

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 05 <u>R4</u>
提出年月日	令和 3 年 9 月 22 日

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
『建屋側面地盤ばね』及び『地盤のひずみ依存特性』
の評価手法について

注記：文中の下線部は R3 から R4 への変更箇所を示す

目 次

1.	目的及び概要	1
1.1	目的	1
1.2	概要	1
2.	『建屋側面地盤ばね』の評価手法	3
2.1	規格・基準等の整理	3
2.2	当社における建屋側面地盤ばねの評価手法の考え方	6
2.3	当社事業所内の建物・構築物における建屋側面地盤ばねの評価手法の判定結果	10
2.4	建屋側面地盤ばねの設定範囲の考え方	1
3.	『地盤のひずみ依存特性』の評価手法	3

別紙 1 建屋側面地盤ばねにおける評価手法の概要

別紙 2 周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果

別紙 2-1 燃料加工建屋における周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果

後次回以降申請を実施する建物・構築物については、各申請回次に検討結果を提示する。

別紙 3 解析で考慮した地盤物性値の詳細

別紙 3-1 燃料加工建屋の地盤物性値の詳細

後次回以降申請を実施する建物・構築物については、各申請回次に検討結果を提示する。

1. 目的及び概要

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、建物及び屋外機械基礎とし、洞道、竜巻防護対策設備及び排気筒は含まない。※）（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。

1.1 目的

本資料では、次節のとおり、再処理施設等の建物・構築物に共通して適用している『建屋側面地盤ばね』の評価手法の考え方を示すとともに、建屋側面地盤ばねの設定に係る根拠を示すことで、各建物・構築物の地震応答解析モデルが適切に設定されていることを説明する。

1.2 概要

今回設工認申請における建物・構築物の地震応答解析では、既設工認では考慮していなかった建屋側面の地盤ばねを考慮している。これは、既設工認時に比べ基準地震動が増大したことから、地震応答解析の解析精度の指標となる接地率を確保するため、解析モデルの精緻化として、建屋が周辺地盤に埋め込まれている実状を反映したものである。

本資料では、まず、建屋埋込み効果に関する規格・基準等の確認を行い、適用条件・評価手法を整理したうえで、建屋埋込み効果として設定した建屋側面地盤ばねについて、当社事業所内の建物・構築物における共通の考え方を示し、当社事業所内の建物・構築物における建屋側面地盤ばねの評価手法を整理する。また、建屋側面地盤ばねの設定範囲の考え方について示す。

次に、建屋側面地盤ばねのばね定数の算定において考慮している地盤のひずみ依存特性について、評価手法として等価線形解析を採用していることから、その詳細について示す。

また、別紙 1 に、建屋側面地盤ばねの評価手法として採用した各手法について、それぞれの手法の概要及び解析条件を示し、別紙 2 に建屋側面地盤ばねの評価手法の判定根拠となる周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果を示す。さらに、別紙 3 に解析で考慮した地盤物性値について、その詳細を示す。

上記のとおり、再処理施設等の建物・構築物に共通して適用している『建屋側面地盤ばね』の評価手法の考え方を示すとともに、その考え方に基づき各建物・構築物の地震応答解析モデルが適切に設定されていることを補足的に説明するものである。

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」
- ・MOX 燃料加工施設 添付書類「III-別添-3-1-1 燃料加工建屋の基準地震動を 1.2 倍した地震力に対する耐震性評価結果」

※：本資料に示す内容において、適用範囲外とした施設についてはそれぞれの資料において説明を行う。また、本資料の引用で他の資料の説明に代える場合には、引用範囲を明らかに記すこととする。

2. 『建屋側面地盤ばね』の評価手法

今回設工認において、建物・構築物の地震応答解析モデルのうち、スウェイ・ロッキングモデル（以下、「SRモデル」という。）については、表層地盤（埋戻し土等）による建屋埋込み効果を期待し、建屋側面地盤ばねとしてスウェイばねを設定している。

本章では、まず、建屋埋込み効果に関する規格・基準等の記載を確認し、「建屋側面地盤ばねの評価手法・適用条件」及び「建屋と地盤との接触状況が埋込み効果に与える影響」について整理する。

次に、建屋埋込み効果として設定した建屋側面地盤ばねについて、上述の整理結果を踏まえた当社の考え方を示す。

2.1 規格・基準等の整理

「建屋側面地盤ばねの評価手法・適用条件」及び「建屋と地盤との接触状況が埋込み効果に与える影響」について、確認に用いた規格・基準等を以下に示す。

- ・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。）
- ・建屋埋込み効果の評価法の標準化に関する調査報告書（(社)日本電気協会、電気技術基準調査委員会）（以下、「標準化報告書」という。）
- ・原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2008（(社)日本電気協会）（以下、「JEAC 4601-2008」という。）
- ・埋め込み基礎の接触状況が構造物の応答に与える影響について 第11回日本工学シンポジウム、pp1287-1292, 2002（吉田一博、萩原哲也）
- ・耐震安全解析コード改良試験 原子炉建屋の埋込み震動効果試験 実地盤上試験に関する報告書（(社)原子力発電技術機構）（以下、「NUPEC 報告書」という）

2.1.1 建屋側面地盤ばねの評価手法・適用条件

(1) Novak の手法

「JEAG 4601-1991 追補版」及び「JEAC 4601-2008」では、埋め込まれた原子炉建屋の地震応答解析モデルとして、側面地盤ばねを用いた SR モデルを用いることができるとされており、その側面地盤ばねの評価手法として、Novak の手法を用いた水平ばね（＝スウェイばね）が示されている。

Novak の側面地盤ばねの適用条件について、「JEAG 4601-1991 追補版」及び「JEAC 4601-2008」の記載内容を引用文献の記載も含めて以下のとおり整理した。

【「JEAG 4601-1991 追補版」の記載】

- ①「標準化報告書」を引用し、埋込み効果を見込むためには、建屋は少なくとも三面が埋込まれていることが必要であると示唆されている。
- ②建屋平面形状を等価円置換しているため、建屋長辺と短辺の比（辺長比）が 1.1 以下であることが必要である。^{※1}

※1：辺長比が 1.1 より大きい場合あるいは長方形以外の平面形の場合（等価円置換する

ことが妥当とは言えない場合)には、別途適切な方法により地盤ばねを算定することとされている。(例：境界要素法等)

【「JEAC 4601-2008」の記載】

- ①建物・構築物の地下部分の大部分(3面または面積で75%以上)が周辺地盤と接している場合には、全面埋込みと同様の埋込み効果が期待できる。^{※2}
- ②建屋平面形状を等価円置換しているため、建屋長辺と短辺の比(辺長比)が1.1以下であることが必要である。^{※3}

※2：周辺地盤との接触条件について、「3面または面積で75%以上」の接触を満足しない場合には、薄層法、境界要素法、3次元FEM(=有限要素法)等により別途検討を行い、全面埋込みと同様の埋込み効果が期待できることを確認すれば、Novakの側面地盤ばねを適用できるとされている。

※3：辺長比が1.1より大きい場合あるいは長方形以外の平面形の場合(等価円置換することが妥当とは言えない場合)には、別途適切な方法により地盤ばねを算定することとされている。(例：境界要素法等)

なお、「JEAG 4601-1991 追補版」で引用される、「標準化報告書」では、建屋側面地盤の回転成分(回転ばね)の存在についても触れられているが、防水層等の脆弱性を考慮して「JEAG 4601-1991 追補版」及び「JEAC 4601-2008」では、その採用が見送られている。当社も、建屋側面地盤ばねのうち回転ばねについては採用していない。

(2) 「Novakの手法」以外の評価手法

「JEAG 4601-1991 追補版」で引用される、「標準化報告書」では、Novakの手法に加え、境界要素法や軸対称FEM等により評価した建屋側面地盤ばねの妥当性についての検討が行われており、どの手法によっても埋め込まれた建屋の応答を適切に評価することが可能であることが示唆されている。

「JEAC 4601-2008」では、側面地盤ばねは、Novakの手法以外には、離散系モデルにより評価できると示されており、離散系モデルを用いて評価する場合には、軸対称FEM、3次元FEM(=有限要素法)や薄層要素法等が用いられることが多いとされている。

2.1.2 建屋と地盤との接触状況が埋込み効果に与える影響

(1) 「全面埋込みと同様の埋込み効果」が期待できる場合

「JEAG 4601-1991追補版」で引用される、「標準化報告書」では、3面が地盤と接している建屋においては、全面が地盤と接している条件で求めた建屋側面地盤ばねを適用することが示唆されている。

また、「JEAC 4601-2008」においても、「埋め込み基礎の接触状況が構造物の応答に与える影響について」等の文献の結果等をもとに、建物・構築物の地下部分の大部分(3面または面積で75%以上)が周辺地盤と接している場合には、全面埋込みと同様の埋込み効

果が期待できるとされている。

(2) 「全面埋込みと同様の埋込み効果」が期待できない場合

「NUPEC報告書」では、地盤-基礎-上部構造連成系の試験体を用いた実地盤上試験として、埋土なし、1面埋土、2面埋土、4面埋土の4ケースについて加振試験を行い、その実験結果に対するシミュレーション解析について報告されている。解析では、周辺地盤との接触状況の実状を考慮して求めた建屋側面地盤ばねが用いられており、その解析結果と試験結果はよい対応を示していると報告されている。このことから、全面埋込みとみなせない場合においても、周辺地盤との接触状況の実状を適切に考慮した建屋側面地盤ばねを用いることで、建屋の応答を適切に評価することが可能であると報告されている。

なお、先行する発電炉（柏崎刈羽原子力発電所7号機）では、建屋と側面地盤との接触面積比率が75%に満たない場合についてもNovakの建屋側面地盤ばねを適用しているが、その妥当性を示すための検証として実状の接触面積比率（62.9%）を考慮した境界要素法を用いた検討が行われている。

2.2 当社における建屋側面地盤ばねの評価手法の考え方

前項までの「2.1.1 建屋側面地盤ばねの評価手法・適用条件」及び「2.1.2 建屋と地盤との接触状況が埋込み効果に与える影響」の整理結果を第 2.2-1 表及び第 2.2-2 表に再掲する。この整理結果を踏まえ、「建屋側面と地盤との接触状況」及び「建屋平面形状」を判定プロセスとして組み込んだ、建屋側面地盤ばねの評価手法の判定フローを、第 2.2-1 図のとおり設定した。当社では第 2.2-1 図のフローに基づき建屋側面地盤ばねを判定することとした。建屋側面地盤ばねの判定の考え方は以下のとおりである。

建物・構築物の地下部分の大部分（3 面または面積で 75%以上）が周辺地盤と接している場合には、「全面埋込みと同様の埋込み効果」が見込めるものとして全面接触の条件で、建屋側面地盤ばねを評価した。その上で、辺長比が 1.1 以下の場合には、先行発電炉での採用実績がある Novak の手法を用いて建屋側面地盤ばねを評価することとし、辺長比が 1.1 より大きい場合には、「JEAG 4601-1991 追補版」及び「JEAC 4601-2008」の記載を踏まえ、境界要素法または有限要素法[※]を用いて建屋側面地盤ばねを評価することとした。

周辺地盤との接触状況が「3 面または面積で 75%以上」の接触を満足しない場合には、周辺地盤との接触状況の実状を適切に考慮したうえで、「JEAG 4601-1991 追補版」、「JEAC 4601-2008」及び「NUPEC 報告書」の記載を踏まえ、境界要素法または有限要素法[※]を用いて、建屋側面地盤ばねを評価することとした。

なお、建屋側面地盤ばねの評価手法として採用した各手法の概要は「別紙 1 建屋側面地盤ばねにおける評価手法の概要」に示す。

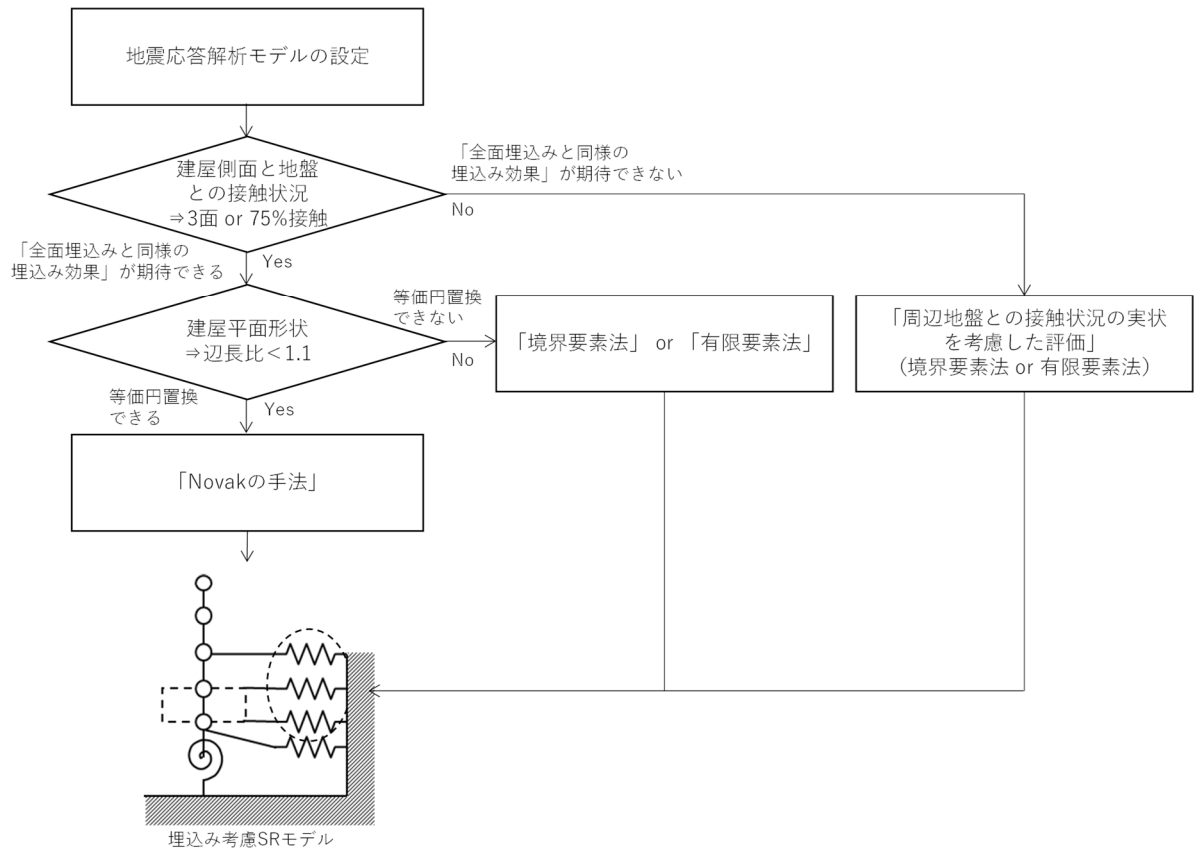
※：境界要素法及び有限要素法を用いた建屋側面地盤ばねの評価は、「JEAG 4601-1991 追補版」及び「JEAC 4601-2008」に示されている手法であり、どちらも適切な手法である。

第 2.2-1 表 「建屋側面地盤ばねの評価手法・適用条件」の整理結果

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">Novak の手法 (水平ばねの適用条件)</p>	<p>【「JEAG 4601-1991 追補版」の記載】</p> <p>①「JEAG 4601-1991 追補版」で引用される、「標準化報告書」では、埋込効果を見込むためには、建屋は少なくとも三面が埋込まれていることが必要であると示唆されている。</p> <p>②建屋平面形状を等価円置換しているため、建屋長辺と短辺の比（辺長比）が 1.1 以下であることが必要である。*</p> <p>※：辺長比が 1.1 より大きい場合あるいは長方形以外の平面形の場合（等価円置換することが妥当とは言えない場合）には、別途適切な方法により地盤ばねを算定することとされている。（例：境界要素法等）</p> <hr/> <p>【「JEAC 4601-2008」の記載】</p> <p>①建物・構築物の地下部分の大部分（3 面または面積で 75%以上）が周辺地盤と接している場合には、全面埋込みと同様の埋込み効果が期待できる。*¹</p> <p>②建屋平面形状を等価円置換しているため、建屋長辺と短辺の比（辺長比）が 1.1 以下であることが必要である。*²</p> <p>※1：周辺地盤との接触条件について、「3 面または面積で 75%以上」接触を満足しない場合には、薄層法、境界要素法、3 次元 FEM（＝有限要素法）等により別途検討を行い、全面埋込みと同様の埋込み効果が期待できることを確認すれば、Novak の側面地盤ばねを適用できるとされている。</p> <p>※2：辺長比が 1.1 より大きい場合あるいは長方形以外の平面形の場合（等価円置換することが妥当とは言えない場合）には、別途適切な方法により地盤ばねを算定することとされている。（例：境界要素法等）</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">「Novak の手法」以外の評価手法</p>	<p>【「JEAG 4601-1991 追補版」の記載】</p> <p>「JEAG 4601-1991 追補版」で引用される、「標準化報告書」では、Novak の手法に加え、境界要素法や軸対称 FEM 等により評価した建屋側面地盤ばねの妥当性についての検討が行われており、どの手法によっても埋め込まれた建屋の応答を適切に評価することが可能であることが示唆されている。</p> <hr/> <p>【「JEAC 4601-2008」の記載】</p> <p>側面地盤ばねは、Novak の手法以外には、離散系モデルにより評価できると示されており、離散系モデルを用いて評価する場合には、軸対称 FEM、3 次元 FEM（＝有限要素法）や薄層要素法等が用いられることが多いとされている。</p>

第 2.2-2 表 「建屋と地盤との接触状況が埋込み効果に与える影響」の整理結果

<p>「全面埋込みと同様の埋込み効果」が期待できる場合</p>	<p>【「JEAG 4601-1991 追補版」の記載】</p> <p>「JEAG 4601-1991 追補版」で引用される、「標準化報告書」では、3面が地盤と接している建屋においては、全面が地盤と接している条件で求めた建屋側面地盤ばねを適用できることが示唆されている。</p> <hr/> <p>【「JEAC 4601-2008」の記載】</p> <p>「埋め込み基礎の接触状況が構造物の応答に与える影響について」等の文献の結果等をもとに、建物・構築物の地下部分の大部分（3面または面積で75%以上）が周辺地盤と接している場合には、全面埋込みと同様の埋込み効果が期待できるとされている。</p>
<p>「全面埋込みと同様の埋込み効果」が期待できない場合</p>	<p>【「NUPEC 報告書」の記載】</p> <p>地盤-基礎-上部構造連成系の試験体を用いた実地盤上試験と、その実験結果に対するシミュレーション解析の結果から、周辺地盤との接触状況の実状を適切に考慮した建屋側面地盤ばねを用いることで、建屋の応答を適切に評価することが可能であると報告されている。</p>



第 2.2-1 図 建屋側面地盤ばねの評価手法の判定フロー

2.3 当社事業所内の建物・構築物における建屋側面地盤ばねの評価手法の判定結果

第 2.3-1 表に、第 2.2-1 図の判定フローに基づく、当社事業所内の建物・構築物における建屋側面地盤ばねの評価手法の判定結果を示す。なお、建屋側面地盤ばねの評価手法の判定根拠となる周辺地盤との接触状況及び辺長比の算定根拠については、「別紙 2 周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果」に示す。

建屋側面には、建物・構築物の地震応答解析において考慮している埋戻し土、造成盛土及び六ヶ所層（以下、「埋戻し土等」という。）の他に、マンメイドロック、流動化処理土及び地中構造物（洞道及び建屋地下部）が存在する。

表層地盤内に存在するマンメイドロック、流動化処理土及び地中構造物（洞道及び建屋地下部）については、埋戻し土等とみなして建屋側面地盤ばねの評価に考慮している。これにより、実状よりも表層地盤を柔らかいものとみなし、地盤による建屋の拘束効果を過大に評価することとならないよう設定している。

また、建屋側面と地盤との接触状況の確認においては、地中構造物（洞道及び建屋地下部）を以下①、②のとおり取り扱っている。

①：洞道の取り扱い

建屋側面に接続する洞道については、当該部分の面積が比較的小さく、その影響は限定的であると考えられるが、エキスパンションジョイント等により構造的に切り離されてはいることを踏まえ、建屋側面と地盤との接触状況の確認において接触範囲として考慮していない。なお、第 2.3-1 表には参考として、洞道を接触率として考慮した場合についても示しており、洞道の考慮の有無で評価手法は変わらないことを確認している。

②：建屋地下部の取り扱い

建屋側面と近接する建屋地下部については、建屋側面との間に埋戻し土等が存在しない場合には、当該部分については地盤による拘束効果が見込めないことから、建屋側面と地盤との接触状況の確認において接触範囲として考慮していない。

第 2.3-1 表 建屋側面地盤ばねの評価手法の判定結果

建屋*1	評価手法	周辺地盤との接触状況		辺長比
		洞道部分を地盤として接触率に加算しない場合	【参考】洞道部分を地盤として接触率に加算する場合	
燃料加工建屋	Novakの手法	99.2 (%)	100 (%)	1.02
前処理建屋	周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価	55.0 (%)	59.3 (%)	1.25
分離建屋	周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価	68.1 (%)	72.1 (%)	1.40
精製建屋	境界要素法	95.7 (%)	100 (%)	1.30
ハル・エンドピース貯蔵建屋	境界要素法	99.0 (%)	100 (%)	1.26
制御建屋	周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価	57.3 (%)	63.2 (%)	1.79
分析建屋	周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価	60.1 (%)	62.6 (%)	2.28
出入管理建屋	境界要素法	68.5 (%) (3面接触*2)	71.1 (%) (3面接触*2)	1.48
ウラン脱硝建屋	Novakの手法	87.1 (%)	100 (%)	1.05
ウラン酸化物貯蔵建屋	Novakの手法	97.3 (%)	100 (%)	1.01
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	境界要素法	94.2 (%)	100 (%)	1.24
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	Novakの手法	94.8 (%)	100 (%)	1.07
低レベル廃棄物処理建屋	Novakの手法	95.1 (%)	100 (%)	1.01
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	Novakの手法	95.2 (%)	100 (%)	1.00
ガラス固化体受入れ建屋	境界要素法	75.7 (%)	76.3 (%)	1.11
ガラス固化体貯蔵建屋	Novakの手法	73.6 (%) (3面接触*2)	74.7 (%) (3面接触*2)	1.02
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	境界要素法	99.7 (%)	100 (%)	1.38
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	境界要素法	80.7 (%)	82.5 (%)	1.52
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	境界要素法	78.8 (%)	81.8 (%)	1.62
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)	Novakの手法	93.0 (%)	93.0 (%)	3.09
使用済燃料輸送容器管理建屋 (トレーラエリア)	Novakの手法	93.0 (%)	93.0 (%)	1.52
非常用電源建屋	有限要素法	90.6 (%)	100 (%)	1.97
高レベル廃液ガラス固化建屋	有限要素法	78.3 (%)	81.2 (%)	1.37
第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟	境界要素法	98.5 (%)	100 (%)	2.27
第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟				

※1：地震応答解析モデルに建屋側面地盤ばねを考慮している建屋

※2：周囲3面に建屋が近接しておらず、大部分が地盤と接している場合には3面接触として、全面埋込みと同様の効果が期待できるものとして評価を行う

■：後次回以降申請を実施する建物・構築物については、精査したものを各申請回次に示す

2.4 建屋側面地盤ばねの設定範囲の考え方

本節では、建屋側面地盤ばねの設定範囲の考え方について示す。

建物・構築物の地震応答解析モデルについては、「2.2 当社における建屋側面地盤ばねの評価手法の考え方」で示した埋込み効果を期待できる領域に対応した建屋側面地盤ばねを、質点位置に応じて個別に設定している。

なお、建屋側面地盤ばねのばね定数は、第 2.4-1 図に示す建屋側面地盤ばねの支配厚さの考え方に基づき算出している。建屋側面地盤ばねの支配厚さは、埋込み質点間距離を基に算出するが、1 階床レベル及び地下 1 階床レベルの質点に取り付く側面地盤ばねの支配厚さは、地表面から地下 1 階床レベルの質点までの距離を基に算出する。

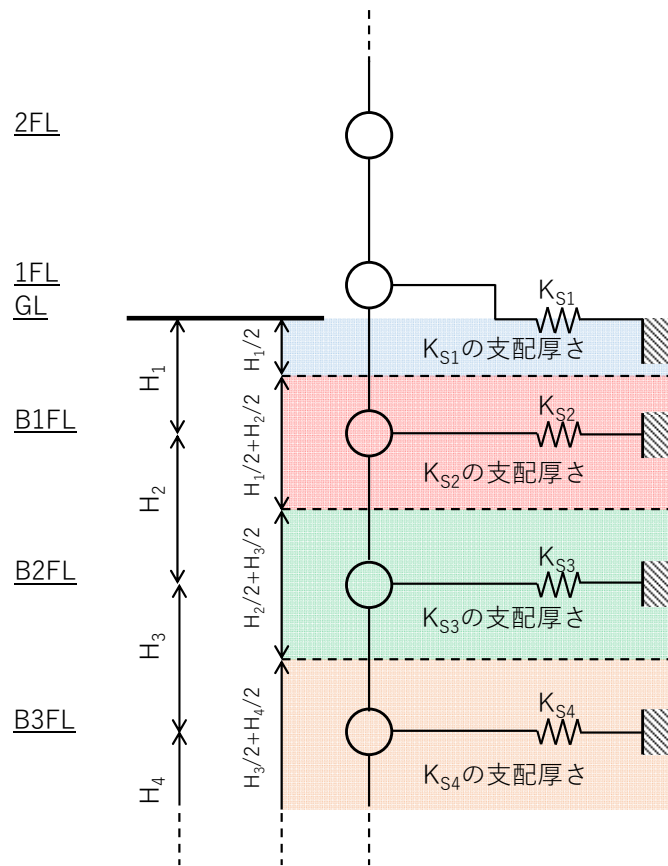
また、ごく一部の層の非線形化は別であるが原則として、地盤の非線形化が大きく進行し、建屋－地盤間の相互作用を適切に評価することができないと判断した場合については、先行する発電炉（柏崎刈羽原子力発電所 7 号機）の審査実績を参考に、当該部分及びそれより上部の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮しない地震応答解析モデルで建屋応答を評価している。

以下の(1)、(2)に、当社の建屋側面地盤ばねの設定範囲の考え方の詳細を示す。

- (1) 「地盤の非線形化が大きく進行し、建屋－地盤間の相互作用を適切に評価することができないと判断した場合」とは、地盤の非線形化により剛性が著しく低下し、地盤のひずみ依存特性の評価に用いる等価線形解析の解析精度が確保できないと判断した場合としている。具体的には、先行する発電炉（柏崎刈羽原子力発電所 7 号機）の審査実績を参考に、等価線形解析の一般的な適用上限である有効せん断ひずみが 1%を超える場合としている。

なお、地盤のひずみ依存性の評価に用いる等価線形解析の詳細については、「3. 『地盤のひずみ依存特性』の評価手法」にて後述する。

- (2) 地盤の有効せん断ひずみが 1%を超える場合には、当該部分及びそれより上部の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮しないことを原則とするが、その有効せん断ひずみが 1%を超える範囲がごく一部の層に限られ、建屋応答へ影響を及ぼすことはないと判断できる場合には、当該部分の建屋側面地盤ばねを残した地震応答解析モデルで建屋応答を評価している。



H_i : 埋込み質点間距離 (ただし、 H_1 はGLからB1FLまでの距離)

第 2.4-1 図 建屋側面地盤ばねの支配厚さの考え方

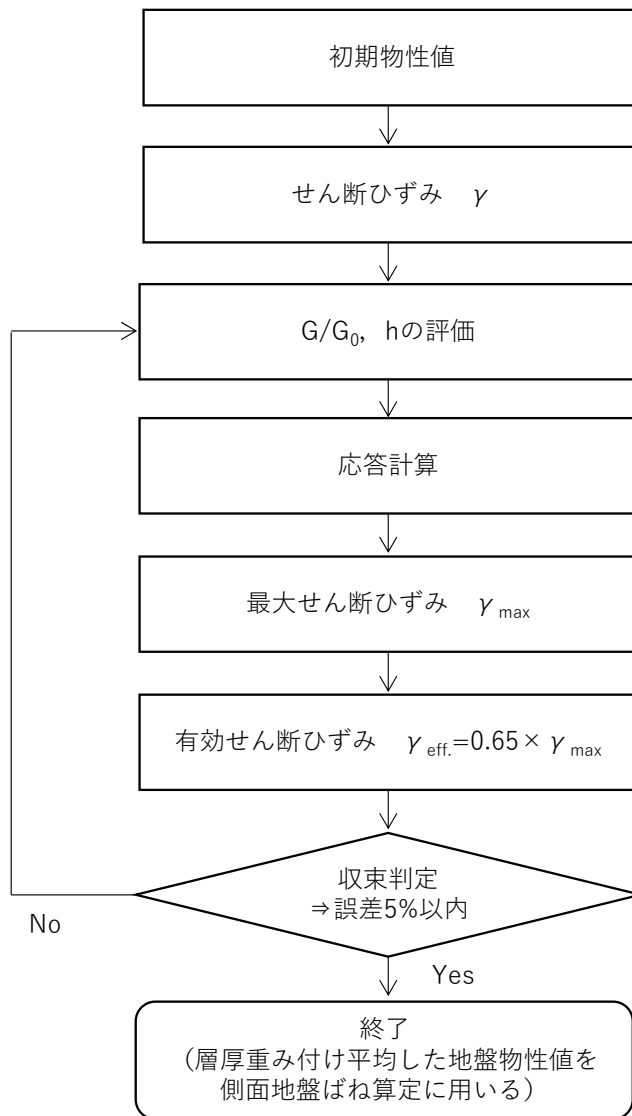
3. 『地盤のひずみ依存特性』の評価手法

本章では、建屋側面地盤ばねのばね定数の算定において考慮している、地盤のひずみ依存特性について、評価手法として等価線形解析を採用していることから、その詳細について示す。

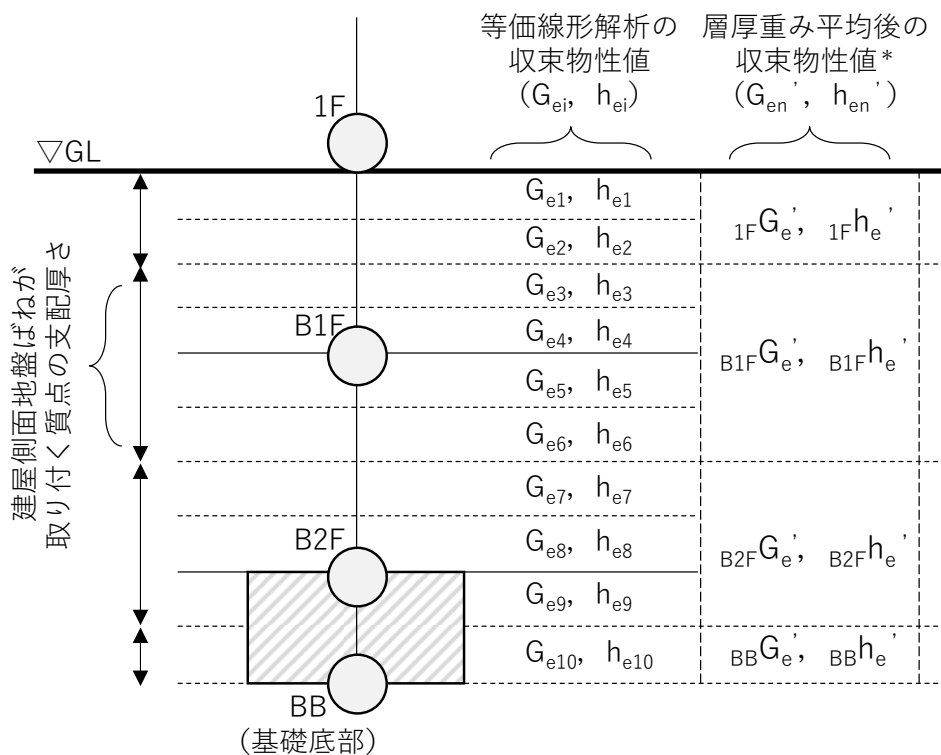
建屋側面地盤ばねのばね定数の算定の際に用いている地盤物性値は、一次元波動論に基づく等価線形解析により地盤のひずみ依存特性を考慮している。等価線形解析の計算フローを第3.-1図に示す。等価線形解析では、地盤要素ごとに等価物性値（等価せん断剛性 G と等価減衰定数 h ）を算出し、この等価物性値を用いて線形解析を行っている。等価物性値は、有効せん断ひずみを用いて動的変形特性 $G/G_0 \sim \gamma$ 関係・減衰特性 $h \sim \gamma$ 関係から算出し、有効せん断ひずみは、慣用的な設定法として最大せん断ひずみの0.65倍として設定*する。また、等価線形解析における表層部分の層分割は有限要素法の要素分割を参考に等価 $V_s/100$ 程度を目安に分割することで、解析精度を確保している。なお、側面地盤ばね算定の際に用いる地盤物性値は、等価線形解析から得られた地盤物性値を建屋側面地盤ばねの支配厚さで層厚み付け平均して用いている。第3.-2図に層分割の概要図を示す。

等価線形解析における有効せん断ひずみと等価物性値の関係を第3.-3図に示す。また、各建物・構築物の等価線形解析による地盤の有効せん断ひずみは、「別紙3 解析で考慮した地盤物性値の詳細」に示す。

※：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

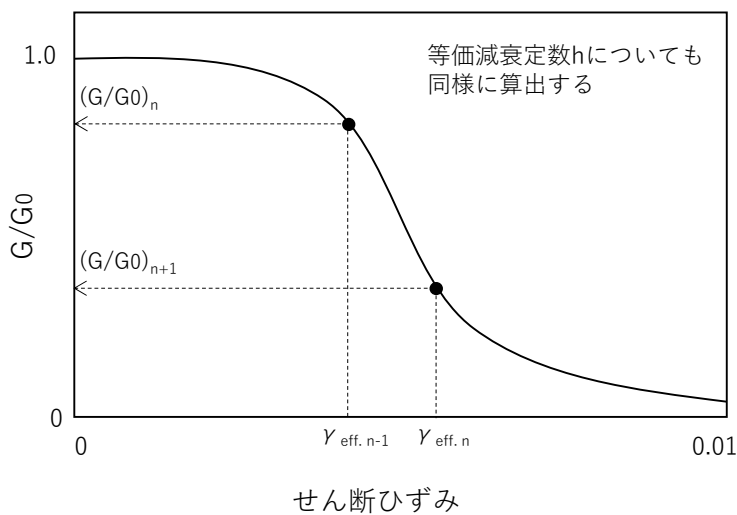


第3.-1図 等価線形解析の計算フロー



注記* : 建屋側面地盤ばね算定の際に用いる地盤物性値

第3.-2図 層分割の概要図



第3.-3図 等価線形解析における有効せん断ひずみと等価物性値の関係 (等価せん断剛性の概念図)

別紙 1

建屋側面地盤ばねにおける評価手法の概要

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. Novak の手法	別紙 1-1
2.1 評価概要	別紙 1-1
2.2 解析条件	別紙 1-1
3. 境界要素法	別紙 1-2
3.1 評価概要	別紙 1-2
3.2 解析条件	別紙 1-2
4. 有限要素法	別紙 1-3
4.1 評価概要	別紙 1-3
4.2 解析条件	別紙 1-3
5. 周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価	別紙 1-4
5.1 評価概要	別紙 1-4
5.2 解析条件	別紙 1-4

1. 概要

本資料は、本文第 2. 2-1 図の建屋側面地盤ばねの評価手法として採用した「Novak の手法」、
「境界要素法」、「有限要素法」、「周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価」について、そ
れぞれの手法の概要及び解析条件を示すものである。

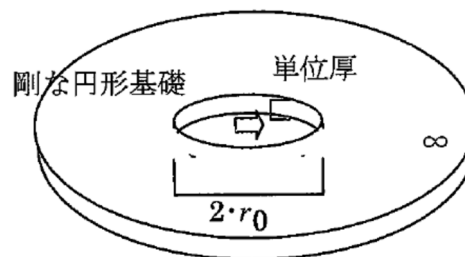
2. Novak の手法

2.1 評価概要

Novak の側面ばねは、地盤を深さ方向にスライスした 2 次元平面ひずみの無限均質地盤中
の剛な円形基礎を加振したときの力と変位の関係から求められる側面地盤ばねであり、次の
仮定のもとに 2 次元弾性波動理論より算定される。

- ・ 地盤は単位厚で平面的にスライスされた等方均質な弾性体とする。
- ・ 建屋は半径 r_0 の円形平面を持ち、振動時にもその平面形は変化しないものとする。
- ・ 建物・構築物と地盤とは密着しており、変位の連続条件が成り立つ。

Novak の側面ばね算定の概念図を第 2. 1-1 図に示す。



第 2. 1-1 図 Novak の側面ばね（「JEAC 4601-2008」より引用）

2.2 解析条件

Novak の手法における解析条件を以下に示す。

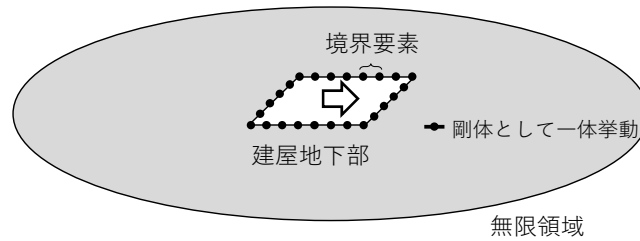
- ・ 建物・構築物の地下部分の大部分（3 面または面積で 75%以上）が周辺地盤と接している場合には、全面埋込みとして考える。
- ・ 建屋の平面面積が等価となる円形に置換する。

3. 境界要素法

3.1 評価概要

境界要素法は、2次元地盤面内振動問題の基本解を用いて導入される境界積分方程式を基に、地盤境界を境界要素で離散定式化することによって、地盤境界に関する剛性マトリクス（力—変位関係）を求め、建屋側面地盤ばねを算定している。

境界要素法の概念図を第3.1-1図に示す。



第3.1-1図 境界要素法の概念図

3.2 解析条件

境界要素法における解析条件を以下に示す。

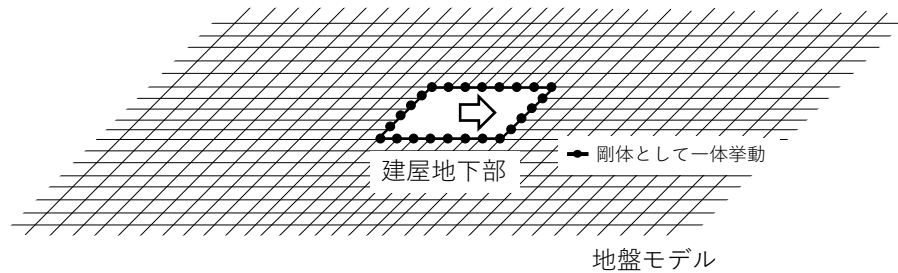
- Novak の手法と同様な考え方として、建物・構築物の地下部分の大部分（3面または面積で75%以上）が周辺地盤と接している場合には、全面埋込みとして考える。
- 建屋地下部全体が剛体として挙動するように拘束条件を設定する。
- 不整形な建屋形状の場合には、等価な矩形形状となるようにモデル形状を置換する。

4. 有限要素法

4.1 評価概要

有限要素法による建屋側面地盤ばねの算出においては、単位定常加振に対する建屋地下部の複素変位から、地盤インピーダンスを算定する。

有限要素法の概念図を第 4.1-1 図に示す。



第 4.1-1 図 有限要素法の概念図

4.2 解析条件

有限要素法における解析条件を以下に示す。

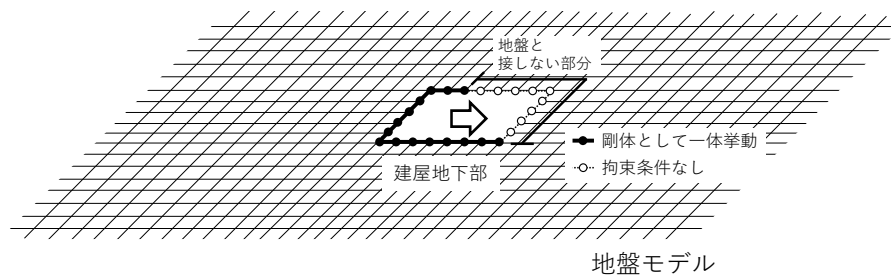
- ・ Novak の手法と同様な考え方として、建物・構築物の地下部分の大部分（3 面または面積で 75%以上）が周辺地盤と接している場合には、全面埋込みとして考える。
- ・ 建屋地下部全体が剛体として挙動するように拘束条件を設定する。
- ・ 不整形な建屋形状の場合には、等価な矩形形状となるようにモデル形状を置換する。
- ・ 地盤モデルの境界条件は、地盤の半無限性を表現するために粘性境界とする。
- ・ モデルの平面サイズは、建屋地下部のサイズに比べて十分に大きく設定する。

5. 周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価

5.1 評価概要

建物・構築物の地下部分の大部分（3面または面積で75%以上）が周辺地盤と接する条件から外れる場合は、周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価を行う。

周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価の概念図を第5.1-1図に示す。



第5.1-1図 周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価の概念図

5.2 解析条件

周辺地盤との接触状況の実状を考慮した評価における解析条件を以下に示す。

- 境界要素法または有限要素法^{※1}により評価する。
- 建屋と地盤が接する部分については、剛体として一体挙動するように設定し、地盤と接しない部分については、拘束条件を設けないことで周辺地盤との接触状況の実状を考慮する。
- 建屋側面と洞道の取り合い部分については、エキスパンションジョイント等により構造的に切り離されてはいるものの、当該部分の面積が比較的小さく、その影響は限定的であると考えられることから、単位厚さ当たりのばね定数の算定においては、地盤と接触しているものとして取り扱い、剛体として一体挙動するように設定している^{※2}。洞道部分の取り扱いの違いによる影響検討は、本手法を用いている前処理建屋、分離建屋、制御建屋、分析建屋について実施し、各申請回次に検討結果を提示する。

※1：境界要素法及び有限要素法を用いた建屋側面地盤ばねの評価は、「JEAG 4601-1991 追補版」及び「JEAC 4601-2008」に示されている手法であり、どちらも適切な手法である。

※2：本文・第2.2-1図の建屋側面地盤ばねの評価手法の判定フローにおける、建屋側面と地盤との接触状況の確認（75%接触の判定）においては、洞道部分は接触範囲として考慮していない。

別紙 2

周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果

資 料 構 成

別紙 2-1 燃料加工建屋における周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果

後次回以降申請を実施する建物・構築物については、各申請回次に確認結果を提示する。

別紙 2-1

燃料加工建屋における

周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果

目 次

1. 概要 別紙 2-1-1
2. 周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果 別紙 2-1-1
3. 周辺地盤との接触状況の詳細 別紙 2-1-3

1. 概要

本資料は、補足説明資料本文において示した 燃料加工建屋 における建屋側面地盤ばねの評価手法の判定結果について、その判定根拠となる周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果を示すものである。

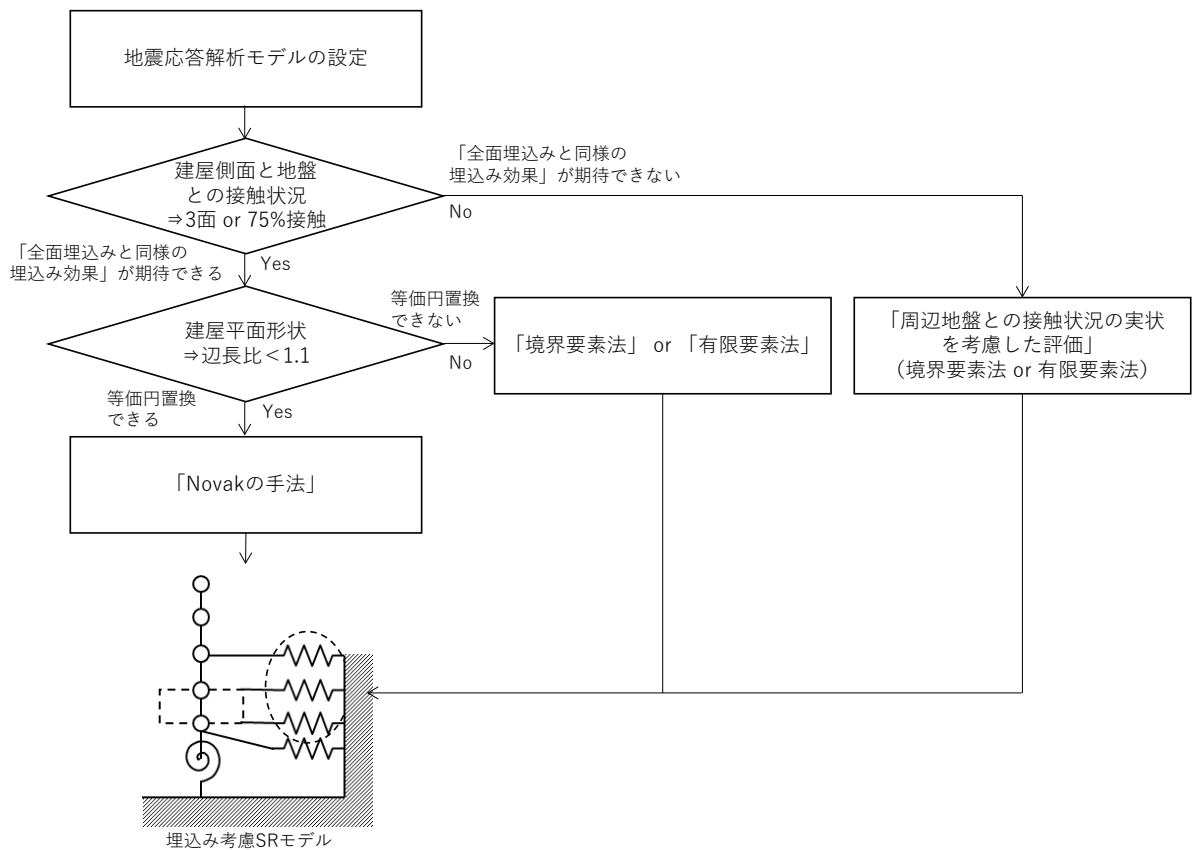
また、建屋の埋込み状況として、建屋近傍における表層地盤の断面方向の分布状況、及び平面的な分布状況についても図面で示すこととする。

2. 周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果

地震応答解析モデルに建屋側面地盤ばねを考慮している 燃料加工建屋 について、周辺地盤との接触状況及び辺長比の確認結果を第 2.-1 表に示す。また、参考として、第 2.-1 図に補足説明資料本文で示した建屋側面地盤ばねの評価手法の判定フローを再掲する。

第 2.-1 表 建屋側面地盤ばねの評価手法の判定結果

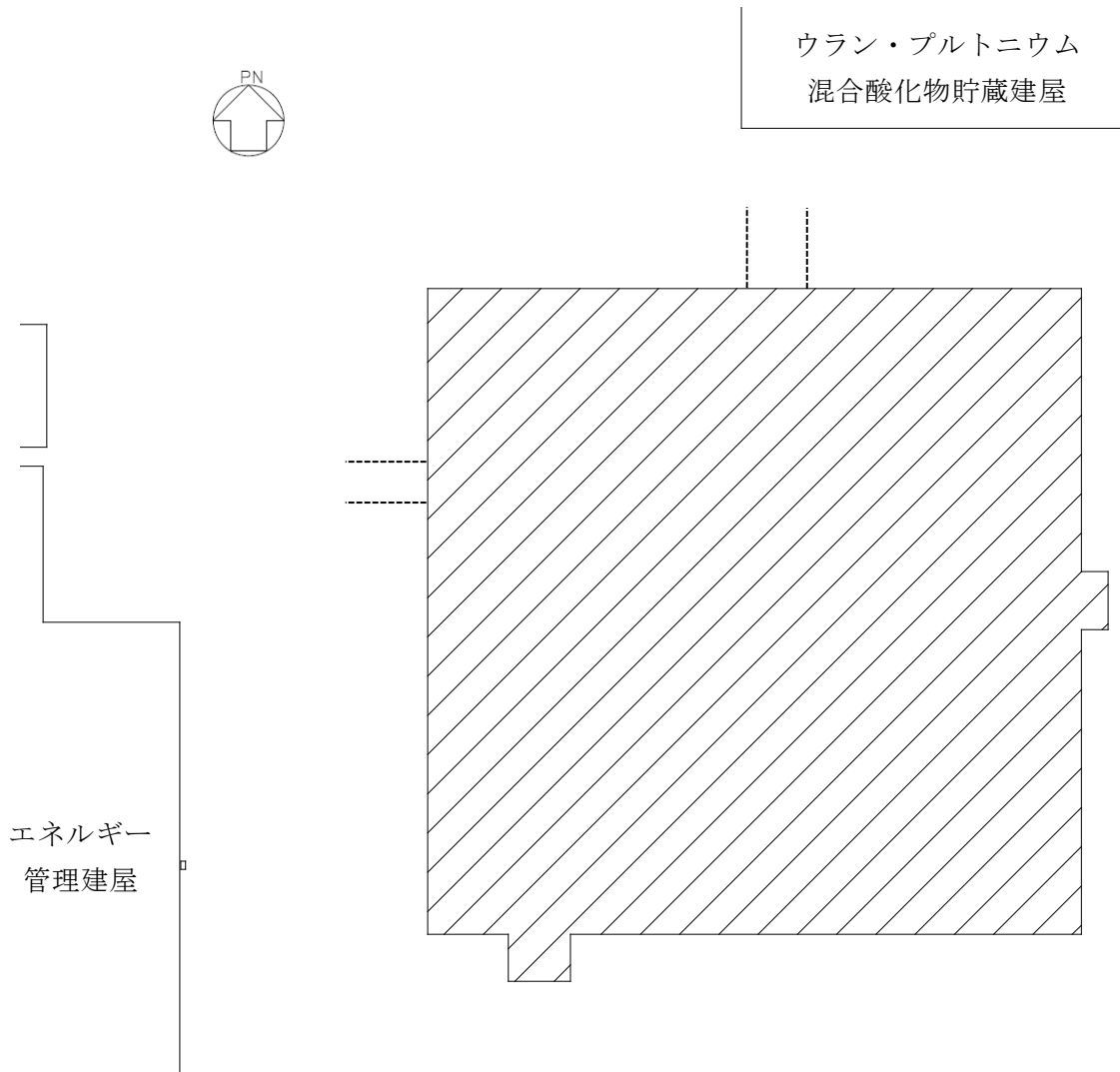
建屋	評価手法	周辺地盤との接触状況		辺長比
		洞道部分を地盤として接触率に加算しない場合	【参考】洞道部分を地盤として接触率に加算する場合	
燃料加工建屋	Novakの手法	99.2(%)	100(%)	1.02



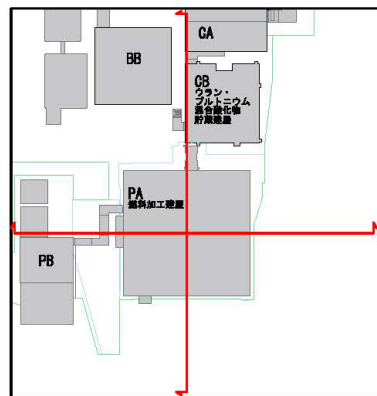
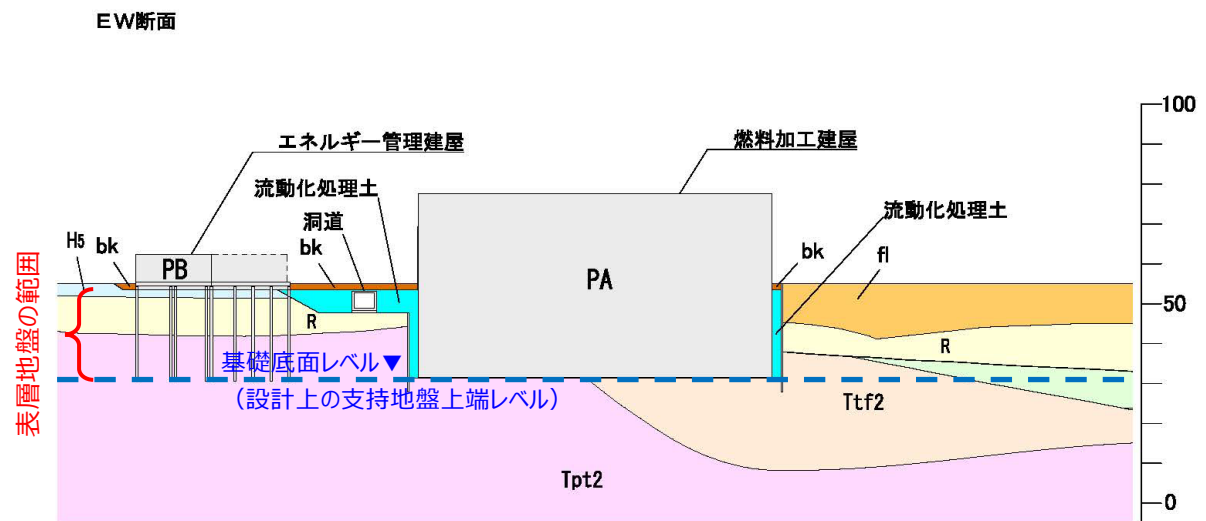
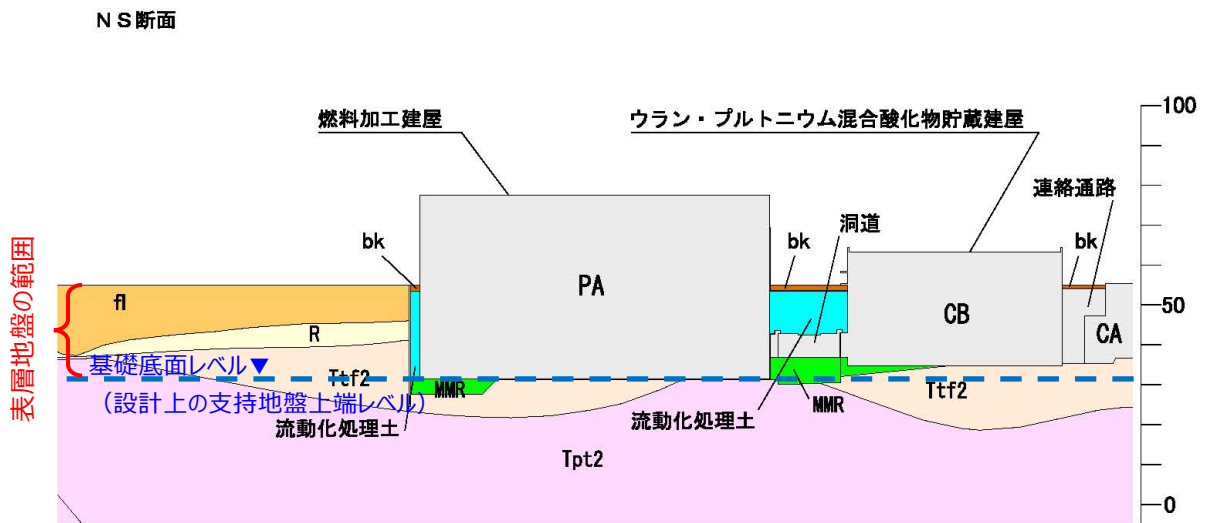
第 2. -1 図 建屋側面地盤ばねの評価手法の判定フロー（本文の第 2. 2-1 図より再掲）

3. 周辺地盤との接触状況の詳細

燃料加工建屋の建屋の周辺概要を第 3.-1 図に，建屋近傍における表層地盤の断面方向の分布状況を第 3.-2 図に，平面的な分布状況を第 3.-3 図に，周辺地盤との接触状況を第 3.-4 図に示す。



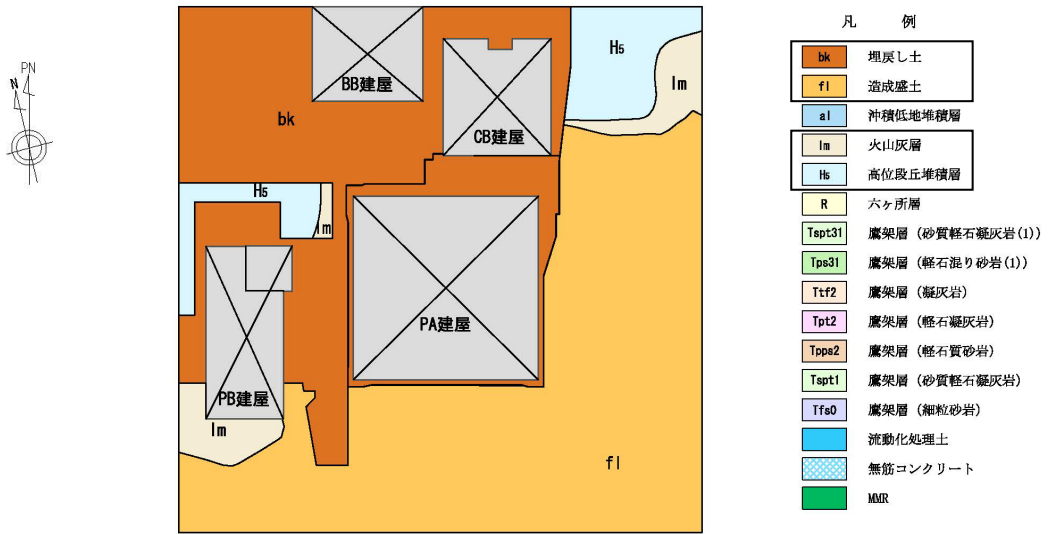
第 3.-1 図 燃料加工建屋の建屋の周辺概要



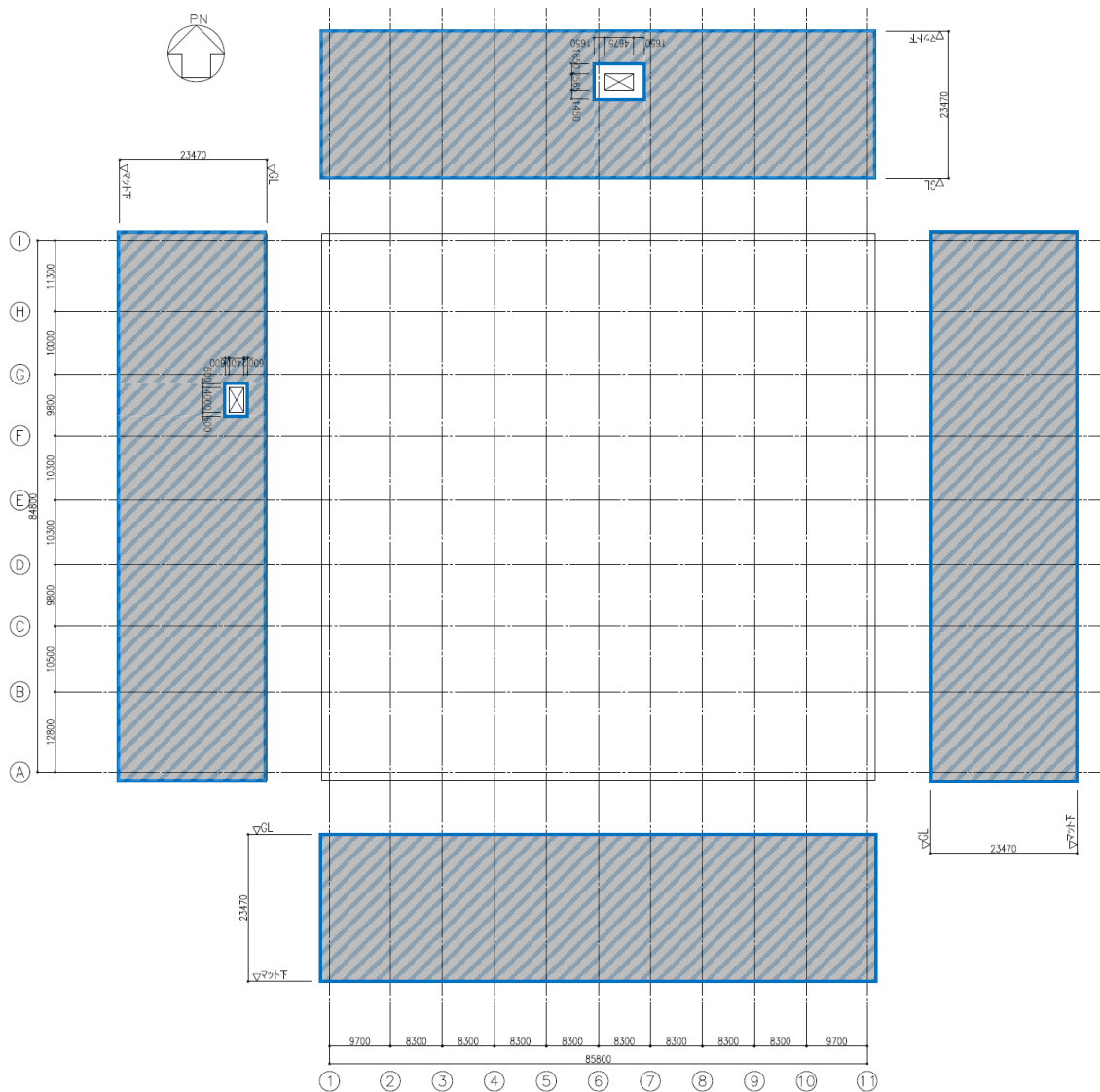
埋戻し土:	bk
造成盛土:	fi
高位段丘堆積層:	H5
六ヶ所層:	R
鷹架層 (凝灰岩):	Ttf2
鷹架層 (軽石凝灰岩):	Tpt2
鷹架層 (砂質軽石凝灰岩):	Tspt31
マンメイドロック:	MMR
流動化処理土:	
建物及び構築物:	

第 3.-2 図 燃料加工建屋近傍における表層地盤の断面方向の分布状況

別紙 2-1-4



第 3.-3 図 燃料加工建屋近傍における表層地盤の平面的な分布状況 (T. M. S. L. 55. 00m)



注記 1 : 内部から外部をみた展開図

- | | |
|--|---------------------------------------|
| | : 埋戻し土等, 流動化処理土又は MMR |
| | : 建屋側面と地盤との接触状況の確認において, 接触範囲として考慮した部分 |

第 3.-4 図 燃料加工建屋の周辺地盤との接触状況

別紙 3

解析で考慮した地盤物性値の詳細

資 料 構 成

別紙 3-1 燃料加工建屋の地盤物性値の詳細

後次回以降申請を実施する建物・構築物については、各申請回次に検討結果を提示する。

別紙 3-1

燃料加工建屋の地盤物性値の詳細

目 次

1. 概要 別紙 3-1-1
2. 解析で考慮した地盤物性値の詳細 別紙 3-1-2

参考資料 六ヶ所層における地盤の非線形化の影響について

1. 概要

本資料は、燃料加工建屋における解析で考慮した地盤物性値について、その詳細を示すものである。

解析で考慮した地盤物性値は、地盤のひずみ依存特性を考慮しており、等価線形解析結果から得られる地盤の有効せん断ひずみを用いて評価している。

また、本文「2.4 建屋側面地盤ばねの設定範囲の考え方」に示すとおり、ごく一部の層の非線形化は別であるが原則として、有効せん断ひずみが1%を超える場合には、地盤の非線形化が大きく進行し、建屋－地盤間の相互作用を適切に評価することができないと判断し、当該部分及びそれより上部の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮しない地震応答解析モデルで建屋応答を評価している。

ここでは、地盤物性値及び地盤ばねの設定範囲に係る根拠として、地盤の有効せん断ひずみについて確認を行う。

2. 解析で考慮した地盤物性値の詳細

燃料加工建屋における地盤応答解析ケースを第 2. -1 表に、等価線形解析による地盤の最大有効せん断ひずみを第 2. -2 表～第 2. -8 表に示す。

第 2. -2 表～第 2. -8 表より、基準地震動 S_s のケース No. 0～No. 2 及び $1.2 \times S_s$ のケースでは、ほとんどの場合で、造成盛土における六ヶ所層との切り替わり部分で有効せん断ひずみが 1%を超えている。また、弾性設計用地震動 S_d の場合についても、ケース No. 0～No. 2 の S_d -C1 並びにケース No. 1 及びケース No. 2 の S_d -A において、その範囲は小さくなるが同様の部分で有効せん断ひずみが 1%を超えている。以上のことから、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の全ケースについて、有効せん断ひずみが 1%を超えている部分及びそれより上部の地盤として、造成盛土 (T. M. S. L. 55. 00m～T. M. S. L. 46. 00m) については、建屋側面地盤ばねに考慮しない地震応答解析モデルで建屋応答を評価することとしている。

なお、有効せん断ひずみが 1%を超える場合には、当該部分及びそれより上部の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮しないことを原則としているが、一方で、六ヶ所層において有効せん断ひずみが 1%を超えている部分については、建屋側面地盤ばねに考慮している。これは、当該ケースが一部のケース (基準地震動 S_s のケース No. 2 における S_s -A 及び S_s -C1) に限られており、また、ひずみレベルは 1%を若干上回る程度であるため、影響検討を実施した上で、当該部分の地盤については、建屋側面地盤ばねに考慮することで問題ないと判断したためである。影響検討については、参考資料に示す。

第 2. -1 表 燃料加工建屋における地盤応答解析ケース

ケース No.	解析ケース	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d
0	基本ケース	全波	全波
1	地盤物性のばらつきを考慮したケース (+1 σ)	S_s -A, S_s -B1, S_s -B3, S_s -C1	S_d -A, S_d -B1, S_d -B3, S_d -C1
2	地盤物性のばらつきを考慮したケース (-1 σ)	S_s -A, S_s -B1, S_s -B3, S_s -C1	S_d -A, S_d -B1, S_d -B3, S_d -C1
	基準地震動を 1.2 倍した地震力に対する耐震性評価用のケース	全波	-

第 2.-3 表 燃料加工建屋の地盤応答解析結果（最大有効せん断ひずみ）一覧
 （基準地震動 S_s, ケース No. 1）

層上端 T.M.S.L. (m)	層下端 T.M.S.L. (m)	層厚 Hi (m)	地層区分	側面 スウェイ ばね	S _s -A		S _s -B1		S _s -B3		S _s -C1			
					有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)		
55.000	54.710	0.290	造成盛土	-	0.003	5.06	0.003	5.06	0.003	5.06	0.002	5.08		
54.710	54.420	0.290			0.008	4.82	0.009	4.81	0.008	4.83	0.007	4.87		
54.420	54.130	0.290			0.015	4.56	0.015	4.54	0.014	4.57	0.012	4.64		
54.130	53.840	0.290			0.022	4.33	0.023	4.30	0.021	4.35	0.018	4.44		
53.840	53.550	0.290			0.029	4.10	0.031	4.06	0.028	4.12	0.025	4.24		
53.550	53.225	0.325			0.039	3.81	0.041	3.78	0.037	3.85	0.032	4.02		
53.225	52.900	0.325			0.050	3.55	0.053	3.52	0.047	3.59	0.041	3.78		
52.900	52.575	0.325			0.063	3.27	0.066	3.25	0.060	3.31	0.050	3.56		
52.575	52.250	0.325			0.079	2.99	0.082	2.98	0.074	3.04	0.061	3.33		
52.250	51.925	0.325			0.098	2.71	0.100	2.73	0.091	2.77	0.073	3.11		
51.925	51.600	0.325			0.120	2.44	0.120	2.50	0.111	2.51	0.087	2.88		
51.600	51.275	0.325			0.148	2.15	0.143	2.27	0.135	2.26	0.103	2.66		
51.275	50.950	0.325			0.185	1.87	0.170	2.06	0.165	2.00	0.122	2.44		
50.950	50.625	0.325			0.229	1.62	0.202	1.84	0.201	1.77	0.145	2.22		
50.625	50.300	0.325			0.283	1.40	0.234	1.68	0.244	1.56	0.174	1.98		
50.300	50.031	0.269			0.338	1.23	0.266	1.54	0.293	1.37	0.206	1.77		
50.031	49.763	0.269			0.414	1.05	0.298	1.42	0.336	1.24	0.241	1.59		
49.763	49.494	0.269			0.500	0.905	0.329	1.32	0.390	1.12	0.285	1.40		
49.494	49.225	0.269			0.596	0.786	0.355	1.25	0.463	0.976	0.336	1.24		
49.225	48.956	0.269			0.720	0.672	0.379	1.20	0.543	0.861	0.416	1.04		
48.956	48.688	0.269			0.831	0.599	0.405	1.14	0.626	0.769	0.519	0.863		
48.688	48.419	0.269			0.974	0.523	0.441	1.05	0.732	0.676	0.662	0.699		
48.419	48.150	0.269			1.097	0.475	0.497	0.942	0.824	0.614	0.812	0.588		
48.150	47.881	0.269			1.179	0.449	0.566	0.849	0.922	0.559	0.965	0.508		
47.881	47.613	0.269			1.254	0.427	0.637	0.770	1.042	0.501	1.063	0.473		
47.613	47.344	0.269			1.330	0.406	0.722	0.693	1.124	0.468	1.188	0.433		
47.344	47.075	0.269			1.396	0.389	0.791	0.643	1.211	0.439	1.408	0.373		
47.075	46.806	0.269			1.450	0.376	0.852	0.605	1.296	0.417	2.112	0.253		
46.806	46.538	0.269			1.492	0.365	0.903	0.576	1.377	0.398	2.526	0.216		
46.538	46.269	0.269			1.556	0.354	0.944	0.555	1.443	0.383	3.166	0.175		
46.269	46.000	0.269			1.637	0.341	0.969	0.542	1.486	0.372	3.692	0.152		
46.000	45.300	0.700			六ヶ所層	K _{s1}	0.022	24.8	0.022	24.9	0.022	24.6	0.022	24.8
45.300	44.600	0.700					0.023	24.7	0.022	24.9	0.023	24.6	0.023	24.8
44.600	43.900	0.700					0.023	24.6	0.024	24.5	0.024	24.3	0.023	24.7
43.900	43.200	0.700	0.025	24.2			0.026	24.2	0.026	24.0	0.023	24.6		
43.200	42.380	0.820	0.028	23.7			0.028	23.8	0.028	23.6	0.024	24.5		
42.380	41.560	0.820	0.030	23.2			0.030	23.4	0.030	23.2	0.024	24.4		
41.560	40.740	0.820	0.033	22.7			0.032	22.9	0.032	22.8	0.024	24.4		
40.740	39.920	0.820	0.036	22.3			0.035	22.5	0.034	22.4	0.024	24.3		
39.920	39.100	0.820	0.038	21.8		0.037	22.0	0.038	21.9	0.025	24.3			
39.100	38.280	0.820	0.041	21.5		0.039	21.5	0.041	21.4	0.025	24.3			
38.280	37.460	0.820	0.043	21.1		0.042	21.1	0.044	21.0	0.025	24.3			
37.460	36.640	0.820	0.045	20.8		0.045	20.7	0.047	20.6	0.029	23.5			
36.640	35.820	0.820	0.048	20.6		0.047	20.4	0.049	20.2	0.033	22.7			
35.820	35.000	0.820	0.050	20.3		0.050	20.1	0.052	19.8	0.038	22.0			
35.000	34.615	0.385	軽石 凝灰岩	K _{s3}		0.014	72.8	0.014	72.7	0.015	72.6	0.012	73.3	
34.615	34.230	0.385				0.014	72.8	0.014	72.7	0.015	72.6	0.012	73.3	
34.230	32.880	1.350			0.015	72.7	0.015	72.6	0.016	72.4	0.014	72.9		
32.880	31.530	1.350			0.015	72.5	0.016	72.4	0.016	72.2	0.015	72.5		

注記 1 : は地盤のせん断ひずみが 1%を超える箇所を表す。

注記 2 : は建屋側面地盤ばねに考慮していない範囲を表す。

第 2.-4 表 燃料加工建屋の地盤応答解析結果（最大有効せん断ひずみ）一覧
（基準地震動 Ss, ケース No. 2）

層上端 T.M.S.L. (m)	層下端 T.M.S.L. (m)	層厚 Hi (m)	地層区分	側面 スウェイ ばね	Ss-A		Ss-B1		Ss-B3		Ss-C1			
					有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)		
55.000	54.710	0.290	造成盛土	-	0.002	3.07	0.003	3.05	0.002	3.06	0.002	3.06		
54.710	54.420	0.290			0.007	2.94	0.009	2.90	0.008	2.93	0.008	2.93		
54.420	54.130	0.290			0.013	2.80	0.016	2.73	0.013	2.78	0.014	2.78		
54.130	53.840	0.290			0.019	2.68	0.023	2.59	0.020	2.66	0.020	2.66		
53.840	53.550	0.290			0.025	2.55	0.031	2.44	0.027	2.52	0.027	2.52		
53.550	53.225	0.325			0.033	2.41	0.041	2.27	0.035	2.37	0.036	2.37		
53.225	52.900	0.325			0.042	2.27	0.053	2.10	0.046	2.21	0.046	2.21		
52.900	52.575	0.325			0.052	2.13	0.067	1.94	0.057	2.06	0.057	2.06		
52.575	52.250	0.325			0.063	1.99	0.083	1.78	0.071	1.90	0.071	1.91		
52.250	51.925	0.325			0.077	1.84	0.101	1.62	0.087	1.74	0.087	1.75		
51.925	51.600	0.325			0.092	1.70	0.122	1.47	0.106	1.59	0.106	1.60		
51.600	51.275	0.325			0.110	1.56	0.147	1.32	0.129	1.43	0.128	1.45		
51.275	50.950	0.325			0.130	1.43	0.179	1.17	0.159	1.26	0.157	1.29		
50.950	50.625	0.325			0.156	1.29	0.215	1.04	0.198	1.09	0.197	1.12		
50.625	50.300	0.325			0.190	1.14	0.258	0.907	0.247	0.934	0.247	0.957		
50.300	50.031	0.269			0.224	1.02	0.303	0.809	0.303	0.805	0.313	0.802		
50.031	49.763	0.269			0.268	0.892	0.350	0.724	0.375	0.682	0.410	0.645		
49.763	49.494	0.269			0.318	0.787	0.413	0.635	0.478	0.561	0.570	0.488		
49.494	49.225	0.269			0.394	0.663	0.488	0.552	0.610	0.458	0.840	0.346		
49.225	48.956	0.269			0.504	0.538	0.586	0.473	0.751	0.386	1.186	0.256		
48.956	48.688	0.269			0.647	0.434	0.698	0.410	0.985	0.304	2.620	0.120		
48.688	48.419	0.269			0.818	0.354	0.828	0.355	1.113	0.277	3.716	0.0874		
48.419	48.150	0.269			1.004	0.297	1.006	0.299	1.254	0.252	5.059	0.0657		
48.150	47.881	0.269			1.430	0.214	1.084	0.284	1.437	0.225	7.431	0.0453		
47.881	47.613	0.269			2.033	0.154	1.157	0.270	1.701	0.193	8.409	0.0401		
47.613	47.344	0.269			3.189	0.100	1.237	0.257	2.145	0.155	7.842	0.0425		
47.344	47.075	0.269			3.873	0.0841	1.336	0.241	2.431	0.137	6.611	0.0493		
47.075	46.806	0.269			4.542	0.0724	1.511	0.217	2.636	0.127	3.946	0.0803		
46.806	46.538	0.269			5.181	0.0640	1.771	0.189	2.718	0.122	2.799	0.110		
46.538	46.269	0.269			5.832	0.0569	2.127	0.159	2.697	0.122	1.646	0.181		
46.269	46.000	0.269			6.230	0.0534	2.351	0.145	2.589	0.125	0.959	0.302		
46.000	45.300	0.700			六ヶ所層	K _{s1}	0.114	3.02	0.108	3.09	0.103	3.13	0.079	3.53
45.300	44.600	0.700					0.117	2.97	0.111	3.05	0.107	3.07	0.078	3.56
44.600	43.900	0.700					0.143	2.71	0.118	2.97	0.121	2.91	0.094	3.30
43.900	43.200	0.700	0.176	2.42			0.126	2.87	0.143	2.69	0.125	2.90		
43.200	42.380	0.820	0.217	2.16			0.139	2.74	0.171	2.45	0.172	2.47		
42.380	41.560	0.820	0.269	1.91			0.155	2.59	0.207	2.21	0.239	2.06		
41.560	40.740	0.820	0.326	1.70			0.187	2.35	0.245	2.01	0.323	1.71		
40.740	39.920	0.820	0.385	1.53			0.216	2.17	0.292	1.81	0.425	1.45		
39.920	39.100	0.820	0.462	1.35			0.245	2.03	0.336	1.67	0.558	1.20		
39.100	38.280	0.820	0.546	1.21			0.271	1.91	0.383	1.54	0.717	1.00		
38.280	37.460	0.820	0.691	1.03			0.289	1.84	0.435	1.42	0.876	0.872		
37.460	36.640	0.820	0.822	0.914			0.292	1.83	0.485	1.31	1.056	0.759		
36.640	35.820	0.820	0.969	0.808			0.280	1.87	0.518	1.26	1.163	0.715		
35.820	35.000	0.820	1.048	0.764			0.276	1.88	0.534	1.23	1.259	0.679		
35.000	34.615	0.385	軽石 凝灰岩	K _{s3}			0.015	53.5	0.009	54.9	0.012	54.3	0.016	53.3
34.615	34.230	0.385					0.015	53.5	0.009	54.9	0.012	54.3	0.016	53.3
34.230	32.880	1.350					0.015	53.5	0.010	54.8	0.012	54.2	0.017	53.3
32.880	31.530	1.350					0.016	53.5	0.010	54.7	0.012	54.2	0.017	53.2

注記 1 : は地盤のせん断ひずみが 1%を超える箇所を表す。

注記 2 : は建屋側面地盤ばねに考慮していない範囲を表す。

第 2.-7 表 燃料加工建屋の地盤応答解析結果（最大有効せん断ひずみ）一覧
 （弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 1）

層上端 T.M.S.L. (m)	層下端 T.M.S.L. (m)	層厚 Hi (m)	地層区分	側面 スウェイ ばね	Sd-A		Sd-B1		Sd-B3		Sd-C1			
					有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)		
55.000	54.710	0.290	造成盛土	-	0.002	5.09	0.002	5.10	0.001	5.11	0.002	5.09		
54.710	54.420	0.290			0.007	4.90	0.005	4.95	0.004	4.98	0.006	4.90		
54.420	54.130	0.290			0.011	4.69	0.009	4.80	0.008	4.85	0.011	4.71		
54.130	53.840	0.290			0.017	4.50	0.013	4.62	0.011	4.71	0.016	4.51		
53.840	53.550	0.290			0.022	4.32	0.017	4.47	0.015	4.56	0.021	4.35		
53.550	53.225	0.325			0.028	4.13	0.022	4.31	0.019	4.44	0.027	4.15		
53.225	52.900	0.325			0.036	3.91	0.027	4.14	0.023	4.29	0.035	3.93		
52.900	52.575	0.325			0.044	3.71	0.033	3.96	0.028	4.14	0.043	3.72		
52.575	52.250	0.325			0.052	3.52	0.039	3.79	0.033	3.99	0.052	3.51		
52.250	51.925	0.325			0.062	3.32	0.045	3.64	0.039	3.84	0.062	3.29		
51.925	51.600	0.325			0.072	3.13	0.052	3.49	0.044	3.70	0.074	3.07		
51.600	51.275	0.325			0.084	2.94	0.060	3.34	0.050	3.57	0.087	2.85		
51.275	50.950	0.325			0.097	2.76	0.067	3.21	0.057	3.43	0.103	2.63		
50.950	50.625	0.325			0.111	2.58	0.075	3.07	0.064	3.30	0.122	2.42		
50.625	50.300	0.325			0.127	2.42	0.083	2.95	0.071	3.17	0.144	2.19		
50.300	50.031	0.269			0.143	2.27	0.091	2.85	0.078	3.06	0.170	1.98		
50.031	49.763	0.269			0.159	2.14	0.098	2.76	0.085	2.96	0.197	1.80		
49.763	49.494	0.269			0.176	2.01	0.104	2.68	0.092	2.86	0.227	1.64		
49.494	49.225	0.269			0.195	1.89	0.111	2.61	0.099	2.77	0.266	1.47		
49.225	48.956	0.269			0.215	1.78	0.117	2.54	0.106	2.69	0.305	1.34		
48.956	48.688	0.269			0.234	1.68	0.124	2.48	0.113	2.60	0.346	1.22		
48.688	48.419	0.269			0.255	1.59	0.129	2.42	0.121	2.53	0.398	1.10		
48.419	48.150	0.269			0.276	1.51	0.135	2.38	0.128	2.45	0.467	0.973		
48.150	47.881	0.269			0.298	1.43	0.140	2.33	0.136	2.39	0.536	0.873		
47.881	47.613	0.269			0.319	1.36	0.144	2.29	0.143	2.32	0.603	0.796		
47.613	47.344	0.269			0.338	1.31	0.147	2.26	0.151	2.26	0.685	0.718		
47.344	47.075	0.269			0.355	1.27	0.151	2.24	0.159	2.20	0.769	0.652		
47.075	46.806	0.269			0.371	1.23	0.153	2.22	0.166	2.14	0.841	0.607		
46.806	46.538	0.269			0.385	1.20	0.154	2.20	0.173	2.09	0.919	0.563		
46.538	46.269	0.269			0.397	1.17	0.155	2.19	0.180	2.04	0.995	0.526		
46.269	46.000	0.269			0.409	1.15	0.155	2.19	0.186	2.00	1.063	0.497		
46.000	45.300	0.700			六ヶ所層	K _{s1}	0.019	25.7	0.012	27.2	0.014	26.7	0.022	24.9
45.300	44.600	0.700					0.019	25.6	0.012	27.2	0.015	26.5	0.022	24.8
44.600	43.900	0.700					0.019	25.5	0.012	27.2	0.015	26.4	0.022	24.7
43.900	43.200	0.700					0.019	25.5	0.013	27.1	0.016	26.2	0.023	24.6
43.200	42.380	0.820					0.020	25.4	0.013	26.9	0.017	26.1	0.023	24.6
42.380	41.560	0.820					0.020	25.3	0.014	26.8	0.017	25.9	0.023	24.5
41.560	40.740	0.820					0.022	25.0	0.014	26.6	0.018	25.8	0.024	24.4
40.740	39.920	0.820					0.023	24.7	0.015	26.5	0.018	25.7	0.024	24.3
39.920	39.100	0.820					0.025	24.4	0.015	26.4	0.019	25.5	0.025	24.2
39.100	38.280	0.820	0.026	24.1			0.016	26.3	0.019	25.4	0.025	24.1		
38.280	37.460	0.820	0.027	23.8		0.017	26.0	0.020	25.3	0.026	24.0			
37.460	36.640	0.820	0.029	23.6		0.019	25.8	0.020	25.2	0.026	23.9			
36.640	35.820	0.820	0.030	23.3		0.020	25.6	0.021	25.1	0.027	23.8			
35.820	35.000	0.820	0.032	23.1		0.021	25.4	0.022	24.9	0.027	23.8			
35.000	34.615	0.385	軽石 凝灰岩	K _{s3}		0.010	74.2	0.007	75.2	0.007	75.1	0.009	74.6	
34.615	34.230	0.385				0.010	74.2	0.007	75.2	0.007	75.1	0.009	74.6	
34.230	32.880	1.350				0.011	74.0	0.007	75.1	0.008	75.0	0.009	74.6	
32.880	31.530	1.350				0.011	73.8	0.008	74.9	0.008	74.8	0.009	74.5	

注記 1 : は地盤のせん断ひずみが 1%を超える箇所を表す。

注記 2 : は建屋側面地盤ばねに考慮していない範囲を表す。

第 2.-8 表 燃料加工建屋の地盤応答解析結果（最大有効せん断ひずみ）一覧
 （弾性設計用地震動 Sd, ケース No. 2）

層上端 T.M.S.L. (m)	層下端 T.M.S.L. (m)	層厚 Hi (m)	地層区分	側面 スウェイ ばね	Sd-A		Sd-B1		Sd-B3		Sd-C1			
					有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)	有効 せん断 ひずみ (%)	せん断弾 性係数 ($\times 10^4$ kN/m ²)		
55.000	54.710	0.290	造成盛土	-	0.002	3.07	0.002	3.07	0.002	3.08	0.002	3.07		
54.710	54.420	0.290			0.007	2.94	0.007	2.95	0.006	2.96	0.007	2.94		
54.420	54.130	0.290			0.013	2.79	0.012	2.81	0.011	2.84	0.013	2.80		
54.130	53.840	0.290			0.019	2.68	0.018	2.69	0.016	2.73	0.018	2.68		
53.840	53.550	0.290			0.025	2.54	0.024	2.57	0.021	2.62	0.025	2.55		
53.550	53.225	0.325			0.033	2.41	0.031	2.44	0.028	2.51	0.032	2.41		
53.225	52.900	0.325			0.042	2.26	0.040	2.29	0.035	2.37	0.041	2.27		
52.900	52.575	0.325			0.052	2.13	0.049	2.17	0.043	2.25	0.050	2.14		
52.575	52.250	0.325			0.063	1.98	0.059	2.03	0.052	2.13	0.061	2.00		
52.250	51.925	0.325			0.076	1.85	0.070	1.90	0.062	2.00	0.074	1.86		
51.925	51.600	0.325			0.090	1.71	0.083	1.78	0.073	1.88	0.088	1.72		
51.600	51.275	0.325			0.107	1.58	0.096	1.66	0.086	1.76	0.105	1.58		
51.275	50.950	0.325			0.125	1.45	0.111	1.55	0.100	1.64	0.126	1.44		
50.950	50.625	0.325			0.147	1.33	0.127	1.45	0.116	1.53	0.152	1.30		
50.625	50.300	0.325			0.174	1.20	0.144	1.36	0.134	1.41	0.186	1.14		
50.300	50.031	0.269			0.204	1.08	0.160	1.28	0.153	1.31	0.220	1.02		
50.031	49.763	0.269			0.232	0.994	0.176	1.22	0.172	1.22	0.259	0.912		
49.763	49.494	0.269			0.269	0.896	0.192	1.15	0.195	1.12	0.304	0.814		
49.494	49.225	0.269			0.311	0.809	0.209	1.09	0.218	1.05	0.348	0.742		
49.225	48.956	0.269			0.351	0.744	0.225	1.04	0.243	0.977	0.402	0.666		
48.956	48.688	0.269			0.403	0.672	0.241	1.00	0.272	0.905	0.475	0.583		
48.688	48.419	0.269			0.477	0.588	0.257	0.964	0.306	0.832	0.550	0.519		
48.419	48.150	0.269			0.561	0.516	0.272	0.931	0.336	0.782	0.623	0.470		
48.150	47.881	0.269			0.647	0.460	0.286	0.899	0.366	0.737	0.711	0.422		
47.881	47.613	0.269			0.755	0.404	0.300	0.870	0.398	0.694	0.789	0.388		
47.613	47.344	0.269			0.852	0.365	0.315	0.840	0.433	0.653	0.861	0.362		
47.344	47.075	0.269			0.956	0.332	0.328	0.818	0.470	0.613	0.931	0.338		
47.075	46.806	0.269			1.072	0.300	0.339	0.799	0.510	0.575	0.994	0.320		
46.806	46.538	0.269			1.155	0.283	0.350	0.780	0.548	0.543	1.046	0.305		
46.538	46.269	0.269			1.227	0.270	0.361	0.764	0.581	0.519	1.073	0.298		
46.269	46.000	0.269			1.286	0.260	0.371	0.748	0.610	0.499	1.083	0.295		
46.000	45.300	0.700			六ヶ所層	K _{s1}	0.107	3.11	0.084	3.41	0.093	3.30	0.099	3.19
45.300	44.600	0.700					0.108	3.09	0.089	3.33	0.096	3.25	0.095	3.23
44.600	43.900	0.700					0.109	3.08	0.095	3.24	0.099	3.21	0.095	3.24
43.900	43.200	0.700					0.108	3.08	0.099	3.17	0.102	3.16	0.095	3.23
43.200	42.380	0.820					0.122	2.95	0.105	3.10	0.108	3.07	0.095	3.22
42.380	41.560	0.820					0.144	2.72	0.110	3.04	0.116	2.98	0.094	3.22
41.560	40.740	0.820					0.169	2.51	0.118	2.95	0.122	2.90	0.093	3.23
40.740	39.920	0.820					0.196	2.30	0.126	2.86	0.130	2.82	0.093	3.23
39.920	39.100	0.820					0.224	2.14	0.133	2.78	0.135	2.76	0.094	3.24
39.100	38.280	0.820	0.248	2.01			0.139	2.73	0.141	2.71	0.108	3.13		
38.280	37.460	0.820	0.272	1.90		0.147	2.67	0.147	2.67	0.125	2.95			
37.460	36.640	0.820	0.292	1.81		0.155	2.60	0.154	2.61	0.143	2.77			
36.640	35.820	0.820	0.306	1.76		0.163	2.54	0.160	2.55	0.166	2.58			
35.820	35.000	0.820	0.315	1.73		0.170	2.47	0.164	2.52	0.189	2.42			
35.000	34.615	0.385	軽石 凝灰岩	K _{s3}		0.010	54.7	0.008	55.3	0.007	55.4	0.009	55.0	
34.615	34.230	0.385				0.010	54.7	0.008	55.2	0.007	55.4	0.010	54.9	
34.230	32.880	1.350				0.010	54.7	0.008	55.2	0.008	55.3	0.010	54.7	
32.880	31.530	1.350				0.010	54.6	0.008	55.2	0.008	55.3	0.010	54.7	

注記 1 : は地盤のせん断ひずみが 1%を超える箇所を表す。

注記 2 : は建屋側面地盤ばねに考慮していない範囲を表す。

参考資料

六ヶ所層における地盤の非線形化の影響について

目 次

1.	概要	参考-1
1.1	検討方針	参考-1
2.	地盤の有効せん断ひずみの確認	参考-2
3.	影響検討	参考-4
3.1	検討方法	参考-4
3.2	検討結果	参考-7
4.	まとめ	参考-20

1. 概要

当社は、地震応答解析モデルにおける建屋側面地盤ばねの設定において、先行する発電炉（柏崎刈羽原子力発電所7号機）の審査実績を参考に、地盤の有効せん断ひずみが1%を超える場合については、当該部分及びそれより上部の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮しない地震応答解析モデルで建屋応答を評価することとしている。

上述の地盤の有効せん断ひずみの確認により、地盤の有効せん断ひずみが1%を超える地表面から浅い造成盛土（T.M.S.L. 55.00m～T.M.S.L. 46.00m）については、建屋側面地盤ばねに考慮しない地震応答解析モデルで建屋応答を評価することとしている。一方で、基準地震動 S_s のケース No. 2（地盤物性のばらつき- σ ）では、地表面から深い六ヶ所層の一部においても有効せん断ひずみが1%を超えているケースがみられるものの、当該部分の地盤については、限定的であり建屋応答へ影響を及ぼすことはないと考え建屋側面地盤ばねに考慮している。

本資料では、解析的な影響検討を行うことで、地盤の有効せん断ひずみが1%を超えている層が一部である場合には、当該部分の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮した地震応答解析モデルで建屋応答を評価しても、耐震評価上差し支えがないことを示す。

1.1 検討方針

本資料では、まず、六ヶ所層における有効せん断ひずみ1%超ケースである（基準地震動 S_s -A, 地盤物性- σ ）及び（基準地震動 S_s -C1, 地盤物性- σ ）のうち、地盤の非線形化が最も進展している（基準地震動 S_s -C1, 地盤物性- σ ）について、地盤の有効せん断ひずみが1%を超える範囲、及びひずみの最大値について確認する。

次に、上述のケースに対して、解析的な影響検討を行うことで、地盤の有効せん断ひずみが1%を超えている層が一部である場合には、当該部分の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮した地震応答解析モデルで建屋応答を評価しても、耐震評価上差し支えがないことを示す。

2. 地盤の有効せん断ひずみの確認

本章では、「別紙 3-1 燃料加工建屋の地盤物性値の詳細」の本文に示す六ヶ所層において地盤の非線形化が最も進展しているケース（基準地震動 S_s-C1 ，地盤物性- σ ）について、地盤の有効せん断ひずみが 1% を超える範囲，及びひずみの最大値について確認を行う。

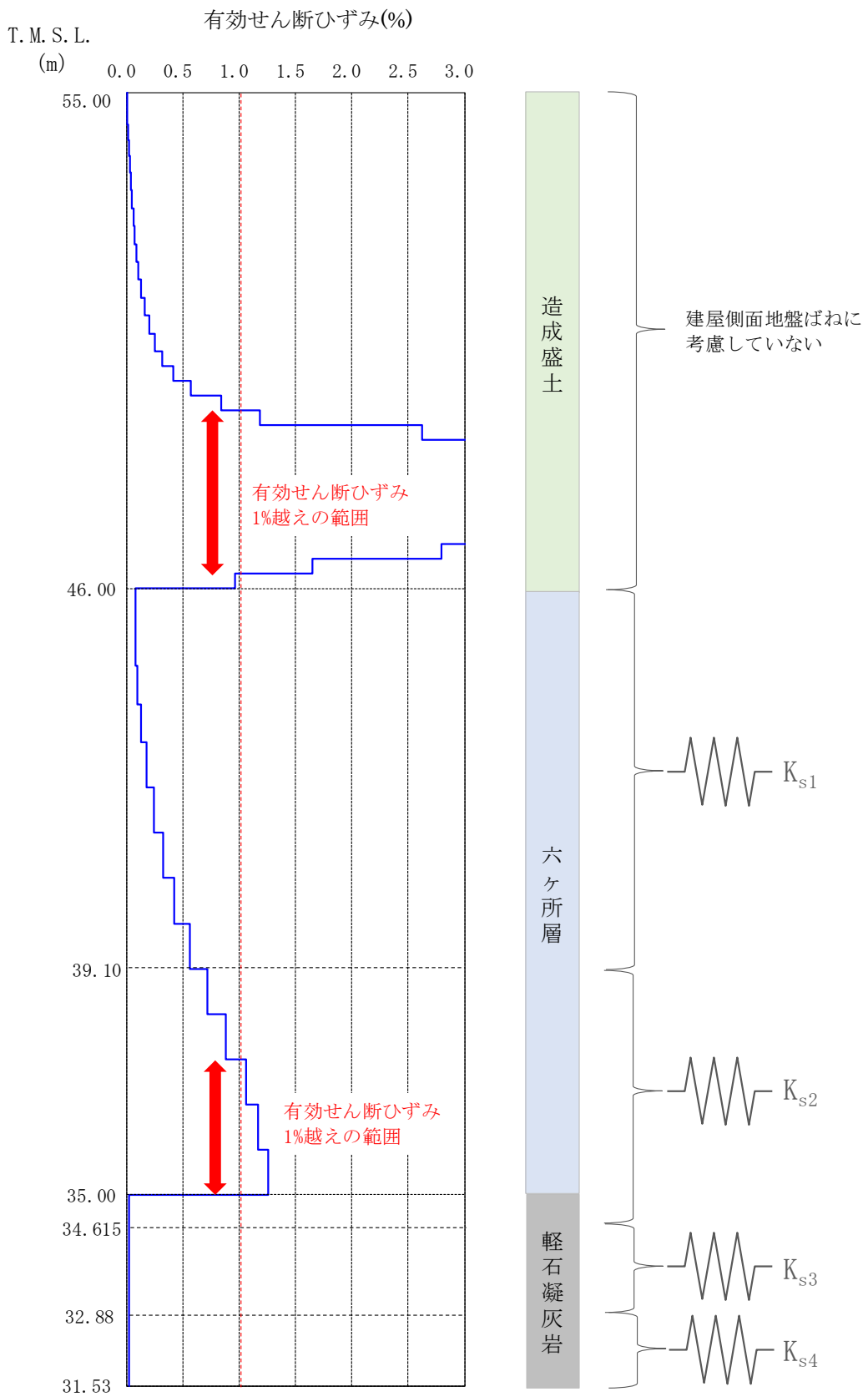
六ヶ所層における有効せん断ひずみ 1% 超ケースである（基準地震動 S_s-C1 ，地盤物性- σ ）について，地盤の有効せん断ひずみ分布図を第 2.-1 図に示す。

地盤の有効せん断ひずみ分布図の確認結果を以下に示す。

- ①： 六ヶ所層における有効せん断ひずみが 1% を超える範囲は，建屋側面地盤ばねの支配厚さに対して部分的である。（ K_{s2} の支配厚さ 4.485m に対して 2.46m（約 55%））
- ②： ひずみ分布の傾向として，造成盛土と六ヶ所層及び六ヶ所層と軽石凝灰岩の層境界付近でひずみが大きくなっている。これは，層境界の前後で地盤剛性が急変することにより，地盤応答が増幅したためと考えられる。
- ③： 六ヶ所層における有効せん断ひずみの最大値（1.26%）は，1% を若干超える程度であり，造成盛土における有効せん断ひずみの最大値（8.41%）よりも小さくなっている。

以上より，六ヶ所層における有効せん断ひずみ 1% 超ケース（基準地震動 S_s-C1 ，地盤物性- σ ）について，地盤の有効せん断ひずみが 1% を超える範囲は，建屋側面地盤ばねの支配厚さに対して部分的であり，その最大値も 1% を若干超える程度であることを確認した。

しかしながら，部分的とはいうものの約 55% の範囲が 1% を超えていることを踏まえ，次章において，解析的な影響検討を行うことで，地盤の有効せん断ひずみが 1% を超えている層が一部である場合には，当該部分の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮した地震応答解析モデルで建屋応答を評価しても，耐震評価上差し支えがないことを示す。



第 2.-1 図 地盤の有効せん断ひずみ (基準地震動 Ss-C1, 地盤物性-σ)

3. 影響検討

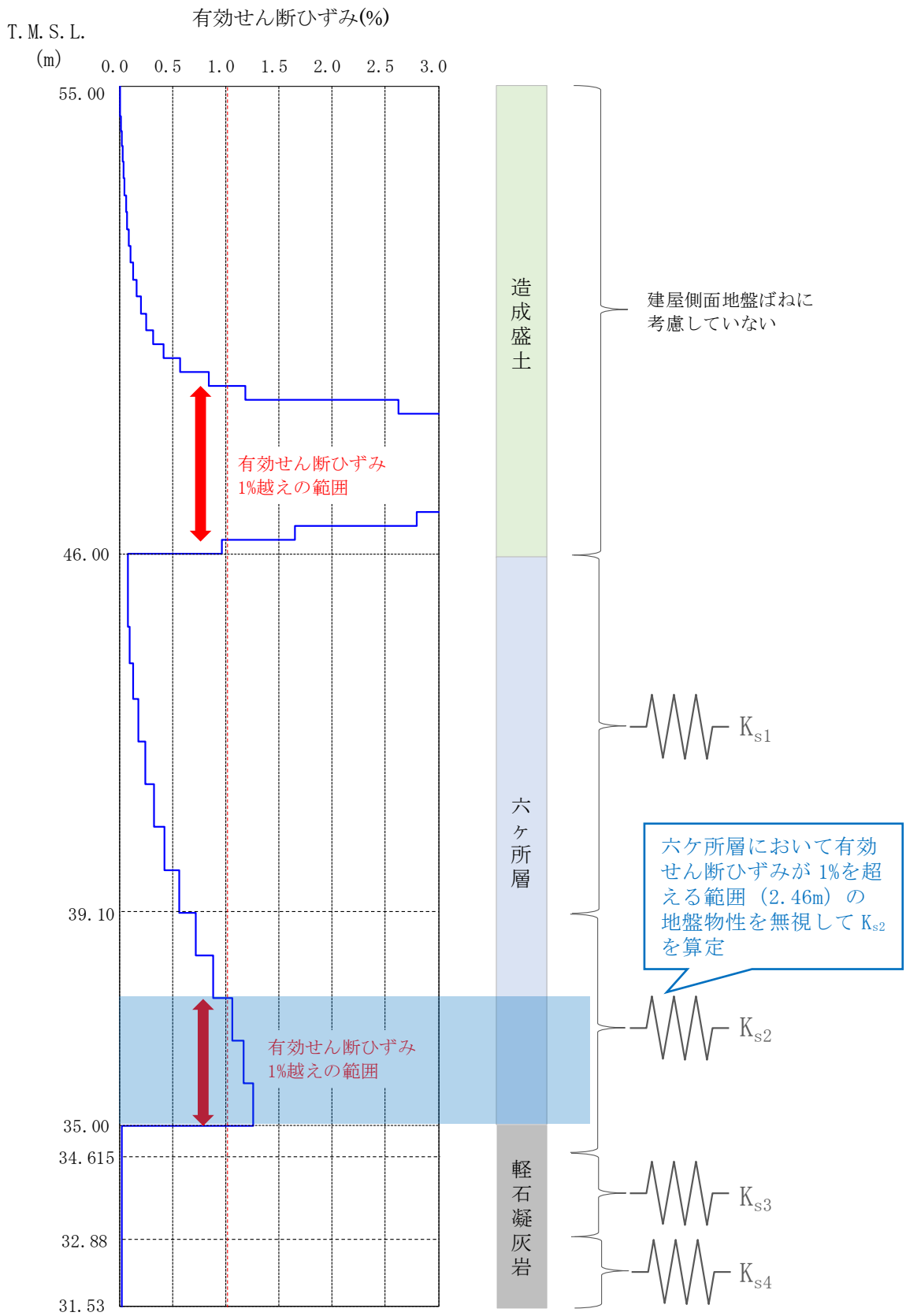
本章では、六ヶ所層において地盤の非線形化が最も進展しているケース（基準地震動 Ss-C1，地盤物性- σ ）について、解析的な影響検討を行うことで、地盤の有効せん断ひずみが1%を超えている層が一部である場合には、当該部分の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮した地震応答解析モデルで建屋応答を評価しても、耐震評価上差し支えがないことを示す。

3.1 検討方法

解析的な影響検討にあたっては、第 3.1-1 図に示すように六ヶ所層における地盤の有効せん断ひずみが 1%を超える範囲の地盤物性を無視して算定し直した建屋側面地盤ばね K_{S2} を考慮した地震応答解析モデル（以下、「影響検討モデル」という。）を構築する。この影響検討モデルに対して地震応答解析を実施し、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地震応答解析モデル（以下、「設工認モデル」という。）に対する解析結果と比較することで、六ヶ所層において有効せん断ひずみが 1%を超えている部分の考慮の有無が応答結果に与える影響について検討する。

設工認モデルと影響検討モデルの建屋側面地盤ばねのばね定数の比較を第 3.1-1 表に示す。また、解析モデル図を第 3.1-3 図に示す。

影響検討は、設工認モデルと影響検討モデルの最大応答値（加速度，せん断力，曲げモーメント，せん断ひずみ）と加速度応答スペクトルを比較することにより行う。

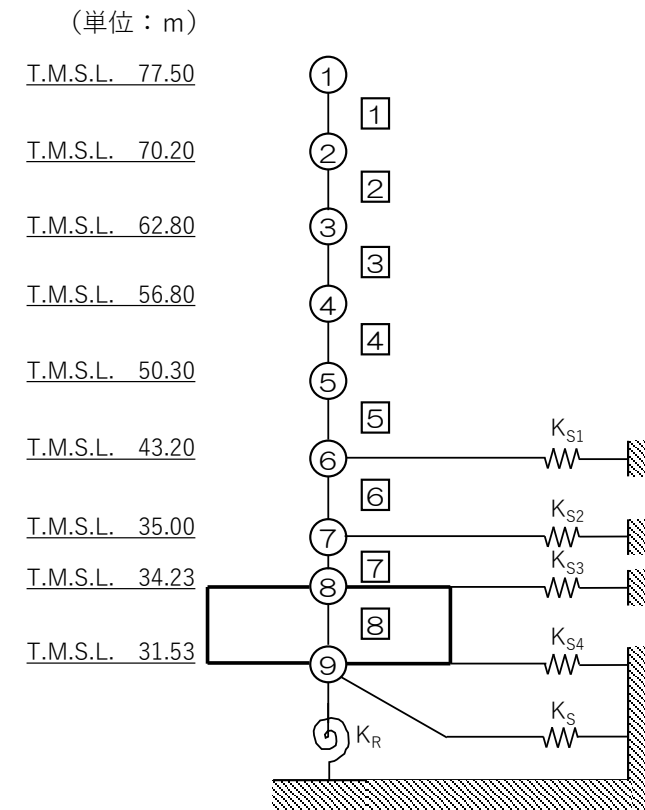


第 3.1-1 図 影響検討モデルにおいて考慮する地盤範囲

参考-5

第 3.1-1 表 建屋側面地盤ばね K_{S2} のばね定数及び減衰係数の比較
(基準地震動 S_s-C1 , 地盤物性- σ)

	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・m・s/rad)
設工認 モデル	9.57×10^5	4.81×10^5
影響検討 モデル	9.07×10^5	3.11×10^5

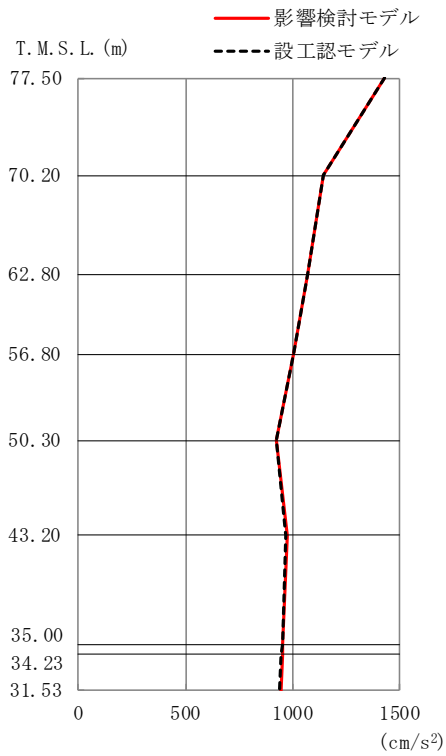


第 3.1-1 図 解析モデル図

3.2 検討結果

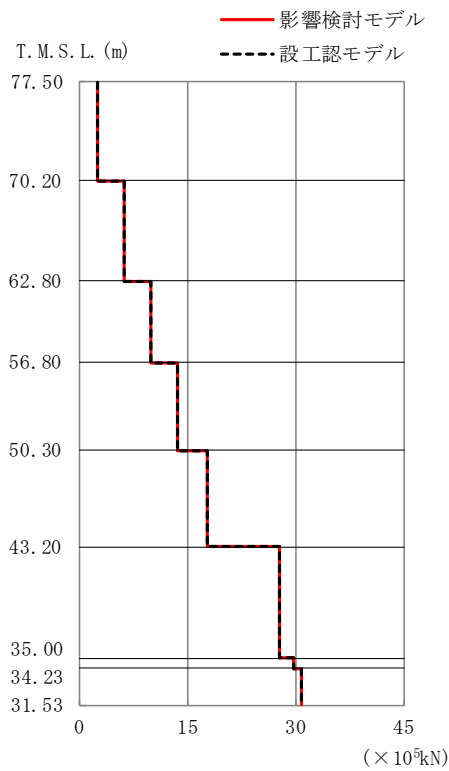
設工認モデルと影響検討モデルの最大応答値（加速度，せん断力，曲げモーメント，せん断ひずみ）の比較を第 3.2-1 図～第 3.2-8 図及び第 3.2-1 表及び第 3.2-2 表に，加速度応答スペクトルの比較を第 3.2-9 図及び第 3.2-10 図に示す。

設工認モデルと影響検討モデルの最大応答値及び加速度応答スペクトルの差がほとんどないことから，地盤の有効せん断ひずみが 1%を超えている層が一部である場合には，当該部分の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮した地震応答解析モデルで建屋応答を評価しても，耐震評価上差し支えがないと言える。



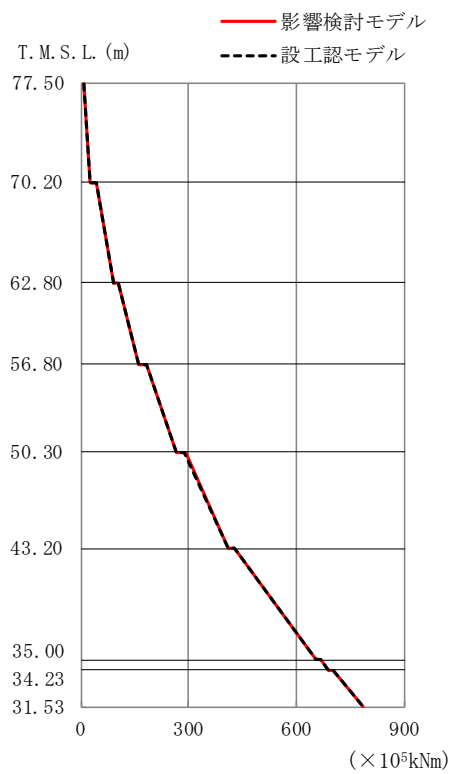
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		設工認モデル	影響検討モデル
77.50	1	1426	1427
70.20	2	1144	1144
62.80	3	1068	1070
56.80	4	1007	1007
50.30	5	925	926
43.20	6	965	972
35.00	7	948	954
34.23	8	947	953
31.53	9	939	945

第3.2-1 図 最大応答加速度 (NS 方向)



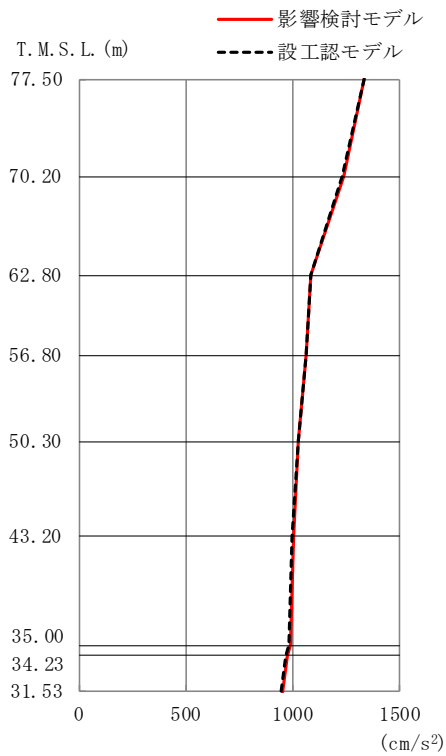
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁵ kN)	
		設工認モデル	影響検討モデル
77.50	1	2.53	2.53
70.20	2	6.27	6.28
62.80	3	9.81	9.82
56.80	4	13.65	13.67
50.30	5	17.68	17.70
43.20	6	27.76	27.80
35.00	7	29.73	29.78
34.23	8	30.71	30.76
31.53			

第3.2-2 図 最大応答せん断力 (NS 方向)



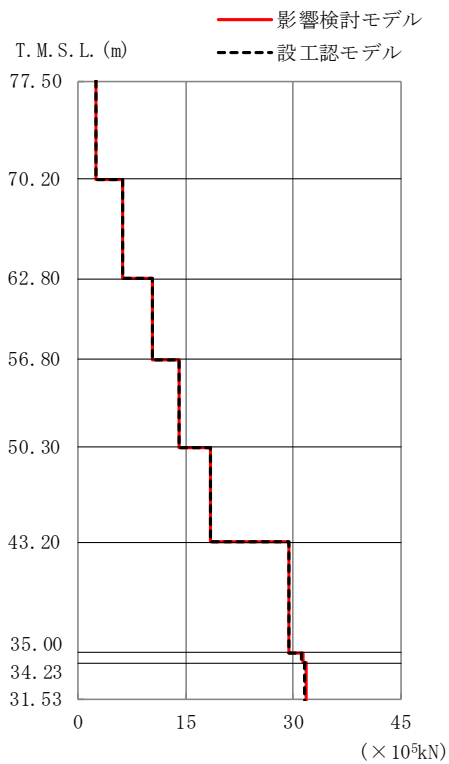
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁵ kNm)	
		設工認モデル	影響検討モデル
77.50	1	24.62	24.77
70.20	2	89.59	89.91
62.80	3	161.41	161.60
56.80	4	266.88	266.51
50.30	5	408.09	408.63
43.20	6	653.15	653.92
35.00	7	689.63	690.32
34.23	8	782.38	783.25
31.53			

第3.2-3図 最大応答曲げモーメント (NS方向)



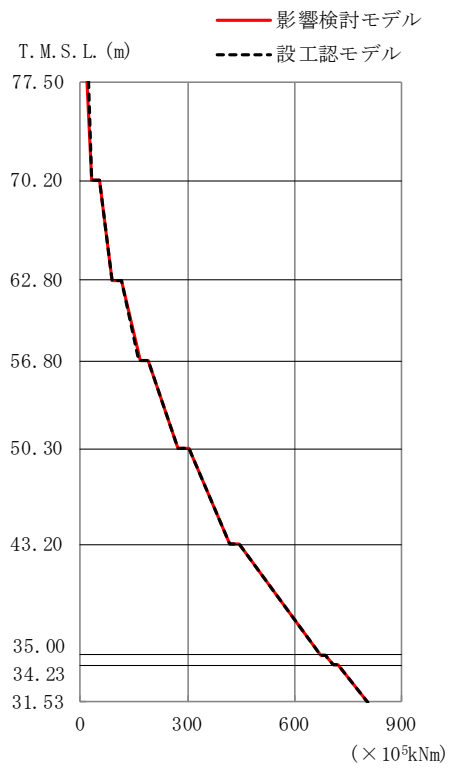
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		設工認モデル	影響検討モデル
77.50	1	1329	1330
70.20	2	1232	1236
62.80	3	1080	1080
56.80	4	1060	1060
50.30	5	1022	1027
43.20	6	994	1001
35.00	7	978	984
34.23	8	967	972
31.53	9	942	948

第3.2-4 図 最大応答加速度 (EW 方向)



T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力 (×10 ⁵ kN)	
		設工認モデル	影響検討モデル
77.50	1	2.36	2.36
70.20	2	6.22	6.24
62.80	3	10.31	10.32
56.80	4	14.11	14.15
50.30	5	18.44	18.50
43.20	6	29.37	29.43
35.00	7	31.04	31.22
34.23	8	31.50	31.69
31.53			

第3.2-5 図 最大応答せん断力 (EW 方向)

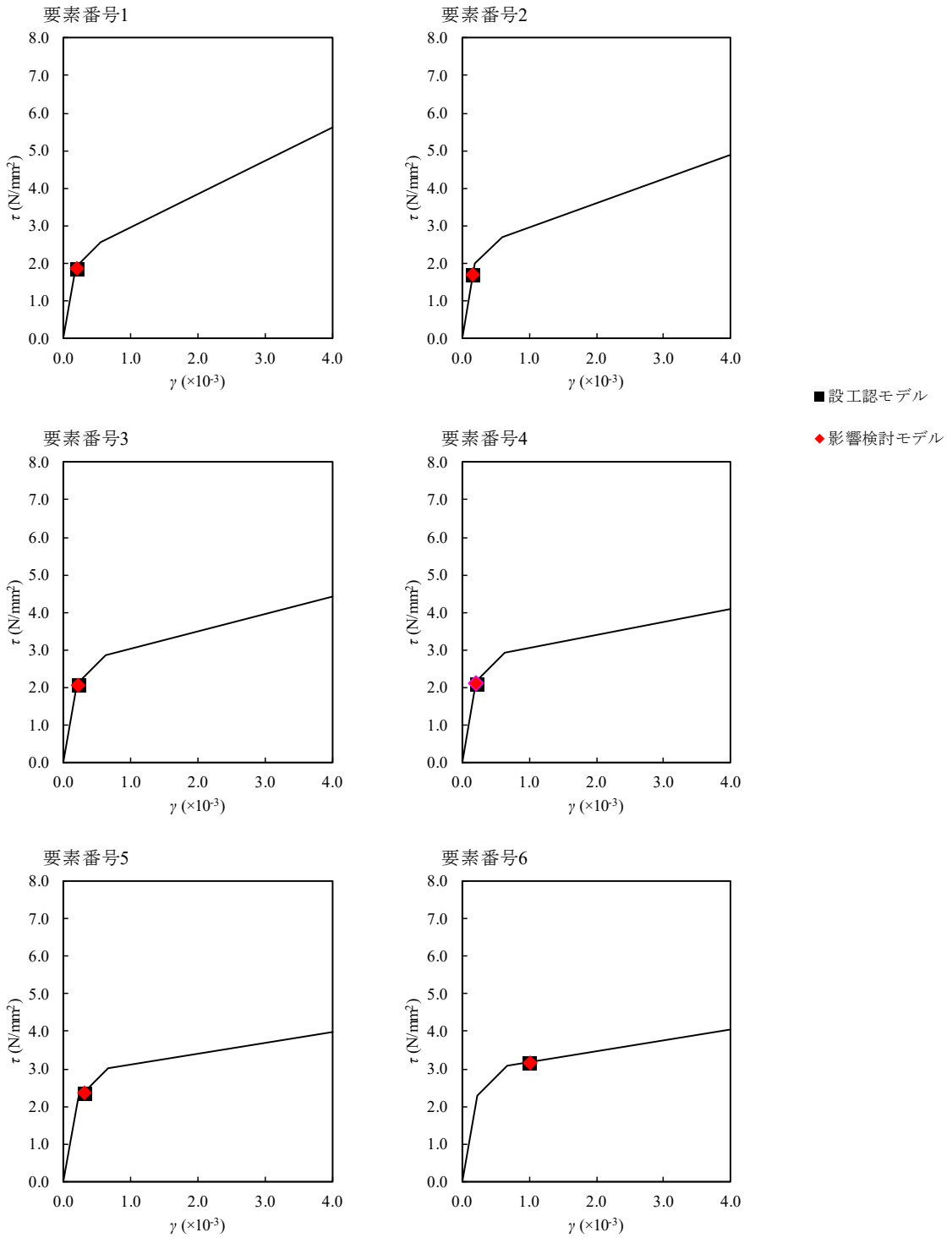


T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント(×10 ⁵ kNm)	
		設工認 モデル	影響検討 モデル
77.50	1	31.55	31.42
70.20	2	89.29	89.61
62.80	3	165.47	165.71
56.80	4	275.16	275.20
50.30	5	416.52	417.18
43.20	6	673.40	674.22
35.00	7	708.95	709.79
34.23	8	804.52	806.12
31.53			

第3.2-6図 最大応答曲げモーメント (EW方向)

第3.2-1表 最大応答せん断ひずみ度 (NS 方向)

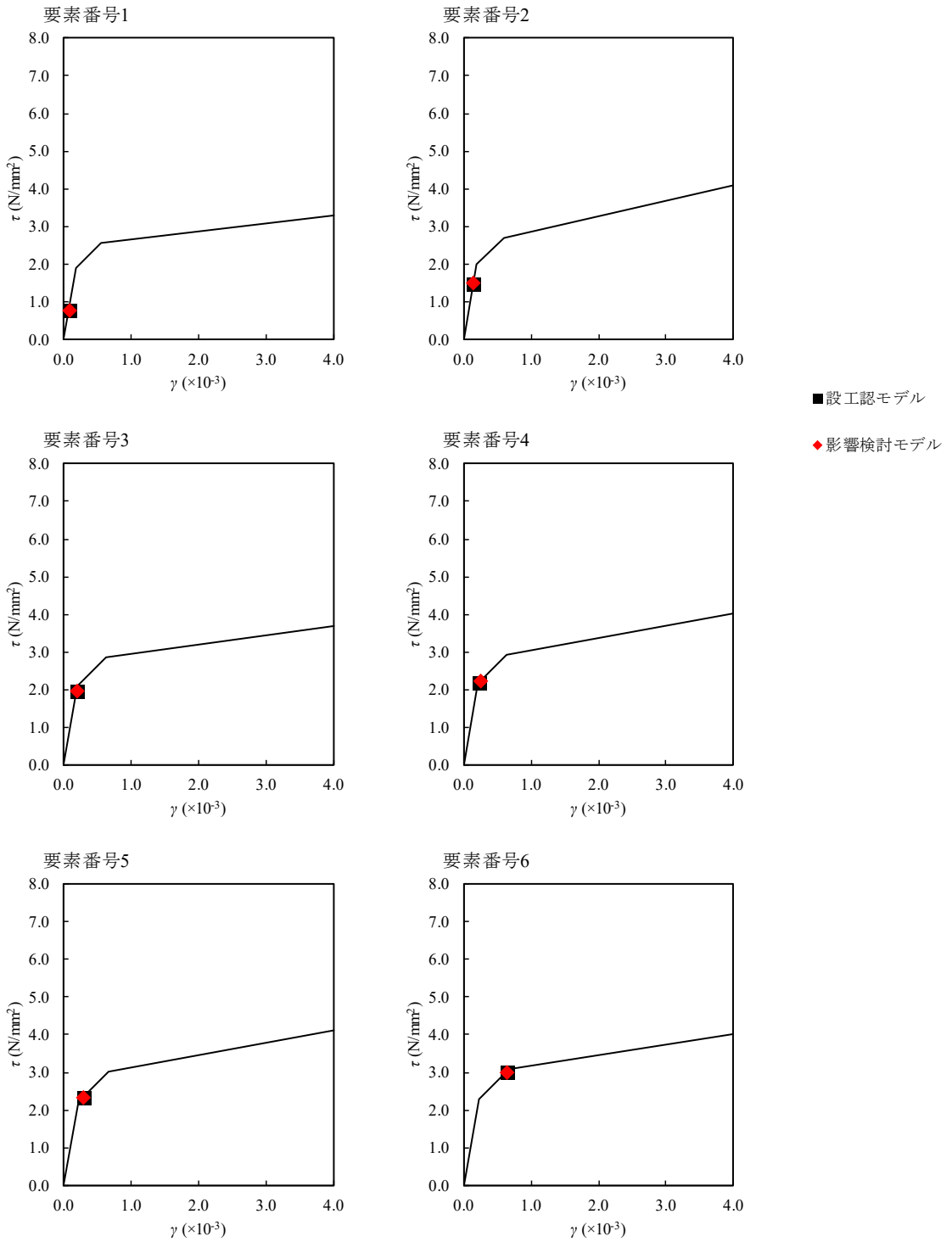
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)	
		設工認 モデル	影響検討 モデル
77.50	1	0.189	0.189
70.20			
62.80	2	0.170	0.170
56.80			
50.30	3	0.203	0.204
43.20			
35.00	4	0.210	0.210
	5	0.294	0.296
	6	0.993	1.010



第3.2-7図 $\tau - \gamma$ 関係と最大応答値 (NS 方向)

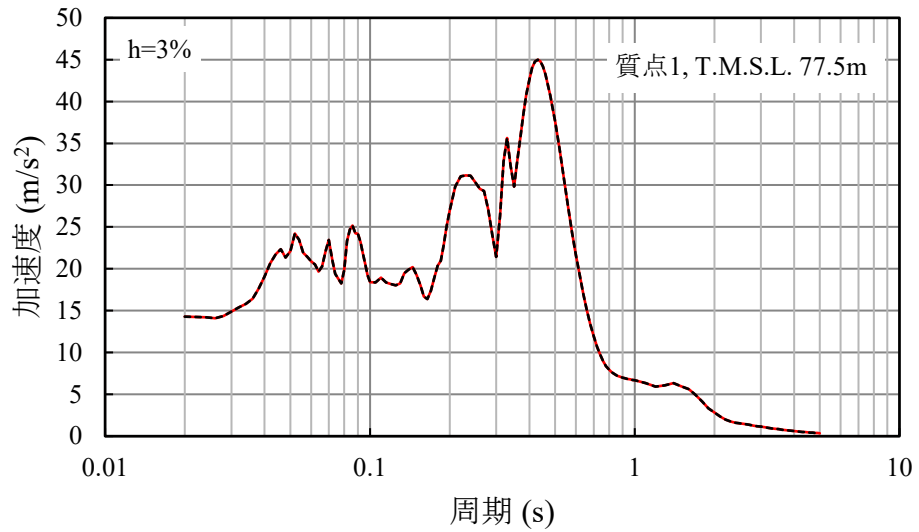
第3.2-2表 最大応答せん断ひずみ度 (EW 方向)

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)	
		設工認 モデル	影響検討 モデル
77.50	1	0.0774	0.0775
70.20			
62.80	2	0.147	0.148
56.80			
50.30	3	0.194	0.194
43.20			
35.00	4	0.243	0.247
	5	0.278	0.283
	6	0.641	0.644

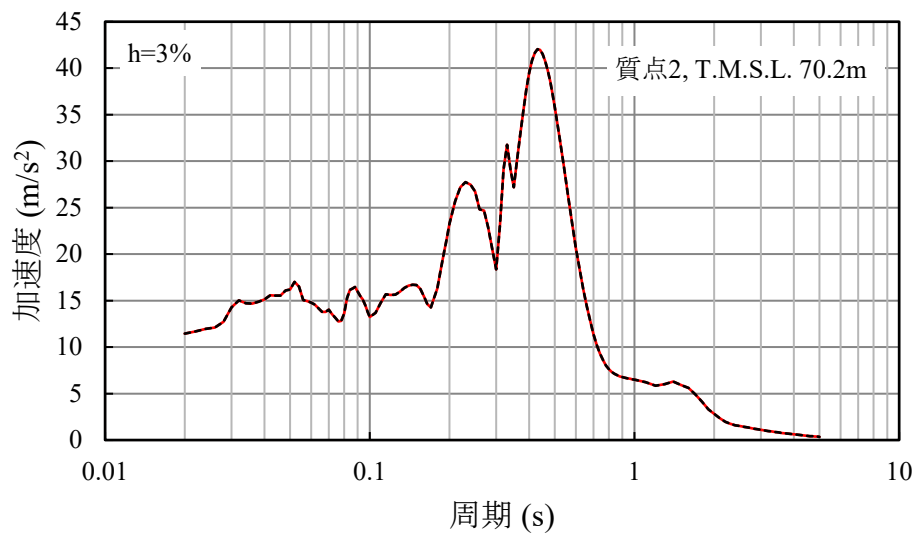


第3.2-8図 $\tau - \gamma$ 関係と最大応答値 (EW 方向)

— 影響検討モデル - - - 設工認モデル



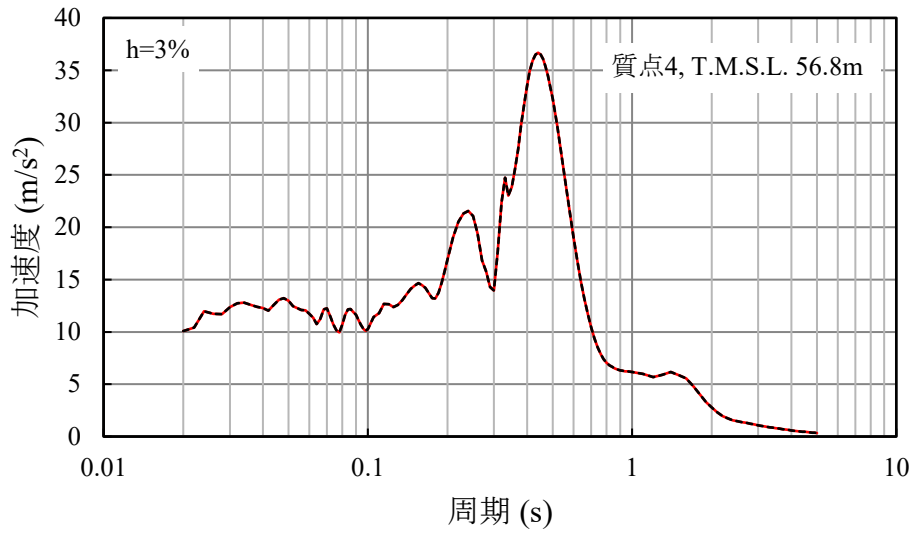
(a) T.M.S.L. 77.50m



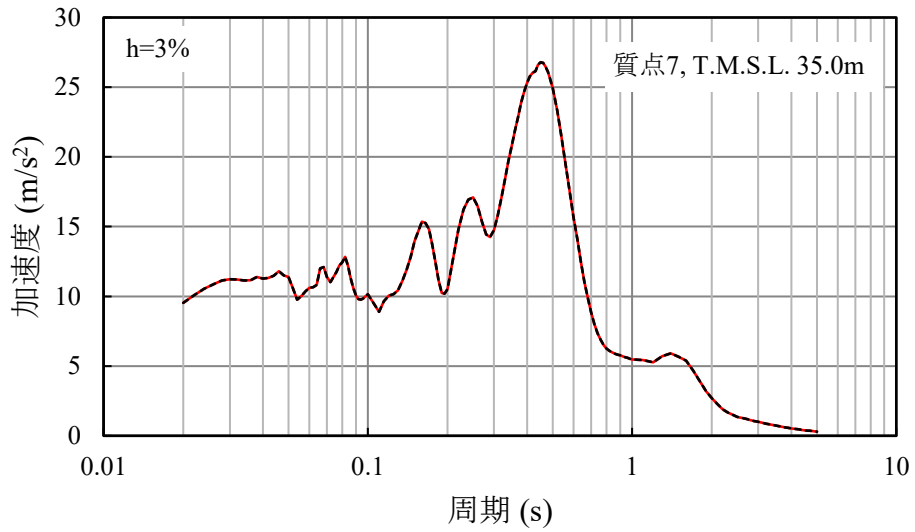
(b) T.M.S.L. 70.20m

第3.2-9図 加速度応答スペクトル
(NS方向) (1/2)

— 影響検討モデル - - - - 設工認モデル



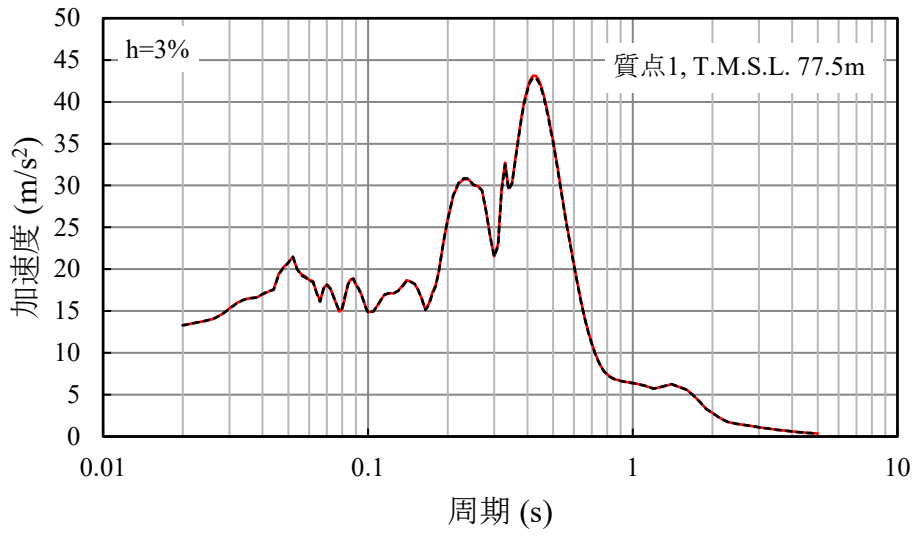
(c) T. M. S. L. 56.80m



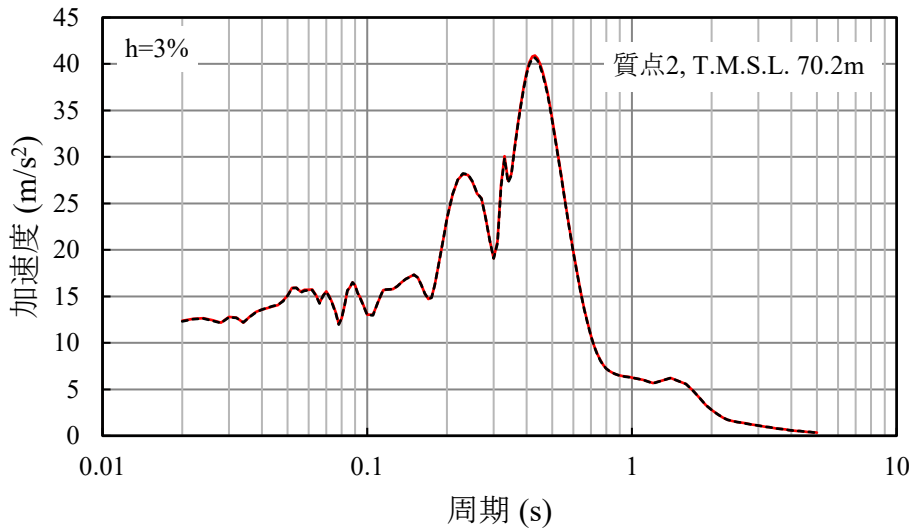
(d) T. M. S. L. 35.00m

第3.2-10 図 加速度応答スペクトル
(NS 方向) (2/2)

— 影響検討モデル - - - - 設工認モデル



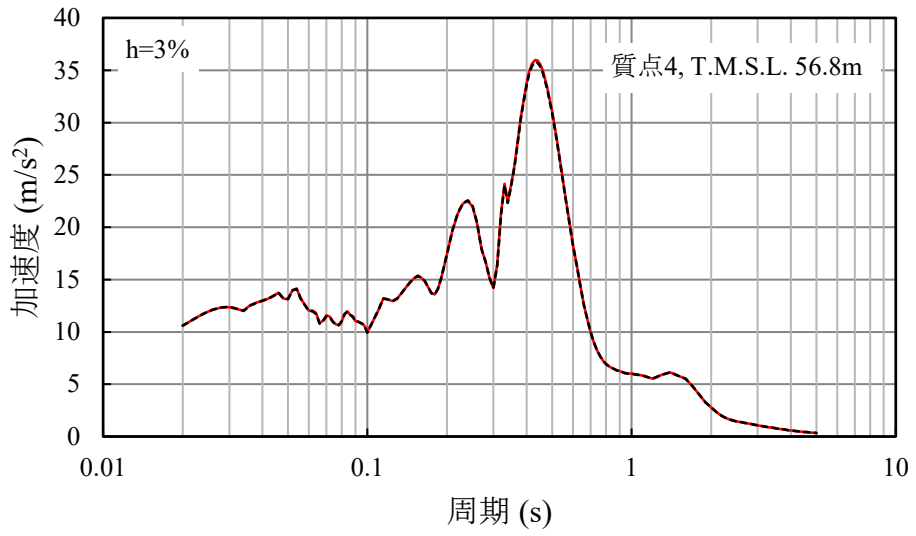
(a) T. M. S. L. 77. 50m



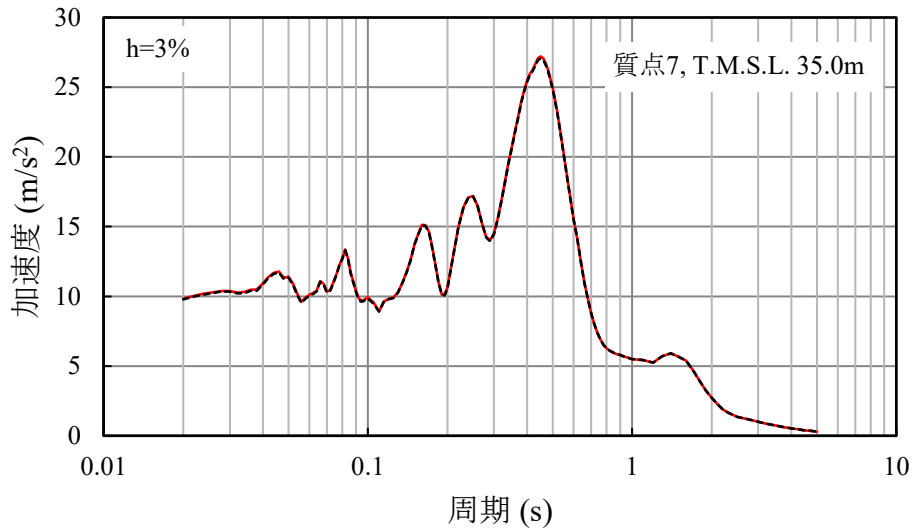
(b) T. M. S. L. 70. 20m

第3.2-11 図 加速度応答スペクトル
(EW方向) (1/2)

— 影響検討モデル - - - - 設工認モデル



(c) T. M. S. L. 56.80m



(d) T. M. S. L. 35.00m

第3.2-12 図 加速度応答スペクトル
(EW 方向) (2/2)

4. まとめ

本資料では、六ヶ所層において有効せん断ひずみが1%を超えている部分について、建屋側面地盤ばねに考慮した場合と考慮しない場合について解析的な影響検討を実施した。その結果、両者の応答はほぼ一致し、地盤の有効せん断ひずみが1%を超えている層が一部である場合には、当該部分の地盤を建屋側面地盤ばねに考慮した地震応答解析モデルで建屋応答を評価しても、耐震評価上差し支えないことを示した。