

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 06 <u>R3</u>
提出年月日	令和 3 年 <u>5 月 14 日</u>

設工認に係る補足説明資料
地震応答解析の基本方針に関する
隣接建屋の影響に関する検討

注記：文中の下線部は R1 から R2 への変更箇所を示す
文中の二重下線部は R2 から R3 への変更箇所を示す

目 次

1. 概要	1
2. 既往の知見を踏まえた考察	4
2.1 「NUPEC 試験」について	4
2.1.1 試験概要	4
2.1.2 地盤物性	8
2.1.3 地震観測記録	10
2.1.4 建屋応答の比較	11
2.1.5 検討結果	12
2.2 既往の3次元FEMモデルを用いた検討	13
2.2.1 検討概要	13
2.2.2 地盤のモデル化	16
2.2.3 隣接建屋のモデル化	17
2.2.4 検討用地震動及び解析条件	18
2.2.5 検討結果	19
2.3 再処理施設等の建物・構築物への適用性について	23
3. 再処理施設等の建物・構築物を想定したケーススタディ	24
3.1 ケーススタディの概要	24
3.1.1 隣接建屋に影響を与える要因の抽出	24
3.1.2 ケーススタディの検討方針	25
3.1.3 検討ケース	26
3.2 埋込みがある建屋を対象とした検討（ケース1-1, ケース1-2）	27
3.2.1 検討概要	27
3.2.2 検討用モデル	28
3.2.3 検討用地震動及び検討用モデルへの入力方法	29
3.2.4 重量差が小さい場合（同規模同士）の検討（ケース1-1）	30
3.2.5 重量差が大きい場合の検討（ケース1-2）	51
3.3 埋込みが無い建屋を対象とした検討（ケース2）	74
3.3.1 検討概要	74
3.3.2 検討用モデル	76
3.3.3 検討用地震動及び検討用モデルへの入力方法	84
3.3.4 解析結果	84
3.3.5 結果の考察	90
3.4 当社事業所における隣接建屋の影響有無の確認	91
4. FEMを用いた詳細検討	97
4.1 検討方針	97
4.2 検討対象部位及び検討方法	101

4.2.1 検討対象部位	101
4.2.2 耐震壁の検討方法	102
4.2.3 地盤（接地圧）の検討方法	104
4.2.4 基礎スラブの検討方法	105
4.2.5 Sクラスの壁の検討方法	105
4.2.6 屋根鉄骨及び屋根トラスの検討方法	105
4.3 検討結果の概要	106
5. まとめ	109

別紙1 建屋構造特性の整理

別紙2 FEMを用いた詳細検討

- 別紙 2-1 前処理建屋，分離建屋，安全冷却水 A 冷却塔（基礎），使用済燃料受入れ・貯蔵建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋の建屋群に対する FEM を用いた詳細検討
- 別紙 2-2 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋，使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋，安全冷却水系冷却塔 B（基礎），第 1 非常用ディーゼル発電設備重油タンク室（基礎）の建屋群に対する FEM を用いた詳細検討
- 別紙 2-3 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），安全冷却水系冷却塔 A（基礎）の建屋群に対する FEM を用いた詳細検討
- 別紙 2-4 制御建屋，分析建屋，出入管理建屋の建屋群に対する FEM を用いた詳細検討
- 別紙 2-5 ガラス固化体受入れ建屋，ガラス固化体貯蔵建屋の建屋群に対する FEM を用いた詳細検討
- 別紙 2-6 非常用電源建屋，非常用電源燃料タンク基礎，冷却塔 A，B（基礎）の建屋群に対する FEM を用いた詳細検討
- 別紙 2-7 緊急時対策建屋，重油貯蔵所（基礎）の建屋群に対する FEM を用いた詳細検討
- 別紙 2-8 第 2 保管庫・貯水所，第 2 軽油貯蔵所（基礎）の建屋群に対する FEM を用いた詳細検討

参考資料 「隣接建屋の影響無し」と判定された建物・構築物の耐震評価上の余裕度

1. 概要

本資料は、再処理施設、廃棄物管理施設、MOX 燃料加工施設の設計基準対象施設及び再処理施設、MOX 燃料加工施設の重大事故等対処施設に対する、建物・構築物（本資料においては、建屋及び屋外機械基礎とし、洞道、飛来物防護ネット並びに排気筒及び換気筒は含まない。）（以下、「建物・構築物」という。）の地震応答計算書を補足説明するものである。

当事業所は、第 1.-1 図に示すとおり、再処理施設、廃棄物管理施設及び MOX 燃料加工施設（以下、「再処理施設等」という。）の建物・構築物が互いに隣接して配置される構成となっている。建物・構築物の地震時の挙動は、実現象としては、隣接する建物・構築物（以下、「隣接建屋」という。）の影響を受けることから、厳密には建屋単独の場合とは異なる挙動を示すことが想定される。

一方、添付書類「耐震性に関する説明書」の地震応答計算書において、建物・構築物の地震応答解析は、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いて実施しており、隣接建屋の影響は考慮していない。

以上のことから、本資料では、上述の隣接建屋が、評価対象建屋の建屋応答に与える影響について検討を行うことで、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いても安全上支障がないことを確認する。

検討は、まず、既往の知見に基づく検討結果から一般論として隣接建屋の影響を考察する。



次に、再処理施設等の建物・構築物を想定したケーススタディとして、隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析を実施し、建屋単独の場合の結果と比較したうえで、当事業所における隣接建屋の影響有無について総合的な確認を行う。ケーススタディでは、既往の知見を参考に、隣接建屋に影響を与える要因を抽出したうえで、別紙 1 に示す再処理事業所等の建物・構築物の建屋構造特性の整理結果に基づき、その特徴を反映した複数の検討ケースを設定することで、再処理施設等の建物・構築物に対して網羅的な判定を行う。

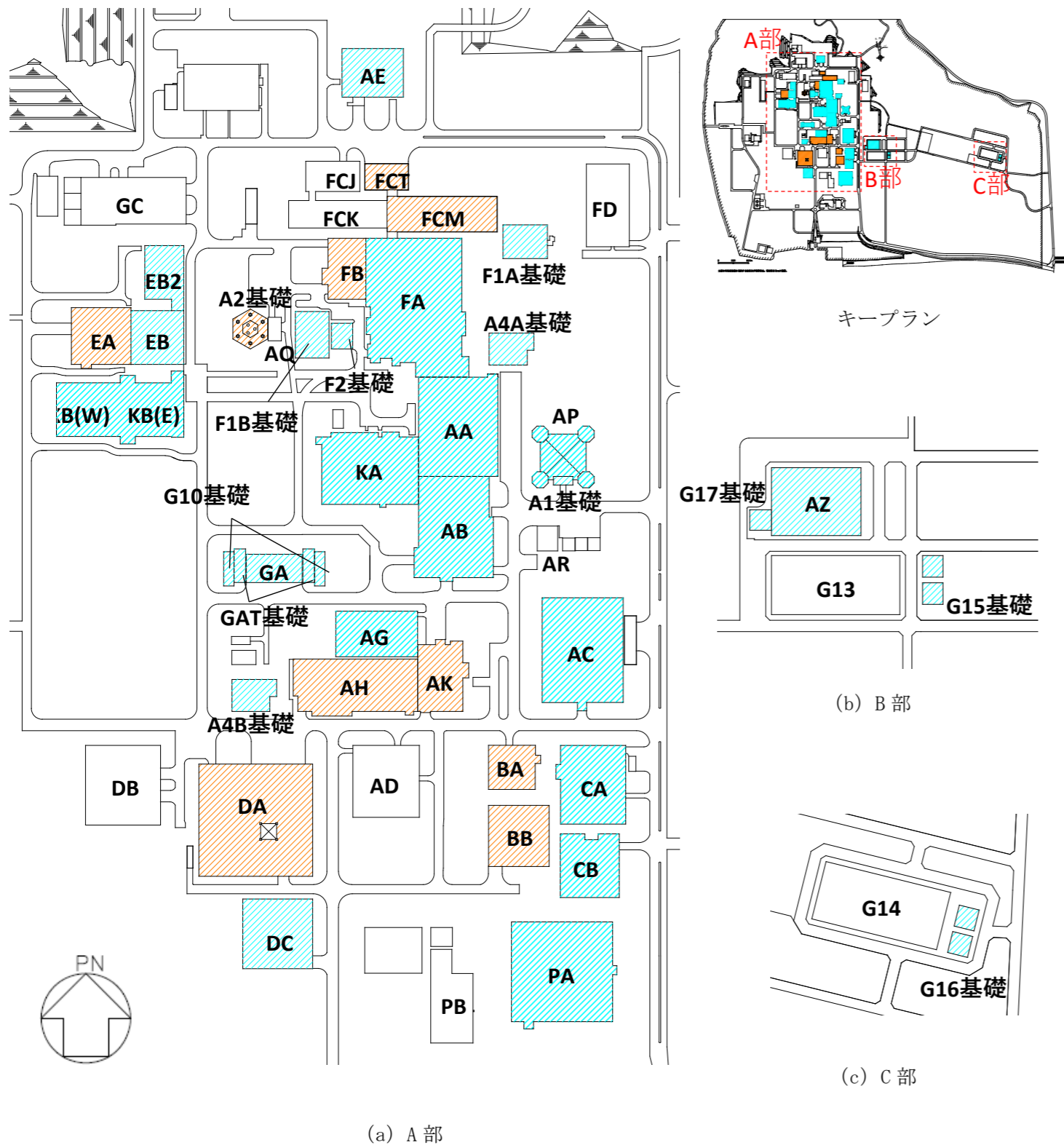
最後に、ケーススタディを踏まえた確認の結果、隣接建屋の影響が無いとは言い切れない建物・構築物に対して、FEM を用いた詳細検討を行い、安全上支障がないことを確認する。FEM を用いた詳細検討については、本文では検討方針、検討方法及び検討結果の概要を示すこととし、検討条件及び検討結果の詳細は別紙 2 に示す。

本資料における検討フローを第 1.-2 図に示す。

また、本資料は、今回設工認申請（令和 2 年 12 月 24 日申請）のうち、以下に示す添付書類の補足説明に該当するものである。

- ・再処理施設 添付書類「IV-2-1-1-1 安全冷却水 B 冷却塔の耐震性に関する計算書」のうち「a. 安全冷却水 B 冷却塔の地震応答計算書」
- ・MOX 燃料加工施設 添付書類「III-3-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」

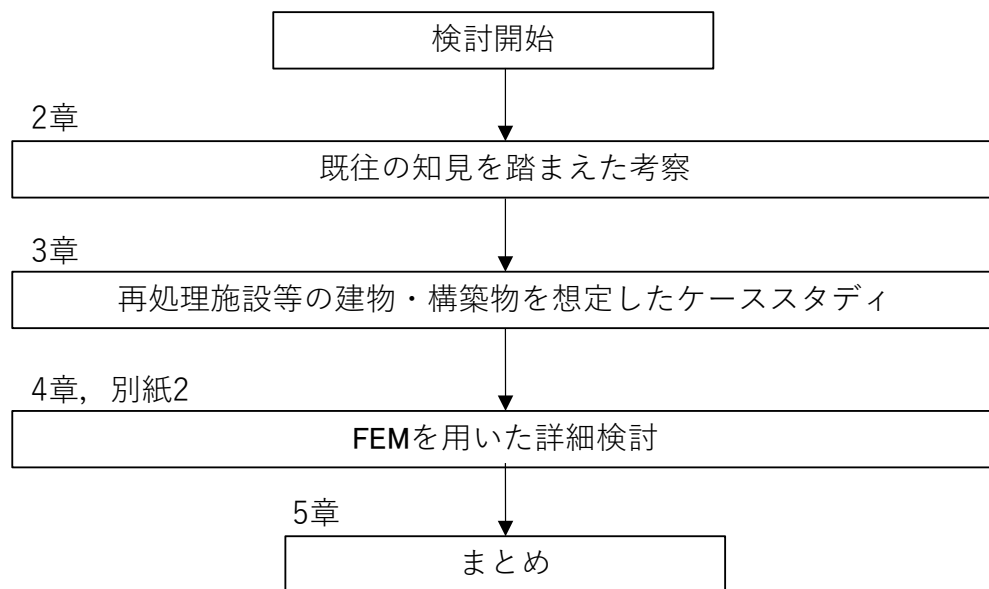
 : Sクラス施設又は常設耐震重要重大事故等対処設備の間接支持構造物
 : 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設



建物・構築物名称	
前処理建屋	AA
分離建屋	AB
精製建屋	AC
低レベル廃液処理建屋	AD
ハル・エンドピース貯蔵建屋	AE
制御建屋	AG
分析建屋	AH
出入管理建屋	AK
主排気筒管理建屋	AP
北換気筒管理建屋	AQ
試薬建屋	AR
緊急時対策建屋	AZ
主排気筒（基礎）	A1基礎
北換気筒（基礎）	A2基礎
安全冷却水A冷却塔（基礎）	A4A基礎
安全冷却水B冷却塔（基礎）	A4B基礎
ウラン脱硝建屋	BA
ウラン酸化物貯蔵建屋	BB
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	CA
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	CB
低レベル廃棄物処理建屋	DA
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	DB
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC
ガラス固化体受入れ建屋	EA
ガラス固化体貯蔵建屋	EB

建物・構築物名称	
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	FB
使用済燃料輸送容器管理建屋（除染エリア）	FC (FCJ)
使用済燃料輸送容器管理建屋（空使用済燃料輸送容器保管庫）	FC (FCK)
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）	FC (FCM)
使用済燃料輸送容器管理建屋（トレーラエリア）	FC (FCT)
第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	FD
安全冷却水系冷却塔A（基礎）	F1A基礎
安全冷却水系冷却塔B（基礎）	F1B基礎
第1非常用ディーゼル発電設備重油タンク室（基礎）	F2基礎
非常用電源建屋	GA
非常用電源燃料タンク基礎	GAT基礎
ユーティリティ建屋	GC
冷却塔A、B（基礎）	G10基礎
第1保管庫・貯水所	G13
第2保管庫・貯水所	G14
第1軽油貯蔵所（基礎）	G15基礎
第2軽油貯蔵所（基礎）	G16基礎
重油貯蔵所（基礎）	G17基礎
高レベル廃液ガラス固化建屋	KA
第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	KB(E)
第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB(W)
燃料加工建屋	PA
エネルギー管理建屋	PB

第1.-1図 再処理事業所の構内配置図



第 1.-2 図 本資料の検討フロー

2. 既往の知見を踏まえた考察

本章では、既往の知見に基づく検討結果から一般論として隣接建屋の影響を考察する。

2.1 「NUPEC 試験」について

(財)原子力発電技術機構において、建屋の隣接効果を明らかにすることを目的とした「原子炉建屋の隣接効果試験¹⁾」(以下「NUPEC 試験」という)の一環として、原子炉施設の実際の建屋配置状況に則して実地盤上に建設された鉄筋コンクリート製試験体を用いた検討が実施されている。この試験では、地盤及び試験体に設置された加速度計により地震観測を実施し、建屋が隣接状態にある場合の振動性状について検討が実施されている。ここでは、地震観測に基づく検討結果から隣接効果が建屋応答に及ぼす影響について検討する。

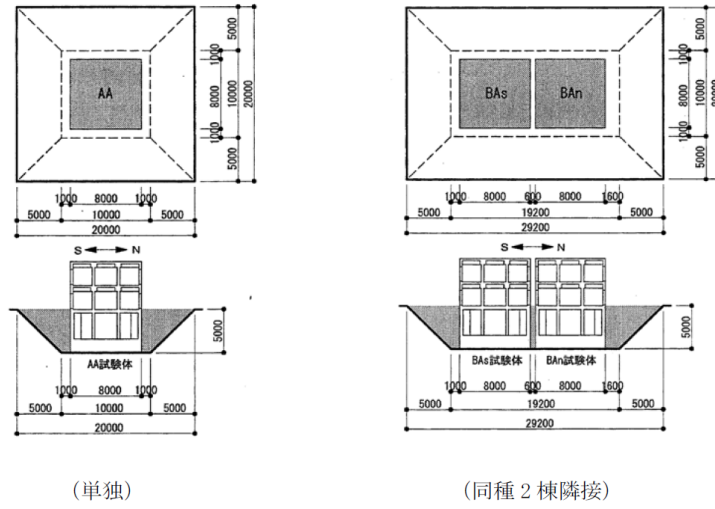
2.1.1 試験概要

「NUPEC 試験」の中では、原子炉建屋に対して、原子炉建屋あるいは制御建屋等の振動特性が同種の建屋が隣接する場合について、検討を実施している。ここでは、その検討結果を示す。

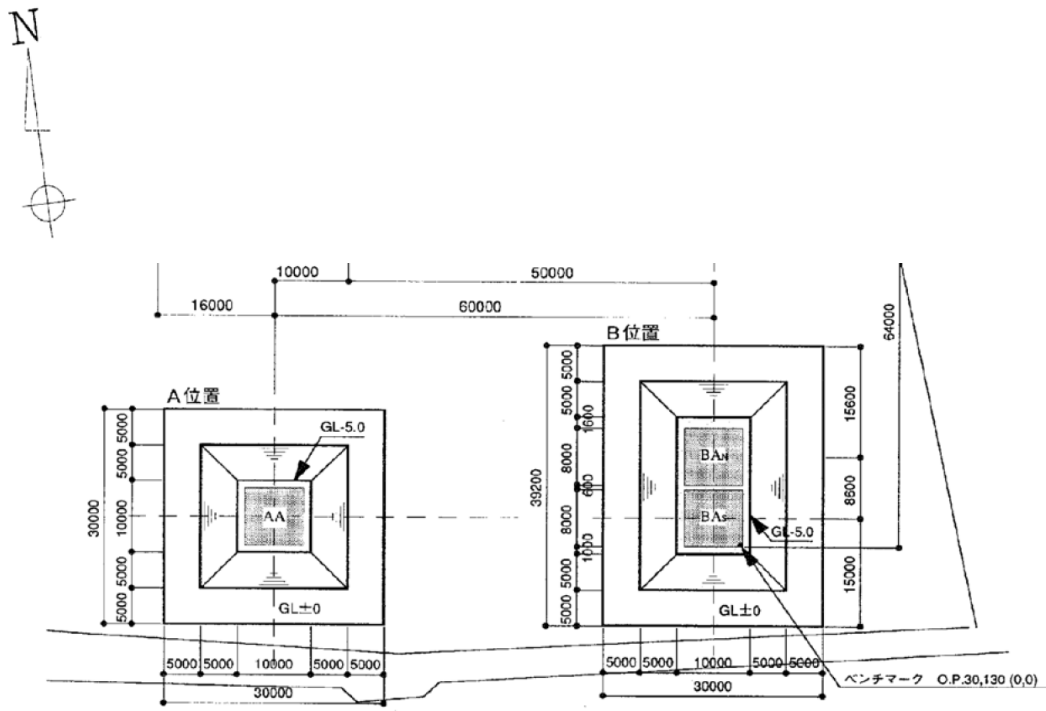
試験においては、単独で設置された建屋試験体及び同種 2 棟の建屋を隣接させた試験体(以下「試験体(単独)」及び「試験体(同種 2 棟隣接)」という)を用いて、地震観測が実施されている。

試験体(単独)(AA 建屋)及び試験体(同種 2 棟隣接)(BAS 建屋及び BAN 建屋)の各建屋は、8m×8m のほぼ正方形の平面を成し、基礎下端から建屋頂部までの高さは 10.5m である。埋込みの有無が隣接効果に及ぼす影響を把握するため、埋込みのない状態で試験が開始されており、後に試験体下部 5m を埋込んだ状態で地震観測が実施されている。地盤及び建屋各部には加速度計が配置されており、自由地盤及び建屋の応答加速度が計測されている。

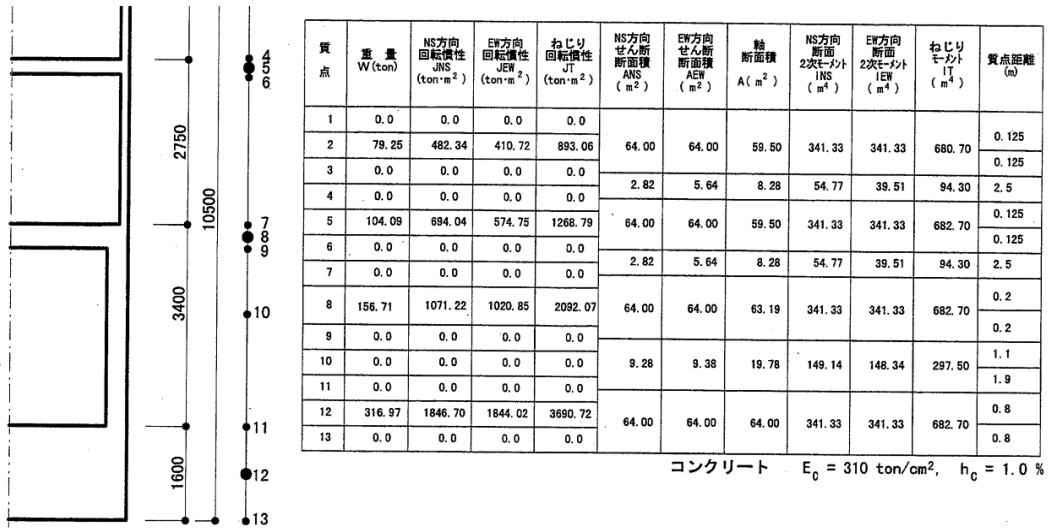
試験体の概要を第 2.1.1-1 図に、試験体配置図を第 2.1.1-2 図に、試験体建屋諸元を第 2.1.1-3 図に、試験体内の加速度計配置図を第 2.1.1-4 図に、検討ケースを第 2.1.1-1 表にそれぞれ示す。



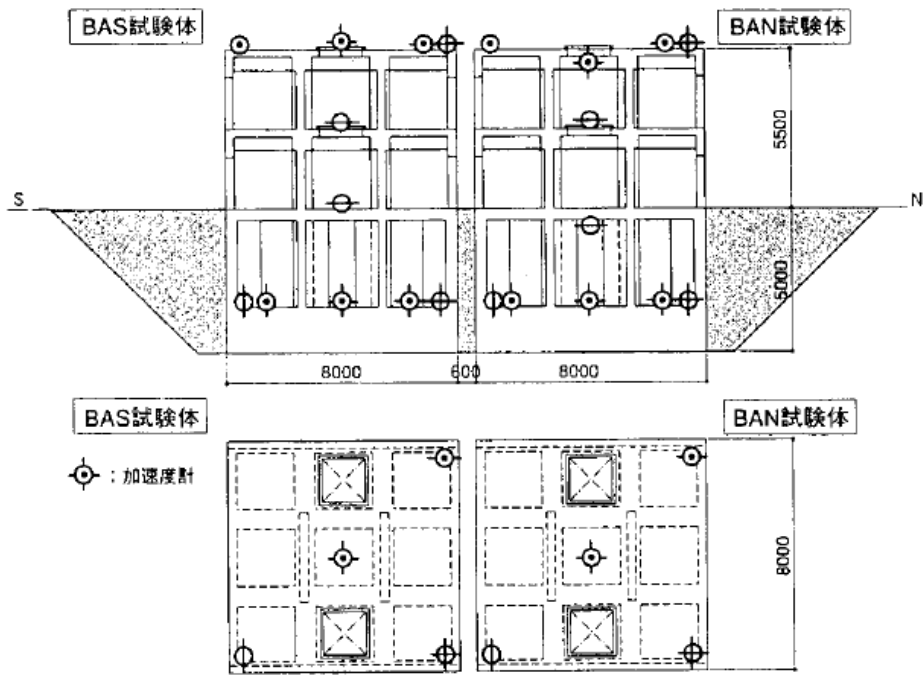
第 2.1.1-1 図 試験体の概要¹⁾



第 2.1.1-2 図 試験体配置図¹⁾



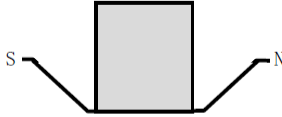
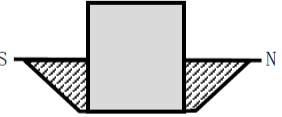


第 2.1.1-3 図 試験体建屋諸元¹⁾



第 2.1.1-4 図 試験体内の加速度計配置図 (BAS, BAN 試験体)¹⁾

※AA 試験体内の加速度計も、上記試験体の配置に準ずる。

第 2.1.1-1 表 検討ケース

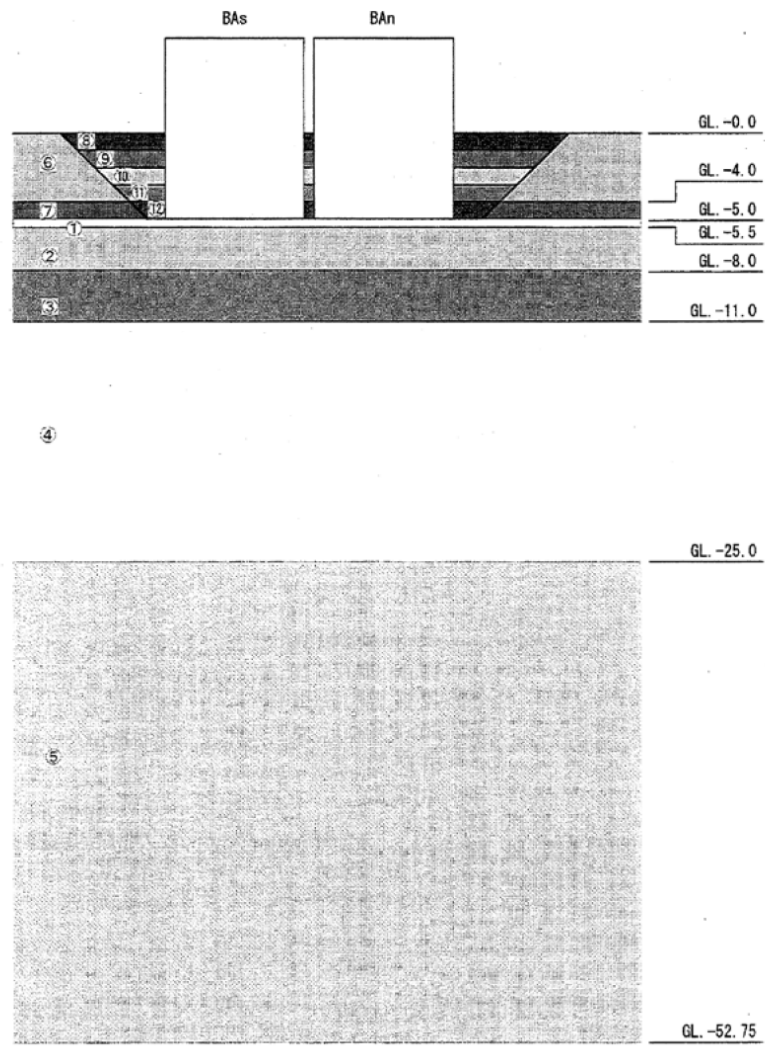
試験体	埋込み無し	埋込み有り
単独		
同種 2 棟隣接		

2.1.2 地盤物性

試験体設置地盤の概要を第 2.1.2-1 表及び第 2.1.2-1 図に示す。第 2.1.2-1 表中の①～⑦層は埋込み無しと埋込み有りの試験体に共通で、⑧～⑫層は、埋め戻し土のため埋込み有りの試験にのみ適用される。

第 2.1.2-1 表 地盤物性値¹⁾

層No.	深度(m)	層厚(m)	S波速度 Vs(m/sec)	P波速度 Vp(m/sec)	ポアソン比	単位体積重量 (t/m ³)	減衰定数 h(%)
①	-5.0~-5.5 (緩み層)	0.5	150	228	0.120	1.94	5
②	-5.5~-8.0	2.5	340	750	0.371	1.94	5
③	-8.0~-11.0	3.0	430	1130	0.415	1.94	2
④	-11.0~-25.0	14.0	1290	2990	0.386	2.21	2
⑤	-25.0~-52.75	27.75	1590	3250	0.343	2.21	2
⑥	0.0~-3.8	3.8	(160)	(380)	(0.392)	(1.64)	-
⑦	-3.8~-5.0	1.2	(320)	(650)	(0.340)	(1.85)	-
⑧	0.0~-1.0	1.0	155	360	0.386	1.77	5
⑨	-1.0~-2.0	1.0	205	370	0.279	1.77	5
⑩	-2.0~-3.0	1.0	215	380	0.265	1.77	5
⑪	-3.0~-4.0	1.0	225	390	0.251	1.77	5
⑫	-4.0~-5.0	1.0	235	420	0.272	1.77	5



第 2.1.2-1 図 地盤層番号図¹⁾

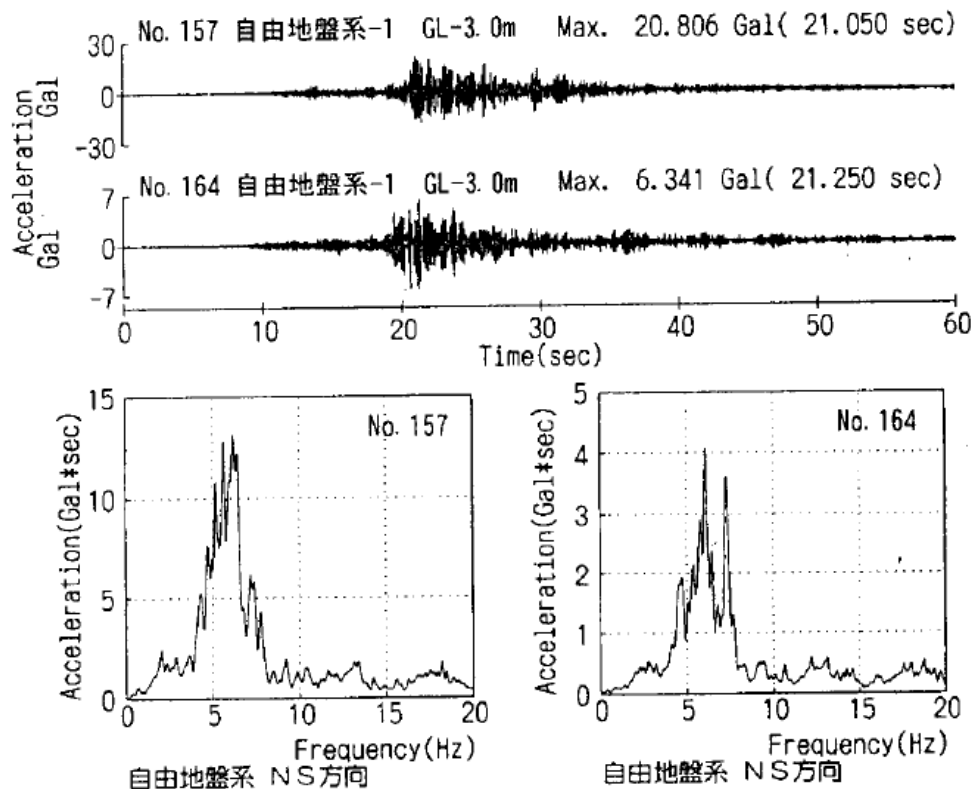
2.1.3 地震観測記録

本検討に使用した地震観測記録（観測番号：No. 157, No. 164）の概要を第 2.1.3-1 表に示す。観測記録 No. 157 は、試験体の建屋下部を埋め込んでいない状態のときの観測記録であり、観測記録 No. 164 は、埋め込んだ状態のときの観測記録である。

また第 2.1.3-1 図に自由地盤(GL. -3.0m)の加速度時刻歴波形及びフーリエスペクトルを示す。両地震ともに震央位置及び震源深さが近接し、観測波形の形状は類似している。鈴木ら²⁾は、表層ではスペクトルに見られる明瞭なピークから、水平の 1 次卓越振動数は 6Hz 前後としており、これは表層地盤の卓越振動数に対応するものと考察している。

第 2.1.3-1 表 地震観測記録²⁾

観測番号	観測日	M	震央	震央距離 (km)	震源距離 (km)
No. 157	H10. 1. 31	5. 1	青森県東方沖	66	89
No. 164	H10. 11. 7	4. 6	浦賀沖	71	95



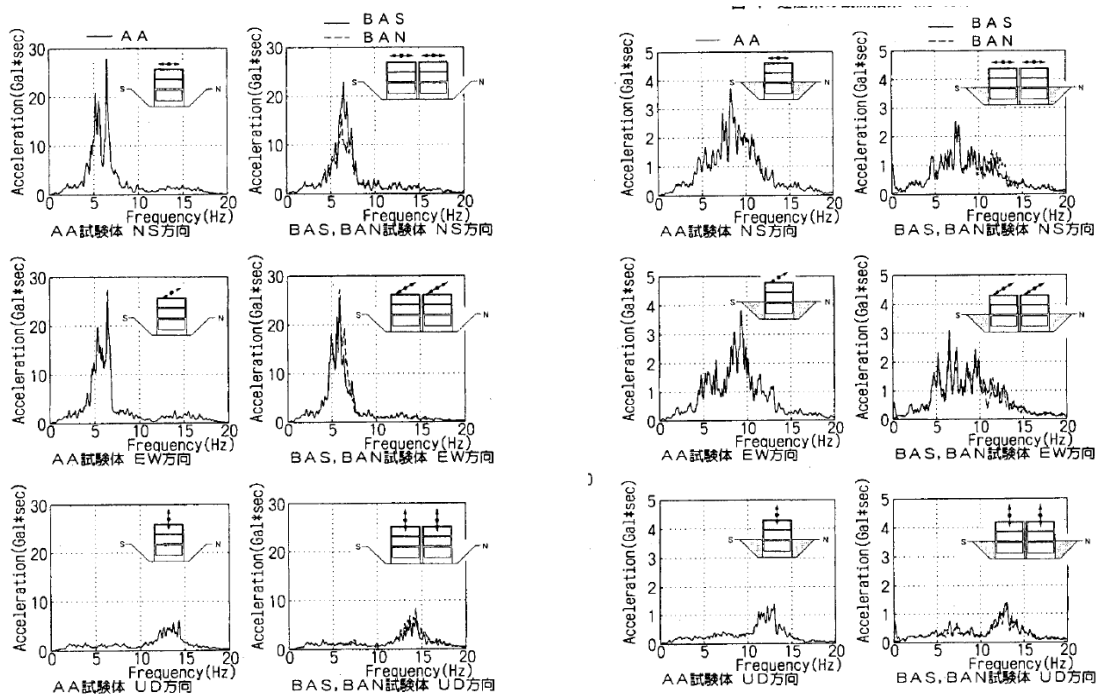
第 2.1.3-1 図 地震観測記録の自由地盤での加速度時刻歴波形及びフーリエスペクトル²⁾

2.1.4 建屋応答の比較

鈴木ら²⁾は、第2.1.3-1表の観測記録による試験体（単独）及び試験体（同種2棟隣接）の水平方向の最大加速度は、試験体の建屋下部を埋め込まない状態で計測した観測記録No.157の場合、両試験体の観測結果に明瞭な差が認められないと考察している。

一方、試験体の建屋下部を埋め込んだ状態で計測した観測記録No.164の場合、NS方向、EW方向ともに隣接配置された試験体（同種2棟隣接）の最大加速度が単独に比べ小さくなり、建屋が隣接する方向（NS方向）では単独に比べ、80~90%程度、建屋隣接方向に直交する方向（EW方向）では、70%前後の低下率になると考察している。

また、両地震による建屋頂部での加速度記録のフーリエスペクトルを第2.1.4-1図のとおりに整理し、単独と同種2棟隣接の比較において、埋込み無しの状態では水平、上下ともに類似のスペクトル形状であるのに対し、埋込み有りの状態では同種2棟隣接の方が水平方向のピーク振幅が明らかに低下する傾向が見られると考察している。



(a) 埋込み無し (No. 157)

(b) 埋込み有り (No. 164)

第2.1.4-1図 建屋観測結果の比較（単独と同種2棟隣接）²⁾

2.1.5 検討結果

「NUPEC 試験」の一環として実地盤上に建設された鉄筋コンクリート製試験体における地震観測による検討について、単独で設置された建屋試験体と同種 2 棟の建屋を隣接させた試験体の建屋応答の比較をまとめたものを第 2.1.5-1 表に示す。建屋が隣接する場合の地震応答は、単独の場合と比較してほぼ同等または低減される傾向となることが確認されている。

また、本検討では、平成 6 年度から平成 13 年度までの 8 年間にわたる「NUPEC 試験」結果の一例を示したが、一連の試験の中では、他に試験体（単独）と試験体（異種 2 棟隣接）の地震観測、起振試験及び室内試験、並びにそれらのチェックシミュレーションを通して、様々な条件下における隣接効果について検討が実施されている。これらの検討により、隣接効果は、隣接する建屋が、建屋と地盤との相互作用である「地盤ばね」及び「基礎入力動」に与える影響によるものであることが確認されている。

さらに、隣接効果による建屋応答の性状変化は、建屋条件により固有のものとなることが明らかにされているが、定性的には、建屋が隣接した状態と単独の状態を比較した場合、隣接した状態の方が建屋応答が低減される傾向にあることが確認されている。

第 2.1.5-1 表 建屋応答の比較

	試験体（単独）と試験体（同種 2 棟隣接）	
	建屋並び方向 (NS 方向)	建屋の並びに直角な方向 (EW 方向)
埋込み無し	ほぼ同等	ほぼ同等
埋込み有り	単独に比べ、同種 2 棟隣接は 80～90%程度の低下	単独に比べ、同種 2 棟隣接は 70%前後の低下

2.2 既往の3次元FEMモデルを用いた検討

中村ら³⁾は隣接建屋が建屋応答に与える影響を把握するため、3次元FEMモデルを用いた検討を実施している。

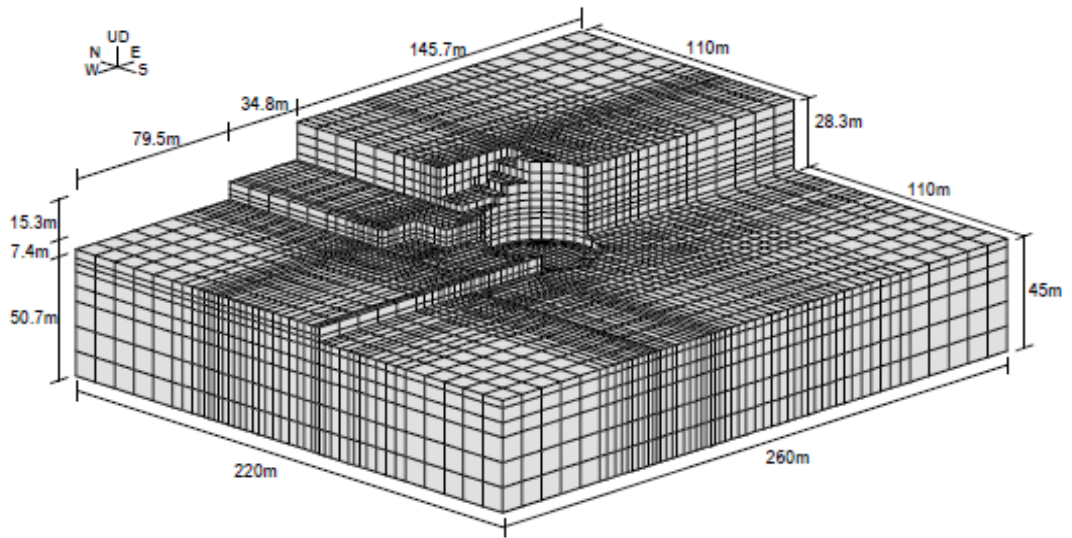
2.2.1 検討概要

本検討では、第2.2.1-1図に示すような隣接建屋（原子炉補助建屋（A/B））を考慮しないモデルと隣接建屋を考慮したモデルの2種類の3次元FEMモデルを構築し、評価対象である原子炉建屋（R/B）の基礎底面における地盤インピーダンス*及び基礎入力動の加速度応答スペクトルを比較することで、隣接建屋が地震応答解析に用いる建屋－地盤連成モデル及び入力地震動に与える影響を確認している。

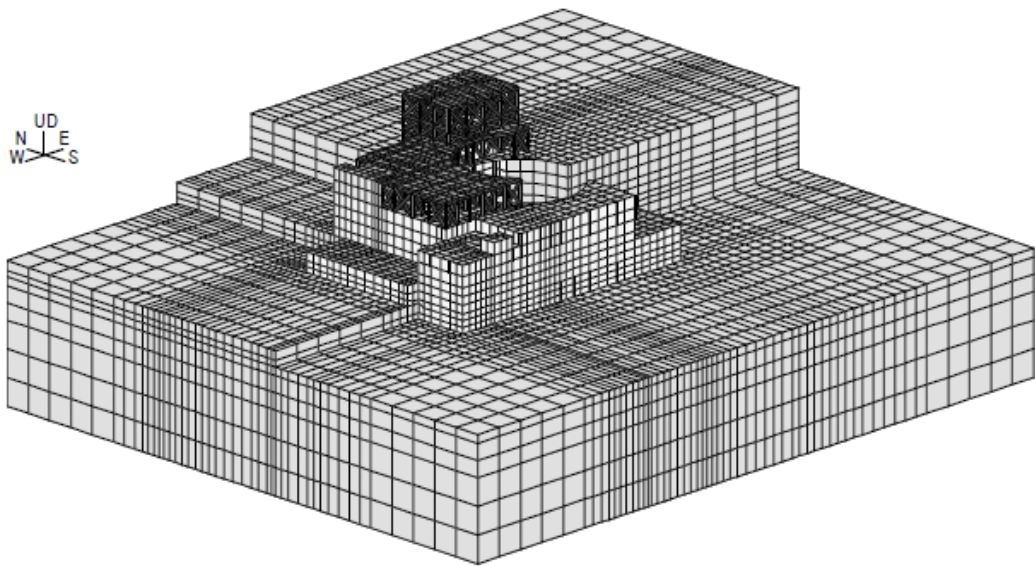
なお、本検討は $V_s=1,650\text{m/s}$ の硬質な岩盤に直接支持される原子力施設を対象に実施されている。

注記*：地盤インピーダンス

地盤－建物間の相互作用を考慮した、基礎底面における動的地盤ばね（剛性と減衰）であり、振動数依存性を有する複素数となる。（第2.2.1-2図）

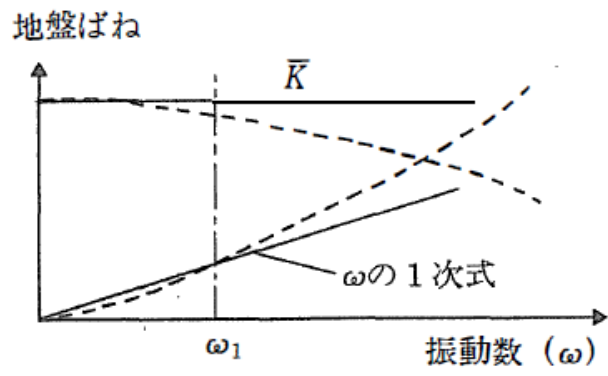


(a) 隣接建屋非考慮



(b) 隣接建屋考慮

第 2.2.1-1 図 3次元 FEM モデル³⁾

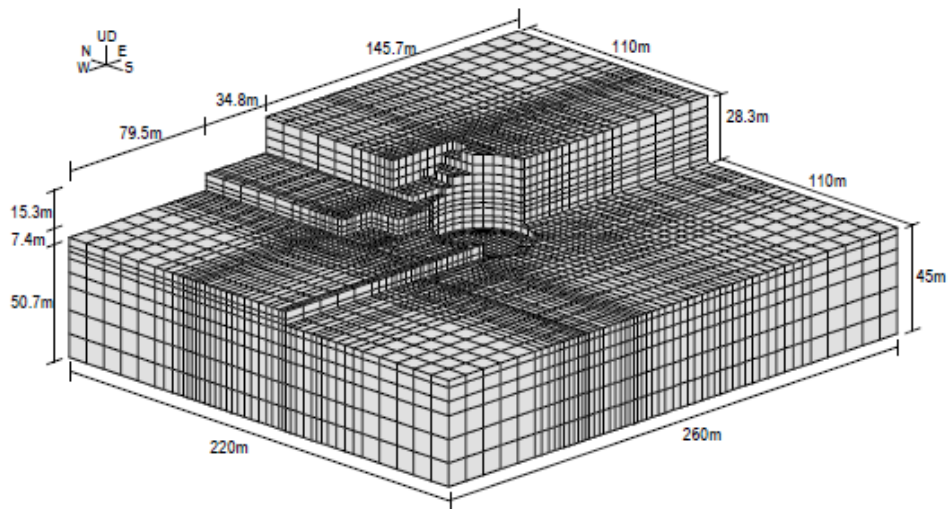


第 2.2.1-2 図 地盤ばねの近似⁴⁾

2.2.2 地盤のモデル化

本検討で使用する地盤 FEM の形状を第 2.2.2-1 図に示す。地盤はソリッド要素でモデル化されている。地盤は硬質で一様な物性の岩盤とし、本検討で想定する地震動に対して弾性状態と考えられることから、線形材料とされている。地盤物性を第 2.2.2-1 表に示す。

地盤の境界条件については、底面及び側面ともに粘性境界とされている。このとき、粘性境界付近での解析精度の低下が、評価対象である R/B の基礎底面の応答に与える影響を低減させるために、評価対象である R/B の基礎底面に比べて地盤 FEM モデルの平面サイズを十分に大きく設定されている（約 5～6 倍）。



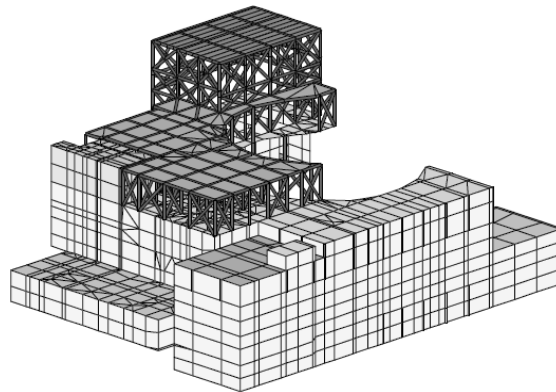
第 2.2.2-1 図 地盤 FEM モデル³⁾

第 2.2.2-1 表 地盤物性一覧

せん断波速度 Vs (m/s)	ポアソン比 ν	減衰定数 h (%)	単位体積重 量 γ (t/m ³)
1650	0.40	3.0	2.6

2.2.3 隣接建屋のモデル化

本検討で使用する隣接建屋（原子炉補助建屋（A/B））のモデル形状を第 2.2.3-1 図に、隣接建屋の各部材のモデル化について第 2.2.3-1 表に示す。なお、A/B は高さ方向に比べて平面的に十分な広がりを持っており、基礎の浮上り応答が支配的ではないと考えられることから、本検討において隣接建屋の基礎浮上りは考慮していない。



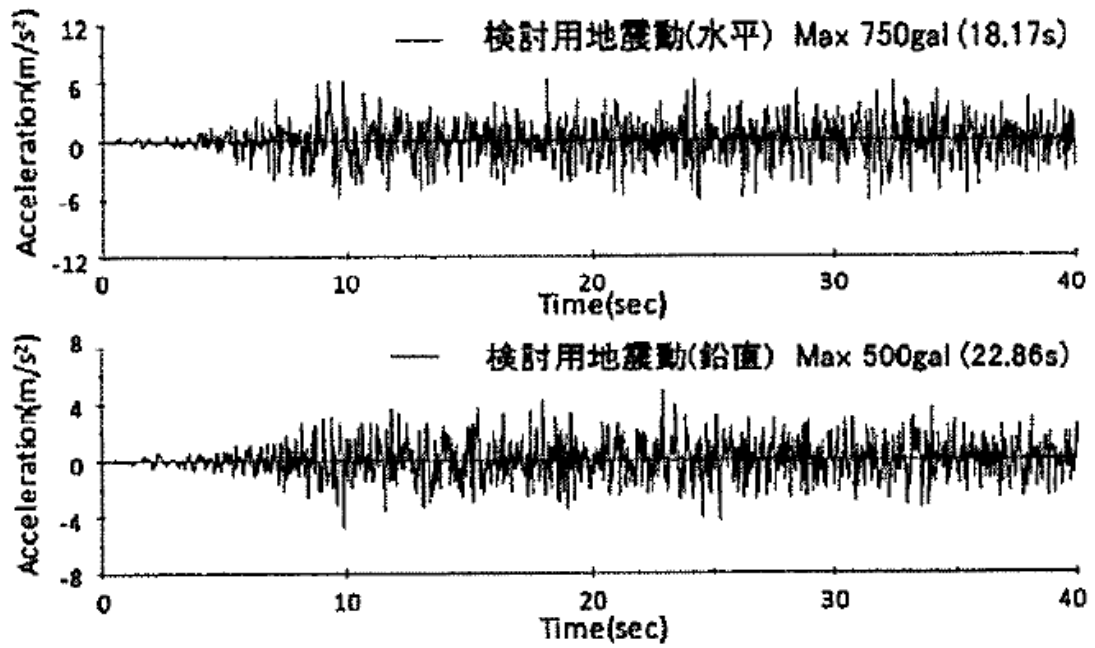
第 2.2.3-1 図 隣接建屋（原子炉補助建屋(A/B)）のモデル形状図³⁾

第 2.2.3-1 表 原子炉補助建屋(A/B)の各部材のモデル化について

名称 (略号)	部材	構成要素
原子炉 補助建屋 (A/B)	壁	非線形シェル要素
	スラブ	線形シェル要素
	鉄骨部	梁要素及び トラス要素

2.2.4 検討用地震動及び解析条件

検討用地震動として、水平最大加速度 750gal の模擬地震動（第 2.2.4-1 図）が用いられており、入力にあたっては、地盤 FEM モデル（隣接建屋無し）の R/B 基礎底面位置の応答が検討用地震動と等価となるような補正波を作成し、地盤 FEM モデル底面に入力されている。



第 2.2.4-1 図 検討用地震動³⁾

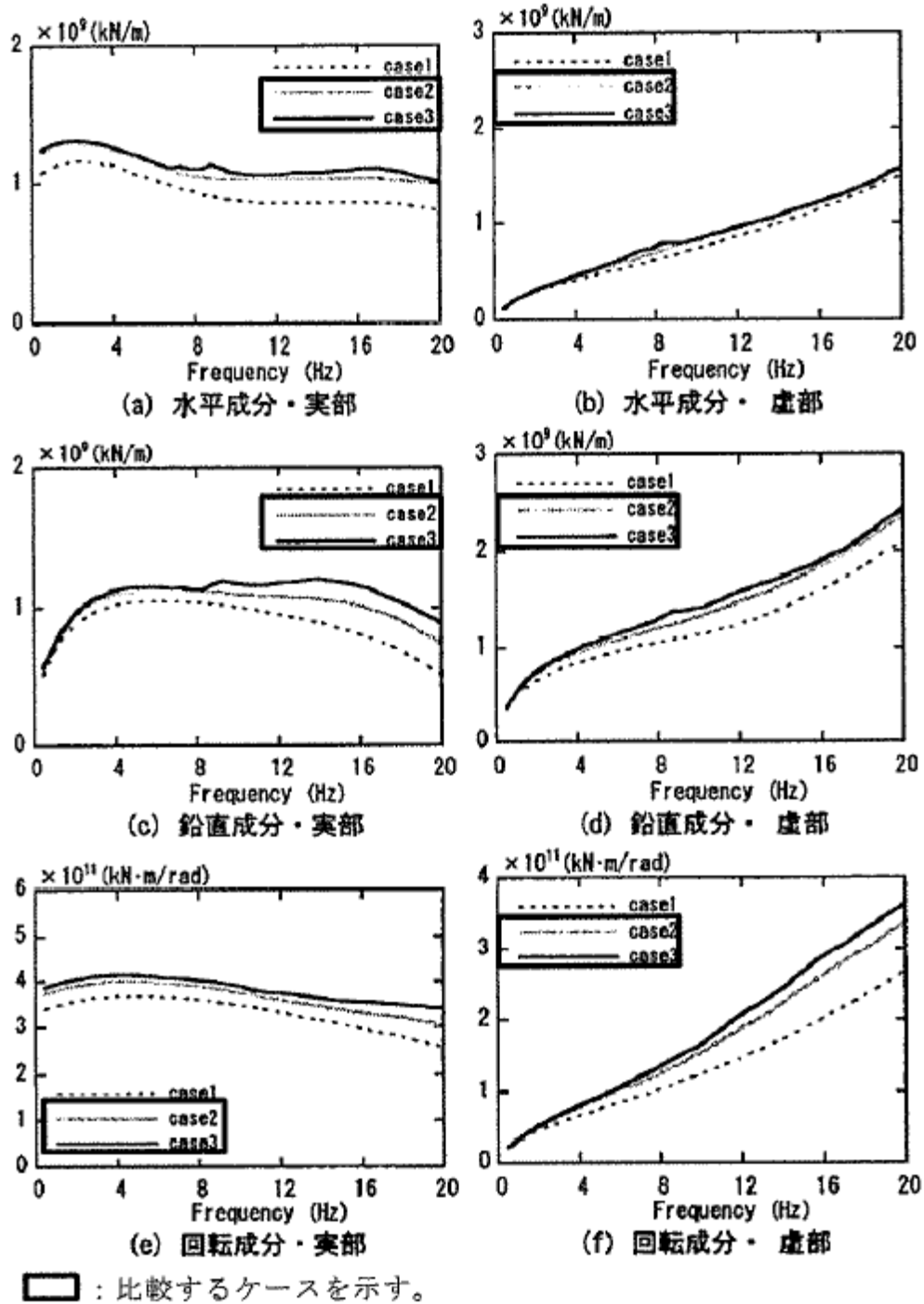
2.2.5 検討結果

(1) 地盤インピーダンス（動的地盤ばね）の比較

検討では解析モデル間の地盤インピーダンス（動的地盤ばね）の比較が行われている。解析モデルは第 2.2.1-1 図に示したモデルであり，隣接建屋を考慮しないモデルを Case2，隣接建屋を考慮したモデルを Case3 と呼称されている。検討は，水平(EW)，鉛直，回転(NS 方向周り)の 3 成分について行われている。

インピーダンス算定においては，R/B の基礎底面位置の地盤表面を剛とし，インパルス加振が行われている。インパルス加振の時刻歴波と剛板の応答変位時刻歴波をフーリエ変換し，振動数領域で除算を行うことにより，地盤インピーダンスが算定されている。

第 2.2.5-1 図に入力成分ごとの各ケースの地盤インピーダンスの比較を示す。Case2 及び Case3 の地盤インピーダンスは，8Hz 以上で若干差異が見られるが，全体としては良く対応しており，地盤インピーダンス（動的地盤ばね）における隣接建屋の影響は比較的小さいといえると考察している。



(Case2 : 隣接建屋を考慮しない, Case3 : 隣接建屋を考慮する)

第 2.2.5-1 図 地盤インピーダンスの比較³⁾

(2) 基礎入力動の加速度応答スペクトルの比較

検討では、検討用地震動による基礎入力動の評価が行われている。基礎入力動は、第 2.2.1-1 図に示したモデルにおいて R/B の基礎底面に入力される地震動として定義されている。

第 2.2.2-1 図の地盤 FEM モデルの底面から、「2.2.4 検討用地震動」の補正波を入力し、R/B の基礎底面位置の応答が比較されている。検討において設定されている解析ケースを第 2.2.5-1 表に示す。水平単独入力と水平鉛直同時入力でケース分けされている。

基礎底面位置における最大加速度の比較を第 2.2.5-2 表に、加速度応答スペクトルの比較を第 2.2.5-2 図に示す。

検討では、比較の結果、水平・鉛直ともに Case2 と Case3 の差異は小さく、隣接建屋による基礎入力動への影響は小さいといえと考察している。

第 2.2.5-1 表 解析ケース

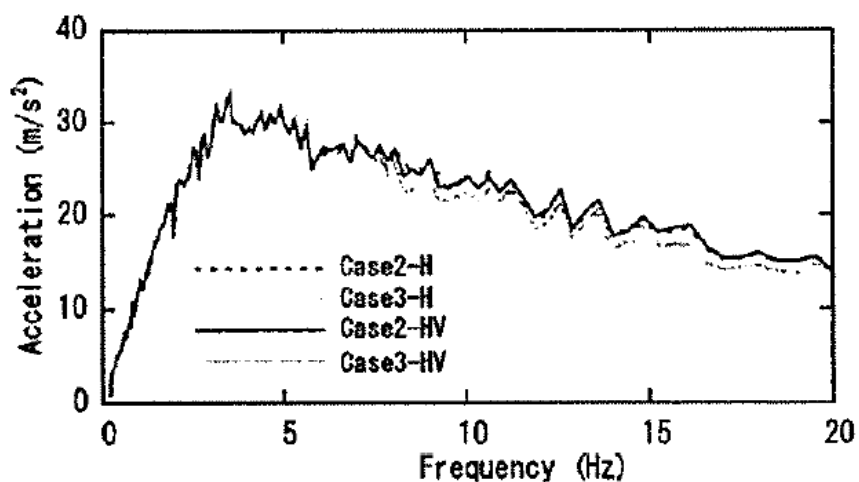
ケース名*1	隣接建屋考慮の有無	入力地震*2
Case2-H	無し	H
Case3-H	有り	H
Case2-HV	無し	H+V
Case3-HV	有り	H+V

注記*1：隣接建屋の検討に用いているケースを示す。

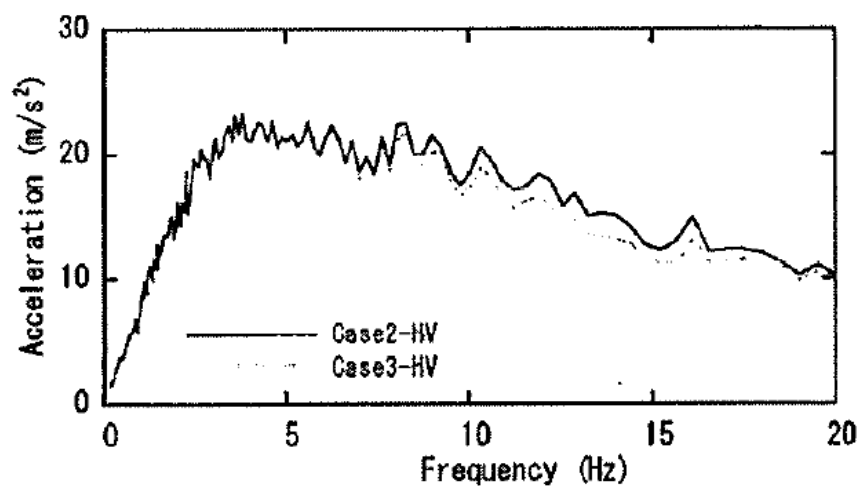
*2：H は水平単独入力，H+V は水平鉛直同時入力を意味する。

第 2.2.5-2 表 基礎底面位置における最大加速度 (cm/s²)

ケース名	水平加速度	鉛直加速度
Case2-H	609	—
Case3-H	601	—
Case2-HV	621	454
Case3-HV	618	448



(a) 水平加速度応答スペクトル



(b) 鉛直加速度応答スペクトル

第 2.2.5-2 図 基礎底面位置の加速度応答スペクトルの比較 (h=1%)³⁾

上記, (1), (2)の結果より, 隣接建屋が地震応答解析に用いる建屋-地盤連成モデル及び入力地震動に与える影響が小さいことを確認することで, 隣接建屋が建屋応答に与える影響は小さいと考察している。

2.3 再処理施設等の建物・構築物への適用性について

「2.1 「NUPEC 試験」について」及び「2.2 既往の3次元FEMモデルを用いた検討」で確認を行った既往の知見によると、隣接建屋が建屋応答に与える影響は小さいとされていることを確認した。

なお、上述の既往の知見は発電炉を対象にしたものであるが、再処理施設等の建物・構築物は、以下①～③に示すとおり、発電炉の建物・構築物と地震応答解析に係る構造的特徴及び想定する地震動に関して類似性を有することから、発電炉に対する知見を、再処理施設等の建物・構築物に適用しても差し支えないと判断した。

- ①：再処理施設等の建物・構築物と発電炉の建物・構築物は、どちらも遮蔽や閉じ込め機能を兼ねるため、JEAG4601に基づく耐震設計を行っており、平面的に釣り合いよく配置された耐震壁を主たる耐震要素とするRC造の壁式構造である。
- ②：再処理施設等の建物・構築物と発電炉の建物・構築物は、どちらも1次固有モードが卓越し、且つ、1次固有周期が短い剛な構造物であるとともに、堅固な岩盤に支持されている。
- ③：再処理施設等の建物・構築物と発電炉の建物・構築物は、想定する地震動（基準地震動 S_s ）の入力レベル及び地震に対する建屋応答が概ね同程度である。

次章では、再処理事業所等の建物・構築物を想定したケーススタディを実施することで、当社事業所における隣接建屋の影響有無について確認する。

【参考文献】

- 1) 耐震安全解析コード改良試験原子炉建屋の隣接効果試験に関する報告書，(財)原子力発電技術機構，平成14年3月
- 2) 鈴木 篤他，「地震観測に基づく構造物の隣接効果の検討」，日本建築学会学術講演梗概集，21169，PP.337-338，2000年9月
- 3) 中村 尚弘他，「原子力発電所建屋の地震応答性状に与える不整形地盤および隣接建屋の影響に関する研究」，2012年3月，構造工学論文集，日本建築学会
- 4) 原子力発電所耐震設計技術指針4601-1991 追補版，(社)日本電気協会

3. 再処理施設等の建物・構築物を想定したケーススタディ

3.1 ケーススタディの概要

本章では、再処理施設等の建物・構築物を想定したケーススタディを実施したうえで、当社事業所における隣接建屋の影響有無について総合的な確認を行う。確認は以下の手順で行う。

まず、ケーススタディでは、既往の知見を参考に、隣接建屋に影響を与える要因を抽出したうえで、別紙 1 に示す再処理事業所等の建物・構築物の建屋構造特性の整理結果に基づき、その特徴を反映した複数の検討ケースを設定することで、再処理施設等の建物・構築物に対して網羅的な判定を行うこととする。

次に、各検討ケースに対して、隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析を実施し、建屋単独の場合の結果と比較することで、隣接建屋の影響有無の判定における重量比及び離隔距離の閾値を設定するとともに、その結果を、当社事業所における隣接建屋の影響有無の判定フローとして設定する。

最後に、再処理施設等の各建物・構築物に対して、ケーススタディの結果を踏まえて設定した判定フローに基づき、隣接建屋の影響有無の判定を行う。判定フローにより、「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物については、「4. FEM を用いた詳細検討」において、建屋を質点系モデルとし、地盤を 3 次元 FEM モデルとした地盤 3 次元 FEM モデルを用いた検討を実施し、耐震評価において安全上支障がないことを確認する。

3.1.1 隣接建屋に影響を与える要因の抽出

隣接建屋に影響を与える要因として、「2. 既往の知見を踏まえた考察」を参考に、「隣接建屋との距離」、「地盤への埋込みの有無」及び「隣接建屋との規模差」を抽出した。以下にそれぞれの要因を抽出した理由を示す。

(a) 隣接建屋との距離

評価対象建屋に、地盤を介して伝播する隣接建屋の地震時応答は、地盤の減衰効果により、その伝播距離に応じて影響が低減されることから、隣接建屋との距離を要因として抽出した。

(b) 地盤への埋込みの有無

「2.1 「NUPEC 試験」について」の検討結果より、評価対象建屋の一部が地盤に埋め込まれて設置されている場合、隣接建屋の地震時応答が、建屋側面地盤を介して評価対象建屋に伝播することの影響が大きいと判断したことから、地盤への埋込みの有無を要因として抽出した。

(c) 隣接建屋との規模差

隣接建屋の建屋規模が評価対象建屋に比べて大きい場合、隣接建屋が存在することによる評価対象建屋の地盤インピーダンス（地盤との相互作用）への影響が大きいと判断した

ことから、隣接建屋との規模差を要因として抽出した。

なお、地盤インピーダンスに大きく影響を与える建屋規模の要素としては、平面規模及び重量が考えられるが、平面規模と重量の間には相関関係があることから、本検討では、建屋の重量に着目した検討を行うこととする。

3.1.2 ケーススタディの検討方針

ケーススタディの検討方針を以下に示す。

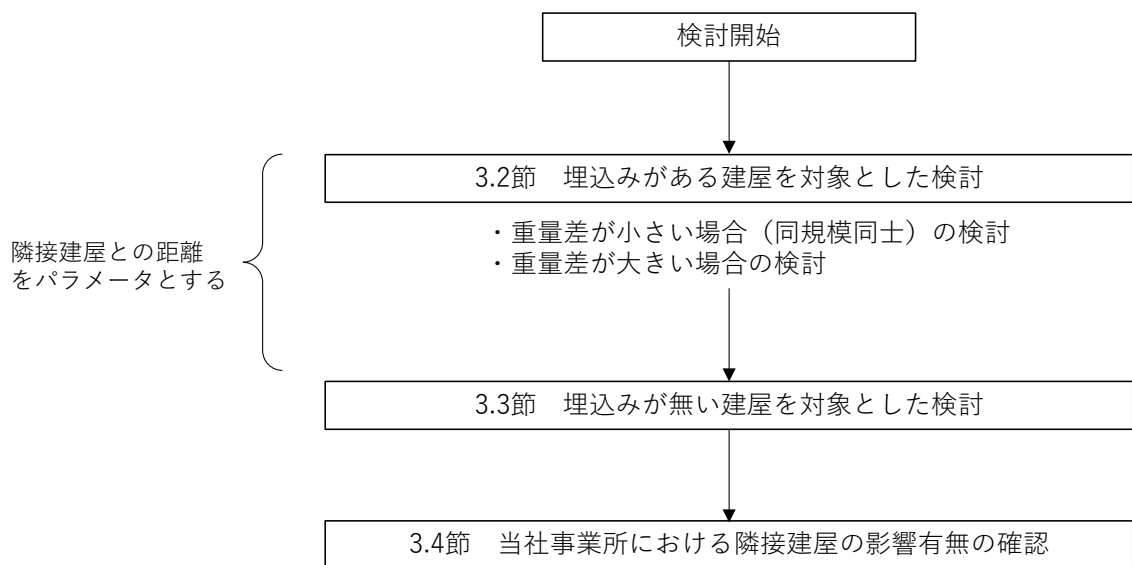
再処理施設等の建物・構築物を想定したケーススタディは、隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析を実施し、建屋単独の場合の結果と比較することにより行う。

ケーススタディは、「隣接建屋との距離」をパラメータとして地震応答解析モデルに反映し、建屋応答への影響を確認する。

評価対象建屋及び隣接建屋については、当社事業所内に実在する建物の中から選定することとし、その建屋諸元は、添付書類「耐震性に関する説明書」の地震応答計算書に示す解析モデルの諸元に倣うものとする。また、検討条件として、「地盤への埋込みの有無」及び「隣接建屋との規模差」を設定し、再処理施設等の建物・構築物の中から該当する建屋を複数選定する。

最後に、再処理施設等の各建物・構築物に対して、ケーススタディの検討結果を踏まえ、その適用性に留意したうえで、当社事業所における隣接建屋の影響有無について総合的な確認を行う。

ケーススタディの検討フローを第3.1.2-1図に示す。



第3.1.2-1図 ケーススタディの検討フロー

3.1.3 検討ケース

ケーススタディの検討ケースを第 3.1.3-1 表に示す。

(a) 埋込みがある建屋を対象とした検討（ケース 1-1, ケース 1-2）

ケース 1-1 及びケース 1-2 では、地盤への埋込みがある建屋を対象として検討を行うこととし、隣接建屋との規模差として、重量差が小さい場合（同規模同士）の検討（ケース 1-1）と重量差が大きい場合の検討（ケース 1-2）を行う。

検討に用いる解析モデルには、隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析モデルとして、評価対象建屋と隣接建屋を質点系モデルとし、建屋間に存在する地盤を建屋間結合ばねとして考慮した解析モデル（以下、「SR 連成モデル」という。）を用いる。検討においては、隣接建屋との距離をパラメータとして建屋間結合ばねのばね定数を変化させた地震応答解析を複数実施し、建屋単独の場合の結果と比較する。

建屋単独の場合の地震応答解析モデルは、隣接建屋の影響を考慮した場合の解析モデルから、隣接建屋及び建屋間結合ばねを取り除いた解析モデルとする。

(b) 埋込みが無い建屋を対象とした検討（ケース 2）

ケース 2 では、地盤への埋込みが無い建屋を対象として検討を行う。地盤への埋込みが無い建屋としては、屋外機械基礎を想定しており、それに隣接する建屋は、対象となる屋外機械基礎よりも基本的には規模が大きな建屋となるため、重量差が大きい場合（評価対象建屋<隣接建屋）の検討を行う。

検討に用いる解析モデルには、隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析モデルとして、評価対象建屋と隣接建屋を質点系モデルとし、地盤を 3 次元 FEM モデルとした地盤 3 次元 FEM モデルを用いる。なお、本検討では隣接建屋との距離をパラメータとした解析は実施しないこととし、その理由は 3.3.1 節にて後述する。

建屋単独の場合の地震応答解析モデルは、隣接建屋の影響を考慮した場合の解析モデルから、隣接建屋を取り除いたうえで、隣接建屋が埋め込まれていた部分を地盤とした解析モデルとする。

第 3.1.3-1 表 ケーススタディの検討ケース

ケース	地盤への埋込みの有無	検討用モデル	隣接建屋との規模差	隣接建屋との距離	対応する節番号
1-1	埋込み有	SR 連成モデル	重量差小 (同規模同士)	0.1m~20.0m	3.2 節 (3.2.4 節)
1-2			重量差大	0.1m~20.0m	3.2 節 (3.2.5 節)
2	埋込み無	地盤 3 次元 FEM モデル	重量差大 (評価対象建屋 < 隣接建屋)	18.0m	3.3 節

3.2 埋込みがある建屋を対象とした検討（ケース 1-1, ケース 1-2）

3.2.1 検討概要

本節では、埋込みがある建屋を対象とした検討を行う。

重量差を要因としたケース 1-1 及びケース 1-2 の検討に用いる建屋概要を第 3.2.1-1 表に示す。

重量差が小さい場合（同規模同士）の検討（ケース 1-1）としては、重量が概ね等しいウラン・プルトニウム混合脱硝建屋とウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋を想定した検討を行い、建屋単独の場合の結果と比較する。

重量差が大きい場合の検討（ケース 1-2）の場合としては、重量差が大きい燃料加工建屋とウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋を想定した検討を行い、建屋単独の場合の結果と比較する。

また、それぞれの検討ケースについて、隣接建屋との距離（以下、「離隔距離」という。）をパラメータとした検討を行う。

第 3.2.1-1 表 検討に用いる建屋概要
(a) 重量差小（同規模同士）（ケース 1-1）

建屋モデル	想定する建屋	重量比	離隔距離
A	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	(A : B) 5 : 4 程度	0.1m, 1.0m, 5.0m, 7.0m, 10.0m, 15.0m, 20.0m
B	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋		

(b) 重量差大（ケース 1-2）

建屋モデル	想定する建屋	重量比	離隔距離
C	燃料加工建屋	(C : D) 4 : 1 程度	0.1m, 1.0m, 5.0m, 7.0m, 10.0m, 15.0m, 20.0m
D	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋		

※：建屋モデル B と D は、単独の場合は、同じモデルであるが、隣接建屋の影響を考慮した場合は、隣接建屋と連成する建屋間結合ばねのばね定数が異なる。

3.2.2 検討用モデル

隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析モデルは、隣接する2棟のSRモデルを、建屋間結合ばねで連成したSR連成モデルとし、その建屋諸元は、添付書類「耐震性に関する説明書」の地震応答計算書に示す解析モデルの諸元に倣うものとする。

SR連成モデルは、建屋間に存在する地盤を介した相互作用を建屋間結合ばねとして考慮することで、建屋側面地盤を介して隣接建屋同士が相互に及ぼしあう影響を表現できるモデルであり、「建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計（日本建築学会、2006年）」において紹介されている。なお、SR連成モデルは、隣接建屋の影響として、底面地盤を介した相互影響については考慮していないことから、建屋側面地盤を介した相互作用の影響が支配的であると仮定した解析モデルであると言えるが、これは、「2.1 「NUPEC試験」について」の検討結果とも対応している。

建屋間結合ばねは、原子力発電所耐震設計技術指針4601-1991追補版（（社）日本電気協会）（以下、「JEAG 4601-1991 追補版」という。）に記載の多質点系並列地盤モデルの軸ばね K_N として、以下の評価式で評価する。

建屋間結合ばね定数の算定にあたっては、第3.2.2-1図に示す建屋間に存在する地盤の支配面積（＝建屋間の投影幅×支配厚さ）に対して算定する。

$$K_N = E \cdot A_N / \{(1 - \nu^2) \cdot L_E\}$$

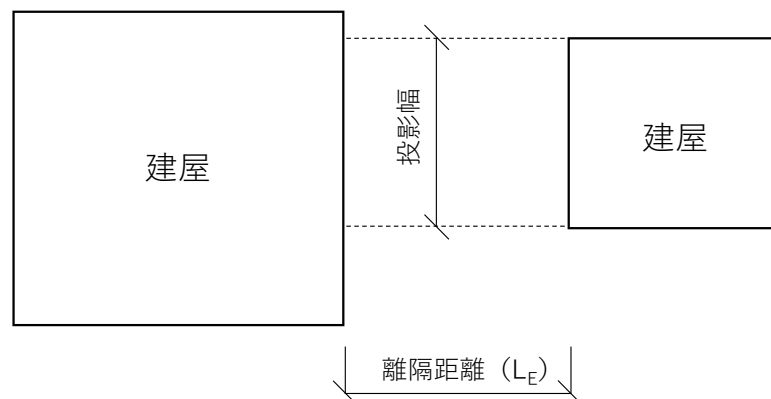
E ：地盤のヤング係数

ν ：地盤のポアソン比

A_N ：軸ばねの支配面積（＝建屋間の投影幅×支配厚さ）

L_E ：水平方向土中間隔（＝建屋間の離隔距離）

軸ばねの支配面積（ A_N ）＝投影幅×支配厚さ



第3.2.2-1図 建屋間結合ばねの算定範囲

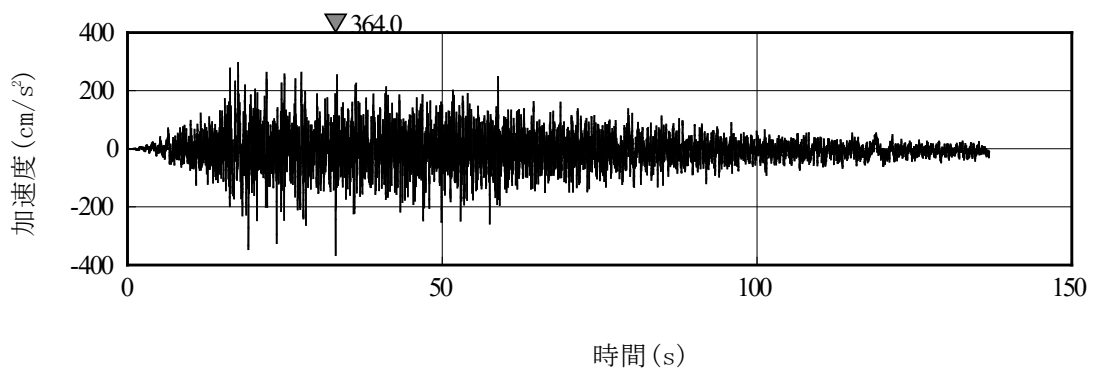
また、建屋単独の場合の地震応答解析モデルは、隣接建屋の影響を考慮した場合の解析モデルから、隣接建屋及び建屋間結合ばねを取り除いた解析モデルとする。

3.2.3 検討用地震動及び検討用モデルへの入力方法

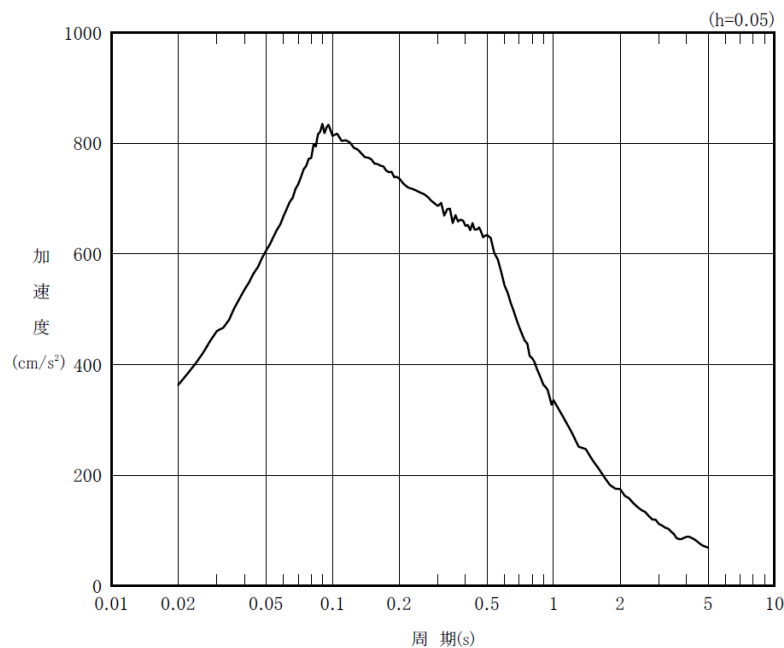
本ケーススタディは、隣接建屋の影響程度の把握を主たる検討目的としていることから、材料の非線形特性による影響を受けないよう、地震応答解析は線形解析とする。

検討用地震動は、添付書類「基準地震動 Ss 及び弾性設計用地震動 Sd の概要」に示す解放基盤表面レベルで定義された弾性設計用地震動 Sdのうち、卓越周期に著しい偏りがなく、継続時間が長い Sd-A を用いる。Sd-A の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを第 3.2.3-1 図及び第 3.2.3-2 図に示す。

検討用モデルへの入力方法は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルで定義される検討用地震動 Sd-A に対する建屋基礎底面及び側面地盤ばねレベルでの地盤の応答を入力することとし、建屋毎にそれぞれ評価する。なお、入力の方は、建屋の並び方向に対して行うこととする。



第 3.2.3-1 図 Sd-A の加速度波形



第 3.2.3-2 図 Sd-A の加速度応答スペクトル

3.2.4 重量差が小さい場合（同規模同士）の検討（ケース 1-1）

重量差が小さい場合（同規模同士）の検討として、再処理事業所等の建物・構築物において重量が概ね等しいウラン・プルトニウム混合脱硝建屋（建屋モデル A）とウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋（建屋モデル B）を想定した検討（ケース 1-1）を行う。

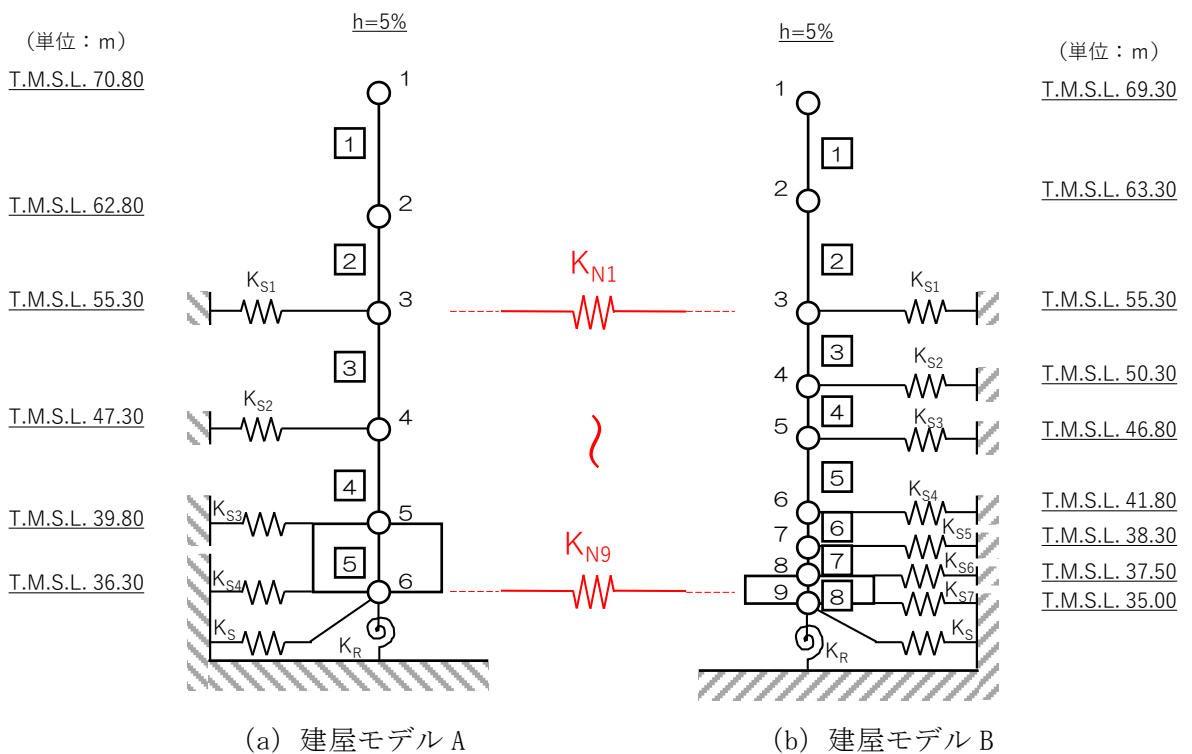
建屋モデル A と建屋モデル B の重量比（A:B）は、5：4 程度である。

(1) 検討用モデルの解析諸元

検討に用いる解析モデルは、「3.2.2 検討用モデル」に示すとおりである。

ケース 1-1 の検討で用いる地震応答解析モデルを第 3.2.4-1 図に、地震応答解析モデルの諸元を第 3.2.4-1 表に、地盤定数を第 3.2.4-2 表に、地盤ばね定数と減衰係数を第 3.2.4-3 表に、建屋間結合ばねのばね定数を第 3.2.4-4 表に、建屋間結合ばねの算定範囲を第 3.2.4-2 図に示す。

なお、本検討の検討用地震動は、弾性設計用地震動 S_d (S_d -A) であることから、部材の非線形特性は考慮しない。



注記：建屋間結合ばね $K_{N1} \sim K_{N9}$ の詳細は第 3.2.4-4 表による。

第 3.2.4-1 図 地震応答解析モデル

第 3.2.4-1 表 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

(a) 建屋モデル A

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)
①	70.80	140360	2.69	①	70.80~62.80	4.94	164.4
②	62.80	137730	2.64	②	62.80~55.30	5.59	191.4
③	55.30	196430	7.77	③	55.30~47.30	17.04	336.6
④	47.30	212230	8.39	④	47.30~39.80	21.69	369.2
⑤	39.80	231550	9.16	⑤	39.80~36.30	175.50	4112.0
⑥	36.30	173590	6.86	—	—	—	—
建屋総重量		1091890	—	—	—	—	—

(b) 建屋モデル B

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)
①	69.30	17960	0.2	①	69.30~63.30	0.04	29.3
②	63.30	135270	34.0	②	63.30~55.30	10.90	203.5
③	55.30	139420	35.0	③	55.30~50.30	11.37	263.2
④	50.30	75960	19.1	④	50.30~46.80	11.31	263.7
⑤	46.80	138610	34.8	⑤	46.80~41.80	12.92	292.5
⑥	41.80	79780	20.0	⑥	41.80~38.30	12.44	319.4
⑦	38.30	87500	21.9	⑦	38.30~37.50	12.44	319.4
⑧	37.50	90300	22.7	⑧	37.50~35.00	70.81	2824.6
⑨	35.00	83110	20.8	—	—	—	—
建屋総重量		847910	—	—	—	—	—

第 3.2.4-2 表 地盤定数

(a) 建屋モデル 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 ($\times 10^4 \text{kN/m}^2$)	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
55.00	埋戻し土	3.85	17.8	5.67	177	416	0.04	0.39
51.15		3.85	18.0	5.92	180	423	0.07	
47.30		3.75	18.1	6.86	193	454	0.08	
43.55		3.75	18.2	8.36	212	500	0.08	
39.80		1.75	18.3	9.73	228	538	0.08	
38.05		1.75	18.3	12.0	239	564	0.07	
36.30	鷹架層	13.30	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		88.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

(b) 建屋モデル B

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 ($\times 10^4 \text{kN/m}^2$)	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		
55.00	埋戻し土	2.35	17.8	5.76	178	419	0.03	0.39		
52.65		2.35	17.9	5.62	175	413	0.06			
50.30		1.75	18.0	5.86	179	421	0.07			
48.55		1.75	18.0	6.14	183	431	0.07			
46.80		2.50	18.1	6.71	191	449	0.08			
44.30		2.50	18.1	7.68	204	480	0.08			
41.80		1.75	18.2	8.65	216	508	0.08			
40.05		1.75	18.2	9.53	227	534	0.08			
38.30		0.40	18.3	10.1	233	548	0.07			
37.90		0.40	18.3	10.4	236	556	0.07			
37.50		1.25	18.3	10.8	241	567	0.07			
36.25		1.25	18.3	11.4	247	582	0.07			
35.00		鷹架層	12.00	15.7	53.8	580	1710		0.03	0.44
23.00			41.00	15.3	85.5	740	1870		0.03	0.41
-18.00	52.00		17.4	140	890	2030	0.03	0.38		
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37		

第 3.2.4-3 表 地盤ばね定数と減衰係数

(a) 建屋モデル A

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S1}	3	9.09×10^5	5.22×10^5
	K _{S2}	4	2.05×10^6	1.11×10^6
	K _{S3}	5	2.03×10^6	9.42×10^5
	K _{S4}	6	7.92×10^5	3.30×10^5
底面スウェイばね	K _S	6	1.38×10^8	4.32×10^6
底面ロッキングばね	K _R	6	2.14×10^{11}	2.42×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

(b) 建屋モデル B

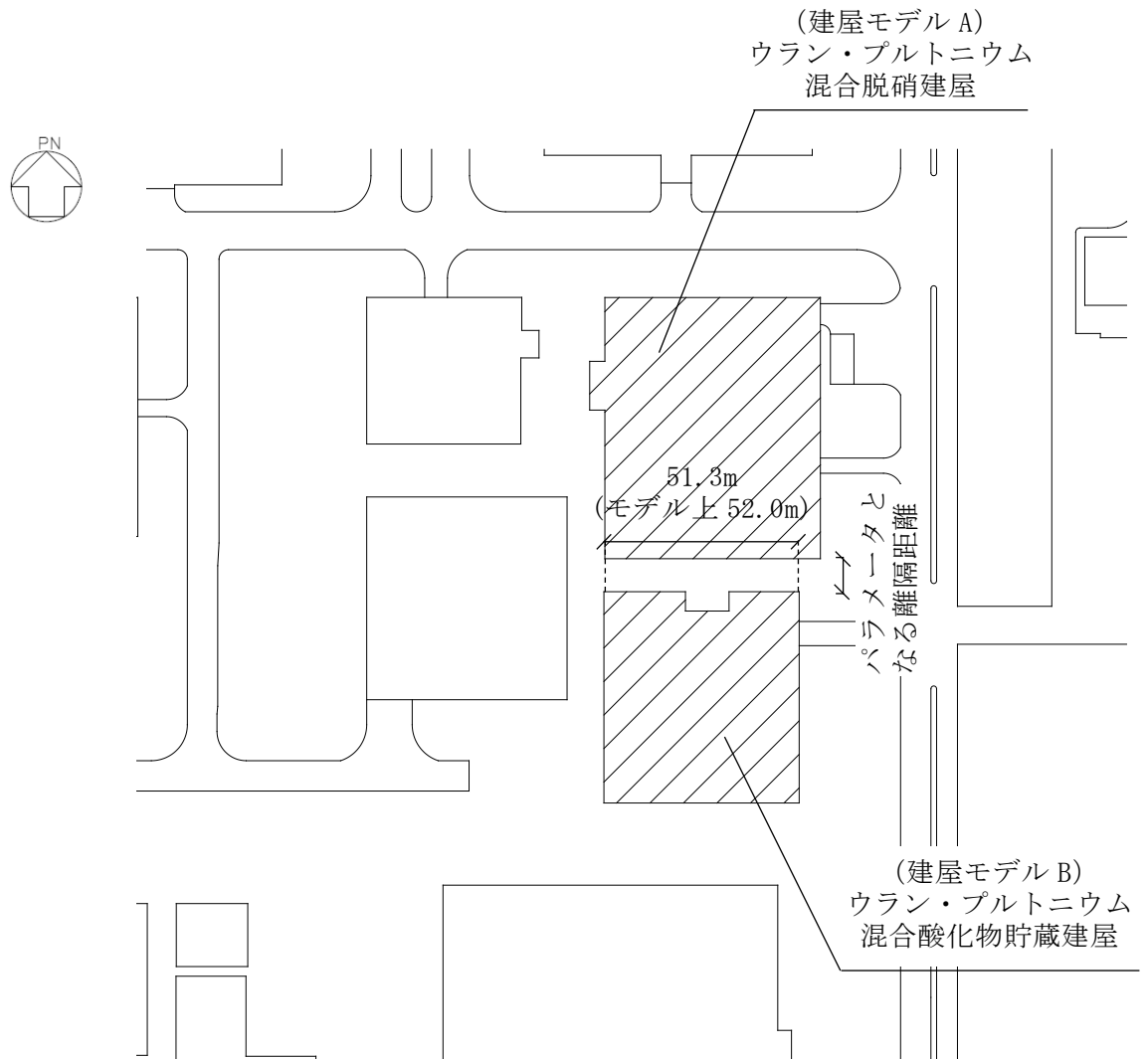
		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K _{S1}	3	5.63×10^5	2.42×10^5
	K _{S2}	4	9.77×10^5	4.23×10^5
	K _{S3}	5	1.15×10^6	4.69×10^5
	K _{S4}	6	1.43×10^6	5.24×10^5
	K _{S5}	7	8.67×10^5	2.91×10^5
	K _{S6}	8	7.38×10^5	2.36×10^5
	K _{S7}	9	5.93×10^5	1.84×10^5
底面スウェイばね	K _S	9	1.11×10^8	2.88×10^6
底面ロッキングばね	K _R	9	1.02×10^{11}	7.68×10^8

注記：スウェイばね：ばね定数 (kN/m)，減衰係数 (kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数 (kN・m/rad)，減衰係数 (kN・m・s/rad)

第 3.2.4-4 表 建屋間結合ばね定数

標高 T. M. S. L. (m)	建屋間 結合ばね	層厚 (m)	質点番号		ばね定数 ($\times 10^6 \text{ kN/m}$)						
			建屋 モデルA	建屋 モデルB	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10m	離隔距離 15m	離隔距離 20m
55.00	K_{N1}	2.35	3	3	229	22.9	4.58	3.27	2.29	1.53	1.14
52.65	K_{N2}	1.50		4	4	144	14.4	2.89	2.06	1.44	0.962
51.15	K_{N3}	2.60	4		5	259	25.9	5.19	3.71	2.59	1.73
48.55	K_{N4}	4.25		4	6	473	47.3	9.46	6.76	4.73	3.15
44.30	K_{N5}	0.75	5		6	93.0	9.30	1.86	1.33	0.930	0.620
43.55	K_{N6}	3.50		5	7	493	49.3	9.86	7.04	4.93	3.29
40.05	K_{N7}	2.00	6		7	327	32.7	6.53	4.67	3.27	2.18
38.05	K_{N8}	0.15		6	8	26.6	2.66	0.532	0.380	0.266	0.177
37.90	K_{N9}	1.60	6		9	161	16.1	3.21	2.29	1.61	1.07
36.30	K_{N9}										

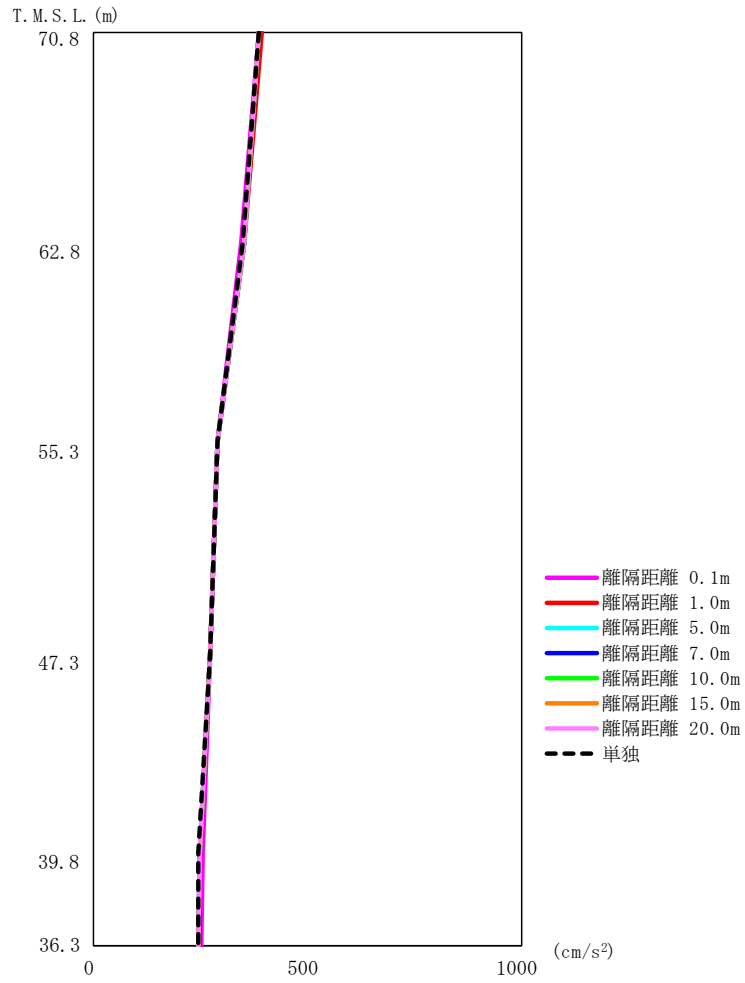


第 3.2.4-2 図 建屋間結合ばねの算定範囲 (ケース 1-1)

(2) 解析結果

建屋モデル A の最大応答値を第 3.2.4-3 図～第 3.2.4-5 図及び第 3.2.4-5 表～第 3.2.4-7 表に，加速度応答スペクトルを第 3.2.4-6 図～第 3.2.4-11 図に示す。

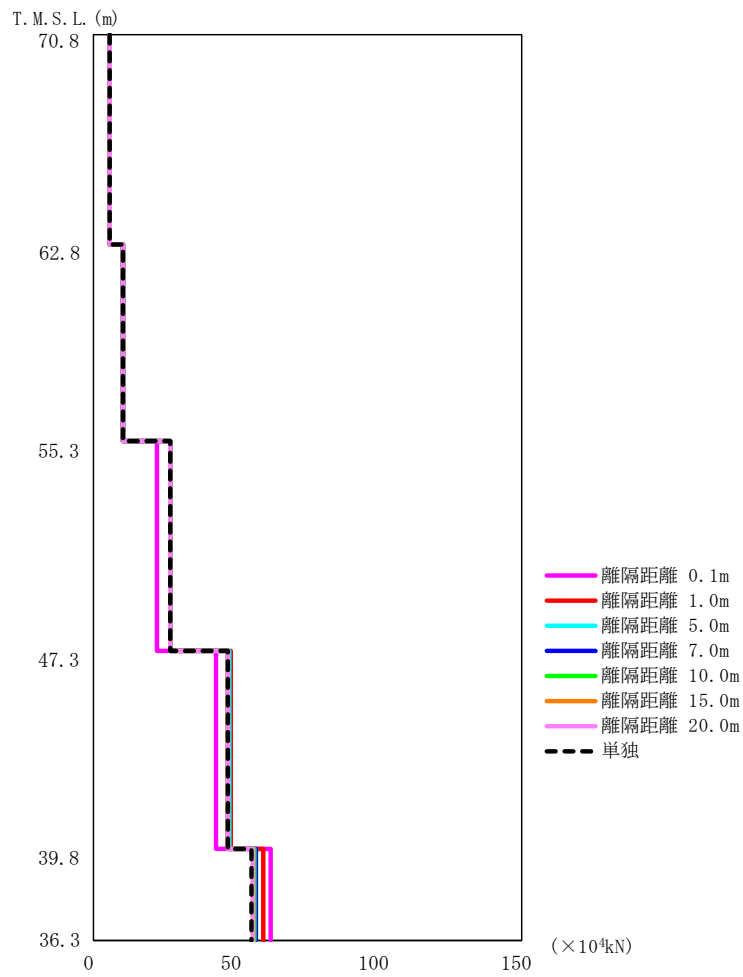
建屋モデル B の最大応答値を第 3.2.4-12 図～第 3.2.4-14 図及び第 3.2.4-8 表～第 3.2.4-10 表に，加速度応答スペクトルを第 3.2.4-15 図～第 3.2.4-23 図に示す。



第3.2.4-3図 建屋モデルAの最大応答加速度

第3.2.4-5表 建屋モデルAの最大応答加速度一覧表

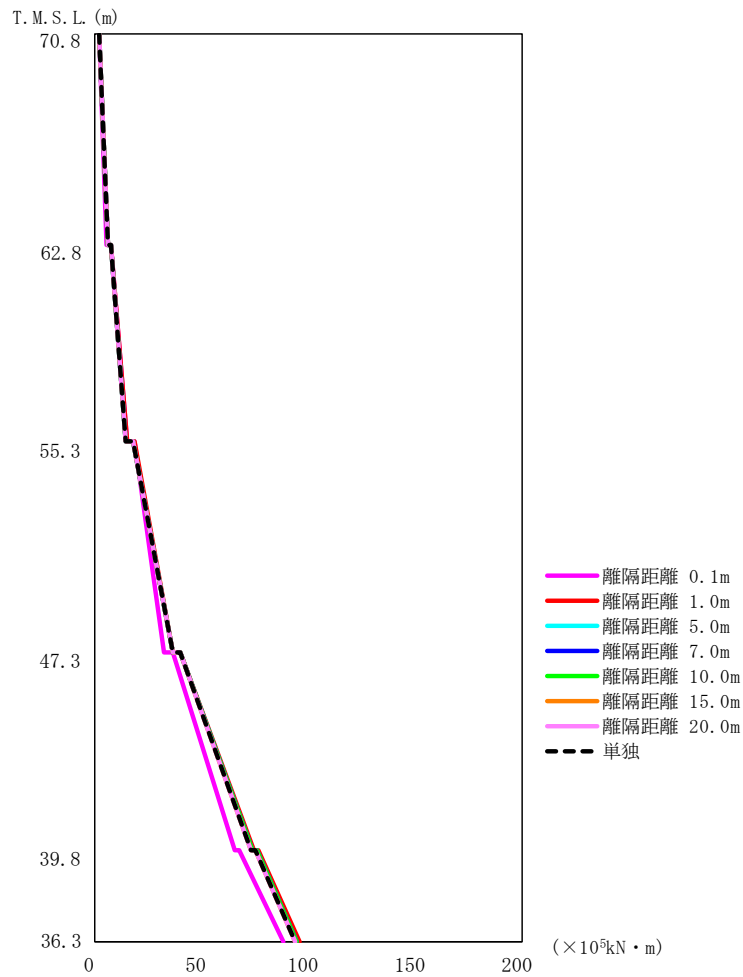
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)							
		单独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
70.8	1	384	384	391	384	384	384	385	385
62.8	2	348	344	352	349	349	349	349	349
55.3	3	288	289	289	289	289	289	289	289
47.3	4	270	270	273	271	271	271	271	271
39.8	5	245	253	247	246	246	246	246	246
36.3	6	244	251	245	244	244	244	244	244



第3.2.4-4図 建屋モデルAの最大応答せん断力

第3.2.4-6表 建屋モデルAの最大応答せん断力一覧表

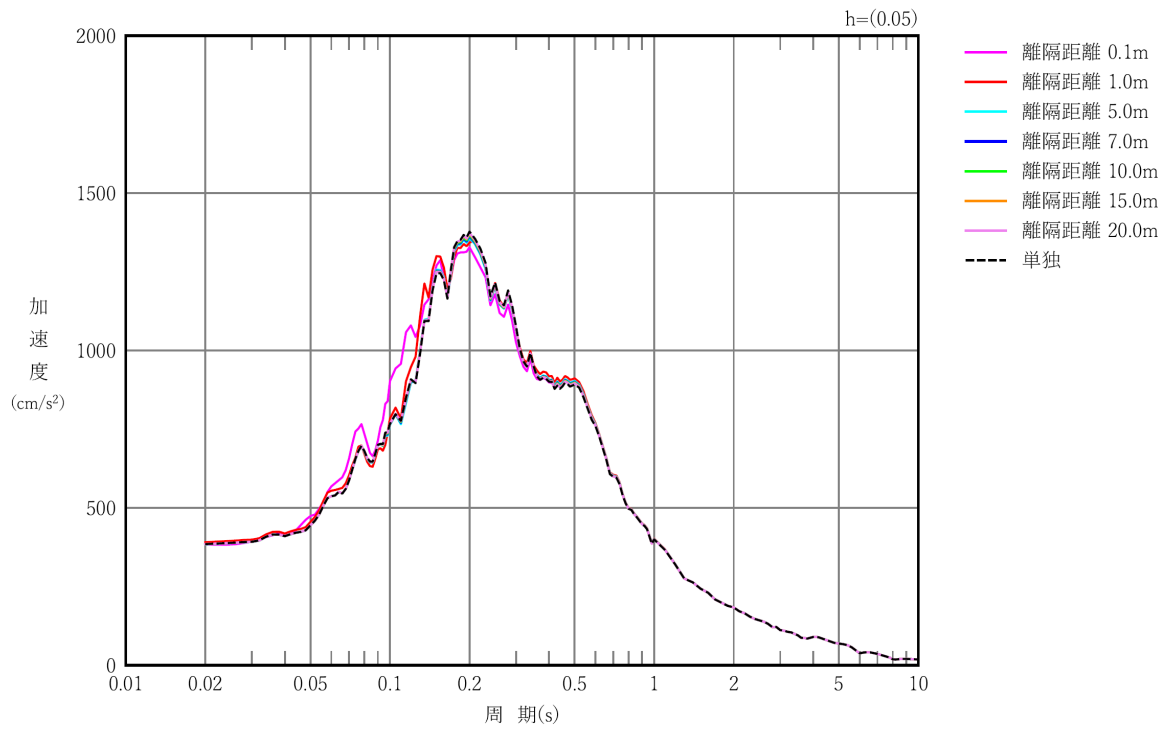
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力($\times 10^4$ kN)							
		単独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
70.8	1	5.49	5.49	5.60	5.50	5.50	5.51	5.51	5.51
62.8	2	10.30	10.27	10.42	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34
55.3	3	26.81	21.93	26.80	26.93	26.89	26.86	26.83	26.82
47.3	4	46.86	43.02	47.80	47.35	47.20	47.07	46.97	46.92
39.8	5	55.50	62.21	59.34	57.04	56.63	56.26	55.93	55.76
36.3									



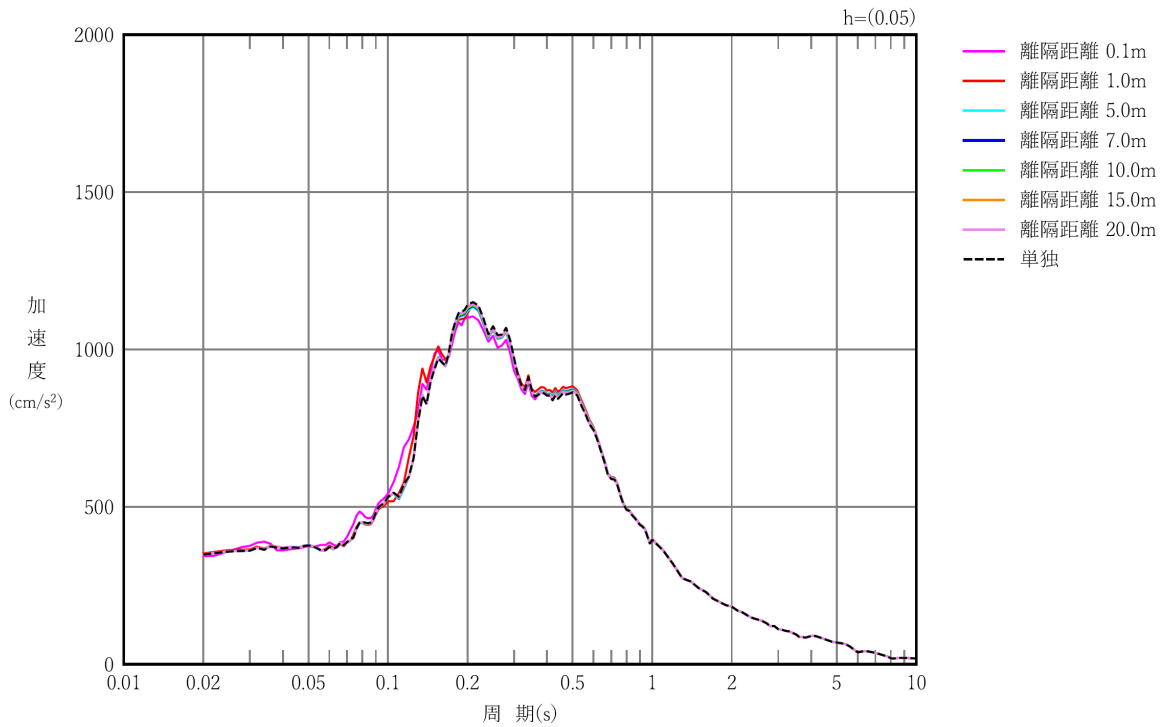
第3.2.4-5 図 建屋モデル A の最大応答曲げモーメント

第3.2.4-7 表 建屋モデル A の最大応答曲げモーメント一覧表

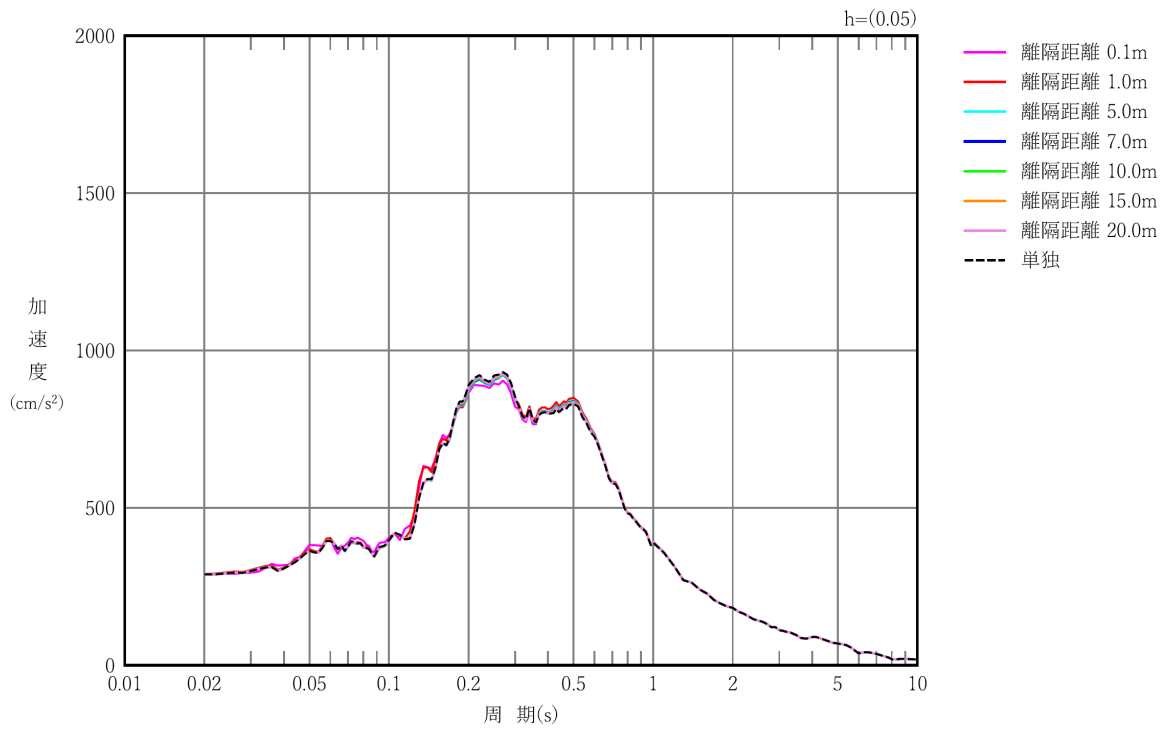
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5 \text{kN}\cdot\text{m}$)							
		单独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
70.8	1	6.15	6.12	6.28	6.17	6.17	6.17	6.18	6.18
62.8		14.97	15.19	15.28	15.02	15.03	15.04	15.04	15.04
55.3	3	36.53	32.87	36.58	36.65	36.64	36.65	36.65	36.65
47.3		73.44	65.90	74.46	74.05	73.87	73.72	73.61	73.55
39.8	5	93.84	88.13	95.86	94.85	94.56	94.33	94.14	94.05
36.3									



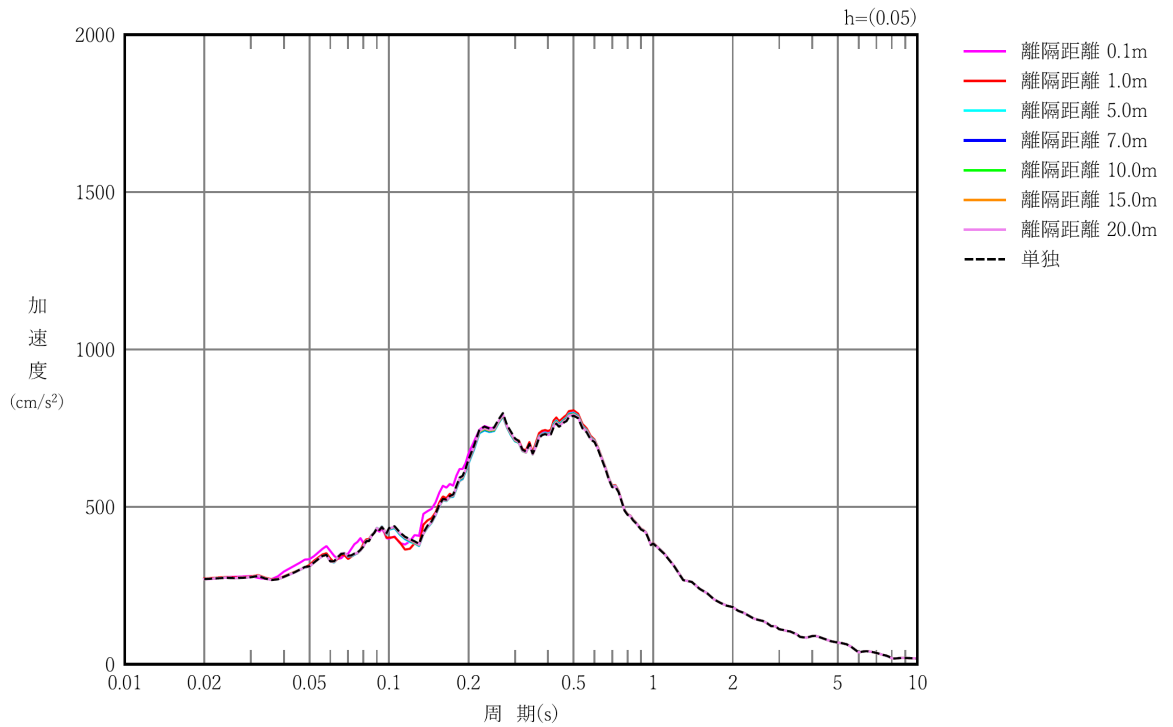
第3.2.4-6図 建屋モデルAの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 70, 80m)



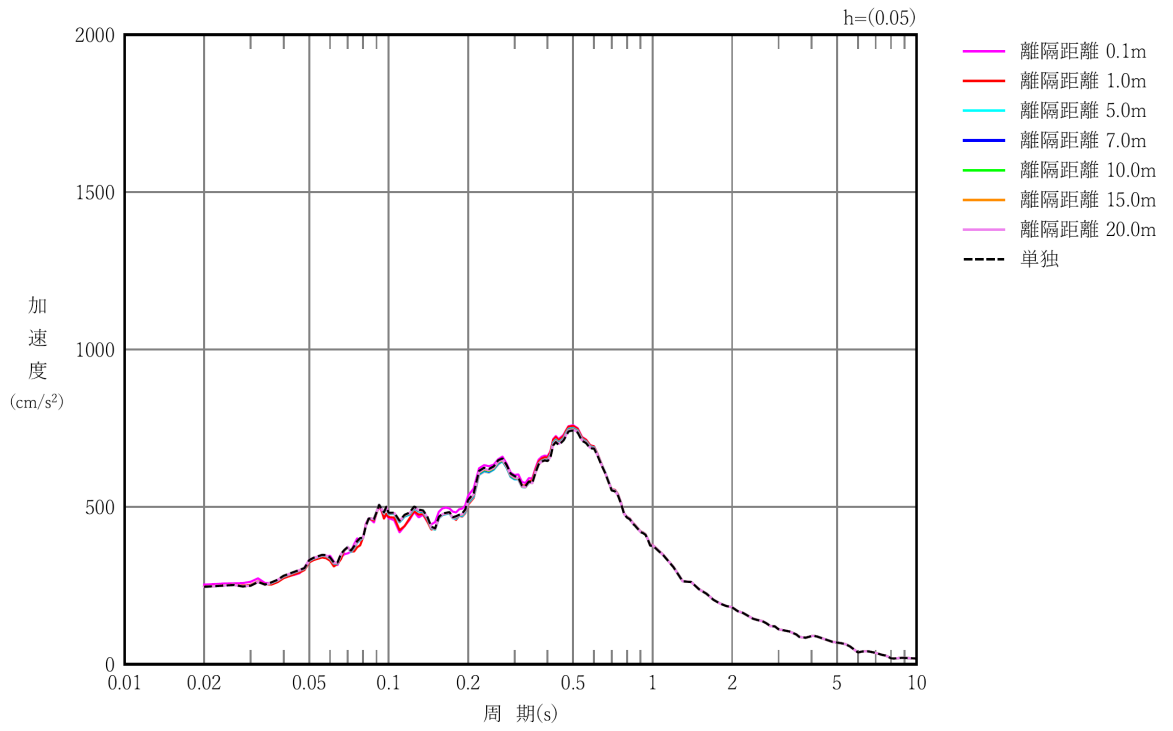
第3.2.4-7図 建屋モデルAの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 62, 80m)



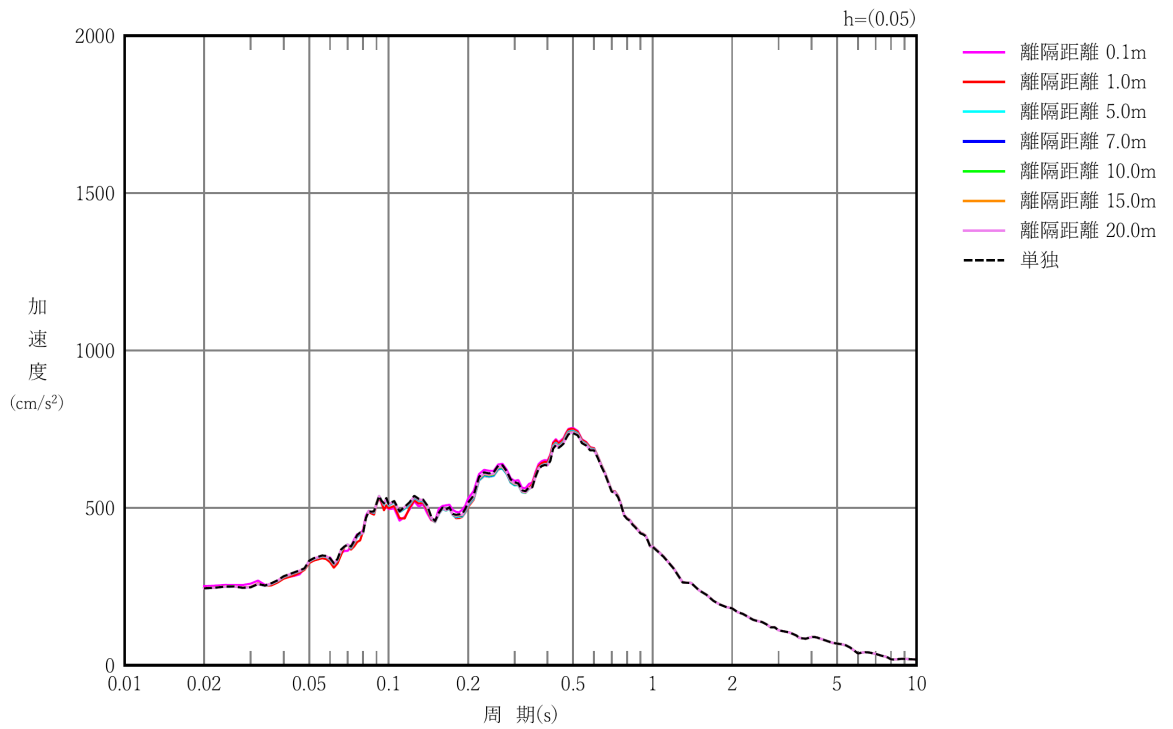
第3.2.4-8 図 建屋モデル A の加速度応答スペクトル(T. M. S. L. 55. 30m)



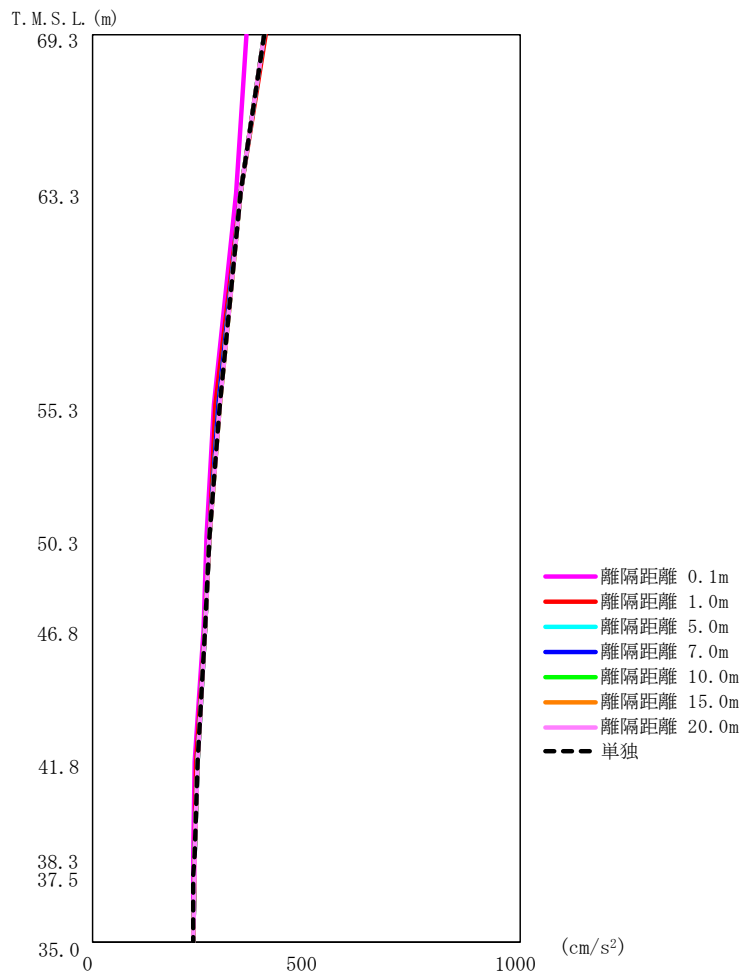
第3.2.4-9 図 建屋モデル A の加速度応答スペクトル(T. M. S. L. 47. 30m)



第3.2.4-10図 建屋モデルAの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 39.80m)



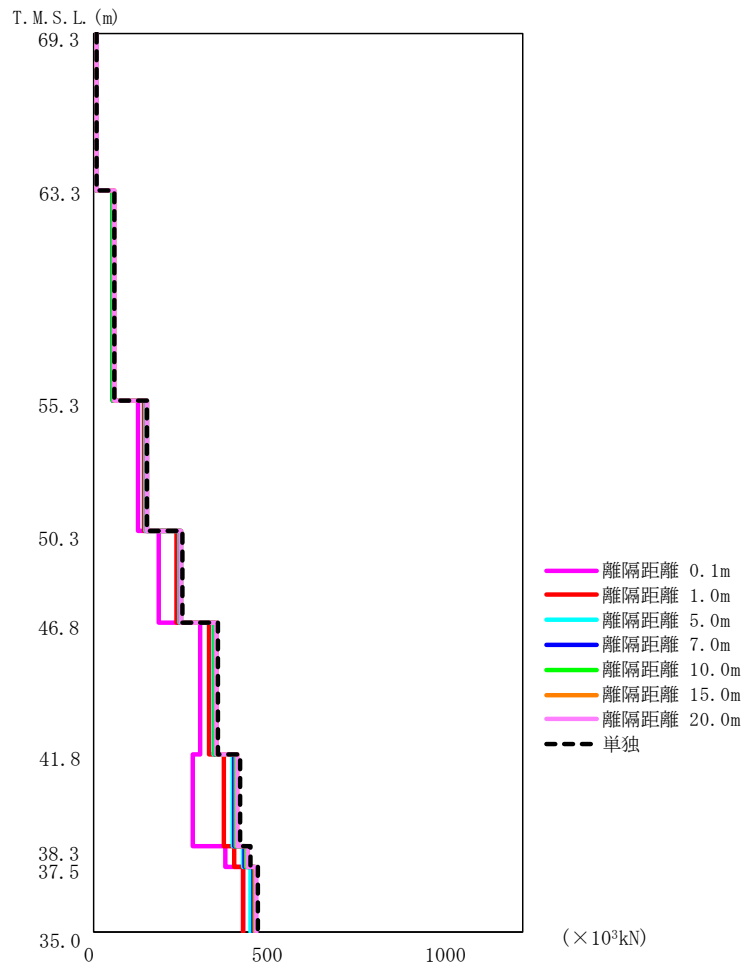
第3.2.4-11図 建屋モデルAの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 36.30m)



第3.2.4-12 図 建屋モデル B の最大応答加速度

第3.2.4-8 表 建屋モデル B の最大応答加速度一覧表

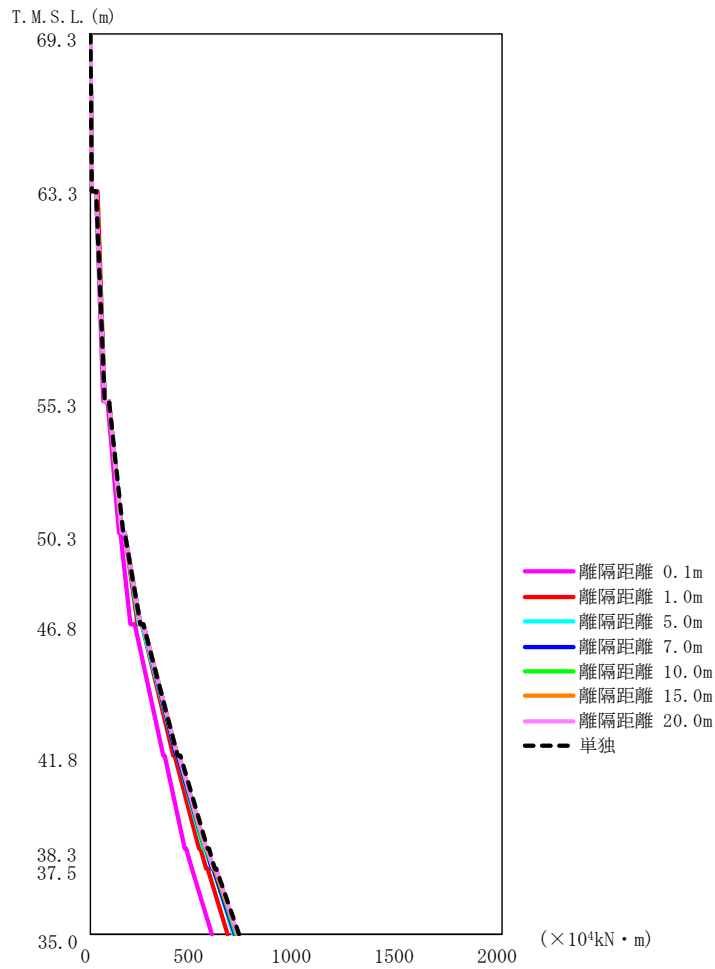
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)							
		单独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
69.3	1	400	359	403	400	400	400	400	400
63.3	2	344	335	344	345	345	345	345	345
55.3	3	296	283	287	294	295	295	295	296
50.3	4	273	264	271	273	273	273	273	273
46.8	5	263	258	261	263	263	263	263	263
41.8	6	243	237	243	243	243	243	243	243
38.3	7	237	236	238	238	238	238	238	238
37.5	8	236	236	237	237	237	237	237	237
35.0	9	235	235	236	236	236	235	235	235



第 3. 2. 4-13 図 建屋モデル B の最大応答せん断力

第 3. 2. 4-9 表 建屋モデル B の最大応答せん断力一覧表

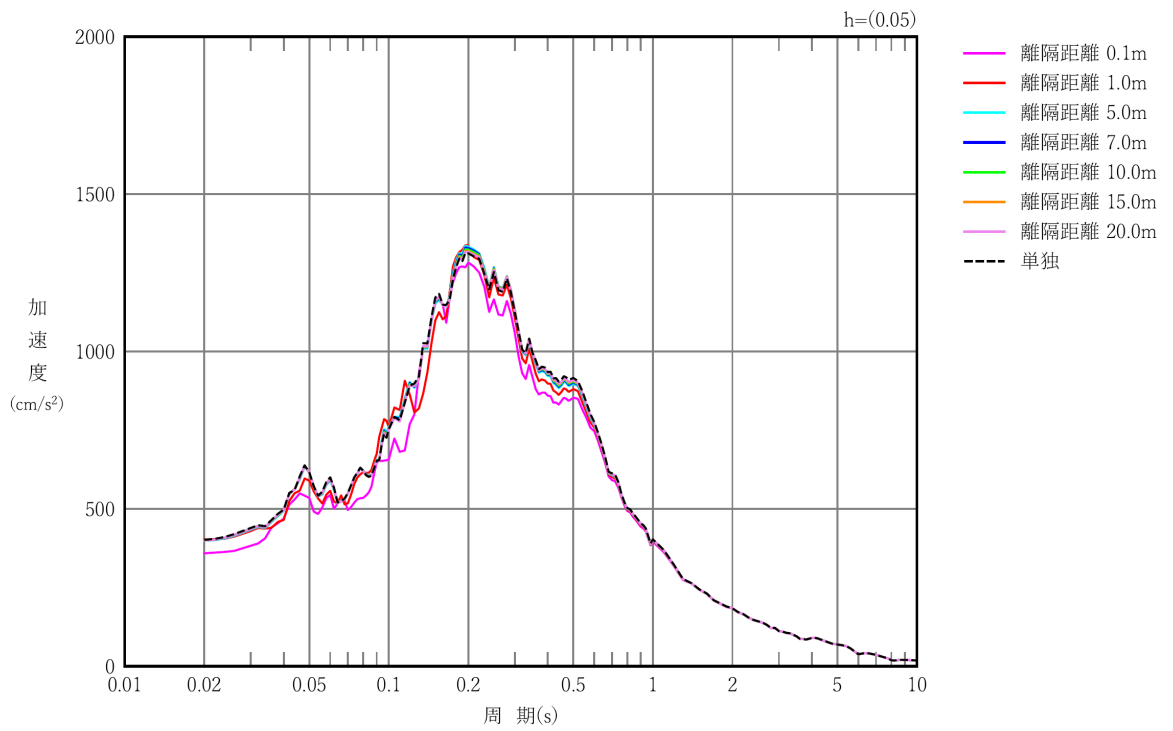
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力(×10 ³ kN)							
		単独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
69.3	1	7.38	6.59	7.30	7.29	7.31	7.33	7.34	7.35
63.3	2	54.87	52.37	54.55	54.52	54.63	54.68	54.71	54.71
55.3	3	148.25	121.69	141.24	145.79	146.47	146.98	147.36	147.53
50.3	4	245.81	179.82	229.80	240.32	241.75	242.88	243.74	244.16
46.8	5	350.11	297.04	320.74	335.09	337.87	340.37	342.58	343.77
41.8	6	411.10	278.47	362.19	389.10	393.45	397.28	400.63	402.43
38.3	7	439.58	369.47	393.74	416.61	421.06	425.06	428.60	430.52
37.5	8	463.51	416.07	418.84	440.33	444.82	448.87	452.47	454.43
35.0									



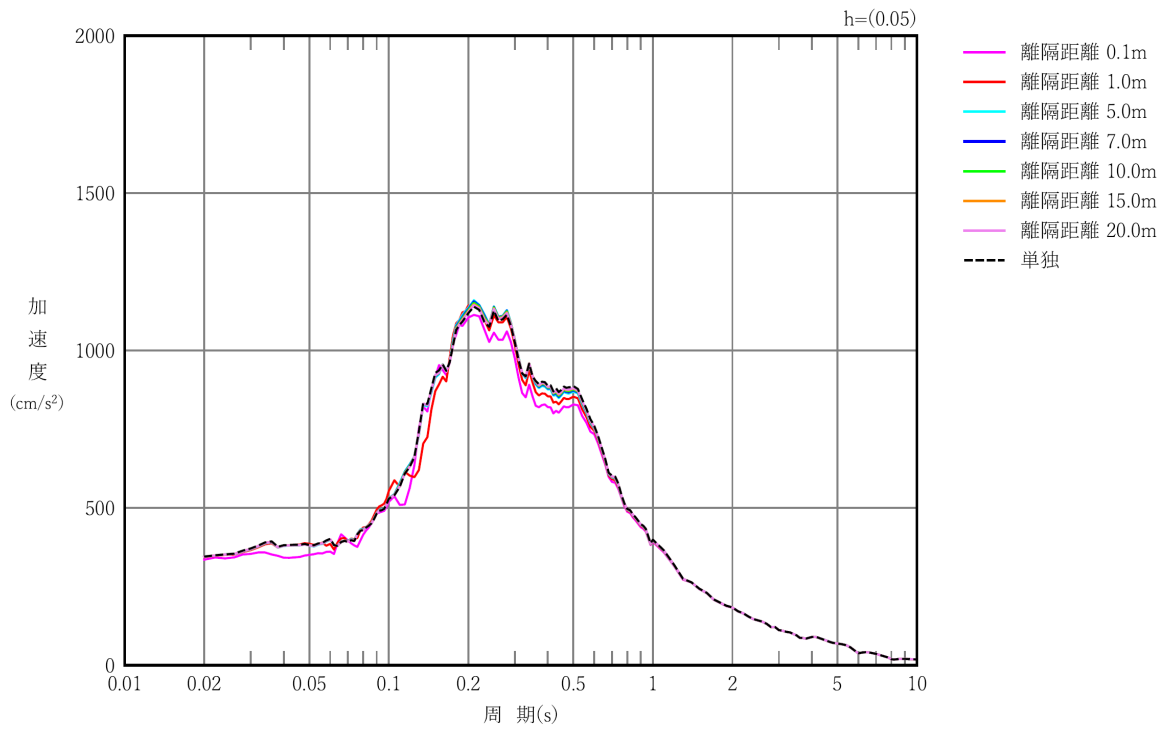
第3.2.4-14 図 建屋モデル B の最大応答曲げモーメント

第3.2.4-10 表 建屋モデル B の最大応答曲げモーメント一覧表

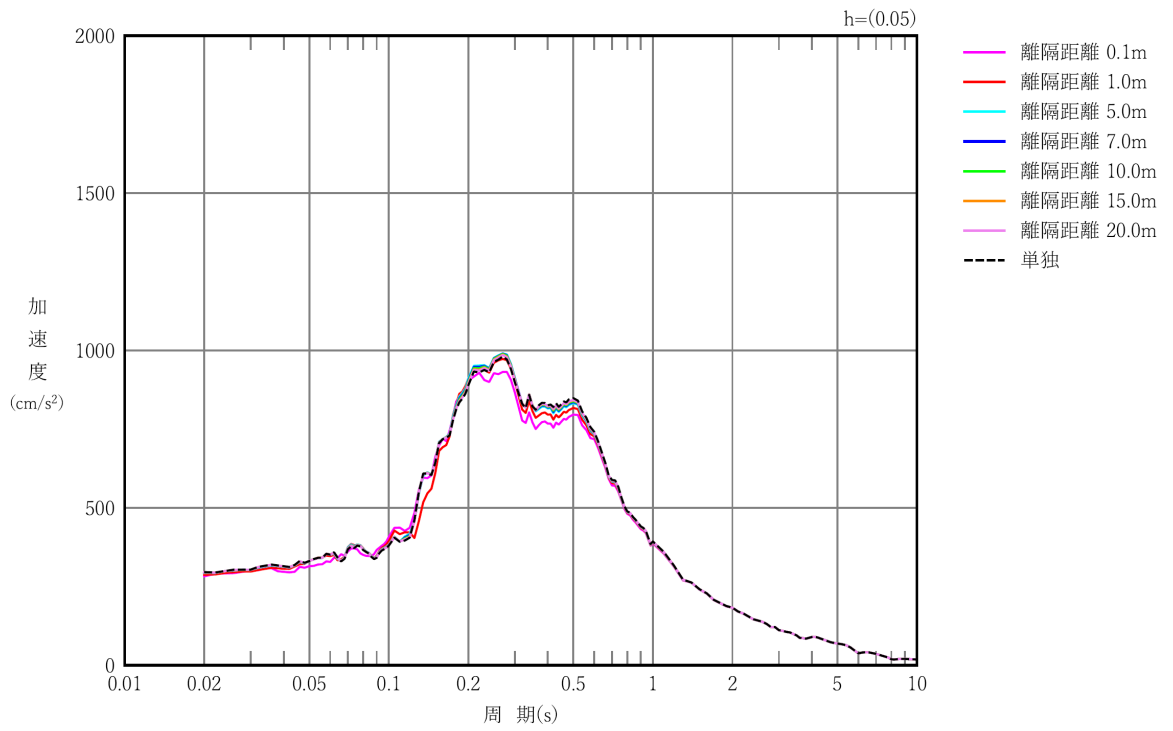
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)							
		単独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
69.3	1	4.68	4.10	4.61	4.63	4.64	4.66	4.66	4.67
63.3	2	69.65	64.23	69.12	69.18	69.34	69.43	69.47	69.48
55.3	3	155.87	137.10	153.30	154.49	154.90	155.15	155.31	155.37
50.3	4	244.14	196.06	230.18	238.33	239.78	240.94	241.84	242.29
46.8	5	426.88	355.38	401.42	415.91	418.54	420.68	422.38	423.24
41.8	6	566.97	455.53	528.53	550.87	554.73	557.88	560.42	561.70
38.3	7	605.79	489.39	564.54	588.44	592.60	596.02	598.76	600.15
37.5	8	726.73	590.83	666.34	697.00	702.60	707.62	712.04	714.45
35.0									



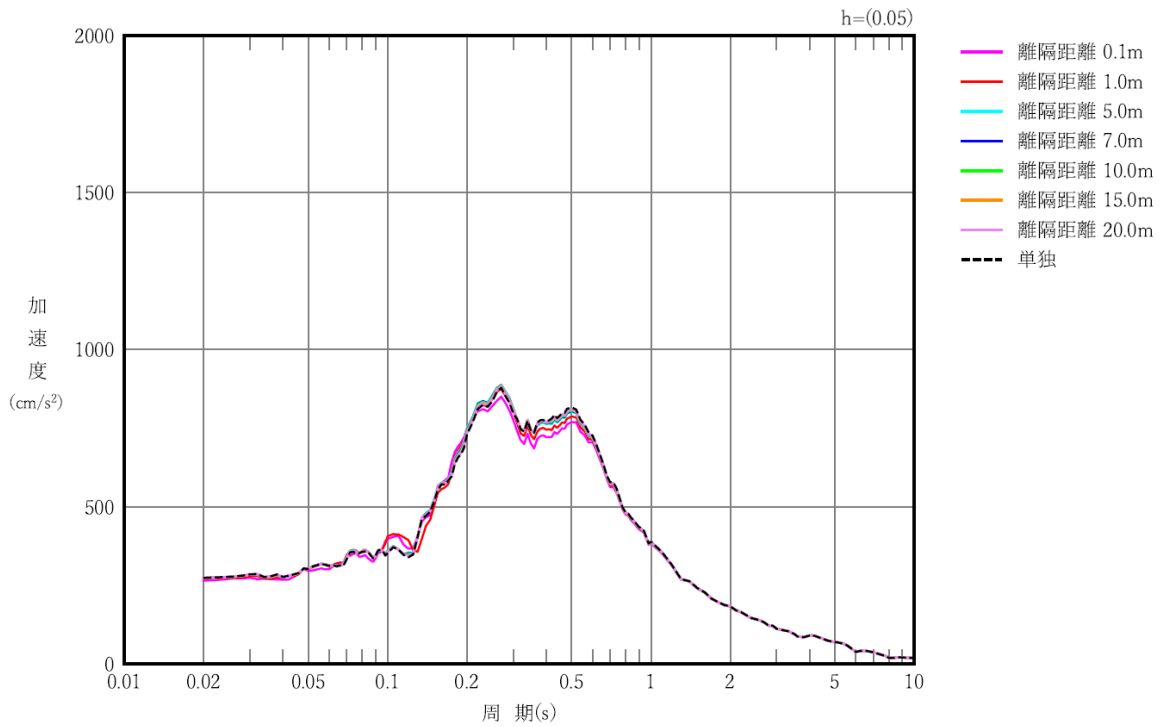
第3.2.4-15図 建屋モデルBの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 69.30m)



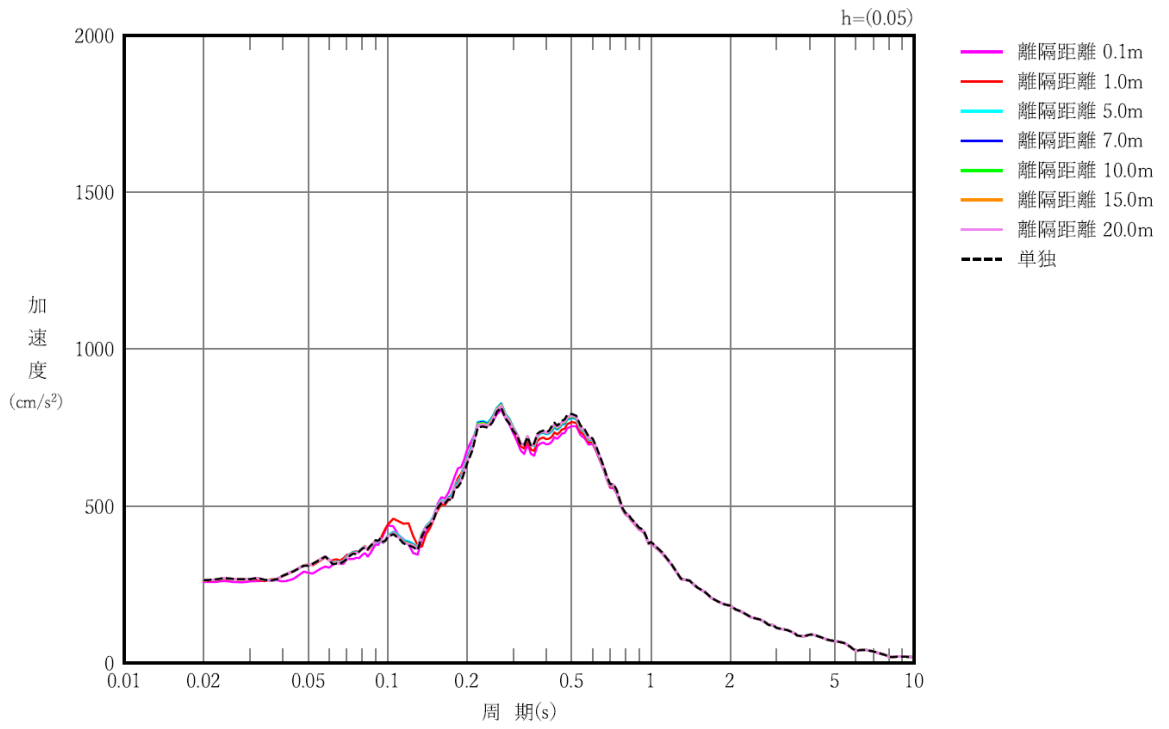
第3.2.4-16図 建屋モデルBの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 63.30m)



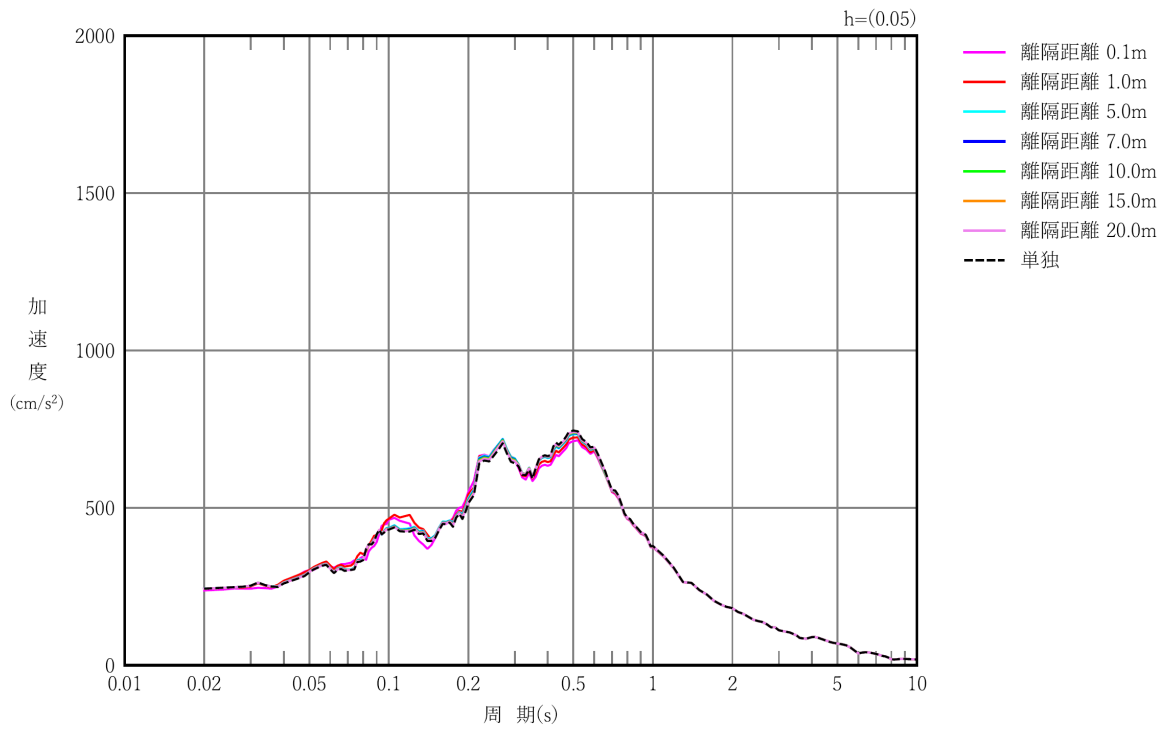
第3.2.4-17図 建屋モデルBの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 55.30m)



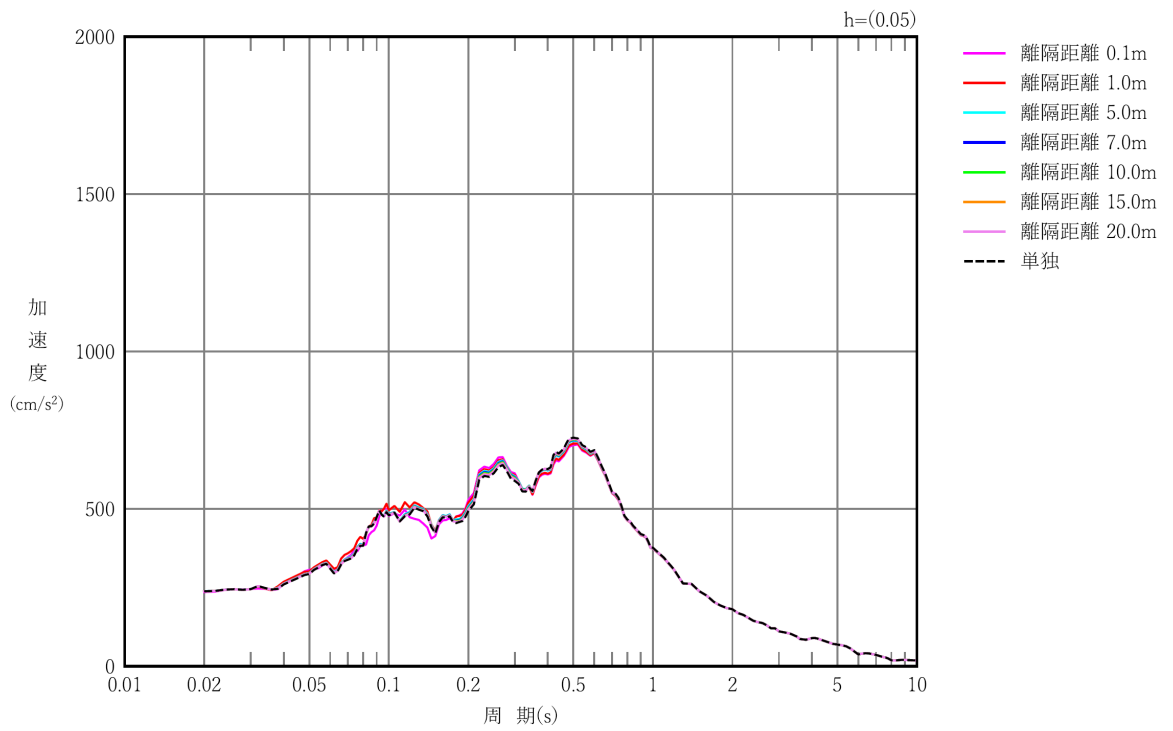
第3.2.4-18図 建屋モデルBの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 50.30m)



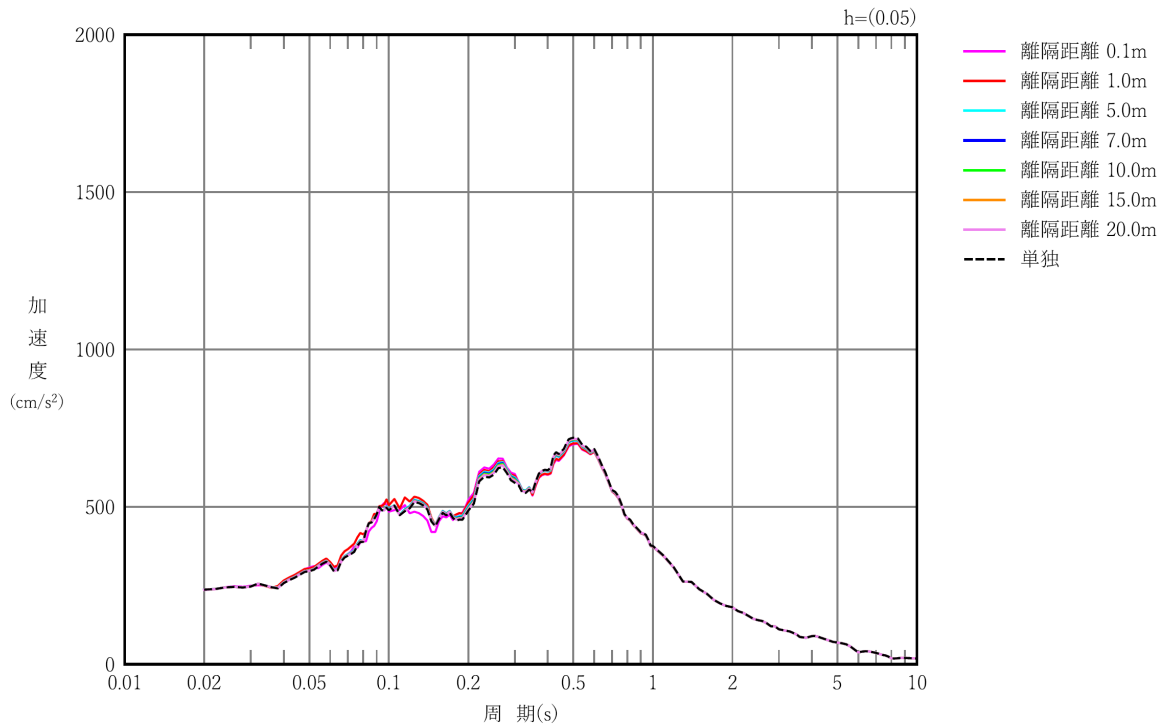
第3.2.4-19図 建屋モデルBの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 46.80m)



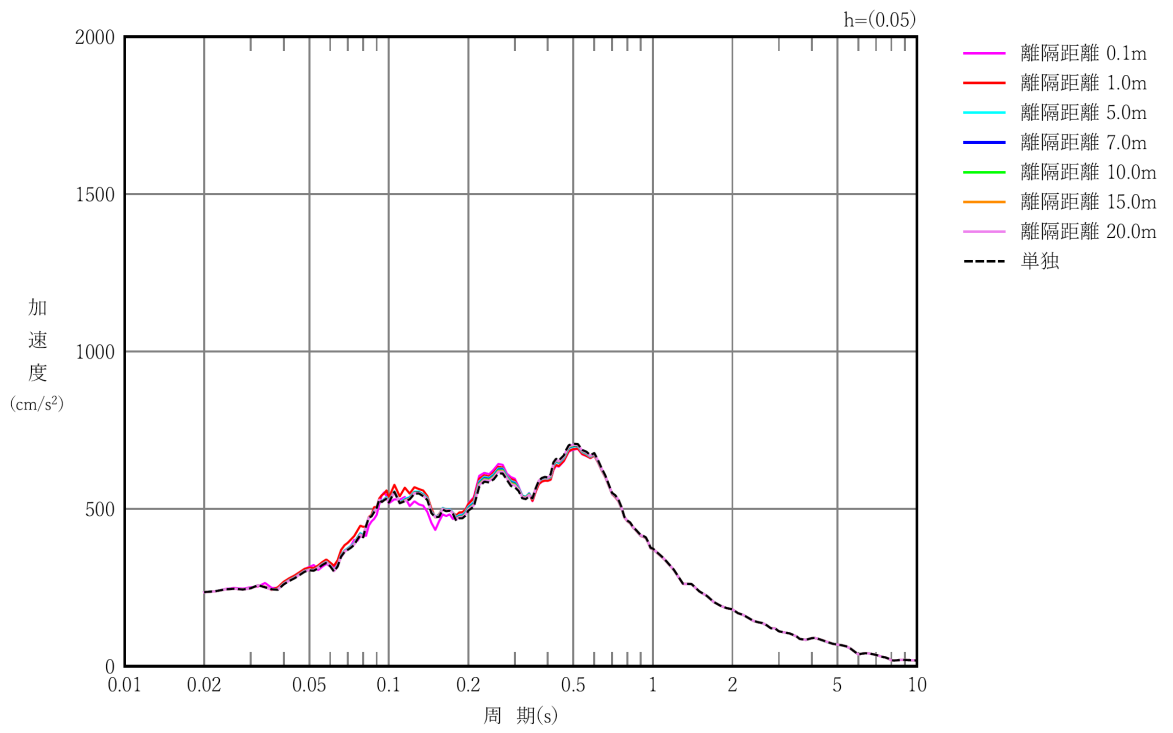
第3.2.4-20図 建屋モデルBの加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 41.80m)



第3.2.4-21 図 建屋モデル B の加速度応答スペクトル(T. M. S. L. 38. 30m)



第3.2.4-22 図 建屋モデル B の加速度応答スペクトル(T. M. S. L. 37. 50m)



第3.2.4-23図 建屋モデルBの加速度応答スペクトル(T.M.S.L.35.00m)

(3) 結果の考察

ここでは、「(2) 解析結果」を踏まえた考察を行う。

a. 建屋モデル A

隣接建屋の影響を考慮した場合と建屋単独の場合の結果と比較すると、最大応答値については、離隔距離 0.1m の場合には若干の差異が見られるが、離隔距離 1.0m 以上の場合にはほぼ一致していると言える。

また、加速度応答スペクトルについても、離隔距離 0.1m の場合には若干の差異が見られるが、離隔距離 1.0m 以上の場合には全周期帯においてほぼ一致していると言える。

b. 建屋モデル B

建屋モデル A と同様の結果となっていると言える。

以上のことから、当社事業所の地盤への埋込みがある建屋について、隣接建屋との規模差として、重量差が小さい場合（同規模同士）として、重量比（評価対象建屋/隣接建屋）が $4/5 \sim 5/4$ （0.80～1.25）程度※の場合には、隣接建屋との離隔距離が 1.0m 以上確保できていれば、隣接建屋の影響は無いと判断できる。

※：建屋モデル A と建屋モデル B の重量比（A:B）が、5：4 程度であることを踏まえて設定した値。

3.2.5 重量差が大きい場合の検討（ケース 1-2）

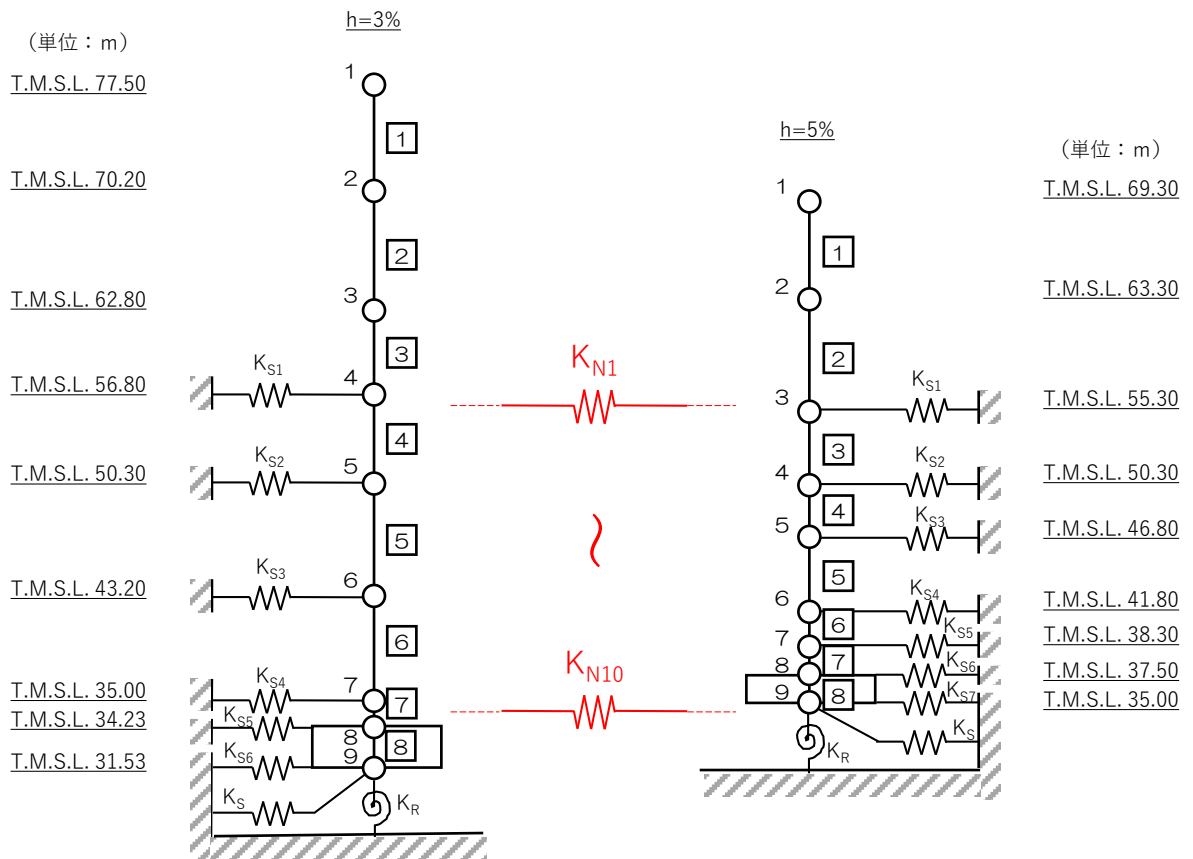
重量差が大きい場合の検討として、再処理事業所等の建物・構築物において重量差が大きい燃料加工建屋（建屋モデル C（重量大））とウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋（建屋モデル D（重量小））を想定した検討（ケース 1-2）を行う。

建屋モデル C と建屋モデル D の重量比（C:D）は、4：1 程度である。

(1) 検討用モデルの解析諸元

ケース 1-2 の検討で用いる地震応答解析モデルを第 3.2.5-1 図に、地震応答解析モデルの諸元を第 3.2.5-1 表に、地盤定数を第 3.2.5-2 表に、地盤ばね定数と減衰係数を第 3.2.5-3 表に、建屋間結合ばねのばね定数を第 3.2.5-4 表に、建屋間結合ばねの算定範囲を第 3.2.5-2 図に示す。

なお、本検討の検討用地震動は、弾性設計用地震動 Sd（Sd-A）であることから、部材の非線形特性は考慮しない。



(a) 建屋モデル C（重量大）

(b) 建屋モデル D（重量小）

注記：建屋間結合ばね $K_{N1} \sim K_{N10}$ の詳細は第 3.2.5-4 表による。

第 3.2.5-1 図 地震応答解析モデル

第 3.2.5-1 表 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

(a) 建屋モデル C (重量大)

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)
①	77.50	174000	17.9	1	77.50~70.20	2.06	133.3
②	70.20	329000	209.0	2	70.20~62.80	29.12	362.5
③	62.80	385000	244.7	3	62.80~56.80	30.27	474.4
④	56.80	429000	272.7	4	56.80~50.30	37.63	640.5
⑤	50.30	492000	312.8	5	50.30~43.20	45.79	749.8
⑥	43.20	530000	337.0	6	43.20~35.00	49.22	876.1
⑦	35.00	386000	245.3	7	35.00~34.23	230.69	2956.9
⑧	34.23	277000	176.0	8	34.23~31.53	489.58	7708.6
⑨	31.53	280000	177.9	—	—	—	—
建屋総重量		3282000	—	—	—	—	—

(b) 建屋モデル D (重量小)

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)
①	69.30	17960	0.2	1	69.30~63.30	0.04	29.3
②	63.30	135270	34.0	2	63.30~55.30	10.90	203.5
③	55.30	139420	35.0	3	55.30~50.30	11.37	263.2
④	50.30	75960	19.1	4	50.30~46.80	11.31	263.7
⑤	46.80	138610	34.8	5	46.80~41.80	12.92	292.5
⑥	41.80	79780	20.0	6	41.80~38.30	12.44	319.4
⑦	38.30	87500	21.9	7	38.30~37.50	12.44	319.4
⑧	37.50	90300	22.7	8	37.50~35.00	70.81	2824.6
⑨	35.00	83110	20.8	—	—	—	—
建屋総重量		847910	—	—	—	—	—

第 3.2.5-2 表 地盤定数
(a) 建屋モデル C (重量大)

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 ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	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
55.00	造成盛土	1.45	16.3	3.08	136	367	0.03	0.42
53.55		3.25	16.4	2.85	131	352	0.05	
50.30		1.70	16.5	2.90	131	353	0.07	
48.60	六ヶ所層	5.40	17.0	24.1	373	955	0.04	0.41
43.20		4.10	17.0	22.7	362	927	0.04	
39.10		4.10	17.0	21.6	353	904	0.05	
35.00		0.77	17.0	21.1	349	893	0.05	
34.23		1.35	17.0	20.9	347	889	0.05	
32.88		1.35	17.0	20.7	346	885	0.05	
31.53	鷹架層	8.53	15.7	53.8	580	1710	0.03	0.44
23.00		41.00	15.3	85.5	740	1870	0.03	0.41
-18.00		52.00	17.4	140	890	2030	0.03	0.38
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37

(b) 建屋モデル D (重量小)

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 ($\times 10^4 \text{kN}/\text{m}^2$)	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		
55.00	埋戻し土	2.35	17.8	5.76	178	419	0.03	0.39		
52.65		2.35	17.9	5.62	175	413	0.06			
50.30		1.75	18.0	5.86	179	421	0.07			
48.55		1.75	18.0	6.14	183	431	0.07			
46.80		2.50	18.1	6.71	191	449	0.08			
44.30		2.50	18.1	7.68	204	480	0.08			
41.80		1.75	18.2	8.65	216	508	0.08			
40.05		1.75	18.2	9.53	227	534	0.08			
38.30		0.40	18.3	10.1	233	548	0.07			
37.90		0.40	18.3	10.4	236	556	0.07			
37.50		1.25	18.3	10.8	241	567	0.07			
36.25		1.25	18.3	11.4	247	582	0.07			
35.00		鷹架層	12.00	15.7	53.8	580	1710		0.03	0.44
23.00			41.00	15.3	85.5	740	1870		0.03	0.41
-18.00	52.00		17.4	140	890	2030	0.03	0.38		
-70.00	解放基盤表面	—	18.1	160	930	2050	0.03	0.37		

第 3.2.5-3 表 地盤ばね定数と減衰係数
(a) 建屋モデル C (重量大)

		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	4	1.89×10^5	1.90×10^5
	K_{S2}	5	2.37×10^6	1.29×10^6
	K_{S3}	6	7.52×10^6	2.68×10^6
	K_{S4}	7	4.07×10^6	1.51×10^6
	K_{S5}	8	1.53×10^6	5.77×10^5
	K_{S6}	9	1.18×10^6	4.47×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	2.03×10^8	7.60×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	4.80×10^{11}	5.23×10^9

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

(b) 建屋モデル D (重量小)

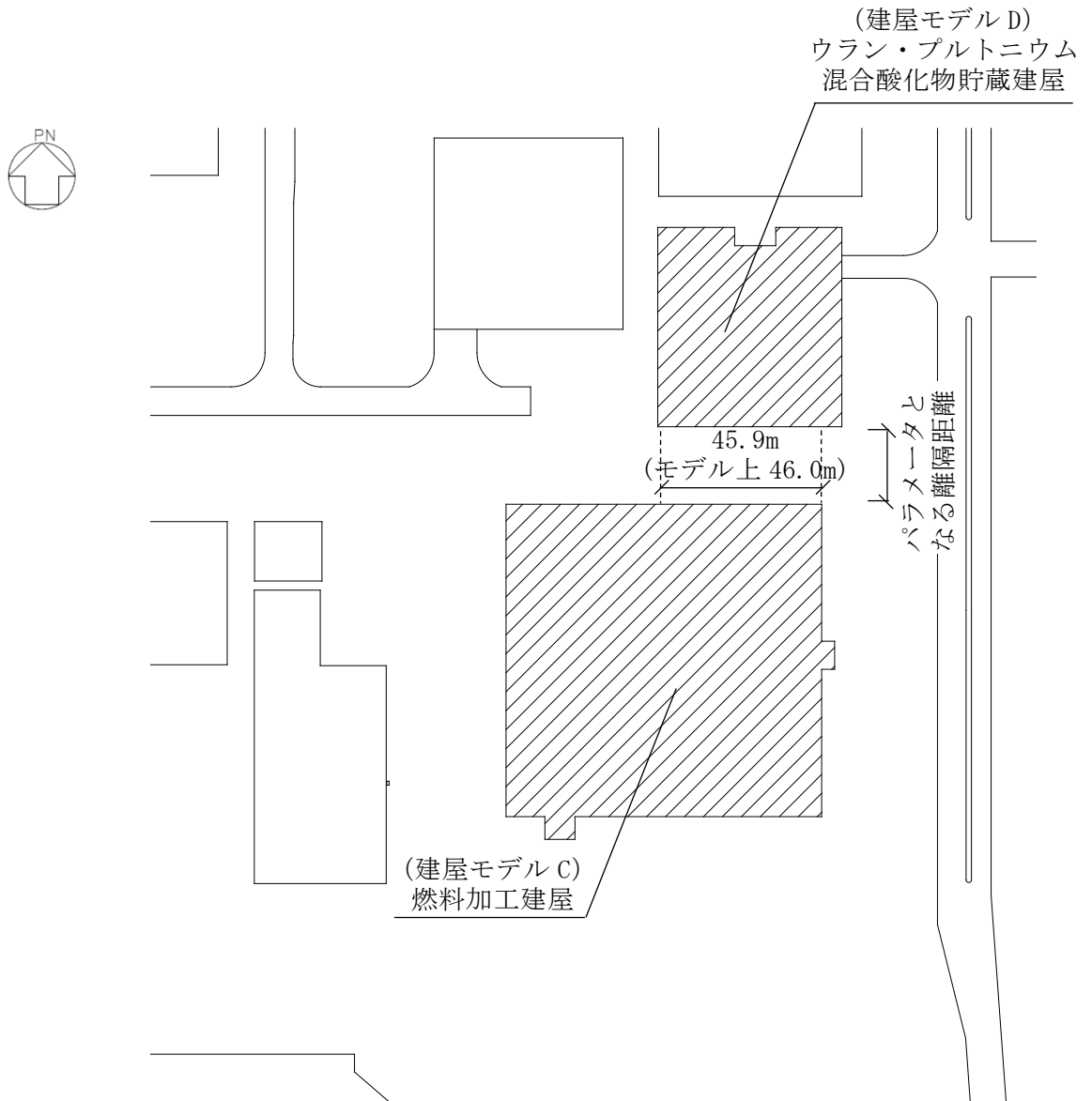
		質点 番号	ばね定数	減衰係数
側面スウェイばね	K_{S1}	3	5.63×10^5	2.42×10^5
	K_{S2}	4	9.77×10^5	4.23×10^5
	K_{S3}	5	1.15×10^6	4.69×10^5
	K_{S4}	6	1.43×10^6	5.24×10^5
	K_{S5}	7	8.67×10^5	2.91×10^5
	K_{S6}	8	7.38×10^5	2.36×10^5
	K_{S7}	9	5.93×10^5	1.84×10^5
底面スウェイばね	K_S	9	1.11×10^8	2.88×10^6
底面ロッキングばね	K_R	9	1.02×10^{11}	7.68×10^8

注記：スウェイばね：ばね定数(kN/m)，減衰係数(kN・s/m)

ロッキングばね：ばね定数(kN・m/rad)，減衰係数(kN・m・s/rad)

第 3.2.5-4 表 建屋間結合ばね定数

標高 T. M. S. L. (m)	建屋間 結合ばね	層厚 (m)	質点番号		ばね定数 ($\times 10^6 \text{kN/m}$)						
			建屋 モデルC	建屋 モデルD	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10m	離隔距離 15m	離隔距離 20m
55.00	K_{N1}	1.45	4	3	96.7	9.67	1.93	1.38	0.967	0.644	0.483
53.55	K_{N2}	0.75	5		4	48.7	4.87	0.974	0.696	0.487	0.325
52.80	K_{N3}	4.25		5		4	283	28.3	5.67	4.05	2.83
48.55	K_{N4}	1.80	5		5		410	41.0	8.21	5.86	4.10
46.75	K_{N5}	2.45		6		6	559	55.9	11.2	7.98	5.59
44.30	K_{N6}	4.25	6		6		990	99.0	19.8	14.1	9.90
40.05	K_{N7}	0.95		7		7	231	23.1	4.62	3.30	2.31
39.10	K_{N8}	1.20	7		7		283	28.3	5.67	4.05	2.83
37.90	K_{N9}	1.65		9		9	282	28.2	5.64	4.03	2.82
36.25	K_{N10}	1.25	8		8		214	21.4	4.29	3.06	2.14
35.00											

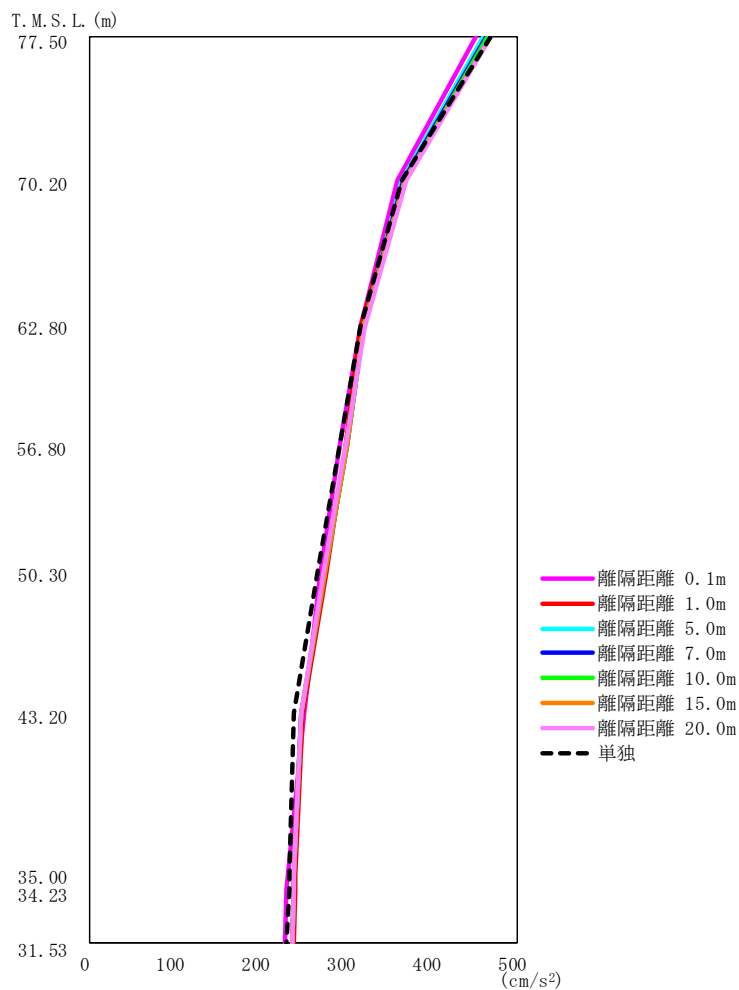


第 3.2.5-2 図 建屋間結合ばねの算定範囲 (ケース 1-2)

(2) 解析結果

建屋モデルC（重量大）の最大応答値を第3.2.5-3図～第3.2.5-5図及び第3.2.5-5表～第3.2.5-7表に，加速度応答スペクトルを第3.2.5-6図～第3.2.5-14図に示す。

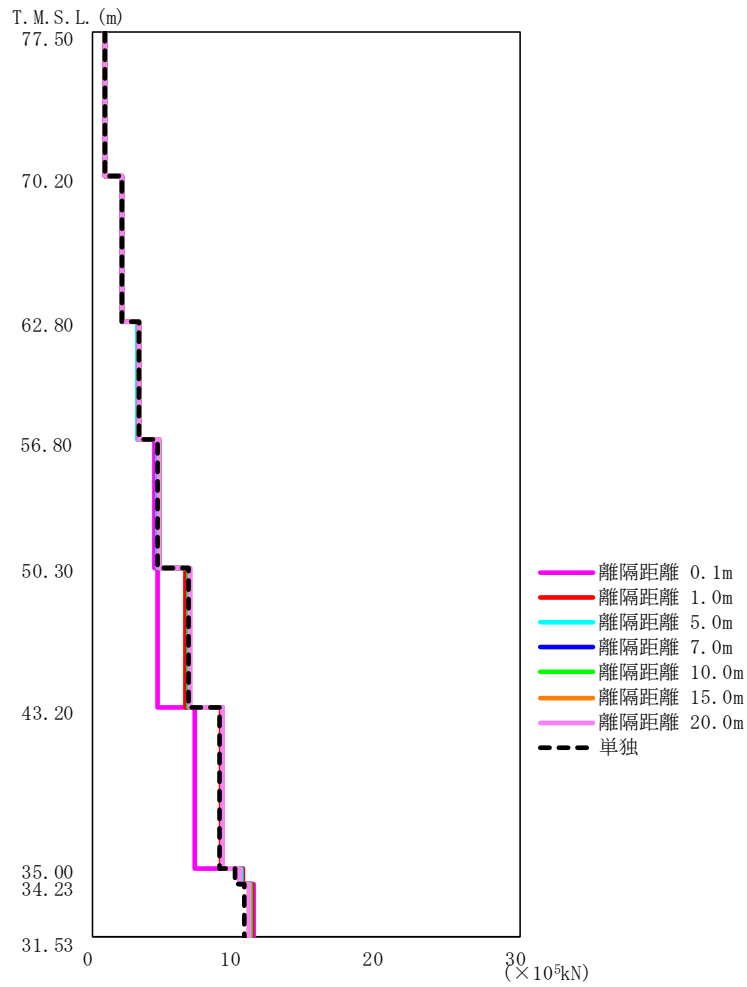
建屋モデルD（重量小）の最大応答値を第3.2.5-15図～第3.2.5-17図及び第3.2.5-8表～第3.2.5-10表に，加速度応答スペクトルを第3.2.5-18図～第3.2.5-26図に示す。



第3.2.5-3 図 建屋モデルC（重量大）の最大応答加速度

第3.2.5-5 表 建屋モデルC（重量大）の最大応答加速度一覧表

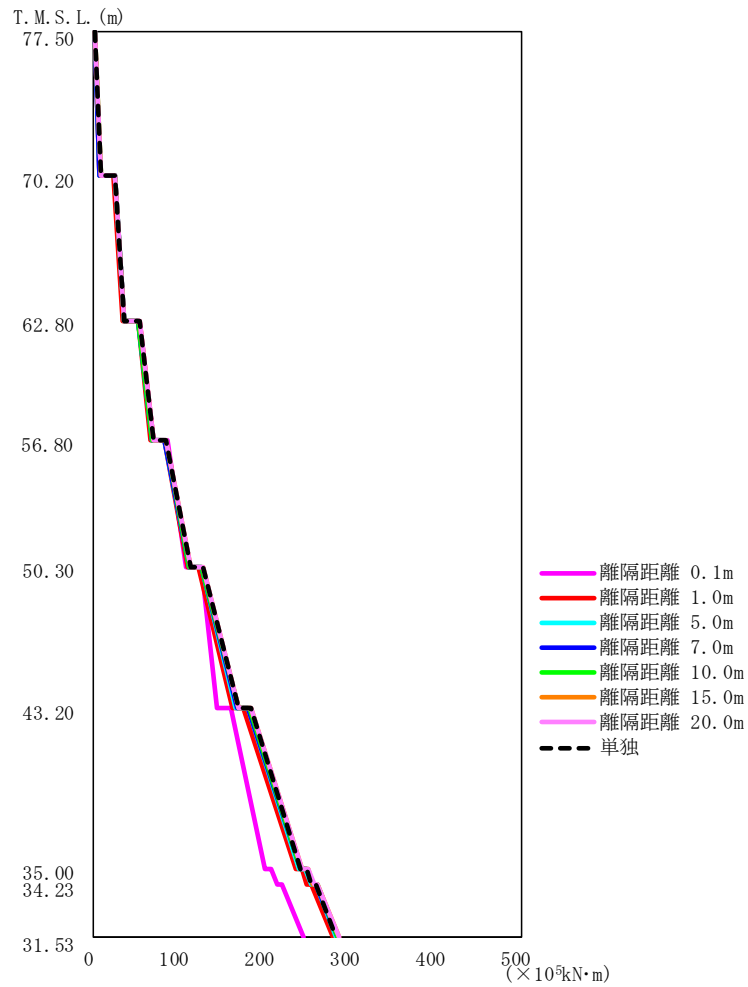
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)							
		单独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
77.50	1	468	451	461	459	462	465	467	469
70.20	2	364	359	366	365	366	368	369	369
62.80	3	316	315	316	319	319	319	320	321
56.80	4	292	292	299	300	300	300	300	300
50.30	5	266	269	276	275	275	274	274	273
43.20	6	239	250	248	247	247	247	247	246
35.00	7	233	230	240	238	239	239	239	239
34.23	8	233	230	240	238	238	238	238	238
31.53	9	230	228	238	236	237	237	237	237



第3.2.5-4図 建屋モデルC（重量大）の最大応答せん断力

第3.2.5-6表 建屋モデルC（重量大）の最大応答せん断力一覧表

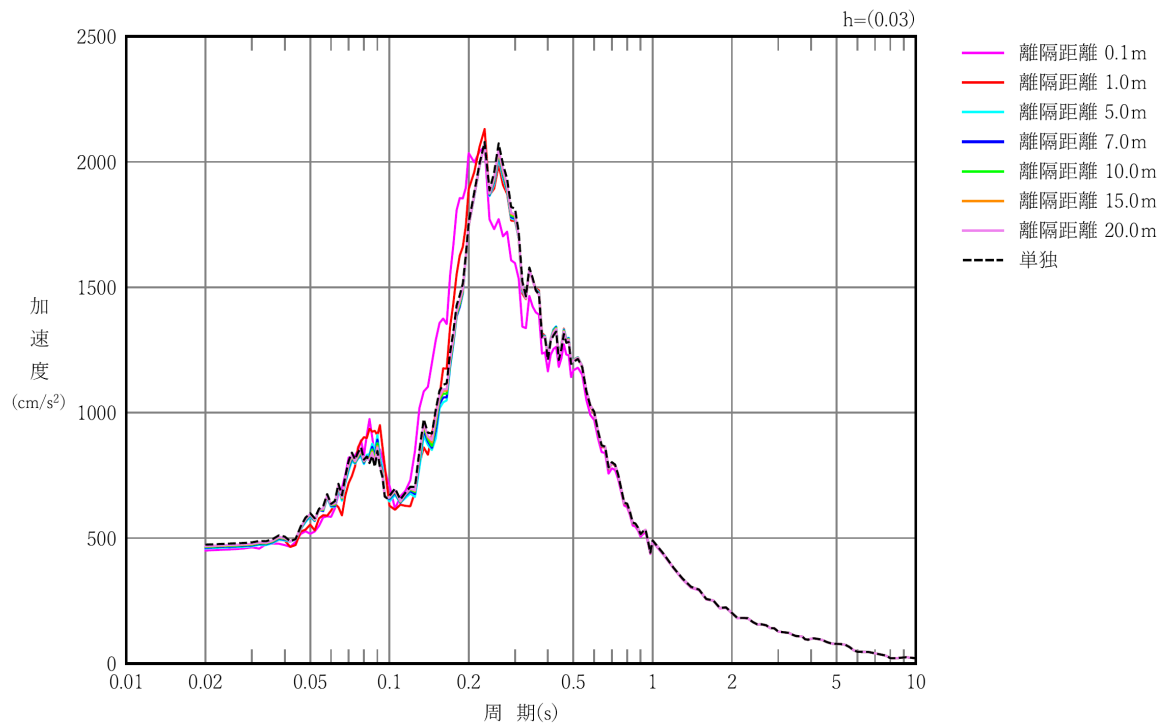
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力(×10 ⁵ kN)							
		单独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
77.50	1	0.83	0.80	0.82	0.82	0.82	0.83	0.83	0.83
70.20	2	2.05	1.98	2.04	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06
62.80	3	3.20	3.14	3.18	3.16	3.18	3.19	3.20	3.21
56.80	4	4.57	4.35	4.56	4.57	4.59	4.60	4.62	4.63
50.30	5	6.71	4.53	6.51	6.72	6.73	6.74	6.76	6.77
43.20	6	8.87	7.13	8.95	9.13	9.12	9.11	9.09	9.07
35.00	7	9.92	10.55	10.47	10.37	10.34	10.30	10.27	10.24
34.23	8	10.56	11.28	11.18	11.09	11.05	11.02	10.98	10.96
31.53									



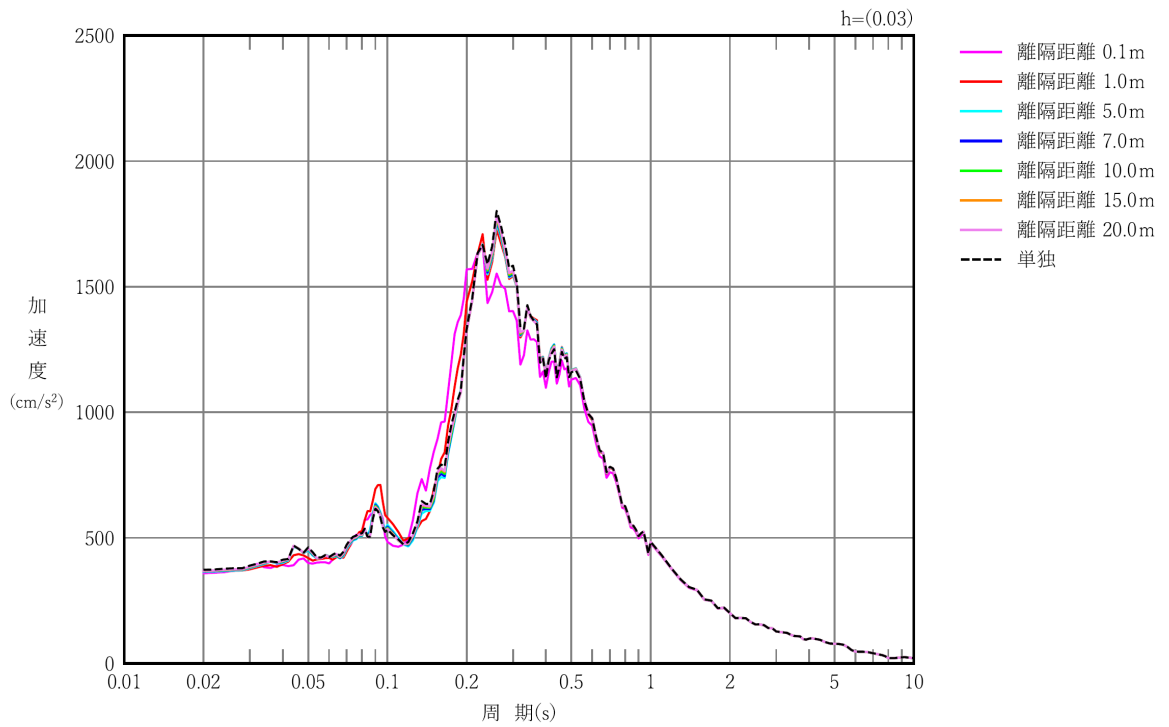
第3.2.5-5図 建屋モデルC（重量大）の最大応答曲げモーメント

第3.2.5-7表 建屋モデルC（重量大）の最大応答曲げモーメント一覧表

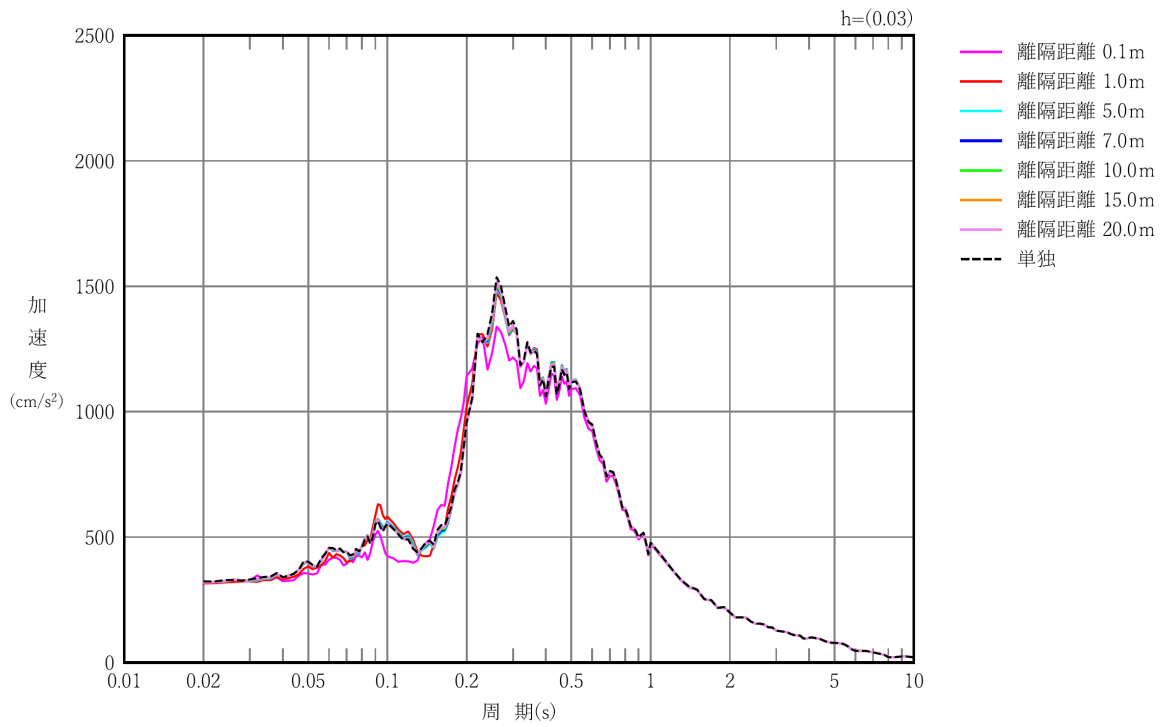
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}$)							
		単独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
77.50	1	7.36	6.94	7.17	7.23	7.28	7.34	7.38	7.40
70.20	2	35.45	35.42	34.28	34.85	35.12	35.37	35.56	35.65
62.80	3	68.94	69.05	66.71	67.80	68.30	68.76	69.11	69.29
56.80	4	112.28	107.73	108.69	110.42	111.18	111.88	112.43	112.70
50.30	5	169.45	143.02	162.22	166.35	167.46	168.48	169.29	169.69
43.20	6	240.93	200.41	235.79	240.22	241.24	242.07	242.70	243.03
35.00	7	254.07	214.48	249.64	254.20	255.25	256.10	256.73	257.05
34.23	8	282.69	244.92	279.66	283.87	284.81	285.56	286.11	286.40
31.53									



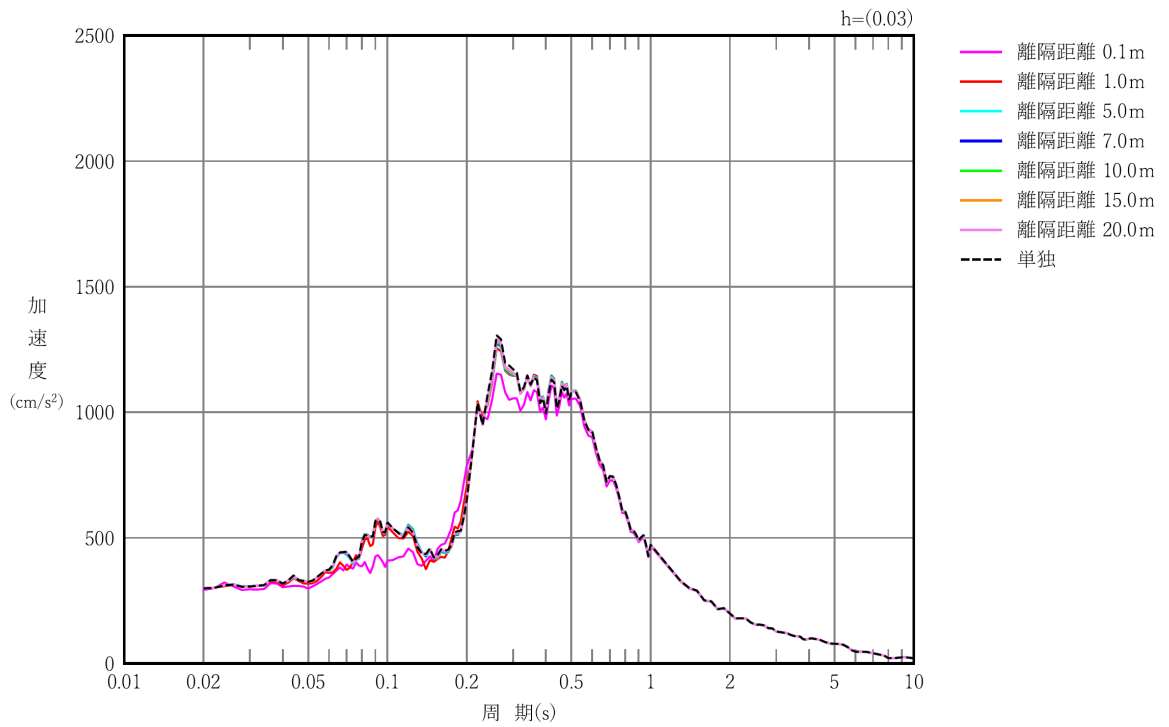
第3.2.5-6図 建屋モデルC（重量大）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 77.50m)



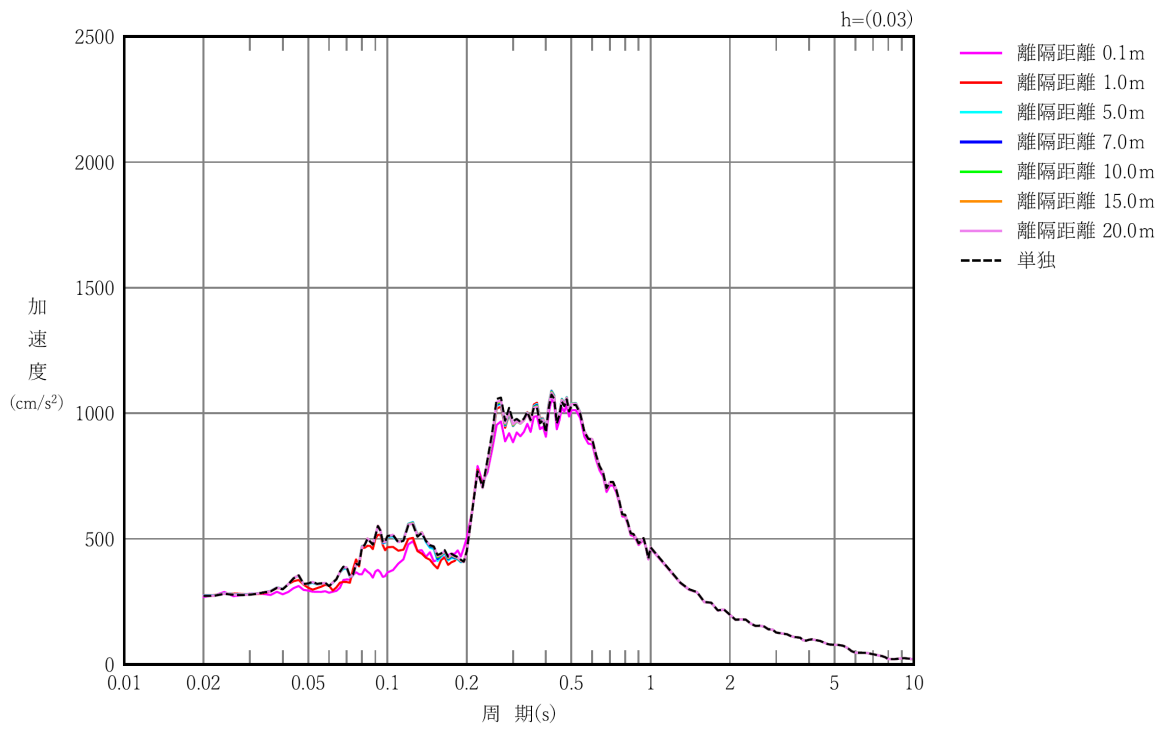
第3.2.5-7図 建屋モデルC（重量大）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 70.20m)



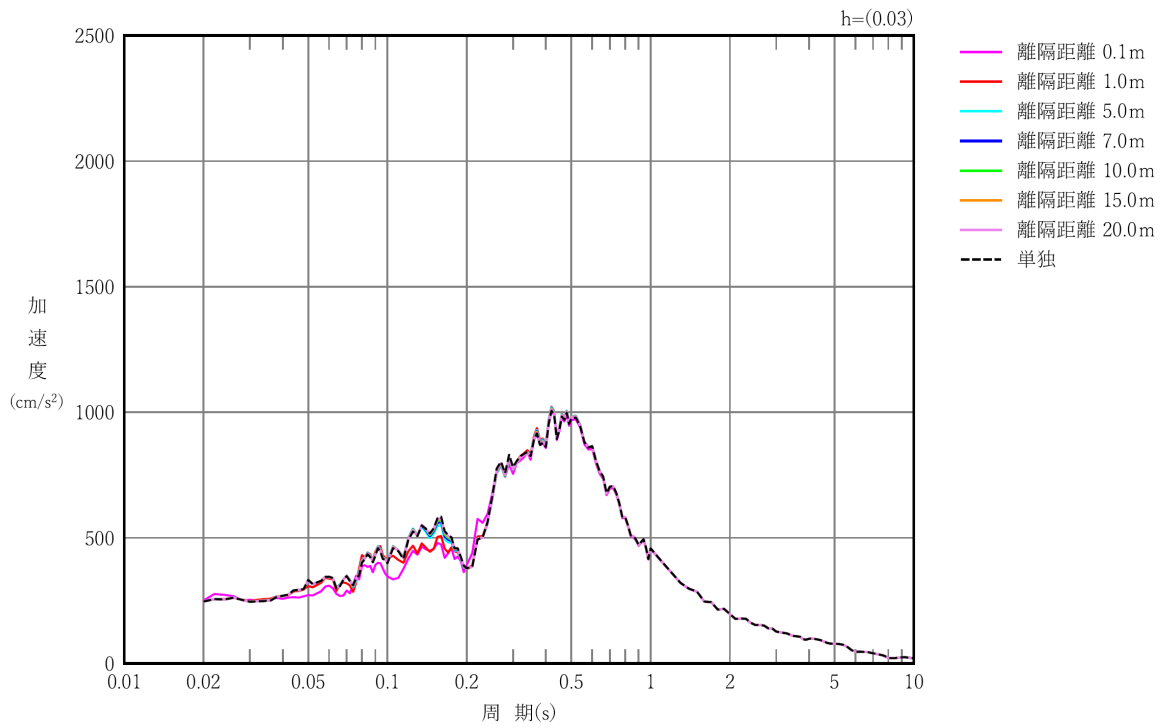
第3.2.5-8図 建屋モデルC（重量大）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 62.80m)



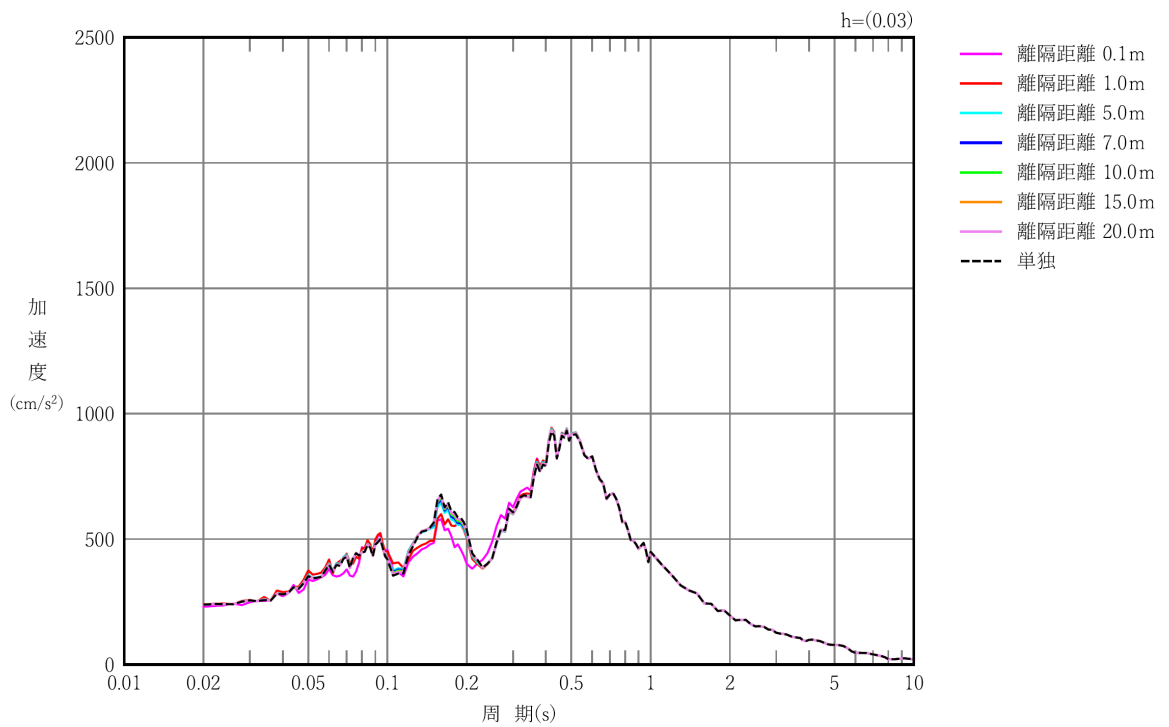
第3.2.5-9図 建屋モデルC（重量大）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 56.80m)



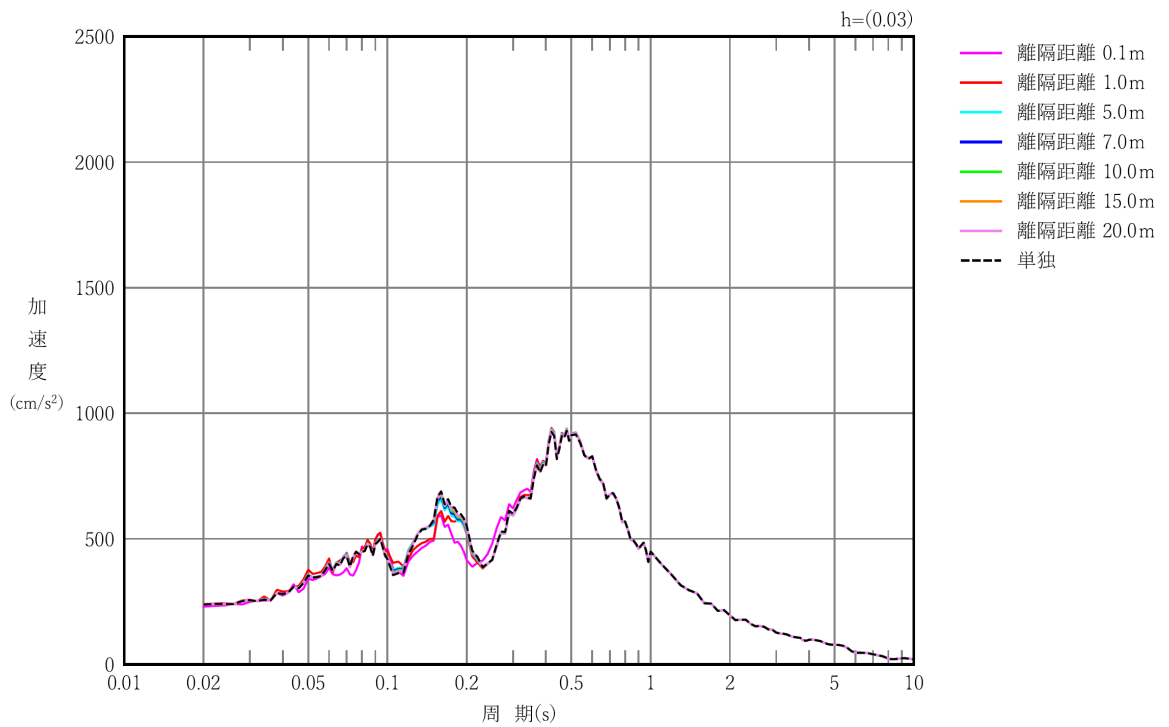
第3.2.5-10 図 建屋モデルC（重量大）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 50.30m)



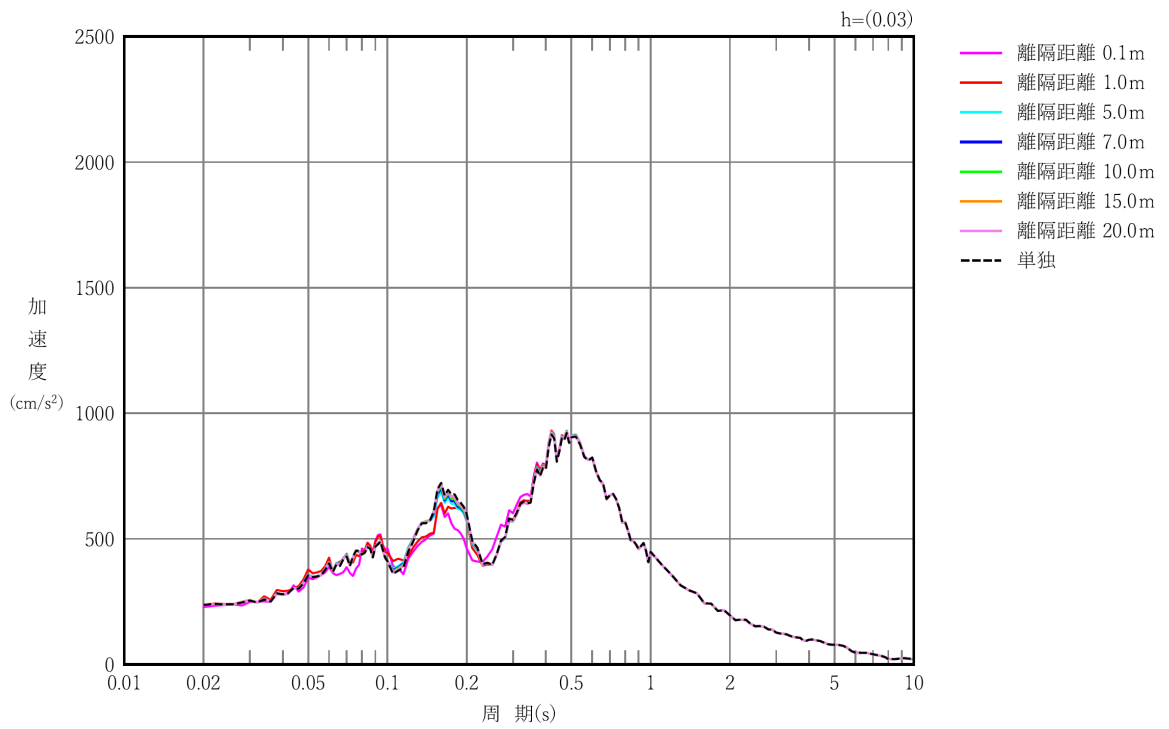
第3.2.5-11 図 建屋モデルC（重量大）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 43.20m)



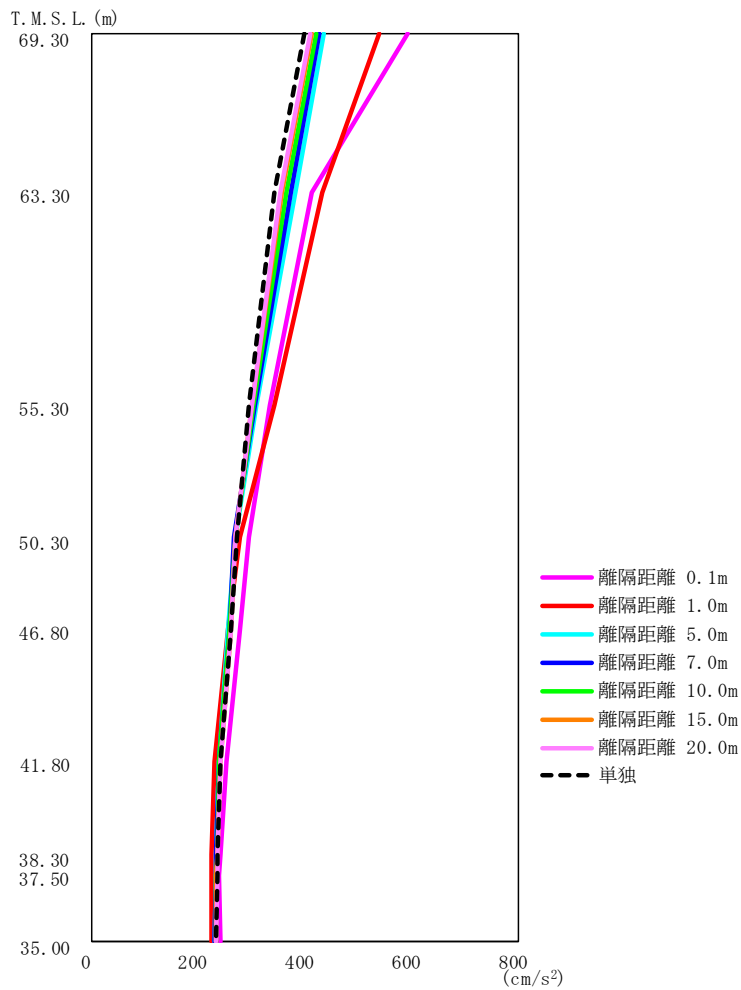
第3.2.5-12 図 建屋モデルC（重量大）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 35.00m)



第3.2.5-13 図 建屋モデルC（重量大）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 34.23m)



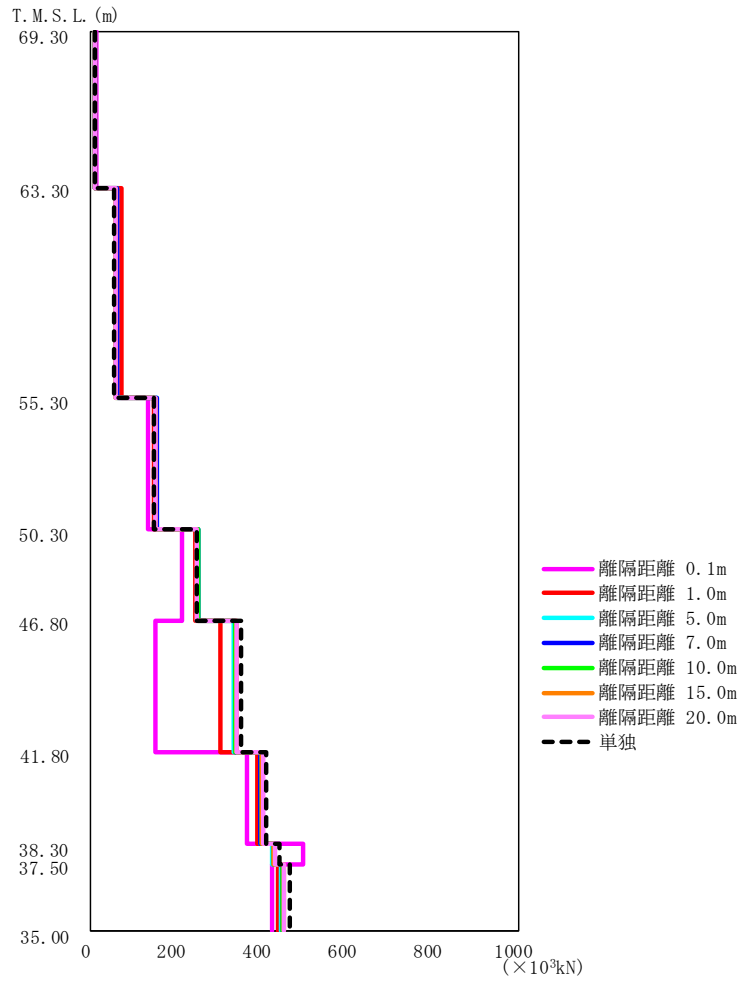
第3.2.5-14図 建屋モデルC（重量大）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 31.53m)



第3.2.5-15図 建屋モデルD（重量小）の最大応答加速度

第3.2.5-8表 建屋モデルD（重量小）の最大応答加速度一覧表

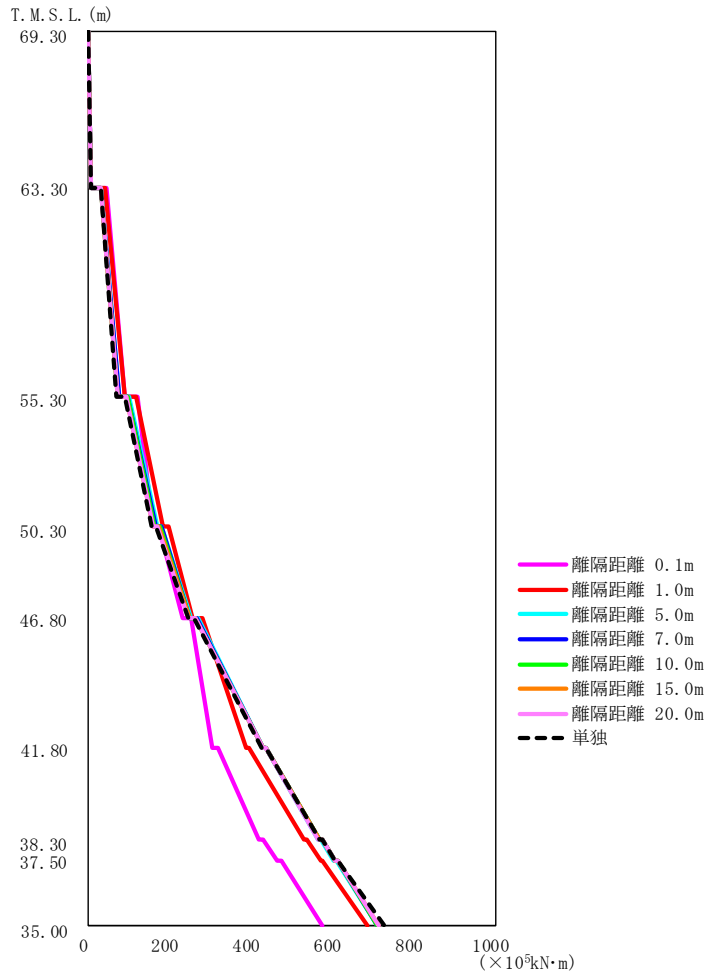
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)							
		单独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
69.30	1	400	591	540	434	428	420	413	410
63.30	2	344	413	433	382	373	364	357	354
55.30	3	296	335	344	309	307	304	301	300
50.30	4	273	294	278	271	268	269	270	271
46.80	5	263	278	256	257	259	260	261	261
41.80	6	243	255	232	238	240	241	241	241
38.30	7	237	241	226	233	235	235	236	236
37.50	8	236	240	225	232	234	234	235	235
35.00	9	235	241	224	231	232	233	233	234



第3.2.5-16 図 建屋モデルD（重量小）の最大応答せん断力

第3.2.5-9 表 建屋モデルD（重量小）の最大応答せん断力一覧表

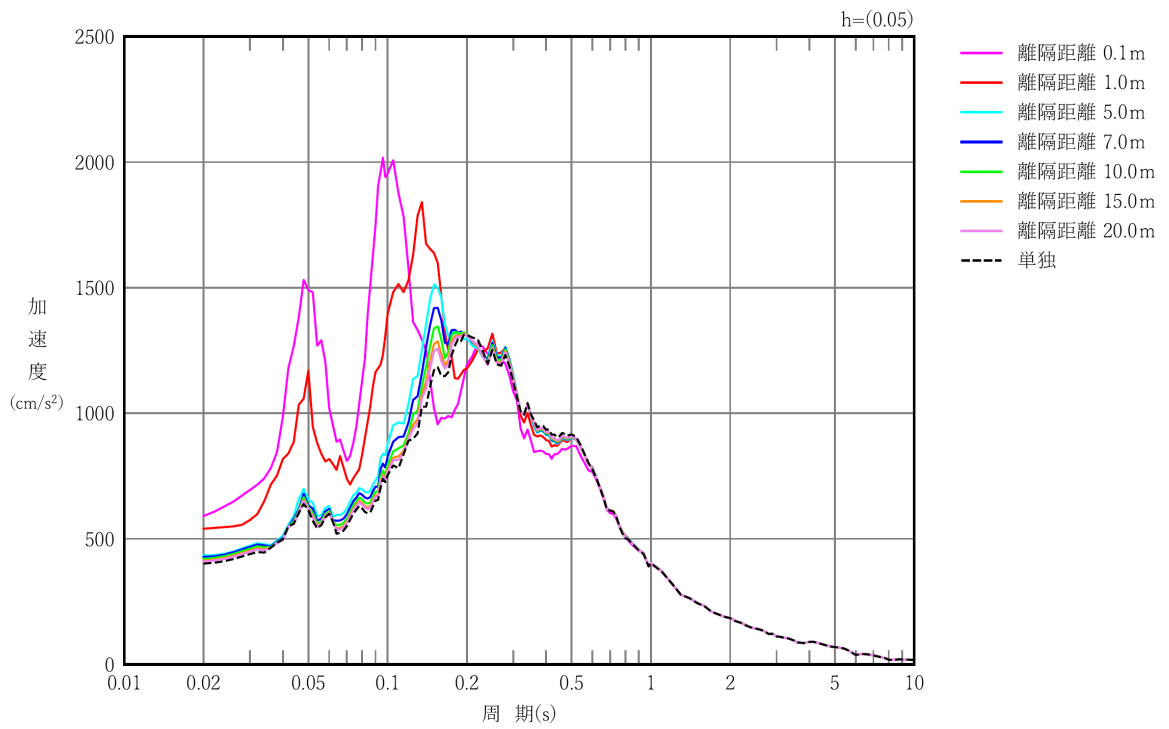
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力(×10 ³ kN)							
		単独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
69.30	1	7.38	11.05	9.85	7.98	7.93	7.80	7.66	7.58
63.30	2	54.87	65.07	69.46	60.10	59.27	58.06	56.90	56.32
55.30	3	148.25	132.91	145.84	153.37	152.34	151.11	149.99	149.45
50.30	4	245.81	212.05	243.75	251.98	250.70	249.19	247.83	247.16
46.80	5	350.11	149.16	301.29	332.59	335.49	337.98	340.32	341.76
41.80	6	411.10	364.42	389.30	395.34	396.77	398.39	400.31	401.67
38.30	7	439.58	495.09	428.21	424.41	425.28	426.59	428.39	429.75
37.50	8	463.51	423.87	436.14	444.00	445.84	447.96	450.48	452.24
35.00									



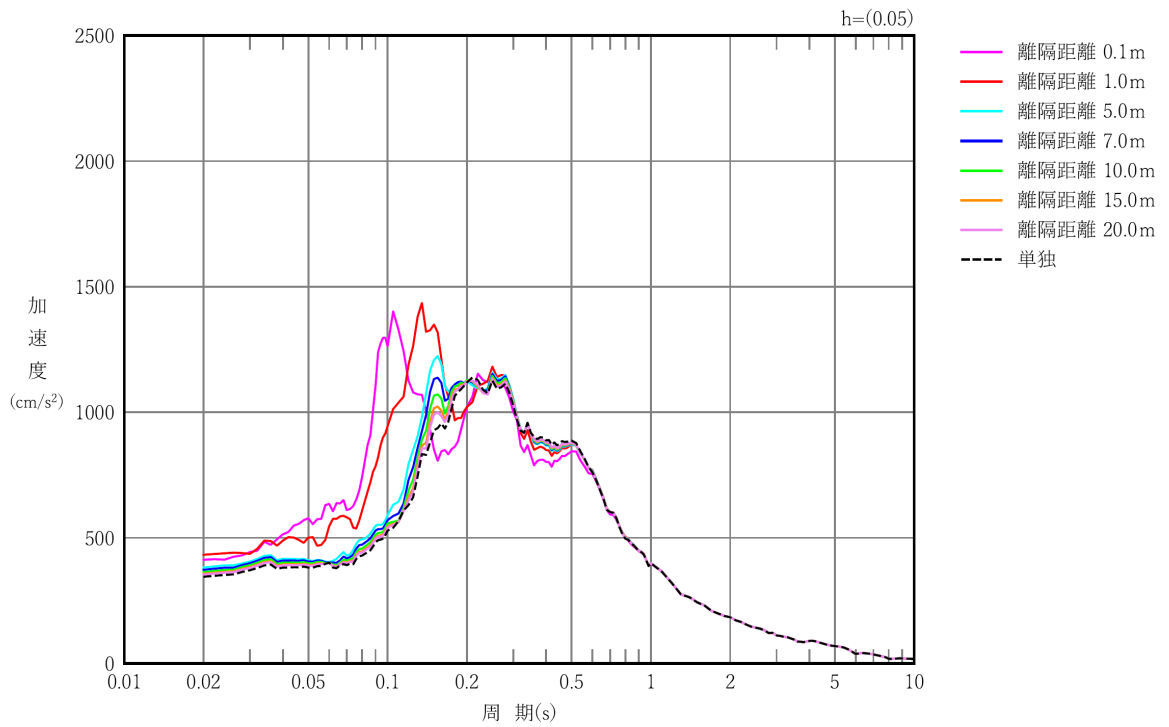
第3.2.5-17 図 建屋モデルD（重量小）の最大応答曲げモーメント

第3.2.5-10 表 建屋モデルD（重量小）の最大応答曲げモーメント一覧表

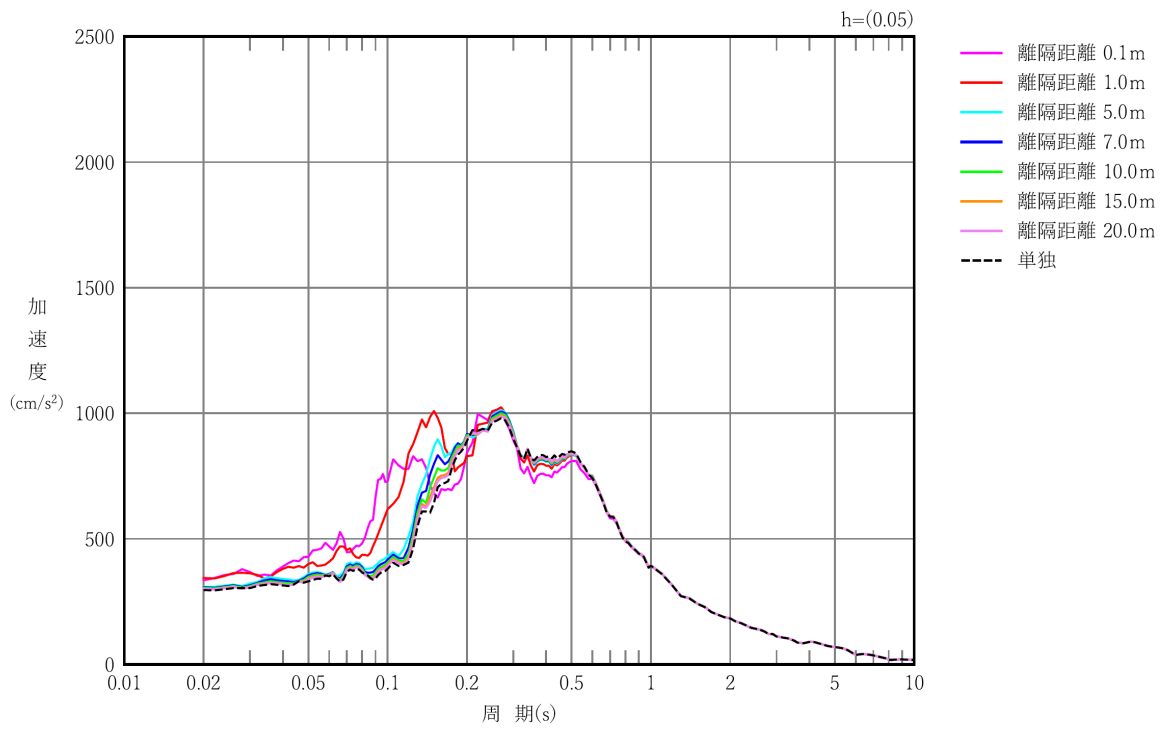
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)							
		単独	離隔距離 0.1m	離隔距離 1.0m	離隔距離 5.0m	離隔距離 7.0m	離隔距離 10.0m	離隔距離 15.0m	離隔距離 20.0m
69.30	1	4.68	7.36	6.16	5.08	5.04	4.95	4.86	4.81
63.30		69.65	89.09	89.71	75.73	74.75	73.29	71.92	71.26
55.30	3	155.87	159.22	182.26	167.90	165.90	163.02	160.33	159.02
50.30		244.14	229.88	254.37	251.13	250.39	248.76	247.04	246.15
46.80	5	426.88	305.47	388.24	428.27	429.15	428.57	427.57	427.06
41.80		566.97	420.08	529.96	564.76	565.64	565.93	565.63	565.51
38.30	7	605.79	464.27	569.61	602.90	603.77	604.23	604.05	604.00
37.50		726.73	574.59	684.04	707.98	708.75	709.18	711.38	713.32
35.00	8								



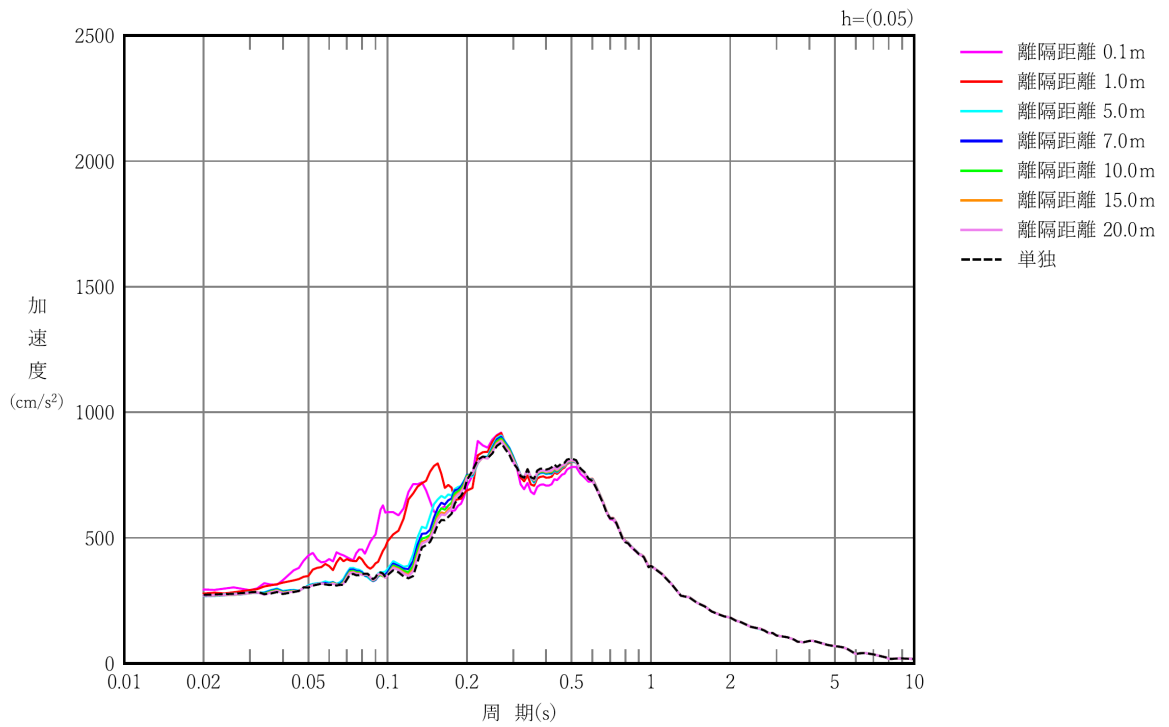
第3.2.5-18 図 建屋モデルD（重量小）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 69.30m)



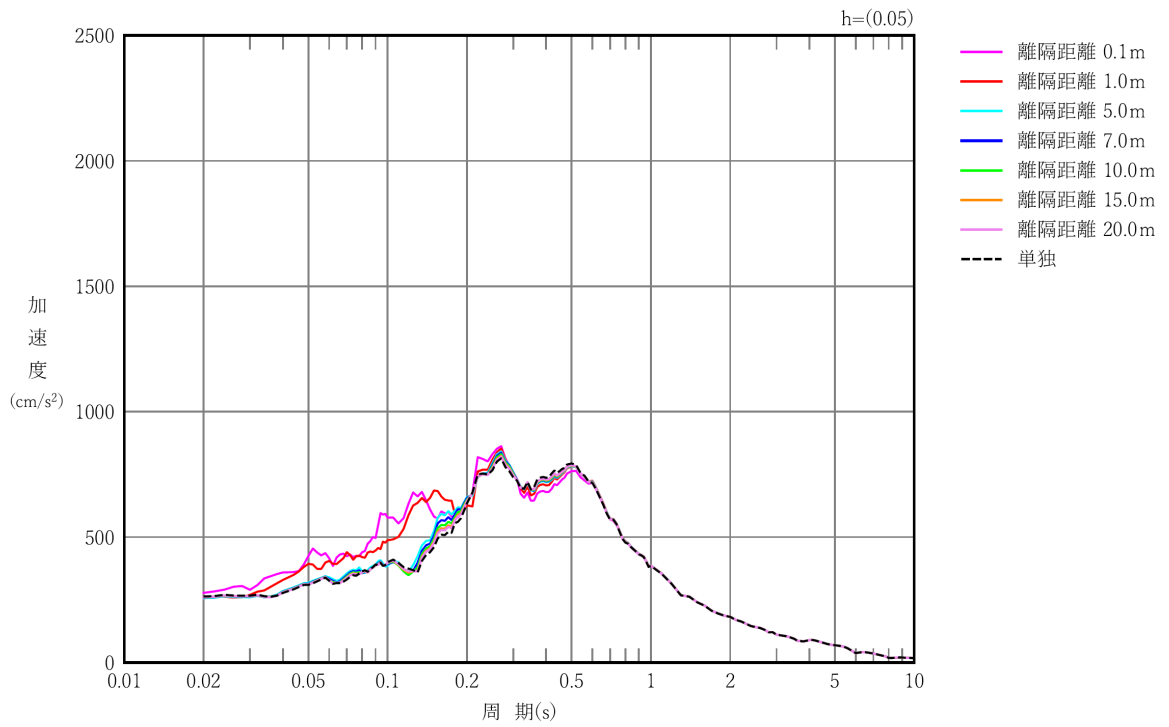
第3.2.5-19 図 建屋モデルD（重量小）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 63.30m)



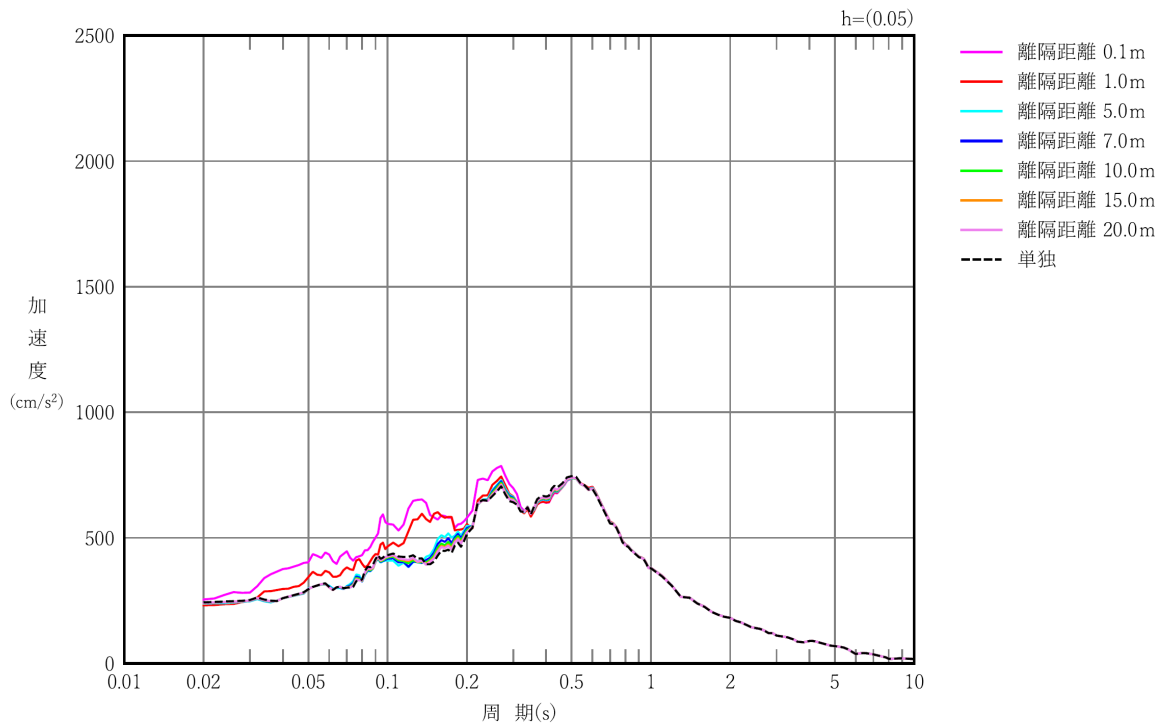
第3.2.5-20 図 建屋モデルD（重量小）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 55.30m)



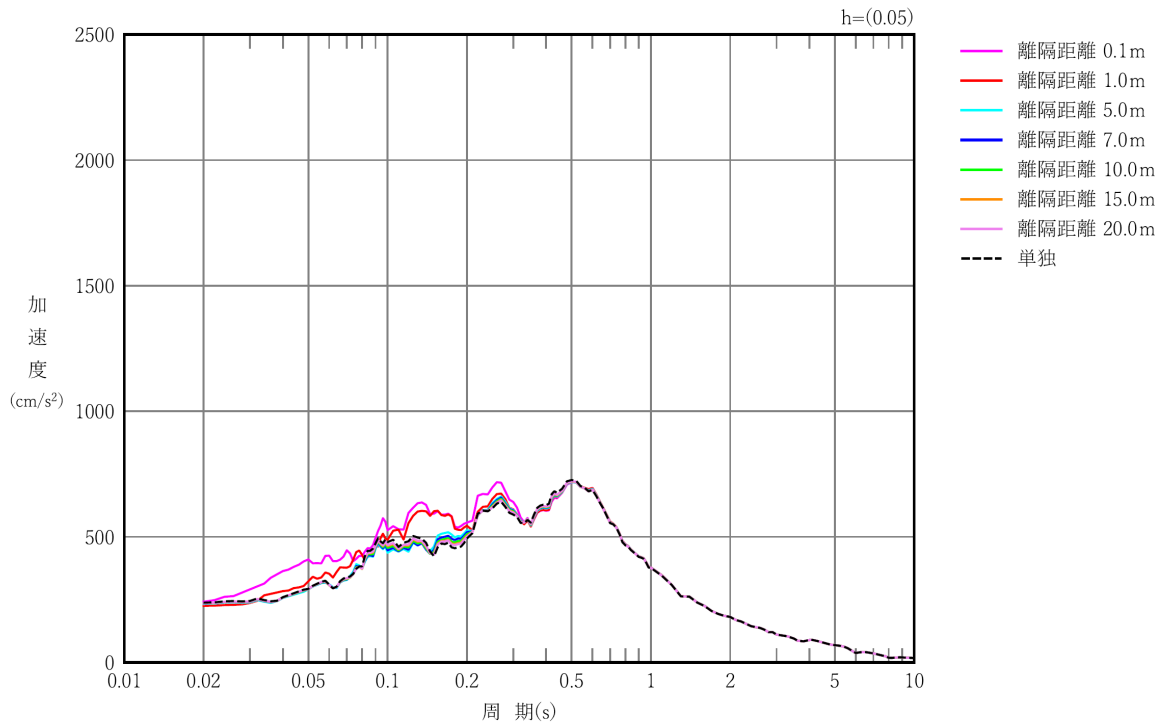
第3.2.5-21 図 建屋モデルD（重量小）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 50.30m)



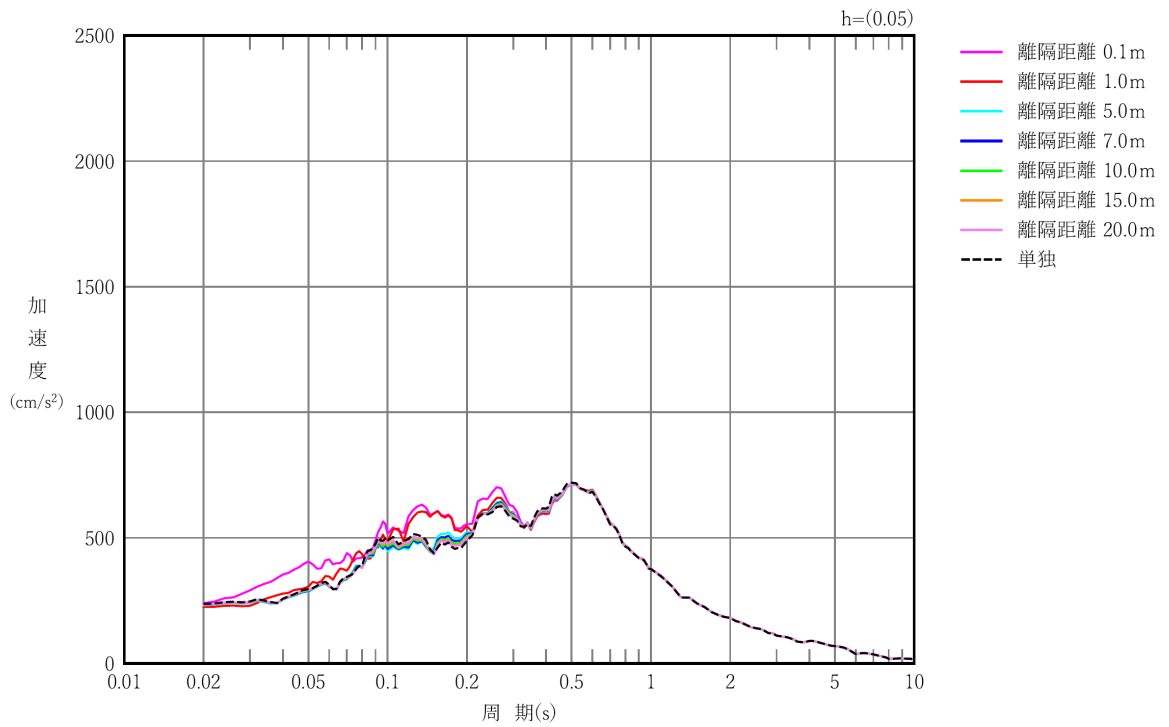
第3.2.5-22 図 建屋モデル D (重量小) の加速度応答スペクトル (T. M. S. L. 46. 80m)



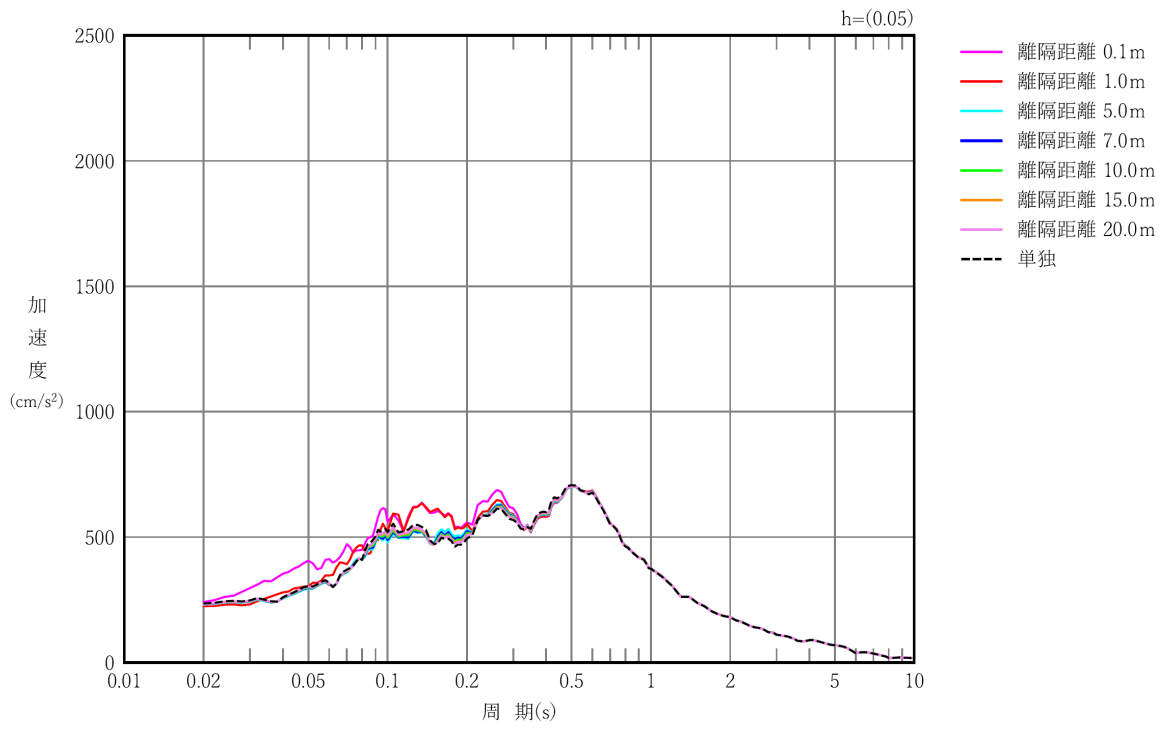
第3.2.5-23 図 建屋モデル D (重量小) の加速度応答スペクトル (T. M. S. L. 41. 80m)



第3.2.5-24 図 建屋モデルD (重量小) の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 38.30m)



第3.2.5-25 図 建屋モデルD (重量小) の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 37.50m)



第3.2.5-26図 建屋モデルD（重量小）の加速度応答スペクトル(T.M.S.L. 35.00m)

(3) 結果の考察

ここでは、「(2) 解析結果」を踏まえた考察を行う。

a. 建屋モデル C (重量大)

隣接建屋の影響を考慮した場合と建屋単独の場合の結果と比較すると、最大応答値については、離隔距離 0.1m の場合には若干の差異が見られるが、離隔距離 1.0m 以上の場合にはほぼ一致していると言える。

また、加速度応答スペクトルについても、離隔距離 0.1m の場合には若干の差異が見られるが、離隔距離 1.0m 以上の場合には全周期帯においてほぼ一致していると言える。

b. 建屋モデル D (重量小)

隣接建屋の影響を考慮した場合と建屋単独の場合の結果と比較すると、最大応答値については、離隔距離 0.1m, 1.0m の場合には若干の差異が見られるが、離隔距離 5.0m 以上の場合にはほぼ一致していると言える。

また、加速度応答スペクトルについても、離隔距離 0.1m, 1.0m の場合には若干の差異が見られるが、離隔距離 5.0m 以上の場合には全周期帯においてほぼ一致していると言える。

以上のことから、当社事業所の地盤への埋込みがある建屋について、隣接建屋との重量差が大きい場合として、重量比（評価対象建屋/隣接建屋）が 1/4 (0.25) 程度^{*}以上の場合には、以下①、②のとおり考察できる。

- ①：重量が大きい方の建屋については、隣接建屋との離隔距離が 1.0m 以上確保できていれば、隣接建屋の影響は無いと判断できる。
- ②：重量が小さい方の建屋については、隣接建屋との離隔距離が 5.0m 以上確保できていれば、隣接建屋の影響は無いと判断できる。

※：建屋モデル C と建屋モデル D の重量比 (C:D) が、4 : 1 程度であることを踏まえて設定した値。

3.3 埋込みが無い建屋を対象とした検討（ケース2）

3.3.1 検討概要

本節では、埋込みが無い建屋を対象とした検討を行う。地盤への埋込みが無い建屋としては、屋外機械基礎を想定しており、それに隣接する建屋は、対象となる屋外機械基礎よりも基本的には規模が大きな建屋となるため、重量差が大きい場合（屋外機械基礎<隣接建屋）の検討を行い、建屋単独の場合の結果と比較する。

ケース2の検討に用いる建屋概要を第3.3.1-1表に、屋外機械基礎と隣接建屋の配置図を第3.3.1-1図に示す。

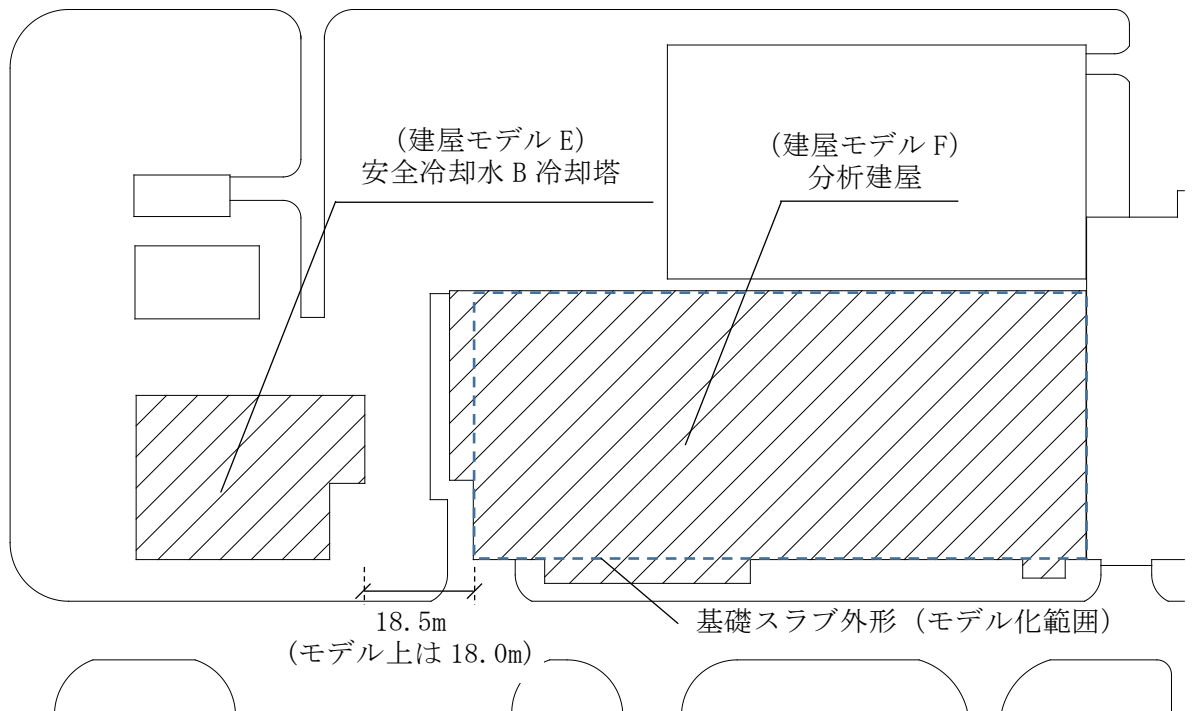
評価対象となる屋外機械基礎として安全冷却水B冷却塔（基礎）（建屋モデルE）を、それに隣接する建屋として分析建屋（建屋モデルF）を想定した検討を行う。

建屋モデルEと建屋モデルFの重量比（E:F）は、1：25程度である。

なお、別紙1「再処理事業所等の建物・構築物の建屋構造特性の整理結果」を確認した結果、安全冷却水B冷却塔（基礎）と分析建屋を想定した本検討を実施すれば、他の埋込みが無い建屋（屋外機械基礎）に対しても、当社が必要と考える隣接建屋の影響有無の判定を行うことができることから、本検討では離隔距離をパラメータとした検討は実施しない。

第 3.3.1-1 表 検討に用いる建屋概要 (ケース 2, 重量差大 (評価対象建屋 < 隣接建屋))

建屋モデル	想定する建屋	重量比	離隔距離
E (評価対象となる屋外機械基礎)	安全冷却水 B 冷却塔 (上部構造物 + 基礎)	(E : F)	18.0m
F (評価対象に隣接する建屋)	分析建屋	1 : 25 程度	



第 3.3.1-1 図 評価対象となる屋外機械基礎と隣接建屋の配置図

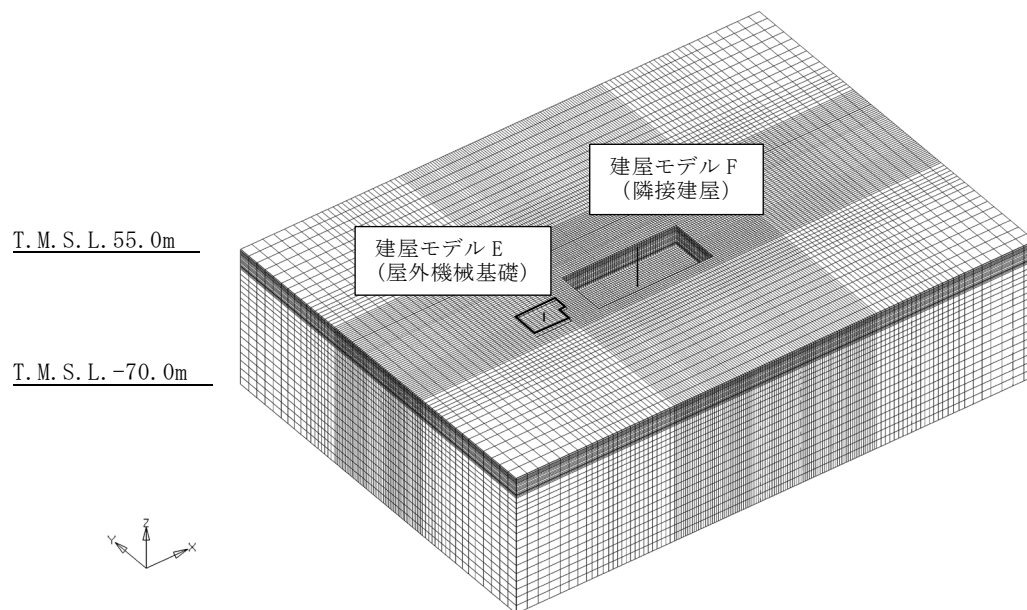
3.3.2 検討用モデル

(1) 検討用モデル概要

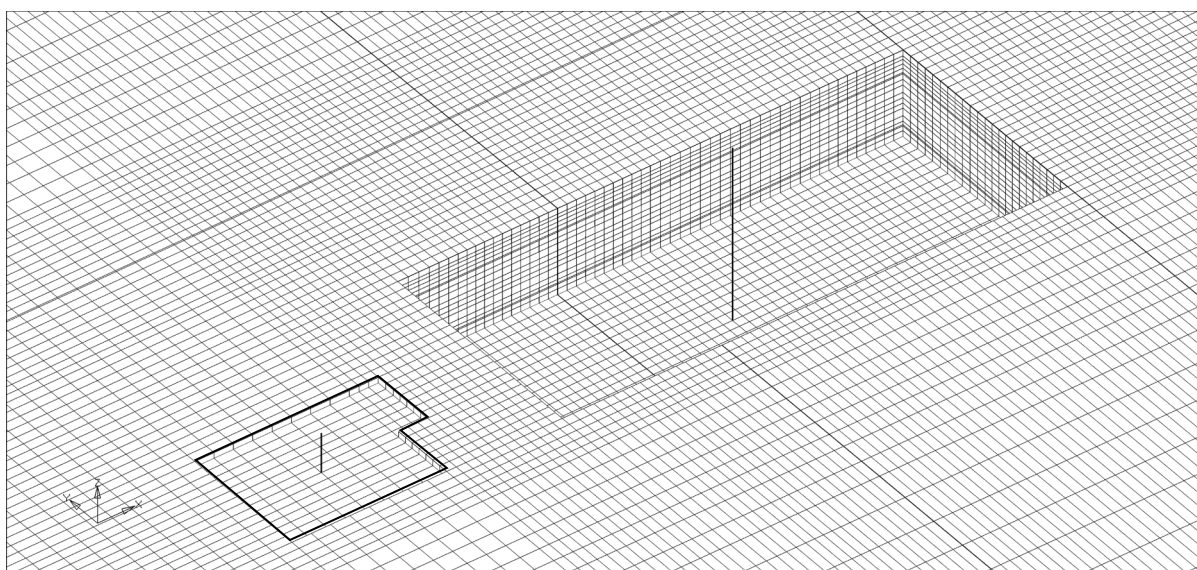
隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析モデルは、評価対象となる屋外機械基礎（上部構造物＋基礎）と隣接建屋を質点系モデルとし、地盤を3次元FEMモデルとした地盤3次元FEMモデル（以下、「隣接モデル」という。）を用いる。建屋諸元は、原則、添付書類「耐震性に関する説明書」の地震応答計算書に示す解析モデルの諸元に倣うものとする。

また、建屋単独の場合の地震応答解析モデルは、隣接建屋の影響を考慮した場合の解析モデルから、隣接建屋を取り除いたうえで、隣接建屋が埋め込まれていた部分を地盤とした解析モデル（以下、「単独モデル」という。）とする。

隣接モデルを第3.3.2-1図に、単独モデルを第3.3.2-2図に示す。

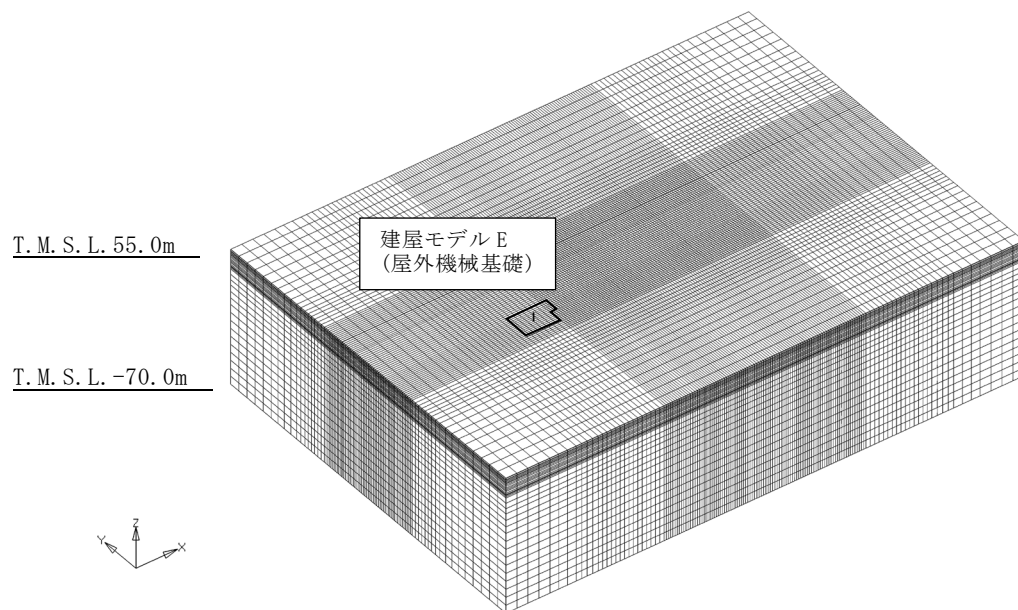


(a) 全体図

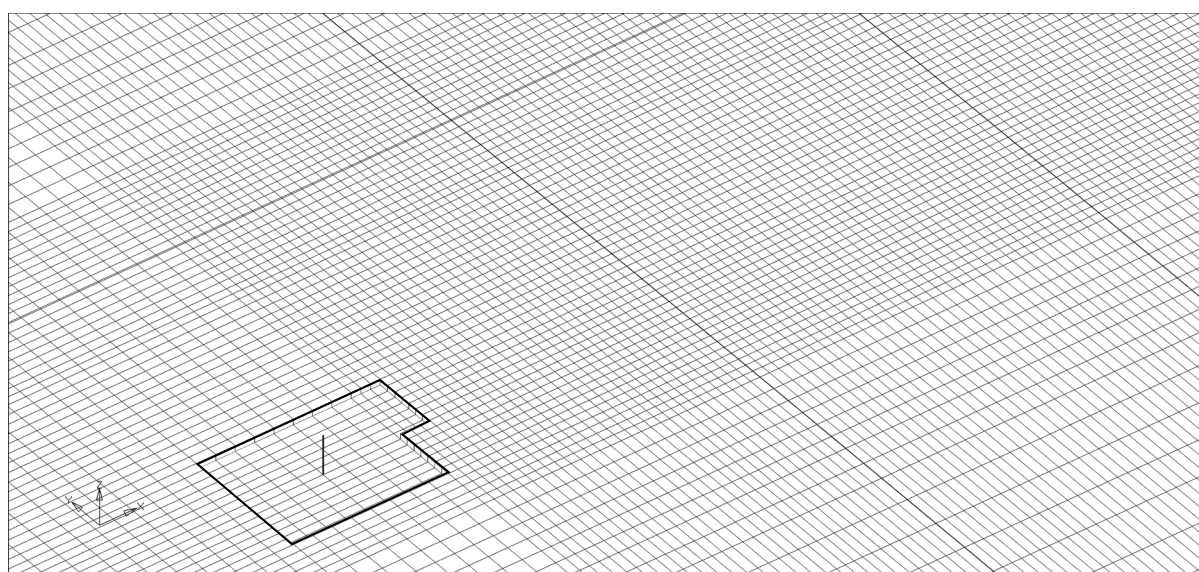


(b) 建屋周辺図

第3.3.2-1図 隣接モデル



(a) 全体図



(b) 建屋周辺図

第3.3.2-2図 単独モデル

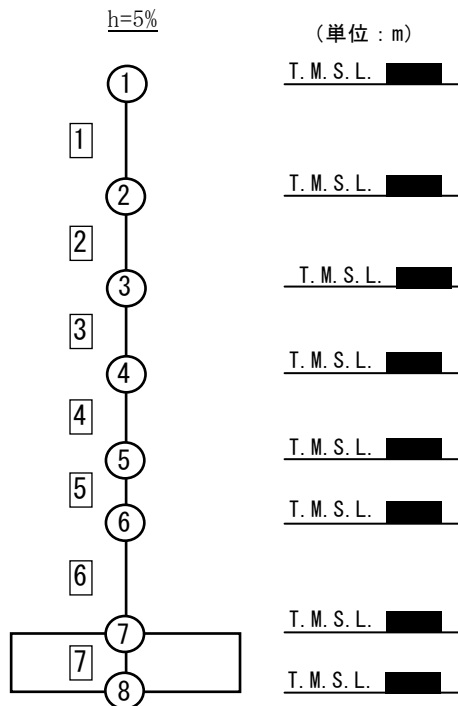
(2) 屋外機械基礎及び隣接建屋の解析諸元

建屋モデル E（屋外機械基礎）及び建屋モデル F（隣接建屋）の解析モデル図を第 3.3-3 図に，基礎寸法を第 3.3-4 図に，解析諸元を第 3.3-1 表に示す。

なお，本検討の検討用地震動は，弾性設計用地震動 Sd（Sd-A）であることから，部材の非線形特性は考慮しない。

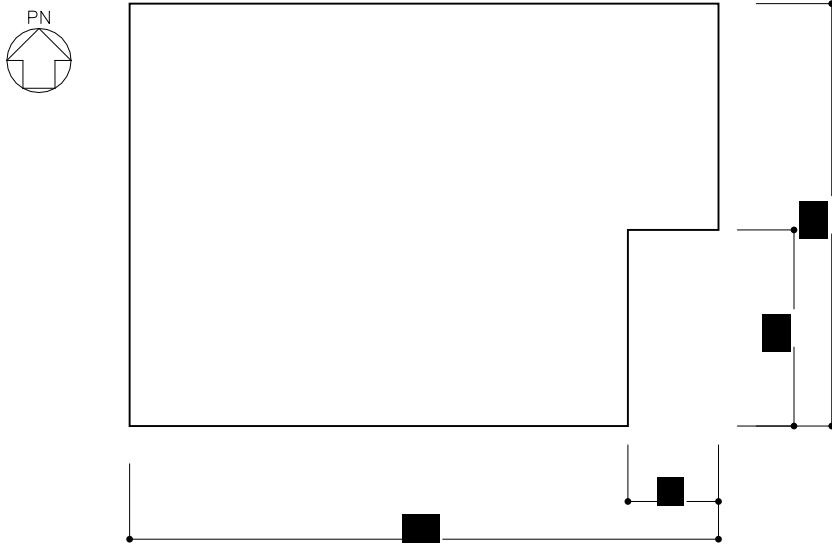


(a) 建屋モデル E（屋外機械基礎）

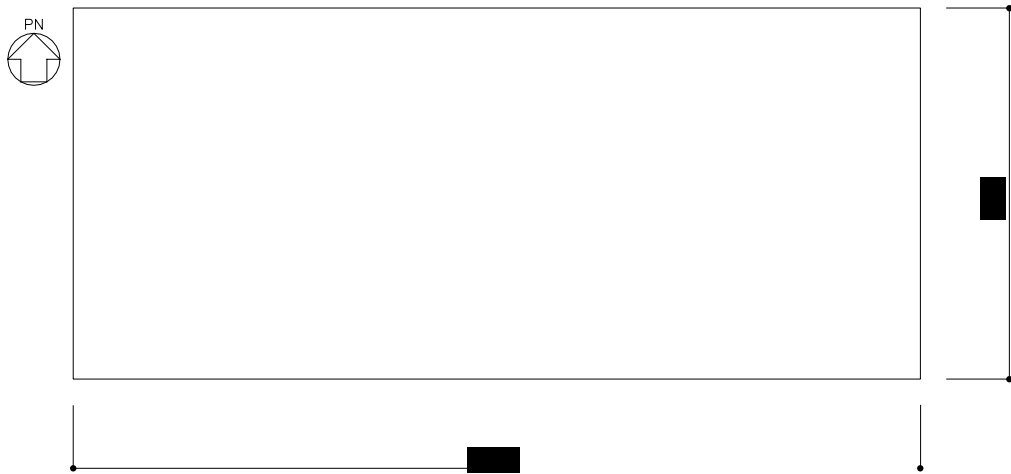


(b) 建屋モデル F（隣接建屋）

第 3.3.2-3 図 屋外機械基礎及び隣接建屋の解析モデル図



(a) 建屋モデル E (屋外機械基礎)



(b) 建屋モデル F (隣接建屋)

第 3.3.2-4 図 基礎寸法

第 3.3.2-1 表 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向)

(a) 建屋モデル E (屋外機械基礎)

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)
①							
②							
③							
④							
構築物総重量							

(b) 建屋モデル F (隣接建屋)

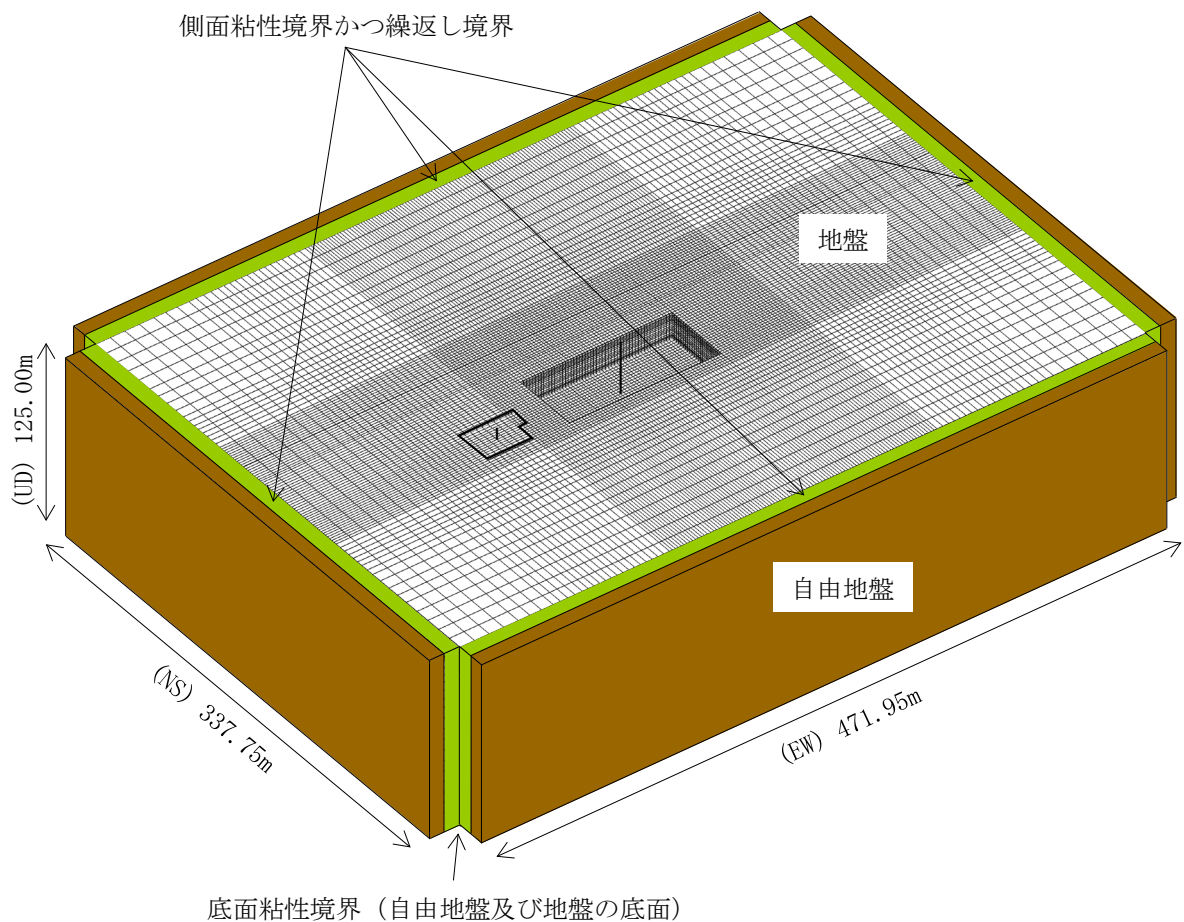
質点番号	質点位置 T. M. S. L. (m)	重量 W (kN)	回転慣性 重量 I_g ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}^2$)	要素 番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	断面二次 モーメント I ($\times 10^4 \text{m}^4$)	せん断 断面積 A_s (m^2)
①		31780	3.8	①		0.21	26.6
②		257330	234.3	②		44.54	404.9
③		182500	166.1	③		43.64	400.9
④		195400	177.9	④		44.01	407.1
⑤		164920	150.1	⑤		45.48	416.2
⑥		262360	238.9	⑥		47.40	428.7
⑦		240510	219.0	⑦		436.00	4791.3
⑧		162240	147.7	—	—	—	—
建屋総重量		1497040	—	—	—	—	—

(3) 地盤モデルの解析諸元

地盤モデルを第 3.3.2-5 図に示す。地盤はソリッド要素でモデル化する。NS 方向 337.75m, EW 方向 471.95m の領域をモデル化し、地盤モデル底面は T. M. S. L. -70.0m とする。

地盤物性は、水平成層地盤とし第 3.3.2-2 表に示す。地盤物性は、安全冷却水 B 冷却塔基礎の地震応答計算書に基づき、表層部も含め全て支持地盤である鷹架層の物性を用いる。隣接建屋への影響が大きいと考えられる安全冷却水 B 冷却塔基礎と分析建屋との間には、実状として、流動化処理土等で埋め戻されていることから、埋戻し土よりも剛性の高い鷹架層の物性値として設定した。地盤の減衰はレーリー減衰とし、0.1Hz 及び 20.0Hz を基準振動数として採用した。

地盤の境界条件は、底面粘性境界、側方粘性境界かつ繰り返し境界とする。このとき、粘性境界付近での解析精度の低下が評価対象である構造物の基礎底面の応答に与える影響を低減させるために、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社) 日本電気協会)」を参考に評価対象である各建屋の基礎底面に比べて地盤モデルの平面サイズを十分に大きく設定している (約 3 倍以上)。



第 3.3.2-5 図 地盤モデル

第 3.3.2-2 表 地盤物性

標高 T. M. S. L. (m)	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)	減衰定数 h
▽地表	55.0			
▽建屋モデルEの基礎底面	■	18.1	660	0.03
▽建屋モデルFの基礎底面	■	18.2	760	
鷹架層	22.0	18.2	800	
	4.0	17.8	820	
▽解放基盤表面	-70.0	17.0	820	

(4) 建屋－地盤間の境界条件

構造物の基礎底面は剛体として考慮し、浮き上がりは考慮せず完全固着とし、基礎底面と支持地盤が同一に挙動するように結合する。また、建屋側面と側面地盤間について、建屋モデル F については、建屋埋込み質点とそれと同じ高さの地盤節点、及び 1FL の建屋質点 (T. M. S. L. ■ m) と地表節点 (T. M. S. L. 55.00m) は剛接とし、地盤の水平自由度を拘束することで、埋込み効果を考慮する。建屋モデル E については、側面地盤との結合は行わず、埋込み効果は考慮しない。

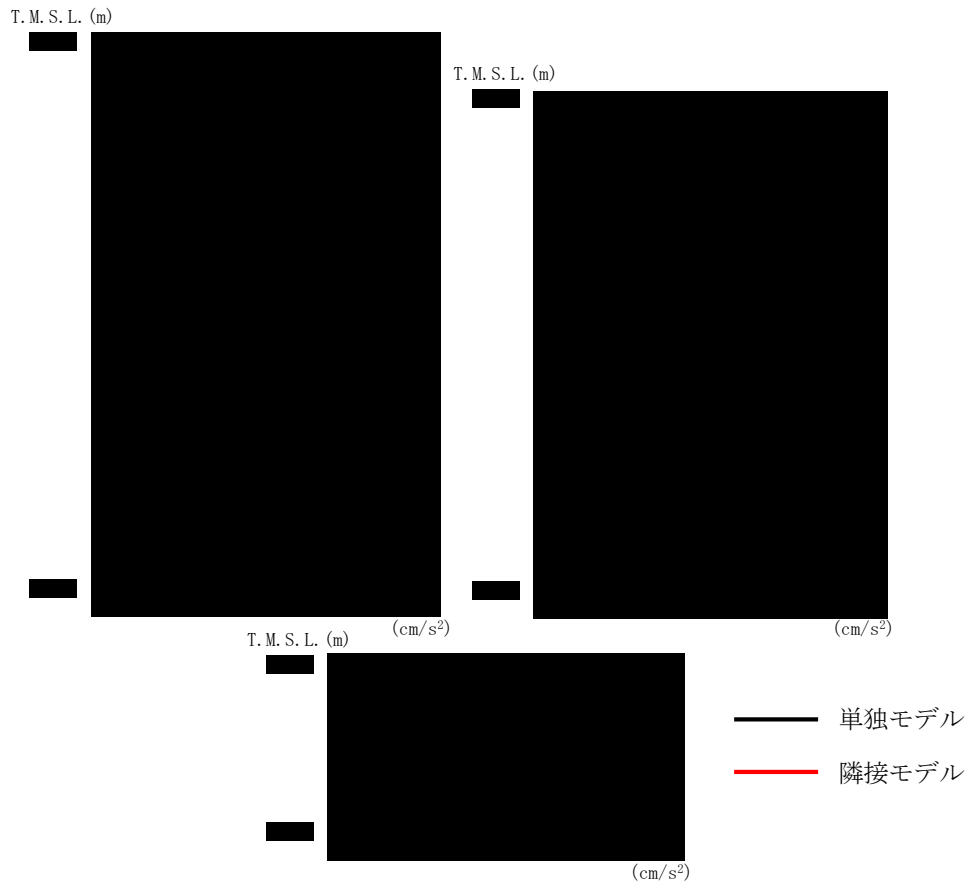
3.3.3 検討用地震動及び検討用モデルへの入力方法

検討用地震動は、「3.2.3 検討用地震動及び検討用モデルへの入力地震動」と同様に弾性設計用地震動 Sd のうち、卓越周期に著しい偏りがなく、継続時間が長い Sd-A を用いる。

安全冷却水 B 冷却塔（基礎）の基礎下位置における自由地盤の応答が、Sd-A が入射した時の一次元波動論による応答計算と等価となるような補正波を作成し、地盤 3 次元 FEM モデルの底面に入力する。

3.3.4 解析結果

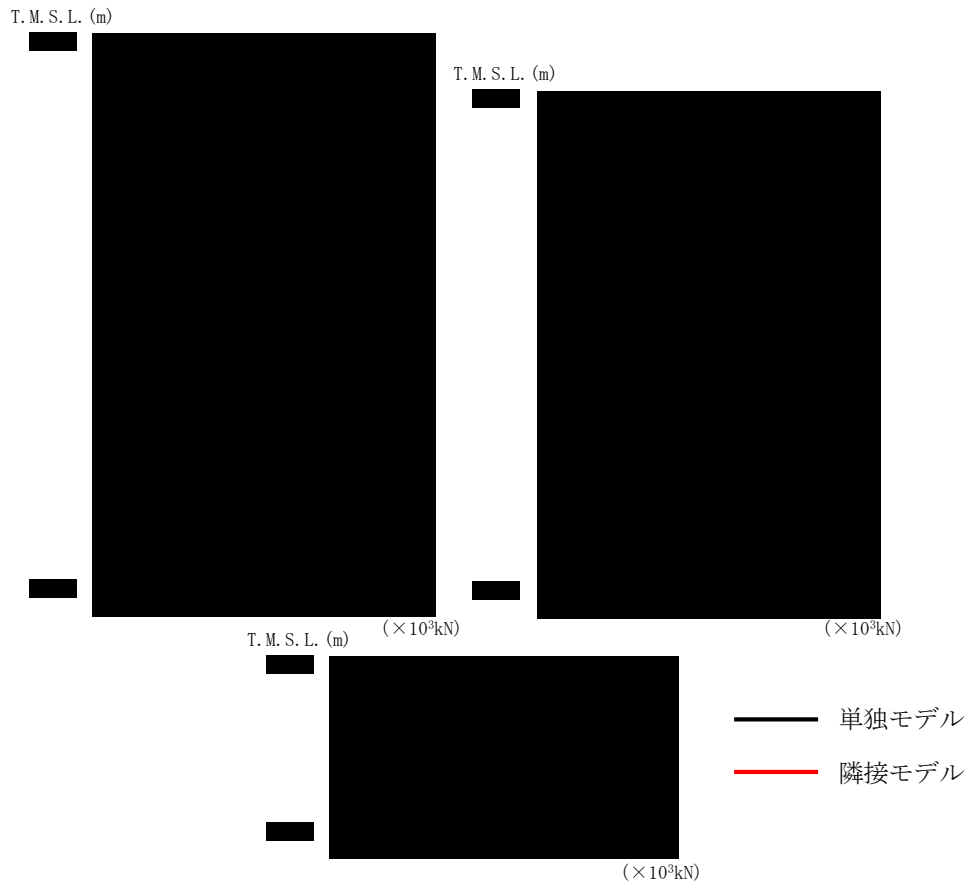
評価対象である建屋モデル E（屋外機械基礎）の最大応答値を第 3.3.4-1 図～第 3.3.4-3 図及び第 3.3.4-1 表～第 3.3.4-3 表に、加速度応答スペクトルを第 3.3.4-4 図～第 3.3.4-7 図に示す。



第 3.3.4-1 図 建屋モデル E (屋外機械基礎) の最大応答加速度

第 3.3.4-1 表 建屋モデル E (屋外機械基礎) の最大応答加速度一覧

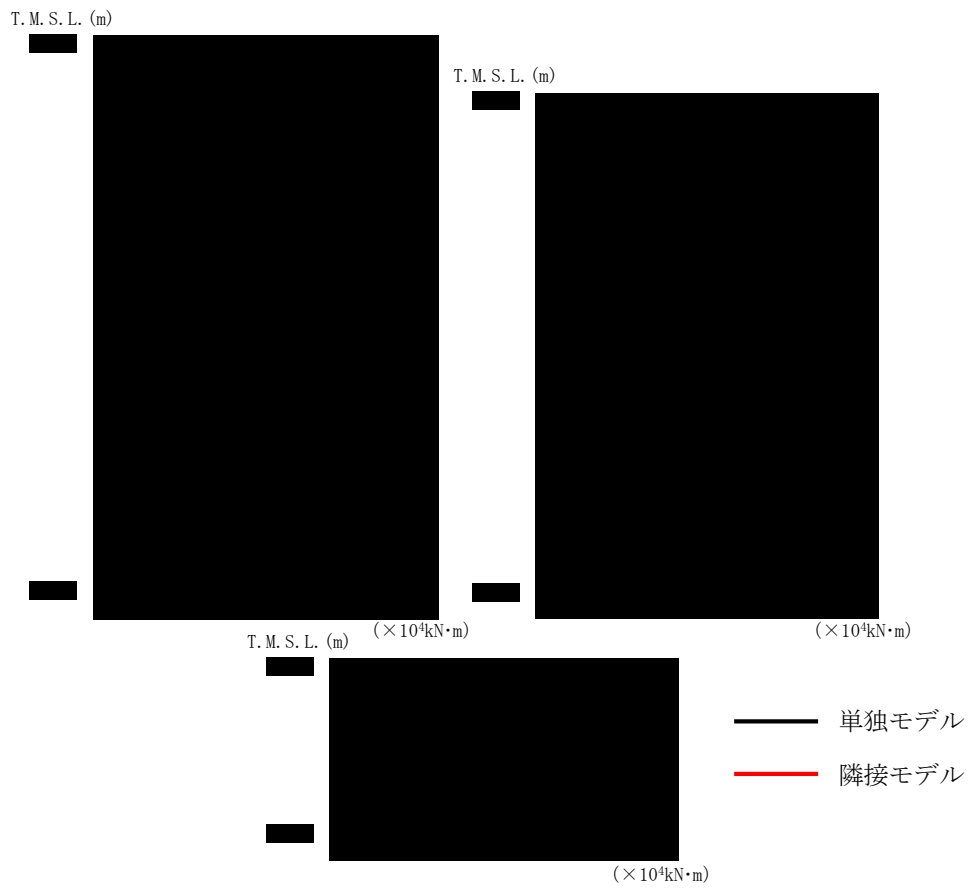
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		単独モデル	隣接モデル



第 3.3.4-2 図 建屋モデル E（屋外機械基礎）の最大応答せん断力

第 3.3.4-2 表 建屋モデル E（屋外機械基礎）の最大応答せん断力一覧

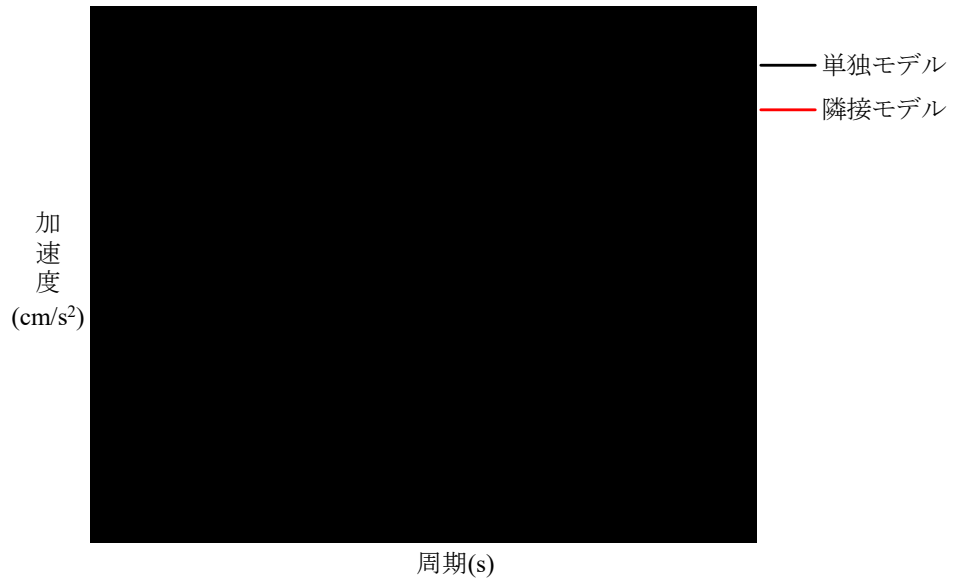
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)	
		単独モデル	隣接モデル
[Redacted data]			



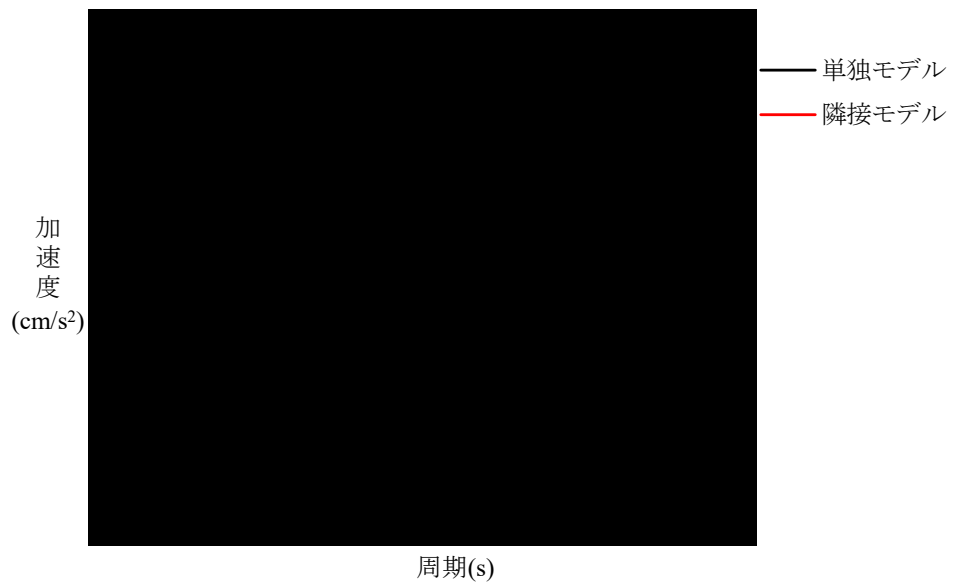
第 3.3.4-3 図 建屋モデル E（屋外機械基礎）の最大応答曲げモーメント

第 3.3.4-3 表 建屋モデル E（屋外機械基礎）の最大応答曲げモーメント一覧

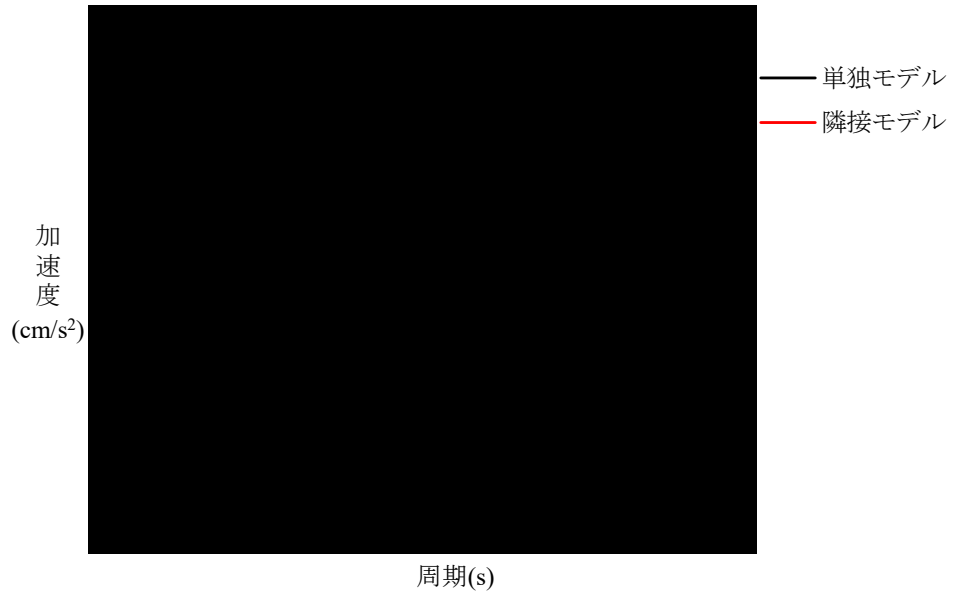
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^4 \text{ kN}\cdot\text{m}$)	
		単独モデル	隣接モデル
[Redacted data]			



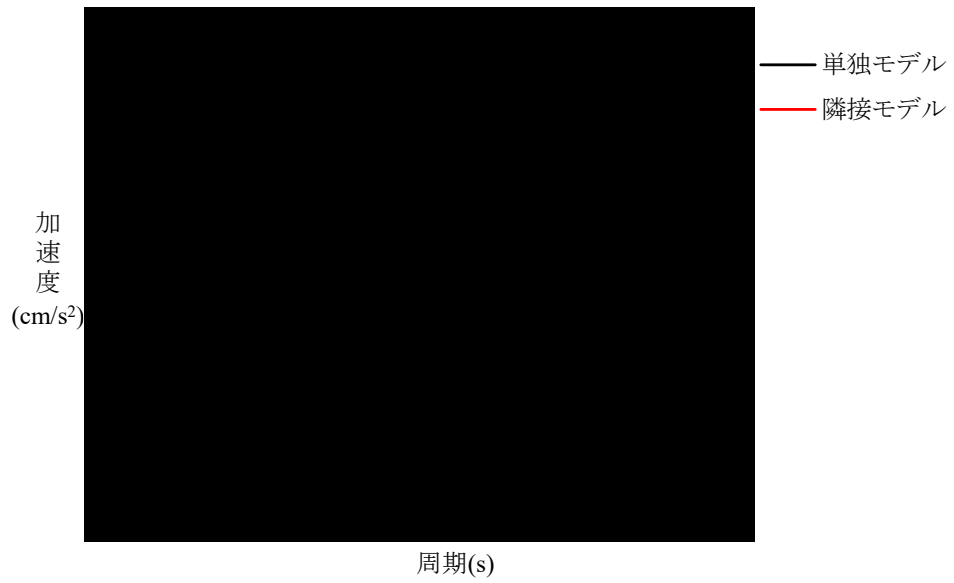
第3.3.4-4 図 建屋モデル E（屋外機械基礎）の加速度応答スペクトル (T. M. S. L. [redacted] m)



第3.3.4-5 図 建屋モデル E（屋外機械基礎）の加速度応答スペクトル (T. M. S. L. [redacted] m)



第3.3.4-6 図 建屋モデルE（屋外機械基礎）の加速度応答スペクトル(T. M. S. L. [redacted] m)



第3.3.4-7 図 建屋モデルE（屋外機械基礎）の加速度応答スペクトル(T. M. S. L. [redacted] m)

3.3.5 結果の考察

ここでは、「3.3.4 解析結果」を踏まえた考察を行う。

埋込みが無い建屋（屋外機械基礎）について、隣接建屋の影響を考慮した場合と建屋単独の場合の結果と比較すると、最大応答値については、離隔距離 18.0m の場合にはほぼ一致していると言える。

また、加速度応答スペクトルについても、離隔距離 18.0m の場合には全周期帯においてほぼ一致していると言える。

以上のことから、当社事業所の地盤への埋込みが無い建屋（屋外機械基礎）について、隣接建屋との重量比（評価対象建屋/隣接建屋）が 1/25（0.04）程度*以上の場合には、隣接建屋との離隔距離が 18.0m 以上確保できていれば、隣接建屋の影響は無いと判断できる。

※：建屋モデル E と建屋モデル F の重量比（E:F）が、1：25 程度であることを踏まえて設定した値。

3.4 当社事業所における隣接建屋の影響有無の確認

本節では、再処理施設等の各建物・構築物に対して、ケーススタディの検討結果を踏まえ、その適用性に留意したうえで、当社事業所における隣接建屋の影響有無について総合的な確認を行う。

ケーススタディを踏まえた確認を行うにあたって、「3.2 埋込みがある建屋を対象とした検討（ケース 1-1、ケース 1-2）」及び「3.3 埋込みが無い建屋を対象とした検討（ケース 2）」の検討結果のまとめを、第 3.4-1 表に示す。

なお、「2.1 「NUPEC 試験」について」で示すとおり、隣接建屋の影響は、埋込みが無い場合よりも、埋込みがある場合の方が大きいとされていることから、「埋込みがある建屋を対象とした検討（ケース 1-1、ケース 1-2）」から得られた知見は、埋込みが無い建屋に適用できると判断した。

また、評価対象建屋に隣接する構築物として、洞道も挙げられるが、洞道は建屋と比較して重量が著しく小さいことから、本ケーススタディの結果より、評価対象建屋の応答に与える影響は無いと判断している。

第 3.4-1 表 ケーススタディの結果のまとめ

ケース	地盤への埋込みの有無	隣接建屋との規模差	結果のまとめ
1-1	埋込み有	重量差小 (同規模同士)	重量比*が 4/5～5/4 (0.80～1.25) 程度の場合には、隣接建屋との離隔距離が 1.0m 以上確保できていれば、隣接建屋の影響は無い。
1-2		重量差大	重量比*が 1/4 (0.25) 程度以上の場合には、以下①、②のとおり考察できる。 ①：重量が大きい方の建屋については、隣接建屋との離隔距離が 1.0m 以上確保できていれば、隣接建屋の影響は無い。 ②：重量が小さい方の建屋については、隣接建屋との離隔距離が 5.0m 以上確保できていれば、隣接建屋の影響は無い。
2	埋込み無	重量差大 (評価対象建屋 < 隣接建屋)	重量比*が 1/25 (0.04) 程度以上の場合には、隣接建屋との離隔距離が 18.0m 以上確保できていれば、隣接建屋の影響は無い。

※：重量比＝評価対象建屋の重量/隣接建屋の重量

第 3.4-1 表で整理したケーススタディの結果を踏まえた、当社事業所における隣接建屋の影響有無の判定フローを第 3.4-1 図に示す。

隣接建屋の影響有無の確認は、ケーススタディの結果を踏まえて設定した判定フローと、別紙 1 に示す再処理事業所等の建物・構築物の建屋構造特性の整理結果に基づき実施する。

再処理施設等の各建物・構築物について、判定フローを用いた隣接建屋の影響有無の確認結果を第 3.4-2 表に、第 3.4-2 図の各建物・構築物の隣接状況と併せて示す。

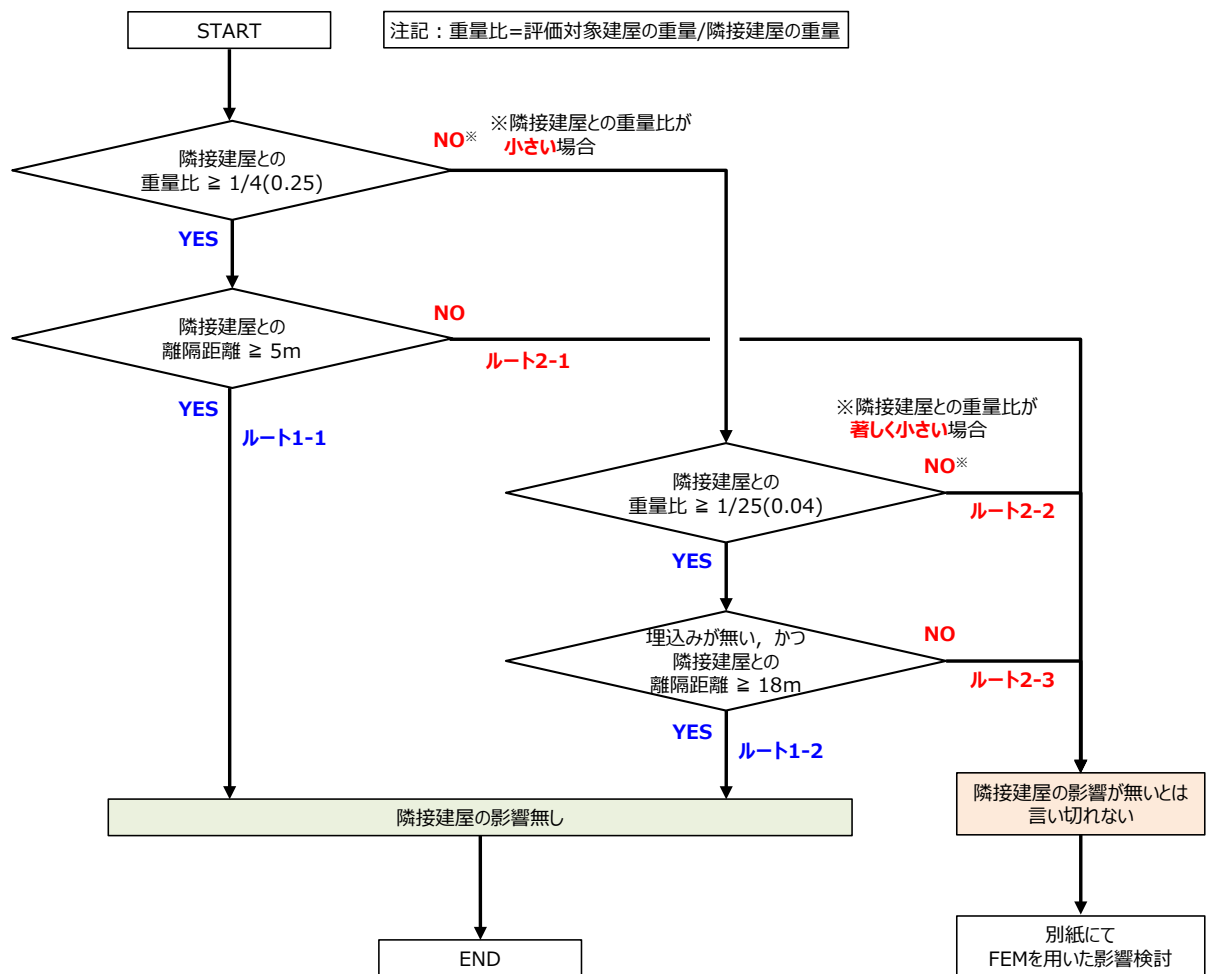
なお、ケーススタディの結果より、離隔距離が 20m 以上の場合には、重量比に寄らず、隣接建屋の影響が無いことが明らかであることから、評価対象建屋との離隔距離が 20m 以内の建屋を隣接建屋として整理した。

判定フローにより、「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物については、「4. FEM を用いた詳細検討」において、建屋を質点系モデルとし、地盤を 3 次元 FEM モデルとした地盤 3 次元 FEM モデルを用いた検討を実施する。FEM を用いた詳細検討では、グルーピングした各建屋群毎に、実際の建屋配置状況に即して各建屋を配置する場合と各建屋を単独でモデル化する場合の地震応答解析を実施し、両者の建屋応答の比較から得られる応答比率を用いて建物・構築物の耐震評価に与える影響を確認し、安全上支障がないことを確認している。

また、ケーススタディの結果の考察において、隣接建屋の影響が無いと判定した解析ケースについても、一部の応答値については、建屋単独の場合よりも、隣接建屋の影響を考慮した場合の方が僅かではあるが大きくなっている部分が存在する。

このことを踏まえ、判定フローにより、「隣接建屋の影響無し」と判定された建物・構築物についても、念のため、ケーススタディを踏まえた応答比率を用いた検討を実施し、耐震評価上の余裕度内に収まることを確認しており、その確認結果については参考資料に示す。

さらに、波及的影響の設計対象とする下位クラス施設についても、「隣接建屋の影響無し」と判定された建物・構築物に準じた確認を実施し、波及的影響の観点から設定した許容限界を超えないことを確認している。



第3.4-1図 当社事業所における隣接建屋の影響有無の判定フロー

第 3.4-2 表 隣接建屋の影響有無の確認結果 (1/2)

○：隣接建屋の影響無し
 △：隣接建屋の影響が無いとは言い切れない
 -：隣接建屋無し（隣接する建屋との距離が 20m 以上）

建物・構築物名称	埋込みの有無 ^{*1}	重量(kN)	隣接建屋 (略称)				重量比 ^{*2}				離隔距離 (m)				隣接建屋の影響有無				
			北	西	南	東	北	西	南	東	北	西	南	東	北	西	南	東	
前処理建屋	AA	有	2,891,664	FA	KA	AB	-	0.90	1.27	1.08	-	0.1	0.1	0.1	-	△	△	△	-
				A4A基礎	-	-	-	52.62	-	-	-	7.5	-	-	-	○	○	○	-
分離建屋	AB	有	2,687,770	AA	KA	-	-	0.93	1.18	-	-	0.1	0.1	-	-	△	△	-	-
精製建屋	AC	有	2,852,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ハル・エンドピース貯蔵建屋	AE	有	1,066,561	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
制御建屋	AG	有	697,440	-	-	AH	AK	-	-	0.47	1.55	-	-	2.0	0.1	-	-	△	△
主排気筒管理建屋	AP	有	12,460	A1基礎の検討で考慮				A1基礎の検討で考慮				A1基礎の検討で考慮				A1基礎の検討で考慮 ^{*3}			
緊急時対策建屋	AZ	有	1,412,270	-	G17基礎	G13	-	-	24.57	1.07	-	-	0.1	17.6	-	-	△	○	-
主排気筒 (基礎)	A1基礎	無	562,644	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
安全冷却水A冷却塔 (基礎)	A4A基礎	無	54,952	-	FA	AA	-	-	0.02	0.02	-	-	17.9	7.5	-	-	△	△	-
安全冷却水B冷却塔 (基礎)	A4B基礎	無	54,952	-	-	-	AH	-	-	-	0.04	-	-	-	18.5	-	-	-	○
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	CA	有	1,091,890	-	BA	CB	-	-	3.11	1.29	-	-	17.4	8.7	-	-	○	○	-
				-	BB	-	-	-	1.25	-	-	-	10.0	-	-	-	○	○	-
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	CB	有	847,910	CA	BB	PA	-	0.78	0.97	0.26	-	8.7	9.7	19.3	-	○	○	○	-
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC	有	1,273,150	DA	-	-	-	0.33	-	-	-	19.9	-	-	-	○	-	-	-
ガラス固化体貯蔵建屋	EB	有	676,440	EB2	EA	KB(E)	-	1.28	1.02	0.36	-	10.0	0.1	16.1	-	○	△	○	-
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2	有	527,590	GC	-	EB	-	3.42	-	0.78	-	18.9	-	10.0	-	○	-	○	-

*1：地下階を有する建屋及び地震応答解析モデルに側面地盤ばねを考慮している建屋を埋込み有とする

*2：重量比＝評価対象建屋の重量/隣接建屋の重量

*3：A1 基礎の検討として AP の影響が見込まれている

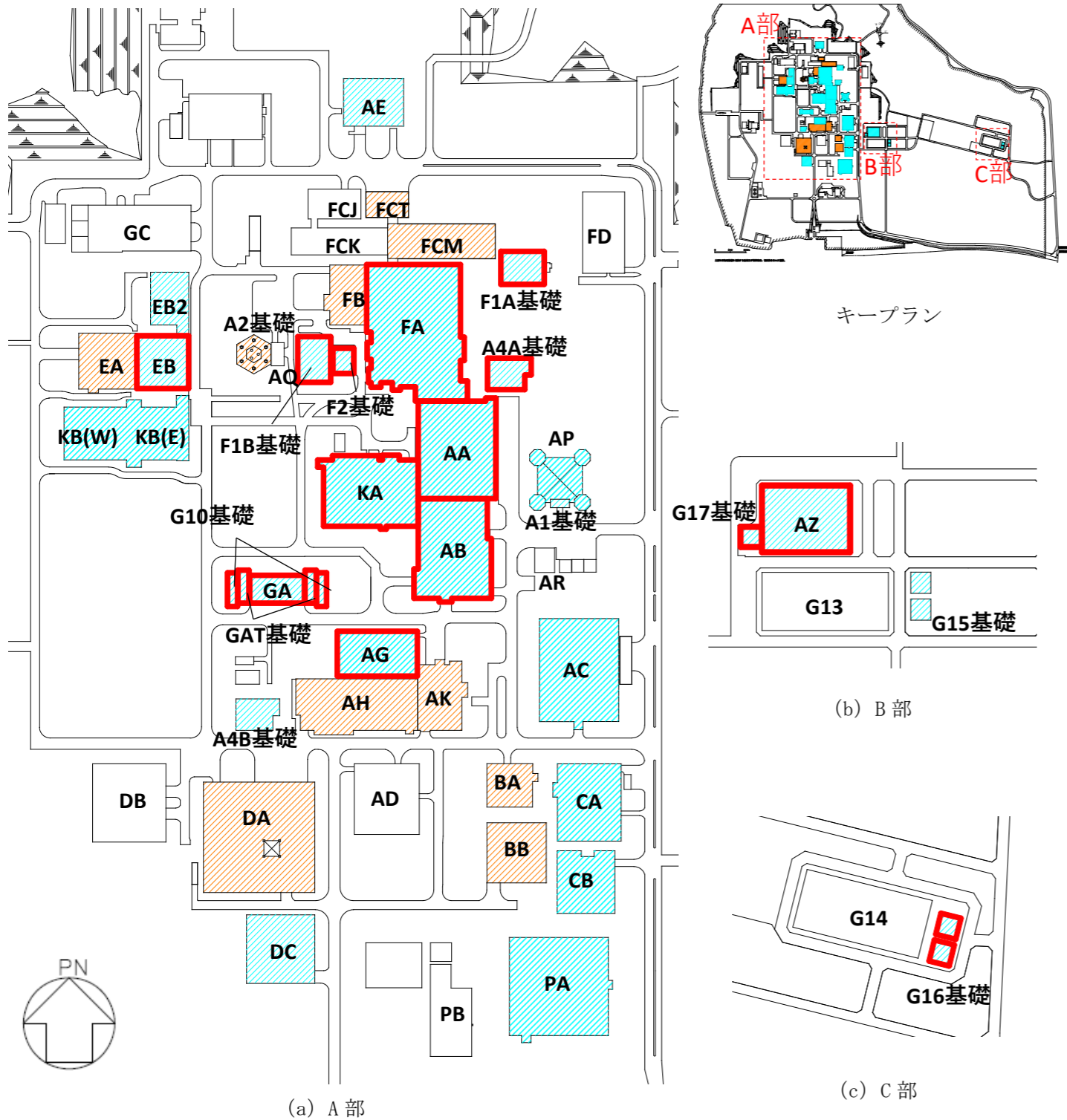
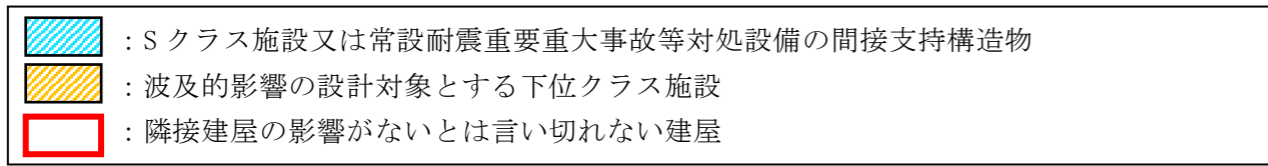
*4：KB(E)とKB(W)は基礎を共有しているため、一体として地震応答解析を実施している

第 3.4-2 表 隣接建屋の影響有無の確認結果 (2/2)

○：隣接建屋の影響無し
 △：隣接建屋の影響が無いとは言い切れない
 -：隣接建屋無し（隣接する建屋との距離が 20m 以上）

建物・構築物名称	埋込みの有無*1	重量(kN)	隣接建屋 (略称)				重量比*2				離隔距離 (m)				隣接建屋の影響有無				
			北	西	南	東	北	西	南	東	北	西	南	東	北	西	南	東	
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA	有	3,226,330	FCM	FB	AA	A4A基礎	5.33	7.83	1.12	58.71	5.5	0.1	0.1	17.9	○ ルート1-1	△ ルート2-1	△ ルート2-1	○ ルート1-1
				FCK	F2基礎	-	-	19.66	42.07	-	-	9.0	11.9	-	-	○ ルート1-1	○ ルート1-1	-	-
安全冷却水系冷却塔A (基礎)	F1A基礎	無	86,200	-	FCM	-	-	-	0.14	-	-	-	5.1	-	-	-	△ ルート2-3	-	-
安全冷却水系冷却塔B (基礎)	F1B基礎	有	212,120	FB	AQ	-	F2基礎	0.51	25.97	-	2.77	10.7	12.3	-	2.0	○ ルート1-1	○ ルート1-1	-	△ ルート2-1
第1非常用ディーゼル発電設備重油タンク室 (基礎)	F2基礎	有	76,690	-	F1B基礎	-	FA	-	0.36	-	0.02	-	2.0	-	11.9	-	△ ルート2-1	-	△ ルート2-3
非常用電源建屋	GA	有	240,886	-	GAT基礎	-	GAT基礎	-	5.56	-	5.56	-	0.6	-	0.6	-	△ ルート2-1	-	△ ルート2-1
非常用電源燃料タンク基礎	GAT基礎	有	43,336	-	G10基礎	-	GA	-	1.80	-	0.18	-	0.2	-	0.6	-	△ ルート2-1	-	△ ルート2-3
				-	GA	-	G10基礎	-	0.18	-	1.80	-	0.6	-	0.2	-	△ ルート2-3	-	△ ルート2-1
冷却塔A、B (基礎)	G10基礎	無	24,049	-	-	-	GAT基礎	-	-	-	0.55	-	-	-	0.2	-	-	-	△ ルート2-1
				-	GAT基礎	-	-	-	0.55	-	-	-	0.2	-	-	-	△ ルート2-1	-	-
第1軽油貯蔵所 (基礎)	G15基礎	有	58,330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
第2軽油貯蔵所 (基礎)	G16基礎	有	58,330	-	G14	-	-	-	0.04	-	-	-	10.0	-	-	-	△ ルート2-3	-	-
重油貯蔵所 (基礎)	G17基礎	有	57,470	-	-	-	AZ	-	-	-	0.04	-	-	-	0.1	-	-	-	△ ルート2-3
高レベル廃液ガラス固化建屋	KA	有	2,283,590	-	-	-	AA	-	-	-	0.79	-	-	-	0.1	-	-	-	△ ルート2-1
				-	-	-	AB	-	-	-	0.85	-	-	-	0.1	-	-	-	△ ルート2-1
第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	KB(E)	有	1,875,186	EB	KB(W)	-	-	2.77	1.00	-	-	16.1	-*4	-	-	○ ルート1-1	○*4	-	-
第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB(W)			EA	-	-	KB(E)	2.82	-	-	1.00	16.1	-	-	-*4	-	-	-	○*4
燃料加工建屋	PA	有	3,282,000	CB	-	-	-	3.87	-	-	-	19.3	-	-	-	○ ルート1-1	-	-	-

*1：地下階を有する建屋及び地震応答解析モデルに側面地盤ばねを考慮している建屋を埋込み有とする
 *2：重量比＝評価対象建屋の重量/隣接建屋の重量
 *3：A1 基礎の検討として AP の影響が見込まれている
 *4：KB(E)とKB(W)は基礎を共有しているため、一体として地震応答解析を実施している



建物・構築物名称	
前処理建屋	AA
分離建屋	AB
精製建屋	AC
低レベル廃液処理建屋	AD
ハル・エンドピース貯蔵建屋	AE
制御建屋	AG
分析建屋	AH
出入管理建屋	AK
主排気筒管理建屋	AP
北換気筒管理建屋	AQ
試薬建屋	AR
緊急時対策建屋	AZ
主排気筒（基礎）	A1基礎
北換気筒（基礎）	A2基礎
安全冷却水A冷却塔（基礎）	A4A基礎
安全冷却水B冷却塔（基礎）	A4B基礎
ウラン脱硝建屋	BA
ウラン酸化物貯蔵建屋	BB
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	CA
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	CB
低レベル廃棄物処理建屋	DA
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	DB
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC
ガラス固化体受入れ建屋	EA
ガラス固化体貯蔵建屋	EB

建物・構築物名称	
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	FB
使用済燃料輸送容器管理建屋（除染エリア）	FC (FCJ)
使用済燃料輸送容器管理建屋（空使用済燃料輸送容器保管庫）	FC (FCK)
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）	FC (FCM)
使用済燃料輸送容器管理建屋（トレーラエリア）	FC (FCT)
第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	FD
安全冷却水系冷却塔A（基礎）	F1A基礎
安全冷却水系冷却塔B（基礎）	F1B基礎
第1非常用ディーゼル発電設備重油タンク室（基礎）	F2基礎
非常用電源建屋	GA
非常用電源燃料タンク基礎	GAT基礎
ユーティリティ建屋	GC
冷却塔A、B（基礎）	G10基礎
第1保管庫・貯水所	G13
第2保管庫・貯水所	G14
第1軽油貯蔵所（基礎）	G15基礎
第2軽油貯蔵所（基礎）	G16基礎
重油貯蔵所（基礎）	G17基礎
高レベル廃液ガラス固化建屋	KA
第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	KB (E)
第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB (W)
燃料加工建屋	PA
エネルギー管理建屋	PB

第3.4-2図（第1.-1図に一部情報を加筆）再処理施設等の建物・構築物の隣接状況

4. FEM を用いた詳細検討

「3. 再処理施設等の建物・構築物を想定したケーススタディ」において、第 3.4-1 図に示す判定フローにより、「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物については、FEM を用いた詳細検討を行い、安全上支障がないことを確認することとしている。

本章では、FEM を用いた詳細検討について、検討方針、検討方法及び検討結果の概要を示すこととし、検討条件及び検討結果の詳細は別紙 2 に示す。

4.1 検討方針

FEM を用いた詳細検討は、「3.4 当社事業所における隣接建屋の影響有無の確認」において、「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物を評価対象建屋として検討を行う。「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物を第 4.1-1 表に整理して示す

また、検討にあたっては、評価対象建屋、及び重量比・離隔距離の関係から評価対象建屋に影響を及ぼす可能性が否定できない隣接建屋を、建屋群としてグルーピングしたうえで行う。グルーピングした建屋群の整理結果を第 4.1-2 表及び第 4.1-1 図に示す。

FEM を用いた詳細検討は、第 4.1-2 表に示す建屋群毎に、実際の建屋配置状況に則して各建屋を配置する場合と各建屋を単独でモデル化する場合の地震応答解析を実施し、両者の建屋応答の比較から得られる応答比率を用いて建物・構築物の耐震評価に与える影響を確認する。

なお、床応答スペクトルについては、機器・配管系の耐震評価に与える影響確認についても確認する。

検討に用いる解析モデルには、建屋を質点系モデルとし、地盤を 3 次元 FEM モデルとした地盤 3 次元 FEM モデルを用いる。

検討用地震動は、「3. 再処理施設等の建物・構築物を想定したケーススタディ」と同じく、弾性設計用地震動 S_d のうち、卓越周期に著しい偏りがなく、継続時間が長い S_d-A を用いることとし、地震応答解析は線形解析とする。

耐震評価への影響確認では、線形解析の結果に基づき算定した応答比率を用いることとし、「 S_s 地震時に対する評価」にも適用する。

ここで、建物・構築物の「 S_s 地震時に対する評価」は、各層の変形（耐震壁のせん断ひずみ）又は部材に発生する応力を確認していることを踏まえ、耐震評価への影響確認にあたっては、以下 a, b のとおり配慮する。

- a. 各層の変形（耐震壁のせん断ひずみ）の評価については、部材の非線形化による変形の進行を考慮し、エネルギー一定則に基づき評価する。
- b. 部材に発生する応力の評価については、線形解析により算定した応答比率を用いて評価する。これは、線形解析により算定した応答比率は、部材の非線形化による剛性低下を考慮して算定した応答比率よりも大きくなると考えたためである。

第 4.1-1 表 「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物

評価対象建屋※	評価対象建屋に影響を及ぼす可能性が否定できない隣接建屋	【参考】後述の第 4.1-2 表で示すグループ No.
前処理建屋 (AA)	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 (FA) , 高レベル廃液ガラス固化建屋 (KA) , 分離建屋 (AB)	①
分離建屋 (AB)	前処理建屋 (AA) , 高レベル廃液ガラス固化建屋 (KA)	①
制御建屋 (AG)	分析建屋 (AH) , 出入管理建屋 (AK)	④
緊急時対策建屋 (AZ)	重油貯蔵所 (基礎) (G17 基礎)	⑦
安全冷却水 A 冷却塔 (基礎) (A4A 基礎)	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 (FA) , 前処理建屋 (AA)	①
ガラス固化体貯蔵建屋 (EB)	ガラス固化体受入れ建屋 (EA)	⑤
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 (FA)	使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋 (FB) , 前処理建屋 (AA)	①
安全冷却水系冷却塔 A (基礎) (F1A 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) (FCM)	③
安全冷却水系冷却塔 B (基礎) (F1B 基礎)	第 1 非常用ディーゼル発電設備重油タンク室 (基礎) (F2 基礎)	②
第 1 非常用ディーゼル発電設備重油タンク室 (基礎) (F2 基礎)	安全冷却水系冷却塔 B (基礎) (F1B 基礎) , 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 (FA)	②
非常用電源建屋 (GA)	非常用電源燃料タンク基礎 (GAT 基礎)	⑥
非常用電源燃料タンク基礎 (GAT 基礎)	冷却塔 A, B (基礎) (G10 基礎) , 非常用電源建屋 (GA)	⑥
冷却塔 A, B (基礎) (G10 基礎)	非常用電源燃料タンク基礎 (GAT 基礎)	⑥
第 2 軽油貯蔵所 (基礎) (G16 基礎)	第 2 保管庫・貯水所 (G14)	⑧
重油貯蔵所 (基礎) (G17 基礎)	緊急時対策建屋 (AZ)	⑦
高レベル廃液ガラス固化建屋 (KA)	前処理建屋 (AA) , 分離建屋 (AB)	①

※：「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物 (S クラス施設又は常設耐震重要重大事故等対処設備の間接支持構造物)

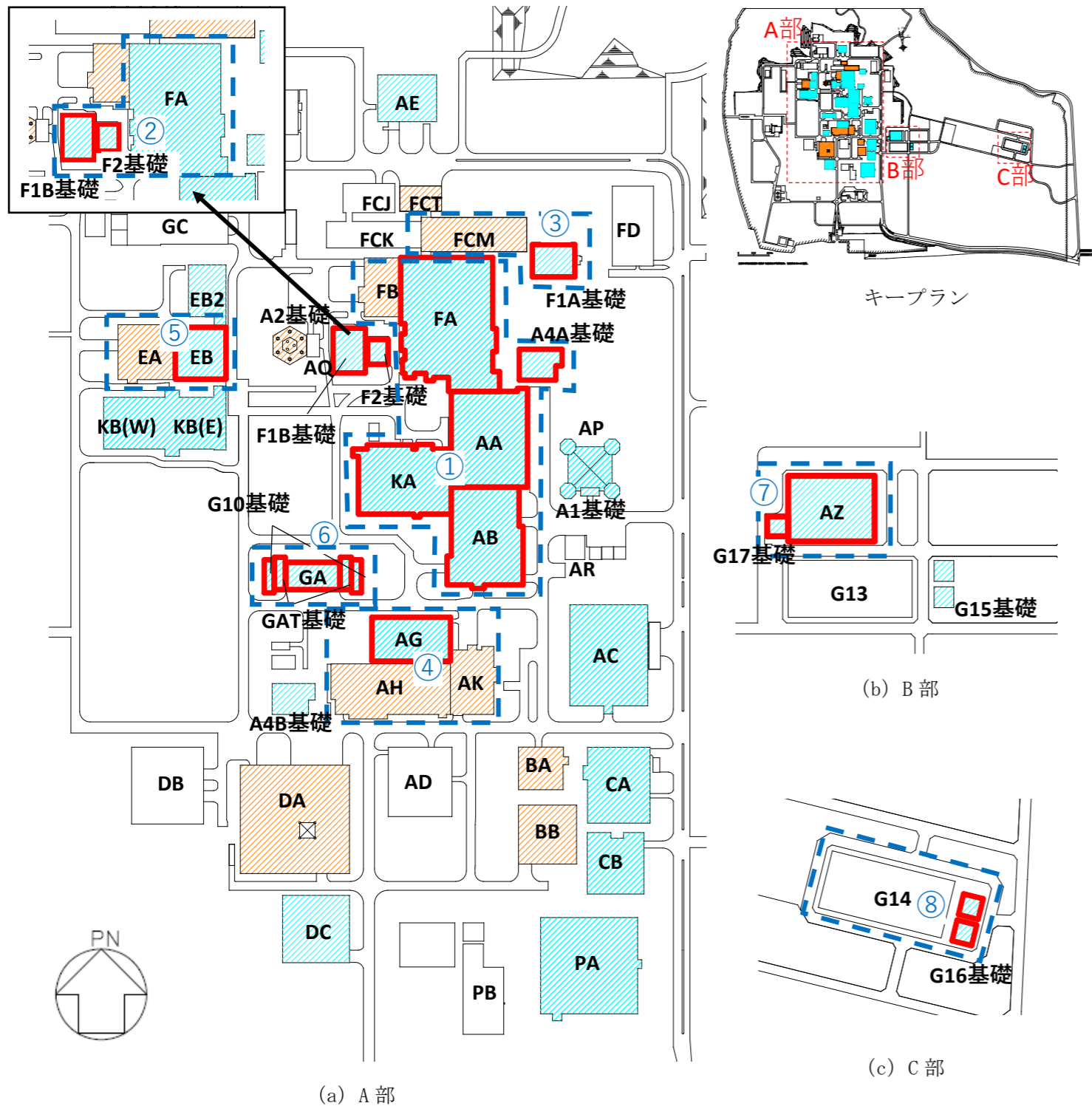
第 4.1-2 表 グループングした建屋群

グループ No.	建屋群
①	<ul style="list-style-type: none"> ・前処理建屋 (AA) <u>【評価対象】</u>, ・分離建屋 (AB) <u>【評価対象】</u>, ・安全冷却水 A 冷却塔 (基礎) (A4A 基礎) <u>【評価対象】</u>, ・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 (FA) <u>【評価対象】</u>^{※1}, ・使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋 (FB)^{※2}, ・高レベル廃液ガラス固化建屋 (KA) <u>【評価対象】</u>
②	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 (FA)^{※1, ※2}, ・安全冷却水系冷却塔 B (基礎) (F1B 基礎) <u>【評価対象】</u>, ・第 1 非常用ディーゼル発電設備重油タンク室 (基礎) (F2 基礎) <u>【評価対象】</u>
③	<ul style="list-style-type: none"> ・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) (FCM)^{※2}, ・安全冷却水系冷却塔 A (基礎) (F1A 基礎) <u>【評価対象】</u>
④	<ul style="list-style-type: none"> ・制御建屋 (AG) <u>【評価対象】</u>, ・分析建屋 (AH)^{※2}, ・出入管理建屋 (AK)^{※2}
⑤	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス固化体受入れ建屋 (EA)^{※2}, ・ガラス固化体貯蔵建屋 (EB) <u>【評価対象】</u>
⑥	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用電源建屋 (GA) <u>【評価対象】</u>, ・非常用電源燃料タンク基礎 (GAT 基礎) <u>【評価対象】</u>, ・冷却塔 A, B (基礎) (G10 基礎) <u>【評価対象】</u>
⑦	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策建屋 (AZ) <u>【評価対象】</u>, ・重油貯蔵所 (基礎) (G17 基礎) <u>【評価対象】</u>
⑧	<ul style="list-style-type: none"> ・第 2 保管庫・貯水所 (G14)^{※2}, ・第 2 軽油貯蔵所 (基礎) (G16 基礎) <u>【評価対象】</u>

※1 : FA は、グループ①において、評価対象建屋としての検討を実施する。一方、グループ②においては、FA 自体は評価対象外であるが、F2 基礎に影響を及ぼす可能性が否定できない隣接建屋として検討に考慮する。(FA について、F1B 基礎及び F2 基礎は、第 3.4-1 図の判定フローにおいて、「隣接建屋の影響無し」と判定される。)

※2 : 評価対象外であるが、評価対象建屋に影響を及ぼす可能性が否定できない隣接建屋として検討に考慮する。

- : Sクラス施設又は常設耐震重要重大事故等対処設備の間接支持構造物
- : 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
- : 隣接建屋の影響がないとは言い切れない建屋 (評価対象建屋)
- : FEMを用いた詳細検討を実施する建屋群



建物・構築物名称	
前処理建屋	AA
分離建屋	AB
精製建屋	AC
低レベル廃液処理建屋	AD
ハル・エンドピース貯蔵建屋	AE
制御建屋	AG
分析建屋	AH
出入管理建屋	AK
主排気筒管理建屋	AP
北換気筒管理建屋	AQ
試薬建屋	AR
緊急時対策建屋	AZ
主排気筒 (基礎)	A1基礎
北換気筒 (基礎)	A2基礎
安全冷却水A冷却塔 (基礎)	A4A基礎
安全冷却水B冷却塔 (基礎)	A4B基礎
ウラン脱硝建屋	BA
ウラン酸化物貯蔵建屋	BB
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	CA
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	CB
低レベル廃棄物処理建屋	DA
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	DB
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC
ガラス固化体受入れ建屋	EA
ガラス固化体貯蔵建屋	EB

建物・構築物名称	
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	FB
使用済燃料輸送容器管理建屋 (除染エリア)	FC (FCJ)
使用済燃料輸送容器管理建屋 (空使用済燃料輸送容器保管庫)	FC (FCK)
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)	FC (FCM)
使用済燃料輸送容器管理建屋 (トレーラエリア)	FC (FCT)
第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	FD
安全冷却水系冷却塔A (基礎)	F1A基礎
安全冷却水系冷却塔B (基礎)	F1B基礎
第1非常用ディーゼル発電設備重油タンク室 (基礎)	F2基礎
非常用電源建屋	GA
非常用電源燃料タンク基礎	GAT基礎
ユーティリティ建屋	GC
冷却塔A、B (基礎)	G10基礎
第1保管庫・貯水所	G13
第2保管庫・貯水所	G14
第1軽油貯蔵所 (基礎)	G15基礎
第2軽油貯蔵所 (基礎)	G16基礎
重油貯蔵所 (基礎)	G17基礎
高レベル廃液ガラス固化建屋	KA
第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	KB (E)
第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB (W)
燃料加工建屋	PA
エネルギー管理建屋	PB

第4.1-1図 (第1.-1図に一部情報を加筆) FEMを用いた詳細検討を実施する建物・構築物のグルーピングの概要

4.2 検討対象部位及び検討方法

4.2.1 検討対象部位

検討対象部位は、各計算書において耐震評価を実施している部位のうち、水平方向の地震力の影響を受ける部位とする。

各計算書において耐震評価結果を示す部位としては、耐震壁、地盤（接地圧）、基礎スラブ、Sクラスの壁及び床*、屋根鉄骨及び屋根トラスが存在し、これらの部位は、いずれも耐震評価において水平方向の地震荷重を組み合わせ耐震評価を行っていることから、検討対象部位は、耐震壁、地盤（接地圧）、基礎スラブ、Sクラスの壁、屋根鉄骨及び屋根トラスとする。第4.2-1表に検討対象部位を示す。

*：セル壁及び床、貯蔵区域の壁及び床、受入れ室の壁及び床、貯蔵室等の壁及び床、検査室の壁及び床、重要区域の壁及び床、プールの壁及び床

第4.2-1表 検討対象部位

建物・構築物名称		① 耐震壁	② 地盤 (接地圧)	③ 基礎スラブ	④ Sクラス の壁	⑤ 屋根鉄骨 屋根トラス
前処理建屋	AA	○	○	○	○	—
分離建屋	AB	○	○	○	○	—
制御建屋	AG	○	○	○	—	—
緊急時対策建屋	AZ	○	○	○	—	—
安全冷却水A冷却塔（基礎）	A4A基礎	—	○	○	—	—
ガラス固化体貯蔵建屋	EB	○	○	○	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA	○	○	○	○	○
安全冷却水系冷却塔A（基礎）	F1A基礎	—	○	○	—	—
安全冷却水系冷却塔B（基礎）	F1B基礎	○	○	○	—	—
第1非常用ディーゼル発電設備重油タンク室（基礎）	F2基礎	○	○	○	—	—
非常用電源建屋	GA	○	○	○	—	—
非常用電源燃料タンク基礎	GAT基礎	○	○	○	—	—
冷却塔A、B（基礎）	G10基礎	—	○	○	—	—
第2軽油貯蔵所（基礎）	G16基礎	○	○	○	—	—
重油貯蔵所（基礎）	G17基礎	○	○	○	—	—
高レベル廃液ガラス固化建屋	KA	○	○	○	○	—

○：検討対象建屋に当該検討対象部位が存在する場合

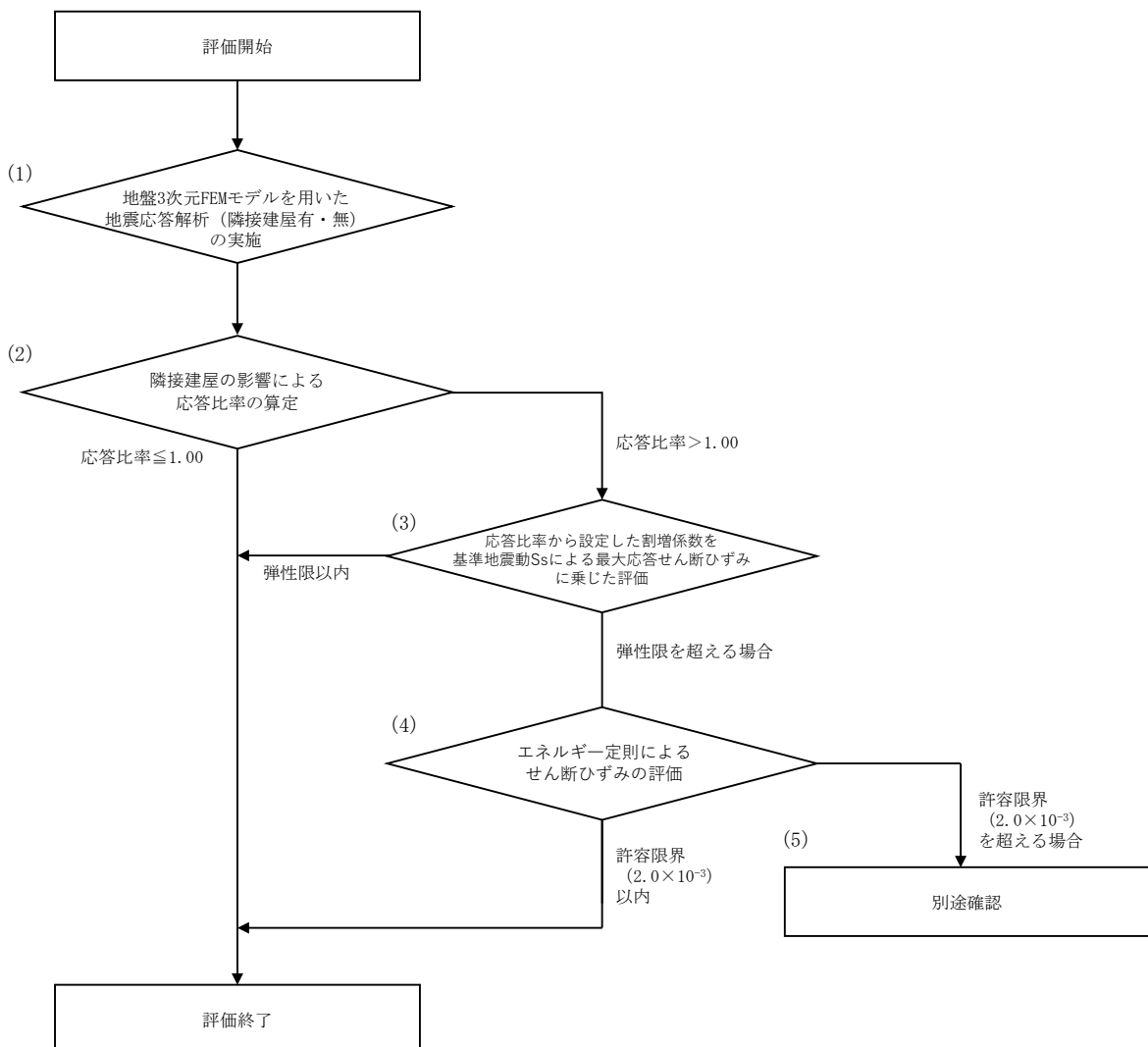
—：検討対象建屋に当該検討対象部位が存在しない場合

4.2.2 耐震壁の検討方法

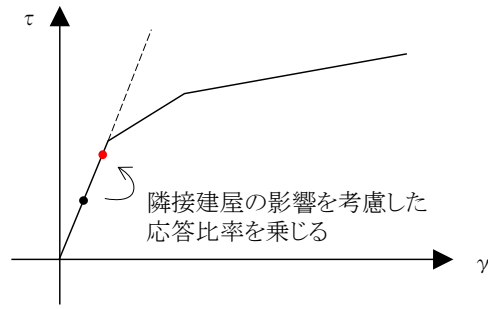
耐震壁の評価フローを第4.2.2-1図に示す。

耐震壁については構造強度の観点から、地震応答解析による評価結果として最大せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認している。

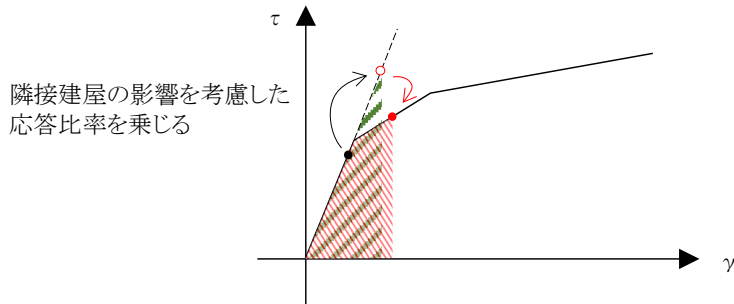
ここでは、各建屋の地震応答解析によって評価された材料のばらつきを考慮した最大せん断ひずみに対して、隣接建屋の影響を考慮した応答比率を乗じて、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。この際、線形解析においては、せん断力よりせん断ひずみの応答比率は同値になることから、せん断力よりせん断ひずみの応答比率を算出する。なお、応答比率を乗じた最大せん断ひずみが弾性限界を超える場合は、エネルギー一定則により非線形化を考慮したせん断ひずみを評価する。エネルギー一定則によるせん断ひずみの評価方法について第4.2.2-2図に示す。



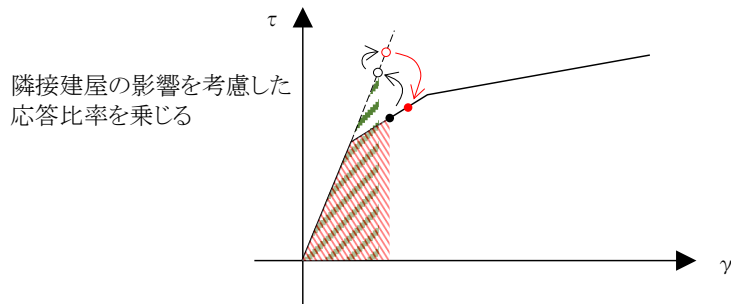
第4.2.2-1図 耐震壁の評価フロー



弾性直線状において、地震応答解析による応答結果に隣接建屋の影響を考慮した応答比率を乗じる。



隣接建屋の影響を考慮した応答比率を乗じた際、第1折点を超える場合、弾性直線の延長線上に隣接影響考慮後の評価結果をプロットする。その後、エネルギー一定則で、評価線分上にプロットする。



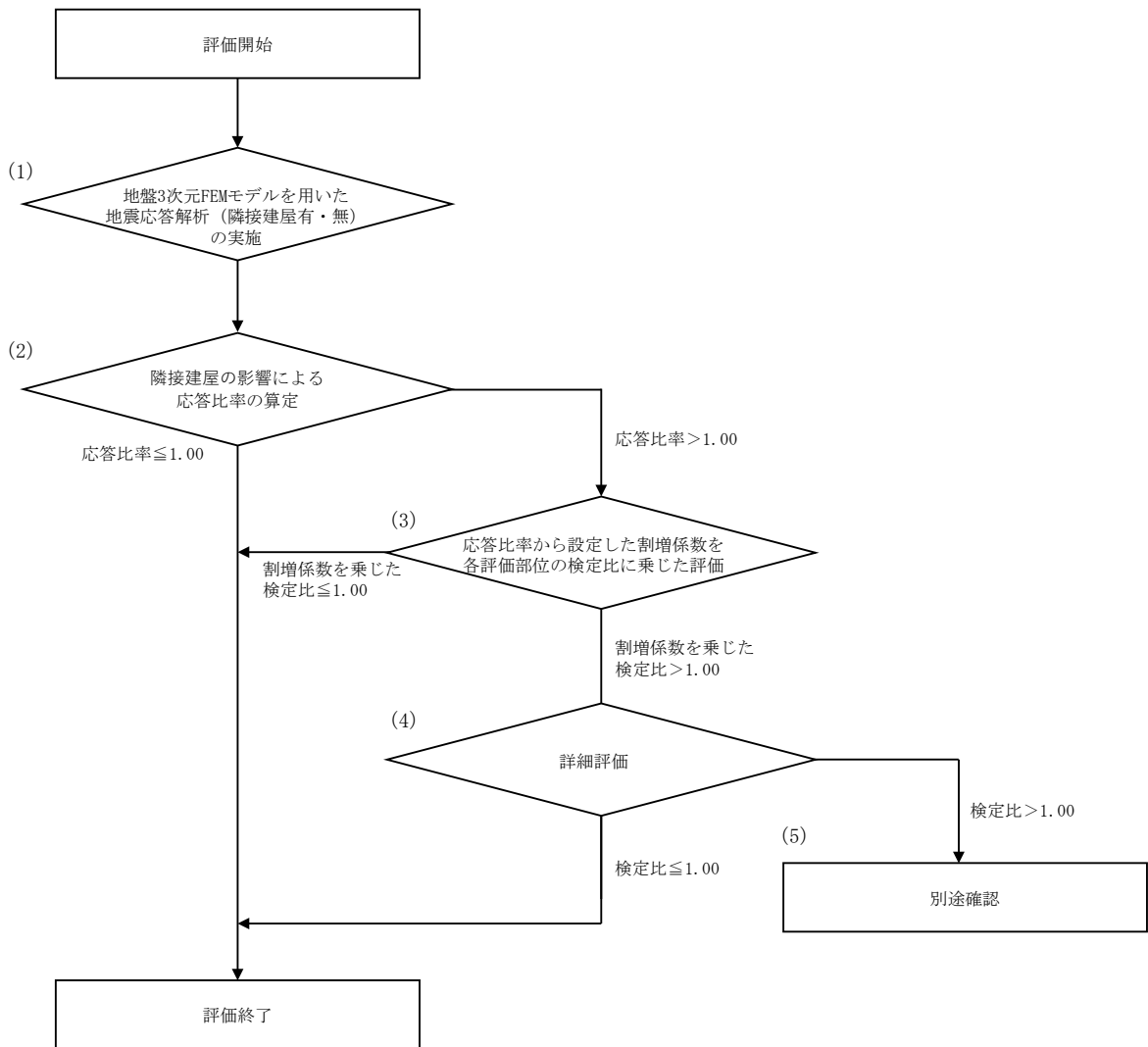
地震応答解析による応答結果において、第1折点を超える場合は、エネルギー一定則で弾性直線の延長に戻した後、隣接建屋の影響を考慮した応答比率を乗じる。(以下、上記に準じる)

第 4. 2. 2-2 図 エネルギー一定則によるせん断ひずみの評価方法

4.2.3 地盤（接地圧）の検討方法

地盤（接地圧）の評価フローを第4.2.3-1図に示す。

地盤（接地圧）については、Ss地震時に対する評価として、水平地震力及び鉛直地震力の組合せにより算出していることから、基礎スラブ下端の最大応答曲げモーメントの応答比率を割増係数として設定し、各計算書に示す最大接地圧の検定比に乗じて検定比が1.00を超えないことを確認する。



第4.2.3-1図 地盤（接地圧）の評価フロー

4.2.4 基礎スラブの検討方法

基礎スラブの評価フローは、第 4.2.3-1 図に示す地盤（接地圧）の評価フローと同様とする。

基礎スラブに対する評価には、上部構造から伝わる基礎スラブへの地震時反力を地震荷重として考慮することから、各建屋基礎スラブ直上の部材における応答比率を割増係数として設定する。この際、割増係数にはせん断力及び曲げモーメントのうち大きい方の応答比率を用いる。

4.2.5 Sクラスの壁の検討方法

Sクラスの壁の評価フローは、第4.2.3-1図に示す地盤（接地圧）の評価フローと同様とする。

Sクラスの壁のうち、セル壁等については、弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対する評価（以下、「Sd地震時に対する評価」という。）として、水平地震力及び鉛直地震力の組合せ応力を考慮することから、セル壁等の位置する要素におけるせん断力及び曲げモーメントの応答比率の最大値を割増係数として設定し、各計算書に示す応力評価結果の検定比に乗じて検定比が1.00を超えないことを確認する。

Sクラスの壁のうち、プールの壁については、Ss地震時に対する評価及びSd地震時に対する評価として、水平地震力及び鉛直地震力の組合せ応力を考慮することから、プールの壁の位置する要素におけるせん断力及び曲げモーメントの応答比率の最大値を割増係数として設定し、各計算書に示す応力評価結果の検定比に乗じて検定比が1.00を超えないことを確認する。

4.2.6 屋根鉄骨及び屋根トラスの検討方法

屋根鉄骨及び屋根トラスの評価フローは、第 4.2.3-1 図に示す地盤（接地圧）の評価フローと同様とする。

屋根鉄骨及び屋根トラスの評価は、屋根鉄骨、屋根トラスを支持する柱部材までモデル化した立体フレームモデルへの入力地震動として、柱脚部の時刻歴応答加速度を用いることから、柱脚部レベルの質点における最大応答加速度の応答比率を割増係数として設定し、各計算書に示す応力評価結果の検定比に乗じて検定比が 1.00 を超えないことを確認する。

4.3 検討結果の概要

第 3.4-1 図に示す判定フローにより、「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物について、FEM を用いた詳細検討を実施した。検討結果の概要を第 4.3-1 表に示す。

「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物についても、FEM を用いた詳細検討を実施した結果、各評価部位の検定比が 1.00 を超えないことから、安全上支障がないことを確認した。

第 4.3-1 表 FEM を用いた詳細検討の結果の概要 (1/2)

建物・構築物名称	部位	評価項目	最大 検定比 ①	割増係数 ②	検定比 ①×②	判定					
前処理建屋	耐震壁										
	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										
	Sクラスの壁 (セル壁)										
分離建屋	耐震壁										
	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										
	Sクラスの壁 (セル壁)										
制御建屋	耐震壁										
	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										
緊急時対策建屋	耐震壁										
	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										
安全冷却水A冷却塔 (基礎)	耐震壁										
	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										
ガラス固化体 貯蔵建屋	耐震壁						後次回以降示す				
	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										
	Sクラスの壁 (貯蔵区域の壁)										
	Sクラスの壁 (検査室の壁)										
	屋根トラス										
使用済燃料受入れ・貯 蔵建屋	耐震壁										
	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										
	Sクラスの壁 (プールの壁)										
	屋根鉄骨										
安全冷却水系冷却塔A (基礎)	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										
安全冷却水系冷却塔B (基礎)	耐震壁										
	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										
第1非常用ディーゼル 発電設備重油タンク室 (基礎)	耐震壁										
	地盤 (接地圧)										
	基礎スラブ										

第 4.3-1 表 FEM を用いた詳細検討の結果の概要 (2/2)

建物・構築物名称	部位	評価項目	最大 検定比 ①	割増係数 ②	検定比 ①×②	判定
非常用電源建屋	耐震壁	後次回以降示す				
	地盤 (接地圧)					
	基礎スラブ					
非常用電源燃料タンク 基礎	耐震壁					
	地盤 (接地圧)					
	基礎スラブ					
冷却塔A、B (基礎)	地盤 (接地圧)					
	基礎スラブ					
第2軽油貯蔵所 (基礎)	耐震壁					
	地盤 (接地圧)					
	基礎スラブ					
<u>重油貯蔵所 (基礎)</u>	耐震壁					
	地盤 (接地圧)					
	基礎スラブ					
高レベル廃液 ガラス固化建屋	耐震壁					
	地盤 (接地圧)					
	基礎スラブ					
	Sクラスの壁 (セル壁)					
	Sクラスの壁 (貯蔵区域の壁)					

5. まとめ

建物・構築物の地震応答解析は、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いて実施しており、隣接建屋の影響は考慮していないことから、本資料では、隣接建屋が、評価対象建屋の建屋応答に与える影響について検討を行った。

検討は、まず、既往の知見として「NUPEC 試験」及び「既往の 3 次元 FEM モデルを用いた検討」の検討結果を確認し、再処理施設等の建物・構築物への適用性についても留意したうえで、隣接建屋が建屋応答に与える影響は小さいとされていることを確認した。

次に、再処理施設等の建物・構築物を想定したケーススタディとして、隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析を実施し、建屋単独の場合の結果と比較したうえで、当社事業所における隣接建屋の影響有無について総合的な確認を行った。

隣接建屋の影響有無の確認は、ケーススタディの結果を踏まえた判定フローと、再処理事業所等の建物・構築物の建屋構造特性の整理結果に基づき実施した。

最後に、ケーススタディを踏まえた確認の結果、隣接建屋の影響が無いとは言い切れない建物・構築物（評価対象建屋）に対して、FEM を用いた詳細検討を行った。

検討にあたっては、評価対象建屋、及び重量比・離隔距離の関係から評価対象建屋に影響を及ぼす可能性が否定できない隣接建屋を、建屋群としてグルーピングしたうえで行った。

FEM を用いた詳細検討では、グルーピングした各建屋群毎に、実際の建屋配置状況に即して各建屋を配置する場合と各建屋を単独でモデル化する場合の地震応答解析を実施し、両者の建屋応答の比較から得られる応答比率を用いて建物・構築物の耐震評価に与える影響を確認し、安全上支障がないことを確認した。 「FEM を用いた詳細検討」の結果は、後次回申請にて示すとともに、添付書類の地震応答計算書にその旨を記載する。

以上の結果を踏まえ、再処理施設等の建物・構築物の地震応答解析について、隣接建屋の影響は無いと言えることから、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いても安全上支障がないと判断した。

別紙 1

建屋構造特性の整理

目 次

1. 概要..... 別紙 1-1

1. 概要

本資料は, 再処理事業所等の建物・構築物の建屋構造特性の整理結果を示すものである。
建物・構築物の建屋構造特性の整理結果を第 1. -1 表に示す。

第 1.-1 表 建物・構築物の建屋構造特性の整理結果 (1/3)

 : S クラス施設又は常設耐震重要重大事故等対処設備の間接支持構造物
 : 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
 - : 隣接建屋無し (隣接する建屋との距離が 20m 以上)

建物・構築物名称	施設区分	主体構造	主要部分の平面規模(m)		埋込みの有無*1	重量(kN)	建物・構築物の全高(上端-下端)(m) ※シャフト部含む	埋込深さ又は根入れ深さ(m)	隣接建屋(略称)				重量比*2				離隔距離(m)				
			NS	EW					北	西	南	東	北	西	南	東	北	西	南	東	
前処理建屋	AA	再処理施設	RC造, 一部SRC, S		有	2,891,664			FA	KA	AB	-	0.90	1.27	1.08	-	0.1	0.1	0.1	-	
									A4A基礎	-	-	-		-	-	-	7.5	-	-	-	
分離建屋	AB	再処理施設	RC造		有	2,687,770			AA	KA	-	-	0.93	1.18	-	-	0.1	0.1	-	-	
精製建屋	AC	再処理施設	RC造		有	2,852,500			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
低レベル廃液処理建屋	AD	再処理施設	RC造		有	1,096,990			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ハル・エンドピース貯蔵建屋	AE	再処理施設	RC造, 一部SRC, S		有	1,066,561			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
制御建屋	AG	再処理施設	RC造, 一部S	39.90	71.40	有	697,440	34.60	16.95	-	-	AH	AK	-	-	0.47	1.55	-	-	2.0	0.1
分析建屋	AH	再処理施設	RC造, 一部SRC			有	1,497,040			AG	A4B基礎	-	AK	2.15		-	3.33	2.0	18.5	-	0.1
出入管理建屋	AK	再処理施設	RC造	58.40	39.40	有	449,910	36.60	13.80	-	AH	-	-	-	0.30	-	-	-	0.1	-	-
										-	AG	-	-	-	0.65	-	-	-	0.1	-	-
主排気筒管理建屋*3	AP	再処理施設	RC造	12.50	25.50	有	12,460	6.40	2.00	A1基礎の検討で考慮				A1基礎の検討で考慮				A1基礎の検討で考慮			
北換気筒管理施設	AQ	再処理施設	RC造	20.50	11.50	無	8,168	4.80	0.45	-	A2基礎	-	F1B基礎	-	0.11	-	0.04	-	0.4	-	12.3
試薬施設	AR	再処理施設	RC造	21.80	17.80	有	50,269	18.40	6.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
緊急時対策建屋	AZ	共通施設	RC造	59.80	78.80	有	1,412,270	21.30	12.70	-	G17基礎	G13	-	-	24.57	1.07	-	-	0.1	17.6	-
主排気筒(基礎)	A1基礎	再処理施設	S造	40.00	40.00	無	562,644	164.50	14.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
北換気筒(基礎)	A2基礎	再処理施設	S造	35.00	35.00	無	75,580	81.50	6.50	-	-	-	AQ	-	-	-	9.25	-	-	-	0.4
安全冷却水A冷却塔(基礎)	A4A基礎	再処理施設	RC造			無				-	FA	AA	-	-			-	-	17.9	7.5	-
安全冷却水B冷却塔(基礎)	A4B基礎	再処理施設	RC造			無				-	-	-	AH	-	-	-		-	-	-	18.5
ウラン脱硝建屋	BA	再処理施設	RC造	38.60	40.60	有	351,530	38.20	11.50	-	-	BB	CA	-	-	0.40	0.32	-	-	14.0	17.4
ウラン酸化物貯蔵建屋	BB	再処理施設	RC造, 一部SRC	53.40	52.80	有	875,567	29.90	16.40	BA	-	-	CA	2.49	-	-	0.80	14.0	-	-	10.0
										-	-	-	CB	-	-	-	1.03	-	-	-	9.7

*1: 地下階を有する建屋及び地震応答解析モデルに側面地盤ばねを考慮している建屋を埋込み有とする

*2: 重量比=評価対象建屋の重量/隣接建屋の重量

*3: A1 基礎の検討として AP の影響が見込まれている

*4: KB(E)とKB(W)は基礎を共有しているため、一体として地震応答解析を実施している

第 1.-1 表 建物・構築物の建屋構造特性の整理結果 (2/3)

: S クラス施設又は常設耐震重要重大事故等対処設備の間接支持構造物
 : 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
 - : 隣接建屋無し (隣接する建屋との距離が 20m 以上)

建物・構築物名称	施設区分	主体構造	主要部分の平面規模(m)		埋込みの有無*1	重量(kN)	建物・構築物の全高(上端-下端)(m) ※シャフト部含む	埋込深さ又は根入れ深さ(m)	隣接建屋(略称)				重量比*2				離隔距離(m)				
			NS	EW					北	西	南	東	北	西	南	東	北	西	南	東	
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	CA	再処理施設	RC造	68.85	56.85	有	1,091,890	34.50	18.70	-	BA	CB	-	-	3.11	1.29	-	-	17.4	8.7	-
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	CB	再処理施設	RC造	55.70	51.50	有	847,910	34.30	20.00	CA	BB	PA	-	0.78	0.97	0.26	-	8.7	9.7	19.3	-
低レベル廃棄物処理建屋	DA	再処理施設	RC造	98.25	99.25	有	3,889,760	42.50	14.20	-	-	DC	-	-	-	3.06	-	-	-	19.9	-
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	DB	再処理施設	RC造	69.75	65.45	有	1,705,396	32.47	20.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC	再処理施設	RC造	61.00	60.875	有	1,273,150	35.27	9.97	DA	-	-	-	0.33	-	-	-	19.9	-	-	-
ガラス固化体受入れ建屋	EA	廃棄物管理施設	RC造, 一部SRC, S	47.00	52.00	有	663,900	42.00	19.30	-	-	KB(W)	EB	-	-	0.35	0.98	-	-	16.1	0.1
ガラス固化体貯蔵建屋	EB	廃棄物管理施設	RC造, 一部SRC, S	47.00	46.00	有	676,440	58.00	19.30	EB2	EA	KB(E)	-	1.28	1.02	0.36	-	10.0	0.1	16.1	-
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2	廃棄物管理施設	RC造, 一部SRC, S	47.00	34.05	有	527,590	58.00	19.30	GC	-	EB	-	3.42	-	0.78	-	18.9	-	10.0	-
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA	再処理施設	RC造, 一部SRC, S	121.50	79.75	有	3,226,330	37.90	17.00	FCM	FB	AA	A4A基礎	5.33	7.83	1.12	■	5.5	0.1	0.1	17.9
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	FB	再処理施設	RC造	53.40	33.00	有	411,890	32.30	17.00	FCK	-	F1B基礎	FA	2.51	-	1.94	0.13	9.0	-	10.7	0.1
使用済燃料輸送容器管理建屋(除染エリア)	FCJ	再処理施設	RC造	26.50	27.00	有	174,259	22.30	6.20	-	-	FCK	FCT	-	-	1.06	1.42	-	-	8.0	4.5
使用済燃料輸送容器管理建屋(空使用済燃料輸送容器保管庫)	FCK	再処理施設	S造	24.00	85.98	有	164,120	7.94	1.94	FCJ	-	FA	FCM	0.94	-	0.05	0.27	8.0	-	9.0	0.1
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)	FCM	再処理施設	RC造, 一部SRC, S	31.00	95.93	有	605,060	30.00	4.00	FCT	FCK	FA	F1A基礎	4.92	3.69	0.19	7.02	5.6	0.1	5.5	5.1
使用済燃料輸送容器管理建屋(トレーエリア)	FCT	再処理施設	RC造, 一部SRC, S	23.00	38.00	有	122,990	19.85	1.70	-	FCJ	FCM	-	-	0.71	0.20	-	-	4.5	5.6	-
第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	FD	再処理施設	RC造	72.50	37.50	無	200,591	6.50	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
安全冷却水系冷却塔A(基礎)	F1A基礎	再処理施設	RC造	29.40	38.70	無	86,200	8.20	1.70	-	FCM	-	-	-	0.14	-	-	-	5.1	-	-
安全冷却水系冷却塔B(基礎)	F1B基礎	再処理施設	RC造	40.70	29.40	有	212,120	20.67	14.40	FB	AQ	-	F2基礎	0.51	25.97	-	2.77	10.7	12.3	-	2.0
第1非常用ディーゼル発電設備重油タンク室(基礎)	F2基礎	再処理施設	RC造	22.40	18.60	有	76,690	9.10	8.80	-	F1B基礎	-	FA	-	0.36	-	0.02	-	2.0	-	11.9
非常用電源建屋	GA	再処理施設	RC造	24.80	48.80	有	240,886	21.30	7.50	-	GAT基礎	-	GAT基礎	-	5.56	-	5.56	-	0.6	-	0.6

*1: 地下階を有する建屋及び地震応答解析モデルに側面地盤ばねを考慮している建屋を埋込み有とする。

*2: 重量比 = 評価対象建屋の重量 / 隣接建屋の重量

*3: A1 基礎の検討として AP の影響が見込まれている

*4: KB(E) と KB(W) は基礎を共有しているため、一体として地震応答解析を実施している

第 1.-1 表 建物・構築物の建屋構造特性の整理結果 (3/3)

: S クラス施設又は常設耐震重要重大事故等対処設備の間接支持構造物
 : 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
 - : 隣接建屋無し (隣接する建屋との距離が 20m 以上)

建物・構築物名称	施設区分	主体構造	主要部分の平面規模(m)		埋込みの有無*1	重量(kN)	建物・構築物の全高(上端-下端)(m) ※シャフト部含む	埋込深さ又は根入れ深さ(m)	隣接建屋(略称)				重量比*2				離隔距離(m)				
			NS	EW					北	西	南	東	北	西	南	東	北	西	南	東	
非常用電源燃料タンク基礎	GAT基礎	再処理施設	RC造	29.40	10.00	有	43,336	7.62	8.82	-	G10基礎	-	GA	-	1.80	-	0.18	-	0.2	-	0.6
										-	GA	-	G10基礎	-	0.18	-	1.80	-	0.6	-	0.2
ユーティリティ建屋*5	GC	再処理施設	RC造	61.20	40.80	無	154,112	18.30	6.00	-	-	EB2	-	-	-	0.29	-	-	-	18.9	-
冷却塔A、B(基礎)	G10基礎	再処理施設	RC造	30.00	9.00	無	24,049	7.90	2.70	-	-	-	GAT基礎	-	-	-	0.55	-	-	-	0.2
										-	GAT基礎	-	-	-	0.55	-	-	-	0.2	-	-
第1保管庫・貯水槽(所)	G13	共通施設	RC造	52.00	113.00	有	1,316,230	25.10	10.35	AZ	-	-	-	0.93	-	-	-	17.6	-	-	-
第2保管庫・貯水槽(所)	G14	共通施設	RC造	52.00	113.00	有	1,316,230	25.10	10.35	-	-	-	G16基礎	-	-	-	22.57	-	-	-	10.0
第1軽油貯蔵所(基礎)	G15基礎	共通施設	RC造	19.00	18.00	有	58,330	7.15	7.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
第2軽油貯蔵所(基礎)	G16基礎	共通施設	RC造	19.00	18.00	有	58,330	7.15	7.55	-	G14	-	-	-	0.04	-	-	-	10.0	-	-
重油貯蔵所(基礎)	G17基礎	共通施設	RC造	19.00	18.00	有	57,470	7.15	6.85	-	-	-	AZ	-	-	-	0.04	-	-	-	0.1
高レベル廃液ガラス固化建屋	KA	再処理施設	RC造, 一部SRC, S	██████████	██████████	有	2,283,590	██████████	██████████	-	-	-	AA	-	-	-	0.79	-	-	-	0.1
										-	-	-	AB	-	-	-	0.85	-	-	-	0.1
第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	KB(E)	再処理施設	RC造, 一部SRC, S	47.00	55.50	有	1,875,186	58.50	19.80	EB	KB(W)	-	-	2.77	1.00	-	-	16.1	-*4	-	-
第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB(W)	再処理施設	RC造, 一部SRC, S	47.00	55.70			58.50		EA	-	-	KB(E)	2.82	-	-	1.00	16.1	-	-	-*4
燃料加工建屋	PA	加工施設	RC造	87.30	88.30	有	3,282,000	45.97	23.47	CB	-	-	-	3.87	-	-	-	19.3	-	-	-
エネルギー管理建屋	PB	加工施設	S造, 一部RC	60.00	36.00	無	125,618	23.05	7.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*1: 地下階を有する建屋及び地震応答解析モデルに側面地盤ばねを考慮している建屋を埋込み有とする。

*2: 重量比 = 評価対象建屋の重量 / 隣接建屋の重量

*3: A1 基礎の検討として AP の影響が見込まれている

*4: KB(E) と KB(W) は基礎を共有しているため、一体として地震応答解析を実施している

参考資料

「隣接建屋の影響無し」と判定された
建物・構築物の耐震評価上の余裕度

目 次

1. 概要	参考-1
2. 検討対象部位及び検討方法	参考-2
2.1 検討対象部位	参考-2
2.2 検討方法	参考-2
3. 応答比率の算定	参考-3
4. 検討結果	参考-15
4.1 割増係数の設定	参考-15
4.2 隣接建屋の影響検討結果一覧	参考-23

1. 概要

本文「3.2 当社事業所における隣接建屋の影響有無の確認」において、隣接建屋の影響が無いと判定した解析ケースについても、一部の応答値については、建屋単独の場合よりも、隣接建屋の影響を考慮した場合の方が僅かではあるが大きくなっている部分が存在する。

このことを踏まえ、本資料では、判定フローにより、「隣接建屋の影響無し」と判定された建物・構築物についても、念のため、ケーススタディから得られた応答比率を用いた検討を実施し、耐震評価上の余裕度内に収まることを確認する。

2. 検討対象部位及び検討方法

2.1 検討対象部位

検討対象部位は、本文「4.2.1 検討対象部位」に倣い、各計算書において耐震評価を実施している部位のうち、水平方向の地震力の影響を受ける部位とする。なお、隣接建屋が無い建屋については、検討対象外とする。

第2.-1表に検討対象部位を示す。

第2.-1表 検討対象部位

建物・構築物名称		① 耐震壁	② 地盤 (接地圧)	③ 基礎スラブ	④ Sクラスの壁	⑤ 屋根鉄骨 屋根トラス
精製建屋	AC	○	○	○	○	—
ハル・エンドピース貯蔵建屋	AE	○	○	○	○	○
主排気筒管理建屋*	AP	○	—	—	—	—
主排気筒（基礎）	A1基礎	—	○	○	—	—
安全冷却水B冷却塔（基礎）	A4B基礎	—	○	○	—	—
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	CA	○	○	○	○	—
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	CB	○	○	○	—	—
チャンネルボックス・バーナブルボイゾン処理建屋	DC	○	○	○	○	—
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2	○	○	○	○	○
第1軽油貯蔵所（基礎）	G15基礎	○	○	○	—	—
第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	KB(E)	○	○	○	○	○
第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB(W)	○	○	○	○	○
燃料加工建屋	PA	○	○	○	○	—

- ：評価対象建屋に当該評価対象部位が存在する場合
 —：評価対象建屋に当該評価対象部位が存在しない場合
 □：隣接建屋無し（隣接する建屋との距離が20m以上）
 *：A1基礎の検討としてAPの影響が見込まれている

2.2 検討方法

検討方法は、本文「4.2.2 耐震壁の検討方法」、「4.2.3 地盤（接地圧）の検討方法」、「4.2.4 基礎スラブの検討方法」、「4.2.5 Sクラスの壁の検討方法」及び「4.2.6 屋根鉄骨及び屋根トラスの検討方法」に倣うこととする。

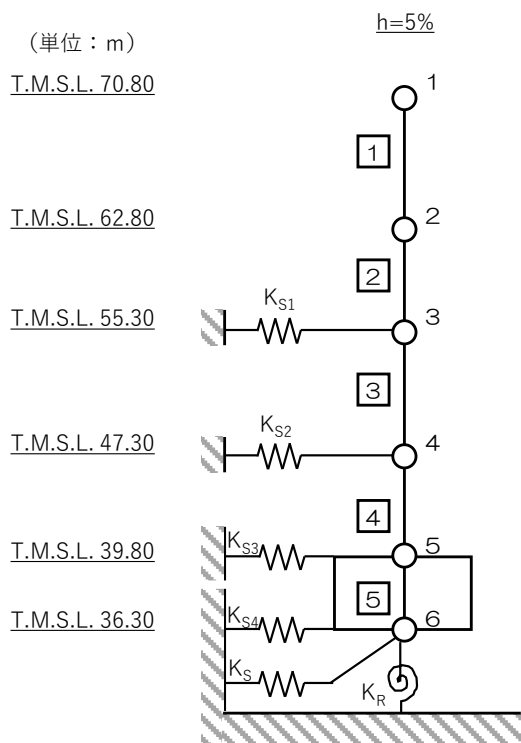
ただし、割増係数は、後述の「3. 応答比率の確認及び割増係数の設定」に示すとおり、ケーススタディを踏まえた応答比率に基づき設定する。

3. 応答比率の算定

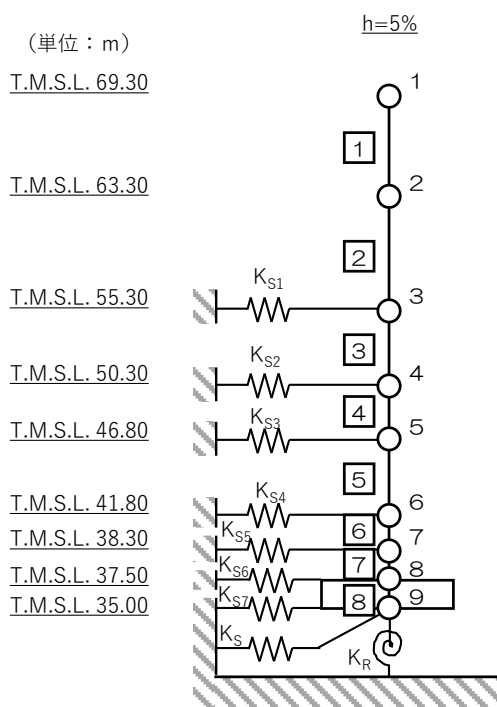
ケーススタディを踏まえた応答比率は、本文「3.2 埋込みがある建屋を対象とした検討（ケース 1-1, ケース 1-2）」及び本文「3.3 埋込みが無い建屋を対象とした検討（ケース 2）」に示す、建屋モデル A～E（第 3. -1 図）の解析結果の応答比率（隣接建屋の影響を考慮した場合/建屋単独の場合）として設定する。

なお、応答比率の算定にあたっては、本文「3.4 当社事業所における隣接建屋の影響有無の確認」に示す、判定フロー（第 3. -2 図に再掲）において、「隣接建屋の影響無し」と判定される場合（ルート 1-1, ルート 1-2）の中で、最も隣接建屋の影響が大きくなる解析結果（離隔距離が最も近い場合の結果）を採用することとした。具体的には、ルート 1-1 を辿る建屋モデル A～D については離隔距離 5m の結果を、ルート 1-2 を辿る建屋モデル E については離隔距離 18m の結果を採用し、応答比率を算定した。

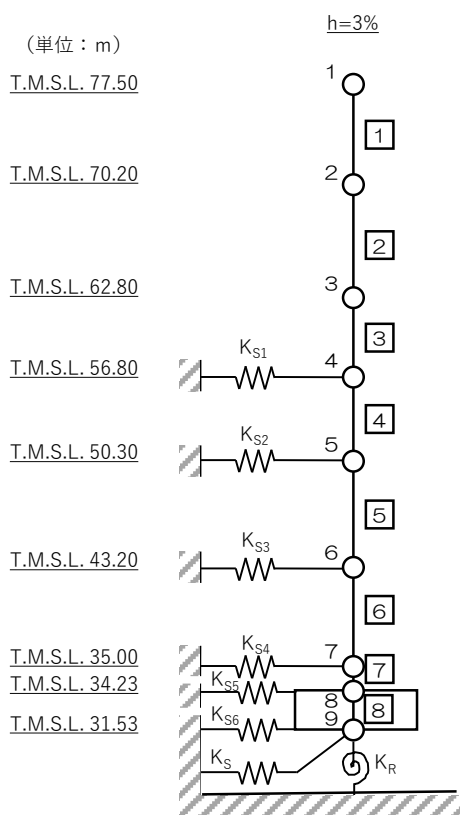
建屋単独の場合の地震応答解析モデル（以下、「単独モデル」という。）と隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析モデル（以下、「隣接モデル」という。）の地震応答解析結果の最大応答値の比較、及び応答比率を第 3. -1 表～第 3. -3 表に示す。



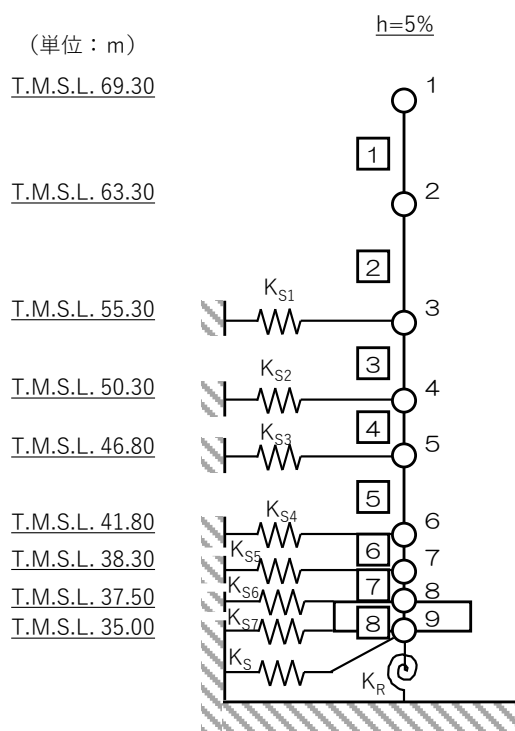
(a) 建屋モデル A



(b) 建屋モデル B

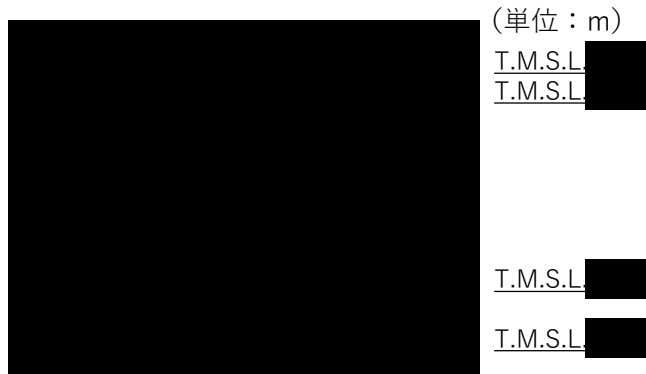


(c) 建屋モデル C

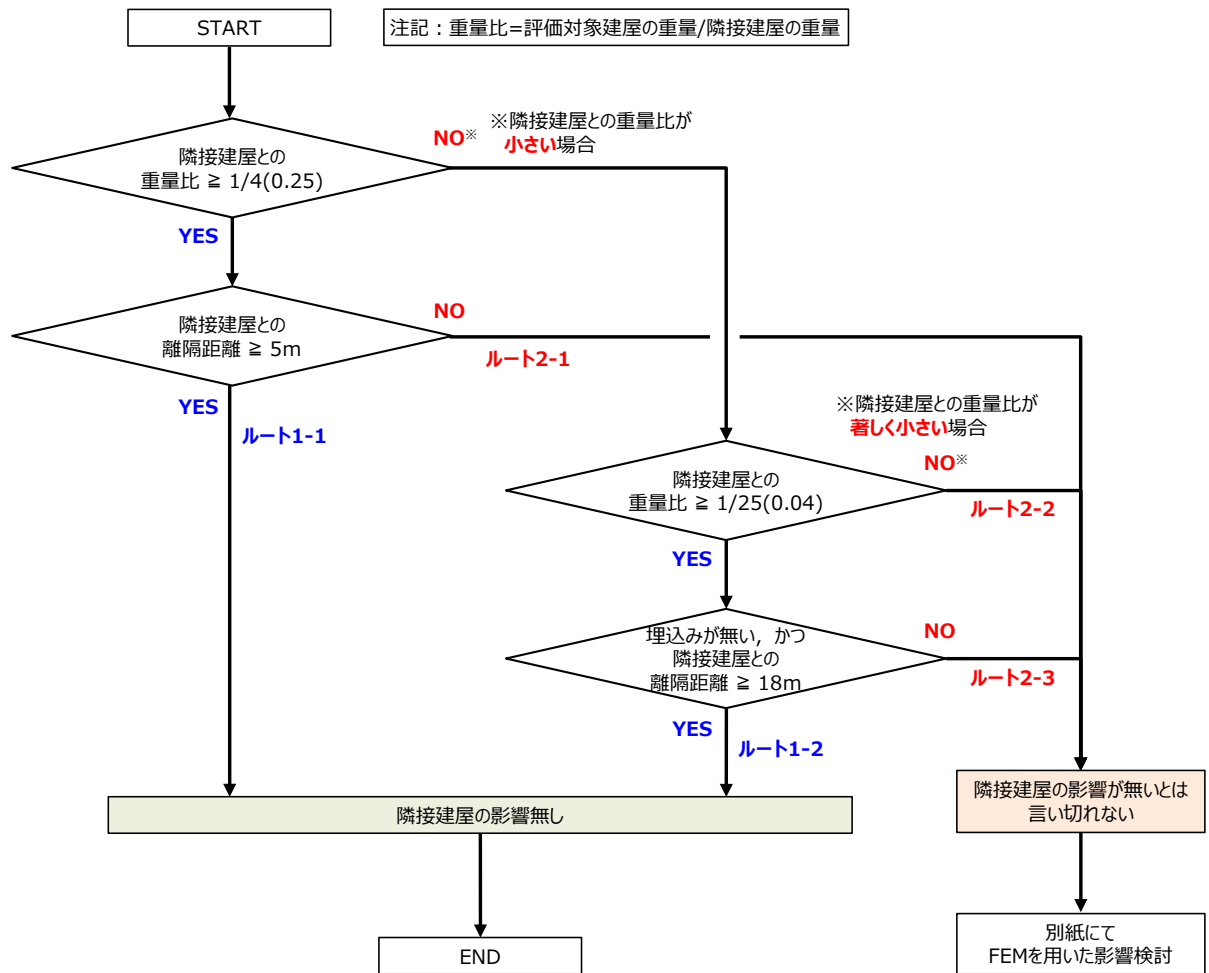


(d) 建屋モデル D (= 建屋モデル B)

第 3.-1 図 建屋モデル (1/2)



(e) 建屋モデル E (屋外機械基礎部)
第 3. -1 図 建屋モデル (2/2)



第 3. -2 図 当社事業所における隣接建屋の影響有無の判定フロー

※本文の第 3. 4-1 図の再掲

第 3.-1 表 ケーススタディの最大応答加速度の応答比率 (1/2)

(a) 建屋モデル A

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
70.80	1	384	384	1.01
62.80	2	348	349	1.01
55.30	3	288	289	1.01
47.30	4	270	271	1.01
39.80	5	245	246	1.01
36.30	6	244	244	1.01

(b) 建屋モデル B

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
69.30	1	400	400	0.999
63.30	2	344	345	1.01
55.30	3	296	294	0.992
50.30	4	273	273	1.01
46.80	5	263	263	1.01
41.80	6	243	243	1.01
38.30	7	237	238	1.01
37.50	8	236	237	1.01
35.00	9	235	236	1.01

第 3.-1 表 ケーススタディの最大応答加速度の応答比率 (2/2)

(c) 建屋モデル C

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
77.50	1	468	459	0.982
70.20	2	364	365	1.01
62.80	3	316	319	1.01
56.80	4	292	300	1.03
50.30	5	266	275	1.04
43.20	6	239	247	1.04
35.00	7	233	238	1.03
34.23	8	233	238	1.03
31.53	9	230	236	1.03

(d) 建屋モデル D

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
69.30	1	400	434	1.09
63.30	2	344	382	1.12
55.30	3	296	309	1.05
50.30	4	273	271	0.994
46.80	5	263	257	0.976
41.80	6	243	238	0.981
38.30	7	237	233	0.985
37.50	8	236	232	0.985
35.00	9	235	231	0.983

(e) 建屋モデル E

T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル	

第 3. -2 表 ケーススタディの最大応答せん断力の応答比率 (1/3)

(a) 建屋モデル A

T.M.S.L. (m)	要素番号	最大応答せん断力($\times 10^4$ kN)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
70.80	1	5.49	5.50	1.01
62.80				
55.30	2	10.30	10.34	1.01
47.30	3	26.81	26.93	1.01
39.80	4	46.86	47.35	1.02
36.30	5	55.50	57.04	1.03

(b) 建屋モデル B

T.M.S.L. (m)	要素番号	最大応答せん断力($\times 10^3$ kN)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
69.30	1	7.38	7.29	0.988
63.30				
55.30	2	54.87	54.52	0.994
50.30	3	148.25	145.79	0.984
46.80	4	245.81	240.32	0.978
41.80	5	350.11	335.09	0.958
38.30	6	411.10	389.10	0.947
37.50	7	439.58	416.61	0.948
35.00	8	463.51	440.33	0.950

第 3.-2 表 ケーススタディの最大応答せん断力の応答比率 (2/3)

(c) 建屋モデル C

T.M.S.L. (m)	要素番号	最大応答せん断力($\times 10^5$ kN)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
77.50	1	0.83	0.82	0.985
70.20				
62.80	2	2.05	2.02	0.986
	3	3.20	3.16	0.989
56.80	4	4.57	4.57	1.01
50.30				
43.20	5	6.71	6.72	1.01
35.00	6	8.87	9.13	1.03
	7	9.92	10.37	1.05
34.23	8	10.56	11.09	1.06
31.53				

(d) 建屋モデル D

T.M.S.L. (m)	要素番号	最大応答せん断力($\times 10^3$ kN)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
69.30	1	7.38	7.98	1.09
63.30				
55.30	2	54.87	60.10	1.10
50.30	3	148.25	153.37	1.04
	4	245.81	251.98	1.03
46.80	5	350.11	332.59	0.950
41.80				
38.30	6	411.10	395.34	0.962
37.50	7	439.58	424.41	0.966
	35.00	8	463.51	444.00

第 3.-2 表 ケーススタディの最大応答せん断力の応答比率 (3/3)

(e) 建屋モデル E

T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3 \text{kN}$)		応答比率 (②/①)
		① 単独モデル	② 隣接モデル	

第 3.-3 表 ケーススタディの最大応答曲げモーメントの応答比率 (1/3)

(a) 建屋モデル A

T.M.S.L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント($\times 10^3$ kN \cdot m)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
70.80	1	6.15	6.17	1.01
62.80				
55.30	2	14.97	15.02	1.01
47.30	3	36.53	36.65	1.01
39.80	4	73.44	74.05	1.01
36.30	5	93.84	94.85	1.02

(b) 建屋モデル B

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)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
69.30	1	4.68	4.63	0.989
63.30				
55.30	2	69.65	69.18	0.994
50.30	3	155.87	154.49	0.992
46.80	4	244.14	238.33	0.977
41.80	5	426.88	415.91	0.975
38.30	6	566.97	550.87	0.972
37.50	7	605.79	588.44	0.972
35.00	8	726.73	697.00	0.960

第 3.-3 表 ケーススタディの最大応答曲げモーメントの応答比率 (2/3)

(c) 建屋モデル C

T.M.S.L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント($\times 10^5 \text{kN}\cdot\text{m}$)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
77.50	1	7.36	7.23	0.983
70.20				
62.80	2	35.45	34.85	0.983
56.80	3	68.94	67.80	0.984
50.30	4	112.28	110.42	0.984
43.20	5	169.45	166.35	0.982
35.00	6	240.93	240.22	0.998
34.23	7	254.07	254.20	1.01
31.53	8	282.69	283.87	1.01

(d) 建屋モデル D

T.M.S.L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)		応答比率 (②/①)
		①単独モデル	②隣接モデル (離隔距離5.0m)	
69.30	1	4.68	5.08	1.09
63.30				
55.30	2	69.65	75.73	1.09
50.30	3	155.87	167.90	1.08
46.80	4	244.14	251.13	1.03
41.80	5	426.88	428.27	1.01
38.30	6	566.97	564.76	0.997
37.50	7	605.79	602.90	0.996
35.00	8	726.73	707.98	0.975

第 3.-3 表 ケーススタディの最大応答曲げモーメントの応答比率 (3/3)

(e) 建屋モデル E

T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)		応答比率 (②/①)
		① 単独モデル	② 隣接モデル	

4. 検討結果

4.1 割増係数の設定

割増係数は、ケーススタディを踏まえた応答比率を用いて以下(1)～(5)のとおり算出することとし、検討対象部位毎に設定する。

(1) 耐震壁

耐震壁は、最大せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認することから、建屋モデル A～E の各層耐震壁の最大応答せん断力*の応答比率の最大値から割増係数を設定し、エネルギー一定則により非線形化を考慮したせん断ひずみを評価する。第 4.1-1 表に応答比率及び割増係数を示す。

注記*：線形解析のため、せん断ひずみの応答比率とせん断力の応答比率は同値となるため、ここでは、せん断力の応答比率から割増係数を設定する。

(2) 地盤（接地圧）

地盤（接地圧）については、水平方向の地震荷重として曲げモーメントを考慮することから、建屋モデル A～D の基礎下端における最大応答曲げモーメントの応答比率の最大値を割増係数として設定する。第 4.-2 表に応答比率及び割増係数を示す。

(3) 基礎スラブ

基礎スラブは、水平方向の地震荷重として上部構造から基礎への曲げモーメント及びせん断力を考慮することから、建屋モデル A～E の基礎スラブ直上の部材における最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントの応答比率の最大値を割増係数として設定する。第 4.1-3 表に応答比率及び割増係数を示す。

(4) Sクラスの壁

Sクラスの壁は、水平方向の地震荷重として曲げモーメント及びせん断力を考慮することから、建屋モデル A～E の各層耐震壁における最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントの応答比率の最大値を割増係数として設定する。第 4.1-4 表に応答比率及び割増係数を示す。

(5) 屋根鉄骨及び屋根トラス

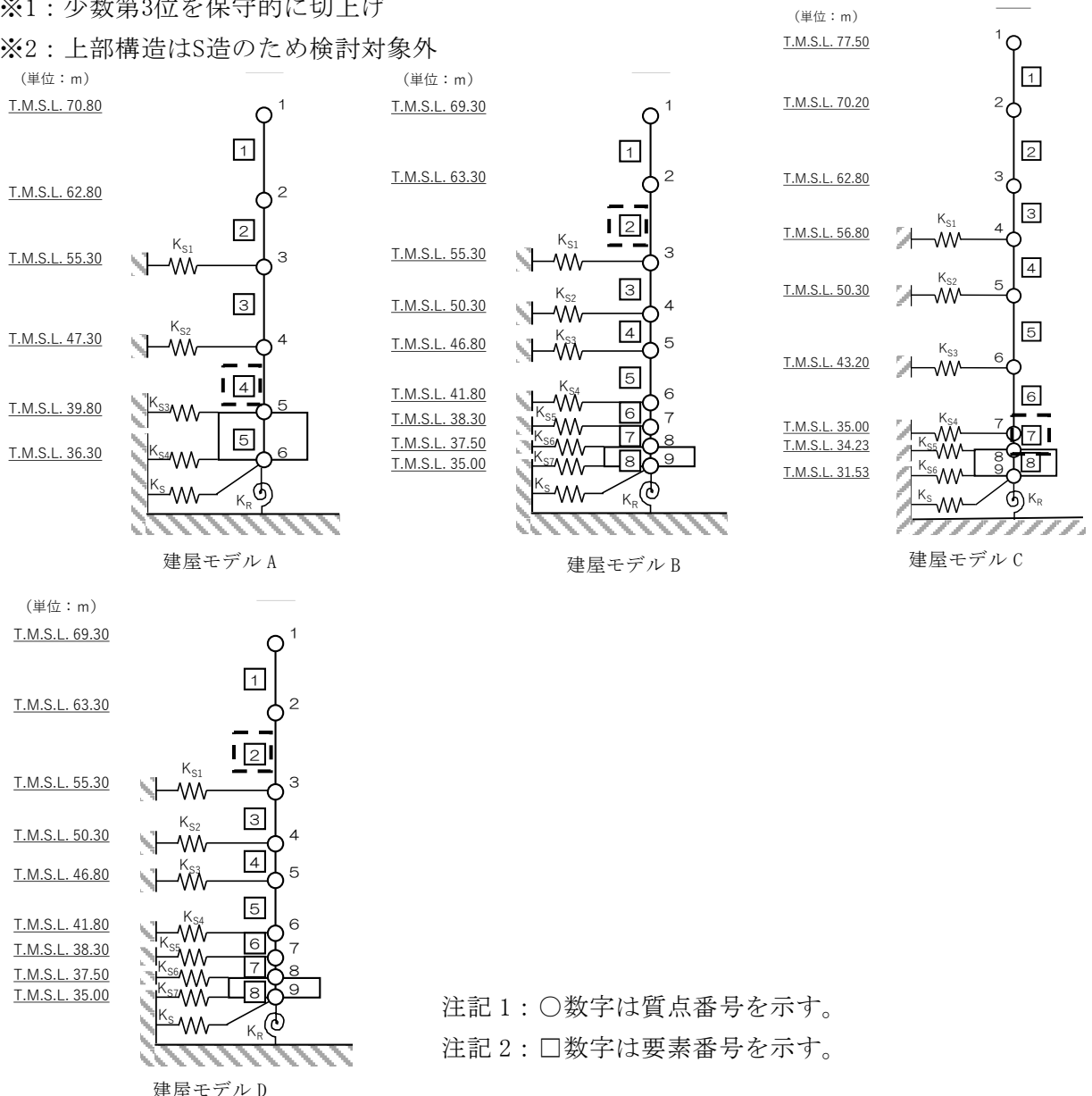
屋根鉄骨及び屋根トラスは、屋根鉄骨及び屋根トラスを支持する柱部材までモデル化した立体フレームモデルへの入力地震動として、柱脚部の時刻歴応答加速度を用いることから、建屋モデル A～E の柱脚部レベルの質点における応答加速度の応答比率の最大値を割増係数として設定する。第 4.1-5 表に応答比率及び割増係数を示す。

第 4.1-1 表 各層耐震壁の最大応答せん断力の応答比率及び割増係数（耐震壁）

建屋モデル	T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大せん断力 (kN)		応答比率 ^{※1} (②/①)
			①単独モデル	②隣接モデル	
A	47.30	4	46.86×10^4	47.35×10^4	1.02
	39.80				
B	63.30	2	54.87×10^3	54.52×10^3	0.994
	55.30				
C	35.00	7	9.92×10^5	10.37×10^5	1.05
	34.20				
D	63.30	2	54.87×10^3	60.10×10^3	1.10
	55.30				
E ^{※2}	-	-	-	-	-
割増係数（最大値）					1.10

※1：少数第3位を保守的に切上げ

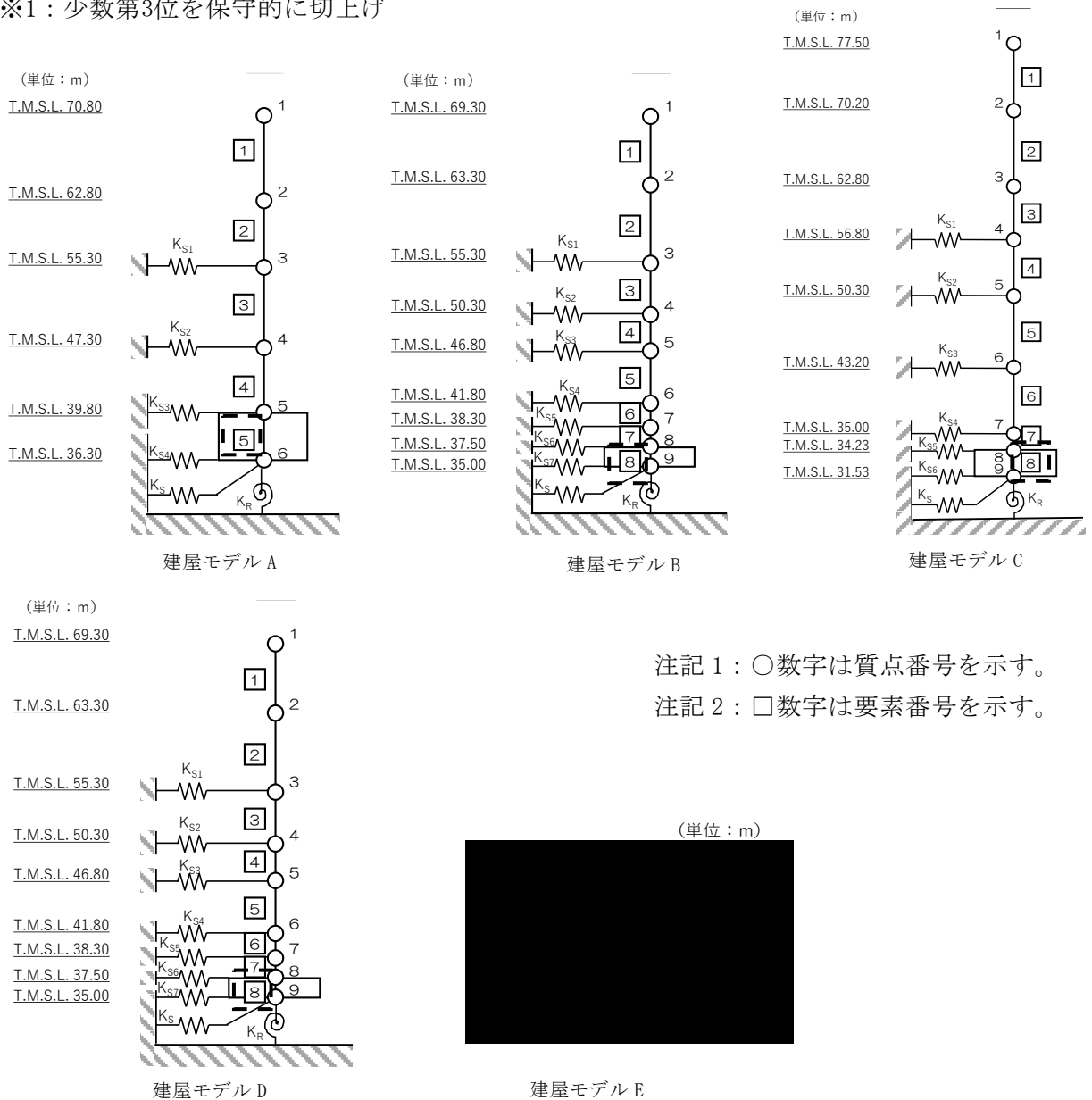
※2：上部構造はS造のため検討対象外



第 4.1-2 表 基礎下端の最大応答曲げモーメントの応答比率及び割増係数（地盤（接地圧））

建屋モデル	T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大曲げモーメント (kN・m)		応答比率 ^{※1} (②/①)
			①単独モデル	②隣接モデル	
A	39.80	5	93.84×10^5	94.85×10^5	1.02
	36.30				
B	37.50	8	726.73×10^4	697.00×10^4	0.960
	35.00				
C	34.20	8	282.69×10^5	283.87×10^5	1.01
	31.50				
D	37.50	8	726.73×10^4	707.98×10^4	0.975
	35.00				
E					
割増係数（最大値）					

※1：少数第3位を保守的に切上げ

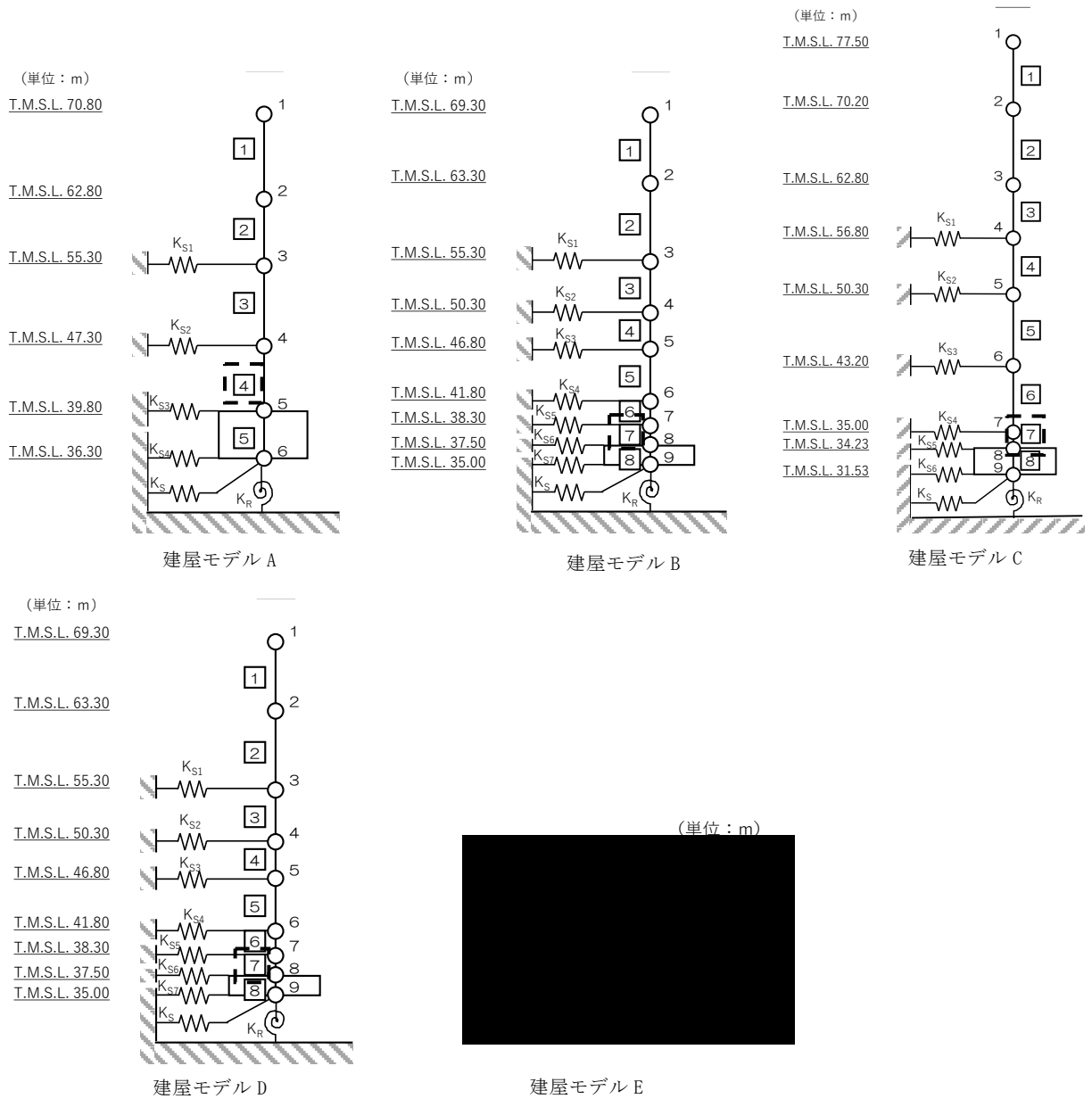


第 4.1-3 表 基礎スラブ直上の最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントの
 応答比率及び割増係数（基礎スラブ）（1/2）

建屋 モデル	T. M. S. L. (m)	要素 番号	応力	①単独モデル	②隣接 モデル	応答比率※ ¹ (②/①)
A	47.30	4	最大せん断力 (kN)	46.86×10^4	47.35×10^4	1.02
	39.80		最大曲げモーメント (kN・m)	73.44×10^5	74.05×10^5	1.01
B	38.30	7	最大せん断力 (kN)	439.58×10^3	416.61×10^3	0.948
	37.50		最大曲げモーメント (kN・m)	605.79×10^4	588.44×10^4	0.972
C	35.00	7	最大せん断力 (kN)	9.92×10^5	10.37×10^5	1.05
	34.20		最大曲げモーメント (kN・m)	254.07×10^5	254.20×10^5	1.01
D	38.30	7	最大せん断力 (kN)	439.58×10^3	424.41×10^3	0.966
	37.50		最大曲げモーメント (kN・m)	605.79×10^4	602.90×10^4	0.996
E						
割増係数（最大値）						1.05

※1：少数第 3 位を保守的に切上げ

第 4.1-3 表 基礎スラブ直上の最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントの
 応答比率及び割増係数（基礎スラブ）（2/2）



注記 1：○数字は質点番号を示す。
 注記 2：□数字は要素番号を示す。

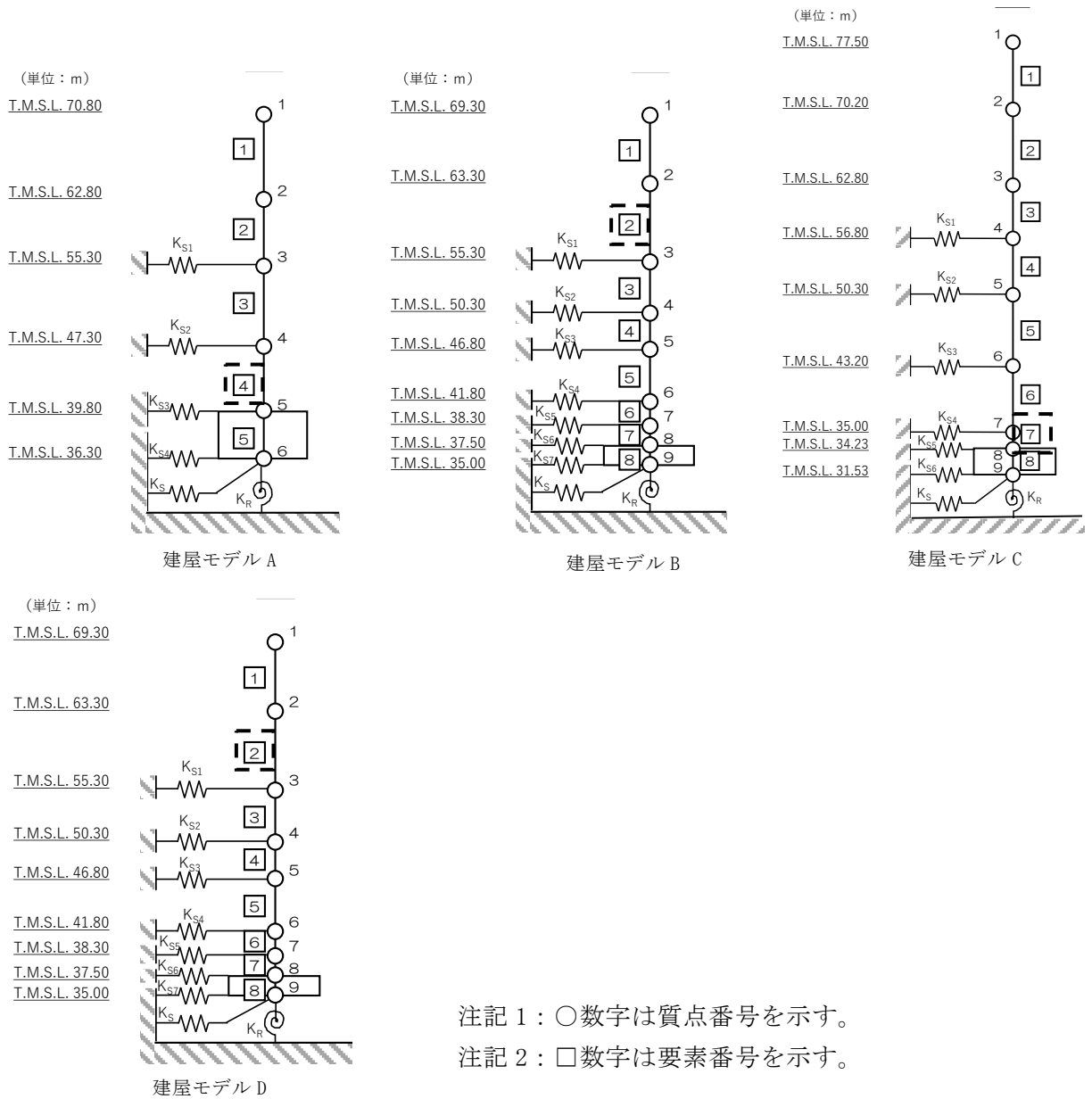
第 4.1-4 表 各層耐震壁の最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントの
 応答比率及び割増係数 (Sクラスの壁) (1/2)

建屋 モデル	T. M. S. L. (m)	要素 番号	応力	①単独 モデル	②隣接 モデル	応答比率 ^{※1} (②/①)
A	47.3	4	最大せん断力 (kN)	46.86×10^4	47.35×10^4	1.02
	39.8					
	47.3	4	最大曲げモーメント (kN・m)	73.44×10^5	74.05×10^5	1.01
	39.8					
B	63.3	2	最大せん断力 (kN)	54.87×10^3	54.52×10^3	0.994
	55.3					
	63.3	2	最大曲げモーメント (kN・m)	69.65×10^4	69.18×10^4	0.994
	55.3					
C	35.0	7	最大せん断力 (kN)	9.92×10^5	10.37×10^5	1.05
	34.2					
	35.0	7	最大曲げモーメント (kN・m)	254.07×10^5	254.20×10^5	1.01
	34.2					
D	63.3	2	最大せん断力 (kN)	54.87×10^3	60.10×10^3	1.10
	55.3					
	63.3	2	最大曲げモーメント (kN・m)	69.65×10^4	75.73×10^4	1.09
	55.3					
E ^{※2}	-	-	最大せん断力 (kN)	-	-	-
	-					
	-	-	最大曲げモーメント (kN・m)	-	-	-
	-					
割増係数 (最大値)						1.10

※1：少数第3位を保守的に切上げ

※2：上部構造はS造のため検討対象外

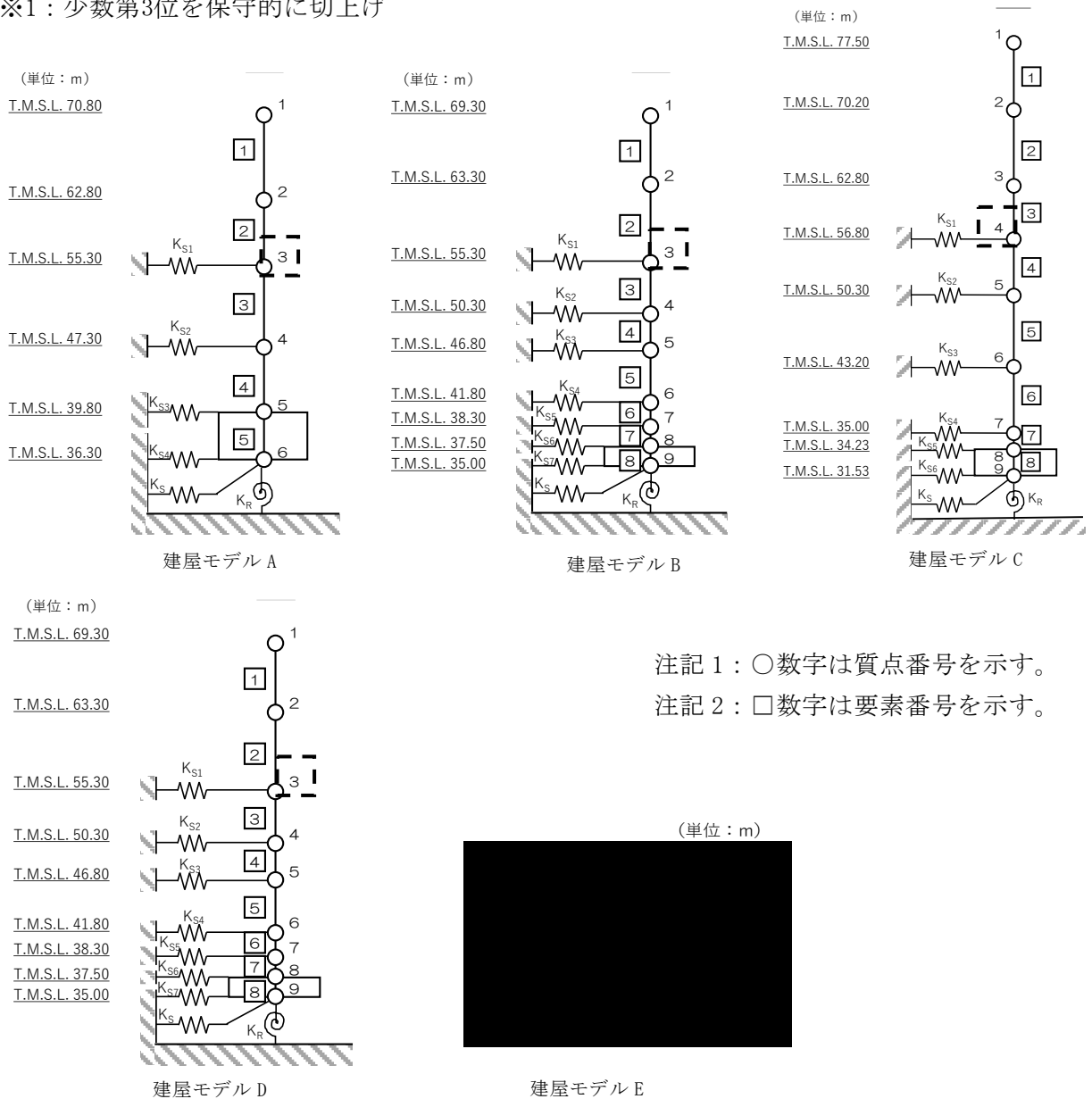
第 4.1-4 表 各層耐震壁の最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントの
 応答比率及び割増係数 (Sクラスの壁) (2/2)



第 4.1-5 表 柱脚部レベルの最大応答加速度の応答比率及び割増係数
(屋根鉄骨及び屋根トラス)

建屋モデル	T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)		応答比率 ^{※1} (②/①)
			①単独モデル	②隣接モデル	
A	55.30	3	288	289	1.01
B	55.30	3	296	294	0.992
C	56.80	4	292	300	1.03
D	55.30	3	296	309	1.05
E					
割増係数 (最大値)					1.05

※1：少数第3位を保守的に切上げ



4.2 隣接建屋の影響検討結果一覧

「隣接建屋の影響無し」と判定された建物・構築物について、応答比率を用いた検討検討結果を第 4.2-1 表に示す。

各建物・構築物の検討対象部位について、応答比率が 1.00 を超えないこと、又は応答比率が 1.00 を超える場合は、割増係数を乗じた検定比が 1.00 を超えないことを確認した。

以上のことから、「隣接建屋の影響無し」と判定された建物・構築物について、念のため、隣接建屋の影響を考慮した場合にも、耐震評価上の余裕度内に収まることを確認した。

第4.2-1表 応答比率を用いた影響検討結果結果（検定比一覧）

建物・構築物名称	部位	評価項目	最大検定比 ①	割増係数 ②	検定比 ①×②	判定
安全冷却水B冷却塔 （基礎）	地盤（接地圧）	接地圧	■ (kN/m ²)/■ (kN/m ²)	■	■	OK
	基礎スラブ	軸力及び 曲げモーメント	■	■	■	OK
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	耐震壁	後次回以降示す				
	地盤（接地圧）					
	基礎スラブ					
	Sクラスの壁（セル壁）					
ウラン・プルトニウム 混合酸化物貯蔵建屋	耐震壁					
	地盤（接地圧）					
	基礎スラブ					
チャンネルボックス・ バーナブルポイズン 処理建屋	耐震壁					
	地盤（接地圧）					
	基礎スラブ					
ガラス固化体 貯蔵建屋B棟	Sクラスの壁（貯蔵室の壁）					
	耐震壁					
	地盤（接地圧）					
	基礎スラブ					
	Sクラスの壁（貯蔵区域の壁）					
第1ガラス固化体 貯蔵建屋東棟	屋根トラス					
	耐震壁					
	地盤（接地圧）					
	基礎スラブ					
	Sクラスの壁（貯蔵区域の壁）					
第1ガラス固化体 貯蔵建屋西棟	屋根トラス					
	耐震壁					
	地盤（接地圧）					
	基礎スラブ					
	Sクラスの壁（貯蔵区域の壁）					
燃料加工建屋	屋根トラス	せん断ひずみ	0.306 ($0.612 \times 10^{-3} / 2.0 \times 10^{-3}$)	1.10	0.357* ($0.713 \times 10^{-3} / 2.0 \times 10^{-3}$)	OK
	耐震壁	接地圧	0.318 ($1231(\text{kN}/\text{m}^2) / 38800(\text{kN}/\text{m}^2)$)	1.07	0.341	OK
	地盤（接地圧）	面外せん断力	0.853	1.05	0.896	OK
	基礎スラブ	鉄筋	0.807	1.10	0.888	OK
	Sクラスの壁（重要区域の壁）					

*：エネルギー定則により、せん断ひずみを評価