

美浜3号炉－耐震－1 Rev3

<p>タイトル</p>	<p>浸水防護施設（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備）のリストアップ及び耐震安全性評価の評価対象設備の、具体的な抽出根拠、抽出プロセス及び評価内容について。</p>
<p>説明</p>	<p>美浜3号炉の「浸水防護施設」のうち、耐震安全性評価対象とした設備について、経年劣化事象の抽出や耐震安全性評価の要否判断などのプロセスを示す。</p> <p>1. 浸水防護施設について 耐震安全性評価対象とした浸水防護施設（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備）については以下のとおり。なお、施設の概要を添付1に示す。</p> <p>(1) 津波防護施設： 防潮堤… a 屋外排水路逆流防止設備… b</p> <p>(2) 浸水防止設備： 取水構造物（浸水防止蓋^{※1}）… c ※1：海水ポンプ室浸水防止蓋及び海水管トレンチ浸水防止蓋。 海水ポンプエリア止水壁 … d 水密扉^{※2} … e ※2：浸水防護重点化範囲との境界に位置する原子炉補助建屋の水密扉を対象とする。</p> <p>(3) 津波監視設備： 津波監視カメラ（原子炉格納容器）… f 津波監視カメラ（海水ポンプ室）… g 潮位計（防潮堤）… h 潮位計（海水ポンプ室）… i</p> <p>2. 想定される劣化事象^{※3}</p> <p>(1) コンクリート構造物（a）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中性化 …① ・塩分浸透 …② <p>b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（△▲事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルカリ骨材反応 …③ ・凍結融解 …④ ・耐火能力低下 …⑤ <p>(2) 鉄骨構造物（a, b, c, d, e）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象） 該当なし</p> <p>b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（△▲事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・腐食 …⑥（a, d, e） ・風などによる疲労 …⑦ <p>(3) 計測制御設備（f, g, h, i）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象） 該当なし</p>

- b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (△▲事象)
- ・樹脂の劣化 (ケミカルアンカ) …⑧
 - ・腐食 (支持構造物) …⑨
 - ・腐食 (ケミカルアンカ) …⑩ (f, g, h)

※3: 絶縁低下 (絶縁体の水トリー劣化による絶縁低下を含む)、特性変化及び導通不良については、耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であるため記載は省略する。

3. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

「2. 想定される劣化事象」で整理した経年劣化事象①～⑩について、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の有無について検討したプロセスを下表に整理した。

表1 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の有無検討プロセス

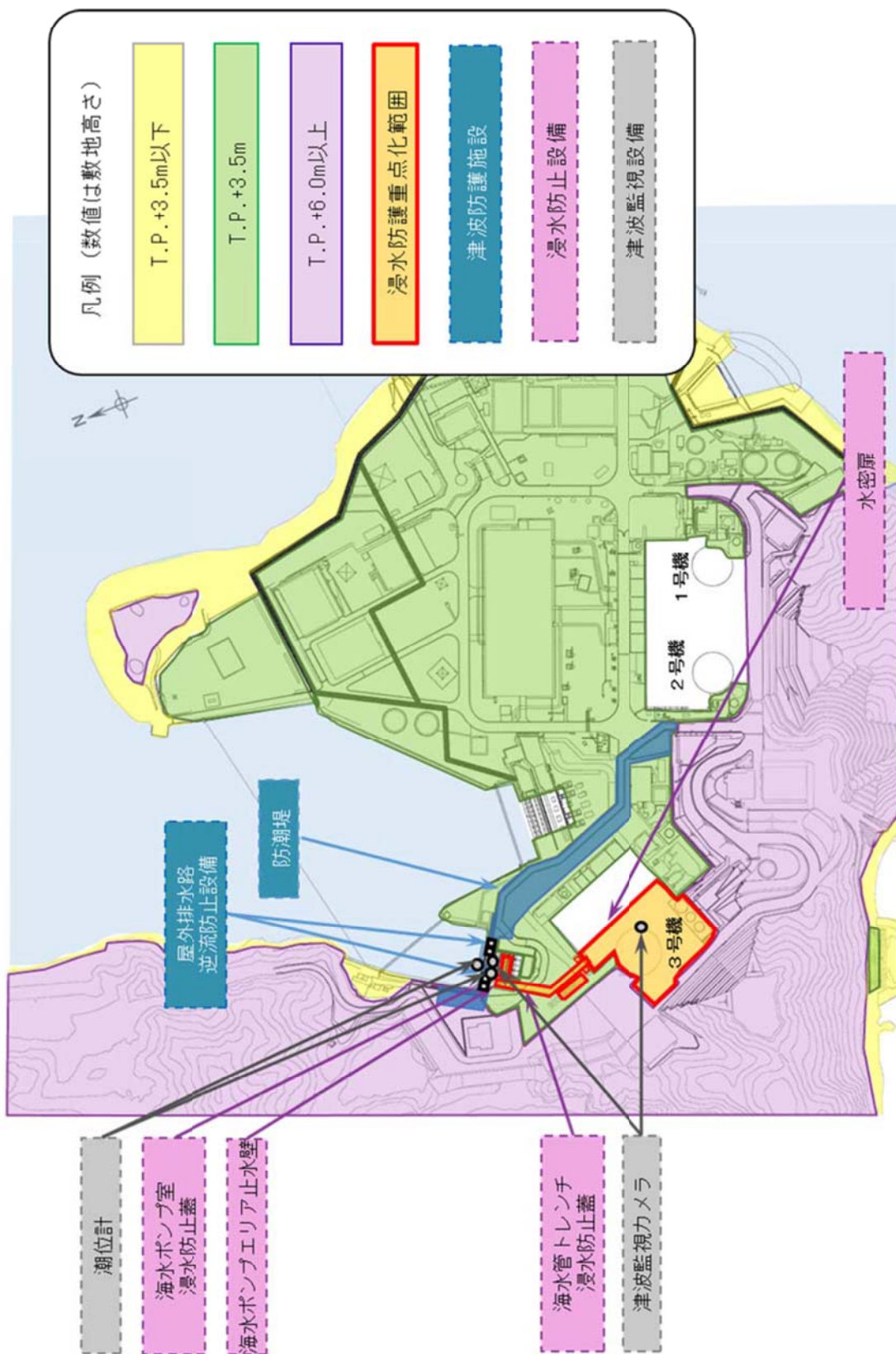
「技術評価」で想定される経年劣化事象		ステップ1	ステップ2	ステップ3
高経年化対策上 着目すべき 経年劣化事象	下記 1)～2)を除く経年劣化事象	○	i 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいもの	×
			ii 現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないもの	○ ○
高経年化対策上 着目すべき 経年劣化事象 ではない事象	1) △ 2) ▲	○	i 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがたい経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (日常劣化管理事象)	○
			ii 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (日常劣化管理事象以外)	○
		—	—	—

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)
 ▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)
 ○: 評価対象として抽出
 —: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象であり、日常劣化管理事象以外であるもの、あるいは日常劣化管理事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいものとして評価対象から除外
 ×: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいものとして評価対象から除外
 ○: 振動応答特性上または構造・強度上「軽微もしくは無視」できる事象として評価対象から除外
 ●: 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出

以上より、美浜3号炉の「浸水防護施設」については、◎となる対象としてケミカルアンカの腐食を考慮した耐震安全性評価を実施した。

以上

浸水防護施設の概要



美浜3号炉－耐震－3 Rev1

<p>タイトル</p>	<p>耐震Sクラスの機器を支持する主要部位（建屋、内部コンクリート等）における、基準地震動Ss-1と代表基準地震動（Ss-3, 4, 6, 7, 15, 16, 19, 21）による地震応答の比較（最大応答加速度、加速度応答スペクトル）について</p>
<p>説明</p>	<p>内部コンクリート（I/C）、外部遮蔽建屋（O/S）、原子炉建屋基礎、および原子炉補助建屋（A/B）について、基準地震動Ss-1および代表基準地震動（Ss-3, 4, 6, 7, 15, 16, 19, 21）による最大床応答加速度の比較を添付1及び添付3に示す。</p> <p>また、耐震Sクラス機器を支持する主要部位（IC20、IC21、OS01、OS02、AE07、AB08）における床応答スペクトルの比較を添付2に示す。</p> <p>なお、比較表／図における各地震波の名称は下記の通りです。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Ss-1 : 基準地震動Ss（水平最大加速度750Gal） ・ Ss-3 : C断層を考慮した地震波 ・ Ss-4 : C断層を考慮した地震波 ・ Ss-6 : C断層を考慮した地震波 ・ Ss-7 : C断層を考慮した地震波 ・ Ss-15 : 大陸棚外縁～B～野坂断層を考慮した地震波 ・ Ss-16 : 大陸棚外縁～B～野坂断層を考慮した地震波 ・ Ss-19 : 安島岬沖～和布一干飯崎沖～甲楽城断層を考慮した地震波 ・ Ss-21 : 安島岬沖断層～和布一干飯崎沖断層～甲楽城断層～甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層～柳ヶ瀬断層南部～鍛冶屋断層～関が原断層を考慮した地震波 <p><添付1> Ss-1, 3, 4, 6, 7, 15, 16, 19, 21の建屋の解析モデル図および最大応答加速度を示す。</p> <p>【I/C（内部コンクリート）】 ○水平方向：上2階層でSs-1、下1階層でSs-3が最も大きい加速度を示す。 ○鉛直方向：全ての階層でSs-16が最も大きい加速度を示す。</p> <p>【O/S（外部遮へい建屋）】 ○水平方向：一部の階層でSs-3やSs-4が上回る他は、Ss-1が上回っている。 ○鉛直方向：上3階層でSs-1、中4階層でSs-15、下2階層でSs-16が上回っている。</p> <p>【A/B（原子炉補助建屋）】 ○水平方向：一部の階層でSs-4、Ss-6、Ss-16が上回る他は、Ss-1とSs-3が上回っている。 ○鉛直方向：全ての階層でSs-1が最も大きい加速度を示す。</p>

<添付2>

耐震Sクラス機器を支持する主要部位（IC20（EL+23.8m）, IC21（EL+32.1m）, OS01（EL+17.0m）, OS02（EL+24.0m）, AB07（EL+17.0m）, AB08（EL+24.0m））における各地震波の床応答スペクトル（方向：水平・鉛直、減衰定数：1.0%）の比較を示す。

添付2 床応答スペクトルにおける「KMN-3」については「関西電力 美浜発電所 3号炉」の略称である。

<添付3>

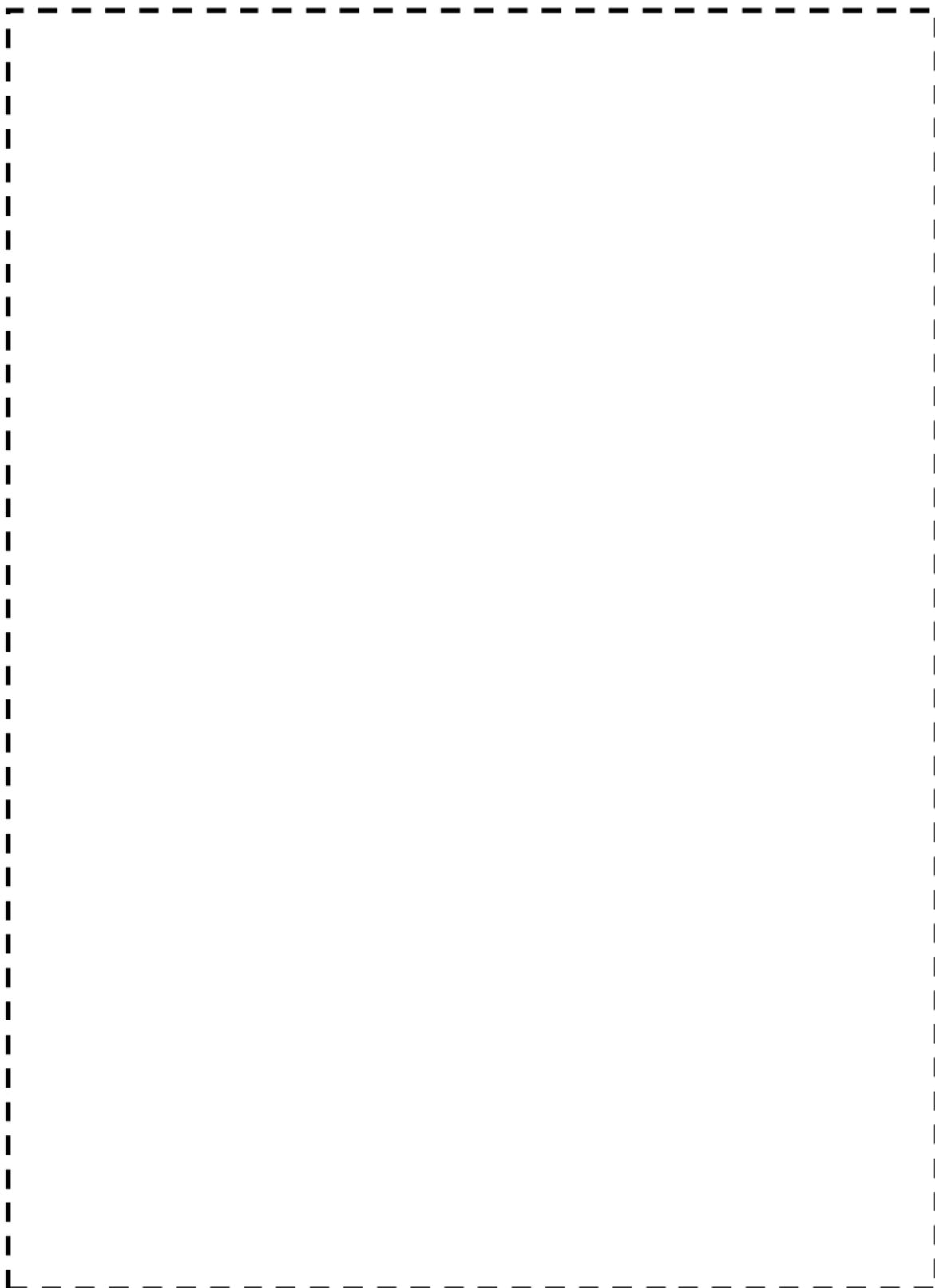
Ss-1, 3, 4, 6, 7, 15, 16, 19, 21による最大床応答加速度をグラフ化して比較を示す。

以上



美浜3号炉 原子炉建屋の解析モデル図 (水平方向)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



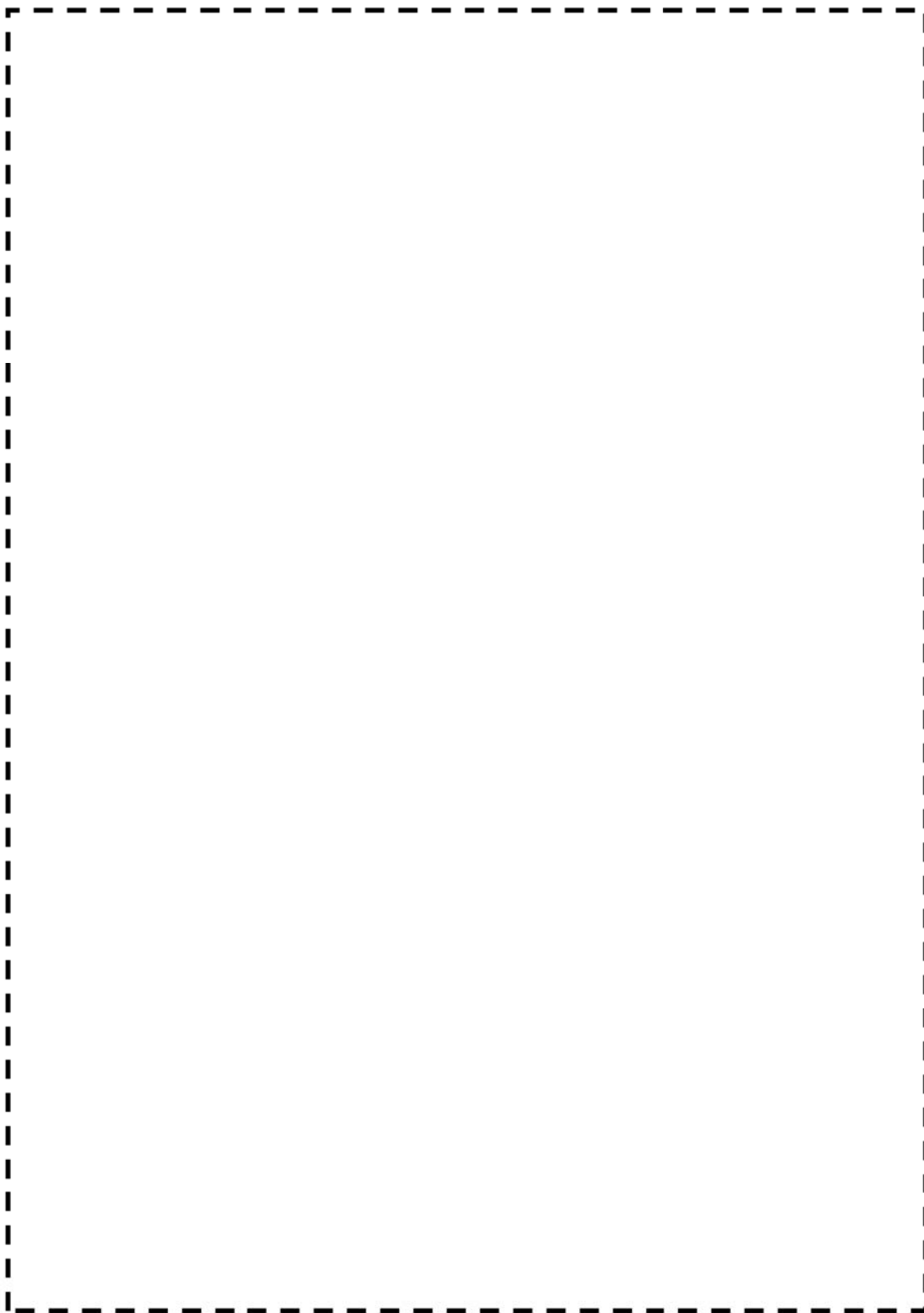
美浜3号炉 原子炉建屋の解析モデル図 (鉛直方向)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

建屋	質点番号 ()節点	質点 高さ EL. (m)	最大床応答加速度 (G)																	
			Ss-1	Ss-3	Ss-4	Ss-6	Ss-7	Ss-15	Ss-16	Ss-19	Ss-21									
			UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)									
外部しゃへい建屋	OS09	86.8																		
	OS08	76.8																		
	OS07	66.0																		
	OS06	57.6																		
	OS05	49.2																		
	OS04	40.8																		
	OS03	32.3																		
	OS02	24.0																		
	OS01	17.0																		
原子炉格納容器	CV18	82.4																		
	CV17	74.4																		
	CV16	66.4																		
	CV15	58.4																		
	CV14	50.4																		
	CV13	42.4																		
	CV12	34.4																		
	CV11	26.4																		
	CV10	17.0																		
内部リンク	IC21	32.1																		
	IC20	23.8																		
	IC19	16.7																		
基礎	BS41	5.30																		
器発蒸 器生気	SG36	34.77																		

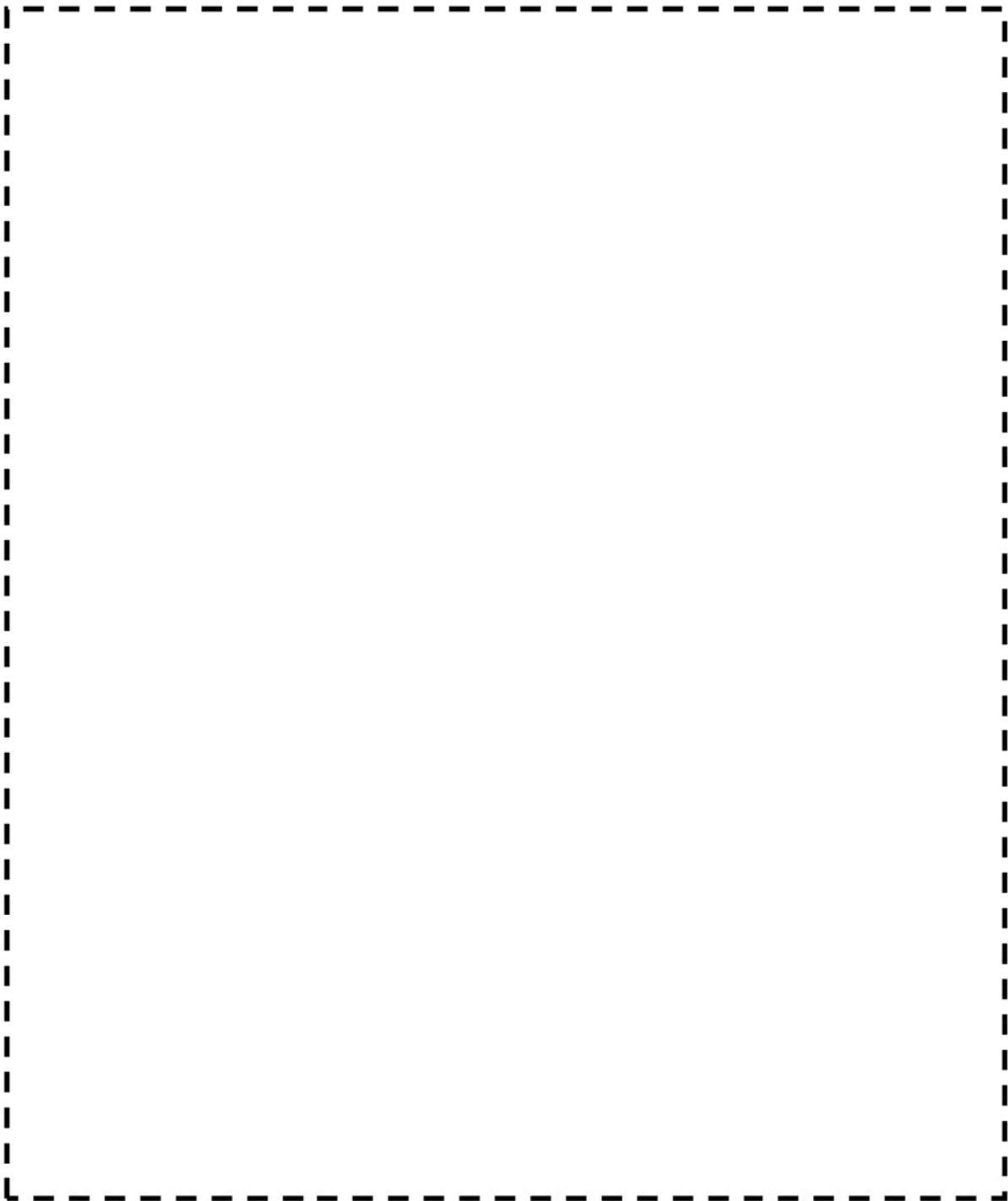
 : Ss-1, 3, 4, 6, 7, 15, 16, 19, 21のうち最大の値

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



美浜3号炉 原子炉補助建屋の解析モデル図 (水平方向)


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



美浜3号炉 原子炉補助建屋の解析モデル図 (鉛直方向)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

建屋	質点番号 (節点)	質点高さ EL. (m)	最大床応答加速度 (G)																	
			Ss-1	Ss-3	Ss-4	Ss-6	Ss-7	Ss-15	Ss-16	Ss-19	Ss-21									
			UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)	UD方向 (V方向)								
燃料取扱建屋	AB14	52.88																		
	AB13	44.75																		
	AB12	40.8																		
補助建屋	AB11	40.8																		
	AB10	40.8																		
	AB09	32.3																		
	AB08	24.0																		
	AB07	17.0																		
建中屋間	AB06	32.3																		
制御建屋	AB05	24.0																		
	AB03	17.0																		
	AB01	11.0																		
デューゼル建屋	AB15	17.0																		
	AB04	17.0																		
	AB02	11.0																		

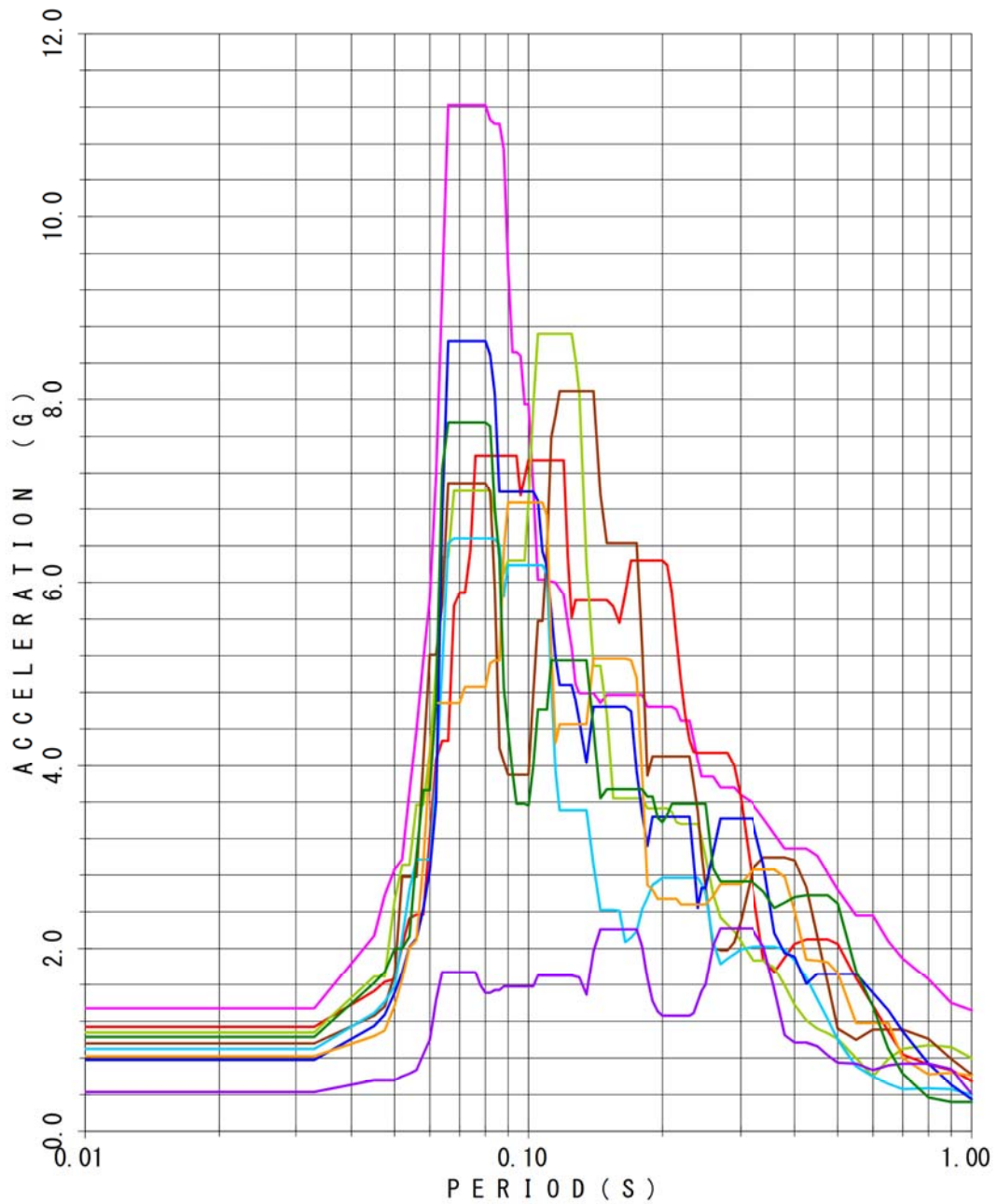
 : Ss-1, 3, 4, 6, 7, 15, 16, 19, 21のうち最大の値

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

1. 内部コンクリートの床応答スペクトル

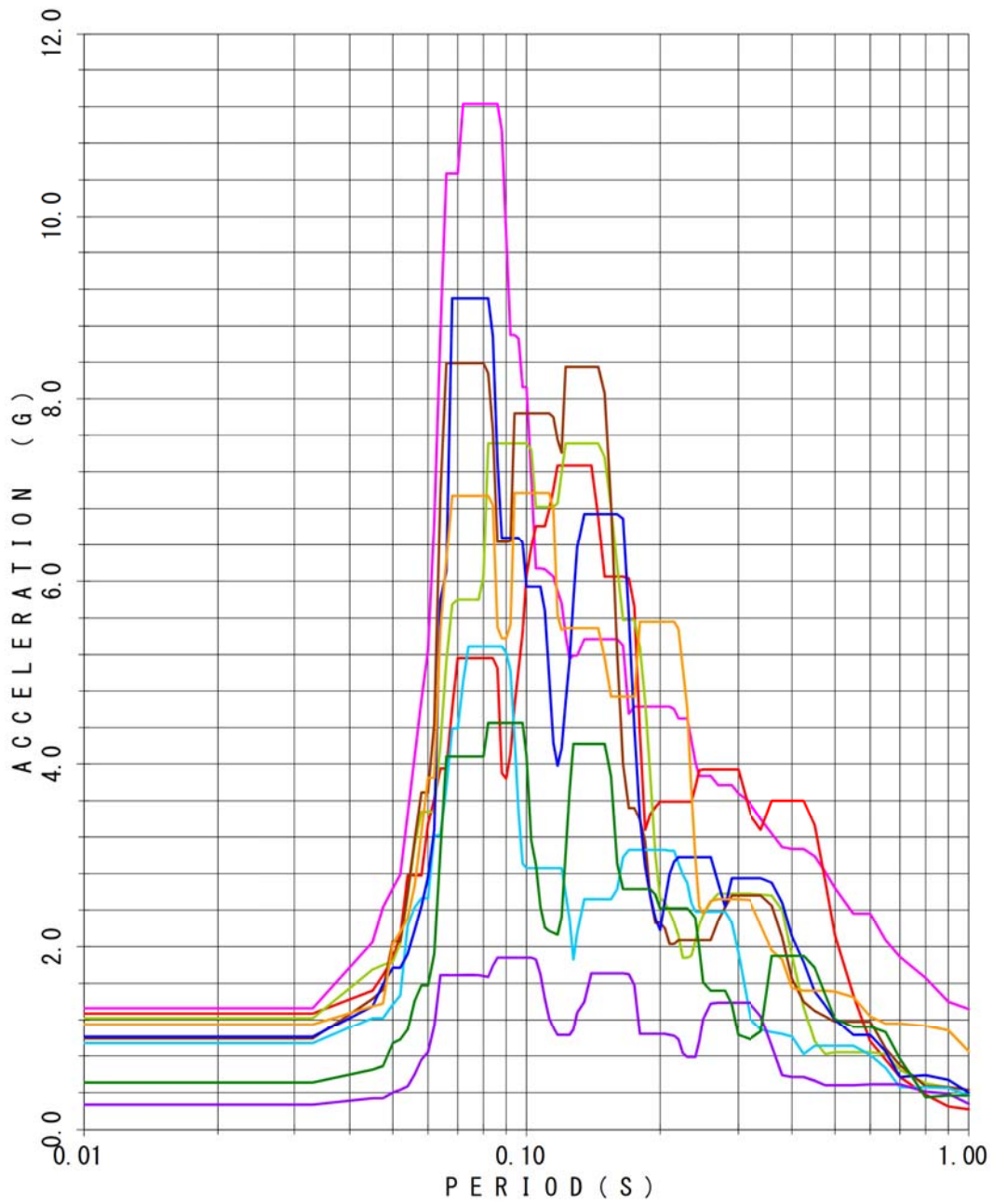
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: X	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: IC	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 23.800M #IC20	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



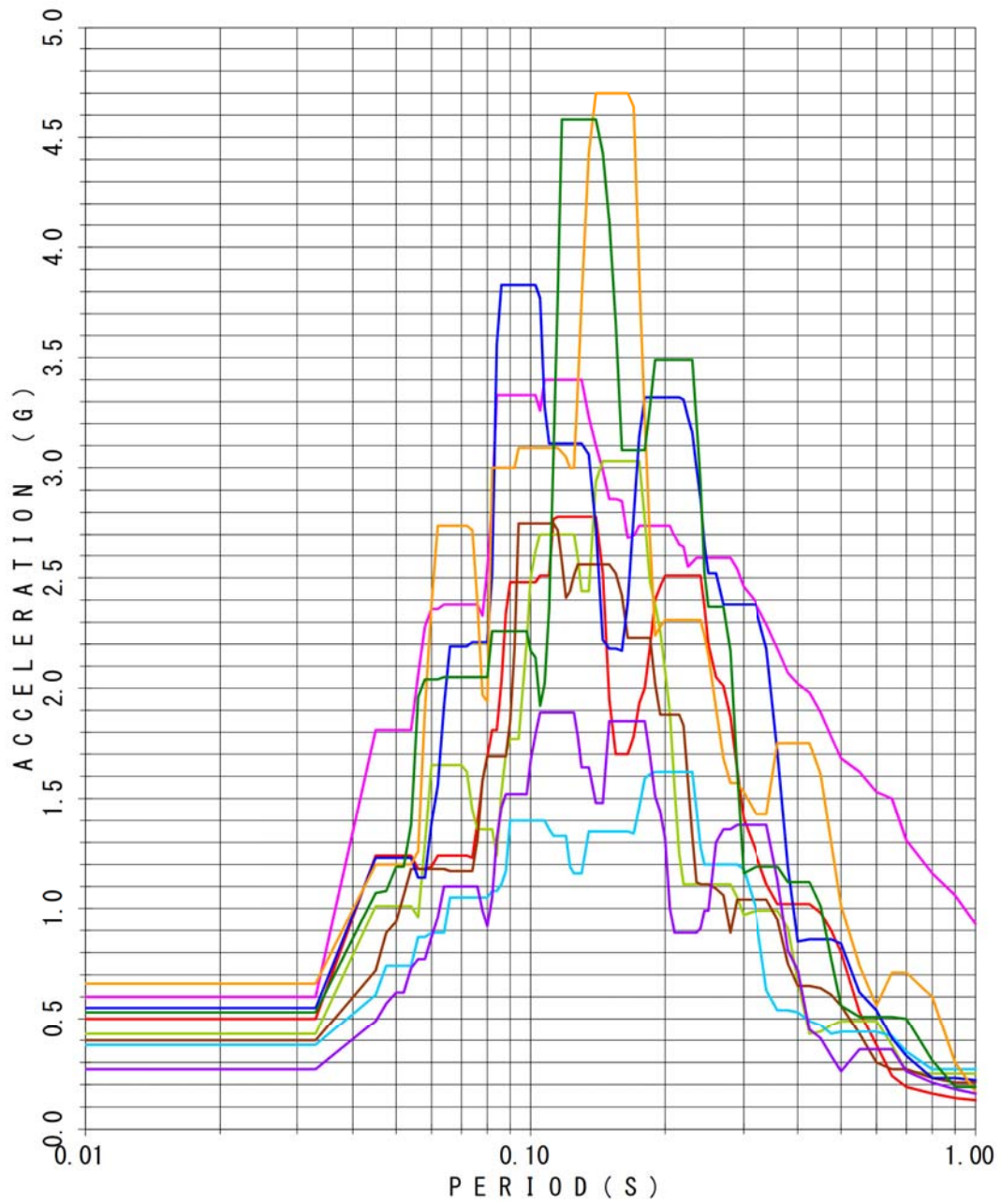
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: Y	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: IC	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 23.800M #IC20	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



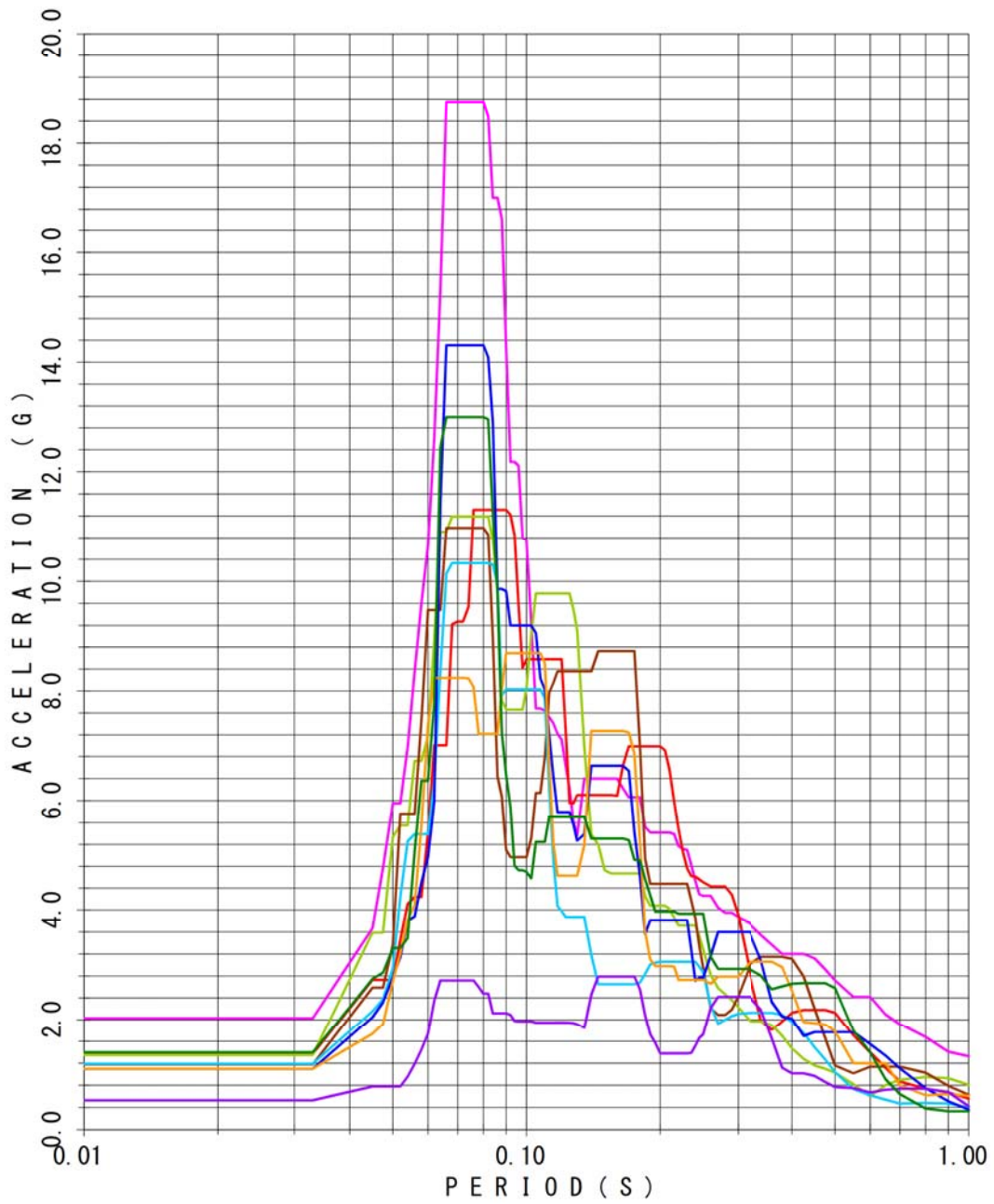
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: V	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: IC	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 23.800M #IC20	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



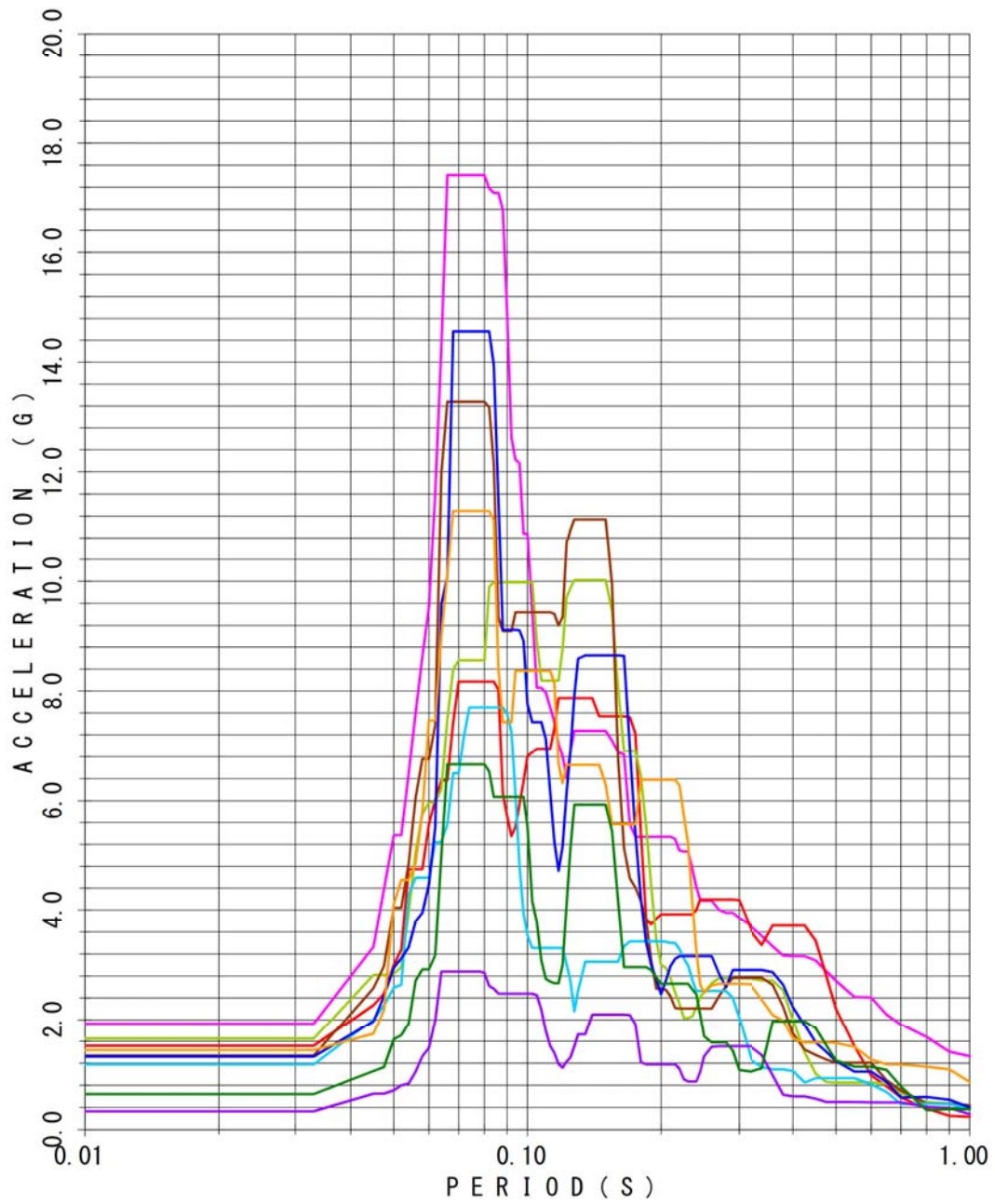
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: X	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: IC	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 32.100M #IC21	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



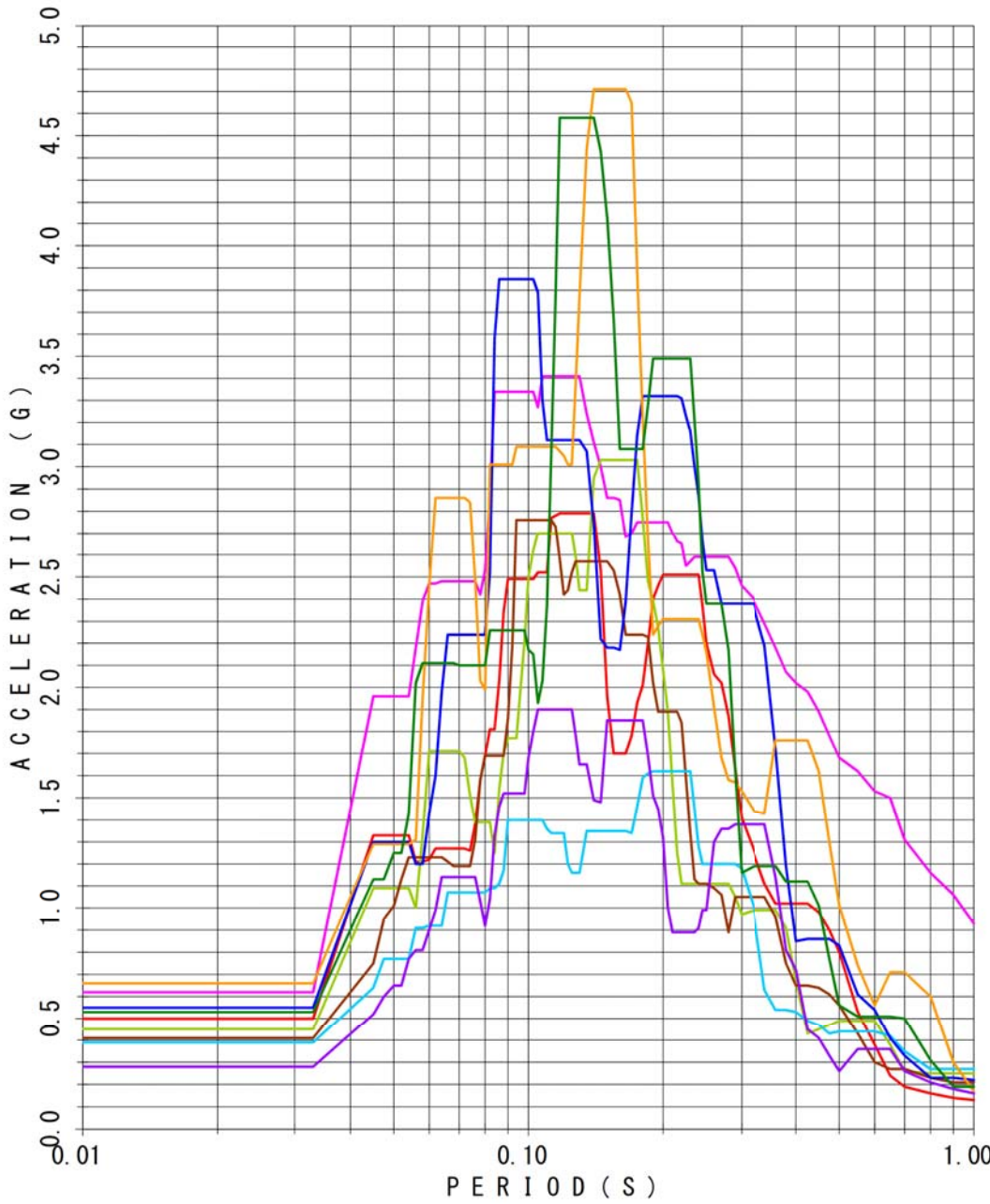
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: Y	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: IC	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 32.100M #IC21	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



FLOOR RESPONSE SPECTRUM

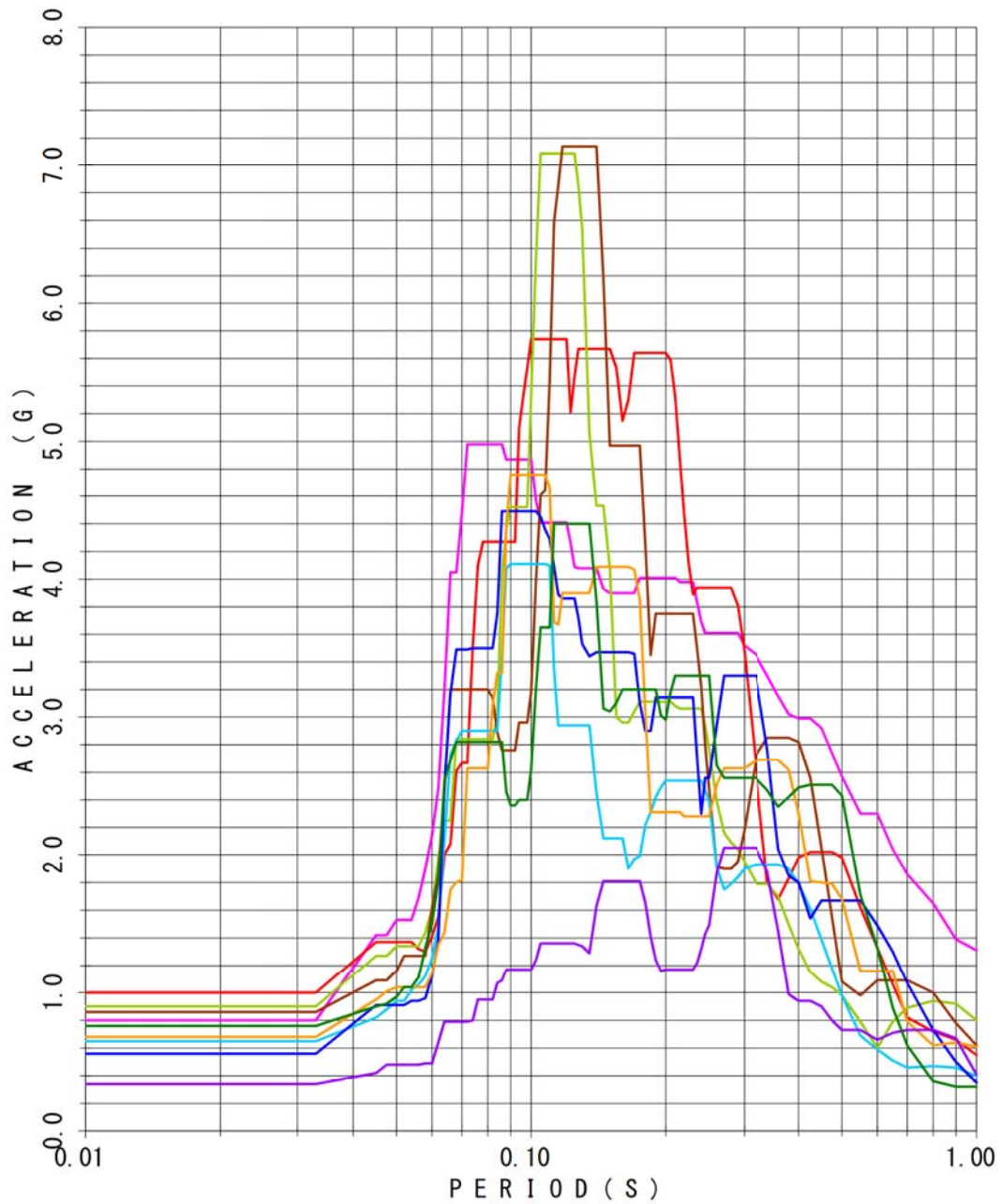
UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: V	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: IC	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 32.100M #IC21	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



2. 外部遮へい建屋の床応答スペクトル

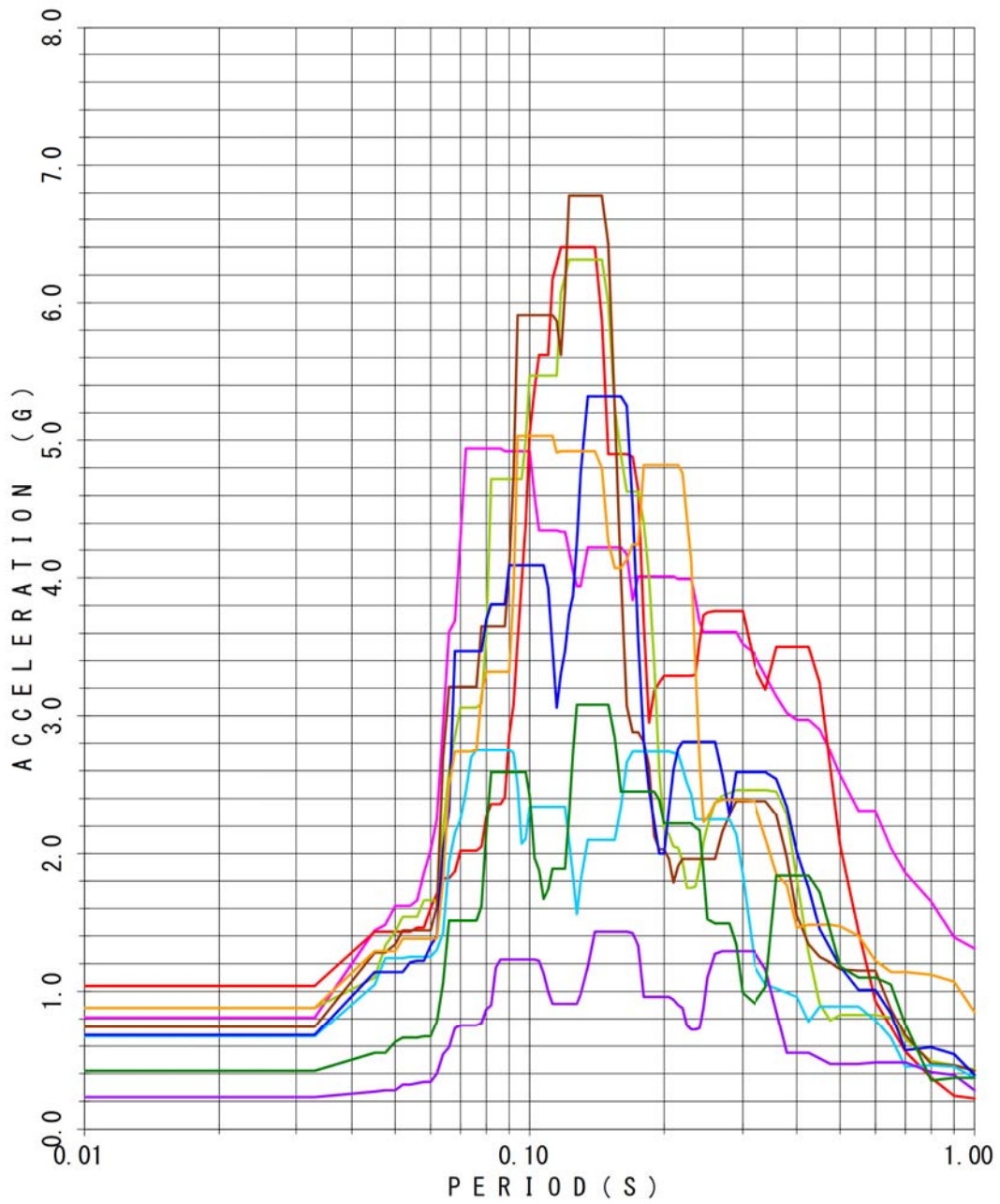
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: X	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: OS	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 17.000M #OS01	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



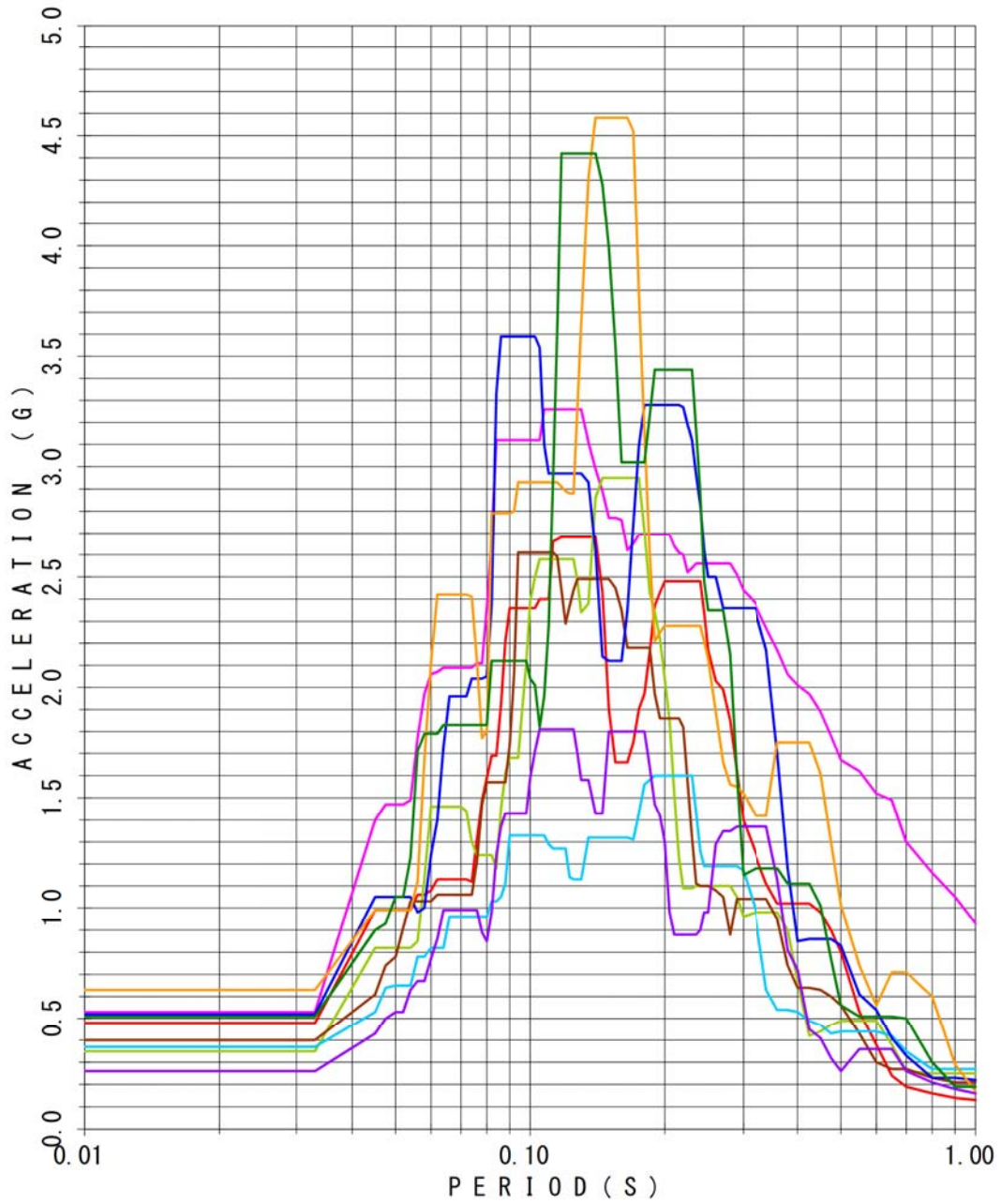
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: Y	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: OS	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 17.000M #OS01	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



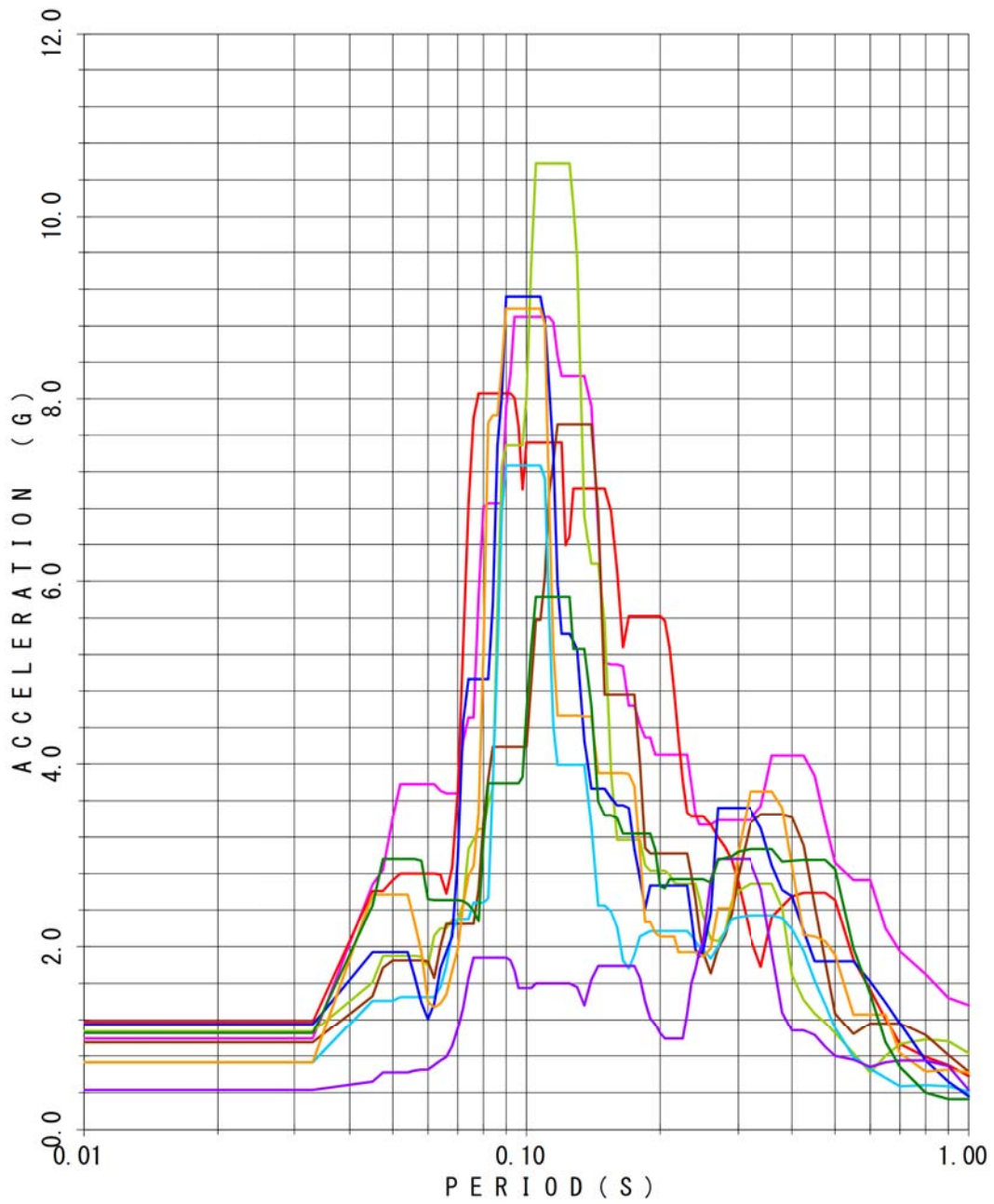
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: V	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: OS	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 17.000M #OS01	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



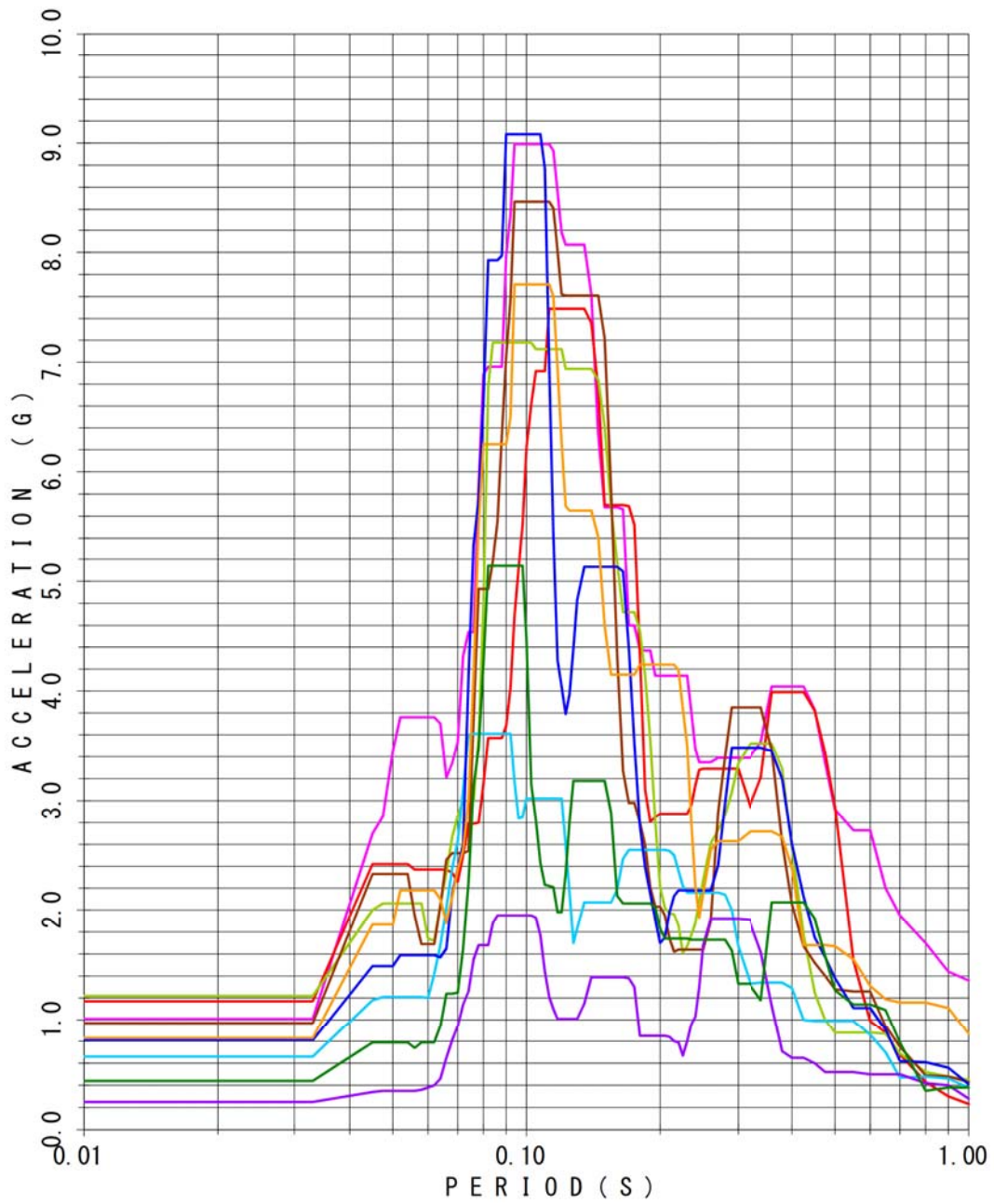
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: X	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: OS	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 24.000M #OS02	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



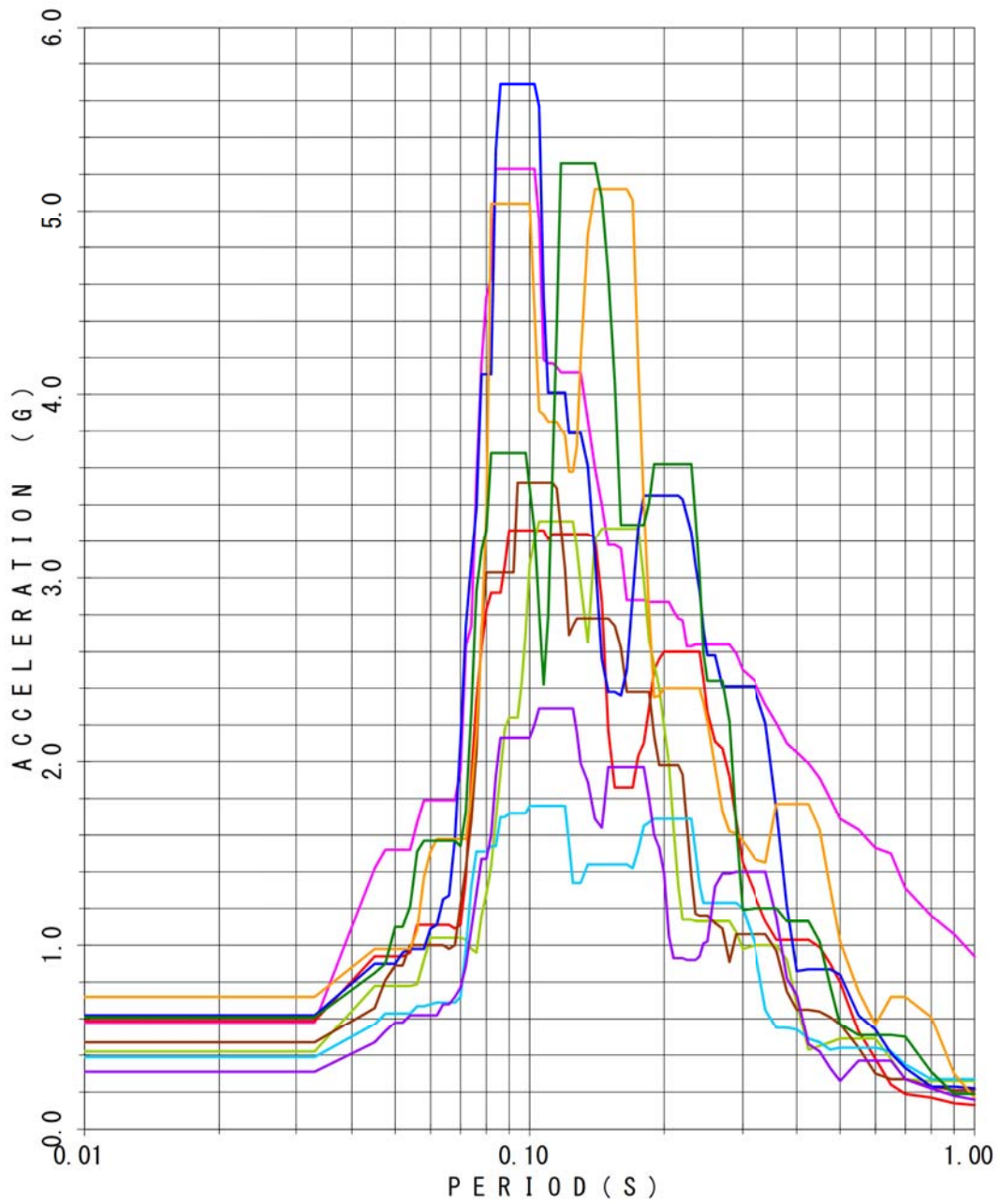
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: Y	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: OS	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 24.000M #OS02	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



FLOOR RESPONSE SPECTRUM

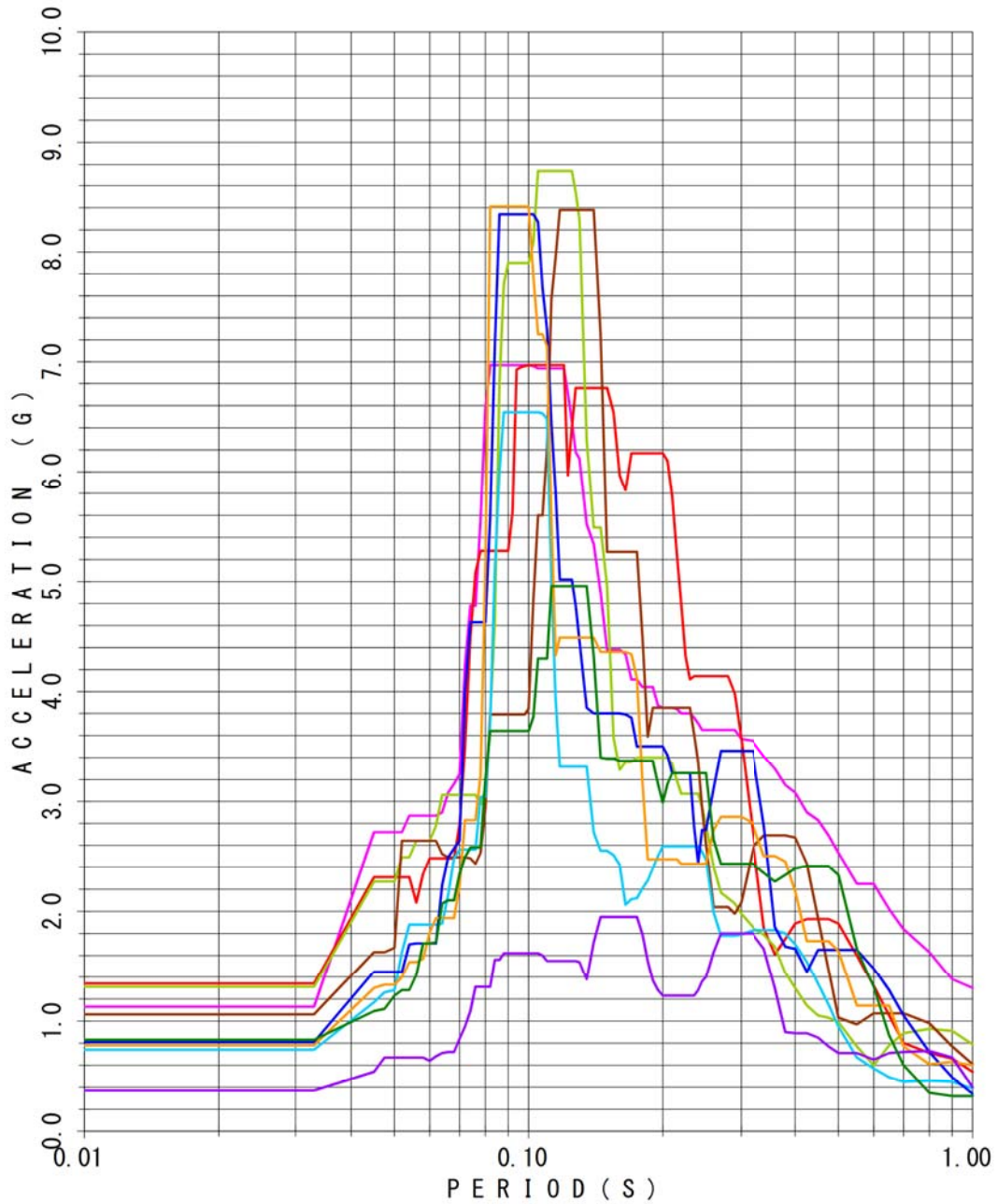
UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: V	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: OS	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 24.000M #OS02	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



3. 原子炉補助建屋の床応答スペクトル

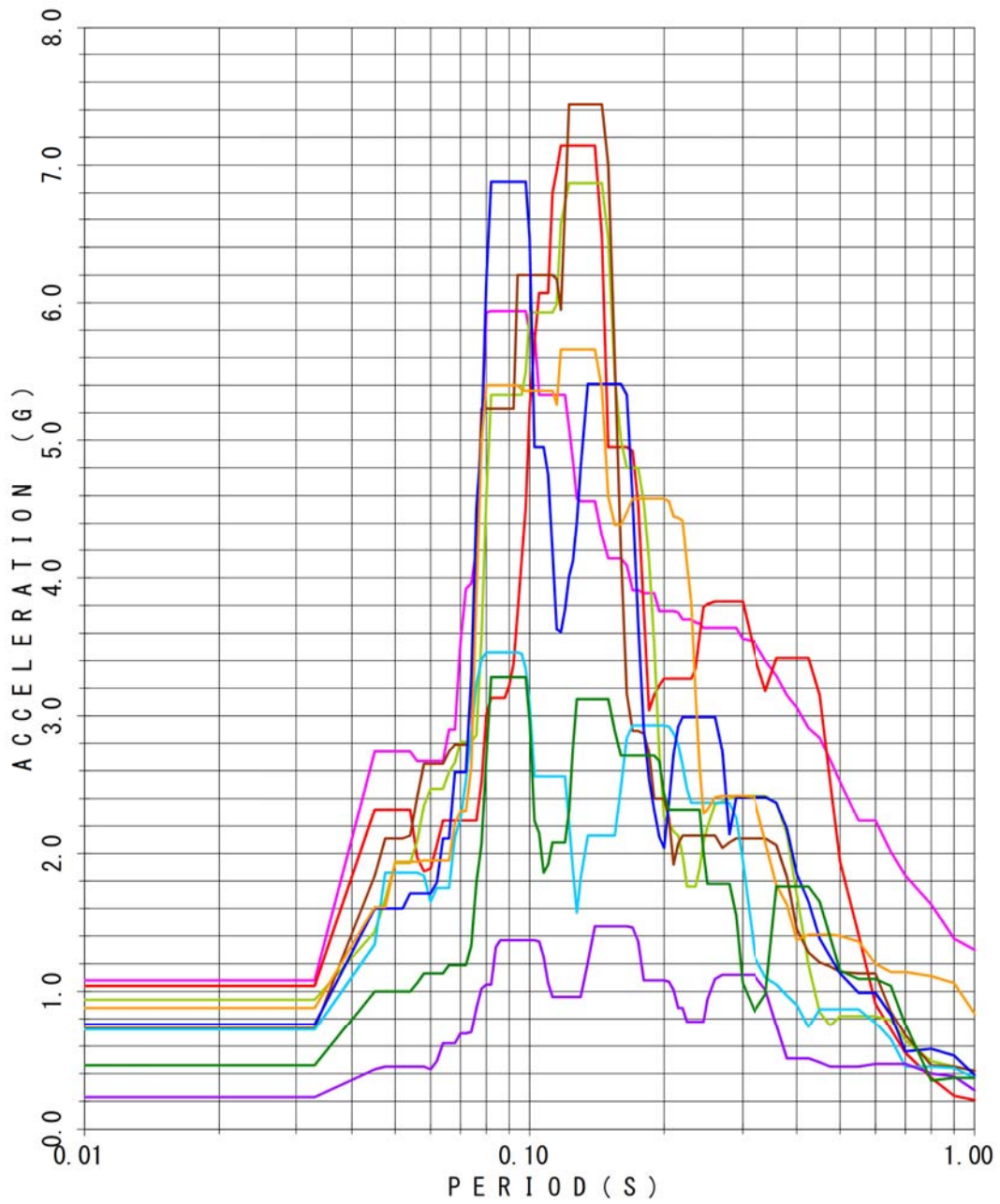
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: X	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: AB	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 17.000M #AB07	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



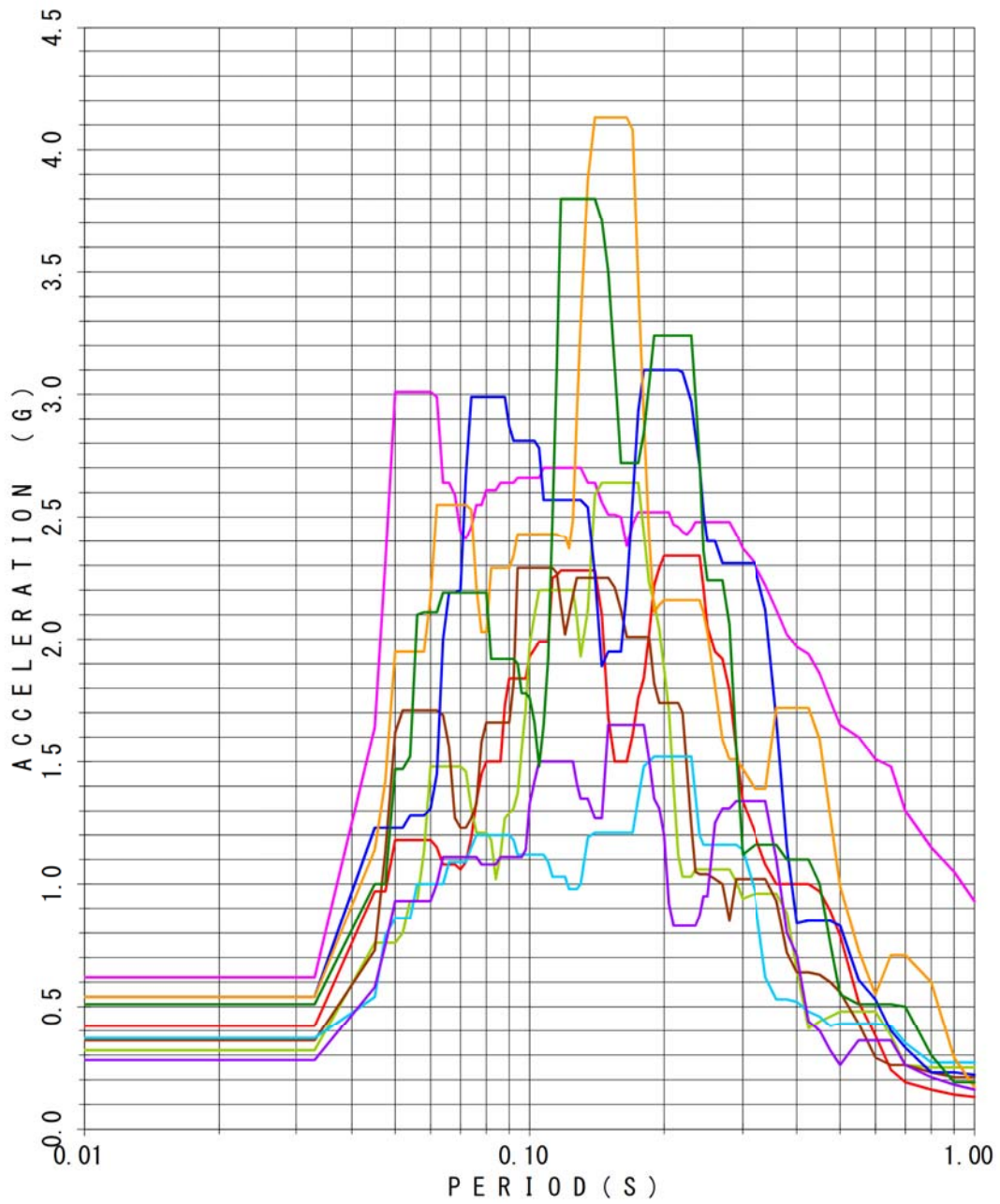
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: Y	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: AB	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 17.000M #AB07	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



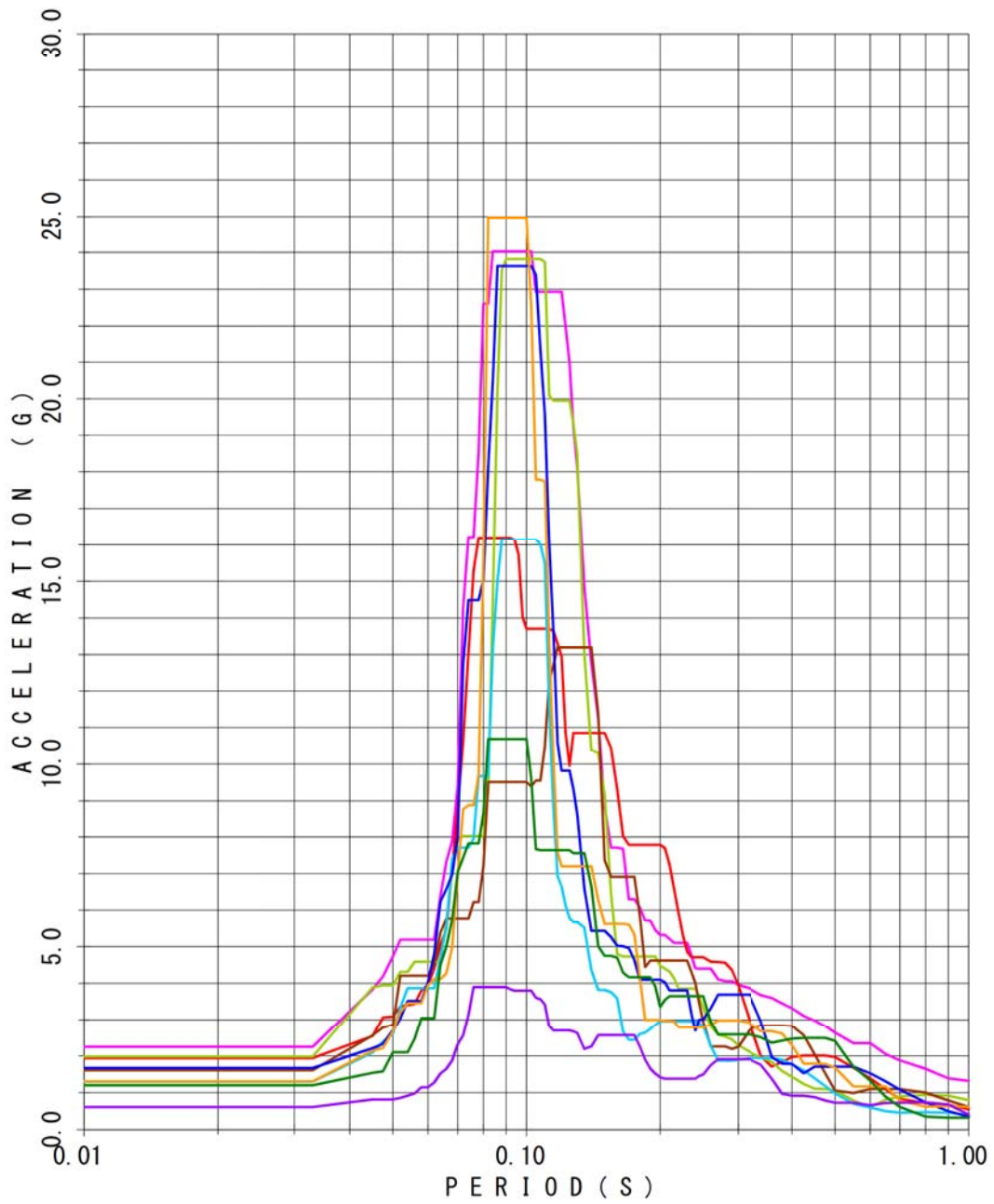
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: V	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: AB	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 17.000M #AB07	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



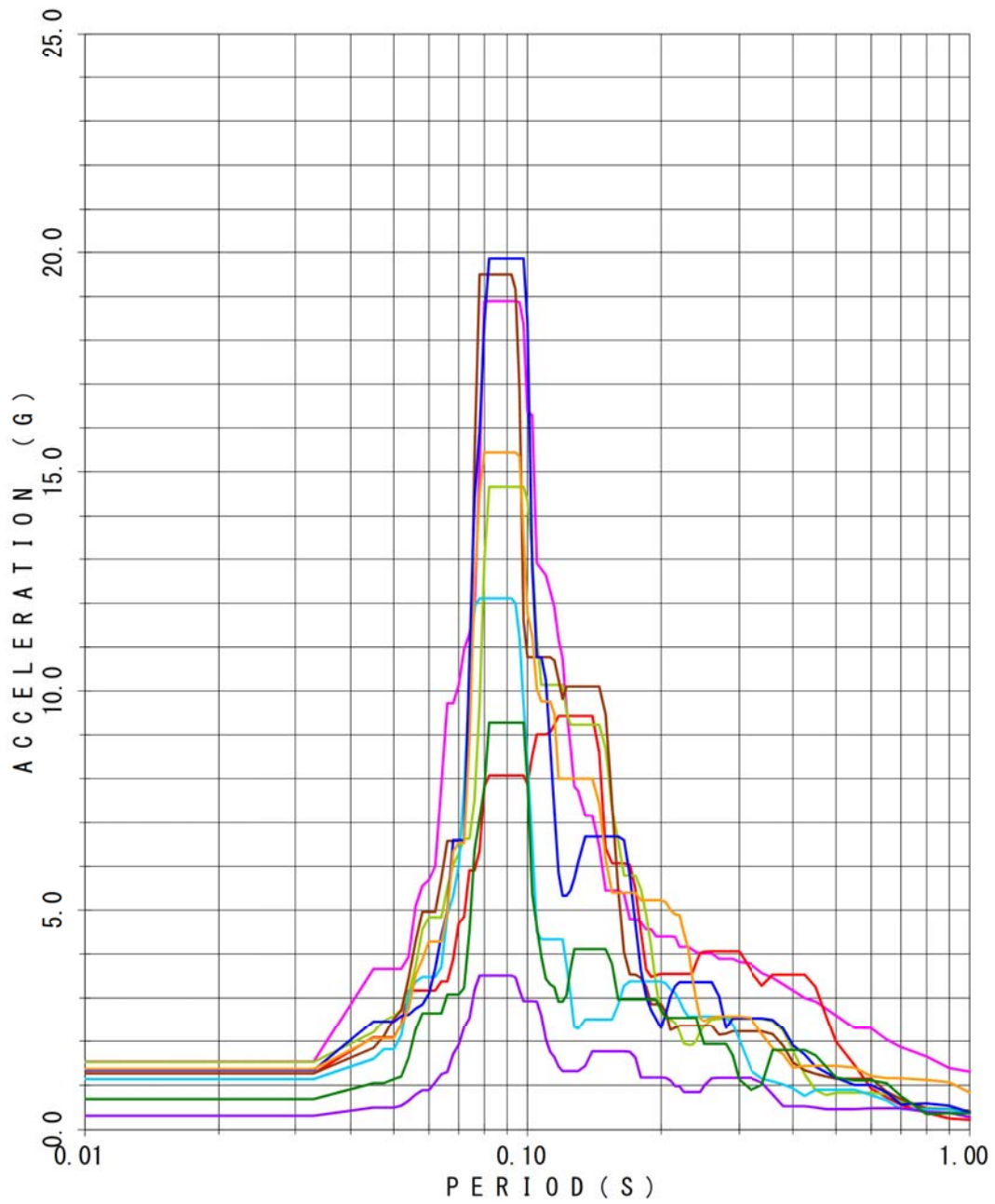
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: X	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: AB	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 24.000M #AB08	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



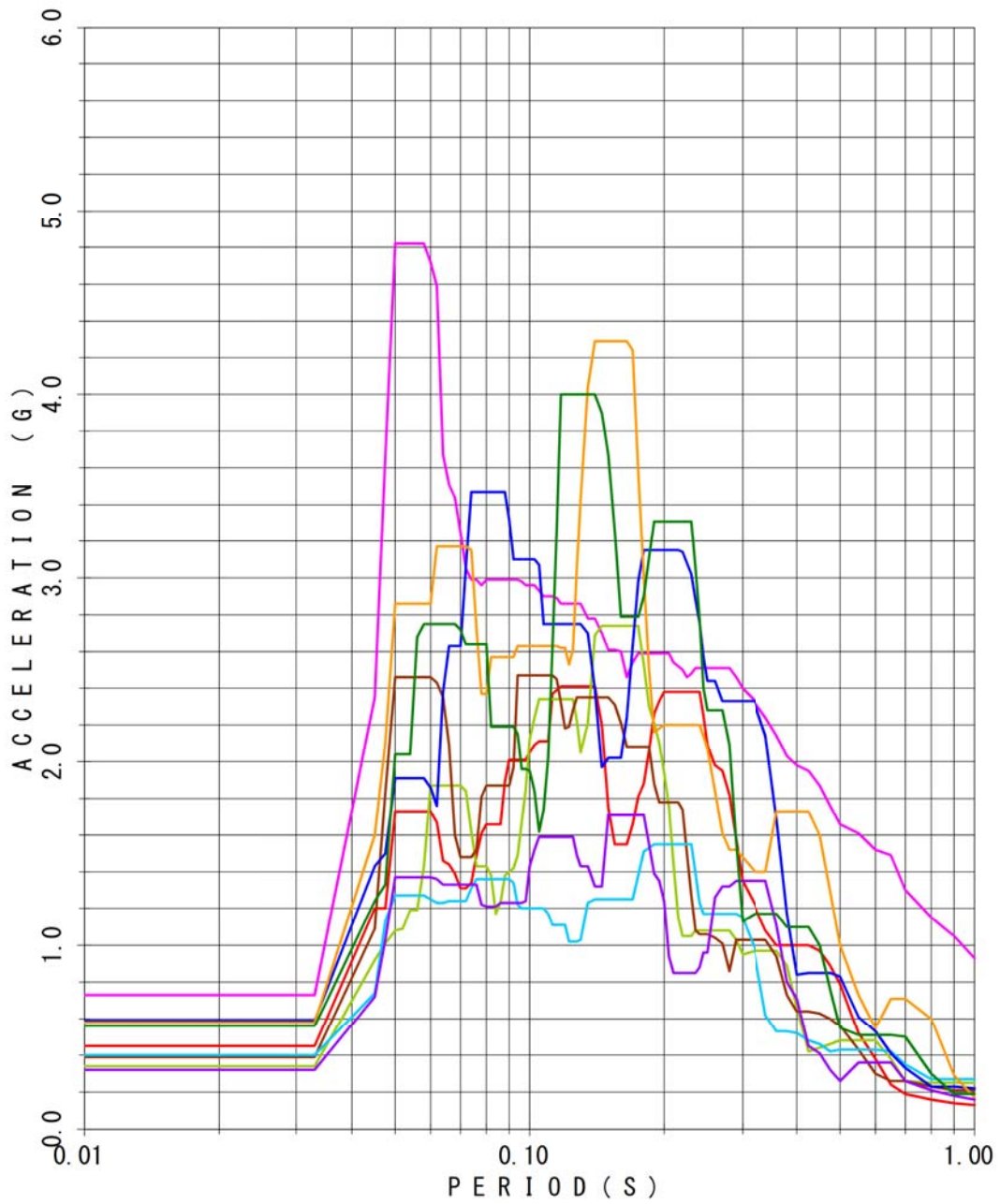
FLOOR RESPONSE SPECTRUM

UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: Y	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: AB	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 24.000M #AB08	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



FLOOR RESPONSE SPECTRUM

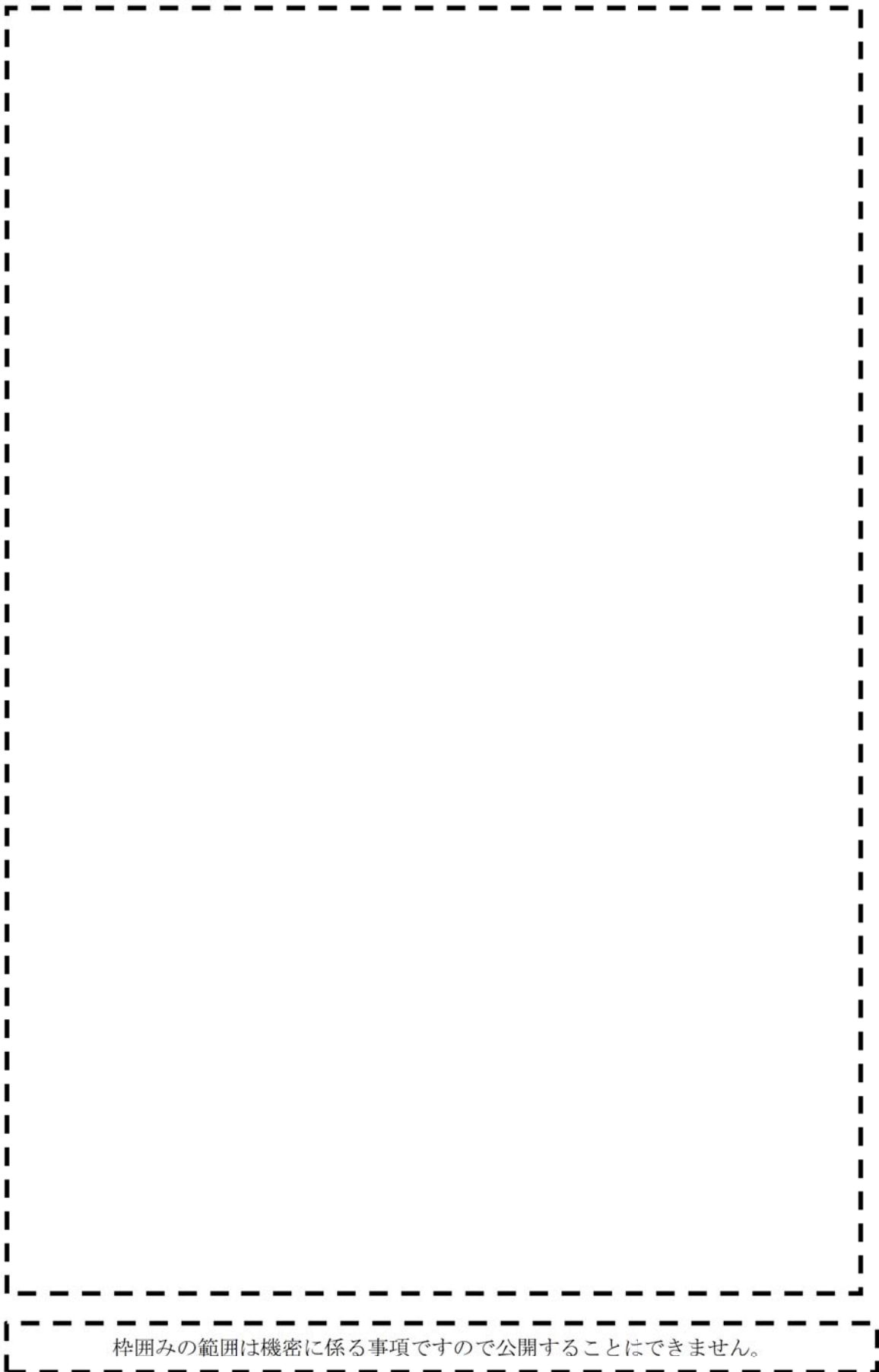
UNIT NAME	: KMN-3	Ss-1	Ss-3
WAVE DIRECTION	: V	Ss-4	Ss-6
BUILDING NAME	: AB	Ss-7	Ss-15
ELEVATION	: EL 24.000M #AB08	Ss-16	Ss-19
DAMPING	: 1.0%	Ss-21	



1. 内部コンクリート

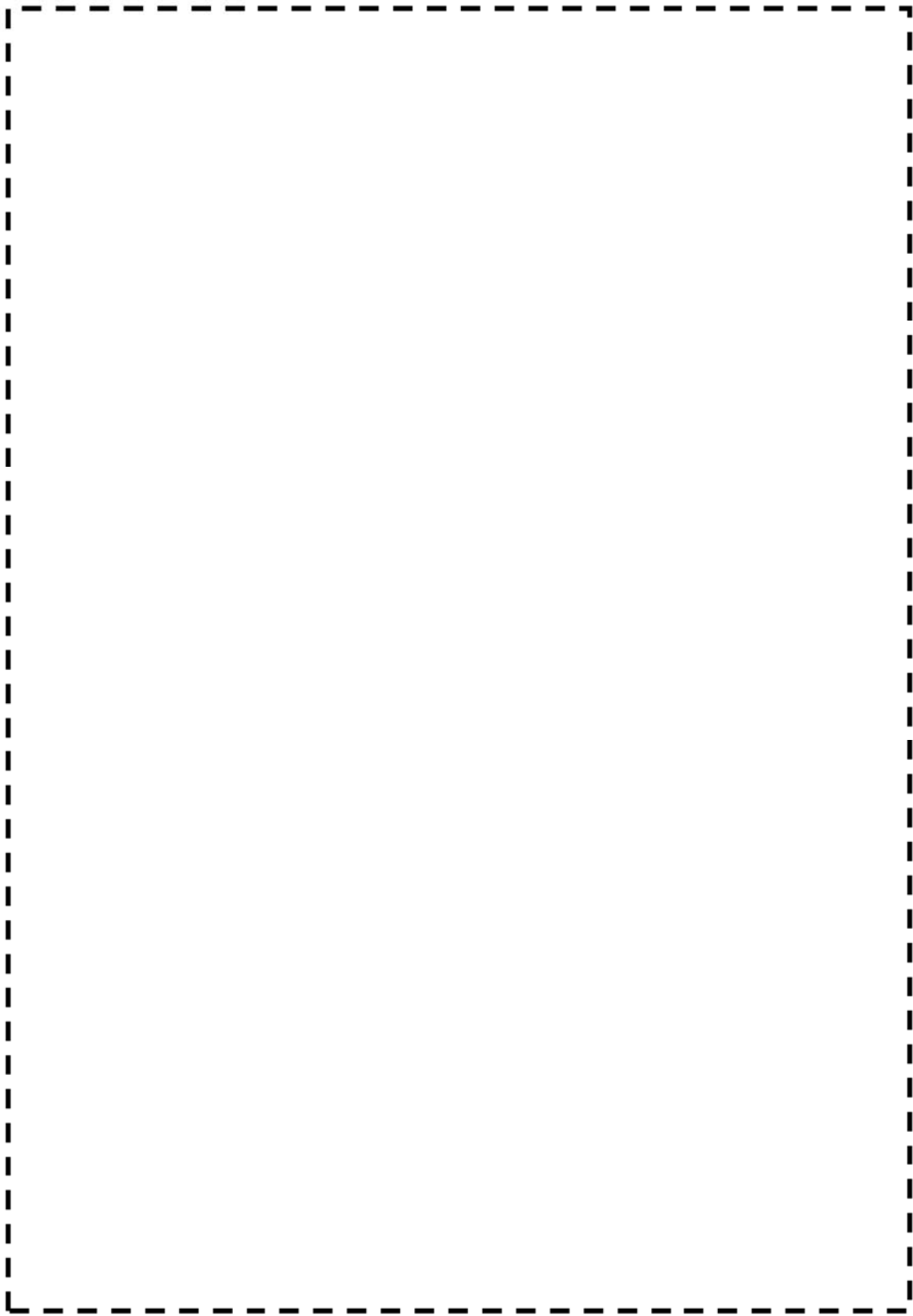
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

2. 外部遮へい建屋



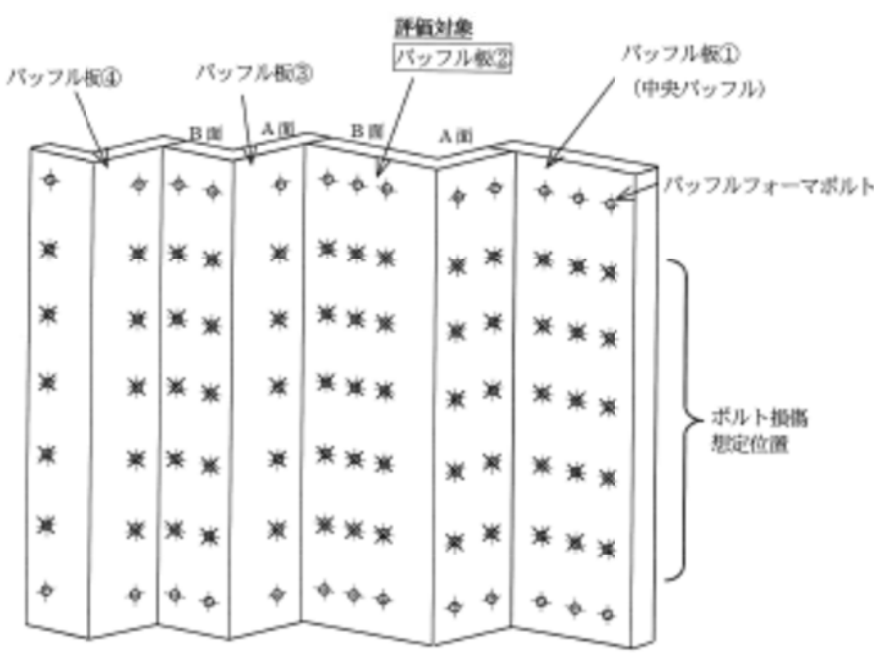
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3. 原子炉補助建屋



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

美浜3号炉－耐震－1 8 rev2

<p>タイトル</p>	<p>バッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れに対する評価の具体的内容（評価仕様、解析モデル、入力条件（変位、加速度、抗力）、評価結果を含む）について。</p>
<p>説明</p>	<p>以下のとおり、評価の具体的内容を示す。</p> <p>1. ボルト損傷本数と想定箇所</p> <p>技術評価において、原子力安全基盤機構「照射誘起応力腐食割れ（IASCC）評価技術」事業で得られた最新知見を用いて評価した結果、運転開始後60年時点でのボルトの損傷本数は管理損傷ボルト数（全体の20%）以下との結果が得られているが、本耐震安全性評価では、図1に示すとおり2～6段全てのバッフルフォーマボルト（全バッフルフォーマボルト672本のうち、480本の損傷を想定）が損傷したと仮定した。</p>  <p>図1 バッフルフォーマボルト損傷想定箇所</p> <p>【評価対象部位】</p> <p>他のバッフル板で端が支持されていない②-A面、B面及び③-B面のバッフル板（地震荷重を全てボルトで受けるため厳しい）のうち、幅が大きくボルト1本あたりの地震荷重が最も大きくなる「バッフル板②-B面」のボルトを評価対象とした。</p>

2. 解析モデル及び諸元

(1) 地震応力

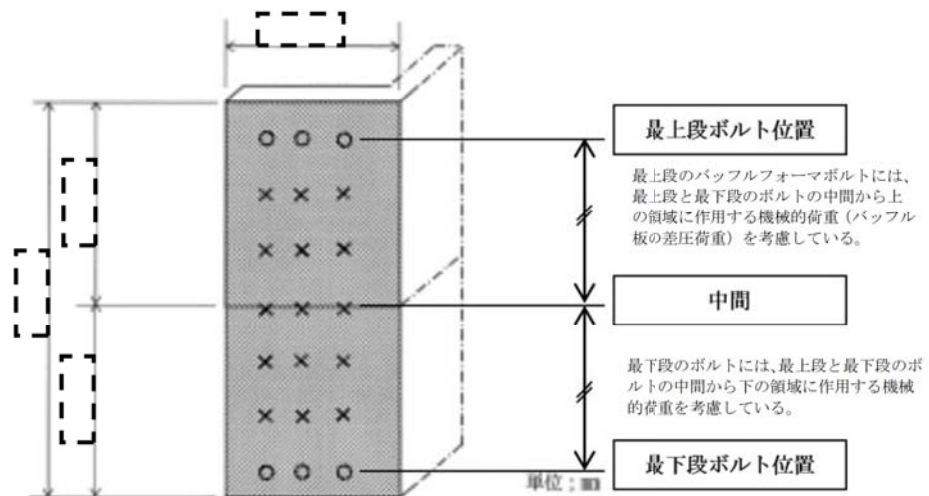
バブルフォーマボルトが受ける地震荷重は、図1に記載のバブル板②をはり要素でモデル化し、これを組込んだ炉内構造物耐震評価モデル(図2)を用いて、全波包絡FRSによるスペクトルモーダル法によりSs地震時の応答解析を実施し算出した。



図2 炉内構造物耐震評価モデル

(2) 機械的荷重による応力

機械的荷重として、運転時の差圧によるバブル板荷重を考慮した。評価には最大差圧 0.025 MPaを用い、最上段及び最下段のそれぞれ3本のボルトが受ける荷重は、図3に示す斜線部面積に作用する荷重とした。



※最上段ボルトからバブル板上端までの距離と最下段ボルトからバブル板下端までの距離が異なる

図3 バブルフォーマボルト応力評価モデル

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(3)許容応力

許容応力については、炉内構造物の許容応力の $D_s (IV_{AS})$ の規定を適用した。

表1 炉内構造物の許容応力

	一次応力強さ(一般膜応力)
$D_s (IV_{AS})$	Min(2.4Sm, 2/3Su)
材料:G316CW1 温度:332.3℃	360 MPa

3. 評価内容

(1)地震応力

算出された、最上段及び最下段のボルト1本あたりに作用する地震荷重をもとに、地震応力を算出した。

ボルト1本に作用する地震荷重(軸力):

10147 N (最上段)

11621 N (最下段)

ボルトシャンク径:

[] mm

ボルトの地震応力(軸方向応力):

$$10147 / \left(\frac{\pi}{4} \times []^2 \right) = [] \approx 77.0 \text{ (MPa)} \quad \text{(最上段)}$$

$$11621 / \left(\frac{\pi}{4} \times []^2 \right) = [] \approx 88.2 \text{ (MPa)} \quad \text{(最下段)}$$

(2)機械的荷重による応力

ボルト1本に作用する差圧荷重(軸力):

$$[] \times [] \times 2.50 \times 10^{-2} \times 1/3 = 7335.60 \approx 7336 \text{ (N)} \quad \text{(最上段)}$$

$$[] \times [] \times 2.50 \times 10^{-2} \times 1/3 = 7111.61 \approx 7112 \text{ (N)} \quad \text{(最下段)}$$

ボルトの機械的荷重による応力(軸方向応力):

$$7336 / \left(\frac{\pi}{4} \times []^2 \right) = [] \approx 55.7 \text{ (MPa)} \quad \text{(最上段)}$$

$$7112 / \left(\frac{\pi}{4} \times []^2 \right) = [] \approx 54.0 \text{ (MPa)} \quad \text{(最下段)}$$

(3)地震時の応力(合計)

地震時のバップルフォーマボルトの応力は以下のとおり。

$$77.0 + 55.7 = 132.7 \rightarrow 133 \text{ (MPa)} \quad \text{(最上段)}$$

$$88.2 + 54.0 = 142.2 \rightarrow 143 \text{ (MPa)} \quad \text{(最下段)}$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

4. 評価結果

バッフルフォーマボルトの地震時における応力評価結果を表2に示す。発生応力は許容応力を超えることはなく、耐震安全上問題がないことを確認した。なお、発生応力は大きい方の最下段の評価結果を採用した。

表2 バッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れに対する耐震安全性評価結果

評価部位	地震時の発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比
バッフルフォーマボルト (最下段)	143	360	0.40

5. 制御棒挿入性評価

バッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れに対する評価として実施する、制御棒挿入時間評価の内容は以下のとおり。

(1) 評価仕様

制御棒挿入時間評価は、制御棒クラスタが自重で落下する時に受ける各種の抗力を考慮し、下記の運動方程式を解くことで、最終的に制御棒クラスタの挿入距離と挿入時間を求めている。地震時の挿入時間の算出においては、制御棒挿入経路機器である制御棒駆動装置、制御棒クラスタ案内管、燃料集合体（制御棒案内シンプル）の地震応答に対応する制御棒挿入抗力を考慮し、挿入時間を算出している。

バッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れに対する評価として実施する制御棒挿入時間評価では、燃料集合体の応答解析において、バッフルフォーマボルトの損傷を仮定した燃料集合体群振動解析モデルにより算出される応答を用いて挿入時間を算出することで、バッフルフォーマボルト損傷の影響を評価している。

なお、地震応答に対応する制御棒挿入抗力は各機器に対する静的抗力測定試験や正弦波加振下での制御棒落下試験結果を基に、機器の応答変位や応答加速度に対応する抗力データを取得している。

制御棒挿入時間解析においては、機器の時刻歴応答解析結果とこれらの抗力データから、解析の各タイムステップにおいて地震外力による抗力を求め、運動方程式に反映し、挿入時間を求めている。

添付－1に制御棒挿入時間評価の全体の流れ、制御棒挿入時間評価において考慮する各種抗力、及び制御棒挿入時間解析における抗力の取り扱いを示す。

$$M \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = M \cdot g - (F_f + F_v + F_m + F_u)$$

ここで、M : 質量
x : 制御棒クラスタ挿入距離
t : 制御棒クラスタ挿入時間
g : 重力加速度
F_f : 流体による抗力
F_v : 地震外力による抗力
F_m : メカニカル抗力
F_u : 浮力

(2) 入力条件

①ボルト損傷本数と想定箇所

技術評価において、原子力安全基盤機構「照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術」事業で得られた最新知見を用いて評価した結果、運転開始後60年時点でのボルトの損傷本数は管理損傷ボルト数(全体の20%)以下との結果が得られているが、本耐震安全性評価では、図1に示すとおり2~6段全てのバッフルフォーマボルト(全バッフルフォーマボルト672本のうち、480本の損傷を想定)が損傷したと仮定した。(「1. ボルト損傷本数と想定箇所」と同じ)

②挿入経路機器の地震応答

制御棒挿入時間評価の入力となる地震時の制御棒挿入経路機器の最大応答変位を表3に示す。これらの機器応答に対応する地震時の制御棒挿入抗力を求め、挿入時間を算出する。

表3 地震時 制御棒挿入経路機器応答

最大変位 (mm)		
制御棒 駆動装置	制御棒クラス 案内管	燃料集合体 (制御棒案内シングル)
5.5	0.8	60.7

(3) 評価結果

制御棒挿入時間の評価結果を表4に示す。バッフルフォーマボルトの損傷を考慮した場合も、挿入時間は規定時間を満足しており、耐震安全上問題がないことを確認した。

表4 制御棒クラス挿入時間計算結果

(単位: 秒)

	制御棒クラス挿入時間*1	規定時間*2
通常運転時	1.31	1.8
地震時 (バッフルフォーマボルトの損傷を考慮) (S s - 3)	1.44	

*1: 各時間は落下開始から制御棒が全ストロークの85%に至るまでの時間

*2: 工事計画認可申請書 添付13 耐震性に関する説明書に記載の値

(4) 補足 (バッフルフォーマボルト損傷を考慮しない場合)

①地震時 制御棒挿入経路機器応答

表 5 地震時 制御棒挿入経路機器応答

最大変位 (mm)		
制御棒クラスタ 駆動装置	制御棒クラスタ 案内管	燃料集合体 制御棒案内シンプル
5.5	0.8	60.0

②評価結果

表 6 制御棒クラスタ挿入時間計算結果

(単位：秒)

	制御棒クラスタ挿入時間*1	規定時間*2
地震時挿入時間 (S s - 3)	1.42	1.8

*1：各時間は落下開始から制御棒が全ストロークの85%に至るまでの時間

*2：工事計画認可申請書 添付 1 3 耐震性に関する説明書に記載の値

以 上

制御棒挿入性評価について

制御棒挿入性の評価については、新規制基準への適合に係る工認側で評価手法を見直した再評価を実施したため、これに合わせた評価手法により評価の見直しを行った。

	当初申請 (H27.11申請)	工認に合せた評価手法反映 (H28.5補正)
評価条件	燃料集合体未照射条件 (照射影響の考慮無し) 旧Ss* ※取替前の炉内構造物での評価	燃料集合体照射後条件 (照射影響の考慮有り) Ss-1(750gal)～Ss-24 : Ss-3 ※取替後の炉内構造物での評価
解析モデル	RV-CI連成モデル FA減衰率：1%	建屋-RCS-RV-CI連成モデル FA減衰率：10% (Ss-1～3) 1% (Ss-4～24)
評価手法	《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クランク案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クランク案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法	《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クランク案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クランク案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法

*耐震バックチェックで用いたSs (スペクトル波(750gal)+断層波7波)のうち、最も厳しい断層波による評価。

制御棒挿入時間が当初申請時(平成27年11月)と補正時(平成28年5月)とでは、以下のような差異がある。

- ・炉内構造物取替(CIR)による評価モデルの変更
- ・地震動の変更(旧Ssから、Ss-1～24)
- ・建屋-RCS-RV-CI連成モデルの適用
- ・FA減衰率10%の適用(Ss-1～3)
- ・燃料集合体の照射影響の考慮
- ・制御棒駆動装置(CRDM)への中間耐震サポートの追設(設計変更含む)

各項目毎の挿入時間に対する影響は以下のとおりである。中間耐震サポートの追設によるCRDM 応答の低減により、全体として制御棒挿入時間が低減されているものである。

○挿入時間が大きくなる傾向にある項目：

- ・地震動の変更
- ・燃料集合体の照射影響の考慮

○挿入時間が小さくなる傾向にある項目

- ・中間耐震サポートの追設

○影響が軽微、もしくは挿入時間が大きくなる、小さくなる両方の場合がある項目

- ・FA 減衰率10%の適用
- ・CIR によるそもそものモデルの変更
- ・建屋-RCS-RV-CI 連成モデルの適用

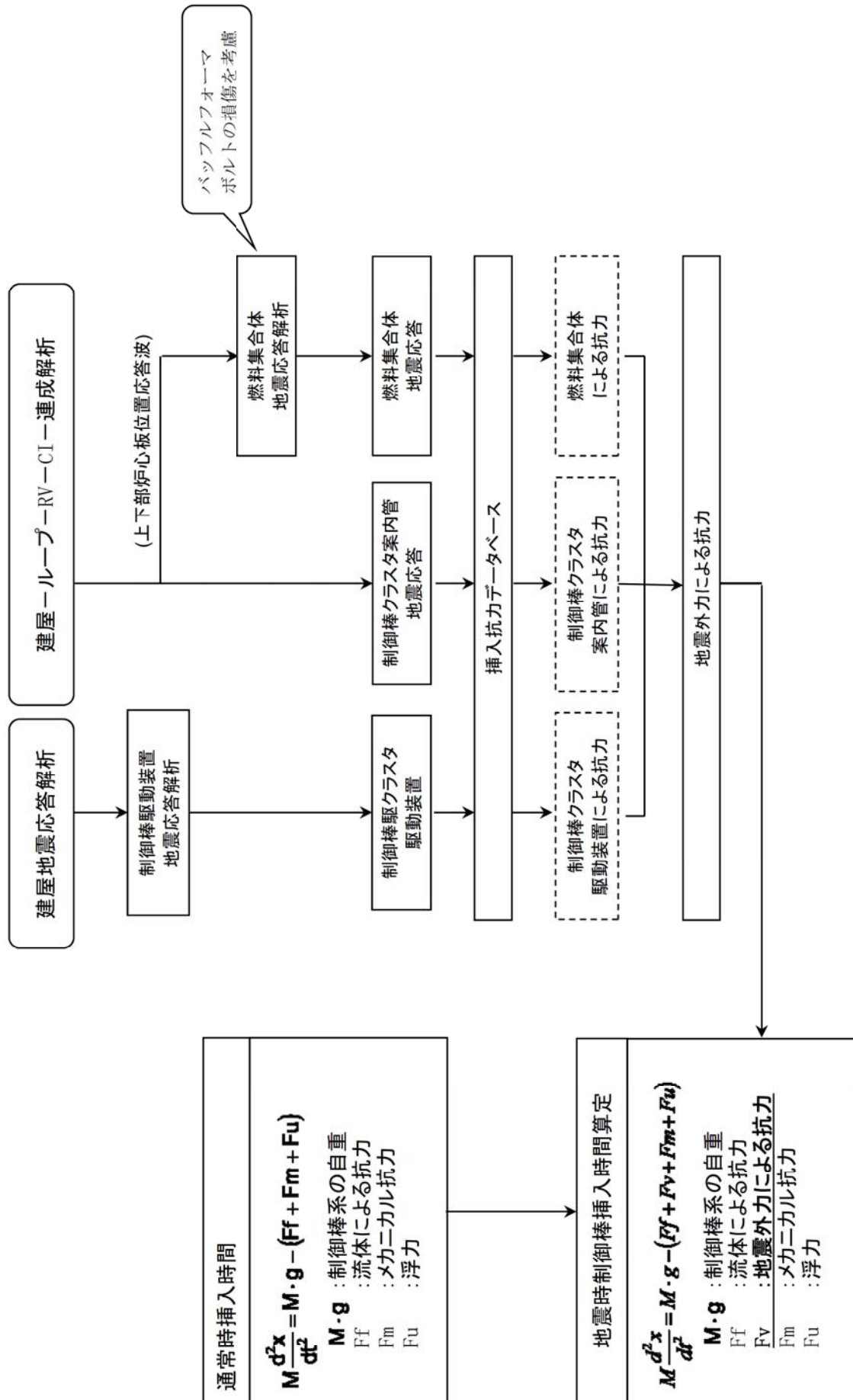


図1 制御棒挿入時間評価の流れ

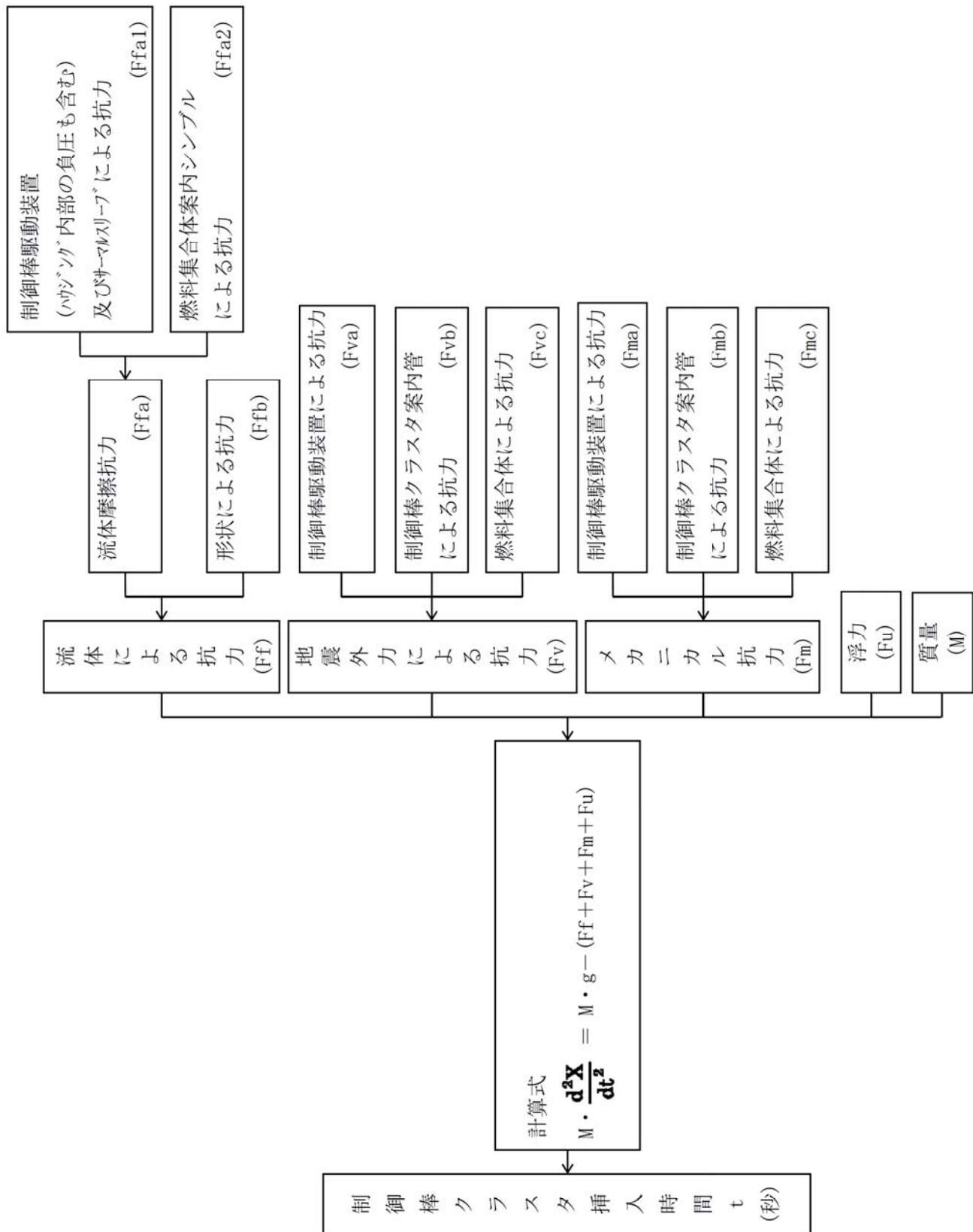
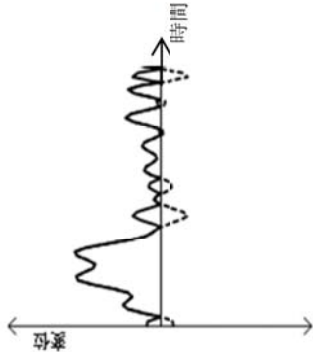


図2 制御棒挿入時間評価において考慮する各種抗力

時刻歴手法における地震応答及び抗力の取り扱い

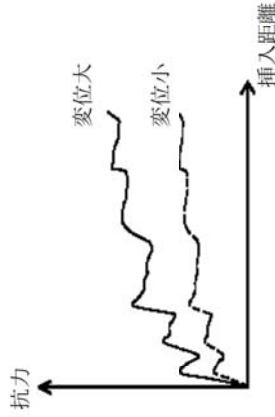
- 地震応答の取り扱い

機器の応答解析結果から時々刻々と変化する変位、加速度を用いる



- 抗力データ

機器に対し、変位量に対応する挿入距離に対する抗力係数、変位量及び加速度抗力係数を設定（下図はFA変位抗力の例）



機器の時刻歴応答（変位、加速度）及び抗力係数、加速度抗力係数より、解析の各タイムステップにおいて、その時刻の応答変位、応答加速度と挿入距離に対応する抗力を算出し、運動方程式に反映する。
 ※静的手法では、最大応答に対応する抗力を一定に考慮する。

入力条件

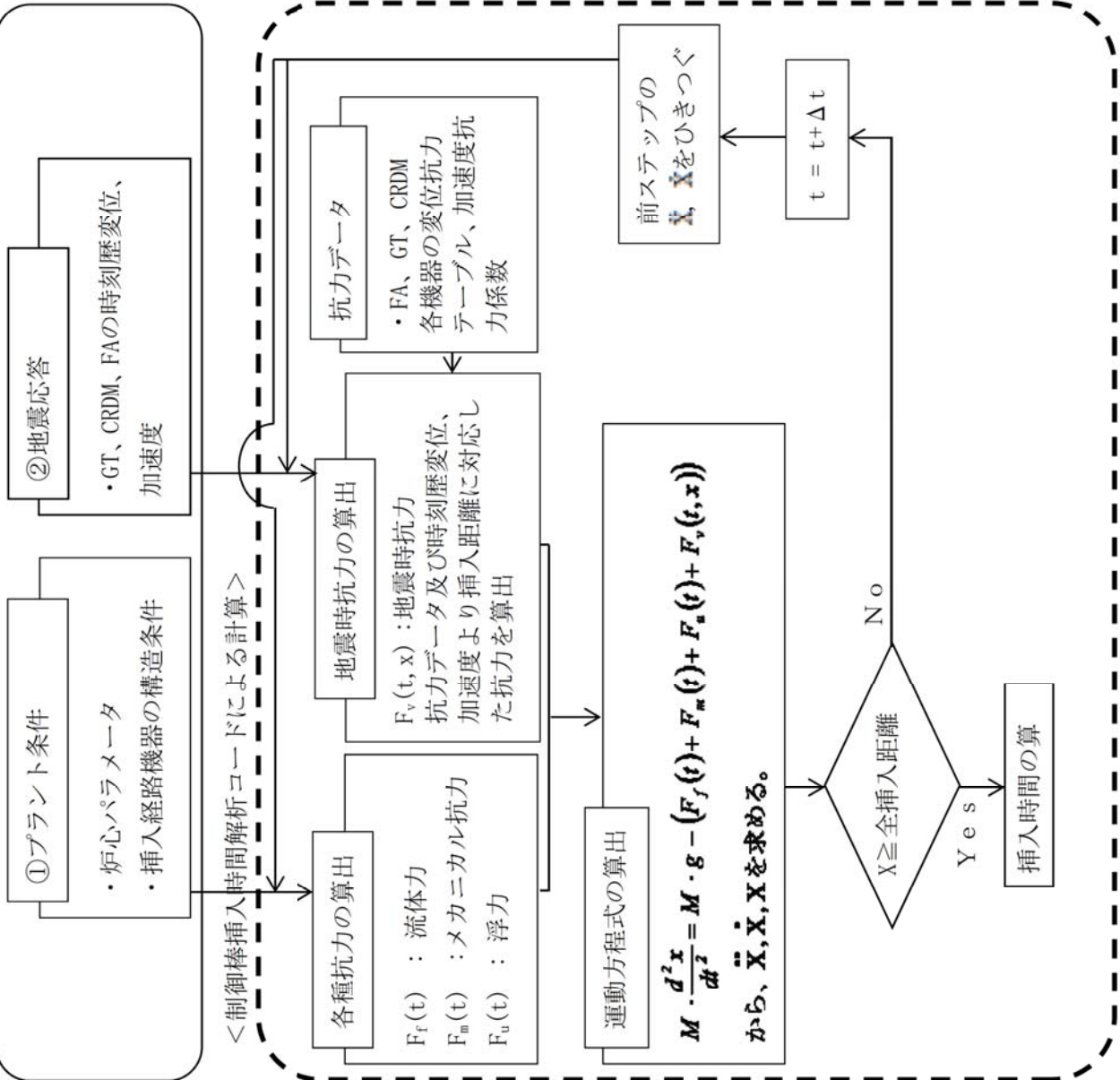


図 3 制御棒挿入時間解析における抗力の取り扱い

美浜3号炉－耐震－2 1 Rev2

タイトル	制御棒被覆管の摩耗に対する評価の具体的内容（評価仕様、解析モデル、入力条件（変位、加速度、抗力）、評価結果を含む）について
説明	制御棒被覆管の摩耗に対する具体的評価内容（応力評価）について、添付1に示す。 また、制御棒被覆管の摩耗に対する具体的評価内容（挿入時間の評価）について、添付2に示す。

制御棒挿入性評価について

制御棒挿入性の評価については、新規制基準への適合に係る工認側で評価手法を見直した再評価を実施したため、これに合わせた評価手法により評価の見直しを行った。

	当初申請 (H27.11補正申請)	工認に合せた評価手法反映 (H28.5補正)
評価条件	燃料集合体未照射条件 (照射影響の考慮無し) 旧Ss* ※取替前の炉内構造物での評価	燃料集合体照射後条件 (照射影響の考慮有り) Ss-1(750gal)～Ss-24：Ss-3 ※取替後の炉内構造物での評価
解析モデル	RV-CI連成モデル FA減衰率：1%	建屋-RCS-RV-CI連成モデル FA減衰率：10% (Ss-1～3) 1% (Ss-4～24)
評価手法	《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クランク案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クランク案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法	《挿入経路機器の応答解析》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クランク案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法 《地震時挿入抗力の考慮方法》 ・制御棒駆動装置：時刻歴手法 ・制御棒クランク案内管：時刻歴手法 ・燃料集合体：時刻歴手法

*耐震バックチェックで用いたSs (スペクトル波(750gal)+断層波7波)のうち、最も厳しい断層波による評価。

制御棒挿入時間が当初申請時(平成27年11月)と補正時(平成28年5月)とでは、以下のような差異がある。

- ・炉内構造物取替(CIR)による評価モデルの変更
- ・地震動の変更(旧Ssから、Ss-1～24)
- ・建屋-RCS-RV-CI連成モデルの適用
- ・FA減衰率10%の適用(Ss-1～3)
- ・燃料集合体の照射影響の考慮
- ・制御棒駆動装置(CRDM)への中間耐震サポートの追設(設計変更含む)

各項目毎の挿入時間に対する影響は以下のとおりである。中間耐震サポートの追設によるCRDM 応答の低減により、全体として制御棒挿入時間が低減されているものである。

○挿入時間が大きくなる傾向にある項目：

- ・地震動の変更
- ・燃料集合体の照射影響の考慮

○挿入時間が小さくなる傾向にある項目

- ・中間耐震サポートの追設

○影響が軽微、もしくは挿入時間が大きくなる、小さくなる両方の場合がある項目

- ・FA 減衰率10%の適用
- ・CIR によるそもそものモデルの変更
- ・建屋-RCS-RV-CI 連成モデルの適用

被覆管の摩耗に対する耐震安全性評価

1. 計算方法の概要

制御棒クラスタの被覆管に摩耗を想定した場合の耐震安全性評価については、摩耗なしの場合の計算を実施し、摩耗なしの状態が発生応力が最大となる条件に対して、膜成分は断面積の減少分を、曲げ成分は断面係数の減少を考慮し、評価を実施する。

2. 制御棒クラスタの構造

制御棒クラスタは、1つの制御棒スパイダ及び20本の制御棒から構成される。

制御棒スパイダは、スパイダ本体より放射状に配置したベーン及び円筒形のフィンガから構成される。

制御棒は、ねじによりフィンガと接合され、ピンにより回り止めされている。

制御棒は、中性子吸収材である80%銀、15%インジウム、5%カドミウム合金をステンレス鋼製の被覆管に挿入し、被覆管両端に端栓を溶接した密封構造となっている。

制御棒には、更にコイルばねが入れられており、中性子吸収材の軸方向の動きを制限している。

構造説明図を図2-1及び図2-2に示す。

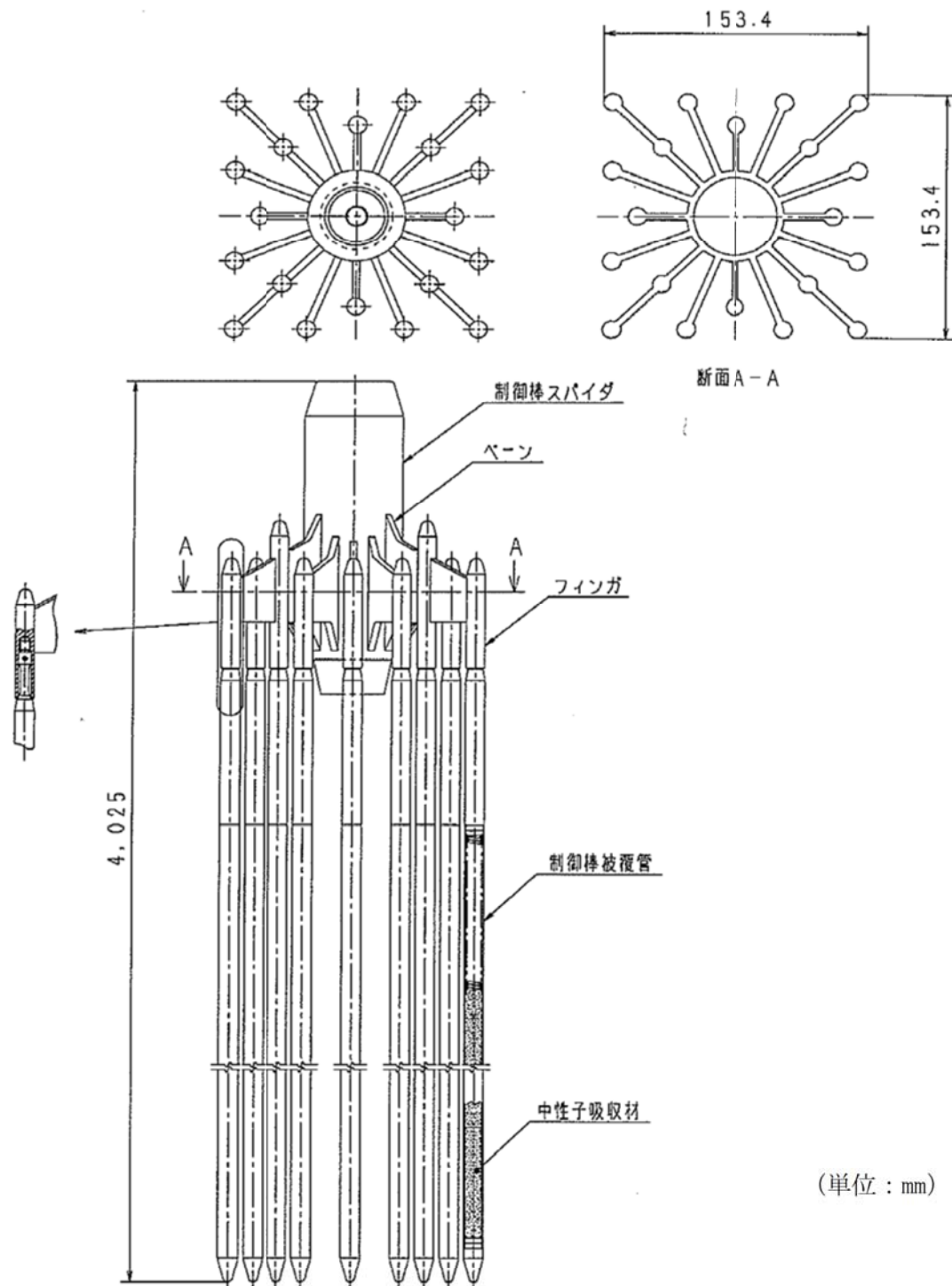


図2-1 15×15型制御棒クラスタ構造図

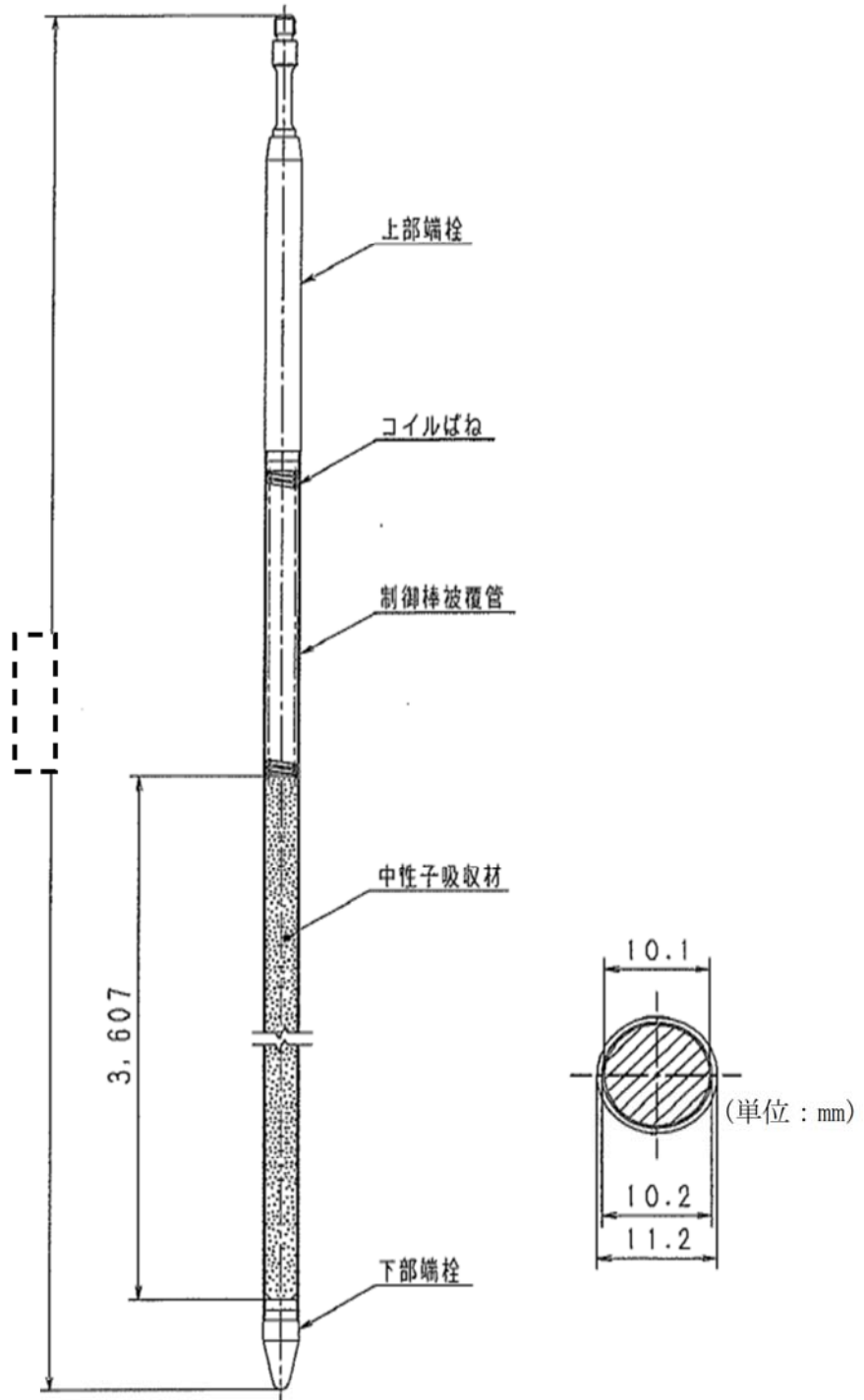


図 2 - 2 15×15型制御棒構造図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3. 地震時応力の算出（解析モデル及び入力条件について）

制御棒クラスタの耐震解析モデルを図3-1に、また、各挿入状態におけるこのはりモデルの支持点位置、荷重及び変位を入力する位置を図3-2に示す。入力条件として、等分布荷重（制御棒クラスタ案内管加速度）又は、強制変位（燃料集合体変位）を与えて計算により求める。

解析モデルの各はりに対する諸数値を表3-1に示す。表3-1に示す諸数値は摩耗なしの場合の数値となる。

水平方向については、制御棒クラスタの挿入位置によって地震荷重が変化するので、次の状態について、制御棒クラスタの応力計算を行う。

(1) 全引抜き状態

制御棒クラスタは制御棒クラスタ案内管内に位置し、ほぼ等間隔で水平方向に支持されている。したがって、制御棒クラスタ案内管の最大応答加速度を制御棒の入力加速度とする。

(2) 全挿入状態

全挿入状態では、制御棒クラスタは燃料集合体内に位置し、燃料集合体の振動変位に追従して変形する。したがって、全挿入状態での地震荷重は燃料集合体変位を強制変位として与える。強制変位は、第2支持格子（上部側から）の変位が最大となる際の変位とする。

(3) 半挿入状態

制御棒クラスタのうち、制御棒クラスタ案内管内に位置している部分については、全引抜き状態の考え方を適用し、制御棒クラスタ案内管の最大応答加速度を制御棒の入力加速度とし、また、燃料集合体内に挿入されている部分については全挿入状態の考え方を適用し、燃料集合体変位を強制変位として与える。

以上、評価の入力条件である制御棒クラスタ案内管加速度及び燃料集合体変位を表3-2に示す。

表3-1 計算モデルの各はりに対する諸元

はり 番号	部 材	縦弾性係数 E (MPa)	断面二次モーメント I (mm ⁴)	はり長さ ℓ (mm)	単位長さ質量 $\rho \cdot A$ (kg/mm)	断面積 A (mm ²)
1	制御棒スパイダ					
2	上部端栓細径部					
3	上部端栓					
4	制御棒プレナム部					
5	制御棒吸収材部					
6	下部端栓					

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表 3 - 2 入力条件

荷 重 条 件			S _s 地震波
水平	全引抜き 状 態	動的加速度 (G)	-
	全 挿 入 状 態	燃料集合体最大変位 (mm)	
	半 挿 入 状 態	動的加速度 (G)	
		燃料集合体最大変位 (mm)	
鉛 直	動的加速度 (G)		

※1：最大応力を示すS_s包絡波による制御棒クラスタ案内管の加速度

※2：S_s-3波による燃料集合体の最大変位

※3：最大応力を示すS_s包絡波による制御棒駆動装置の加速度

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

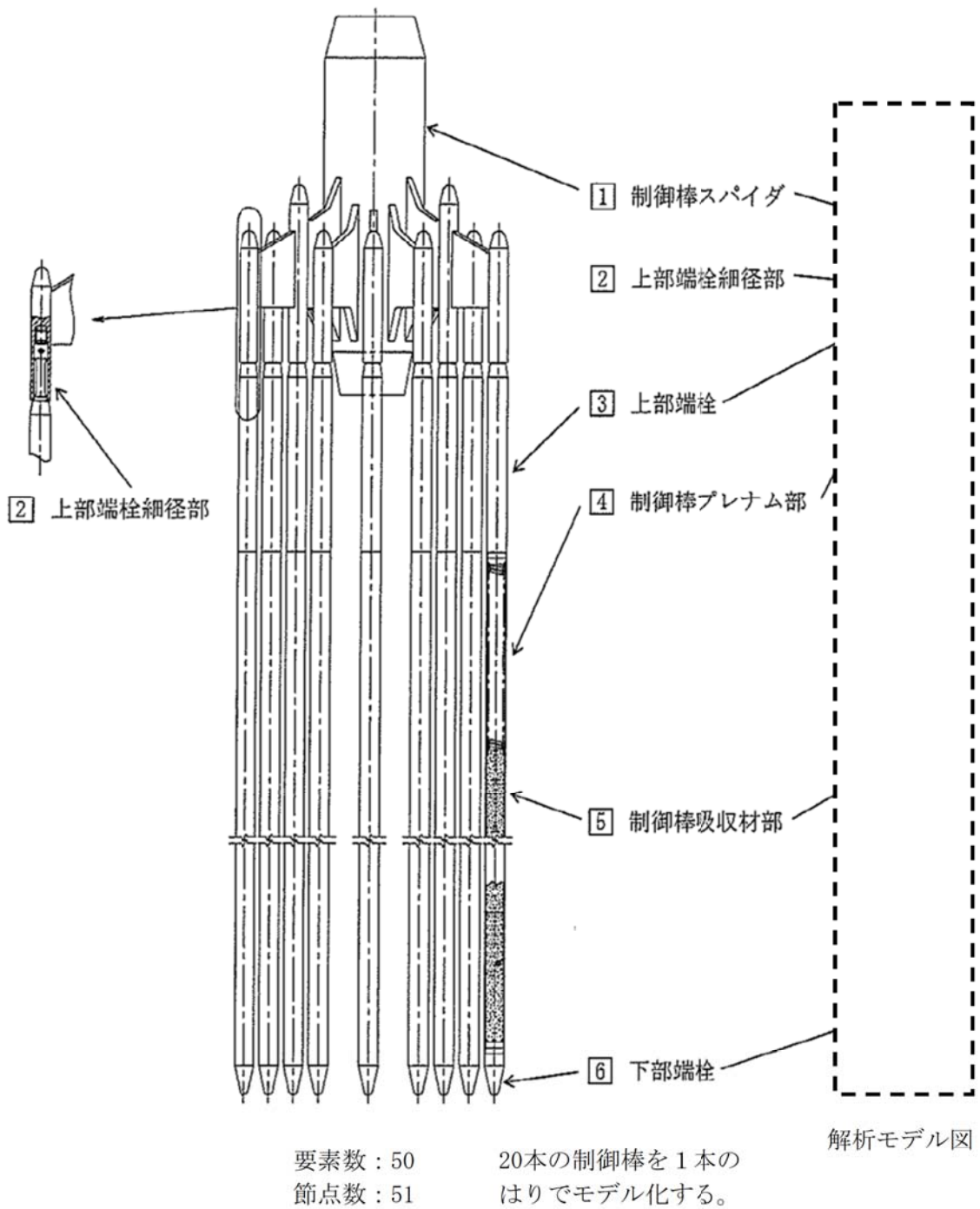


図3-1 計算モデル (はりモデル要素分割)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

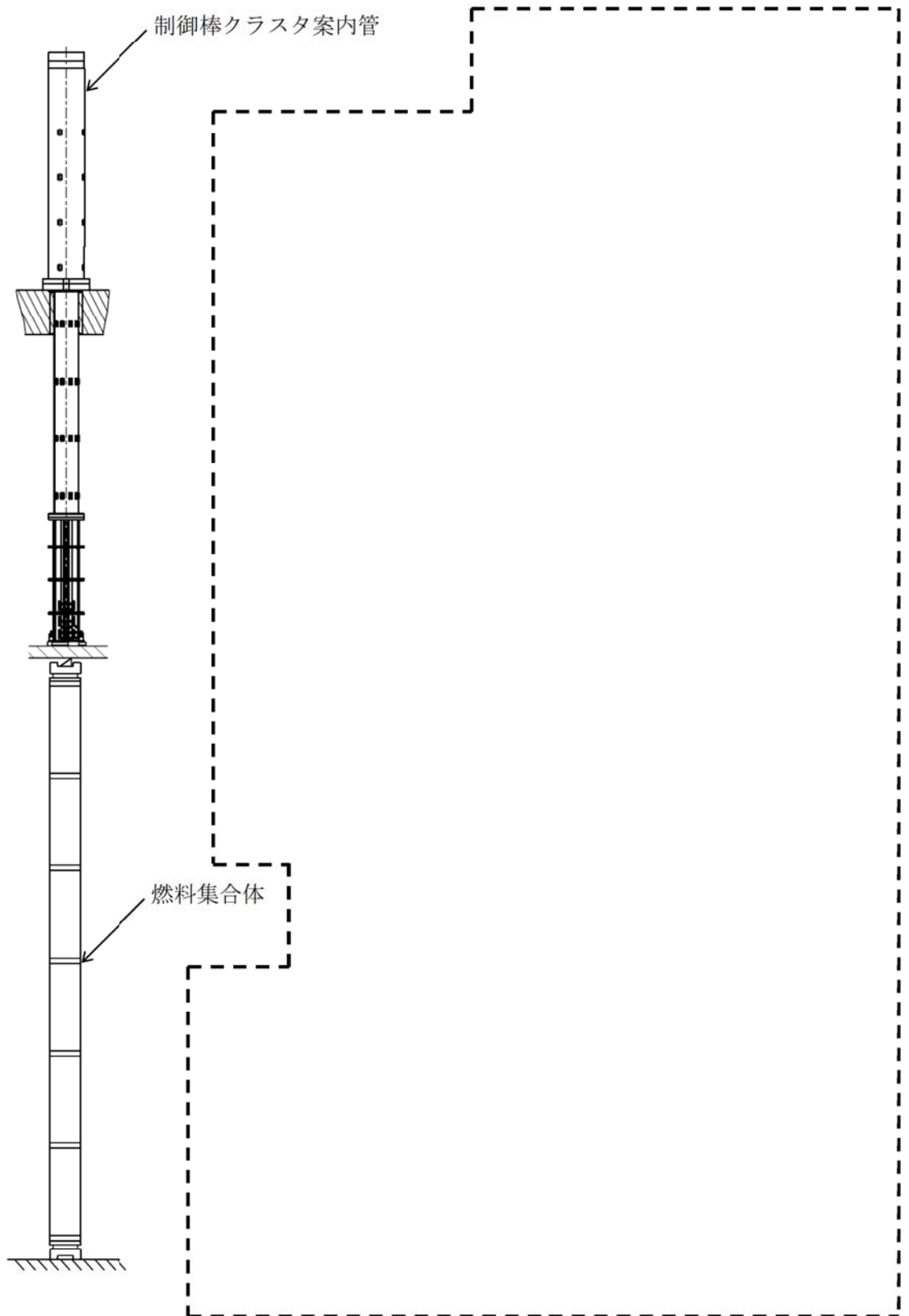


図3-2 制御棒クラスタ応力計算における外力及び支持条件（解析モデル図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

4. 運転時応力（自重及び機械的荷重による応力）の算出について

運転時に制御棒クラスタの被覆管には、自重及び制御棒クラスタ挿入によるスクラム荷重が加わる。軸荷重及び自重による応力は下式により計算する。また、入力となる設計条件を表4-1に示す。

$$\sigma_x = \frac{N}{A}$$

ここで、

σ_x : 軸方向応力
 N : 軸荷重
 A : 断面積

表4-1 設計の条件

項目		数値
死荷重	自重 (N) (制御棒1本当たり)	
機械的荷重	スクラム荷重 (N) ^(注) (制御棒1本当たり)	

(注) 駆動軸質量と制御棒クラスタ質量の和に、制御棒クラスタの挿入時加速度を考慮している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

5. 計算結果

被覆管の摩耗なしの状態での各挿入状態における運転時応力及び地震荷重による応力を表5-1に示す。

表5-1 計算結果まとめ

(単位：MPa)

状態	運転時応力 σ_x	地震時応力 σ_x	
		膜応力	曲げ応力
全引き抜き	2.2	± 3.0	± 10.6
半挿入	2.2	± 3.0	± 161.5
全挿入	-23.0	± 3.0	± 255.3

6. 摩耗を考慮した計算

被覆管の摩耗なしの状態に対し、発生応力が最大となる全挿入状態において、膜成分は断面積の減少を、曲げ成分は断面係数の減少を考慮した評価を行う。

被覆管摩耗は、図6-1に示すとおり貫通時の被覆管断面積の欠損割合が最も大きな摩耗形状を考慮する。

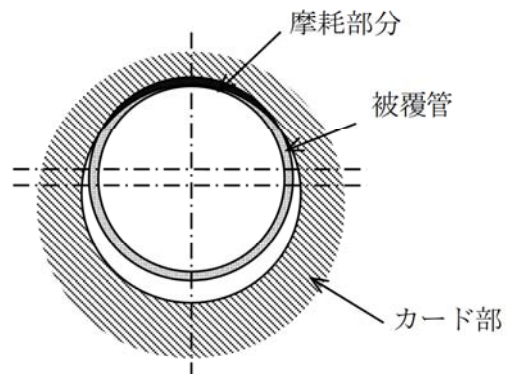


図6-1 評価で想定する被覆管の摩耗形状

被覆管摩耗なしでの地震荷重による応力計算結果（表5-1）より、地震時の膜応力及び曲げ応力は以下となる。

$$\sigma \text{ (曲げ成分)} = \pm 255.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma \text{ (膜成分)} = \pm 3.0 \text{ MPa}$$

次に、被覆管貫通摩耗を想定した場合の地震時曲げ応力は、被覆管貫通摩耗を想定したモデルを用いた応力解析より算出する。

図6-1に示す被覆管貫通摩耗を想定した場合の解析モデルを用い、強制変位（燃料集合体変位）与えて解析を実施し以下のとおり曲げ応力を算出した。

$$\sigma' \text{ (曲げ応力)} = \pm 255.3 \text{ MPa}$$

一方、膜応力は、被覆管断面積の比から、以下のとおり求める。

$$\sigma' \text{ (膜成分)} = \sigma \text{ (膜成分)} \times (A/A')$$

ここで A : 摩耗のない被覆管の断面積 : 10000 mm^2

A' : 貫通摩耗ありの断面積 : 9900 mm^2

従って、被覆管が貫通した場合の地震時膜応力は以下のとおりとなる。

$$\sigma' \text{ (膜応力)} = \pm 3.0 \text{ MPa}$$

以上より、被覆管貫通摩耗時の地震荷重による発生応力 (σ_x') は、以下のとおり求める。

$$\sigma_x' \text{ (一次膜+一次曲げ応力)} = \sigma' \text{ (曲げ応力)} + \sigma' \text{ (膜応力)}$$

従って、被覆管が貫通した場合の地震時の膜+曲げ応力は以下のとおりとなる。

$$\sigma_x' \text{ (一次膜+一次曲げ応力)} = \pm 258.3 \text{ MPa}$$

運転時応力は膜応力であるので、被覆管断面積の比から以下のように求められる。

$$\sigma_x' \text{ (運転時応力)} = \sigma_x \text{ (運転時応力)} \times (A/A')$$

運転時応力は-23.0 MPaなので、

$$\sigma_x' \text{ (運転時応力)} = \pm 23.0 \text{ MPa} \text{ となる。}$$

以上の評価結果から、被覆管摩耗に対する応力強さを表6-1に示す。また、評価結果のまとめを表6-2に示す。表6-2より、発生応力は許容値を満足することが確認できる。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表6-1 地震時の被覆管摩耗に対する評価結果

(MPa)

運転時応力 ^(注1)	地震時応力 ^(注1)	合計応力 ^(注2)

(注1) 負の数値は圧縮応力、正の数値は引張応力であることを示す。

(注2) 上段が地震荷重による応力の符号を正にとり、下段が地震荷重による応力の符号を負にとったものである。

表6-2 評価結果まとめ

発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	応力比
		0.55

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

被覆管に摩耗が存在する時の制御棒挿入性評価

制御棒被覆管の摩耗に対する評価として実施する、制御棒挿入時間評価の内容は以下のとおり。

1. 評価仕様

制御棒挿入時間評価は、制御棒クラスタが自重で落下する時に受ける各種の抗力を考慮し、下記の運動方程式を解くことで、最終的に制御棒クラスタの挿入距離と挿入時間を求めるものである。地震時の挿入時間の算出においては、制御棒挿入経路機器である制御棒クラスタ駆動装置、制御棒クラスタ案内管、燃料集合体（制御棒案内シンプル）の地震応答に対応する制御棒挿入抗力を考慮し、挿入時間を算出する。

また、制御棒被覆管の摩耗に対する評価では、制御棒の摩耗及び制御棒クラスタ案内管案内板の摩耗を考慮した挿入抗力を地震時の制御棒挿入抗力に付加し、挿入時間を算出する。評価の全体フローを図2に示す。

$$M \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = M \cdot g - (F_f + F_v + F_w + F_m + F_u)$$

ここで、

M	:	質 量
x	:	制御棒クラスタ挿入距離
t	:	制御棒クラスタ挿入時間
g	:	重力加速度
F _f	:	流体による抗力
F _v	:	地震外力による抗力
F _w	:	摩耗による抗力
F _m	:	メカニカル抗力
F _u	:	浮 力

2. 入力条件

(1) 地震外力による抗力

制御棒挿入時間評価の入力となる地震時の制御棒挿入経路機器の最大応答変位を表1に示す。これらの機器応答に対応する地震時の制御棒挿入抗力を求め、挿入時間を算出する。

表1 地震時 制御棒挿入経路機器応答

制御棒駆動装置	最大変位 (mm)	
	制御棒クラスタ案内管	燃料集合体 制御棒案内シンプル
5.5	0.8	60.0

(2) 摩耗による抗力

制御棒に対しては、保守的に制御棒の被覆管の一部が100%摩耗することを仮定している。また、制御棒クラスタ案内管の案内板は図1に示すような摩耗（摩耗長さ86%）を仮定している。

これらの摩耗条件を組み合わせた場合に最大となる制御棒挿入抗力を、摩耗による抗力として設定している。

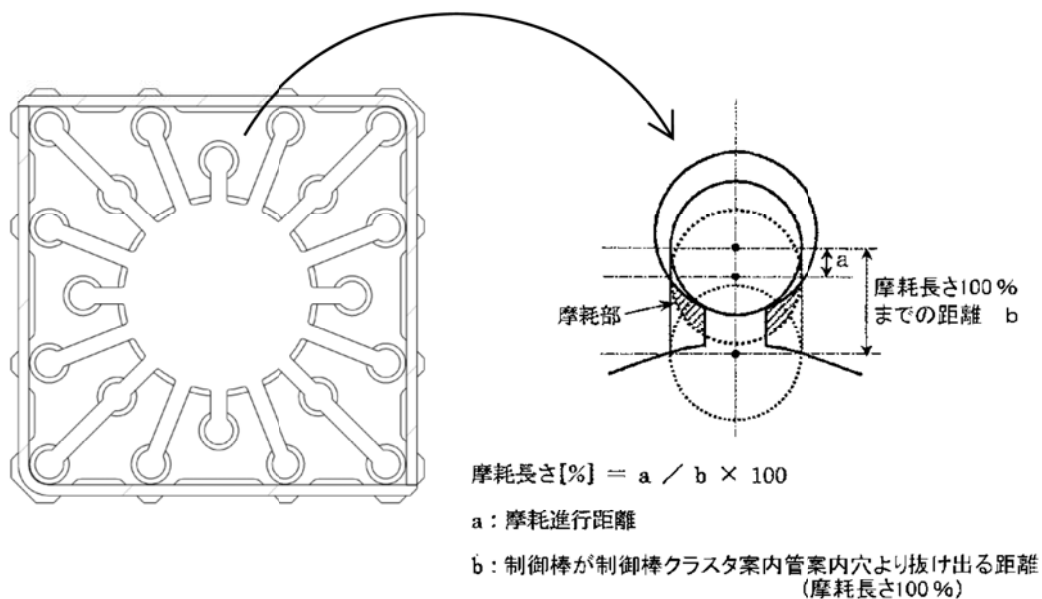


図1 制御棒クラスタ案内管 案内板摩耗の仮定

3. 評価結果

制御棒挿入時間の評価結果を表2に示します。

表2 制御棒クラスタ挿入時間計算結果

(単位：秒)

	制御棒クラスタ挿入時間*1	規定時間*2
通常運転時	1.31	1.8
地震時 (制御棒クラスタ案内管 案内板、制御棒被覆管 摩耗考慮) (S _s -3)	1.44	

*1：各時間は落下開始から制御棒が全ストロークの85%に至るまでの時間

*2：工事計画認可申請書 添付13 耐震性に関する説明書 に記載の値

4. 補足 (制御棒クラスタ案内管案内板、制御棒被覆管の摩耗を考慮しない場合)

①地震時 制御棒挿入経路機器応答

表3 地震時 制御棒挿入経路機器応答

最大変位 (mm)		
制御棒クラスタ 駆動装置	制御棒クラスタ 案内管	燃料集合体 制御棒案内シンプル
5.5	0.8	60.0

②評価結果

表4 制御棒クラスタ挿入時間計算結果

(単位：秒)

	制御棒クラスタ挿入時間*1	規定時間*2
地震時挿入時間 (S _s -3)	1.42	1.8

*1：各時間は落下開始から制御棒が全ストロークの85%に至るまでの時間

*2：工事計画認可申請書 添付13 耐震性に関する説明書 に記載の値

以上

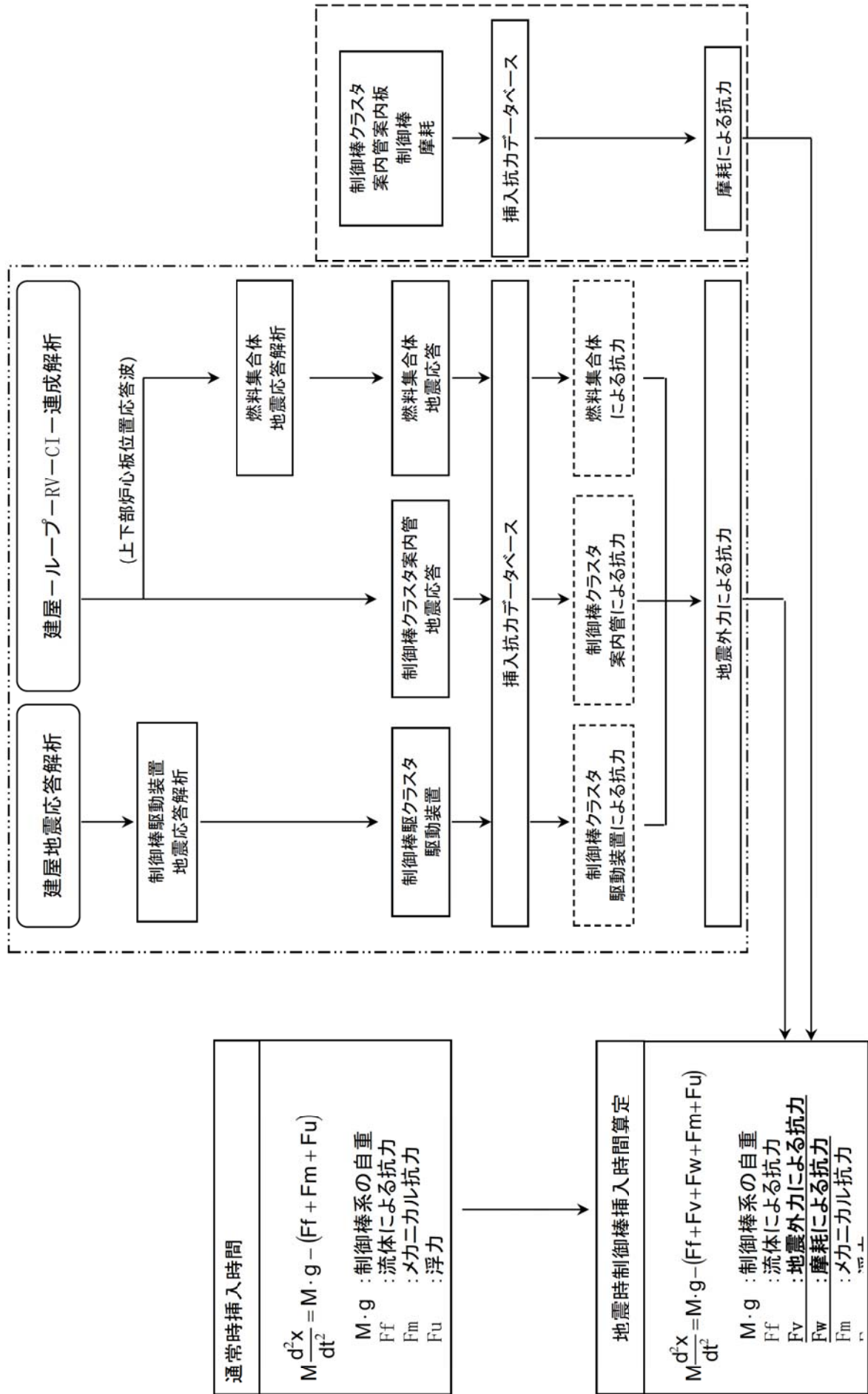


図2 制御棒挿入時間評価の流れ

美浜3号炉－耐津波－1 Rev4

<p>タイトル</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・浸水防護施設（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備）のリストアップ及び耐津波安全性評価の対象設備の、具体的な抽出根拠・抽出プロセス及び評価内容について。 ・経年劣化事象として止水材料の劣化を評価対象としない場合の具体的な根拠及び妥当性について。
<p>説明</p>	<p>美浜3号炉の「浸水防護施設」のうち、耐津波安全性評価対象とした設備について、経年劣化事象の抽出や耐津波安全性評価の要否判断などのプロセスを示す。</p> <p>1. 浸水防護施設について 耐津波安全性評価対象とした浸水防護施設（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備）については以下のとおり。なお、施設の概要を添付1に示す。</p> <p>(1) 津波防護施設： 防潮堤… a 屋外排水路逆流防止設備… b</p> <p>(2) 浸水防止設備： 取水構造物（浸水防止蓋^{※1}）… c ※1：海水ポンプ室浸水防止蓋及び海水管トレンチ浸水防止蓋。 屋外ポンプエリア止水壁… d 水密扉^{※2}… e ※2：浸水防護重点化範囲との境界に位置する原子炉補助建屋の水密扉を対象とする。</p> <p>(3) 津波監視設備^{※3}：潮位計（海水ポンプ室）… f ※3：津波監視カメラ（原子炉格納容器、海水ポンプ室）、潮位計（防潮堤）については、耐津波安全性評価対象外。</p> <p>2. 想定される劣化事象^{※4}</p> <p>(1) コンクリート構造物（a）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中性化 …① ・塩分浸透 …② <p>b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（△▲事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルカリ骨材反応 …③ ・凍結融解 …④ ・耐火能力低下 …⑤ <p>(2) 鉄骨構造物（a, b, c, d, e）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象） 該当なし</p> <p>b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（△▲事象）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・腐食 …⑥（a, d, e） ・風などによる疲労 …⑦ <p>(3) 計測制御設備（f）</p> <p>a. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（○事象） 該当なし</p>

- b. 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (△▲事象)
 - ・樹脂の劣化 (ケミカルアンカ) …⑧
 - ・腐食 (支持構造物) …⑨

※4：絶縁低下 (絶縁体の水トリー劣化による絶縁低下を含む)、特性変化及び導通不良については、耐津波安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であるため記載は省略する。

3. 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

「2. 想定される劣化事象」で整理した経年劣化事象①～⑧について、耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の有無について検討したプロセスを下表に整理した。

表 1 耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象の有無検討プロセス

「技術評価」で想定される経年劣化事象		ステップ1	ステップ2		ステップ3	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	下記 1)～2)を除く経年劣化事象	○	i	高経年化対策上着目すべき経年劣化事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいもの ①②	×	×
			ii	現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないもの	○	⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1) △ △ 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがたい経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (日常劣化管理事象)	○	i	日常劣化管理事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいもの ⑧	—	—
			ii	現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できないもの	○	⑥⑨
	2) ▲ ▲ 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (日常劣化管理事象以外)	—	—	③④⑤⑦	—	—

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)
 ▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)
 ○：評価対象として抽出
 一：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象であり、日常劣化管理事象以外であるもの、あるいは日常劣化管理事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいものとして評価対象から除外
 ×：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいものとして評価対象から除外
 ■：構造・強度上および止水性上「軽微もしくは無視」できる事象として評価対象から除外
 ◎：耐津波安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出

以上より、美浜3号炉の「浸水防護施設」については、◎となる対象は無かったことから、経年劣化を考慮した耐津波安全性評価を実施したものはない。

4. 浸水防護施設に使用される止水材料の扱い

浸水防護施設に使用している止水材料は、定期取替品であることから、高経年化評価対象外としている。

以上

浸水防護施設の概要

