

JRR-3 設工認（その 11）に係る補正について

令和 2 年 6 月 10 日
日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所

【R2.6.4 コメント】

原子炉本体モデルの地震応答解析等の解析結果として明記されていない解析結果を用いて、照射筒等の設計条件とされていると、設計条件が適切かどうかの確認が出来ないため、必要な解析結果を申請書に記載すること。

JRR-3 設工認（その 11）の耐震強度評価で申請している機器の設計条件において、機器の解析結果の明記が必要なものは次のとおりである。

明記が必要な解析結果	左記解析結果を設計条件とする機器
原子炉本体の地震応答解析のうち、Ss地震応答解析における応答加速度及びSd地震応答解析における応答加速度	格子板 A の水平方向設計震度 格子板 B の水平・鉛直方向設計震度 標準型燃料要素の鉛直方向設計震度 ベリリウム反射体 A 型の鉛直方向設計震度 ベリリウム反射体 B 型・C 型の鉛直方向設計震度 照射筒の鉛直方向設計震度 ビームチューブの水平・鉛直方向設計震度 照射シンプル HR-1, 2、PN-1, 2、SH-1、DR-1 の鉛直方向設計震度 照射シンプル PN-3、SI-1 の水平・鉛直方向設計震度 真空容器の水平・鉛直方向設計震度 反射体押えの水平・鉛直方向設計震度
原子炉本体の地震応答解析における設計用床応答スペクトル	格子板 A の鉛直方向設計震度 照射シンプル HR-1, 2、PN-1, 2、SH-1、DR-1 の水平方向設計震度
標準型燃料要素の耐震強度評価のうち、スペクトルモーダル解析における応答加速度	ベリリウム反射体 A 型の水平方向設計震度 ベリリウム反射体 B 型・C 型の水平方向設計震度

なお、審査会合時に説明した JRR-3 設工認（その 11）の耐震強度評価で申請している機器の評価結果一覧を次頁に示し、上記に関する該当箇所を下線で示す。

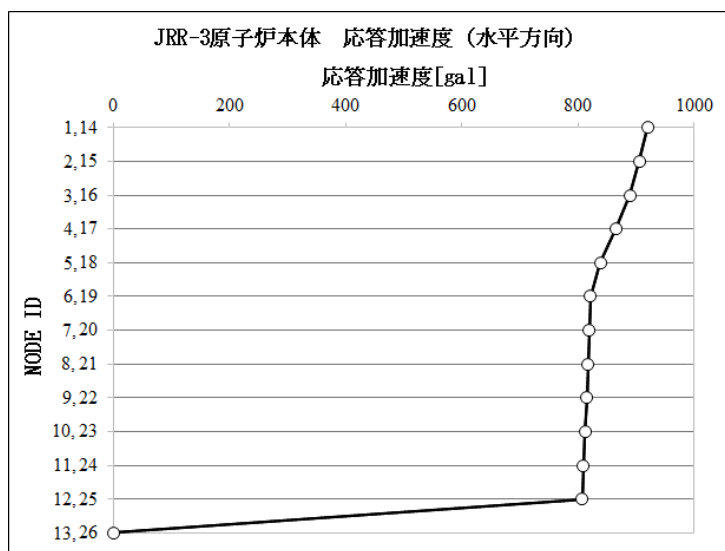
設備機器	固有振動数 [Hz]			許容 応力 状態	地震荷重						評価結果				
					震度[G]			使用質点		種類	減衰 [%]	部位	応力の種類	応力 [MPa]	許容 [MPa]
	水平		鉛直		水平		鉛直								
	NS	EW	UD		NS	EW	UD	原子炉建家 (原子炉本体)							
格子板A	50以上		36.7	IV _A S	1.01		0.84	(20)	水平: 1.2ZPA 鉛直: FRS読み取り	1.0	格子板A	組合せ	70	158	2.25
格子板B	50以上		50.7	IV _A S	1.01		0.97	(20)	1.2ZPA	-	格子板B	組合せ	47	66	1.40
格子板支持胴	36.7		121.4	IV _A S	-		-	-	原子炉本体の結果より	-	格子板支持胴	組合せ	23	66	2.86
プレナムおよびベース プレート	36.7		121.4	IV _A S	-		-	-	原子炉本体の結果より	-	プレナム	組合せ	13	66	5.07
重水タンク	36.7		121.4	IV _A S	-		-	-	原子炉本体の結果より	-	内胴板	一次一般膜 (外圧時)	9	100	11.11
標準型燃料要素	49.9	33.3	585.4	IV _A S	-		0.97	水平: (15, 16, 20) 鉛直: (20)	水平: スペクトルモーダル 鉛直: 1.2ZPA	1.0	質点7 (重水タンク 本体底板付 近)	組合せ (垂直)	29	66	2.27
ベリリウム反射体A型	79.4		2020.2	IV _A S	8.84		0.97	鉛直(20)	水平: 標準型燃料要素の最大応 答加速度の1.2倍 鉛直: 1.2ZPA	-	止めピン	せん断	96	135	1.40
ベリリウム反射体B・ C型	159.6		1561.8	IV _A S	8.84		0.97	鉛直(20)	水平: 標準型燃料要素の最大応 答加速度の1.2倍 鉛直: 1.2ZPA	-	止めピン	せん断	73	135	1.84
制御棒案内管	30.6		207.4	IV _A S	-		0.96	水平: 3, (15, 16, 20) 鉛直: 3	水平: スペクトルモーダル 鉛直: 1.2ZPA	1.0	制御棒案内管	座屈の評価 ※	0.297	1	3.36

※単位なし

設備機器	固有振動数 [Hz]			許容 応力 状態	地震荷重			評価結果						
	水平		鉛直		震度 [G]		使用質点	種類	減衰 [%]	部位	応力の種類	応力 [MPa]	許容 [MPa]	裕度 [-]
	NS	EW	UD		水平	鉛直	原子炉建家 (原子炉本体)							
	NS	EW	UD		NS	EW								
照射筒		84.7	669.8	IV _A S	8.84	0.97	鉛直 (20)	水平：標準型燃料要素の最大応答加速度の1.2倍 鉛直：1.2ZPA	-	照射筒脚部	組合せ	29	66	2.27
ビームチューブ	1G~6G	50以上	66.7	IV _A S	1.06	0.97	(4, 5)	1.2ZPA	-	鉛直板側	1次膜+1次曲げ	34	150	4.41
	7R	50以上	111.1	IV _A S	1.06	0.97	(4, 5)	1.2ZPA	-	鉛直板側	一次+二次	15	110	7.33
	8T	50以上	55.6	IV _A S	1.06	0.97	(4, 5)	1.2ZPA	-	鉛直板側	1次膜+1次曲げ	44	150	3.40
	9C	50以上	111.1	IV _A S	1.06	0.97	(4, 5)	1.2ZPA	-	鉛直板側	1次膜+1次曲げ	39	150	3.84
照射シンプル	HR-1, 2	40.0	50以上	IV _A S	4.26	0.97	(1, 7, 14, 20)	水平：FRS読み取り 鉛直：1.2ZPA	1.0	胴	一次+二次	50	110	2.20
	PN-1, 2	43.5	50以上	IV _A S	3.45	0.97	(1, 7, 14, 20)	水平：FRS読み取り 鉛直：1.2ZPA	1.0	胴	一次+二次	39	110	2.82
	PN-3	62.5	50以上	IV _A S	1.13	0.97	(1, 7, 14, 20)	1.2ZPA	1.0	胴	一次+二次	13	110	8.46
	SI-1	58.8	50以上	IV _A S	1.13	0.97	(1, 7, 14, 20)	1.2ZPA	1.0	胴	一次+二次	22	110	5.00
	SH-1	35.7	50以上	IV _A S	4.26	0.97	(1, 7, 14, 20)	水平：FRS読み取り 鉛直：1.2ZPA	1.0	胴	一次+二次	73	110	1.50
	DR-1	45.5	50以上	IV _A S	2.64	0.97	(1, 7, 14, 20)	水平：FRS読み取り 鉛直：1.2ZPA	1.0	胴	一次+二次	43	110	2.55
真空容器		66.7	50以上	IV _A S	1.13	0.97	(1, 14)	1.2ZPA	-	胴	内圧時一次一般膜	13	141	10.84
反射体押え		160.8	50以上	IV _A S	1.13	0.97	(14, 15, 16)	1.2ZPA	-	接続ボルト	引張	10	153	15.30

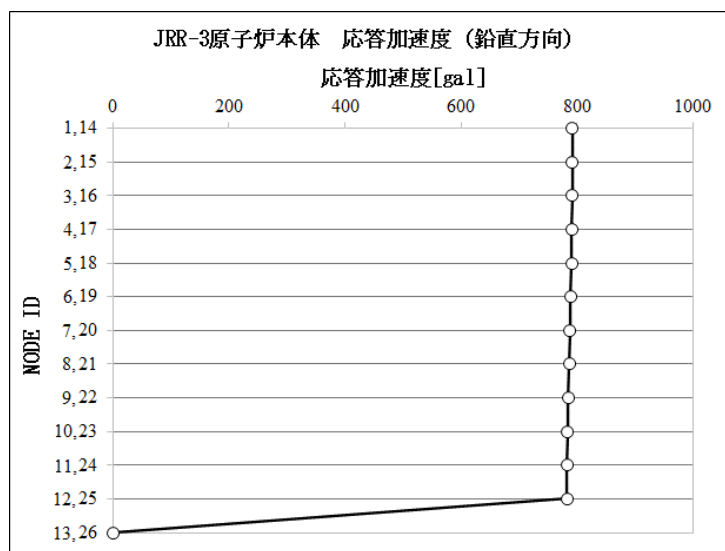
申請書に明記する解析結果は次のとおりである。

(1) 原子炉本体の地震応答解析 (Ss 地震応答解析結果)



荷重：Ss 地震動		
質点		応答加速度 (水平方向) [gal]
1	14	919.27
2	15	905.53
3	16	889.06
4	17	864.75
5	18	838.17
6	19	821.65
7	20	819.23
8	21	816.96
9	22	814.69
10	23	812.09
11	24	809.42
12	25	807.13
13	26	0.00

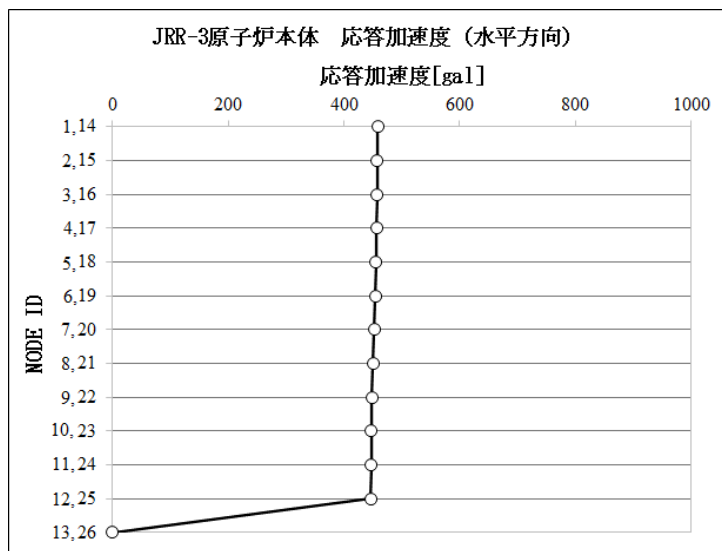
図 1. 応答加速度 (水平方向) (Ss 地震応答解析)



荷重：Ss 地震動		
質点		応答加速度 (鉛直方向) [gal]
1	14	792.31
2	15	792.65
3	16	792.82
4	17	791.77
5	18	790.82
6	19	789.73
7	20	788.38
8	21	786.98
9	22	785.70
10	23	784.43
11	24	783.46
12	25	782.71
13	26	0.00

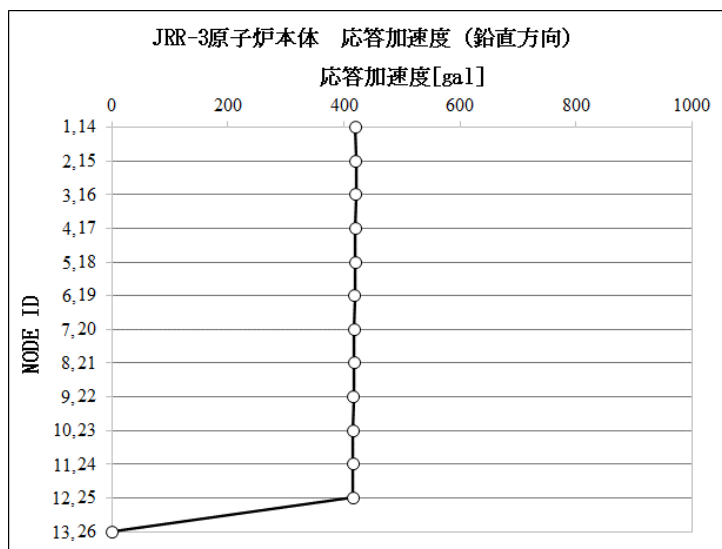
図 2. 応答加速度 (鉛直方向) (Ss 地震応答解析)

(2) 原子炉本体の地震応答解析 (Sd 地震応答解析結果)



荷重 : Sd 地震動		
質点		応答加速度 (水平方向) [gal]
1	14	458.57
2	15	457.91
3	16	457.34
4	17	456.70
5	18	455.59
6	19	453.97
7	20	452.23
8	21	450.50
9	22	448.62
10	23	447.72
11	24	447.45
12	25	446.49
13	26	0.00

図 3. 応答加速度 (水平方向) (Sd 地震応答解析)



荷重 : Sd 地震動		
質点		応答加速度 (鉛直方向) [gal]
1	14	420.29
2	15	420.51
3	16	420.64
4	17	420.05
5	18	419.47
6	19	418.89
7	20	418.18
8	21	417.45
9	22	416.80
10	23	416.23
11	24	415.82
12	25	415.51
13	26	0.00

図 4. 応答加速度 (鉛直方向) (Sd 地震応答解析)

(3)原子炉本体の地震応答解析（加速度応答スペクトル）

原子炉本体を構成する格子板 A 及び照射シンプルの耐震強度評価では、原子炉本体の加速度応答スペクトルから得られた値を設計条件としている。各機器の耐震強度評価において使用する原子炉本体の加速度応答スペクトルを以下に示す。なお、耐震強度評価の際は、これらの加速度応答スペクトルについて包絡したものをを用いる。

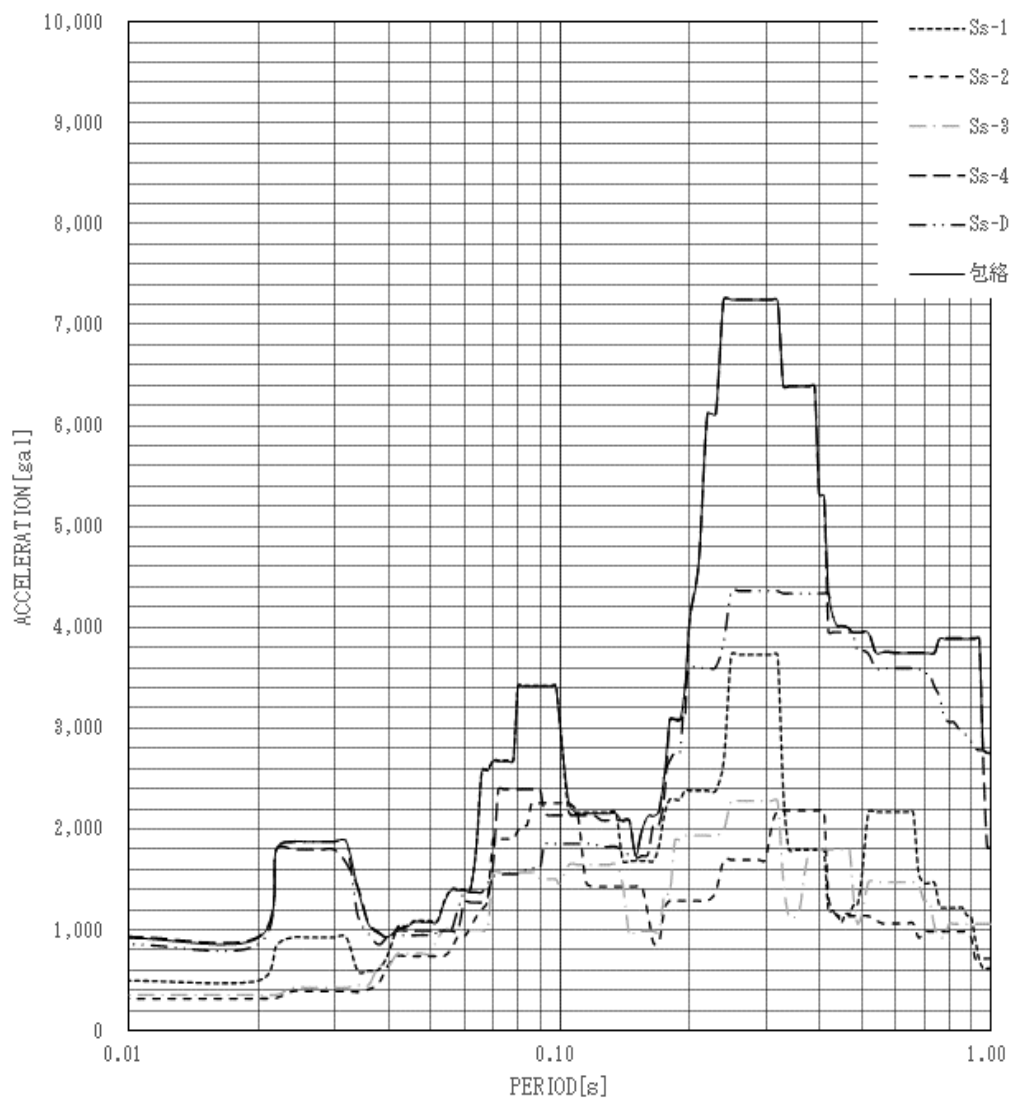


図 5 (1). 加速度応答スペクトル(地震動 Ss, 原子炉本体質点:1, 方向 : NS, 減衰 : 1.0%)

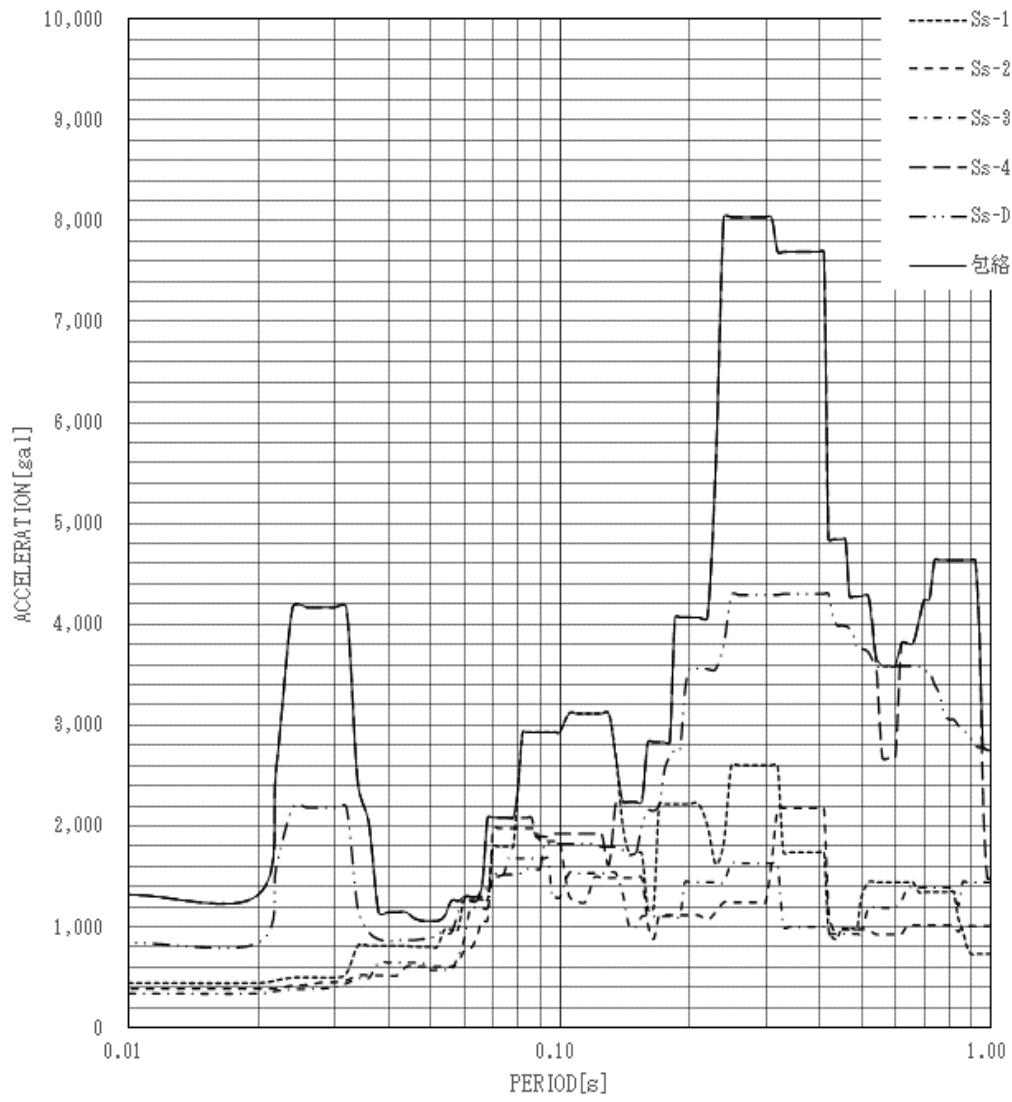


図 5 (2). 加速度応答スペクトル(地震動 Ss, 原子炉本体質点:1, 方向:EW, 減衰: 1.0%)

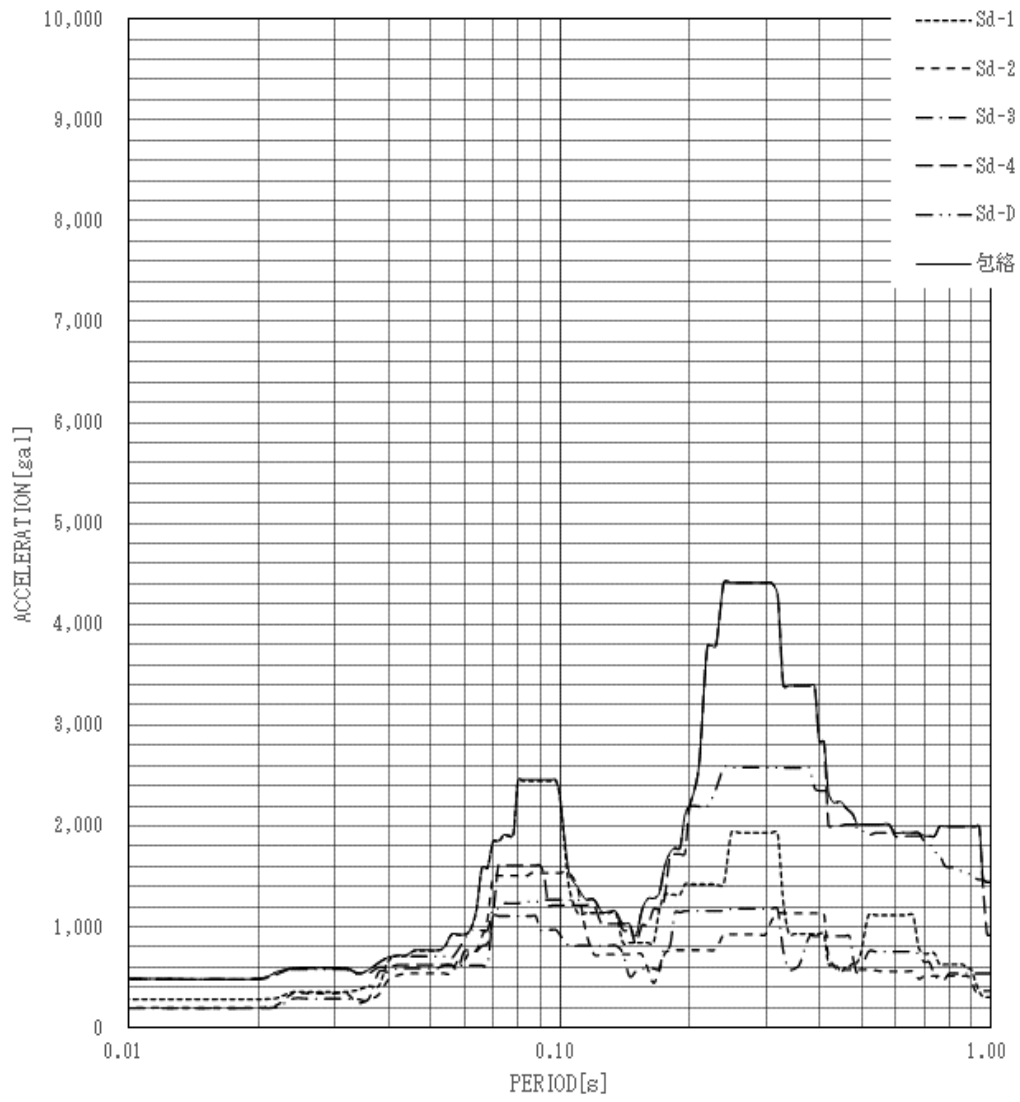


図 6 (1). 加速度応答スペクトル(地震動 Sd, 原子炉本体質点:1, 方向 : NS, 減衰 : 1.0%)

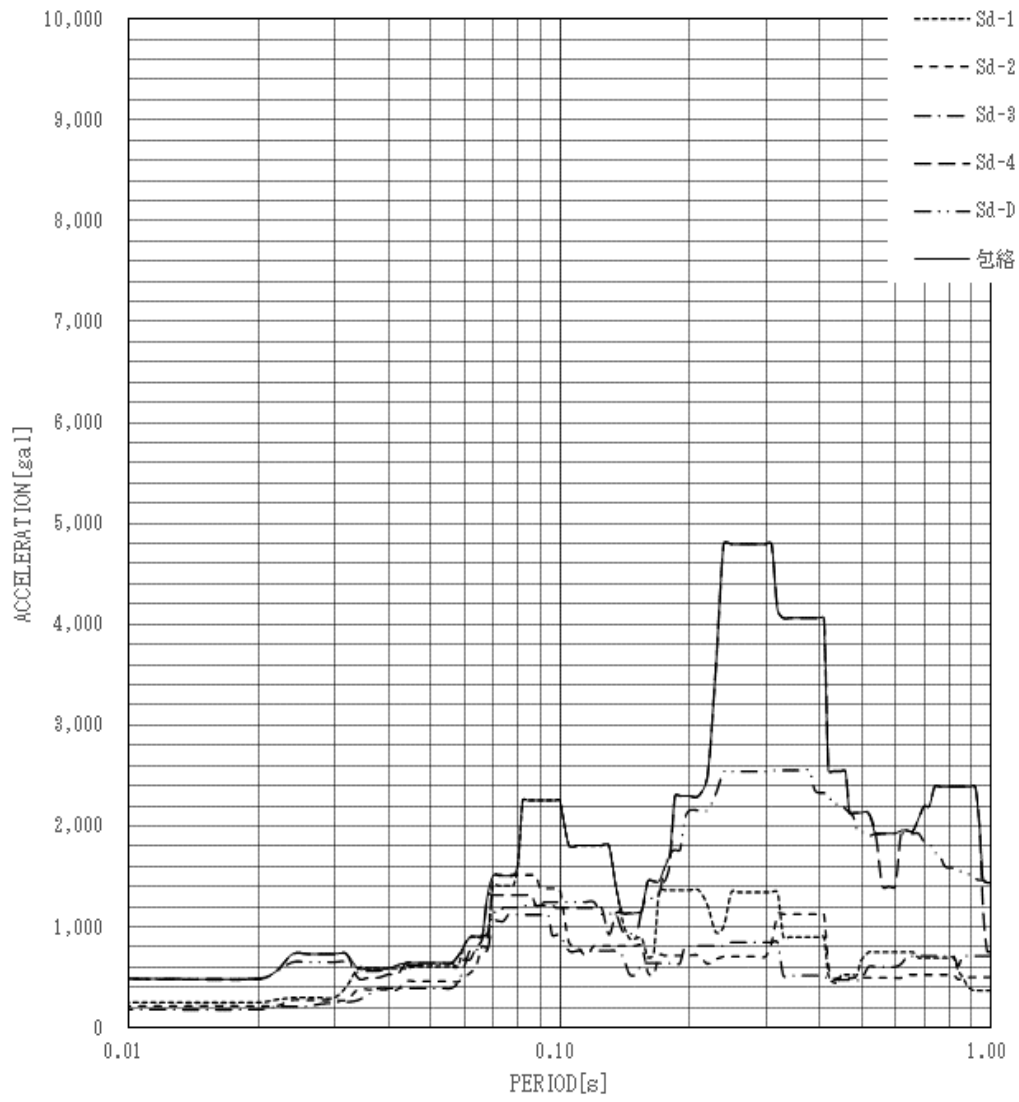


図 6 (2). 加速度応答スペクトル(地震動 Sd, 原子炉本体質点:1, 方向: EW, 減衰: 1.0%)

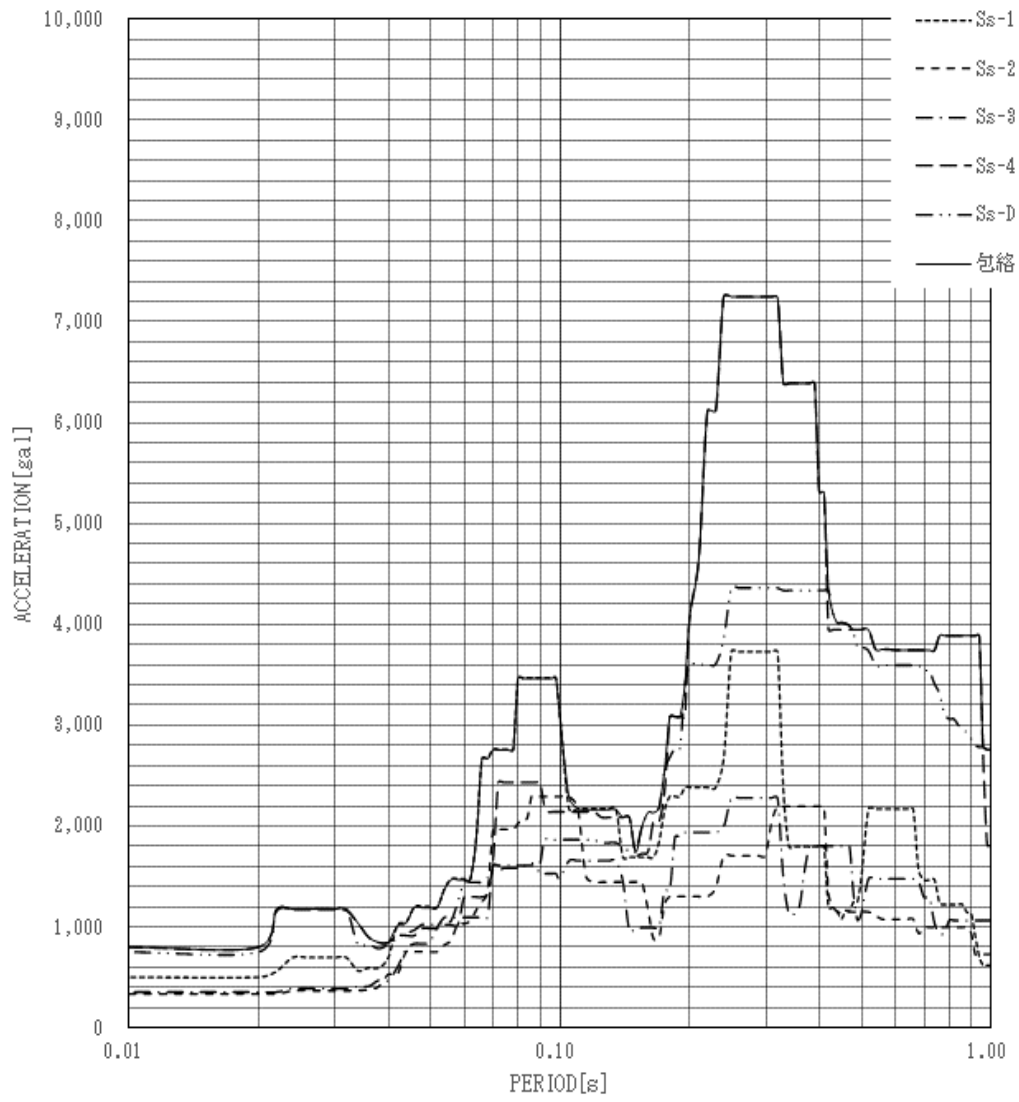


図 7 (1). 加速度応答スペクトル(地震動 Ss, 原子炉本体質点:7, 方向 : NS, 減衰 : 1.0%)

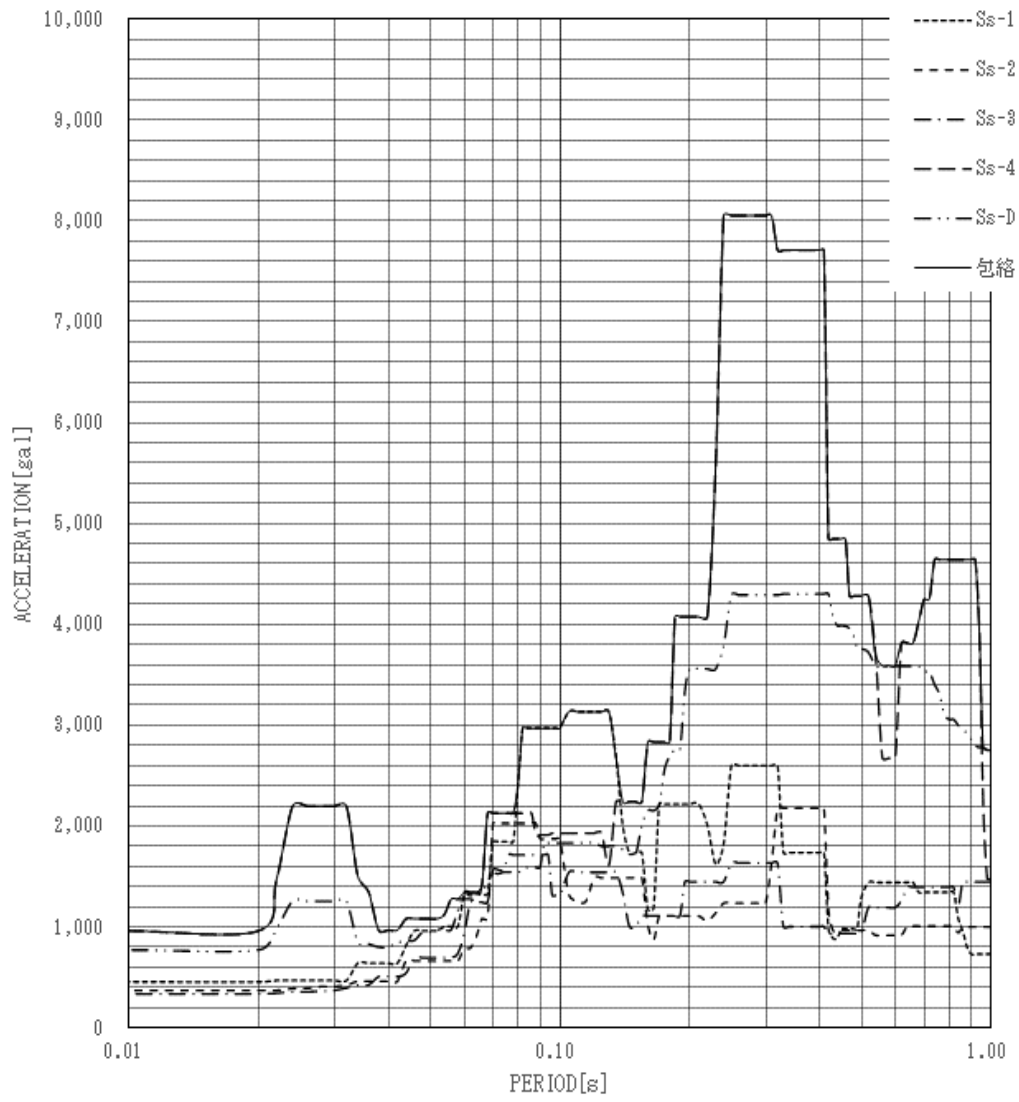


図 7 (2). 加速度応答スペクトル(地震動 Ss, 原子炉本体質点:7, 方向: EW, 減衰: 1.0%)

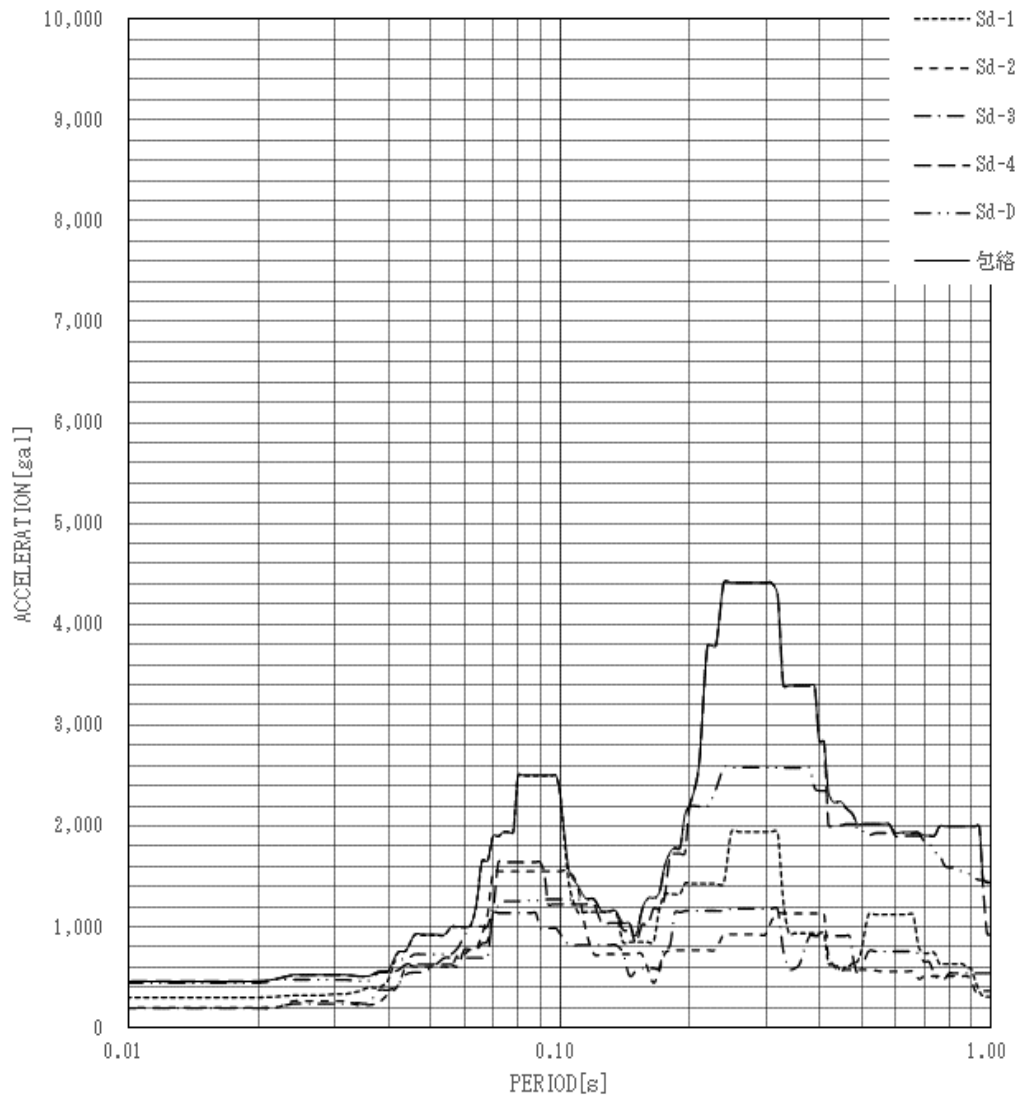


図 8 (1). 加速度応答スペクトル(地震動 Sd, 原子炉本体質点:7, 方向 : NS, 減衰 : 1.0%)

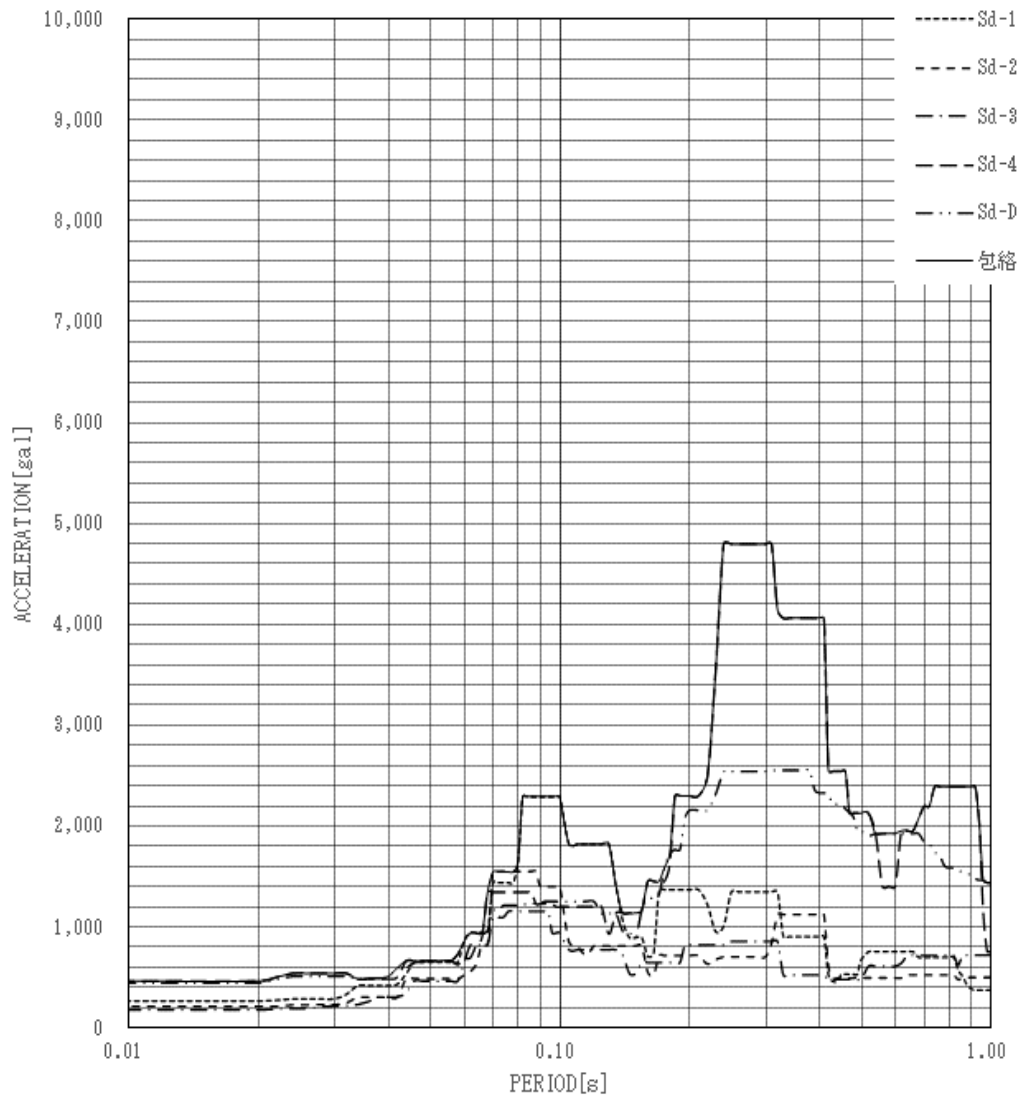


図 8 (2). 加速度応答スペクトル(地震動 Sd, 原子炉本体質点:7, 方向: EW, 減衰: 1.0%)

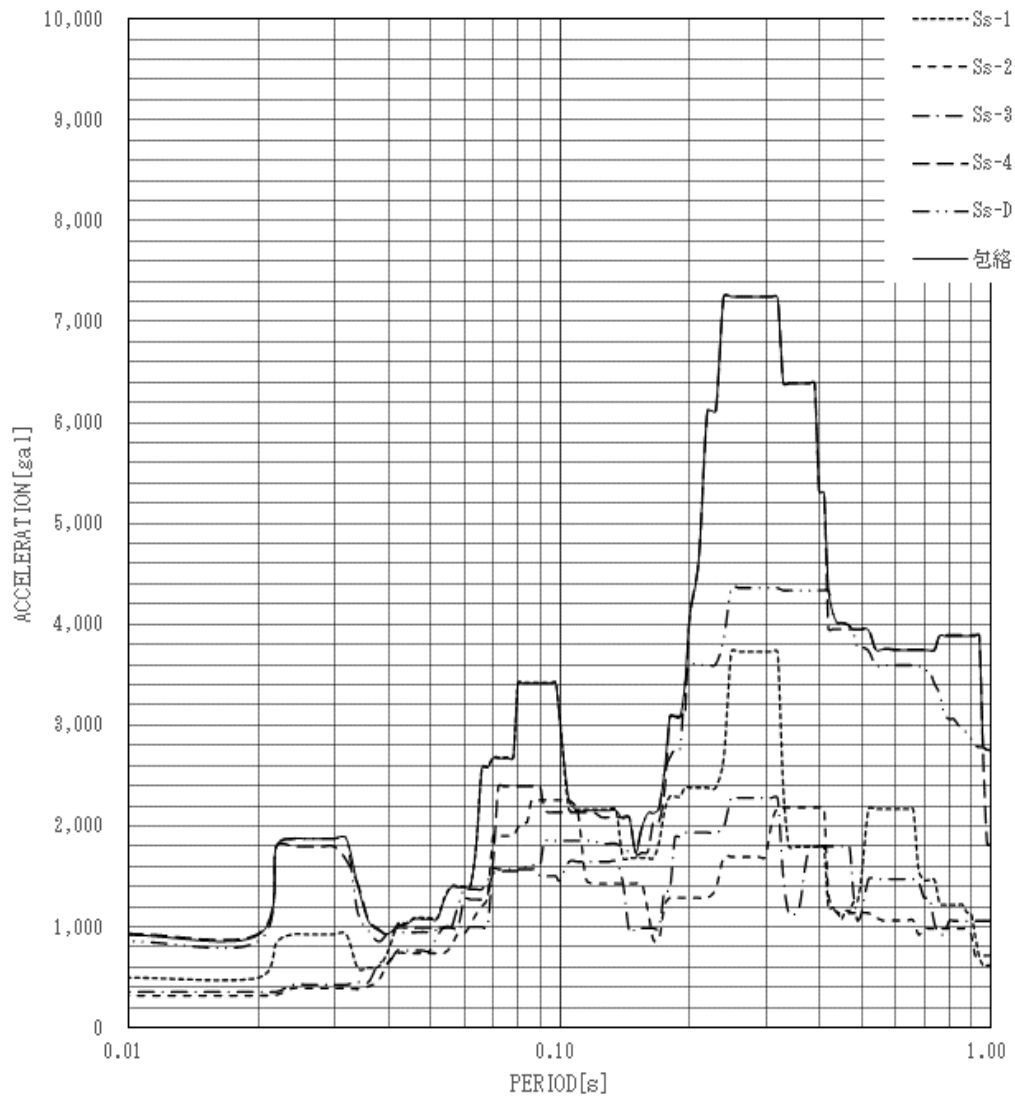


図 9 (1). 加速度応答スペクトル(地震動 Ss, 原子炉本体質点:14, 方向: NS, 減衰: 1.0%)

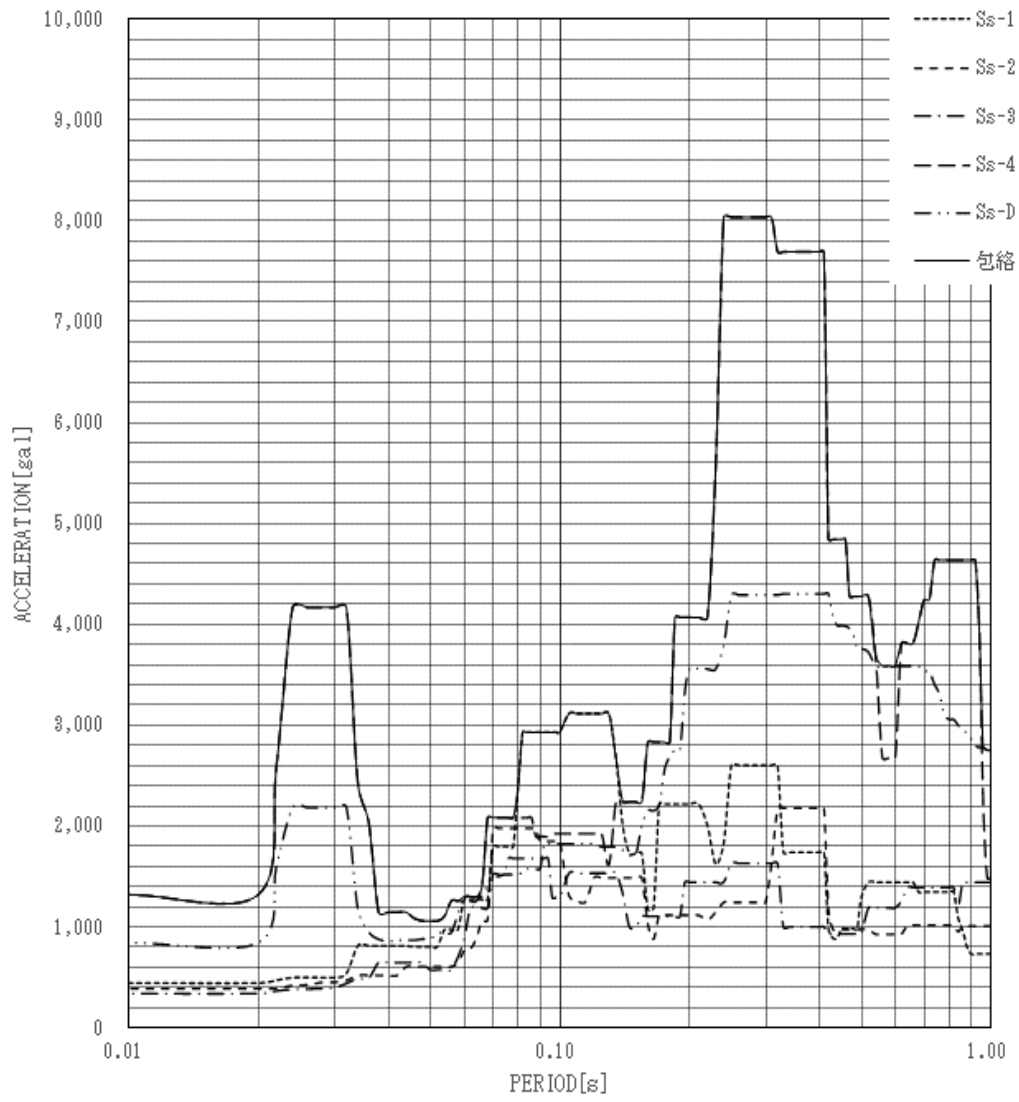


図 9 (2). 加速度応答スペクトル(地震動 Ss, 原子炉本体質点:14, 方向: EW, 減衰: 1.0%)

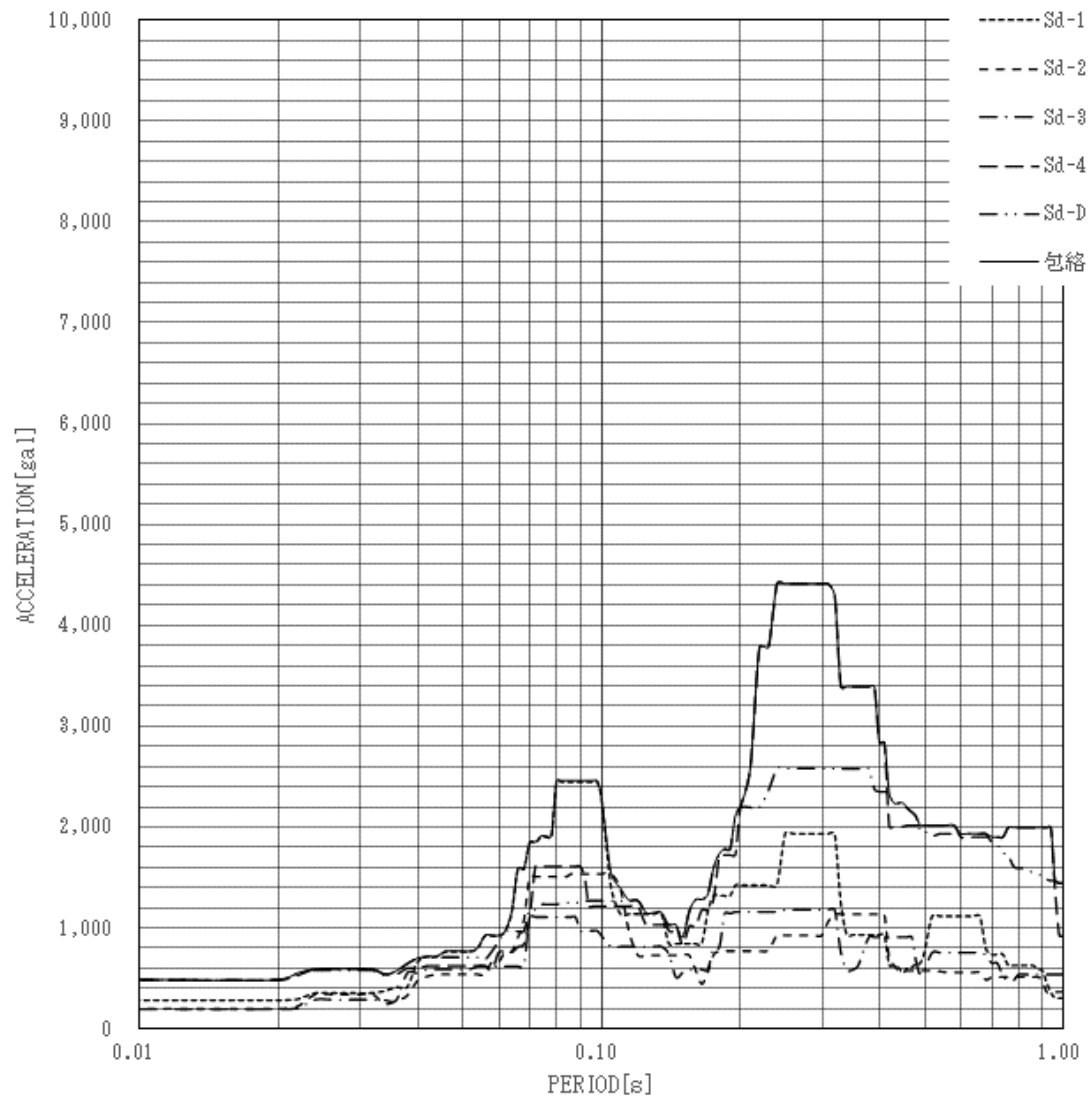


図 10 (1). 加速度応答スペクトル(地震動 Sd, 原子炉本体質点:14, 方向 : NS, 減衰 : 1.0%)

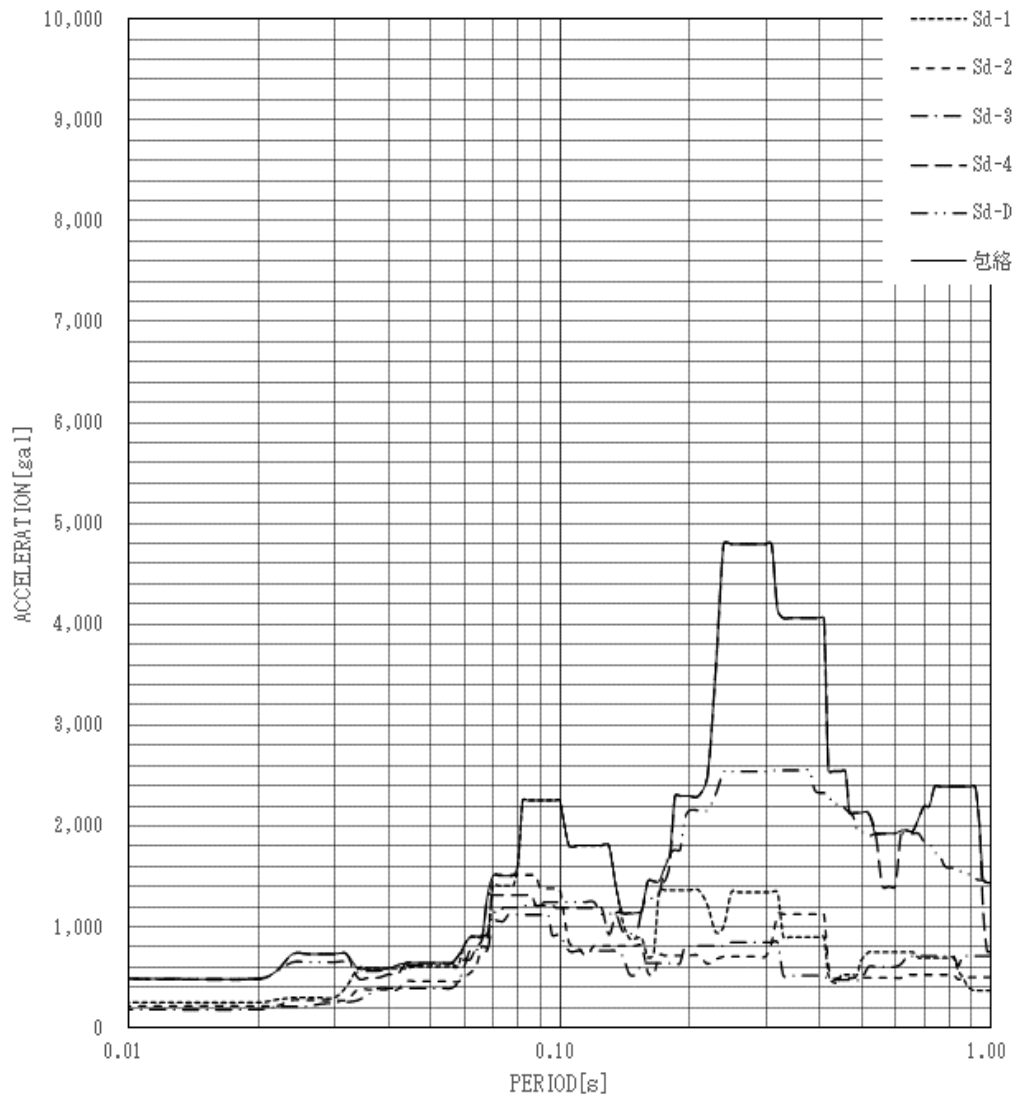


図 10 (2). 加速度応答スペクトル(地震動 Sd, 原子炉本体質点:14, 方向: EW, 減衰: 1.0%)

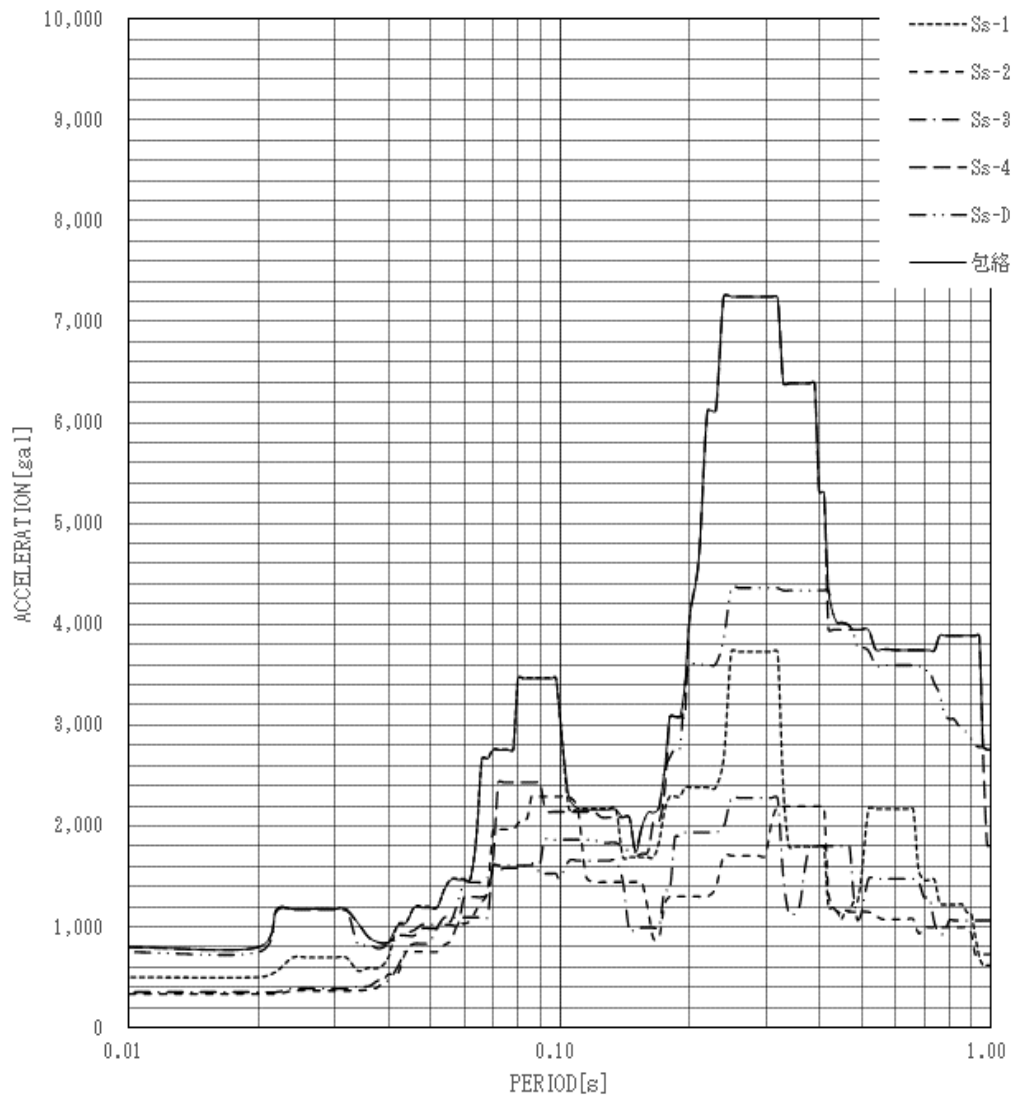


図 11 (1). 加速度応答スペクトル(地震動 Ss, 原子炉本体質点:20, 方向 : NS, 減衰 : 1.0%)

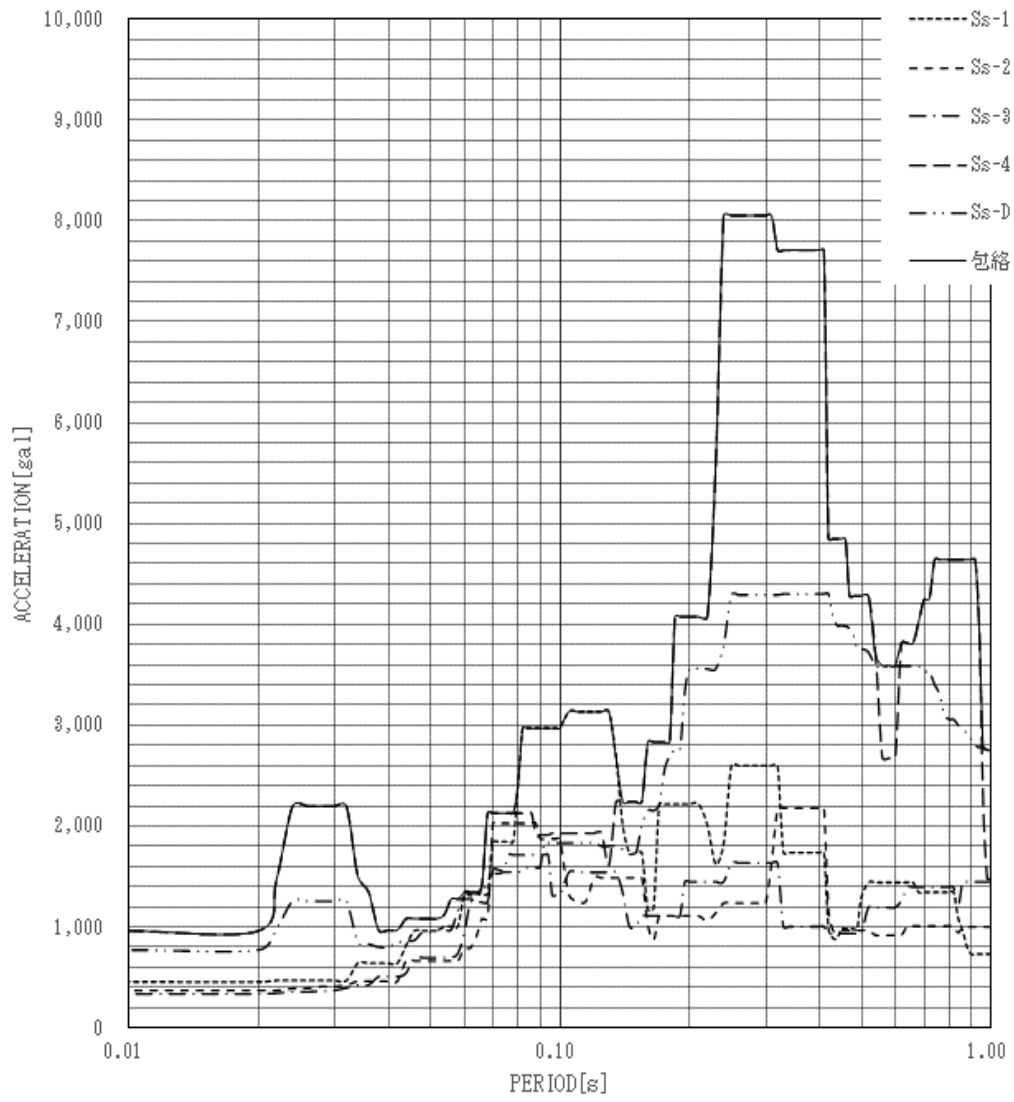


図 11 (2). 加速度応答スペクトル(地震動 Ss, 原子炉本体質点:20, 方向: EW, 減衰: 1.0%)

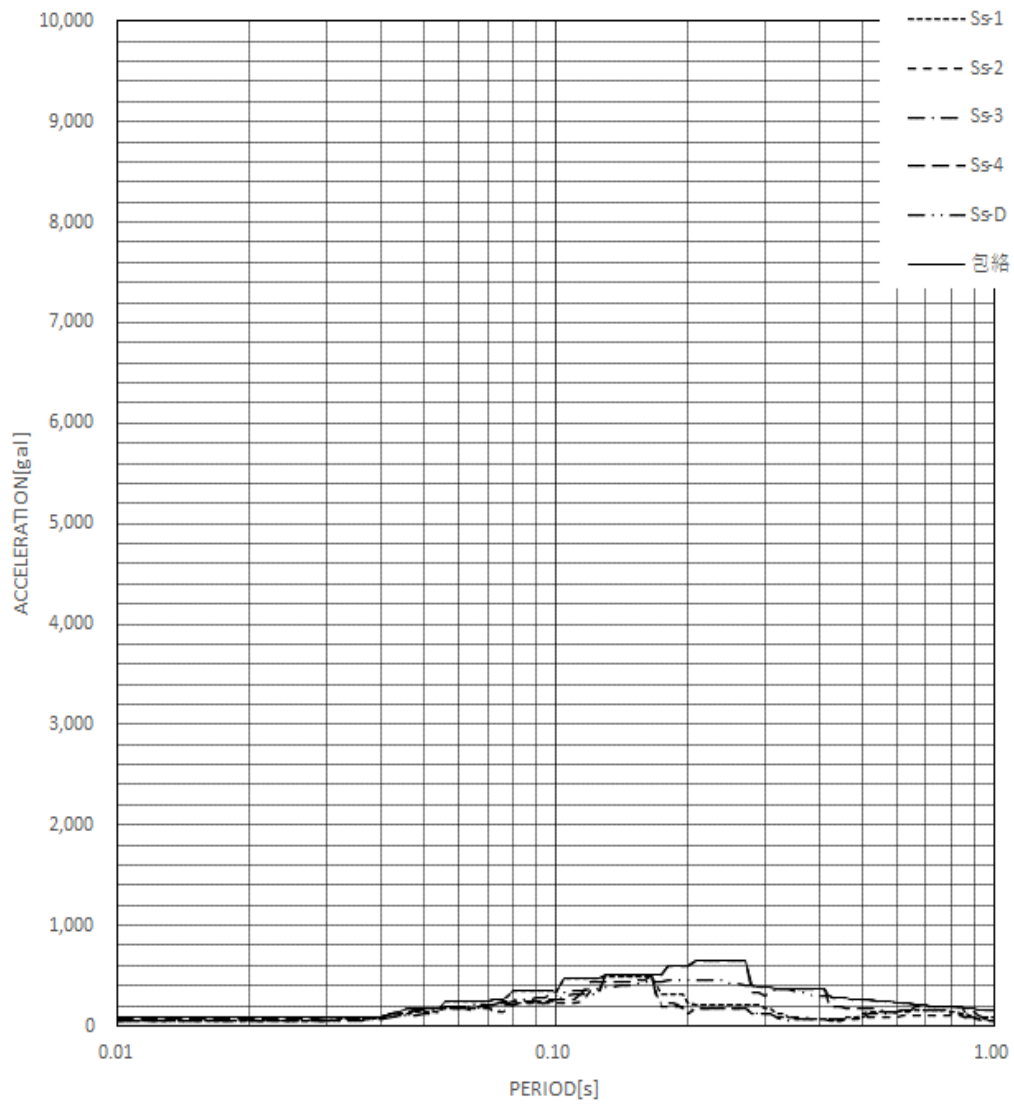


図 11 (3). 加速度応答スペクトル(地震動 Ss, 原子炉本体質点:20, 方向 : UD, 減衰 : 1.0%)

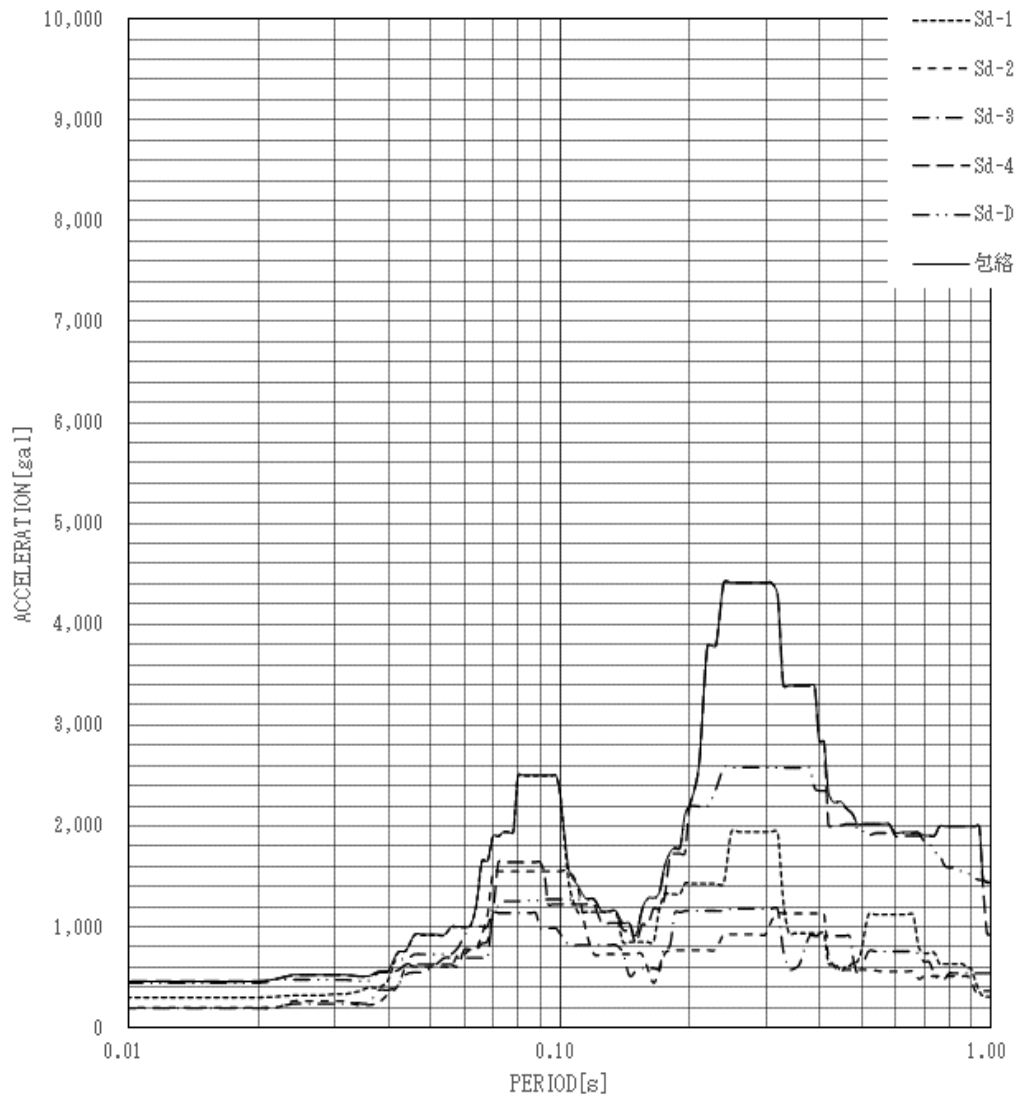


図 12 (1). 加速度応答スペクトル(地震動 Sd, 原子炉本体質点:20, 方向 : NS, 減衰 : 1.0%)

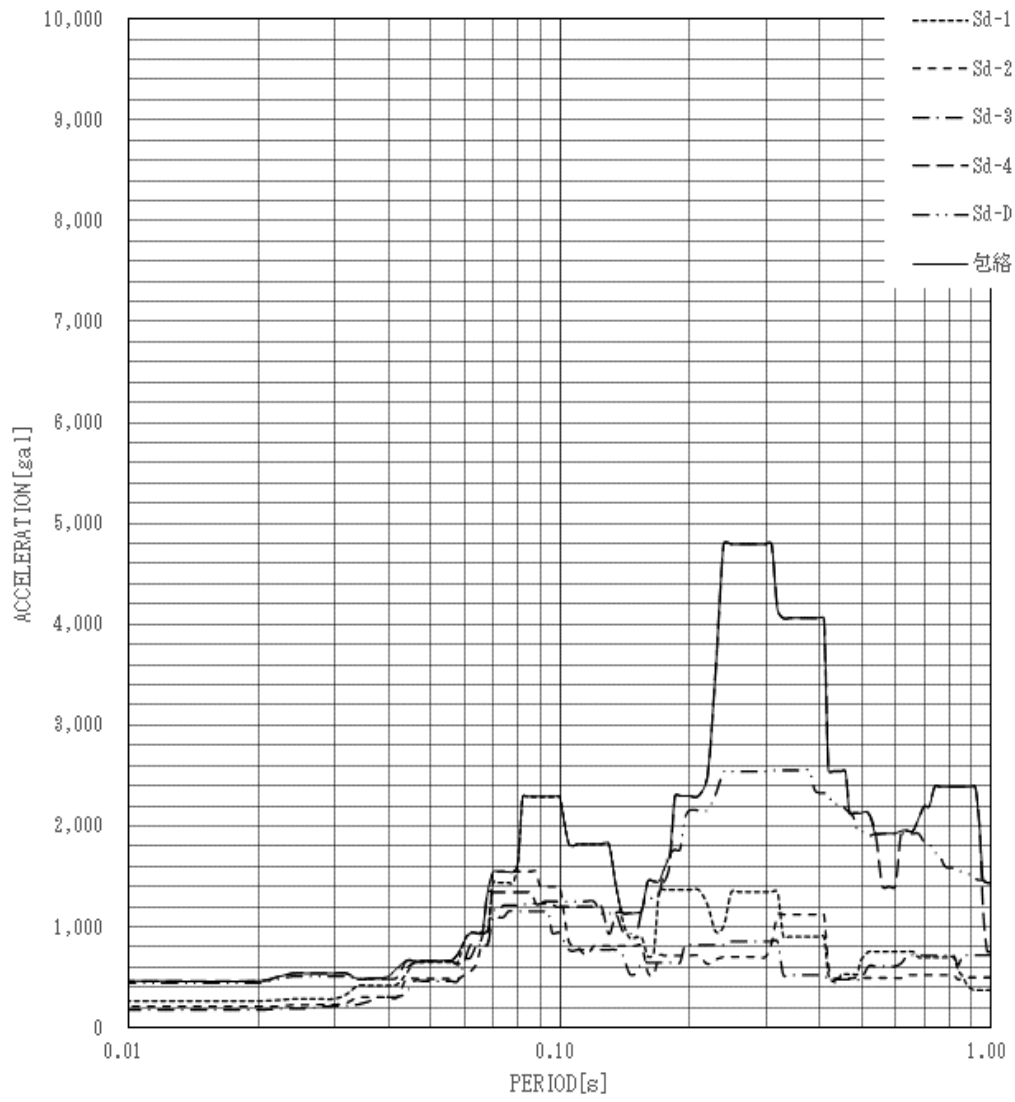


図 12 (2). 加速度応答スペクトル(地震動 Sd, 原子炉本体質点:20, 方向 : EW, 減衰 : 1.0%)

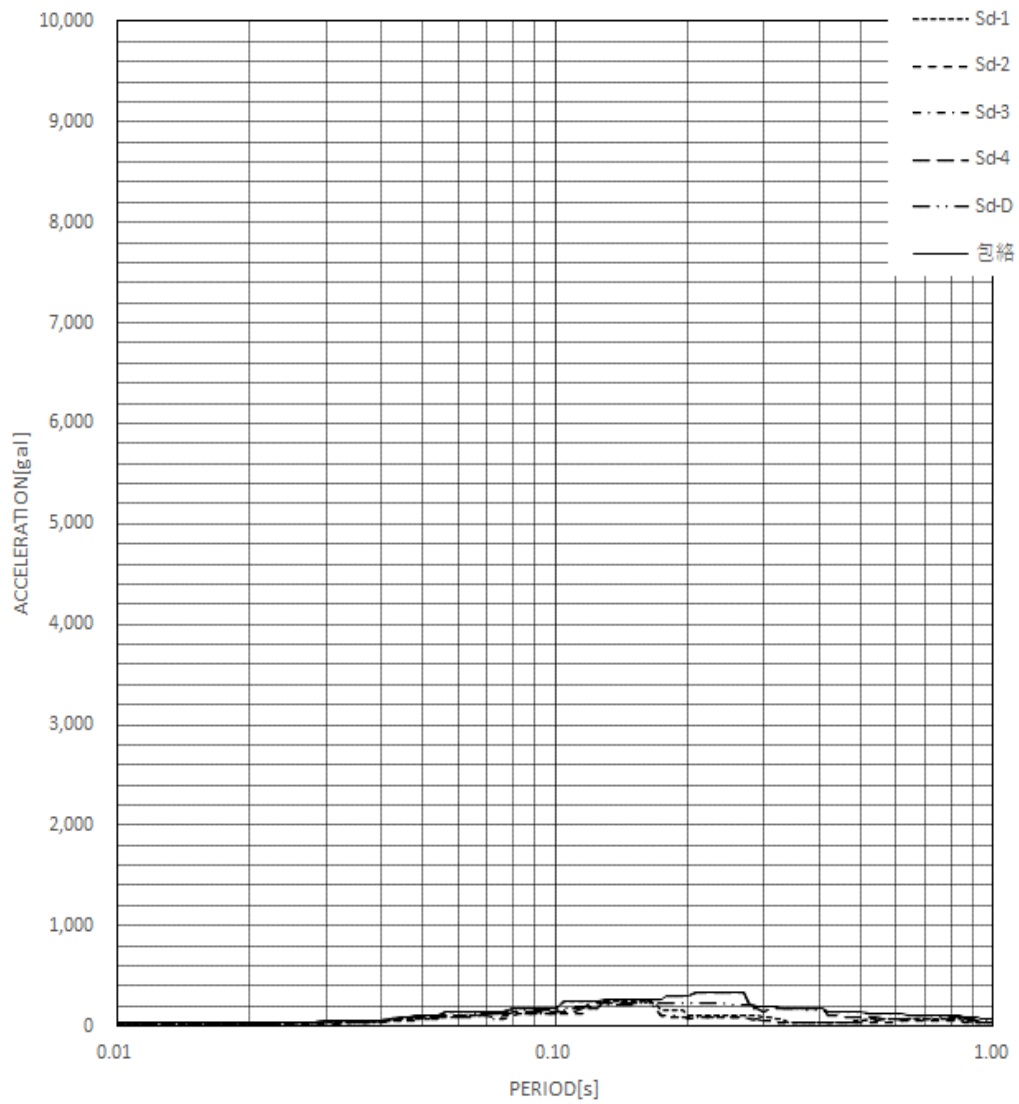


図 12 (3). 加速度応答スペクトル(地震動 Sd, 原子炉本体質点:20, 方向 : UD, 減衰 : 1.0%)

(4) 標準型燃料要素の耐震強度評価（地震動解析結果）

表 1. 弾性設計用地震動 Sd による応答加速度結果

節点 番号	地震力	応答加速度 (gal)	
		X 方向	Y 方向
1	Sd	1550.00	1450.00
2		816.00	1120.00
3		565.00	802.00
4		439.00	594.00
5		361.00	442.00
6		304.00	323.00
7		246.00	320.00
8		265.00	271.00
9		0.00	0.00

表 2. 基準地震動 Ss による応答加速度結果

節点 番号	地震力	応答加速度 (gal)	
		X 方向	Y 方向
1	Ss	4130.00	7220.00
2		2200.00	5960.00
3		1530.00	4380.00
4		1180.00	2980.00
5		965.00	1820.00
6		809.00	999.00
7		653.00	851.00
8		703.00	721.00
9		0.00	0.00

【R2.6.4 コメント】

上位波及影響評価について、どの分割申請で申請するのか説明すること。

原子炉設置変更許可申請書に記載した JRR-3 において上位施設への波及的影響を考慮すべき施設と、該当する分割申請及び当該施設の評価方針を以下の上位波及影響を考慮する施設一覧表に示す。

なお、原子炉設置変更許可申請書には記載していないが、原子炉建家に隣接する使用済燃料貯槽室、燃料管理施設、排気筒（分割設工認その3）及び実験利用棟（分割設工認その5）については、耐震 S クラス施設を内包する原子炉建家への波及影響評価を行い、耐震補強を行うこととした。

上位波及影響を考慮する施設一覧表

	施設名	耐震クラス	上位施設	分割申請	評価方針
1	上部遮蔽体	B	原子炉本体	その13	S クラス相当の地震力に対し、耐震性を有していることを確認する。
2	冠水維持設備以外の1次冷却系設備（原子炉プール内配管）	B	原子炉本体	その13	S クラス相当の地震力に対し、耐震性を有していることを確認する。
3	原子炉建家（円筒壁及び屋根）	B	原子炉プール躯体	その4	S クラス相当の地震力に対し、耐震性を有していることを確認する。
4	サブプール、詰替セル（炉室内）	B	原子炉プール躯体	その11	上位施設である原子炉プール躯体への影響を考慮するため、サブプール及び詰替セルの構造や重量を解析モデルに反映し、原子炉プール躯体が S クラス相当の地震力に対し、耐震性を有していることを確認する*。
5	冷中性子源装置のうちクライオスタット	B	原子炉本体	その13	S クラス相当の地震力に対し、耐震性を有していることを確認する。

※：補正にて設工認（その11）添付書類3-1「原子炉プール等の耐震強度評価」の2.3 評価方針に本内容を追記する。

【R2.6.4 コメント】

設計基準事故時の荷重をどの様に考慮しているのか説明すること。

原子炉設置変更許可申請書別冊 3 添付書類十の評価から、異常な過渡変化時及び設計基準事故時に機器配管に加わる荷重はないため、以下のとおり設工認（その 1 1）添付書類 1 「耐震性に関する説明書」の 4.2 荷重の種類の記事を見直す。

4.2 荷重の種類

(1) 建物・構築物

- (i) 原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重、すなわち固定荷重、積載荷重、土圧、水圧及び通常の気象条件による荷重。
- (ii) 運転時の状態で施設に作用する荷重
- (iii) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重
ただし、設計基準事故時に建物・構築物に加わる荷重は特にない。
- (iv) 地震力
地震力には、地震時土圧、機器・配管からの反力、スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

(2) 機器・配管

- (i) 通常運転時の状態で施設に作用する荷重
- (ii) 運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重
ただし、運転時の異常な過渡変化時の状態で機器・配管に作用する荷重は特にない。
- (iii) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重
ただし、設計基準事故時の状態で機器・配管に作用する荷重は特にない。
- (iv) 地震力