L_E は、第1.3.3.2.3-1図「曲がり部支持間隔グラフ」の許容領域内とする。許容領域を超える場合は、 L_E (L_2)を短くする。

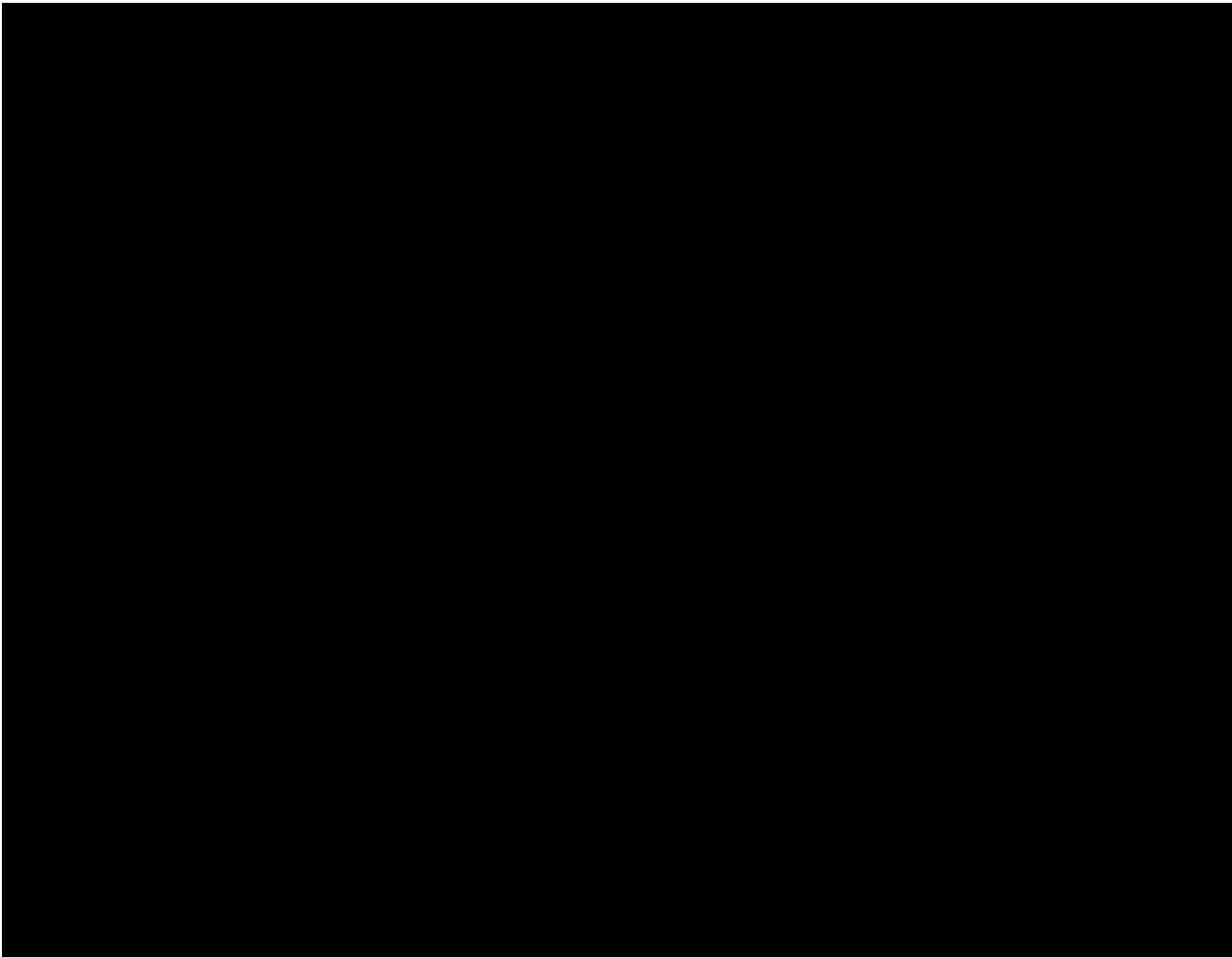
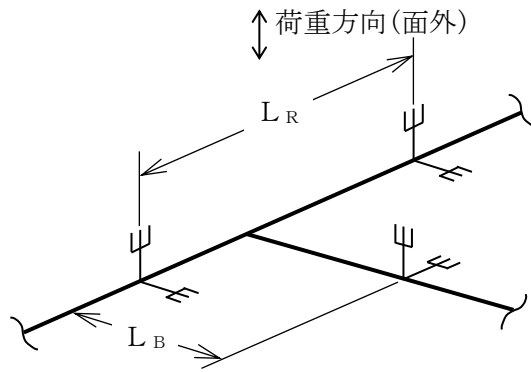
—E : 支持点 \updownarrow : 荷重方向(面外)



- (4) b点の支持点は、Uボルト等を使用してX方向及びZ方向の2方向を拘束する。a点からb点の曲がり部を含む配管の面外方向(Z方向)が、曲がり部の支持間隔で拘束される。この場合に、曲がり部における3方向の拘束状態を確認する。X方向は、機器管台で支持、Z方向は、曲がり部の支持間隔で支持、Y方向は、次の手順以降で決定する。
- (5) b点から直管部標準支持間隔以内に重量物(弁又はフランジ)がある場合は、重量物近傍の支持点cにUボルト等を仮設定後、弁の重量と直管部標準支持間隔における配管の重量との比を算出し、集中質量部支持間隔 L_w が、第1.3.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」の許容領域内とする。許容領域を超える場合は、 L_w を短くする。



- (6) b点からc点までの配管及び弁の拘束状態を確認する。X方向及びZ方向は、集中質量部の支持間隔で支持、Y方向は、次の手順以降で決定する。
- (7) c点から直管部標準支持間隔以内に分岐部が存在する場合は、母管及び分岐管の支持点dにUボルト等を仮設定する。この場合に、B機器管台の固定部があれば支持点とする。母管及び分岐管の直管部標準支持間隔に対する長さ比が、第1.3.3.4.3-1図「分岐部支持間隔グラフ」の許容領域内とする。許容領域を超える場合は、仮設定した母管(L_R)又は分岐管(L_B)の支持間隔を短くする。



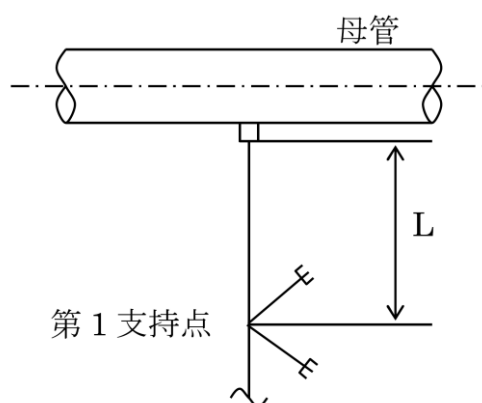
- (8) 分岐部の拘束状態を確認すると、X方向は、B機器管台で支持、Z方向は、分岐部の支持間隔で支持している。Y方向は、d点が配管軸方向を拘束しない場合においては曲がり部とd点上の配管軸直管部の重量及び弁重量を集中荷重とみなし、第1.3.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」でY方向を拘束するa点とd点以降のY方向を拘束する支持点との支持間隔を許容領域以内とする。許容領域を超える場合は、d点をUボルト等からアンカサポートに変更することで支持する。これにより(4)及び(6)項のY方向も同時に拘束される。
- (9) 以降配管が連続する場合は、前項までの手順に従って設計開始点から順番に支持点位置を決める。

1.3.3.9 支持点を設定する上での考慮事項

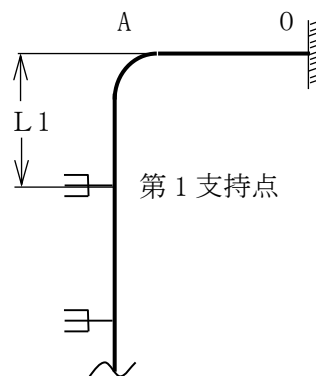
配管の各要素に対応した支持間隔を満足するとともに、次の事項も考慮して設計する。

1.3.3.9.1 分岐部

配管の分岐部で母管に熱膨張又は地震による変位がある場合は、分岐部から第1支持点までの長さ L を、これらの変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



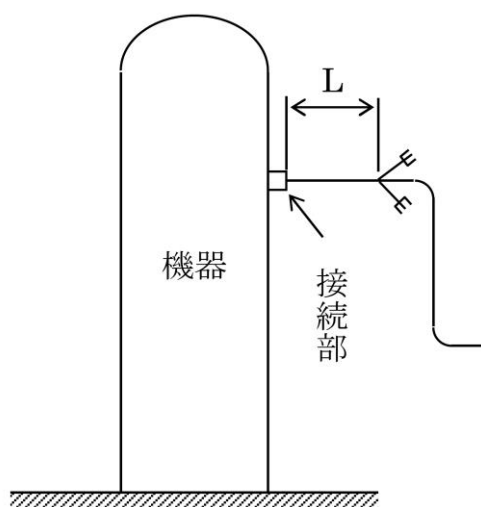
また、右図のような曲げ部でA0間の熱膨張変位がある場合は、曲げ部から第1支持点までの長さ $L1$ を、これらの変位により発生する応力が許容応力以下となるように定める。



1.3.3.9.2 機器との接続部

機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位による発生応力が大きい場合は、接続部(固定点)近傍で支持することができない場合がある。

この場合のLは、「1.3.3.9.1 分岐部」と同様に機器との接続部の熱膨張又は地震時の変位により発生する応力が、許容応力以下となるように定める。



1.3.3.9.3 建物・構築物の相対変位

建物・構築物間に渡って設置される配管については、地震時の建物・構築物間の相対変位により生じる二次応力を次式で求め、配管の設計及び支持方法を定める。

$$\sigma = i_2 M / Z$$

ここで、

σ : 二次応力 (MPa)

i_2 : 応力係数

M : 建屋間相対変位により生じるモーメント (N・mm)

Z : 管の断面係数 (mm³)

1.3.3.9.4 弁

配管に弁が設置される場合は、第1.3.3.3.3-1図「集中質量部支持間隔グラフ」に基づき前後の支持点を決定する。

弁は、配管より厚肉構造であり、発生応力は配管より小さくなる。一方、集中質量部の支持間隔を求める際には、弁も配管と同一仕様としたうえで、弁重量を付加することで安全側の評価を行っている。このため、弁の評価は配管の評価で包絡される。

なお、地震時に動的機能維持が要求される弁に対しては、必要に応じて多質点系はりモデルを用いた評価を行い、弁駆動部の機能維持確認済加速度を超える場合は、駆動部を支持する。

1.3.3.9.5 建屋階層

支持間隔は階層の区分ごとに設定するため、当該配管を敷設する床区分に応じて、上下階層の支持間隔を比較し、短い方の支持間隔を運用して評価を行う。なお、複数階層を跨る配管を評価する場合は、配管が跨る上層階と下層階の境界となるサポートまでを考慮し、その境界となるサポートで挟まれた範囲の支持間隔をすべて抽出した上で最も短い標準支持間隔を適用して評価を行う。

1.3.3.10 設計上の処置方法

標準支持間隔法による配管の耐震設計においては、各要素の支持間隔又は各要素の支持間隔を組み合わせた支持間隔を用いる。

標準支持間隔法によることが困難な場合は、次のいずれかの方法で対処する。

- (1) 配管系を多質点系はりモデルとして解析を行い、配管の設計及び支持方法を定める。実際の配管条件に基づいた直管部標準支持間隔法を算出し、配管間隔を設定する。
- (2) 当該配管が150℃以下又は口径100A未満であることを確認した上で、直管部標準支持間隔を算出する解析モデルを、当該配管固有の設計条件(制限振動数、適用床区分、適用減衰定数、解析ブロック範囲、配管系内最小必要支持点数、圧力、温度、支持構造物の固有振動数、設計用床応答曲線、材質、口径、板厚、保温材の有無、内部流体及び単位長さ当たり重量)に応じて設定する。

2. 支持構造物の設計

2.1 概要

支持構造物は、配管の地震荷重、自重、熱荷重等に対して十分な強度を持たせる必要がある。

支持構造物の設計に当たっては、支持構造物の型式ごとの定格荷重若しくは最大使用荷重と支持点荷重を比較する荷重評価又は支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力を比較する応力評価を行う。

本章では、支持装置、支持架構及び付属部品から構成される支持構造物並びに埋込金物の設計の基本原則、選定方針、強度及び耐震評価の方法等を示す。

2.2 設計の基本方針

本章に示す設計方針は、多質点系はりモデルによる解析又は標準支持間隔法により得られる支持点荷重を用いて設計する支持構造物に適用する。

そのうち多質点系はりモデルによる解析で設計する支持構造物は解析モデルにて定めた拘束方向に対して設置し、標準支持間隔法で設計する支持構造物は水平及び鉛直方向の各方向に対し標準支持間隔以内で拘束するよう設置することから、その拘束方向によらず本章に示す設計方針を適用する。

2.2.1 設計方針

支持構造物にはアンカサポート、レストレイント、スナバ及びハンガがあり、物量が多いことから標準化が図られている。標準化された製品の中から使用条件に適合するものを選定する。これらの支持構造物は、定格荷重又は最大使用荷重に対して十分な強度があり、かつ多くの使用実績を有している。支持構造物の設計方法、機能及び用途について、第2.2.1-1表に示す。

2.2.2 荷重条件

支持構造物の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

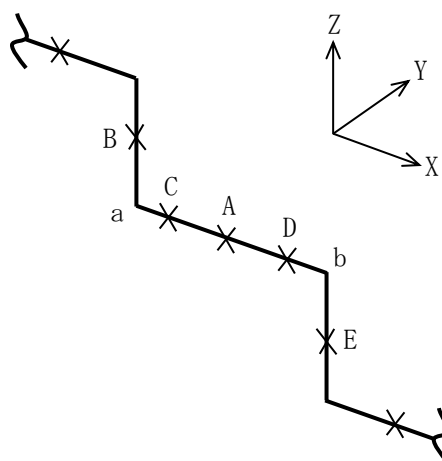
支持構造物の設計に用いる支持点荷重は、耐震設計上の重要度に基づく設計用地震力を条件とした配管の多質点系はりモデルによる解析又は標準支持間隔法により得られる支持点荷重を支持構造物の種別に応じて適切に組み合わせて求める。

組み合わせる荷重としては、多質点系はりモデルによる設計では、実際の拘束条件を模擬しているため、解析で得られた各支持点の荷重を用いる。

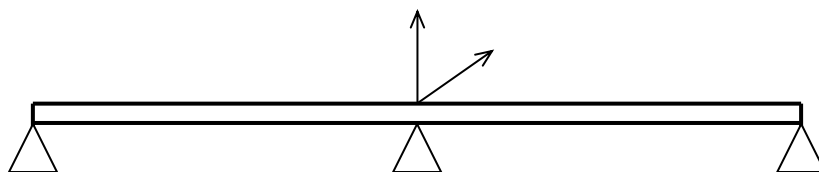
一方、標準支持間隔法による設計では、軸直2方向を拘束するモデルを用いるため、2方向に生じる荷重のうち支持構造物の拘束方向と同方向の荷重を組み合わせる。さ

らにアンカサポート及びUバンドは3方向を拘束することから、軸方向荷重を集中質量として考慮する。3方向拘束以外ではガイドサポート及びUボルトは2方向、その他は1方向の荷重を組み合わせる。ただし、スプリングハンガは地震荷重に対する拘束効果を持たないため支持点として扱わない。

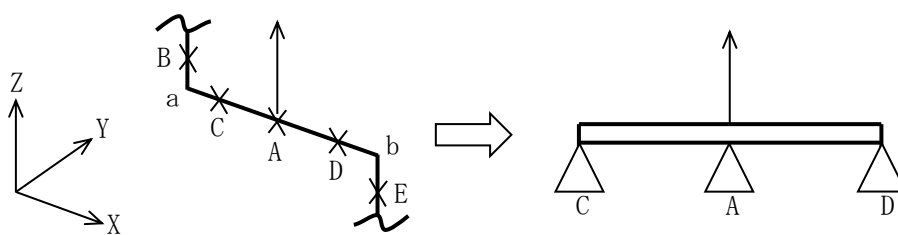
以下の配管を例に標準支持間隔法における荷重の組合せの具体的な手順を(1)～(4)に示す。



- (1) 2スパン3点支持モデル中央支持点における軸直2方向(Y方向及びZ方向)荷重を算出する。

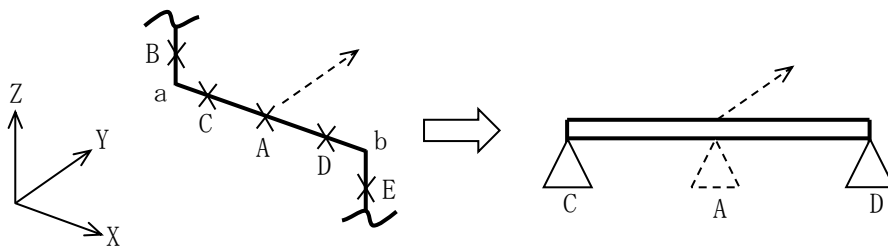


- (2) 支持点Aが1方向(Z方向)拘束の場合、その拘束方向の荷重(図の例ではZ方向荷重)を用いる。

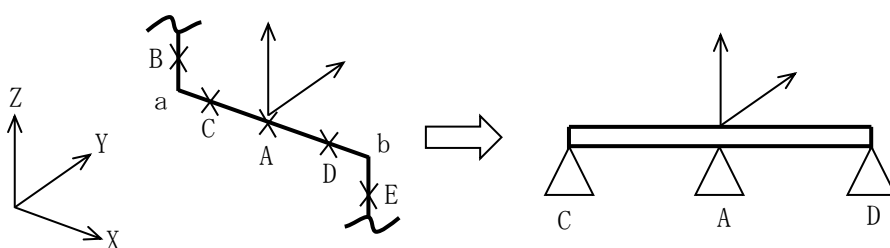


なお、拘束していないY方向については支持点と考慮せず、Y方向を拘束してい

る支持点C及びDに対し、同方向の荷重を用いる。

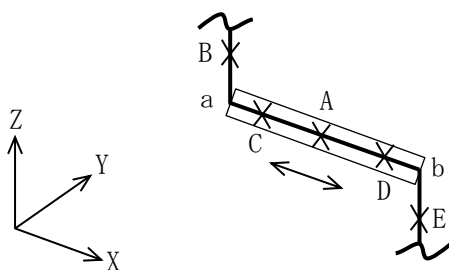


- (3) 支持点Aが2方向(Y方向及びZ方向)拘束の場合、各方向の荷重(図の例ではY方向及びZ方向荷重)を用いる。

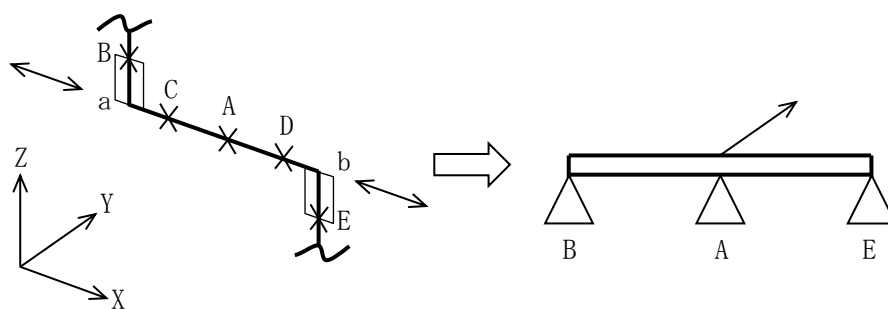


- (4) 支持点Aが3方向(X方向, Y方向及びZ方向)拘束の場合、軸方向(X方向)荷重は以下の方法により算出する。

まずa-b間については集中質量部として荷重を算出する。



次にB-a間及びb-E間については、軸直方向荷重となり、2スパン3点支持モデルの軸直方向荷重より算出する(図の例ではX方向荷重)。



支持点Aの軸直方向(Y方向及びZ方向)荷重については(3)により算出し、軸直及

び軸方向荷重を組み合わせる。

支持構造物の設計に当たり荷重評価を行う場合は、配管の支持点荷重と定格荷重又は最大使用荷重との比較を行う。

第2.2.1-1表 支持構造物の機能と用途(例)

支持構造物名称	概略図	設計方法	機能	用途
<p>アンカサポート (ガイドサポート)</p>	 <p>Uボルトの2本掛けによるアンカサポート</p> <p>壁から直接アンカサポートをとる場合の図</p> <p>アンカサポート荷重が大きい場合の例</p>	<p>標準支持間隔法による設計及び多質点系はりモデルによる設計に用いる。</p>	<p>地震及び熱膨張による変位，軸まわりの回転を完全に拘束する。</p> <p>ガイドサポートは，一定方向の移動を許すが軸まわりの回転を拘束する。</p>	<p>固定用サポートとして使用する。また，配管応力解析上の解析モデルの境界として使用する。</p>
<p>レストレイント (架構式レストレイント) (ロッドレストレイント) (Uボルト) (Uバンド)</p>	 <p>架構式レストレイント</p> <p>ロッドレストレイント</p> <p>Uボルト等によるレストレイント</p>	<p>標準支持間隔法による設計及び多質点系はりモデルによる設計に用いる。</p>	<p>地震及び熱膨張による一定方向の変位を拘束する。</p>	<p>配管の回転を許すが変位を防ぐ場合に使用する。</p>
<p>スナバ (オイルスナバ) (メカニカルスナバ)</p>	 <p>オイルスナバ</p> <p>メカニカルスナバ</p>	<p>標準支持間隔法による設計及び多質点系はりモデルによる設計に用いる。</p>	<p>配管の熱膨張のような緩やかな移動に対しては拘束せず，地震時のような急激な荷重発生時に拘束する。</p>	<p>地震等の急激な荷重により生じる応力の低減を目的として使用する。</p>
<p>ハンガ (スプリングハンガ)</p>	 <p>配管直管部に使用する例</p> <p>配管曲がり部に使用する例</p>	<p>多質点系はりモデルによる設計に用いる。</p>	<p>配管の自重を支持する目的で使用する。なお，地震荷重に対する拘束効果は無く，耐震支持機能は有していない。</p>	<p>運転温度が高い配管で，かつ立上がり部又は近傍で，鉛直方向支持点変位が大きい部位に使用する。</p> <p>また，許容荷重が小さい機器管台部の自重支持を目的として使用する。</p>

2.2.3 種類及び選定

支持構造物の機能別選定要領を、第2.2.3-1図「支持構造物の選定フロー」に示す。

(1) アンカサポート(ガイドサポート)

アンカサポートは、配管に直接溶接されるラグ又は配管固定用クランプと架構部分から構成される。支持点荷重、配管口径及び配管材質を基に選定する。

なお、アンカサポートと同様な構造及び機能であるが、一定の方向だけ熱膨張変位を許容する場合はガイドサポートを選定する。

(2) レストレイント(架構式レストレイント、ロッドレストレイント、Uボルト及びUバンド)

架構式レストレイント(支持架構)は、形鋼を組み合わせて架構として床、壁面等の近傍の配管を支持するもので、支持点荷重、配管口径及び配管材質を基に選定する。

ロッドレストレイントは、配管軸直方向又は配管にラグを設置して配管軸方向の拘束に使用するもので、支持点荷重に基づき、定格荷重を超えない範囲で支持点荷重に近い定格荷重のロッドレストレイントを選定する。

Uボルトは、配管軸直方向を拘束する機能を有し、支持点荷重を基にその仕様(材質、形状及び寸法)を配管口径ごとに決めていることから、配管口径に応じたUボルトを選定する。

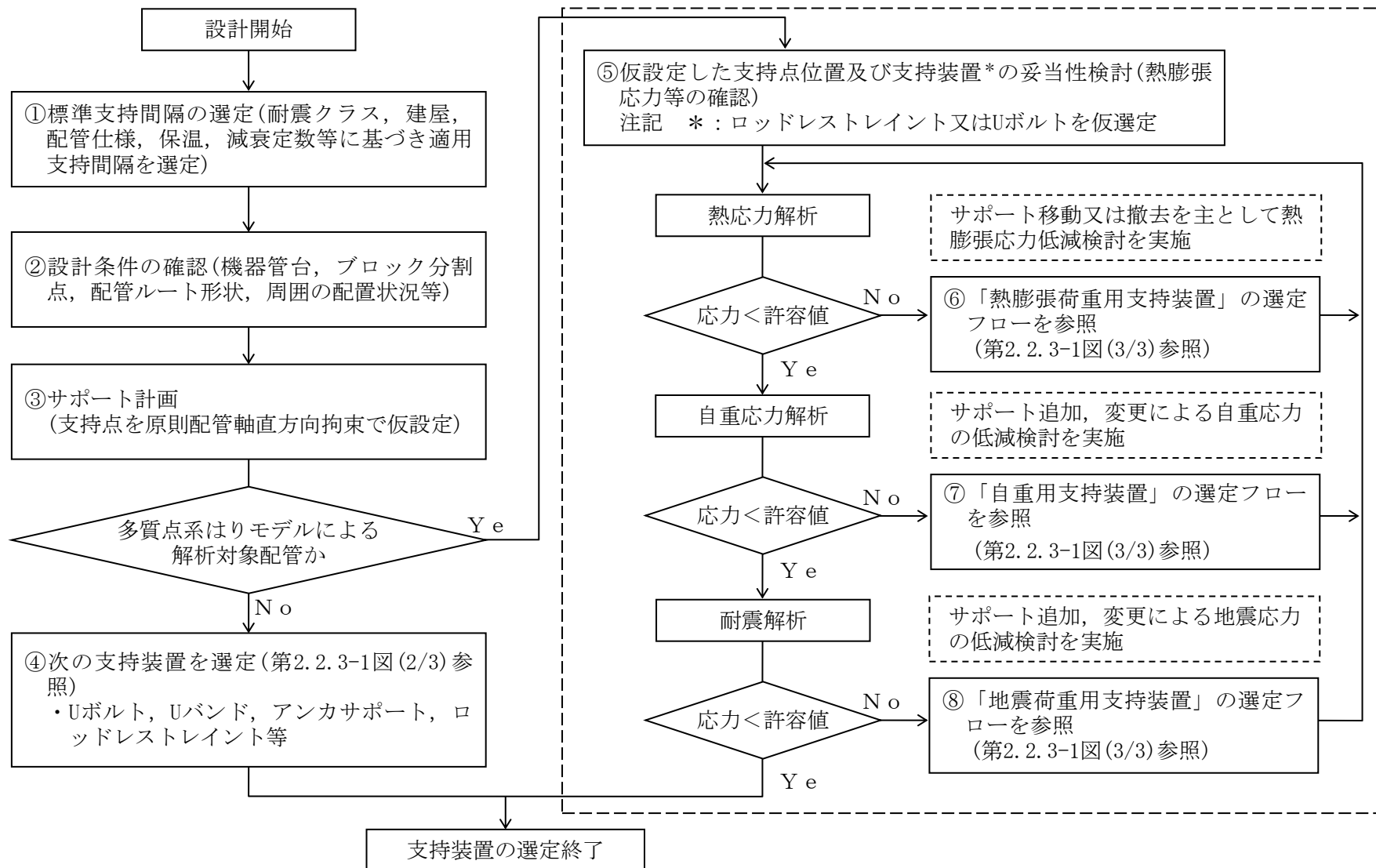
Uバンドは、U形状の鋼板により配管軸直方向に加えて配管軸方向も拘束するもので、Uボルトと同様に配管口径に応じたUバンドを選定する。

(3) スナバ(オイルスナバ及びメカニカルスナバ)

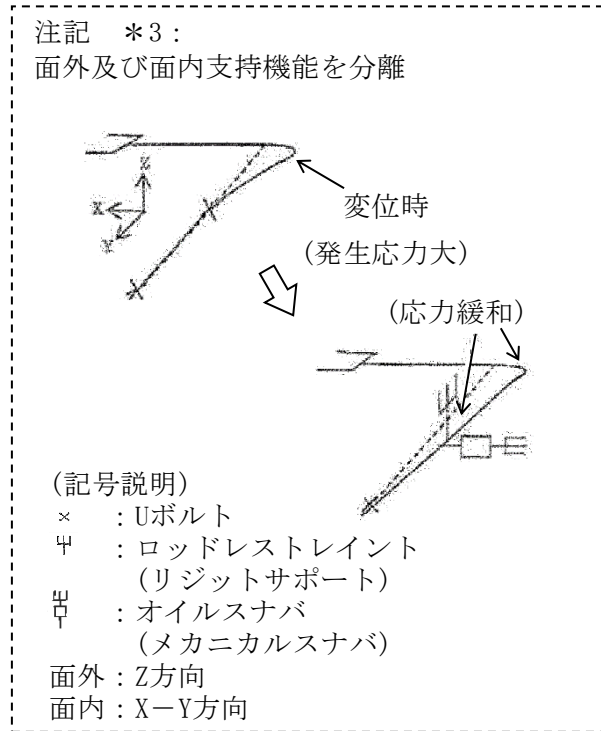
支持点荷重及び熱膨張変位から、必要なストロークを有し、かつ定格荷重を超えない範囲で支持点荷重に近い定格荷重のスナバを選定する。通常はオイルスナバを選定するが、保守が困難な場所に設置する場合は、メカニカルスナバを選定する。

(4) スプリングハンガ

スプリングハンガは、支持点荷重及び熱膨張変位から、必要なストロークを有し、かつ定格荷重を超えない範囲で支持点荷重に近い定格荷重のスプリングハンガを選定する。

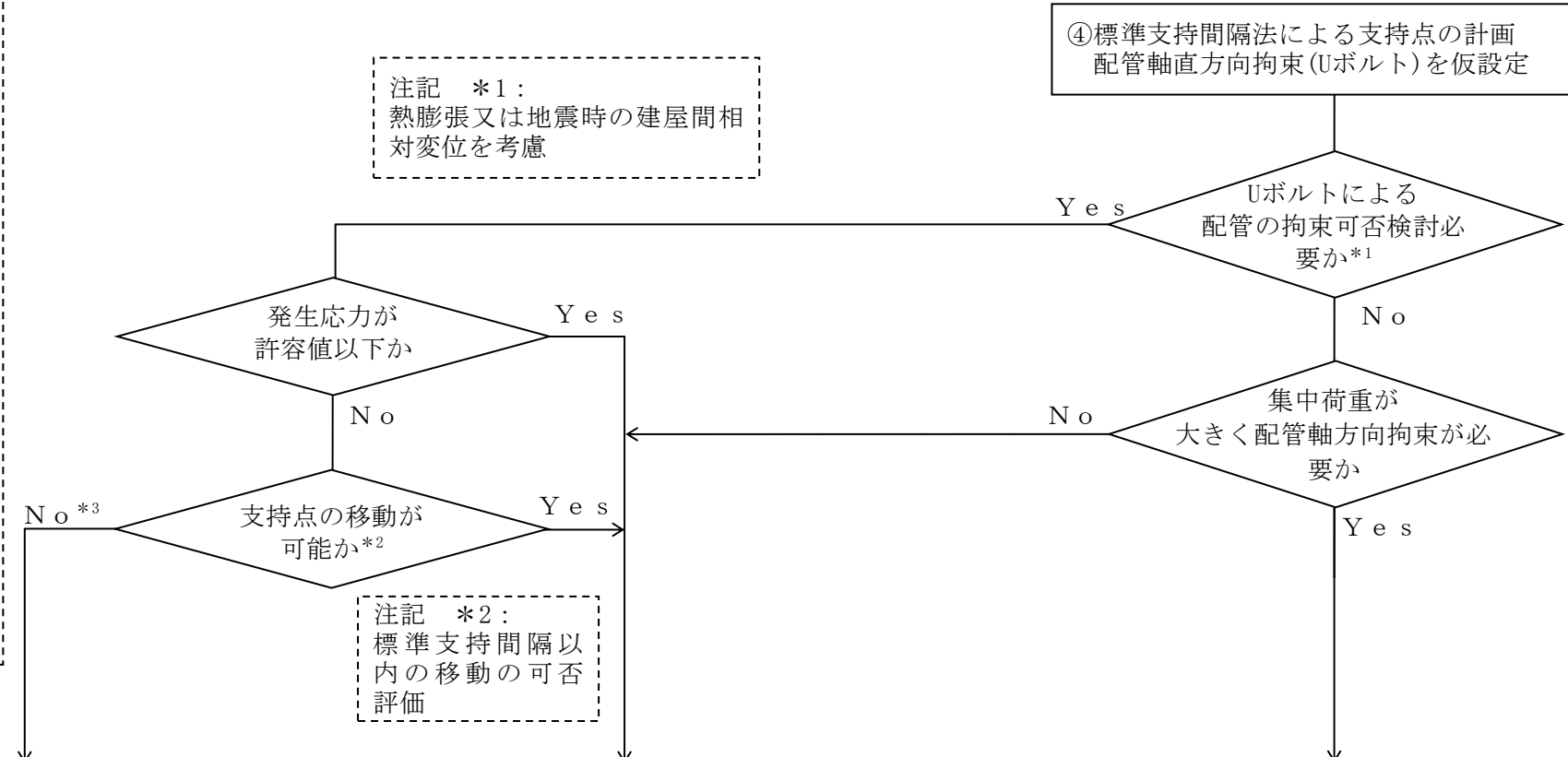


第2.2.3-1図(1/3) 支持構造物の選定フロー

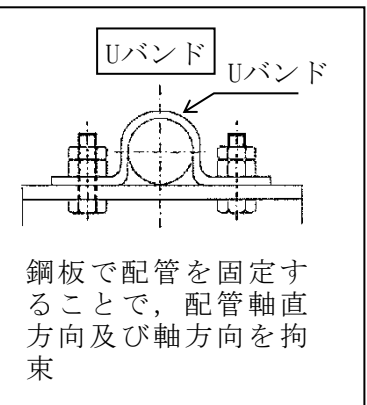
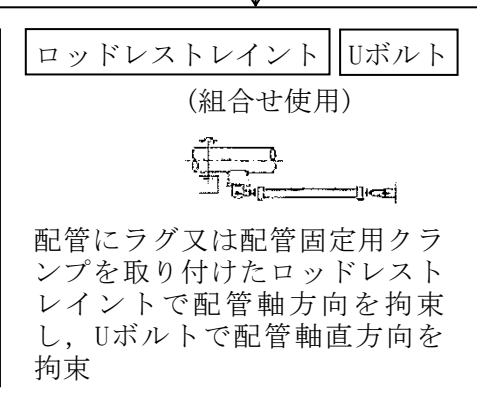
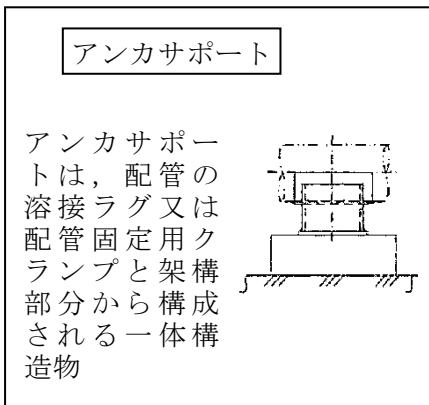
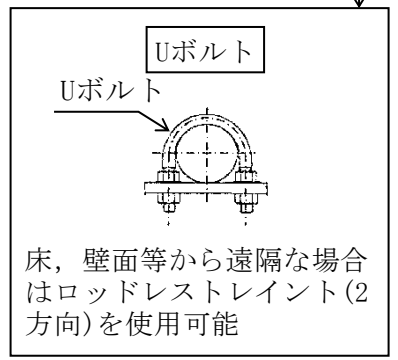
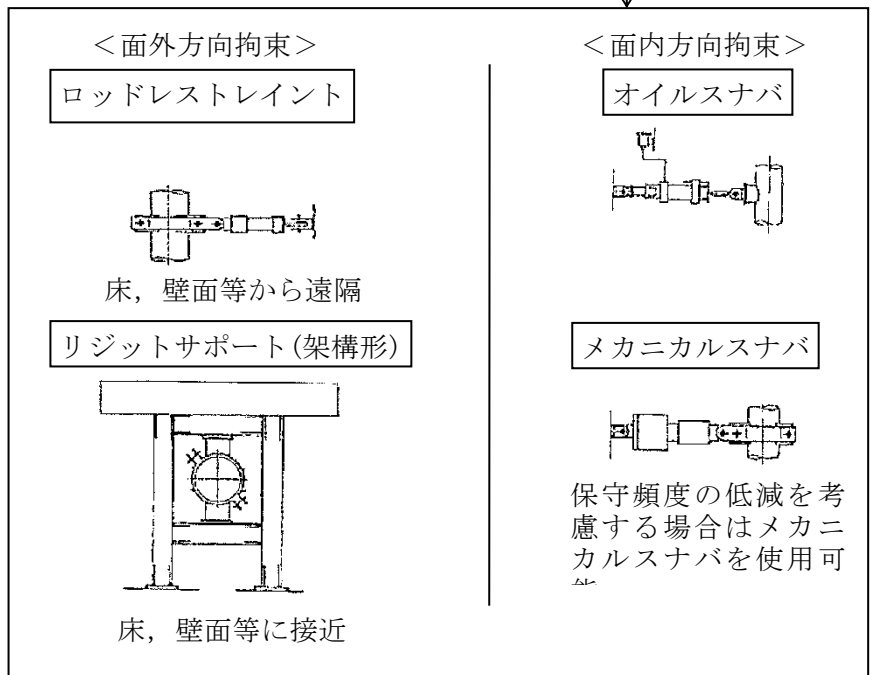


注記 *1:
熱膨張又は地震時の建屋間相対変位を考慮

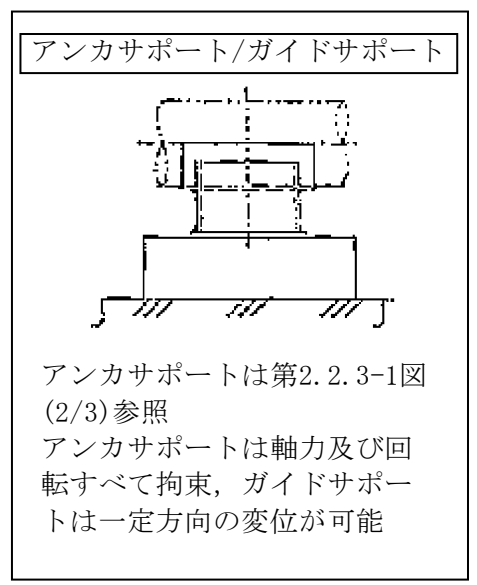
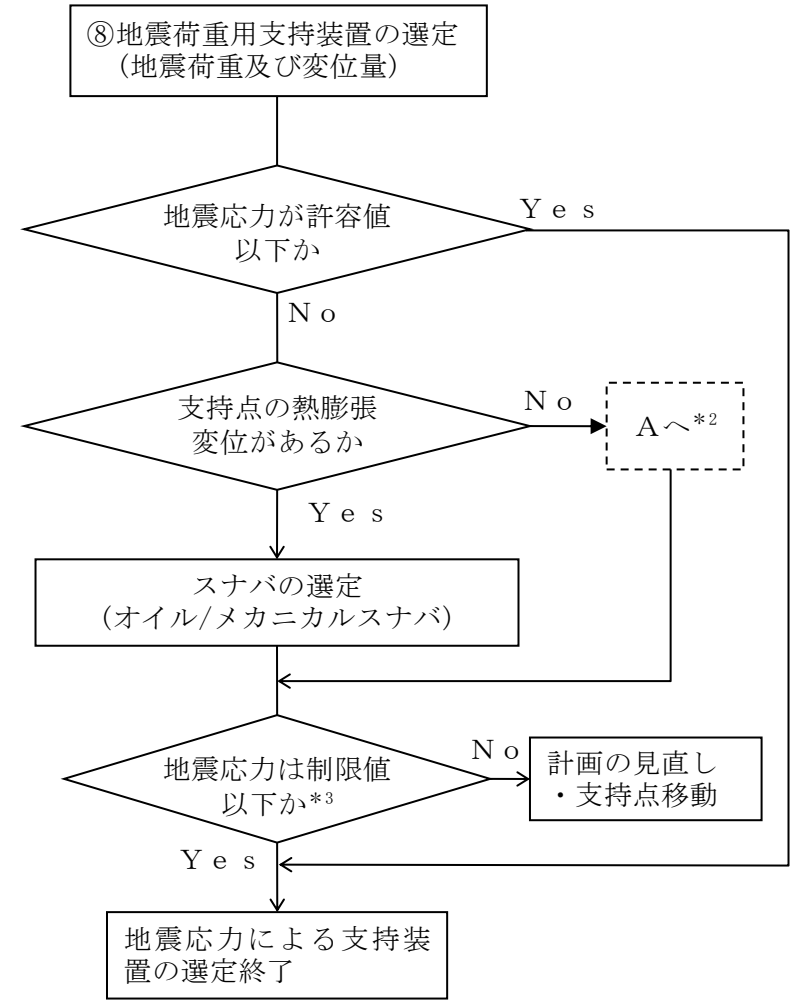
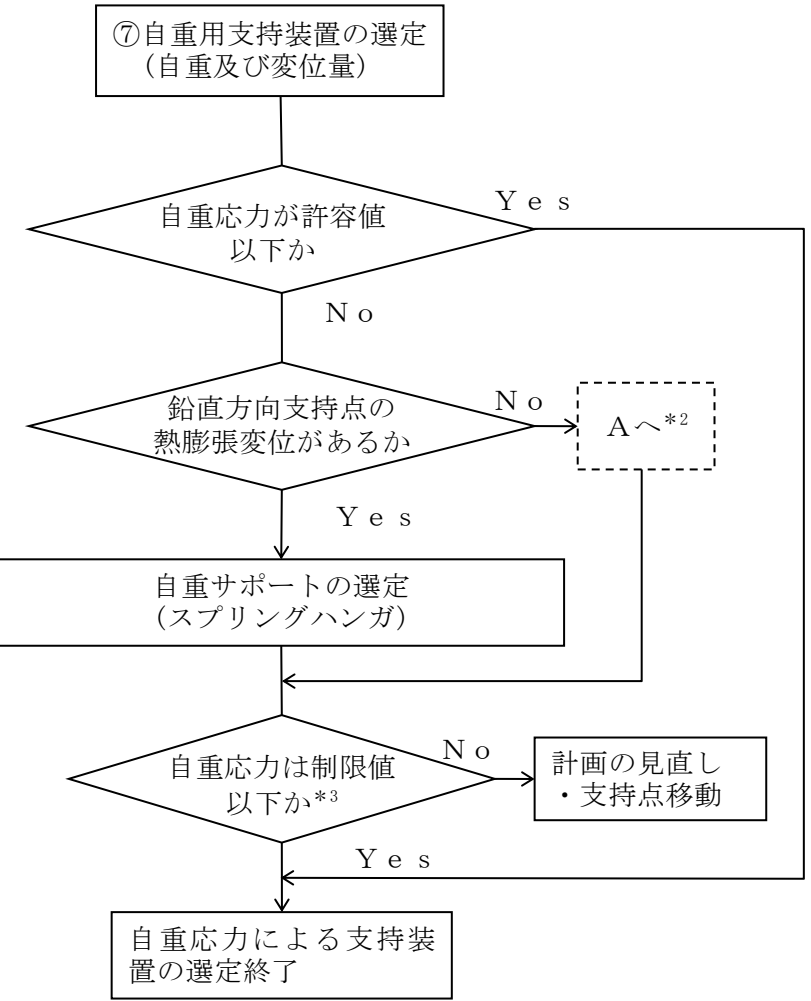
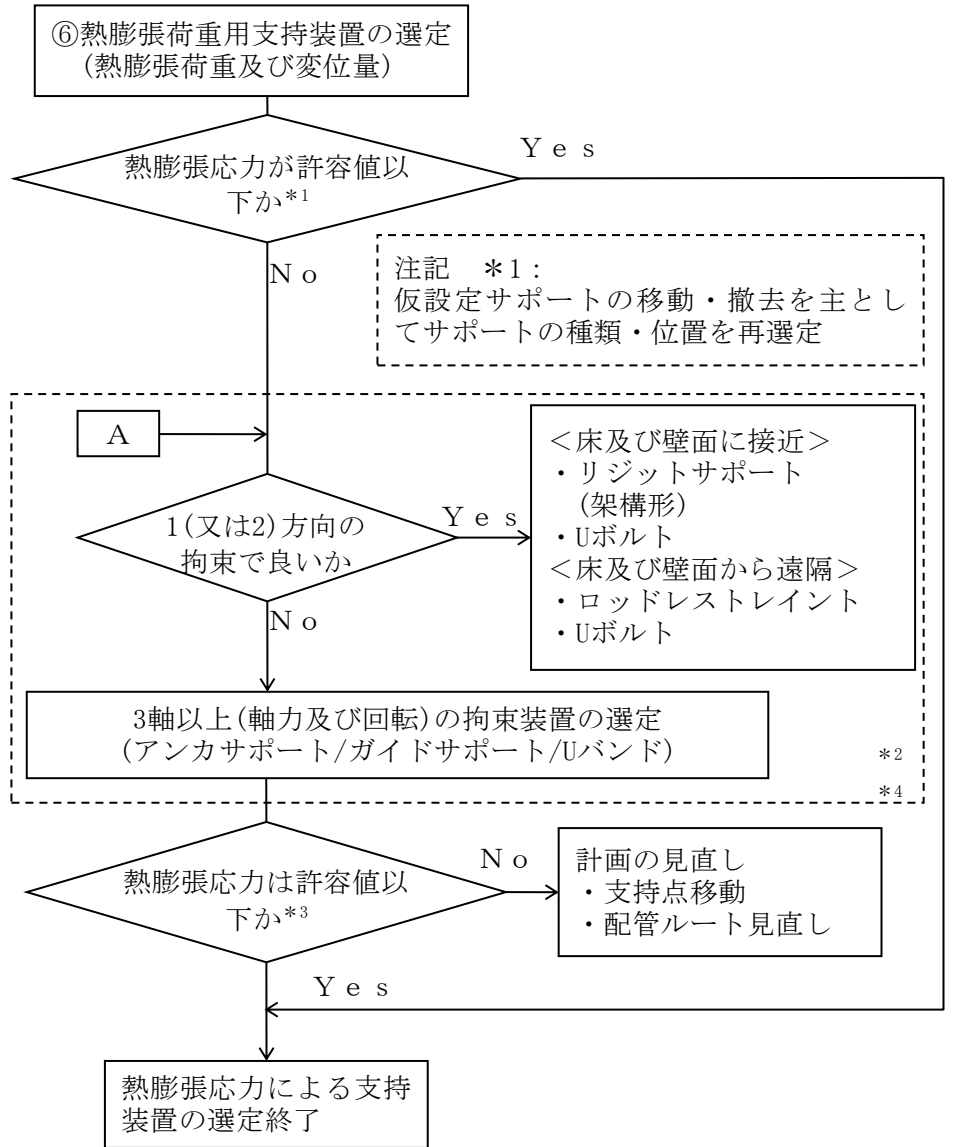
④標準支持間隔法による支持点の計画
配管軸直方向拘束(Uボルト)を仮設定



注記 *2:
標準支持間隔以内の移動の可否評価



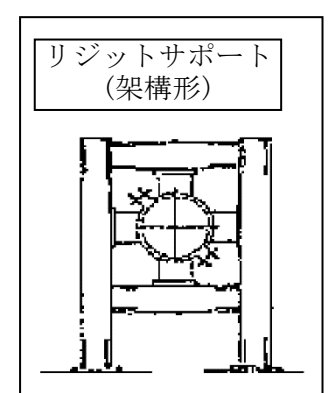
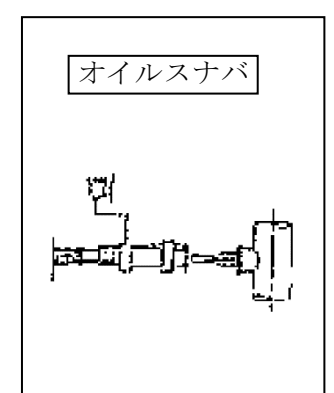
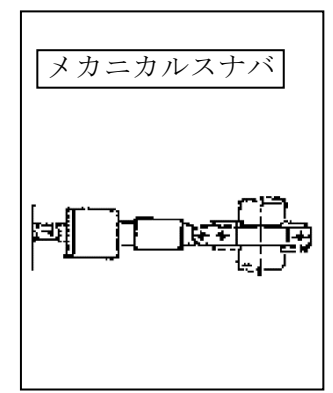
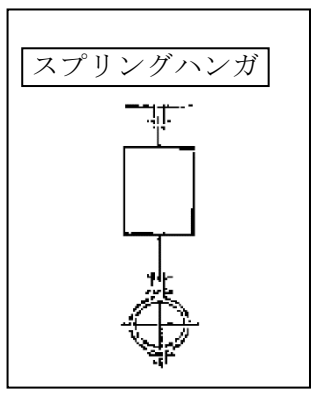
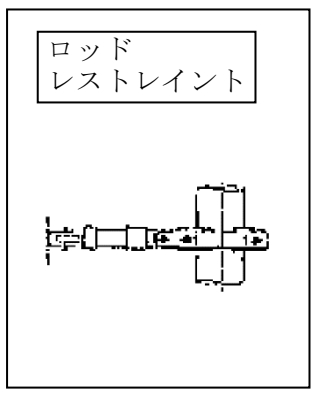
第2.2.3-1図(2/3) 支持構造物の選定フロー



注記 *2:
サポート選定の参照範囲を示す

注記 *3:
すべての部位で発生応力が許容値以下であることを確認

注記 *4:
支持点荷重が小さい場合はUボルト/Uバンドを選定する。なお、Uボルト/Uバンドの概念図は第2.2.3-1図(2/3)参照



第2.2.3-1図(3/3) 支持構造物の選定フロー

2.2.4 支持構造物の設計において考慮すべき事項

支持構造物は支持装置、支持架構・付属部品及び埋込金物に分類され、それぞれの設計方針を2.3項、2.4項及び2.5項に示す。なお、支持装置はロッドレストレイント、オイルスナバ、メカニカルスナバ及びスプリングハンガを、支持架構は架構式レストレイントを、付属部品はラグ、Uボルト等を示し、以下の点を考慮して設計する。

- (1) 支持装置及び付属部品は、配管の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重が、使用される支持装置の定格荷重又は付属部品の最大使用荷重以下となるよう選定する。
- (2) 支持架構は、配管の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重から求まる支持架構に生じる応力が、許容応力以下となるよう構造を決定する。
- (3) アンカサポート及びレストレイントとなる支持構造物は、建物・構築物と共振しないように十分な剛性を持たせるものとする。
- (4) 支持構造物は点検の容易な構造とする。
- (5) 原則として、支持構造物は、埋込金物より建屋側へ荷重を伝える構造とする。
- (6) 支持構造物の設計に当たっては、JSME S NC1に従い熱荷重、自重等に対して十分な強度を持たせるとともに、JEAG4601に従い、地震荷重に対して十分な強度を持たせるものとする。

2.3 支持装置の設計

2.3.1 概要

支持装置は、型式ごとに基本形状が決まっており、配管の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重と型式ごとに設定される定格荷重の比較による荷重評価によって選定する。

2.3.2 支持装置の選定

支持装置は、以下の条件により選定する。

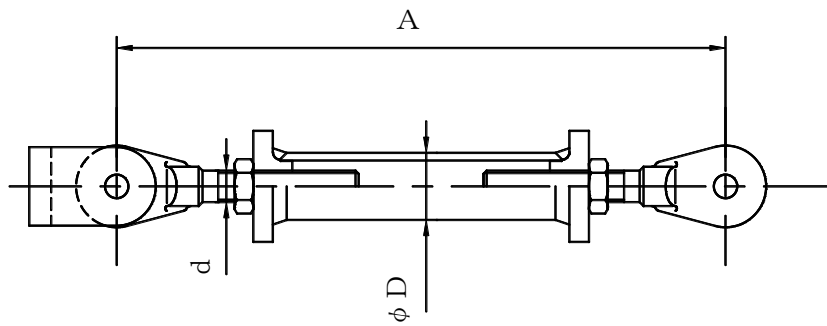
- (1) ロッドレストレイント
支持点荷重に基づき、定格荷重で選定する。
- (2) オイルスナバ及びメカニカルスナバ
支持点荷重及び熱膨張変位に基づき、定格荷重で選定する。
- (3) スプリングハンガ
支持点荷重及び熱膨張変位に基づき、定格荷重で選定する。

各支持装置の定格荷重及び主要寸法を第2.3.2-1表～第2.3.2-5表に示す。

なお、本表に示す型式及び定格荷重は代表的な支持装置を示したものであり、記載のない型式であっても、同様に設定されている定格荷重により選定を行う。

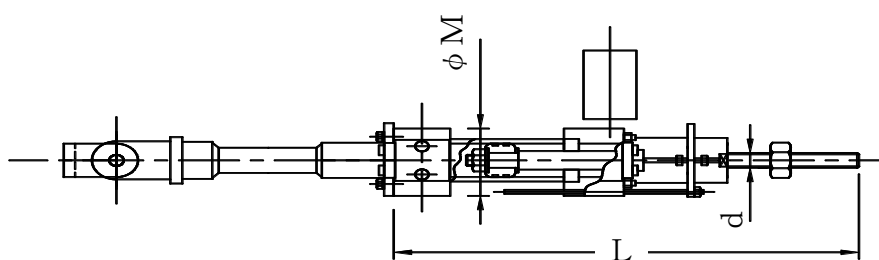
第2.3.2-1表 ロッドレストレイントの定格荷重及び主要寸法

型 式	定格荷重 (kN)	主要寸法 (mm)			
		A		D	d
		最 小	最 大		
06	6	450	1,750	34.0	20
1	10	450	2,000	42.7	20
3	30	520	2,400	60.5	30
6	60	550	2,700	76.3	36
10	100	650	2,950	89.1	42
16	160	720	3,400	114.3	56
25	250	770	3,800	139.8	64



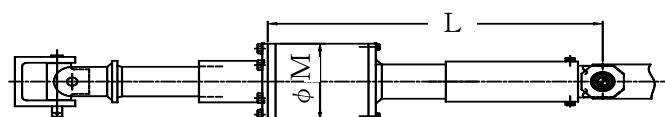
第2.3.2-2表 オイルスナバの定格荷重及び主要寸法

型 式	定格荷重 (kN)	ストローク (mm)	主要寸法 (mm)		
			L	M	d
03	3	100	445	78.0	16
		160	535		
		250	670		
06	6	100	450	83.0	20
		160	540		
		250	675		
1	10	100	465	93.0	20
		160	555		
		250	690		
3	30	100	500	128.0	30
		160	590		
		250	725		
6	60	100	545	155.0	36
		160	635		
		250	770		
10	100	100	600	186.0	42
		160	690		
		250	825		
16	160	100	640	227.0	56
		160	730		
		250	865		
25	250	100	670	267.0	64
		160	760		
		250	895		



第2.3.2-3表 メカニカルスナバの定格荷重及び主要寸法

型 式	定格荷重 (kN)	ストローク (mm)	主要寸法 (mm)	
			L	M
01	1	100	365	92
		160	455	
		250	590	
03	3	100	365	102
		160	455	
		250	590	
06	6	100	365	123
		160	455	
		250	590	
1	10	100	430	140
		160	520	
		250	655	
3	30	100	465	155
		160	555	
		250	690	
6	60	100	505	191
		160	595	
		250	730	
7.5	75	100	505	195
		160	595	
		250	730	
10	100	100	575	208
		160	665	
		250	800	
16	160	100	650	278
		160	740	
		250	875	
25	250	100	750	304
		160	840	
		250	975	
40	400	100	860	355
		160	950	
		250	1,085	
60	600	100	950	400
		160	1,040	
		250	1,175	

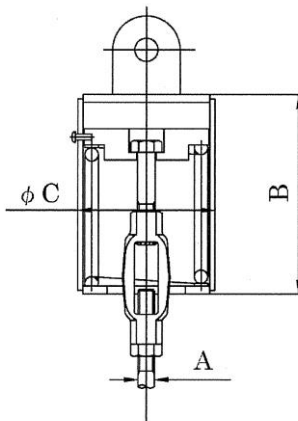


第2.3.2-4表 スプリングハンガの定格荷重

型 式	トラベルシリーズ				
	1	2	4	L2	L4
	荷重範囲 (kN)				
16	18.51~30.52			13.51~30.52	
19	44.72~72.96			32.95~72.96	
	最大トラベル(mm)				
16, 19	30	60	120	85	170

第2.3.2-5表 スプリングハンガの主要寸法

型 式	主要寸法(mm)						
	A	B					C
		トラベルシリーズ					
		1	2	L2	4	L4	
16	30	240	345	370	590	640	258
19	48	315	450	475	770	820	328



2.3.3 支持装置の使用材料

JSME S NC1の適用を受ける箇所に使用する材料は、JSME S NC1 付録材料図表 Part1に従うものとする。

2.3.4 支持装置の強度及び耐震評価方法

支持装置及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

2.3.4.1 定格荷重

支持装置の定格荷重は、JSME S NC1及びJEAG4601を満足するように設定されたものであり、支持点荷重を上回る定格荷重が設定されている支持装置を選定することで、十分な強度及び耐震性が確保される。

2.3.4.2 支持装置の強度計算式

2.3.4.2.1 記号の定義

支持装置の強度計算式に使用する記号は、下記のとおりとする。

(1) ロッドレストレイント

記号	単位	定義
A_c	mm^2	圧縮応力計算に用いる断面積
A_p	mm^2	支圧応力計算に用いる断面積
A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
B	mm	ブラケットせん断面寸法
		クランプせん断面寸法
		スヘリカルアイボルト穴部せん断面寸法
		コネクティングイーヤ穴部せん断面寸法
C	mm	ブラケット引張断面寸法
		クランプ引張断面寸法
		スヘリカルアイボルト溶接部せん断面寸法
		イーヤせん断面寸法
D	mm	ブラケット穴径
		クランプ穴径
		スヘリカルアイボルトの穴部の径
		コネクティングイーヤの穴部の径
		コネクティングパイプ外径
		ターンバックル外径
		パイプ外径
d	mm	ピン外径
E	MPa	縦弾性係数
F	MPa	支持構造物の許容応力を決定するための基準値
F_c	MPa	圧縮応力
F_p	MPa	支圧応力
F_s	MPa	せん断応力
F_t	MPa	引張応力
f_c	MPa	許容圧縮応力
I	mm^4	断面2次モーメント
i	mm	断面2次半径

記号	単位	定義
L	mm	ピン間距離
l_k	mm	座屈長さ
P	kN, N	定格荷重
R	mm	スヘリカルアイボルトのイーヤ半径
		コネクティングイーヤ半径
T	mm	ブラケット板厚
		クランプ板厚
		イーヤ板厚
t	mm	パイプ板厚
		スヘリカルアイボルト穴部板厚
		コネクティングイーヤ穴部板厚
Λ	—	限界細長比
λ	—	細長比

(2) オイルスナバ及びメカニカルスナバ

記号	単位	定義
A_c	mm^2	圧縮応力計算に用いる断面積
A_p	mm^2	支圧応力計算に用いる断面積
A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
B	mm	イーヤ穴部せん断面寸法
		コネクティングチューブイーヤ穴部せん断面寸法
		ユニバーサルブラケット穴部せん断面寸法
		ダイレクトアタッチブラケット穴部せん断面寸法
		スヘリカルアイボルト穴部せん断面寸法
		クランプ穴部せん断面寸法
		ブラケット穴部せん断面寸法
		ユニバーサルボックス穴部せん断面寸法
		ロッドエンド穴部せん断面寸法
		各部品のせん断面寸法
C	mm	イーヤ引張断面寸法
		クランプ引張断面寸法
		コネクティングチューブイーヤ引張断面寸法
		ユニバーサルブラケット引張断面寸法
		ダイレクトアタッチブラケット引張断面寸法
		ブラケット引張断面寸法
		ロッドエンド引張断面寸法
C_1	mm	ユニバーサルボックス引張断面寸法
		各部品の引張断面寸法
C_2	mm	ユニバーサルボックス引張断面寸法
		各部品の引張断面寸法

記号	単位	定義
D	mm	イーヤ穴部の径
		スヘリカルアイボルト穴部の径
		クランプ穴径
		ブラケット穴径
		ロッドエンド穴径
		シリンダカバー内径
		ターンバックルパイプ外径
		アダプタ外径
		コネクティングパイプ外径
		コネクティングロッド外径
		コネクティングチューブ外径
		ピストンロッド外径
		コネクティングチューブイーヤ部穴部の径
		ユニバーサルブラケット穴部の径
		ダイレクトアタッチブラケット穴部の径
ユニバーサルボックス穴部の径		
D ₁	mm	ロードコラム外径
		ケース内径
		ベアリング押え内径
		コンロッド外径
		アダプタ外径
		ジャンクションコラムアダプタ外径
		各部品の径

記号	単位	定義
D ₂	mm	ロードコラム内径
		ケース内径
		ベアリング押え内径
		コンロッド内径
		アダプタ内径
		ジャンクションコラムアダプタ内径
		各部品の径
D ₃	mm	ケース内径
		各部品の径
D ₄	mm	ケース外径
		各部品の径
d	mm	ピンの外径
		タイロッド最小断面部の径
		ピストンロッド最小断面部の径
E	MPa	縦弾性係数
F	MPa	支持構造物の許容応力を決定するための基準値
F _c	MPa	圧縮応力
F _p	MPa	支圧応力
F _s	MPa	せん断応力
F _t	MPa	引張応力
		内圧による引張応力
f _c	MPa	許容圧縮応力
G	mm	ターンバックルの厚さ
H	mm	ターンバックルの幅
h	mm	すみ肉溶接部脚長
I	mm ⁴	断面2次モーメント
i	mm	断面2次半径
K	MPa	シリンダチューブ内圧

記号	単位	定義
L	mm	コネクティングチューブ長さ
		コネクティングパイプ長さ
l_k	mm	座屈長さ
M	mm	六角ボルト外径
		タイロッド外径
n	本	六角ボルトの本数
		タイロッドの本数
P	kN, N	定格荷重
R	mm	スヘリカルアイボルトのイーヤ半径
r_1	mm	シリンダチューブの内半径
r_2	mm	シリンダチューブの外半径
T	mm	クランプ板厚
		コネクティングチューブイーヤ板厚
		ユニバーサルブラケット板厚
		ダイレクトアタッチブラケット板厚
		イーヤ板厚
		ブラケット板厚
		各部品の厚さ

記号	単位	定義
t	mm	イーヤ穴部板厚
		ケース板厚
		ベアリング押え板厚
		コネクティングチューブ板厚
		シリンダカバー板厚
		ターンバックルパイプ板厚
		アダプタ最小断面部の板厚
		コネクティングパイプ板厚
		コネクティングロッド板厚
		ロッドエンドイーヤ板厚
t ₁	mm	ユニバーサルボックスの厚さ
t ₂	mm	ユニバーサルボックスの厚さ
Λ	—	限界細長比
λ	—	細長比

(3) スプリングハンガ

記号	単位	定義
A_p	mm^2	支圧応力計算に用いる断面積
A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
a	mm	上部カバー円板の外径
		ピストンプレート外径
		下部カバー円板の外径
		スプリングの径
B	mm	イーヤ穴部せん断寸法
		クレビスブラケット穴部せん断寸法
		アイボルト穴部せん断寸法
		クランプ穴部せん断寸法
b	mm	上部カバー円板の内径
		ピストンプレートの内径
		スプリングの径
		下部カバー円板の径
C	mm	イーヤ幅引張断面寸法
		クレビスブラケット引張断面寸法
		クランプ引張断面寸法
D	mm	クレビスブラケット穴の径
		上部カバー円板の外径
		スプリングケースの内径
		ロードコラムの外径
		イーヤの穴径
		クランプ穴の径
		下部カバーの外径
d	mm	ピンの外径

記号	単位	定義
F_b	MPa	曲げ応力
F_m	MPa	ピンのせん断及び曲げ組合せ応力
F_p	MPa	支圧応力
F_s	MPa	せん断応力
F_t	MPa	引張応力
G	mm	ターンバックルの厚さ
H	mm	ターンバックルの幅
h	mm	すみ肉溶接脚長
J	mm	スプリングケース切欠き部の幅
		ターンバックル切欠き部の幅
L	mm	クレビスブラケット及びクランプの板と板の距離
		ロードコラムの長さ
M	mm	ネジ外径
M_0	N・mm	設計荷重によるモーメント
P	kN, N	定格荷重
T	mm	イーヤの板厚
		ピストンプレートの板厚
		スプリングケースの板厚
		下部カバーの板厚
		クレビスブラケットの板厚
		クランプの板厚
		各部品の厚さ
T_1	mm	上部カバーの板厚
Z	mm ³	断面係数
β_8	—	応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図82による)
β_9	—	応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図84による)
β_{10}'	—	応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図84による)

2.3.4.2.2 強度計算式

支持装置の強度計算式を以下に示す。

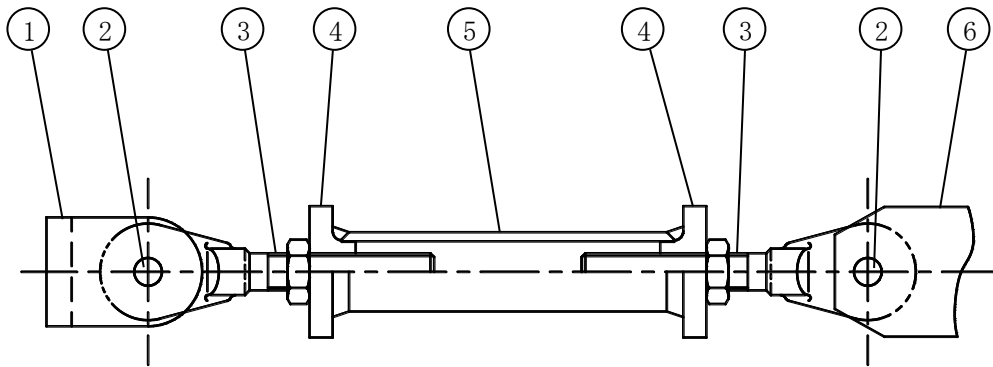
なお、以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり、記載のない形状についても、同様の計算式で計算する。

(1) ロッドレストレイント

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生する引張応力(又は圧縮応力)、せん断応力及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

①ブラケット、②ピン、③スヘリカルアイボルト、④アジャストナット
溶接部、⑤パイプ及び⑥クランプ

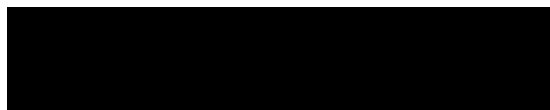


b. 各部材の計算式

(a) ブラケット(①)及びクランプ(⑥)

I 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



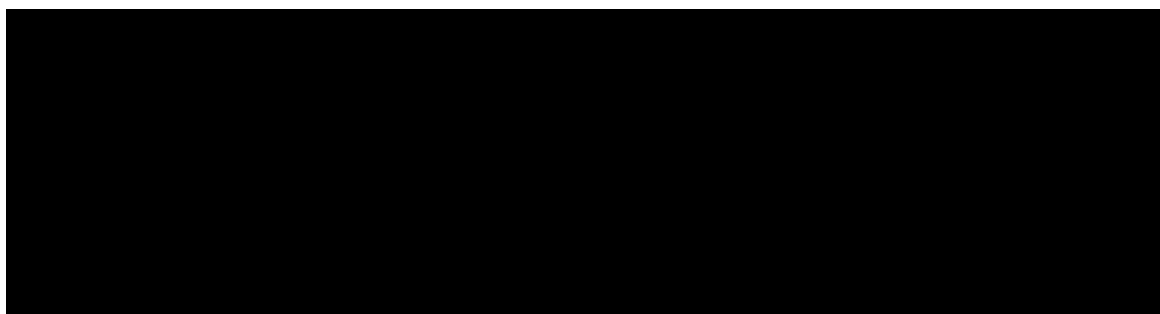
II せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



Ⅲ 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



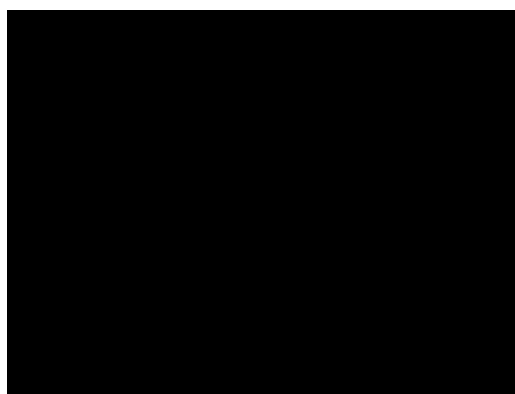
①ブラケット

⑥クランプ

(b) ピン(②)

I せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

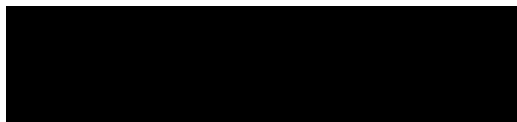


(c) スペリカルアイボルト(③)

I 穴部

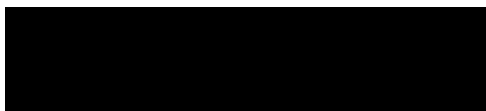
(I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



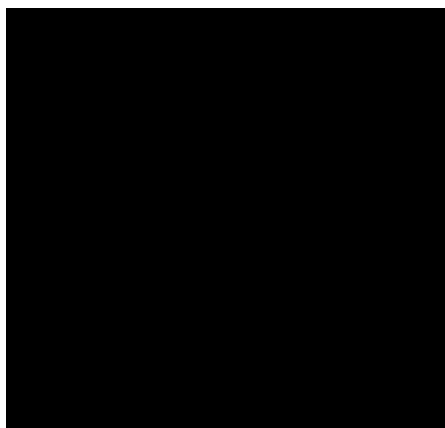
(II) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(III) 支圧応力評価

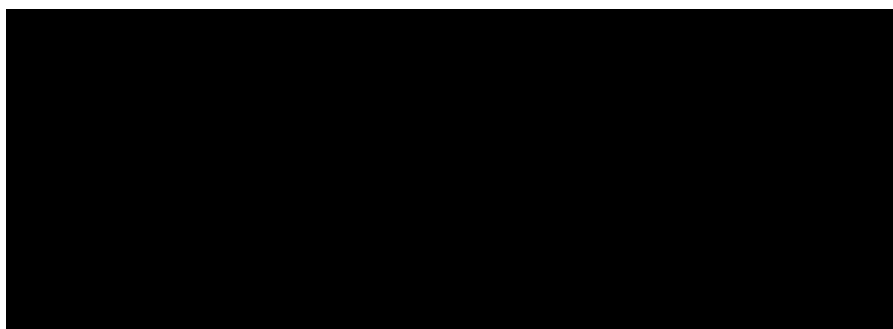
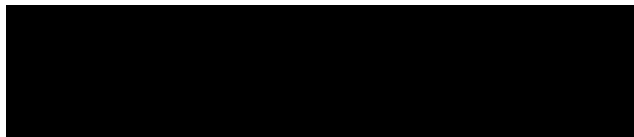
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



(d) アジャストナット溶接部(④)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



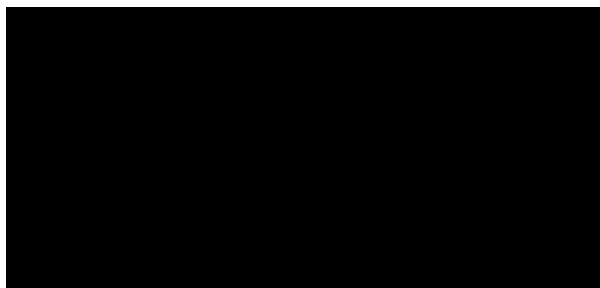
(e) パイプ(⑤)

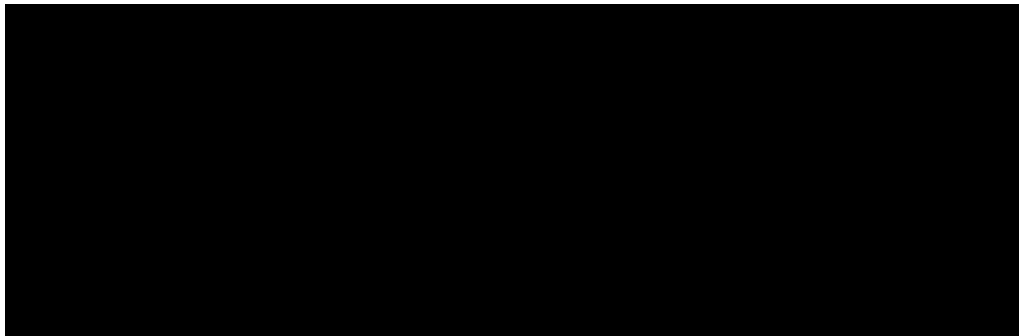
I 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。



許容圧縮応力



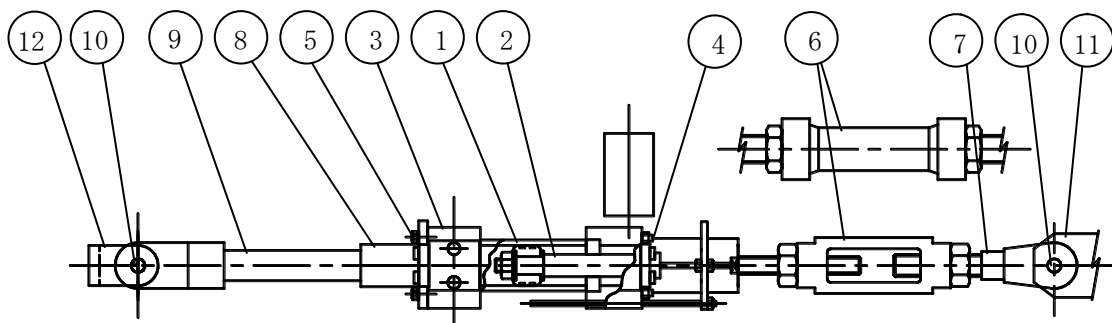


(2) オイルスナバ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力(又は圧縮応力)及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

①シリンダチューブ、②ピストンロッド、③シリンダカバー、④タイロッド、⑤六角ボルト、⑥ターンバックル、⑦スヘリカルアイボルト、⑧アダプタ、⑨コネクティングパイプ、⑩ピン、⑪クランプ及び⑫ブラケット

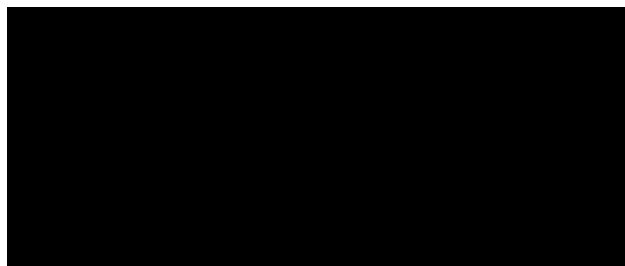


b. 各部材の計算式

(a) シリンダチューブ(①)

I 引張応力評価

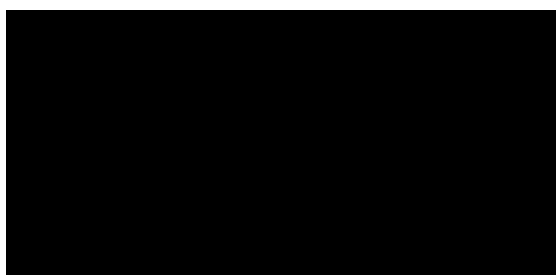
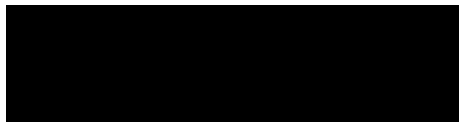
内圧により生じる引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



(b) ピストンロッド(②)

I 引張応力評価

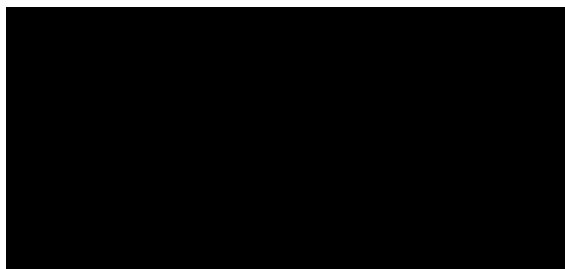
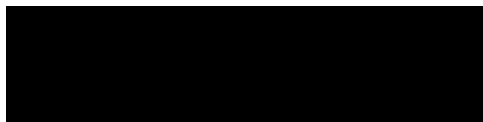
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(c) シリンダカバー(③)

I せん断応力評価

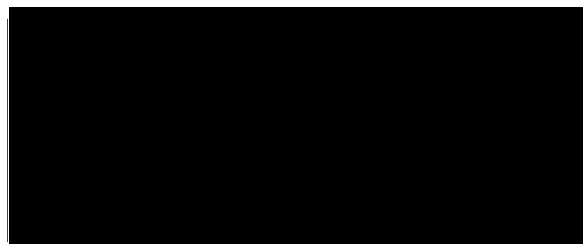
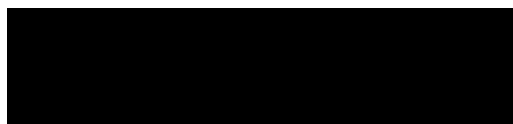
内圧により生じるせん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(d) タイロッド(④)

I 引張応力評価

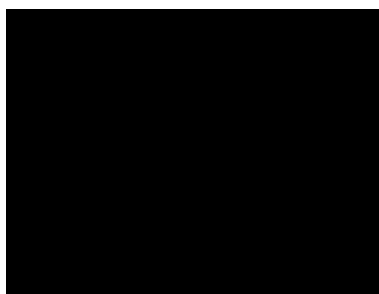
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(e) 六角ボルト(⑤)

I 引張応力評価

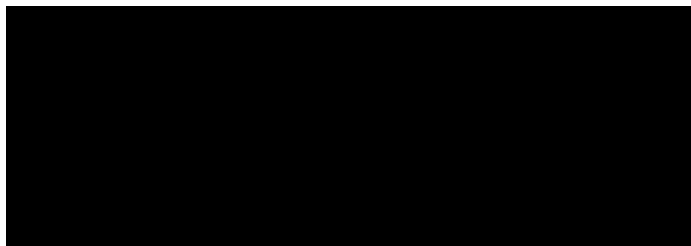
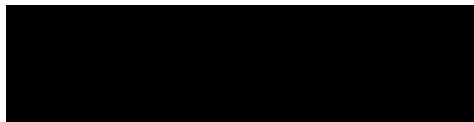
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(f) ターンバックル(⑥)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(g) スヘリカルアイボルト(⑦)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



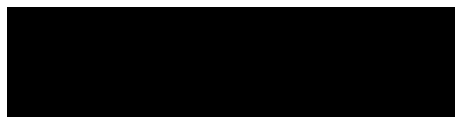
II せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



Ⅲ 支圧応力評価

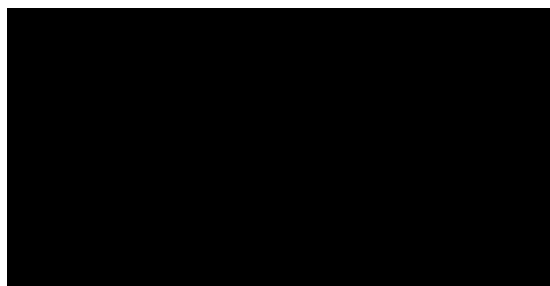
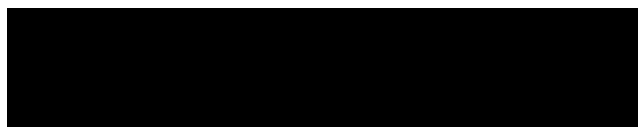
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



(h) アダプタ(⑧)

I 引張応力評価

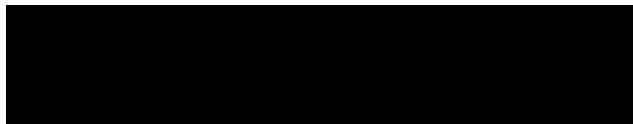
アダプタ及び溶接部の引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



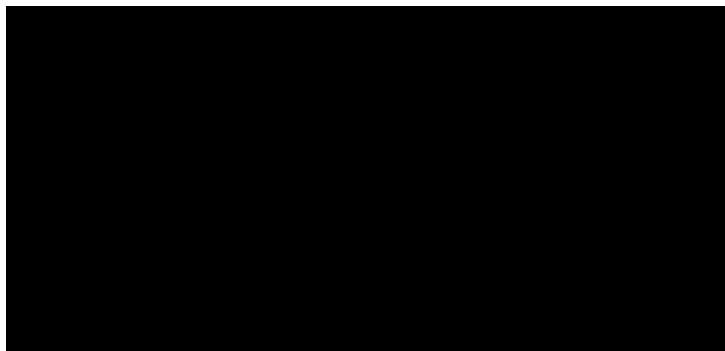
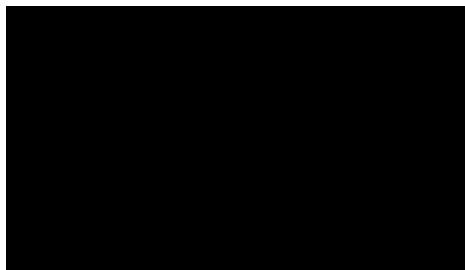
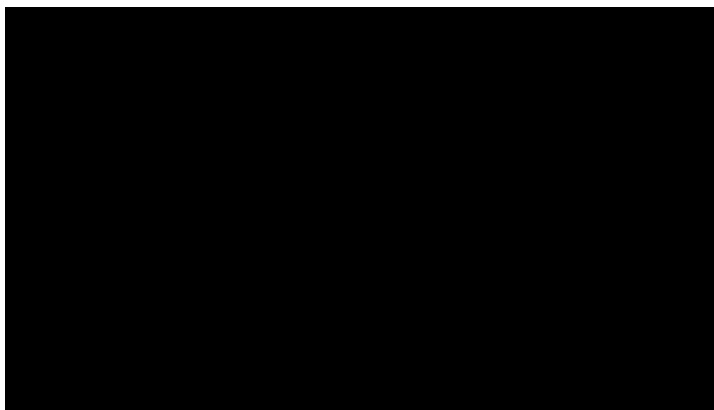
(i) コネクティングパイプ(⑨)

I 圧縮応力評価

圧縮応力が、許容圧縮応力以下であることを確認する。



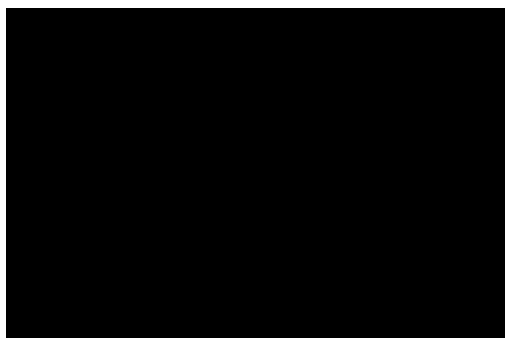
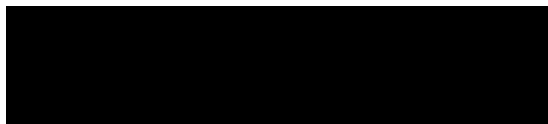
許容圧縮応力



(j) ピン(⑩)

I せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(k) クランプ(⑪)及びブラケット(⑫)

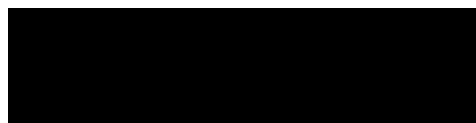
I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



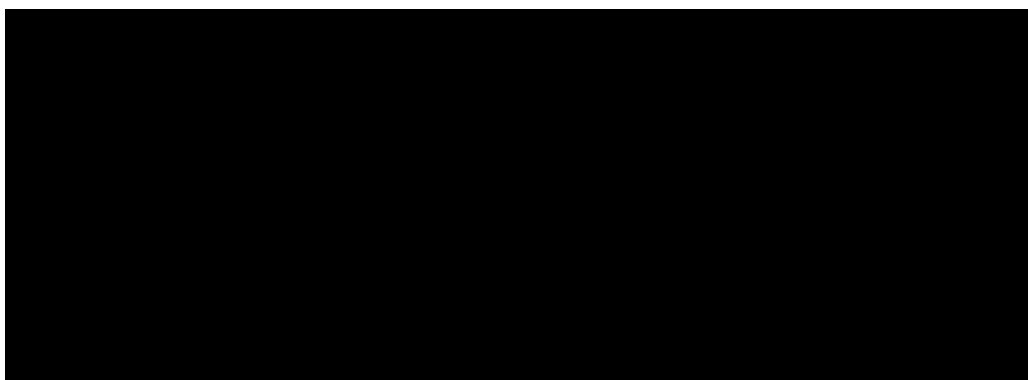
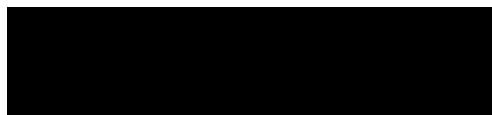
II せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



Ⅲ 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

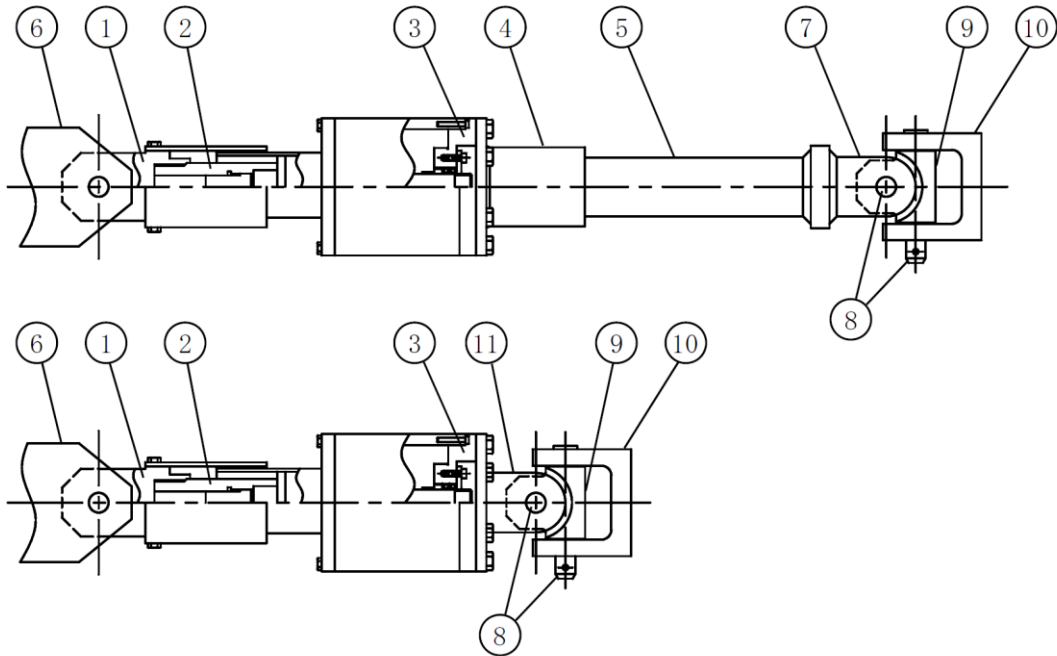


(3) メカニカルスナバ

応力評価は、次の強度部材である最弱部に発生する引張応力(又は圧縮応力)、せん断応力及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

①イーヤ, ②ロードコラム, ③ケース, ベアリング押さえ及び六角ボルト, ④ジャンクションコラムアダプタ, ⑤コネクティングチューブ, ⑥クランプ, ⑦コネクティングチューブイーヤ部, ⑧ピン, ⑨ユニバーサルボックス, ⑩ユニバーサルブラケット及び⑪ダイレクトアタッチブラケット

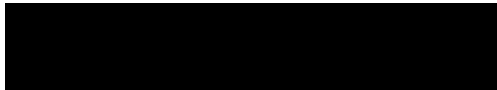


b. 各部材の計算式

(a) イーヤ(①)

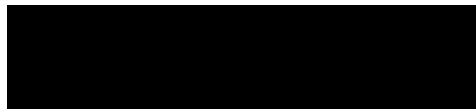
I 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



II せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



III 支圧応力評価

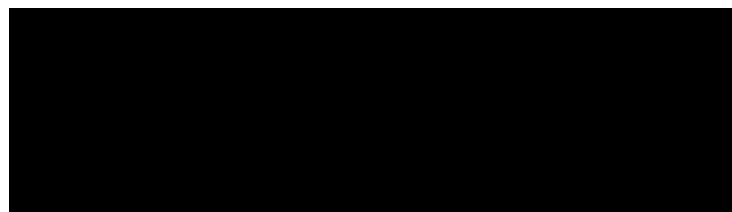
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



(b) ロードコラム(②)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

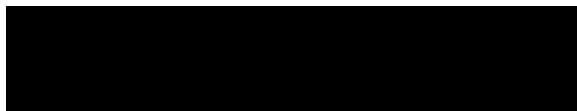


(c) ケース，ベアリング押さえ及び六角ボルト(③)

I ケース

(I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



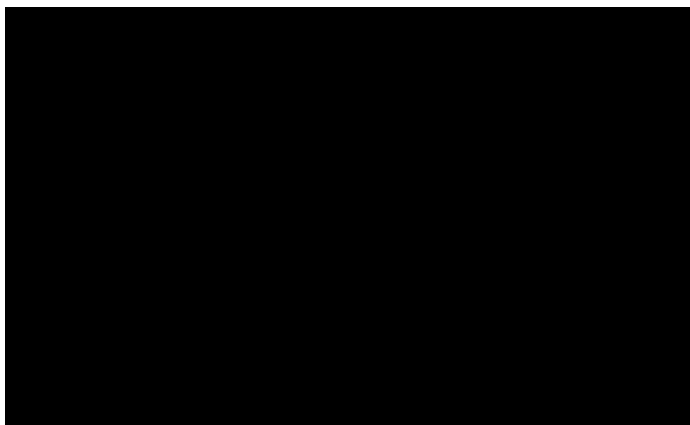
(II) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(III) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



II ベアリング押え

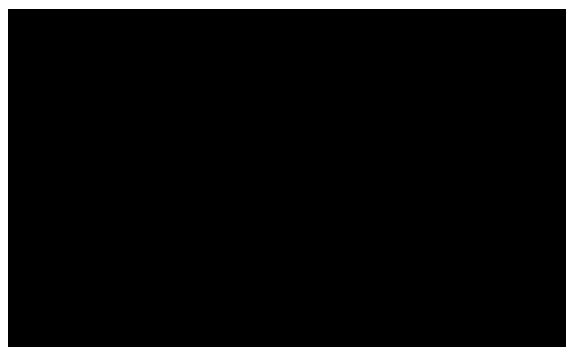
(I) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(II) 支圧応力評価

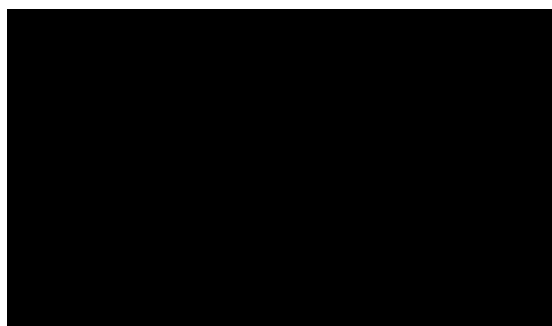
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



III 六角ボルト

(I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

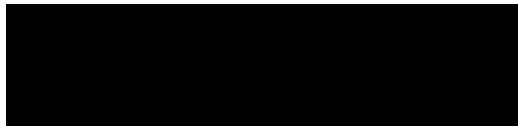


(d) ジャンクションコラムアダプタ (④)

I 六角ボルト

(I) 引張応力評価

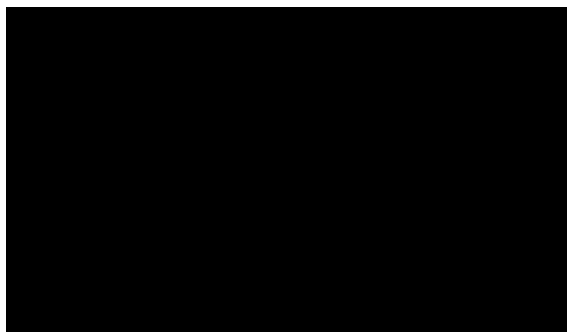
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



II 溶接部

(I) せん断応力評価

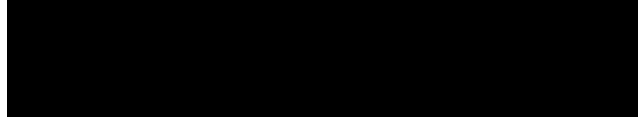
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



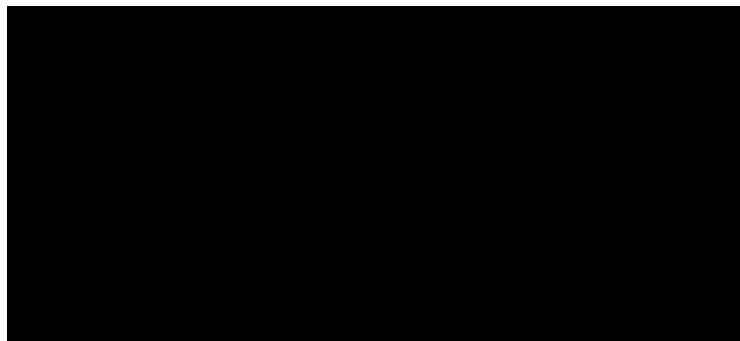
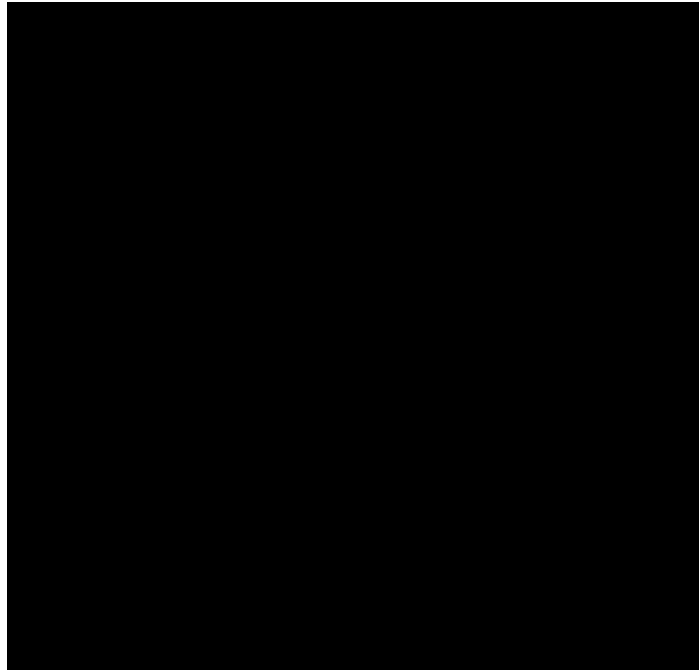
(e) コネクティングチューブ (⑤)

I 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。



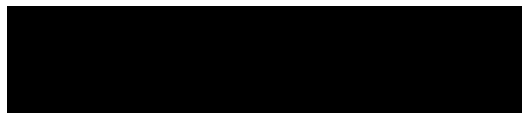
許容圧縮応力



(f) クランプ(⑥), コネクティングチューブイヤー部(⑦), ユニバーサル
ブラケット(⑩)及びダイレクトアタッチブラケット(⑪)

I 引張応力評価

引張応力が, 許容引張応力以下であることを確認する。



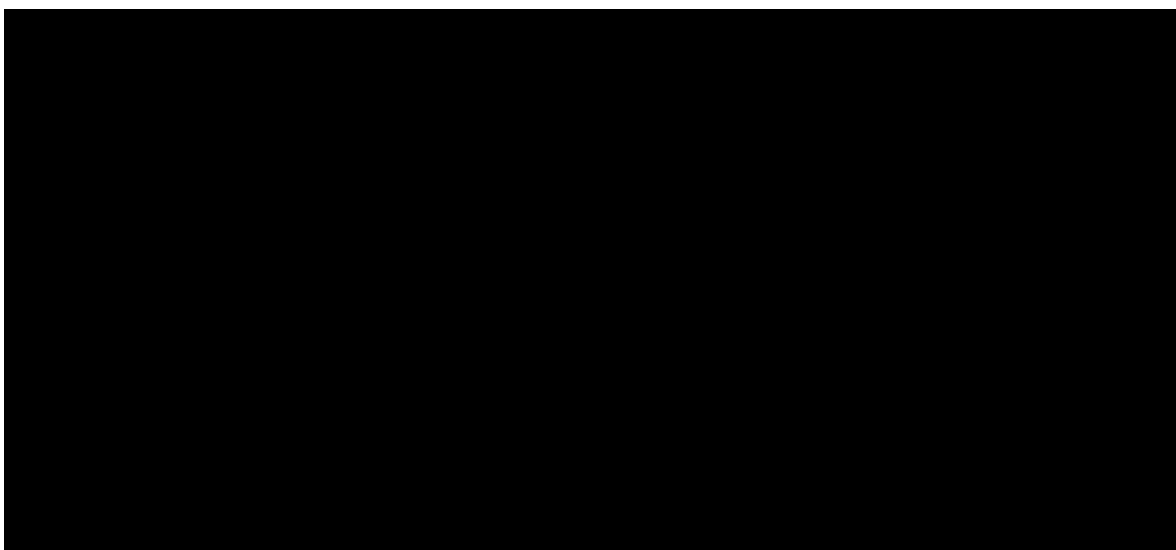
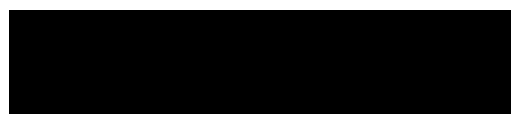
II せん断応力評価

せん断応力が, 許容せん断応力以下であることを確認する。



III 支圧応力評価

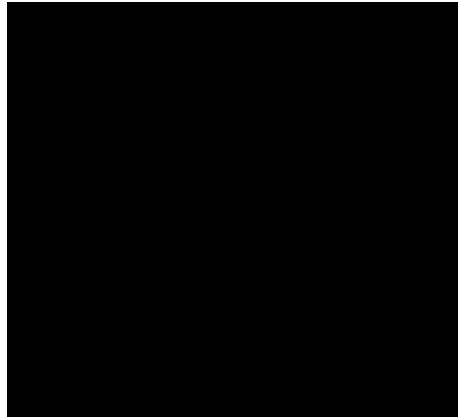
支圧応力が, 許容支圧応力以下であることを確認する。



(g) ピン(⑧)

I せん断応力評価

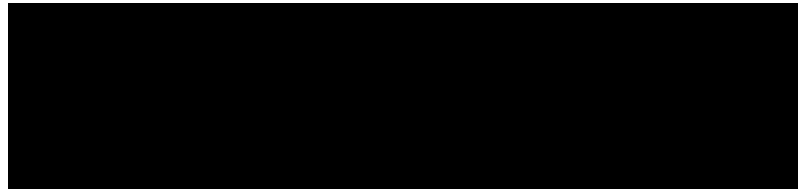
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(h) ユニバーサルボックス(⑨)

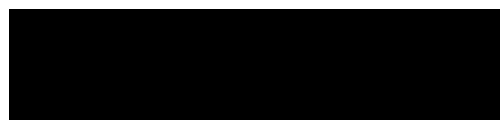
I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



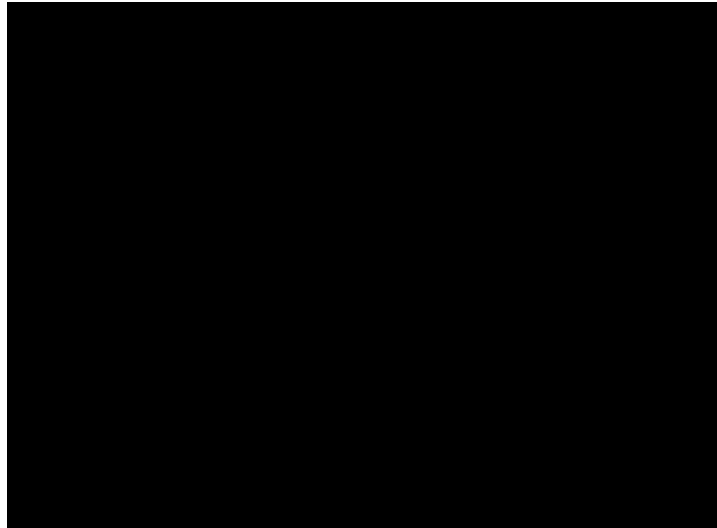
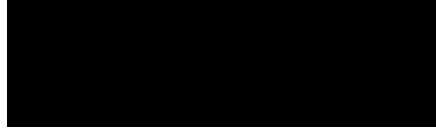
II せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



Ⅲ 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

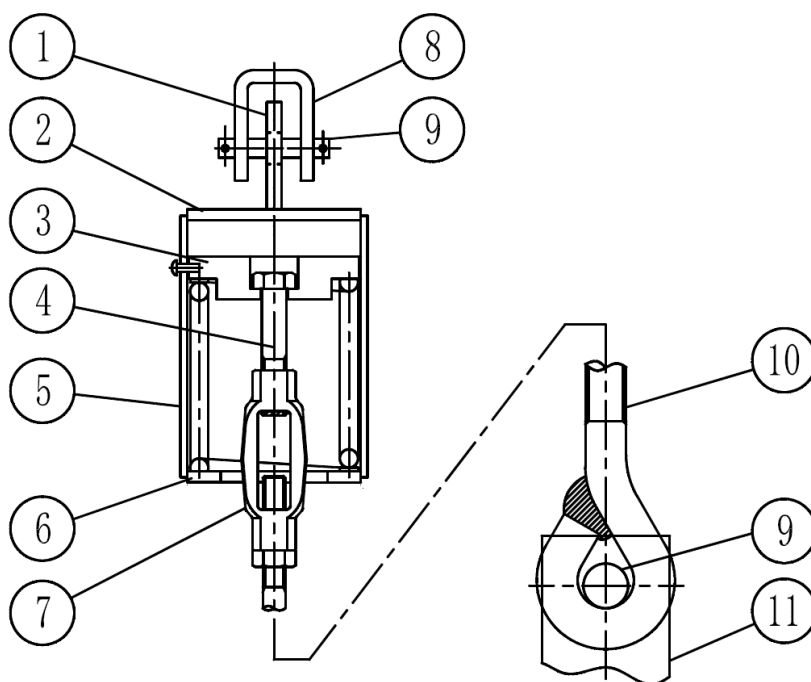


(4) スプリングハンガ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力、曲げ応力、支圧応力及び組合せ応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

a. 強度部材

①イーヤ、②上部カバー、③バネ座(ピストンプレート)、④ハンガロッド、⑤スプリングケース、⑥下部カバー、⑦ターンバックル、⑧クレビスブラケット、⑨ピン、⑩アイボルト及び⑪クランプ



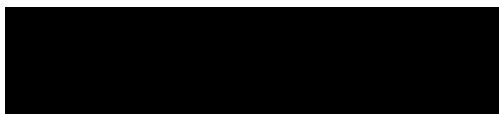
b. 各部材の計算式

(a) イーヤ(①)

I 穴部

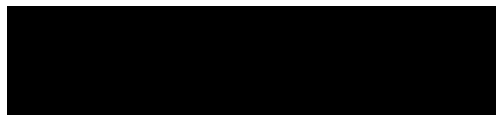
(I) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



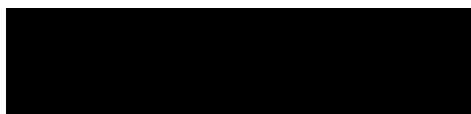
(II) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(III) 支圧応力評価

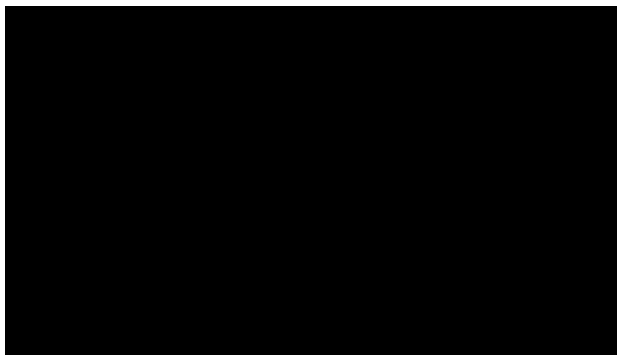
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



II イーヤ溶接部

(I) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

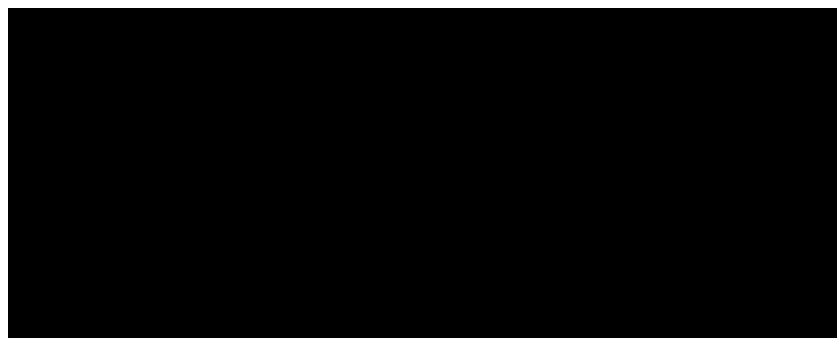
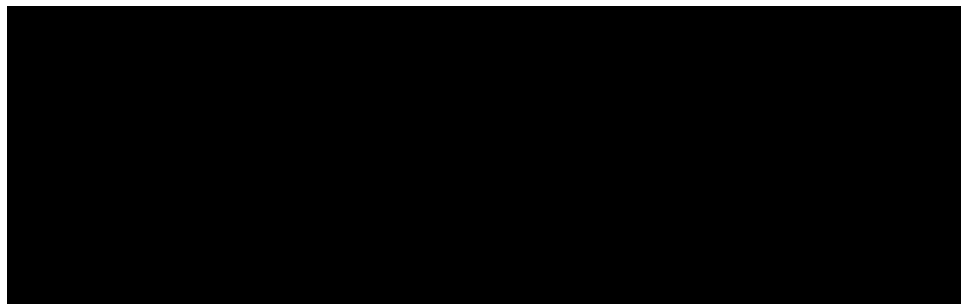


(b) 上部カバー(②)

I 本体

(I) 曲げ応力評価

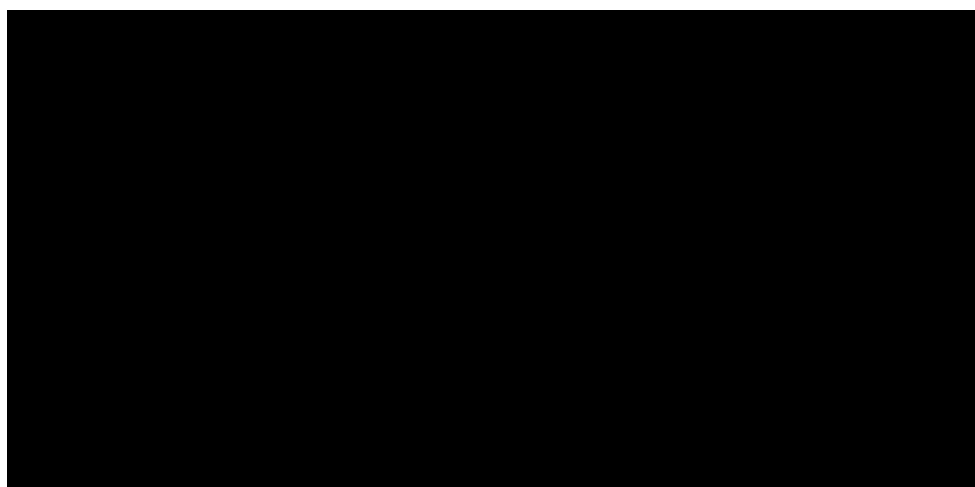
曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



II 溶接部

(I) せん断応力評価

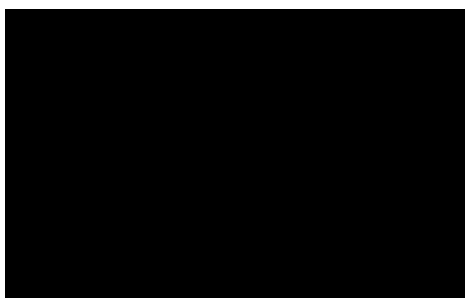
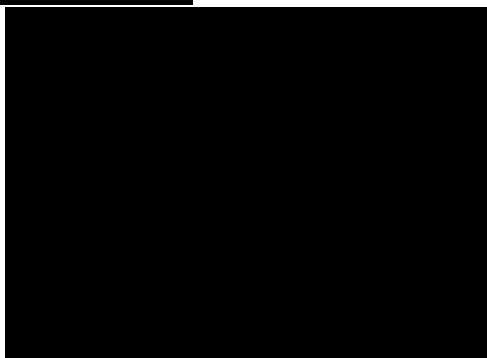
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(c) バネ座(ピストンプレート) (③)

I 曲げ応力評価

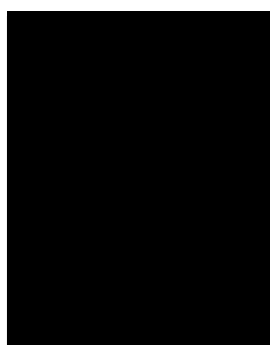
曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



(d) ハンガロッド(④)

I 引張応力評価

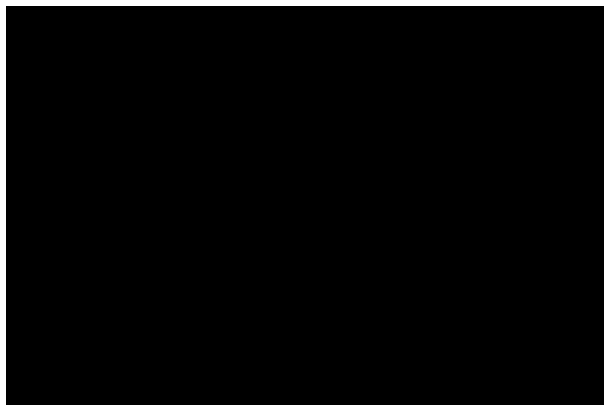
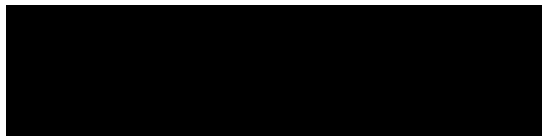
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(e) スプリングケース (⑤)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

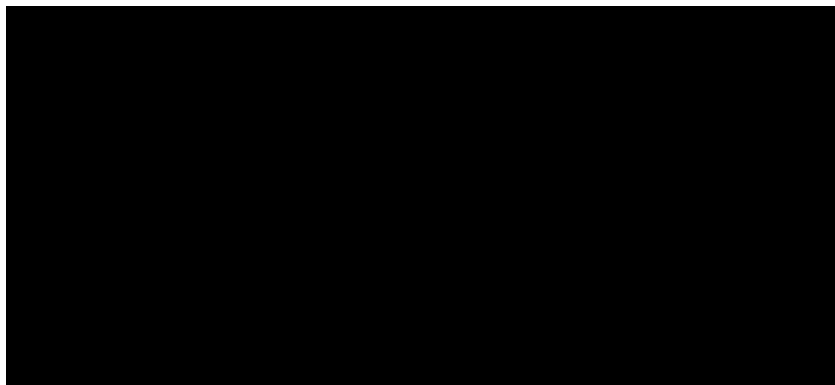
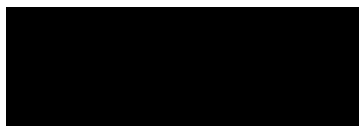


(f) 下部カバー (⑥)

I 本体

(I) 曲げ応力評価

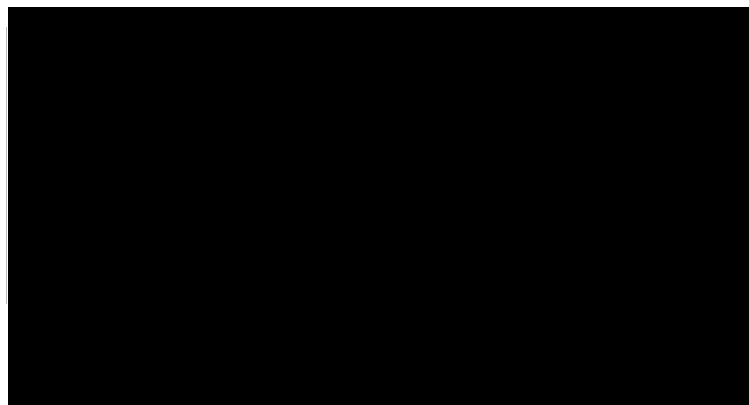
曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



II 溶接部

(I) せん断応力評価

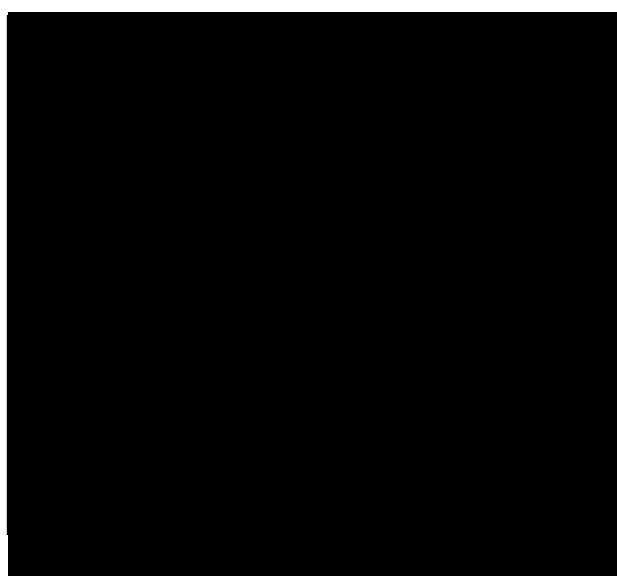
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(g) ターンバックル(⑦)

I 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

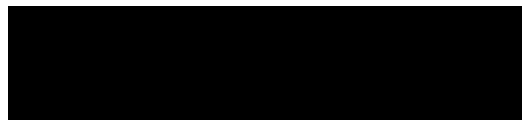


(h) クレビスブラケット(⑧)及びクランプ(⑩)

I 本体

(I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



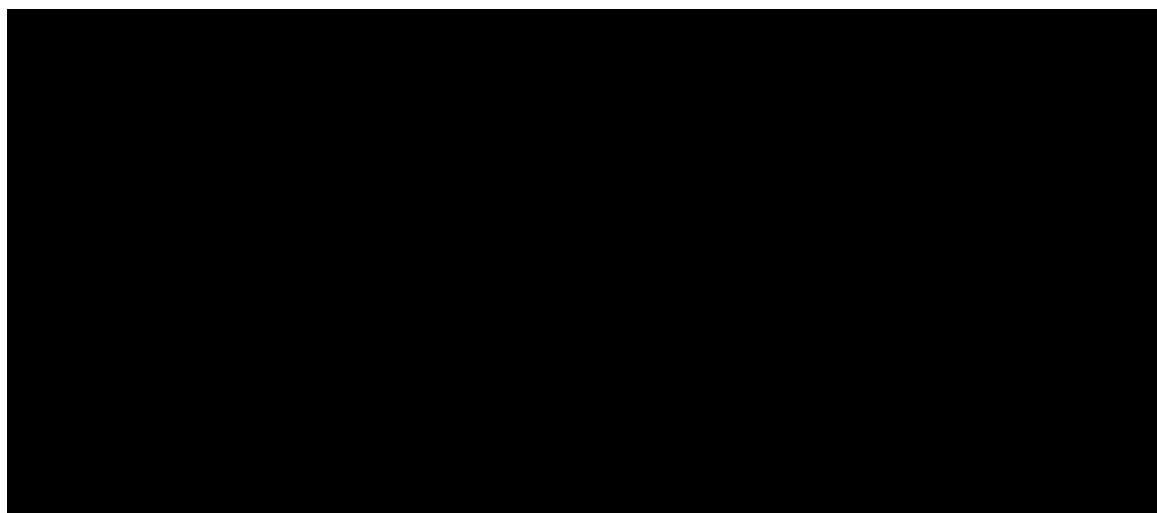
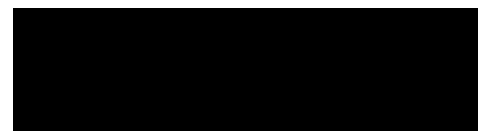
(II) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(III) 支圧応力評価

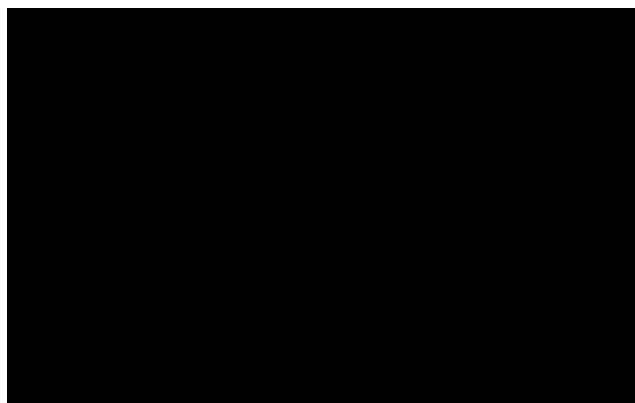
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



II クレビスブラケット溶接部

(I) せん断応力評価

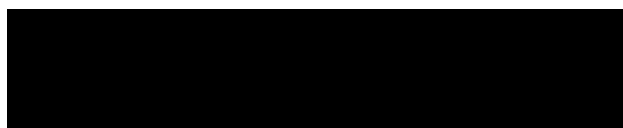
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(i) ピン(⑨)

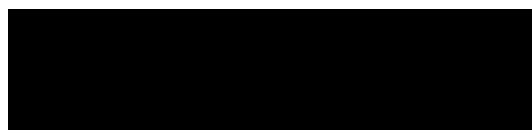
I 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



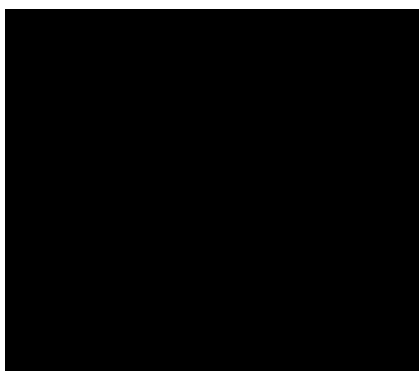
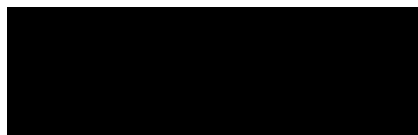
II せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



Ⅲ 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。



(j) アイボルト(⑩)

I 穴部

(I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



(II) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



(III) 支圧応力評価

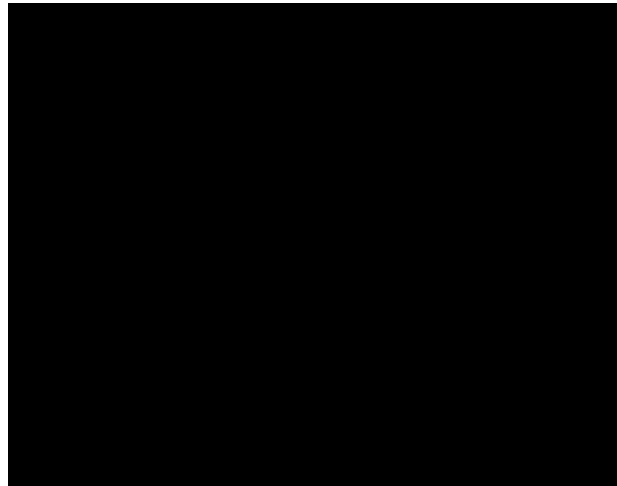
支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



II ボルト部

(I) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

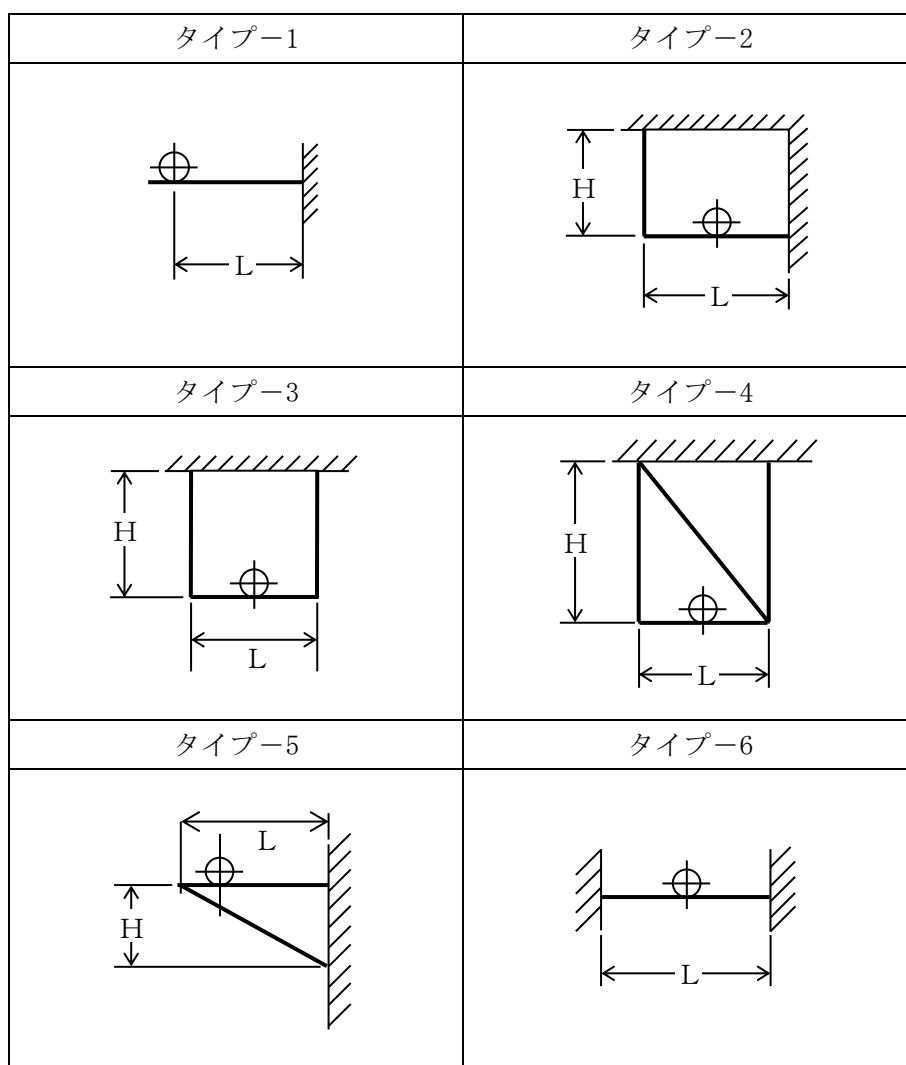


2.4 支持架構及び付属部品の設計

2.4.1 概要

配管の支持架構及び付属部品(ラグ、U ボルト等)は、配管の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力の比較による応力評価又は最大使用荷重と支持点荷重の比較による荷重評価により設計する。

支持架構は、上記応力評価によるほか、特に機器配置、保守点検上の配慮等を考慮して設計する必要があるため、その形状は多種多様である。支持架構の代表構造例を第2.4.1-1図に示す。



第2.4.1-1図 支持架構の代表構造例

2.4.2 設計方針

配管の支持架構は、非常に物量が多いことから、第2.4.1-1図に示す基本形状ごとに、以下の要領で鋼材選定の標準化を図って設計に適用する。

- (1) 配管の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力の比較による応力評価又は最大使用荷重と支持点荷重の比較による荷重評価により設計する。
- (2) 支持点荷重を条件とした強度及び耐震評価を行い、発生応力が許容応力を超えないように使用する鋼材(山形鋼, 溝形鋼, H形鋼, 角形鋼等)を決定する。

2.4.3 荷重条件

支持架構の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

2.4.4 種類及び選定

支持架構の選定要領を、第2.4.4-1図に示す。

(1) 支持条件の設定

配管の支持点と床、壁面等からの距離及び周囲の設備配置状況から、第2.4.1-1図に示す支持架構の基本形状の中から適用タイプを選定する。

支持点荷重は、地震時や各運転状態で生じる荷重又は直管部標準支持間隔における地震時の荷重を用いる。また、支持点荷重を低減する必要がある場合は、実支持間隔による荷重を適用する。

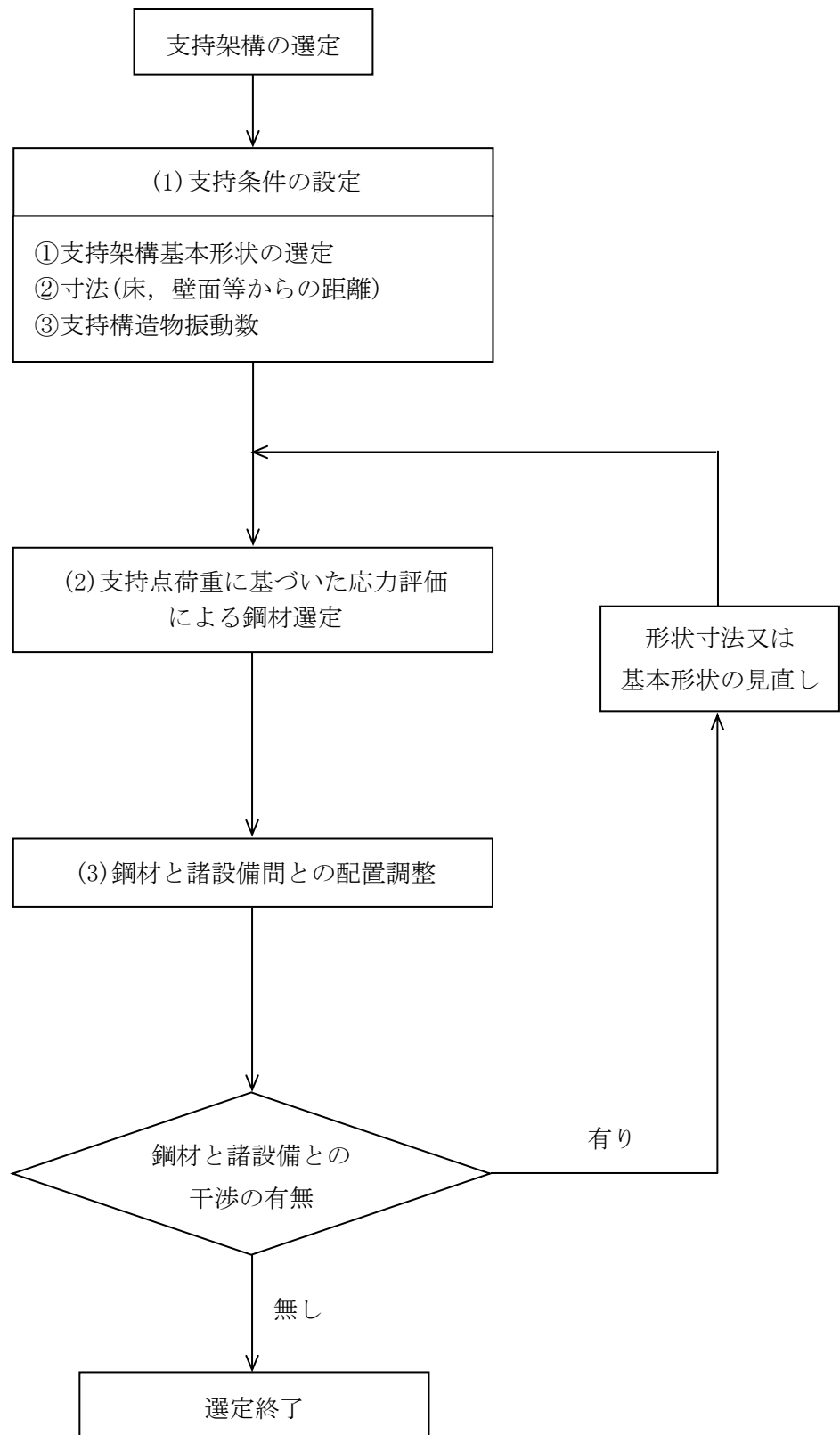
(2) 支持点荷重に基づいた応力評価による鋼材選定

地震時の支持点荷重により鋼材を選定する。

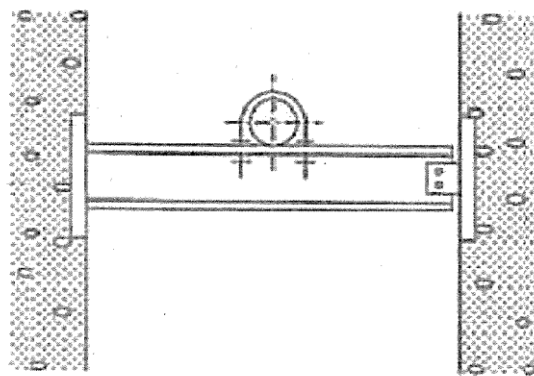
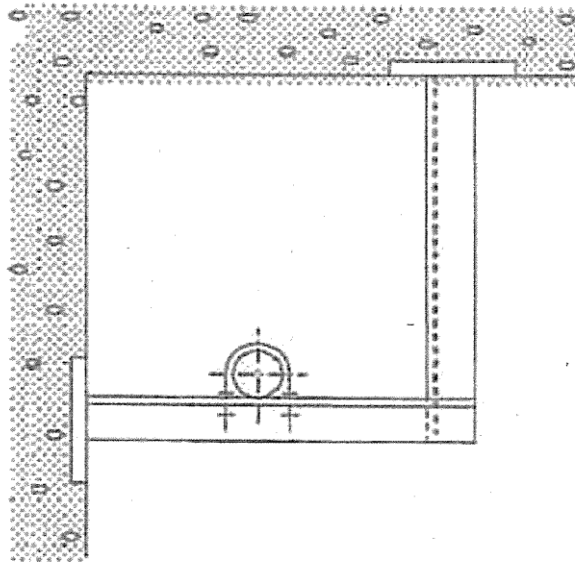
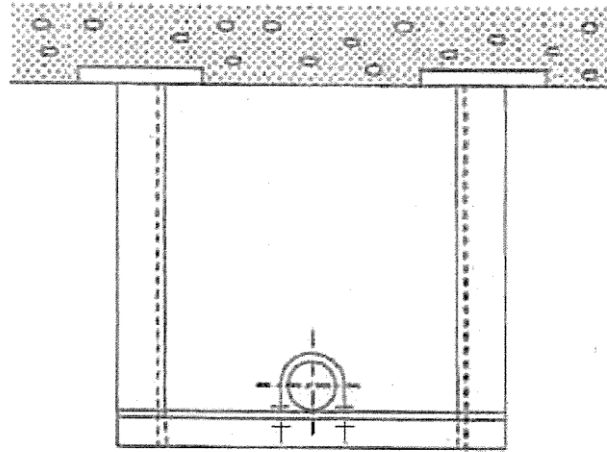
(3) 鋼材と諸設備間との配置調整

決定した鋼材が、他の配管及び周囲の設備との干渉がないか確認する。干渉がある場合は、支持架構の形状寸法又は基本形状の見直しを行って、再度鋼材選定を行う。

配管の支持架構の例を、第2.4.4-2図に示す。



第2.4.4-1図 支持架構の設計フロー



第2.4.4-2図 支持架構の例

2.4.5 支持架構及び付属部品の選定

支持架構については、支持点荷重を条件とした強度及び耐震評価を行い、発生応力が許容応力を超えないように使用する鋼材(山形鋼, 溝形鋼, H 形鋼, 角形鋼等)を決定する。

付属部品については、支持点荷重が最大使用荷重を超えないように使用する付属部品を選定する。

設計荷重としての最大使用荷重を設定するに当たっては、様々な荷重条件の組合せに適用できるように、設計上の配慮として各荷重成分を同値として定めている。

標準的に使用する鋼材及び付属部品の仕様を第2.4.5-1表～第2.4.5-7表に示す。

なお、付属部品については、最大使用荷重を超える場合であっても個別の評価により健全性の確認を行うことが可能である。

第2.4.5-1表 支持架構の標準鋼材仕様

鋼材名称	材質	鋼材サイズ
山形鋼	[Redacted]	[Redacted]
溝形鋼		
H形鋼		
角形鋼		

第2.4.5-2表 標準ラグの選定表

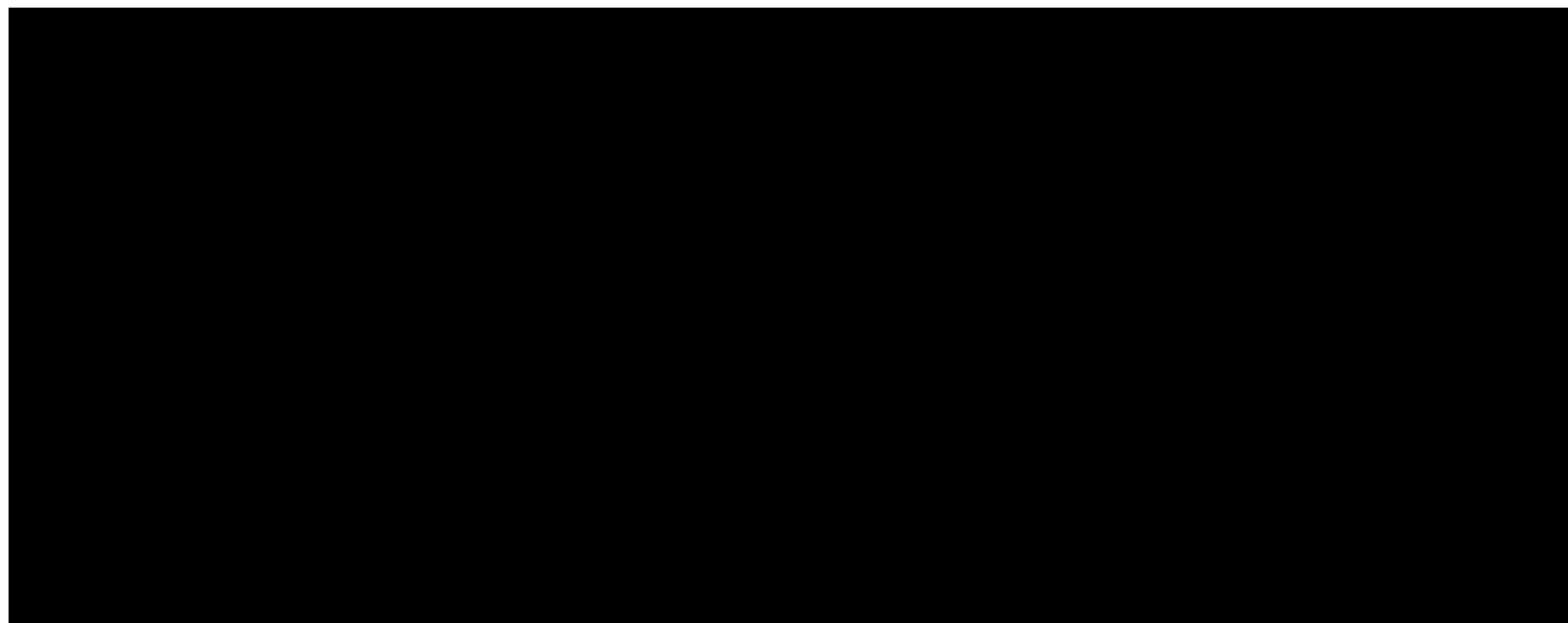
型式	最大使用荷重*	
	F_x, F_y, F_z (N)	M_x, M_y, M_z (N·m)
S-3		
S-4		
S-6		
S-8		
S-10		
S-12		
S-14		
S-16		
S-18		
S-20		
S-22		
S-24		
S-26		
S-28		

注記 * : ラグは配管との取合い部を溶接で固定し6方向荷重を拘束する支持構造物であり、 F_x, F_y, F_z 及び M_x, M_y, M_z の荷重が生じることから、最大使用荷重を設定するに当たっては、様々な荷重条件の組合せに適用できるように、 F_x, F_y, F_z 及び M_x, M_y, M_z を同一の値とする。

第2.4.5-3表 標準ラグの主要寸法

(単位：mm)

型式	母管外径	パッド寸法		パッド厚さ	ラ グ			底 板			距 離	溶接脚長			
	D	l_1	l_2	t_1	l_3	l_4	t_2	l_5	l_6	t_3	H	h_1	h_2	h_3	h_4
S-3															
S-4															
S-6															
S-8															
S-10															
S-12															
S-14															
S-16															
S-18															
S-20															
S-22															
S-24															
S-26															
S-28															



第2.4.5-4表 標準Uボルトの選定表

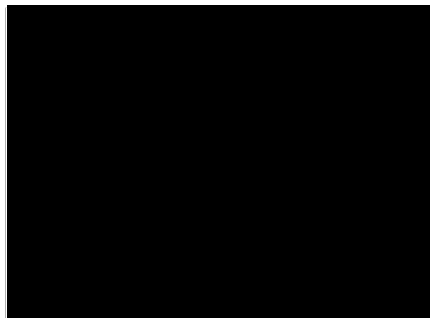
型式	呼び径	最大使用荷重(N)	
		P*	Q*
U-BOLT*15A	15A		
U-BOLT*20A	20A		
U-BOLT*25A	25A		
U-BOLT*32A	32A		
U-BOLT*40A	40A		
U-BOLT*50A	50A		
U-BOLT*65A	65A		
U-BOLT*80A	80A		
U-BOLT*100A	100A		
U-BOLT*125A	125A		
U-BOLT*150A	150A		

注記 * : P : 引張方向荷重

Q : せん断方向荷重

第2.4.5-5表 標準Uボルトの主要寸法

型式	材質	D ₀ (mm)
U-BOLT*15A	[Redacted]	[Redacted]
U-BOLT*20A		
U-BOLT*25A		
U-BOLT*32A		
U-BOLT*40A		
U-BOLT*50A		
U-BOLT*65A		
U-BOLT*80A		
U-BOLT*100A		
U-BOLT*125A		
U-BOLT*150A		



第2.4.5-6表 標準Uバンドの選定表

呼び径 (A)	パイプバ ンド厚さ (mm)	ボルト サイズ	最大使用荷重 (kN)		
			P*	Q*	F*
15	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
20					
25					
40					
50					
65					
80					

注記 * : P : 引張方向荷重
 Q : せん断方向荷重
 F : 配管軸方向荷重

第2.4.5-7表 標準Uバンドの主要寸法

呼び径 (A)	管外径 D (mm)	パイプバンド			ボルト サイズ	締付トルク (N・m)
		R (mm)	A (mm)	t (mm)		
15	21.7					
20	27.2					
25	34.0					
40	48.6					
50	60.5					
65	76.3					
80	89.1					



2.4.6 支持架構及び付属部品の使用材料

JSME S NC1 の適用を受ける箇所に使用する材料は、JSME S NC1 付録材料図表 Part1 に従うものとする。ただし、ラグの材料は当該配管に適用する材料とする。

2.4.7 支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法

支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

(1) 許容応力

許容応力は、JSME S NC1 及び JEAG4601 に基づくものとする。

荷重の組合せに対する許容応力を第 2.4.7-1 表に示す。

第2.4.7-1表 荷重の組合せに対する許容応力*7, *8

荷重の組合せ	一次応力						一次+二次応力				
	引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	組合せ*5	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈
D+P d+M d	f_t	f_s	f_c	f_b	f_p	f_t	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*1}$	$3 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p^{*3}$	$1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c^{*3}$
D+P d+M d+S s	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_p^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$3 \cdot f_t^{*6}$	$3 \cdot f_s^{*1, *6}$	$3 \cdot f_b^{*2, *6}$	$1.5 \cdot f_p^{*4}$	$1.5 \cdot f_b$ $1.5 \cdot f_s$
D+P d+M d+S d	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$1.5 \cdot f_t$				$1.5 \cdot f_p^{*4}$	$1.5 \cdot f_c^{*2, *4}$

注記 *1：すみ肉溶接部にあつては、最大応力に対して $1.5 \cdot f_s$ とする。

*2：JSME S NC1 SSB-3121.1(4)a.により求めた f_b とする。

*3：応力の最大圧縮値について評価する。

*4：自重、熱等により常時作用する荷重に、地震による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

*5：組合せ応力の許容応力は、JSME S NC1に基づく値とする。

*6：地震動のみによる応力振幅について評価する。

*7：材料の許容応力を決定する場合の基準値Fは、JSME S NC1 付録材料図表 Part5 表8に定める値又は表9に定める値の0.7倍のいずれか小さい方の値とする。ただし、使用温度が40度を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、JSME S NC1 付録材料図表 Part5 表8に定める値の1.35倍の値、表9に定める0.7倍の値又は室温における表8に定める値のいずれか小さい値とする。

8： f_t^ 、 f_s^* 、 f_c^* 、 f_b^* 、 f_p^* は、 f_t 、 f_s 、 f_c 、 f_b 、 f_p の値を算出する際にJSME S NC1 SSB-3121.1(1)本文中「付録材料図表 Part5 表8に定める値」とあるのを「付録材料図表 Part5 表8に定める値の1.2倍の値」と読み替えて計算した値とする。

記号の説明

- D : 死荷重(自重)
- P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- S_s : 基準地震動 S_s による地震力
- S_d : 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力
- f_t : 許容引張応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対して JSME S NC1 SSB-312
1.1(1)により規定される値
ボルト等に対しては JSME S NC1 SSB-3131(1)により規定される値
- f_s : 許容せん断応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対して JSME S NC1 SSB-312
1.1(2)により規定される値
ボルト等に対しては JSME S NC1 SSB-3131(2)により規定される値
- f_c : 許容圧縮応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対して JSME S NC1 SSB-312
1.1(3)により規定される値
- f_b : 許容曲げ応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対して JSME S NC1 SSB-312
1.1(4)により規定される値
- f_p : 許容支圧応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対して JSME S NC1 SSB-312
1.1(5)により規定される値

(2) 支持架構及び付属部品の強度計算式

a. 記号の定義

支持架構及び付属部品の強度計算に使用する記号は、下記のとおりとする。

(a) 支持架構

記号	単位	定義
A_s	mm^2	せん断応力計算に用いる断面積
A_t	mm^2	引張応力計算に用いる断面積
F_b	MPa	曲げ応力
F_s	MPa	せん断応力
F_t	MPa	引張応力
f_t	MPa	許容引張応力
M_0	$\text{N}\cdot\text{mm}$	モーメント
Z	mm^3	断面係数
P_1	N	せん断方向荷重
P_2	N	引張方向荷重

(b) ラグ

記号	単位	定義
A_L	mm^2	角形鋼管の断面積
A_p	mm^2	パッドと配管の溶接部の断面積
		パッドと角形鋼管の溶接部の断面積
		角形鋼管と底板の溶接部の断面積
a	mm	角形鋼管の幅
a_1	mm	強度評価有効長(配管軸方向長さ)内のり寸法
a_2	mm	強度評価有効長(配管軸方向長さ)外のり寸法
b_1	mm	パッド幅(配管周方向長さ:配管外径)
b_2	mm	$b_1 + \sqrt{2} t_{wp}$
D_1	mm	強度評価有効長(配管軸直方向長さ)内のり寸法
D_2	mm	強度評価有効長(配管軸直方向長さ)外のり寸法
F_x	N	配管軸方向荷重
F_y	N	配管軸直方向荷重
F_z	N	配管軸直方向荷重
f_t	MPa	許容引張応力
f_s	MPa	許容せん断応力
h_1	mm	パッド長さ(配管軸方向長さ)
h_2	mm	$h_1 + \sqrt{2} t_{wp}$
I_x	mm^4	配管軸方向の断面2次モーメント
I_y	mm^4	配管軸直方向の断面2次モーメント
l	mm	配管中心から評価部位までの距離
M_x	$\text{N}\cdot\text{mm}$	配管軸方向に生じるモーメント
M_y	$\text{N}\cdot\text{mm}$	配管軸直方向に生じるモーメント
M_z	$\text{N}\cdot\text{mm}$	配管軸直方向に生じるモーメント

記号	単位	定義
t	mm	角形鋼管の厚さ
t_{wp}	mm	パッドと配管のすみ肉溶接脚長
		パッドと角形鋼管のすみ肉溶接脚長
		角形鋼管と底板のすみ肉溶接脚長
Z_x	mm ³	配管軸方向の断面係数
Z_y	mm ³	配管軸直方向の断面係数
σ_L	MPa	角形鋼管の曲げ応力
σ_{LB}	MPa	角形鋼管と底板の溶接部の曲げ応力
σ_P	MPa	パッドと配管の溶接部の曲げ応力
σ_{PL}	MPa	パッドと角形鋼管の溶接部の曲げ応力
τ_L	MPa	角形鋼管のせん断応力
τ_{LB}	MPa	角形鋼管と底板の溶接部のせん断応力
τ_P	MPa	パッドと配管の溶接部のせん断応力
τ_{PL}	MPa	パッドと角形鋼管の溶接部のせん断応力

(c) Uボルト

記号	単位	定義
A_0	mm^2	Uボルトの断面積
B	mm	Uボルトの曲げ半径
d_0	mm	Uボルトの呼び径
F_s	MPa	せん断応力
F_t	MPa	引張応力
f_s	MPa	許容せん断応力
f_t	MPa	許容引張応力
l	mm	配管中心から鋼材上面までの距離
P	N	引張方向荷重
P'	N	引張方向荷重
Q	N	せん断方向荷重

(d) Uバンド

記号	単位	定義
D	mm	配管の外径
d_0	mm	Uバンドのボルト呼び径
F	N	軸方向荷重
F_b	MPa	曲げ応力
F_s	MPa	せん断応力
F_0	MPa	Uバンドの軸方向の許容荷重
F_t	MPa	引張応力
f_b	MPa	許容曲げ応力
f_s	MPa	許容せん断応力
f_t	MPa	許容引張応力
l_1	mm	配管中心からボルト穴までの距離
l_2	mm	ナット2面幅の半分
M_0	N・mm	ボルトの締付けトルク
n	本	ボルトの本数
P	N	引張方向荷重
Q	N	せん断方向荷重
T	N	ボルトの締付け力
t	mm	Uバンドの厚さ
w	mm	Uバンドの幅
μ	—	摩擦係数

b. 強度計算式

支持架構及び付属部品の強度計算式を以下に示す。

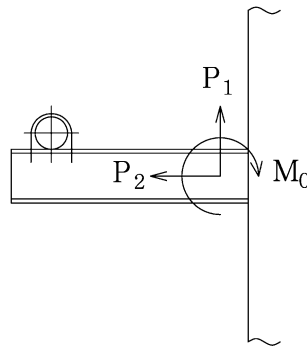
なお、以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり、記載のない形状についても、同様の計算式で計算する。また、許容応力は、荷重の組合せ(D + P_d + M_d + S_d)における一次応力評価(組合せ)を例として記載したものであり、荷重の組合せ及び応力種別に応じて適切な許容応力を用いる。

(a) 支持架構

支持架構の引張(圧縮)・せん断・曲げ応力を生じる構造部分の応力は、次の計算式で計算する。

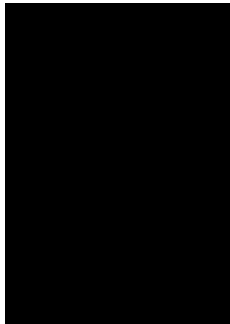
I 構造の代表例

支持架構の代表例として片持ち形状の支持架構について応力の計算式を示す。

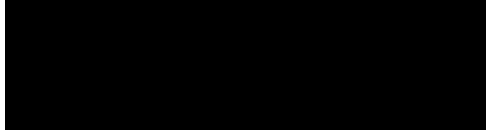


II 各鋼材の計算式

支持架構の耐震評価は、配管から受ける設計荷重を用いて構造計算により最大発生応力を算出する。発生応力は、次の計算式により求める。



評価は、次に示す組合せ応力が許容応力以下であることを確認する。



(b) ラグ

I 評価部位

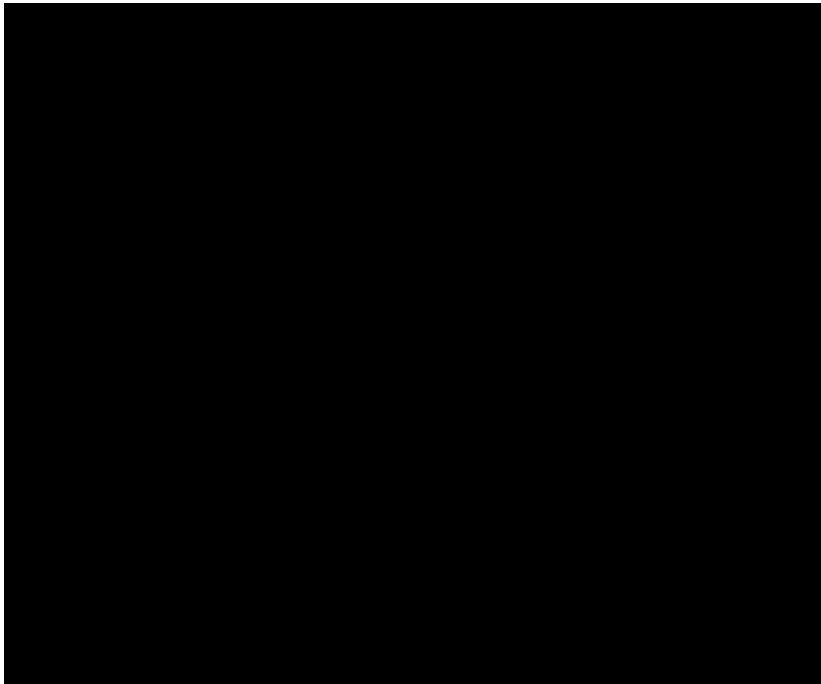
- (I) パッドと配管の溶接部
- (II) パッドと角形鋼管の溶接部
- (III) 角形鋼管
- (IV) 角形鋼管と底板の溶接部

II 各評価部位の計算式

(I) パッドと配管の溶接部

発生応力は、次の計算式により求める。

円周部の長さについては、安全側に管の直径とする。





評価は、次が成立することを確認する。

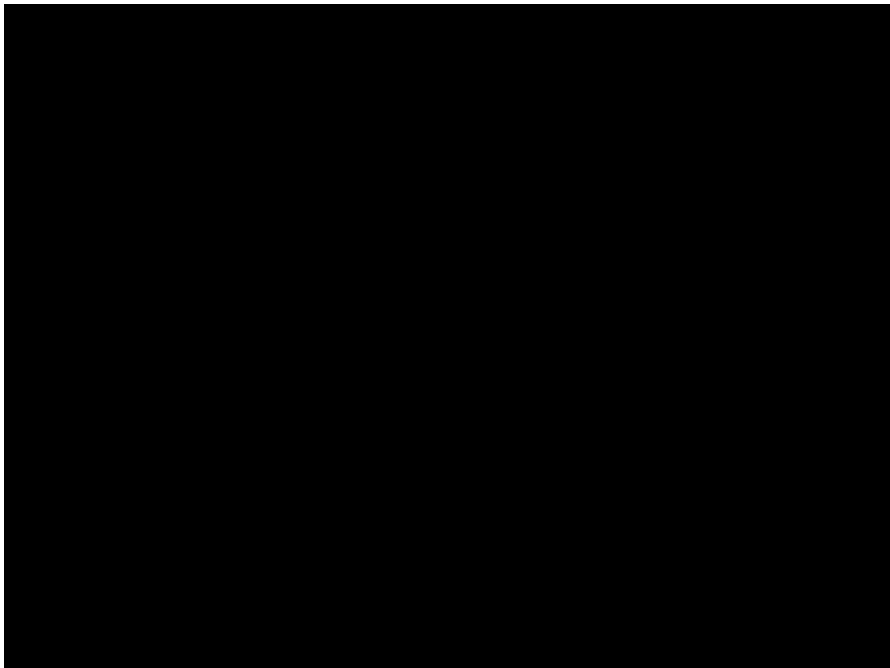


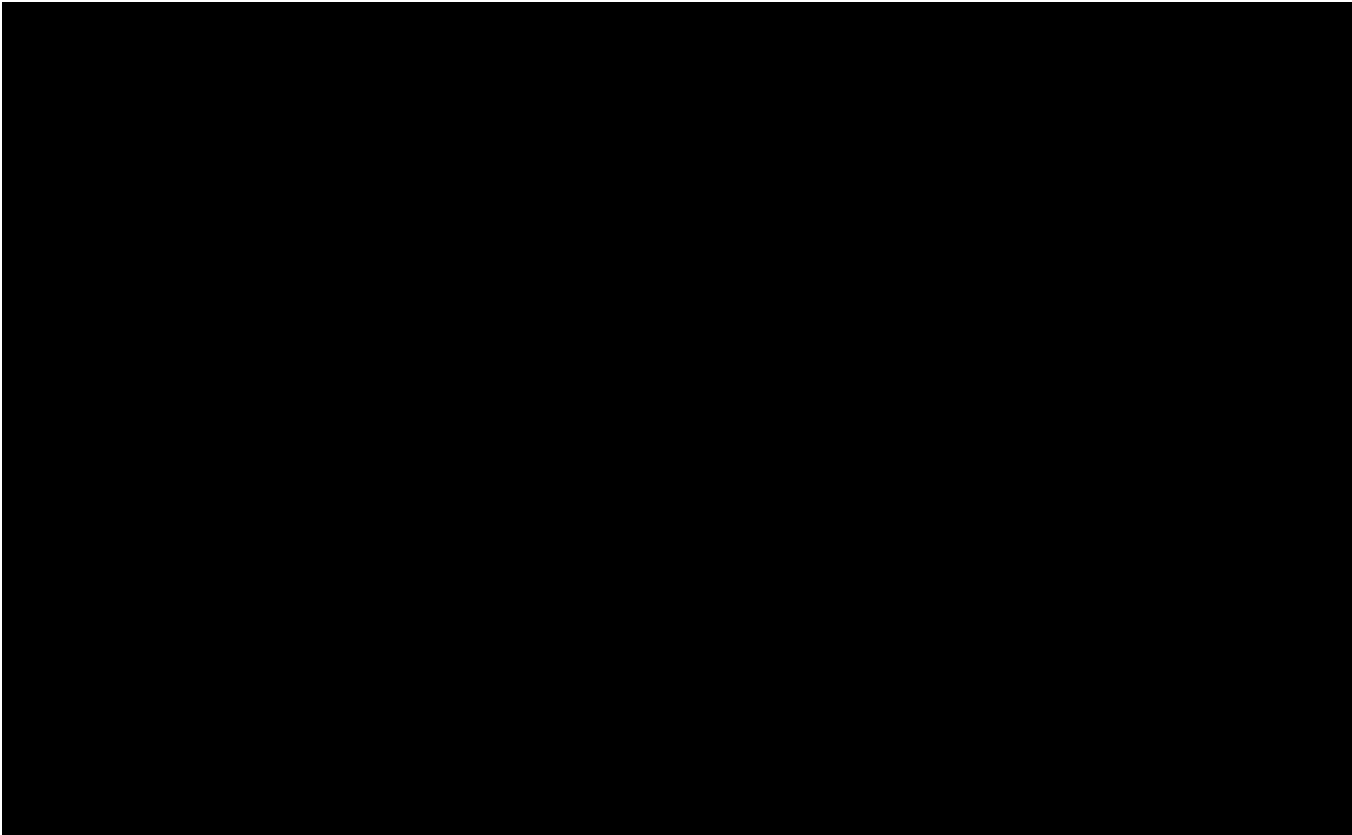
(II) パッドと角形鋼管の溶接部

発生応力は、次の計算式により求める。

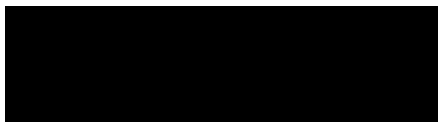
i すみ肉溶接

パッド溶接部の応力は、溶接のど厚にて評価する。



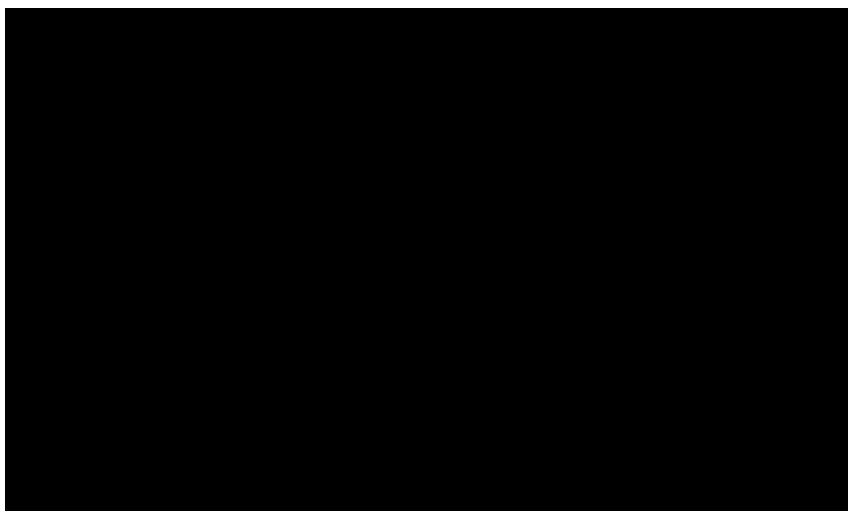


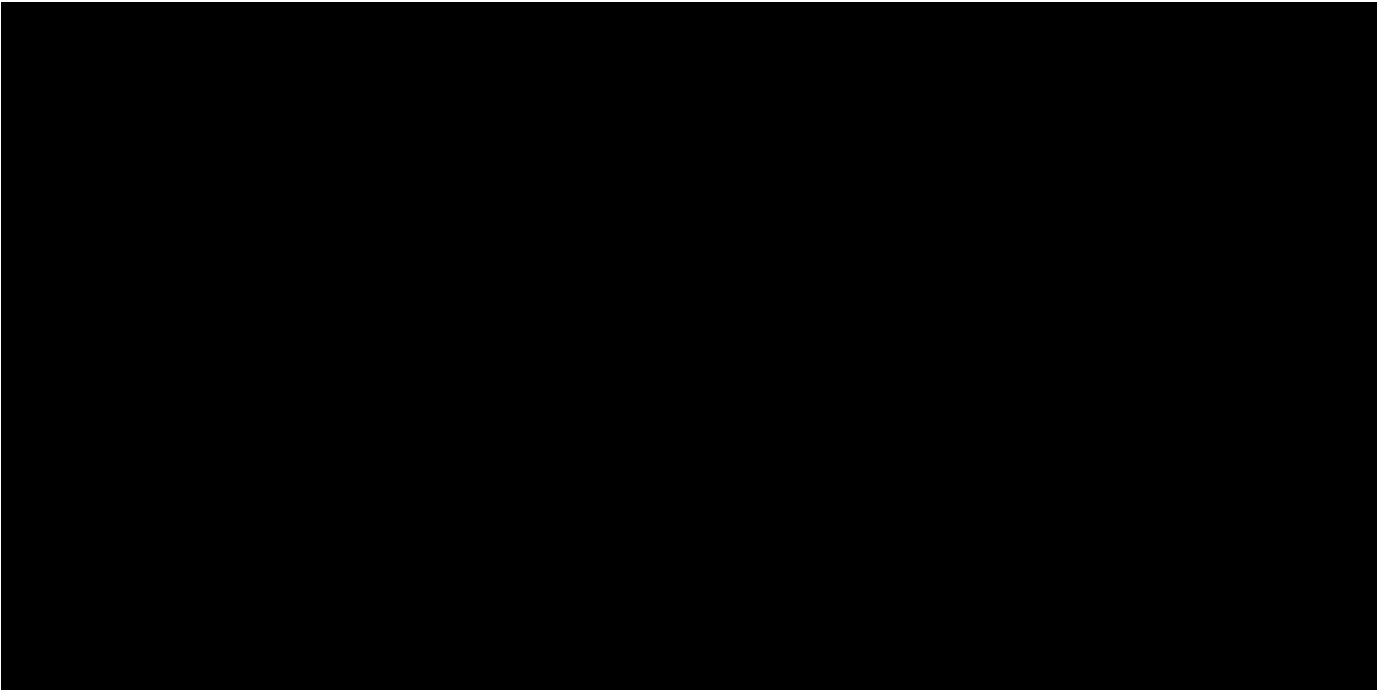
評価は、次が成立することを確認する。



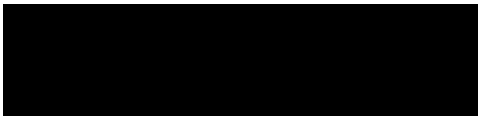
ii 突合せ溶接

角形鋼管の断面積及び断面係数を算出して評価を行う。





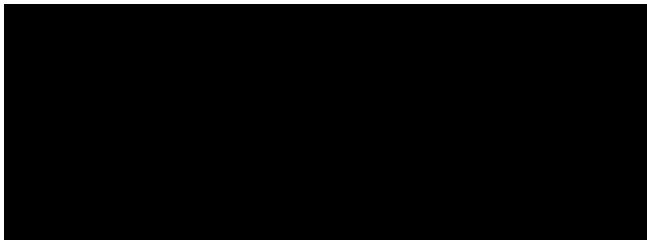
評価は、次が成立することを確認する。

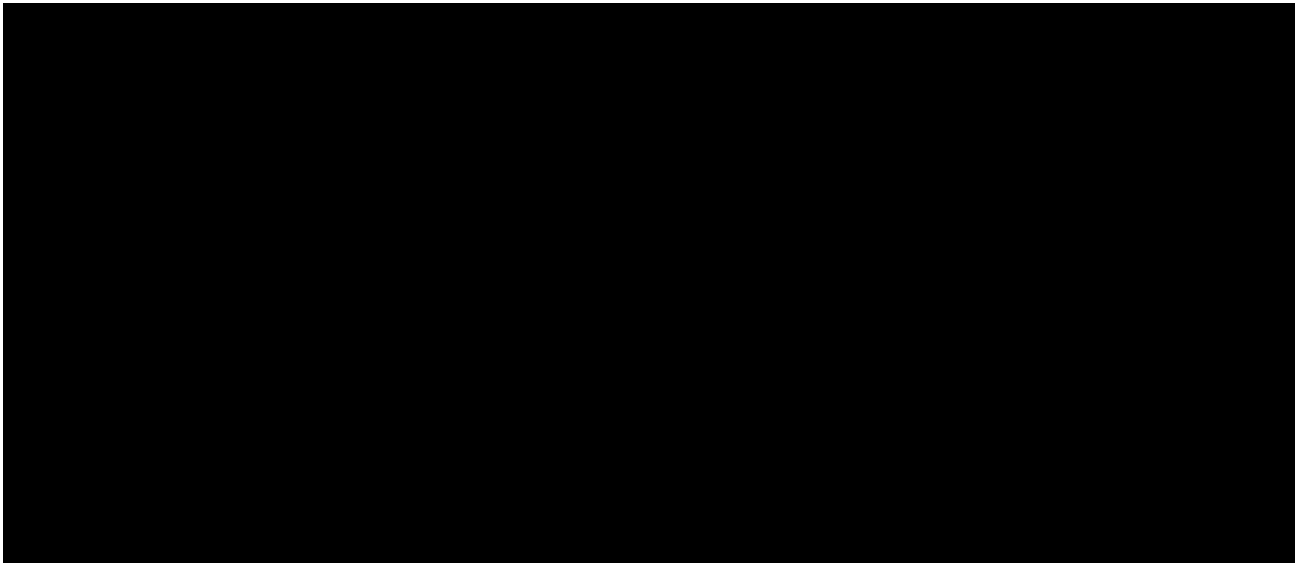


(Ⅲ) 角形鋼管

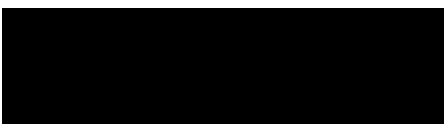
発生応力は、次の計算式により求める。

角形鋼管の断面積及び断面係数を算出して評価を行う。





評価は、次が成立することを確認する。

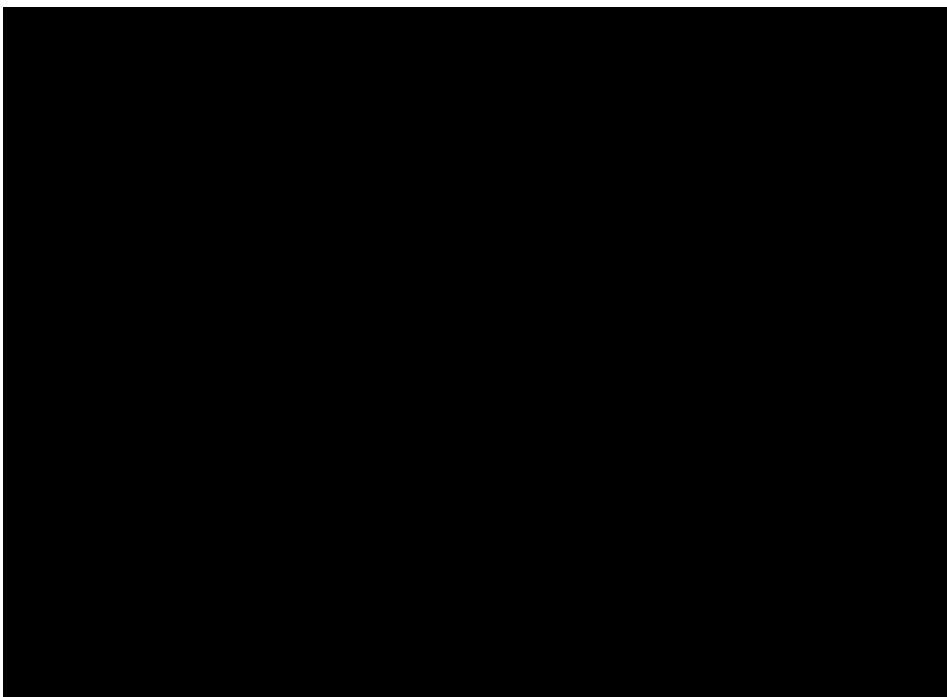


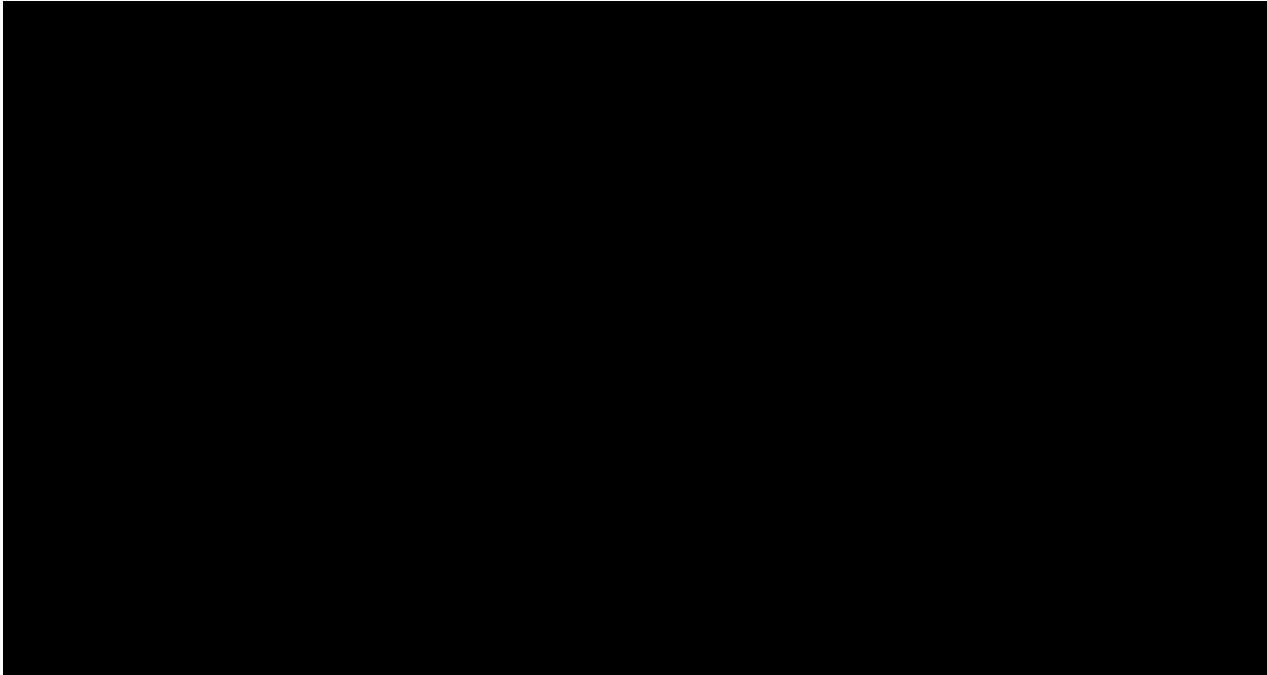
(IV) 角形鋼管と底板の溶接部

i すみ肉溶接

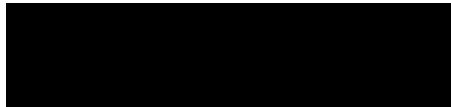
発生応力は、次の計算式により求める。

角形鋼管と底板の溶接部の応力は、溶接のど厚にて評価する。



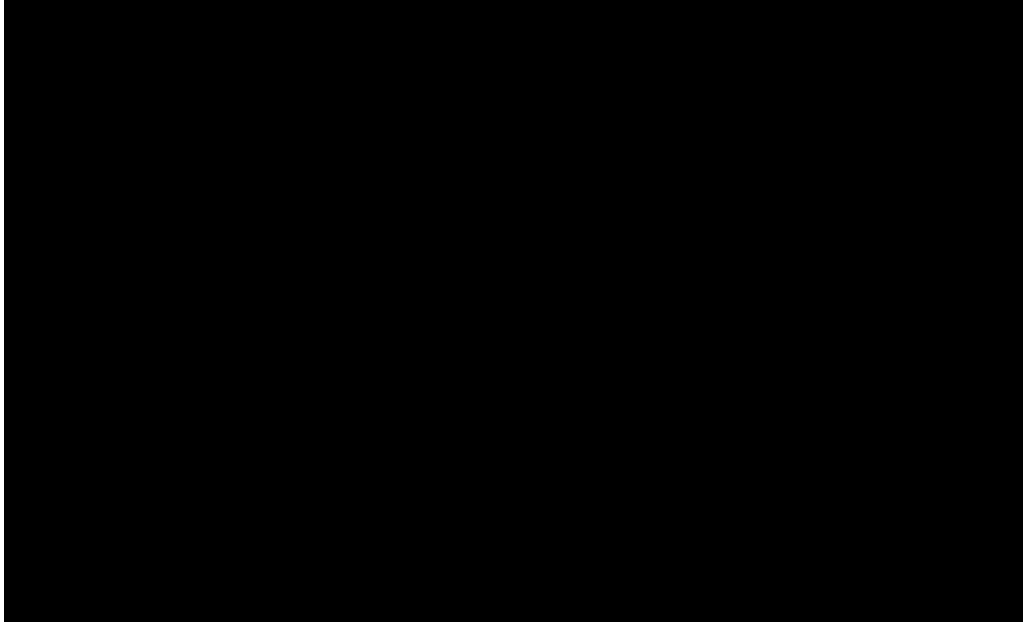


評価は、次が成立することを確認する。

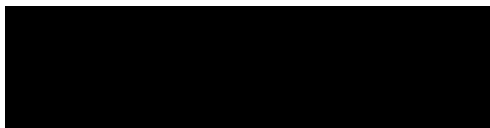


ii 突合せ溶接

角形鋼管の断面積及び断面係数を算出して評価を行う。



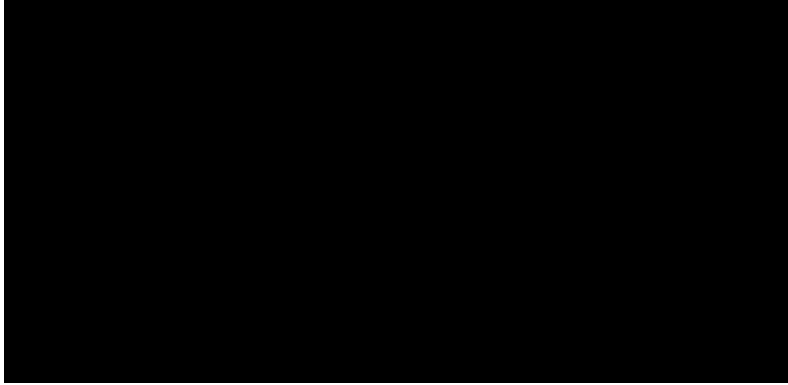
評価は、次が成立することを確認する。



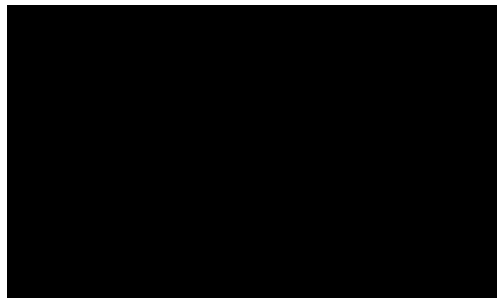
(c) Uボルト

Uボルトには，引張方向荷重による引張応力及びせん断方向荷重によるせん断応力が同時に発生するものとして評価を行う。

発生応力は，次の計算式により求める。



評価は，次に示すとおり引張及びせん断応力が許容応力以下であることを確認する。

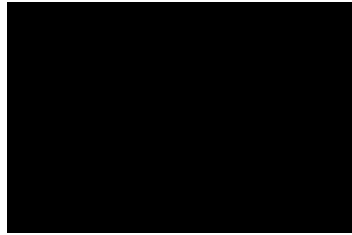


(d) Uバンド

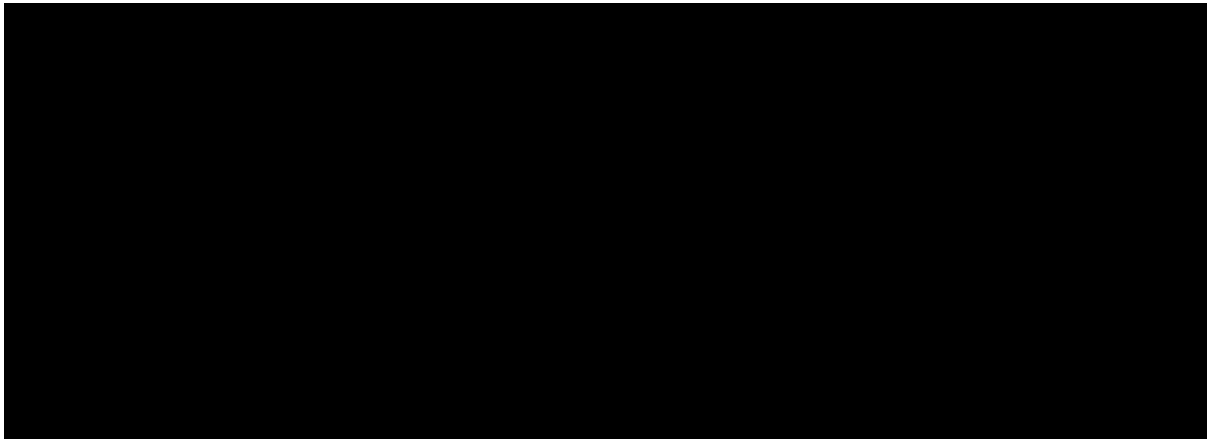
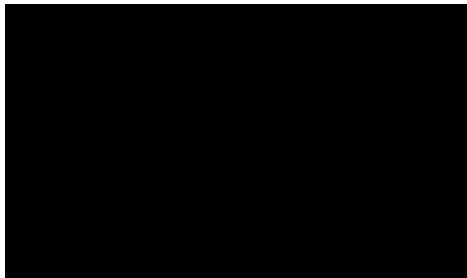
I ボルト

ボルトには，引張方向荷重による引張応力及びせん断方向荷重によるせん断応力が同時に発生するものとして評価を行う。

発生応力は次の計算式により求める。



評価は，次に示すとおり引張，せん断及び組合せ応力が許容応力以下であることを確認する。



II パイプバンド

パイプバンドには，引張方向荷重による曲げ応力が発生する。

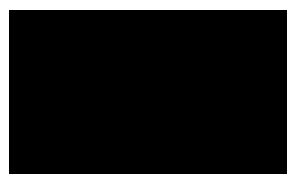
発生応力は次の計算式により求める。



評価は，次に示すとおり曲げ応力が許容応力以下であることを確認する。



Uバンドの軸方向荷重に対する許容荷重は，ボルトの締付けトルクから決まる摩擦力に等しい。したがって，Uバンドの軸方向の許容荷重は，次の計算式で表され，軸方向荷重が軸方向の許容荷重以下となるようにする。

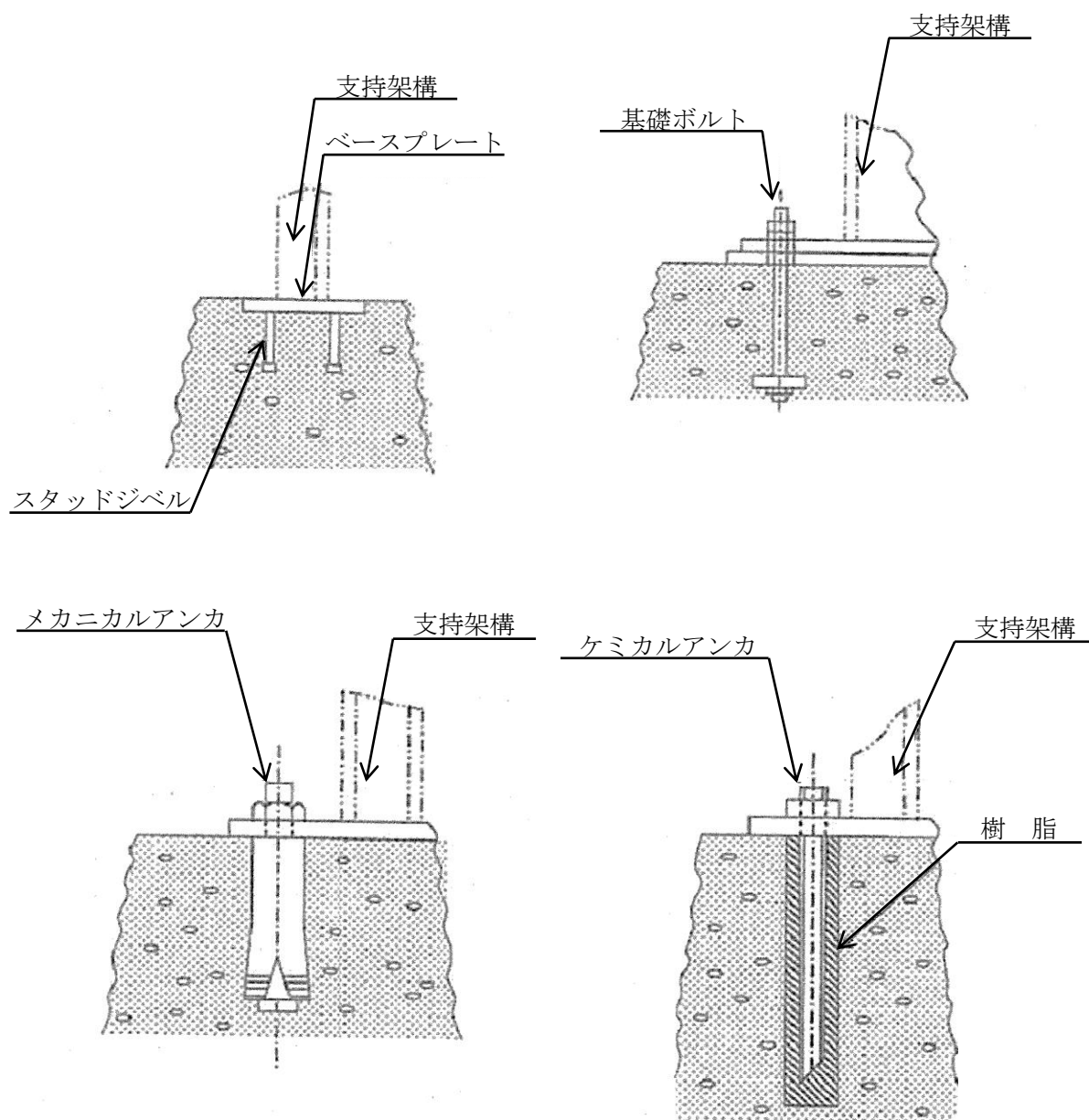


2.5 埋込金物の設計

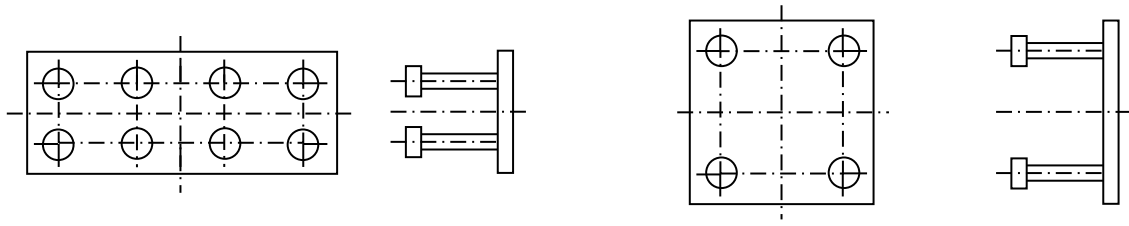
2.5.1 概要

埋込金物は、支持装置又は支持架構を建屋側に取り付けるためのもので、コンクリート打設前に埋め込まれるものとコンクリート打設後に設置されるものがある。

埋込金物の概略図及び埋込金物の代表形状を第2.5.1-1図及び第2.5.1-2図に示す。

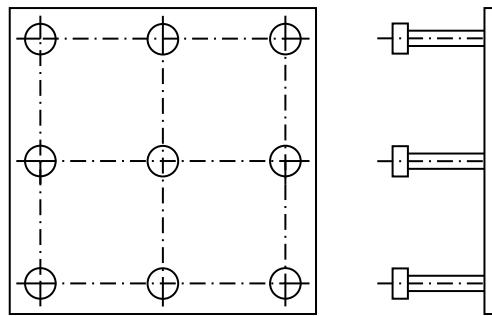


第2.5.1-1図 埋込金物の概略図



型式 B

型式 C



型式 E

第2.5.1-2図 埋込金物の代表形状

2.5.2 埋込金物の設計

(1) 設計方針

埋込金物は、支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え、支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。埋込金物の選定は、支持荷重及び配置を考慮して行う。

(2) 荷重条件

埋込金物の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

(3) 種類及び選定

埋込金物は、コンクリート打設前に設置し、そのまま埋め込まれるものと、コンクリート打設後に後打アンカにより取り付けられるものとに分類され、施工時期に応じて適用する。

いずれの場合も支持装置又は支持架構を溶接により剛に建屋側に取り付ける。

コンクリート打設前に設置する埋込金物は、鋼板(以下「ベースプレート」という。)にスタッドジベルを溶接した埋込板及び基礎ボルトで、用途及び荷重により数種類の形式に分類される。コンクリート打設後に支持装置及び支持架構の取付けが必要な場合は、メカニカルアンカ又はケミカルアンカを使用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持できる温度条件下で使用する。また、メカニカルアンカは振動が大きい箇所には使用しない。後打アンカの設計は、JEAG4601・補-1984又は「各種合成構造設計指針・同解説」((社)日本建築学会, 2010改定)に基づき設計を行い、アンカメーカが定める施工要領に従い設置する。

2.5.3 基礎の設計

(1) 設計方針

配管の基礎は、支持構造物から加わる自重及び地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、配管の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

(2) 荷重条件

基礎の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

2.5.4 埋込金物の選定

埋込金物は、発生する荷重に基づき、タイプごとに定められた最大使用荷重を超えない範囲でタイプを選定する。

なお，最大使用荷重を超える場合であっても発生する荷重の作用状態による個別の強度評価により健全性の確認を行うことが可能である。

標準的な埋込金物の最大使用荷重及び主要寸法を第2.5.4-1表及び第2.5.4-2表に示す。

また，ケミカルアンカ及びメカニカルアンカを用いる場合には，使用箇所に発生する荷重を許容できるものをカタログから選定する。

第2.5.4-1表 標準埋込金物の選定表

型式	最大使用荷重			
	軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
B				
C				
E				

第2.5.4-2表 標準埋込金物の主要寸法

型式	ベースプレート			スタッドジベル				
	矩形 長辺側 の長さ D (mm)	矩形 短辺側 の長さ B (mm)	板厚 t (mm)	外径		長さ l (mm)	本数 N	スタッドピッチ 矩形長辺方向(mm) × 矩形短辺方向(mm)
				d (mm)	d' (mm)			
B								
C								
E								

2.5.5 埋込金物の強度及び耐震評価方法

埋込金物の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

(1) 許容応力及び許容荷重

許容応力及び許容荷重は、JEAG4601に基づくものとする。

埋込金物における荷重の組合せに対する許容応力及び許容荷重を第2.5.5-1表に示す。

第2.5.5-1表 埋込金物における荷重の組合せに対する許容応力及び許容荷重

荷重の組合せ	ベース プレート	スタッドジベル		コンクリート*2		
	曲げ応力 (MPa)	引張応力*3 (MPa)	せん断応力 (MPa)	引張荷重*3 (N)	せん断荷重 (N)	圧縮応力 (MPa)
D+P d+M d	f_b	f_t	f_s	$0.3 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.4 \times 0.5_{s_c} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$\frac{F_c}{3}$
D+P d+M d +S s	$1.5 f_b^*$	$1.5 f_t^*$	$1.5 f_s^*$	$0.6 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.8 \times 0.5_{s_c} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$0.75 \times F_c$
D+P d+M d +S d	$1.5 f_b$	$1.5 f_t$	$1.5 f_s$	$0.45 \times 0.31 \times A_c \sqrt{F_c}$	$0.6 \times 0.5_{s_c} A \sqrt{E_c \cdot F_c}$	$2 \times \frac{F_c}{3}$

注記 *1: $1.5 f_b^*$, $1.5 f_t^*$ 及び $1.5 f_s^*$ はJSME S NC1, SSB-3121.3による。

*2: コンクリートの評価においては、せん断荷重はスタッドジベルの評価荷重と同一であることから、許容値の関係よりスタッドジベルの評価で代表できる。圧縮評価においても形状及び荷重伝達の観点から引張評価で代表できることから引張荷重の評価を実施する。

*3: 埋込板の評価では、コンクリート支圧による許容荷重が引張荷重による許容荷重より大きいことから、引張荷重を許容荷重として設定する。

*4: 許容値は、常温における物性値を用いて算出する。

記号の説明

D : 死荷重(自重)

P d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

M d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重

S s : 基準地震動S sによる地震力

S d : 弾性設計用地震動S dによる地震力又は静的地震力

f_t : 許容引張応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-3121.1(1)により規定される値

f_s : 許容せん断応力 支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-31

f_b : 許容曲げ応力 21.1(2)により規定される値
支持構造物(ボルト等を除く)に対してJSME S NC1 SSB-31

$F_c, A_c, s_c A, E_c$ 21.1(3)により規定される値
(2)項の記号の定義による

(2) 強度計算式

a. 記号の定義

埋込金物の強度計算に使用する記号は、下記のとおりとする。

記号	単位	定義
A_c	mm^2	コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積
a_t	mm^2	片側スタッドジベルの断面積
B	mm	ベースプレートの矩形短辺側の長さ
D	mm	ベースプレートの矩形長辺側の長さ
d_t	mm	スタッドジベルからベースプレート端までの距離
E_c	MPa	コンクリートの縦弾性係数
e	mm	偏心距離
F	MPa	ベースプレート及びスタッドジベルの基準許容応力
F_A	N	軸方向荷重
F_c	MPa (kgf/cm^2)	コンクリートの設計基準強度
F_x	N	X軸方向の荷重
F_y	N	Y軸方向の荷重
F_z	N	Z軸方向の荷重
f_b	MPa	ベースプレートの許容曲げ応力
f_s	MPa	スタッドジベルの許容せん断応力
f_t	MPa	スタッドジベルの許容引張応力
H	mm	支持架構の幅
L	mm	スタッドジベル間最大距離
M	$\text{N}\cdot\text{mm}$	曲げモーメント
M_x	$\text{N}\cdot\text{mm}$	X軸回りのモーメント
M_y	$\text{N}\cdot\text{mm}$	Y軸回りのモーメント
M_z	$\text{N}\cdot\text{mm}$	Z軸回りのモーメント
N	本	スタッドジベルの全本数

記号	単位	定義
N'	本	スタッドジベルの片側本数
n	—	ボルトの縦弾性係数とコンクリートの縦弾性係数との比
P	N	コンクリートのコーン状破壊における引張荷重
P_{ca}	N	コンクリートのコーン状破壊における許容引張荷重
Q	N	スタッドジベルのせん断荷重
$s_c A$	mm ²	スタッドジベル1本当たりの断面積
t	mm	ベースプレートの板厚
U	mm	支持金物の圧縮側柱面からベースプレート端までの距離
X_n	mm	圧縮側最外端部から中立軸までの距離
Z_t	N	スタッドジベルの引張力
η	mm ²	ベースプレートの曲げ応力評価式に用いる係数 ($a_t \cdot n$)
σ_b	MPa	スタッドジベルの引張応力
σ_c	MPa	コンクリートの圧縮応力
σ_{pc}	MPa	ベースプレートの圧縮側の曲げ応力
σ_{pt}	MPa	ベースプレートの引張側の曲げ応力
τ_b	MPa	スタッドジベルのせん断応力

b. 強度計算式

埋込板には，支持架構より次の荷重が作用する。

- (a) 軸方向荷重
- (b) 曲げモーメント
- (c) せん断荷重
- (d) 回転モーメント

以上の荷重により，

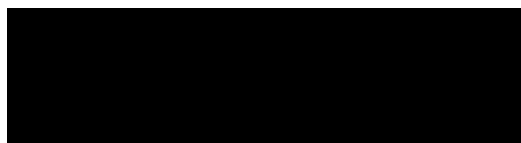
- I ベースプレートには，(a)項と(b)項の荷重の組合せにより，曲げ応力が発生する。
- II スタッドジベルには，(a)項と(b)項の荷重の組合せにより，引張応力が発生する。また，(c)項と(d)項の荷重の組合せにより，せん断応力が発生する。
- III コンクリートには，(a)項と(b)項の荷重の組合せにより，引張応力が発生する。

発生応力及び発生荷重は，「鉄骨柱脚部の力学性状に関する実験的研究(軸圧縮力と曲げモーメントを受ける場合)」((社)日本建築学会，1982年)に基づき，次の計算式により求める。

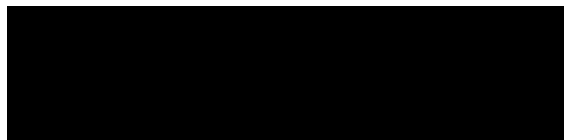
なお，以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり，記載のない形状についても，同様の計算式で計算する。

(I) ベースプレートの計算式

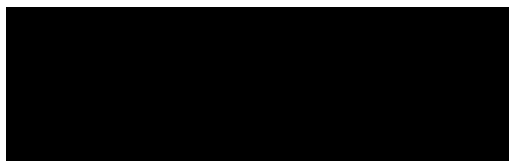
i ベースプレートの圧縮側の曲げ応力



ここで



ii ベースプレートの引張側の曲げ応力

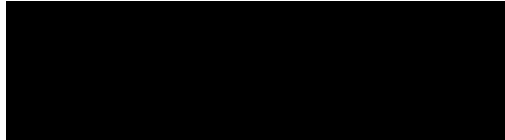


(II) スタッドジベルの計算式

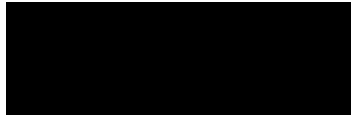
i スタッドジベルの引張応力



ここで

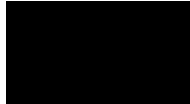


ii スタッドジベルのせん断応力

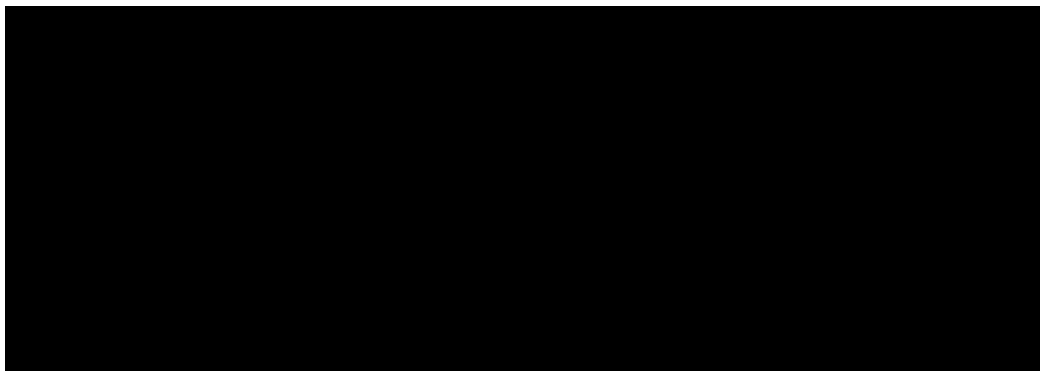


(III) コンクリートの計算式

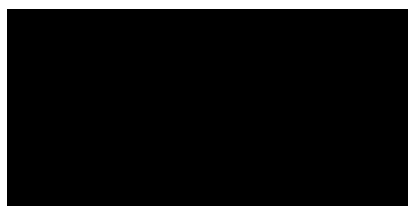
i コンクリートのコーン状破壊における引張荷重



なお、(I)～(III)項の計算で使用する、 X_n 及び e を次に示す。



ここで、

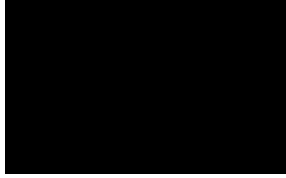




c. 応力評価

評価は、b項で求めた発生応力及び発生荷重が許容値以下であることを確認する。

(a) ベースプレートの評価



(b) スタッドジベルの評価



(c) コンクリートの評価



3. 耐震評価結果

本章に示す耐震評価結果は、標準支持間隔法により得られる支持点荷重を用いて設計する支持構造物に適用する。

3.1 支持構造物の耐震評価結果

各支持構造物について、定められた評価荷重に対して十分な耐震強度を有することを確認した結果を示す。

なお、支持構造物は口径及び材質に応じた支持点荷重に対していずれも同等の耐震裕度となるよう設計しており、本項では代表的な型式に対する耐震評価結果を示す。

支持構造物における評価結果の纏め表を第3.1-1表に示す。

第3.1-1表 支持構造物の評価結果纏め表*

No.	種別	評価荷重	荷重の組合せ	設計温度	評価結果の表番号
1	ロッドレストレイント	定格荷重	$D + P_d + M_d + S_s$ $D + P_d + M_d + S_d$		第3.1-2表
2	オイルスナバ	定格荷重	$D + P_d + M_d + S_s$ $D + P_d + M_d + S_d$		第3.1-3表
3	メカニカルスナバ	定格荷重	$D + P_d + M_d + S_s$ $D + P_d + M_d + S_d$		第3.1-4表
4	スプリングハンガ	定格荷重	$D + P_d + M_d$		第3.1-5表
5	レストレイント	ラグ	最大使用荷重 $D + P_d + M_d + S_s$ $D + P_d + M_d + S_d$		第3.1-6表
6		Uボルト	最大使用荷重 $D + P_d + M_d + S_s$ $D + P_d + M_d + S_d$		第3.1-7表
7		Uバンド	最大使用荷重 $D + P_d + M_d + S_s$ $D + P_d + M_d + S_d$		第3.1-8表
8		支持架構	設定荷重 $D + P_d + M_d + S_s$ $D + P_d + M_d + S_d$		第3.1-9表
9		埋込金物	最大使用荷重 $D + P_d + M_d + S_s$ $D + P_d + M_d + S_d$		第3.1-10表

注記 * : 各評価において定格荷重又は最大使用荷重を超えた場合でも実際に使用される
当該温度による個別の評価により、健全性の確認を行うことが可能である。

記号の説明

- D : 死荷重(自重)
- P_d : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M_d : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- S_s : 基準地震動 S_s による地震力
- S_d : 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力

第3.1-2表(1/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：①ブラケット(材質 XXXXXXXXXX)

型 式	定格荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
06	6						18	149	14	86	36	203	○
1	10						12	149	10	86	28	203	○
3	30						25	149	20	86	64	203	○
6	60						30	149	22	86	60	203	○
10	100						33	149	24	86	66	203	○
16	160						37	149	26	86	65	203	○
25	250						35	149	25	86	66	203	○

第3.1-2表(2/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：②ピン(材質 XXXXXXXXXX)

型 式	定格荷重	強度部材仕様	せん断応力		評 価
			発生応力	許容応力	
	P (kN)	d (mm)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	
06	6		27	160	○
1	10		29	160	○
3	30		67	160	○
6	60		62	160	○
10	100		71	160	○
16	160		64	112	○
25	250		64	112	○

第3.1-2表(3/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：③スヘリカルアイボルト(材質 XXXXXXXXXX)
穴 部

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様				引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
						発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
		B (mm)	D (mm)	t (mm)	R (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
06	6					49	149	23	86	27	203	○
1	10					49	149	23	86	25	203	○
3	30					70	149	38	86	57	203	○
6	60					118	149	57	86	70	203	○
10	100					110	149	61	86	90	203	○
16	160					110	149	61	86	92	203	○
25	250					115	149	58	86	77	203	○

強度部材：④アジャストナット溶接部(型式06～6 材質 XXXXXXXXXX 型式10～25 材質：XXXXXXXXXX)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評 価
				発生 応力	許容 応力	
		D (mm)	t (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	
06	6			15	46*	○
1	10			18	46*	○
3	30			32	46*	○
6	60			40	46*	○
10	100			37	54*	○
16	160			38	54*	○
25	250			41	54*	○

注記 *：非破壊検査を実施しないため、JSME S NC1 SSB-3121.1(1)bを適用する。

第3.1-2表(4/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：⑤パイプ(型式06～6 材質：[REDACTED] 型式10～25 材質：[REDACTED])

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様					圧縮応力		評 価
		D (mm)	t (mm)	L (mm)	E* (MPa)	F* (MPa)	発生 応力 F _c (MPa)	許容 応力 f _c (MPa)	
06	6	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	15	29	○
1	10	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	18	37	○
3	30	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	32	52	○
6	60	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	40	60	○
10	100	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	37	67	○
16	160	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	38	76	○
25	250	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	41	83	○

注記 * : E : 縦弾性係数

F : 支持構造物の許容応力を決定するための基準値

強度部材：⑥クランプ(材質：[REDACTED])

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
		B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	発生 応力 F _s (MPa)	許容 応力 f _s (MPa)	発生 応力 F _p (MPa)	許容 応力 f _p (MPa)	
06	6	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	14	134	13	77	42	182	○
1	10	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	12	134	12	77	38	182	○
3	30	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	17	134	18	77	74	182	○
6	60	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	24	134	24	77	75	182	○
10	100	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	27	128	27	73	88	174	○
16	160	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	19	128	21	73	63	174	○
25	250	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	19	128	21	73	63	174	○

第3.1-3表(1/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：①シリンダチューブ(材質：■■■■■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様			引張応力		評 価
					発生応力	許容応力	
	P (kN)	D (mm)	r ₁ (mm)	r ₂ (mm)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
03	3	■■■■■	■■■■■	■■■■■	19	103	○
06	6				28	103	○
1	10				27	103	○
3	30				43	103	○
6	60				64	103	○
10	100				67	103	○
16	160				76	103	○
25	250				89	103	○

第3.1-3表(2/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：②ピストンロッド(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様	引張応力		評 価
			発生応力	許容応力	
	P (kN)	d (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	
03	3	■	39	278	○
06	6	■	42	278	○
1	10	■	70	278	○
3	30	■	133	278	○
6	60	■	114	194	○
10	100	■	129	194	○
16	160	■	113	194	○
25	250	■	128	194	○

第3.1-3表(3/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：③シリンダカバー(材質：■)

型 式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様		せん断応力		評 価
		D (mm)	t (mm)	発生 応力 F _s (MPa)	許容 応力 f _s (MPa)	
03	3	■	■	2	86	○
06	6			2	86	○
1	10			3	86	○
3	30			6	86	○
6	60			9	86	○
10	100			10	86	○
16	160			14	86	○
25	250			18	86	○

第3.1-3表(4/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：④タイロッド(材質：■)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評 価
		d (mm)	n (本)	発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	
03	3	■	■	40	278	○
06	6			80	278	○
1	10			74	278	○
3	30			139	278	○
6	60			188	278	○
10	100			168	278	○
16	160			173	278	○
25	250			186	278	○

第3.1-3表(5/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑤六角ボルト(材質：■■■■■)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評 価
		M (mm)	n (本)	発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	
03	3	■■■■■	■■■■■	27	296	○
06	6			54	296	○
1	10			50	296	○
3	30			96	296	○
6	60			133	296	○
10	100			125	296	○
16	160			128	296	○
25	250			139	296	○

第3.1-3表(6/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑥ターンバックル(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様		引張応力		評 価
				発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	G (mm)	H (mm)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
03	3	■		11	149	○
06	6			22	149	○
1	10			37	149	○
3	30			56	149	○
6	60			79	149	○
10	100			91	149	○

第3.1-3表(7/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑦スヘリカルアイボルト(材質：■)

穴 部

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 B (mm) D (mm) t (mm) R (mm)				引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
						発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
						F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
03	3	■				25	149	12	86	14	203	○
06	6					49	149	23	86	27	203	○
1	10					49	149	23	86	25	203	○
3	30					70	149	38	86	57	203	○
6	60					118	149	57	86	70	203	○
10	100					110	149	61	86	90	203	○
16	160					110	149	61	86	92	203	○
25	250					115	149	58	86	77	203	○

第3.1-3表(8/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑧アダプタ(材質：████████)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 D (mm) t (mm)		引張応力		評 価
				発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	
03	3	████████	████████	9	46*	○
06	6			10	46*	○
1	10			12	46*	○
3	30			22	46*	○
6	60			26	46*	○
10	100			26	46*	○
16	160			27	46*	○
25	250			37	46*	○

注記 *：非破壊検査を実施しないため、JSME S NC1 SSB-3121.1(1)bを適用する。

強度部材：⑨コネクティングパイプ(型式03～6 材質████████ 型式10～25 材質████████)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 D (mm) t (mm) L (mm) E* (MPa) F* (MPa)					圧縮応力		評 価
							発生 応力 F _c (MPa)	許容 応力 f _c (MPa)	
03	3	████████	████████	████████	████████	████████	11	39	○
06	6						15	35	○
1	10						18	31	○
3	30						32	56	○
6	60						40	57	○
10	100						37	58	○
16	160						38	65	○
25	250						41	79	○

注記 *：E：縦弾性係数
F：支持構造物の許容応力を決定するための基準値

第3.1-3表(9/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑩ピン(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様	せん断応力		評 価
			発生応力	許容応力	
	P (kN)	d (mm)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	
03	3	■	14	160	○
06	6		27	160	○
1	10		29	160	○
3	30		67	160	○
6	60		62	160	○
10	100		71	160	○
16	160		64	112	○
25	250		64	112	○

第3.1-3表(10/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑩クランプ(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
03	3	■					7	134	7	77	21	182	○
06	6						14	134	13	77	42	182	○
1	10						12	134	12	77	38	182	○
3	30						17	134	18	77	74	182	○
6	60						24	134	24	77	75	182	○
10	100						27	128	27	73	88	174	○
16	160						19	128	21	73	63	174	○
25	250						19	128	21	73	63	174	○

第3.1-3表(11/11) オイルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑫ブラケット(型式03～6 材質： 型式10～25 材質：)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 B (mm) C (mm) D (mm) T (mm) d (mm)					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
							F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
03	3						9	149	7	86	18	203	○
06	6						18	149	14	86	36	203	○
1	10						12	149	10	86	28	203	○
3	30						25	149	20	86	64	203	○
6	60						30	149	22	86	60	203	○
10	100						28	117	20	67	55	160	○
16	160						32	117	22	67	56	160	○
25	250						29	117	21	67	55	160	○

第3.1-4表(1/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：①イーヤ(材質：■■■■)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 B (mm) C (mm) D (mm) t (mm)				引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
						発生 応力 F_t (MPa)	許容 応力 f_t (MPa)	発生 応力 F_s (MPa)	許容 応力 f_s (MPa)	発生 応力 F_p (MPa)	許容 応力 f_p (MPa)	
	01	1					4	194	3	112	5	
03	3					12	194	7	112	13	264	○
06	6					23	194	14	112	26	264	○
1	10					20	194	14	112	25	264	○
3	30					52	194	31	112	56	264	○
6	60					80	194	37	112	70	264	○
7.5	75					99	194	47	112	87	264	○
10	100					114	194	48	112	89	264	○
16	160					103	194	54	112	93	264	○
25	250					104	194	43	112	77	264	○
40	400					117	194	55	112	95	264	○
60	600					139	194	55	112	110	264	○

第3.1-4表(2/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：②ロードコラム(型式01～7.5 材質：■■■■ 型式10～25 材質：■■■■)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評 価
		D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	
01	1	■■■■		6	278	○
03	3	■■■■		18	278	○
06	6	■■■■		35	278	○
1	10	■■■■		16	194	○
3	30	■■■■		48	194	○
6	60	■■■■		69	194	○
7.5	75	■■■■		86	194	○
10	100	■■■■		82	394	○
16	160	■■■■		89	394	○
25	250	■■■■		83	394	○

第3.1-4表(3/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：③ケース，ベアリング押え及び六角ボルト(1/3)

ケース(材質：■■■■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	D ₃ (mm)	D ₄ (mm)	t (mm)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1						1	278	3	160	4	379	○
03	3						2	278	9	160	12	379	○
06	6						2	278	14	160	24	379	○
1	10						2	194	11	112	21	264	○
3	30						4	194	32	112	63	264	○
6	60						6	194	38	112	83	264	○
7.5	75						6	194	47	112	103	264	○
10	100						9	194	36	112	118	264	○
16	160						8	194	40	112	120	264	○
25	250						11	194	41	112	101	264	○
40	400						11	194	38	112	101	264	○
60	600						14	194	40	112	120	264	○

第3.1-4表(4/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：③ケース，ベアリング押え及び六角ボルト(2/3)

ベアリング押え(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様			せん断応力		支圧応力		評 価
					発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (kN)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	t (mm)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1	■			3	160	4	379	○
03	3				8	160	12	379	○
06	6				16	160	24	379	○
1	10				10	160	21	379	○
3	30				29	160	63	379	○
6	60				35	160	83	379	○
7.5	75				43	160	103	379	○
10	100				37	160	118	379	○
16	160				41	160	120	379	○
25	250				42	160	101	379	○
40	400				39	160	101	379	○
60	600				41	160	120	379	○

第3.1-4表(5/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：③ケース，ベアリング押え及び六角ボルト(3/3)

六角ボルト(材質：■■■■■)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評 価
		M (mm)	n (本)	発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	
01	1	■■■■■	■■■■■	27	296	○
03	3			80	296	○
06	6			71	296	○
1	10			59	296	○
3	30			133	296	○
6	60			150	296	○
7.5	75			187	296	○
10	100			111	296	○
16	160			133	296	○
25	250			139	296	○
40	400			142	296	○
60	600			133	296	○

第3.1-4表(6/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：④ジャンクションコラムアダプタ(1/2)

六角ボルト(材質：■■■■)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評 価
		M (mm)	n (本)	発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	
01	1	■■■■	■■■■	9	296	○
03	3			27	296	○
06	6			36	296	○
1	10			34	296	○
3	30			64	296	○
6	60			89	296	○
7.5	75			111	296	○
10	100			83	296	○
16	160			85	296	○
25	250			93	296	○
40	400			142	296	○
60	600			148	296	○

第3.1-4表(7/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：④ジャンクションコラムアダプタ(2/2)

溶接部(材質：■■■■■)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		せん断応力		評 価
		D ₁ (mm)	h (mm)	発生 応力 F _s (MPa)	許容 応力 f _s (MPa)	
01	1	■■■■■	■■■■■	4	26*	○
03	3			12	26*	○
06	6			11	26*	○
1	10			16	26*	○

注記 *：非破壊検査を実施しないため、JSME S NC1 SSB-3121.1(1)bを適用する。

第3.1-4表(8/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑤コネクティングチューブ(型式01～25 材質：[REDACTED] 型式40及び60 材質：[REDACTED])

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様					圧縮応力		評 価
		D (mm)	t (mm)	L (mm)	E* (MPa)	F* (MPa)	F _c (MPa)	f _c (MPa)	
01	1	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	4	45	○
03	3	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	11	45	○
06	6	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	15	39	○
1	10	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	18	32	○
3	30	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	32	57	○
6	60	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	40	62	○
7.5	75	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	50	62	○
10	100	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	52	67	○
16	160	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	57	71	○
25	250	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	65	80	○
40	400	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	51	79	○
60	600	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	62	86	○

注記 * : E : 縦弾性係数

F : 支持構造物の許容応力を決定するための基準値

第3.1-4表(9/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑥クランプ(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
01	1	■					3	134	3	77	7	182	○
03	3						7	134	7	77	21	182	○
06	6						14	134	13	77	42	182	○
1	10						12	134	12	77	38	182	○
3	30						17	134	18	77	74	182	○
6	60						24	134	24	77	75	182	○
7.5	75						30	134	30	77	94	182	○
10	100						27	128	27	73	88	174	○
16	160						19	128	21	73	63	174	○
25	250						19	128	21	73	63	174	○
40	400						18	128	28	73	84	174	○
60	600						27	128	36	73	108	174	○

第3.1-4表(10/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑦コネクティングチューブイーヤ部(材質：■■■■)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 B (mm) C (mm) D (mm) T (mm) d (mm)					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	発生 応力 F _s (MPa)	許容 応力 f _s (MPa)	発生 応力 F _p (MPa)	許容 応力 f _p (MPa)	
	01	1						4	134	3	77	7	
03	3						11	134	8	77	21	182	○
06	6						21	134	16	77	42	182	○
1	10						12	134	10	77	28	182	○
3	30						22	134	17	77	56	182	○
6	60						32	128	23	73	64	174	○
7.5	75						40	128	29	73	79	174	○
10	100						34	128	24	73	67	174	○
16	160						36	128	25	73	63	174	○
25	250						33	128	23	73	63	174	○
40	400						29	117	21	67	56	160	○
60	600						33	117	24	67	66	160	○

第3.1-4表(11/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑧ピン(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様	せん断応力		評 価
			発生応力	許容応力	
	P (kN)	d (mm)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	
01	1	■	5	160	○
03	3		14	160	○
06	6		27	160	○
1	10		29	160	○
3	30		67	160	○
6	60		62	160	○
7.5	75		77	160	○
10	100		71	160	○
16	160		64	112	○
25	250		64	112	○
40	400		71	112	○
60	600		78	112	○

第3.1-4表(12/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑨ユニバーサルボックス(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様						引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
								発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C ₁ (mm)	C ₂ (mm)	D (mm)	t ₁ (mm)	t ₂ (mm)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _p (MPa)	f _p (MPa)	
01	1	■						3	128	2	73	4	174	○
03	3							8	128	5	73	12	174	○
06	6							16	128	10	73	24	174	○
1	10							16	128	10	73	27	174	○
3	30							31	128	18	73	59	174	○
6	60							43	128	26	73	73	174	○
7.5	75							54	128	33	73	91	174	○
10	100							55	117	31	67	91	160	○
16	160							50	117	29	67	87	160	○
25	250							42	117	27	67	75	160	○
40	400							53	117	33	67	88	160	○
60	600							64	117	36	67	100	160	○

第3.1-4表(13/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑩ユニバーサルブラケット(型式01～25 材質：■ 型式40～60 材質：■)

型 式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 B (mm) C (mm) D (mm) T (mm) d (mm)					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
							F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
01	1	■					4	149	3	86	7	203	○
03	3						11	149	8	86	21	203	○
06	6						21	149	16	86	42	203	○
1	10						16	149	13	86	38	203	○
3	30						30	149	23	86	74	203	○
6	60						38	149	27	86	75	203	○
7.5	75						47	149	34	86	94	203	○
10	100						29	149	22	86	67	203	○
16	160						30	149	22	86	67	203	○
25	250						32	149	23	86	63	203	○
40	400						30	117	21	67	54	160	○
60	600						31	117	23	67	66	160	○

第3.1-4表(14/14) メカニカルスナバ 強度評価結果

強度部材：⑩ダイレクトアタッチブラケット(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
01	1	■					4	134	3	77	7	182	○
03	3						11	134	8	77	21	182	○
06	6						21	134	16	77	42	182	○
1	10						12	134	10	77	28	182	○
3	30						22	134	17	77	56	182	○
6	60						32	128	23	73	64	174	○
7.5	75						40	128	29	73	79	174	○
10	100						34	128	24	73	67	174	○
16	160						36	128	25	73	63	174	○
25	250						33	128	23	73	63	174	○
40	400						35	117	25	67	67	160	○
60	600						36	117	26	67	72	160	○

第3.1-5表(1/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：①イーヤ(材質：■■■■)(1/2)

穴 部

型 式	定格荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (N)	d (mm)	D (mm)	T (mm)	C (mm)	B (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
VS-16	30,520	■■■■					27	128	27	73	45	174	○
VS-19	72,960	■■■■					29	128	29	73	49	174	○

第3.1-5表(2/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：①イーヤ(材質：■■■■) (2/2)

溶接部

型 式	定格荷重	強度部材仕様			せん断応力		評 価
					発生応力	許容応力	
	P (N)	C (mm)	T (mm)	h (mm)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
VS-16	30,520	■■■■			23	33*	○
VS-19	72,960	■■■■			34	73	○

注記 *：非破壊検査を実施しないため、JSME S NC1 SSB-3121.1(1)bを適用する。

第3. 1-5表(3/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：②上部カバー(材質：[REDACTED] (1/2)
本 体

型 式	定格荷重 P (N)	強度部材仕様							曲げ応力		評 価
		T ₁ (mm)	a (mm)	T (mm)	C (mm)	b (mm)	$\frac{b}{a}$	β_s^*	発生 応力 F _b (MPa)	許容 応力 f _b (MPa)	
VS-16	30,520	[REDACTED]							35	147	○
VS-19	72,960	[REDACTED]							45	147	○

注記 *： β_s ：応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図82による。)

第3.1-5表(4/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：②上部カバー(材質：██████(2/2)

溶接部

型 式	定格荷重 P (N)	強度部材仕様			せん断応力		評 価
		J (mm)	D (mm)	h (mm)	発生 応力 F _s (MPa)	許容 応力 f _s (MPa)	
VS-16	30,520	████████████████████			14	33*	○
VS-19	72,960	████████████████████			26	33*	○

注記 *：非破壊検査を実施しないため、JSME S NC1 SSB-3121.1(1)bを適用する。

第3.1-5表(5/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：③ピストンプレート(材質：■■■■■)

型 式	定格荷重 P (N)	強度部材仕様					曲げ応力		評 価
		a (mm)	b (mm)	T (mm)	$\frac{b}{a}$	β_9^*	発生 応力 F _b (MPa)	許容 応力 f _b (MPa)	
VS-16	30,520	■■■■■					72	180	○
VS-19	72,960	■■■■■					91	180	○

注記 * : β_9 : 応力係数(「新版機械工学便覧」A4-図84による。)

第3.1-5表(6/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：④ハンガロッド(材質：■)

型 式	定格 荷重	強度部 材仕様	引張応力		評 価
			発生 応力	許容 応力	
	P (N)	M (mm)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
VS-16	30,520	■	44	128	○
VS-19	72,960	■	41	117	○

第3.1-5表(7/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑤スプリングケース(材質：■■■■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様			引張応力		評 価
					発生応力	許容応力	
	P (N)	T (mm)	D (mm)	J (mm)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
VS-16	30,520	■■■■			9	134	○
VS-19	72,960	■■■■			15	134	○

第3.1-5表(9/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑥下部カバー(材質：■■■■ (2/2)

溶接部

型 式	定格 荷重	強度部材仕様			せん断応力		評 価
					発生 応力	許容 応力	
	P (N)	J (mm)	D (mm)	h (mm)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	
VS-16	30,520	■■■■			14	33*	○
VS-19	72,960	■■■■			26	33*	○

注記 *：非破壊検査を実施しないため、JSME S NC1 SSB-3121.1(1)bを適用する。

第3.1-5表(10/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑦ターンバックル(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様		引張応力		評 価
				発生応力	許容応力	
	P (N)	G (mm)	H (mm)	F _t (MPa)	f _t (MPa)	
VS-16	30,520	■		57	149	○
VS-19	72,960	■		51	149	○

第3.1-5表(11/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑧クレビスブラケット(材質：■■■■(1/2)

本 体

型 式	定格荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (N)	B (mm)	C (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
VS-16	30,520	■■■■					12	134	16	77	27	182	○
VS-19	72,960	■■■■					22	128	20	73	32	174	○

第3.1-5表(12/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑧クレビスブラケット(材質：■■■■ (2/2)

溶接部

型 式	定格荷重	強度部材仕様		せん断応力		評 価	
				発生応力	許容応力		
	P (N)	C (mm)	h (mm)	F _s (MPa)	f _s (MPa)		
VS-19	72,960	■■■■	■■■■	■■■■	18	33*	○

注記 *：非破壊検査を実施しないため、JSME S NC1 SSB-3121.1(1)bを適用する。

強度部材：⑨ピン(材質：■■■■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様		曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評 価
				発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (N)	L (mm)	d (mm)	F _b (MPa)	f _b (MPa)	F _s (MPa)	f _s (MPa)	F _m (MPa)	f _t (MPa)	
VS-16	30,520	■■■■	■■■■	109	174	15	73	112	128	○
VS-19	72,960	■■■■	■■■■	82	160	13	67	86	117	○

第3.1-5表(13/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑩アイボルト(型式VS-16 材質：■■■■ 型式VS-19 材質：■■■■ (1/2)

穴 部

型 式	定格荷重	強度部材仕様			引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
					発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (N)	B (mm)	T (mm)	d (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
VS-16	30,520	■■■■	■■■■	■■■■	26	149	26	86	35	203	○
VS-19	72,960	■■■■	■■■■	■■■■	20	128	26	73	49	174	○

第3.1-5表(14/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑩アイボルト(材質：■■■■ (2/2)

ボルト部

型 式	定格荷重 P (N)	強度部材 仕様 M (mm)	引張応力		評 価
			発生 応力 F _t (MPa)	許容 応力 f _t (MPa)	
VS-16	30,520	■■■■	44	96	○
VS-19	72,960	■■■■	41	88	○

第3.1-5表(15/15) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑩クランプ(材質：■)

型 式	定格荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		支圧応力		評 価
							発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (N)	B (mm)	C (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	F_t (MPa)	f_t (MPa)	F_s (MPa)	f_s (MPa)	F_p (MPa)	f_p (MPa)	
VS-16	30,520	■					10	128	14	73	23	174	○
VS-19	72,960	■					7	128	5	73	22	174	○

第3.1-6表 標準ラグの耐震計算結果

(単位：MPa)

型式	角形鋼管		配管－パッド*		パッド－角形鋼管*		角形鋼管－底板*	
	組合せ応力		組合せ応力		組合せ応力		組合せ応力	
	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力
S-3	59	135	24	86	66	77	59	77
S-4	60	135	24	86	70	77	64	77
S-6	63	135	39	86	70	77	62	77
S-8	61	135	32	86	70	77	64	77
S-10	62	135	35	86	71	77	64	77
S-12	61	135	28	86	71	77	65	77
S-14	63	135	33	86	71	77	64	77
S-16	62	135	49	86	71	77	65	77
S-18	49	135	77	86	58	77	55	77
S-20	50	135	78	86	60	77	57	77
S-22	58	135	81	86	70	77	66	77
S-24	61	135	83	86	73	77	69	77
S-26	62	135	85	86	75	77	71	77
S-28	63	135	29	86	76	77	72	77

注記 *：各々の材料の許容応力の小さい方の値を使用する。(パッド：■■■■ 角形鋼管：■■■■ 底板：■■■■)

第3.1-7表 標準Uボルトの耐震計算結果

型式	最大使用荷重 (N)		ボルト部				評価
			引張応力 (MPa)		組合せ応力 (MPa)		
	P	Q	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
U-BOLT*15A			47	155	195	217	○
U-BOLT*20A			47	155	195	217	○
U-BOLT*25A			47	155	195	217	○
U-BOLT*32A			47	155	195	217	○
U-BOLT*40A			47	155	195	217	○
U-BOLT*50A			47	155	195	217	○
U-BOLT*65A			47	155	195	217	○
U-BOLT*80A			47	155	195	217	○
U-BOLT*100A			47	155	195	217	○
U-BOLT*125A			47	155	195	217	○
U-BOLT*150A			47	155	195	217	○

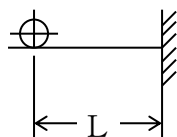
第3.1-8表 標準Uバンドの耐震計算結果(ボルト材料：■未満■，■以上■，パイプバンド材料：■)

呼び径 (A)	鉛直荷重 P (kN)	水平荷重 Q (kN)	軸荷重 F (kN)	引張応力		せん断応力		組合せ応力		曲げ応力		許容荷重 F _a (kN)	評 価
				F _t (MPa)	1.5 f _t (MPa)	F _s (MPa)	1.5 f _s (MPa)	F _t + 1.6 F _s (MPa)	1.4 × 1.5 f _t (MPa)	F _b (MPa)	1.5 f _b (MPa)		
15	■	■	■	40	153	107	118	212	215	175	236	3.1	○
20	■	■	■	40	153	107	118	212	215	164	236	3.1	○
25	■	■	■	40	153	107	118	212	215	188	236	3.1	○
40	■	■	■	30	153	90	118	174	215	214	236	6.0	○
50	■	■	■	39	148	102	114	203	207	192	236	9.5	○
65	■	■	■	39	148	102	114	203	207	229	236	9.5	○
80	■	■	■	39	148	102	114	203	207	204	236	9.5	○

注記 * : ■以上のUバンドのボルトサイズは■以上を使用するため、引張、せん断及び組合せ応力の許容応力は、安全側に■の値を示す。ただし、パイプバンドについては、材質が■である方が曲げ応力に対する許容応力が小さいため、許容応力としては、■の値を示す。

第3.1-9表(1/18) 支持架構の耐震計算結果

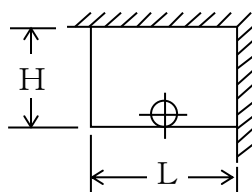
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					87
					174
					45
					90
					154
					92
					154
					135
					116
					132
					59
					116
					120
					116
					105
					152
					145
					164
					72
					143
					146
					139
					125
					184
					116
					170
					99
					111
					94
					101
154					
151					
166					
57					
139					
155					
130					
139					
129					
135					



基本形状：タイプ-1
許容値：235MPa

第3.1-9表(2/18) 支持架構の耐震計算結果

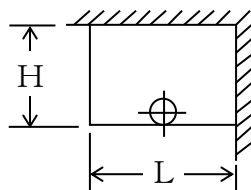
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					16
					32
					80
					158
					78
					156
					167
					144
					24
					48
					118
					140
					98
					120
					131
					114
					45
					87
					125
					52
					154
					113
					95
					153
					65
					126
					180
					71
					122
					150
122					
107					
87					
166					
177					
90					
154					
90					
149					
130					



基本形状：タイプ-2
許容値：235MPa

第3.1-9表(3/18) 支持架構の耐震計算結果

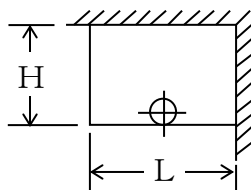
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					17
					34
					83
					165
					81
					162
					174
					151
					25
					50
					123
					144
					100
					123
					135
					120
					46
					89
					128
					52
					154
					115
					99
					159
					67
					129
					183
					71
					123
					152
127					
112					
88					
169					
178					
90					
154					
94					
156					
137					



基本形状：タイプ-2
許容値：235MPa

第3.1-9表(4/18) 支持架構の耐震計算結果

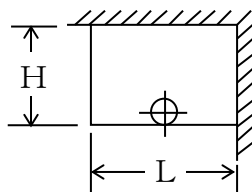
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					18
					36
					88
					175
					88
					114
					151
					120
					27
					53
					130
					152
					104
					129
					142
					127
					49
					95
					135
					53
					158
					117
					101
					163
					70
					136
					143
					72
					124
					153
128					
114					
92					
177					
47					
91					
155					
94					
156					
138					



基本形状：タイプ-2
許容値：235MPa

第3.1-9表(5/18) 支持架構の耐震計算結果

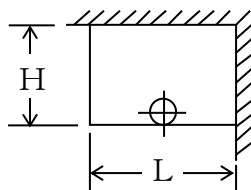
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					19
					37
					91
					182
					92
					120
					136
					126
					28
					54
					134
					158
					108
					135
					148
					133
					50
					98
					140
					55
					163
					120
					104
					166
					73
					141
					149
					74
					127
					157
130					
116					
96					
183					
48					
93					
159					
95					
158					
139					



基本形状：タイプ-2
許容値：235MPa

第3.1-9表(6/18) 支持架構の耐震計算結果

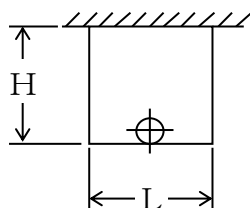
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					19
					38
					94
					186
					97
					125
					142
					130
					28
					55
					137
					161
					112
					139
					154
					139
					52
					101
					143
					56
					98
					123
					106
					174
					75
					145
					153
					76
					130
					159
133					
117					
98					
188					
49					
95					
162					
97					
161					
141					



基本形状：タイプ-2
許容値：235MPa

第3.1-9表(7/18) 支持架構の耐震計算結果

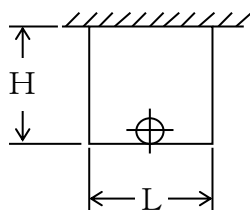
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					30
					60
					148
					171
					107
					128
					135
					113
					34
					68
					170
					145
					114
					132
					137
					111
					48
					94
					133
					51
					150
					106
					147
					141
					65
					127
					179
					68
					117
					143
118					
104					
86					
164					
174					
88					
149					
89					
147					
129					



基本形状：タイプ-3
許容値：235MPa

第3.1-9表(8/18) 支持架構の耐震計算結果

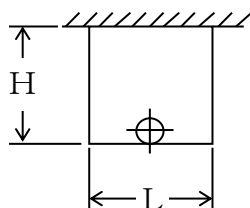
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					44
					88
					127
					52
					155
					116
					100
					161
					49
					96
					138
					53
					158
					114
					96
					154
					60
					120
					170
					62
					105
					127
					103
					165
					74
					144
					152
					74
					126
					152
					123
					107
92					
177					
46					
90					
152					
88					
146					
128					



基本形状：タイプ-3
許容値：235MPa

第3.1-9表(9/18) 支持架構の耐震計算結果

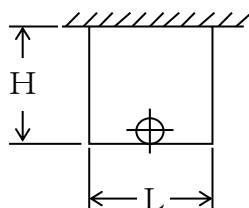
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					81
					161
					174
					93
					164
					106
					182
					137
					84
					167
					178
					90
					156
					96
					160
					141
					95
					189
					48
					96
					163
					96
					160
					139
					108
					122
					54
					106
					108
					103
194					
149					
121					
136					
59					
117					
118					
112					
100					
147					



基本形状：タイプ-3
許容値：235MPa

第3.1-9表(10/18) 支持架構の耐震計算結果

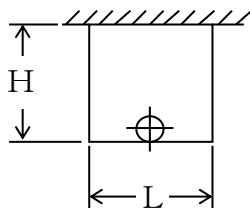
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					117
					136
					68
					135
					149
					152
					140
					134
					119
					137
					64
					127
					136
					135
					123
					176
					130
					148
					66
					131
					134
					129
					117
					170
					142
					161
					70
					140
					142
					135
121					
178					
155					
175					
76					
150					
151					
143					
128					
190					



基本形状：タイプ-3
許容値：235MPa

第3.1-9表(11/18) 支持架構の耐震計算結果

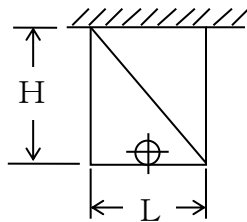
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					154
					178
					88
					104
					100
					110
					160
					171
					155
					178
					83
					95
					146
					188
					142
					151
					164
					139
					83
					94
					142
					183
					147
					135
					176
					148
					87
					98
					147
					190
149					
136					
189					
159					
92					
103					
88					
200					
144					
140					



基本形状：タイプ-3
許容値：235MPa

第3.1-9表(12/18) 支持架構の耐震計算結果

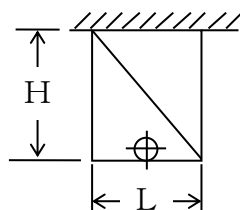
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					16
					32
					78
					155
					81
					161
					172
					147
					24
					48
					118
					137
					93
					115
					125
					107
					45
					87
					124
					50
					147
					148
					147
					141
					65
					126
					179
					69
					117
					143
					116
					102
87					
166					
175					
88					
149					
87					
145					
126					



基本形状：タイプ-4
許容値：235MPa

第3.1-9表(13/18) 支持架構の耐震計算結果

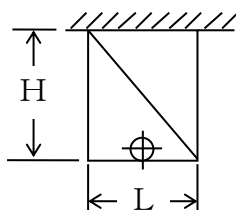
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					17
					33
					83
					164
					96
					127
					142
					125
					26
					50
					123
					143
					96
					124
					138
					123
					46
					90
					128
					51
					151
					109
					150
					150
					67
					129
					183
					70
					120
					146
119					
105					
88					
169					
178					
89					
151					
89					
148					
130					



基本形状：タイプ-4
許容値：235MPa

第3.1-9表(14/18) 支持架構の耐震計算結果

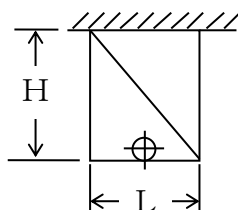
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					20
					38
					95
					189
					158
					143
					130
					118
					28
					55
					135
					157
					109
					153
					138
					147
					50
					97
					137
					53
					157
					113
					98
					157
					71
					137
					145
					72
					124
					151
124					
109					
93					
178					
47					
91					
155					
92					
153					
134					



基本形状：タイプ-4
許容値：235MPa

第3.1-9表(15/18) 支持架構の耐震計算結果

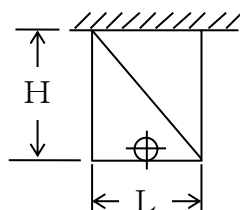
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					22
					42
					105
					159
					150
					111
					104
					142
					30
					59
					145
					169
					146
					146
					143
					132
					53
					102
					144
					55
					163
					116
					104
					166
					75
					144
					152
					75
					127
					155
127					
112					
97					
186					
48					
94					
159					
94					
156					
137					



基本形状：タイプ-4
許容値：235MPa

第3.1-9表(16/18) 支持架構の耐震計算結果

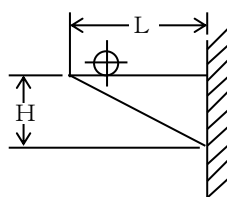
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					26
					51
					127
					97
					132
					145
					135
					131
					32
					62
					153
					180
					183
					142
					156
					137
					55
					107
					151
					57
					98
					120
					112
					172
					78
					150
					157
					77
					131
					159
					129
					114
101					
193					
50					
97					
163					
96					
159					
139					



基本形状：タイプ-4
許容値：235MPa

第3.1-9表(17/18) 支持架構の耐震計算結果

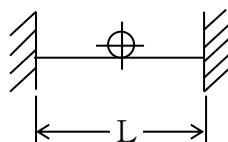
支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					17
					33
					81
					161
					107
					138
					152
					131
					18
					36
					88
					176
					120
					162
					146
					155
					21
					40
					98
					118
					115
					160
					147
					156
					22
					42
					101
					122
					110
					152
					139
					147
					24
					44
103					
124					
110					
146					
134					
140					



基本形状：タイプ-5
許容値：235MPa

第3.1-9表(18/18) 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重(kN)		鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)
H(mm)	L(mm)	水平	鉛直		発生応力
					12
					24
					58
					116
					154
					96
					160
					159
					19
					38
					94
					187
					67
					133
					132
					135
					38
					74
					183
					155
					115
					132
					136
					108
					58
					111
					156
					56
					94
					114
92					
147					
78					
149					
155					
73					
122					
146					
117					
101					



基本形状：タイプ-6
許容値：235MPa

第3.1-10表(1/3) 埋込金物の耐震計算結果

(ベースプレート, 材料: XXXXXXXXXX)

(単位: MPa)

型式	ベースプレートの 圧縮側の曲げ応力	ベースプレートの 引張側の曲げ応力	許容応力	評 価
B	48	257	271	○
C	42	105	271	○
E	21	107	271	○

第3.1-10表(2/3) 埋込金物の耐震計算結果

(スタッドジベル, 材料: XXXXXXXXXX)

(単位: MPa)

型式	引張応力		せん断応力		評 価
	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
B	113	235	123	135	○
C	133	235	105	135	○
E	98	235	125	135	○

第3.1-10表(3/3) 埋込金物の耐震計算結果

(コンクリート)

(単位: N)

型式	コンクリート コーン状破壊における引張荷重		評 価
	発生荷重	許容荷重	
B	22632	30600	○
C	26682	37400	○
E	37135	51100	○

3.2 支持構造物の基本形状の耐震計算結果

3.2.1 支持構造物の耐震計算結果

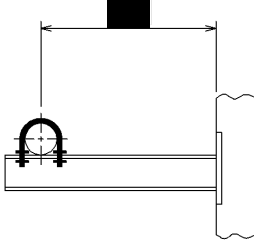
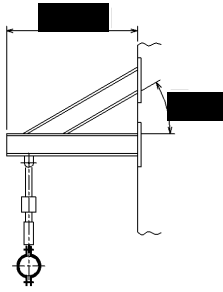
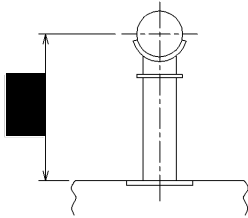
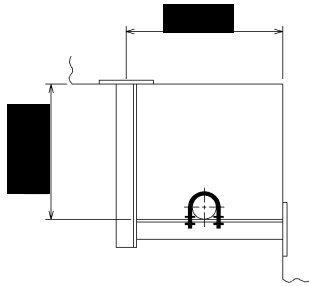
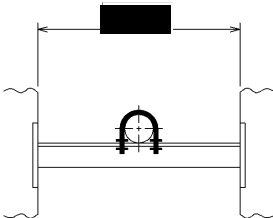
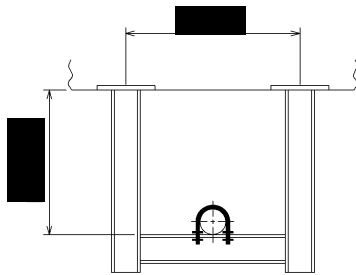
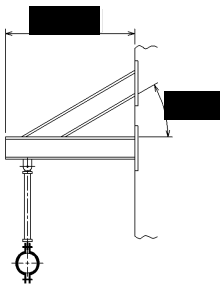
支持構造物の基本形状を第3.2.1-1表に、耐震計算結果を第3.2.1-2表～第3.2.1-8表に示す。

なお、本項における耐震計算結果は、支持構造物の基本形状を示したものである。本項に記載のない支持構造物については、基本形状を基に、設置状況に応じた架構寸法の変更、剛性を高めるための部材の追加又は基本形状を組み合わせた形状となり計算方法は同一であるため、耐震裕度としては同等である。

3.2.2 個別の処置方法

支持構造物の評価において、支持点荷重が最大使用荷重を超えた場合には、標準支持間隔法であれば支持間隔の短縮化等による支持点荷重低減、多質点系はりモデル解析であれば使用鋼材又は構造の見直し等により強度向上を図るものとする。

第3.2.1-1表 支持構造物の基本形状

<p>タイプ-1-1</p> 	<p>タイプ-1-5</p> 
<p>タイプ-1-2</p> 	<p>タイプ-2</p> 
<p>タイプ-1-3</p> 	<p>タイプ-3</p> 
<p>タイプ-1-4</p> 	

第3.2.1-2表(1/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

支持構造物評価(タイプ-1-1)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
4000	—	4000

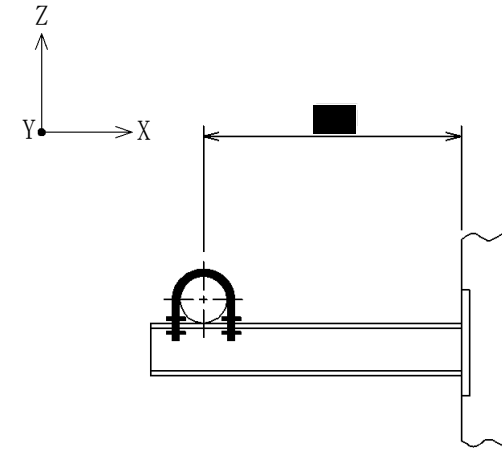
(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)	
	最大発生応力	許容応力
	59	235

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---



支持構造物計画形状図

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(kN)		最大使用荷重(kN)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	100A	4	4	18	18

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-2表(2/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

(4) 埋込金物

① 発生荷重

軸方向荷重と曲げモーメントの組合せ		せん断方向荷重と回転モーメントの組合せ	
軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
4	2.1	5	0.0

② 最大使用荷重

型式	最大使用荷重			
	軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
B	25	2.5	40	4.0

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定した型式の最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-3表(1/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

支持構造物評価(タイプ-1-2)

(1) 支持点荷重

F_x (N)	F_y (N)	F_z (N)	M_x (N・m)	M_y (N・m)	M_z (N・m)
1500	1500	1500	1500	1500	1500

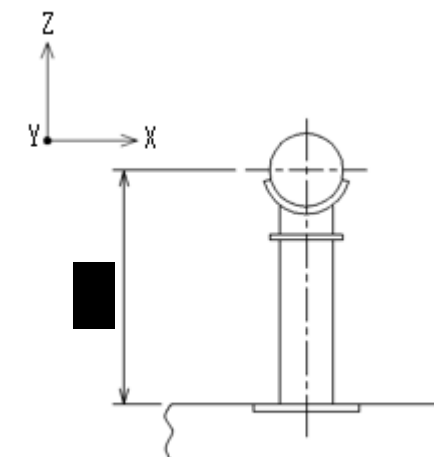
(2) 付属部品

① 最大使用荷重

付属部品名称	型式	最大使用荷重	
		F_x, F_y, F_z (N)	M_x, M_y, M_z (N・m)
ラグ	S-4	2400	2400

② 評価結果

評価	以上より、当該ラグに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---



支持構造物計画形状図

第3.2.1-3表(2/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

(4) 埋込金物

① 発生荷重

軸方向荷重と曲げモーメントの組合せ		せん断方向荷重と回転モーメントの組合せ	
軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
2	4.8	3	1.5

② 最大使用荷重

型式	最大使用荷重			
	軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
C	50	6.0	35	4.0

③ 評価結果

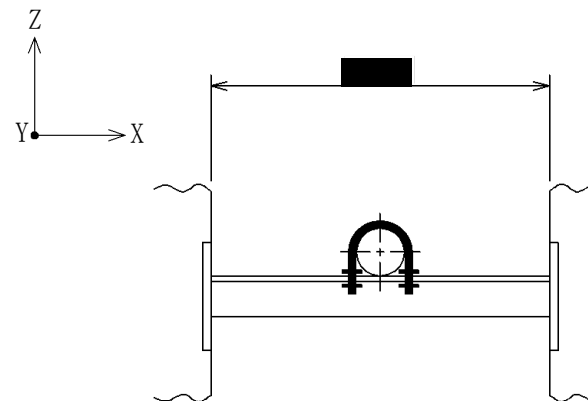
評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定した型式の最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-4表(1/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

支持構造物評価(タイプ-1-3)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
4000	—	4000



支持構造物計画形状図

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)	
	最大発生応力	許容応力
	146	235

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(kN)		最大使用荷重(kN)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	100A	4	4	18	18

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-4表(2/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

(4) 埋込金物

① 発生荷重

軸方向荷重と曲げモーメントの組合せ		せん断方向荷重と回転モーメントの組合せ	
軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
2	0.6	3	0.0

② 最大使用荷重

型式	最大使用荷重			
	軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
B	25	2.5	40	4.0

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定した型式の最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-5表(1/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

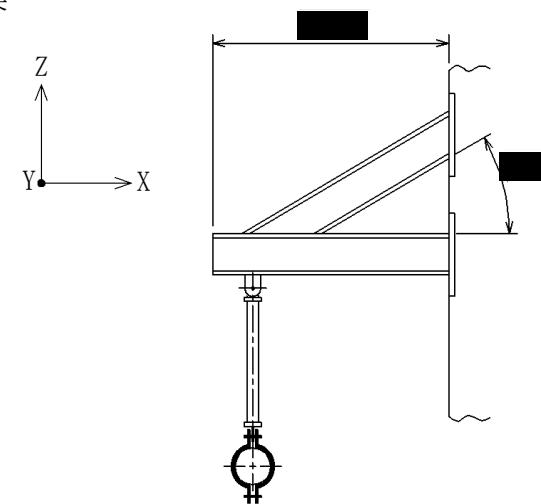
支持構造物評価(タイプ-1-4)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
—	—	4000

(2) 支持装置

支持装置名称	型式番号	定格荷重 (kN)
ロッドレストレイント	06	6.0



支持構造物計画形状図

評価	以上より、当該ロッドレストレイントに作用する支持点荷重は、定格荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)	
	最大発生応力	許容応力
■	36	235

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-5表(2/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

(4) 埋込金物

① 発生荷重

軸方向荷重と曲げモーメントの組合せ		せん断方向荷重と回転モーメントの組合せ	
軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
7	0.1	4	0.0

② 最大使用荷重

型式	最大使用荷重			
	軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
B	25	2.5	40	4.0

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定した型式の最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-6表(1/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

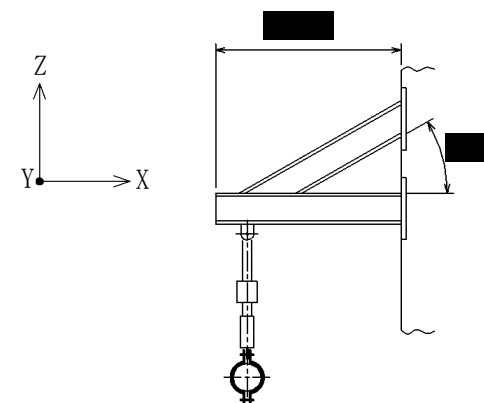
支持構造物評価(タイプ-1-5)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
—	—	4000

(2) 支持装置

支持装置名称	型式番号	定格荷重 (kN)
メカニカルスナバ	06	6.0



支持構造物計画形状図

評価	以上より、当該メカニカルスナバに作用する支持点荷重は、定格荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)	
	最大発生応力	許容応力
	36	235

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-6表(2/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

(4) 埋込金物

① 発生荷重

軸方向荷重と曲げモーメントの組合せ		せん断方向荷重と回転モーメントの組合せ	
軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
7	0.1	4	0.0

② 最大使用荷重

型式	最大使用荷重			
	軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
B	25	2.5	40	4.0

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定した型式の最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-7表(1/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

支持構造物評価(タイプ-2)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
4000	—	4000

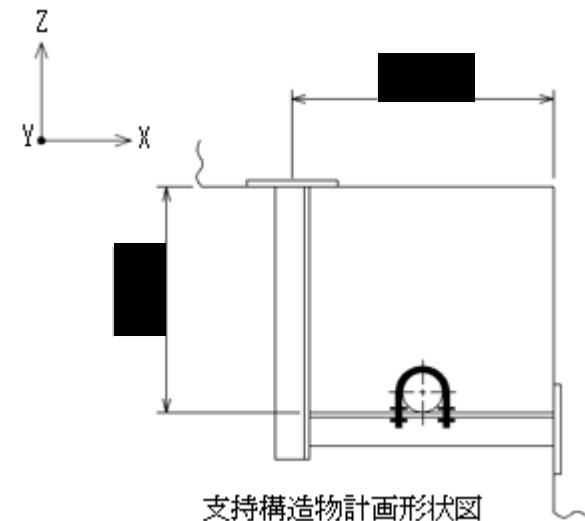
(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)	
	最大発生応力	許容応力
	108	235

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---



(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(kN)		最大使用荷重(kN)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	100A	4	4	18	18

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-7表(2/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

(4) 埋込金物

① 発生荷重

軸方向荷重と曲げモーメントの組合せ		せん断方向荷重と回転モーメントの組合せ	
軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
5	0.7	3	0.0

② 最大使用荷重

型式	最大使用荷重			
	軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
B	25	2.5	40	4.0

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定した型式の最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-8表(1/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

支持構造物評価(タイプ-3)

(1) 支持点荷重(N)

F_x	F_y	F_z
4000	—	4000

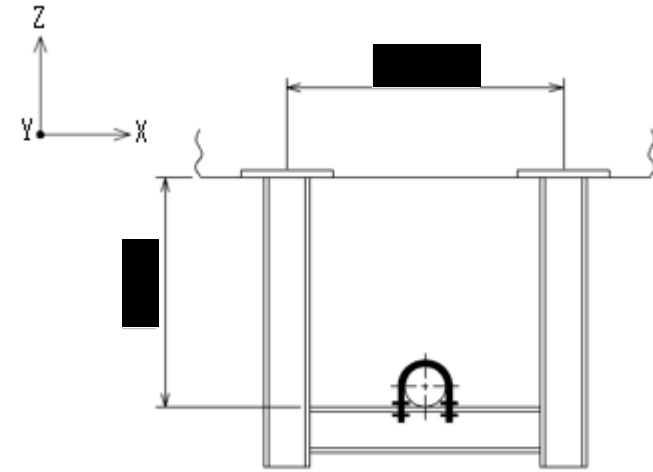
(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	組合せ応力(MPa)	
	最大発生応力	許容応力
	49	235

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---



支持構造物計画形状図

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び最大使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(kN)		最大使用荷重(kN)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	100A	4	4	18	18

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

第3.2.1-8表(2/2) 支持構造物の強度及び耐震計算結果

(4) 埋込金物

① 発生荷重

軸方向荷重と曲げモーメントの組合せ		せん断方向荷重と回転モーメントの組合せ	
軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
3	1.7	4	0.0

② 最大使用荷重

型式	最大使用荷重			
	軸方向荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	せん断方向荷重 (kN)	回転モーメント (kN・m)
B	25	2.5	40	4.0

③ 評価結果

評価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定した型式の最大使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

4. その他の考慮事項

(1) 機器と配管の相対変位に対する考慮

機器と配管との相対変位に対しては、配管側のフレキシビリティでできる限り変位を吸収することとし、機器側管台部又は支持構造物に過大な反力を生じさせないよう配管側のサポート設計において考慮する。

(2) 建物・構築物との共振の防止

支持に当たっては据付場所に応じ、建物・構築物の共振領域からできるだけ外れた固有振動数を持つよう考慮する。また、共振領域近くで設計する場合は地震応答に対して十分な強度余裕を持つようにする。

(3) 隣接する設備

配管が他の配管又は諸設備と接近して設置される場合は、地震、自重、熱膨張及び機械的荷重による変位があっても干渉しないようにする。保温材を施工する配管については、保温材の厚みを含めても干渉しないようにする。

(4) 材料の選定

材料選定に当たっては、使用条件下における強度に配慮し、十分な使用実績があり、材料特性が把握された安全上信頼性が高いものを使用する。

また、「IV-1-1-9 構造計画，材料選択上の留意点」の材料の選択方針に基づき、ダクティリティを持つよう配慮する。

IV－1－1－11－1 別紙1
各施設の直管部標準支持間隔

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 準拠規格	2
3. 計算精度と数値の丸め方.....	2

1. 概要

本資料は、耐震Sクラスの配管について、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」及び「IV-1-1-11-1 配管の耐震支持方針」に基づき標準支持間隔法により算出した直管部標準支持間隔の解析結果を施設ごとにまとめたものである。

2. 準拠規格

「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す規格のうち、本評価に対する準拠規格について第2-1表に示す。

第2-1表 準拠規格

準拠規格名	
原子力発電所耐震設計技術指針	JEAG4601-1987
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
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*	

注記 * : JSME S NC1以外に使用している鉄鋼材料の規格については、「V-2 強度計算方法」における添付-1「容器等の材料及び構造に関する設計の基本方針」に定められた値を準用することとする。

3. 計算精度と数値の丸め方

解析に用いる計算精度は耐震性の結果に影響を及ぼさない桁数を確保する。

また、解析結果において数値を示す際の丸め方を第3-1表に示す。

第3-1表 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
圧力	MPa	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
温度	℃	小数点以下第1位	四捨五入	整数位
外径	mm	小数点以下第2位	四捨五入	小数点以下第1位
厚さ	mm	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第1位
比重	—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
単位長さ当たり重量	N/m	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
支持間隔	mm	十の位	切捨て	整数位
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記 * : JSME S NC1 付録材料図表に記載された温度の中間における許容応力は比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

IV-1-1-11-1 別紙 1-1
安全冷却水 B 冷却塔の配管標準支持
間隔

目 次

1. 解析条件	1
1.1 配管設計条件	1
1.2 階層の区分	1
2. 解析結果	1

1. 解析条件

1.1 配管設計条件

標準支持間隔の算定に必要な配管設計条件を第 1.1-1 表に示す。

1.2 階層の区分

解析に当たっては、設計用床応答曲線をいくつかの階層に区分し、支持間隔を求めるものとし、第 1.2-1 表に示す階層の区分とする。

配管系の固有振動数については配管系の設計に用いる建屋床応答スペクトルのピークの固有振動数領域より短周期側に避けることを原則とするため、第 1.2-1 表に示すピーク振動数以上となるように設計する。なお、配管系の固有振動数は支持構造物を含めた固有振動数であり、支持構造物の固有振動数は第 1.2-1 表に示す値以上とする。

2. 解析結果

第 1.1-1 表の各種配管の設計条件をもとに計算した直管部標準支持間隔、固有周期及び応力の解析結果を第 2-1 表に示す。

なお、一次応力は内圧応力、自重応力及び地震応力の和とし、地震応力が弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対するものを S_d 、基準地震動 S_s に対するものを S_s と表している。

第 1.2-1 表 設計用床応答曲線区分

床応答 曲線区分	標高 (m)	ピーク 振動数 (Hz)	支持構造物の 固有振動数 (Hz)
1	EL. ■■■ m ~ ■■■ m	-	■■■
2	EL. ■■■ m ~ ■■■ m		

第2-1表 Sクラス直管部標準支持間隔(炭素鋼, 保温材無し)

【安全冷却水B冷却塔】

許容応力 (MPa)

配管 口径(A) 及び板厚		EL. [redacted] m ~ [redacted] m						EL. [redacted] m ~ [redacted] m						許容応力 [redacted] (MPa)							
		気体			液体			気体			液体			気体			液体				
		支持 間隔 (mm)	固有 周期 (Hz)	一次応力 (MPa)		支持 間隔 (mm)	固有 周期 (Hz)	一次応力 (MPa)		支持 間隔 (mm)	固有 周期 (Hz)	一次応力 (MPa)		支持 間隔 (mm)	固有 周期 (Hz)	一次応力 (MPa)		支持 間隔 (mm)	固有 周期 (Hz)	一次応力 (MPa)	
				S d	S s			S d	S s			S d	S s			S d	S s			S d	S s
100	SCH 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150	SCH 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
200	SCH 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
以下余白																					

IV－1－1－12

電気計測制御装置等の耐震支持方針

目 次

	ページ
1. 基本原則	1
2. 支持構造物の設計	1
2.1 設計手順	1
2.2 支持構造物及び埋込金物の設計	3
3. 電気計測制御装置等の耐震設計方針	7
3.1 概要	7
3.2 耐震設計の範囲	7
3.3 耐震設計の手順	9
3.3.1 盤の耐震設計手順	9
3.3.2 装置の耐震設計手順	11
3.3.3 器具の耐震設計手順	12
3.3.4 電路類の耐震設計手順	14
3.3.5 既存資料の利用による耐震設計	16

1. 基本原則

電気計測制御装置等の耐震支持方針は下記によるものとする。

- (1) 電気計測制御装置等は取付ボルト等により支持構造物に固定される。支持構造物は、剛な床、壁面等から支持することとする。
- (2) 支持構造物を含め十分剛構造とすることで建物・構築物との共振を防止する。
- (3) 剛性を十分に確保できない場合は、振動特性に応じた地震応答解析により、応力評価に必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- (4) 地震時に要求される電氣的機能を喪失しない構造とする。

電気計測制御装置等の電氣的機能維持の設計方針を 3. 以降に示す。

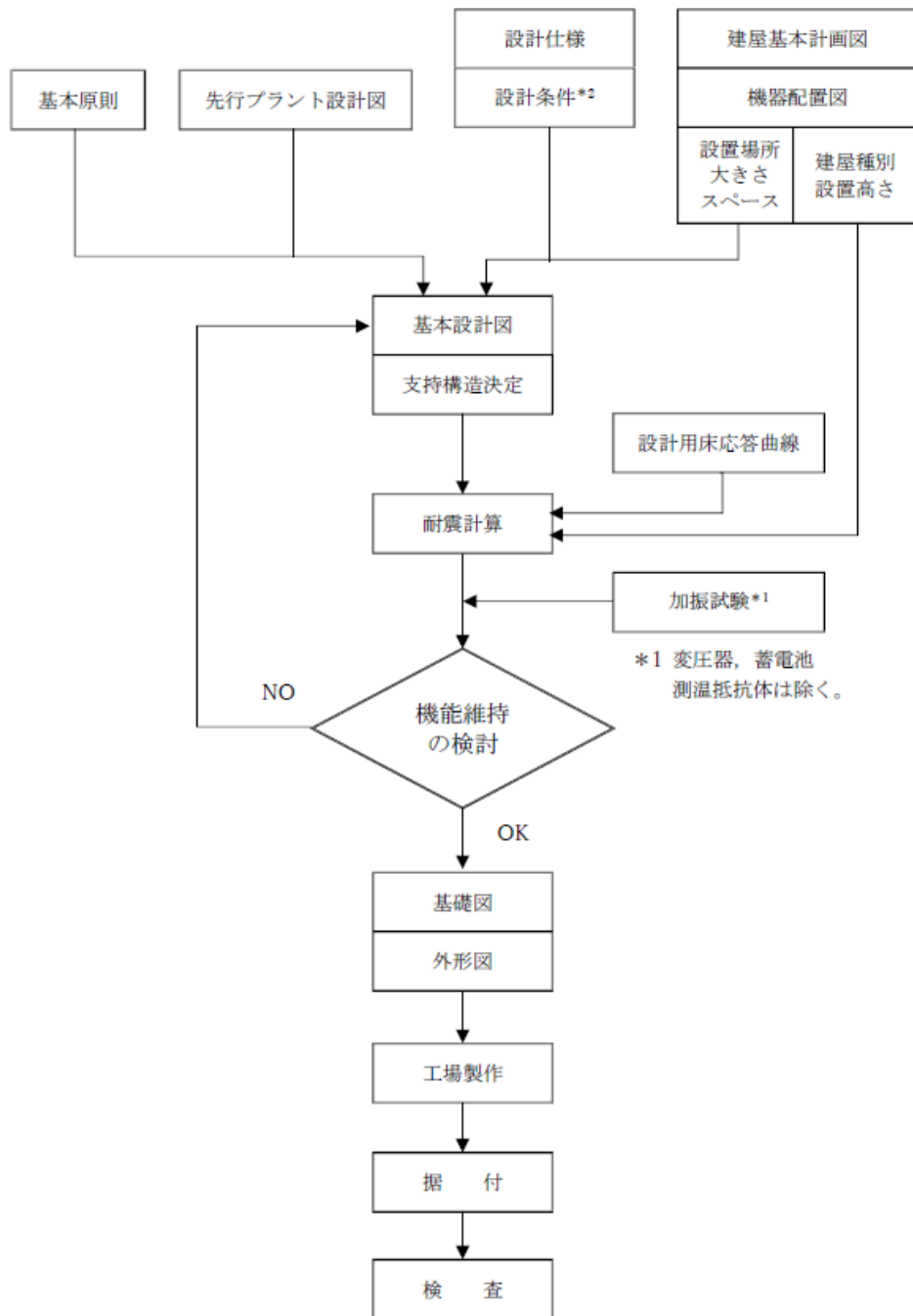
2. 支持構造物の設計

2.1 設計手順

電気計測制御装置等の配置及び構造計画に際しては、設置場所の環境条件、現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行い、電気計測制御装置等の特性、運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等についての配慮を十分加味した耐震設計を行うよう考慮する。

設計手順を第2.1-1図に示す。

支持構造物の設計は、建物・構築物基本計画、電気計測制御装置等の基本設計条件等から配置設計を行い、耐震解析及び機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し、詳細設計を行う。



*2 環境条件，現地施工性及び運転操作・保守点検時の配慮含む。

第 2.1-1 図 支持構造物の耐震設計フローチャート

2.2 支持構造物及び埋込金物の設計

(1) 盤の設計

a. 設計方針

盤に実装される器具は取付ボルトにより盤に固定する。

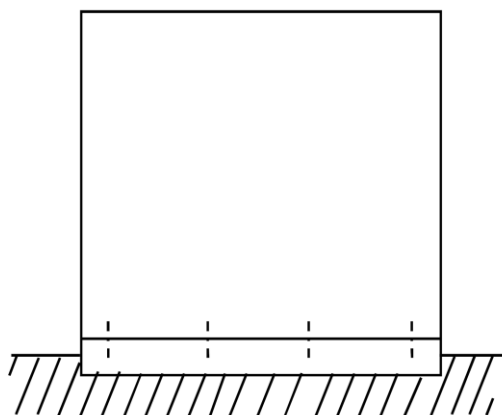
盤には垂直自立形と壁掛形があり，鋼材及び鋼板を組み合わせたフレーム及び筐体で構成される箱型構造とする。

垂直自立形の盤は基礎ボルトにより，あるいは床面に埋め込まれた埋込金物に溶接することにより自重及び地震荷重に対し，有効な支持機能を有するよう設計する。

壁掛形の盤は基礎ボルトにより，あるいは埋込金物に溶接することにより自重及び地震荷重に対し，有効な支持機能を有するよう設計する。

b. 荷重条件

荷重の種類及び組合せについては「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。



(垂直自立形)



基礎ボルト

(壁掛形)

(2) 架台の設計

a. 設計方針

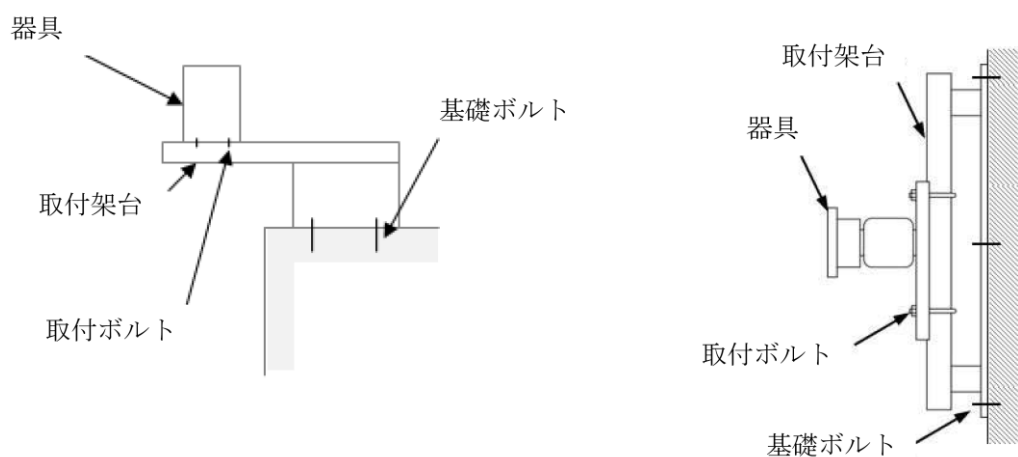
架台に実装される器具は取付ボルトにより架台に固定する。

架台は鋼材を組み合わせた溶接構造又はボルト締結構造とし、自重及び地震荷重に対し、機能低下を起こすような変形を起こさないよう設計する。

架台は基礎ボルトにより、あるいは埋込金物に溶接することにより自重及び地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。

b. 荷重条件

荷重の種類及び組合せについては「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。



(3) 埋込金物の設計

a. 設計方針

埋込金物は、支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え、支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。埋込金物の選定は、支持荷重及び配置を考慮して行う。

b. 荷重条件

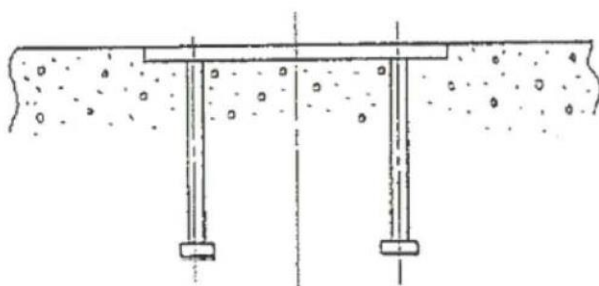
荷重の種類及び組合せについては「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

c. 種類及び選定

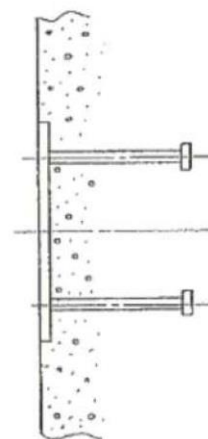
埋込金物には下記の種類があり、それぞれの使用用途に合わせて選定する。

(a) 埋込金物形式

機器の配置計画時に基礎との取合い形状が確定できない場合に使用する。



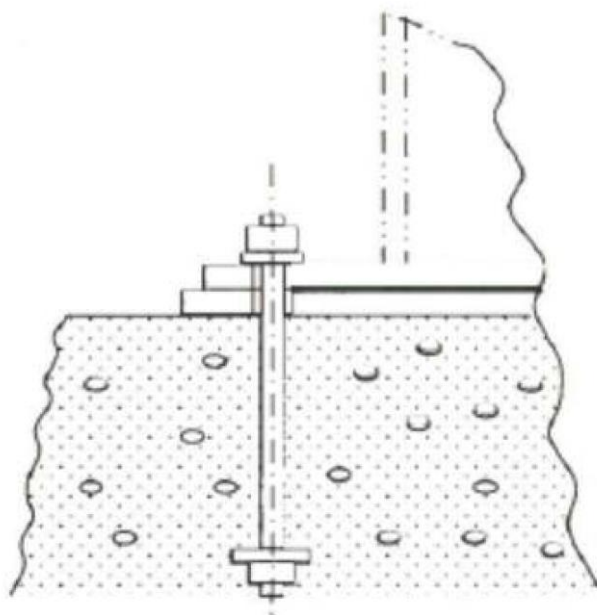
(自立式)



(壁掛式)

(b) 基礎ボルト形式

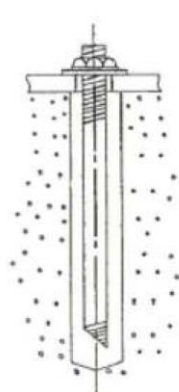
機器の配置計画時に基礎との取合い形状が確定できる場合に使用する。



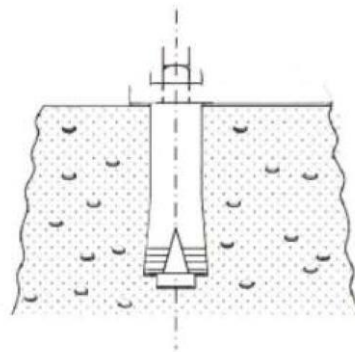
(c) 後打アンカ

打設後のコンクリートに穿孔機で孔をあけて設置するもので、ケミカルアンカ又はメカニカルアンカを適用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持できる温度条件で使用する。また、メカニカルアンカは振動が大きい箇所に使用しない。

後打アンカの設計は、JEAG4601・補-1984 又は「各種合成構造設計指針・同解説」((社)日本建築学会, 2010 改定)に基づき設計する。また、アンカメーカーが定める施工要領に従い設置する。



ケミカルアンカ



メカニカルアンカ

(4) 基礎の設計

a. 設計方針

電気計測制御装置等の基礎は、支持構造物から加わる自重及び地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、電気計測制御装置等の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

b. 荷重条件

基礎の設計は、電気計測制御装置等から伝わる荷重に対し、荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に従う。

3. 電気計測制御装置等の耐震設計方針

3.1 概要

本方針は、電気計測制御装置等の耐震設計の基本方針を示すものである。

3.2 耐震設計の範囲

電気計測制御装置等の区分及び適用範囲を第3.2-1表に示すとおりとし、安全機能を有する施設のうち耐震重要度Sクラスの電気計測制御装置等に該当する電気計測制御装置等を対象とする。

なお、耐震重要度Sクラスの電気計測制御装置等が下位クラスの電気計測制御装置等による波及的影響によって、安全機能を損なわないように設計する。

重大事故等対処施設の設計方針については、重大事故等対処施設の申請に合わせて次回以降に詳細を説明する。

第 3.2-1 表 電気計測制御装置等の区分及び適用範囲

区 分	定 義	適 用 範 囲	対 象
1. 盤	電気計測制御装置等の一部で、鋼材、鋼板等によって作られた構造物で器具、ケーブル等を含み、電気系、計装系の信号の処理、制御及び操作系の保護、開閉並びに電力の変換等の機能をもっているものをいう。	盤本体の他にチャンネルベース、盤とチャンネルベース取付ボルト及び基礎ボルトまで含む。	中央制御盤類、閉鎖配電盤、パワーセンタ、コントロールセンタ、計装ラック、現場操作盤、静止形インバータ、蓄電池用充電器等
2. 装置	電力の変換、あるいはエネルギーの変換を目的とした電気計測制御装置等の一部をいう。	ディーゼル発電機は発電機本体及び基礎ボルトを含む。 蓄電池は接続導体、架台及び基礎ボルトまで含む。	変圧器、ディーゼル発電機、電動機、電動発電機、蓄電池等
3. 器具	電気計測制御装置等において取扱われる信号又は電力に対し、検出、変換、演算、制御等の操作を行い、電気系、計装系の機能を作り出す要素をいう。これらは盤類に取付けられ、あるいは所定の取付場所に設置される。	発信器、検出器等のように計装配管に取り付けられたり、現場に支持金物で据え付けられるものはその取付金物まで含む。	各種検出器、発信器、保護継電器、制御継電器、演算器、スイッチ、遮断器、指示計、計器用変成器、変流器等
4. 電路類	電線、ケーブル、導体等の形で電流が通じている回路が、鋼板その他の材料で構成された支持及び保護の役目をする構造物に収納されている場合、その構造物及び電気回路を含めて電路類という。	ケーブルトレイ、バスダクト、電線管等の支持構造物及び埋込金物を含む。 計装配管は止め弁以降の計装配管、支持構造物及び埋込金物を含む。	ケーブルトレイ、バスダクト、電線管、ケーブルペネトレーション、計装配管等

3.3 耐震設計の手順

具体的な手順は、構造上及び機能上の性質により異なるので、電気計測制御装置等を盤、装置、器具及び電路類の4種類に大別し、以下各々についてその手順を示す。

3.3.1 盤の耐震設計手順

盤は、多種多様の器具を収納する集合体であるので、構造的及び機能的に設計地震力に対して健全でなければならない。

解析モデル化が可能で解析が容易である場合は「振動特性解析による方法」を採用し、解析モデル化が不可能な場合又は解析モデル化が可能であっても実験によって耐震性を検定するのが容易な場合は、「振動特性試験による方法」を採用する。

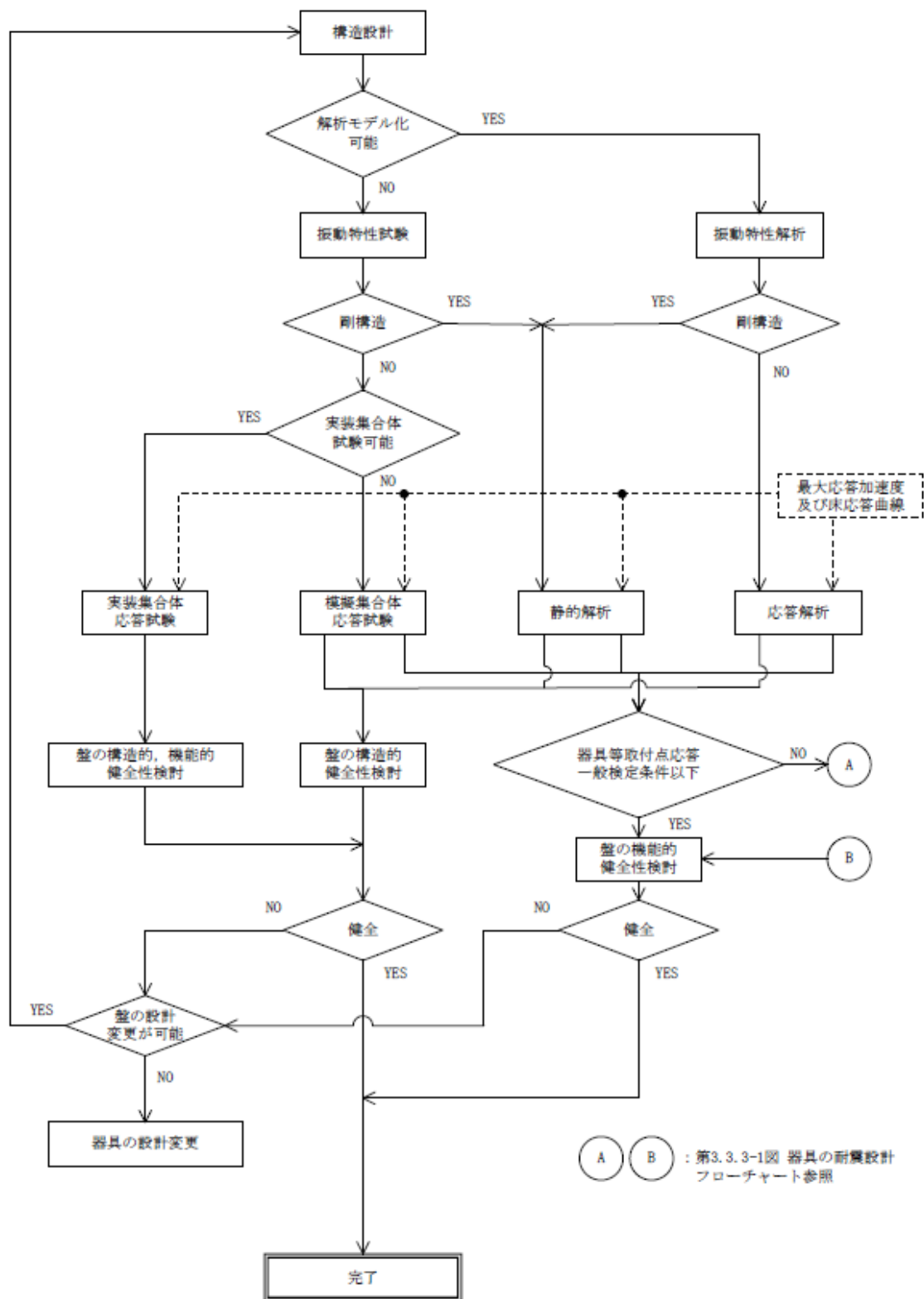
振動特性解析又は振動特性試験によって剛構造かどうかを判定し、剛構造であれば静的解析により構造及び機能的健全性を確認する。剛構造でない場合は、応答解析又は応答試験を実施する。

応答試験による場合は、取り付けられる器具を実装して行うことが容易な場合には、実装集合体応答試験により構造的及び機能的健全性を確認する。

また、器具を実装して行うことが困難な場合には物理的及び構造的に実物を模擬したものを取り付けた模擬集合体応答試験を行い構造的健全性を確認するとともに、模擬器具取付点の応答を測定し、器具の単体で検定された検定スペクトルと比較することにより機能的健全性を確認する。

応答解析による場合は、解析により構造的健全性を確認するとともに器具の取付点の応答と器具単体で得られた検定スペクトルとを比較することにより、機能的健全性を確認する。

第3.3.1-1図に盤の耐震設計フローチャートを示す。



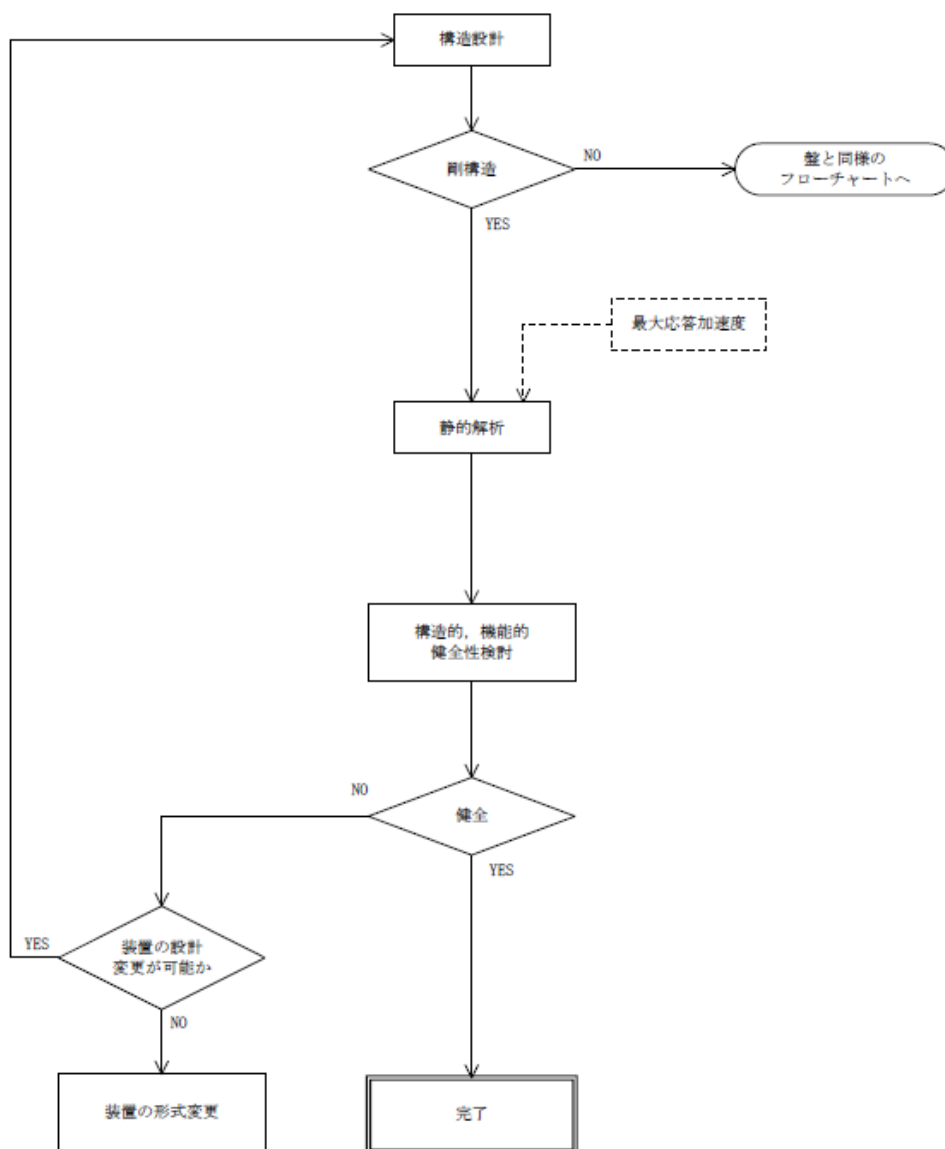
第 3.3.1-1 図 盤の耐震設計フローチャート

3.3.2 装置の耐震設計手順

装置は、一般的に剛構造であり、その機能は、構造的健全性が保たれている限り失われることはない。したがって、耐震性の検討は、静的解析を行って構造的健全性を確かめる。

ただし、剛構造でない場合は、盤と同様に応答解析又は応答試験によって構造的健全性を確認する。

第 3.3.2-1 図に装置の耐震設計フローチャートを示す。



第 3.3.2-1 図 装置の耐震設計フローチャート

3.3.3 器具の耐震設計手順

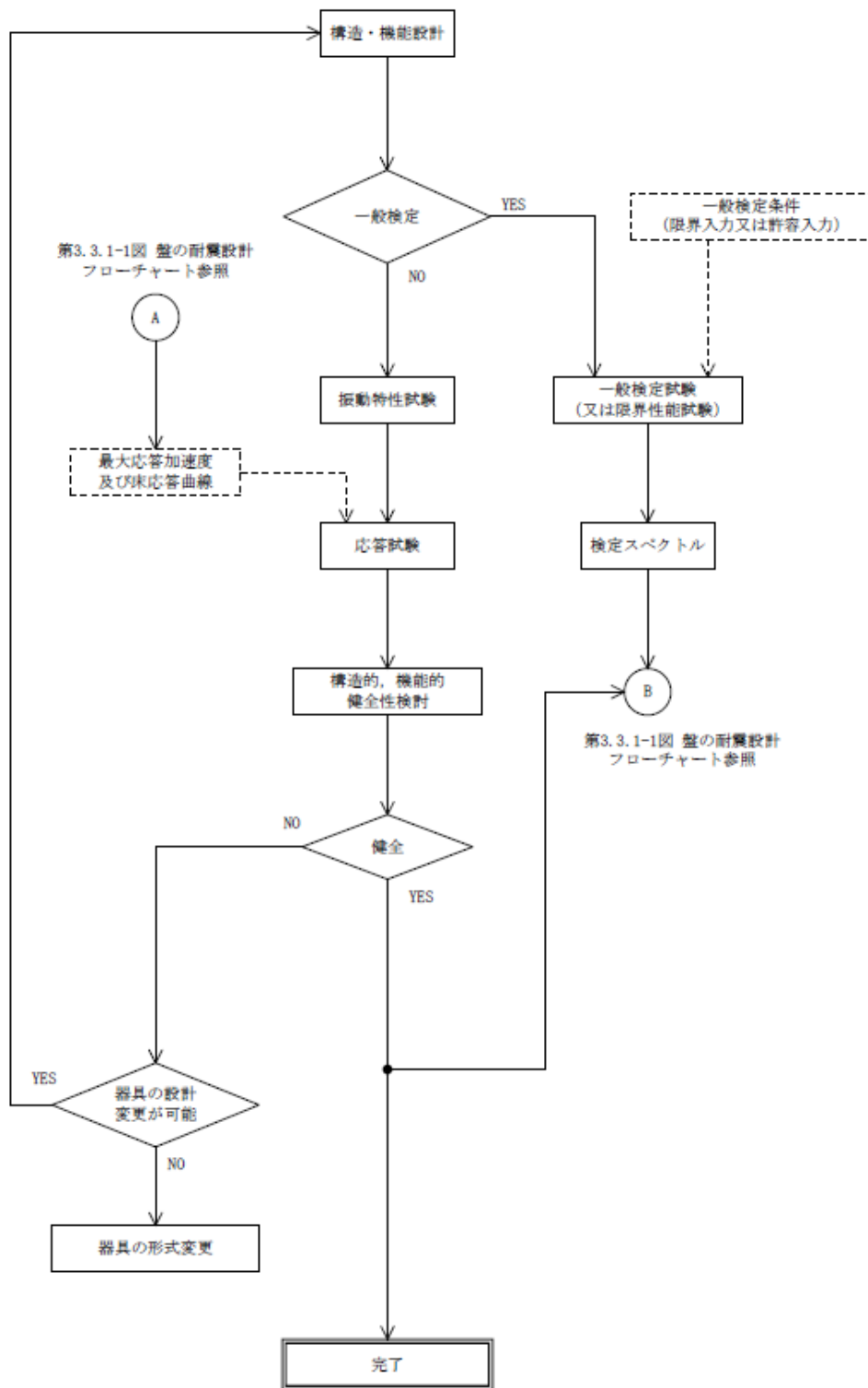
器具の耐震性の検討は、構造及び機能の両面について行う。

器具は、構造的及び機能的健全性を保持し得る限界入力又は許容入力値を求める一般検定試験(又は限界性能試験)を行い、検定スペクトルを求め、これと取付け位置の応答とを比較することにより耐震性を判定する。

一般検定試験を行えない場合は、器具取付け位置の動的入力によって応答試験を行うことにより耐震性を判定する。

器具の中で、計器用変成器等のように剛体と見なせるものであって構造的に健全であれば、その機能が維持されるものについては装置と同様に静的解析を行って構造的健全性を確認する。

第3.3.3-1図に器具の耐震設計フローチャートを示す。



第 3. 3. 3-1 図 器具の耐震設計フローチャート

3.3.4 電路類の耐震設計手順

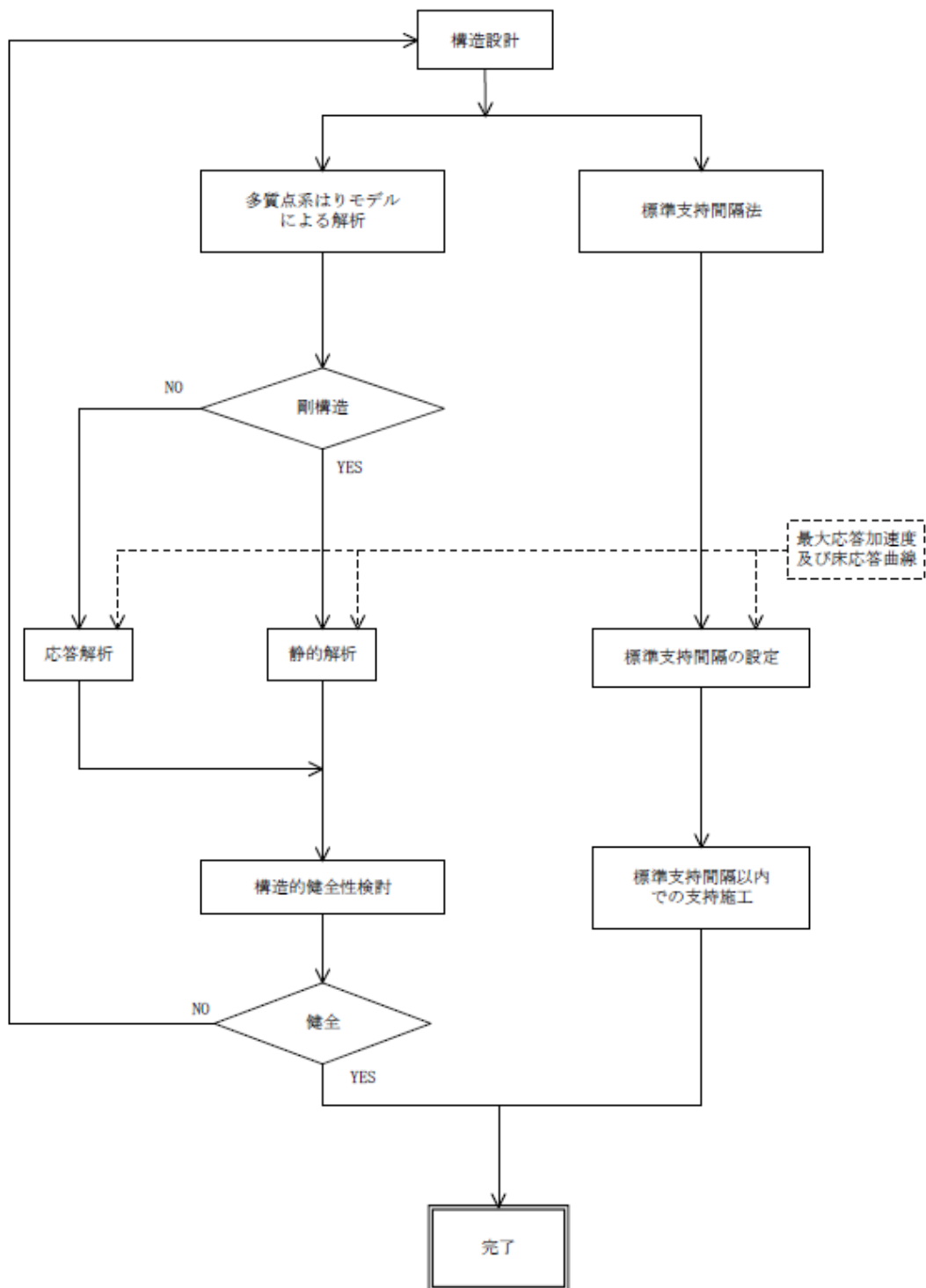
電路類は、構造的に健全ならば機能が維持されるので構造的検討のみを行う。この際には多質点系はりモデルによる解析又は標準支持間隔法を用いる。多質点系はりモデルによる解析の場合は、固有振動数に応じて応答解析による方法又は静的解析による方法を用いて構造的健全性を確認する方針とする。

また、標準支持間隔法を用いる場合は、静的又は動的地震力による応力が許容応力以下となる標準支持間隔を設定し、標準支持間隔以内で支持することにより耐震性を確保する。

第3.3.4-1図に電路類の耐震設計フローチャートを示す。

また各建屋間、建屋と建屋外地盤とにまたがって設置されるものについては、それらの地震時の相対変位を吸収できる構造とする。

熱膨張等を考慮しなければならないものについては、その荷重に対して構造的健全性を確認する方針とする。



第 3. 3. 4-1 図 電路類の耐震設計フローチャート

3.3.5 既存資料の利用による耐震設計

電気計測制御装置等の耐震設計は、既に振動実験又は解析が行われており、かつ、その電気計測制御装置等が本再処理施設に使用されるものと同等又は類似と判断される場合には、その実験データ又は解析値を利用して耐震設計を行う。

IV－1－2

耐震計算書作成の基本方針

IV－1－2－1

機器の耐震性に関する計算書作成の 基本方針

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 評価条件	1
2.1 耐震計算の概要	1
2.2 設備全体に適用する評価条件	2
2.2.1 準拠規格	2
2.2.2 圧力・温度条件	2
2.2.3 寸法	2
2.2.4 計算精度と数値の丸め方	3
3. 耐震計算方法	4
3.1 定式化された計算式を用いた解析法の計算式	4
3.2 FEMを用いた応力解析法の計算式	7
3.3 疲労評価の計算式	10

1. 概要

本基本方針は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき設計した機器が、設計用地震力に対して十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について説明するものである。

耐震計算方法としては、基本方針に基づく耐震計算全体の流れのうち、機器全体に適用する評価条件及び複数の機器に共通して用いる計算方法について本基本方針にまとめて示す。

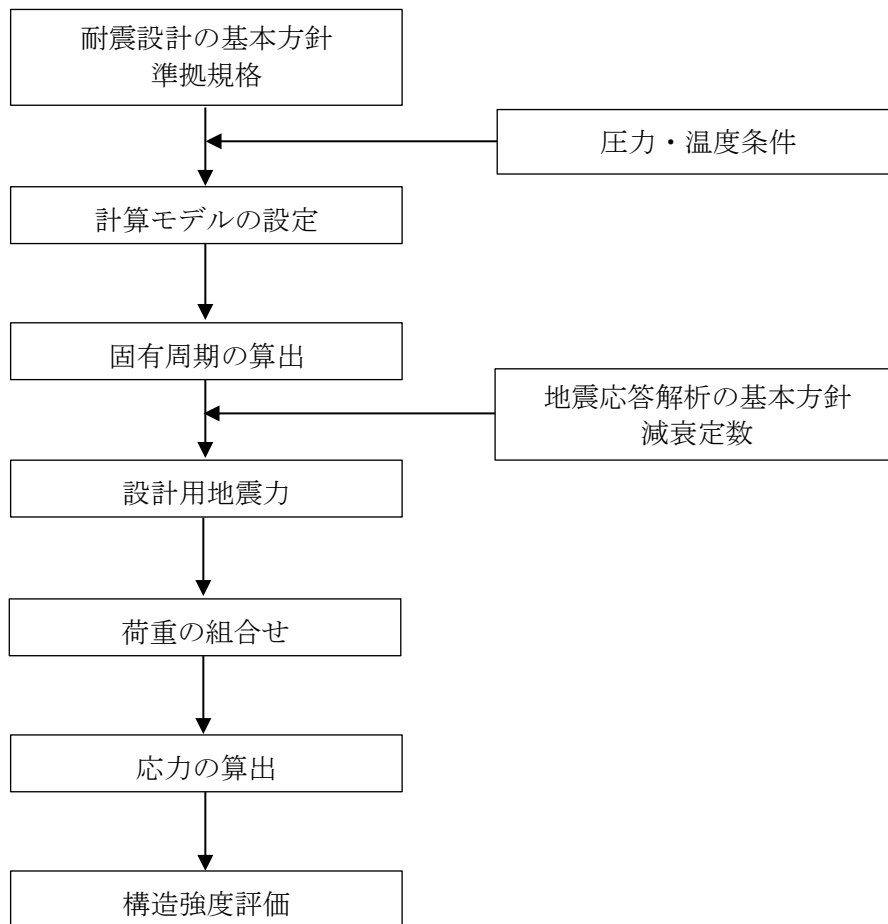
2. 評価条件

再処理施設の耐震評価における、基本方針との関係を踏まえた一連の流れを示した上で、計算方法にかかわらず全体に適用する評価条件として、準拠規格、圧力や温度の評価条件、計算精度と数値の丸め方に対する方針を示す。

2.1 耐震計算の概要

耐震計算は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」の準拠規格に基づき、「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」の減衰定数を用いた上で、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」にて設定した荷重の組合せを用いて算出した設計用地震力による応力が許容限界内に収まることを確認する。

これら、耐震計算における基本方針との関係を踏まえた一連の流れを第 2.1-1 図に示す。



第 2.1-1 図 機器の耐震評価フロー

2.2 設備全体に適用する評価条件

2.2.1 準拠規格

準拠規格は、「Ⅳ－1－1 耐震設計の基本方針」に示した規格のうち、評価に用いる規格及び年度を記載する。

2.2.2 圧力・温度条件

圧力条件及び温度条件は、設備の本文仕様表に示す最高使用圧力及び最高使用温度を記載する。

そのうち温度条件は、評価部位によっては設置状態に応じた環境条件を踏まえた環境温度条件を適用する。

2.2.3 寸法

寸法は、原則として公称値を記載する。

なお、腐食を考慮する場合においては、「Ⅴ－3 強度計算書」に示す腐食代を考慮した評価を行う。

2.2.4 計算精度と数値の丸め方

耐震評価に用いる計算精度は耐震性の結果に影響を及ぼさない桁数を確保する。

また、耐震計算書において数値を示す際の数値の丸め方は、原則として第2.2.4-1表に基づき、健全性の確認に影響を与える場合は切上げ、切捨てによる処理をしようえで表示する。

第2.2.4-1表 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	-	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
圧力	MPa	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
温度	℃	小数点以下第1位	四捨五入	整数
比重	-	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
質量	kg	小数点以下第1位	切上げ	整数
長さ	mm	小数点以下第2位	四捨五入	小数点以下第1位
厚さ	mm	小数点以下第2位	四捨五入	小数点以下第1位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*1}
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*1}
縦弾性係数	MPa	有効数字4桁目	四捨五入	有効数字3桁
せん断弾性係数	MPa	有効数字4桁目	四捨五入	有効数字3桁
断面係数	mm ³	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*1}
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*1}
ねじりモーメント係数	mm ⁴	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*1}
ポアソン比	-	-	-	小数点以下第2位
角度	rad	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
局部ばね定数	-	小数点以下第1位	四捨五入	整数
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数
許容応力 ^{*2}	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数

注記 *1：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

*2：JSME S NC1 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 耐震計算方法

機器の耐震評価に用いる計算式については、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に則った手法に応じて適用しており、ここでは複数の設備に対して共通的に用いる計算式を示す。なお、共通的な式を用いていない設備については、「IV-2 再処理施設の耐震性に関する計算書」の中で計算式を示す。

「IV-1-1 耐震設計の基本方針」の手法に応じた計算式として、定式化された計算式を用いた解析法を 3.1 項, FEM を用いた応力解析法について 3.2 項, それぞれの評価において疲労評価が必要な設備に適用する計算式を 3.3 項に示す。

3.1 定式化された計算式を用いた解析法の計算式

定式化された計算式を用いた解析法の計算式一覧を第 3.1-1 表に示す。

なお、定型化された計算式については、各設備の申請に合わせて説明する予定であり次回以降に詳細を説明する。

第 3.1-1 表 定式化された計算式を用いた解析法の計算式一覧

別紙番号	基本方針名称
1-1	中間支持たて置円筒形容器（4 ラグ支持，耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-2	中間支持たて置円筒形容器（2 ラグ支持，耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-3	中間支持たて置角形容器（2 ラグ支持，耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-4	中間支持たて置円筒形容器（1 ラグ支持，耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-5	横置一胴円筒形容器（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-6	デミスタ（2 脚支持，耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-7	デミスタ（1 脚支持，耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-8	平底たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-9	スカート支持たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-10	四脚たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-11	横軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-12	たて軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-13	フィルタユニット（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-14	フィルタユニット（遮蔽体一体形，耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-15	溶媒フィルタ（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-16	中間支持たて置円筒形容器（長手方向 2 ラグ支持，耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-17	中間支持横置円筒形容器（1 ラグ支持，耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-18	上部スカート支持たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-19	天井クレーン（耐震設計上の重要度分類 B クラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-20	中間支持たて置円筒形容器（4 ラグ支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-21	中間支持たて置円筒形容器（2 ラグ支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-22	中間支持たて置角形容器（2 ラグ支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針

別紙番号	基本方針名称
1-23	中間支持たて置円筒形容器（フランジ固定）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-24	中間支持たて置円筒形容器（1ラグ支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-25	横置一胴円筒形容器の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-26	横置一胴円筒形容器（3脚以上支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-27	デミスタ（2脚支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-28	デミスタ（1脚支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-29	平底たて置円筒形容器の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-30	スカート支持たて置円筒形容器の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-31	四脚たて置円筒形容器の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-32	横軸ポンプの耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-33	ディーゼル機関・発電機の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-34	たて軸ポンプの耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-35	フィルタユニットの耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-36	フィルタユニット（遮蔽体一体形）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-37	矩形電気計装設備の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-38	プレート式熱交換器の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-39	躯体付構造設備の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-40	躯体付構造設備（架構支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-41	固定式クレーンの耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-42	昇降装置の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-43	中間支持たて置円筒形容器（長手方向2ラグ支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-44	燃料仮置きラックの耐震性に関する計算書作成の基本方針
1-45	溶媒フィルタの耐震性に関する計算書作成の基本方針

3.2 FEM を用いた応力解析法の計算式

FEM を用いた応力解析法の計算式一覧を第 3.2-1 表に示す。

なお, FEM を用いた応力解析法を用いる機器のうち, 冷却塔以外の計算式については, 各設備の申請に合わせて説明する予定であり次回以降に詳細を説明する。

第 3. 2-1 表 FEM を用いた応力解析法の計算式一覧

別紙番号	基本方針名称
2-1	冷却塔の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-2	環状形槽（平底たて置，耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-3	ミキサ・セトラ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-4	バッファチューブ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-5	円筒形パルスカラム（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-6	バッファチューブ（小口径タイプ，耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-7	環状形槽（平底たて置）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-8	ミキサ・セトラの耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-9	バッファチューブ（2 ラグ支持）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-10	グローブボックス等の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-11	平板容器の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-12	環状形パルスカラムの耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-13	デミスタの耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-14	通風管の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-15	収納管の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-16	迷路板の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-17	ラグ支持たて置容器の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-18	クレーン・台車類の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-19	シュートの耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-20	遮蔽容器付クレーンの耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-21	整流板の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-22	流路形成板の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-23	架構支持貯蔵設備の耐震性に関する計算書作成の基本方針

別紙番号	基本方針名称
2-24	円筒形パルスカラムの耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-25	バッファチューブ（小口径タイプ）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-26	充てん塔の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-27	中間支持たて置円筒形容器（4 ラグ支持，コイル付）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-28	スカート支持たて置円筒形容器（コイル付）の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-29	ハル洗浄槽の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-30	ウラン洗浄塔の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-31	よう素追出し塔の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-32	清澄機の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-33	ガラス熔融炉の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-34	セル内クーラの耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-35	ガラス固化体放射能測定装置の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-36	溶解槽の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-37	固化セル移送台車の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-38	高レベル廃液濃縮缶の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-39	バスケット搬送機の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-40	トレンチ移送台車の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-41	貯蔵ホールの耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-42	補助油水分離槽の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-43	燃料貯蔵ラックの耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-44	バスケット仮置き架台の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-45	燃料移送水中台車の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-46	プール水冷却系熱交換器の耐震性に関する計算書作成の基本方針

別紙番号	基本方針名称
2-47	第1チャンネルボックス切断装置の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-48	第1バーナブルポイズン切断装置の耐震性に関する計算書作成の基本方針
2-49	プルトニウム濃縮缶の耐震性に関する計算書作成の基本方針

3.3 疲労評価の計算式

構造強度評価において、地震動のみによる一次＋二次応力の変動値が「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に示す許容限界 $2S_y$ を超える場合に適用する疲労評価の計算式を第3.3-1表に示す。

第3.3-1表 疲労評価の計算式一覧

別紙番号	耐震計算書作成の基本方針名称
3-1	疲労評価（簡易弾塑性解析）に関する計算書作成の基本方針

IV－1－2－1 別紙2
各設備の FEM モデルを用いた解析法
の計算式

IV－1－2－1 別紙2－1
冷却塔の耐震性に関する計算書作成
の基本方針

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 準拠規格	1
3. 構造強度評価	2
3.1 構造の説明	2
3.2 評価方針	2
3.2.1 計算条件	2
3.2.2 解析モデルの設定方法	2
3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力	3
3.2.4 計算方法	4
3.3 評価	10
4. 動的機能維持評価	11
4.1 構造の説明	11
4.2 評価方針	11
4.2.1 計算条件	11
4.2.2 解析モデルの設定方法	11
4.2.3 荷重の組合せ及び許容値	11
4.2.4 計算方法	13
4.3 評価	15

1. 概要

本基本方針は、冷却塔の耐震性について、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、十分な構造強度及び動的機能を有していることを確認するための計算方法を示すものである。なお、計算方法にかかわらず設備全体に適用する評価条件については、「IV-1-2-1 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」の「2. 評価条件」に示す。

2. 準拠規格

「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す規格のうち、本評価に対する準拠規格について第2-1表に示す。

第 2-1 表 準拠規格

準拠規格名
原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987
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
原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版
建築基準法・同施行令
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*

注記 * : JSME S NC1 以外に使用している鉄鋼材料の規格については、「V-2 強度計算方法」における添付-1「容器等の材料及び構造に関する設計の基本方針」に定められた値を準用することとする。

3. 構造強度評価

3.1 構造の説明

冷却塔は、伝熱管、遮熱板、ファン駆動部及びルーバとこれら全体を支持する支持架構によって構成される。

冷却塔の耐震評価は、伝熱管、伝熱管を束ねる管束、上載機器を支持する支持架構、遮熱板、ファン及びルーバを固定するボルト部に対して実施する。

3.2 評価方針

冷却塔の耐震評価では、解析により固有周期を求め、解析モデルを用いた地震応答解析を行ったのち応力評価を行う。

3.2.1 計算条件

計算条件は、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」にて設定した耐震重要度に応じた入力地震動に対し、「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき算定した設備据付位置の設計用地震力を用いる。

また、減衰定数については、「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づき、設備の種類、構造等に応じて適用する。

3.2.2 解析モデルの設定方法

冷却塔は、ファン駆動部、管束、ルーバ及び遮熱板とこれら全体を支持する支持架構によって構成している複合構造物であることから、はり要素又は板要素を用いた3次元モデルとする。

支持架構は、柱材、はり材及びブレースにより構成し、各部材を溶接又はボルトにより接合し、柱脚部は基礎ボルトにより基礎コンクリートに固定している。

ファン駆動部は、ファンとこれを駆動する原動機及び減速機により構成し、原動機及び減速機は、取付ボルトで支持架構のコモンベッドに固定している。

管束は、伝熱管(フィンチューブ)、ヘッドとこれらを支持するチューブサポート及び管束フレームより構成し、管束フレームは、取付ボルトで支持架構の床はりに固定している。

ルーバは、ルーバフレームに支持され、ルーバフレームは、取付ボルトで管束フレーム上部あるいは支持架構上に固定している。

遮熱板は、鋼板により構成し、鋼板は取付ボルト又は溶接により支持架構に固定している。

支持架構により支持するファン駆動部、管束、ルーバ及び遮熱板は、いずれも高い剛性を有することから、構造をモデル化するのではなく支持架構への質量としてモデル化する。ただし、伝熱管本体を評価する場合は、はり要素を用いた3次元モデルとする。

3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.3.1 荷重の組合せ

荷重の組合せは、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針(b.配管系, e.支持構造物)」に基づき設定する。

冷却塔は屋外に配置される設備であることから、下記に示す積雪荷重及び風荷重を考慮する。

考慮する荷重については、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針 第3.1-3表」に基づき設定する。

(1) 積雪荷重

屋上のルーバ及び歩廊上に積雪荷重を考慮する。

(2) 風荷重

風圧力による荷重は、建築基準法施行令第87条及び平成12年建設省告示第1454号に従い、地表面粗度区分Ⅱ，地方の区分に応じて定められた風速34m/s及び建屋形状を考慮して算出した風力係数Cを用いて算出する。

$$W_w = q \cdot C \cdot A$$

ここで、

$$q = 0.6 \cdot E' \cdot V_o^2$$

$$E' = E_r^2 \cdot G_f$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H / ZG) \alpha \quad (H > Zb \text{ より})$$

W_w : 短期風荷重(N)

q : 速度圧(N/m²)

C : 風力係数

A : 風向に垂直な面に投影した面積(m²)

E' : 速度圧の高さ方向の分布を示す係数(平12建告第1454号による)

E_r : 平均風速の高さ方向の分布係数

G_f : ガスト影響係数($G_f = 1.0$)

V_o : その地方における基準風速(平12建告第1454号により, 34 [m/s])

H : 建築物の高さと軒の高さとの平均(m)

Zb : 地表面粗度区分に応じたパラメータ($Zb = 5$ [m])

ZG : 地表面粗度区分に応じたパラメータ($ZG = 350$ [m])

α : 地表面粗度区分に応じたパラメータ($\alpha = 0.15$)

3.2.3.2 許容応力

許容応力は、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針(b.配管系, e.支持構造物)」に基づく。

3.2.4 計算方法

耐震計算は、本項に示す方法に基づく。

3.2.4.1 記号の説明

記号	表示内容	単位
A	支持架構部材の断面積	mm ²
A _s	支持架構部材のせん断面積	mm ²
A _b	原動機，管束等の取付ボルトの軸断面積	mm ²
A _{a b}	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _p	ファン駆動部の振動による震度	—
C _v	鉛直方向設計震度	—
D _o	伝熱管の外径	mm
F	「JSME S NC1」のSSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	「JSME S NC1」のSSB-3121.1(1)に定める値 ただし、「S _y 」を「1.2S _y 」に読み替える	MPa
F _b	支持架構に作用する軸力	N
F _{b s}	基礎ボルトに作用するせん断力	N
F _{b t}	基礎ボルトに作用する引張力	N
1.5 f _t	支持架構の許容引張応力	MPa
1.5 f _t *		
1.5 f _s	支持架構の許容せん断応力	MPa
1.5 f _s *		
1.5 f _c	支持架構の許容圧縮応力	MPa
1.5 f _c *		
1.5 f _b	支持架構の許容曲げ応力	MPa
1.5 f _b *		
1.5 f _{s o}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
1.5 f _{s o} *		
1.5 f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
1.5 f _{t s} *		
f _{t o}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
h	取付ボルトから重心までの高さ	mm
i ₁	応力係数で「JSME S NC1」PPC-3810に規定する値又は、1.33の いずれか大きい方の値	—

記号	表示内容	単位
i_2	応力係数で「JSME S NC1」PPC-3810に規定する値又は、1.0のいずれか大きい方の値	—
L	取付ボルト間の距離	mm
M_a	伝熱管の自重により生じるモーメント	N・mm
M_b	伝熱管の地震により生じるモーメント	N・mm
M	支持架構に作用するモーメント	N・mm
M_c	地震動による相対変位により、伝熱管に生じるモーメントの全振幅	N・mm
M_p	ファン駆動部の回転により作用するモーメント	N・mm
M_b^*	地震動の慣性力により伝熱管に生じるモーメントの全振幅	N・mm
N	原動機の回転数	rpm
n	せん断力を受ける取付ボルトの評価本数	—
n_a	柱脚部1個当たりの基礎ボルト本数	—
n_t	引張力の作用する取付ボルトの評価本数	—
P	伝熱管の最高使用圧力	MPa
P_m	原動機の出力	kW
Q_b	支持架構に作用するせん断力	N
S_a	伝熱管の許容応力	MPa
S_n	伝熱管の一次+二次応力の変動値	MPa
t	伝熱管の板厚	mm
m	原動機、管束等の質量	kg
g	重力加速度(=9.80665)	m/s ²
W_w	原動機、管束等に作用する風荷重	N
Z_f	伝熱管の断面係数	mm ³
Z	支持架構の断面係数	mm ³
σ_b	支持架構に生じる曲げ応力	MPa
σ_c	支持架構に生じる圧縮応力	MPa
σ_f	伝熱管の一次応力	MPa
σ_o	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_t	支持架構に生じる引張応力	MPa
$\sigma_{a.o}$	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa

記号	表示内容	単位
τ	支持架構に生じるせん断応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_{a.o}$	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

3.2.4.2 伝熱管の応力

伝熱管の一次応力 σ_f ，一次+二次応力 S_n は，次式により算出する。

(1) 一次応力

一次応力は，次式で表される。

$$\sigma_f = \frac{P D_o}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b)}{Z_f} \dots\dots\dots (3.2.4.2-1)$$

(2) 一次+二次応力

一次+二次応力は，次式で表される。

$$S_n = \frac{0.75i_1 M_b^* + i_2 M_c}{Z_f} \dots\dots\dots (3.2.4.2-2)$$

3.2.4.3 取付ボルトの応力

原動機，減速機，ファンリングサポート，遮熱板，管束及びルーバ取付ボルトに生じる引張応力 σ_o 及びせん断応力 τ_b は，次式により算出する。

また，原動機及び減速機取付ボルトの応力計算に際しては，地震力に併せて振動による震度及び回転によるモーメントを考慮する。なお，風荷重については，設備形状により必要に応じて考慮する。

(1) 引張応力

引張応力は，次式で表される。

a. 角形配置の場合

取付ボルトに対する引張力は，取付ボルトを支点とする転倒を考え，これを片側のボルトで受けるものとする。

なお，自重より鉛直方向設計震度が大きい場合は，浮上り力である上方向に作用する力が引張力として作用する。

$$\sigma_o = \frac{g \left\{ m(C_H + C_P)h - \frac{mL}{2}(1 - C_v - C_P) \right\} + M_p + W_w h}{n_t A_b L} \dots\dots\dots (3.2.4.3-1)$$

ここで，

$$M_p = \left(\frac{60}{2\pi N} \right) \times 10^6 P_m \dots\dots\dots (3.2.4.3-2)$$

b. 円形配置の場合

取付ボルトに対する引張力は，支点から正比例した力が作用するものとし，最も厳しい条件として支点から最も離れたボルトについて計算する。

なお、自重より鉛直方向設計震度が大きい場合は、浮上り力である上方向に作用する力が引張力として作用する。

$$\sigma_o = \frac{m C_H g h}{3/8 A_b n_t L} - \frac{m L (1 - C_v) g}{2 A_b n_t} \dots\dots\dots (3.2.4.3-3)$$

(2) せん断応力

せん断応力は、次式で表される。

なお、取付ボルトに作用するせん断荷重は、取付ボルトの全本数で受けるものとして計算する。

$$\tau_b = \frac{m g (C_H + C_P) + W_w}{A_b n_t} \dots\dots\dots (3.2.4.3-4)$$

3.2.4.4 支持架構の応力

支持架構の引張応力 σ_t 、圧縮応力 σ_c 、せん断応力 τ 及び曲げ応力 σ_b は、次式により算出する。

(1) 引張応力

引張応力は、次式で表される。

$$\sigma_t = \frac{F_b}{A} \quad (\text{ただし, } F_b \geq 0) \dots\dots\dots (3.2.4.4-1)$$

(2) 圧縮応力

圧縮応力は、次式で表される。

$$\sigma_c = -\frac{F_b}{A} \quad (\text{ただし, } F_b < 0) \dots\dots\dots (3.2.4.4-2)$$

(3) せん断応力

せん断応力は、次式で表される。

$$\tau = \frac{Q_b}{A_s} \dots\dots\dots (3.2.4.4-3)$$

(4) 曲げ応力

曲げ応力は、次式で表される。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} \dots\dots\dots (3.2.4.4-4)$$

(5) 組合せ応力

1) 圧縮力と曲げモーメント

圧縮力と曲げモーメントを同時に受ける部材の応力は、次式を満足すること。

なお、基準地震動 S_s による評価では f_c を f_c^* 、 f_b を f_b^* に読み替える。

$$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b} \leq 1 \dots\dots\dots (3.2.4.4-5)$$

2) 引張力と曲げモーメント

引張力と曲げモーメントを同時に受ける部材の応力は、次式を満足すること。

なお、基準地震動 S_s による評価では f_t を f_t^* に読み替える。

$$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t} \leq 1 \dots\dots\dots (3.2.4.4-6)$$

3.2.4.5 基礎ボルトの応力

基礎ボルトの引張応力 σ_{a_o} ，せん断応力 τ_{a_o} は、次式により算出する。

(1) 引張応力

引張応力は、次式で表される。

なお、基礎ボルトに作用する引抜き力は、当該柱脚部の基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

$$\sigma_{a_o} = \frac{F_{b_t}}{A_{a_b} n_a} \dots\dots\dots (3.2.4.5-1)$$

(2) せん断応力

せん断応力は、次式で表される。

なお、基礎ボルトに作用するせん断力は、当該柱脚部の基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

$$\tau_{a_o} = \frac{F_{b_s}}{A_{a_b} n_a} \dots\dots\dots (3.2.4.5-2)$$

3.3 評価

3.2.4 項で算出した応力が 3.2.3.2 項の許容応力以下であること。

ここで、3.2.4.3 項で算出した取付ボルトの引張応力 σ_o は、下記 2 式より算出した許容引張応力 $1.5 f_{t_s}$ 以下であること。なお、基準地震動 S_s による評価では f_{t_s} を $f_{t_s}^*$ に読み替える。

$$1.5 f_{t_s} = 1.4 f_{t_o} - 1.6 \tau_b \cdots \cdots \cdots (3.3-1)$$

$$1.5 f_{t_s} \leq f_{t_o} \cdots \cdots \cdots (3.3-2)$$

また、3.2.4.5 項で算出した基礎ボルトの引張応力 σ_{a_o} は、下記 2 式より算出した許容引張応力 $1.5 f_{t_s}$ 以下であること。なお、基準地震動 S_s による評価では f_{t_s} を $f_{t_s}^*$ に読み替える。

$$1.5 f_{t_s} = 1.4 f_{t_o} - 1.6 \tau_{a_o} \cdots \cdots \cdots (3.3-3)$$

$$1.5 f_{t_s} \leq f_{t_o} \cdots \cdots \cdots (3.3-4)$$

4. 動的機能維持評価

4.1 構造の説明

冷却塔のファン駆動部は、ファンとこれを駆動する原動機及び減速機により構成している。原動機は誘導電動機であり、形式は横形ころがり軸受機に分類される。原動機及び減速機は、軸継手により連結されている。

冷却塔の耐震評価は、ファン及び原動機に対して実施する。

4.2 評価方針

冷却塔の機能維持評価は、本項に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容応力に基づき、「4.1 構造の説明」にて設定する評価部位において、解析モデルを用いて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力又は応答加速度が許容値内に収まることを確認する。

なお、評価部位のうちファンについては、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」第4.1-1表に示す加速度の適用範囲から外れるため、詳細検討としてファン軸応力、軸受荷重及びチップクリアランス(ファンとファンリングとの隙間)の評価を行う。

4.2.1 計算条件

計算条件は、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」にて設定した耐震重要度に応じた入力地震動に対し、「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき算定した設備据付位置の設計用地震力を用いる。

また、減衰定数については、「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づき、設備の種類、構造等に応じて適用する。

4.2.2 解析モデルの設定方法

冷却塔のファン軸は解析による評価を行うため、はり要素を用いて有限要素モデル化する。

ファン軸は軸受を介して減速機に連結し、水平2方向の軸受けばね及び減衰要素により減速機へ結合する。

4.2.3 荷重の組合せ及び許容値

機能維持評価は、ファン運転状態の評価を行うものとし、地震力に併せてファン回転によるねじりモーメント及びスラスト荷重を考慮する。評価に用いる荷重は、下記の荷重がファン軸に作用するものとする。

- ・ファン及びファン軸の自重
- ・ファンの回転による荷重(ねじりモーメント及びスラスト荷重)

・水平方向及び鉛直方向地震荷重

機能維持評価において各部位の評価に用いる許容値を以下に示す。

(1) ファン軸応力

許容応力は、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針(e. 支持構造物)」に基づく。

(2) 軸受

軸受の基本静定格荷重を許容荷重とする。

(3) チップクリアランスの評価

据付(通常)時のチップクリアランスを許容値とする。

(4) 原動機

「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」第4.1-1表に示す動的機能確認済加速度を許容値とする。

4.2.4 計算方法

耐震計算は、本項に示す方法に基づく。

4.2.4.1 記号の説明

記号	表示内容	単位
d	ファン軸径	mm
$F_{B a}$	軸方向の最大荷重	N
$F_{B r}$	軸受部ラジアル方向の最大荷重	N
$f_{s i}$	荷重係数(衝撃荷重として1.5とする)	—
$M_{b f}$	地震力によりファン軸に生じる曲げモーメント	N・mm
$M_{t f}$	ファン回転によるねじりモーメント	N・mm
P_0	軸受の静等価荷重	N
P_1	ファン及びカップリング等の自重	N
P_2	ファン軸の鉛直地震力により作用する軸力	N
P_3	ファン回転によるスラスト荷重	N
Q_t	地震力によるファン軸に生じるせん断力	N
Y_o	静スラスト係数	—
$\sigma_{b f}$	地震力によるファン軸外縁の曲げ応力	MPa
$\sigma_{m f}$	軸力による圧縮応力	MPa
$\tau_{s t}$	地震力によるファン軸のせん断応力	MPa
$\tau_{t f}$	ファン軸の回転による軸外縁のせん断応力	MPa
τ_{max}	ファン軸の組合せ応力	MPa

4.2.4.2 ファン軸応力の計算方法

軸受部に生じる反力及び軸に働く最大曲げモーメントより発生する応力は、次式により算出する。

- (1) 地震力による軸外縁曲げ応力

軸外縁曲げ応力は、次式で表される。

$$\sigma_{bf} = \frac{32M_{bf}}{\pi d^3} \dots\dots\dots (4.2.4.2-1)$$

- (2) 軸力による圧縮応力

圧縮応力は、次式で表される。

$$\sigma_{mf} = \frac{4(P_1+P_2+P_3)}{\pi d^2} \dots\dots\dots (4.2.4.2-2)$$

- (3) ファン軸の回転による軸外縁のせん断応力

軸外縁のせん断応力は、次式で表される。

$$\tau_{tf} = \frac{16M_{bf}}{\pi d^3} \dots\dots\dots (4.2.4.2-3)$$

- (4) 地震力によるせん断応力

せん断応力は、次式で表される。

$$\tau_{st} = \frac{4Q_t}{\pi d^2} \dots\dots\dots (4.2.4.2-4)$$

- (5) 組合せ応力

組合せ応力は、次式で表される。

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_{bf} + \sigma_{mf})^2 + 4(\tau_{tf} + \tau_{st})^2} \dots\dots\dots (4.2.4.2-5)$$

4.2.4.3 軸受荷重の計算方法

ファン軸の地震応力解析によって得られる軸受部の各種荷重から静等価荷重を次式により算出する。

なお、静等価荷重は下記に示す2式のいずれか大きい値を用いる。

$$P_0 = f_{si} (0.5F_{Br} + Y_o \cdot F_{Ba}) \dots\dots\dots (4.2.4.3-1)$$

$$P_0 = f_{si} \cdot F_{Br} \dots\dots\dots (4.2.4.3-2)$$

4.2.4.4 地震時チップクリアランスの計算方法

地震時におけるファンブレード先端とファンリングの接触の有無を確認するための両者間の相対変位は、各々の最大応答変位の絶対和として求める。ここで、

ファンリングについては、十分に剛な構造であることより、その応答変位は0とする。

4.2.4.5 原動機の計算方法

原動機の応答加速度が動的機能確認済加速度内に収まることを確認する。なお、動的機能確認済加速度を超える場合には、詳細検討により機能維持を満足することを確認する。

4.3 評価

4.2.4項で算出した値が4.2.3項に示す許容値以下であること。

IV－2

再処理施設の耐震性に関する計算書

IV－2－1

再処理設備本体等に係る耐震性に関する計算書

IV-2-1-1
建物・構築物

IV-2-1-1-1
建物及び屋外機械基礎

IV-2-1-1-1-1

安全冷却水 B 冷却塔基礎の耐震性に関する計算書

IV-2-1-1-1-1-1
安全冷却水 B 冷却塔基礎の
地震応答計算書

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	5
2.4 準拠規格・基準等	7
3. 解析方法	8
3.1 地震応答解析に用いる地震動	8
3.2 地震応答解析モデル	9
3.2.1 水平方向モデル	10
3.2.2 鉛直方向モデル	56
3.3 建物・構築物の入力地震動	64
3.3.1 水平方向	64
3.3.2 鉛直方向	80
3.4 解析方法	90
3.4.1 動的解析	90
3.5 解析条件	91
3.5.1 地盤のロッキングばねの復元力特性	91
3.6 材料物性のばらつき	92
4. 解析結果	96
4.1 動的解析	96
4.1.1 固有値解析結果	96
4.1.2 基本ケースの地震応答解析結果	96
4.1.3 材料物性のばらつきを考慮したケースの地震応答解析結果	157

1. 概要

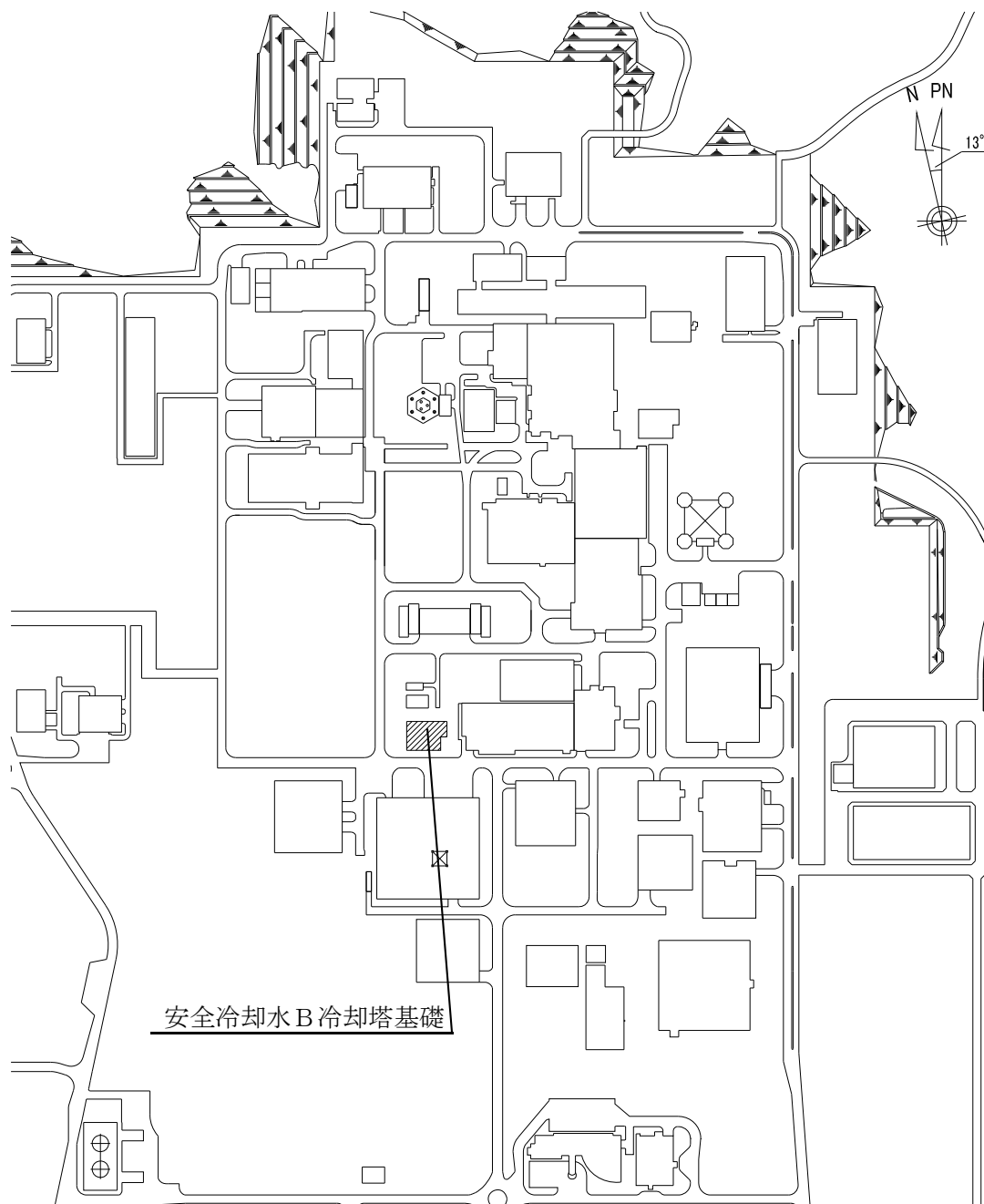
本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」, 「IV-1-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針」及び「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づく安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析により算出した各種応答値は、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力として用いる。

2. 基本方針

2.1 位置

安全冷却水B冷却塔基礎の設置位置を第 2.1-1 図に示す。



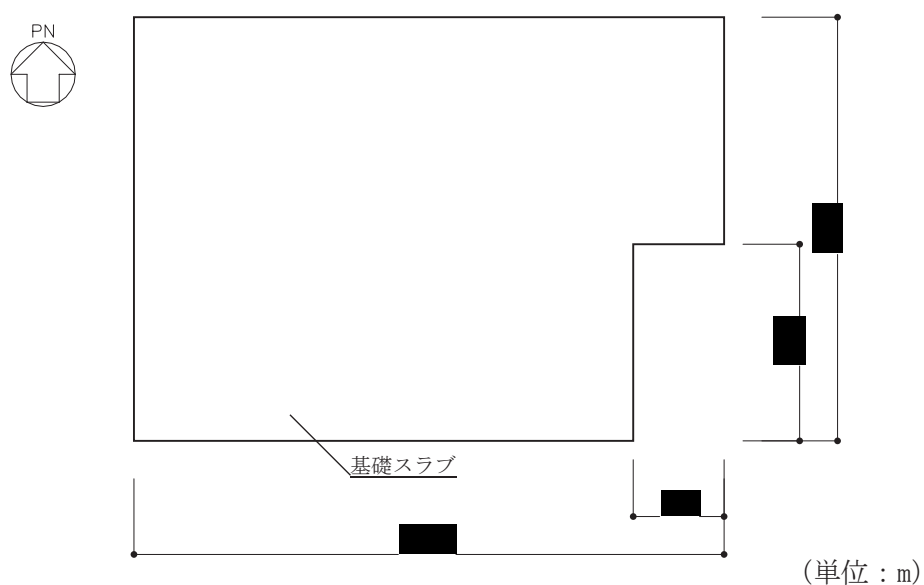
第 2.1-1 図 安全冷却水B冷却塔基礎の設置位置

2.2 構造概要

安全冷却水B冷却塔は、各施設の安全冷却水系の冷却水を除熱するため設けられる。安全冷却水B冷却塔基礎は、安全冷却水B冷却塔を支持するための基礎である。

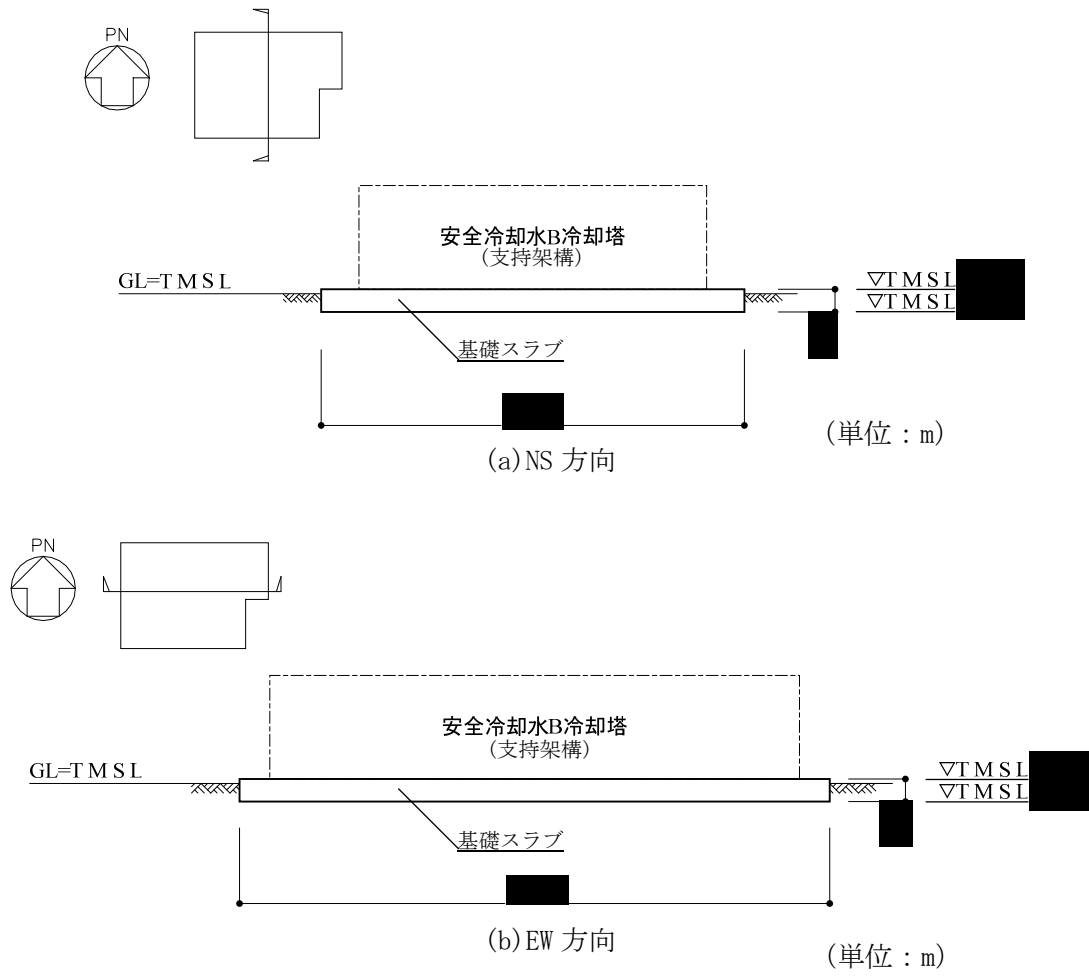
安全冷却水B冷却塔基礎の主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で ██████ m(NS) × ██████ m(EW) である。 ██████ また、基礎スラブは不陸調整用のマンメイドロック（以下、「MMR」という。）を介して岩盤に設置されている。

安全冷却水B冷却塔基礎の概略平面図を第2.2-1図に、概略断面図を第2.2-2図に示す。



注記：構築物寸法は、基礎外面押えとする。

第2.2-1図 概略平面図 (T.M.S.L. ██████ m)



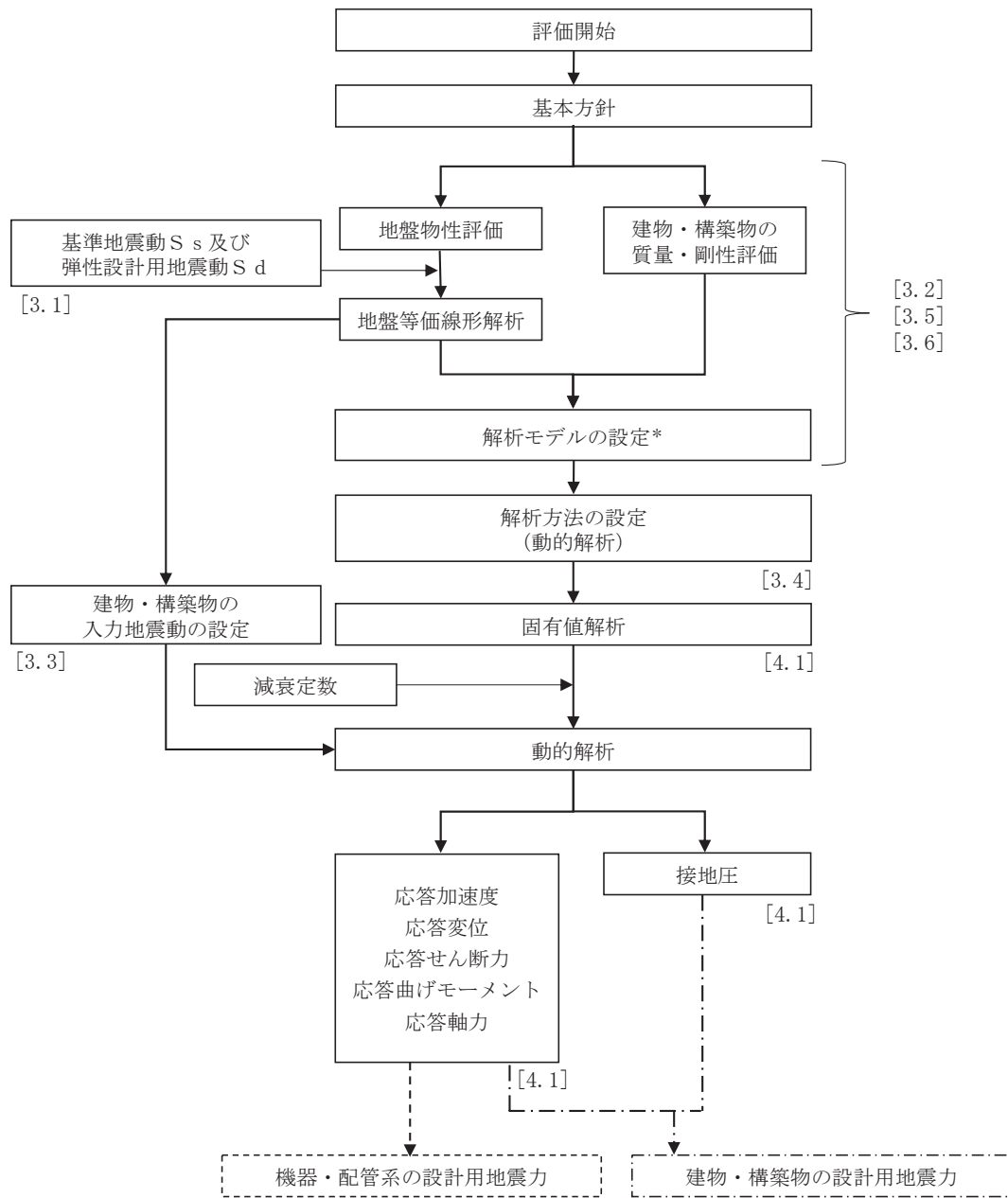
第 2.2-2 図 概略断面図

2.3 解析方針

「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力を設定するにあたり、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、安全冷却水B冷却塔基礎における動的地震力を算定する。

動的地震力は地震応答解析により算定することとし、解析モデル、入力地震動及び解析方法については「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づき設定する。動的地震力算定のため実施する地震応答解析については、「3. 解析方法」に示す解析モデル、入力地震動及び解析方法により実施し、その結果を「4. 解析結果」に示す。

第2.3-1図に設計用地震力算定フローを示す。



注記 * : 材料物性のばらつきを考慮する。

注記 : []内は本資料における章番号を示す。

第 2.3-1 図 設計用地震力算定フロー

2.4 準拠規格・基準等

地震応答解析において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—
（(社)日本建築学会, 1999)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987 ((社)日本電気協会) (以下,
「JEAG 4601-1987」という。)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補
-1984 ((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版 ((社)日本電気協会)
(以下, 「JEAG 4601-1991 追補版」という。)

3. 解析方法

3.1 地震応答解析に用いる地震動

地震応答解析に用いる地震動は、「IV-1-1-1 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」に基づく解放基盤表面レベルで定義された基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d とする。

なお、基準地震動 $S_s-B1\sim B5$ 及び弾性設計用地震動 $S_d-B1\sim B5$ については、建物・構築物への入力地震動を評価する際に、プラントノース(真北に対し、時計回りに 13° の方向)に変換を行う。

3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づき、水平方向及び鉛直方向それぞれについて設定する。地震応答解析モデルの設定に用いた使用材料の物性値を第3.2-1表に示す。

第3.2-1表 使用材料の物性値

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断 弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=23.5(N/mm ²) (Fc=240(kgf/cm ²)) 鉄筋：SD345	2.25×10 ⁴	9.38×10 ³	5	基礎
支持架構 鉄骨架構：■■■■ ■■■■ ■■■■ 基礎ボルト：■■■■				冷却塔 (支持架構)

3.2.1 水平方向モデル

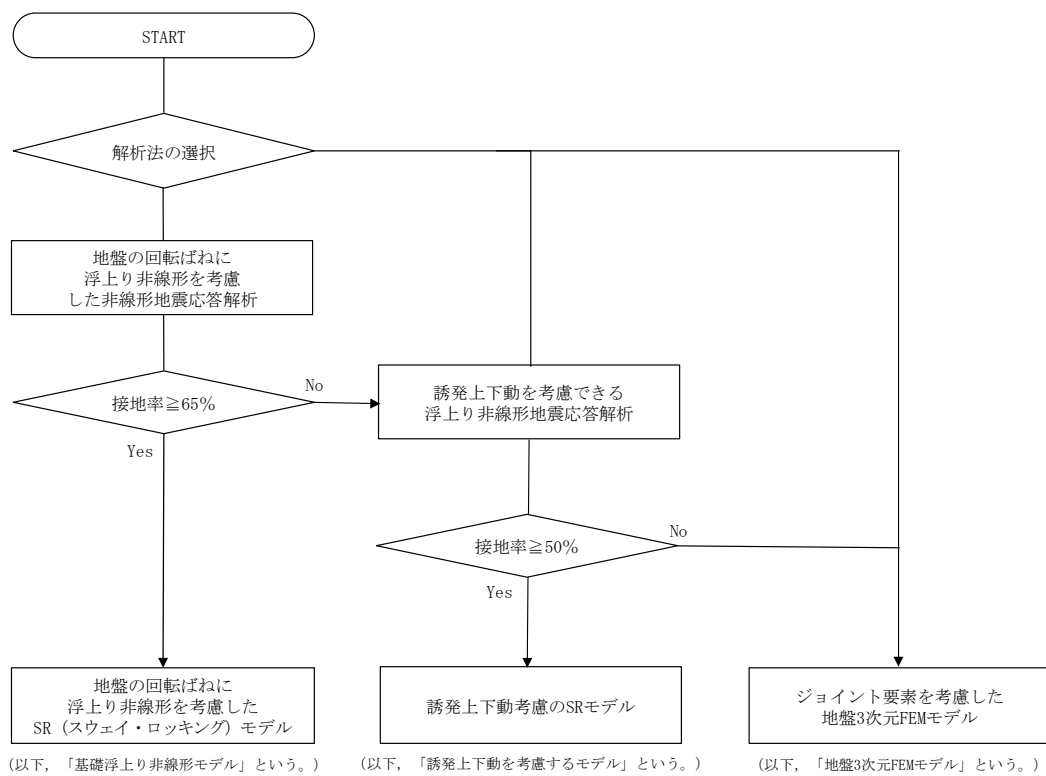
水平方向の地震応答解析モデルは、構築物と地盤の相互作用を考慮した構築物—地盤連成モデルとし、基礎の曲げ、せん断剛性及び鉄骨造の支持架構の等価せん断剛性を考慮した質点系モデルを用いる。地震応答解析は弾性時刻歴応答解析により行う。また、第3.2.1-1図に示すとおり、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008((社)日本電気協会)」の基礎浮上りの評価法を参考に、応答のレベルに応じて異なる地震応答解析モデルを用いる。水平方向の地震応答解析モデルを第3.2.1-2図、解析モデルの諸元を第3.2.1-1表及び第3.2.1-2表に示す。

鉄筋コンクリート造の基礎については、基礎躯体の地震方向のせん断剛性及び曲げ剛性を考慮する。鉄骨造の支持架構については、柱、梁及びブレースの各部材の剛性並びに質量を考慮した3次元フレームモデルの固有値解析結果から求めた等価せん断剛性を考慮する。

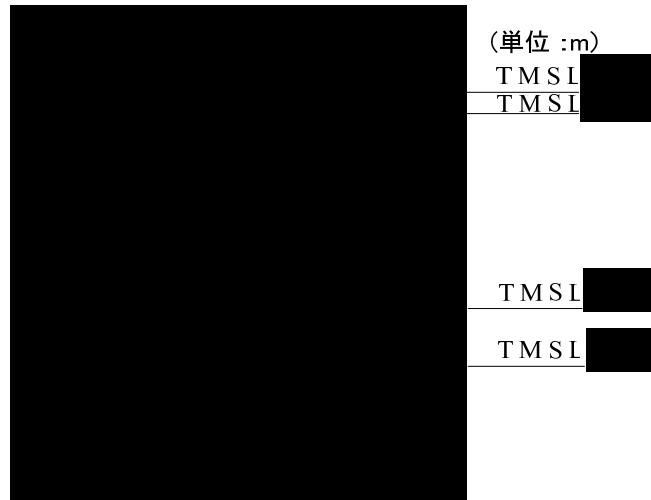
地盤は、地盤調査に基づき水平成層地盤とし、第3.2.1-2図に示すモデルに用いる基礎底面地盤ばねについては、「JEG 4601-1991 追補版」により、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「VA Ver. 2.0」を用いる。なお、地盤定数については、ひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いる。

安全冷却水B冷却塔基礎の地盤条件の設定にあたっては、敷地全体の地下構造との関係や構築物近傍位置での地質・速度構造を踏まえ、構築物近傍の地盤調査結果を重視して安全冷却水B冷却塔基礎の直下又は近傍のボーリング調査結果に基づき設定した地盤の物性値を用いる。「IV-1-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく地盤の初期物性値を第3.2.1-3表に、ひずみ依存特性を第3.2.1-3図～第3.2.1-5図に示す。基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対して、ひずみ依存特性を考慮した地盤の等価線形解析による有効せん断ひずみ分布を第3.2.1-6図及び第3.2.1-7図に、地盤の等価線形解析で得られる等価物性値に基づき設定した地盤定数を第3.2.1-4表～第3.2.1-23表に示す。また、地盤ばねの定数化の概要を第3.2.1-8図に、地盤ばね定数及び減衰係数を第3.2.1-24表～第3.2.1-43表に示す。なお、安全冷却水B冷却塔基礎の直下にあるMMRについては、支持地盤相当の岩盤に支持されているとみなし、MMR直下の支持地盤の物性値を設定する。

解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第 3.2.1-1 図 解析モデル選定フロー



- 注記 1 : ○数字は質点番号を示す。
 2 : □数字は要素番号を示す。
 3 : K_S は底面スウェイばねを示す。
 4 : K_R は底面ロッキングばねを示す。

第 3.2.1-2 図 地震応答解析モデル (水平方向)

第 3. 2. 1-1 表 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

質点番号	質点位置 T. M. S. L. (m)	重量 W (kN)	回転慣性 重量 I_g ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)	要素 番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	断面二次 モーメント I ($\times 10^4 \text{m}^4$)	せん断 断面積 A_s (m^2)
				—	—	—	—
	構築物総重量		—	—	—	—	—

第 3. 2. 1-2 表 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向)

質点番号	質点位置 T. M. S. L. (m)	重量 W (kN)	回転慣性 重量 I_g ($\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)	要素 番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	断面二次 モーメント I ($\times 10^4 \text{m}^4$)	せん断 断面積 A_s (m^2)
				—	—	—	—
	構築物総重量		—	—	—	—	—

第 3. 2. 1-3 表 地盤の初期物性値

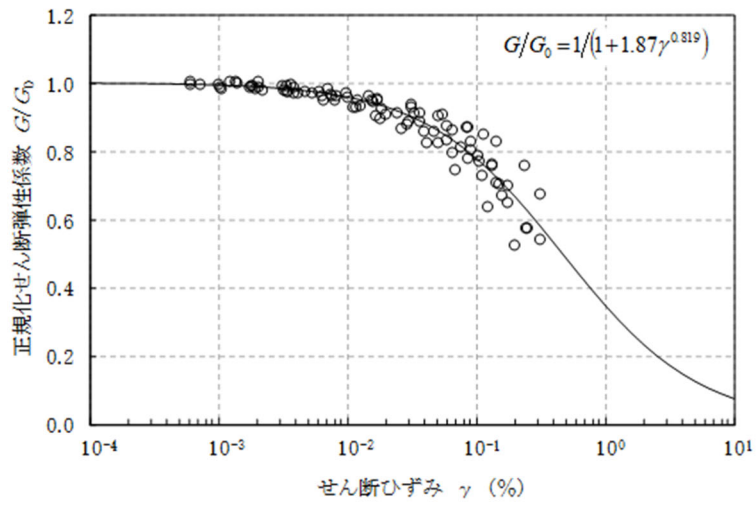
標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0-\gamma$	減衰定数 $h-\gamma$
▽基礎スラブ底面						
53.80						
▽MMR下端レベル	MMR	*1	*1	*1	*1	
39.00						
37.08	細粒砂岩	18.3	680	1910		*2
36.63	粗粒砂岩					*3
9.02	細粒砂岩					*2
-25.57		18.1	940	2040		
▽解放基盤表面	泥岩 (下部層)	16.9	790	1880		*4
-70.00	泥岩 (下部層)	16.9	790	1880		—

注記 *1: 支持地盤相当の岩盤に支持されているとみなし, MMR 直下の支持地盤の物性値を設定する。

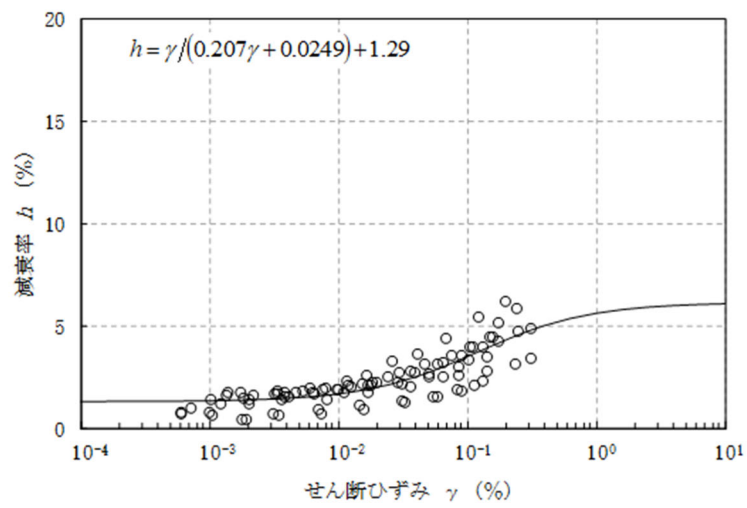
*2: 第 3. 2. 1-3 図示す細粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。

*3: 第 3. 2. 1-4 図に示す粗粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。

*4: 第 3. 2. 1-5 図に示す泥岩 (下部層) のひずみ依存特性を設定する。

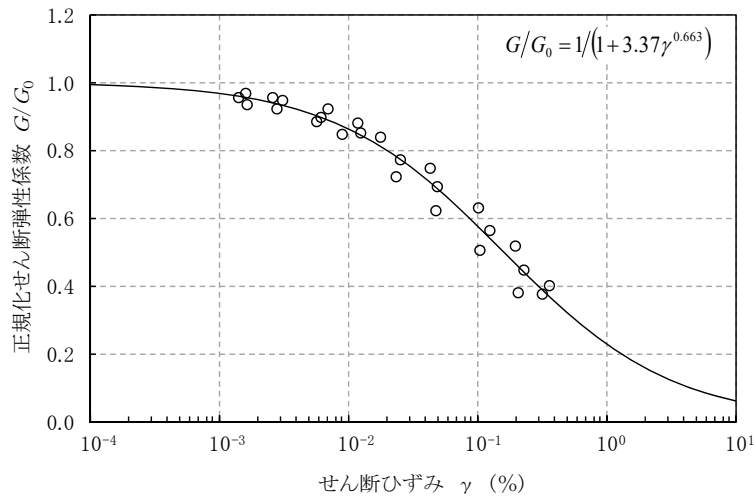


(a) 剛性低下率

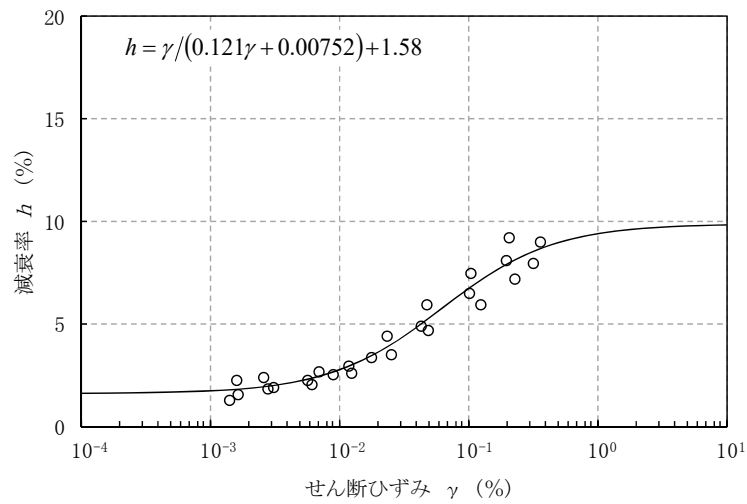


(b) 減衰定数

第 3.2.1-3 図 ひずみ依存特性 (細粒砂岩)

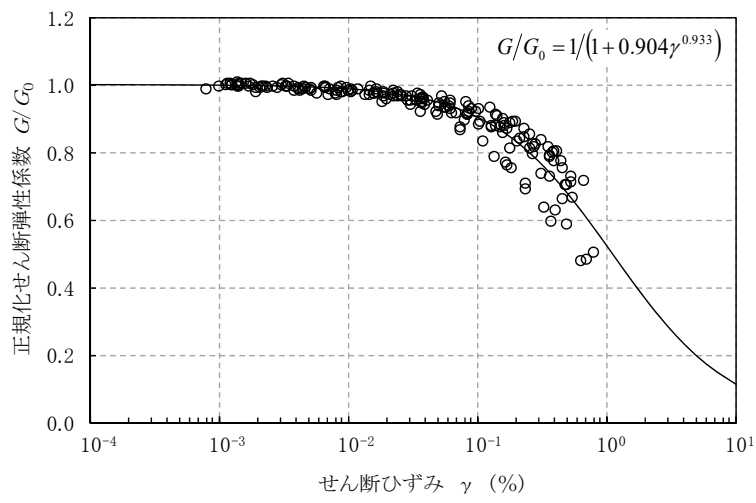


(a) 剛性低下率

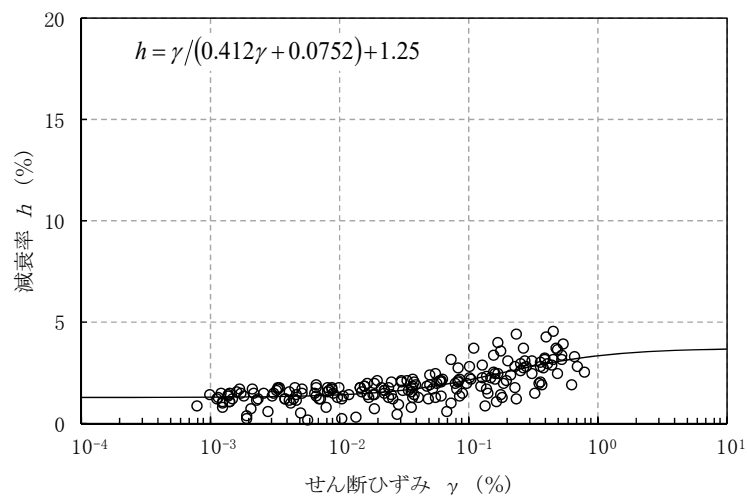


(b) 減衰定数

第 3.2.1-4 図 ひずみ依存特性 (粗粒砂岩)

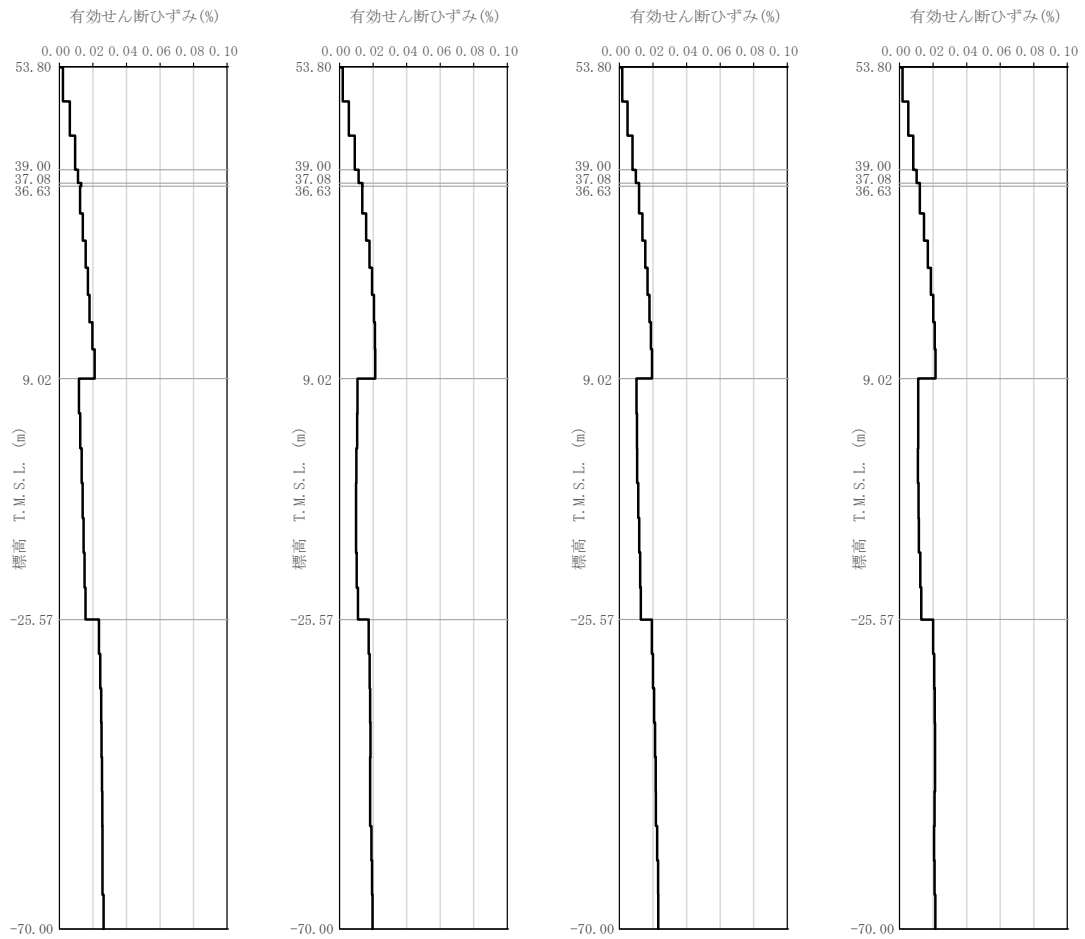


(a) 剛性低下率



(b) 減衰定数

第 3.2.1-5 図 ひずみ依存特性 (泥岩 (下部層))



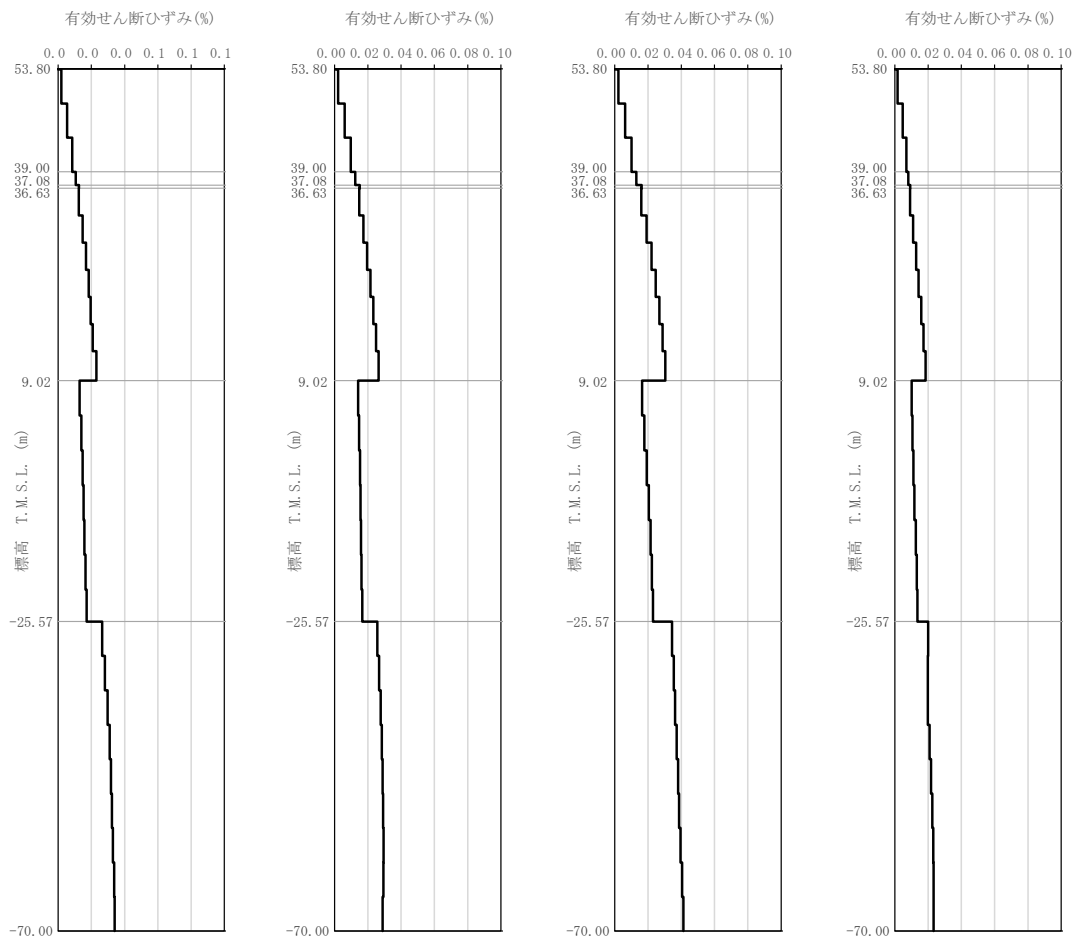
(a) S_s - A

(b) S_s - B 1

(c) S_s - B 2

(d) S_s - B 3

第 3.2.1-6 図 有効せん断ひずみ分布 (S_s) (1/3)



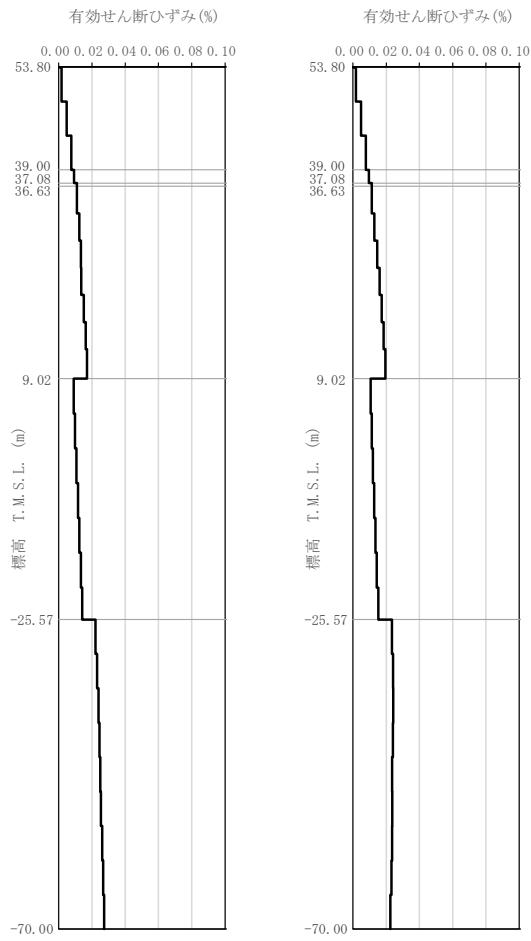
(e) S s - B 4

(f) S s - B 5

(g) S s - C 1

(h) S s - C 2

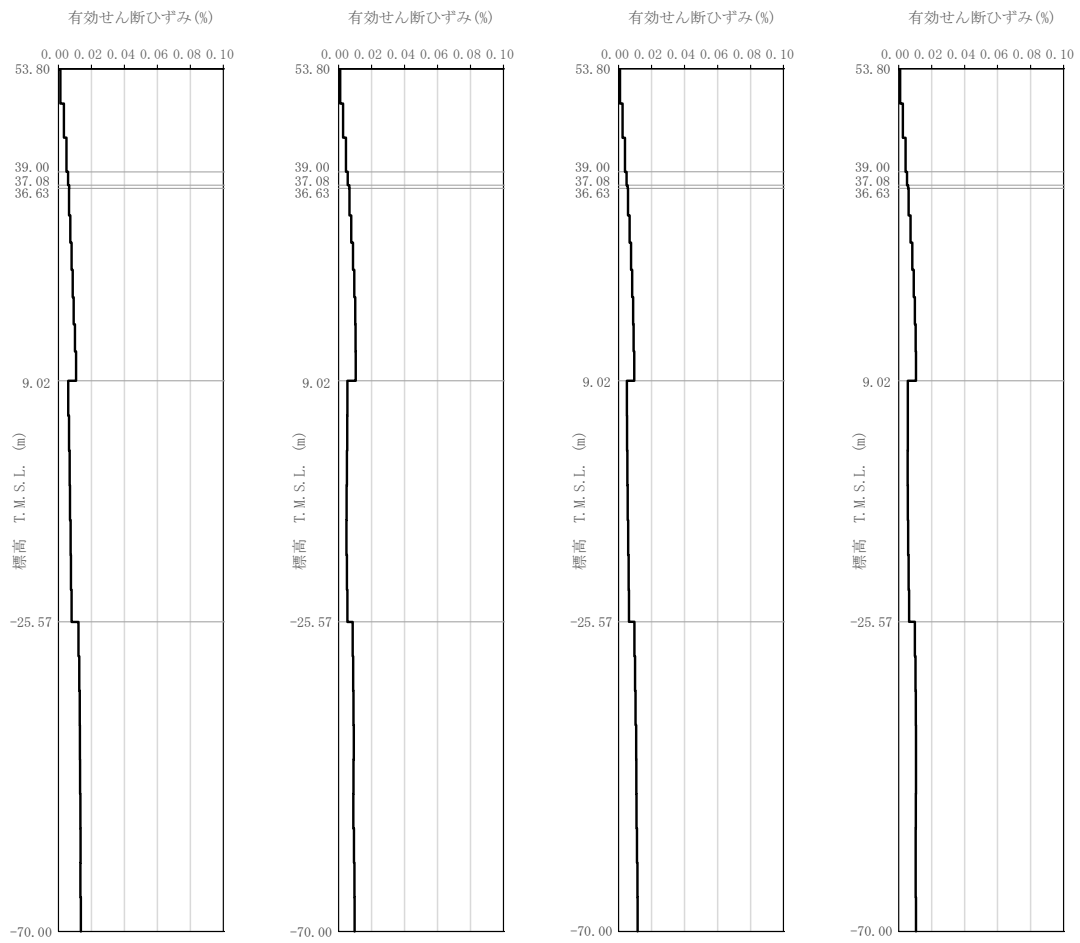
第 3.2.1-6 図 有効せん断ひずみ分布 (S s) (2/3)



(i) S_s - C 3

(j) S_s - C 4

第 3.2.1-6 図 有効せん断ひずみ分布 (S_s) (3/3)



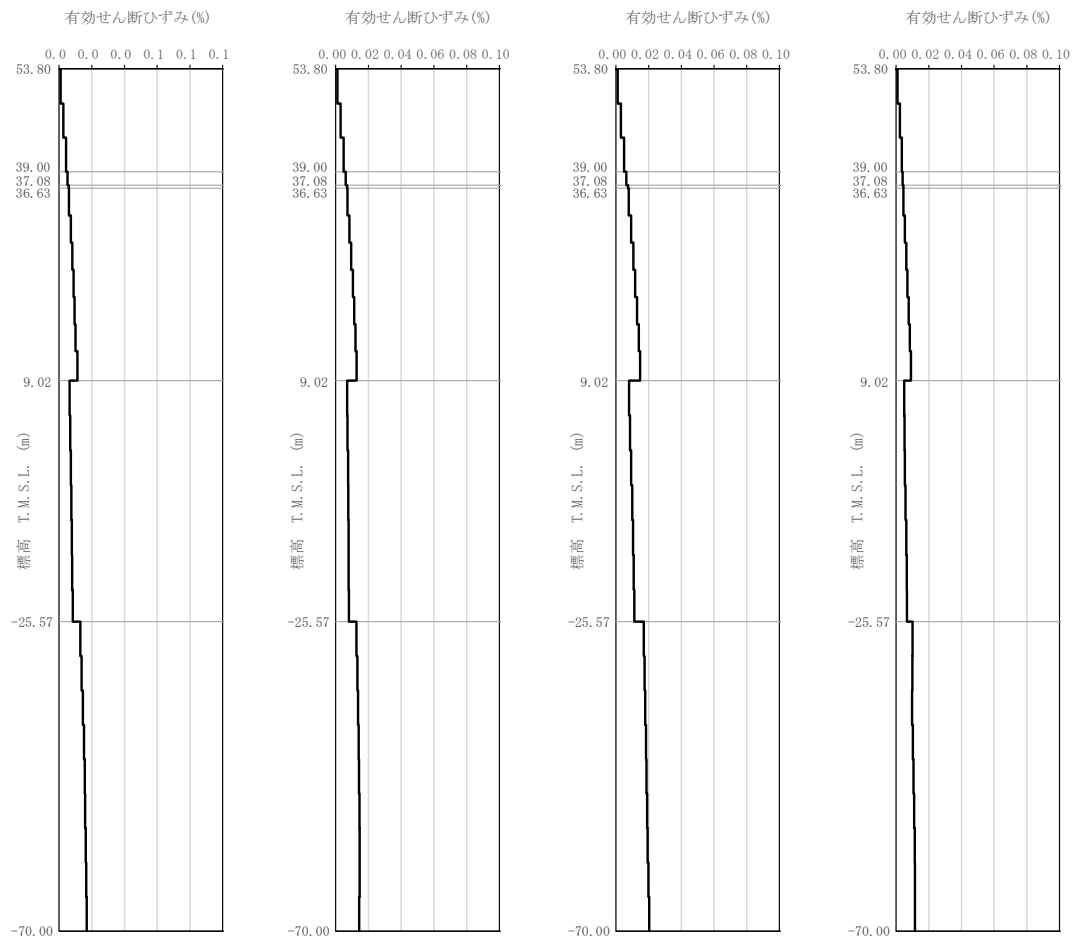
(a) S d - A

(b) S d - B 1

(c) S d - B 2

(d) S d - B 3

第 3.2.1-7 図 有効せん断ひずみ分布 (S d) (1/3)



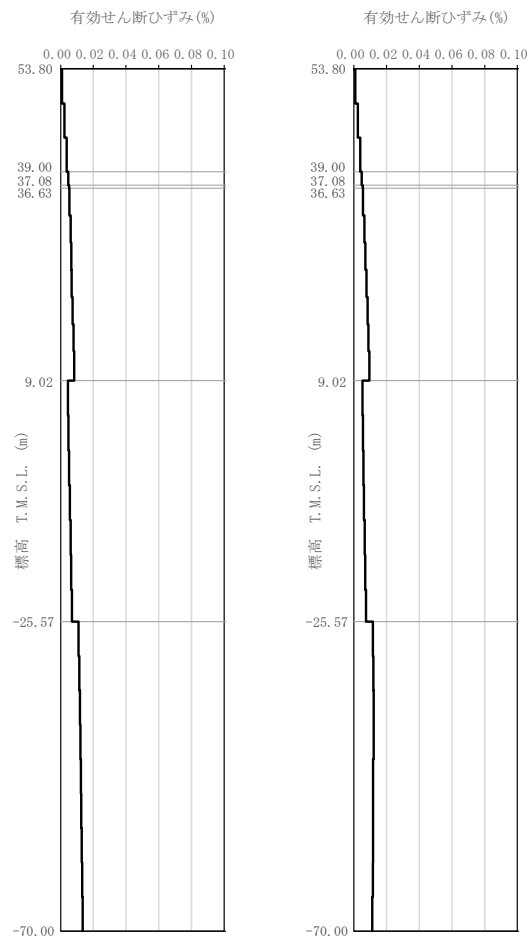
(e) S d - B 4

(f) S d - B 5

(g) S d - C 1

(h) S d - C 2

第 3.2.1-7 図 有効せん断ひずみ分布 (S d) (2/3)



(i) S d - C 3

(j) S d - C 4

第 3.2.1-7 図 有効せん断ひずみ分布 (S d) (3/3)

第 3.2.1-4 表 地盤定数 (S s - A)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.41	671	1880	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.24	664	1860	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.32	626	1750	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.11	659	1850	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.5	915	1980	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.4	778	1850	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-5 表 地盤定数 (S s - B 1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.43	671	1880	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.25	664	1860	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.31	625	1750	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.06	656	1840	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.7	920	2000	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.5	781	1860	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-6 表 地盤定数 (S s - B 2)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.45	672	1880	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.29	666	1870	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.41	629	1760	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.12	659	1850	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.6	918	1990	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.5	780	1860	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-7 表 地盤定数 (S s - B 3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.44	672	1880	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.27	665	1860	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.37	628	1760	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.08	657	1840	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.6	918	1990	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.5	780	1860	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-8 表 地盤定数 (S s - B 4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.43	671	1880	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.27	665	1860	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.37	628	1760	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.10	658	1840	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.4	912	1980	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.4	776	1850	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-9 表 地盤定数 (S s - B 5)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.42	671	1880	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.22	663	1860	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.15	618	1730	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.01	654	1830	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.4	912	1980	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.4	777	1850	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-10 表 地盤定数 (S_s-C1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.41	671	1880	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.20	662	1850	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.10	616	1730	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	7.94	652	1830	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.2	906	1960	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.3	773	1840	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-11 表 地盤定数 (S_s-C2)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.46	673	1890	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.34	668	1870	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.56	636	1780	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.18	661	1850	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.6	917	1990	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.5	780	1860	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-12 表 地盤定数 (S_s-C3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.45	672	1880	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.30	666	1870	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.43	630	1770	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.17	661	1850	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.6	918	1990	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.4	779	1860	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-13 表 地盤定数 (S_s-C4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.44	672	1880	0.02	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.29	666	1870	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.41	629	1760	0.03	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.13	659	1850	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.5	916	1990	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.4	779	1860	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-14 表 地盤定数 (S d - A)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.50	674	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.41	671	1880	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.74	643	1800	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.33	667	1870	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.8	925	2010	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.6	783	1860	0.01	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-15 表 地盤定数 (S d - B 1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.52	675	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.42	671	1880	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.76	644	1800	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.31	667	1870	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.9	928	2010	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.6	785	1870	0.01	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-16 表 地盤定数 (S d - B 2)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.53	675	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.44	672	1880	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.83	647	1810	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.35	668	1870	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.9	928	2010	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.6	785	1870	0.01	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-17 表 地盤定数 (S d - B 3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.53	675	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.43	671	1880	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.80	646	1810	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.32	667	1870	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.9	927	2010	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.6	785	1870	0.01	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-18 表 地盤定数 (S d - B 4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.53	675	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.43	671	1880	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.80	646	1810	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.33	667	1870	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.8	925	2010	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.5	782	1860	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-19 表 地盤定数 (S d - B 5)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.52	675	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.41	671	1880	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.73	643	1800	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.28	665	1860	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.8	924	2000	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.5	783	1860	0.01	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-20 表 地盤定数 (S d - C 1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.51	675	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.40	670	1880	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.70	642	1800	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.24	664	1860	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.7	921	2000	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.5	781	1860	0.02	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-21 表 地盤定数 (S d - C 2)

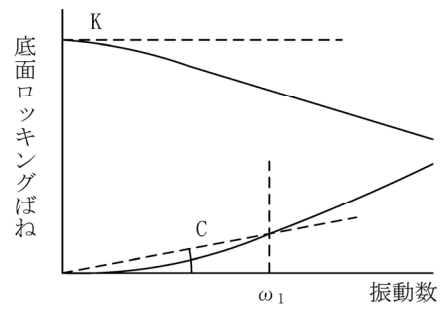
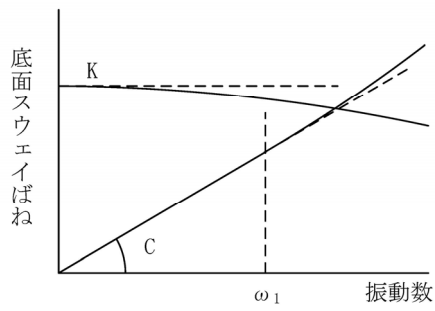
標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m ³)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.54	676	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.47	673	1890	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.93	651	1820	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.38	669	1870	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.9	927	2010	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.6	785	1870	0.01	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-22 表 地盤定数 (S d - C 3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.53	675	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.44	672	1880	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.84	647	1810	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.38	669	1870	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.9	928	2010	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.6	784	1870	0.01	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39

第 3.2.1-23 表 地盤定数 (S d - C 4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層区分	層厚 (m)	単位 体積重量 γ_t (kN/m^3)	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5 \text{kN}/\text{m}^2$)	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	等価 減衰定数 h	ポアソン比
53.80	MMR	14.80	18.3	8.53	675	1890	0.01	0.43
39.00	細粒砂岩	1.92	18.3	8.44	672	1880	0.02	0.43
37.08	粗粒砂岩	0.45	18.3	7.83	647	1810	0.02	0.43
36.63	細粒砂岩	27.61	18.3	8.36	669	1870	0.02	0.43
9.02		34.59	18.1	15.9	927	2010	0.02	0.37
-25.57	泥岩 (下部層)	44.43	16.9	10.6	784	1870	0.01	0.39
-70.00	解放基盤表面	—	16.9	10.7	790	1880	0.01	0.39



ばね定数：0Hz のばね定数 K で定数化

減衰係数：振動系全体のうち地盤の影響が卓越する最初の固有振動数 ω_1 に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾き C で定数化

第 3.2.1-8 図 地盤ばねの定数化の概要

第 3.2.1-24 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - A)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-25 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - B 1)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-26 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - B 2)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-27 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - B 3)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数(kN/m), 減衰係数(kN・s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数(kN・m/rad), 減衰係数(kN・m・s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数(kN/m), 減衰係数(kN・s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数(kN・m/rad), 減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-28 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - B 4)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN・s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN・m/rad), 減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN・s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN・m/rad), 減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-29 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - B 5)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-30 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - C 1)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-31 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - C 2)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-32 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - C 3)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数(kN/m), 減衰係数(kN・s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数(kN・m/rad), 減衰係数(kN・m・s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数(kN/m), 減衰係数(kN・s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数(kN・m/rad), 減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.1-33 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - C 4)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-34 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - A)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-35 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 1)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-36 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 2)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-37 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 3)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-38 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 4)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN・s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN・m/rad), 減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN・s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN・m/rad), 減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-39 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 5)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN・s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN・m/rad), 減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN・s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN・m/rad), 減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.1-40 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - C 1)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-41 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - C 2)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-42 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - C 3)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロッキングばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロッキングばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

第 3.2.1-43 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - C 4)

(a)NS 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

(b)EW 方向

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
底面スウェイばね	K_S			
底面ロックンクばね	K_R			

注記 1: スウェイばね: ばね定数 (kN/m), 減衰係数 (kN·s/m)

2: ロックンクばね: ばね定数 (kN·m/rad), 減衰係数 (kN·m·s/rad)

3.2.2 鉛直方向モデル

鉛直方向の地震応答解析モデルは、構築物と地盤の相互作用を考慮した構築物－地盤連成モデルとし、基礎スラブの軸剛性及び鉄骨造の支持架構の等価軸剛性を評価した質点系モデルを用いる。地震応答解析は弾性時刻歴応答解析により行う。鉛直方向の地震応答解析モデルを第3.2.2-1図、解析モデルの諸元を第3.2.2-1表に示す。

構築物の各部材の剛性として、鉄筋コンクリート造の基礎については、基礎躯体の軸断面積に基づき評価する。鉄骨造の支持架構については、柱、梁及びブレースの各部材の剛性並びに質量を考慮した3次元フレームモデルの固有値解析結果から求めた等価軸断面積を考慮する。

地盤は、地盤調査に基づき水平成層地盤とし、基礎底面地盤ばねについては、「JEAG 4601-1991 追補版」により、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めた鉛直地盤ばねを近似法により定数化して用いる。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「VA Ver. 2.0」を用いる。なお、地盤定数については、ひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いる。

「IV-1-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく地盤の初期物性値を第3.2.1-3表に、ひずみ依存特性を第3.2.1-3図に示す。地盤の等価線形解析で得られる等価物性値に基づき設定した地盤定数を第3.2.1-4表～第3.2.1-23表に示す。また、地盤ばねの定数化の概要を第3.2.2-2図に、地盤ばね定数及び減衰係数を第3.2.2-2表～第3.2.2-19表に示す。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-3 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

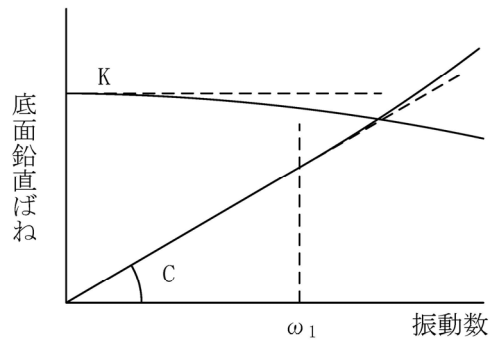


- 注記 1 : ○数字は質点番号を示す。
 2 : □数字は要素番号を示す。
 3 : K_v は底面鉛直ばねを示す。

第 3.2.2-1 図 地震応答解析モデル (鉛直方向)

第 3.2.2-1 表 地震応答解析モデル諸元 (鉛直方向)

質点番号	質点位置 T. M. S. L. (m)	重量 W (kN)	要素番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	軸断面積 A (m ²)
			—	—	—
構築物総重量			—	—	—



ばね定数：0Hz のばね定数 K で定数化

減衰係数：振動系全体のうち地盤の影響が卓越する最初の固有振動数 ω_1 に対応する虚部の値と原点を結ぶ直線の傾き C で定数化

第 3.2.2-2 図 鉛直地盤ばねの定数化の概要

第 3. 2. 2-2 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-A, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K _v			

第 3. 2. 2-3 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-B 1, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K _v			

第 3. 2. 2-4 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-B 2, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K _v			

第 3. 2. 2-5 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-B 3, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K _v			

第 3. 2. 2-6 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-B 4, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K _v			

第 3. 2. 2-7 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-B 5, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K _v			

第 3.2.2-8 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - C 1, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-9 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - C 2, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-10 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S s - C 3, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-11 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - A, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-12 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 1, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-13 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 2, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-14 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 3, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-15 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 4, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-16 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - B 5, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-17 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - C 1, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-18 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - C 2, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

第 3.2.2-19 表 地盤ばね定数と減衰係数 (S d - C 3, 鉛直方向)

		質点 番号	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
底面鉛直ばね	K_v			

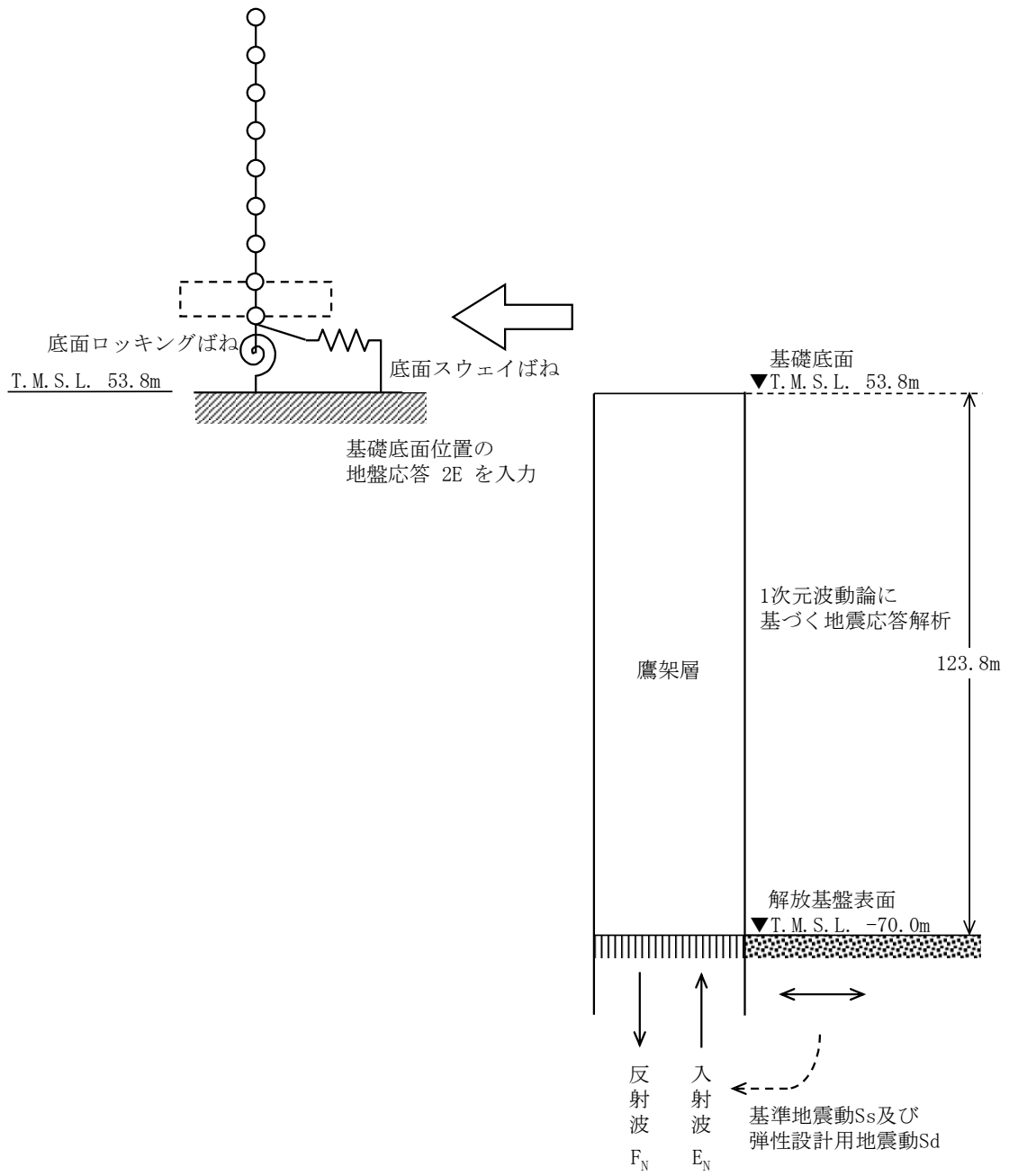
3.3 建物・構築物の入力地震動

3.3.1 水平方向

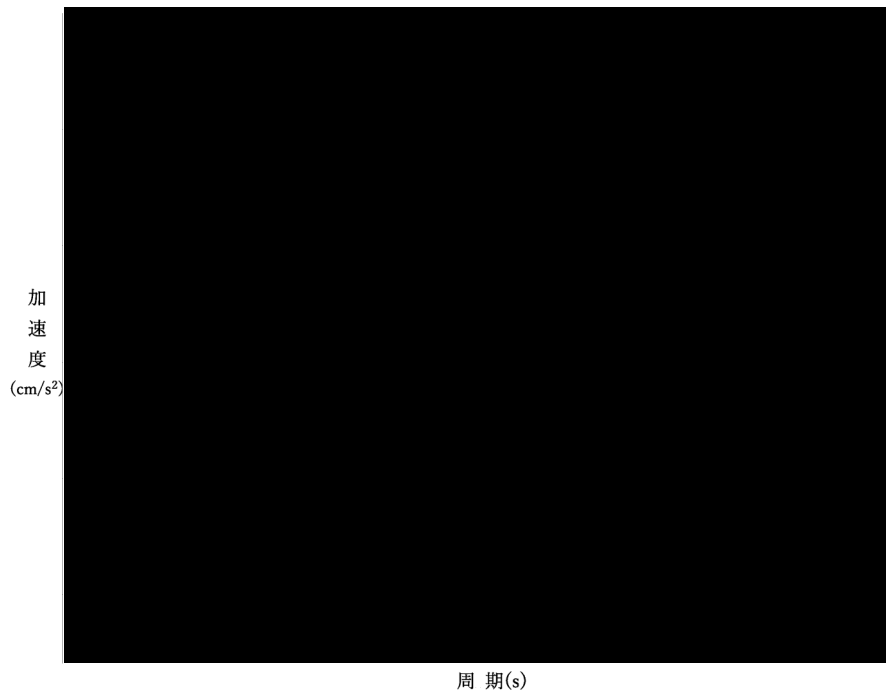
水平方向モデルへの入力地震動は、1次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルで定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する構築物基礎底面レベルでの地盤の応答として評価する。第3.3.1-1図に地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「REFLECT Ver. 2.0」を用いる。

ひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いて、1次元波動論により算定した基礎底面位置（T.M.S.L. 53.80m）における地盤応答の加速度応答スペクトルを第3.3.1-2図～第3.3.1-5図に示す。また、地盤応答の各深さの最大加速度分布を第3.3.1-6図及び第3.3.1-7図に示す。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-3 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



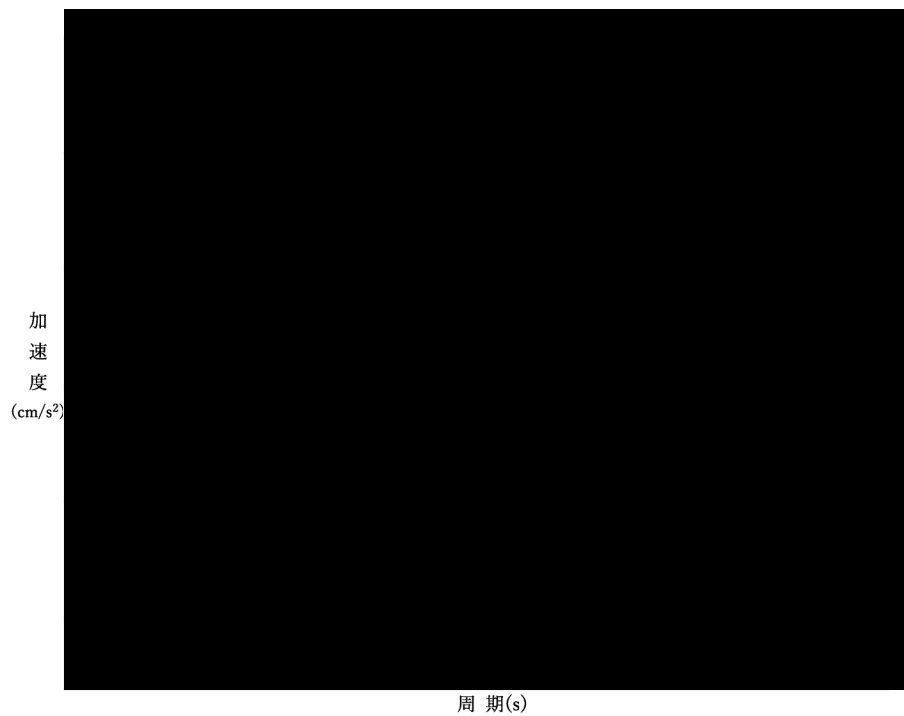
第 3.3.1-1 図 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（水平方向）



凡例

- : S_s - A (H)
- : S_s - B 1 (NS)
- : S_s - B 2 (NS)
- : S_s - B 3 (NS)
- : S_s - B 4 (NS)
- : S_s - B 5 (NS)
- : S_s - C 1 (NSEW)
- : S_s - C 2 (NS)
- - - : S_s - C 2 (EW)
- : S_s - C 3 (NS)
- - - : S_s - C 3 (EW)
- : S_s - C 4 (NS)
- - - : S_s - C 4 (EW)

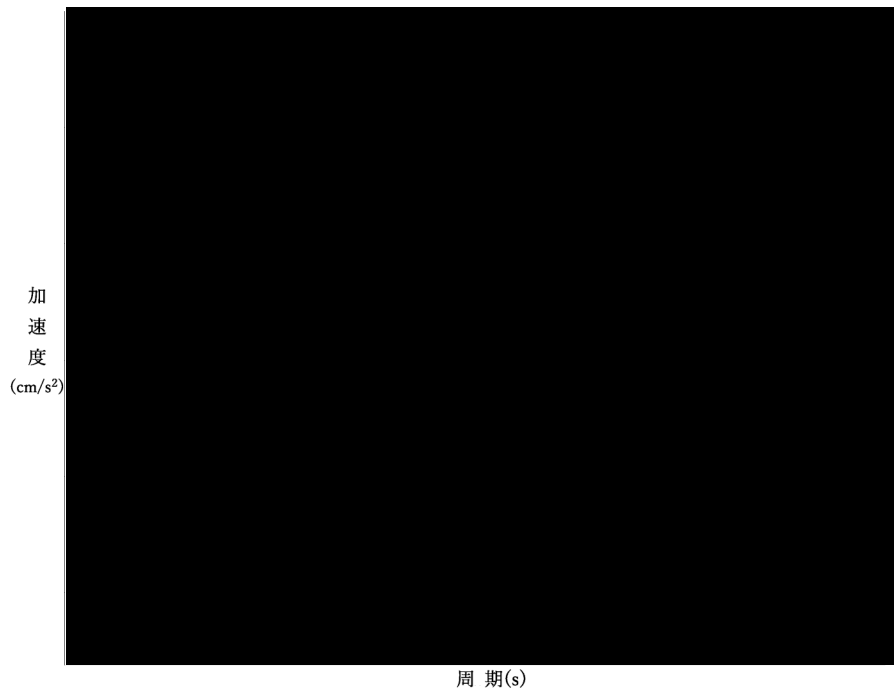
第 3.3.1-2 図 入力地震動の加速度応答スペクトル
(S_s, NS 方向, T.M.S.L. 53.80m)



凡例

- : S_s - A (H)
- : S_s - B 1 (EW)
- : S_s - B 2 (EW)
- : S_s - B 3 (EW)
- : S_s - B 4 (EW)
- : S_s - B 5 (EW)
- : S_s - C 1 (NSEW)
- : S_s - C 2 (NS)
- - - : S_s - C 2 (EW)
- : S_s - C 3 (NS)
- - - : S_s - C 3 (EW)
- : S_s - C 4 (NS)
- - - : S_s - C 4 (EW)

第 3.3.1-3 図 入力地震動の加速度応答スペクトル
(S_s, EW 方向, T.M.S.L. 53.80m)



凡例

- : S d - A (H)
- : S d - B 1 (NS)
- : S d - B 2 (NS)
- : S d - B 3 (NS)
- : S d - B 4 (NS)
- : S d - B 5 (NS)
- : S d - C 1 (NSEW)
- : S d - C 2 (NS)
- - - : S d - C 2 (EW)
- : S d - C 3 (NS)
- - - : S d - C 3 (EW)
- : S d - C 4 (NS)
- - - : S d - C 4 (EW)

第 3.3.1-4 図 入力地震動の加速度応答スペクトル
(S d, NS 方向, T.M.S.L. 53.80m)

加
速
度
(cm/s^2)

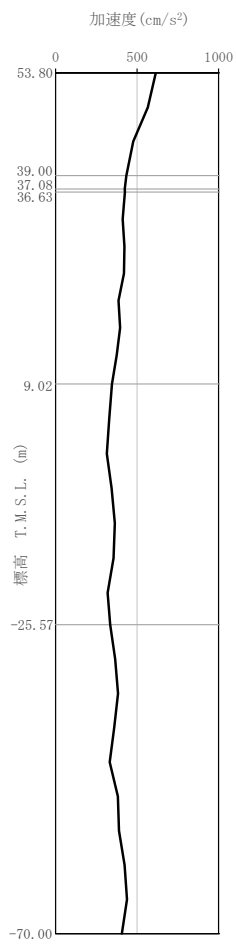


周 期(s)

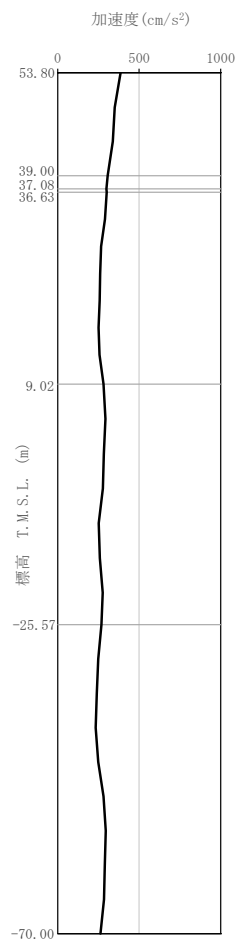
凡例

- : S d - A (H)
- : S d - B 1 (E W)
- : S d - B 2 (E W)
- : S d - B 3 (E W)
- : S d - B 4 (E W)
- : S d - B 4 (E W)
- : S d - C 1 (N S E W)
- : S d - C 2 (N S)
- - - : S d - C 2 (E W)
- : S d - C 3 (N S)
- - - : S d - C 3 (E W)
- : S d - C 4 (N S)
- - - : S d - C 4 (E W)

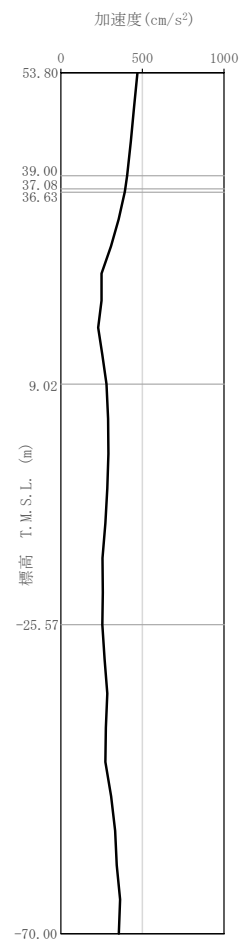
第 3. 3. 1-5 図 入力地震動の加速度応答スペクトル
(S d, EW 方向, T. M. S. L. 53. 80m)



(a) S s - A
(H)

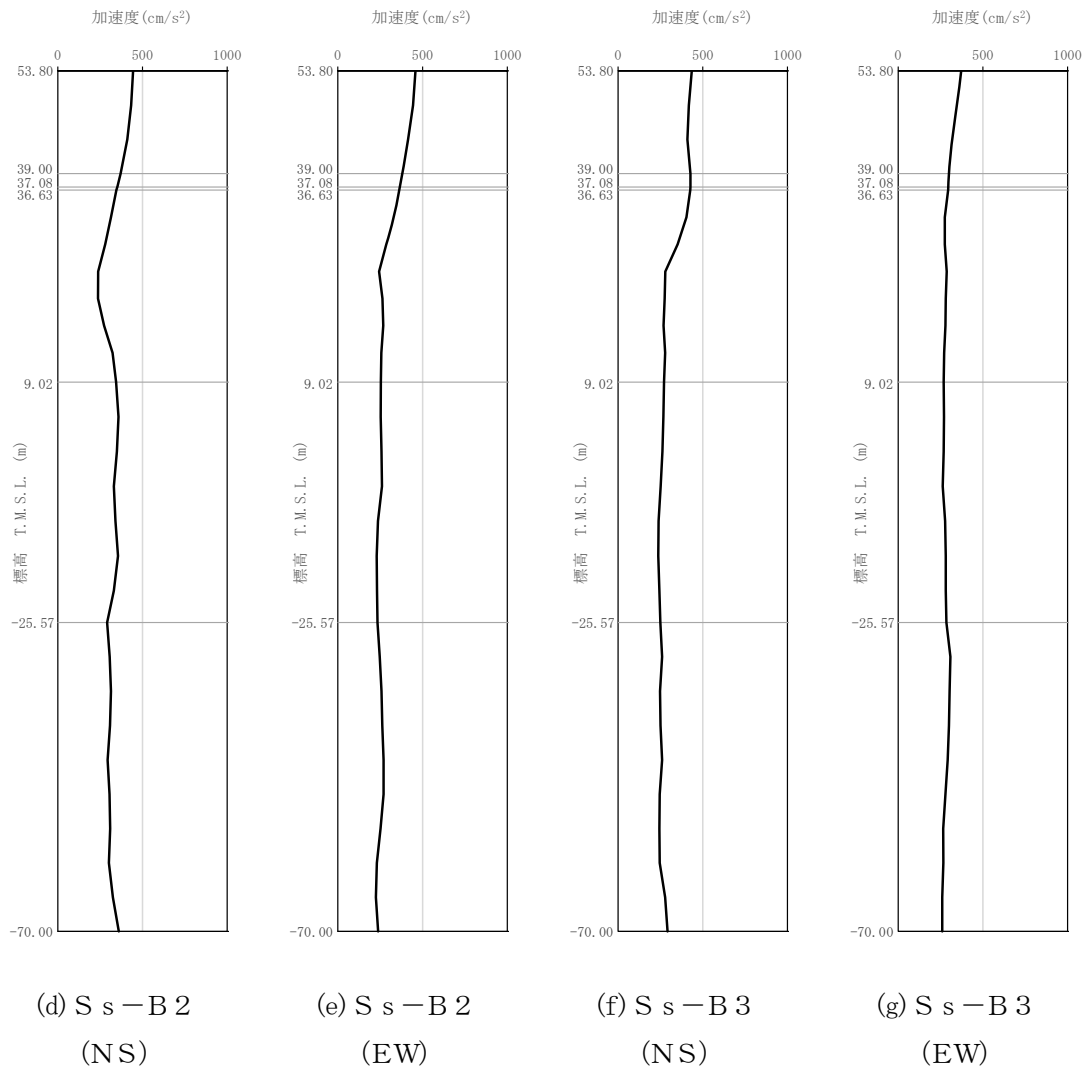


(b) S s - B 1
(NS)

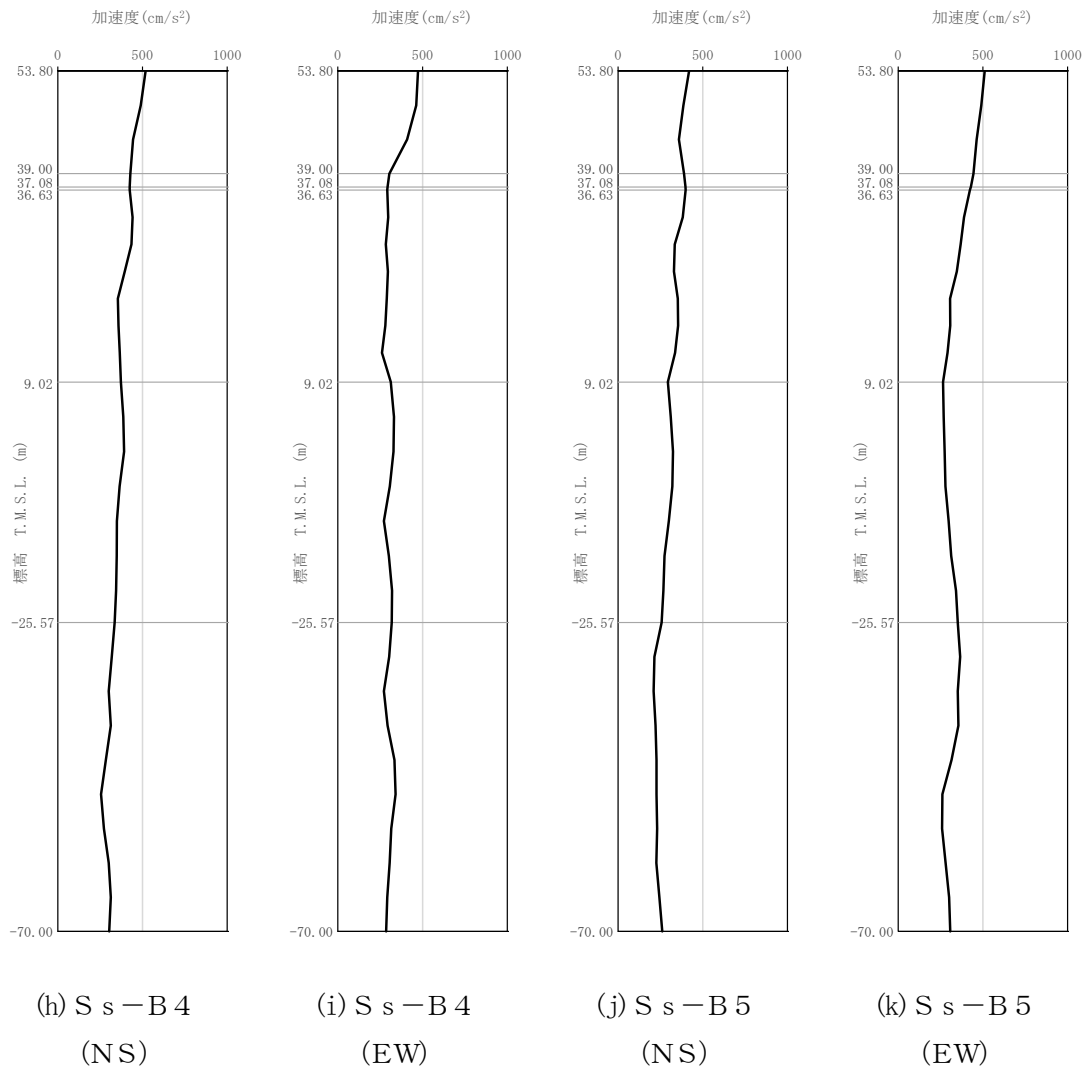


(c) S s - B 1
(EW)

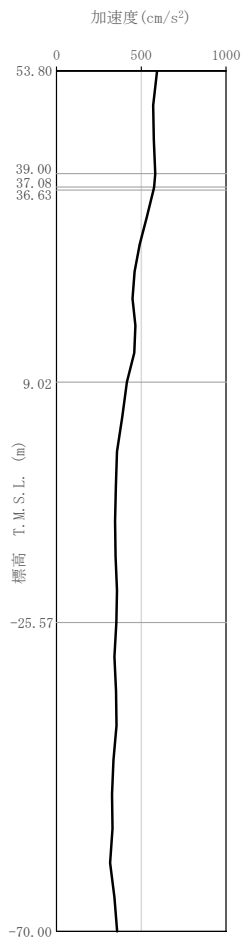
第 3.3.1-6 图 最大加速度分布 (S s) (1/5)



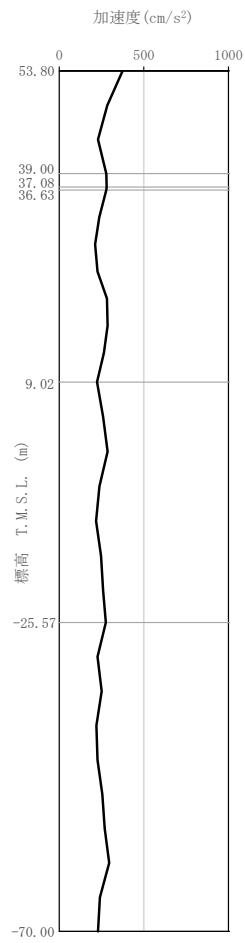
第 3.3.1-6 図 最大加速度分布 (S_s) (2/5)



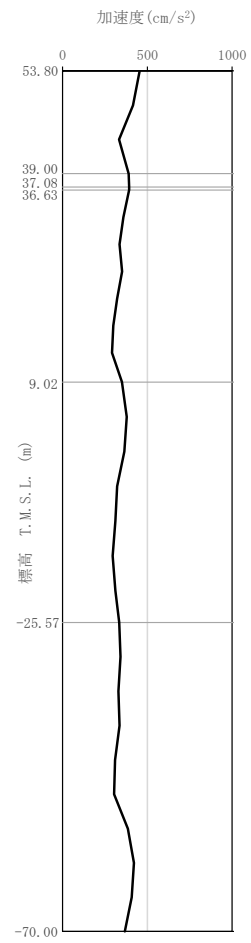
第 3.3.1-6 图 最大加速度分布 (S_s) (3/5)



(l) S s - C 1
(NSEW)

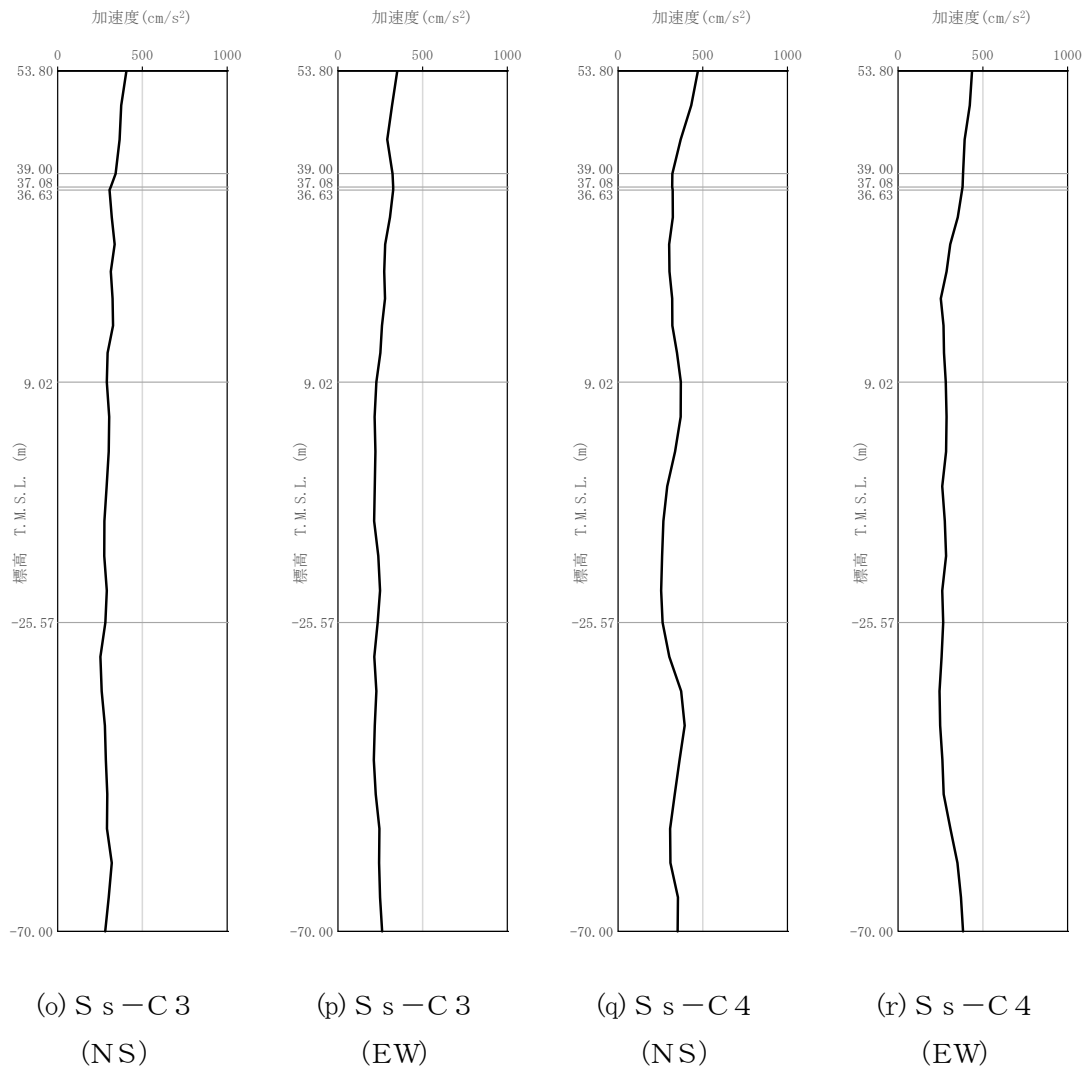


(m) S s - C 2
(NS)

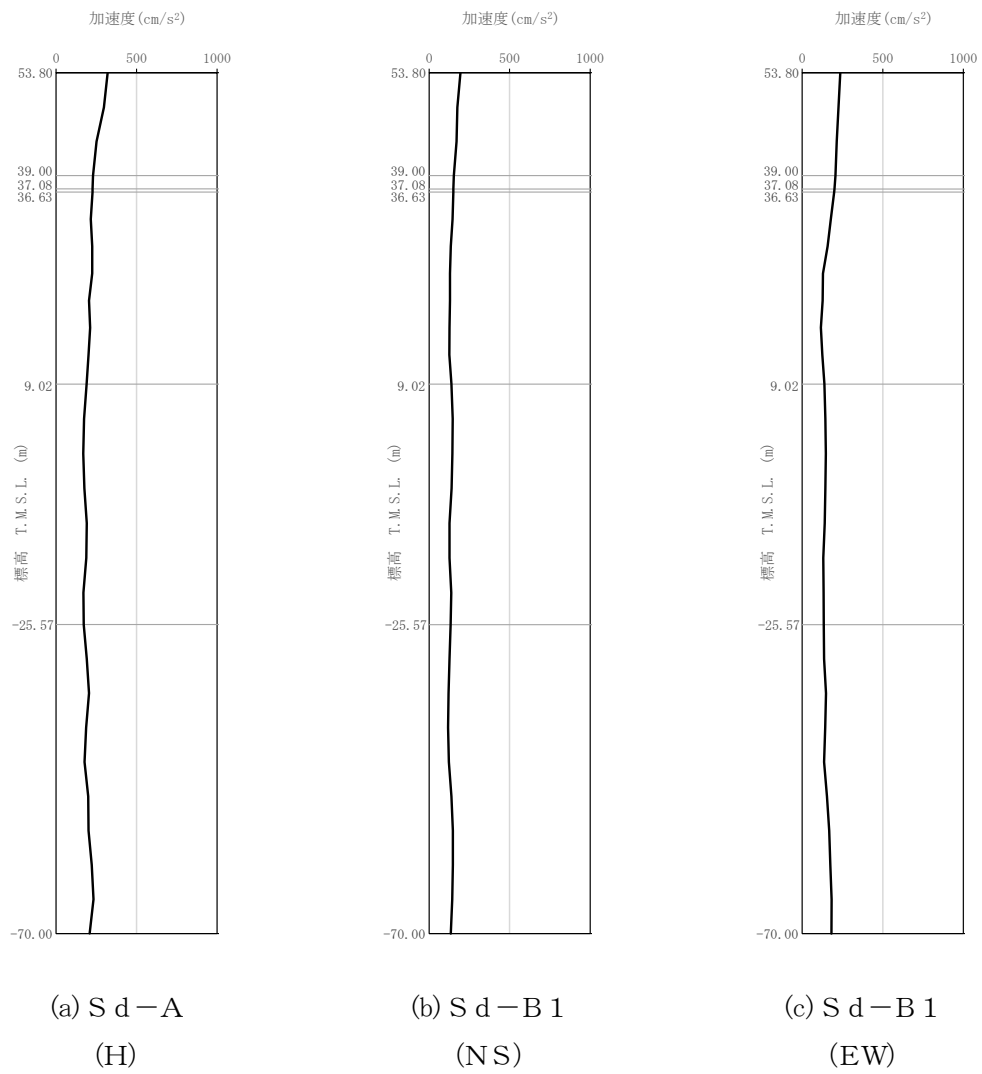


(n) S s - C 2
(EW)

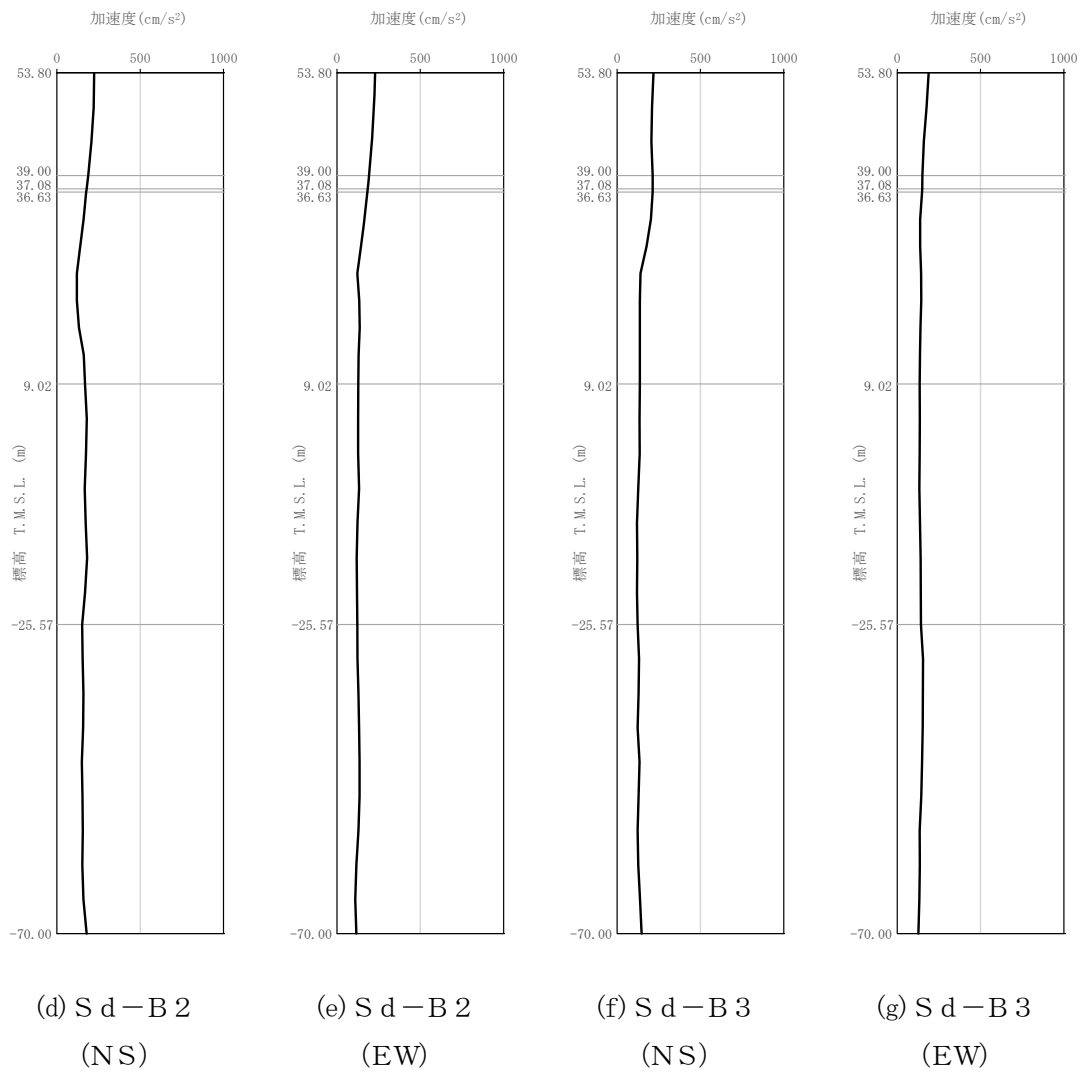
第 3.3.1-6 图 最大加速度分布 (S s) (4/5)



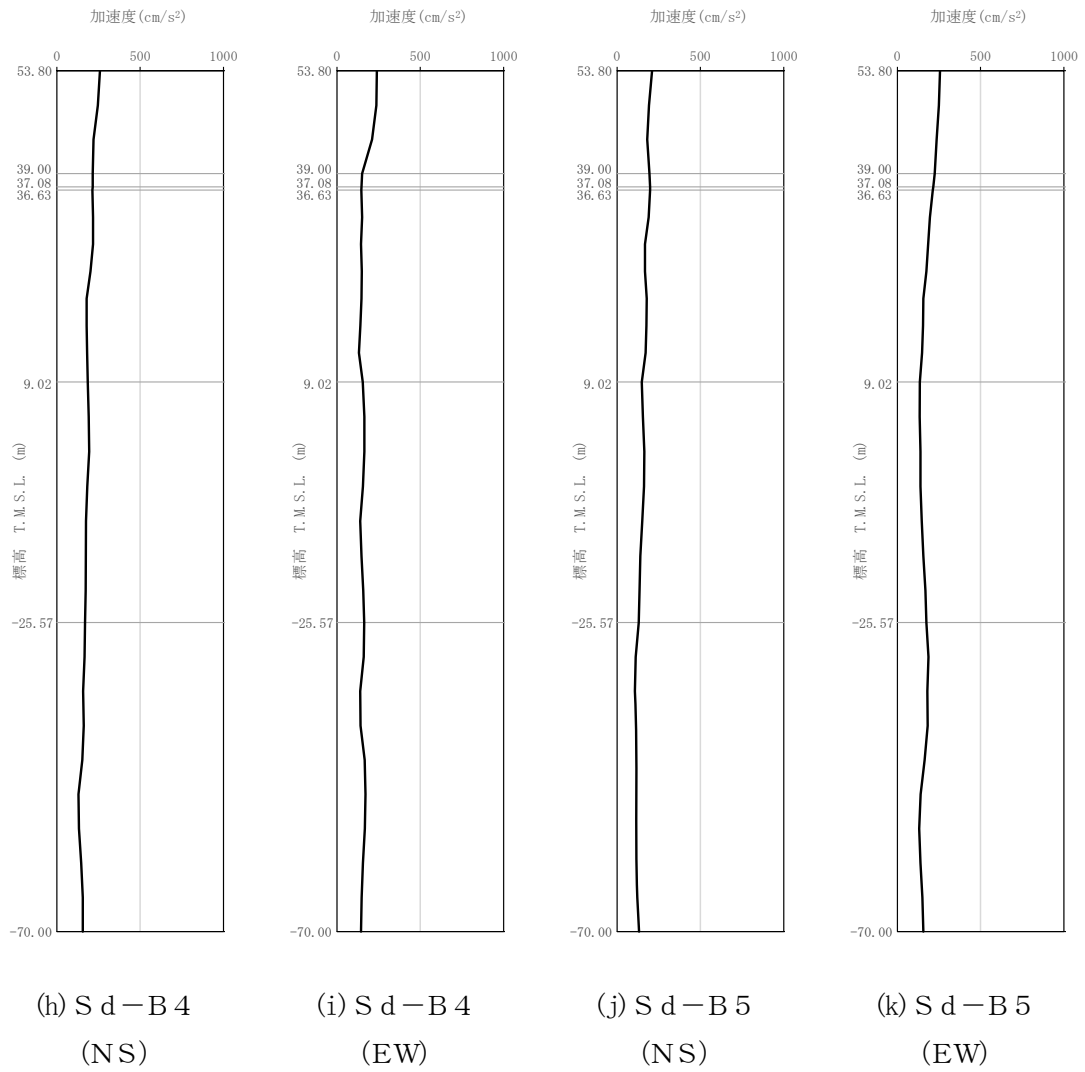
第 3.3.1-6 図 最大加速度分布 (S_s) (5/5)



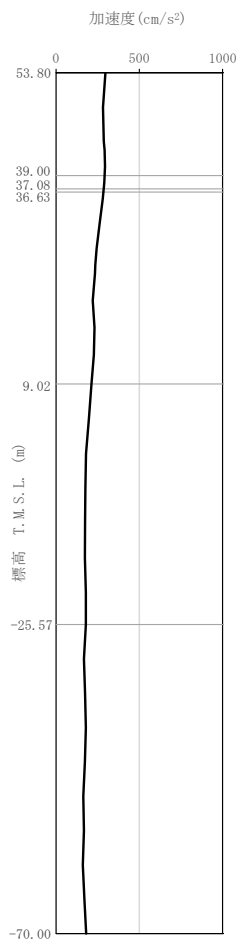
第 3.3.1-7 图 最大加速度分布 (S d) (1/5)



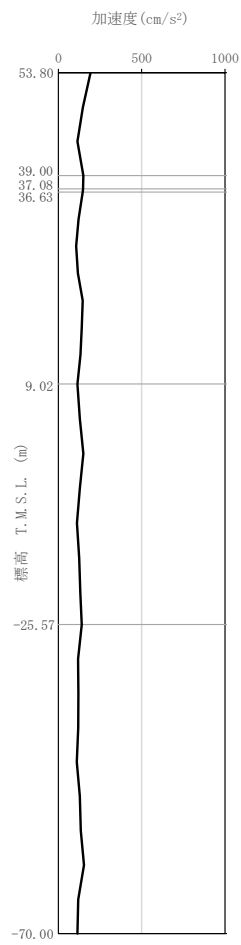
第 3.3.1-7 図 最大加速度分布 (S d) (2/5)



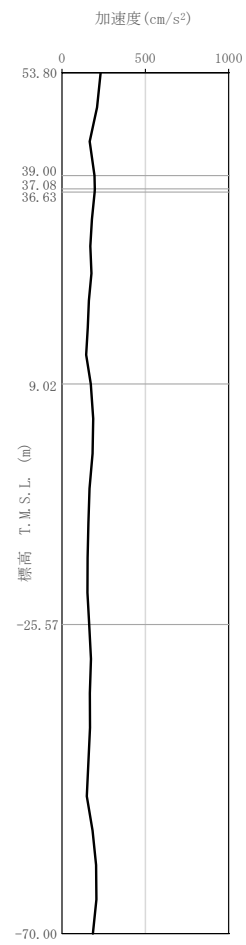
第 3.3.1-7 図 最大加速度分布 (Sd) (3/5)



(l) S d - C 1
(NSEW)

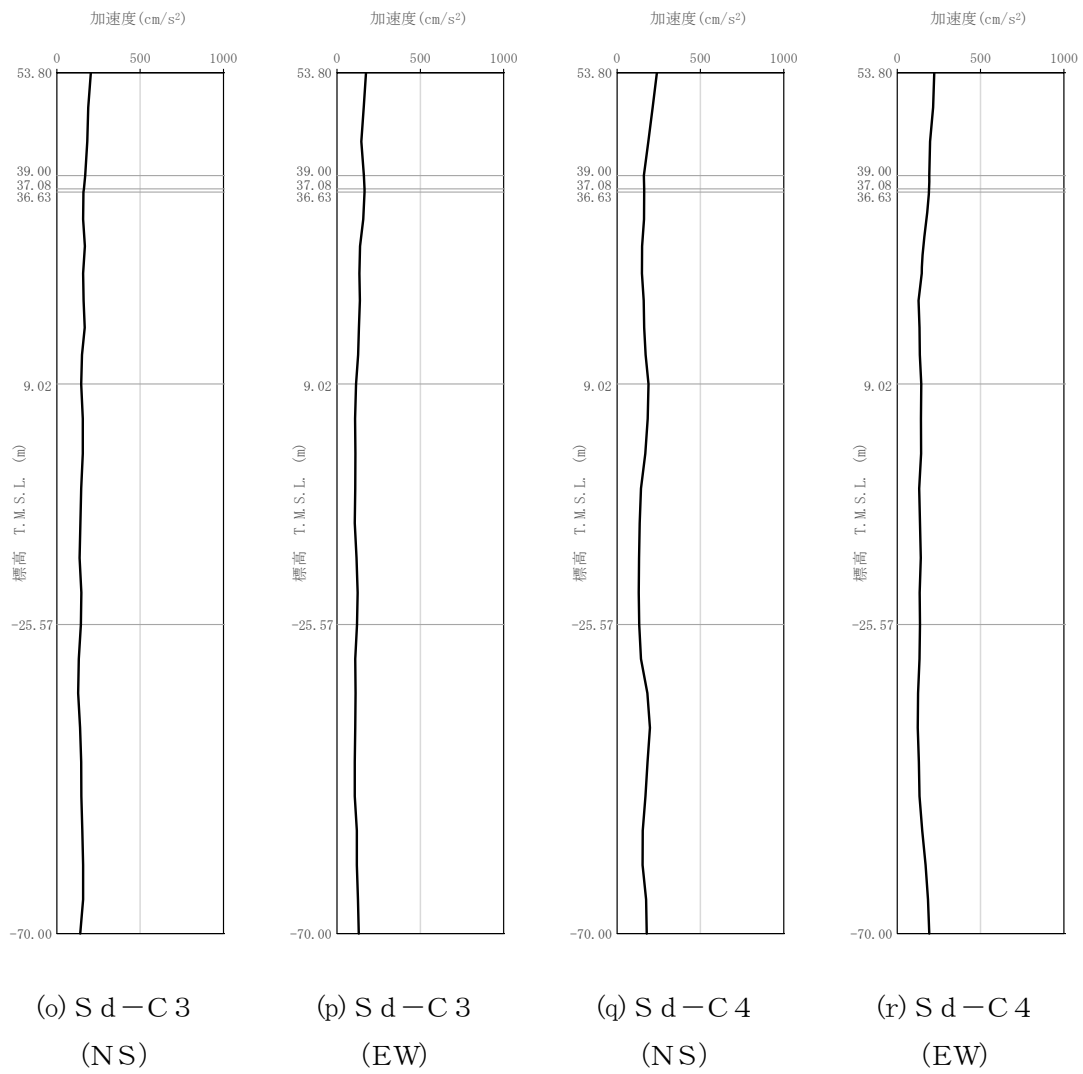


(m) S d - C 2
(NS)



(n) S d - C 2
(EW)

第 3.3.1-7 図 最大加速度分布 (S d) (4/5)



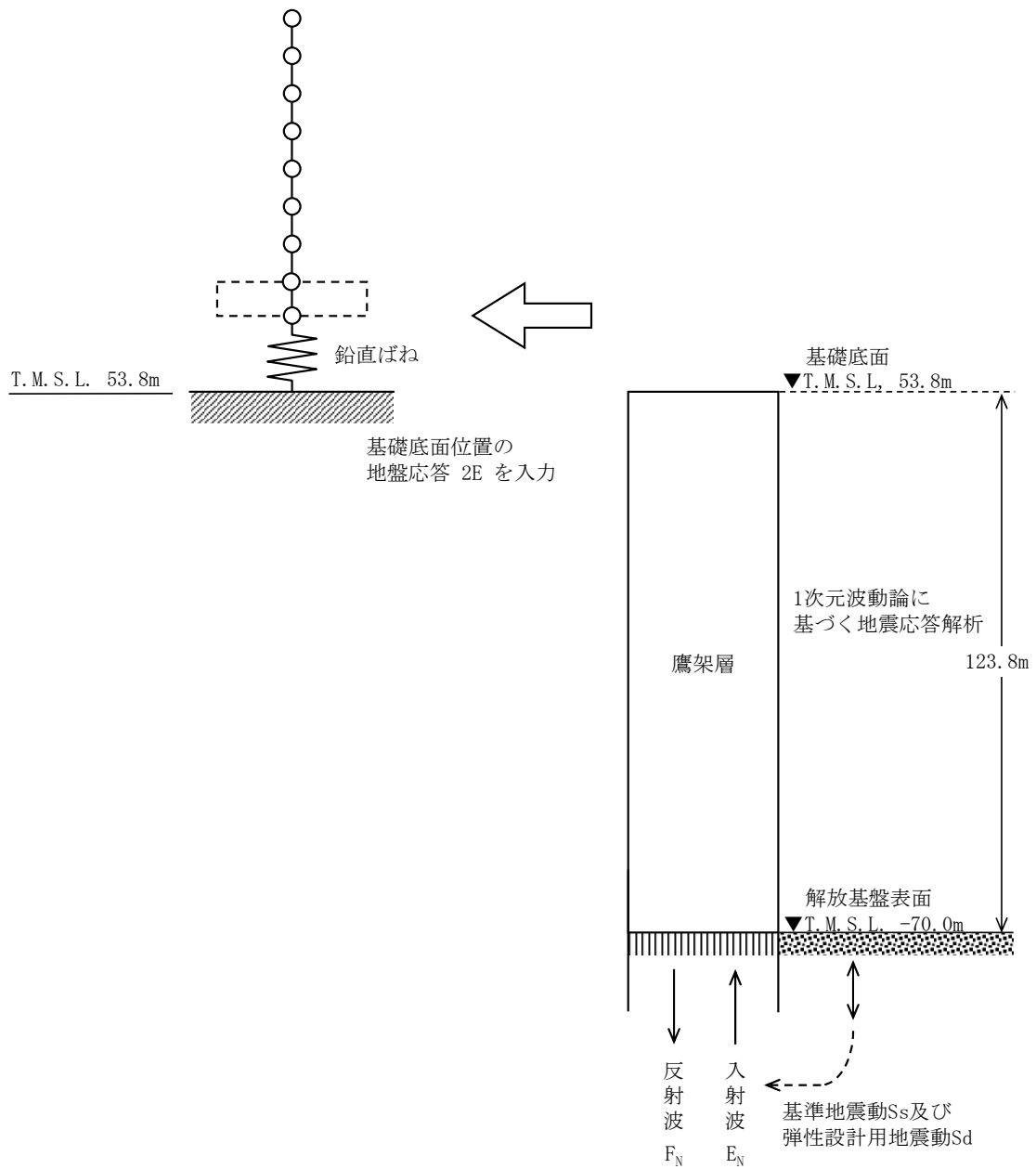
第 3.3.1-7 図 最大加速度分布 (S d) (5/5)

3.3.2 鉛直方向

鉛直方向モデルへの入力地震動は、1次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルで定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する構築物基礎底面レベルでの地盤の応答として評価する。第3.3.2-1図に地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「REFLECT Ver. 2.0」を用いる。

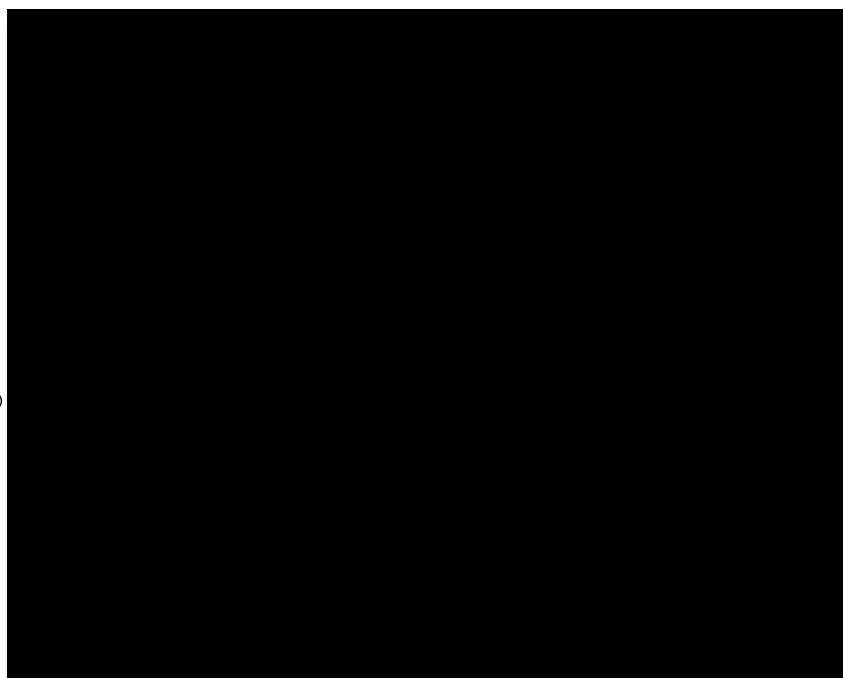
ひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いて、1次元波動論により算定した基礎底面位置（T.M.S.L. 53.80m）における地盤応答の加速度応答スペクトルを第3.3.2-2図及び第3.3.2-3図に示す。また、地盤応答の各深さの最大加速度分布を第3.3.2-4図及び第3.3.2-5図に示す。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-3 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



第 3.3.2-1 図 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（鉛直方向）

加
速
度
(cm/s^2)



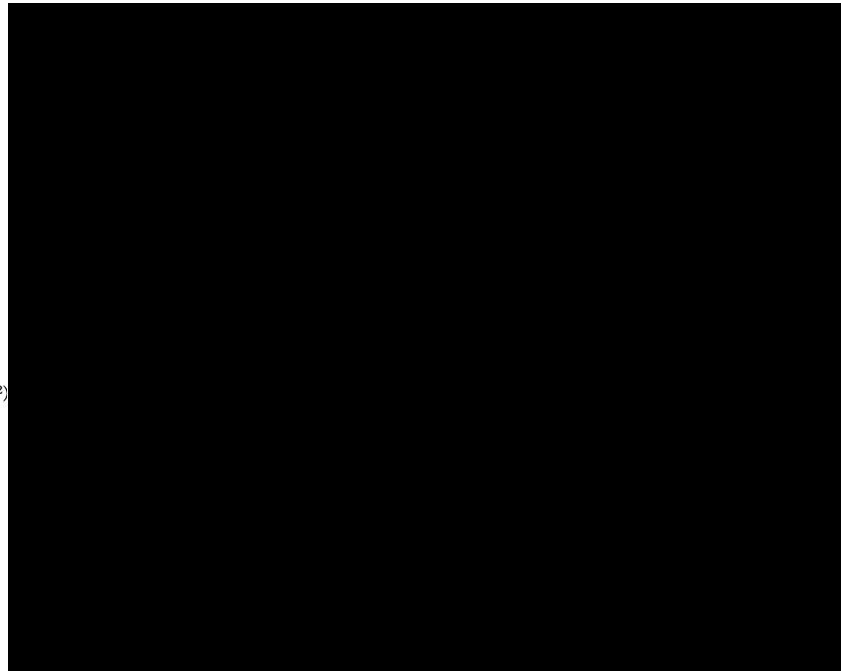
周 期(s)

凡例

- : $S_s - A$ (V)
- : $S_s - B 1$ (UD)
- : $S_s - B 2$ (UD)
- : $S_s - B 3$ (UD)
- : $S_s - B 4$ (UD)
- : $S_s - B 5$ (UD)
- : $S_s - C 1$ (UD)
- : $S_s - C 2$ (UD)
- : $S_s - C 3$ (UD)

第 3.3.2-2 図 入力地震動の加速度応答スペクトル
(S_s , 鉛直方向, T.M.S.L. 53.80m)

加
速
度
(cm/s^2)

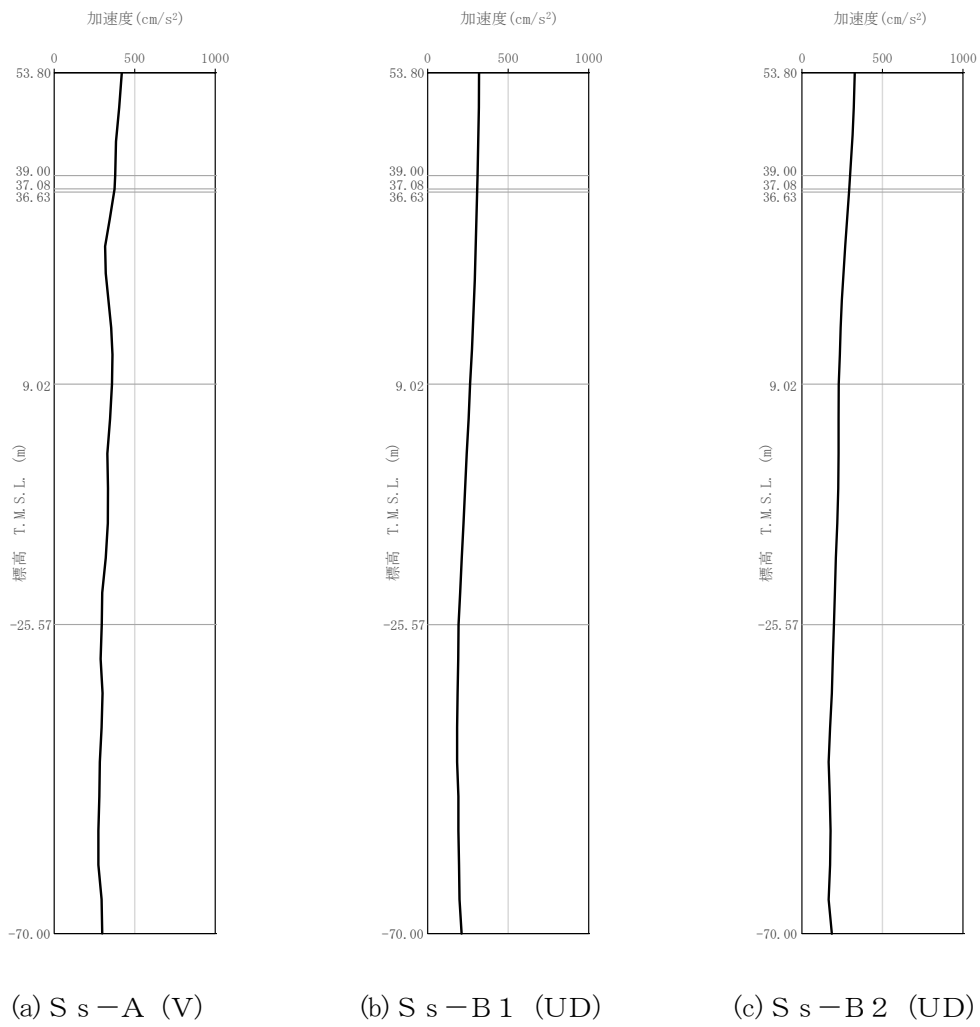


周 期(s)

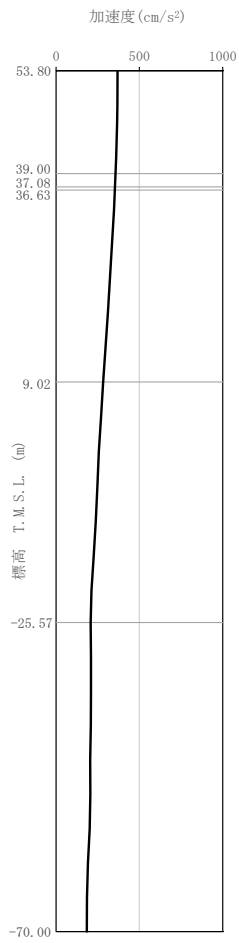
凡例

- : S d - A (V)
- : S d - B 1 (UD)
- : S d - B 2 (UD)
- : S d - B 3 (UD)
- : S d - B 4 (UD)
- : S d - B 5 (UD)
- : S d - C 1 (UD)
- : S d - C 2 (UD)
- : S d - C 3 (UD)

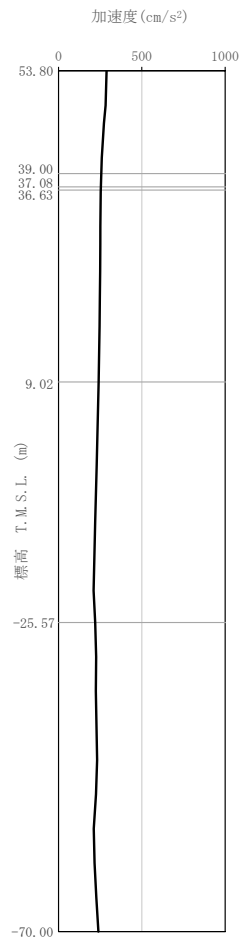
第 3.3.2-3 図 入力地震動の加速度応答スペクトル
(S d, 鉛直方向, T.M.S.L. 53.80m)



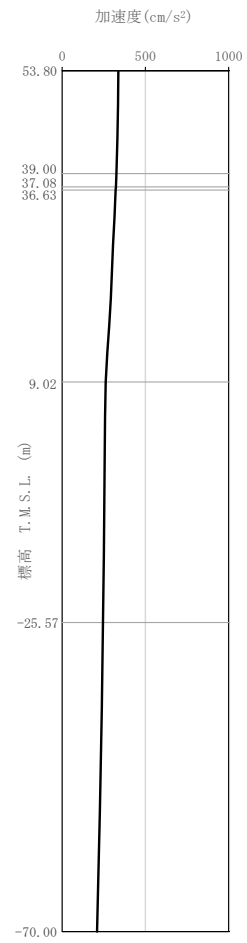
第 3.3.2-4 図 最大加速度分布 (S_s) (1/3)



(d) S_s-B3 (UD)

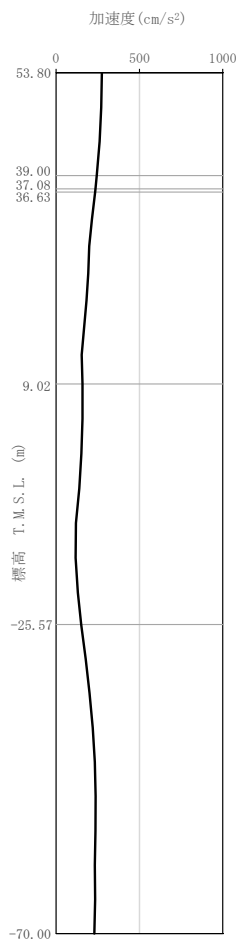


(e) S_s-B4 (UD)

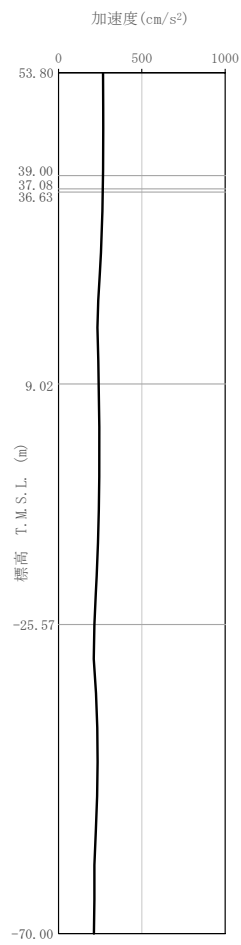


(f) S_s-B5 (UD)

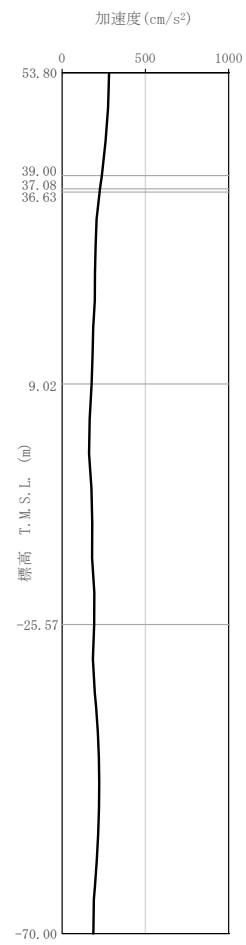
第 3.3.2-4 図 最大加速度分布 (S_s) (2/3)



(g) S_s-C1 (UD)

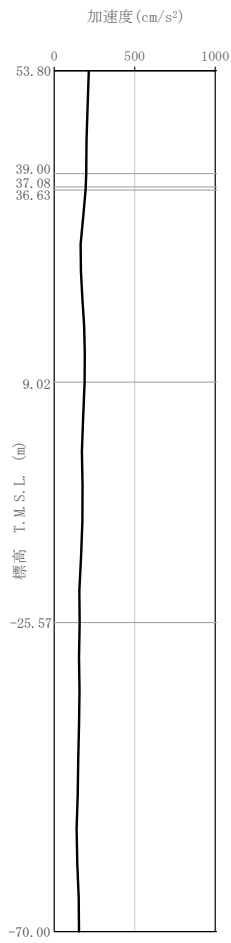


(h) S_s-C2 (UD)

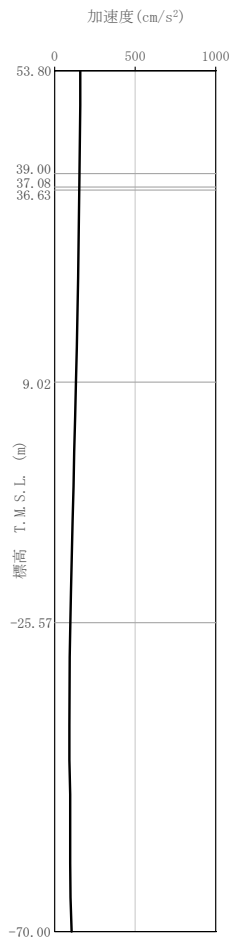


(i) S_s-C3 (UD)

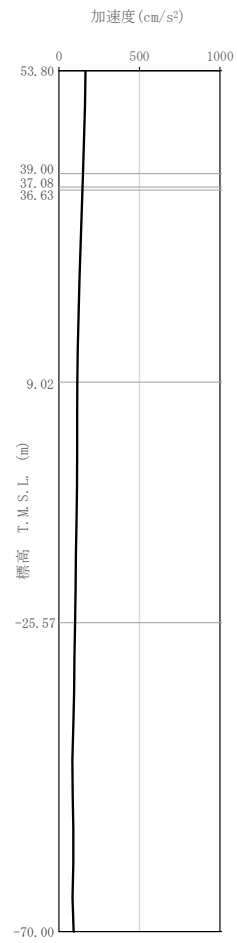
第 3.3.2-4 図 最大加速度分布 (S_s) (3/3)



(a) S d - A (V)

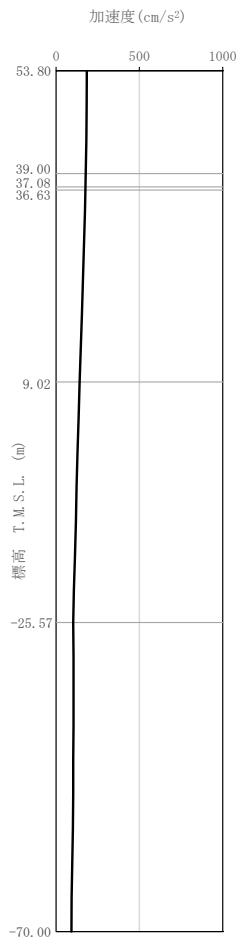


(b) S d - B 1 (UD)

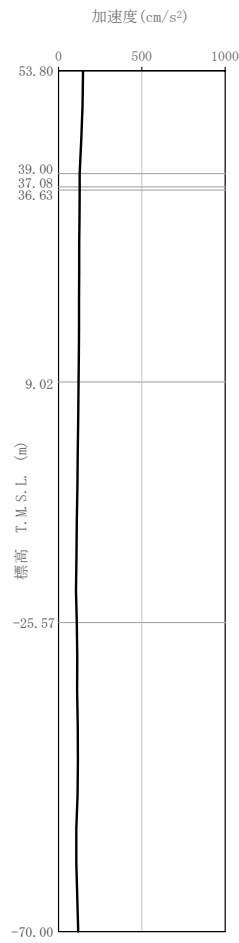


(c) S d - B 2 (UD)

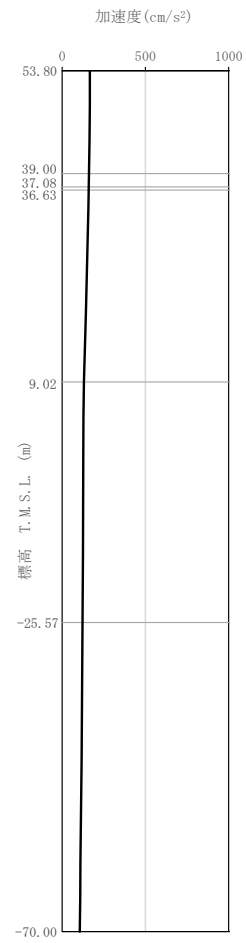
第 3.3.2-5 图 最大加速度分布 (S d) (1/3)



(d) S d-B 3 (UD)

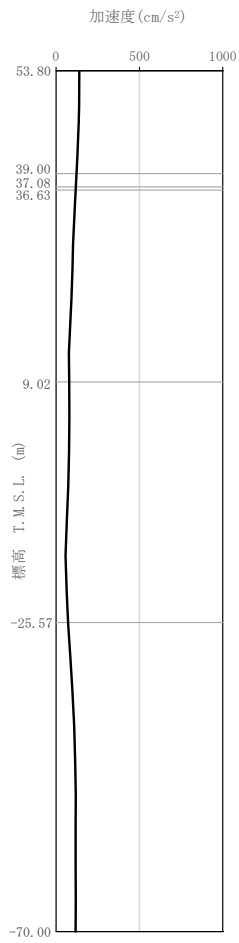


(e) S d-B 4 (UD)

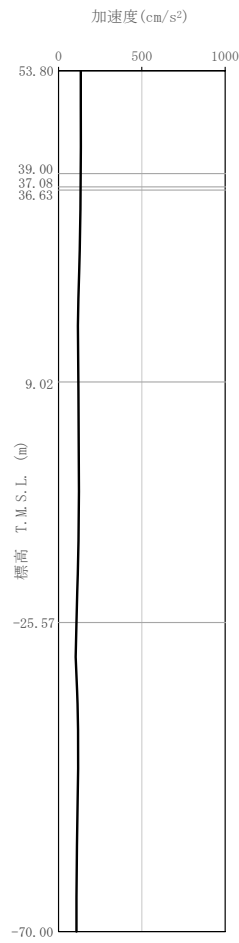


(f) S d-B 5 (UD)

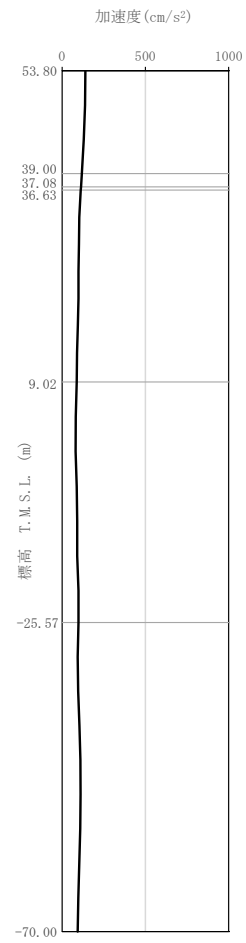
第 3.3.2-5 図 最大加速度分布 (S d) (2/3)



(g) S d - C 1 (UD)



(h) S d - C 2 (UD)



(i) S d - C 3 (UD)

第 3.3.2-5 図 最大加速度分布 (S d) (3/3)

3.4 解析方法

安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答解析は、解析コード「TDAPⅢ Ver. 3.07」を用いる。

なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「Ⅳ－3 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.4.1 動的解析

建物・構築物の動的解析は、「Ⅳ－1－1－5 地震応答解析の基本方針」に記載の解析方法に基づき、時刻歴応答解析により実施する。

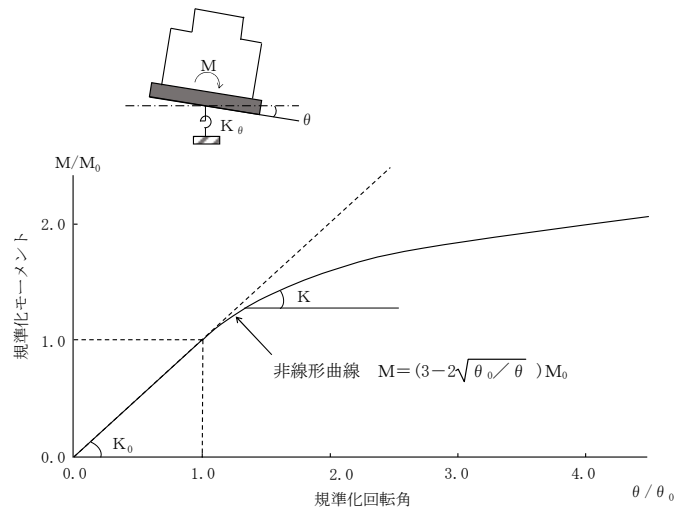
なお、最大接地圧は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601－2008（（社）日本電気協会）」を参考に、水平応答と鉛直応答から組合せ係数法（組合せ係数は1.0と0.4）を用いて算出する。

3.5 解析条件

3.5.1 地盤のロックンバねの復元力特性

地盤のロックンバねに関する曲げモーメントー回転角の関係は、「JEAG 4601-1991 追補版」に基づき、浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。ロックンバねの曲げモーメントー回転角の関係を第3.5.1-1図に示す。

浮上り時の地盤のロックンバねの剛性は、第3.5.1-1図の曲線で表され、減衰係数は、ロックンバねの接線剛性に比例するものとして考慮する。



- M : 転倒モーメント
- M_0 : 浮上り限界転倒モーメント
- θ : 回転角
- θ_0 : 浮上り限界回転角
- K_0 : 底面ロックンバねのばね定数 (浮上り前)
- K : 底面ロックンバねのばね定数 (浮上り後)

第3.5.1-1図 ロックンバねの曲げモーメントー回転角の関係

第 3.6-1 表 地盤の物性値

(地盤物性のばらつきを考慮したケース (+1σ))

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0-\gamma$	減衰定数 $h-\gamma$
▽基礎スラブ底面 53.80						
▽MMR下端レベル 39.00	MMR	*1	*1	*1	*1	
37.08	細粒砂岩	18.3	760	2060	*2	
36.63	粗粒砂岩				*3	
9.02	細粒砂岩	18.1	1010	2100	*2	
-25.57	泥岩 (下部層)	16.9	850	1940	*4	
▽解放基盤表面 -70.00	泥岩 (下部層)	16.9	850	1940	—	

注記 *1: 支持地盤相当の岩盤に支持されているとみなし, MMR 直下の支持地盤の物性値を設定する。

*2: 第 3.2.1-3 図示す細粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。

*3: 第 3.2.1-4 図に示す粗粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。

*4: 第 3.2.1-5 図に示す泥岩 (下部層) のひずみ依存特性を設定する。

第 3.6-2 表 地盤の物性値

(地盤物性のばらつきを考慮したケース (-1σ))

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0-\gamma$	減衰定数 $h-\gamma$
▽基礎スラブ底面 53.80						
▽MMR下端レベル 39.00	MMR	*1	*1	*1	*1	
37.08	細粒砂岩	18.3	600	1760	*2	
36.63	粗粒砂岩				*3	
9.02	細粒砂岩	18.1	870	1980	*2	
-25.57	泥岩 (下部層)	16.9	730	1820	*4	
▽解放基盤表面 -70.00	泥岩 (下部層)	16.9	730	1820	-	

注記 *1: 支持地盤相当の岩盤に支持されているとみなし, MMR 直下の支持地盤の物性値を設定する。

*2: 第 3.2.1-3 図示す細粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。

*3: 第 3.2.1-4 図に示す粗粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。

*4: 第 3.2.1-5 図に示す泥岩 (下部層) のひずみ依存特性を設定する。

第 3.6-3 表 材料物性のばらつきを考慮する解析ケース

ケース No.	地盤の物性値	解析ケース	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d
0	第3.2.1-3表	基本ケース	全波	全波
1	第3.6-1表	地盤物性の ばらつきを考慮した ケース (+1 σ)	S s - A S s - B 3 S s - B 4 S s - C 1 S s - C 3 S s - C 4	S d - A S d - C 1 S d - C 3 S d - C 4
2	第3.6-2表	地盤物性の ばらつきを考慮した ケース (-1 σ)	S s - A S s - B 3 S s - B 4 S s - C 1 S s - C 3 S s - C 4	S d - A S d - C 1 S d - C 3 S d - C 4

4. 解析結果

4.1 動的解析

地震応答解析に採用した解析モデルの一覧を第 4.1-1 表～第 4.1-6 表に示す。

4.1.1 固有値解析結果

基本ケースの基礎浮上り非線形モデルによる固有値解析結果（固有周期，固有振動数及び刺激係数）を第 4.1.1-1 表～第 4.1.1-20 表に示す。刺激関数図を $S_s - A$ ， $S_d - A$ の結果を代表として，第 4.1.1-1 図～第 4.1.1-6 図に示す。

なお，刺激係数は，各次の固有ベクトル $\{u\}$ に対し，最大振幅が 1.0 となるように規準化した値を示す。

4.1.2 基本ケースの地震応答解析結果

(1) 基準地震動 S_s

基準地震動 S_s による最大応答値を第 4.1.2-1 図～第 4.1.2-11 図及び第 4.1.2-1 表～第 4.1.2-11 表に示す。

浮上り検討を第 4.1.2-12 表，最大接地圧を第 4.1.2-13 表に示す。

(2) 弾性設計用地震動 S_d

弾性設計用地震動 S_d による最大応答値を第 4.1.2-12 図～第 4.1.2-22 図及び第 4.1.2-14 表～第 4.1.2-24 表に示す。

浮上り検討を第 4.1.2-25 表，最大接地圧を第 4.1.2-26 表に示す。

第 4.1-1 表 地震応答解析に採用した解析モデル
(基準地震動 S_s , ケース No. 0)

(a) NS 方向

Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)
-------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

(b) EW 方向

Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)
-------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

凡例

- ① : 基礎浮上り非線形モデル
- ② : 誘発上下動を考慮するモデル
- ③ : 地盤 3 次元 FEM モデル

(c) 鉛直方向

Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)
-------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)
---------------	---------------	---------------

凡例

- ① : 鉛直ばねモデル
- ② : 地盤 3 次元 FEM モデル

第 4.1-2 表 地震応答解析に採用した解析モデル
 (基準地震動 S_s, ケース No. 1)

(a) NS 方向

Ss-A (H)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)
-------------	---------------	---------------

Ss-C1 (NSEW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

(b) EW 方向

Ss-A (H)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)
-------------	---------------	---------------

Ss-C1 (NSEW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

凡例

- ① : 基礎浮上り非線形モデル
- ② : 誘発上下動を考慮するモデル
- ③ : 地盤 3 次元 FEM モデル

(c) 鉛直方向

Ss-A (V)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C3 (UD)
-------------	---------------	---------------	---------------	---------------

凡例

- ① : 鉛直ばねモデル
- ② : 地盤 3 次元 FEM モデル

第 4.1-3 表 地震応答解析に採用した解析モデル
 (基準地震動 S_s, ケース No. 2)

(a) NS 方向

Ss-A (H)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)
-------------	---------------	---------------

Ss-C1 (NSEW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

(b) EW 方向

Ss-A (H)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)
-------------	---------------	---------------

Ss-C1 (NSEW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

凡例

- ① : 基礎浮上り非線形モデル
- ② : 誘発上下動を考慮するモデル
- ③ : 地盤 3 次元 FEM モデル

(c) 鉛直方向

Ss-A (V)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C3 (UD)
-------------	---------------	---------------	---------------	---------------

凡例

- ① : 鉛直ばねモデル
- ② : 地盤 3 次元 FEM モデル

第 4.1-4 表 地震応答解析に採用した解析モデル
 (弾性設計用地震動 S d, ケース No. 0)

(a) NS 方向

Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)
-------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

(b) EW 方向

Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)
-------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

凡例

- ① : 基礎浮上り非線形モデル
- ② : 誘発上下動を考慮するモデル
- ③ : 地盤 3 次元 FEM モデル

(c) 鉛直方向

Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)
-------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)
---------------	---------------	---------------

凡例

- ① : 鉛直ばねモデル
- ② : 地盤 3 次元 FEM モデル

第 4.1-5 表 地震応答解析に採用した解析モデル
 (弾性設計用地震動 S d, ケース No. 1)

(a) NS 方向

Sd-A (H)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
-------------	-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

(b) EW 方向

Sd-A (H)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
-------------	-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

凡例

- ①：基礎浮上り非線形モデル
- ②：誘発上下動を考慮するモデル
- ③：地盤 3 次元 FEM モデル

(c) 鉛直方向

Sd-A (V)	Sd-C1 (UD)	Sd-C3 (UD)
-------------	---------------	---------------

凡例

- ①：鉛直ばねモデル
- ②：地盤 3 次元 FEM モデル

第 4.1-6 表 地震応答解析に採用した解析モデル
 (弾性設計用地震動 S d, ケース No. 2)

(a) NS 方向

Sd-A (H)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
-------------	-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

(b) EW 方向

Sd-A (H)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
-------------	-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

凡例

- ①：基礎浮上り非線形モデル
- ②：誘発上下動を考慮するモデル
- ③：地盤 3 次元 FEM モデル

(c) 鉛直方向

Sd-A (V)	Sd-C1 (UD)	Sd-C3 (UD)
-------------	---------------	---------------

凡例

- ①：鉛直ばねモデル
- ②：地盤 3 次元 FEM モデル

第 4.1.1-1 表 固有値解析結果 (S s - A)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-2 表 固有値解析結果 (S s - B 1)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-3 表 固有値解析結果 (S s - B 2)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-4 表 固有値解析結果 (S s - B 3)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-5 表 固有値解析結果 (S s - B 4)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-6 表 固有値解析結果 (S s - B 5)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-7 表 固有値解析結果 (S s - C 1)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-8 表 固有値解析結果 (S s - C 2)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-9 表 固有値解析結果 (S s - C 3)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-10 表 固有値解析結果 (S s - C 4)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

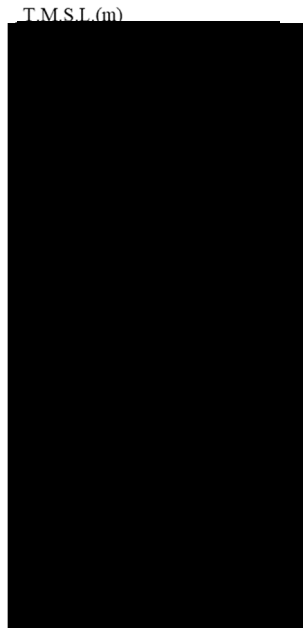
次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

1 次モード

固有周期 $T_1 = \blacksquare$ (s)
固有振動数 $f_1 = \blacksquare$ (Hz)
刺激係数 $\beta_1 = \blacksquare$

2 次モード

固有周期 $T_2 = \blacksquare$ (s)
固有振動数 $f_2 = \blacksquare$ (Hz)
刺激係数 $\beta_2 = \blacksquare$



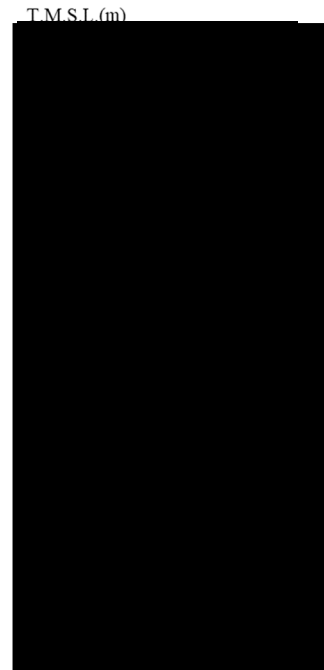
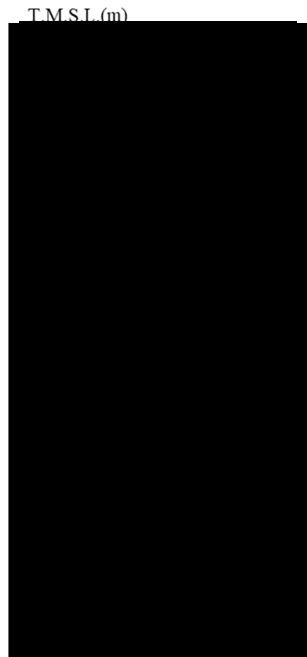
第 4.1.1-1 図 刺激関数図 (S s - A, NS 方向)

1 次モード

固有周期 $T_1 =$ [] (s)
固有振動数 $f_1 =$ [] (Hz)
刺激係数 $\beta_1 =$ []

2 次モード

固有周期 $T_2 =$ [] (s)
固有振動数 $f_2 =$ [] (Hz)
刺激係数 $\beta_2 =$ []



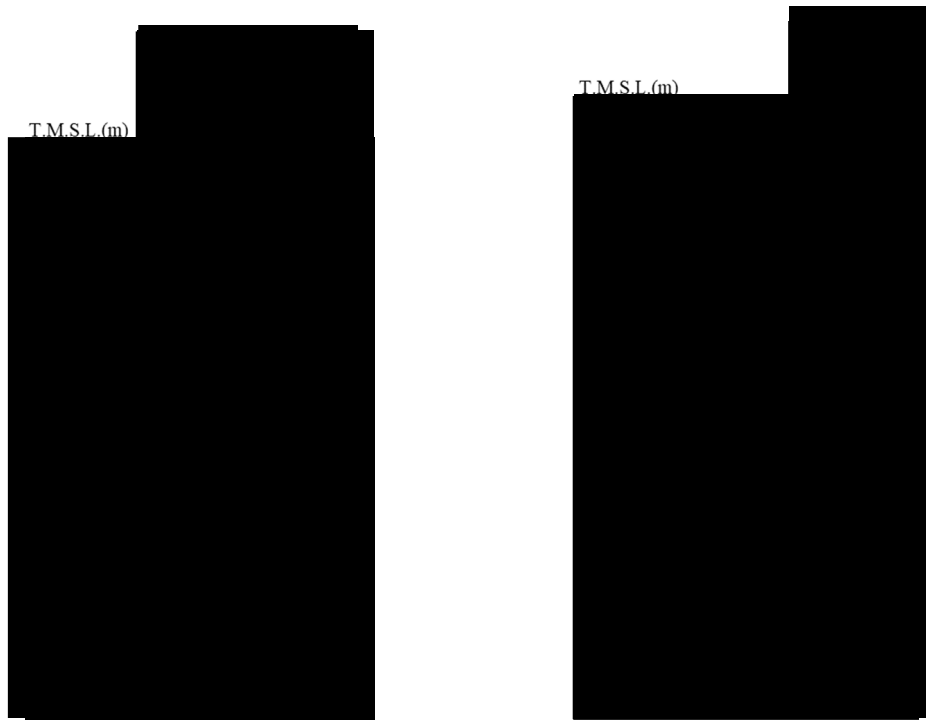
第 4.1.1-2 図 刺激関数図 (S s - A, EW 方向)

1 次モード

固有周期 $T_1 = \blacksquare$ (s)
固有振動数 $f_1 = \blacksquare$ (Hz)
刺激係数 $\beta_1 = \blacksquare$

2 次モード

固有周期 $T_2 = \blacksquare$ (s)
固有振動数 $f_2 = \blacksquare$ (Hz)
刺激係数 $\beta_2 = \blacksquare$



第 4.1.1-3 図 刺激関数図 (S s - A, 鉛直方向)

第 4.1.1-11 表 固有値解析結果 (S d - A)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-12 表 固有値解析結果 (S d - B 1)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-13 表 固有値解析結果 (S d - B 2)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-14 表 固有値解析結果 (S d - B 3)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-15 表 固有値解析結果 (S d - B 4)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード
[Redacted data]				

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード
[Redacted data]				

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード
[Redacted data]				

第 4.1.1-16 表 固有値解析結果 (S d - B 5)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-17 表 固有値解析結果 (S d - C 1)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-18 表 固有値解析結果 (S d - C 2)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-19 表 固有値解析結果 (S d - C 3)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(b)EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

(c)鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード

第 4.1.1-20 表 固有値解析結果 (S d - C 4)

(a)NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード
[Redacted]				

(b)EW 方向

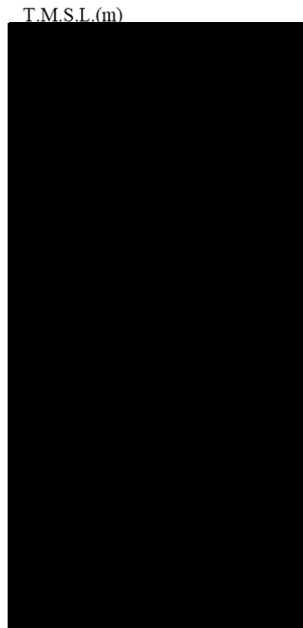
次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数	卓越モード
[Redacted]				

1 次モード

固有周期 $T_1 = \blacksquare$ (s)
固有振動数 $f_1 = \blacksquare$ (Hz)
刺激係数 $\beta_1 = \blacksquare$

2 次モード

固有周期 $T_2 = \blacksquare$ (s)
固有振動数 $f_2 = \blacksquare$ (Hz)
刺激係数 $\beta_2 = \blacksquare$



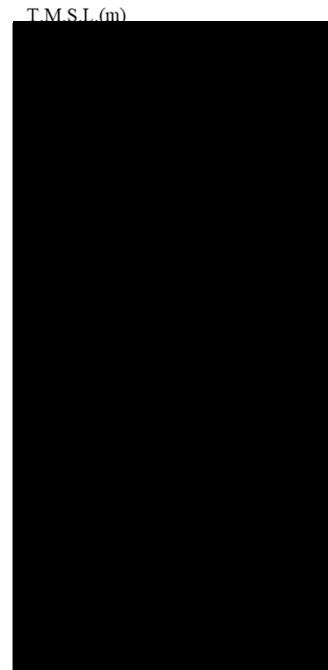
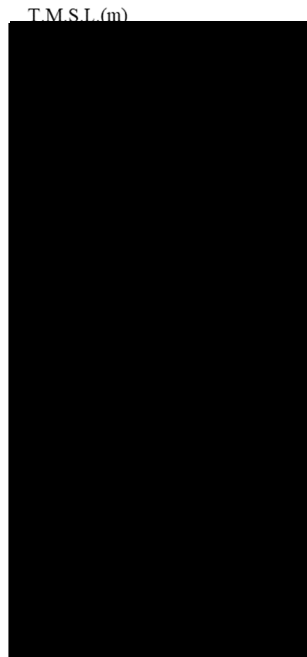
第 4.1.1-4 図 刺激関数図 (S d - A, NS 方向)

1 次モード

固有周期 $T_1 =$ [] (s)
固有振動数 $f_1 =$ [] (Hz)
刺激係数 $\beta_1 =$ []

2 次モード

固有周期 $T_2 =$ [] (s)
固有振動数 $f_2 =$ [] (Hz)
刺激係数 $\beta_2 =$ []



第 4.1.1-5 図 刺激関数図 (S d - A, EW 方向)

1 次モード

固有周期 $T_1 =$ [redacted] (s)
固有振動数 $f_1 =$ [redacted] (Hz)
刺激係数 $\beta_1 =$ [redacted]

2 次モード

固有周期 $T_2 =$ [redacted] (s)
固有振動数 $f_2 =$ [redacted] (Hz)
刺激係数 $\beta_2 =$ [redacted]



第 4.1.1-6 図 刺激関数図 (S d - A, 鉛直方向)



第 4.1.2-1 図 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，NS 方向）

第 4.1.2-1 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)												最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	
[Redacted Data]														



第 4.1.2-2 図 最大応答変位 (基準地震動 S_s , ケース No.0, NS 方向)

第 4.1.2-2 表 最大応答変位一覧表 (基準地震動 S_s , ケース No.0, NS 方向)

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)												最大値	
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)		Ss-C4 (EW)



第 4.1.2-3 図 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，NS 方向）

第 4.1.2-3 表 最大応答せん断力一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^6 kN$)												最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	
[Redacted data]														



第 4. 1. 2-4 図 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，NS 方向）

第 4. 1. 2-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，NS 方向）

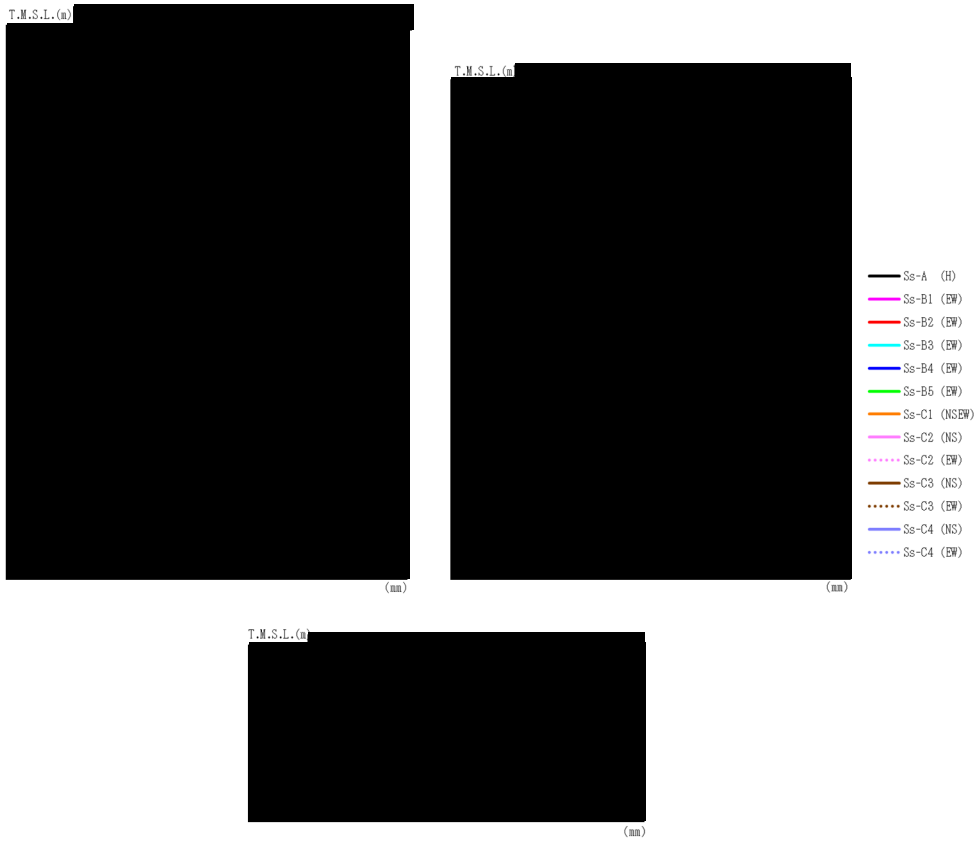
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)												最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	



第 4.1.2-5 図 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，EW 方向）

第 4.1.2-5 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，EW 方向）

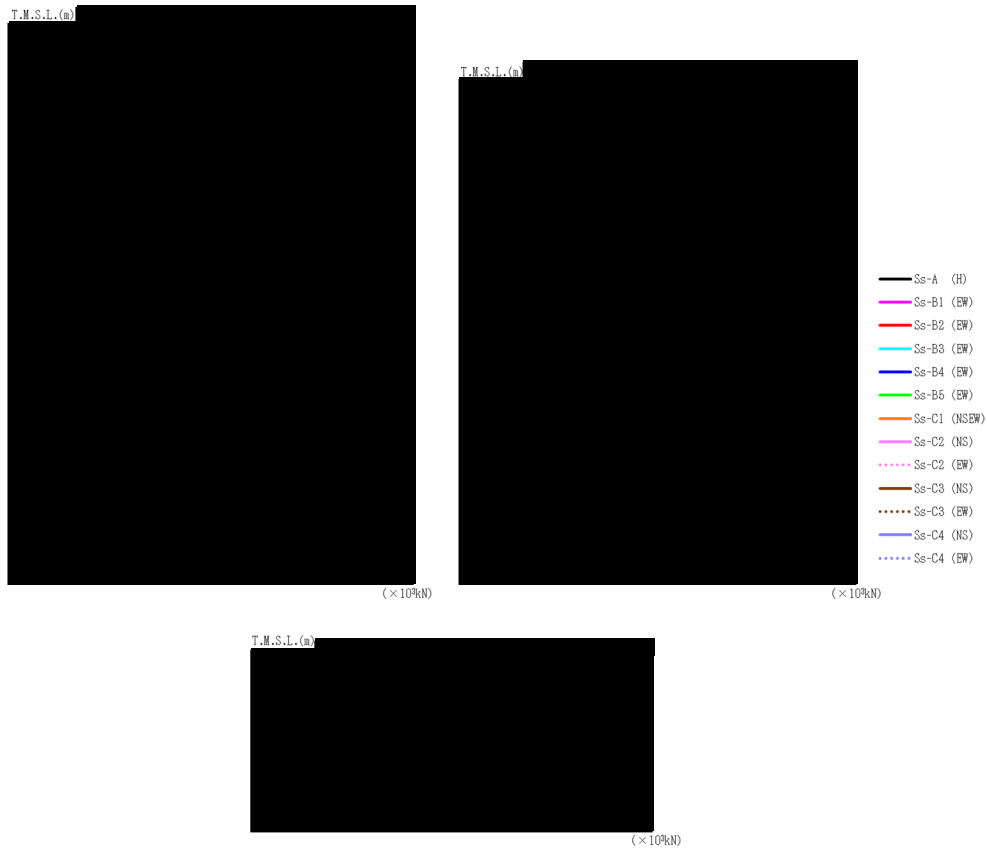
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)												最大値	
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)		Ss-C4 (EW)



第 4.1.2-6 図 最大応答変位（基準地震動 S_s ，ケース No.0，EW 方向）

第 4.1.2-6 表 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No.0，EW 方向）

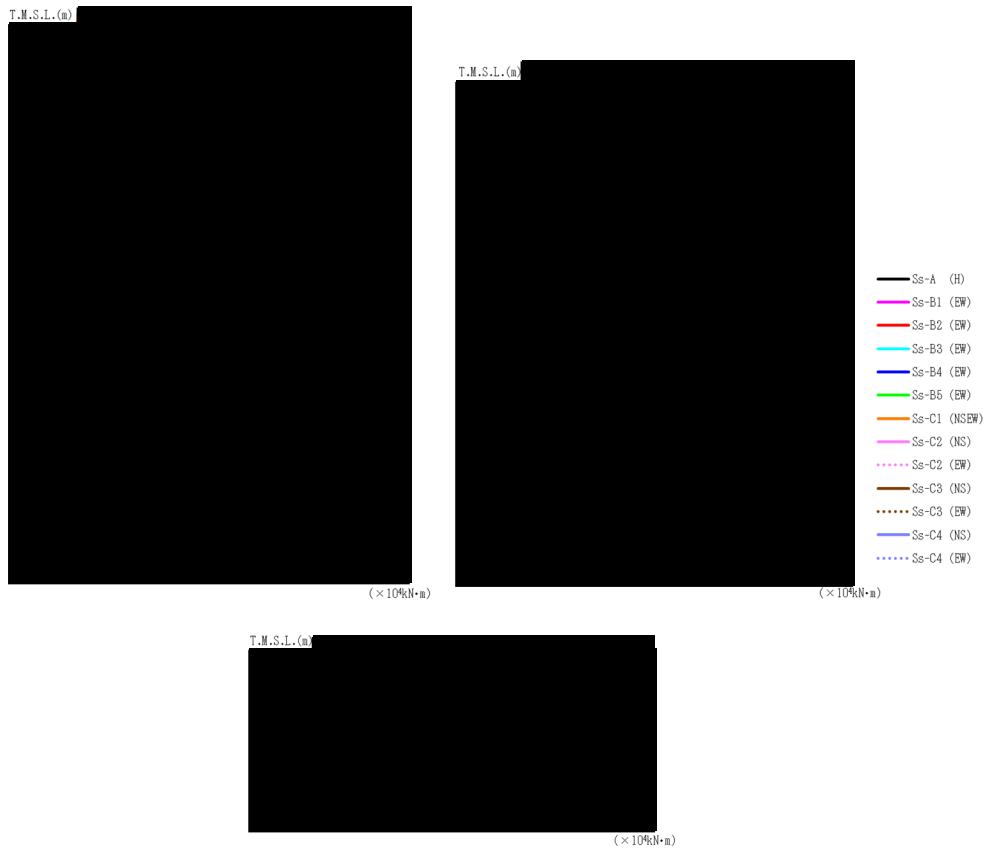
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)												最大値	
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)		Ss-C4 (EW)



第 4.1.2-7 図 最大応答せん断力（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，EW 方向）

第 4.1.2-7 表 最大応答せん断力一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，EW 方向）

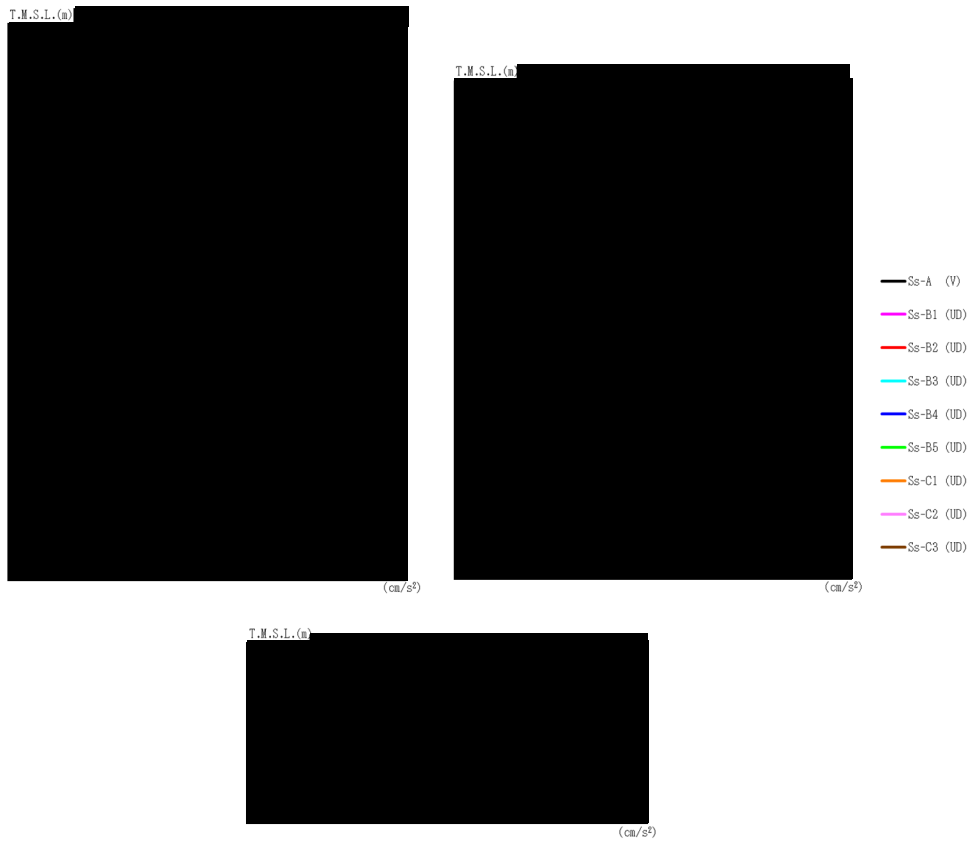
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^6 kN$)												最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	



第 4. 1. 2-8 図 最大応答曲げモーメント（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，EW 方向）

第 4. 1. 2-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，EW 方向）

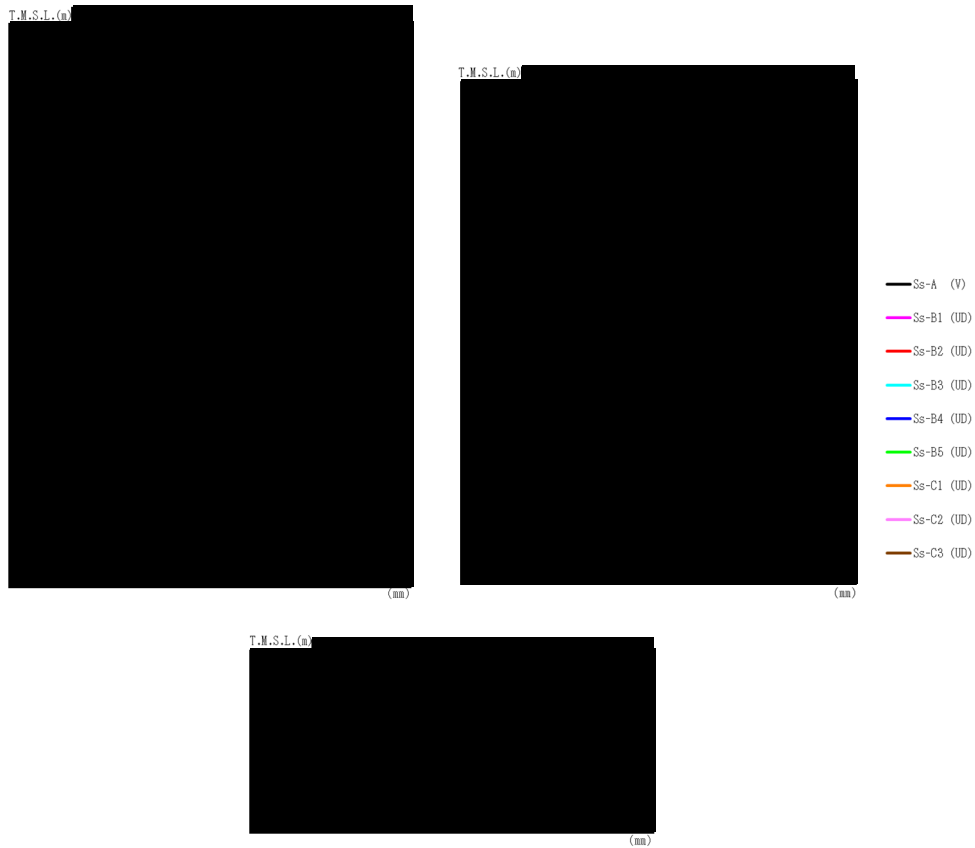
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^4 kN \cdot m$)												最大値
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	



第 4.1.2-9 図 最大応答加速度（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，鉛直方向）

第 4.1.2-9 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，鉛直方向）

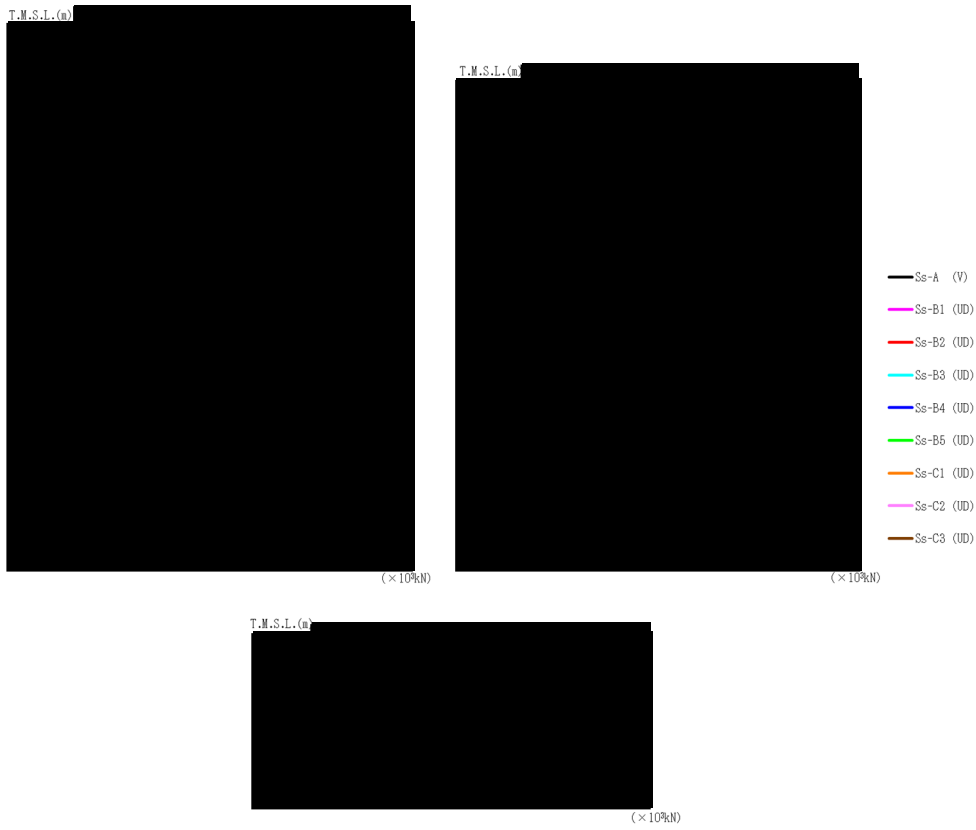
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)									最大値
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)	
[Redacted data]											



第 4. 1. 2-10 図 最大応答変位（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，鉛直方向）

第 4. 1. 2-10 表 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)									最大値
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)	



第 4. 1. 2-11 図 最大応答軸力（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，鉛直方向）

第 4. 1. 2-11 表 最大応答軸力一覧表（基準地震動 S_s ，ケース No. 0，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 ($\times 10^3 \text{kN}$)								
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)

第 4. 1. 2-12 表 浮上り検討 (基準地震動 S_s , ケース No. 0)

(a)NS 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Ss-A (H)			
Ss-B1 (NS)			
Ss-B2 (NS)			
Ss-B3 (NS)			
Ss-B4 (NS)			
Ss-B5 (NS)			
Ss-C1 (NSEW)			
Ss-C2 (NS)			
Ss-C2 (EW)			
Ss-C3 (NS)			
Ss-C3 (EW)			
Ss-C4 (NS)			
Ss-C4 (EW)			

(b)EW 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Ss-A (H)			
Ss-B1 (EW)			
Ss-B2 (EW)			
Ss-B3 (EW)			
Ss-B4 (EW)			
Ss-B5 (EW)			
Ss-C1 (NSEW)			
Ss-C2 (NS)			
Ss-C2 (EW)			
Ss-C3 (NS)			
Ss-C3 (EW)			
Ss-C4 (NS)			
Ss-C4 (EW)			

第 4.1.2-13 表 最大接地圧（基準地震動 S_s ，ケース No.0）（1/2）

地震動	方向		最大接地圧(kN/m ²)
S _s -A	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -B1	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -B2	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -B3	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -B4	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -B5	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	

第 4.1.2-13 表 最大接地圧（基準地震動 S_s，ケース No. 0）（2/2）

地震動	方向		最大接地圧(kN/m ²)
S _s -C1	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -C2 (NS)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -C2 (EW)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -C3 (NS)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -C3 (EW)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S _s -C4 (NS)	NS	—	
	EW	—	
S _s -C4 (EW)	NS	—	
	EW	—	



第 4.1.2-12 図 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d，ケース No.0，NS 方向）

第 4.1.2-14 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 S d，ケース No.0，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)												最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	



第 4. 1. 2-13 図 最大応答変位（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，NS 方向）

第 4. 1. 2-15 表 最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，NS 方向）

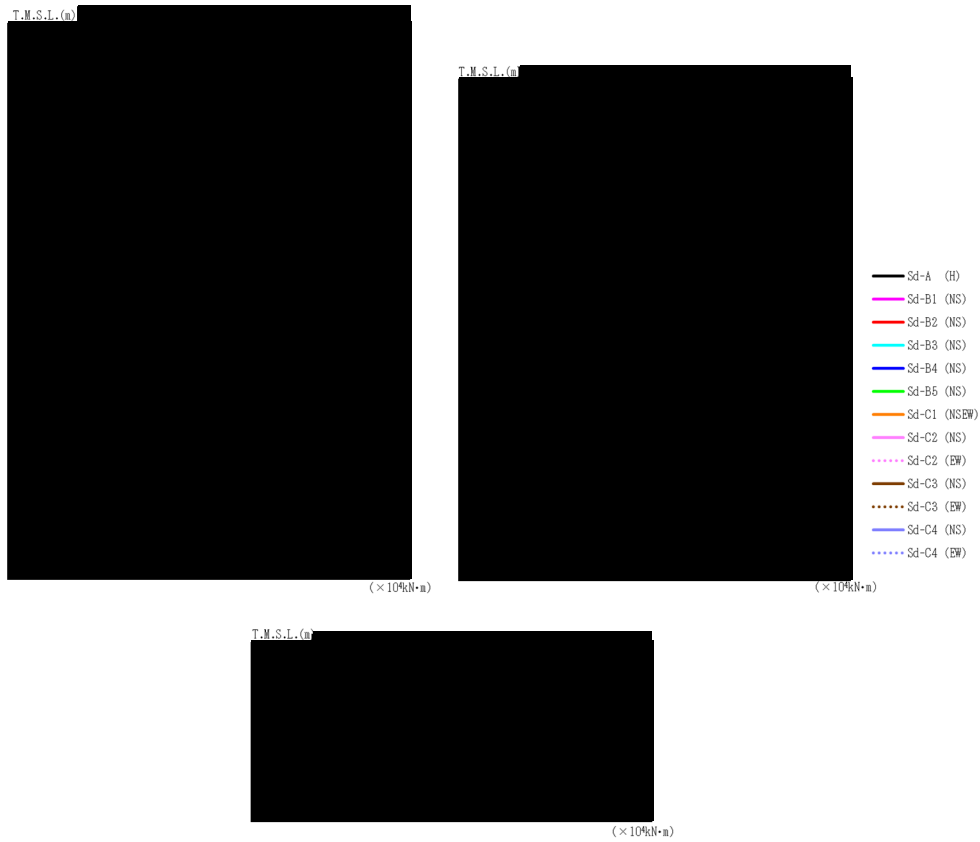
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)												最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	



第 4. 1. 2-14 図 最大応答せん断力（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，NS 方向）

第 4. 1. 2-16 表 最大応答せん断力一覧表（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ⁶ kN)												最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	
[Redacted data]														



第 4.1.2-15 図 最大応答曲げモーメント
(弾性設計用地震動 S d , ケース No. 0, NS 方向)

第 4.1.2-17 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (弾性設計用地震動 S d , ケース No. 0, NS 方向)

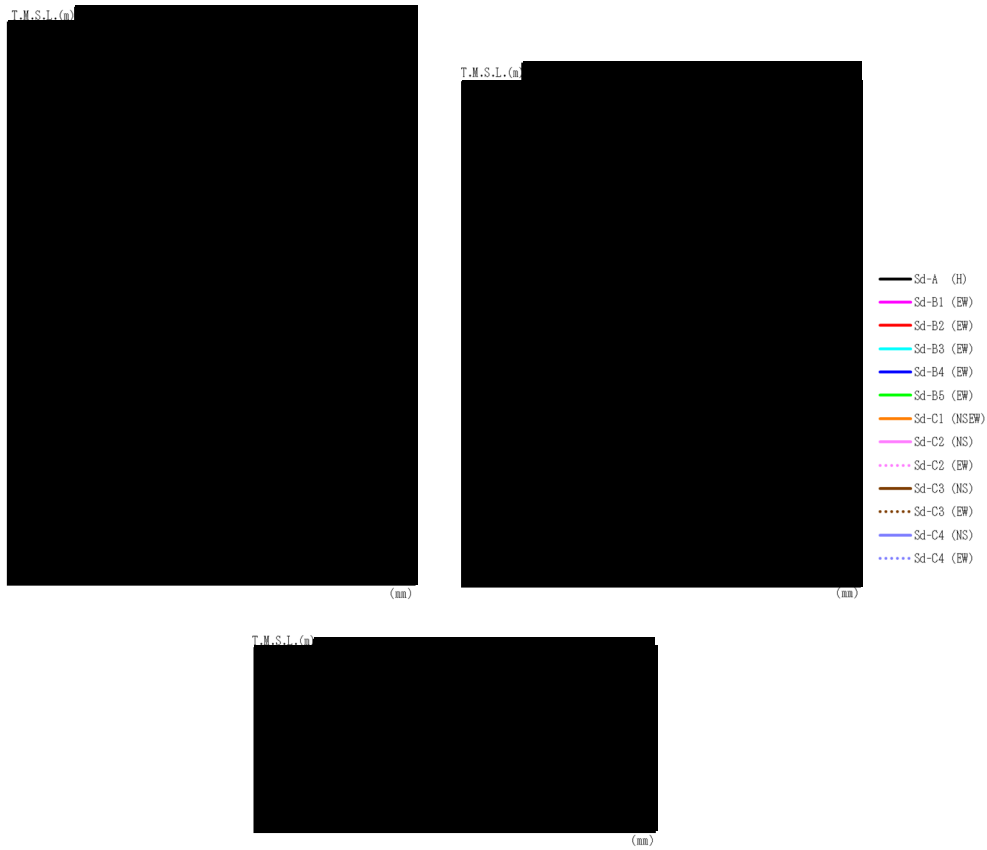
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント(×10 ⁴ kN·m)												最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	
[Redacted data]														



第 4.1.2-16 図 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d，ケース No.0，EW 方向）

第 4.1.2-18 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 S d，ケース No.0，EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)												最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	



第 4.1.2-17 図 最大応答変位（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，EW 方向）

第 4.1.2-19 表 最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)												最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	
[Redacted Data]														



第 4. 1. 2-18 図 最大応答せん断力（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，EW 方向）

第 4. 1. 2-20 表 最大応答せん断力一覧表（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，EW 方向）

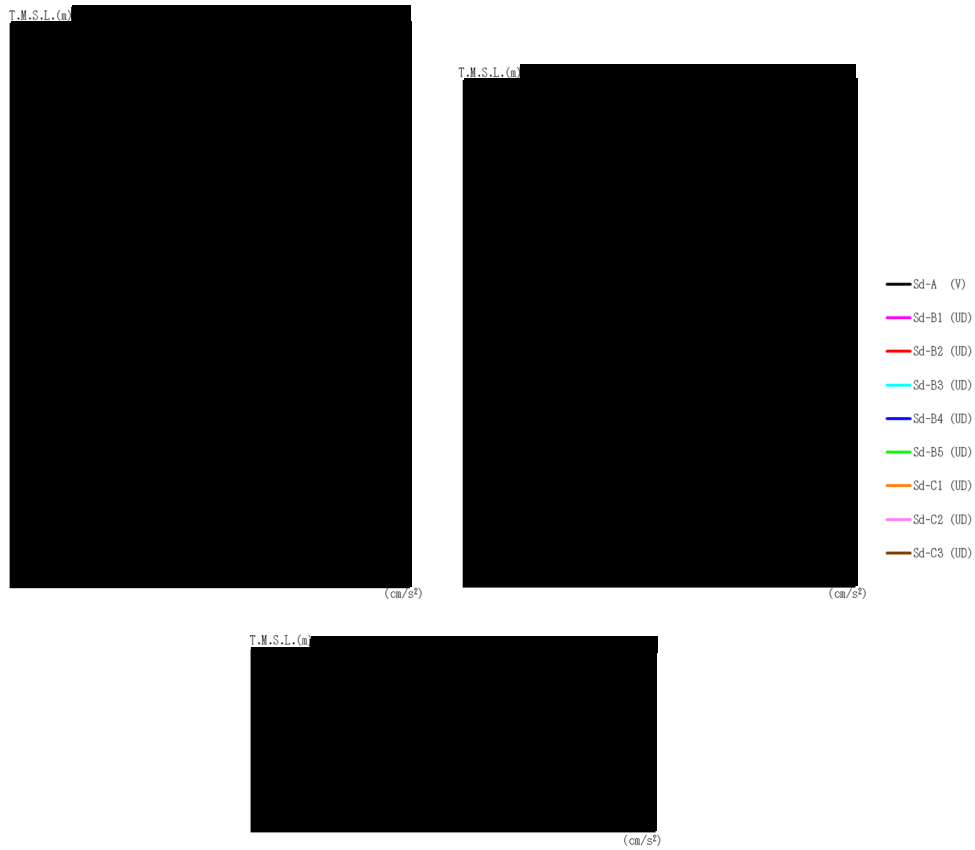
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10%kN)												最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	



第 4. 1. 2-19 図 最大応答曲げモーメント
(弾性設計用地震動 S d , ケース No. 0, EW 方向)

第 4. 1. 2-21 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (弾性設計用地震動 S d , ケース No. 0, EW 方向)

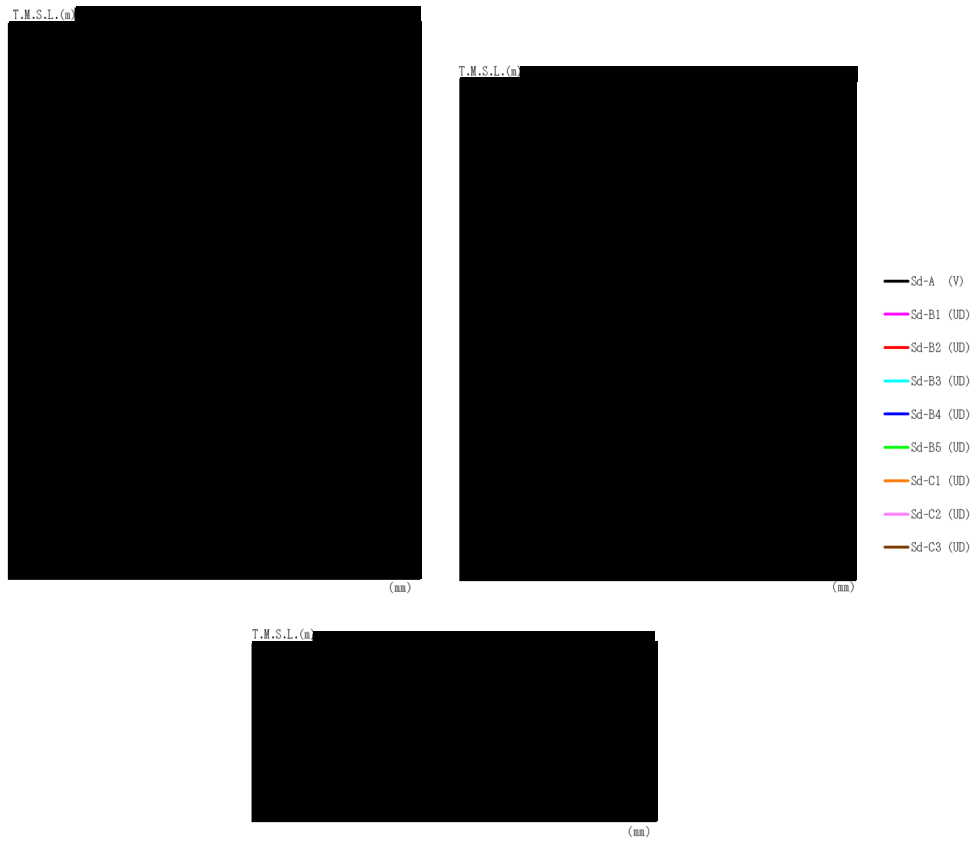
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント(×10 ⁴ kN·m)												最大値
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	



第 4. 1. 2-20 図 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，鉛直方向）

第 4. 1. 2-22 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，鉛直方向）

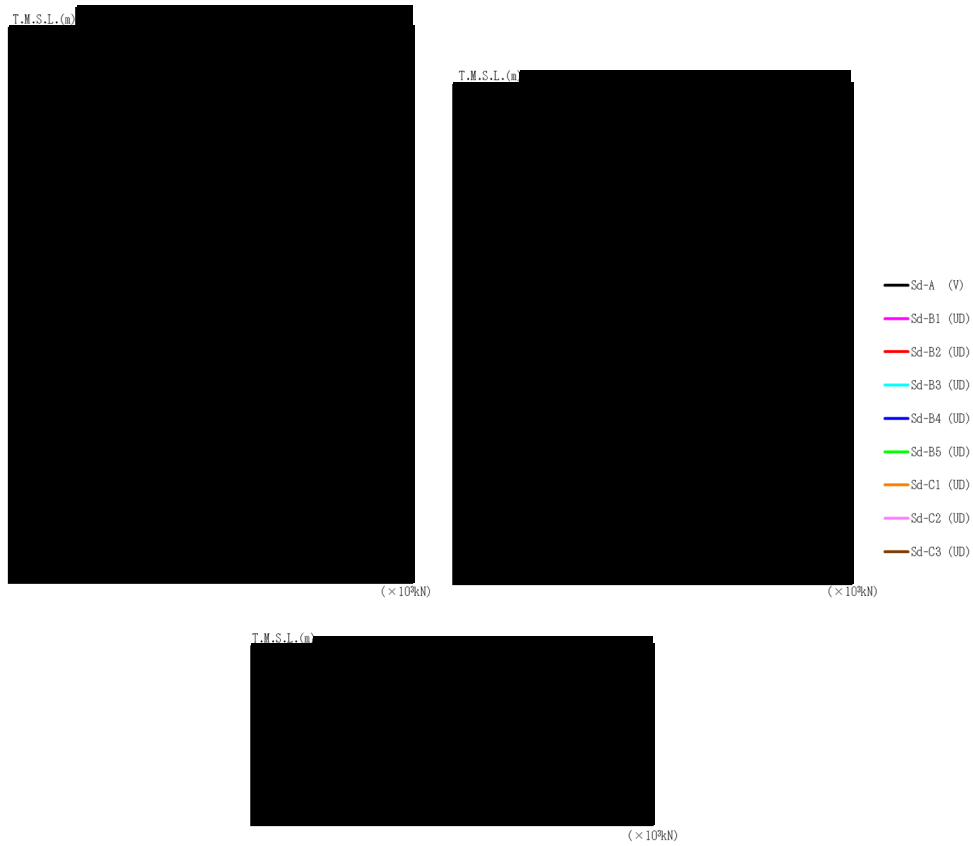
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)								
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)



第 4.1.2-21 図 最大応答変位（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，鉛直方向）

第 4.1.2-23 表 最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動 S d，ケース No. 0，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)								
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)



第 4.1.2-22 図 最大応答軸力（弾性設計用地震動 S d，ケース No.0，鉛直方向）

第 4.1.2-24 表 最大応答軸力一覧表（弾性設計用地震動 S d，ケース No.0，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 (×10 ⁶ kN)								
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)
[Redacted Data]										

第 4.1.2-25 表 浮上り検討 (弾性設計用地震動 S d, ケース No. 0)

(a)NS 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Sd-A (H)			
Sd-B1 (NS)			
Sd-B2 (NS)			
Sd-B3 (NS)			
Sd-B4 (NS)			
Sd-B5 (NS)			
Sd-C1 (NSEW)			
Sd-C2 (NS)			
Sd-C2 (EW)			
Sd-C3 (NS)			
Sd-C3 (EW)			
Sd-C4 (NS)			
Sd-C4 (EW)			

(b)EW 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Sd-A (H)			
Sd-B1 (EW)			
Sd-B2 (EW)			
Sd-B3 (EW)			
Sd-B4 (EW)			
Sd-B5 (EW)			
Sd-C1 (NSEW)			
Sd-C2 (NS)			
Sd-C2 (EW)			
Sd-C3 (NS)			
Sd-C3 (EW)			
Sd-C4 (NS)			
Sd-C4 (EW)			

第 4. 1. 2-26 表 最大接地圧（弾性設計用地震動 S d , ケース No. 0）（1/2）

地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
Sd-A	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-B1	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-B2	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-B3	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-B4	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-B5	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	

第 4. 1. 2-26 表 最大接地圧（弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 0）（2/2）

地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
Sd-C1	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C2 (NS)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C2 (EW)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C3 (NS)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C3 (EW)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C4 (NS)	NS	—	
	EW	—	
Sd-C4 (EW)	NS	—	
	EW	—	

4.1.3 材料物性のばらつきを考慮したケースの地震応答解析結果

(1) 基準地震動 S_s

基準地震動 S_s による最大応答値を第 4.1.3-1 図～第 4.1.3-11 図及び第 4.1.3-1 表～第 4.1.3-11 表に示す。

浮上り検討を第 4.1.3-12 表及び第 4.1.3-13 表，最大接地圧を第 4.1.3-14 表及び第 4.1.3-15 表に示す。

(2) 弾性設計用地震動 S_d

弾性設計用地震動 S_d による最大応答値を第 4.1.3-12 図～第 4.1.3-22 図及び第 4.1.3-16 表～第 4.1.3-26 表に示す。

浮上り検討を第 4.1.3-27 表及び第 4.1.3-28 表，最大接地圧を第 4.1.3-29 表及び第 4.1.3-30 表に示す。



(a) S s - A (H)

第 4. 1. 3-1 図 最大応答加速度 (NS 方向) (1/8)

第 4. 1. 3-1 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (1/8)

(a) S s - A (H)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



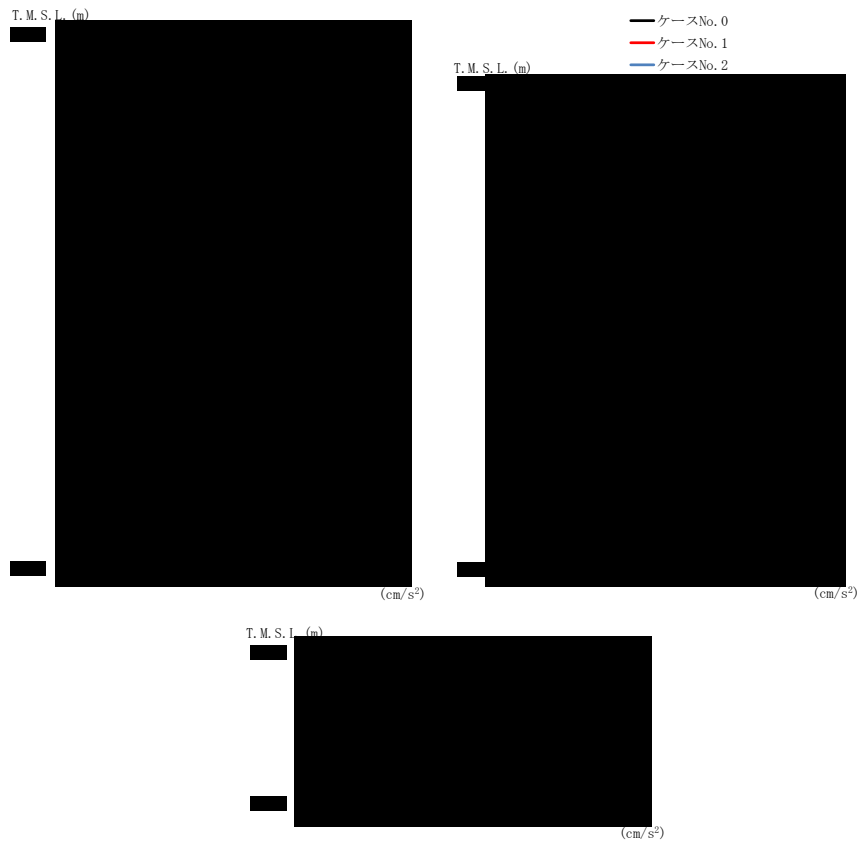
(b) S s - B 3 (NS)

第 4. 1. 3-1 図 最大応答加速度 (NS 方向) (2/8)

第 4. 1. 3-1 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (2/8)

(b) S s - B 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(c) S s - B 4 (N S)

第 4. 1. 3-1 図 最大応答加速度 (NS 方向) (3/8)

第 4. 1. 3-1 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (3/8)

(c) S s - B 4 (N S)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



(d) S s - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-1 図 最大応答加速度 (NS 方向) (4/8)

第 4. 1. 3-1 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (4/8)

(d) S s - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



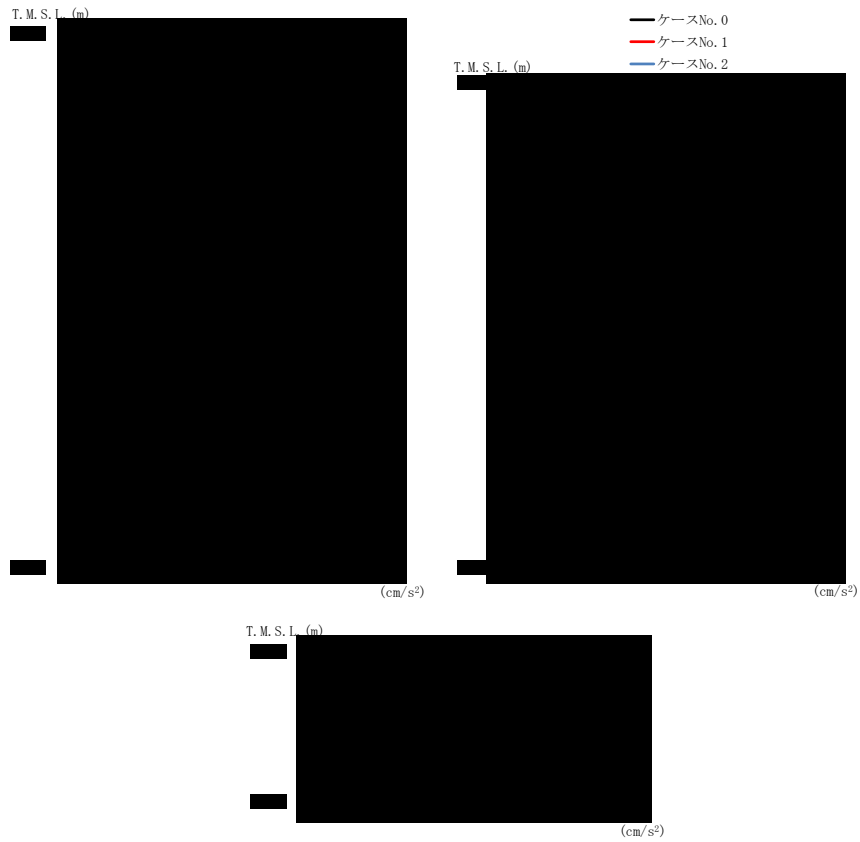
(e) S s - C 3 (NS)

第 4. 1. 3-1 図 最大応答加速度 (NS 方向) (5/8)

第 4. 1. 3-1 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (5/8)

(e) S s - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケー ス No. 0	ケー ス No. 1	ケー ス No. 2
[Redacted Data]				



(f) S s - C 3 (EW)

第 4. 1. 3-1 図 最大応答加速度 (NS 方向) (6/8)

第 4. 1. 3-1 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (6/8)

(f) S s - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



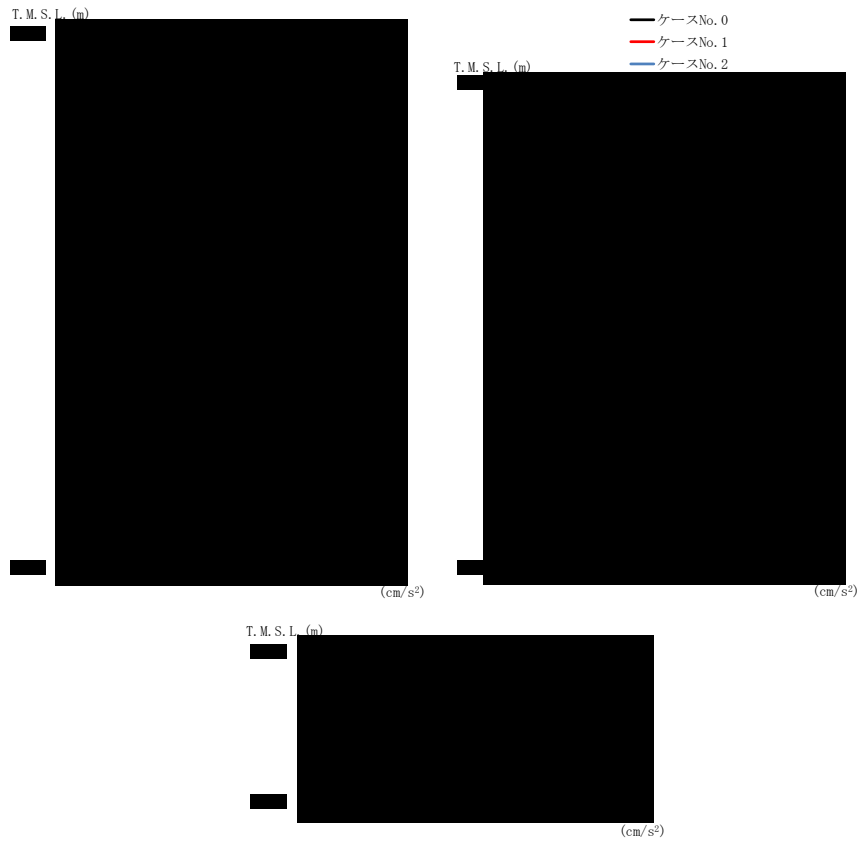
(g) S s - C 4 (NS)

第 4. 1. 3-1 図 最大応答加速度 (NS 方向) (7/8)

第 4. 1. 3-1 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (7/8)

(g) S s - C 4 (NS)

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



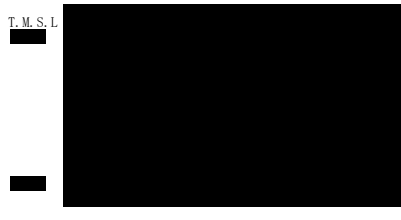
(h) S_s - C 4 (EW)

第 4. 1. 3-1 図 最大応答加速度 (NS 方向) (8/8)

第 4. 1. 3-1 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (8/8)

(h) S_s - C 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



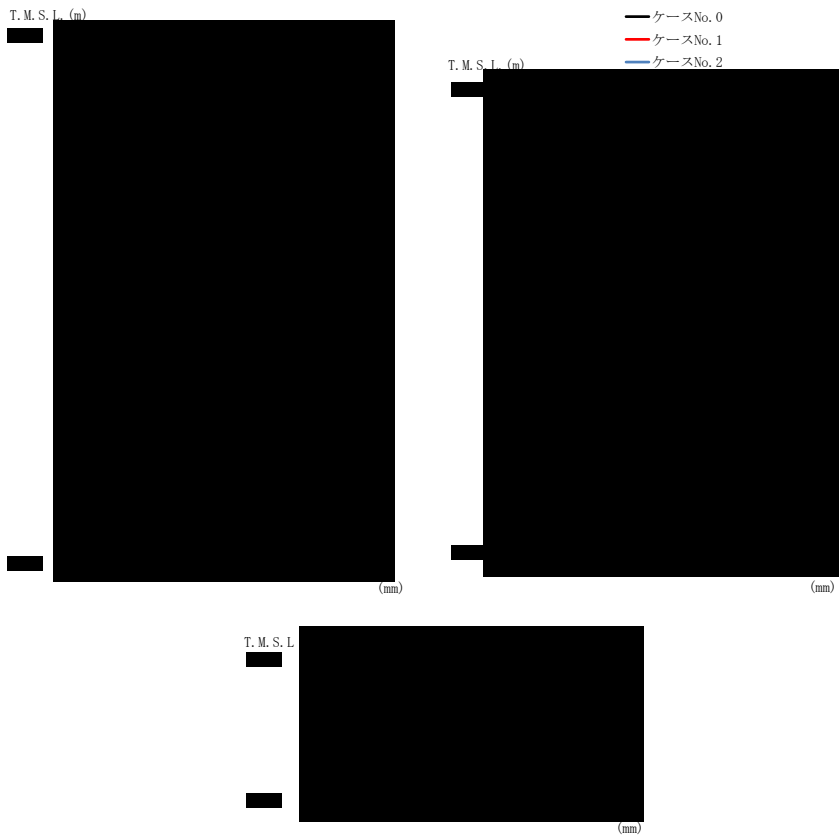
(a) S s - A (H)

第 4.1.3-2 図 最大応答変位 (NS 方向) (1/8)

第 4.1.3-2 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (1/8)

(a) S s - A (H)

T.M.S.L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



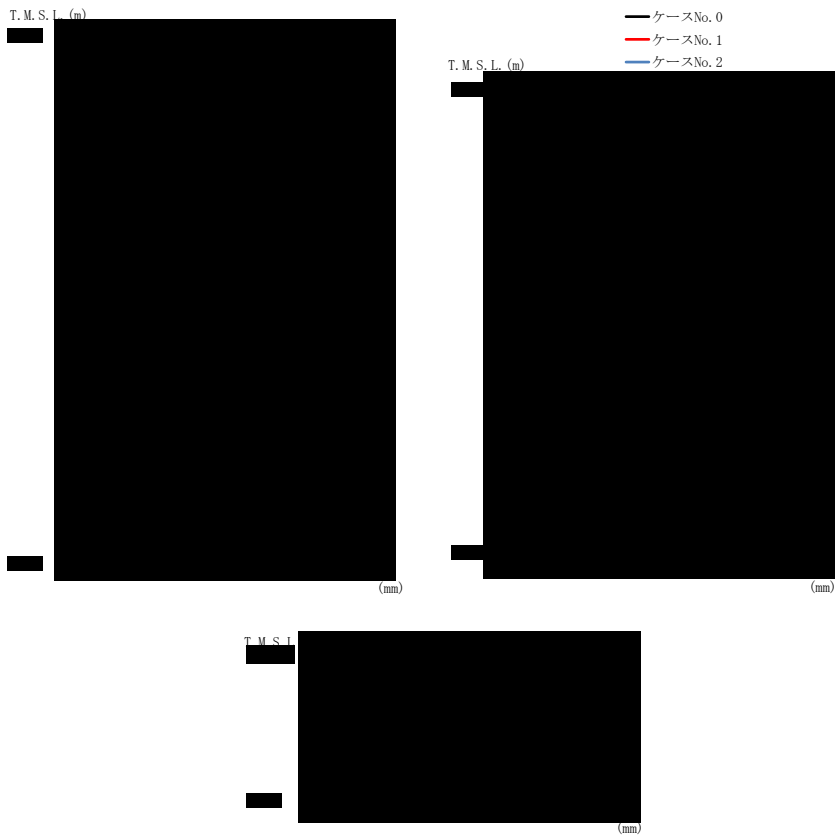
(b) S s - B 3 (NS)

第 4. 1. 3-2 図 最大応答変位 (NS 方向) (2/8)

第 4. 1. 3-2 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (2/8)

(b) S s - B 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



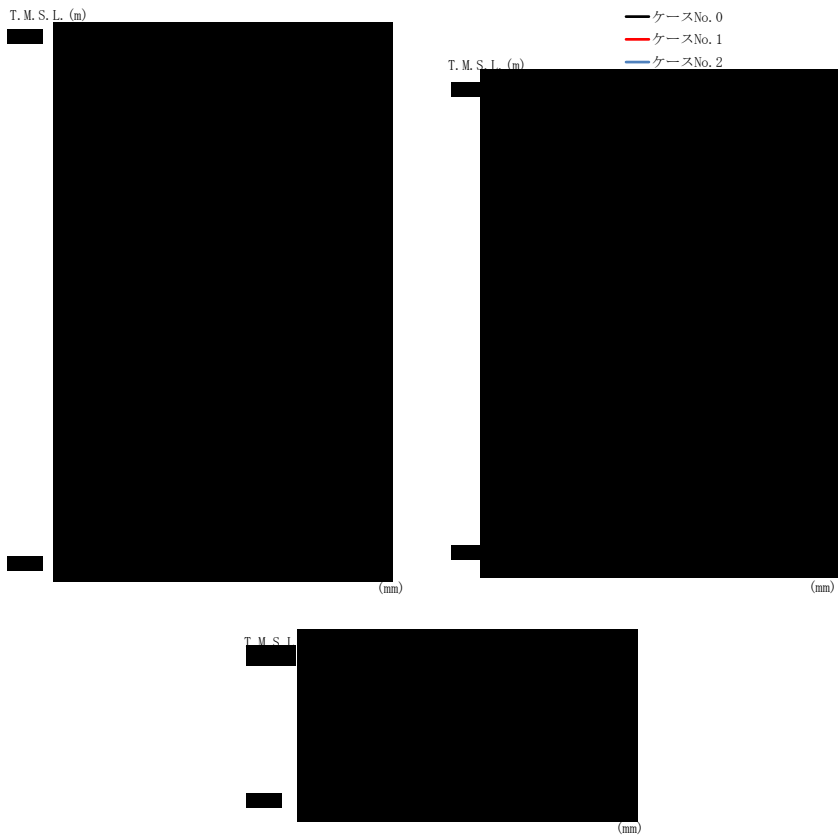
(c) S s - B 4 (NS)

第 4.1.3-2 図 最大応答変位 (NS 方向) (3/8)

第 4.1.3-2 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (3/8)

(c) S s - B 4 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



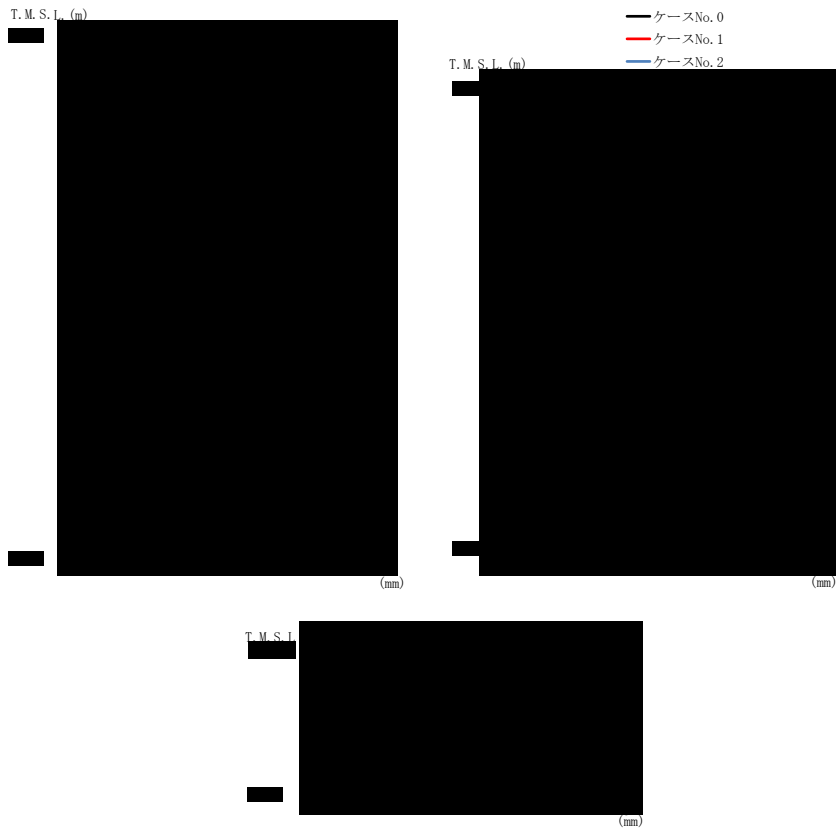
(d) S s - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-2 図 最大応答変位 (NS 方向) (4/8)

第 4. 1. 3-2 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (4/8)

(d) S s - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



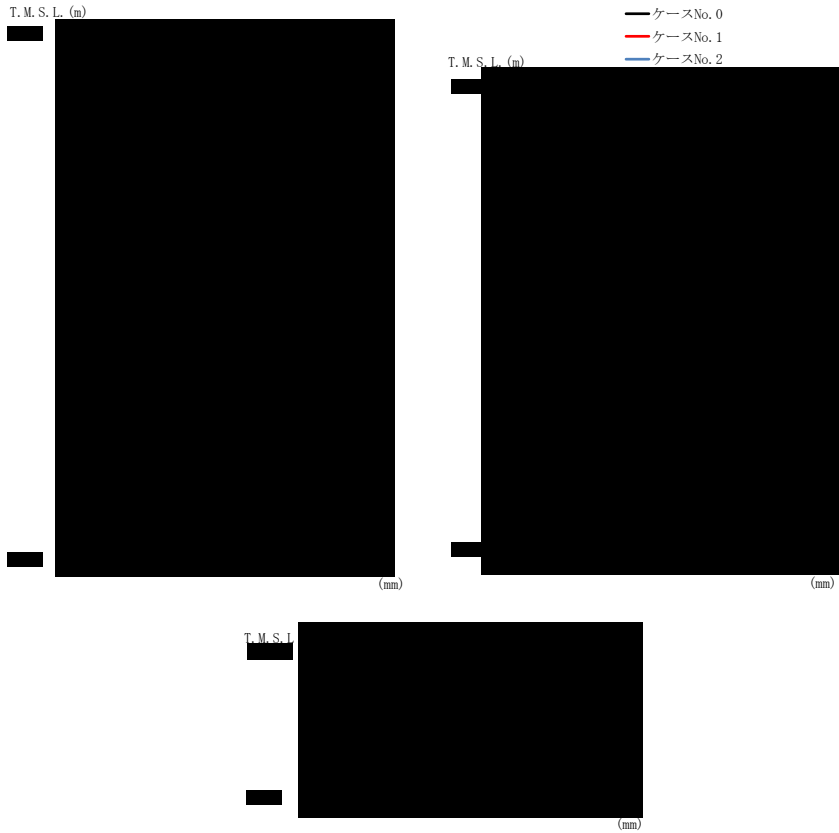
(e) S s - C 3 (NS)

第 4.1.3-2 図 最大応答変位 (NS 方向) (5/8)

第 4.1.3-2 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (5/8)

(e) S s - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



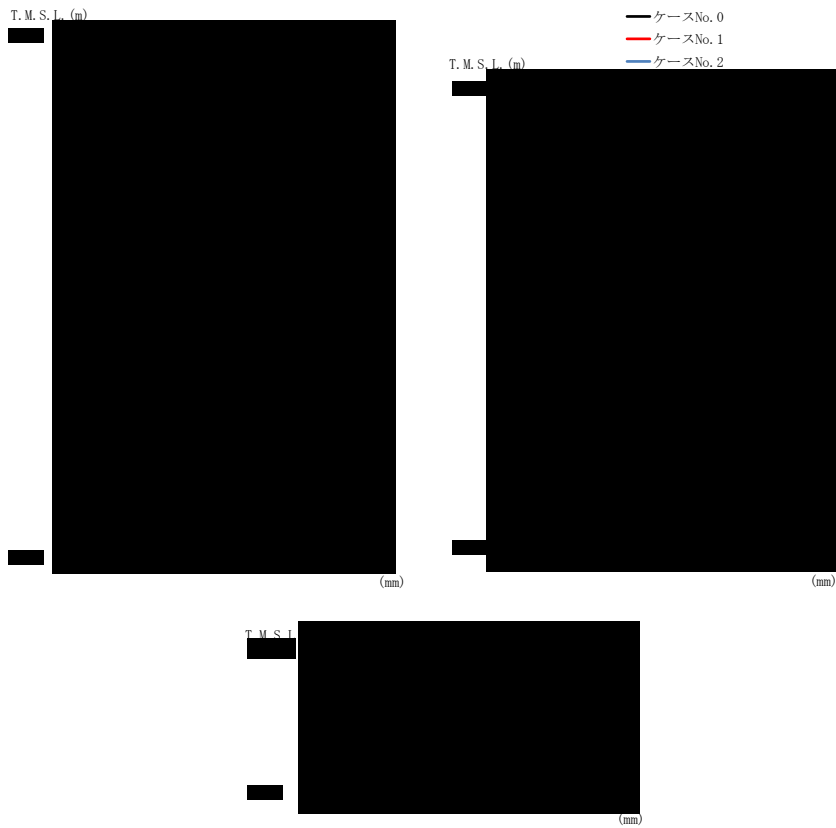
(f) S s - C 3 (EW)

第 4. 1. 3-2 図 最大応答変位 (NS 方向) (6/8)

第 4. 1. 3-2 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (6/8)

(f) S s - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



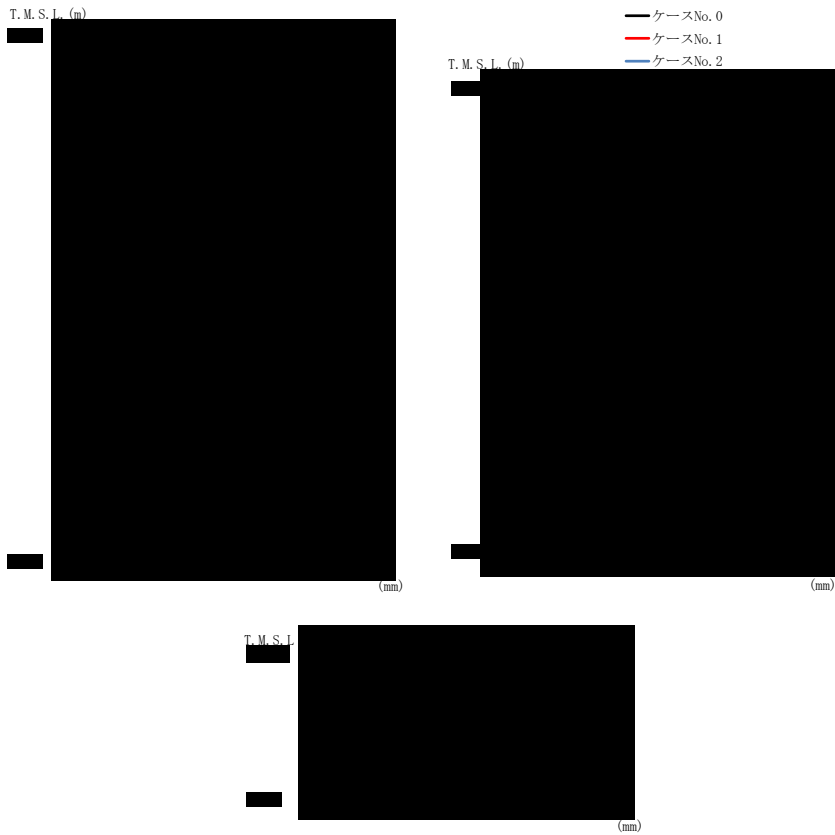
(g) S s - C 4 (NS)

第 4.1.3-2 図 最大応答変位 (NS 方向) (7/8)

第 4.1.3-2 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (7/8)

(g) S s - C 4 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted]				



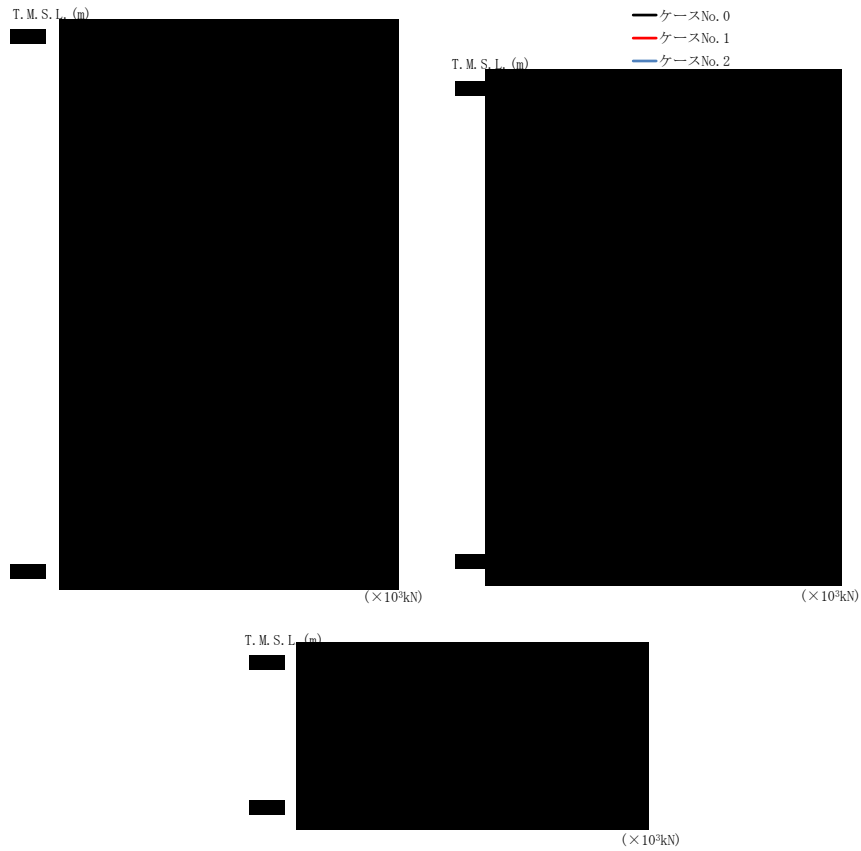
(h) S s - C 4 (E W)

第 4. 1. 3-2 図 最大応答変位 (NS 方向) (8 / 8)

第 4. 1. 3-2 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (8 / 8)

(h) S s - C 4 (E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(a) S s - A (H)

第 4. 1. 3-3 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (1/8)

第 4. 1. 3-3 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (1/8)

(a) S s - A (H)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



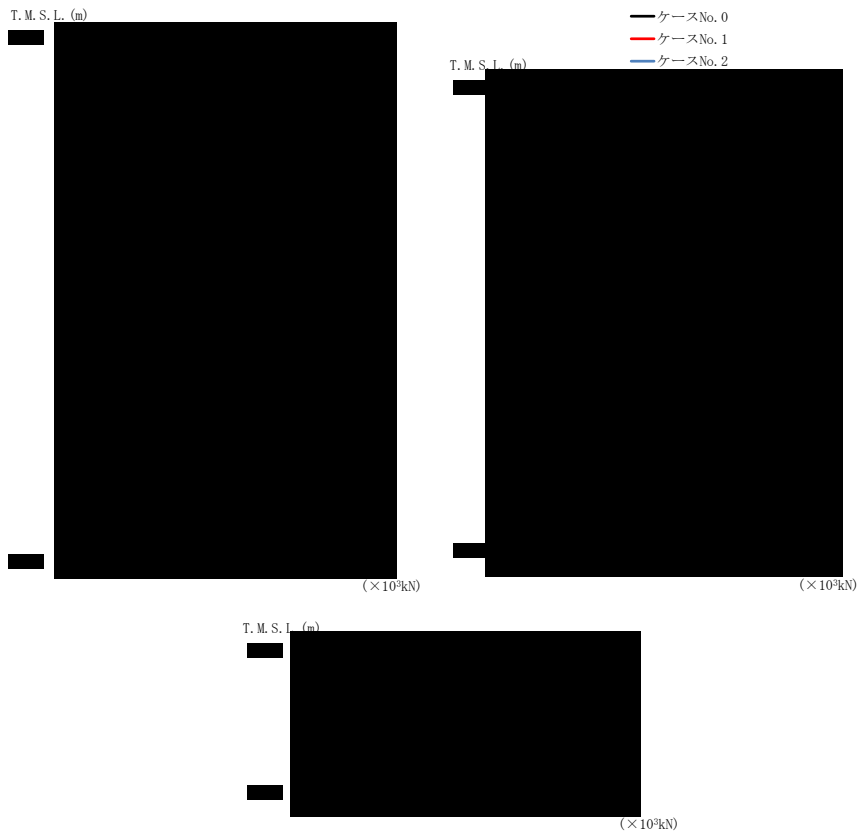
(b) S s - B 3 (NS)

第 4.1.3-3 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (2/8)

第 4.1.3-3 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (2/8)

(b) S s - B 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



(c) S s - B 4 (N S)

第 4. 1. 3-3 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (3/8)

第 4. 1. 3-3 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (3/8)

(c) S s - B 4 (N S)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



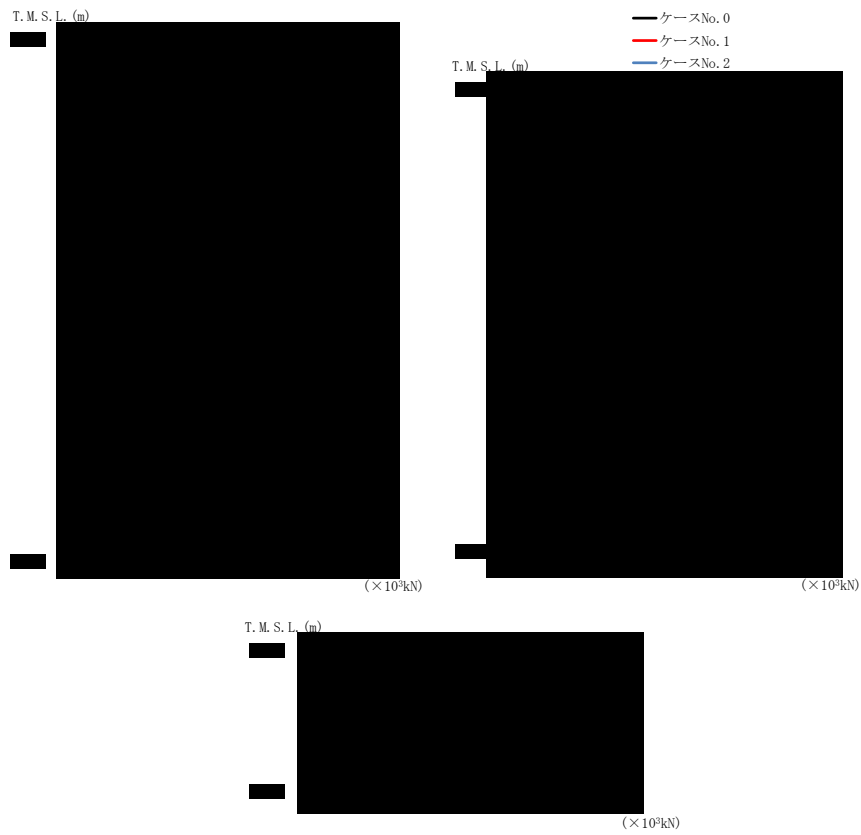
(d) S s - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-3 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (4/8)

第 4. 1. 3-3 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (4/8)

(d) S s - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(e) S s - C 3 (NS)

第 4.1.3-3 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (5/8)

第 4.1.3-3 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (5/8)

(e) S s - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



(f) S s - C 3 (EW)

第 4. 1. 3-3 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (6/8)

第 4. 1. 3-3 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (6/8)

(f) S s - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(g) S s - C 4 (NS)

第 4. 1. 3-3 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (7/8)

第 4. 1. 3-3 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (7/8)

(g) S s - C 4 (NS)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



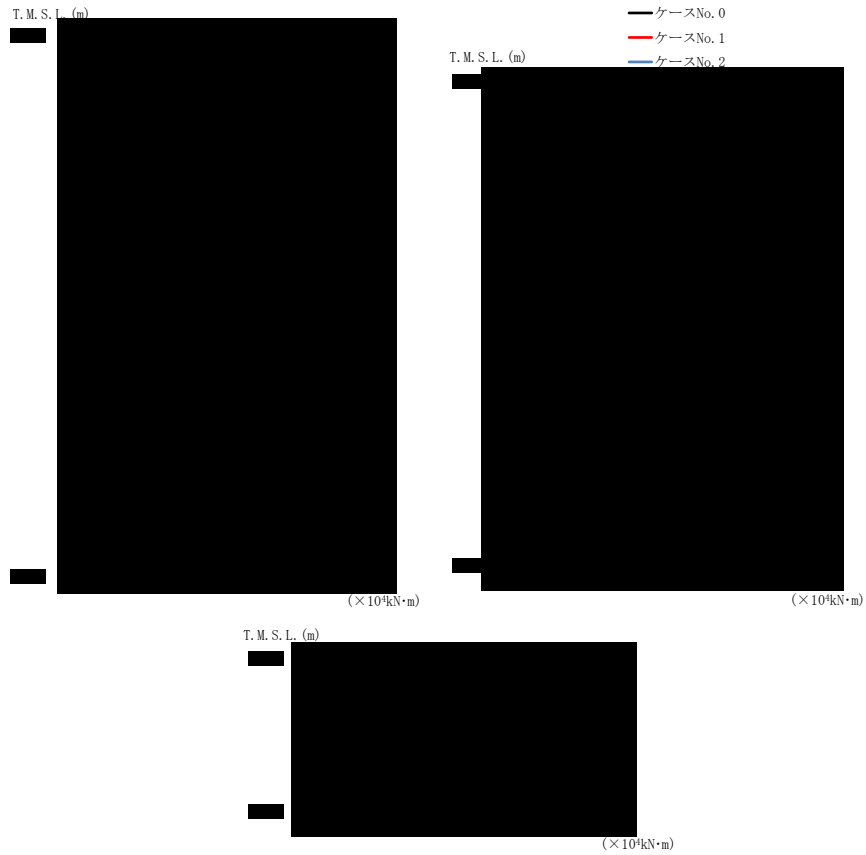
(h) S s - C 4 (EW)

第 4.1.3-3 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (8/8)

第 4.1.3-3 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (8/8)

(h) S s - C 4 (EW)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



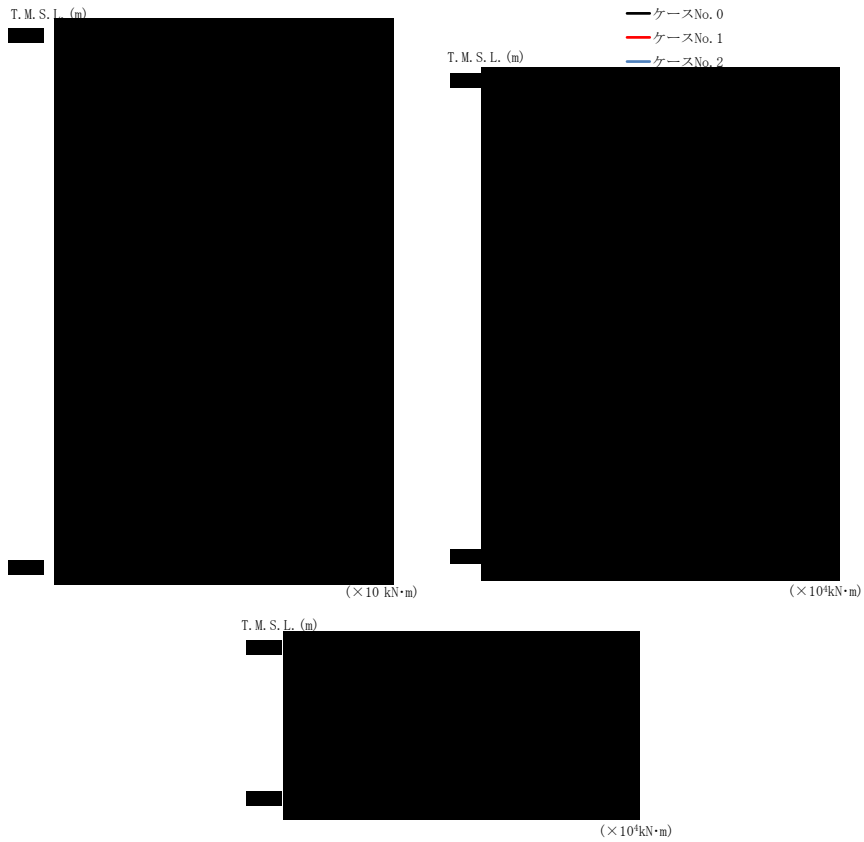
(a) S s - A (H)

第 4. 1. 3-4 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (1/8)

第 4. 1. 3-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (1/8)

(a) S s - A (H)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



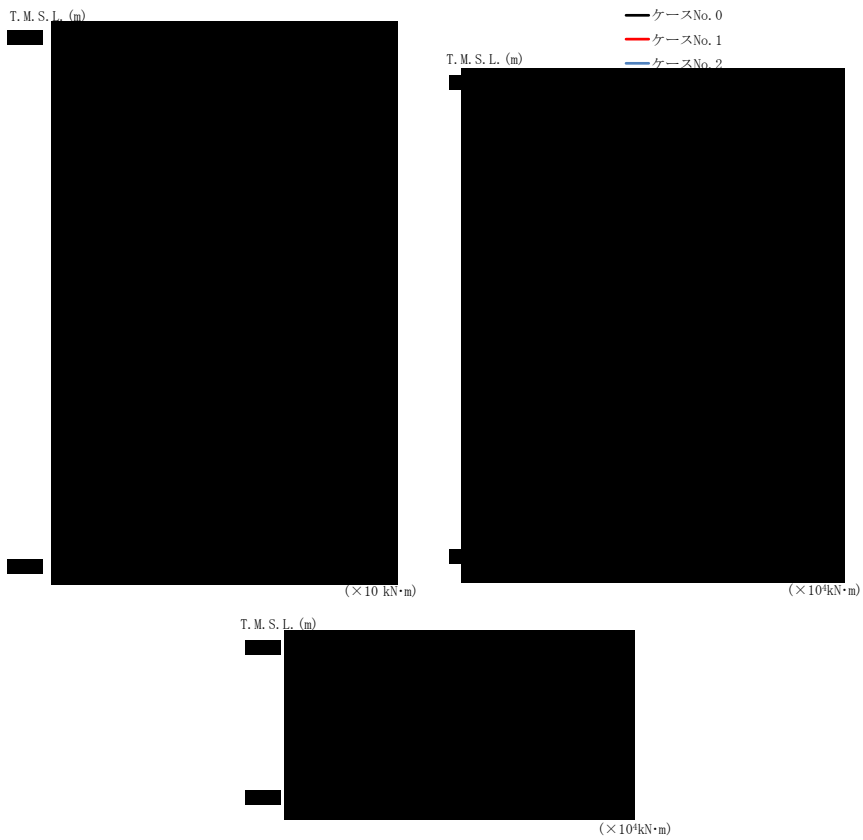
(b) S s - B 3 (NS)

第 4. 1. 3-4 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (2/8)

第 4. 1. 3-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (2/8)

(b) S s - B 3 (NS)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント(×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



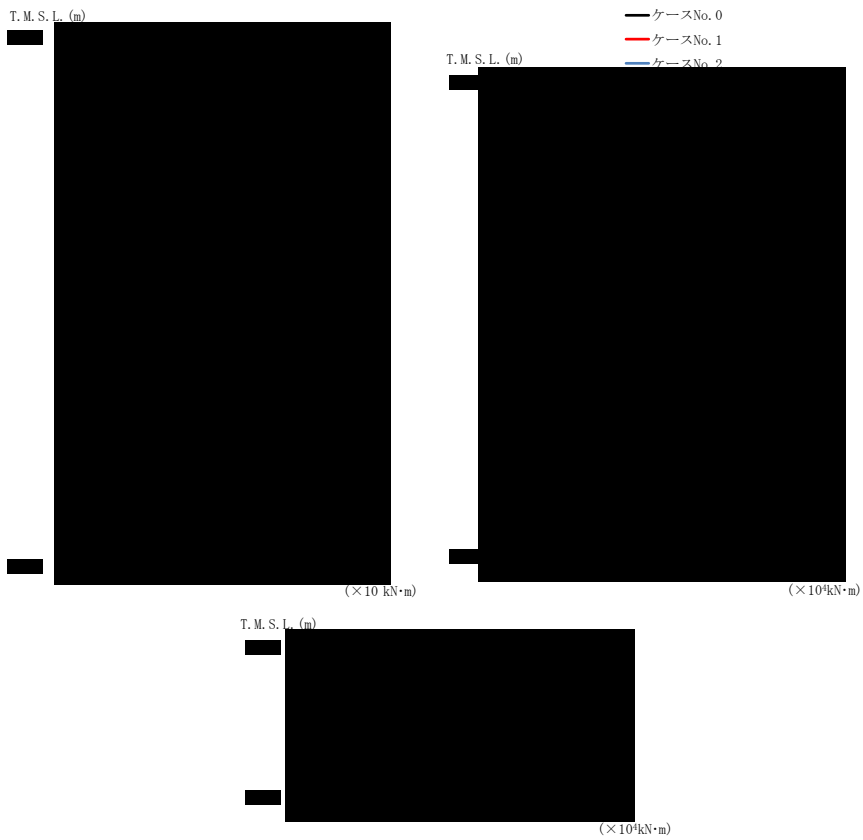
(c) S s - B 4 (NS)

第 4. 1. 3-4 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (3/8)

第 4. 1. 3-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (3/8)

(c) S s - B 4 (NS)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント(×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



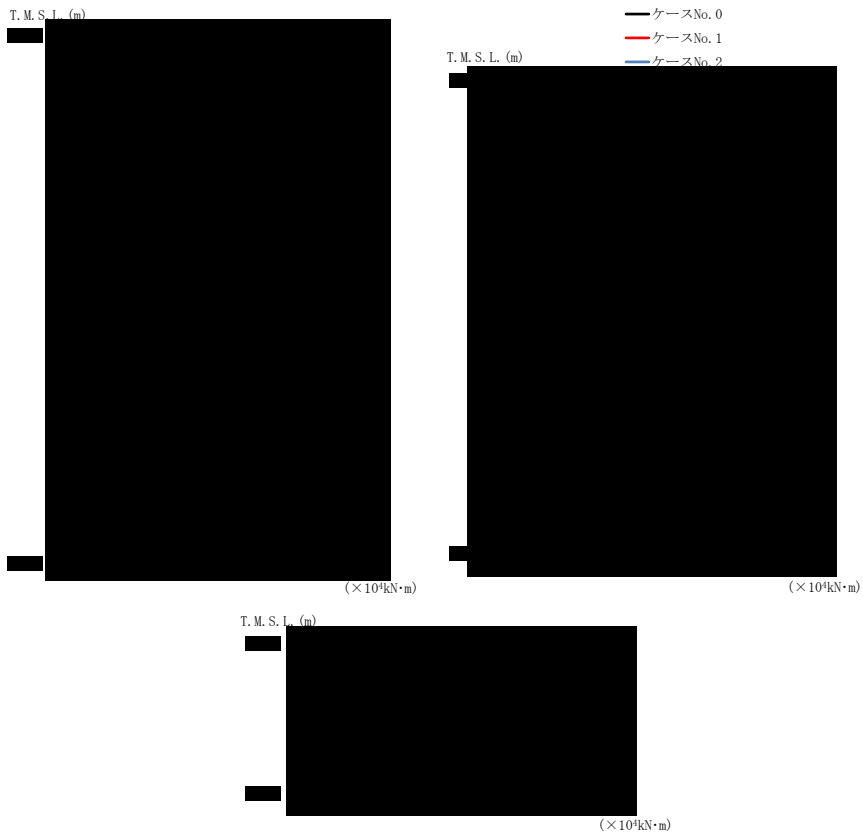
(d) S s - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-4 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (4/8)

第 4. 1. 3-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (4/8)

(d) S s - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



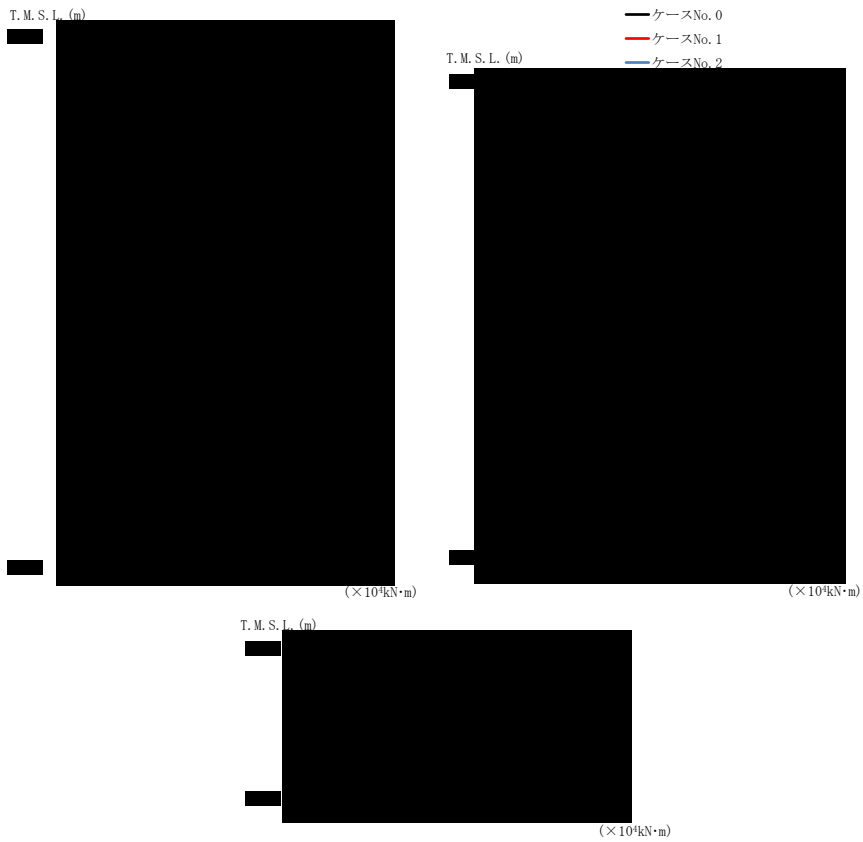
(e) S s - C 3 (NS)

第 4. 1. 3-4 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (5/8)

第 4. 1. 3-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (5/8)

(e) S s - C 3 (NS)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント(×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



(f) S s - C 3 (EW)

第 4. 1. 3-4 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (6/8)

第 4. 1. 3-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (6/8)

(f) S s - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



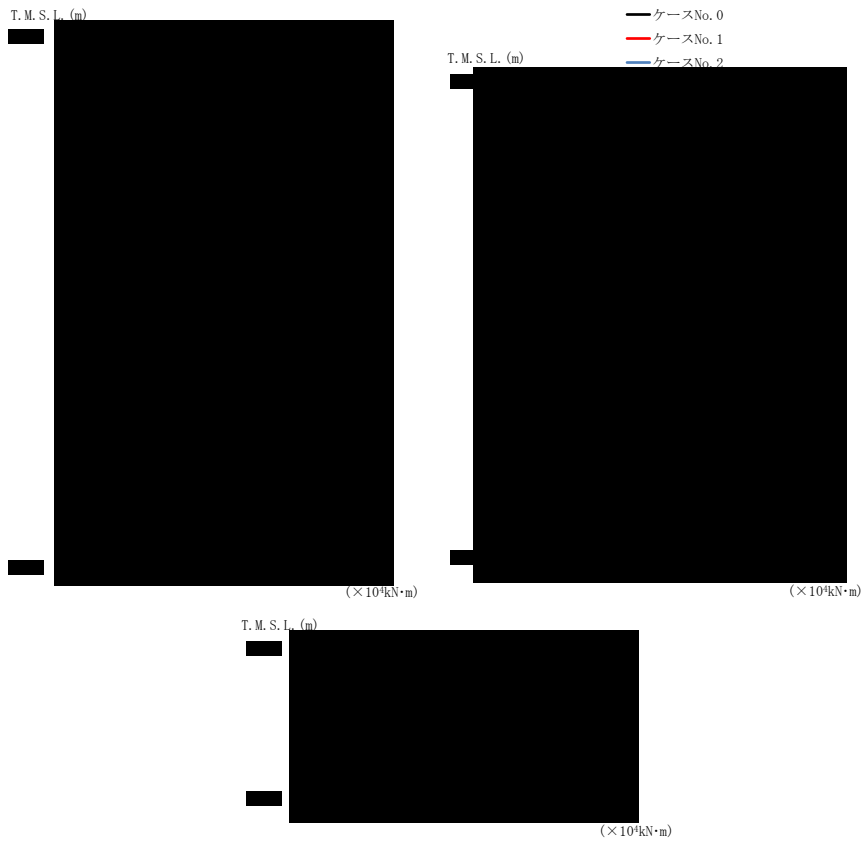
(g) S s - C 4 (NS)

第 4.1.3-4 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (7/8)

第 4.1.3-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (7/8)

(g) S s - C 4 (NS)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



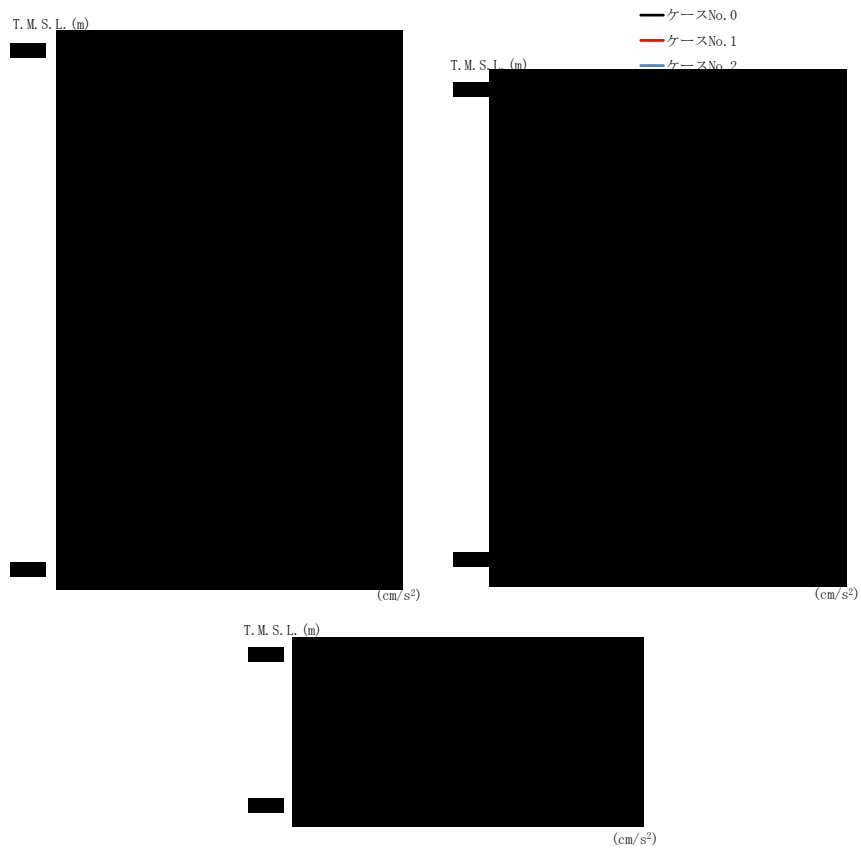
(h) S s - C 4 (E W)

第 4. 1. 3-4 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (8/8)

第 4. 1. 3-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (8/8)

(h) S s - C 4 (E W)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



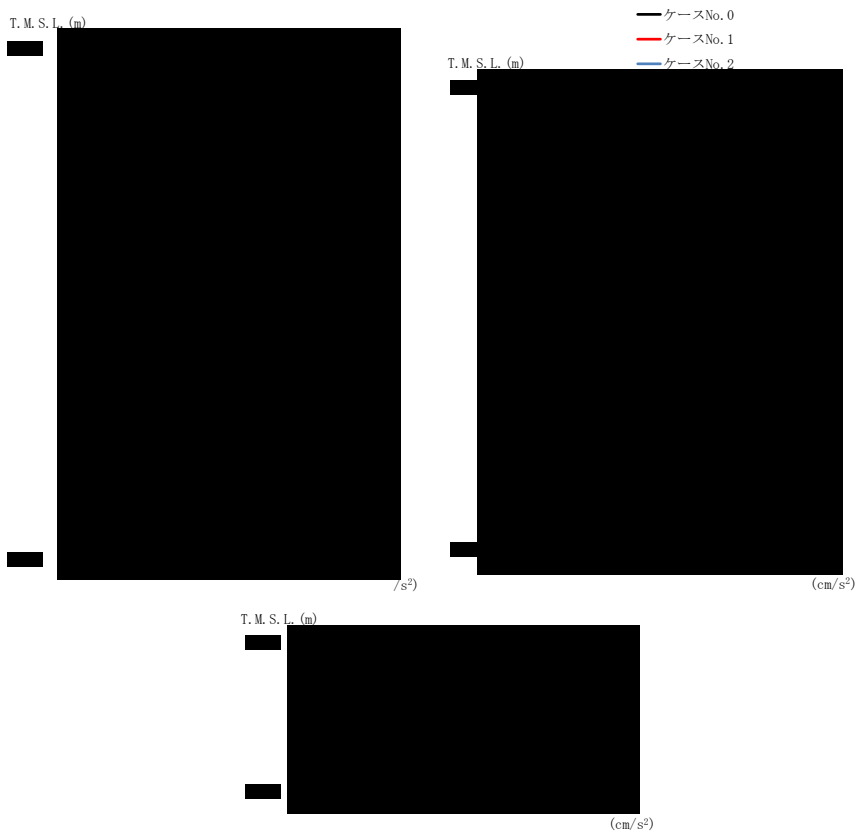
(a) S s - A (H)

第 4. 1. 3-5 図 最大応答加速度 (EW 方向) (1/8)

第 4. 1. 3-5 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (1/8)

(a) S s - A (H)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



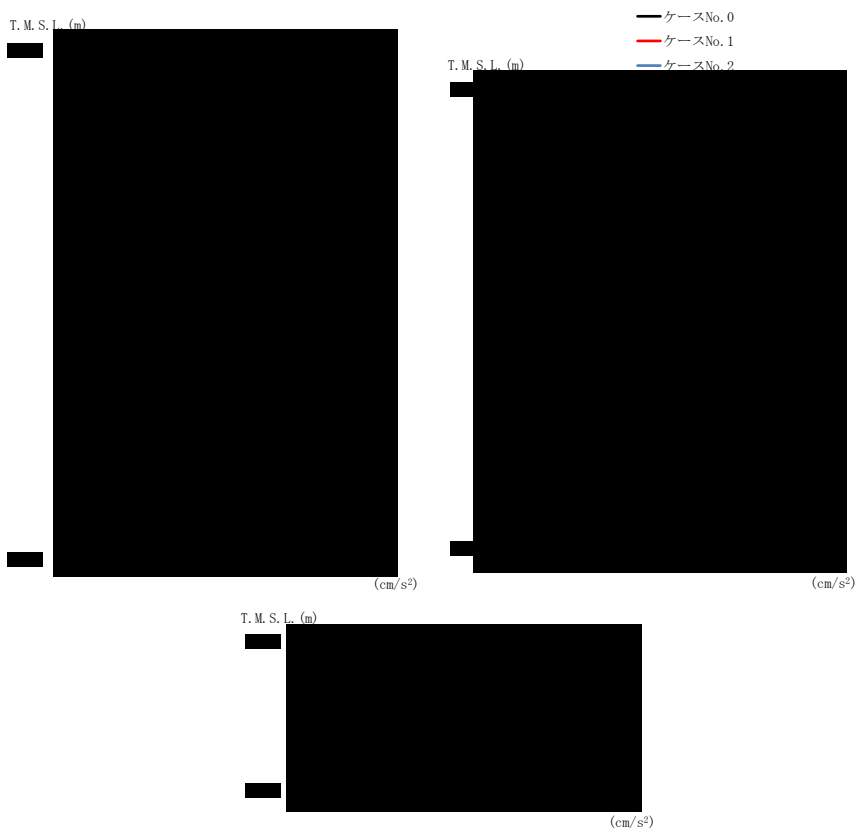
(b) S s - B 3 (EW)

第 4. 1. 3-5 図 最大応答加速度 (EW 方向) (2/8)

第 4. 1. 3-5 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (2/8)

(b) S s - B 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(c) S s - B 4 (EW)

第 4. 1. 3-5 図 最大応答加速度 (EW 方向) (3/8)

第 4. 1. 3-5 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (3/8)

(c) S s - B 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



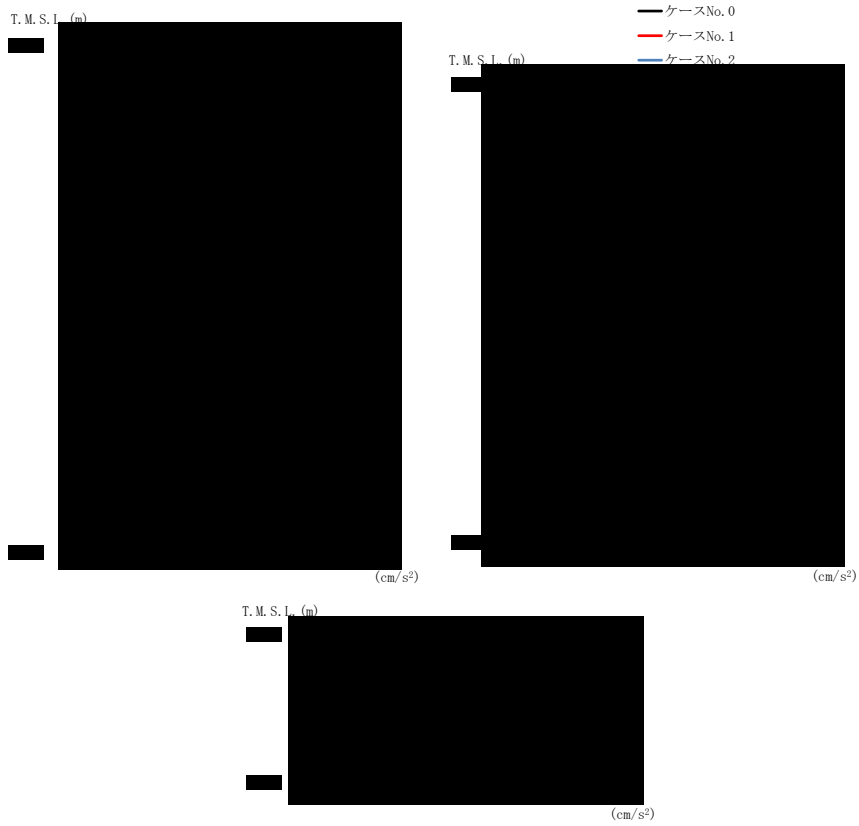
(d) S s - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-5 図 最大応答加速度 (EW 方向) (4/8)

第 4. 1. 3-5 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (4/8)

(d) S s - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(e) S s - C 3 (NS)

第 4. 1. 3-5 図 最大応答加速度 (EW 方向) (5/8)

第 4. 1. 3-5 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (5/8)

(e) S s - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



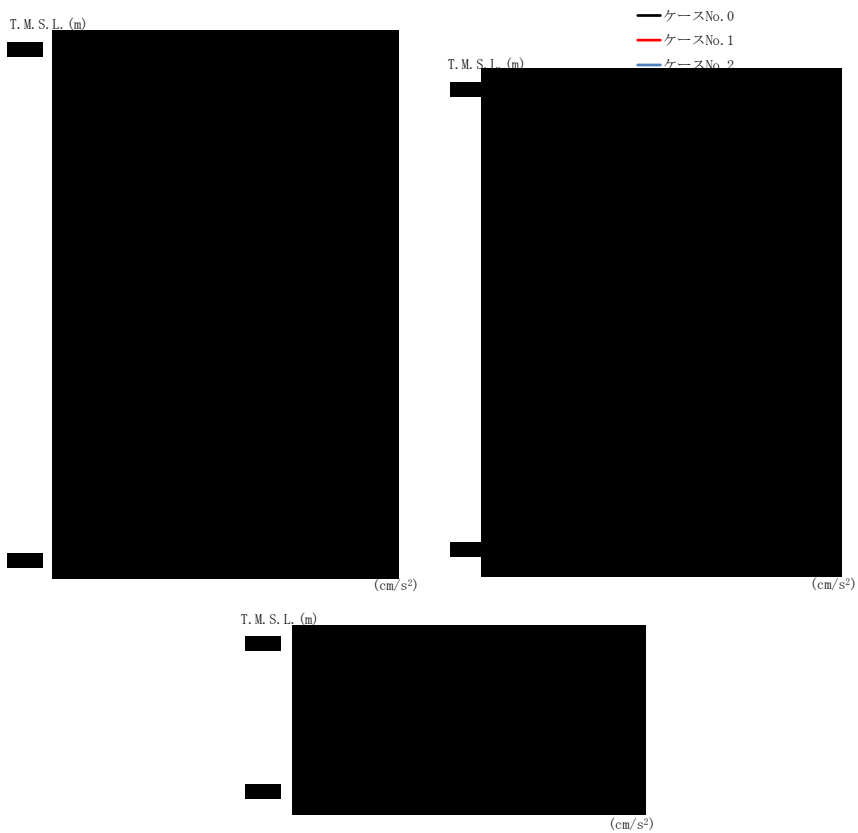
(f) S s - C 3 (EW)

第 4. 1. 3-5 図 最大応答加速度 (EW 方向) (6/8)

第 4. 1. 3-5 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (6/8)

(f) S s - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



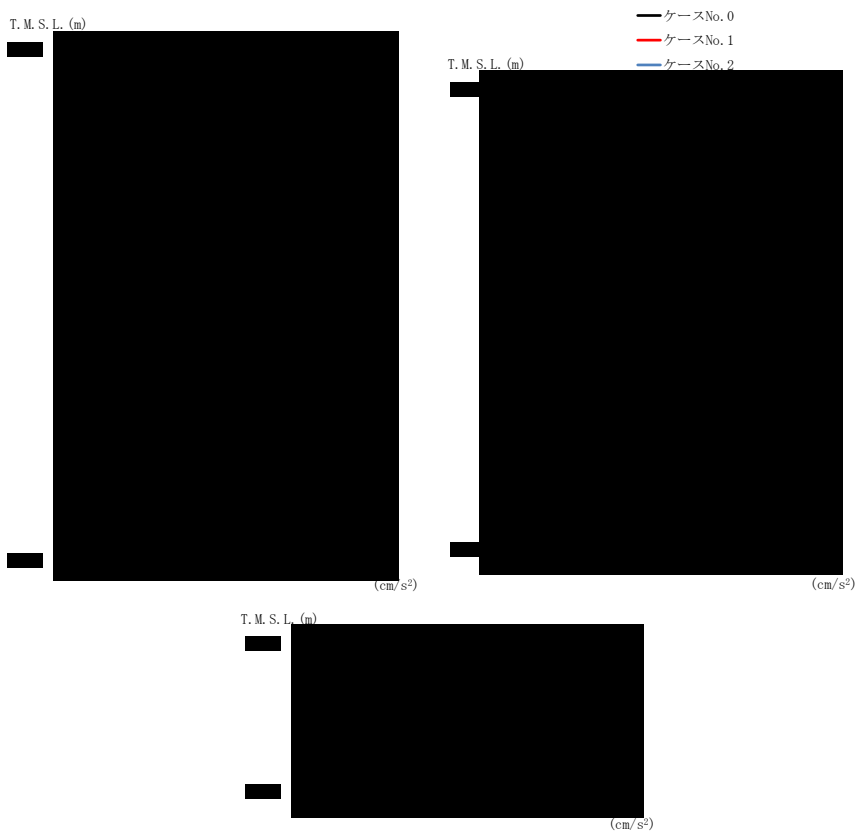
(g) S s - C 4 (NS)

第 4. 1. 3-5 図 最大応答加速度 (EW 方向) (7/8)

第 4. 1. 3-5 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (7/8)

(g) S s - C 4 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



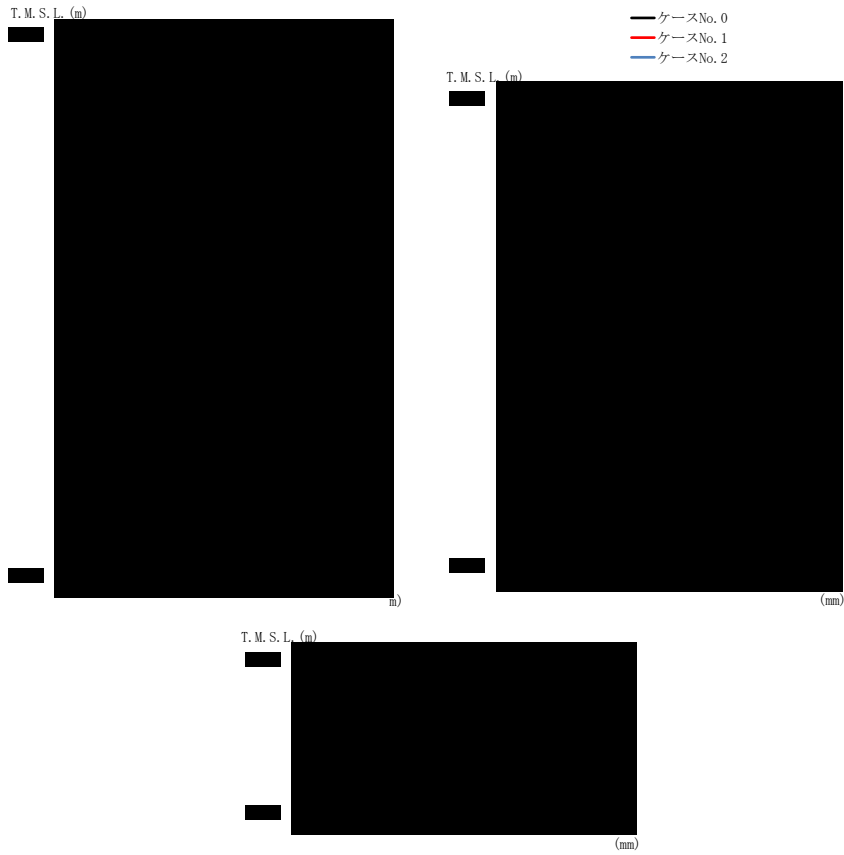
(h) S s - C 4 (EW)

第 4. 1. 3-5 図 最大応答加速度 (EW 方向) (8/8)

第 4. 1. 3-5 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (8/8)

(h) S s - C 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケー ス No. 0	ケー ス No. 1	ケー ス No. 2
[Redacted Data]				



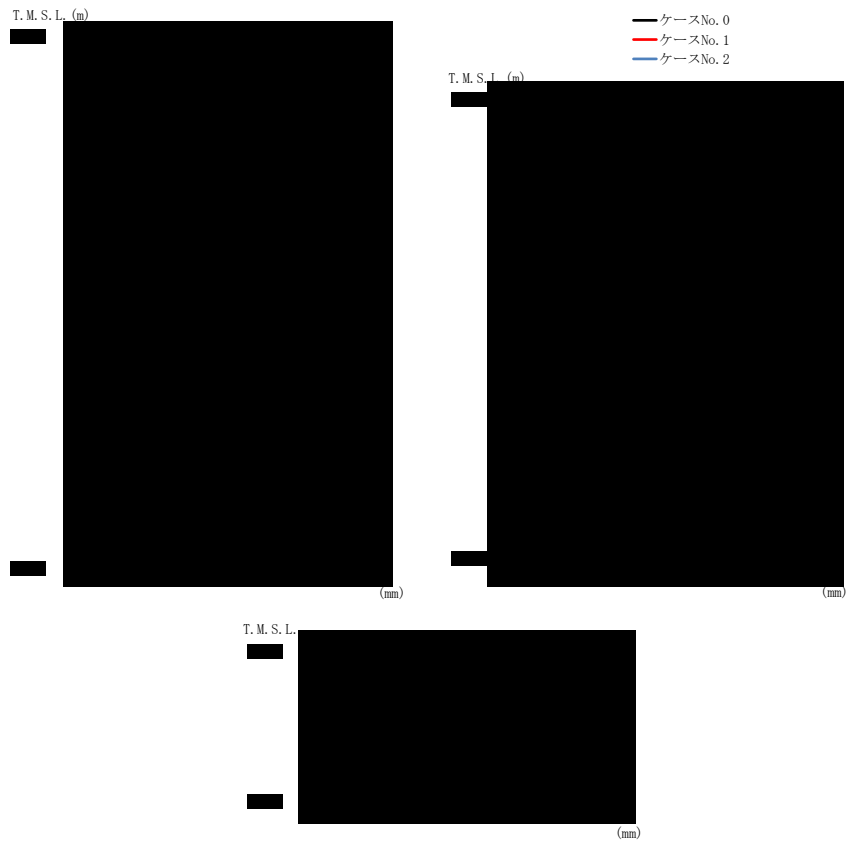
(a) S s - A (H)

第 4. 1. 3-6 図 最大応答変位 (EW 方向) (1/8)

第 4. 1. 3-6 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (1/8)

(a) S s - A (H)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



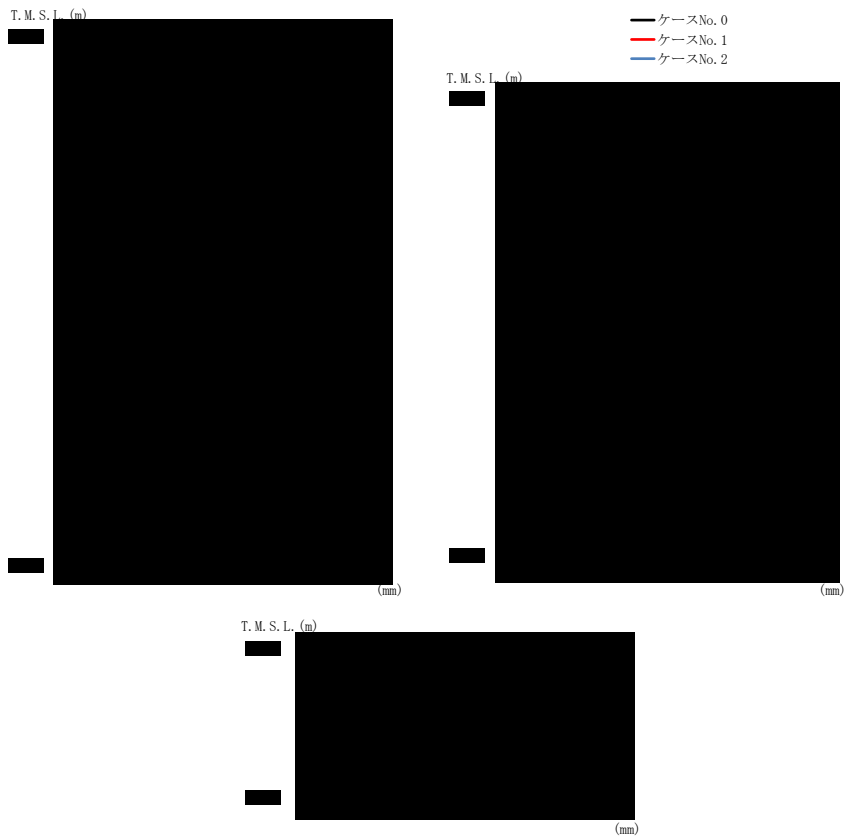
(b) S s - B 3 (EW)

第 4.1.3-6 図 最大応答変位 (EW 方向) (2/8)

第 4.1.3-6 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (2/8)

(b) S s - B 3 (EW)

T.M.S.L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



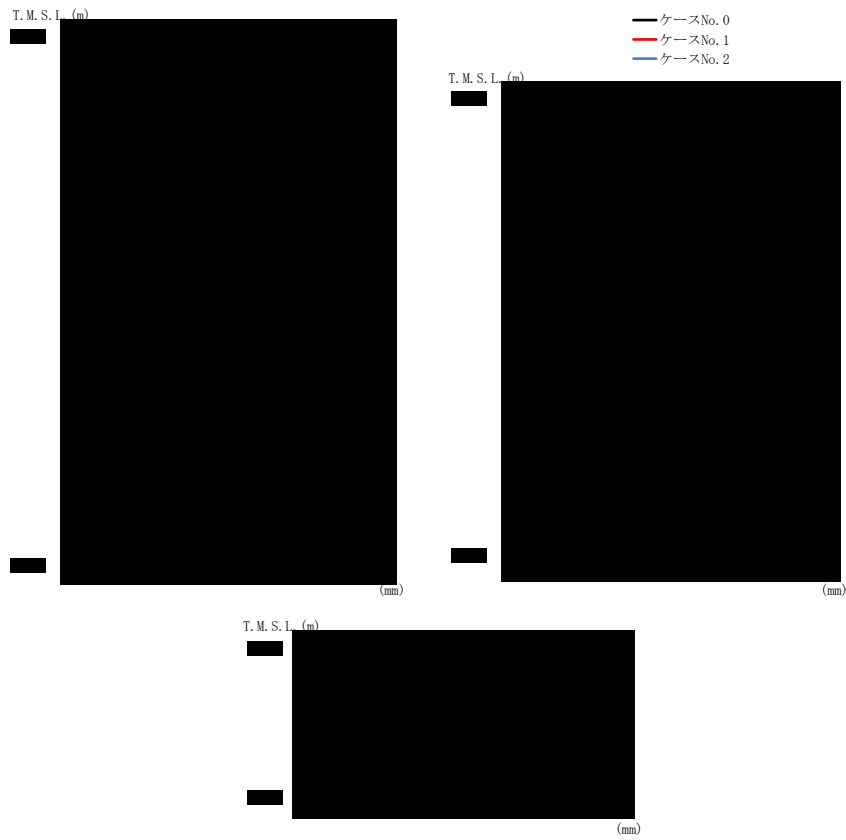
(c) S s - B 4 (EW)

第 4. 1. 3-6 図 最大応答変位 (EW 方向) (3/8)

第 4. 1. 3-6 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (3/8)

(c) S s - B 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



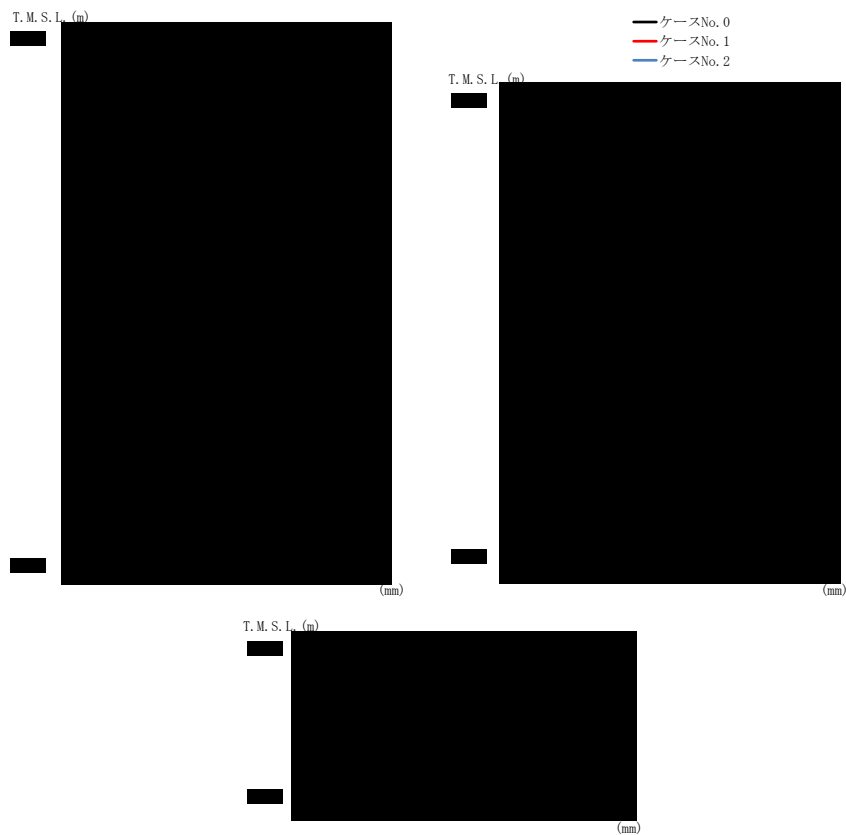
(d) S s - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-6 図 最大応答変位 (EW 方向) (4/8)

第 4. 1. 3-6 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (4/8)

(d) S s - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



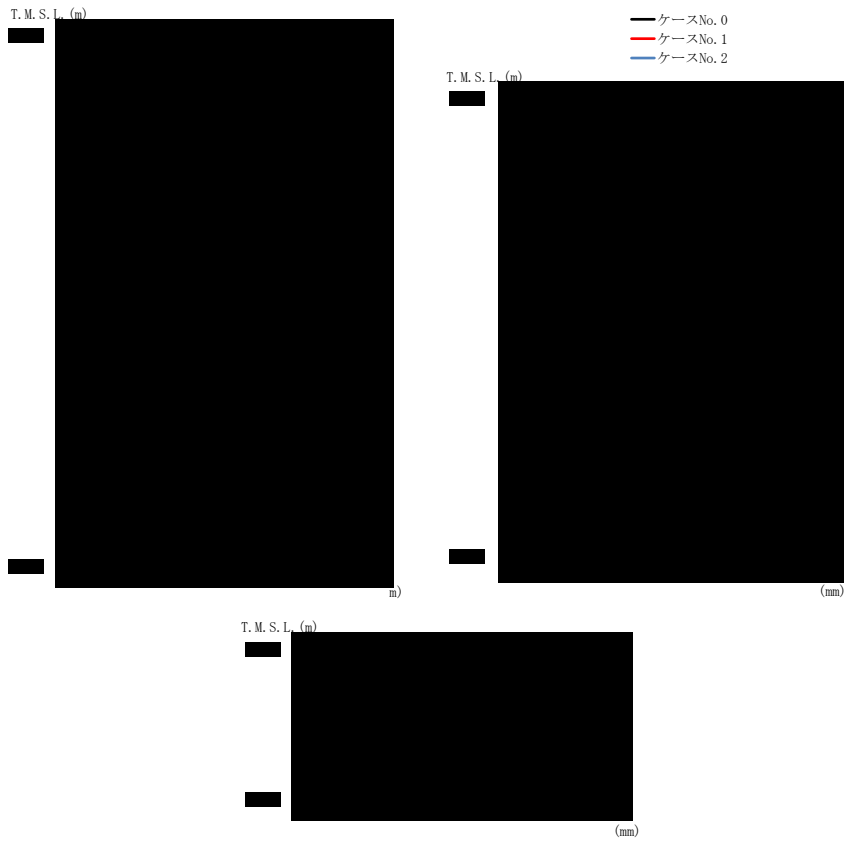
(e) S s - C 3 (NS)

第 4.1.3-6 図 最大応答変位 (EW 方向) (5/8)

第 4.1.3-6 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (5/8)

(e) S s - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



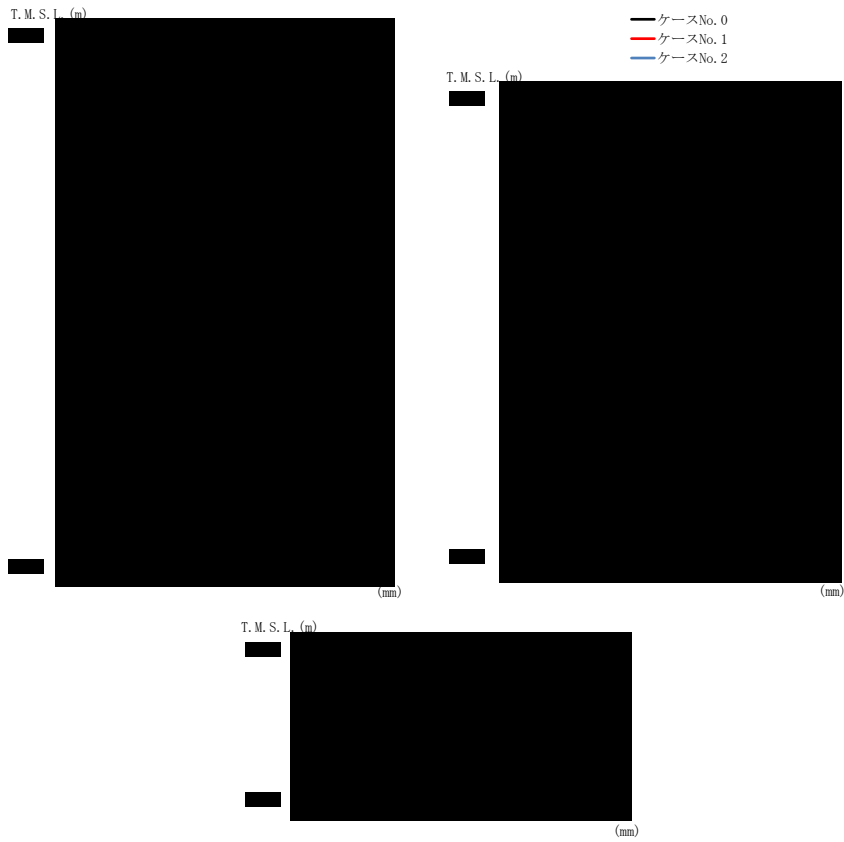
(f) S s - C 3 (EW)

第 4. 1. 3-6 図 最大応答変位 (EW 方向) (6/8)

第 4. 1. 3-6 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (6/8)

(f) S s - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



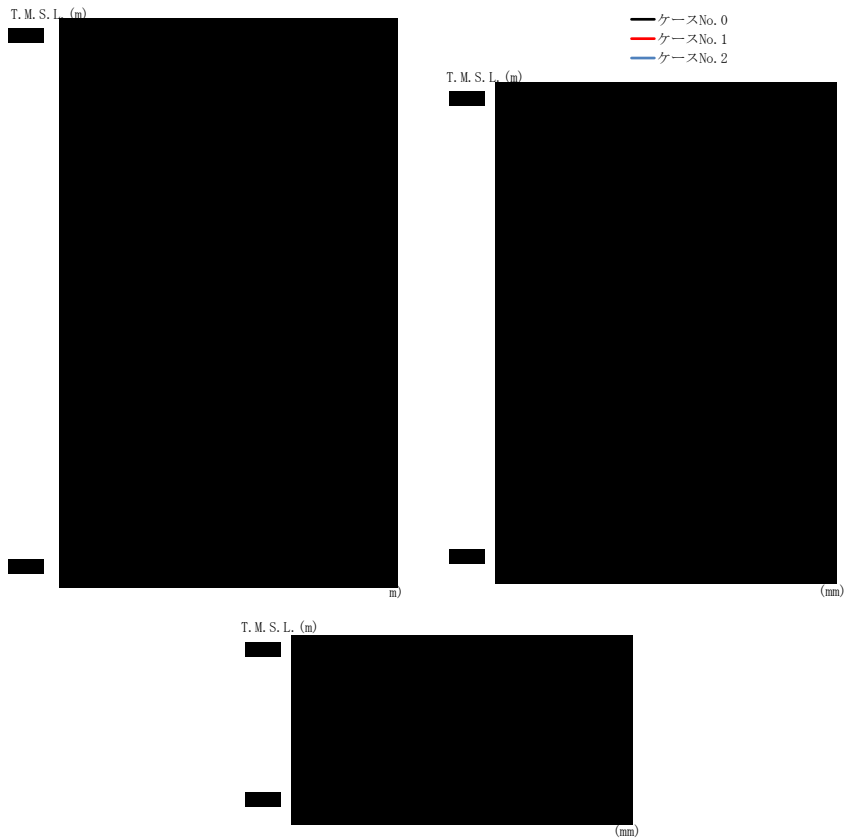
(g) S s - C 4 (NS)

第 4.1.3-6 図 最大応答変位 (EW 方向) (7/8)

第 4.1.3-6 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (7/8)

(g) S s - C 4 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



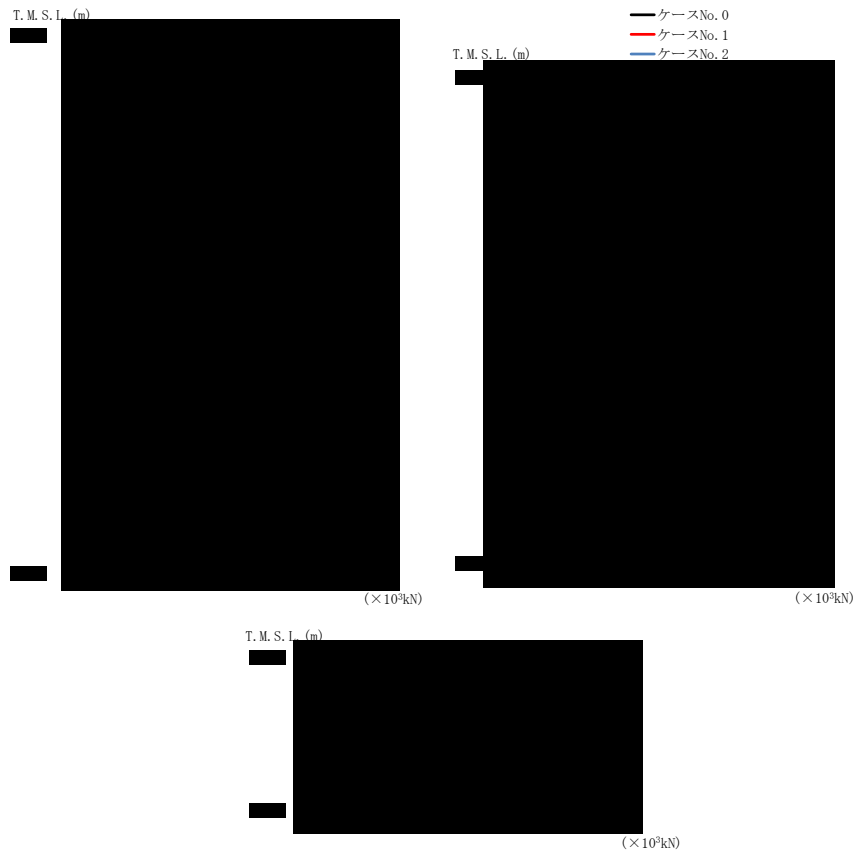
(h) S s - C 4 (EW)

第 4. 1. 3-6 図 最大応答変位 (EW 方向) (8/8)

第 4. 1. 3-6 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (8/8)

(h) S s - C 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



(a) S s - A (H)

第 4. 1. 3-7 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (1/8)

第 4. 1. 3-7 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (1/8)

(a) S s - A (H)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



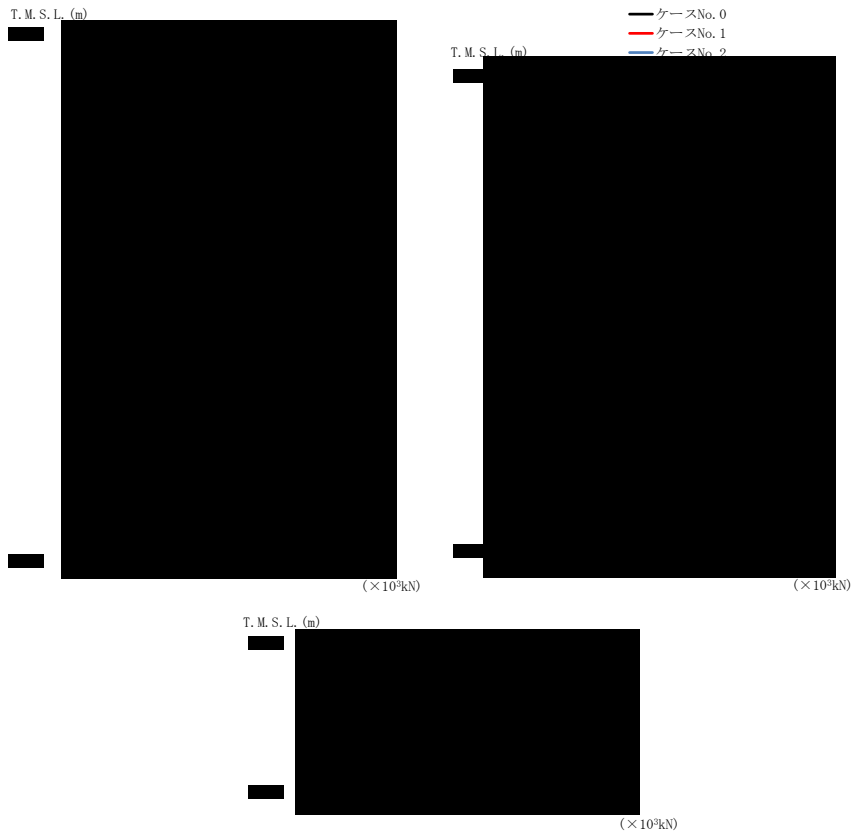
(b) S s - B 3 (EW)

第 4. 1. 3-7 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (2/8)

第 4. 1. 3-7 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (2/8)

(b) S s - B 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



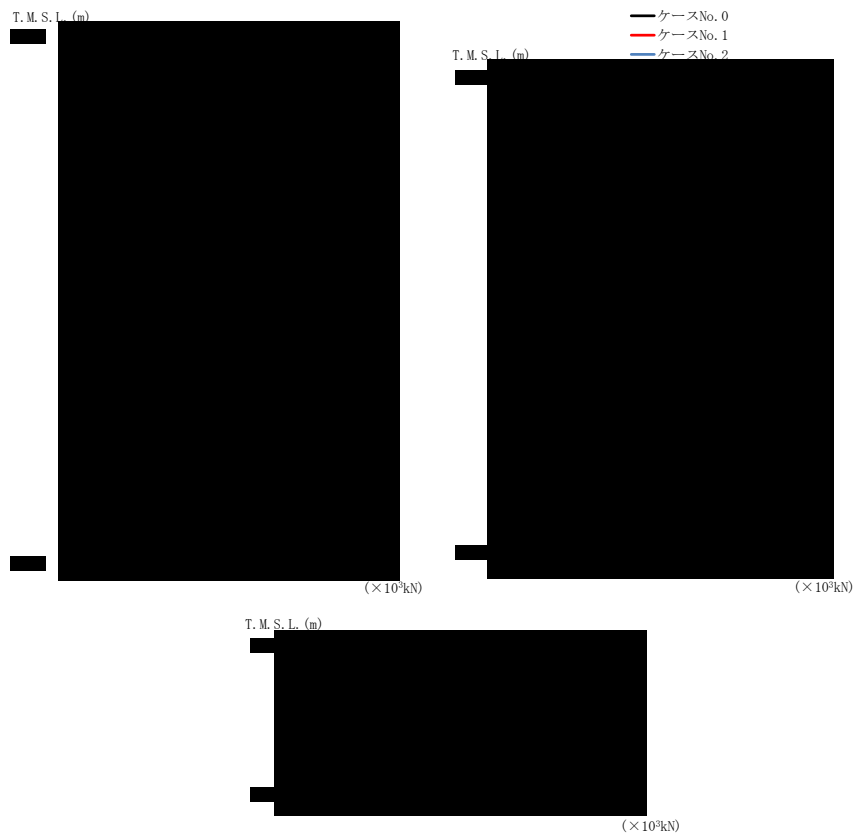
(c) S s - B 4 (EW)

第 4.1.3-7 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (3/8)

第 4.1.3-7 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (3/8)

(c) S s - B 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				

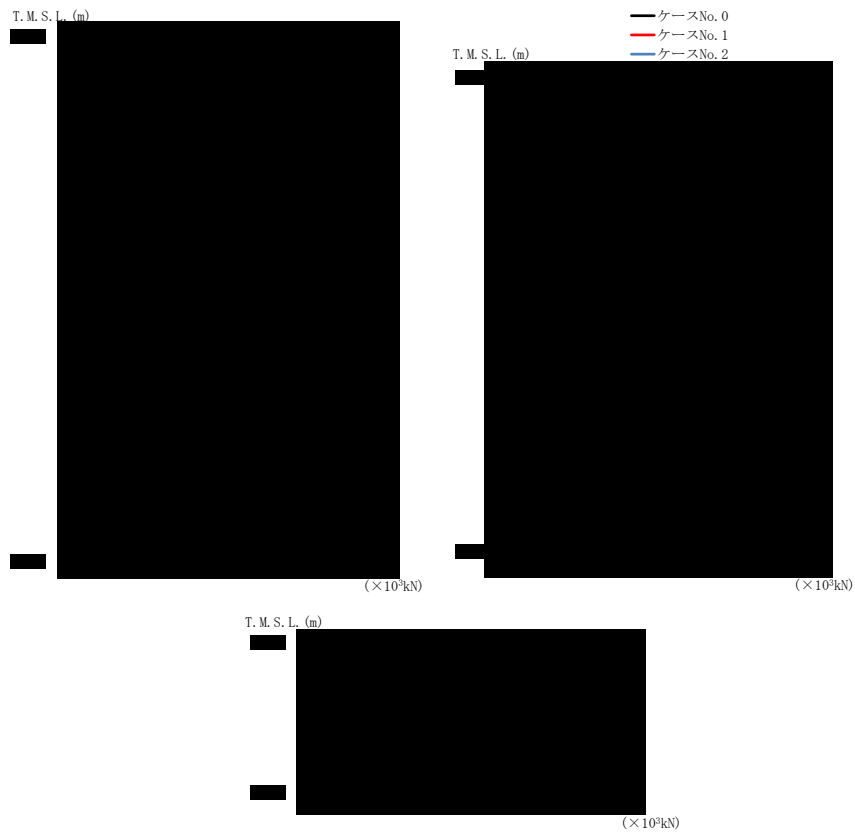


第 4.1.3-7 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (4/8)

第 4.1.3-7 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (4/8)

(d) S_s-C1 (NSEW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(e) S s - C 3 (NS)

第 4. 1. 3-7 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (5/8)

第 4. 1. 3-7 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (5/8)

(e) S s - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(f) S s - C 3 (EW)

第 4. 1. 3-7 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (6/8)

第 4. 1. 3-7 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (6/8)

(f) S s - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



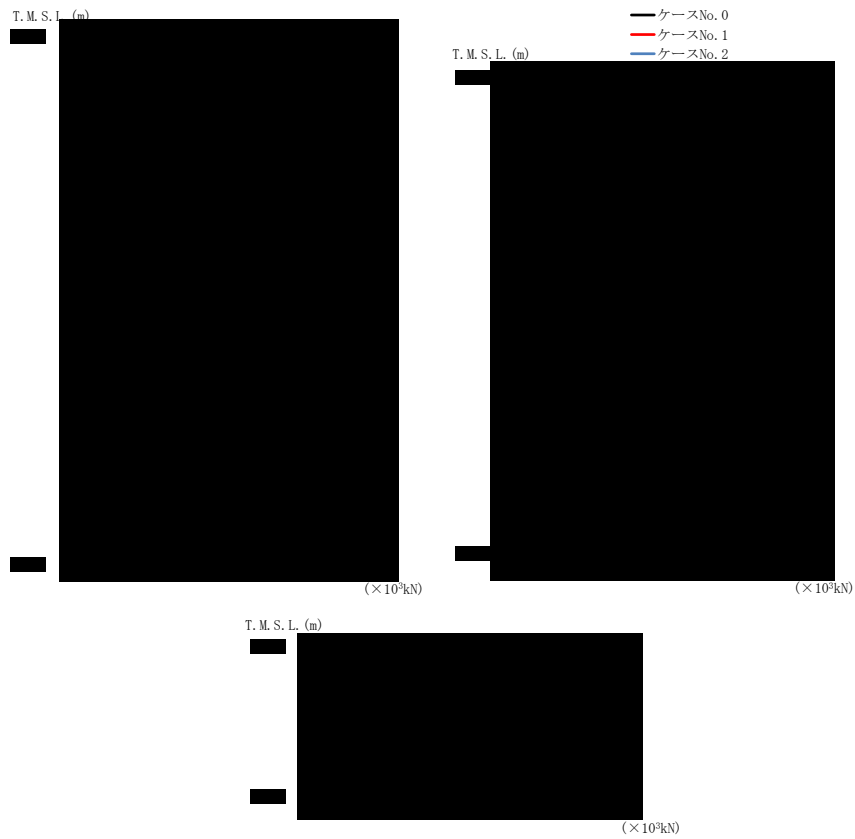
(g) S s - C 4 (NS)

第 4. 1. 3-7 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (7/8)

第 4. 1. 3-7 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (7/8)

(g) S s - C 4 (NS)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(h) S s - C 4 (EW)

第 4. 1. 3-7 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (8/8)

第 4. 1. 3-7 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (8/8)

(h) S s - C 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(a) S s - A (H)

第 4.1.3-8 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (1/8)

第 4.1.3-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (1/8)

(a) S s - A (H)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



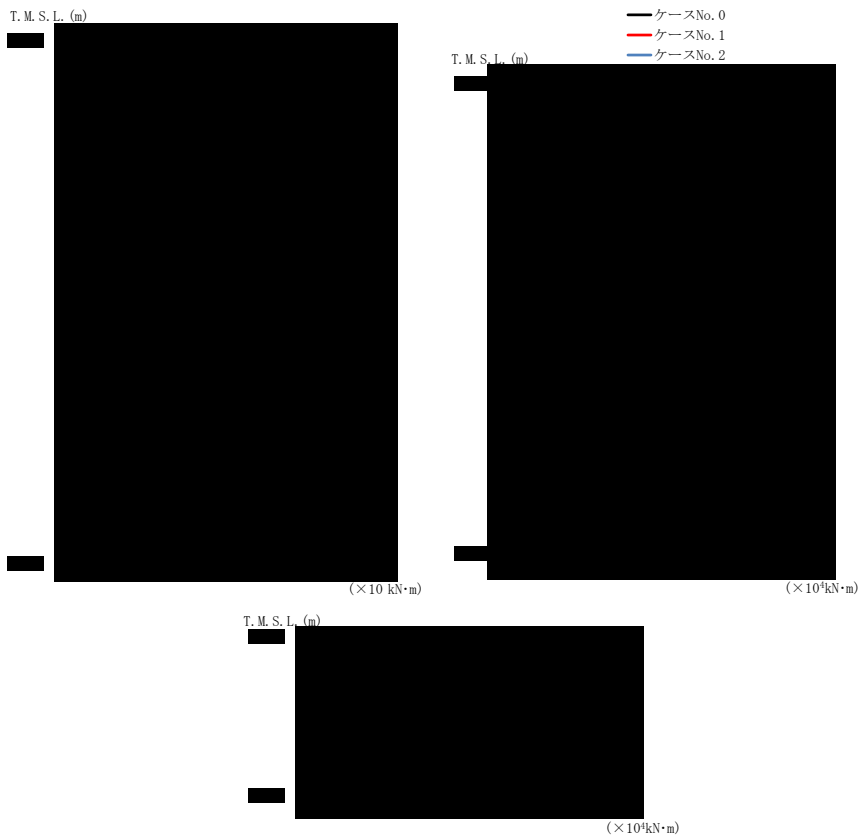
(b) S s - B 3 (EW)

第 4. 1. 3-8 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (2/8)

第 4. 1. 3-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (2/8)

(b) S s - B 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(c) S s - B 4 (EW)

第 4. 1. 3-8 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (3/8)

第 4. 1. 3-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (3/8)

(c) S s - B 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(d) S s - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-8 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (4/8)

第 4. 1. 3-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (4/8)

(d) S s - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



第 4.1.3-8 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (5/8)

第 4.1.3-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (5/8)

(e) S s - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



(f) S s - C 3 (EW)

第 4.1.3-8 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (6/8)

第 4.1.3-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (6/8)

(f) S s - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



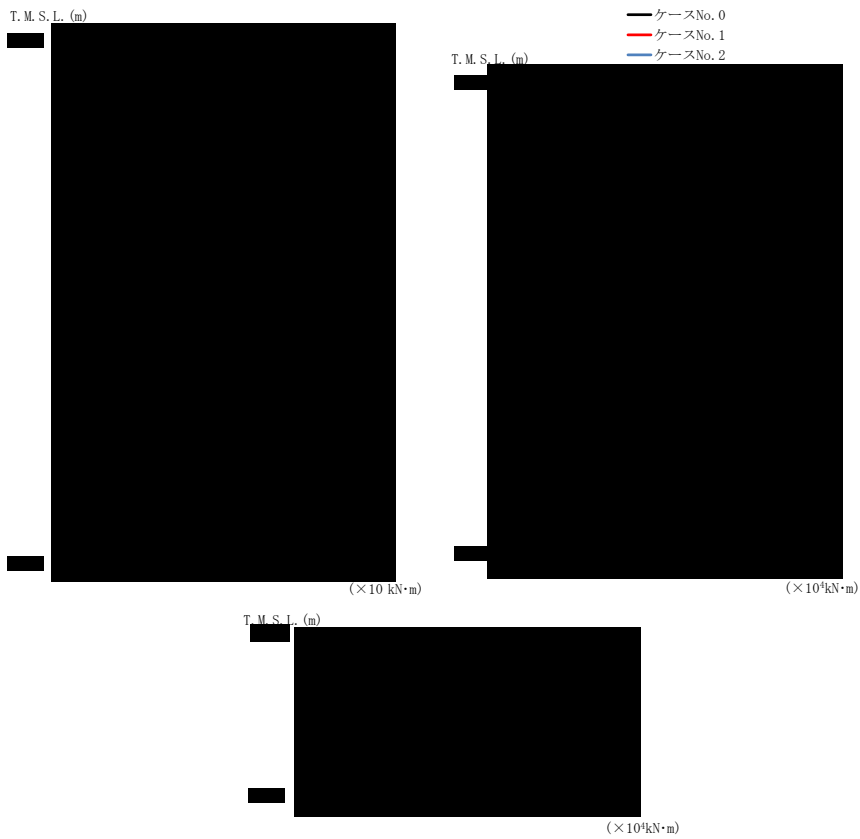
(g) S s - C 4 (NS)

第 4.1.3-8 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (7/8)

第 4.1.3-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (7/8)

(g) S s - C 4 (NS)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



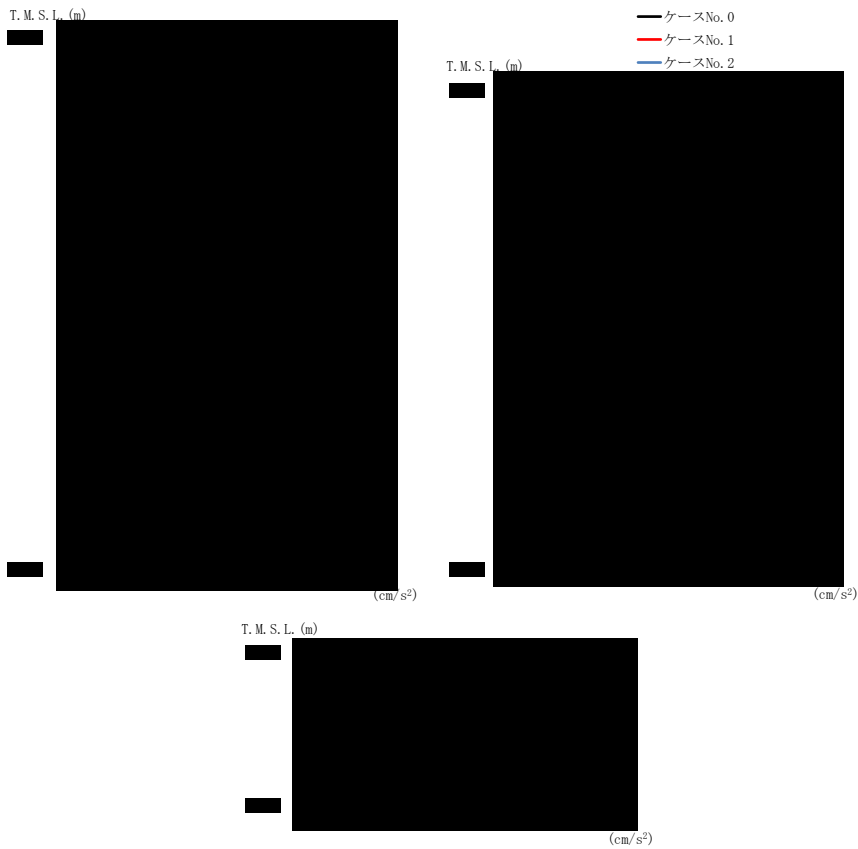
(h) S s - C 4 (EW)

第 4.1.3-8 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (8/8)

第 4.1.3-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (8/8)

(h) S s - C 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



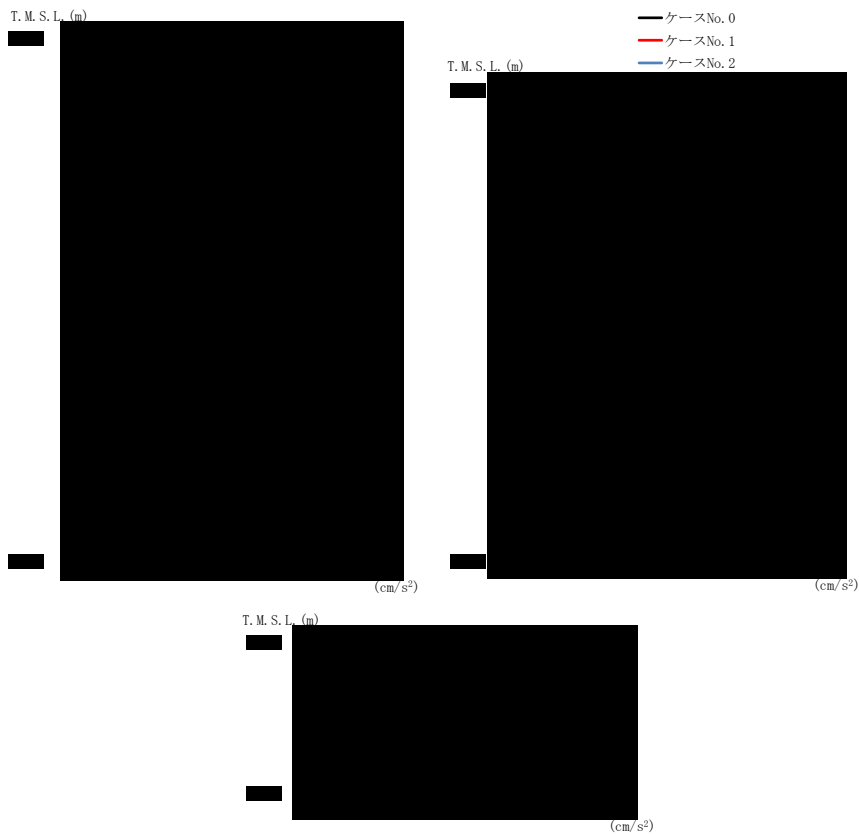
(a) S s - A (V)

第 4. 1. 3-9 図 最大応答加速度（鉛直方向）（1/5）

第 4. 1. 3-9 表 最大応答加速度一覧表（鉛直方向）（1/5）

(a) S s - A (V)

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



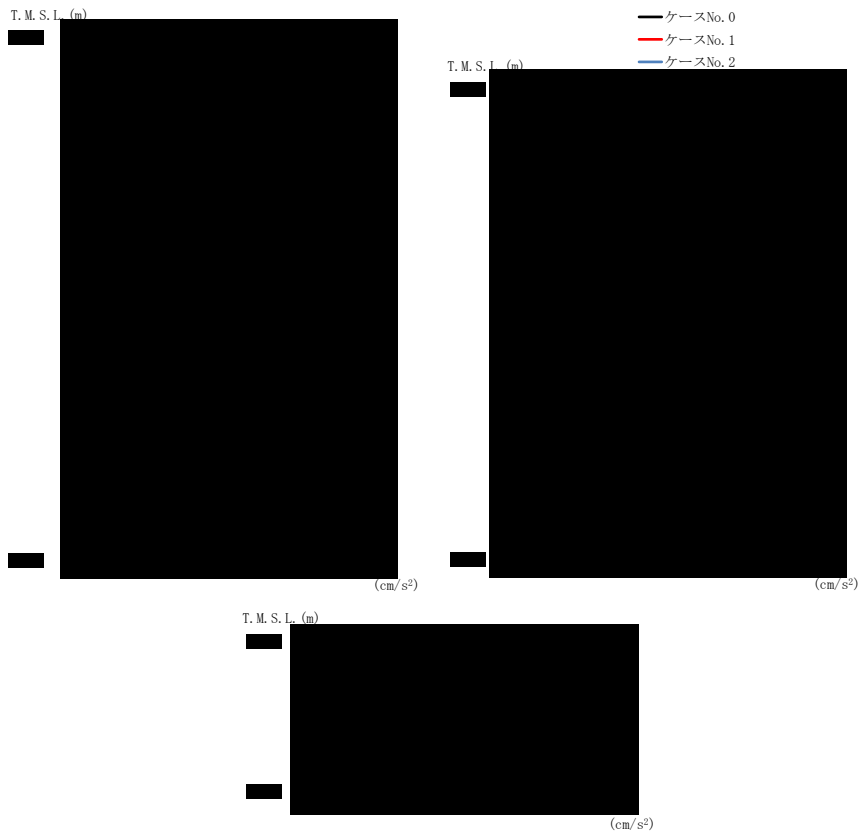
(b) S s - B 3 (UD)

第 4. 1. 3-9 図 最大応答加速度（鉛直方向）（2/5）

第 4. 1. 3-9 表 最大応答加速度一覧表（鉛直方向）（2/5）

(b) S s - B 3 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



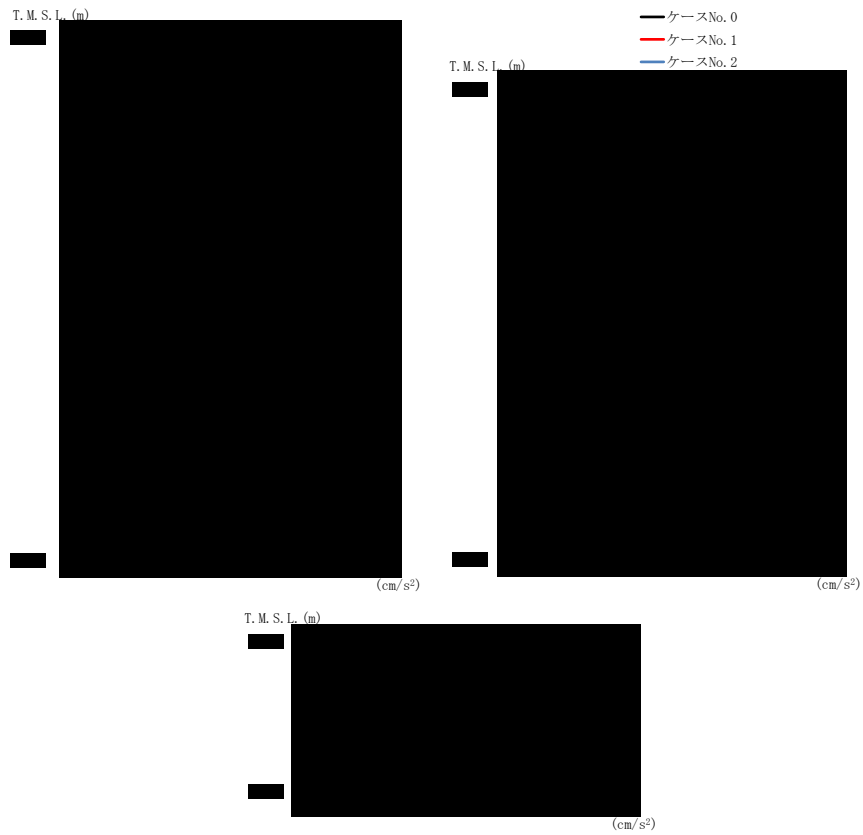
(c) S s - B 4 (UD)

第 4. 1. 3-9 図 最大応答加速度（鉛直方向）（3/5）

第 4. 1. 3-9 表 最大応答加速度一覧表（鉛直方向）（3/5）

(c) S s - B 4 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



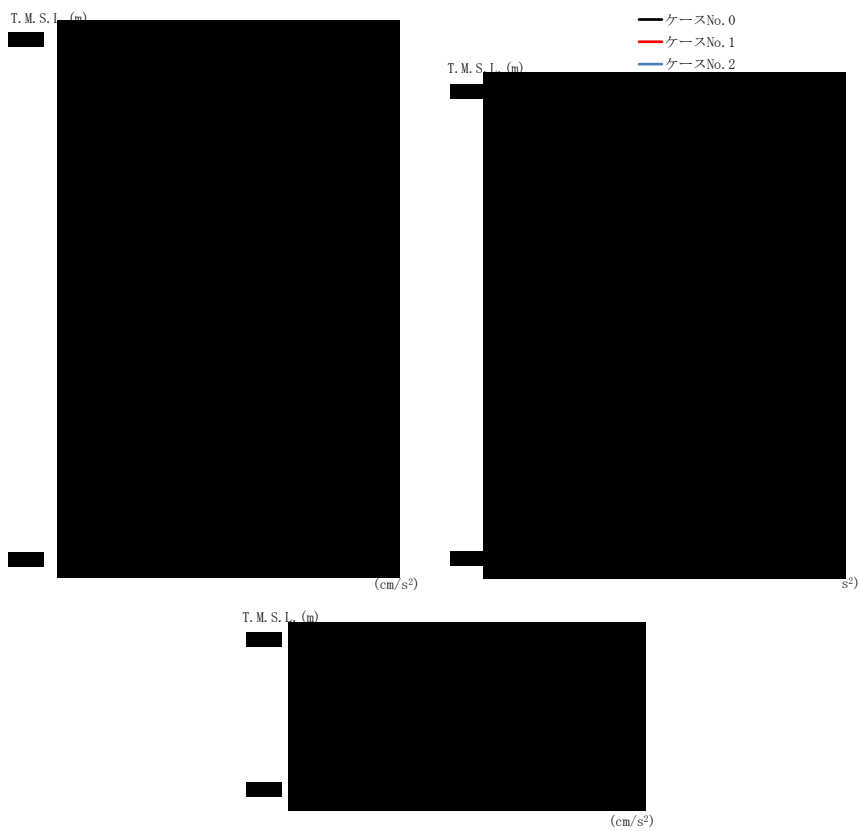
(d) S s - C 1 (UD)

第 4. 1. 3-9 図 最大応答加速度（鉛直方向）（4/5）

第 4. 1. 3-9 表 最大応答加速度一覧表（鉛直方向）（4/5）

(d) S s - C 1 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



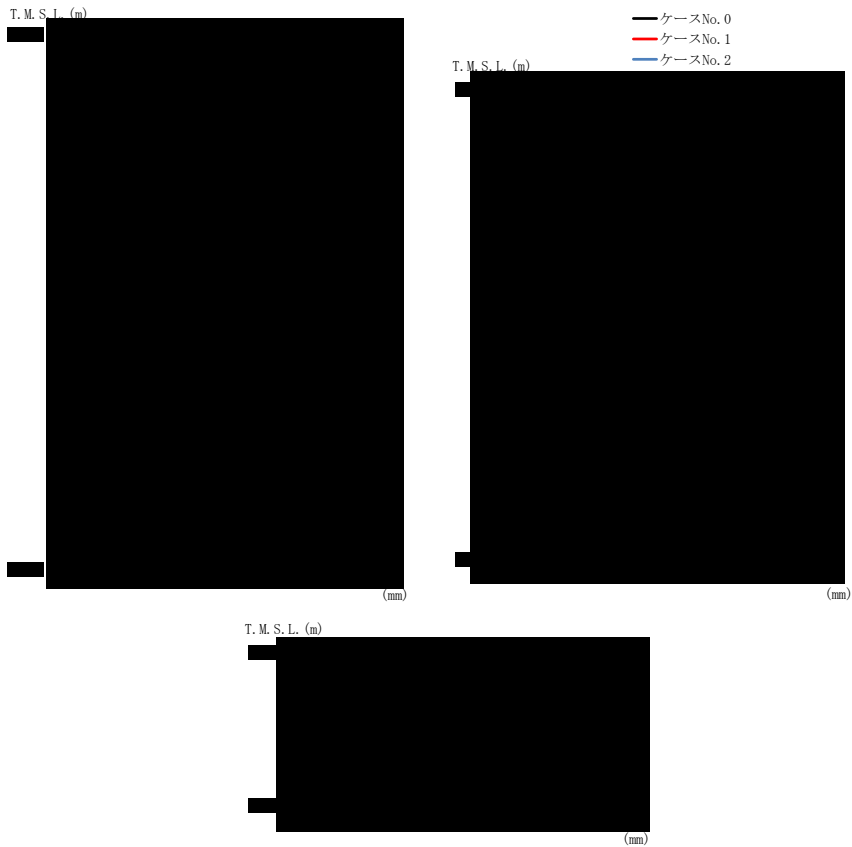
(e) S s - C 3 (UD)

第 4. 1. 3-9 図 最大応答加速度（鉛直方向）（5/5）

第 4. 1. 3-9 表 最大応答加速度一覧表（鉛直方向）（5/5）

(e) S s - C 3 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



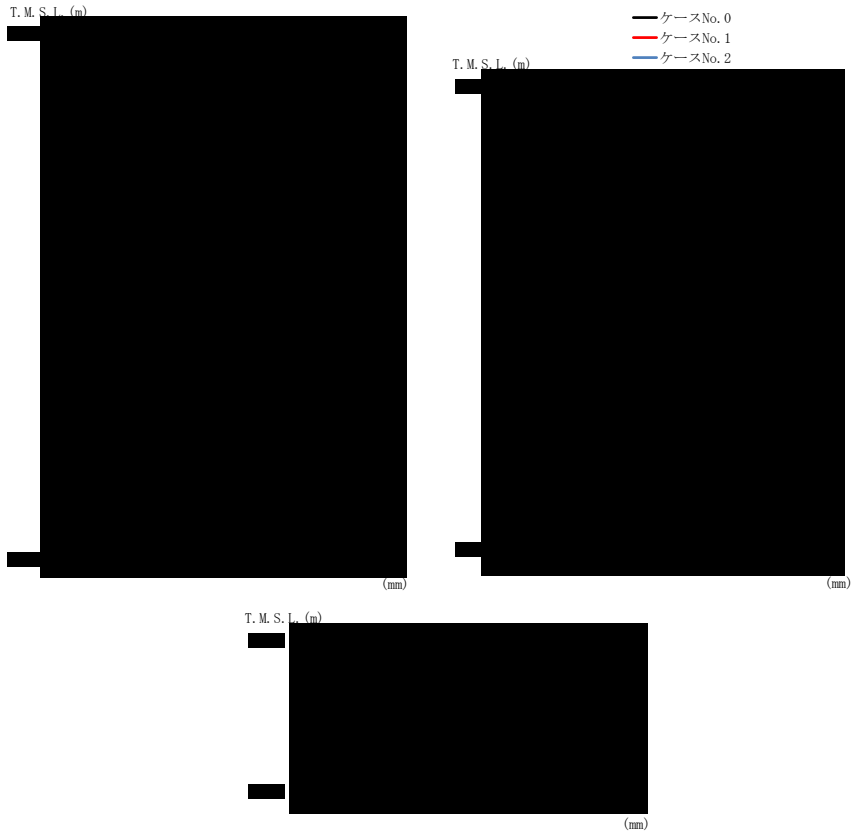
(a) S s - A (V)

第 4. 1. 3-10 図 最大応答変位 (鉛直方向) (1/5)

第 4. 1. 3-10 表 最大応答変位一覧表 (鉛直方向) (1/5)

(a) S s - A (V)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



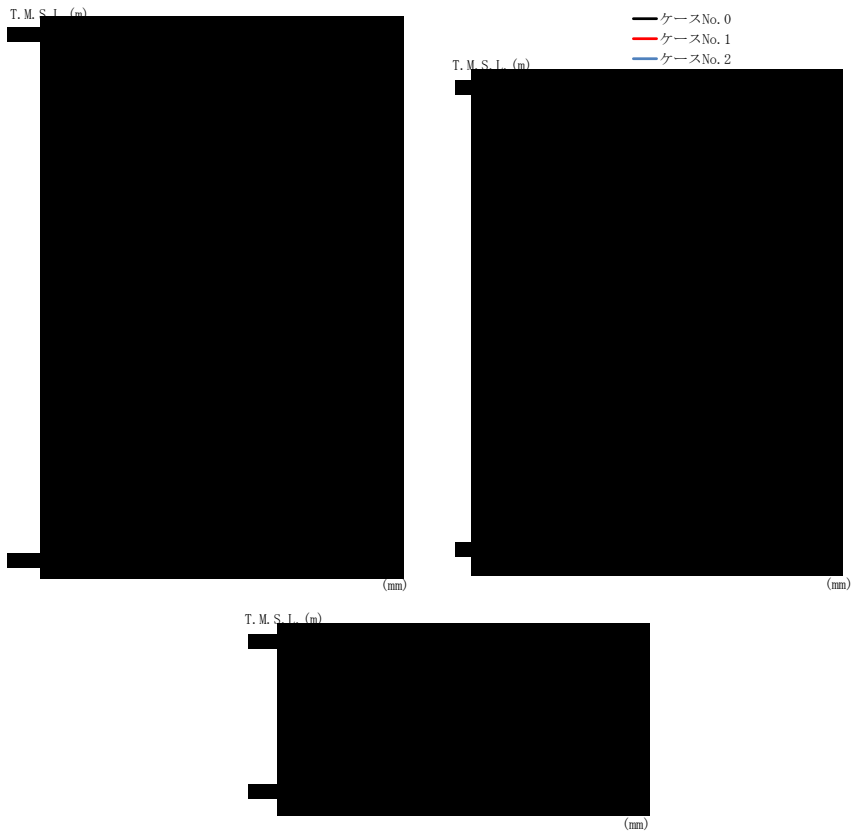
(b) S s - B 3 (UD)

第 4.1.3-10 図 最大応答変位 (鉛直方向) (2/5)

第 4.1.3-10 表 最大応答変位一覧表 (鉛直方向) (2/5)

(b) S s - B 3 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



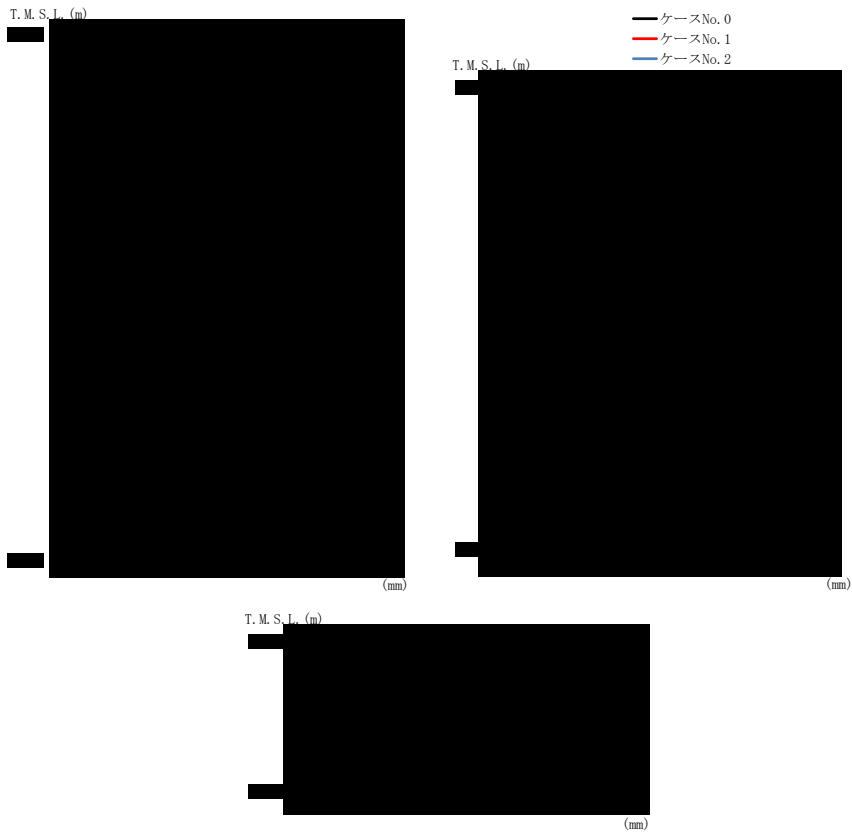
(c) S s - B 4 (UD)

第 4. 1. 3-10 図 最大応答変位 (鉛直方向) (3/5)

第 4. 1. 3-10 表 最大応答変位一覧表 (鉛直方向) (3/5)

(c) S s - B 4 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



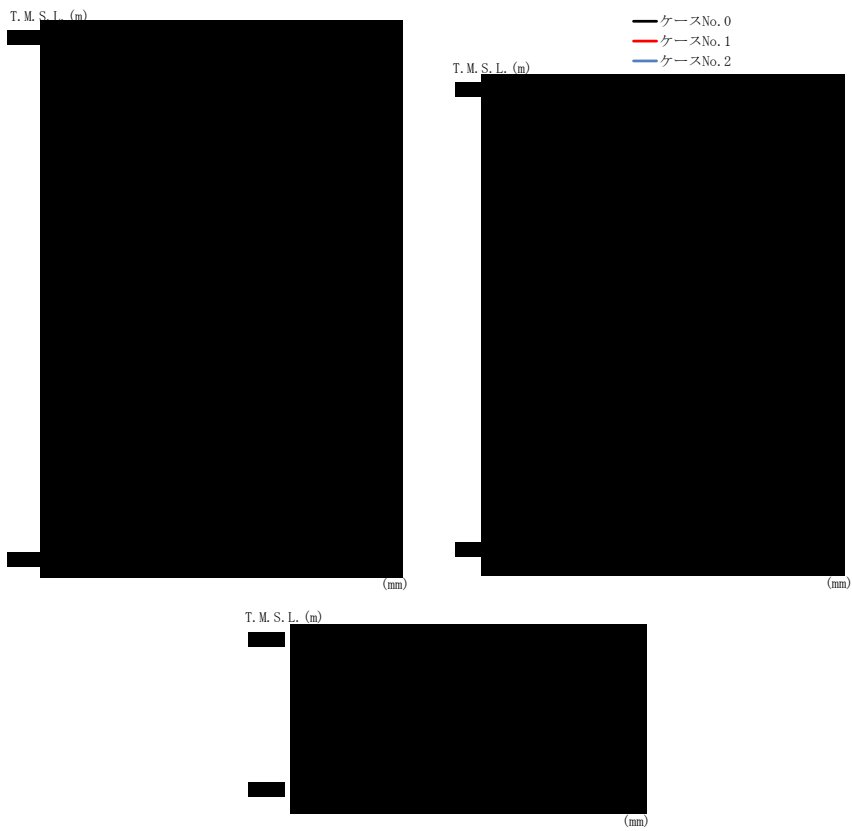
(d) S s - C 1 (UD)

第 4. 1. 3-10 図 最大応答変位 (鉛直方向) (4/5)

第 4. 1. 3-10 表 最大応答変位一覧表 (鉛直方向) (4/5)

(d) S s - C 1 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



(e) S s - C 3 (UD)

第 4. 1. 3-10 図 最大応答変位 (鉛直方向) (5/5)

第 4. 1. 3-10 表 最大応答変位一覧表 (鉛直方向) (5/5)

(e) S s - C 3 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



(a) S s - A (V)

第 4.1.3-11 図 最大応答軸力（鉛直方向）（1/5）

第 4.1.3-11 表 最大応答軸力一覧表（鉛直方向）（1/5）

(a) S s - A (V)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答軸力(×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(b) S s - B 3 (UD)

第 4. 1. 3-11 図 最大応答軸力 (鉛直方向) (2/5)

第 4. 1. 3-11 表 最大応答軸力一覧表 (鉛直方向) (2/5)

(b) S s - B 3 (UD)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(c) S s - B 4 (UD)

第 4. 1. 3-11 図 最大応答軸力 (鉛直方向) (3/5)

第 4. 1. 3-11 表 最大応答軸力一覧表 (鉛直方向) (3/5)

(c) S s - B 4 (UD)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 ($\times 10^3 \text{kN}$)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



(d) S s - C 1 (UD)

第 4. 1. 3-11 図 最大応答軸力 (鉛直方向) (4/5)

第 4. 1. 3-11 表 最大応答軸力一覧表 (鉛直方向) (4/5)

(d) S s - C 1 (UD)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 ($\times 10^3 \text{kN}$)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(e) S s - C 3 (UD)

第 4. 1. 3-11 図 最大応答軸力（鉛直方向） (5/5)

第 4. 1. 3-11 表 最大応答軸力一覧表（鉛直方向） (5/5)

(e) S s - C 3 (UD)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力(×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				

第 4. 1. 3-12 表 浮上り検討 (基準地震動 S_s , ケース No. 1)

(a)NS 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Ss-A (H)			
Ss-B3 (NS)			
Ss-B4 (NS)			
Ss-C1 (NSEW)			
Ss-C3 (NS)			
Ss-C3 (EW)			
Ss-C4 (NS)			
Ss-C4 (EW)			

(b)EW 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Ss-A (H)			
Ss-B3 (EW)			
Ss-B4 (EW)			
Ss-C1 (NSEW)			
Ss-C3 (NS)			
Ss-C3 (EW)			
Ss-C4 (NS)			
Ss-C4 (EW)			

第 4. 1. 3-13 表 浮上り検討 (基準地震動 S_s , ケース No. 2)

(a)NS 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Ss-A (H)			
Ss-B3 (NS)			
Ss-B4 (NS)			
Ss-C1 (NSEW)			
Ss-C3 (NS)			
Ss-C3 (EW)			
Ss-C4 (NS)			
Ss-C4 (EW)			

(b)EW 方向

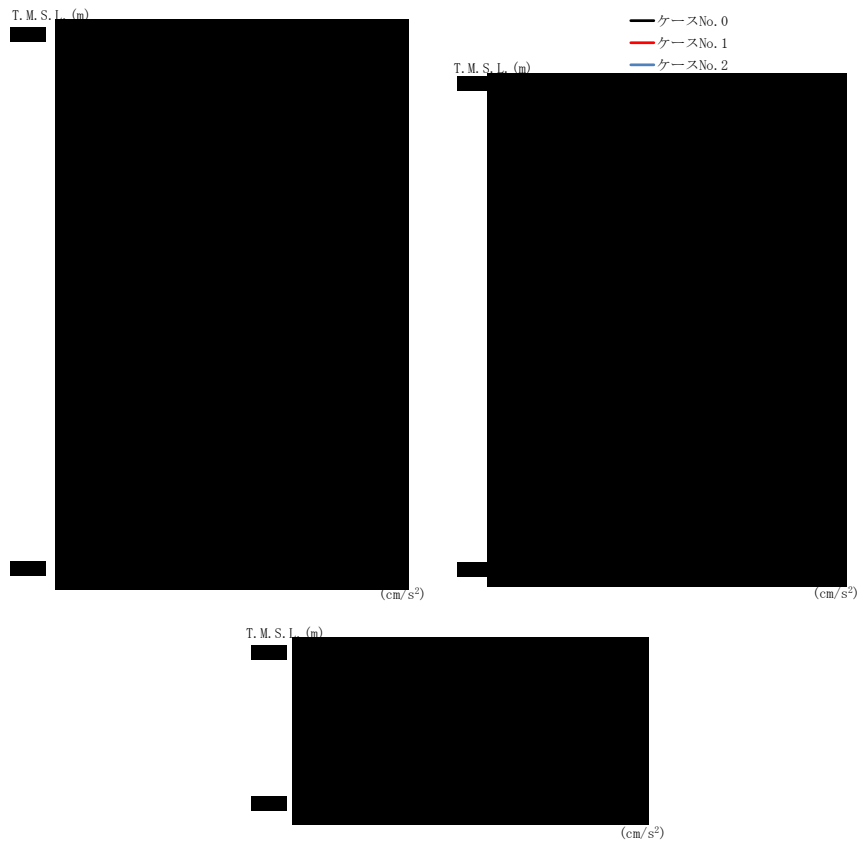
地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Ss-A (H)			
Ss-B3 (EW)			
Ss-B4 (EW)			
Ss-C1 (NSEW)			
Ss-C3 (NS)			
Ss-C3 (EW)			
Ss-C4 (NS)			
Ss-C4 (EW)			

第 4. 1. 3-14 表 最大接地圧 (基準地震動 S_s , ケース No. 1)

地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
S_s -A	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -B3	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -B4	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -C1	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -C3 (NS)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -C3 (EW)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -C4 (NS)	NS	—	
	EW	—	
S_s -C4 (EW)	NS	—	
	EW	—	

第 4.1.3-15 表 最大接地圧（基準地震動 S_s ，ケース No.2）

地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
S_s -A	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -B3	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -B4	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -C1	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -C3 (NS)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -C3 (EW)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
S_s -C4 (NS)	NS	—	
	EW	—	
S_s -C4 (EW)	NS	—	
	EW	—	



(a) S d - A (H)

第 4. 1. 3-12 図 最大応答加速度 (NS 方向) (1/6)

第 4. 1. 3-16 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (1/6)

(a) S d - A (H)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



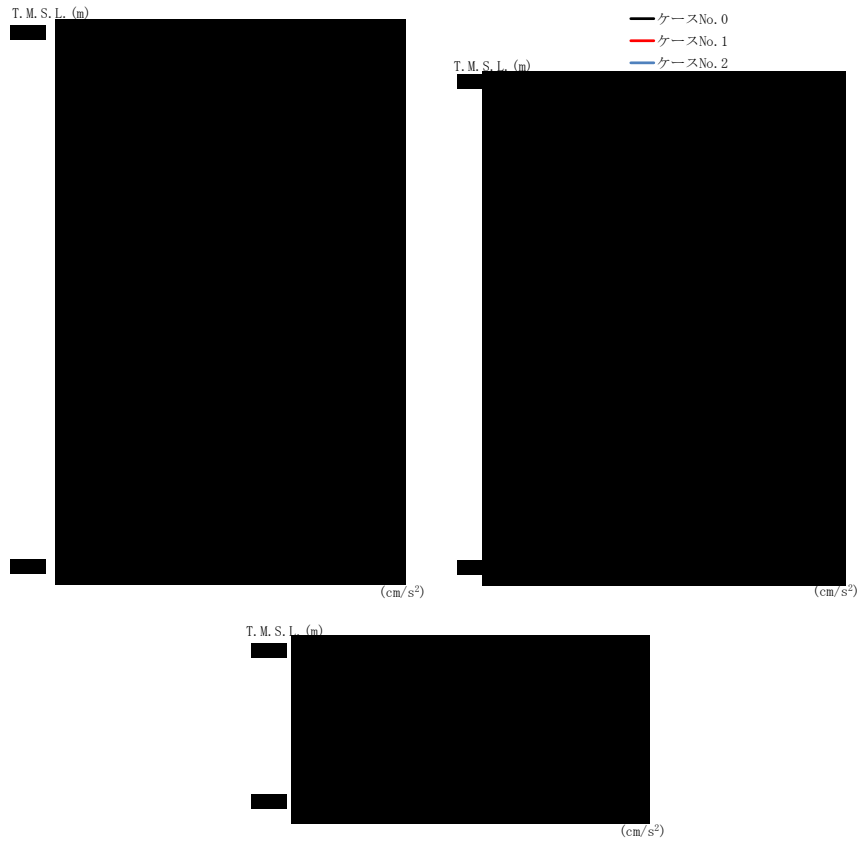
(b) S d - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-12 図 最大応答加速度 (NS 方向) (2/6)

第 4. 1. 3-16 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (2/6)

(b) S d - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケー ス No. 0	ケー ス No. 1	ケー ス No. 2
[Redacted Data]				



(c) S d - C 3 (NS)

第 4.1.3-12 図 最大応答加速度 (NS 方向) (3/6)

第 4.1.3-16 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (3/6)

(c) S d - C 3 (NS)

T.M.S.L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
0.0	0	0.0	0.0	0.0
0.5	0	0.0	0.0	0.0
1.0	0	0.0	0.0	0.0
1.5	0	0.0	0.0	0.0
2.0	0	0.0	0.0	0.0
2.5	0	0.0	0.0	0.0
3.0	0	0.0	0.0	0.0
3.5	0	0.0	0.0	0.0
4.0	0	0.0	0.0	0.0
4.5	0	0.0	0.0	0.0
5.0	0	0.0	0.0	0.0
5.5	0	0.0	0.0	0.0
6.0	0	0.0	0.0	0.0
6.5	0	0.0	0.0	0.0
7.0	0	0.0	0.0	0.0
7.5	0	0.0	0.0	0.0
8.0	0	0.0	0.0	0.0
8.5	0	0.0	0.0	0.0
9.0	0	0.0	0.0	0.0
9.5	0	0.0	0.0	0.0
10.0	0	0.0	0.0	0.0



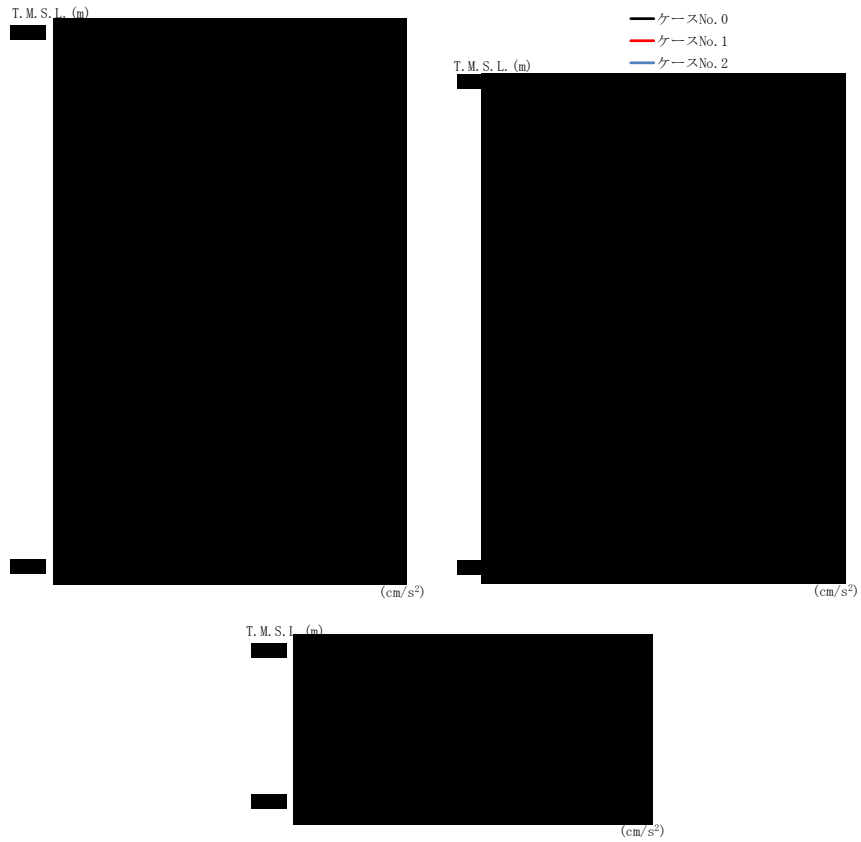
(d) S d - C 3 (EW)

第 4.1.3-12 図 最大応答加速度 (NS 方向) (4/6)

第 4.1.3-16 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (4/6)

(d) S d - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



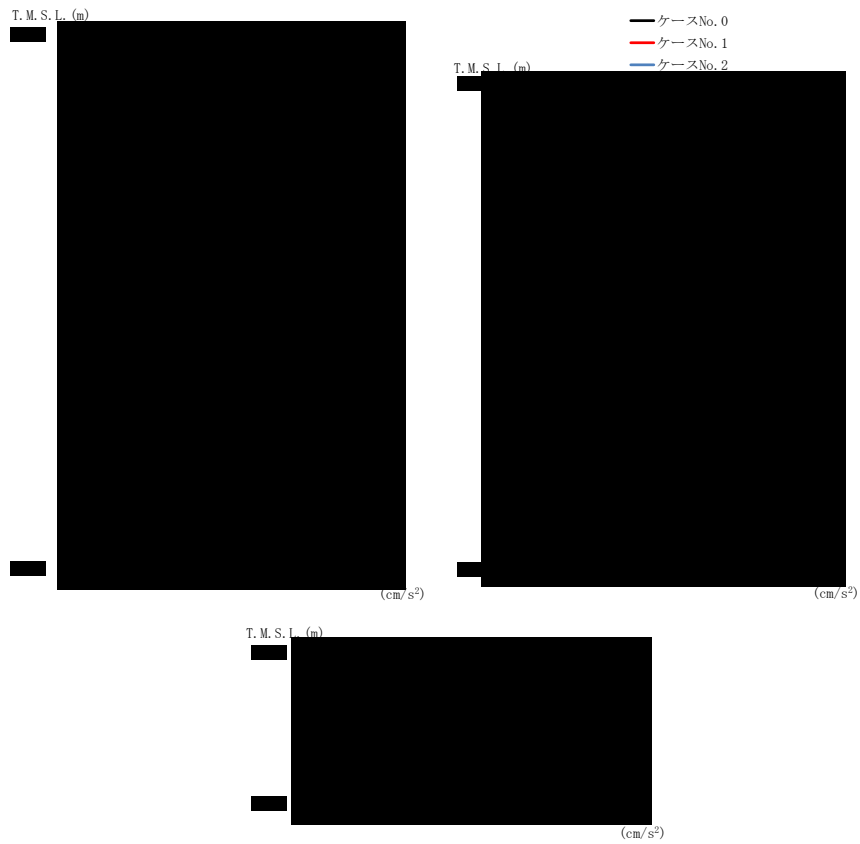
(e) S d - C 4 (NS)

第 4. 1. 3-12 図 最大応答加速度 (NS 方向) (5/6)

第 4. 1. 3-16 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (5/6)

(e) S d - C 4 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



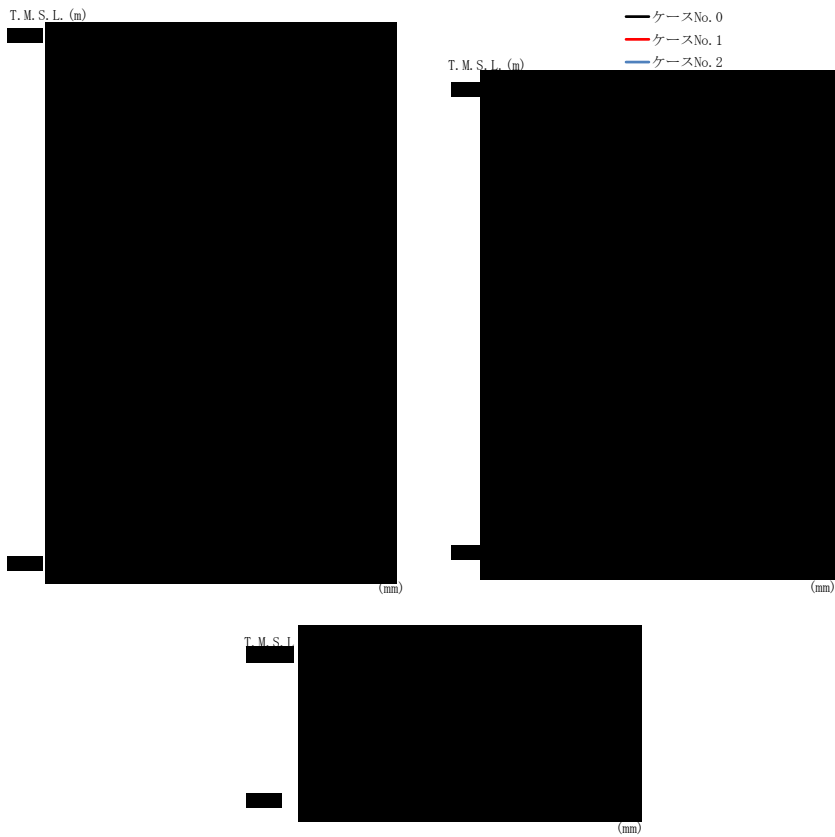
(f) S d - C 4 (E W)

第 4. 1. 3-12 図 最大応答加速度 (NS 方向) (6/6)

第 4. 1. 3-16 表 最大応答加速度一覧表 (NS 方向) (6/6)

(f) S d - C 4 (E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



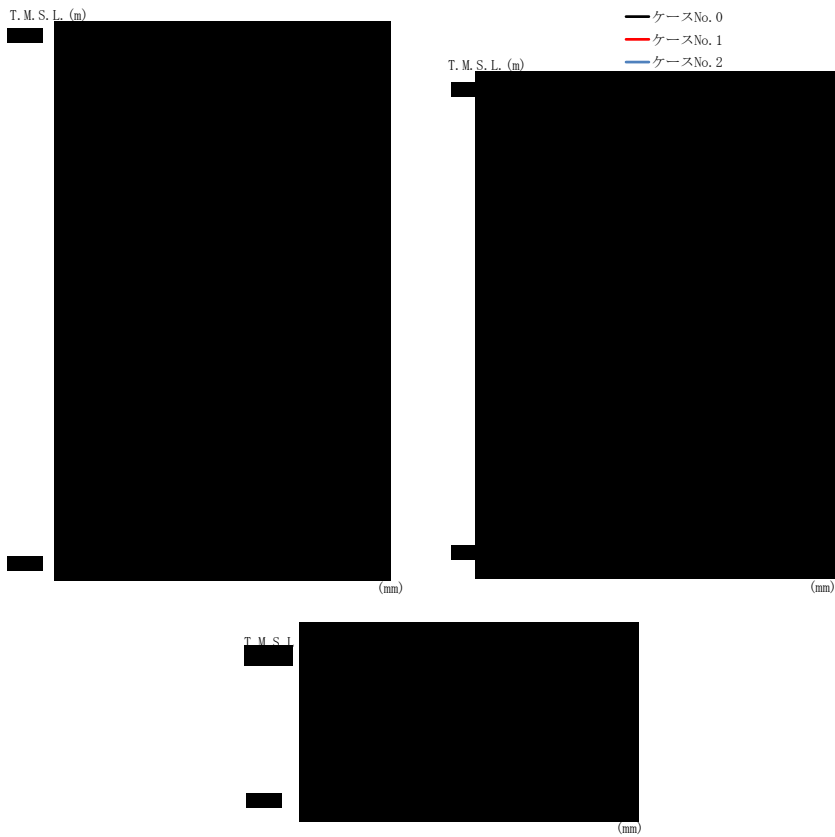
(a) S d - A (H)

第 4. 1. 3-13 図 最大応答変位 (NS 方向) (1/6)

第 4. 1. 3-17 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (1/6)

(a) S d - A (H)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



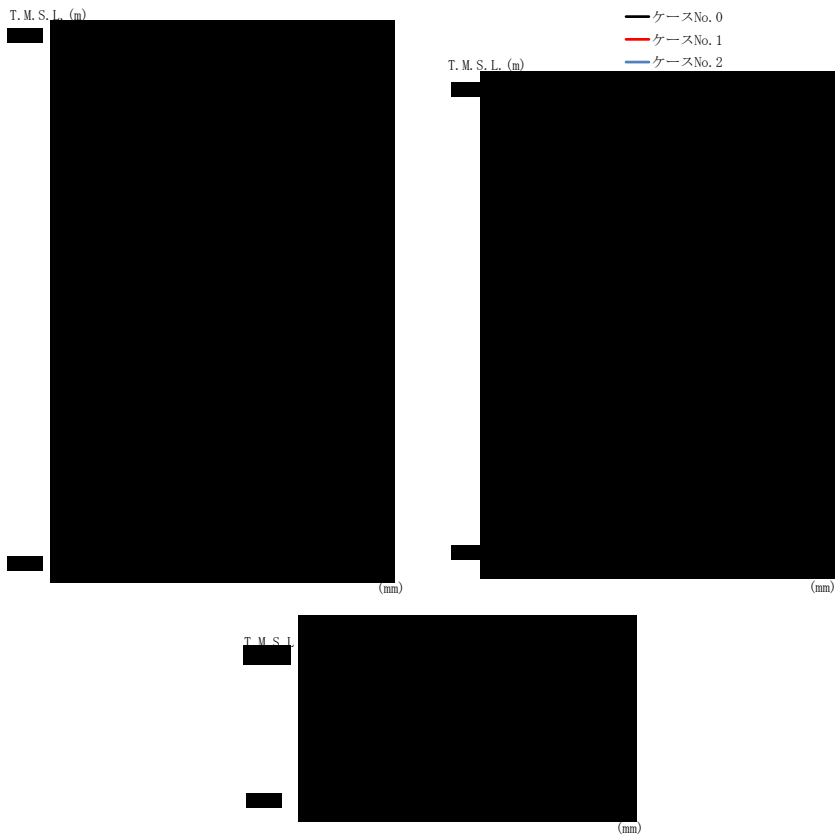
(b) S d - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-13 図 最大応答変位 (NS 方向) (2/6)

第 4. 1. 3-17 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (2/6)

(b) S d - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



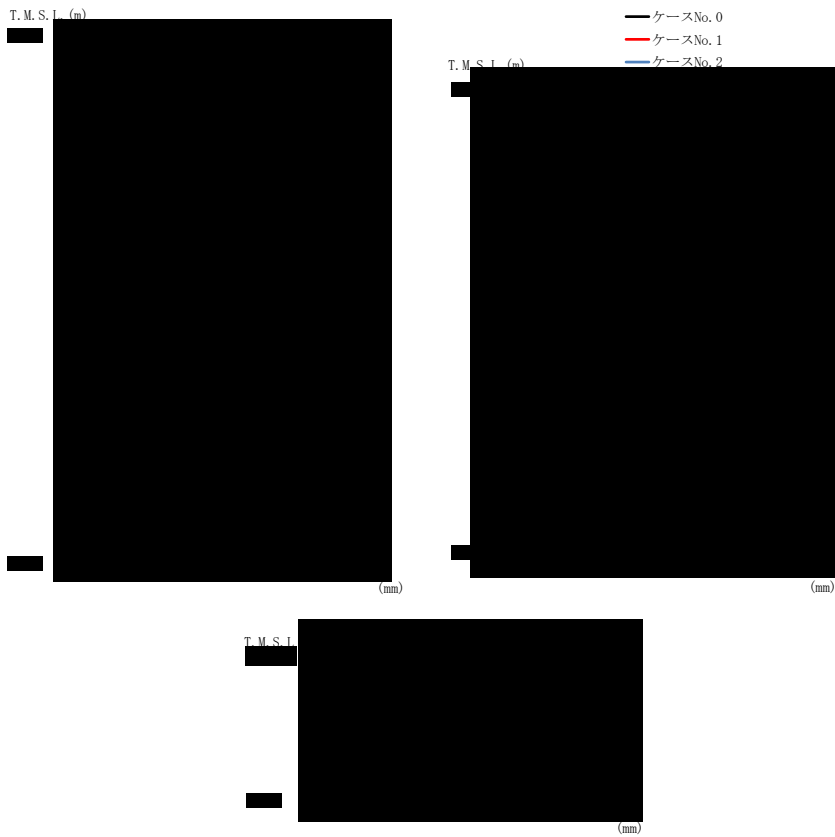
(c) S d - C 3 (NS)

第 4.1.3-13 図 最大応答変位 (NS 方向) (3/6)

第 4.1.3-17 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (3/6)

(c) S d - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



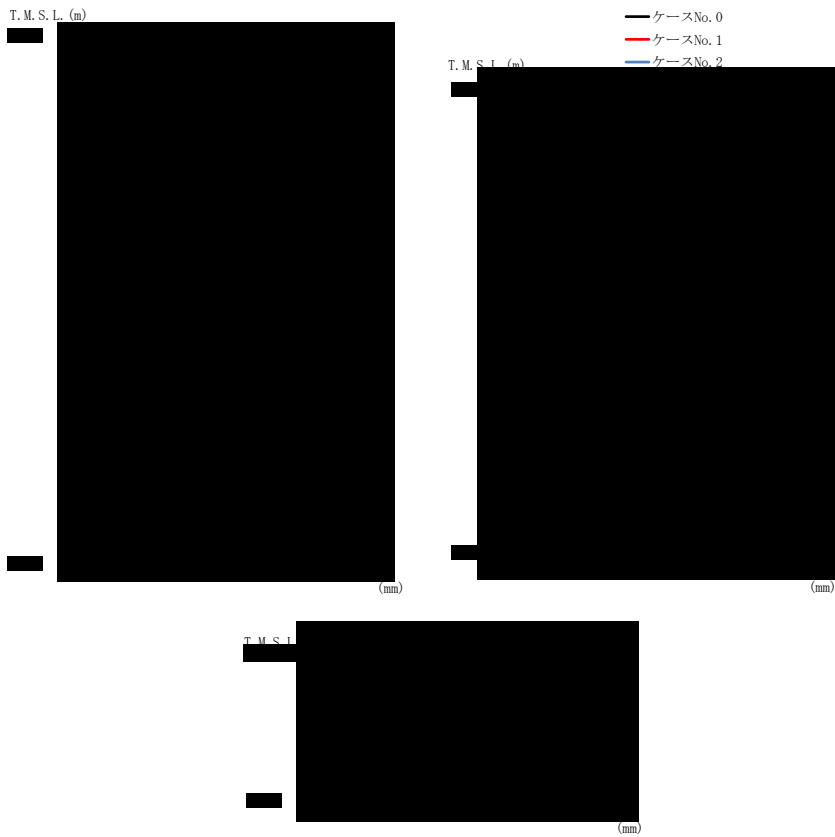
(d) S d - C 3 (E W)

第 4. 1. 3-13 図 最大応答変位 (NS 方向) (4/6)

第 4. 1. 3-17 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (4/6)

(d) S d - C 3 (E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



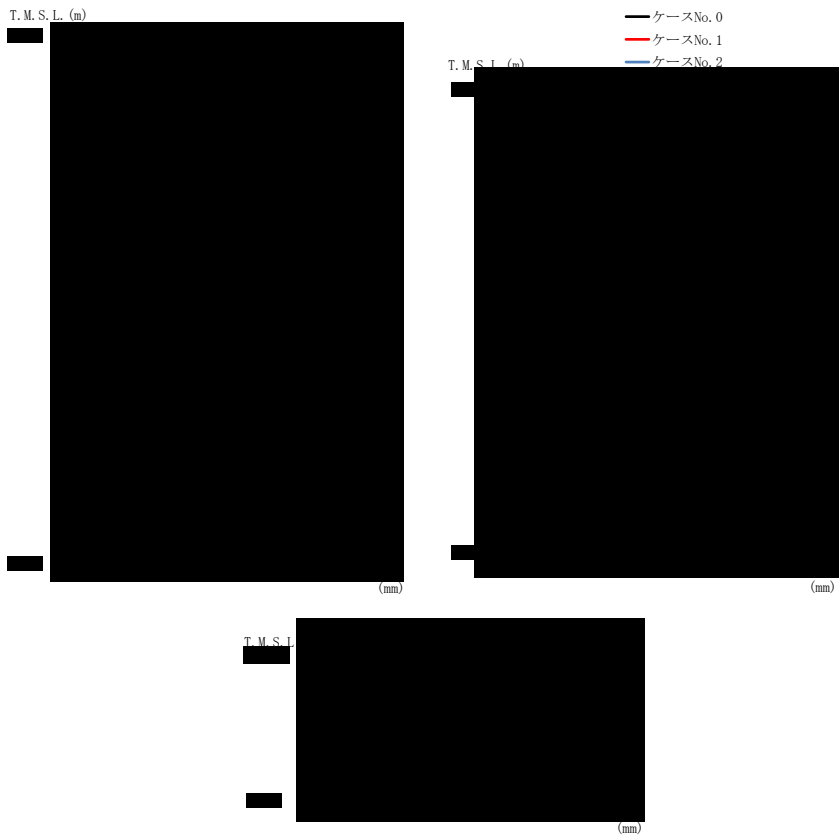
(e) S d - C 4 (N S)

第 4. 1. 3-13 図 最大応答変位 (NS 方向) (5/6)

第 4. 1. 3-17 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (5/6)

(e) S d - C 4 (N S)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



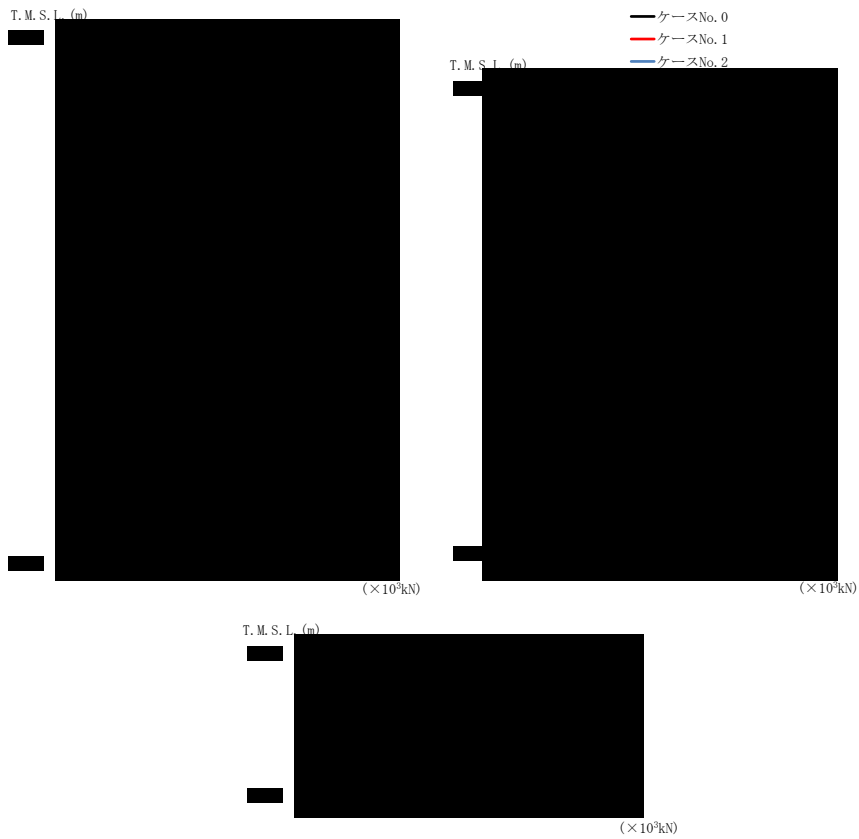
(f) S d - C 4 (E W)

第 4. 1. 3-13 図 最大応答変位 (NS 方向) (6/6)

第 4. 1. 3-17 表 最大応答変位一覧表 (NS 方向) (6/6)

(f) S d - C 4 (E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



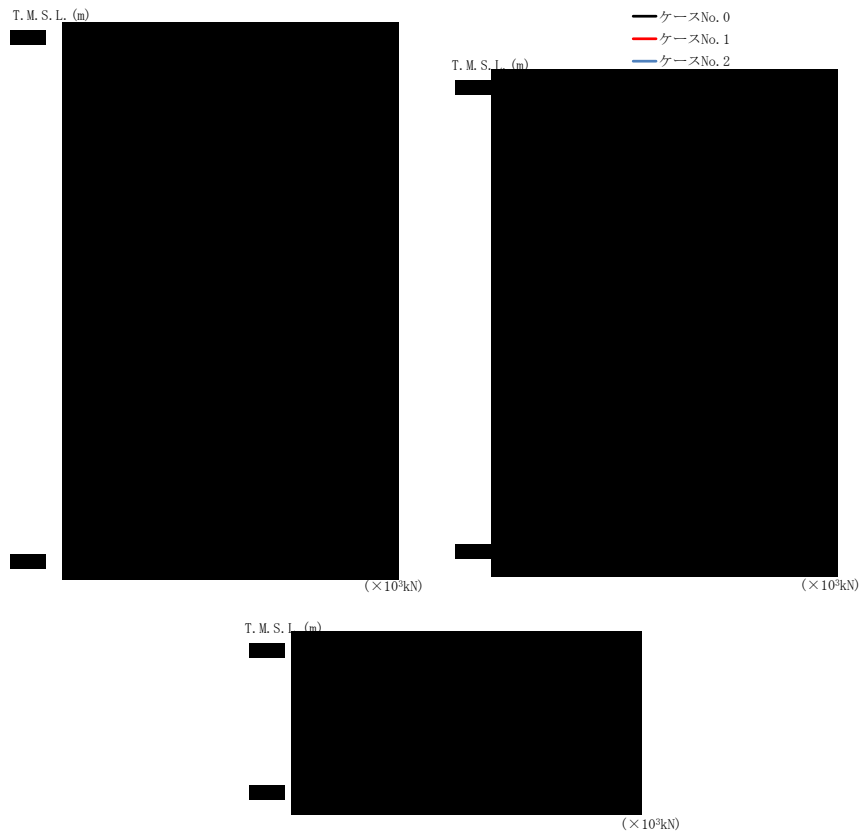
(a) S d - A (H)

第 4. 1. 3-14 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (1/6)

第 4. 1. 3-18 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (1/6)

(a) S d - A (H)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



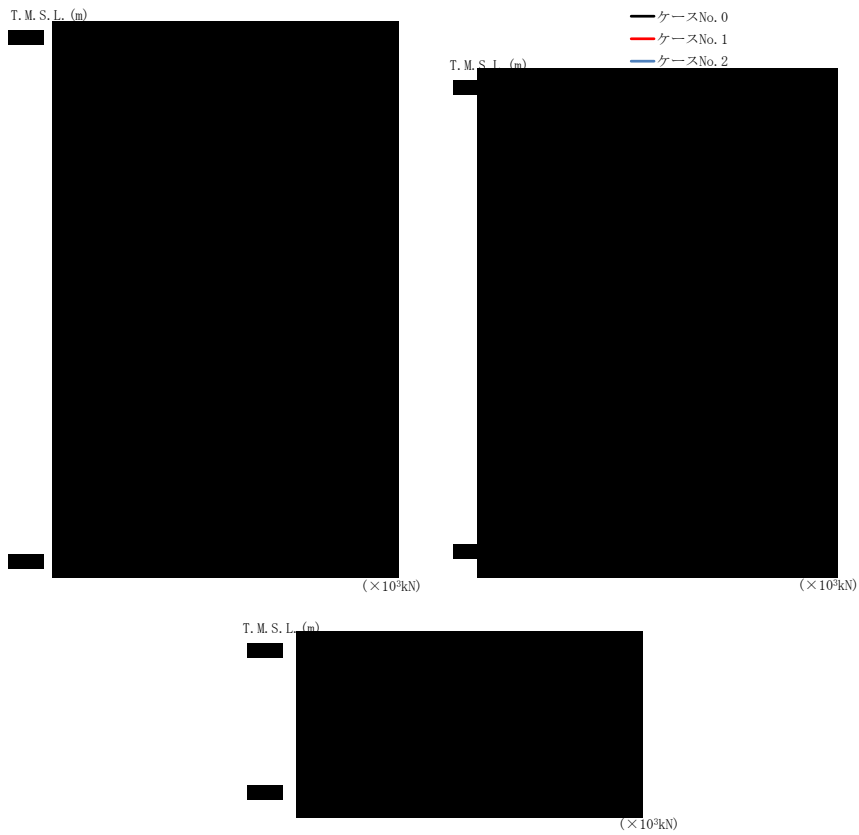
(b) S d - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-14 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (2/6)

第 4. 1. 3-18 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (2/6)

(b) S d - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



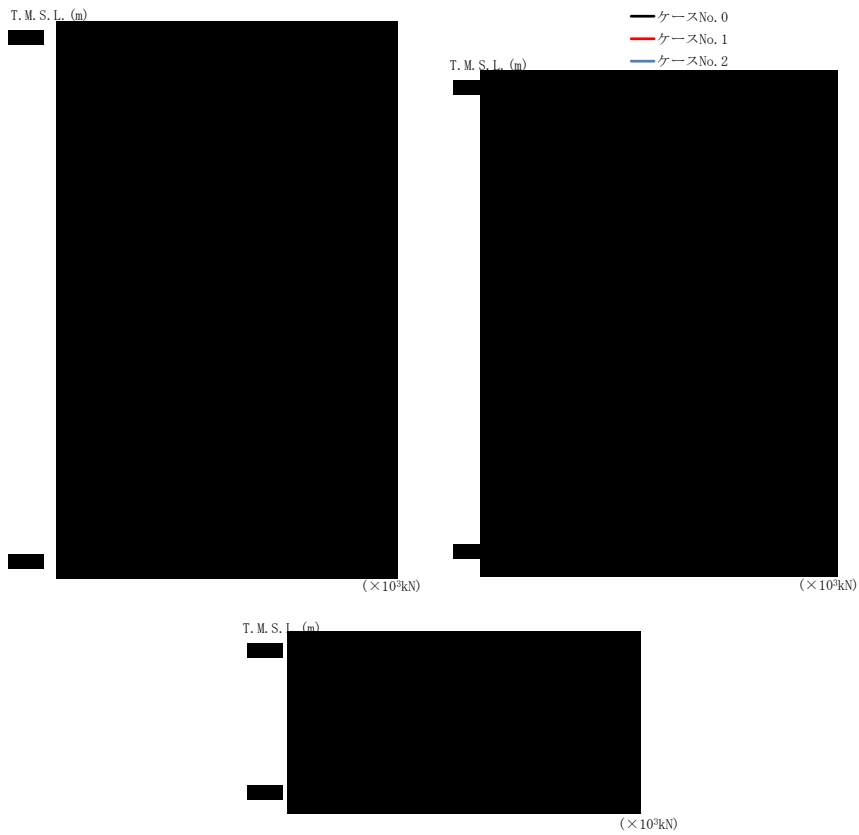
(c) S d - C 3 (NS)

第 4. 1. 3-14 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (3/6)

第 4. 1. 3-18 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (3/6)

(c) S d - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(d) S d - C 3 (E W)

第 4. 1. 3-14 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (4 / 6)

第 4. 1. 3-18 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (4 / 6)

(d) S d - C 3 (E W)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



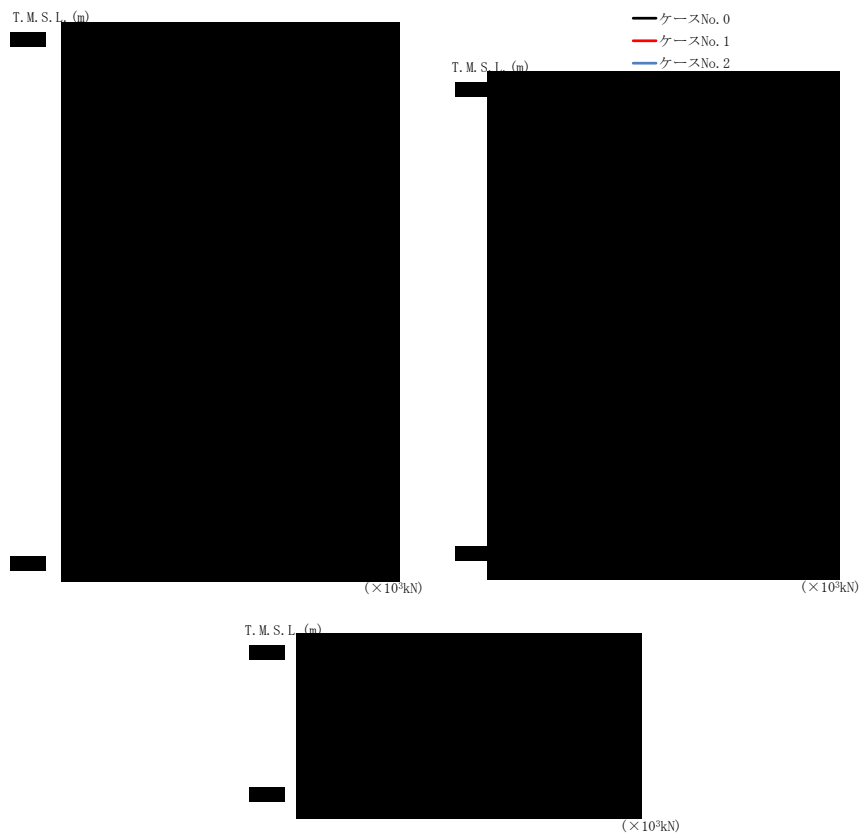
(e) S d - C 4 (N S)

第 4. 1. 3-14 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (5/6)

第 4. 1. 3-18 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (5/6)

(e) S d - C 4 (N S)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(f) S d - C 4 (E W)

第 4. 1. 3-14 図 最大応答せん断力 (NS 方向) (6/6)

第 4. 1. 3-18 表 最大応答せん断力一覧表 (NS 方向) (6/6)

(f) S d - C 4 (E W)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



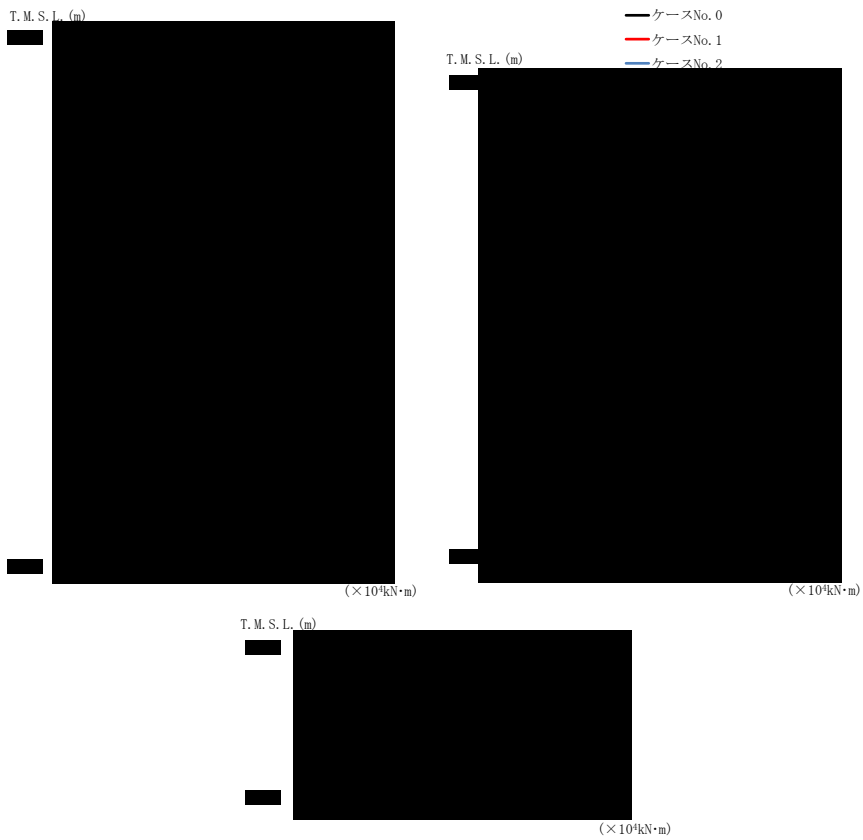
(a) S d - A (H)

第 4. 1. 3-15 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (1/6)

第 4. 1. 3-19 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (1/6)

(a) S d - A (H)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



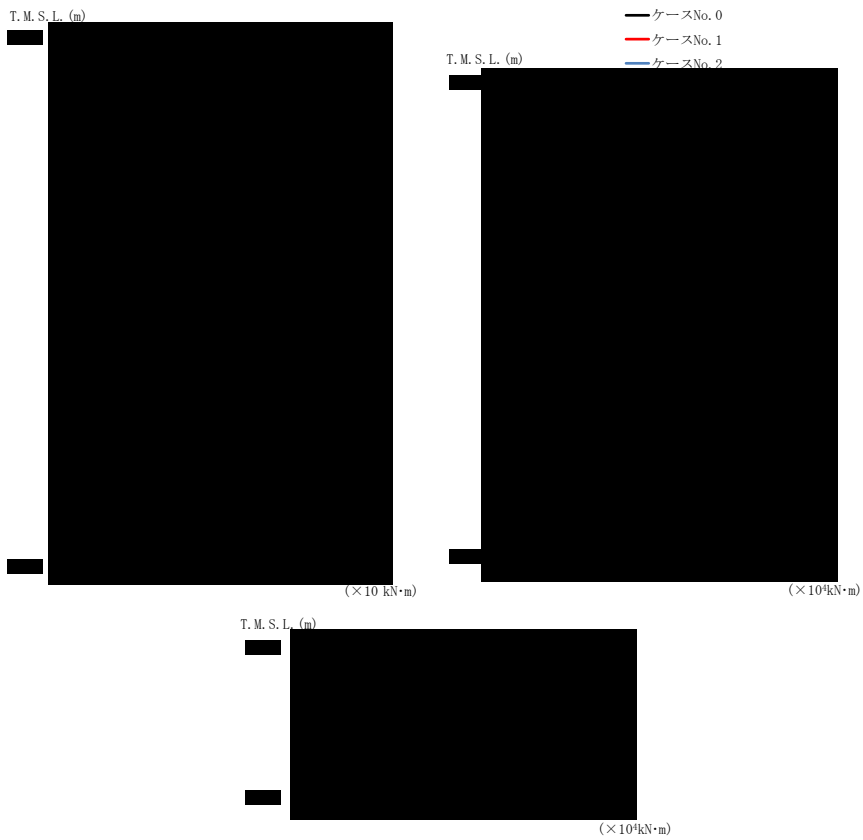
(b) S d - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-15 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (2/6)

第 4. 1. 3-19 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (2/6)

(b) S d - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				

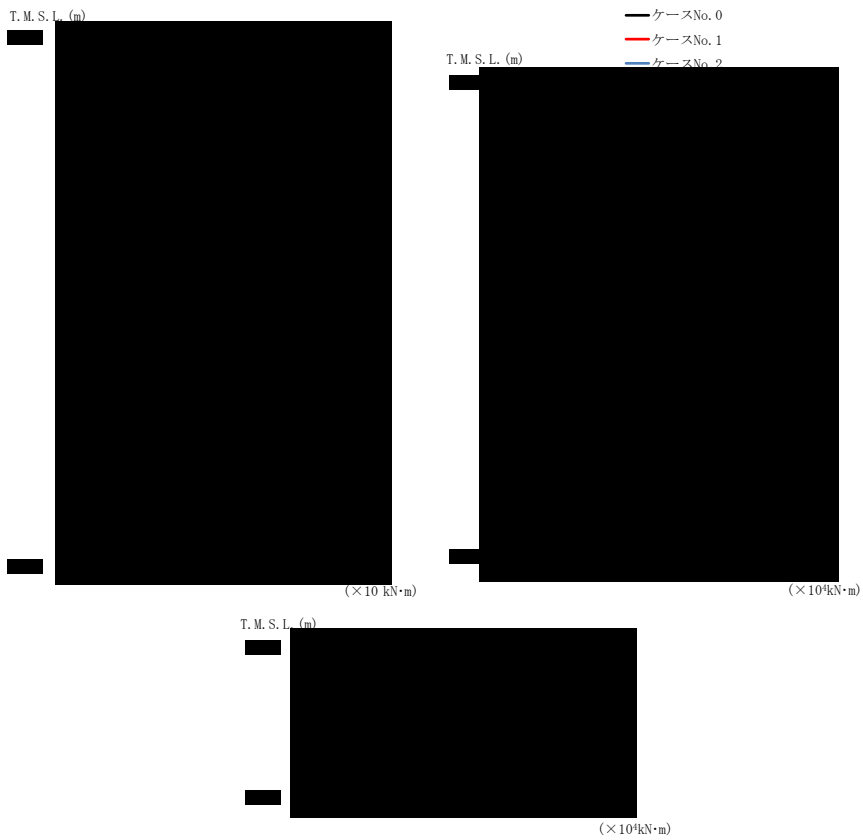


第 4. 1. 3-15 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (3/6)

第 4. 1. 3-19 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (3/6)

(c) S d - C 3 (NS)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



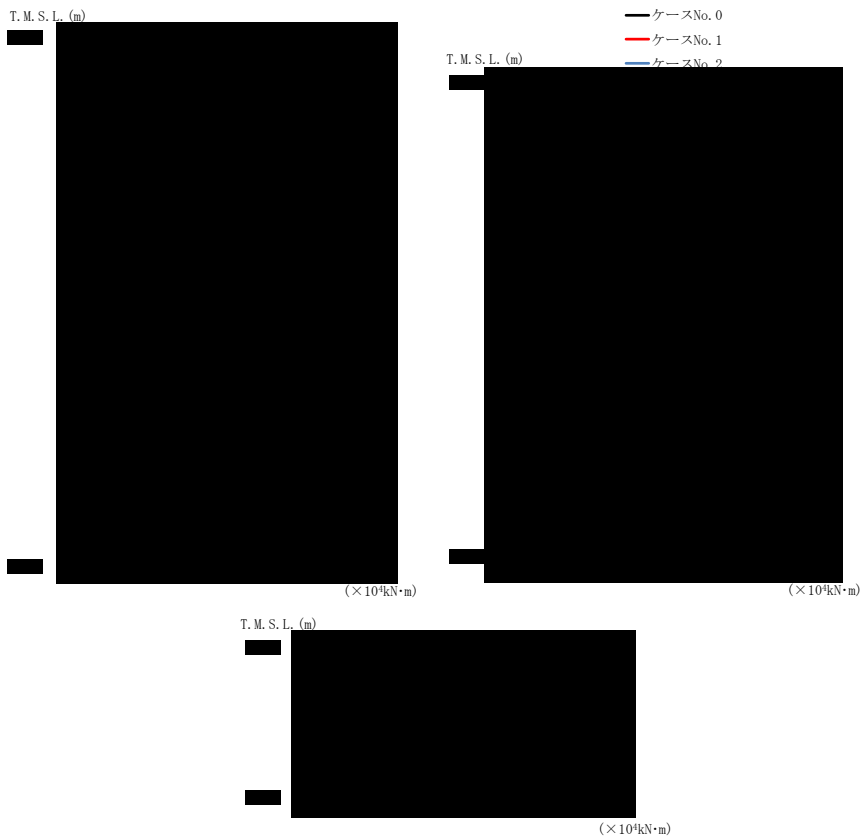
(d) S d - C 3 (E W)

第 4. 1. 3-15 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (4/6)

第 4. 1. 3-19 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (4/6)

(d) S d - C 3 (E W)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



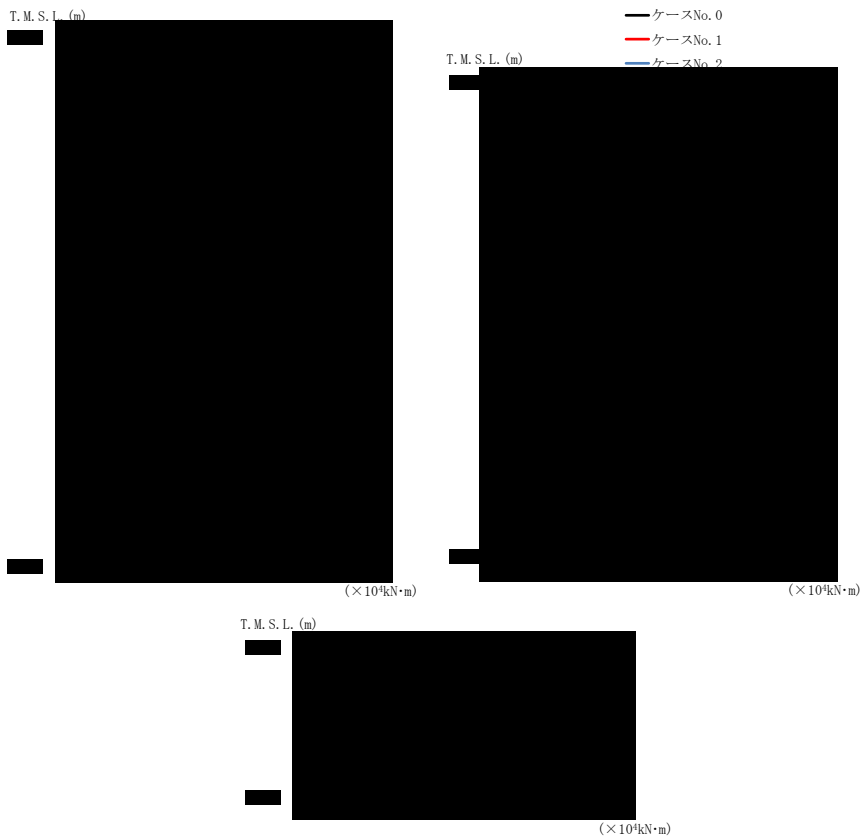
(e) S d - C 4 (NS)

第 4. 1. 3-15 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (5/6)

第 4. 1. 3-19 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (5/6)

(e) S d - C 4 (NS)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



(f) S d - C 4 (E W)

第 4. 1. 3-15 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向) (6/6)

第 4. 1. 3-19 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (NS 方向) (6/6)

(f) S d - C 4 (E W)

T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



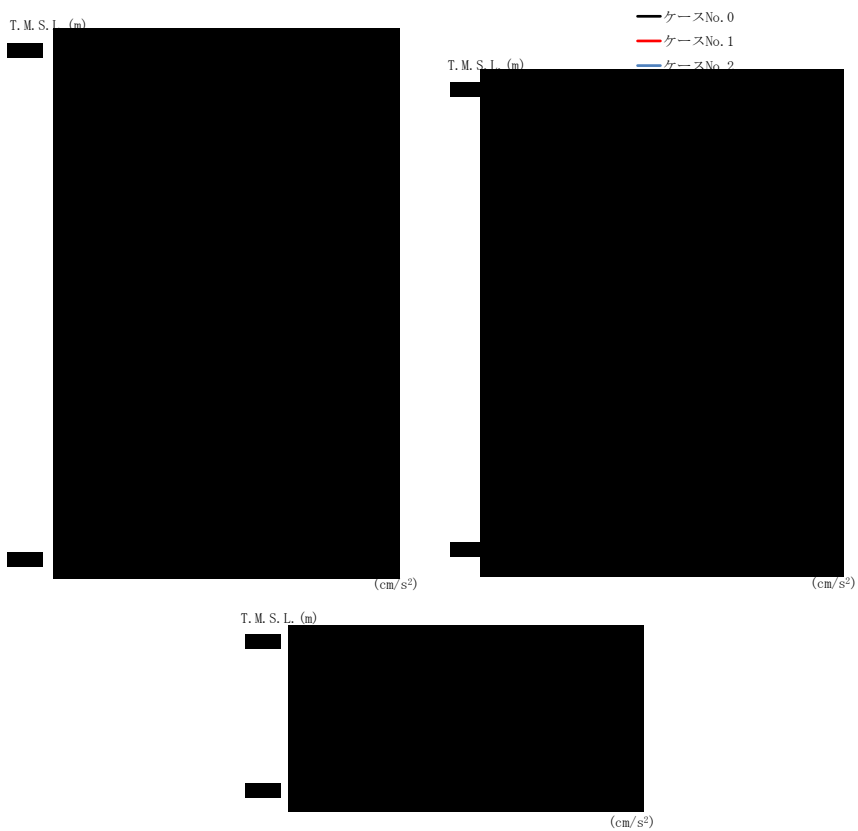
(a) S d - A (H)

第 4.1.3-16 図 最大応答加速度 (EW 方向) (1/6)

第 4.1.3-20 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (1/6)

(a) S d - A (H)

T.M.S.L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケ- ス No. 0	ケ- ス No. 1	ケ- ス No. 2
[Redacted Data]				



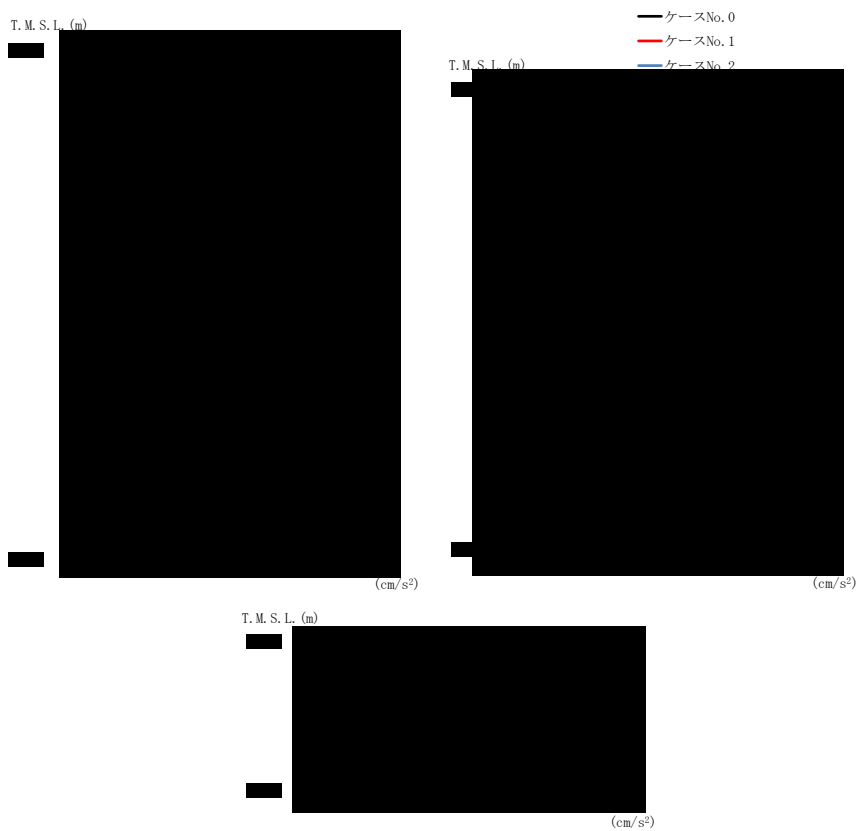
(b) S d - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-16 図 最大応答加速度 (EW 方向) (2/6)

第 4. 1. 3-20 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (2/6)

(b) S d - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケ- ス No. 0	ケ- ス No. 1	ケ- ス No. 2
[Redacted Data]				



(c) S d - C 3 (N S)

第 4. 1. 3-16 図 最大応答加速度 (EW 方向) (3/6)

第 4. 1. 3-20 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (3/6)

(c) S d - C 3 (N S)

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



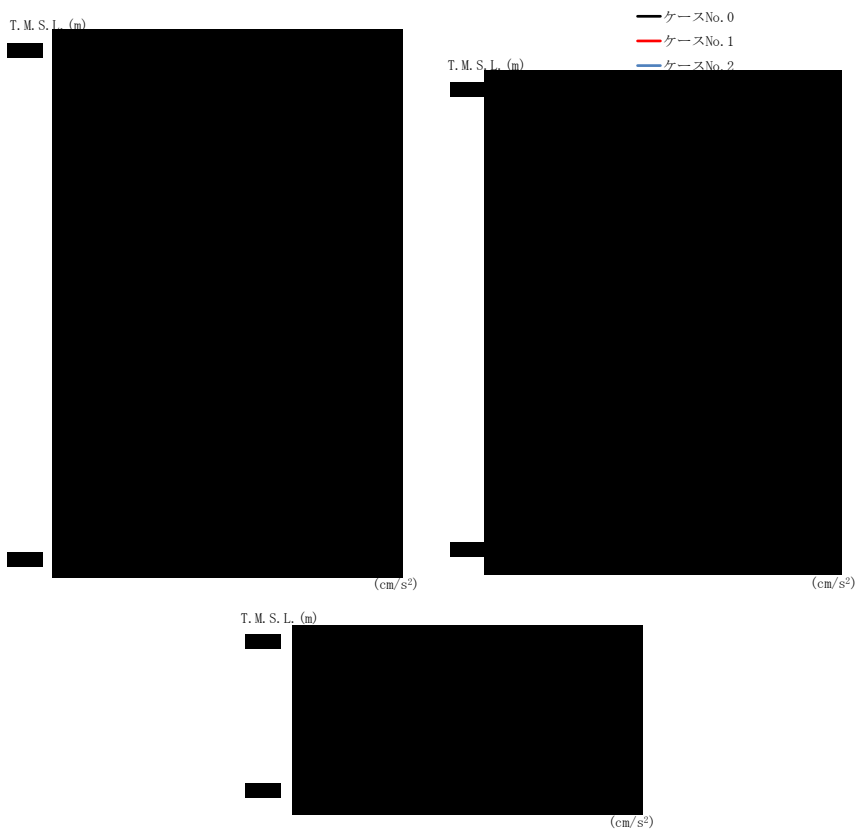
(d) S d - C 3 (EW)

第 4.1.3-16 図 最大応答加速度 (EW 方向) (4/6)

第 4.1.3-20 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (4/6)

(d) S d - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(e) S d - C 4 (N S)

第 4. 1. 3-16 図 最大応答加速度 (EW 方向) (5/6)

第 4. 1. 3-20 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (5/6)

(e) S d - C 4 (N S)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



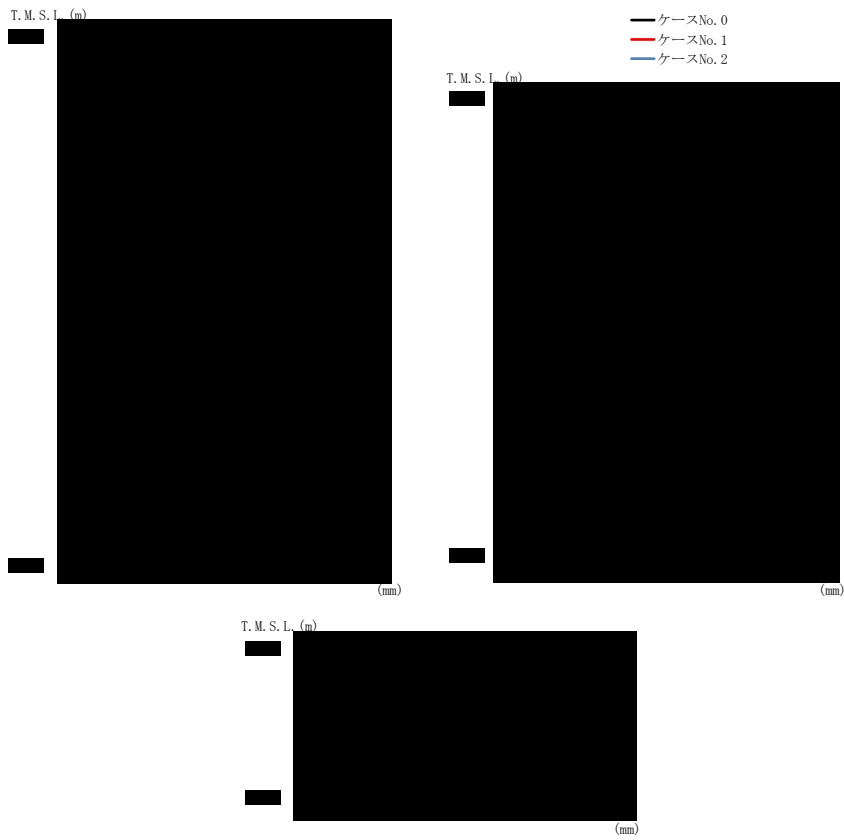
(f) S d - C 4 (EW)

第 4. 1. 3-16 図 最大応答加速度 (EW 方向) (6/6)

第 4. 1. 3-20 表 最大応答加速度一覧表 (EW 方向) (6/6)

(f) S d - C 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



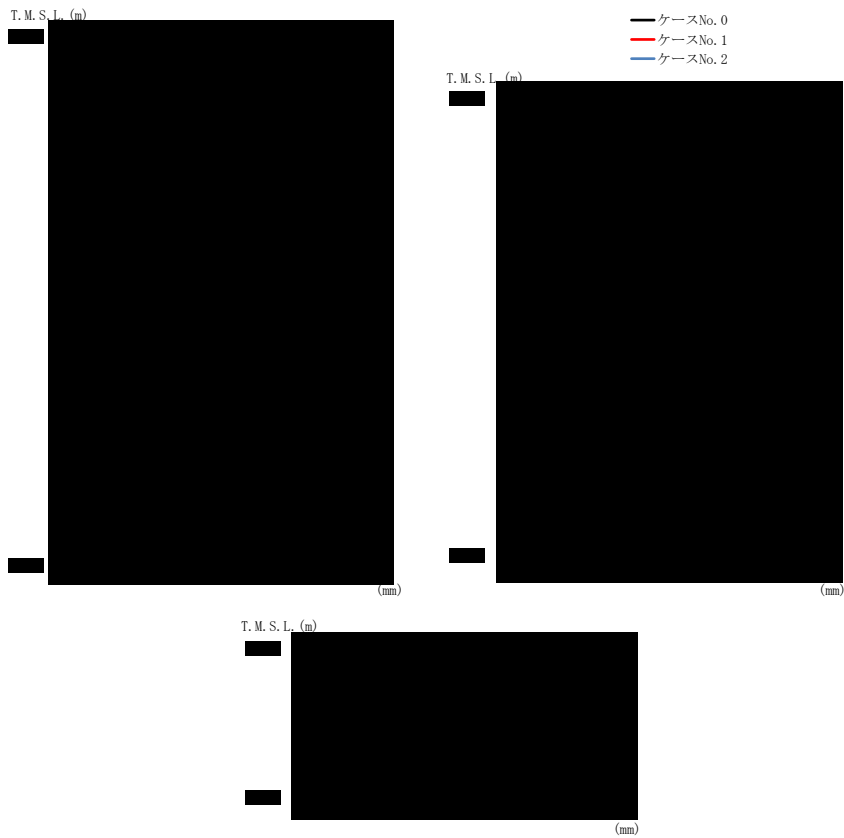
(a) S d - A (H)

第 4.1.3-17 図 最大応答変位 (EW 方向) (1/6)

第 4.1.3-21 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (1/6)

(a) S d - A (H)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



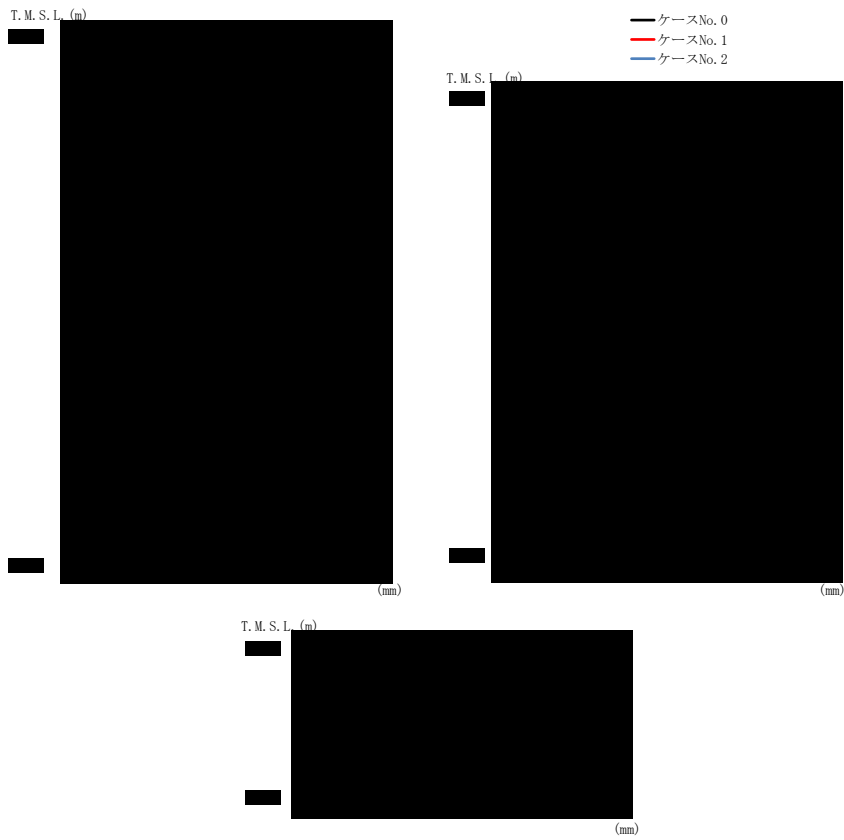
(b) S d - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-17 図 最大応答変位 (EW 方向) (2/6)

第 4. 1. 3-21 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (2/6)

(b) S d - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



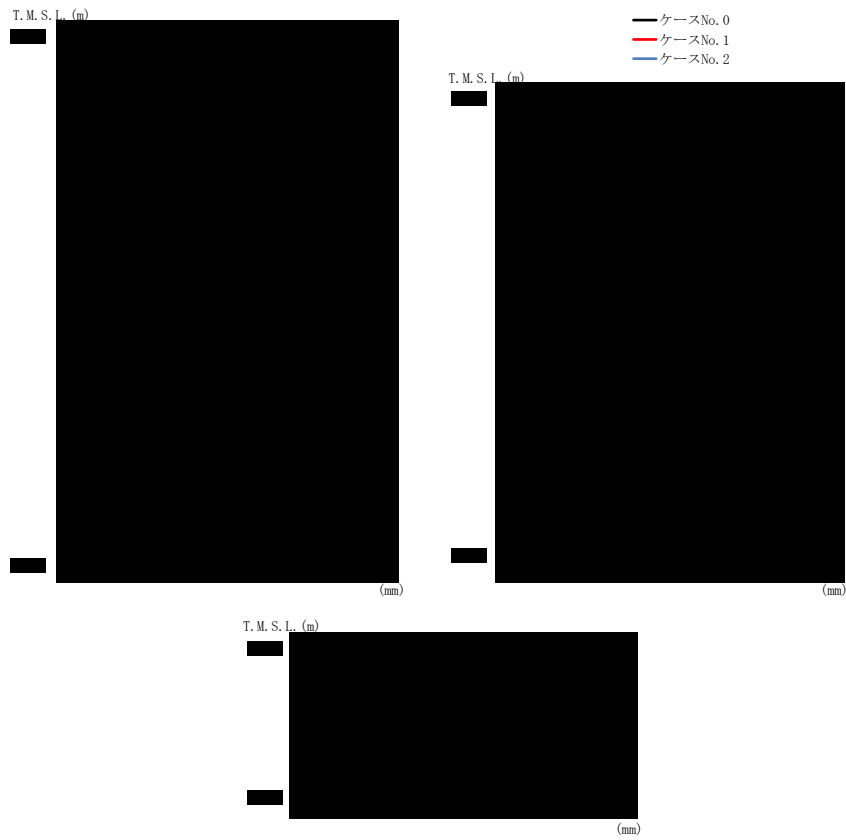
(c) S d - C 3 (N S)

第 4. 1. 3-17 図 最大応答変位 (EW 方向) (3/6)

第 4. 1. 3-21 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (3/6)

(c) S d - C 3 (N S)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



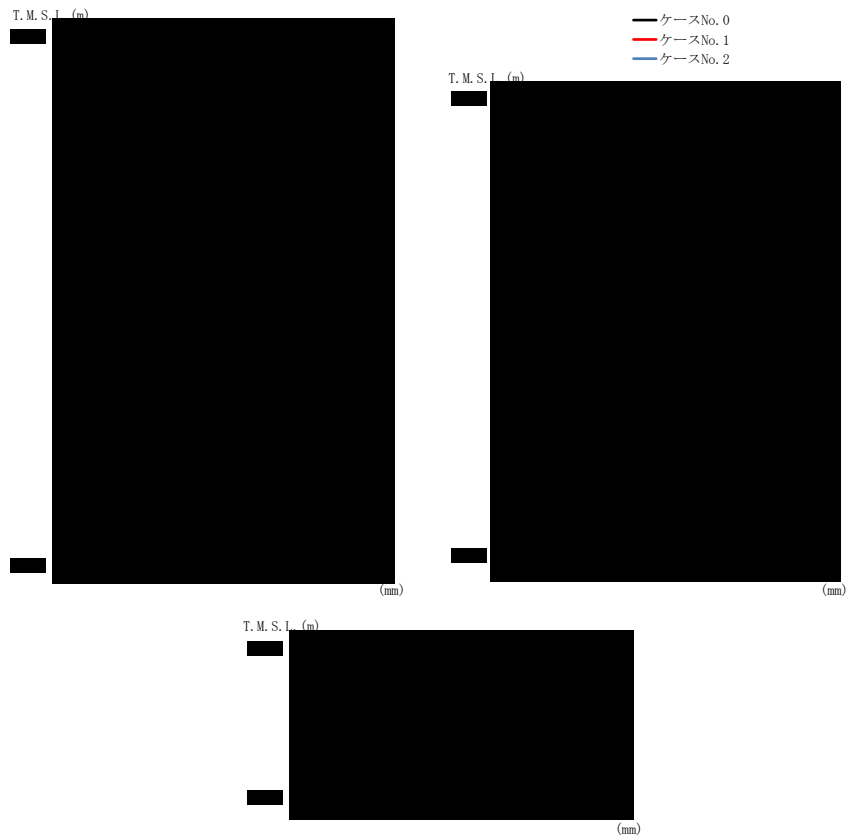
(d) S d - C 3 (EW)

第 4.1.3-17 図 最大応答変位 (EW 方向) (4/6)

第 4.1.3-21 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (4/6)

(d) S d - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



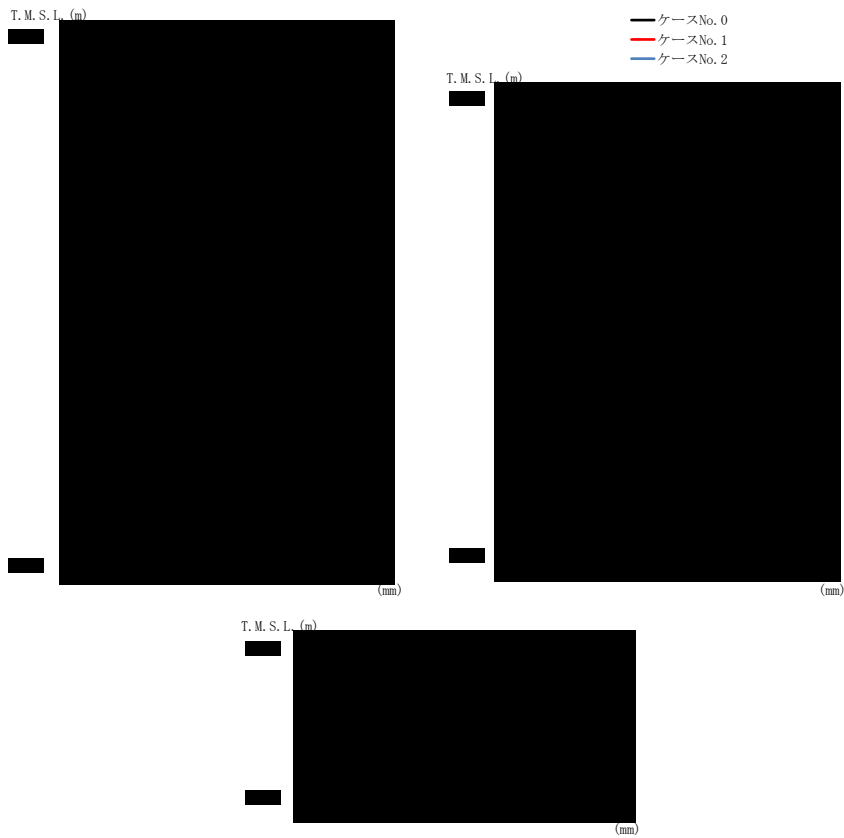
(e) S d - C 4 (N S)

第 4. 1. 3-17 図 最大応答変位 (EW 方向) (5/6)

第 4. 1. 3-21 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (5/6)

(e) S d - C 4 (N S)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(f) S d - C 4 (EW)

第 4. 1. 3-17 図 最大応答変位 (EW 方向) (6/6)

第 4. 1. 3-21 表 最大応答変位一覧表 (EW 方向) (6/6)

(f) S d - C 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



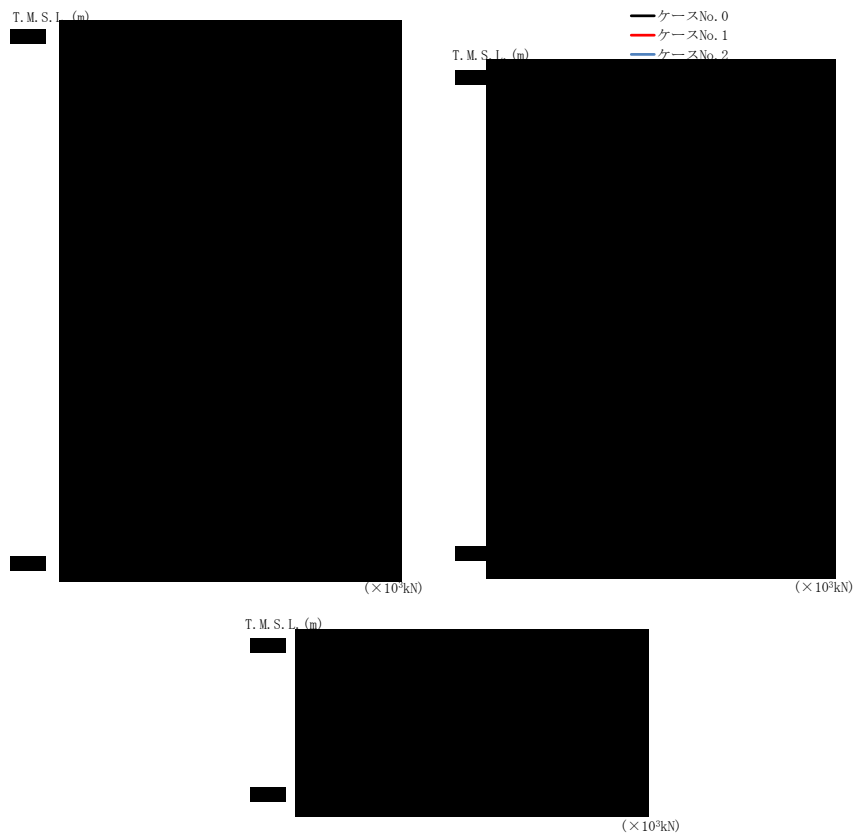
(a) S d - A (H)

第 4. 1. 3-18 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (1/6)

第 4. 1. 3-22 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (1/6)

(a) S d - A (H)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(b) S d - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-18 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (2/6)

第 4. 1. 3-22 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (2/6)

(b) S d - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



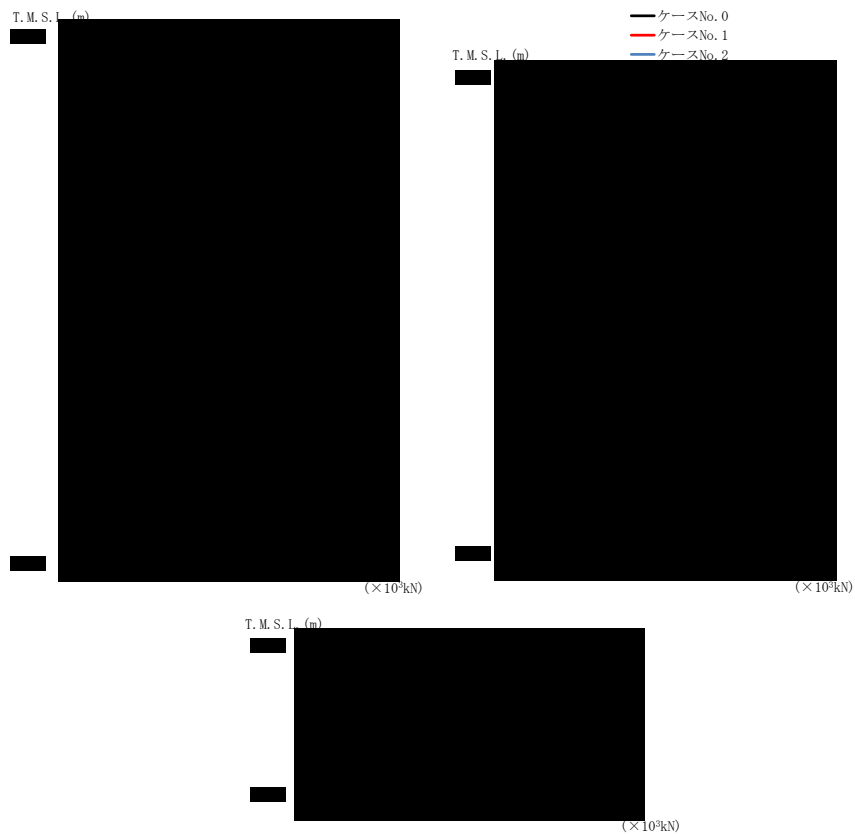
(c) S d - C 3 (NS)

第 4. 1. 3-18 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (3/6)

第 4. 1. 3-22 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (3/6)

(c) S d - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



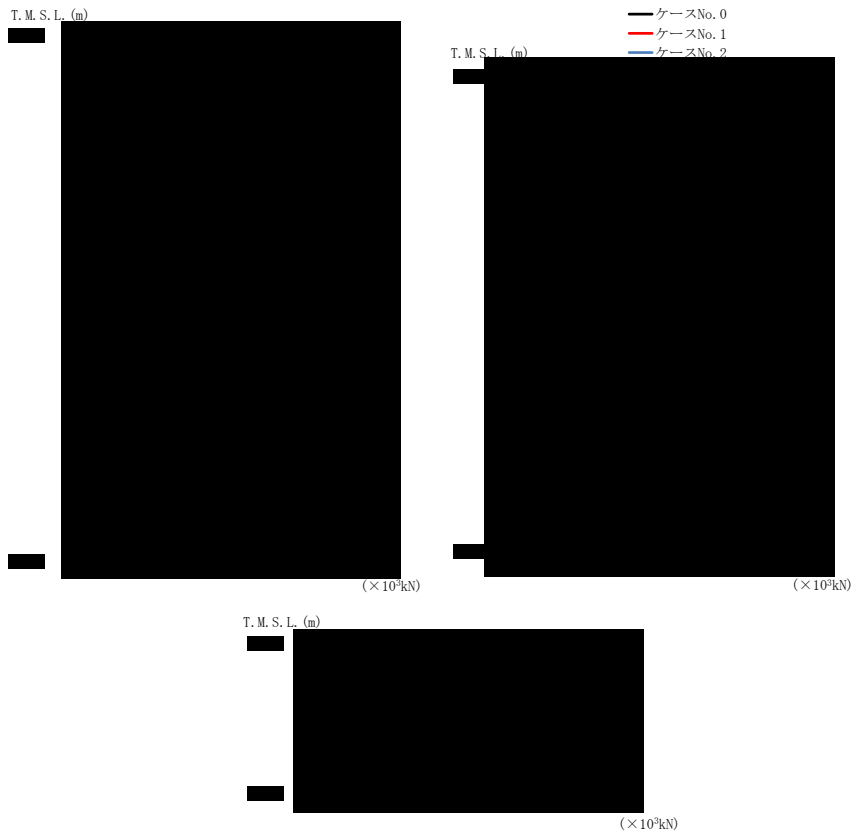
(d) S d - C 3 (EW)

第 4. 1. 3-18 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (4/6)

第 4. 1. 3-22 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (4/6)

(d) S d - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(e) S d - C 4 (N S)

第 4. 1. 3-18 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (5/6)

第 4. 1. 3-22 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (5/6)

(e) S d - C 4 (N S)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



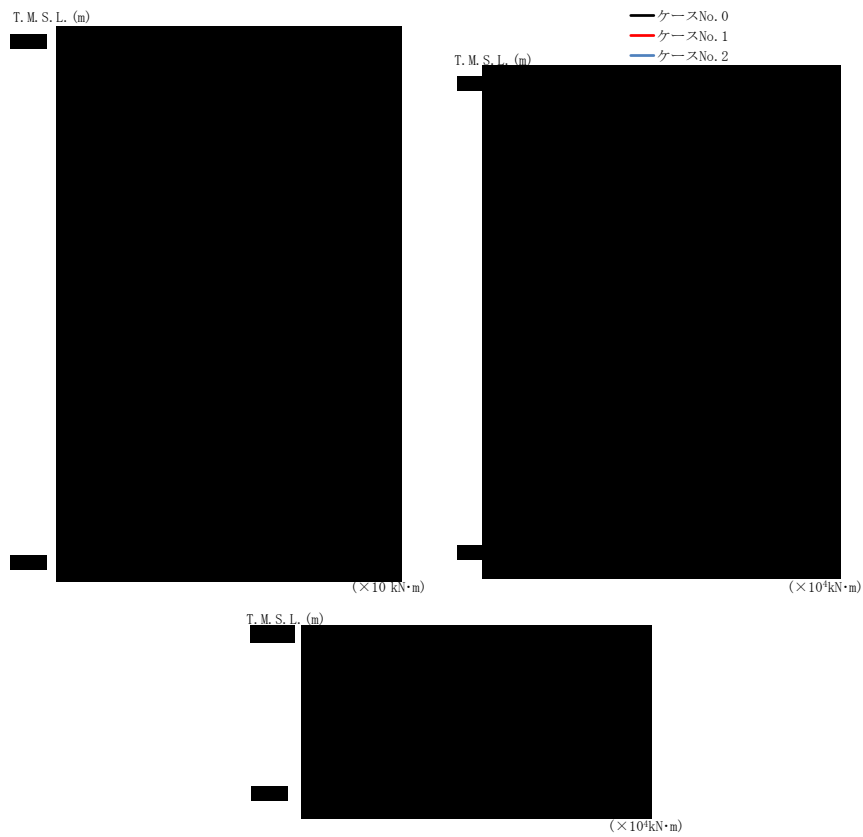
(f) S d - C 4 (EW)

第 4. 1. 3-18 図 最大応答せん断力 (EW 方向) (6/6)

第 4. 1. 3-22 表 最大応答せん断力一覧表 (EW 方向) (6/6)

(f) S d - C 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



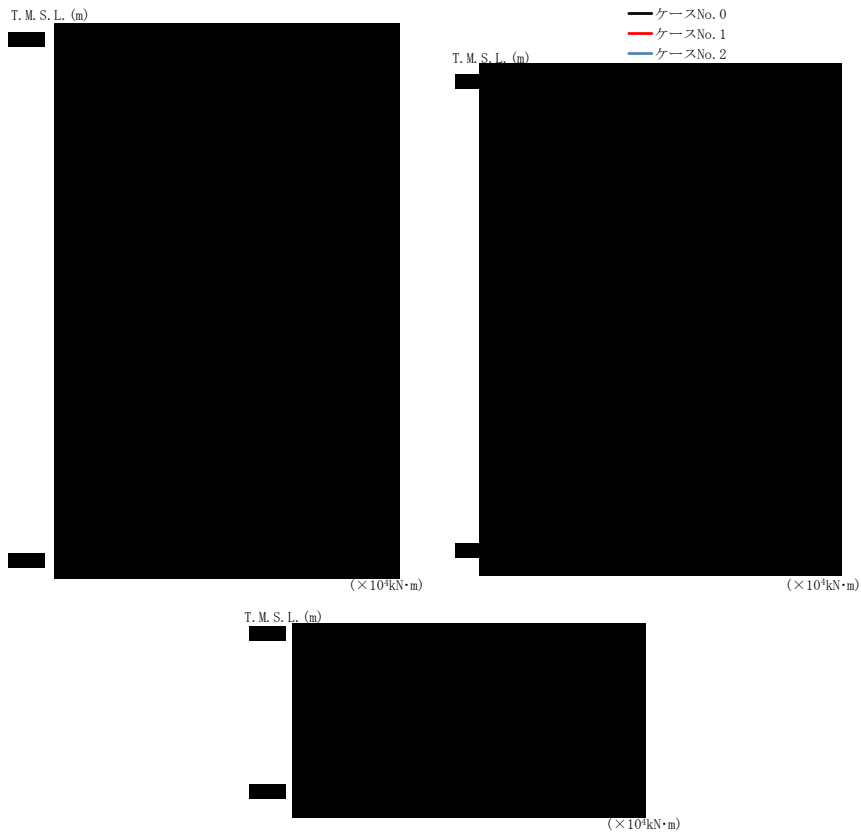
(a) S d - A (H)

第 4. 1. 3-19 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (1/6)

第 4. 1. 3-23 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (1/6)

(a) S d - A (H)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(b) S d - C 1 (N S E W)

第 4. 1. 3-19 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (2/6)

第 4. 1. 3-23 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (2/6)

(b) S d - C 1 (N S E W)

T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				



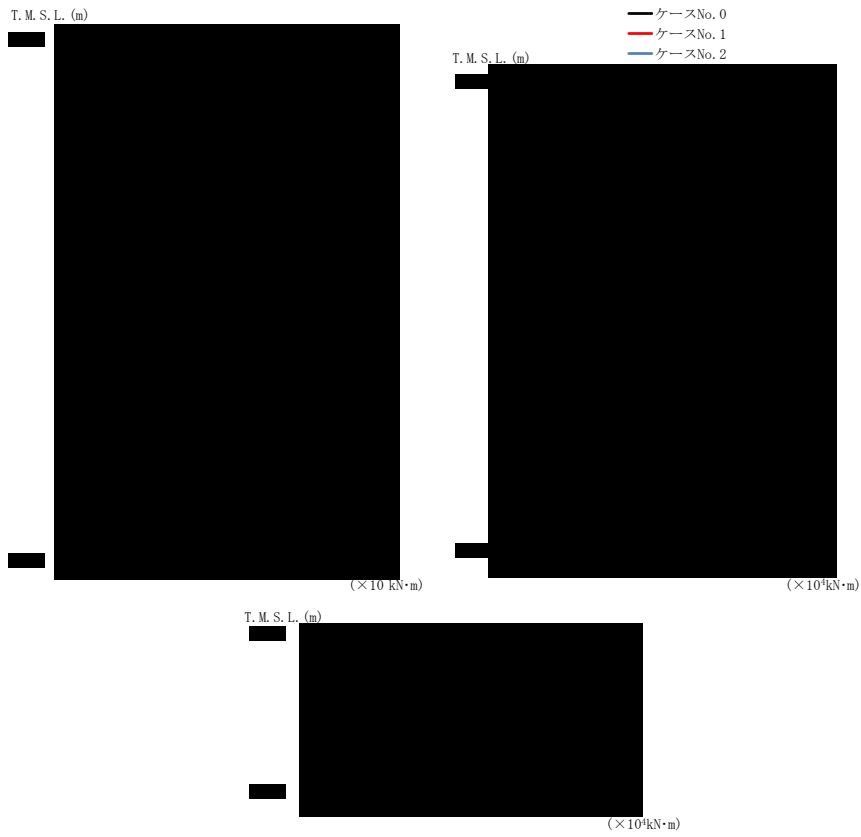
(c) S d - C 3 (NS)

第 4.1.3-19 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (3/6)

第 4.1.3-23 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (3/6)

(c) S d - C 3 (NS)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(d) S d - C 3 (EW)

第 4.1.3-19 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (4/6)

第 4.1.3-23 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (4/6)

(d) S d - C 3 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



(e) S d - C 4 (N S)

第 4. 1. 3-19 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (5/6)

第 4. 1. 3-23 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (5/6)

(e) S d - C 4 (N S)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(f) S d - C 4 (EW)

第 4. 1. 3-19 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向) (6/6)

第 4. 1. 3-23 表 最大応答曲げモーメント一覧表 (EW 方向) (6/6)

(f) S d - C 4 (EW)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2



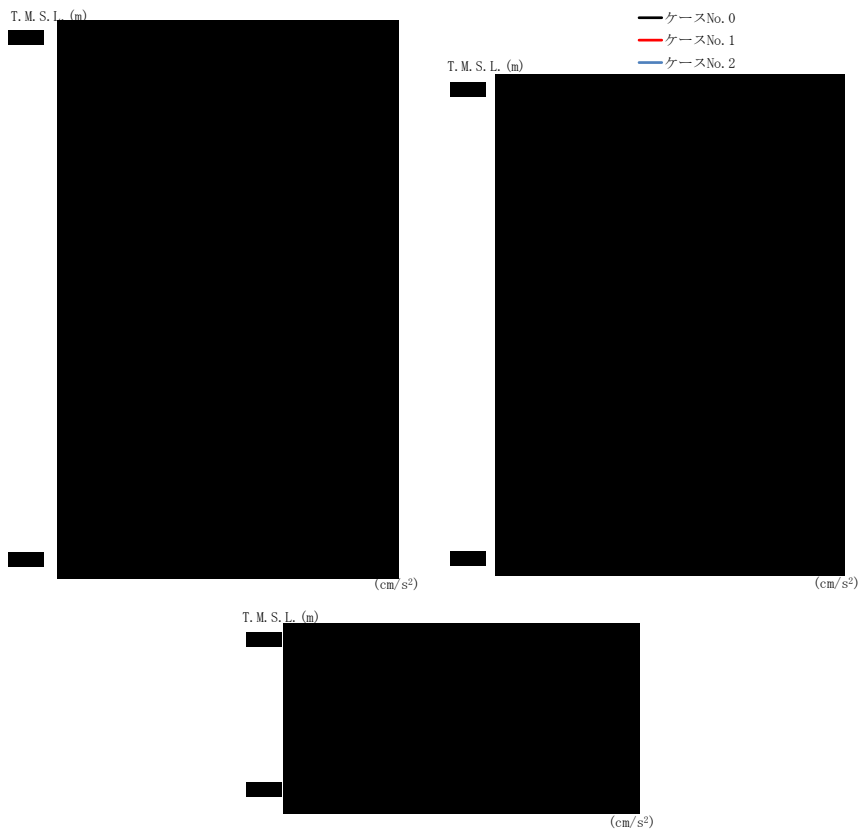
(a) S d - A (V)

第 4. 1. 3-20 図 最大応答加速度（鉛直方向）（1/3）

第 4. 1. 3-24 表 最大応答加速度一覧表（鉛直方向）（1/3）

(a) S d - A (V)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



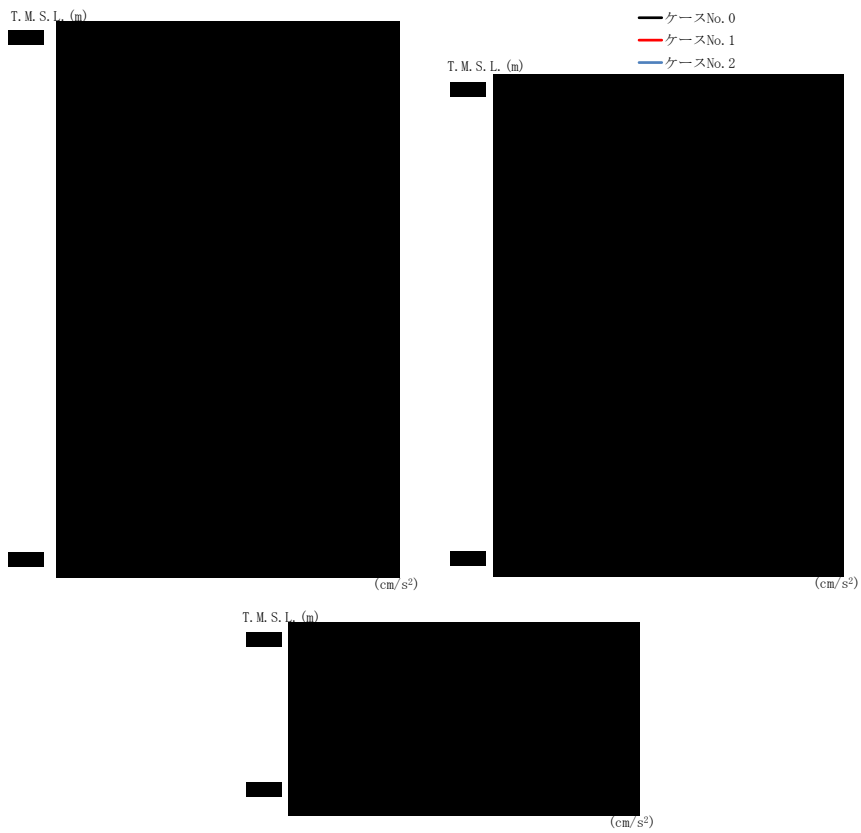
(b) S d - C 1 (UD)

第 4. 1. 3-20 図 最大応答加速度 (鉛直方向) (2/3)

第 4. 1. 3-24 表 最大応答加速度一覧表 (鉛直方向) (2/3)

(b) S d - C 1 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted data]				

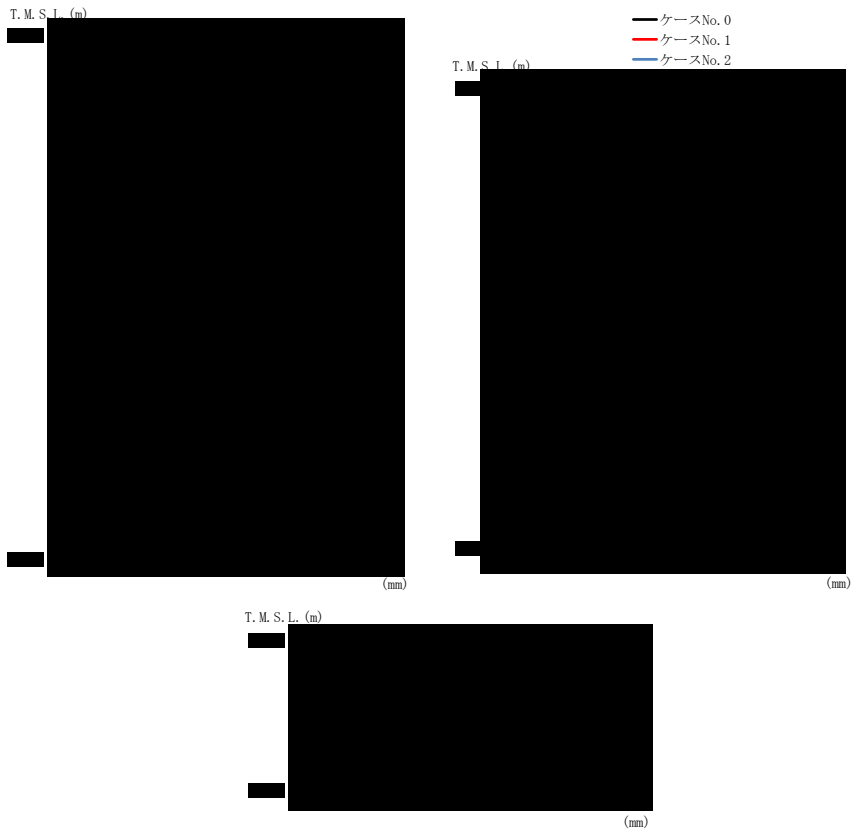


第 4. 1. 3-20 図 最大応答加速度（鉛直方向）（3/3）

第 4. 1. 3-24 表 最大応答加速度一覧表（鉛直方向）（3/3）

(c) S d - C 3 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



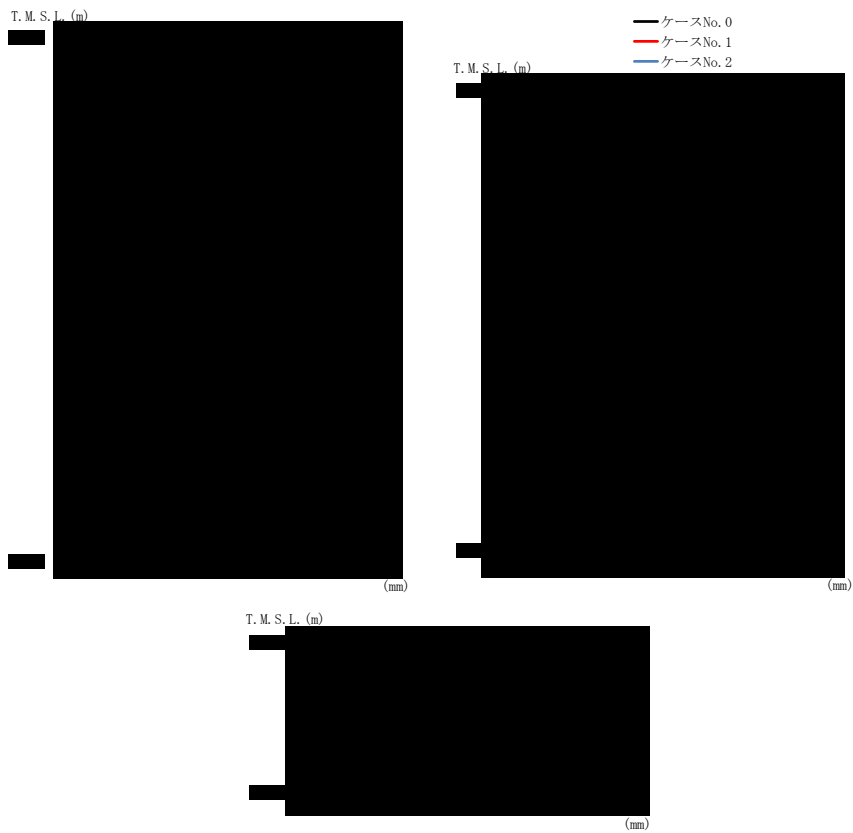
(a) S d - A (V)

第 4. 1. 3-21 図 最大応答変位 (鉛直方向) (1/3)

第 4. 1. 3-25 表 最大応答変位一覧表 (鉛直方向) (1/3)

(a) S d - A (V)

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(b) S d - C 1 (UD)

第 4. 1. 3-21 図 最大応答変位 (鉛直方向) (2/3)

第 4. 1. 3-25 表 最大応答変位一覧表 (鉛直方向) (2/3)

(b) S d - C 1 (UD)

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(c) S d - C 3 (UD)

第 4. 1. 3-21 図 最大応答変位 (鉛直方向) (3/3)

第 4. 1. 3-25 表 最大応答変位一覧表 (鉛直方向) (3/3)

(c) S d - C 3 (UD)

T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(a) S d - A (V)

第 4. 1. 3-22 図 最大応答軸力（鉛直方向）（1/3）

第 4. 1. 3-26 表 最大応答軸力一覧表（鉛直方向）（1/3）

(a) S d - A (V)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力(×10 ³ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(b) S d - C 1 (UD)

第 4. 1. 3-22 図 最大応答軸力 (鉛直方向) (2/3)

第 4. 1. 3-26 表 最大応答軸力一覧表 (鉛直方向) (2/3)

(b) S d - C 1 (UD)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 ($\times 10^3$ kN)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				



(c) S d - C 3 (UD)

第 4. 1. 3-22 図 最大応答軸力（鉛直方向）（3/3）

第 4. 1. 3-26 表 最大応答軸力一覧表（鉛直方向）（3/3）

(c) S d - C 3 (UD)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 ($\times 10^3 \text{kN}$)		
		ケース No. 0	ケース No. 1	ケース No. 2
[Redacted Data]				

第 4.1.3-27 表 浮上り検討 (弾性設計用地震動 S d, ケース No. 1)

(a)NS 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Sd-A (H)			
Sd-C1 (NSEW)			
Sd-C3 (NS)			
Sd-C3 (EW)			
Sd-C4 (NS)			
Sd-C4 (EW)			

(b)EW 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Sd-A (H)			
Sd-C1 (NSEW)			
Sd-C3 (NS)			
Sd-C3 (EW)			
Sd-C4 (NS)			
Sd-C4 (EW)			

第 4.1.3-28 表 浮上り検討 (弾性設計用地震動 S d, ケース No. 2)

(a)NS 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Sd-A (H)			
Sd-C1 (NSEW)			
Sd-C3 (NS)			
Sd-C3 (EW)			
Sd-C4 (NS)			
Sd-C4 (EW)			

(b)EW 方向

地震動	浮上り限界転倒 モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	最小接地率算出時の 転倒モーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)	接地率 (%)
Sd-A (H)			
Sd-C1 (NSEW)			
Sd-C3 (NS)			
Sd-C3 (EW)			
Sd-C4 (NS)			
Sd-C4 (EW)			

第 4.1.3-29 表 最大接地圧（弾性設計用地震動 S d，ケース No.1）

地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
Sd-A	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C1	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C3 (NS)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C3 (EW)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C4 (NS)	NS	—	
	EW	—	
Sd-C4 (NS)	NS	—	
	EW	—	

第 4. 1. 3-30 表 最大接地圧 (弾性設計用地震動 S d, ケース No. 2)

地震動	方向		最大接地圧 (kN/m ²)
Sd-A	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C1	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C3 (NS)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C3 (EW)	NS	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
	EW	鉛直上向き	
		鉛直下向き	
Sd-C4 (NS)	NS	—	
	EW	—	
Sd-C4 (EW)	NS	—	
	EW	—	

IV-2-1-1-1-1-2

安全冷却水 B 冷却塔基礎の耐震計算書

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	5
2.4 準拠規格・基準等	6
3. 地震応答解析による評価方法	7
4. 応力解析による評価方法	8
4.1 評価方針	8
4.2 荷重及び荷重の組合せ	10
4.3 許容限界	11
4.4 評価方法	12
5. 評価結果	19
5.1 地震応答解析による評価結果	19
5.2 応力解析による評価結果	20

1. 概要

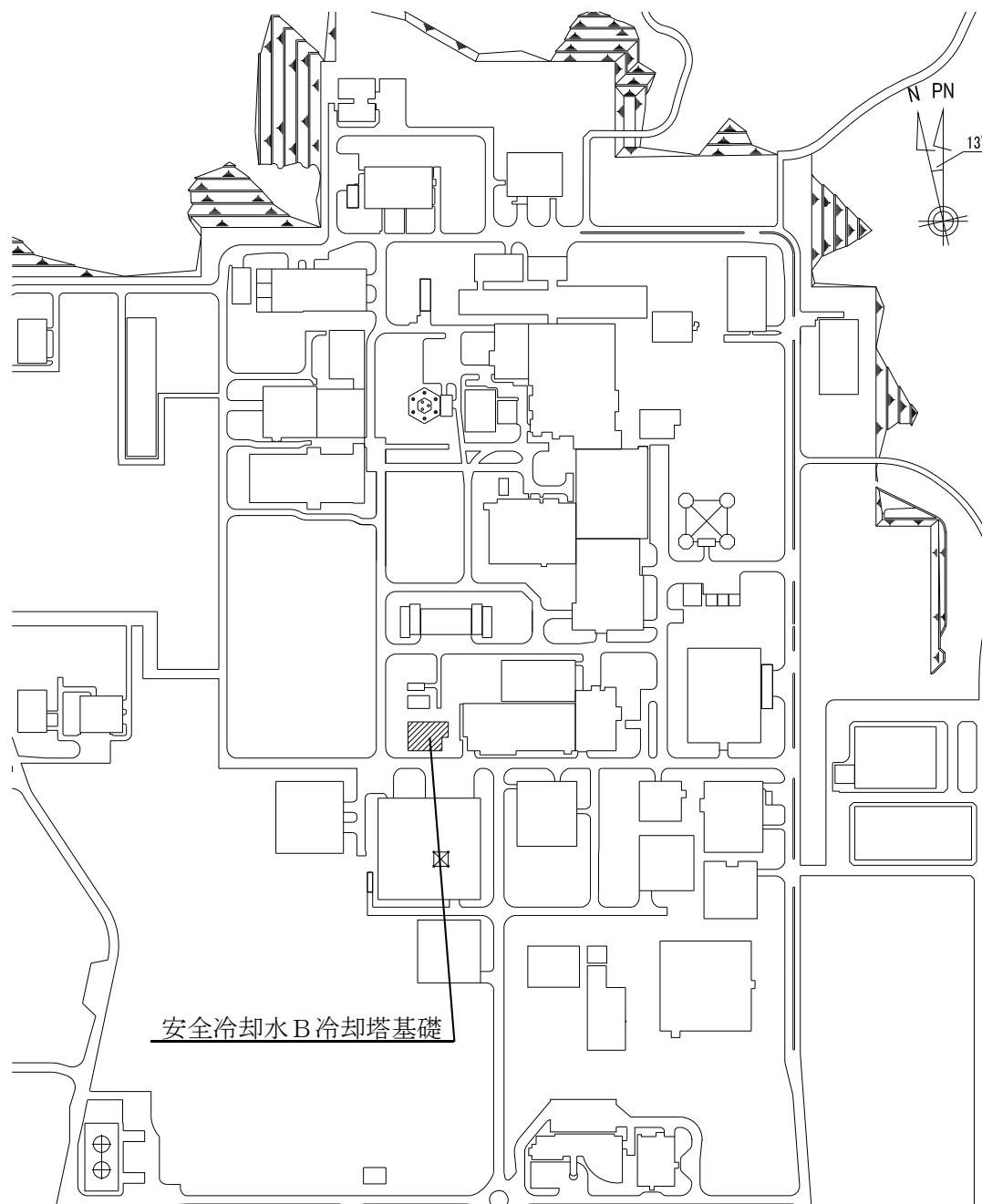
本資料は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、安全冷却水B冷却塔基礎の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものである。その評価は、地震応答解析及び応力解析に基づいて行う。

安全冷却水B冷却塔基礎は、安全機能を有する施設において「Sクラス施設の間接支持構造物」に分類され、以下、その分類に応じた耐震評価の結果を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

安全冷却水B冷却塔基礎の設置位置を第 2.1-1 図に示す。



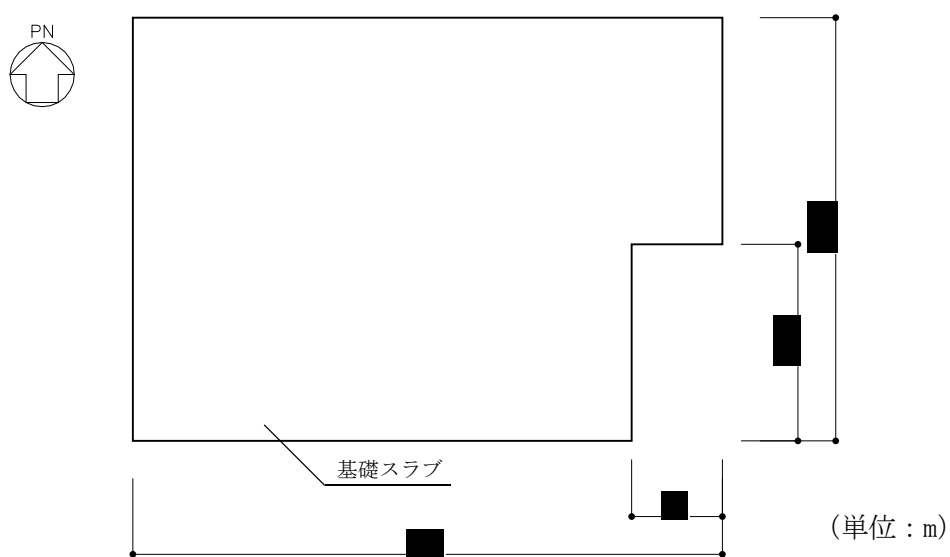
第 2.1-1 図 安全冷却水B冷却塔基礎の設置位置

2.2 構造概要

安全冷却水B冷却塔基礎の概略平面図を第 2.2-1 図に、概略断面図を第 2.2-2 図に示す。

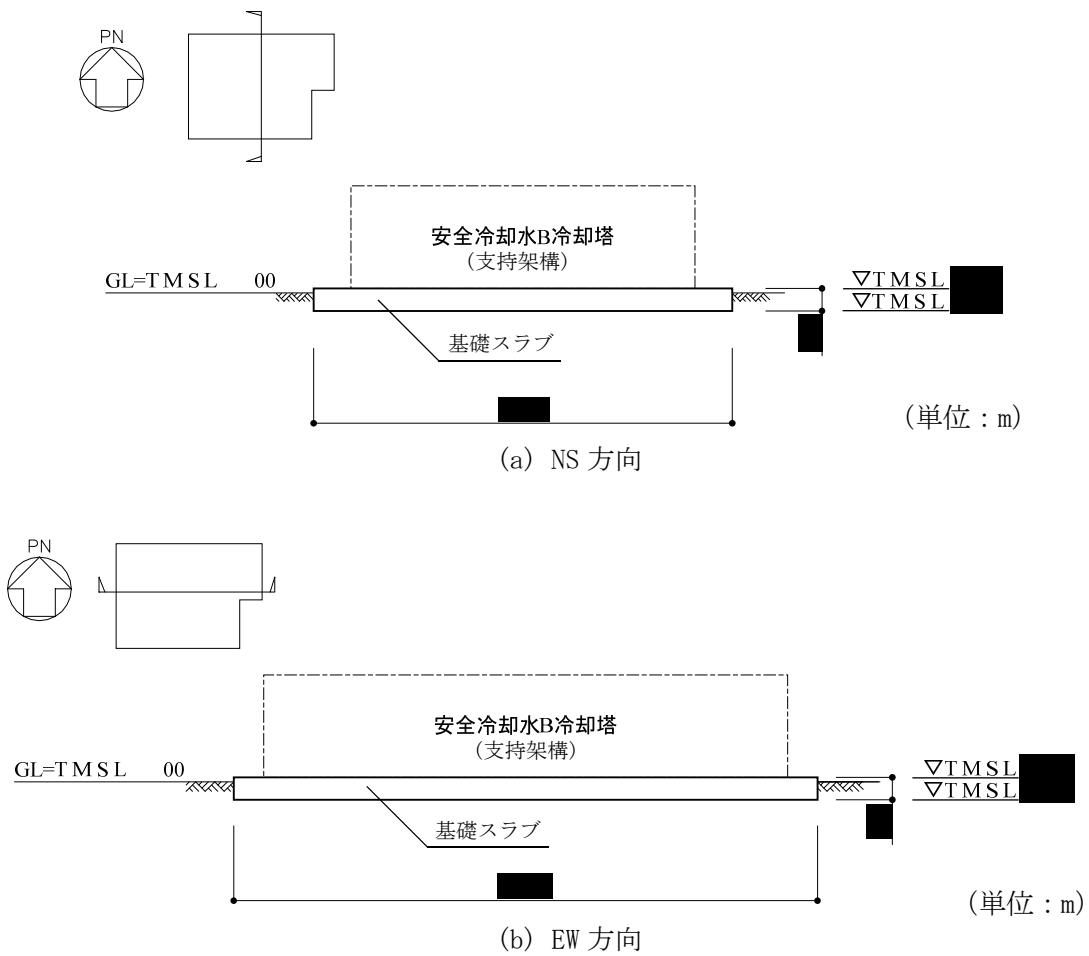
安全冷却水B冷却塔基礎の主体構造は鉄筋コンクリート造である。平面規模は主要部分で■■■m(NS)×■■■m(EW)であり、厚さは■■■mである。

主要耐震要素は、鉄筋コンクリート造の基礎スラブである。また、基礎スラブは不陸調整用のマンメイドロックを介して岩盤に設置されている。



注記 : 構築物寸法は、基礎外面押えとする。

第 2.2-1 図 概略平面図 (T.M.S.L. ■■■m)



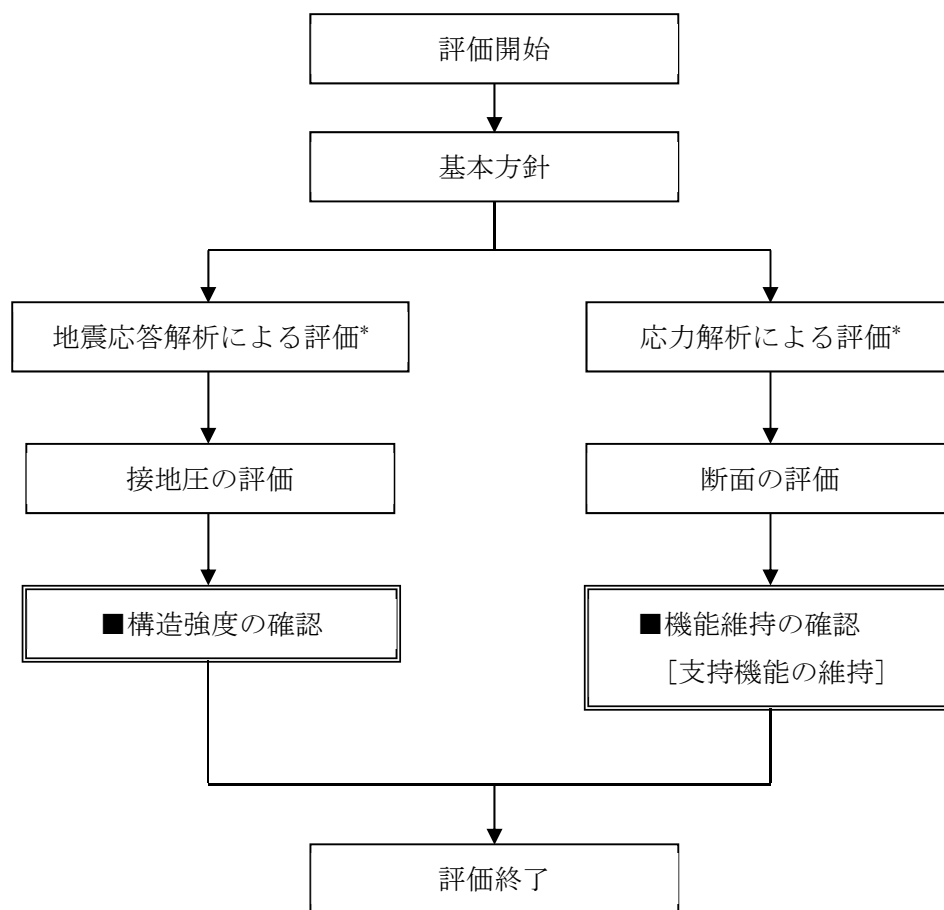
第 2.2-2 図 概略断面図

2.3 評価方針

安全冷却水B冷却塔基礎の評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下、「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行うこととし、その評価は「IV-2-1-1-1-1-1 安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。

安全冷却水B冷却塔基礎の評価は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、地震応答解析により接地圧の評価を、応力解析により断面の評価を行うことで、安全冷却水B冷却塔基礎の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては地盤物性のばらつきを考慮する。

安全冷却水B冷却塔基礎の評価フローを第2.3-1図に示す。



注記 * : 「IV-2-1-1-1-1-1 安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」の結果を踏まえて行う。

第2.3-1図 安全冷却水B冷却塔基礎の評価フロー

2.4 準拠規格・基準等

安全冷却水B冷却塔基礎の評価において、準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令・同告示
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 -許容応力度設計法-
（(社)日本建築学会，1999）（以下，「RC規準」という。）
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社)日本建築学会，2005）
（以下，「RC-N規準」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）
（以下，「JEAG4601」と記載しているものは上記3指針を指す。）

3. 地震応答解析による評価方法

地震応答解析による評価において、安全冷却水B冷却塔基礎の構造強度については、「IV-2-1-1-1-1-1 安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」に基づき、最大接地圧が地盤の支持力を十分下回ることを確認する。

地震応答解析による評価における安全冷却水B冷却塔基礎の許容限界は、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、第3.-1表のとおり設定する。

第3.-1表 地震応答解析による評価における許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
-	構造強度を有すること	基準地震動 S s	基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力を十分下回ることを確認	極限支持力度 2900kN/m ²

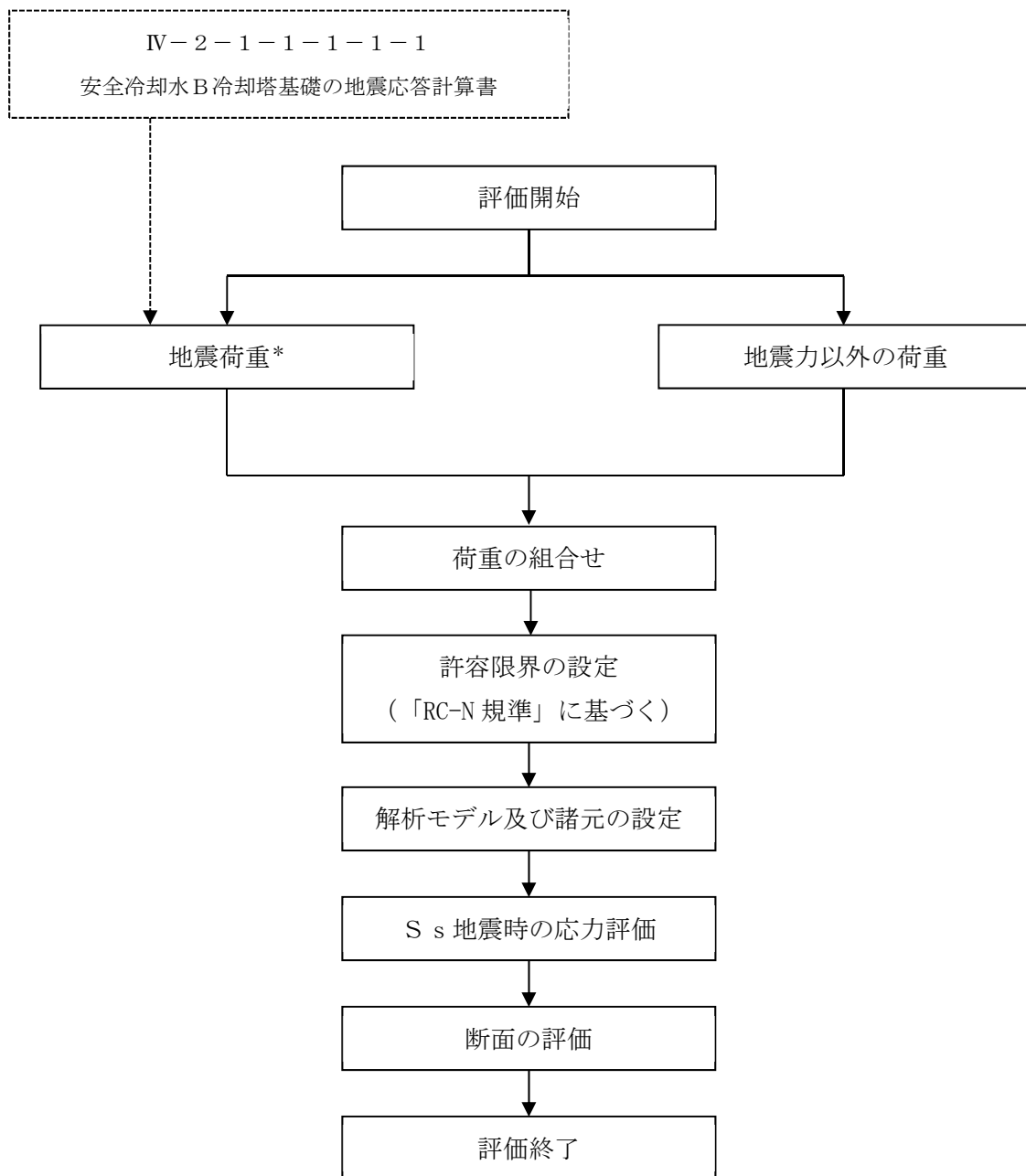
4. 応力解析による評価方法

4.1 評価方針

安全冷却水B冷却塔基礎の応力解析による評価対象部位は基礎スラブとし、S s地震時に対して以下の方針に基づき評価を行う。

応力解析による基礎スラブ評価フローを第4.1-1図に示す。応力解析にあたっては、「IV-2-1-1-1-1-1 安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」より得られた結果を用いる。また、地盤物性のばらつきを考慮するものとする。

基礎スラブの応力解析による評価は、S s地震時に対して有限要素法モデル（以下、「FEMモデル」という。）を用いた弾性応力解析により行うこととし、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が「RC-N規準」に基づく許容限界を超えないことを確認する。



注記 * : 地盤物性のばらつきを考慮する。

第4. 1-1図 応力解析による基礎スラブの評価フロー

4.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。荷重のうち、固定荷重、機器荷重及び積載荷重については、平成10年4月7日付け10安(核規)第148号にて認可を受けた設工認申請書の「IV-2-2-4-1-1-1 安全冷却水系の耐震性に関する計算書」の「(10) 安全冷却水B冷却塔基礎の耐震性に関する計算書」の「b. 安全冷却水B冷却塔基礎の耐震計算書」を踏まえたものとする。基礎スラブの評価において考慮する荷重を第4.2.1-1表に示す。

4.2.1 荷重

各部位の評価において考慮する荷重を第4.2.1-1表に示す。

第4.2.1-1表 考慮する荷重

荷重名称		内容
鉛直荷重(VL)	固定荷重(DL)	構造物の自重
	機器荷重(EL)	構築物に作用する主要機器の荷重
	積載荷重(LL)	家具, 什器, 人員荷重の他, 機器荷重に含まれない小さな機器類の荷重
積雪荷重(SL)		積雪量 190cm 地震荷重と組み合わせる場合は0.35の係数を乗じた値とする。
地震荷重(S)		地盤物性のばらつきを考慮した地震荷重
浮力(B)		地下水位に応じた浮力による荷重

4.2.2 荷重の組合せ

基礎スラブの評価において考慮する荷重の組合せを第4.2.2-1表に示す。

第4.2.2-1表 荷重の組合せ

検討部位	荷重の組合せ
基礎スラブ	VL+SL+S+B

4.3 許容限界

応力解析による評価における基礎スラブの許容限界は、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に基づき、第4.3-1表のとおり設定する。

コンクリートの圧縮強度を第4.3-2表に、鉄筋（主筋）の降伏強度を第4.3-3表に示す。

第4.3-1表 応力解析評価における基礎スラブの許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
支持機能	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	基礎スラブ	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N規準」に基づく終局強度

第4.3-2表 コンクリートの圧縮強度

コンクリートの設計基準強度F _c (N/mm ²)	圧縮強度(N/mm ²)
23.5 (F _c =240kgf/cm ²)	23.5

第4.3-3表 鉄筋（主筋）の降伏強度

鉄筋種類	降伏強度(N/mm ²)
SD345	345

注記 : 材料強度は降伏強度を1.1倍して算出する。

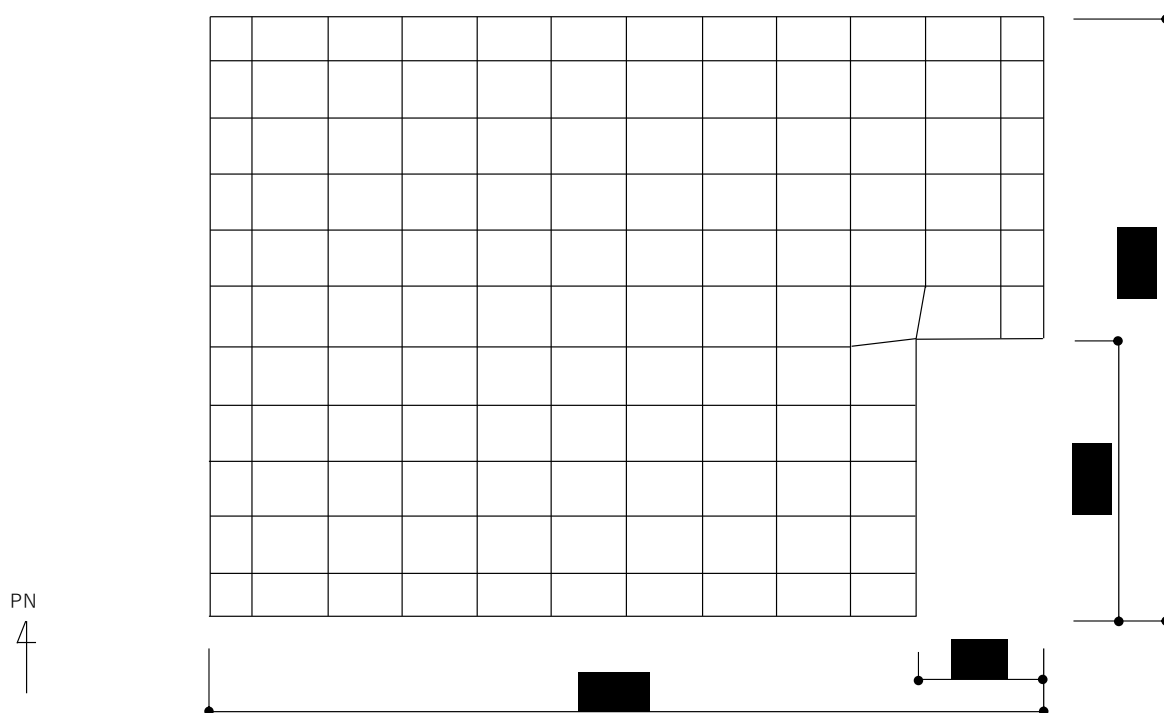
4.4 評価方法

4.4.1 基礎スラブの評価方法

(1) 解析モデル

応力解析は、FEMモデルを用いた弾性応力解析を実施する。解析には、解析コード「MSC NASTRAN Ver. 2013. 1. 0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-3 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

基礎スラブのモデル化においては、シェル要素にてモデル化する。また、基礎スラブ底面に水平方向及び鉛直方向の地盤ばねを設ける。なお、基礎スラブ底面に設置した地盤ばねについては、引張力が発生したときに浮上りを考慮する。基礎スラブの解析モデルを第4.4.1-1図に示す。コンクリートの物性値を第4.4.1-1表に、鉄筋コンクリートの単位体積重量を第4.4.1-2表に示す。解析モデルの節点数は146、要素数は122である。



第4.4.1-1図 基礎スラブの解析モデル（単位：mm）

第4.4.1-1表 コンクリートの物性値

設計基準強度 F_c (N/mm^2)	ヤング係数 E_c (N/mm^2)	ポアソン比 ν
23.5 ($F_c=240kgf/cm^2$)	2.25×10^4	0.2

第4.4.1-2表 鉄筋コンクリートの単位体積重量

単位体積重量 (kN/m^3)
24

(2) 荷重ケース

S s 地震時の基礎スラブに作用する応力は、次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

VL	: 鉛直荷重
SL	: 積雪荷重
S _{SNS}	: NS 方向の S s 地震荷重 (N→S 方向を正とする。)
S _{SEW}	: EW 方向の S s 地震荷重 (E→W 方向を正とする。)
S _{SUD}	: 鉛直方向の S s 地震荷重 (上向きを正とする。)
B	: 浮力 (上向きを正とする。)

(3) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを第 4.4.1-3 表に示す。

水平方向と鉛直方向の荷重の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 ((社)日本電気協会)」を参考に、組合せ係数法(組合せ係数は 1.0 と 0.4)を用いるものとする。

第4.4.1-3表 荷重の組合せケース

ケースNo.	荷重の組合せ
1	$VL + SL + 1.0S_{SNS} + 0.4S_{SUD} + B$
2	$VL + SL - 1.0S_{SNS} + 0.4S_{SUD} + B$
3	$VL + SL + 1.0S_{SNS} - 0.4S_{SUD} + B$
4	$VL + SL - 1.0S_{SNS} - 0.4S_{SUD} + B$
5	$VL + SL + 1.0S_{SEW} + 0.4S_{SUD} + B$
6	$VL + SL - 1.0S_{SEW} + 0.4S_{SUD} + B$
7	$VL + SL + 1.0S_{SEW} - 0.4S_{SUD} + B$
8	$VL + SL - 1.0S_{SEW} - 0.4S_{SUD} + B$
9	$VL + SL + 0.4S_{SNS} + 1.0S_{SUD} + B$
10	$VL + SL - 0.4S_{SNS} + 1.0S_{SUD} + B$
11	$VL + SL + 0.4S_{SNS} - 1.0S_{SUD} + B$
12	$VL + SL - 0.4S_{SNS} - 1.0S_{SUD} + B$
13	$VL + SL + 0.4S_{SEW} + 1.0S_{SUD} + B$
14	$VL + SL - 0.4S_{SEW} + 1.0S_{SUD} + B$
15	$VL + SL + 0.4S_{SEW} - 1.0S_{SUD} + B$
16	$VL + SL - 0.4S_{SEW} - 1.0S_{SUD} + B$

(4) 荷重の入力方法

a. 鉛直荷重 (VL) 及び積雪荷重 (SL)

基礎スラブの重量は鉄筋コンクリートの単位体積重量を FEM モデルの各要素に与える。冷却塔から伝達される重量は、集中荷重として基礎スラブと冷却塔の脚部の取合い部の節点に入力する。

b. 地震荷重 (S)

地震荷重については、基準地震動 S_s に対する地震応答解析から得られる結果より設定する。冷却塔から基礎スラブへ伝達される荷重としては、「IV-2-1-2-1-1-1 安全冷却水B冷却塔()の耐震計算書」における冷却塔の支持架構の地震応答解析から得られる、支持架構柱脚部のせん断力、曲げモーメント及び軸力を考慮し、支持架構柱脚部に対応する節点に入力する。また、基礎スラブの慣性力として、上記の冷却塔から基礎スラブへ伝達される荷重と基礎スラブ底面に発生する荷重の差を、FEM モデルの各節点に、その支配面積に応じて分配入力する。基礎スラブ底面に発生する荷重は、「IV-2-1-1-1-1-1 安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」における安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答解析から得られる、底面スウェイばねの反力であるせん断力、底面ロッキングばねの反力である曲げモーメント及び底面鉛直ばねの反力である軸力を考慮する。 S_s 地震時における基礎スラブ底面のせん断力、曲げモーメント及び軸力を第 4.4.1-4 表に示す。

c. 浮力 (B)

浮力は、地下水位面を T.M.S.L. 55.0m とし、基礎スラブに一様に上向きに等分布荷重として入力する。

第 4.4.1-4 表 S_s 地震時における基礎スラブ底面のせん断力、曲げモーメント及び軸力

水平 (NS 方向)		水平 (EW 方向)		鉛直
せん断力 ($\times 10^4 \text{kN}$)	曲げモーメント ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)	せん断力 ($\times 10^4 \text{kN}$)	曲げモーメント ($\times 10^5 \text{kN} \cdot \text{m}$)	軸力 ($\times 10^4 \text{kN}$)
5.44	2.11	5.58	2.04	2.47

(5) 断面の評価方法

a. 軸力及び曲げモーメントに対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、基礎スラブに生じる曲げモーメントが許容限界を超えないことを下式で確認する。

$$M \leq M_u$$

$$M_u = 0.8a_t\sigma_y D + 0.4ND \quad (N_{\min} \leq N < 0)$$

$$M_u = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND \left(1 - \frac{N}{bDF_c} \right) \quad (0 \leq N \leq 0.4bDF_c)$$

$$M_u = \left(0.8a_t\sigma_y D + 0.12bD^2 F_c \left(\frac{N_{\max} - N}{N_{\max} - 0.4bDF_c} \right) \right) \quad (0.4bDF_c < N \leq N_{\max})$$

ここで、

M	: 発生曲げモーメント
M_u	: 許容限界 (曲げ終局強度)
N_{\min}	: 中心引張時終局強度
N_{\max}	: 中心圧縮時終局強度
N	: 発生軸力
a_t	: 引張主筋断面積
b	: 断面幅
D	: 断面せい
σ_y	: 鉄筋の引張に対する材料強度
F_c	: コンクリート圧縮強度

b. 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N 規準」に基づき、基礎スラブに生じる面外せん断力が許容限界を超えないことを下式で確認する。

$$Q \leq Q_u$$
$$Q_u = \left\{ \frac{0.068 p_t^{0.23} (F_c + 18)}{M/(Qd) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right\} bj$$

ここで

Q	: 発生面外せん断力
Q_u	: 許容限界（面外せん断終局強度）
p_t	: 引張鉄筋比(%)
F_c	: コンクリートの圧縮強度
M/Q	: 強度算定断面における曲げモーメントMと面外せん断力Qの比
d	: 有効せい
p_w	: 面外せん断補強筋比
σ_{wy}	: 面外せん断補強筋の降伏強度
σ_0	: 平均軸方向応力度
b	: 部材幅
j	: 応力中心間距離

5. 評価結果

5.1 地震応答解析による評価結果

5.1.1 接地圧の評価結果

S s 地震時の最大接地圧が、地盤の極限支持力度を十分下回ることを確認する。

S s 地震時の最大接地圧と地盤の極限支持力度の比較結果を第 5.1.1-1 表に示す。S s 地震時の最大接地圧は 107kN/m^2 であり、地盤の極限支持力度を十分下回ることを確認した。

第5.1.1-1表 S s 地震時の最大接地圧と地盤の極限支持力度の比較結果

最大接地圧 (kN/m^2)		極限支持力度 (kN/m^2)	判定
NS方向 (S s - A, 基本, $+1\sigma$)	EW方向 (S s - A, 基本, $+1\sigma$)		
107	95	2900	OK

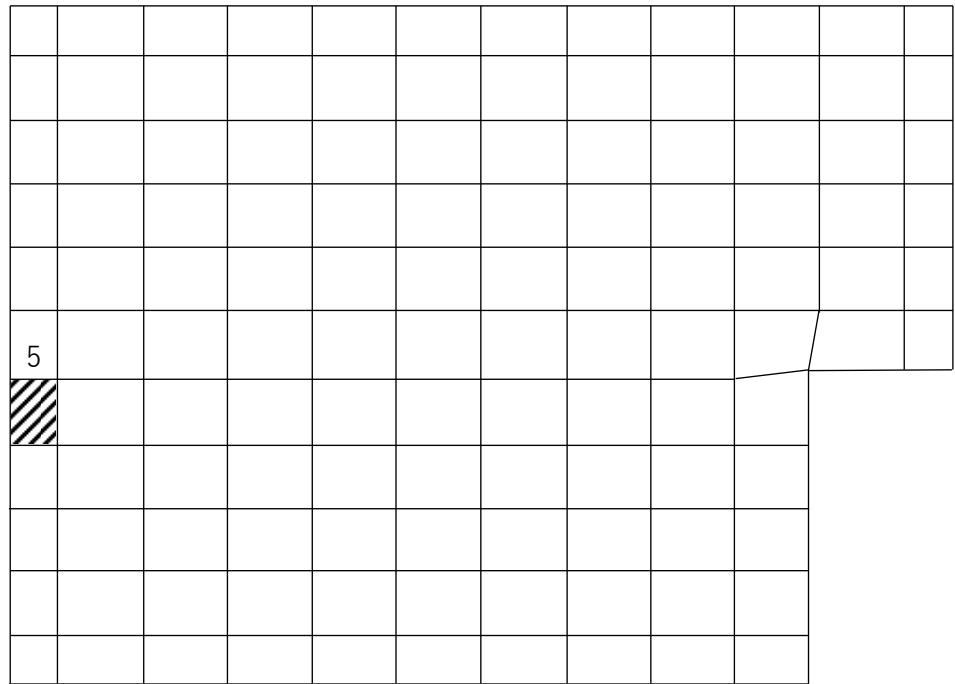
5.2 応力解析による評価結果

5.2.1 評価結果

基礎スラブの評価結果を、軸力及び曲げモーメントに対する評価については、許容限界に対する発生曲げモーメントの割合が最も大きい要素に対して、また、面外せん断力に対する評価については、許容限界に対する発生面外せん断力の割合が最も大きい要素に対して示す。当該要素の位置を第5.2.1-1図及び第5.2.1-2図に、評価結果を第5.2.1-1表に示す。なお、基礎スラブ厚及び配筋は、平成10年4月7日付け10安(核規)第148号にて認可を受けた設工認申請書の「IV-2-2-4-1-1-1 安全冷却水系の耐震性に関する計算書」の「(10) 安全冷却水B冷却塔基礎の耐震性に関する計算書」の「b. 安全冷却水B冷却塔基礎の耐震計算書」による。

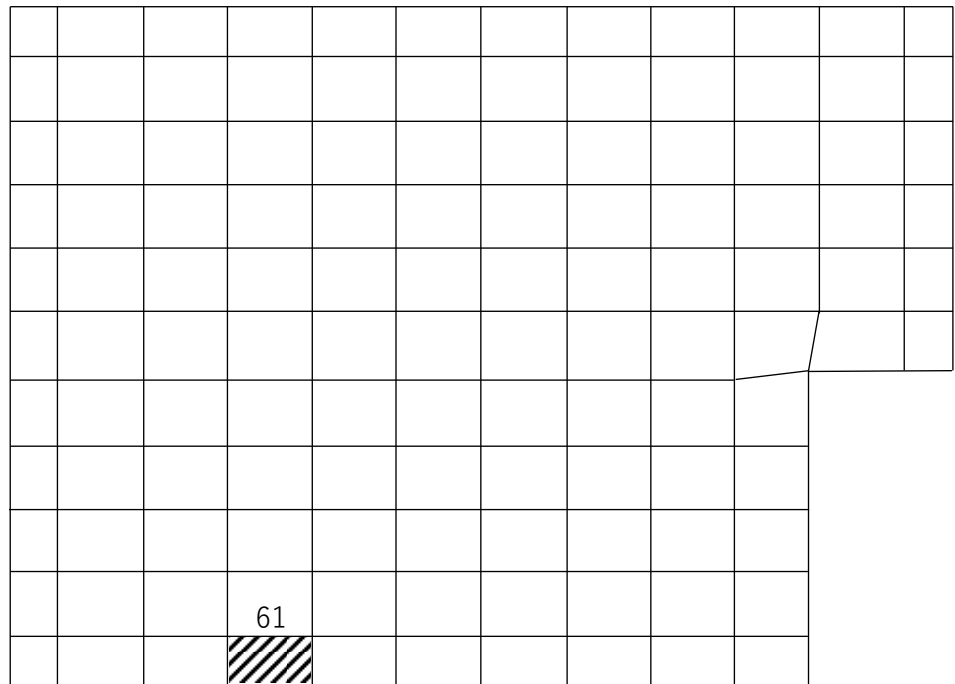
発生曲げモーメント及び発生面外せん断力が、それぞれの許容限界を超えないことを確認した。

PN
4



(1) NS 方向 (要素 No. 5)

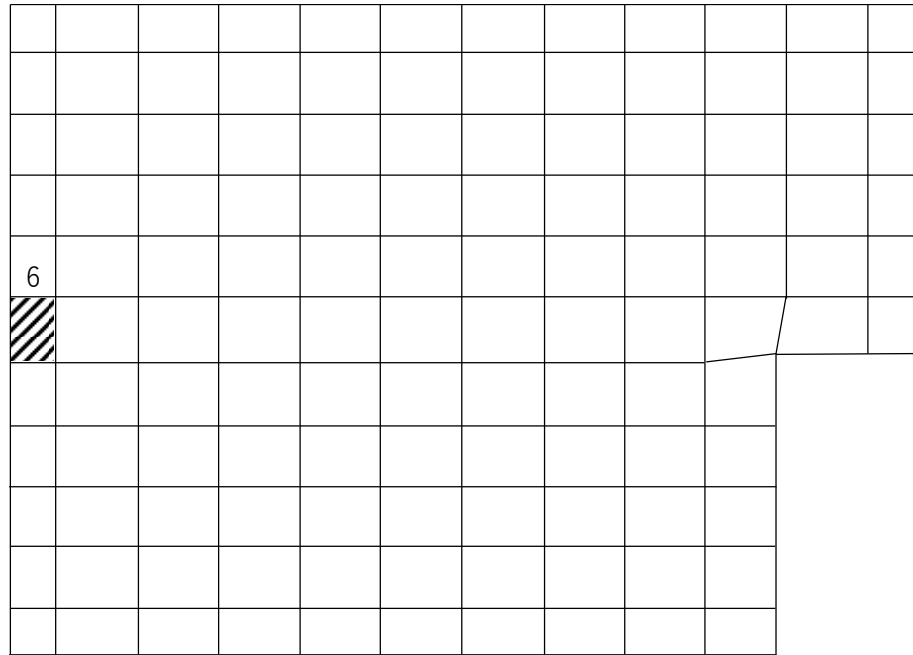
PN
4



(2) EW 方向 (要素 No. 61)

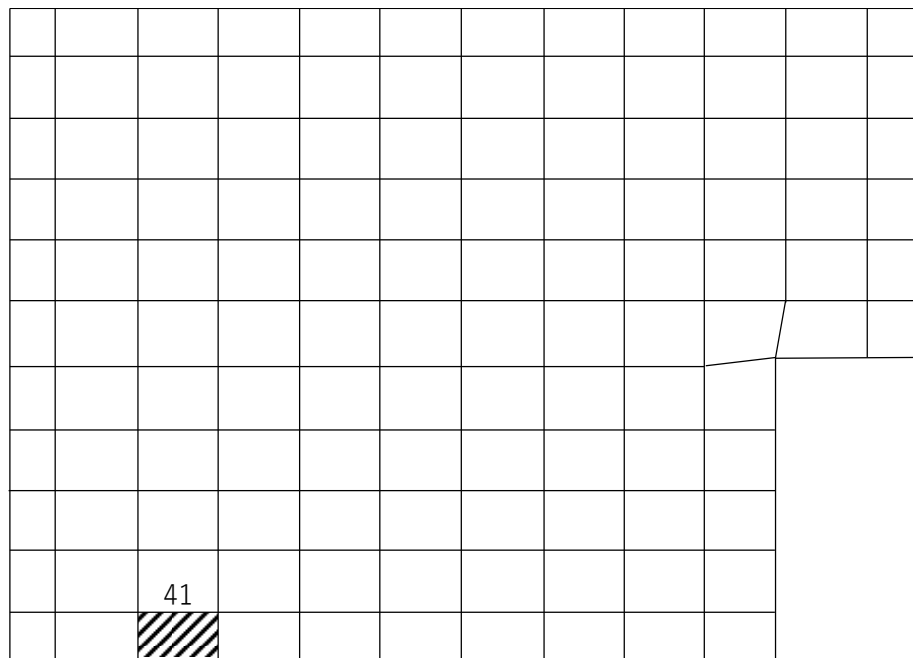
第5.2.1-1図 軸力及び曲げモーメントに対する評価結果を示す要素の位置図

PN
4



(1) NS 方向 (要素 No. 6)

PN
4



(2) EW 方向 (要素 No. 41)

第5. 2. 1-2図 面外せん断力に対する評価結果を示す要素の位置図

第5.2.1-1表 基礎スラブの評価結果

(1) 軸力及び曲げモーメントに対する評価

方向	解析結果			許容値 (kN・m/m)	検定比	判定
	要素番号	荷重組合せ ケース	発生曲げモーメント (kN・m/m)			
NS	5	2	1248	1972	0.633	OK
EW	61	6	647	2006	0.323	OK

注記 1：許容値は曲げ終局強度を示す。

2：検定比＝（発生曲げモーメント） / （許容値）

3：軸力は圧縮を正とする。

(2) 面外せん断力に対する評価

方向	解析結果			許容値 (kN/m)	検定比	判定
	要素番号	荷重組合せ ケース	発生面外せん断力 (kN/m)			
NS	6	2	388	1565	0.249	OK
EW	41	6	178	1230	0.145	OK

注記 1：許容値は面外せん断終局強度を示す。

2：検定比＝（発生面外せん断力） / （許容値）

IV - 2 - 1 - 2
機器・配管系

IV－2－1－2－1

その他再処理設備の附属施設

IV-2-1-2-1-1
安全冷却水系

IV-2-1-2-1-1 (1)

安全冷却水冷却塔()の耐震
計算書

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 準拠規格	1
3. 構造強度評価	1
3.1 構造の説明	1
3.2 評価方針	1
3.2.1 計算条件	1
3.2.2 解析モデルの設定方法	1
3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力	1
3.2.4 計算方法	1
4. 評価内容(構造強度)	2
4.1 安全冷却水B冷却塔	2
4.1.1 解析モデル	2
4.1.2 設計条件	9
4.1.3 機器要目	11
4.1.4 結論	13
5. 動的機能維持評価	15
5.1 構造の説明	15
5.2 評価方針	15
5.2.1 計算条件	15
5.2.2 解析モデルの設定方法	15
5.2.3 荷重の組合せ及び許容応力	15
5.2.4 計算方法	15
5.2.5 原動機の計算方法	15
5.2.6 評価	17
6. 評価内容(動的機能維持)	18
6.1 安全冷却水B冷却塔ファン軸	18
6.1.1 解析モデル	18
6.1.2 結論	19

1. 概要
2. 準拠規格
3. 構造強度評価
 - 3.1 構造の説明
 - 3.2 評価方針
 - 3.2.1 計算条件
 - 3.2.2 解析モデルの設定方法
 - 3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力
 - 3.2.4 計算方法

本資料の「1. 概要」から「3.2.4 算方法」については、「IV-1-2-1 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」による。

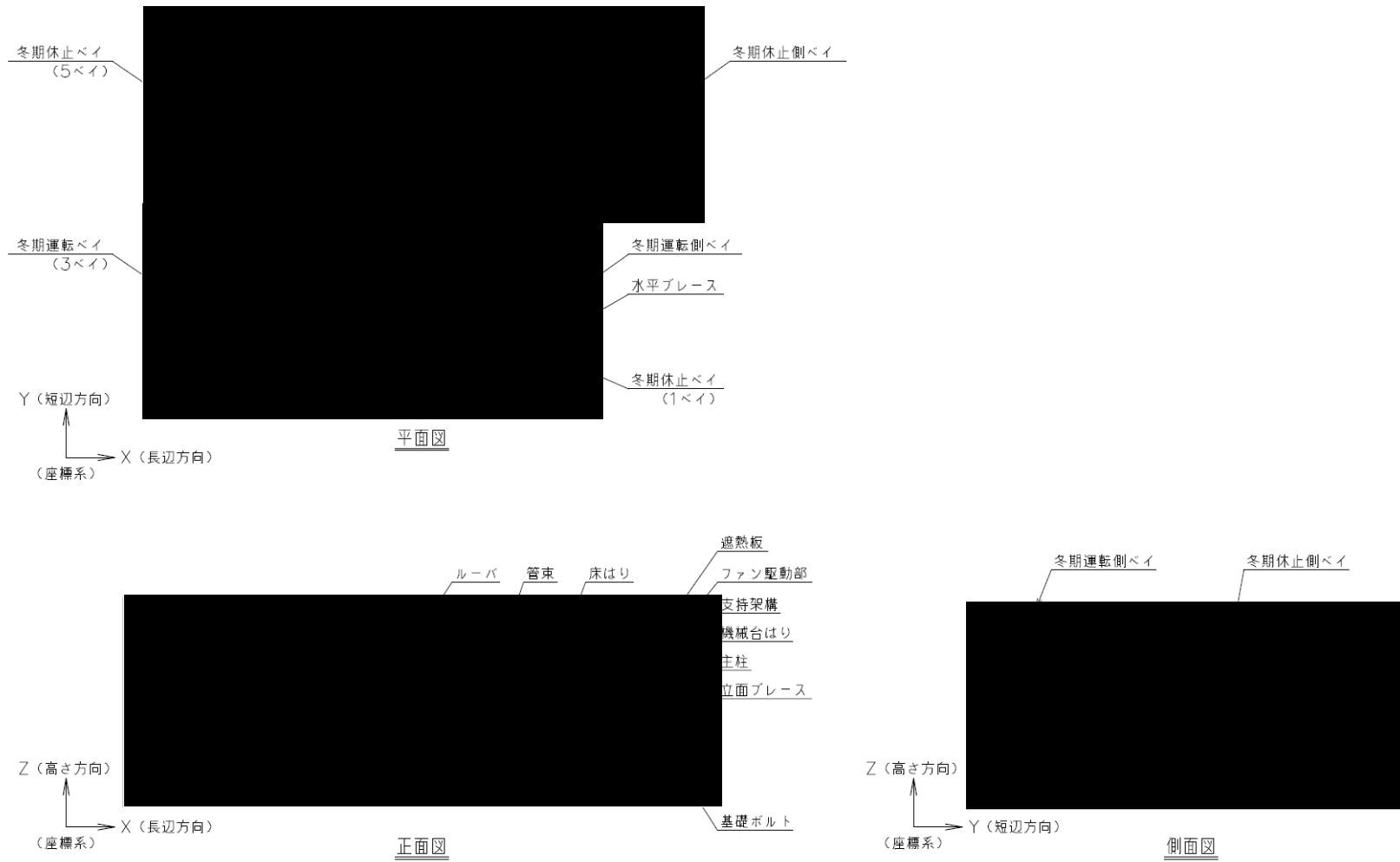
4. 評価内容(構造強度)

4.1 安全冷却水B冷却塔

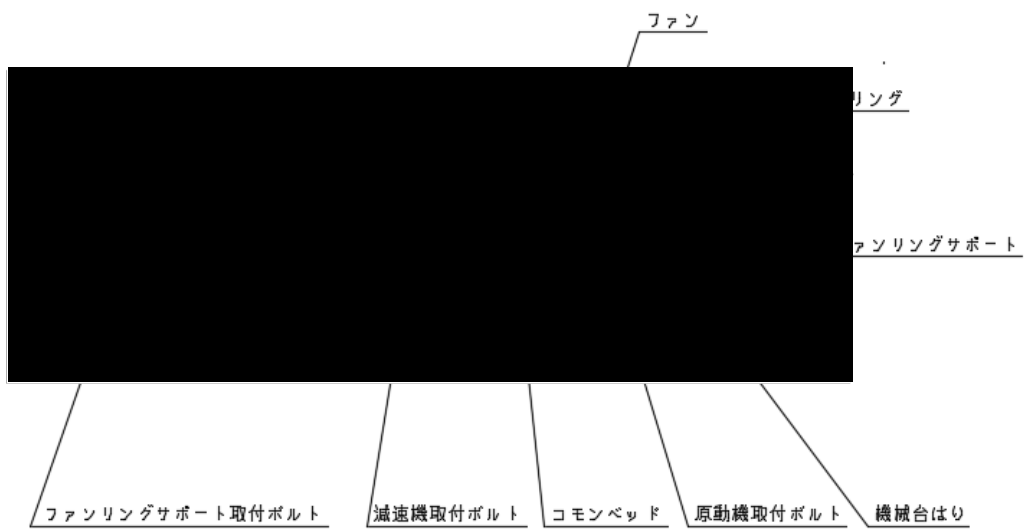
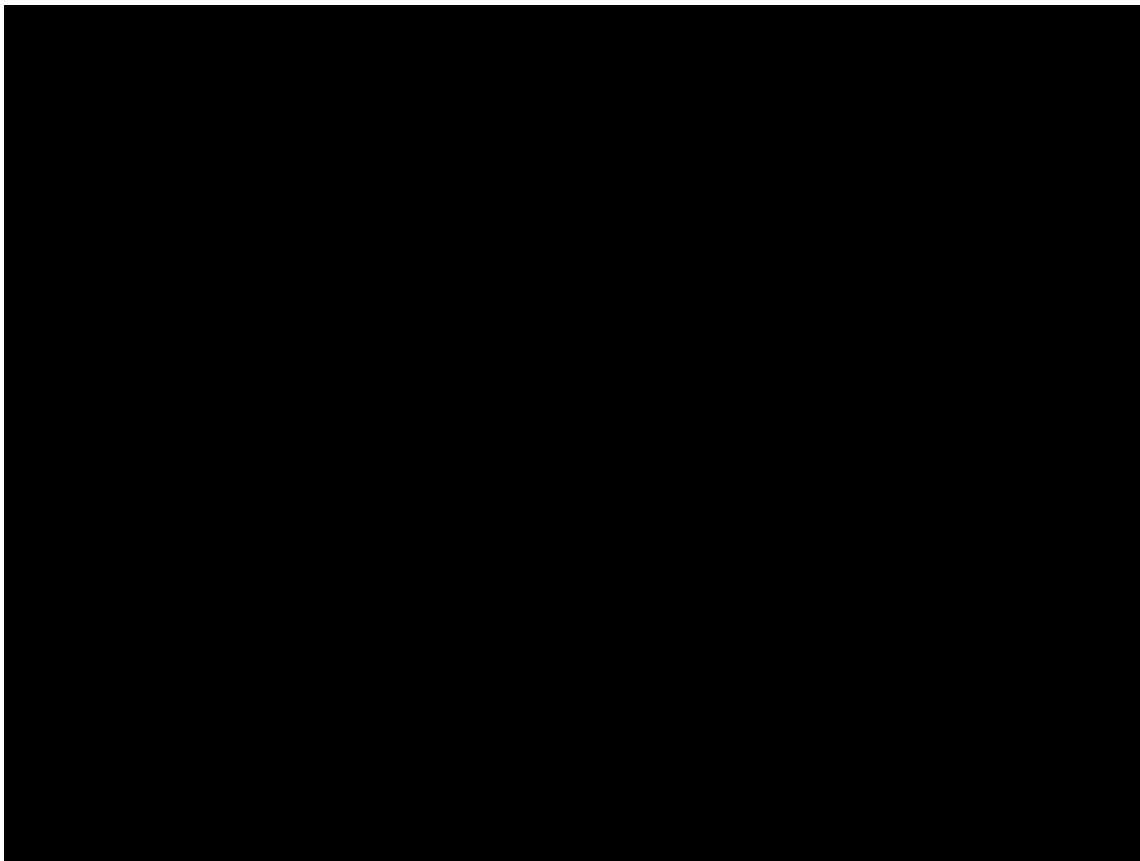
4.1.1 解析モデル

(1) 構造

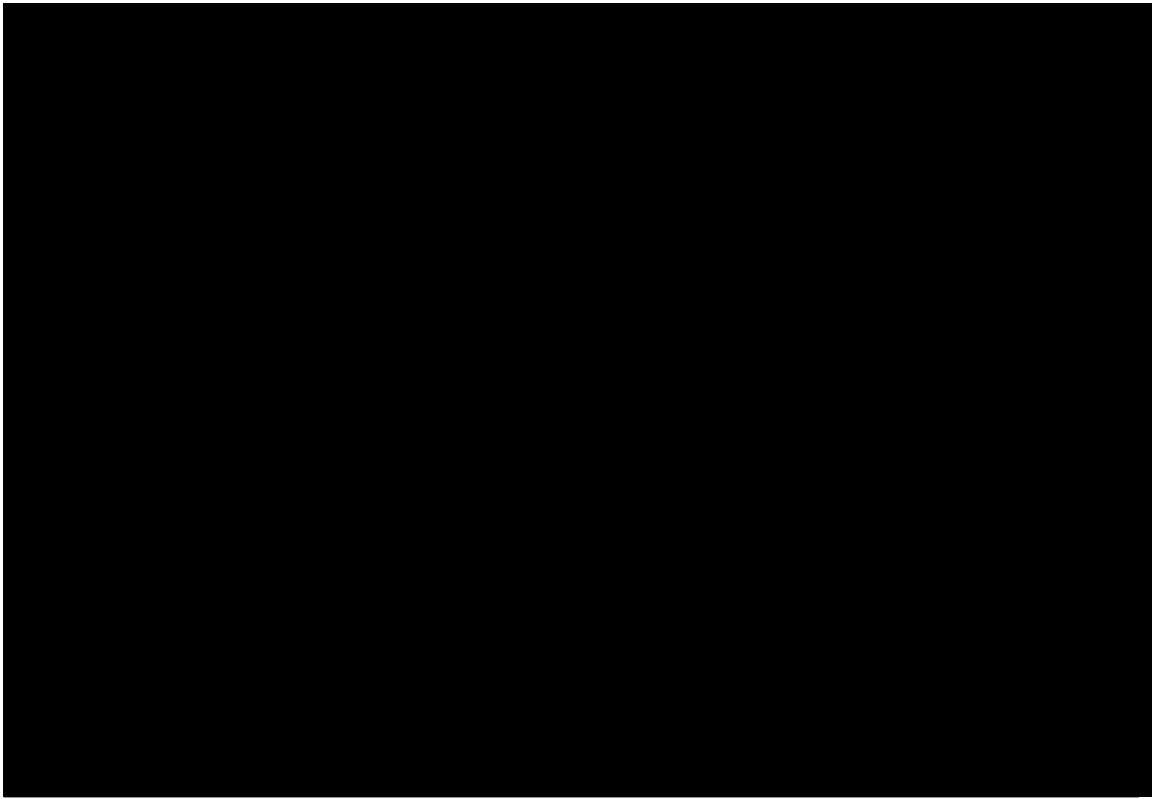
安全冷却水B冷却塔の構造について第4.1.1-1図に概要図を示し、各部材の構造図を第4.1.1-2図～第4.1.1-5図に示す。



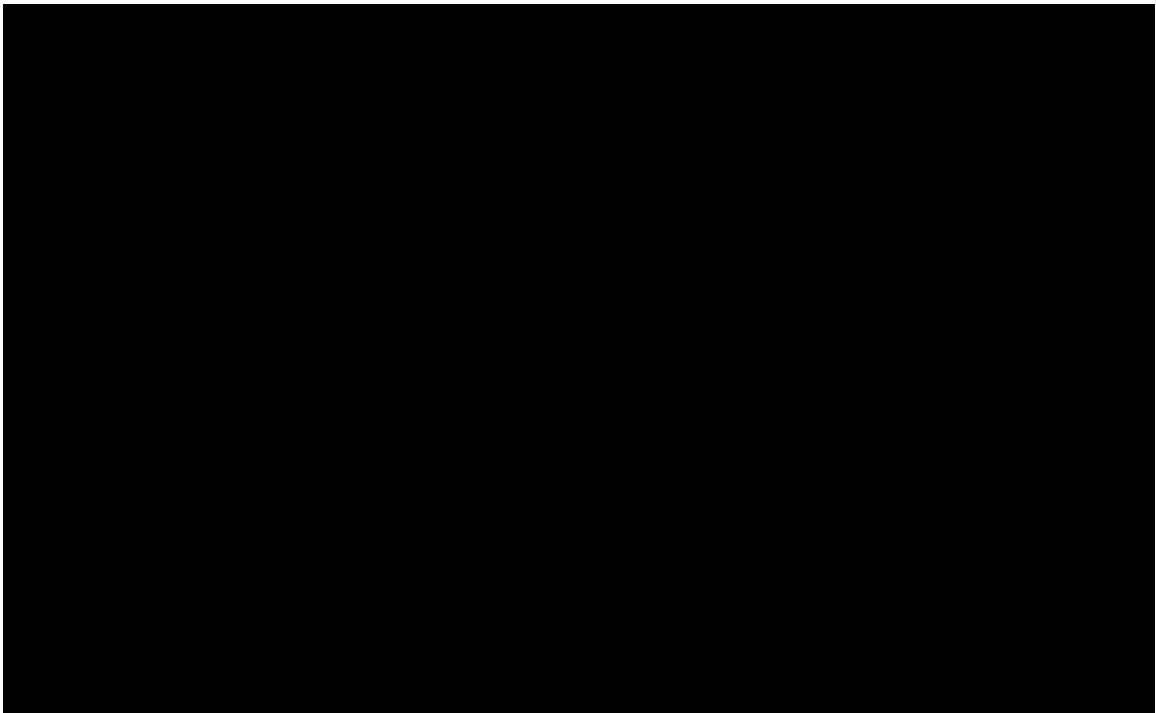
第 4. 1. 1-1 図 安全冷却水 B 冷却塔概要図



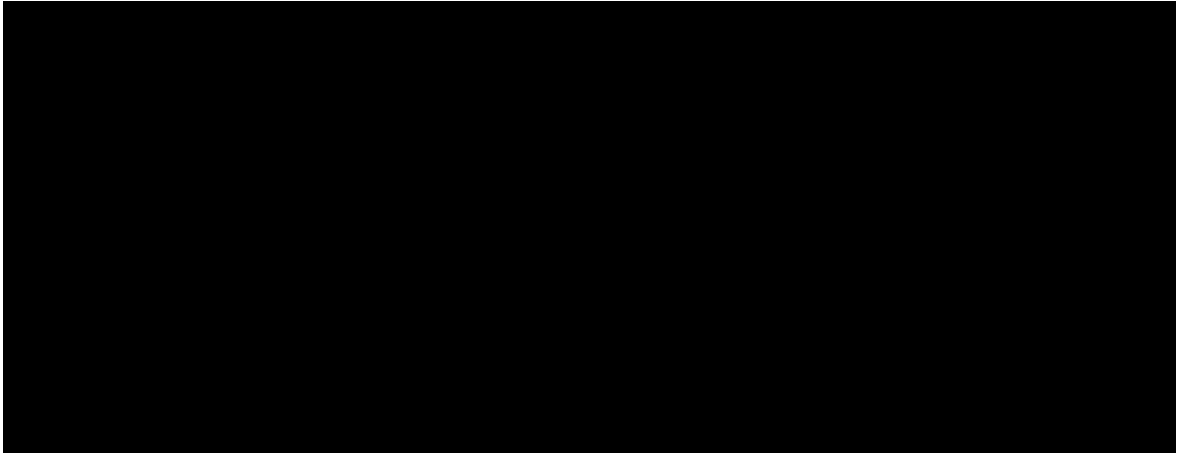
第 4.1.1-2 図 ファン駆動部構造図



第 4.1.1-3 図 管束構造図



第 4.1.1-4 図 ルーバ構造図

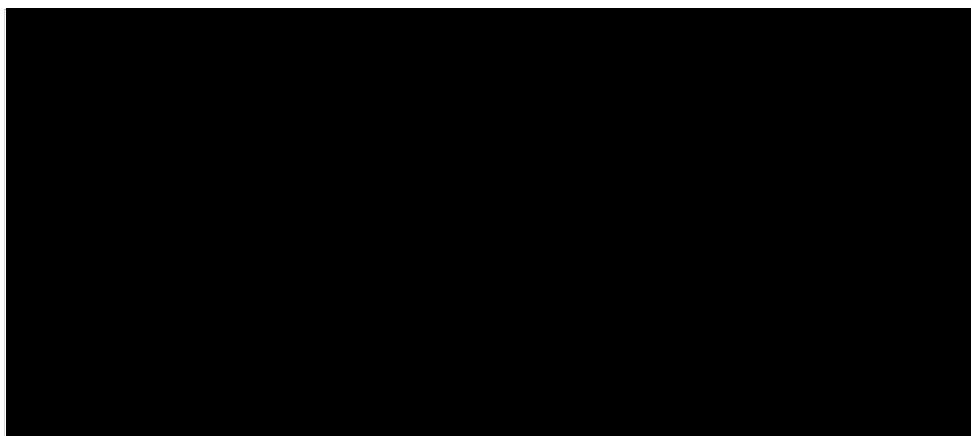
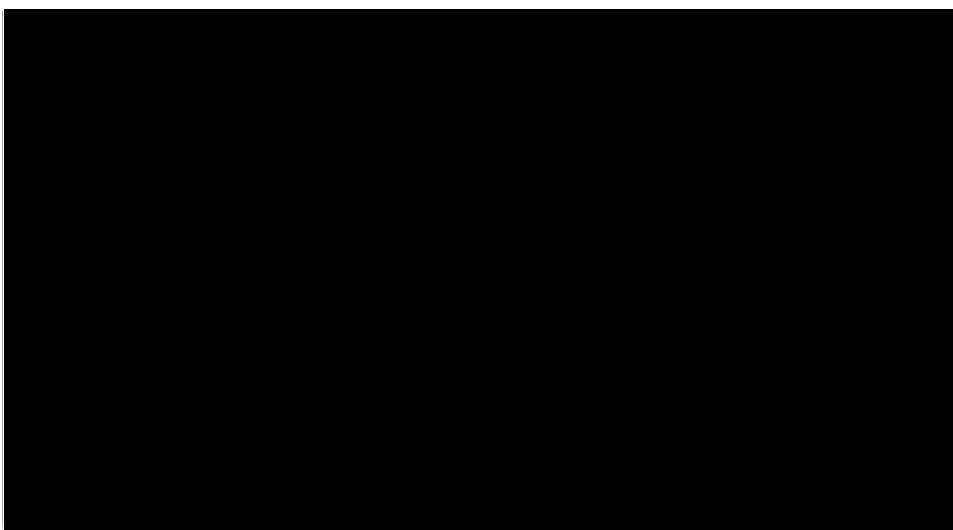


第 4.1.1-5 图 遮热板构造图

(2) 解析モデル

安全冷却水B冷却塔の支持架構の解析モデルを第4.1.1-6図、モデル諸元を第4.1.1-1表に、また、伝熱管の解析モデルを第4.1.1-7図、モデル諸元を第4.1.1-2表に示す。

計算は、解析コード「MSC.NASTRAN Ver.2008.0.4」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第4.1.1-6図 支持架構解析モデル

第4.1.1-1表 支持架構のモデル諸元

	冬期運転側ベイ	冬期休止側ベイ
要素数	■	■
節点数	■	■



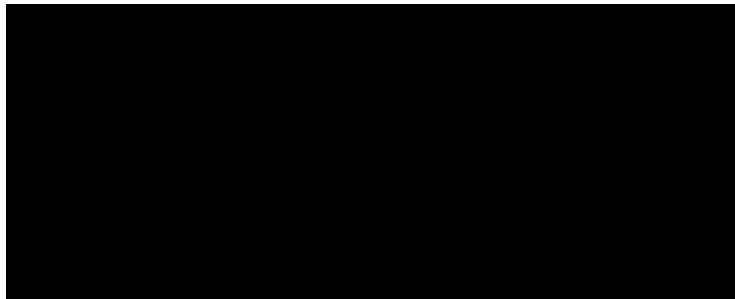
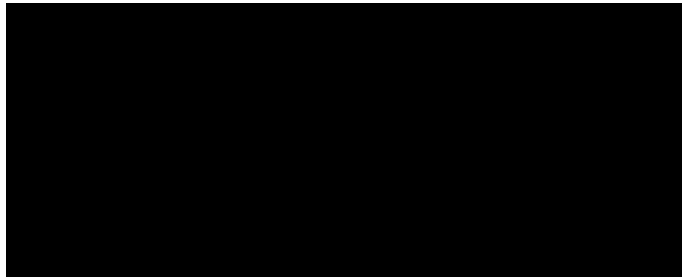
第 4.1.1-7 図 伝熱管解析モデル

第 4.1.1-2 表 伝熱管のモデル諸元

要素数	■
節点数	■

(3) 評価説明図

取付ボルト評価説明図を第 4.1.1-8 図に示す。



第 4.1.1-8 図 取付ボルト評価説明図

4.1.2 設計条件
(冬期運転側ベイ)

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ*1 (m)	固有周期 (s)	弾性設計用地震動 S d 及び静的震度				基準地震動 S s		振動による震度 (G)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	比重
				動的		静的		水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
				水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度						
安全冷却水 B 冷却塔	支持架構	S											
	ファン駆動部												原動機
													減速機
													ファンリング
	管束/伝熱管												
	ルーバ												
遮熱板													

- 注記 * 1 : 基準床レベルを示す。
 * 2 : 弾性設計用地震動 S d に基づく、据付面の床応答加速度を設計入力地震動とする。
 * 3 : 基準地震動 S s に基づく、据付面の床応答加速度を設計入力地震動とする。
 * 4 : 下記に示す。

次数	固有周期 (s)

(冬期休止側ベイ)

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ*1 (m)	固有周期 (s)	弾性設計用地震動 S _d 及び静的震度				基準地震動 S _s		振動による震度 (G)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	比重
				動的		静的		水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
				水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度						
安全冷却水B冷却塔	支持架構	S											
	ファン駆動部												原動機
													減速機
													ファンリング
	管束/伝熱管												
	ルーバ												
遮熱板													

- 注記 *1 : 基準床レベルを示す。
 *2 : 弾性設計用地震動 S_d に基づく、据付面の床応答加速度を設計入力地震動とする。
 *3 : 基準地震動 S_s に基づく、据付面の床応答加速度を設計入力地震動とする。
 *4 : 下記に示す。

次数	固有周期 (s)

4.1.3 機器要目

(冬期運転側ベイ)

(1) 伝熱管

D_o (mm)	t (mm)	Z_f (mm ³)	i_1 (-)	i_2 (-)

(2) 支持架構搭載機器

部材	m (kg)	h (mm)	取付ボルト 配置	L (mm)	A_b (mm ²)	n (-)	n_t (-)	F (MPa)	F^* (MPa)	M_p (N・mm)
原動機 取付ボルト										
減速機 取付ボルト										
ファンリング サポート 取付ボルト										
管束 取付ボルト										
ルーバ 取付ボルト										
遮熱板 取付ボルト										
取付ボルト										

注記 *1 : ファンリングサポート, ファンリングを含む。

*2 : ファンリングを含む。

(3) 支持架構

運転質量 (kg)	A (mm ²)	A_{sy} (mm ²)	A_{sz} (mm ²)	Z_y (mm ³)	Z_z (mm ³)	F (MPa)	F^* (MPa)

(4) 基礎ボルト

A_{ab} (mm ²)	F (MPa)	F^* (MPa)

(冬期休止側ベイ)

(1) 伝熱管

D_o (mm)	t (mm)	Z_f (mm ³)	i_1 (-)	i_2 (-)

(2) 支持架構搭載機器

部材	m (kg)	h (mm)	取付ボルト 配置	L (mm)	A_b (mm ²)	n (-)	n_t (-)	F (MPa)	F^* (MPa)	M_p (N・mm)
原動機 取付ボルト										
減速機 取付ボルト										
ファンリング サポート 取付ボルト										
管束 取付ボルト										
ルーバ 取付ボルト										
遮熱板 取付ボルト										
取付ボルト										

注記 * 1 : ファンリングサポート, ファンリングを含む。

* 2 : ファンリングを含む。

(3) 支持架構

運転質量 (kg)	A (mm ²)	A_{sy} (mm ²)	A_{sz} (mm ²)	Z_y (mm ³)	Z_z (mm ³)	F (MPa)	F^* (MPa)

(4) 基礎ボルト

A_{ab} (mm ²)	F (MPa)	F^* (MPa)

4.1.4 結論

(冬期運転側ベイ)

(単位：MPa)

部材	材料	応力	S d 又は 3.6C _i		S s	
			算出応力*1	許容応力	算出応力	許容応力
伝熱管		一次				
		一次+二次				
支持架 構搭載機器	原動機 取付ボルト	引張				
		せん断				
	減速機 取付ボルト	引張				
		せん断				
	ファンリングサポート 取付ボルト	引張				
		せん断				
	管束 取付ボルト	引張				
せん断						
ルーバ 取付ボルト	引張					
	せん断					
遮熱板 取付ボルト	引張					
	せん断					
支持架 構		引張				
		圧縮				
		曲げ				
		せん断				
		組合せ(引張+曲げ)				
		組合せ(圧縮+曲げ)				
基礎ボルト		引張				
		せん断				

注記 *1 : S s による算出応力が S d 又は 3.6C_i の許容応力以下である場合は記載を省略する。

全て許容応力以下であるので十分な耐震性が確保される。

(冬期休止側ベイ)

(単位：MPa)

部材	材料	応力	S _d 又は 3.6C _i		S _s	
			算出応力*1	許容応力	算出応力	許容応力
伝熱管		一次				
		一次+二次				
支持架 構搭載 機器		原動機 取付ボルト	引張			
		減速機 取付ボルト	せん断			
		ファンリングサポート 取付ボルト	引張			
		管束 取付ボルト	せん断			
		ルーバ 取付ボルト	引張			
		遮熱板 取付ボルト	せん断			
		遮熱板 取付ボルト	せん断			
支持架 構		引張				
		圧縮				
		曲げ				
		せん断				
		組合せ(引張+曲げ)				
組合せ(圧縮+曲げ)						
基礎ボルト		引張				
		せん断				

注記 *1 : S_s による算出応力が S_d 又は 3.6C_i の許容応力以下である場合は記載を省略する。

全て許容応力以下であるので十分な耐震性が確保される。

5. 動的機能維持評価

5.1 構造の説明

5.2 評価方針

5.2.1 計算条件

5.2.2 解析モデルの設定方法

5.2.3 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.4 計算方法

5.2.5 原動機の計算方法

5.2.6 評価

本資料の 5. 動的機能維持評価から 5.2.4 については、「添付IV-1-2-1 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」4. 動的機能維持評価による。

5.2.5 原動機の計算方法

機能確認済加速度との比較により、詳細検討が必要となった原動機の計算方法を以下に示す。

5.2.5.1 記号の説明

記号	表示内容	単位
A	原動機軸断面積	mm ²
l	原動機軸の支持間長さ	mm
M	等分布荷重により作用するモーメント	N・mm
P	原動機軸に作用する荷重	N
S _y	「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa
S _u	「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa
Z	断面係数	mm ³
σ _b	原動機軸に生じる曲げ応力	MPa
σ _t	原動機軸に生じる引張応力	MPa
τ	原動機軸に生じるせん断応力	MPa
σ ₁	原動機軸に生じる膜+曲げ応力	MPa
σ ₁₁	最大主応力(膜+曲げ応力)	MPa
σ ₂₁	最小主応力(膜+曲げ応力)	MPa
ω	地震力を考慮した等分布荷重	N/mm

5.2.5.2 原動機軸の応力

原動機軸に生じる応力は、次式により算出する。

(1) 引張応力

引張応力は、次式で表される。

$$\sigma_t = \frac{\omega l}{A} \dots\dots\dots (5.2.5.2-1)$$

(2) 曲げ応力

曲げ応力は、次式で表される。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} \dots\dots\dots (5.2.5.2-2)$$

(3) せん断応力

せん断応力は、次式で表される。

$$\tau = \frac{\omega l}{A} \dots\dots\dots (5.2.5.2-3)$$

(4) 膜+曲げ応力

膜+曲げ応力は、次式で表される。

$$\sigma_1 = \sigma_{11} - \sigma_{21} \dots\dots\dots (5.2.5.2-4)$$

$$\sigma_{11} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_t + \sigma_b) + \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + 4\tau^2} \right\} \dots\dots\dots (5.2.5.2-5)$$

$$\sigma_{21} = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_t + \sigma_b) - \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + 4\tau^2} \right\} \dots\dots\dots (5.2.5.2-6)$$

5.2.5.3 原動機軸受荷重の計算方法

冷却塔の地震応答解析によって得られる設置場所の地震力より，軸受部に作用する荷重は，次式で表される。

$$P = \omega \cdot 1 \dots\dots\dots (5.2.5.3-1)$$

5.2.6 評価

原動機軸の評価に用いる許容値を以下に示す。

供用状態	応力の種類	許容応力
Cs	膜+曲げ応力	S_y と $0.6S_u$ の小さい方の 1.5 倍の値

6. 評価内容

6.1 ファン軸

6.1.1 解析モデル

- ・ファン軸解析モデルを第 6.1.1-1 図に，モデル諸元を第 6.1.1-1 表に示す。
- ・計算は，解析コード「MSC.NASTRAN Ver.2008.0.0」を使用する。なお，解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については，「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第 6.1.1-1 図 安全冷却水 B 冷却塔ファン軸解析モデル図

第 6.1.1-1 表 安全冷却水 B 冷却塔 ファン軸解析モデル諸元

要素数	■
節点数	■

6.1.2 結論

解析結果及び機器要目並びに評価結果について、第6.1.2-1表～第6.1.2-3表に示す。

第6.1.2-1表 安全冷却水B冷却塔 解析結果

		固有周期 (s)	
原動機		—*1	
減速機	本体	—*1	
	ファン軸	停止時	■
		回転時	
ファンリング		■	

注記 *1 : JEAG4601-1991 追補版において、十分に剛であることが示されている。

第6.1.2-2表 安全冷却水B冷却塔 機器要目

ファン軸

d (mm)	F (MPa)
■	

原動機軸

l (mm)	A (mm ²)	Z (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)
■				

第 6.1.2-3 表 安全冷却水 B 冷却塔 評価結果 (1/2)

(冬期運転側ベイ)

ファン

		S s	
		算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
ファン軸			
軸受		算出荷重 (N)	許容荷重 (N)
	上部軸受		
	下部軸受		
チップ クリアランス		ファン軸先端の 最大変位 (mm)	許容値 (mm)

原動機

加速度評価

	S s				
	EW	NS	UD	EW/NS	UD
加速度	応答加速度 (G)			機能確認済 加速度 (G)	機能確認済 加速度 (G)

詳細評価

		S s	
		算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
原動機軸			
軸受		算出荷重 (N)	許容荷重 (N)

第 6.1.2-3 表 安全冷却水 B 冷却塔 評価結果 (2/2)

(冬期休止側ベイ)

ファン

		S s	
		算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
ファン軸			
軸受		算出荷重 (N)	許容荷重 (N)
	上部軸受		
	下部軸受		
チップ クリアランス		ファン軸先端の 最大変位 (mm)	許容値 (mm)

原動機

加速度評価

	S s				
	EW	NS	UD	EW/NS	UD
加速度	応答加速度 (G)			機能確認済 加速度 (G)	機能確認済 加速度 (G)

詳細評価

		S s	
		算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
原動機軸			
軸受		算出荷重 (N)	許容荷重 (N)

全て許容値以下であるので十分な耐震性が確保される。

IV-2-2

波及的影響を及ぼすおそれのある
下位クラス施設の耐震評価結果

IV－2－2－1

波及的影響を及ぼすおそれのある
下位クラス施設の耐震評価方針

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 耐震評価方針	2
3.1 耐震評価部位	2
3.1.1 不等沈下又は相対変位の観点	2
3.1.2 接続部の観点	2
3.1.3 建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下の観点	2
3.1.4 建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下の観点	3
3.2 地震応答解析	3
3.3 設計用地震動又は地震力	3
3.4 荷重の種類及び荷重の組合せ	3
3.5 許容限界	3
3.5.1 建物・構築物	4
3.5.2 機器・配管系	4
3.6 まとめ	4

1. 概要

本資料は、安全機能を有する施設を設計する際に、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」にて選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震評価方針を説明するものである。

2. 基本方針

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設は、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に基づき、以下「3. 耐震評価方針」に示すとおり、耐震評価部位、地震応答解析、設計用地震動又は地震力、荷重の種類及び荷重の組合せ並びに許容限界を定めて耐震評価を実施する。

この耐震評価を実施するものとして、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」にて選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設を第2-1表に示す。

第2-1表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

分類	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
建物・構築物	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)

3. 耐震評価方針

3.1 耐震評価部位

耐震評価部位については、対象設備の構造及び波及的影響の観点进行考慮し、JEAG4601を含む工事計画での実績を参照した上で、耐震評価上厳しい箇所を選定する。

3.1.1 不等沈下又は相対変位の観点

(1) 地盤の不等沈下による影響

地盤の不等沈下による影響については、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4.1 不等沈下又は相対変位の観点」に示すように、地盤の不等沈下による波及的影響の設計対象として選定する下位クラス施設はなく、安全冷却水 B 冷却塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁に対して波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

(2) 建屋間の相対変位による影響

a. 安全冷却水 B 冷却塔，安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁並びに飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)

下位クラス施設である飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)は、上位クラス施設である安全冷却水 B 冷却塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、安全冷却水 B 冷却塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため下位クラス施設である飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)と上位クラス施設である安全冷却水 B 冷却塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁の相対変位に対する評価を実施する。

各施設の評価に必要な詳細構造計画は各計算書に示す。

3.1.2 接続部の観点

接続部の観点による影響については、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4.2 接続部の観点」に示すように、安全冷却水 B 冷却塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁に下位クラスの施設は接続していないことから、安全冷却水 B 冷却塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁に対して波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

3.1.3 建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下の観点

建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下の観点による影響については、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「4.3 建屋内施設の損傷，転倒及び落下の観点」に示すように、安全冷却水 B 冷却塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁は屋外に設置される施設であることから、安全冷却水 B 冷却

塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁に対して波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

3.1.4 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下の観点

(1) 飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)

下位クラス施設である飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)は、上位クラス施設である安全冷却水 B 冷却塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁を覆うように設置していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒又は落下により、安全冷却水 B 冷却塔並びに安全冷却水 B 冷却塔まわりの配管及び弁に衝突し、波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため主要構造部材及び支持部の評価を実施する。

各施設の評価に必要な詳細構造計画は各計算書に示す。

3.2 地震応答解析

地震応答解析については、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.2 地震応答解析」に基づき、下位クラス施設に適用する方法として、「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に記載の建物・構築物、機器・配管系それぞれの地震応答解析の方針に従い実施する。

3.3 設計用地震動又は地震力

設計用地震動又は地震力については、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.3 設計用地震動又は地震力」に基づき、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力として、基準地震動 S_s を適用する。

3.4 荷重の種類及び荷重の組合せ

荷重の種類及び組合せについては、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.4 荷重の種類及び荷重の組合せ」に基づき、波及的影響の防止を目的とした設計において用いる荷重の種類及び荷重の組合せとして、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設と同じ運転状態において下位クラス施設に発生する荷重を組み合わせる。

また、屋外に設置されている施設については、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」の積雪荷重及び風荷重の組合せの考え方にに基づき設定する。

3.5 許容限界

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価に用いる許容限界については、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.5 許容限界」に基づき、波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設と同じ運転状態において、下位クラス施設が波及的影響を及ぼすおそれがないよう、また、上位クラス施設の機能に影響が

ないよう、以下、建物・構築物、機器・配管系に分けて設定する。

3.5.1 建物・構築物

建物・構築物については、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.5 許容限界」に基づき、距離及び終局耐力を許容限界とする。

終局耐力においては、鉄筋コンクリート造耐震壁を主要構造とする建物・構築物についてはJEAG4601に基づく終局点に対応するせん断ひずみ、それ以外の建物・構築物については崩壊機構が形成されないこと又は「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」((社)日本建築学会, 2005)等に基づく終局耐力を設定することを基本とする。

3.5.2 機器・配管系

機器・配管系については、「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.5 許容限界」に基づき、破断延性限界に十分な余裕を有していることに相当する許容限界として、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に示す基準地震動 S_s との荷重の組合せに適用する許容限界を設定する。

3.6 まとめ

以上を踏まえ、波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震評価方針を第3.6-1表に示す。

各施設の詳細な評価は、「IV-2-2-2 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震性についての計算書」以降の各計算書に示す。

第 3.6-1 表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震評価方針

分類	設計対象 下位クラス施設	設計の観点*	耐震評価部位	設計用地震動	荷重の種類及び 荷重の組合せ	許容限界設定の考え方
建物 ・ 構築物	飛来物防護ネット (再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)	設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響(相対変位)	主要構造部 支持部	S s	D + L _s + S s + WL	飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B)と安全冷却水 B 冷却塔の離隔距離。
		建屋外における下位クラス施設の損傷, 転倒及び落下				「鋼構造設計規準」((社)日本建築学会, 2005)等に基づく終局強度。 座屈拘束ブレースについては、「BCJ 評定-ST0126-06」にて保証されている許容限界とする。

注記 * : 「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針」にて設定した 4 つの設計の観点を記載

記号の説明

- D : 固定荷重
- L : 積載荷重
- L_s : 積雪荷重(短期事象との組合せ用)
- S s : 基準地震動 S s による地震力
- WL : 風荷重(「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」に基づき設定)

IV－2－2－2

波及的影響を及ぼすおそれのある
下位クラス施設の耐震性についての
計算書

IV-2-2-2-1
建物・構築物

IV-2-2-2-1-2
竜巻防護対策設備

IV-2-2-2-1-2-1-1
飛来物防護ネット(再処理設備本体
用 安全冷却水系冷却塔 B)の地震
応答計算書

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	10
2.4 準拠規格・基準等	12
3. 解析方法	13
3.1 地震応答解析に用いる地震動	13
3.2 地震応答解析モデル	15
3.2.1 飛来物防護ネット架構	18
3.2.2 地盤	23
3.3 入力地震動	29
3.4 解析方法	30
3.5 解析条件	31
3.6 材料物性のばらつき	34
4. 解析結果	45
4.1 固有値解析結果	45
4.2 地震応答解析結果	51
4.2.1 全応力解析	51
4.2.2 有効応力解析	85

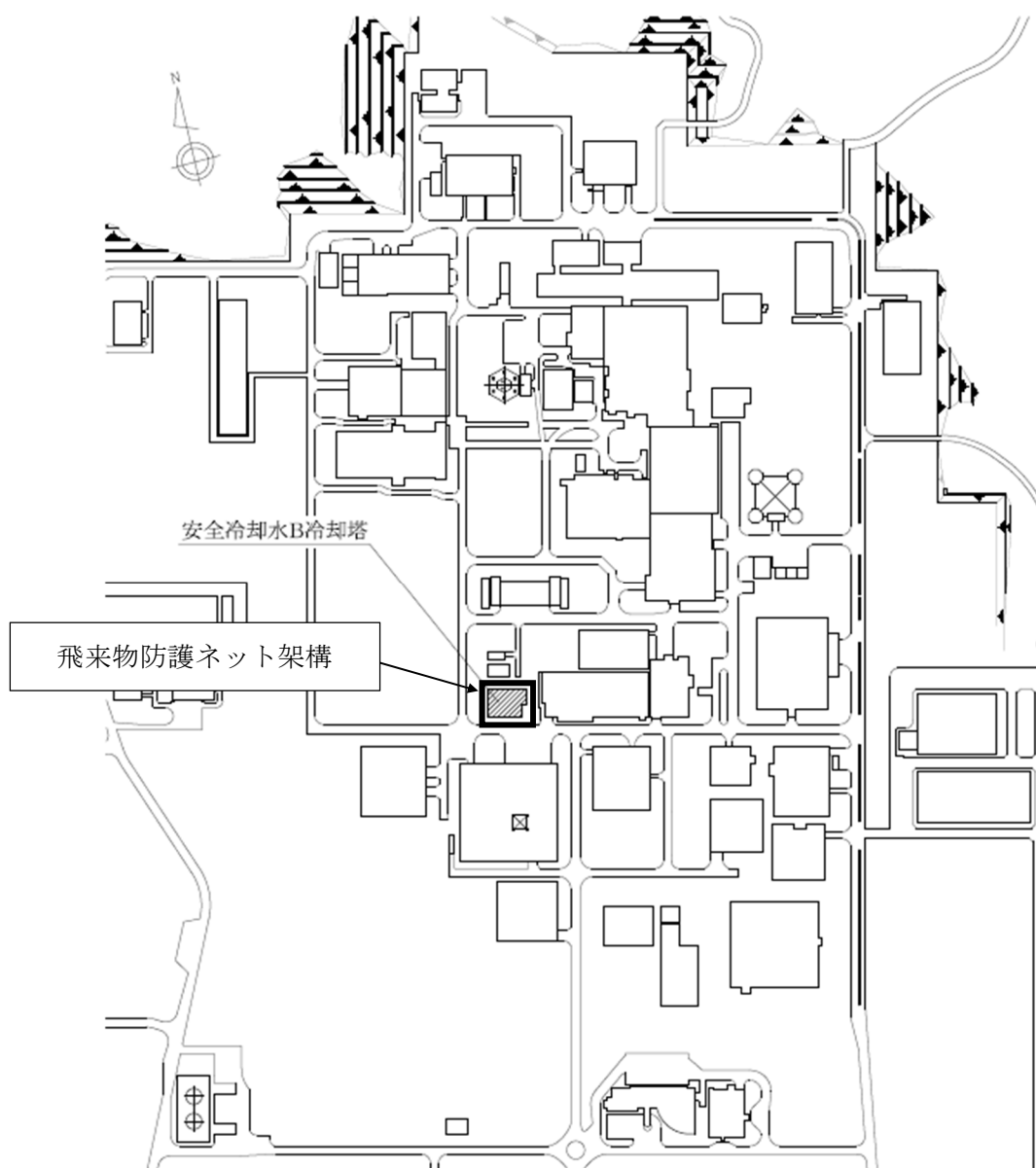
1. 概要

本資料は、添付書類「IV-1-1-4 波及的影響に係る基本方針」の「5.2 地震応答解析」に基づき、下位クラス施設に適用する方法として添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に記載の地震応答解析の方針に従い飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)(以下、「飛来物防護ネット架構」という。)の地震応答解析について説明するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

飛来物防護ネット架構の設置位置を第2.1-1図に示す。



第2.1-1図 飛来物防護ネット架構の設置位置

2.2 構造概要

飛来物防護ネット架構は、鉄骨造の支持架構、鉄筋コンクリート造の基礎梁及び杭によって構成される。

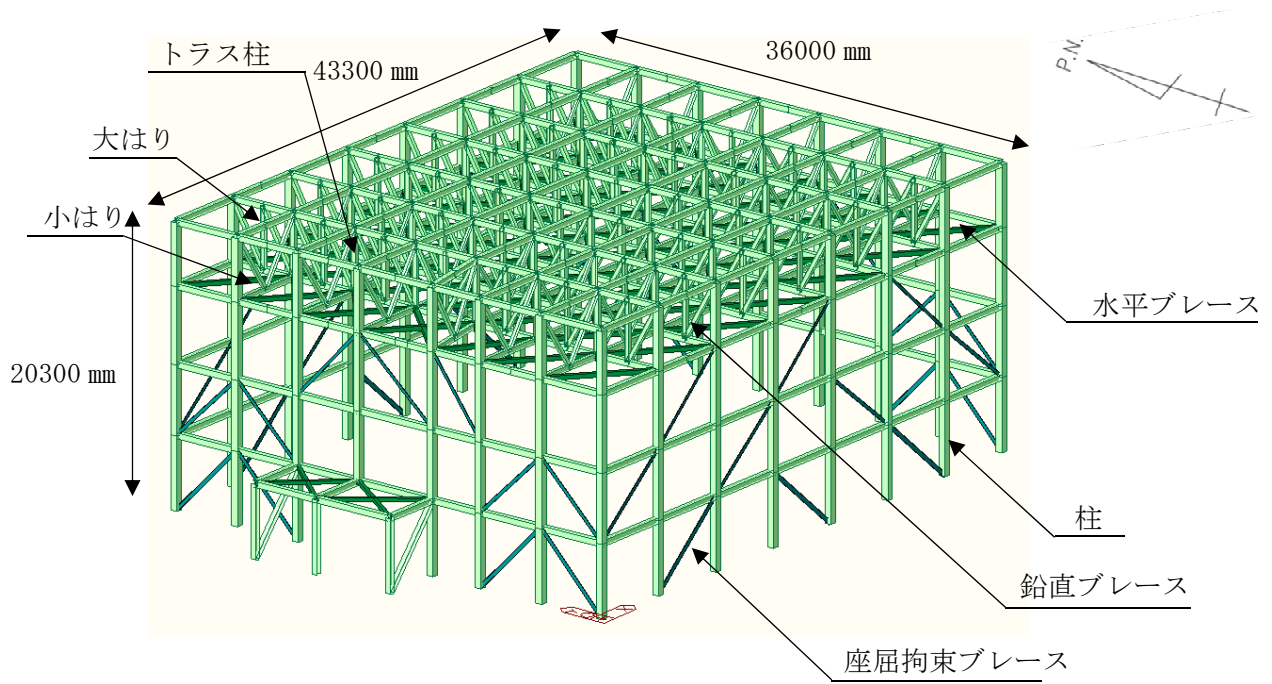
支持架構は、柱、大はり、小はり、トラス柱、鉛直ブレース及び水平ブレースからなるフレーム及び座屈拘束ブレースによって構成され、平面形状は、36.00m(NS方向)×47.90m(EW方向)であり、地上高さは、20.30mである。

座屈拘束ブレースは、中心鋼材を座屈拘束材(鋼管とモルタル)で拘束し、繰り返し作用する地震荷重に対して、安定的に塑性化することでエネルギーを吸収することにより、フレームに作用する荷重を低減するものであり、支持架構にねじれが生じないように配置している。なお、採用した座屈拘束ブレースは、平成12年建設省告示1461号の制振部材及び平成17年国土交通省告示第631号のエネルギー吸収部材に係る評価を受けたものである。

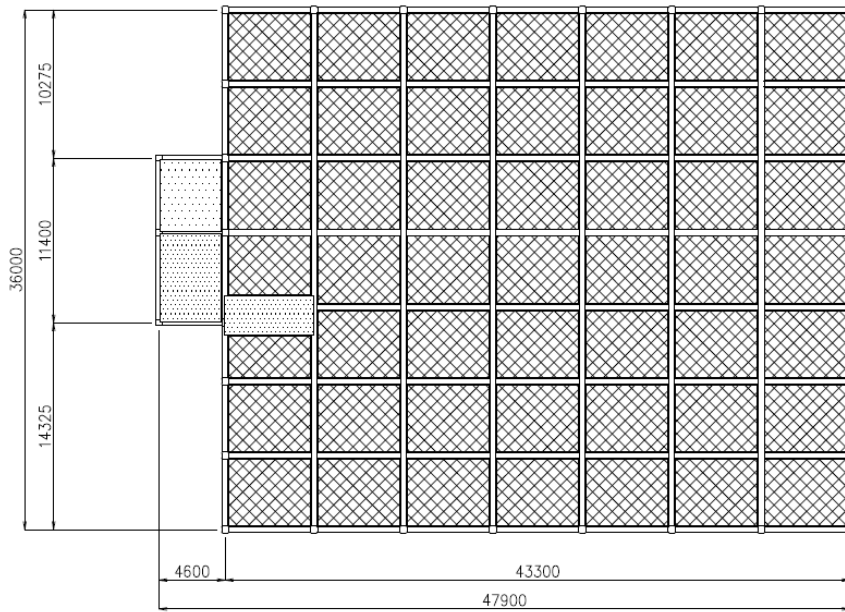
基礎梁は厚さ3.00mの鉄筋コンクリート造であり、支持地盤である岩盤に場所打ちコンクリート杭(外径1.00m及び1.50m、杭長16.80m及び17.80m、113本)を介して設置している。また、液状化対策として飛来物防護ネット架構下部の支持地盤以浅の地盤はセメント系の地盤改良を実施している。

なお、飛来物防護ネット架構は防護対象となる安全冷却水B冷却塔と構造的に分離している。

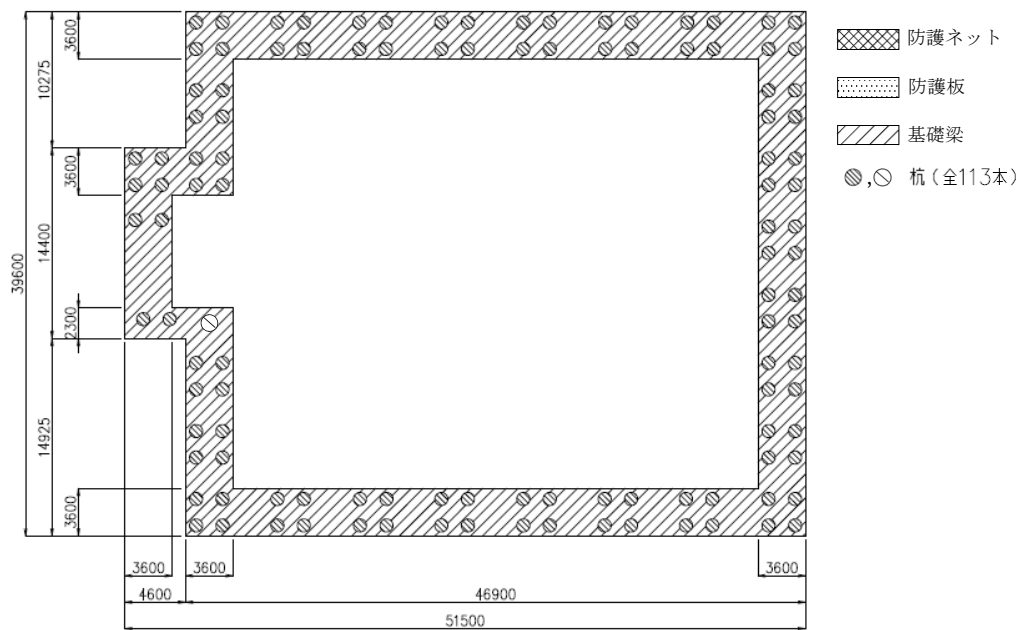
支持架構の全景を第2.2-1図に、屋根伏図及び杭伏図を第2.2-2図に、概略側面図を第2.2-3図に、基礎梁及び杭の断面図を第2.2-4図に示す。



第2. 2-1図 支持架構の全景



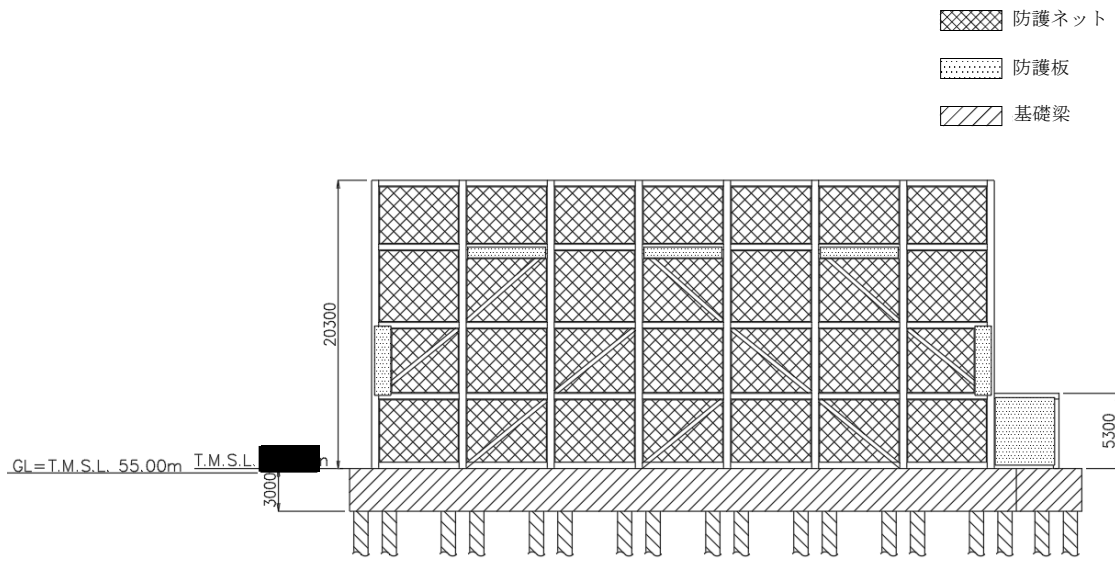
(a) 屋根伏図



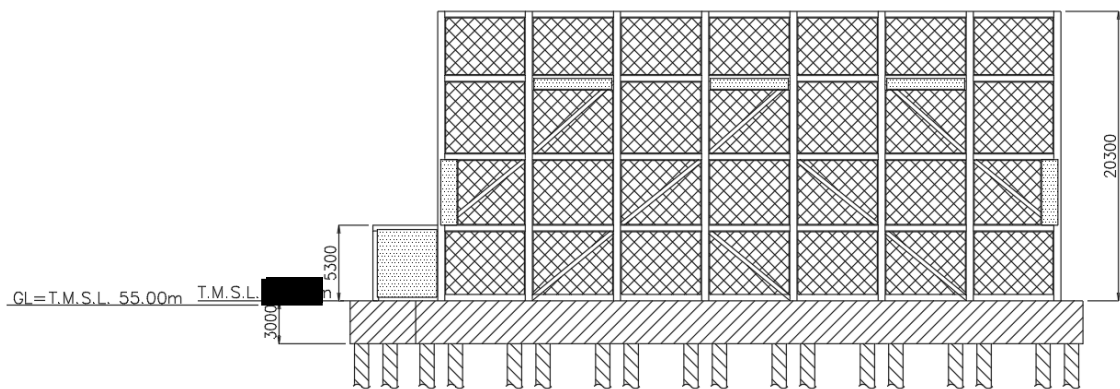
(b) 杭伏図

(単位：mm)

第2.2-2図 飛来物防護ネット架構の屋根伏図及び杭伏図



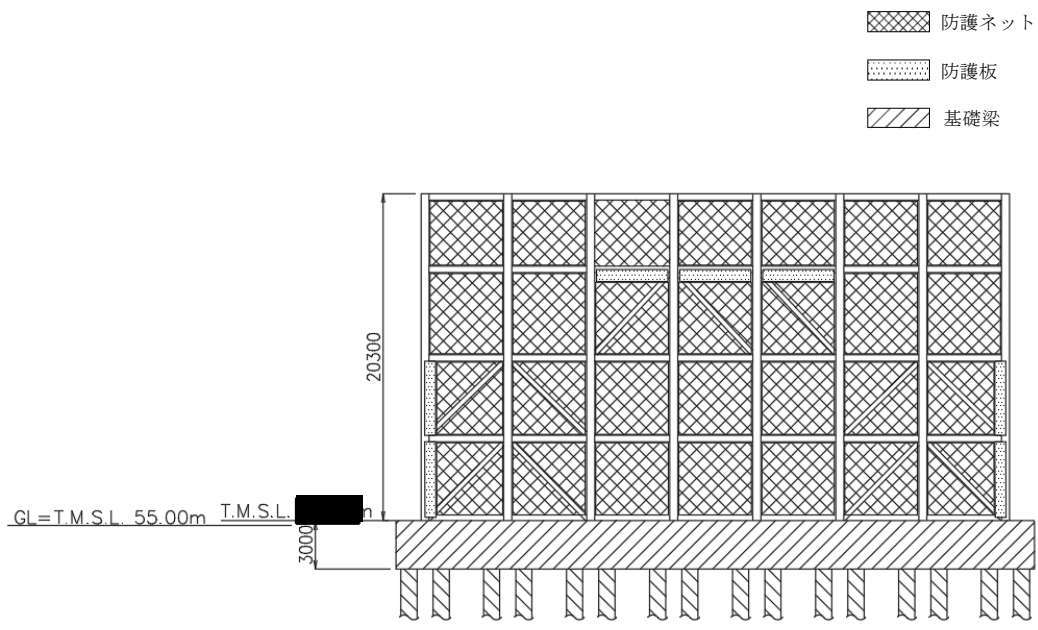
(a) 北面



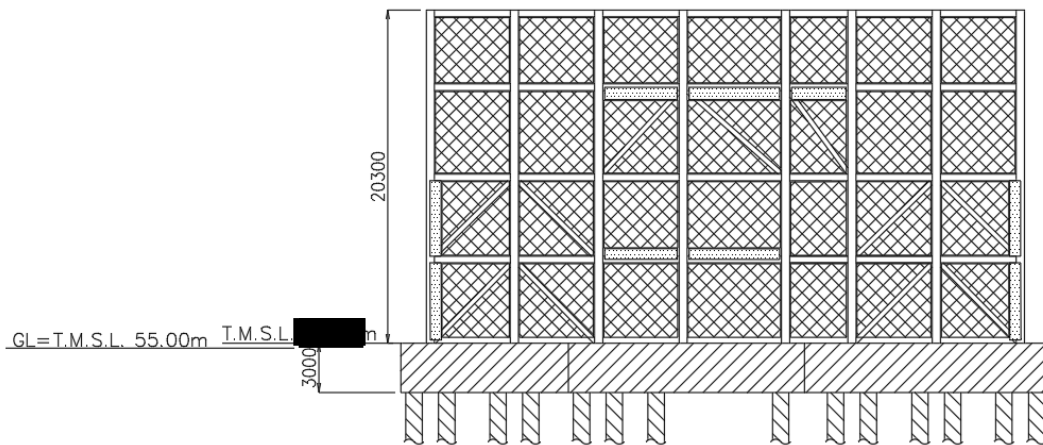
(b) 南面

(単位：mm)

第2.2-3図 飛来物防護ネット架構の概略側面図(1/2)



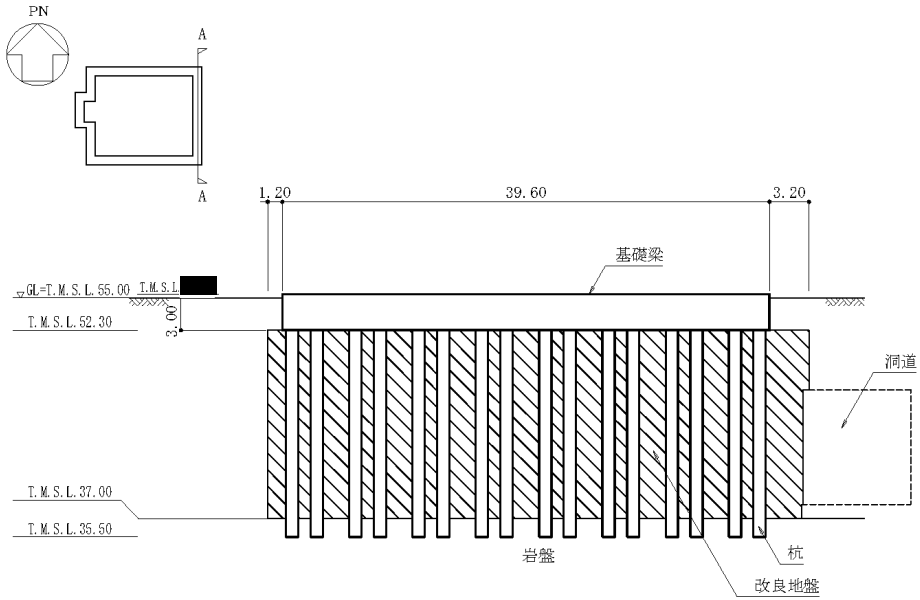
(c) 東面



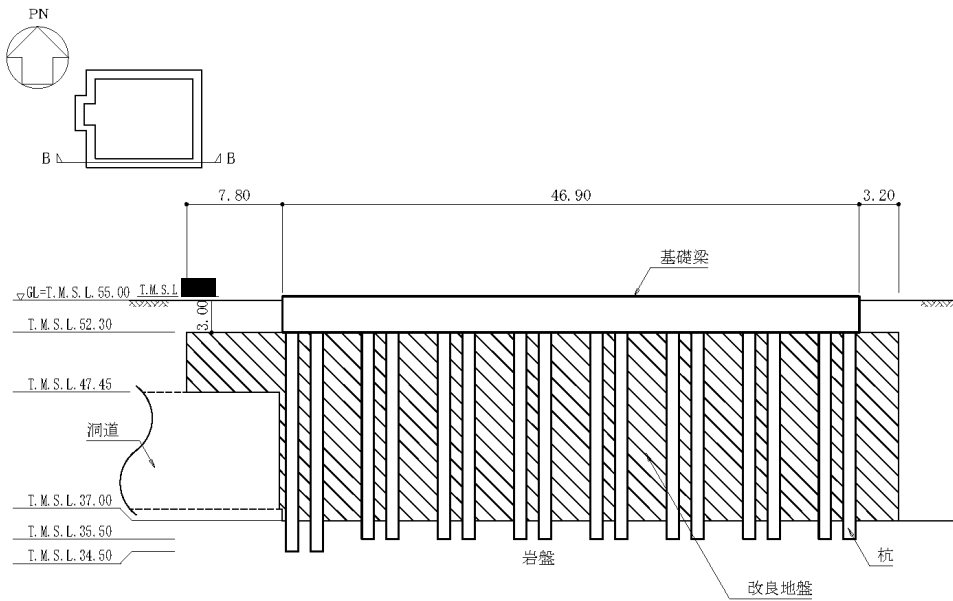
(d) 西面

(単位：mm)

第2.2-3図 飛来物防護ネット架構の概略側面図(2/2)



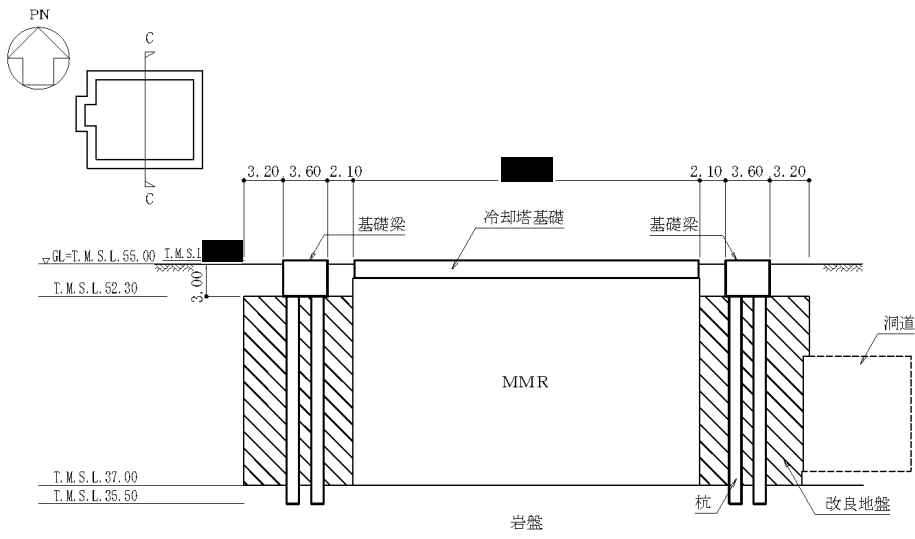
(a) A-A 断面図 (NS 方向)



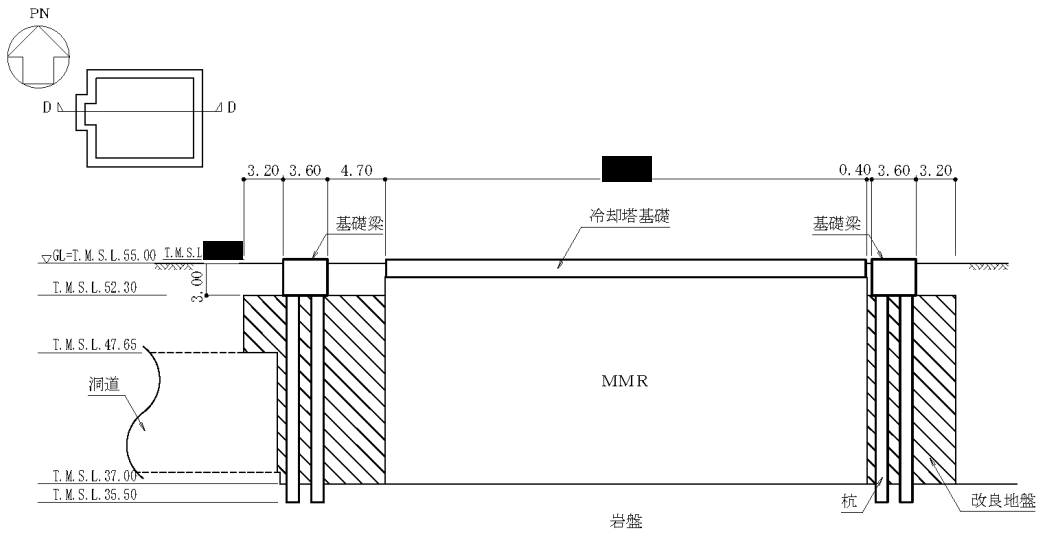
(b) B-B 断面図 (EW 方向)

(単位：m)

第2.2-4図 基礎梁及び杭の断面図 (1/2)



(c) C-C 断面図(NS 方向)



(d) D-D 断面図(EW 方向)

(単位 : m)

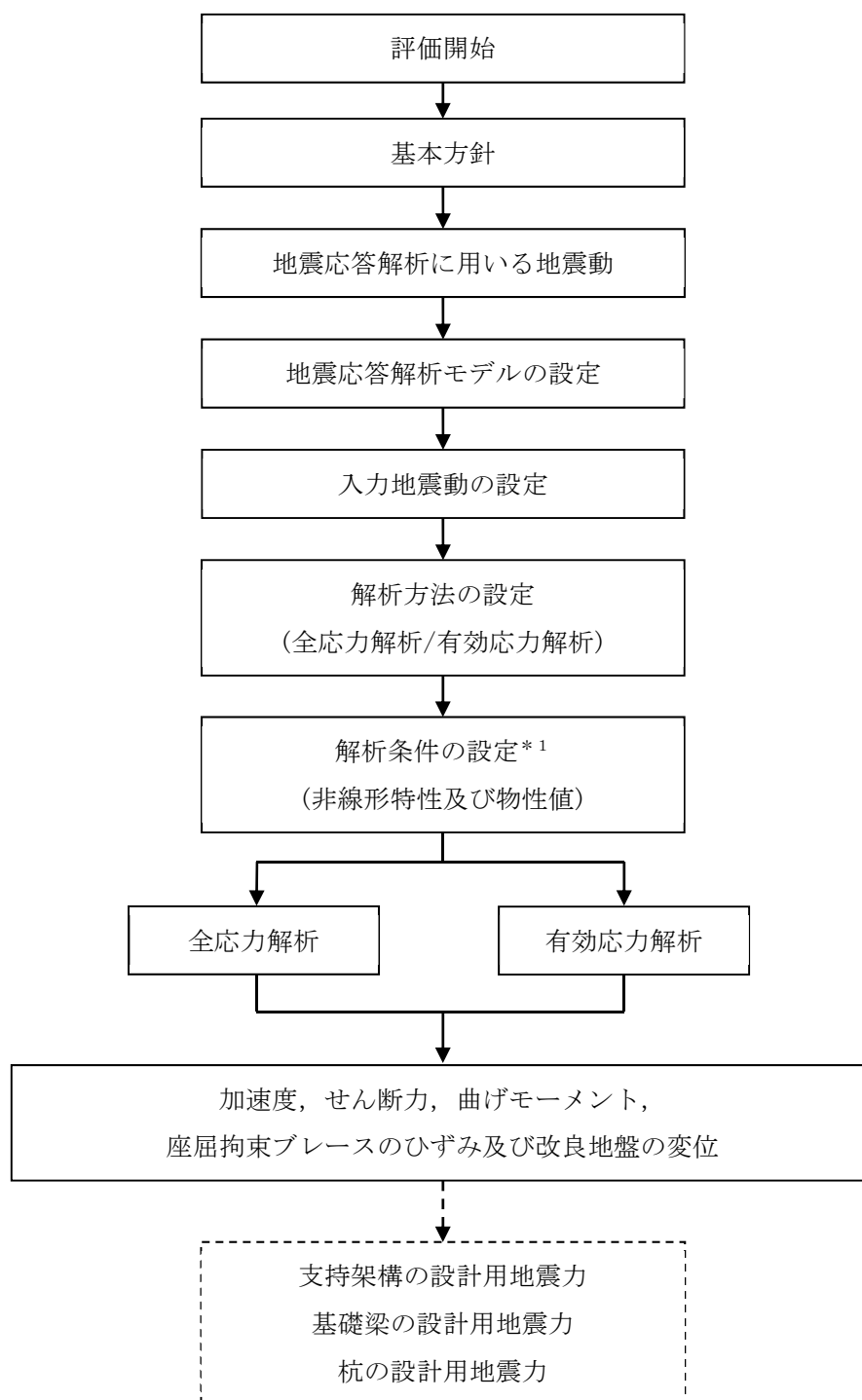
第2.2-4図 基礎梁及び杭の断面図(2/2)

2.3 解析方針

飛来物防護ネット架構の地震応答解析は、添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

第2.3-1図に飛来物防護ネット架構の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「3.1 地震応答解析に用いる地震動」及び「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデルに基づき、「3.3 入力地震動」において設定した入力地震動を用いて実施することとし、「3.4 解析方法」、「3.5 解析条件」及び「3.6 材料物性のばらつき」に基づき、「4. 解析結果」においては、支持架構、基礎梁及び杭の設計に係る各種応答値を算出する。



注記 * 1 : 材料物性のばらつきを考慮する。

注 : 実線部は、本資料における説明範囲を示す。

注 : 破線部は、添付書類「IV-2-2-2-1-2-1-2 飛来物防護ネット(再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B)の耐震計算書」における説明範囲を示す。

第2.3-1図 飛来物防護ネット架構の地震応答解析フロー

2.4 準拠規格・基準等

地震応答解析において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鋼構造設計規準((社)日本建築学会, 2005)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—((社)日本建築学会, 1999)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987((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 JEAG 4601・補—1984((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版((社)日本電気協会)

3. 解析方法

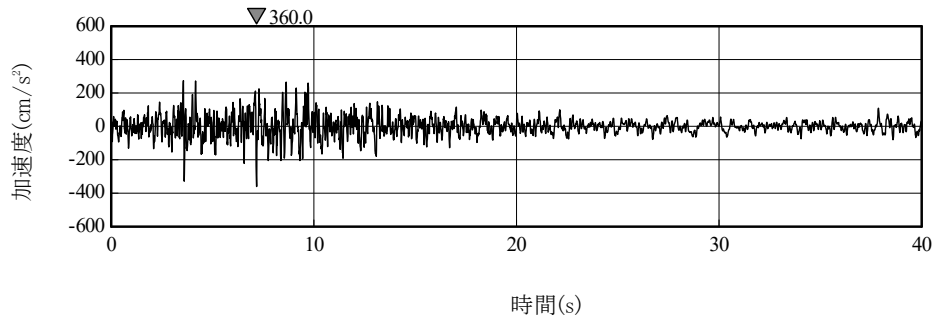
3.1 地震応答解析に用いる地震動

地震応答解析に用いる地震動は、添付書類「IV-1-1-1 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の概要」に示す解放基盤表面レベルで定義された基準地震動 S_s とする。

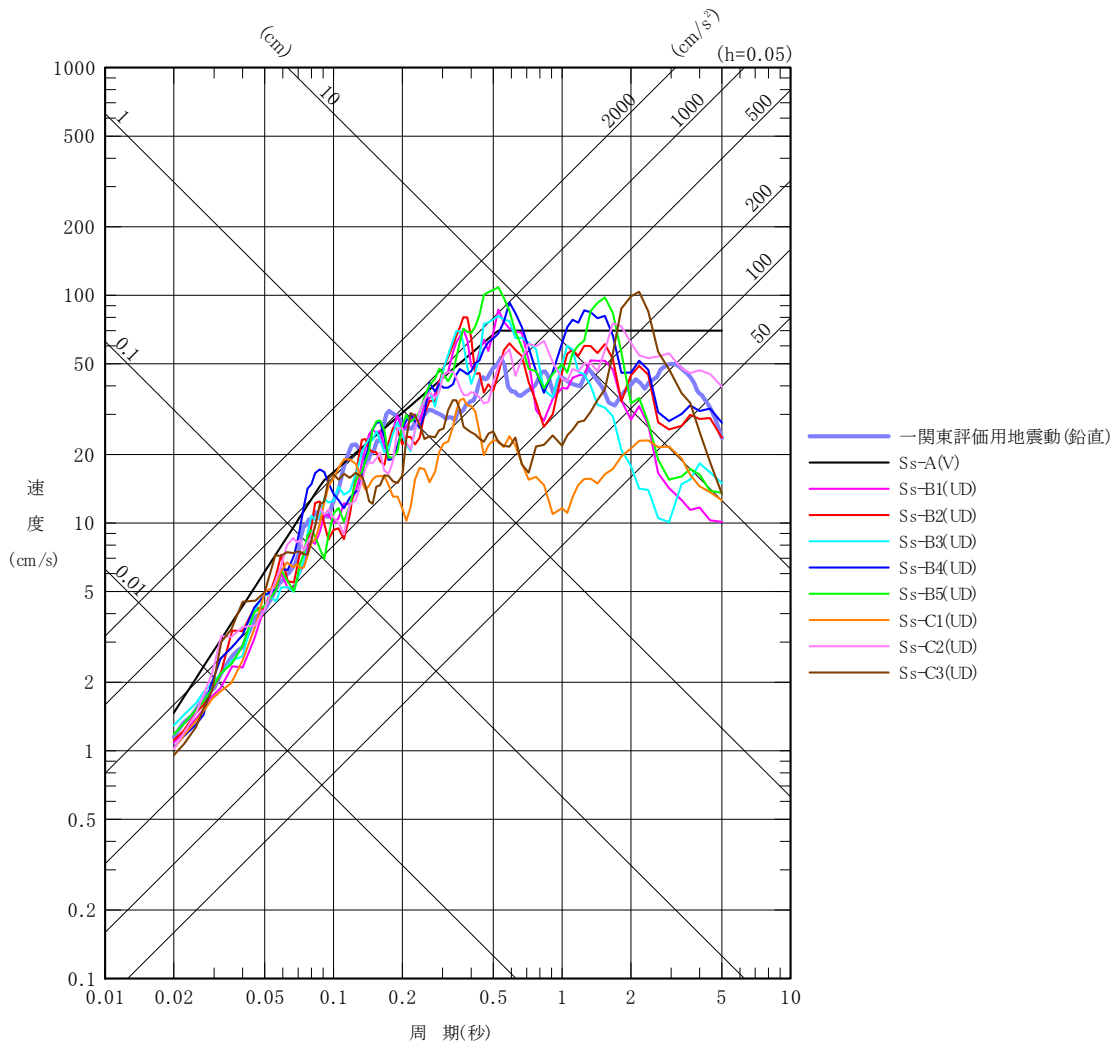
但し、基準地震動 S_s のうち $Ss-B1\sim B5$ については、建物・構築物への入力地震動を評価する際に、プラントノース(真北に対し、時計回りに 13° の方向)に変換を行う。

また、本解析においては、水平及び鉛直を同時入力する方針としているが、基準地震動 S_s のうち $Ss-C4$ は水平方向のみの地震動であるため、 $Ss-C4$ とともに鉛直方向に一関東評価用地震動(鉛直)を入力した地震応答解析を実施する。

一関東評価用地震動(鉛直)の時刻歴加速度波形を第3.1-1図に、解放基盤表面レベルにおける設計用応答スペクトルを基準地震動 S_s の設計用応答スペクトルと併せて第3.1-2図に示す。



注：再処理施設の事業変更許可申請書 第1.6-6図から引用
 第3.1-1図 一関東評価用地震動(鉛直)の加速度時刻歴波形



注：再処理施設の事業変更許可申請書 第1.6-5図から引用
 第3.1-2図 一関東評価用地震動(鉛直)の設計用応答スペクトル

3.2 地震応答解析モデル

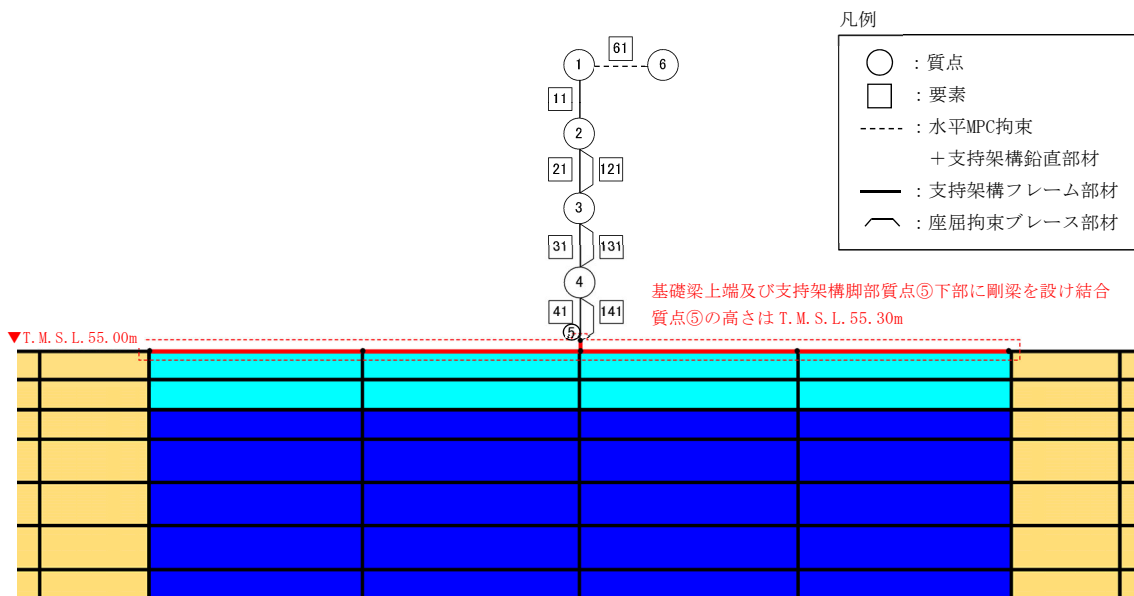
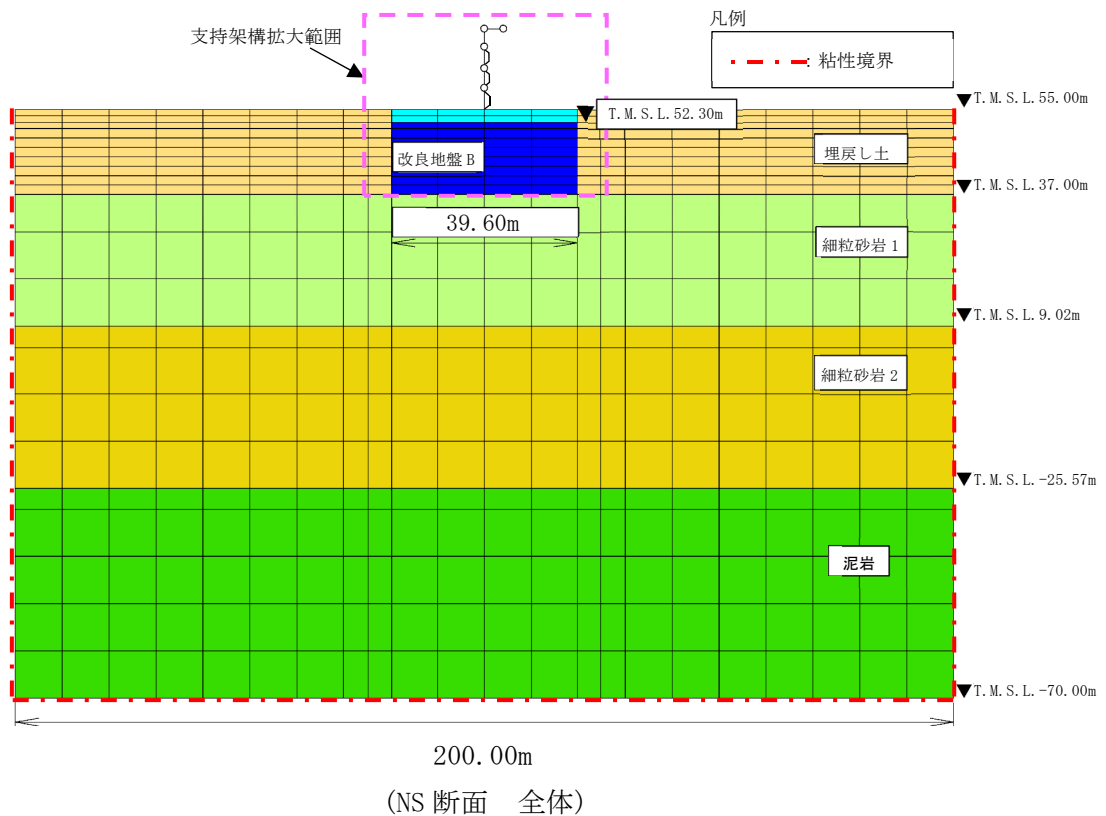
地震応答解析は、添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づき、飛来物防護ネット架構と地盤の動的相互作用を考慮できる2次元動的有限要素法を用い、水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴非線形解析を行う。また、全応力解析に加え、地震時の地盤の液状化の影響を考慮し、有効応力解析を実施する。地震応答解析モデルを第3.2-1図に示す。

地震応答解析モデル(以下、「本モデル」という。)は、解析負荷の観点から、施設の周辺状況をより詳細にモデル化した場合と比較し合理化を図っていることから、妥当性及び保守性を有していることを検証している。

妥当性の検証においては、メッシュサイズについて、支持架構の固有振動数に照らして適切であることを確認している。また、支持架構(門型ではなく1軸でモデル化)、接触剥離要素(モデル化しない)、改良地盤幅(実態より小さくモデル化)、粗粒砂岩(モデル化しない)及び基礎梁高さ(剛梁としてモデル化)について、合理化しない場合と比較し、同等又は保守的な応答となることを確認している。

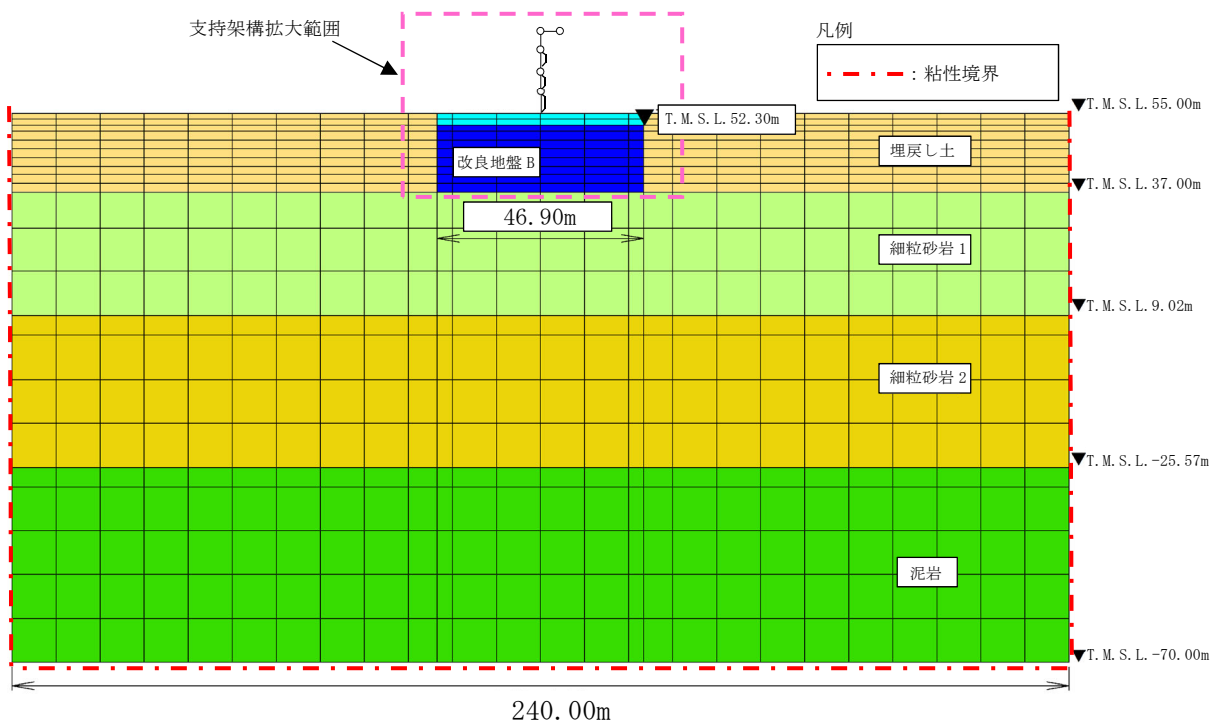
保守性の検証においては、水平方向の拘束効果に着目し、水平応答が保守的になるようにモデル化しない周辺構造物、杭及びMMRについて、モデル化した場合と比較し、水平応答は保守的となる一方で鉛直応答は小さくなるものの、波及的影響評価においては、鉛直応答の寄与は相対的に小さく支障ないことを確認している。

また、地盤の剛性変化についても、①非液状化(全応力解析)及び②液状化(有効応力解析)と比較し、一部地震動で中間状態(①と②の間となるよう埋戻し土の物性値を変更した解析)の応答が大きくなるものの、波及的影響評価においては、中間状態の応答の寄与は相対的に小さく、本モデルによる①非液状化(全応力解析)及び②液状化(有効応力解析)の応答を用いて支障ないことを確認している。

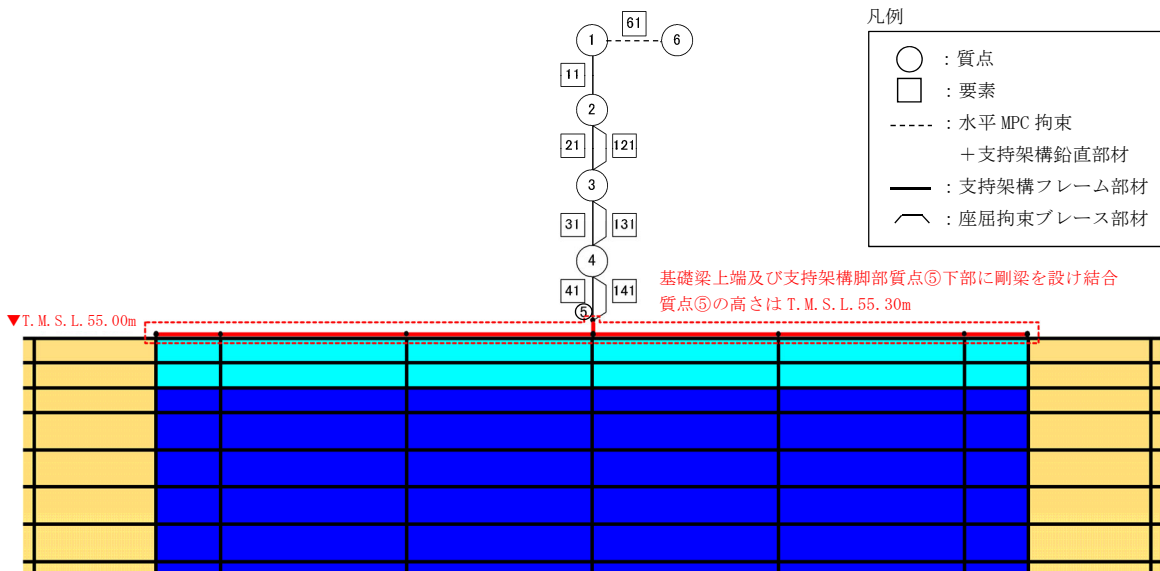


- 注：回転自由度を要する線形バネにつながる質点⑥の回転自由度を拘束
- 注：質点①と質点⑥の水平並進自由度を互いに拘束
- 注：地下水位を地表面に設定
- 注：[61]はばね要素

第3.2-1図 地震応答解析モデル(1/2)



(EW 断面 全体)



- 注：回転自由度を要する線形バネにつながる質点⑤の回転自由度を拘束
- 注：質点①と質点⑥の水平並進自由度を互いに拘束
- 注：地下水位を地表面に設定
- 注：61 はばね要素

(EW 断面 支持架構拡大)

第3.2-1図 地震応答解析モデル(2/2)

3.2.1 飛来物防護ネット架構

支持架構は質点系モデルとし、フレームは梁要素、座屈拘束ブレースは非線形特性を考慮し、ばね要素でモデル化する。基礎梁は平面ひずみ要素でモデル化し、基礎梁上端に剛梁を配置し、支持架構と結合させる。なお、杭は基礎梁直下の改良地盤と同一変形するものとし、モデル化には考慮しない。本モデルの設定に用いた支持架構及び基礎梁の使用材料の物性値を第3.2.1-1表、解析モデル諸元を第3.2.1-2表及び第3.2.1-3表に示す。

第3.2.1-1表 使用材料の物性値

部位	使用材料	ヤング 係数 E (N/mm ²)	せん断 弾性係数 G (N/mm ²)	減衰 定数 h (%)
支持 架 構	鉄骨 BCP325, G385, SN490B	2.05×10^5	7.90×10^4	2
	座屈拘束ブレース	2.05×10^5	7.90×10^4	2
基礎 梁	鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=24(N/mm ²) 鉄筋：SD345	2.27×10^4	9.45×10^3	5
剛 梁	-	2.60×10^7	1.00×10^7	5

第3.2.1-2表 支持架構の解析モデル諸元(1/2)

(a) NS 断面

質点 番号	質点 位置 T. M. S. L. (m)	質量要素			要素 番号	要素 位置 T. M. S. L. (m)	支持架構			座屈拘束ブレース及び屋根	
		水平 (kN)	鉛直 (kN)	回転 ($\times 10^3 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)			断面積 A (m^2)	断面2次 モーメント I ($\times 10^4 \text{m}^4$)	せん断 断面積 As (m^2)	要素 番号	ばね剛性 K ($\times 10^3 \text{kN/m}$)
⑥	75.60	0.000	398.6	0.00	—	75.60	—	—	—	61	26.8
①	75.60	476.0	238.0	43.7	11	75.60~ 71.10	0.0907	1.324	0.00179	—	—
②	71.10	321.1	160.6	43.7	21	71.10~ 65.60	0.0934	1.324	0.000814	121	54.1
③	65.60	174.1	174.1	0.00	31	65.60~ 60.60	0.0907	1.324	0.000821	131	97.2
④	60.60	199.3	199.3	0.00	41	60.60~ 55.30	0.0947	1.324	0.00115	141	102
⑤	55.30	—	—	—	剛梁	55.30~ 55.00	1.00	10.00	1.00	—	—
総重量		1171	1171	—	—	—	—	—	—	—	—

注：重量及び剛性を単位奥行きあたりでモデル化

注：質点番号⑥は、水平自由度を MPC 拘束するために、水平方向に微小質量を定義

第3.2.1-2表 支持架構の解析モデル諸元(2/2)

(b) EW 断面

質点 番号	質点 位置 T. M. S. L. (m)	質量要素			要素 番号	要素 位置 T. M. S. L. (m)	支持架構			座屈拘束ブレース及び屋根	
		水平 (kN)	鉛直 (kN)	回転 ($\times 10^3 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)			断面積 A (m^2)	断面 2 次 モーメント I ($\times 10^4 \text{m}^4$)	せん断 断面積 As (m^2)	要素 番号	ばね剛性 K ($\times 10^3 \text{kN/m}$)
⑥	75.60	0.000	472.1	0.00	—	75.60	—	—	—	61	31.8
①	75.60	563.8	281.9	74.6	11	75.60~ 71.10	0.1074	1.568	0.00191	—	—
②	71.10	380.3	190.2	74.6	21	71.10~ 65.60	0.1106	1.568	0.000894	121	69.8
③	65.60	206.2	206.2	0.00	31	65.60~ 60.60	0.1074	1.568	0.000839	131	122
④	60.60	236.0	236.0	0.00	41	60.60~ 55.30	0.1121	1.568	0.00128	141	122
⑤	55.30	—	—	—	剛梁	55.30~ 55.00	1.00	10.00	1.00	—	—
総重量		1386	1386	—	—	—	—	—	—	—	—

注：重量及び剛性を単位奥行きあたりでモデル化

注：質点番号⑥は、水平自由度を MPC 拘束するために、水平方向に微小質量を定義

第3.2.1-3表 基礎梁の解析モデル諸元

質量密度* (g/cm ³)	動ポアソン比	ヤング係数 (N/mm ²)
2.86	0.2	2.27×10 ⁴

注記 * : 基礎梁上部の積雪荷重等を含めた基礎梁重量を基礎梁
体積で除した値

3.2.2 地盤

地盤は、添付書類「IV-1-1-2 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、平面ひずみ要素でモデル化する。平成10年6月9日付け9安(核規)第596号にて認可を受けた設工認申請書の添付書類「IV-2-2-4-1-1-1 安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」では、敷地内の一定範囲内のボーリング調査結果の平均的な値を地盤の物性値として用いていたが、本申請においては、構築物近傍の地盤調査結果を重視し、飛来物防護ネット架構の直下又は近傍のボーリング調査結果を参照して設定した地盤の物性値を用いることとする。埋戻し土及び改良地盤Bは非線形特性を考慮し修正Hardin-Drnevichモデルを、岩盤(細粒砂岩及び泥岩)は等価線形解析で得られる等価物性値に基づき設定した地盤定数を用いる。地盤の物性値を第3.2.2-1表～第3.2.2-5表に示す。

解析領域は、側方境界及び底面境界との距離を十分に広く設定し、解析領域の側方境界及び底面境界には、エネルギーの逸散効果を評価するため、粘性境界を設ける。

第3.2.2-1表 埋戻し土の物性値

項目	記号	設定値	単位	
質量密度* ¹	ρ	1.82+0.0028D	g/cm ³	
間隙率	n	0.46	—	
基準拘束圧	σ'_{ma}	52.3	kN/m ²	
せん断弾性係数の依存係数	m_G	0.703	—	
基準拘束圧におけるせん断弾性係数	G_{ma}	1.26×10^5	kN/m ²	
体積弾性係数の依存係数	m_K	0.703	—	
基準拘束圧における体積弾性係数	K_{ma}	3.28×10^5	kN/m ²	
ポアソン比	ν	0.33	—	
粘着力	Cu'	0.00×10^0	kN/m ²	
内部摩擦角	$\Phi u'$	39.7	度	
履歴減衰上限値	h_{max}	0.171	—	
液状化物性* ²	変相角	Φ_p	34.0	度
	液状化パラメータ	w_1	10.30	—
		p_1	0.5	—
		p_2	1.0	—
		c_1	1.81	—
		S_1	0.005	—

注記 * 1 : D : 深度 (m) とし, 要素中心深度とする。

* 2 : 液状化物性は, 有効応力解析時に用いる。

第3.2.2-2表 改良地盤Bの物性値

項目	記号	設定値	単位
質量密度	ρ	1.72	g/cm ³
間隙率	n	0.55	—
基準拘束圧	σ'_{ma}	1.0	kN/m ²
せん断弾性係数の依存係数	m_G	0.00	—
基準拘束圧におけるせん断弾性係数	G_{ma}	1.10×10^6	kN/m ²
体積弾性係数の依存係数	m_K	0.00	—
基準拘束圧における体積弾性係数	K_{ma}	2.87×10^6	kN/m ²
ポアソン比	ν	0.33	—
粘着力	Cu'	3.00×10^3	kN/m ²
内部摩擦角	$\Phi u'$	0.001	度
履歴減衰上限値	h_{max}	0.167	—

第3.2.2-3表 細粒砂岩1の物性値

地震動	質量密度 (g/cm ³)	動ポアソン比	せん断弾性係数 (×10 ⁴ kN/m ²)	減衰定数	P波速度 V _p (m/s)	S波速度 V _s (m/s)
Ss-A	1.87	0.43	80.7	0.02	1840	657
Ss-B1	1.87	0.43	80.4	0.02	1840	656
Ss-B2	1.87	0.43	81.0	0.02	1840	658
Ss-B3	1.87	0.43	80.6	0.02	1840	656
Ss-B4	1.87	0.43	80.3	0.02	1840	655
Ss-B5	1.87	0.43	79.6	0.02	1830	653
Ss-C1	1.87	0.43	79.1	0.02	1820	650
Ss-C2	1.87	0.43	81.4	0.02	1850	660
Ss-C3	1.87	0.43	81.5	0.02	1850	660
Ss-C4	1.87	0.43	81.1	0.02	1850	659

第3.2.2-4表 細粒砂岩2の物性値

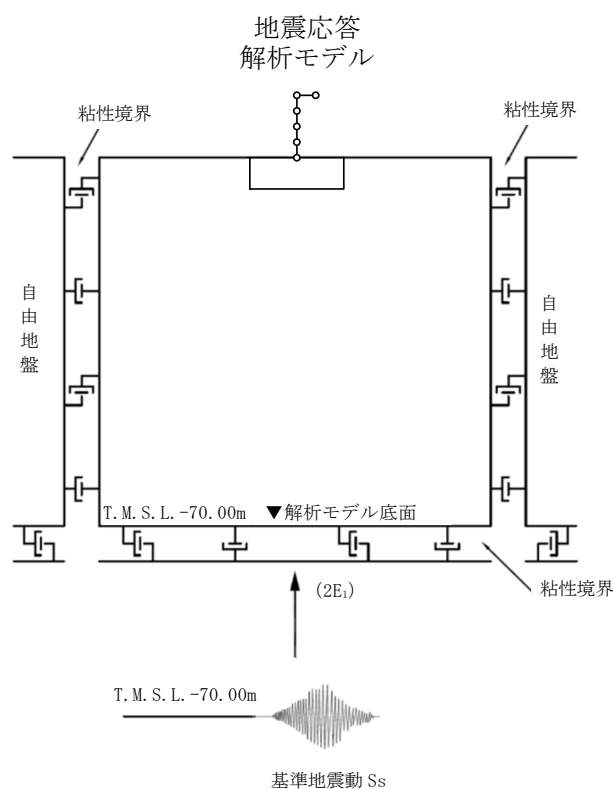
地震動	質量密度 (g/cm ³)	動ポアソン比	せん断弾性 係数 (×10 ⁴ kN/m ²)	減衰定数	P波速度 V _p (m/s)	S波速度 V _s (m/s)
Ss-A	1.85	0.37	154	0.02	1980	914
Ss-B1	1.85	0.37	156	0.02	1990	919
Ss-B2	1.85	0.37	156	0.02	1990	918
Ss-B3	1.85	0.37	155	0.02	1990	917
Ss-B4	1.85	0.37	154	0.02	1980	911
Ss-B5	1.85	0.37	154	0.02	1980	912
Ss-C1	1.85	0.37	152	0.02	1960	905
Ss-C2	1.85	0.37	156	0.02	1990	917
Ss-C3	1.85	0.37	156	0.02	1990	917
Ss-C4	1.85	0.37	155	0.02	1990	915

第3.2.2-5表 泥岩の物性値

地震動	質量密度 (g/cm ³)	動ポアソン比	せん断弾性 係数 (×10 ⁴ kN/m ²)	減衰定数	P波速度 V _p (m/s)	S波速度 V _s (m/s)
Ss-A	1.72	0.39	104	0.02	1850	778
Ss-B1	1.72	0.39	105	0.02	1860	781
Ss-B2	1.72	0.39	105	0.02	1860	780
Ss-B3	1.72	0.39	105	0.02	1860	780
Ss-B4	1.72	0.39	104	0.02	1850	776
Ss-B5	1.72	0.39	104	0.02	1850	777
Ss-C1	1.72	0.39	103	0.02	1840	773
Ss-C2	1.72	0.39	105	0.02	1860	780
Ss-C3	1.72	0.39	104	0.02	1850	778
Ss-C4	1.72	0.39	104	0.02	1860	779

3.3 入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面レベルに想定する基準地震動 S_s とする。地震応答解析は、解析モデル下端レベル(T. M. S. L. -70.00m)に入力地震動を水平方向及び鉛直方向に同時入力することで実施する。本モデルに入力する地震動の概念図を第3.3-1図に示す。



第 3.3-1 図 本モデルに入力する地震動の概念図

3.4 解析方法

飛来物防護ネット架構の地震応答解析は、全応力解析及び有効応力解析ともに、解析コード「FLIP Ver7.4.1」を用いる。

全応力解析及び有効応力解析は、添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に記載の解析方法に基づき、時刻歴応答解析により実施する。

なお、解析コードの検証及び妥当性の確認等の概要については、添付書類「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。