

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震建物 11 <u>R8</u>
提出年月日	令和4年 <u>10</u> 月 <u>19</u> 日

設工認に係る補足説明資料

地震応答計算書に関する 地震応答解析における材料物性のばらつき に関する検討

- 1：文章中の下線部は R7 から R8 への変更箇所を示す。
- 2：本資料（R8）は，7 月 14 日に提示した「耐震建物 11 地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討（R7）」に対し，ヒアリングにおける指摘事項を踏まえ，記載内容を見直したものである。
- 3：文章中の 囲い部は後次回以降申請の建物・構築物に係る事項である。

目 次

1.	目的及び概要	1
1.1	目的	1
1.2	概要	1
2.	材料物性のばらつきの考え方	2
2.1	建屋物性のばらつき	3
2.2	地盤物性のばらつき	7
3.	材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定	8
3.1	設計用地震力の設定フロー	8
3.2	材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法	9
3.3	材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定方法	11
4.	材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果の概要	13
5.	まとめ	13

■ : 商業機密の観点から公開できない箇所

1. 目的及び概要

本資料は、再処理施設及び MOX 燃料加工施設に対する、第 1 回設工認申請（令和 2 年 1 2 月 2 4 日申請）のうち、以下に示す建物・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。

- ・再処理施設 添付書類「IV-2-1-1-1-1-1 安全冷却水 B 冷却塔基礎の地震応答計算書」
- ・MOX 燃料加工施設 添付書類「III-2-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」

なお、本資料で示す内容については、今回申請対象以外の再処理施設、MOX 燃料加工施設、廃棄物管理施設に関わる建物・構築物に対しても適用するものである。

※：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。

1.1 目的

本資料では、耐震評価に用いる材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定方法について示すとともに、建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力の設定根拠となる、各建物・構築物の材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果を示すことで、材料物性のばらつきを適切に考慮した耐震評価が行われていることを説明する。

1.2 概要

地震応答解析に用いる材料定数については、添付書類「地震応答解析の基本方針」に基づき材料物性のばらつき等を適切に考慮することとしている。また、耐震評価についても、当該地震応答解析の結果に基づき地震荷重を設定することにより、材料物性のばらつきを適切に反映している。

本資料では、まず、地震応答解析結果に影響を及ぼす建物・構築物の剛性（コンクリート強度、補助壁）及び地盤物性（地盤のせん断波速度）のばらつきについて、ばらつきによる変化が建屋応答へ及ぼす影響を検討し、建物・構築物の耐震評価において考慮すべき要因を選定する。次に、当社事業所内の建物・構築物における共通の考え方として、耐震性評価に用いる材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定方法について示す。また、別紙では、建物・構築物の設計用地震力の設定根拠となる、各建物・構築物の材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果を示す。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。

なお、材料物性のばらつきの影響評価として、機器・配管系の評価への影響については、材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析より得られる床応答に基づき、「耐震機電 11 地震応答解析における材料物性のばらつきに伴う影響確認について」で検討を行う。

2. 材料物性のばらつきの考え方

建物・構築物の動的地震力は、建物・構築物の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、建屋物性、地盤のばね定数の算定及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。特に床応答スペクトルに影響を及ぼす要因は、建屋物性及び地盤物性であることが確認されている。¹⁾

地震応答解析モデルの建物・構築物の剛性について、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートの設計基準強度を用いて算出しているが、構造体コンクリートの強度が設計基準強度を上回るよう施工されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで剛性が異なることが考えられる。なお、鉄骨構造物においては、鉄骨部材は品質管理された規格品であり、剛性及び耐力のばらつきは小さい。

また、地震応答解析モデルの設定に際して耐震壁として考慮していない壁（以下、「補助壁」という。）は剛性算定対象外としているが、実現象においては補助壁が剛性に寄与することが考えられる。

さらに、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は PS 検層結果に基づく地盤のせん断波速度を用いて算出していることから、地盤のせん断波速度のばらつきが建物・構築物の応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

以上より、建物・構築物の剛性（以下、「建屋物性」という。）のばらつき要因としてはコンクリート強度及び補助壁が、地盤物性のばらつき要因としては地盤のせん断波速度が考えられる。

【参考文献】

- 1)：第 29 回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」（(社) 日本電気協会（平成 20 年 1 月 18 日））

2.1 建屋物性のばらつき

建物・構築物のうち、鉄筋コンクリート造の耐震壁についての剛性は、「耐震建物 09 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトンカーブの設定」に示す設定方法により算定している。その剛性のばらつきについては、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性算定の対象に考慮することが考えられる。コンクリート強度を実強度とすることで、設計基準強度の場合よりも弾性係数が増加する。また、剛性を期待できる補助壁を剛性算定の対象に考慮することで、剛性が上昇する。

部材の発生応力については、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性算定の対象に考慮することにより、ばらつきを考慮しないケース（以下、「基本ケース」という。）に対して変化すると考えられるが、耐力については上昇する。また、2.1.1 節で後述するように、変位及びせん断ひずみ度については、剛性が上昇することから、基本ケースよりも小さくなると考えられる。

このことから、建物・構築物の耐震評価において、建屋物性のばらつきは考慮しないこととする。

参考に、上記の考え方に対する定量的な確認として、建屋物性のばらつきを考慮した地震応答解析を実施し、建屋応答への影響について、その傾向を確認している。別紙の参考資料に示す建屋物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果より、建屋物性のばらつきが建屋応答に与える影響は小さく、上述の考え方と整合的であることを確認した。

なお、後次回以降申請を実施する建物・構築物については、各申請回次において、建屋物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果を示した上で、建屋物性のばらつきの扱いについて説明する。

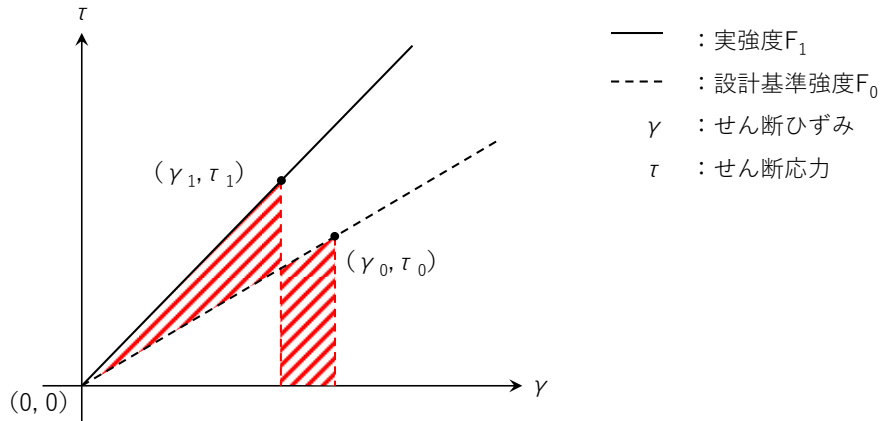
また、当社事業所内の建物・構築物においては、軟質岩盤上に立地しているため、建屋物性のばらつきによる建屋応答への感度は後述する地盤物性のばらつきによる感度に比べて小さいことから、建屋物性のばらつきと地盤物性のばらつきとの重畳については、考慮しないこととする。

機器・配管系の評価においては、建屋物性のばらつきが床応答に影響を与えることが考えられるため、建屋剛性のばらつきを考慮した場合の影響を検討する。検討結果については、地震応答解析より得られる床応答に基づき、「耐震機電 11 地震応答解析における材料物性のばらつきに伴う影響確認について」で示す。

2.1.1 コンクリート強度のばらつきによる影響の考察

コンクリート強度のばらつきによる建屋物性に及ぼす影響について、せん断力とせん断ひずみ度の関係に着目し考察を行う。

コンクリート強度について設計基準強度を用いた場合及び実強度を用いた場合の地震の入力エネルギーが同等であると仮定した場合（エネルギー一定則）の $\tau - \gamma$ 関係図を第 2.1.1-1 図に示す。



第 2.1.1-1 図 $\tau - \gamma$ 関係図

建物・構築物への地震の入力エネルギーが同等であることから、以下の関係式が得られる。

$$\frac{1}{2} \cdot \tau_1 \cdot \gamma_1 = \frac{1}{2} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_0$$

ここで、 $\tau = G \cdot \gamma$ より (G : せん断弾性係数)

$$G_1 \cdot \gamma_1^2 = G_0 \cdot \gamma_0^2$$

上式を γ_1 について解くと、

$$\gamma_1 = \gamma_0 \sqrt{\frac{G_0}{G_1}} < \gamma_0 (G_0 < G_1) \quad \dots \text{①式}$$

$\tau_1 = G_1 \cdot \gamma_1$ より、

$$\tau_1 = G_1 \cdot \gamma_0 \sqrt{\frac{G_0}{G_1}} = \gamma_0 \cdot \sqrt{G_1 \times G_0} = G_0 \cdot \gamma_0 \sqrt{\frac{G_1}{G_0}} = \tau_0 \sqrt{\frac{G_1}{G_0}} > \tau_0 (G_0 < G_1) \quad \dots \text{②式}$$

$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ であることから (E : ヤング係数, ν : ポアソン比),

$$\tau_1 = \tau_0 \sqrt{\frac{G_1}{G_0}} = \tau_0 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}} \quad \dots \text{③式}$$

ここで、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説-許容応力度設計法-
((社)日本建築学会, 1999) (以下, 「RC規準」という)」より

$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{3.35 \times 10^4 \times \left(\frac{r}{24}\right)^2 \times \left(\frac{F_1}{60}\right)^{\frac{1}{3}}}{3.35 \times 10^4 \times \left(\frac{r}{24}\right)^2 \times \left(\frac{F_0}{60}\right)^{\frac{1}{3}}} = \frac{F_1^{\frac{1}{3}}}{F_0^{\frac{1}{3}}} = \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (r: \text{コンクリートの気乾単位体積重量})$$

すなわち,

$$\frac{E_1}{E_0} = \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \dots \text{④式}$$

③式に④式を代入し,

$$\tau_1 = \tau_0 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}} = \tau_0 \sqrt{\left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{3}}} = \tau_0 \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{6}}$$

したがって,

$$\frac{\tau_1}{\tau_0} = \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{6}} < \frac{F_1}{F_0} \quad (F_0 < F_1) \quad \dots \text{⑤式}$$

①式より, コンクリート強度を実強度とした場合は, 設計基準強度とした場合に比べてせん断ひずみ度は減少することを確認した。

また②式より, コンクリート強度を実強度にした場合は, 設計基準強度とした場合に比べて応力は大きくなるが, ⑤式より, その応力の増加率 τ_1/τ_0 は, コンクリート強度の増加率 F_1/F_0 に比べて小さいことを確認した。

2.1.2 建屋物性のばらつきの設定条件

(1) コンクリートの実強度一覧

建屋物性のばらつきとして考慮するコンクリートの実強度については、経年変化に関する技術的な評価（以下、「PLM」という）による実強度値がある場合はその数値を設定し、PLMによる実強度値が無い場合は、既認可での使用前検査の実績であるコンクリートの圧縮強度試験結果の平均値[※]とする。なお、新設建屋については、「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準（(社)日本原子力学会，2015）」にコンクリート実強度の統計値として記載される，設計基準強度の1.4倍以上の値を用いることとする。

コンクリートのヤング係数は，コンクリート強度から「RC規準」に基づき算出する。

※：燃料加工建屋のコンクリートの実強度は，建設中のため，既認可での使用前検査の実績である圧縮強度試験結果(2014年及び2015年)に加え，自主検査としての最新の圧縮強度試験結果（2015年以降）等も踏まえて，設定する。

(2) 補助壁の選定条件

建物・構築物の壁は，耐震壁・補助壁及びその他の壁に分類される。

耐震壁は，基礎版より立ち上がる主架構面上の連層壁で，建物・構築物の重量の他，建物・構築物に作用する外力を負担し，地震応答解析モデルを構成する壁である。補助壁は，東海第二発電所での審査実績を参考に，耐震壁以外の壁のうち，下記に示す選定条件を満たす壁とし，建屋物性のばらつきの検討として，建屋物性のばらつき幅が大きく取れるように設定する。なお，その他の壁は，耐震壁・補助壁に該当せず，剛性及び耐力を見込めないと考えられる壁である。

（補助壁の選定条件）

- ・耐震壁として考慮している最小の壁厚さ以上の壁（厚さ300mm以上の壁もしくは250mm以上の壁）
- ・質点の設定レベルにある上下階の床（中間床は含めない）をつなぐ壁

また，補助壁の剛性は，水平方向の地震応答解析モデルに対しては，せん断断面積を付加することにより考慮し，鉛直方向の地震応答解析モデルに対しては，軸断面積を付加することにより考慮する。

2.2 地盤物性のばらつき

地盤物性のばらつきについては、地盤のせん断波速度が変化することにより、地盤物性が変化する。これに対応して、建物・構築物への入力地震動の特性及び地盤ばねのばね定数が変化し、建物・構築物に考慮すべき設計用地震力も変化する。

したがって、建物・構築物の耐震評価において、設計用地震力に地盤物性のばらつきを考慮する。

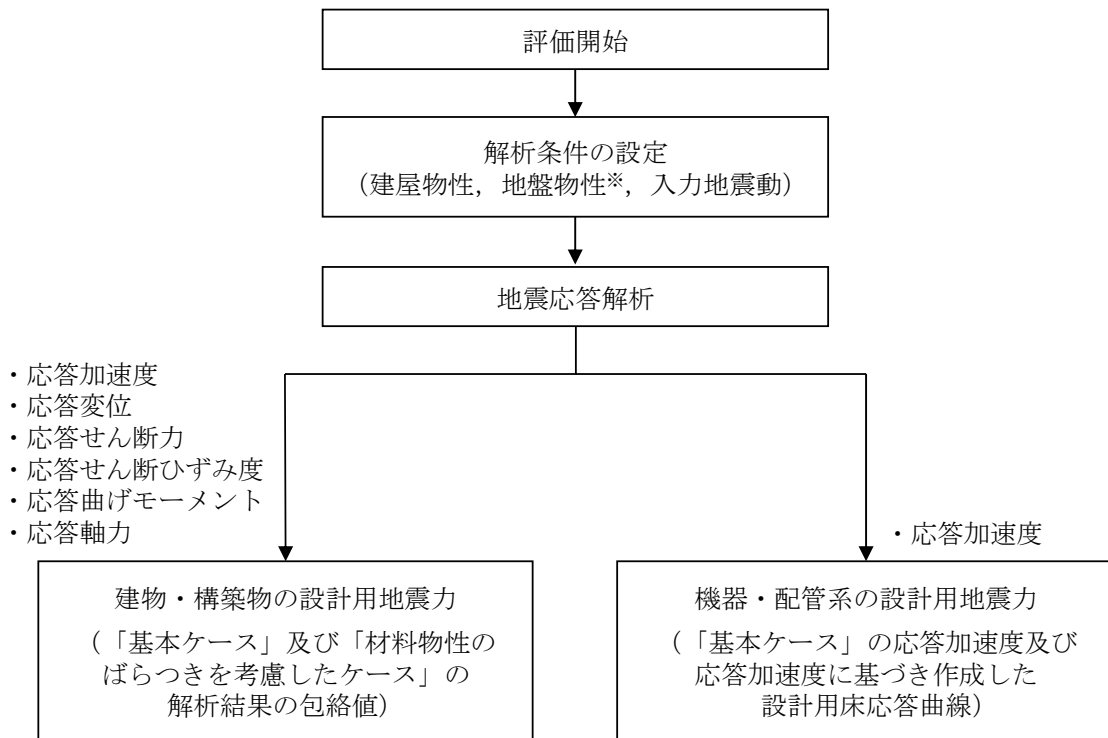
なお、地盤物性のばらつきの詳細については、「耐震建物 08 地震応答解析における地盤モデル及び物性値の設定について」で示し、地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析について、解析に用いる地震動の選定結果及び固有値解析結果を本資料の別紙に示し、地震応答解析結果については、各建物・構築物の地震応答計算書に示す。後次回以降申請を実施する建物・構築物の地震応答解析結果についても、各申請回次において各建物・構築物の地震応答計算書に提示する。

3. 材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定

3.1 設計用地震力の設定フロー

設計用地震力の設定フローを第 3.1-1 図に示す。建物・構築物の設計用地震力は、「基本ケース」及び「材料物性のばらつきとして、地盤物性のばらつきを考慮したケース（以下、「材料物性のばらつきを考慮したケース」という）」の解析結果における包絡値を用いて設定する。

なお、機器・配管系の設計用地震力については、「基本ケース」の応答加速度及び応答加速度に基づき作成した設計用床応答曲線から設定している。材料物性のばらつきにおける機器・配管系の評価への影響については、「耐震機電 11 地震応答解析における材料物性のばらつきに伴う影響確認について」で検討を行う。



※：材料物性のばらつきを考慮したケースでは、地盤物性のばらつきを考慮する。

第 3.1-1 図 設計用地震力の設定フロー

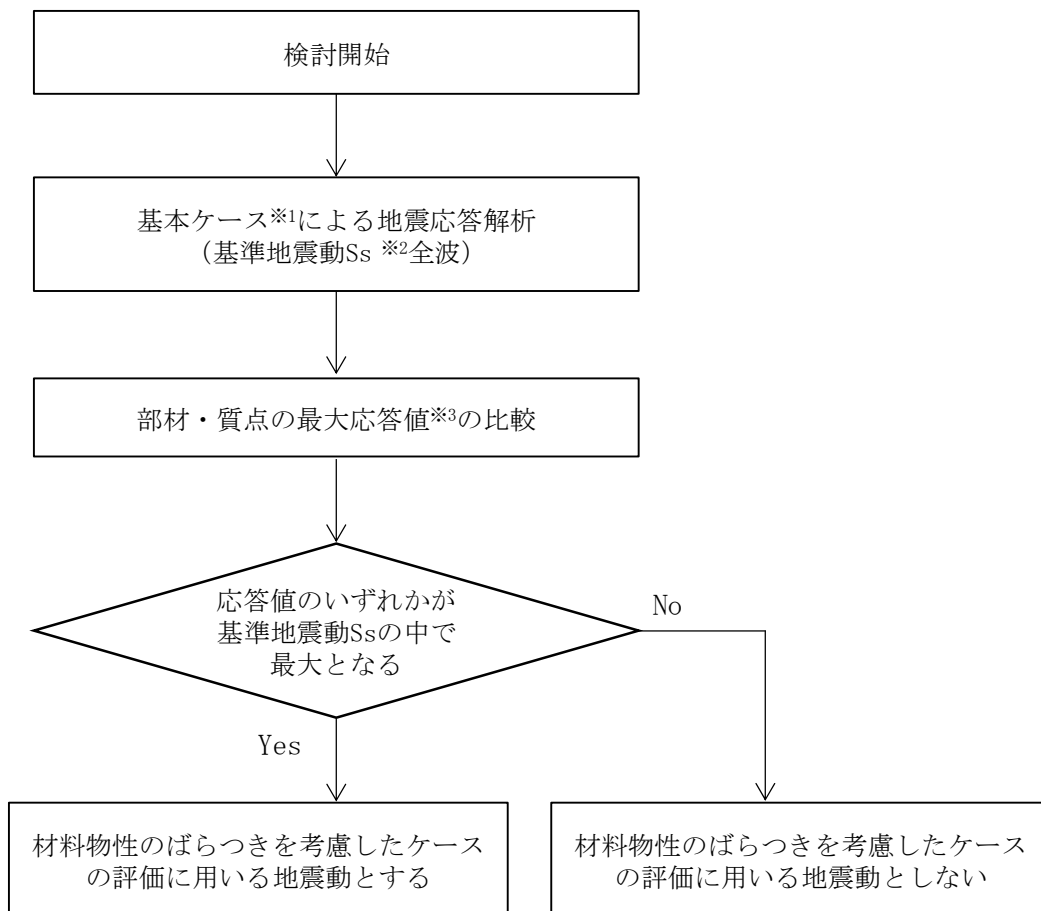
3.2 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法

材料物性のばらつきを考慮したケースの質点系モデルによる地震応答解析は、基本ケースによる建物・構築物の応答を確認したうえで、応答への影響の大きい地震動に対して実施する。

材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを第 3.2-1 図に示す。

- ①基本ケース（コンクリート強度：設計基準強度，補助壁：考慮せず，地盤のせん断波速度等：標準地盤，RC 造部の減衰定数：5%（燃料加工建屋の場合は 3%））による地震応答解析を行う。
- ②基本ケースによる地震応答解析結果より，部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は，基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の加速度，変位，せん断力（せん断ひずみ度*），曲げモーメント，軸力とする。
- ③応答値のいずれかが基準地震動 S_s あるいは弾性設計用地震動 S_d の中で最大となる地震動を，材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動とする。

※：せん断力とせん断ひずみ度には相関性があり，それぞれが最大となる地震動は対応するため，代表してせん断力の最大応答値を確認することとする。



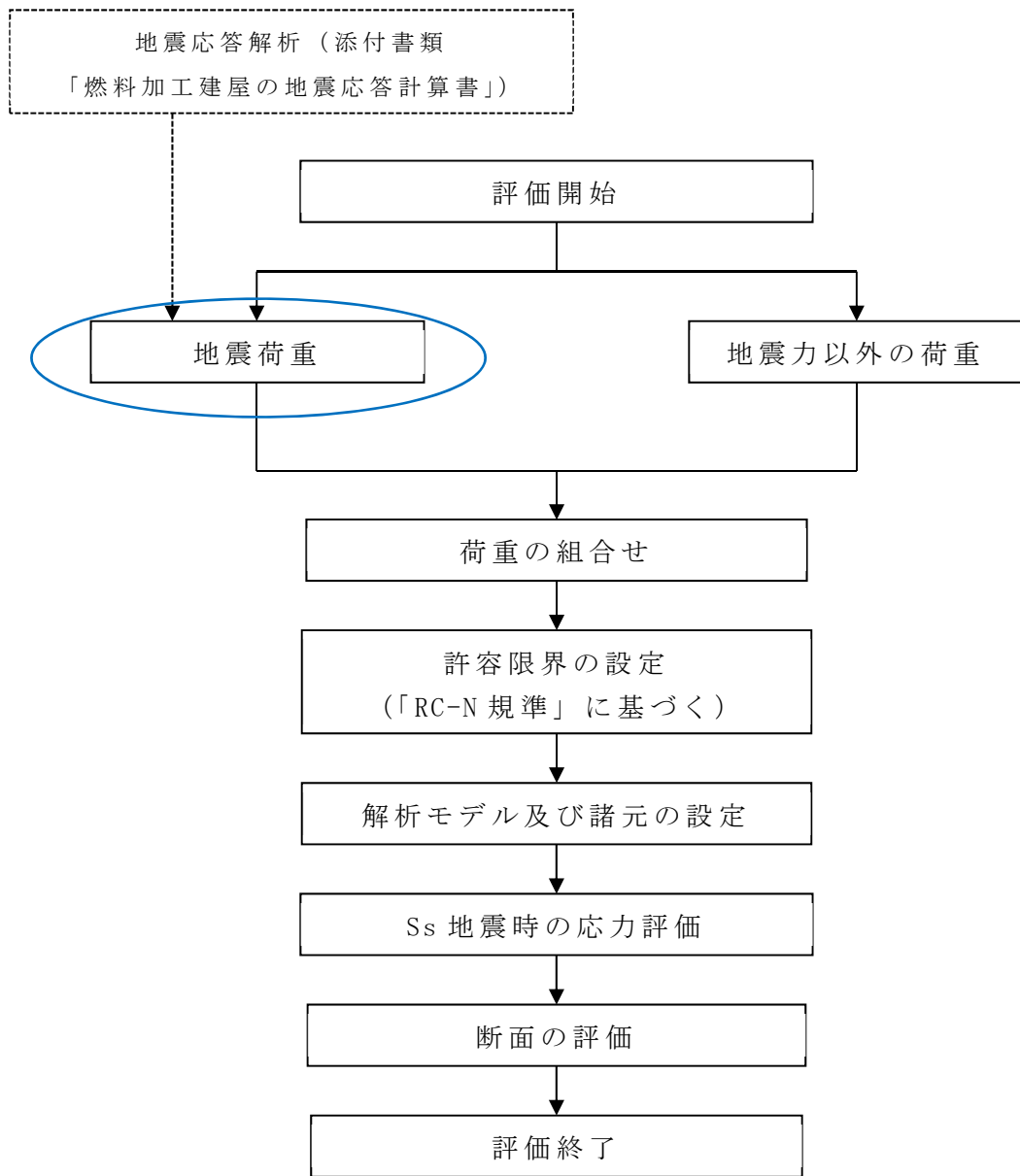
- ※1 コンクリート強度：設計基準強度，補助壁：考慮せず，地盤のせん断波速度等：標準地盤，RC造部の減衰定数：5%（燃料加工建屋の場合は3%）
- ※2 弾性設計用地震動 S d によるばらつき検討に用いる地震動の選定の際は，「S s」を「S d」に読み替える。
- ※3 応答値は，基準地震動 S s 及び弾性設計用地震動 S d については，加速度，変位，せん断力（せん断ひずみ度），曲げモーメント及び軸力とする。

第 3.2-1 図 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー

3.3 材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定方法

基本ケース及び材料物性のばらつきを考慮したケースの地震荷重を用いた解析を実施することで、材料物性のばらつきを設計用地震力として考慮する。

材料物性のばらつきを地震荷重として考慮した建物・構築物の耐震性評価フローの例として燃料加工建屋の基礎スラブの応力解析による評価フローを第 3.3-1 図に示す。耐震性評価において、地震荷重は、質点系モデルによる地震応答解析により得られた最大応答値から算出し、解析モデルの各節点に配分することにより考慮している。質点系モデルによる地震応答解析により得られた最大応答値は、基本ケース及び材料物性のばらつきを考慮したケース（以下「検討ケース」という。）ごとに異なるため、保守的な評価として、各質点において、検討ケースごとに得られた応答値のうち最大の応答値から算出される地震荷重を採用することとする。ただし、屋根トラス部の耐震性評価は動的な応力解析に基づくことから、入力地震動ごとに各検討ケースにおける動的地震力（時刻歴応答加速度）による解析を実施することで、材料物性のばらつきを地震荷重として考慮する。



○ : 地盤物性のばらつきを考慮する。

第 3.3-1 図 応力解析による評価フロー例
(燃料加工建屋の基礎スラブ)

4. 材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果の概要

材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果より、以下の傾向を確認した。なお、各建物・構築物の材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果は、各建物・構築物の地震応答計算書に示す。

材料物性のばらつきとして、地盤物性のばらつきを考慮したケースでは、地盤物性が硬くなる側に変化した場合、地盤－建屋連成系としての剛性が大きくなるため変位は小さくなり、地盤物性が柔らかくなる側に変化した場合、地盤－建屋連成系としての剛性が小さくなるため変位は大きくなることを確認した。また、地盤物性の変化により、加速度及びせん断力、曲げモーメントは増減することを確認した。

参考として実施した建屋物性のばらつきを考慮した地震応答解析では、当社事業所内の建物・構築物においては、軟質岩盤に立地しているため地盤－建屋連成系としての剛性に対して建屋物性の変化は支配的ではなく、発生応力及び加速度は基本ケースの場合と概ね同程度となった。また、変位及びせん断ひずみ度については、建屋物性のばらつきを考慮することにより建屋剛性が大きくなる側に変化することから概ね同等または小さくなることを確認した。

5. まとめ

本資料では、耐震評価に用いる材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定方法について示すとともに、建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力の設定根拠となる、各建物・構築物の材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析の考え方を示した。

以上より、建物・構築物の耐震性評価においては、地盤物性のばらつきを考慮した設計用地震力により耐震評価を実施しており、建屋物性のばらつきの影響については、耐力が上昇し、また建屋応答は基本ケースと比較して同程度または小さくなることから、その設計用地震力の中に包含されると考えられることを示した。このことから、材料物性のばらつきを適切に考慮した耐震評価が行われていることを確認した。

別紙

別紙リスト 耐震建物 11【地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討】 1/3

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙 1	安全冷却水 B 冷却塔基礎における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	2022/10/19	2	-
別紙 2	燃料加工建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	2022/10/19	2	-
別紙 3	前処理建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 4	分離建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 5	精製建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 6	ハル・エンドピース貯蔵建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 7	制御建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 8	主排気筒管理建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 9	緊急時対策建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 10	安全冷却水 A 冷却塔基礎における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す

別紙リスト 耐震建物 11【地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討】 2/3

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙 11	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 12	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 13	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 14	ガラス固化体貯蔵建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 15	ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 16	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 17	安全冷却水系冷却塔 A 基礎における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 18	非常用電源建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す

別紙リスト 耐震建物 11【地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討】 3/3

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙 19	高レベル廃液ガラス固化建屋における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 20	第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す
別紙 21	第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟における材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果	-	-	後次回で示す

別紙 1

安全冷却水 B 冷却塔基礎における
材料物性のばらつきを考慮した
地震応答解析結果

目 次

1.	概要	別紙 1-1
2.	地震動の選定	別紙 1-2
3.	材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析における 固有値解析結果	別紙 1-10
3.1	解析ケース	別紙 1-10
3.2	固有値解析結果	別紙 1-11
3.3	地震応答解析結果	別紙 1-12
参考資料 安全冷却水 B 冷却塔における建屋物性のばらつきによる建屋応 答への影響		

1. 概要

本資料は、安全冷却水 B 冷却塔における設計用地震力の設定根拠として、材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定結果及び材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

本資料では、まず、本文「第 3.2-1 図 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー」に基づき、応答値のいずれかが最大となる、材料物性のばらつきによる検討に用いる地震動を選定する。

次に、建物・構築物の設計用地震力の設定根拠となる地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析における固有値解析結果を示す。なお、地震応答解析結果については、各建物・構築物の地震応答計算書に示している。

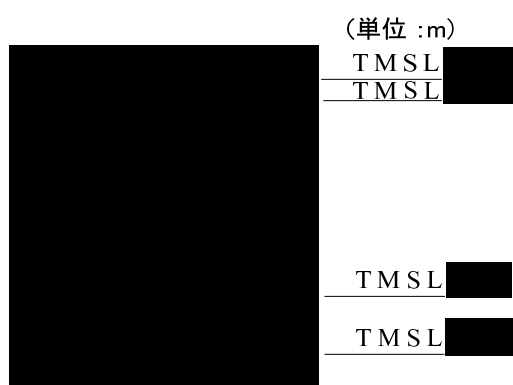
また、参考として、建屋物性のばらつきによる建屋応答への影響を参考資料に示す。

2. 地震動の選定

本文「第 3.2-1 図 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー」に基づき，材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動を選定する。

検討に用いる建屋モデルを第 2.-1 図に示す。また，基本ケースによる基準地震動 S_s に対する応答を第 2.-1 表～第 2.-11 表に，基本ケースによる弾性設計用地震動 S_d に対する応答を第 2.-12 表～第 2.-22 表に示す。

第 2.-23 表に示す地震動をばらつき検討に用いる地震動とする。



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 2.-1 図 建屋モデル

第 2.-1 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)											
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-2 表 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)											
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-3 表 最大応答せん断力一覧表（基準地震動 S_s，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)											
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動 S_s，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN・m)											
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-5 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s ，EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)											
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-6 表 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s ，EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)											
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-7 表 最大応答せん断力一覧表（基準地震動 S_s ，EW 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3 \text{kN}$)											
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動 S_s ，EW 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)											
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-9 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s ，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)								
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-10 表 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s ，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)								
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-11 表 最大応答軸力一覧表（基準地震動 S_s ，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 ($\times 10^3 \text{kN}$)								
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-12 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 S d , NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)											
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-13 表 最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動 S d , NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)											
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-14 表 最大応答せん断力一覧表（弾性設計用地震動 S d , NS 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)											
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-15 表 最大応答曲げモーメント一覧表
（弾性設計用地震動 S d , NS 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN・m)											
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-16 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 S d , EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)											
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-17 表 最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動 S d , EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)											
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-18 表 最大応答せん断力一覧表（弾性設計用地震動 S d , EW 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力 (×10 ³ kN)											
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-19 表 最大応答曲げモーメント一覧表
（弾性設計用地震動 S d , EW 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN・m)											
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-20 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)								
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-21 表 最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)								
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-22 表 最大応答軸力一覧表（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 (×10 ³ kN)								
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-23 表 材料物性のばらつき検討に用いる地震動

建屋	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d
安全冷却水 B 冷却塔	S _s -A	
	S _s -B3	S _d -A
	S _s -B4	S _d -C1
	S _s -C1	S _d -C3
	S _s -C3	S _d -C4
	S _s -C4	

3. 材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析における固有値解析結果

3.1 解析ケース

材料物性のばらつきを考慮する解析ケースを第 3.1-1 表に示す。

第 3.1-1 表 材料物性のばらつきを考慮する解析ケース

ケース No.	解析ケース	基準地震動 Ss	弾性設計用地震動 Sd
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)	Ss-A, Ss-B3, Ss-B4, Ss-C1, Ss-C3, Ss-C4	Sd-A, Sd-C1, Sd-C3, Sd-C4
2	地盤物性のばらつきを考慮したケース (-1 σ)	Ss-A, Ss-B3, Ss-B4, Ss-C1, Ss-C3, Ss-C4	Sd-A, Sd-C1, Sd-C3, Sd-C4

3.2 固有値解析結果

S s - A の結果を代表として、固有値解析結果を第 3.2-1 表に示す。

第 3.2-1 表 固有値解析結果

(a) NS 方向

次数	ケース No. 0		ケース No. 1		ケース No. 2	
	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数
1						
2						

(b) EW 方向

次数	ケース No. 0		ケース No. 1		ケース No. 2	
	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数
1						
2						

(c) 鉛直方向

次数	ケース No. 0		ケース No. 1		ケース No. 2	
	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数
1						
2						

3.3 地震応答解析結果

(1) 基準地震動 S_s

基準地震動 S_s による最大応答値については、添付書類「IV-2-1-1-1-1-1-1 安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」に示す。

(2) 弾性設計用地震動 S_d

弾性設計用地震動 S_d による最大応答値については、添付書類「IV-2-1-1-1-1-1-1 安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」に示す。

参考資料

安全冷却水 B 冷却塔基礎における
建屋物性のばらつきによる
建屋応答への影響

目 次

1.	概要	参考-1
2.	建屋物性のばらつきの設定	参考-2
2.1	コンクリート強度による建屋物性のばらつきの設定	参考-2
3.	地震応答解析による建屋物性のばらつきの影響検討	参考-3
3.1	固有値解析結果	参考-4
3.2	地震応答解析結果	参考-8

1. 概要

本資料は、別紙1の参考資料として、安全冷却水B冷却塔基礎における建屋物性のばらつきによる建屋応答への影響について説明するものである。

建屋物性のばらつきについては、基礎スラブのコンクリート強度を実強度とすることが考えられるが、建物・構築物の耐力及び剛性が向上することから、添付書類「IV-2-1-1-1-1-1 安全冷却水B冷却塔基礎の地震応答計算書」の基本ケース（ケースNo.0）（以下、「基本ケース」という。）の地震応答解析結果に比べ、応答せん断ひずみ度は小さくなると考えられる。なお、上部構造はファン駆動部、管束、ルーバを支持する鉄骨造の支持架構であるため、鉄筋コンクリート造の耐震壁及び補助壁は存在しない。

このことから、建屋物性のばらつきを考慮したケースに比べ、基本ケースは保守的な評価であるため、建屋物性のばらつきは考慮しないこととしている。

上記を踏まえ、建屋物性のばらつきを考慮した場合の建屋応答に及ぼす影響について、基本ケースの地震応答解析結果との比較により確認する。

2. 建屋物性のばらつきの設定

2.1 コンクリート強度による建屋物性のばらつきの設定

建屋物性のばらつきとして考慮するコンクリートの実強度については、本文「2.1.2 建屋物性のばらつきの設定条件」に基づき、既認可での使用前検査の実績である材齢 28 日におけるコンクリートの圧縮強度試験結果の平均値を用いる。

建設時コンクリートの 28 日強度データの統計値を第 2.1-1 表に、コンクリート強度のばらつきの設定結果を第 2.1-2 表に示す。

第 2.1-1 表 建設時コンクリートの 28 日強度データの統計値

打設箇所	平均値 (N/mm ²)	標準偏差 (N/mm ²)	最大値 (N/mm ²)	最小値 (N/mm ²)	中央値 (N/mm ²)	データ数 (個)
基礎	43.5	2.20	46.3	38.6	43.8	36

第 2.1-2 表 コンクリート強度のばらつきの設定結果

	コンクリート強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
基本ケース (設計基準強度)	23.5	2.25×10 ⁴
実強度	43.5 (1.85)	2.76×10 ⁴ (1.23)

注記：() 内は、基本ケースに対する比率を示す。

3. 地震応答解析による建屋物性のばらつきの影響検討

本章では、建屋物性のばらつきを考慮したモデルにより地震応答解析を実施し、建物・構築物の応答並びに耐震安全性に及ぼす影響について確認する。

評価ケースを第3.-1表に示す。なお、検討用地震動は、基準地震動 S_s のうち、卓越周期に著しい偏りがなく、継続時間が長い S_s-A を用い、建屋物性のばらつきが建屋応答に与える影響についてその傾向を把握する。

第3.-1表 評価ケース

評価ケース	コンクリート強度
基本ケース	設計基準強度
建屋物性のばらつきを考慮したケース	実強度

3.1 固有値解析結果

建屋物性のばらつきを考慮した解析モデルを用い、固有値解析を実施し、基本ケースと建屋物性のばらつきを考慮したケースの比較を行う。固有値解析結果を第 3.1-1 表、刺激関数図を第 3.1-1 図～第 3.1-3 図に示す。

基本ケースと建屋剛性のばらつきを考慮したケースで、固有振動数は同等となることを確認した。

第 3.1-1 表 固有値解析結果

(単位：Hz)

次数	NS 方向	
	基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
1		
2		

次数	EW 方向	
	基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
1		
2		

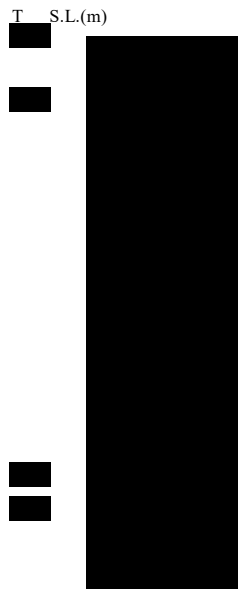
次数	UD 方向	
	基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
1		
2		

1 次モード

固有周期 $T_1 =$ [redacted] (s)
固有振動数 $f_1 =$ [redacted] (Hz)
刺激係数 $\beta_1 =$ [redacted]

2 次モード

固有周期 $T_2 =$ [redacted] (s)
固有振動数 $f_2 =$ [redacted] (Hz)
刺激係数 $\beta_2 =$ [redacted]



第 3.1-1 図 建屋物性のばらつきを考慮したケースの刺激関数図 (NS 方向)

1 次モード

固有周期 $T_1 =$ [redacted] (s)
固有振動数 $f_1 =$ [redacted] (Hz)
刺激係数 $\beta_1 =$ [redacted]



2 次モード

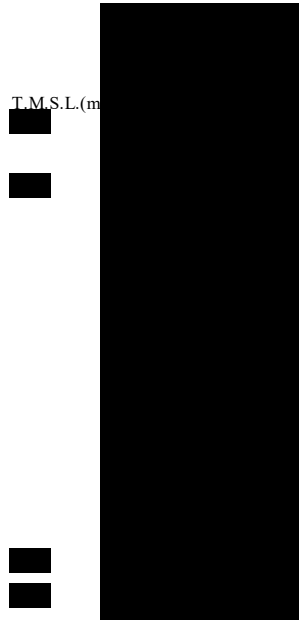
固有周期 $T_2 =$ [redacted] (s)
固有振動数 $f_2 =$ [redacted] (Hz)
刺激係数 $\beta_2 =$ [redacted]



第 3.1-2 図 建屋物性のばらつきを考慮したケースの刺激関数図 (EW 方向)

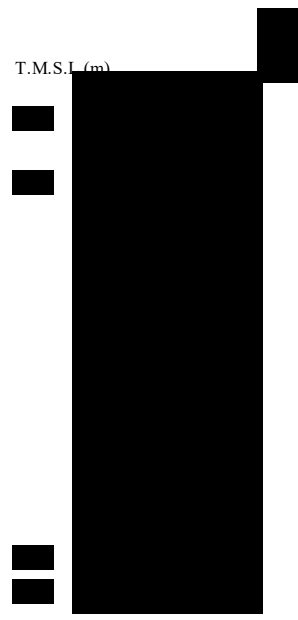
1 次モード

固有周期 $T_1 =$ [redacted] (s)
固有振動数 $f_1 =$ [redacted] (Hz)
刺激係数 $\beta_1 =$ [redacted]



2 次モード

固有周期 $T_2 =$ [redacted] (s)
固有振動数 $f_2 =$ [redacted] (Hz)
刺激係数 $\beta_2 =$ [redacted]



第 3.1-3 図 建屋物性のばらつきを考慮したケースの刺激関数図（鉛直方向）

3.2 地震応答解析結果

最大応答値を第 3.2-1 図～第 3.2-11 図に示す。

水平方向について、

を確認した。

鉛直方向について、

を確認した。



T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース
[Redacted Data]			

第3.2-1 図 最大応答加速度 (NS 方向)

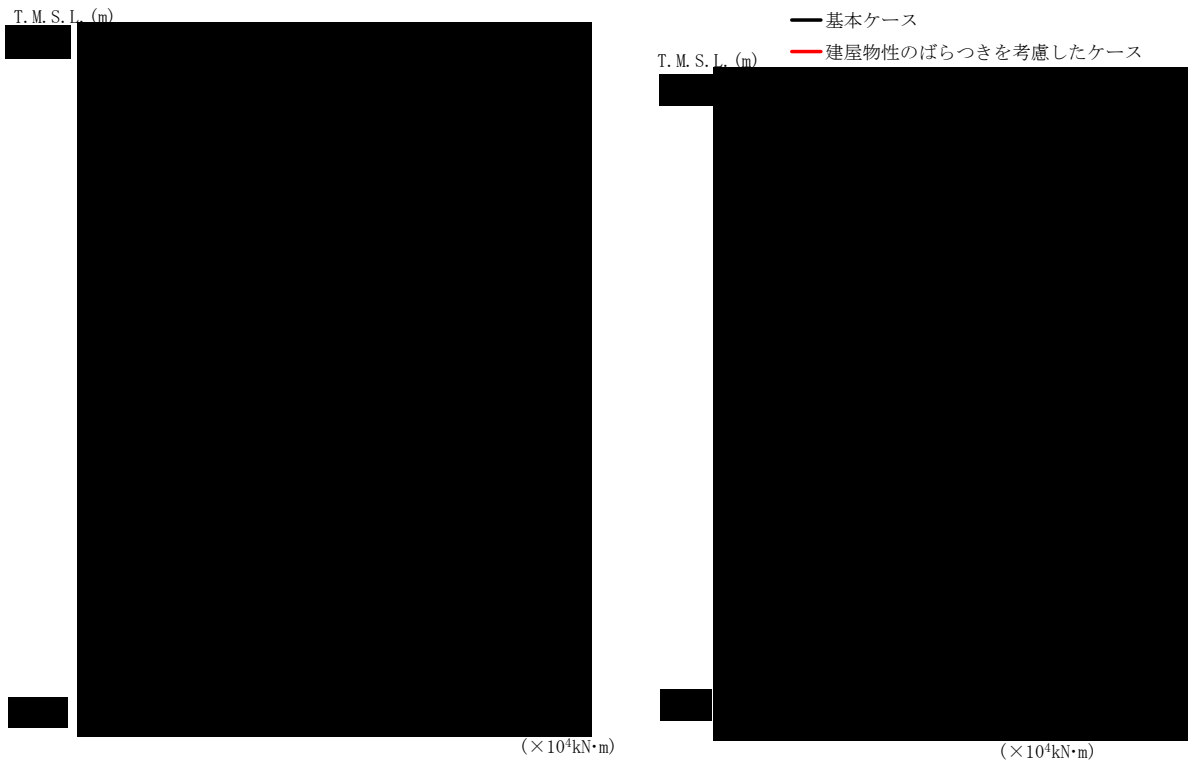


第3.2-2 図 最大応答変位 (NS 方向)



T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10 ³ kN)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース
[Redacted Data]			

第3.2-3図 最大応答せん断力 (NS方向)



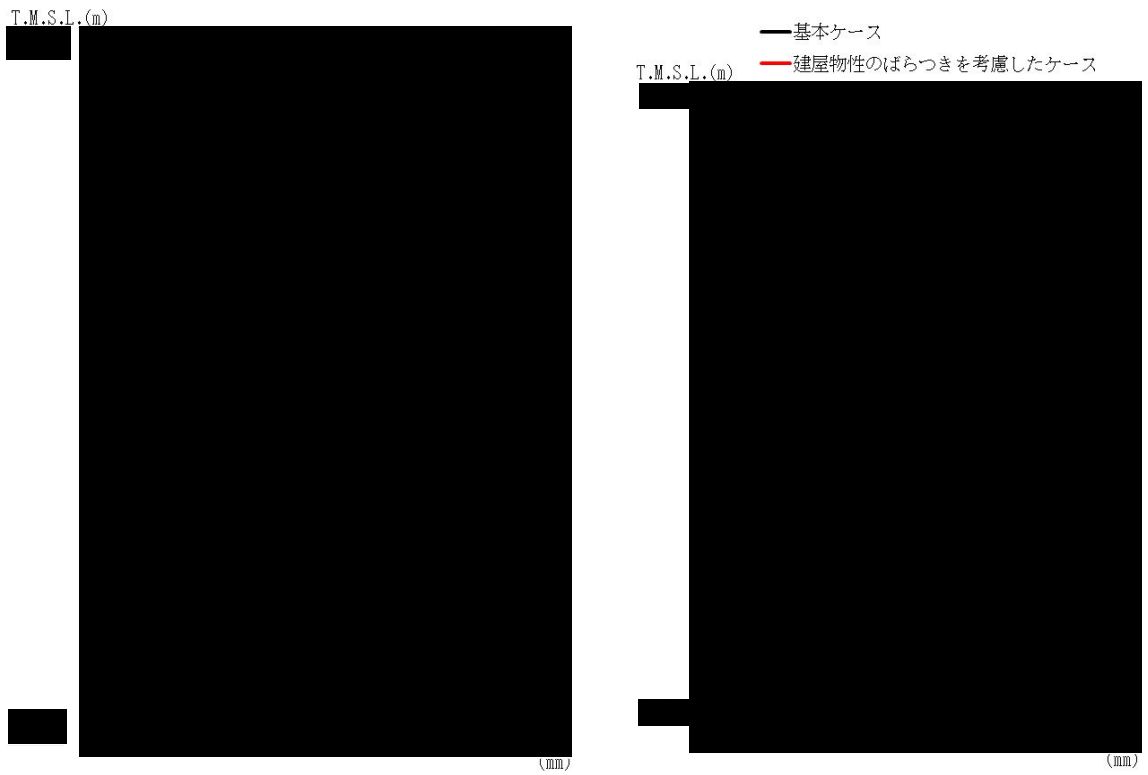
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁴ kN·m)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース

第3.2-4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)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース
[Redacted Data]			

第3.2-5図 最大応答加速度 (EW 方向)



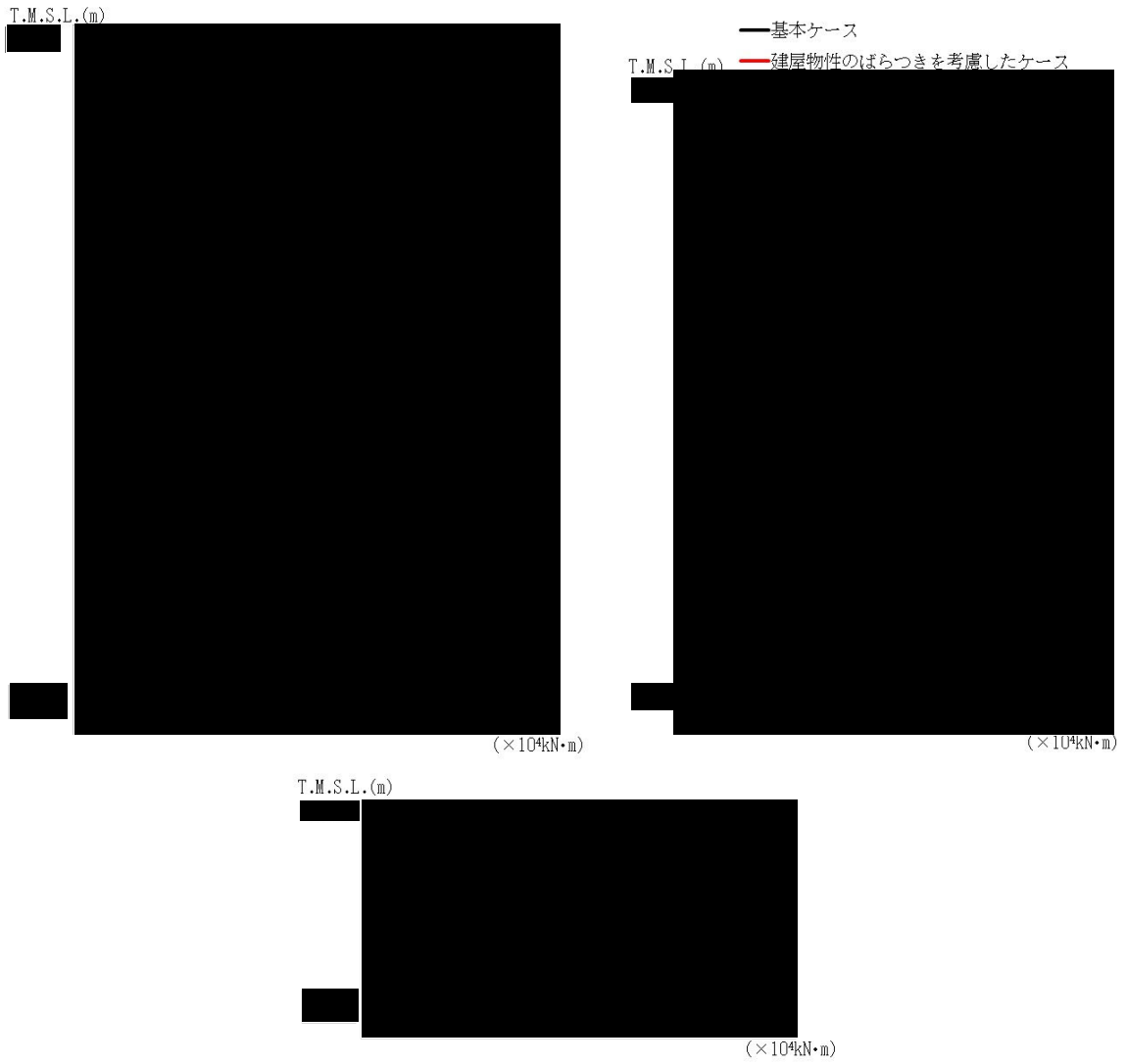
T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位(mm)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース

第3.2-6図 最大応答変位 (EW 方向)



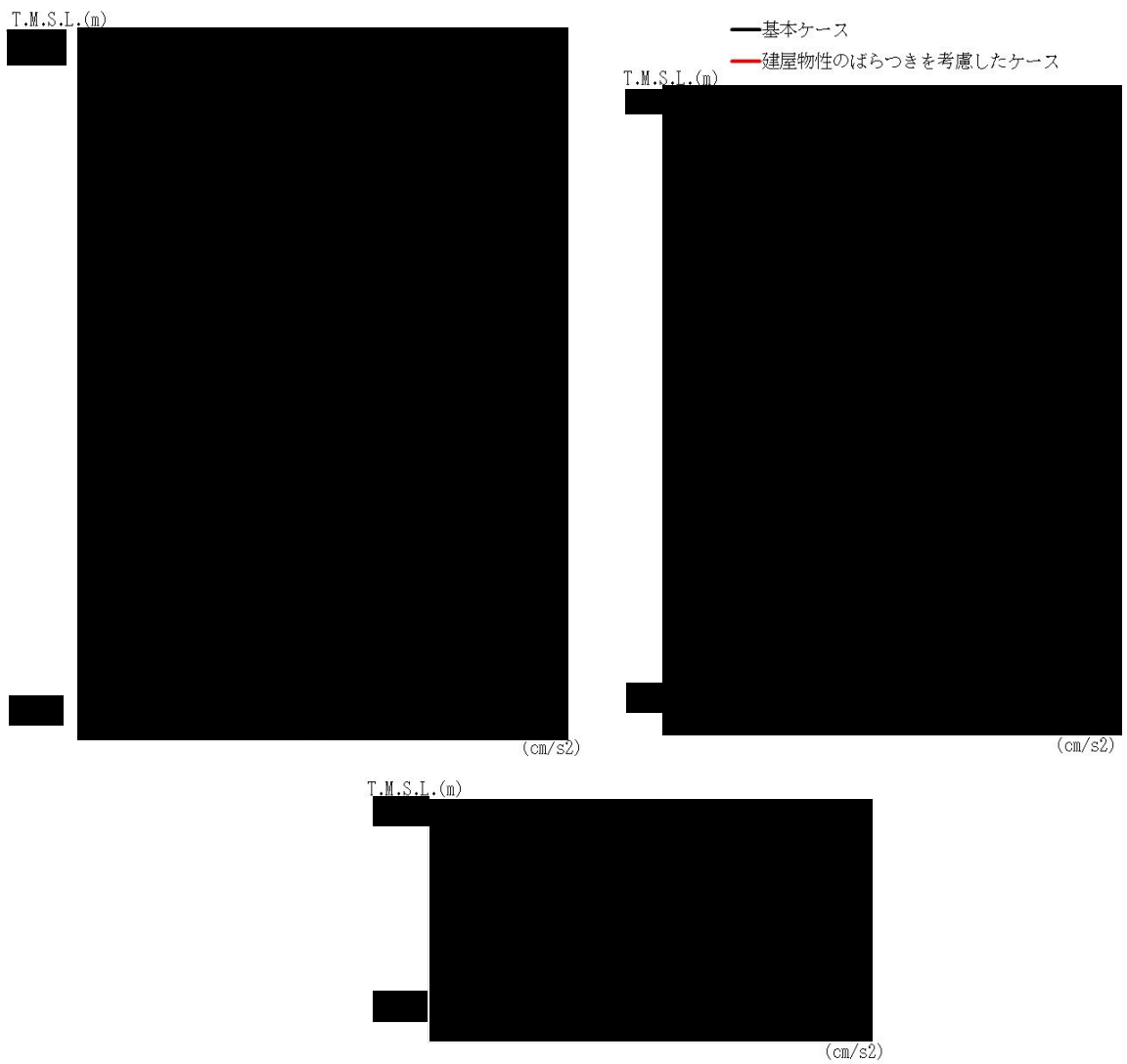
T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10 ³ kN)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース
[Redacted data]			

第3.2-7図 最大応答せん断力 (EW方向)



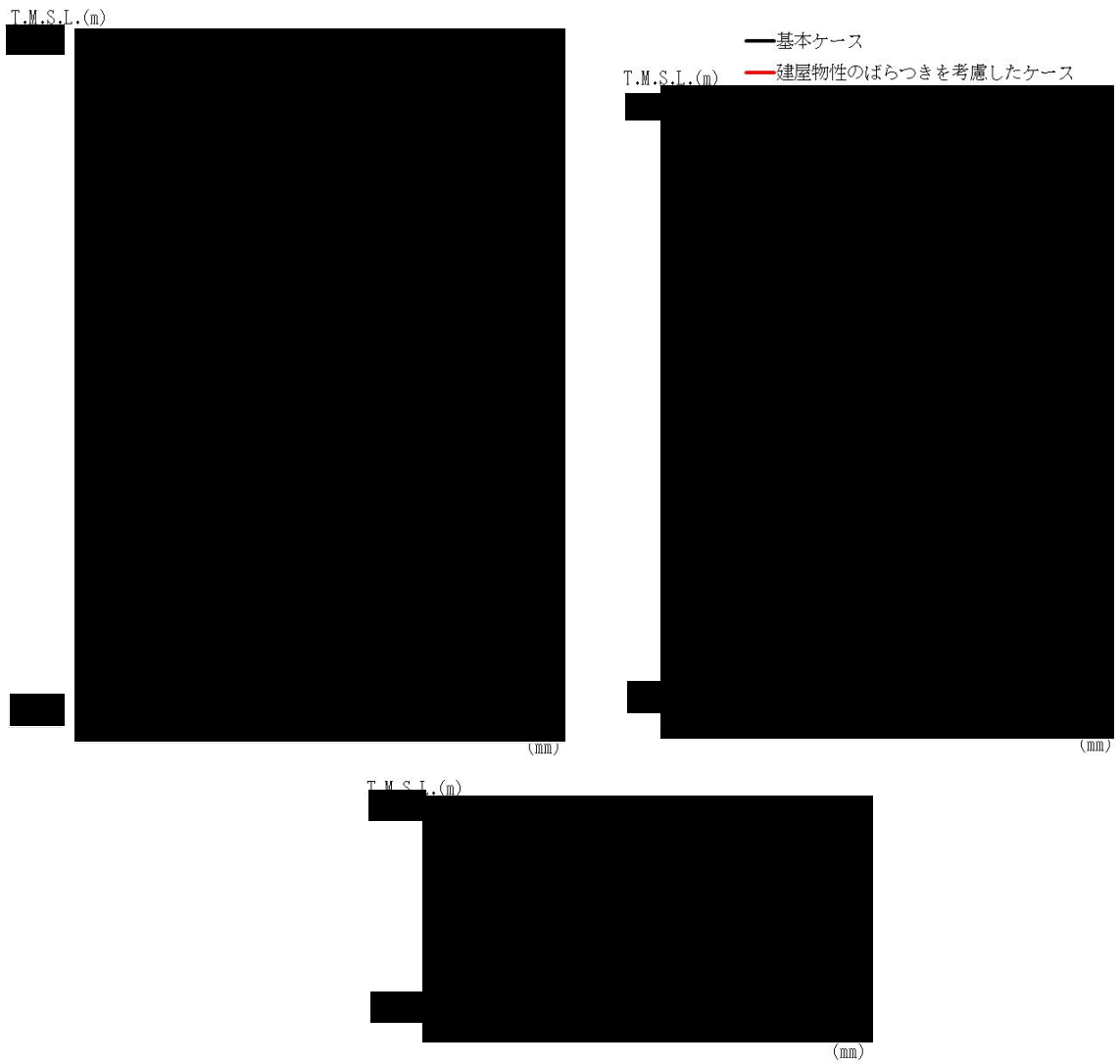
T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^4 \text{kN}\cdot\text{m}$)	
		基本ケース	建屋物件の ばらつきを考慮 したケース

第3.2-8図 最大応答曲げモーメント (EW方向)



T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース
[Redacted Data]			

第 3. 2-9 図 最大応答加速度 (鉛直方向)



T. M. S. L. (m)	質 点 番 号	最大応答変位 (mm)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース
[Redacted Data]			

第 3. 2-10 図 最大応答変位 (鉛直方向)



T.M.S.L. (m)	要素 番号	最大応答軸力 ($\times 10^3 \text{kN}$)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース

第 3.2-11 図 最大応答軸力 (鉛直方向)

別紙 2

燃料加工建屋における
材料物性のばらつきを考慮した
地震応答解析結果

目 次

1.	概要	別紙 2-1
2.	地震動の選定	別紙 2-2
3.	材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析における 固有値解析結果	別紙 2-16
3.1	解析ケース	別紙 2-16
3.2	固有値解析結果	別紙 2-17
3.3	地震応答解析結果	別紙 2-18
	参考資料 燃料加工建屋における建屋物性のばらつきによる建屋応答への 影響	

1. 概要

本資料は、燃料加工建屋における設計用地震力の設定根拠として、材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定結果及び材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

本資料では、まず、本文「第 3.2-1 図 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー」に基づき、応答値のいずれかが最大となる、材料物性のばらつきによる検討に用いる地震動を選定する。

次に、建物・構築物の設計用地震力の設定根拠となる地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析について、解析に用いる地震動の選定結果及び固有値解析結果を示す。なお、地震応答解析結果については、各建物・構築物の地震応答計算書に示している。

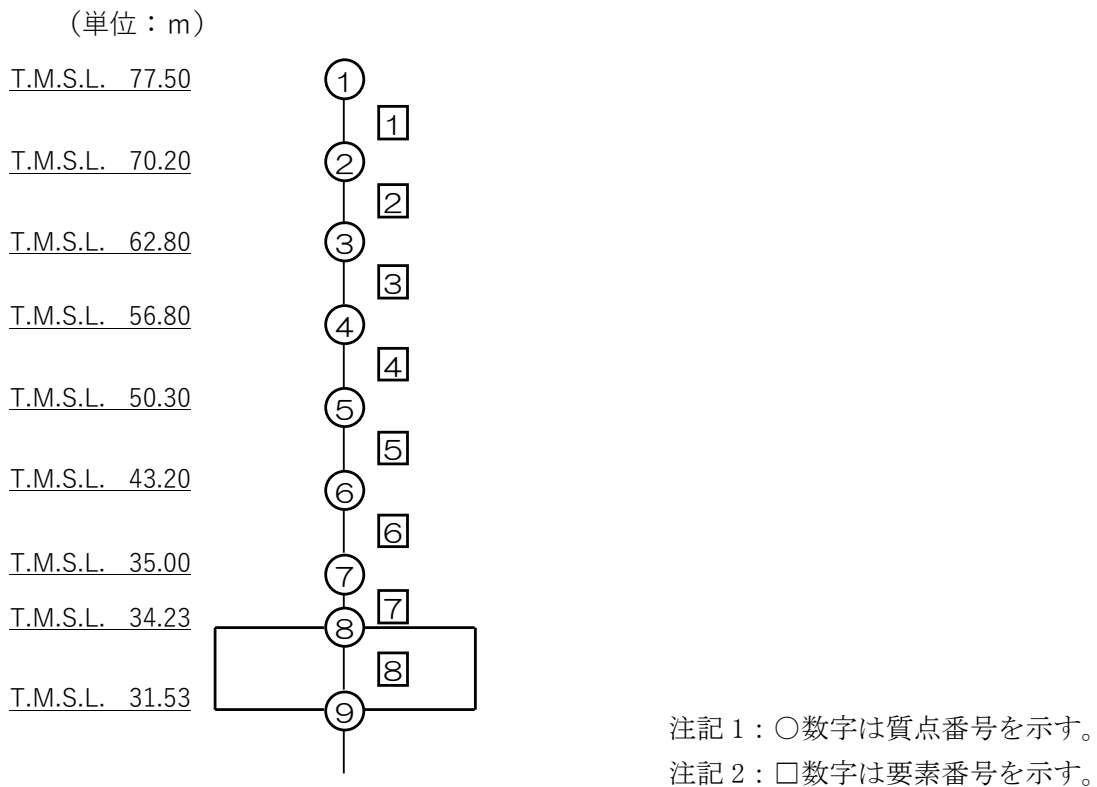
なお、参考として、建屋物性のばらつきによる建屋応答への影響を参考資料に示す。

2. 地震動の選定

本文「第 3.2-1 図 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法のフロー」に基づき，材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動を選定する。

検討に用いる建屋モデルを第 2.-1 図に示す。また，基本ケースによる基準地震動 S_s に対する応答を第 2.-1 表～第 2.-11 表に，基本ケースによる弾性設計用地震動 S_d に対する応答を第 2.-12 表～第 2.-22 表に示す。

第 2.-23 表に示す地震動をばらつき検討に用いる地震動とする。



第 2.-1 図 建屋モデル

第 2.-1 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)												
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
77.50	1	1140	775	981	830	893	780	1385	661	751	774	927	856	949
70.20	2	904	606	784	744	737	668	1117	521	597	607	729	662	835
62.80	3	822	530	677	673	751	589	1020	456	515	533	609	575	709
56.80	4	766	463	587	614	738	523	982	422	463	476	538	519	660
50.30	5	726	405	507	551	690	516	973	408	449	436	509	502	655
43.20	6	664	398	435	477	611	513	866	389	454	406	477	462	641
35.00	7	633	409	408	409	564	495	841	344	408	370	431	394	598
34.23	8	632	411	407	410	563	494	830	343	407	372	431	396	599
31.53	9	631	419	405	414	561	492	822	339	406	381	432	406	602

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-2 表 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)												
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
77.50	1	21.8	12.8	17.2	15.5	16.7	13.5	31.9	10.9	9.44	11.2	14.4	12.6	17.1
70.20	2	19.2	11.2	15.1	13.5	14.8	11.9	28.1	9.60	8.21	9.60	12.3	10.6	14.8
62.80	3	16.6	9.77	13.0	11.5	13.0	10.4	24.3	8.27	7.15	8.05	10.4	8.90	12.5
56.80	4	14.3	8.49	11.1	9.85	11.3	9.16	20.9	7.11	6.47	6.69	8.82	7.41	10.7
50.30	5	11.9	7.14	9.13	8.02	9.57	7.86	17.3	5.88	5.68	5.61	7.49	5.85	8.92
43.20	6	9.16	5.71	6.98	6.80	7.59	6.50	13.0	4.60	4.73	4.63	6.02	4.35	6.88
35.00	7	6.40	4.35	4.72	5.47	5.26	5.10	8.08	3.40	3.53	3.43	4.28	3.31	4.62
34.23	8	6.30	4.29	4.61	5.41	5.15	5.03	7.87	3.34	3.47	3.37	4.19	3.26	4.51
31.53	9	6.04	4.11	4.28	5.25	4.83	4.84	7.29	3.15	3.33	3.22	3.96	3.14	4.24

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-3 表 最大応答せん断力一覧表（基準地震動 S_s，NS 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10 ⁵ kN)												
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
77.50	1	2.02	1.37	1.75	1.47	1.57	1.38	2.45	1.18	1.34	1.37	1.65	1.52	1.68
70.20	2	4.95	3.38	4.39	3.96	3.98	3.61	5.89	2.91	3.07	3.25	4.06	3.74	4.47
62.80	3	8.08	5.25	6.86	6.60	6.57	5.92	9.54	4.56	4.97	5.18	6.40	5.82	7.24
56.80	4	11.31	7.00	9.25	9.29	9.60	8.21	13.44	6.25	6.77	7.03	8.59	7.97	9.81
50.30	5	14.62	8.81	11.79	12.04	13.05	10.48	17.67	8.14	8.46	8.84	10.66	10.14	12.30
43.20	6	18.91	10.50	14.01	14.13	17.39	12.85	22.36	10.40	10.15	10.46	12.13	11.75	16.08
35.00	7	20.57	11.05	14.97	15.27	18.86	14.43	23.93	11.04	11.03	11.19	13.52	12.13	17.70
34.23	8	21.52	11.74	15.49	16.07	19.85	15.43	24.98	11.37	11.53	11.62	14.39	12.40	18.72

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-4 表 最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動 S_s，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)												
		Ss-A (H)	Ss-B1 (NS)	Ss-B2 (NS)	Ss-B3 (NS)	Ss-B4 (NS)	Ss-B5 (NS)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
77.50	1	17.79	12.34	15.61	12.61	12.71	12.17	21.34	10.71	12.18	13.30	14.29	13.94	14.40
70.20	2	84.78	61.00	74.91	64.35	63.80	60.68	90.68	55.44	53.41	71.34	65.72	69.93	75.61
62.80	3	163.56	117.79	147.05	125.78	119.08	119.99	170.17	107.94	98.98	138.13	126.80	134.63	146.84
56.80	4	260.03	186.95	235.83	200.52	180.38	196.21	275.68	171.26	151.61	215.30	204.11	212.40	230.57
50.30	5	370.83	268.53	339.82	296.62	262.96	291.07	414.19	245.21	213.39	300.89	299.49	303.77	325.10
43.20	6	507.79	356.50	461.83	411.26	385.47	391.25	607.35	313.97	270.26	373.19	401.02	395.64	470.30
35.00	7	528.71	375.67	483.45	433.38	406.94	413.12	637.64	331.38	286.48	396.86	419.53	416.69	489.49
34.23	8	579.12	405.55	525.15	481.65	454.92	453.78	711.01	355.50	310.61	420.84	454.77	449.51	532.67

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-5 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s，EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)												
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
77.50	1	993	893	814	783	667	904	1193	590	685	677	844	763	879
70.20	2	915	792	704	702	604	834	1103	497	584	595	735	676	775
62.80	3	843	671	636	591	509	757	1021	459	511	526	607	577	686
56.80	4	767	565	599	521	469	692	1019	432	466	467	547	510	651
50.30	5	700	491	559	473	444	616	974	392	409	430	516	476	650
43.20	6	651	440	513	431	413	530	848	359	437	402	461	435	634
35.00	7	632	405	452	391	376	458	816	345	432	366	442	382	608
34.23	8	632	407	451	389	376	457	809	344	432	369	442	384	609
31.53	9	632	414	450	384	376	454	805	344	430	377	444	394	612

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-6 表 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s，EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)												
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
77.50	1	19.2	15.0	14.5	14.1	10.5	16.1	28.6	9.80	8.59	10.4	13.1	11.4	15.6
70.20	2	17.4	13.3	13.0	12.7	9.59	14.4	25.7	8.87	7.75	9.28	11.7	10.2	13.9
62.80	3	15.2	11.2	11.3	11.0	8.49	12.4	22.4	7.74	6.76	7.87	9.91	8.62	11.8
56.80	4	13.3	9.36	9.75	9.47	7.49	10.6	19.5	6.72	6.15	6.62	8.63	7.24	9.97
50.30	5	11.1	7.48	8.01	7.80	6.37	8.58	16.2	5.59	5.39	5.43	7.34	5.71	8.33
43.20	6	8.73	6.08	6.33	6.07	5.17	6.51	12.3	4.45	4.52	4.52	5.92	4.20	6.56
35.00	7	6.26	4.58	4.53	4.29	4.08	5.23	8.41	3.38	3.46	3.44	4.29	3.27	4.58
34.23	8	6.18	4.50	4.44	4.29	4.03	5.18	8.22	3.32	3.41	3.39	4.20	3.23	4.48
31.53	9	5.92	4.27	4.17	4.32	3.89	5.01	7.63	3.15	3.29	3.24	3.97	3.11	4.19

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-7 表 最大応答せん断力一覧表（基準地震動 S_s，EW 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10 ⁵ kN)												
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
77.50	1	1.76	1.59	1.44	1.39	1.19	1.61	2.11	1.05	1.22	1.20	1.50	1.36	1.56
70.20	2	4.73	4.25	3.80	3.75	3.22	4.40	5.82	2.72	3.16	3.21	3.97	3.59	4.15
62.80	3	8.05	6.80	6.16	6.07	5.15	7.36	9.70	4.30	4.99	5.08	6.35	5.85	6.81
56.80	4	11.23	9.21	8.67	8.21	6.97	10.34	13.68	6.18	6.73	6.98	8.56	8.04	9.41
50.30	5	14.49	11.40	11.41	10.07	9.01	13.42	18.26	8.11	8.50	8.79	10.59	10.14	12.05
43.20	6	18.68	13.89	15.66	12.76	10.88	15.43	22.93	10.32	9.73	10.38	12.20	11.72	15.89
35.00	7	20.34	14.87	17.02	13.95	11.87	16.35	24.79	10.86	10.64	11.08	13.51	12.21	17.54
34.23	8	21.30	15.46	17.86	14.72	12.47	16.87	26.04	11.17	11.17	11.54	14.34	12.52	18.58

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-8 表 最大応答曲げモーメント一覧表（基準地震動 S_s，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)												
		Ss-A (H)	Ss-B1 (EW)	Ss-B2 (EW)	Ss-B3 (EW)	Ss-B4 (EW)	Ss-B5 (EW)	Ss-C1 (NSEW)	Ss-C2 (NS)	Ss-C2 (EW)	Ss-C3 (NS)	Ss-C3 (EW)	Ss-C4 (NS)	Ss-C4 (EW)
77.50	1	32.82	31.63	24.66	23.56	24.36	25.65	35.16	20.71	21.12	26.61	21.36	24.90	27.36
70.20	2	96.95	97.84	79.14	73.77	73.96	81.87	101.82	63.19	61.28	81.34	69.26	77.51	85.19
62.80	3	169.02	175.52	145.54	133.11	131.97	149.89	174.31	113.24	103.66	145.21	127.77	139.34	152.89
56.80	4	254.17	268.47	230.03	205.46	201.41	236.54	278.03	174.33	156.27	220.98	203.60	214.72	233.59
50.30	5	361.47	373.74	333.42	293.38	281.92	342.92	418.26	245.70	215.12	306.31	298.74	304.28	344.67
43.20	6	512.56	475.67	443.16	400.04	356.19	470.79	622.37	311.97	268.64	378.76	400.59	395.08	480.50
35.00	7	538.63	506.07	469.26	421.39	377.75	495.17	652.12	329.05	285.69	402.70	419.73	416.61	509.30
34.23	8	592.99	548.52	507.61	463.35	408.41	543.52	727.62	352.85	310.97	426.99	455.32	449.78	560.90

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-9 表 最大応答加速度一覧表（基準地震動 S_s，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)								
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)
77.50	1	609	468	567	513	500	459	477	451	492
70.20	2	571	448	528	507	451	449	440	403	454
62.80	3	526	424	478	498	400	439	386	350	409
56.80	4	473	397	420	488	369	426	360	311	365
50.30	5	430	380	367	476	349	413	327	295	322
43.20	6	425	370	333	460	325	403	289	302	302
35.00	7	417	359	311	438	310	391	283	319	282
34.23	8	416	358	311	437	311	390	283	320	281
31.53	9	414	357	310	435	312	389	282	320	279

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-10 表 最大応答変位一覧表（基準地震動 S_s，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)								
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)
77.50	1	1.80	1.48	1.33	1.46	1.51	1.31	1.16	1.08	1.04
70.20	2	1.73	1.46	1.26	1.42	1.46	1.26	1.11	1.04	1.00
62.80	3	1.63	1.42	1.18	1.35	1.38	1.19	1.03	0.974	0.929
56.80	4	1.51	1.37	1.09	1.28	1.29	1.12	0.977	0.902	0.872
50.30	5	1.37	1.31	0.980	1.19	1.19	1.05	0.923	0.815	0.804
43.20	6	1.23	1.23	0.899	1.07	1.06	0.985	0.854	0.711	0.719
35.00	7	1.10	1.13	0.802	0.928	0.986	0.902	0.760	0.638	0.620
34.23	8	1.09	1.13	0.797	0.923	0.985	0.898	0.756	0.636	0.617
31.53	9	1.08	1.12	0.789	0.911	0.983	0.890	0.747	0.631	0.610

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-11 表 最大応答軸力一覧表（基準地震動 S_s，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力(×10 ⁴ kN)								
		Ss-A (V)	Ss-B1 (UD)	Ss-B2 (UD)	Ss-B3 (UD)	Ss-B4 (UD)	Ss-B5 (UD)	Ss-C1 (UD)	Ss-C2 (UD)	Ss-C3 (UD)
77.50	1	10.82	8.35	10.12	9.21	8.82	8.23	8.46	7.97	8.81
70.20	2	30.04	23.48	27.95	26.27	23.87	23.43	23.21	21.46	24.17
62.80	3	50.75	40.21	46.83	45.96	39.48	40.80	38.34	35.23	40.33
56.80	4	71.51	57.66	65.32	67.42	54.70	59.55	53.00	48.09	56.40
50.30	5	92.53	76.19	83.44	91.32	69.54	80.30	68.76	59.89	72.54
43.20	6	112.80	94.57	99.96	116.00	87.03	101.92	84.16	74.53	87.87
35.00	7	125.90	106.58	109.54	132.81	98.46	116.86	93.44	84.53	97.55
34.23	8	135.25	115.79	116.34	144.80	106.61	127.54	100.03	91.66	104.45
31.53										

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-12 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 S d , NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)												
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
77.50	1	629	403	462	415	446	407	680	355	395	478	395	448	542
70.20	2	517	318	395	370	354	352	632	264	312	358	295	352	477
62.80	3	463	276	333	333	359	298	566	211	287	278	288	303	397
56.80	4	414	241	278	303	352	260	519	204	268	260	272	268	346
50.30	5	369	201	222	269	326	243	477	193	249	224	266	249	283
43.20	6	351	171	199	232	288	251	420	177	216	189	246	229	267
35.00	7	334	162	174	209	267	239	369	153	211	160	209	178	252
34.23	8	335	163	173	209	266	239	367	152	211	159	208	179	252
31.53	9	335	166	170	208	265	239	359	150	210	160	206	183	255

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-13 表 最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動 S d , NS 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)												
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
77.50	1	10.7	5.84	7.46	7.89	7.61	6.84	14.0	5.28	4.86	5.95	6.76	6.49	8.92
70.20	2	9.35	4.98	6.36	6.89	6.68	5.97	12.3	4.57	4.16	5.09	5.89	5.46	7.63
62.80	3	7.96	4.20	5.37	5.91	5.81	5.17	10.7	4.04	3.57	4.29	5.08	4.50	6.38
56.80	4	6.75	3.53	4.61	5.05	5.03	4.47	9.19	3.58	3.20	3.65	4.41	3.71	5.29
50.30	5	5.61	2.89	3.80	4.13	4.18	3.78	7.63	3.07	2.79	3.13	3.73	3.11	4.13
43.20	6	4.48	2.26	3.03	3.14	3.21	3.04	5.94	2.51	2.28	2.55	3.03	2.57	3.36
35.00	7	3.15	1.83	2.17	2.41	2.45	2.34	4.11	1.82	1.55	1.83	2.27	1.97	2.41
34.23	8	3.08	1.81	2.13	2.38	2.42	2.32	4.02	1.79	1.51	1.79	2.23	1.94	2.39
31.53	9	2.90	1.76	2.01	2.28	2.32	2.28	3.76	1.72	1.43	1.70	2.11	1.86	2.35

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-14 表 最大応答せん断力一覧表（弾性設計用地震動 S d , NS 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10 ⁵ kN)												
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
77.50	1	1.12	0.72	0.82	0.74	0.79	0.72	1.20	0.63	0.70	0.85	0.70	0.80	0.96
70.20	2	2.72	1.74	2.15	1.98	1.94	1.90	3.29	1.45	1.56	2.01	1.65	1.94	2.56
62.80	3	4.52	2.71	3.46	3.29	3.17	3.07	5.52	2.25	2.64	3.01	2.53	3.08	4.05
56.80	4	6.27	3.65	4.66	4.61	4.59	4.16	7.71	2.93	3.66	3.78	3.69	4.24	5.51
50.30	5	8.00	4.57	5.73	5.96	6.22	5.18	10.03	3.61	4.76	4.71	4.94	5.35	6.90
43.20	6	9.29	5.61	6.31	7.44	8.92	6.53	12.41	5.22	5.57	5.50	6.86	6.21	7.79
35.00	7	10.10	5.86	6.78	7.94	9.73	7.38	13.17	5.63	6.13	5.85	7.18	6.50	8.62
34.23	8	10.63	6.09	7.07	8.24	10.34	7.95	13.59	5.88	6.49	6.07	7.35	6.69	9.16

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-15 表 最大応答曲げモーメント一覧表（弾性設計用地震動 S d , 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)												
		Sd-A (H)	Sd-B1 (NS)	Sd-B2 (NS)	Sd-B3 (NS)	Sd-B4 (NS)	Sd-B5 (NS)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
77.50	1	9.79	6.46	7.08	6.33	6.33	6.25	9.74	5.57	6.55	7.97	6.09	7.14	8.11
70.20	2	45.34	31.91	35.52	32.56	31.84	31.17	43.71	27.24	31.31	40.63	28.57	36.00	40.46
62.80	3	87.18	61.58	69.38	63.45	59.07	61.57	87.77	52.95	59.51	79.14	54.39	69.21	80.35
56.80	4	139.93	97.56	111.28	100.77	90.32	101.16	150.22	84.15	91.26	124.75	85.35	108.52	132.38
50.30	5	208.07	139.62	165.46	146.37	132.89	151.17	234.92	121.60	125.94	176.63	121.55	154.00	197.87
43.20	6	297.46	183.17	221.21	209.99	197.08	205.15	349.96	158.59	152.78	220.66	169.11	200.75	273.16
35.00	7	313.31	192.84	232.06	220.52	208.17	216.09	367.82	167.05	160.14	233.19	177.86	211.63	287.39
34.23	8	344.92	207.15	249.88	245.91	232.88	234.62	410.02	179.18	168.47	247.80	194.46	228.11	314.42

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-16 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 S d , EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)												
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
77.50	1	552	479	409	436	352	467	634	290	349	413	348	404	494
70.20	2	487	424	356	394	317	434	603	252	306	343	300	360	431
62.80	3	452	362	329	337	274	394	562	217	278	276	277	304	372
56.80	4	411	308	311	289	254	358	517	188	264	251	273	262	331
50.30	5	363	267	292	233	227	319	461	186	234	223	259	231	286
43.20	6	342	243	268	214	201	275	417	173	223	192	235	212	267
35.00	7	333	218	237	197	183	235	379	151	212	160	211	175	257
34.23	8	334	218	236	196	182	234	377	150	211	159	210	175	257
31.53	9	334	218	235	195	181	233	369	150	209	158	208	179	259

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-17 表 最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動 S d , EW 方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)												
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
77.50	1	9.78	7.46	6.72	6.26	5.81	8.48	12.9	4.77	4.47	5.42	6.27	5.88	8.10
70.20	2	8.77	6.55	6.02	5.54	5.18	7.63	11.7	4.29	3.95	4.84	5.67	5.19	7.17
62.80	3	7.55	5.56	5.17	4.75	4.44	6.60	10.2	3.83	3.33	4.13	4.95	4.35	6.05
56.80	4	6.46	4.78	4.42	4.12	3.80	5.69	8.89	3.41	3.01	3.50	4.33	3.63	5.06
50.30	5	5.42	3.94	3.74	3.41	3.12	4.67	7.38	2.93	2.62	3.00	3.67	3.06	4.00
43.20	6	4.36	3.13	3.06	2.71	2.47	3.60	5.78	2.41	2.17	2.46	3.00	2.55	3.29
35.00	7	3.14	2.44	2.36	2.06	1.82	2.57	4.11	1.80	1.53	1.81	2.29	1.99	2.37
34.23	8	3.08	2.41	2.32	2.03	1.79	2.54	4.02	1.78	1.50	1.78	2.25	1.96	2.36
31.53	9	2.90	2.30	2.21	1.97	1.70	2.47	3.76	1.71	1.42	1.69	2.14	1.89	2.32

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-18 表 最大応答せん断力一覧表（弾性設計用地震動 S d , EW 方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答せん断力(×10 ⁵ kN)												
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
77.50	1	0.98	0.85	0.73	0.77	0.63	0.83	1.13	0.52	0.62	0.73	0.62	0.71	0.88
70.20	2	2.60	2.28	1.92	2.10	1.70	2.28	3.15	1.36	1.65	1.88	1.62	1.92	2.32
62.80	3	4.31	3.64	3.07	3.43	2.74	3.83	5.34	2.16	2.63	2.91	2.55	3.11	3.78
56.80	4	6.04	4.96	4.41	4.67	3.72	5.40	7.60	2.82	3.66	3.75	3.58	4.26	5.22
50.30	5	7.84	6.14	5.86	5.80	4.85	6.97	9.87	3.44	4.72	4.66	4.86	5.34	6.64
43.20	6	9.25	7.23	7.87	6.20	5.55	8.14	12.25	5.01	5.34	5.44	6.80	6.22	7.79
35.00	7	10.06	7.54	8.56	6.77	6.11	8.60	13.05	5.45	5.90	5.78	7.12	6.54	8.66
34.23	8	10.59	7.76	9.01	7.14	6.47	8.86	13.50	5.72	6.32	6.00	7.29	6.75	9.21

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-19 表 最大応答曲げモーメント一覧表
（弾性設計用地震動 S d , 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)												
		Sd-A (H)	Sd-B1 (EW)	Sd-B2 (EW)	Sd-B3 (EW)	Sd-B4 (EW)	Sd-B5 (EW)	Sd-C1 (NSEW)	Sd-C2 (NS)	Sd-C2 (EW)	Sd-C3 (NS)	Sd-C3 (EW)	Sd-C4 (NS)	Sd-C4 (EW)
77.50	1	16.10	16.09	12.58	12.24	12.92	12.99	13.88	9.82	11.45	15.16	9.49	12.89	13.67
70.20	2	47.98	49.75	39.17	38.62	39.09	41.52	47.01	30.78	34.83	47.05	30.27	39.76	44.18
62.80	3	87.55	89.27	72.17	70.01	69.60	75.77	89.82	55.31	61.14	84.39	54.89	71.11	81.76
56.80	4	139.47	136.89	114.29	108.77	105.71	119.44	151.40	84.68	92.63	129.13	85.66	108.83	131.27
50.30	5	204.93	192.47	165.94	161.49	147.07	173.78	234.61	120.95	128.41	180.62	122.74	153.13	194.99
43.20	6	292.33	257.83	219.80	219.69	185.40	244.37	347.63	157.02	156.82	225.77	169.13	199.73	270.60
35.00	7	308.34	272.40	232.35	230.92	195.62	256.32	364.85	165.71	164.63	237.82	177.08	210.32	285.71
34.23	8	339.89	297.36	250.57	250.76	211.47	284.05	406.44	178.02	173.40	252.37	192.76	227.12	313.56

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-20 表 最大応答加速度一覧表（弾性設計用地震動 S_d，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)								
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)
77.50	1	307	229	263	245	236	244	256	236	253
70.20	2	288	215	244	243	221	237	237	203	234
62.80	3	264	201	220	239	204	230	212	174	214
56.80	4	237	193	192	234	185	222	184	157	195
50.30	5	232	190	176	228	166	214	170	148	174
43.20	6	224	186	166	220	152	208	153	150	150
35.00	7	218	181	158	210	150	201	144	160	139
34.23	8	218	181	158	210	150	200	144	161	139
31.53	9	217	181	157	209	149	200	144	161	138

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-21 表 最大応答変位一覧表（弾性設計用地震動 S_d，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)								
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)
77.50	1	0.858	0.491	0.624	0.573	0.667	0.594	0.601	0.425	0.598
70.20	2	0.819	0.462	0.591	0.554	0.647	0.575	0.575	0.405	0.566
62.80	3	0.759	0.417	0.539	0.521	0.614	0.548	0.550	0.373	0.516
56.80	4	0.693	0.370	0.483	0.484	0.579	0.517	0.520	0.336	0.462
50.30	5	0.643	0.336	0.417	0.437	0.537	0.478	0.481	0.291	0.398
43.20	6	0.580	0.297	0.341	0.378	0.489	0.428	0.435	0.254	0.326
35.00	7	0.499	0.249	0.251	0.304	0.451	0.365	0.392	0.217	0.274
34.23	8	0.495	0.246	0.248	0.301	0.450	0.362	0.390	0.215	0.272
31.53	9	0.487	0.242	0.241	0.294	0.447	0.356	0.386	0.212	0.268

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-22 表 最大応答軸力一覧表（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

T. M. S. L. (m)	要素 番号	最大応答軸力(×10 ⁴ kN)								
		Sd-A (V)	Sd-B1 (UD)	Sd-B2 (UD)	Sd-B3 (UD)	Sd-B4 (UD)	Sd-B5 (UD)	Sd-C1 (UD)	Sd-C2 (UD)	Sd-C3 (UD)
77.50	1	5.48	4.08	4.71	4.38	4.22	4.37	4.57	4.12	4.56
70.20	2	15.20	11.32	12.96	12.60	11.67	12.40	12.55	10.83	12.51
62.80	3	25.63	19.08	21.67	22.03	19.72	21.51	20.86	17.71	20.88
56.80	4	36.03	27.32	30.11	32.31	27.85	31.28	28.91	24.08	29.15
50.30	5	46.60	36.22	38.32	43.77	36.20	42.05	36.64	29.97	37.50
43.20	6	56.85	45.97	45.73	55.60	44.23	53.20	43.29	37.52	45.59
35.00	7	63.48	52.85	50.06	63.65	49.23	60.87	47.86	42.59	50.42
34.23	8	68.21	57.78	54.17	69.40	52.78	66.35	51.43	46.22	53.97
31.53										

注記：網掛けは最大値を示す。

第 2.-23 表 材料物性のばらつき検討に用いる地震動

建屋	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d
燃料加工建屋	S_s-A	S_s-A
	S_s-B1	S_s-B1
	S_s-B3	S_s-B3
	S_s-C1	S_s-C1

3. 材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析における固有値解析結果

3.1 解析ケース

材料物性のばらつきを考慮する解析ケースを第 3.1-1 表に示す。

第 3.1-1 表 材料物性のばらつきを考慮する解析ケース

ケース No.	解析ケース	基準地震動 Ss	弾性設計用地震動 Sd
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)	Ss-A, Ss-B1, Ss-B3, Ss-C1	Sd-A, Sd-B1, Sd-B3, Sd-C1
2	地盤物性のばらつきを考慮したケース (-1 σ)	Ss-A, Ss-B1, Ss-B3, Ss-C1	Sd-A, Sd-B1, Sd-B3, Sd-C1

3.2 固有値解析結果

S s - A の結果を代表として、固有値解析結果を第 3.2-1 表に示す。

第 3.2-1 表 固有値解析結果

(a) NS 方向

次数	ケースNo. 0		ケースNo. 1		ケースNo. 2	
	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数
1	3.18	1.378	3.41	1.403	2.96	1.354
2	6.32	0.335	6.73	-0.352	5.92	0.323
3	11.86	-0.159	12.03	-0.186	11.71	-0.137
4	15.32	0.136	15.47	0.166	15.20	0.112

(b) EW 方向

次数	ケースNo. 0		ケースNo. 1		ケースNo. 2	
	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数
1	3.22	1.333	3.46	1.354	2.99	1.314
2	6.29	0.324	6.71	0.335	5.88	0.314
3	12.46	-0.133	12.62	-0.156	12.31	-0.115
4	16.68	0.071	16.92	0.087	16.47	0.058

(c) 鉛直方向

次数	ケースNo. 0		ケースNo. 1		ケースNo. 2	
	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数	固有振動数 (Hz)	刺激係数
1	5.22	1.104	5.62	1.121	4.85	1.090
2	22.02	-0.136	22.16	-0.158	21.91	-0.116

3.3 地震応答解析結果

(1) 基準地震動 S_s

基準地震動 S_s による最大応答値については、添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」に示す。

(2) 弾性設計用地震動 S_d

弾性設計用地震動 S_d による最大応答値については、添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」に示す。

参考資料

燃料加工建屋における
建屋物性のばらつきによる
建屋応答への影響

目 次

1.	概要	参考-1
2.	建屋物性のばらつきの設定	参考-2
2.1	コンクリート強度による建屋物性のばらつきの設定	参考-2
2.2	補助壁の考慮による建屋物性のばらつきの設定	参考-4
3.	地震応答解析による建屋物性のばらつきの影響検討	参考-14
3.1	固有値解析結果	参考-15
3.2	地震応答解析結果	参考-19

1. 概要

本資料は、別紙2の参考資料として、燃料加工建屋における建屋物性のばらつきによる建屋応答への影響について説明するものである。

建屋物性のばらつきについては、コンクリート強度を実強度とし、耐震壁に加え補助壁を剛性に考慮することが考えられるが、建物・構築物の耐力及び剛性が向上することから、添付書類「Ⅲ-2-1-1-1-1-1-1 燃料加工建屋の地震応答計算書」の基本ケース（ケース No.0）（以下、「基本ケース」という。）の地震応答解析結果に比べ、応答せん断ひずみ度は小さくなると考えられる。

このことから、建屋物性のばらつきを考慮したケースに比べ、基本ケースは保守的な評価であるため、建屋物性のばらつきは考慮しないこととしている。

上記を踏まえ、建屋物性のばらつきを考慮した場合の建屋応答に及ぼす影響について、基本ケースの地震応答解析結果との比較により確認する。

2. 建屋物性のばらつきの設定

2.1 コンクリート強度による建屋物性のばらつきの設定

建屋物性のばらつきとして考慮するコンクリートの実強度については、本文「2.1.2 建屋物性のばらつきの設定条件」に基づき設定する。

旧調査として既認可での使用前検査の実績である、2014年、2015年の基礎スラブ及び地下3階壁・柱等のコンクリートの56日強度データの統計値及び、新調査として2015年以降（2021年）のデータである現在建設中の地下3階壁・床等の28日強度データの統計値を第2.1-1表に示す。コンクリート強度のばらつきの設定結果を第2.1-2表に示す。

2014年、2015年のコンクリート及び2015年以降のコンクリートについては、設計基準強度は等しいが、JASS5Nの準拠している年度版が異なる*ため、調査が若干異なっている。

新旧調査によるコンクリートの圧縮強度試験結果を比較すると、旧調査の既認可での使用前検査の実績であるコンクリートの圧縮強度試験結果の平均値は、 43.8N/mm^2 であるのに対して、新調査でのコンクリートの圧縮強度試験結果の平均値は、 48.4N/mm^2 と値が大きくなっている。建屋剛性のばらつきに対する検討としては、建屋剛性のばらつき幅を大きく設定する方が保守的な検討となると考えられることから、基本ケースでのコンクリート強度 30N/mm^2 に対して強度が大きくなるように、新調査での圧縮強度試験結果の平均値を切り上げた 50N/mm^2 を実強度として検討を実施することとする。また、当該実強度は、「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準（（社）日本原子力学会、2015）」にコンクリート実強度の統計値として記載される、設計基準強度の1.4倍以上の値となることを確認している。

*：2014年、2015年のコンクリートについては「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事（（社）日本建築学会、2001）（以下、「JASS5N2001年版」という）」に準拠する調査となっている。2015年以降（2021年）のコンクリートは「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事（（社）日本建築学会、2013）（以下、「JASS5N2013年版」という）」に適合する調査となっている。

第 2.1-1 表 コンクリートの圧縮強度データの統計値

(a) 旧調査のコンクリートの 56 日強度データ

検査 実施年	データの 位置付け	打設箇所	平均値 (N/mm ²)	標準偏差 (N/mm ²)	最大値 (N/mm ²)	最小値 (N/mm ²)	中央値 (N/mm ²)	データ数 (個)
2014 年, 2015 年	既認可での使用前 検査の実績	基礎 +地下 3 階	43.8	4.36	56.0	36.5	42.7	83

(b) 新調査のコンクリートの 28 日強度データ

検査 実施年	データの 位置付け	打設箇所	平均値 (N/mm ²)	標準偏差 (N/mm ²)	最大値 (N/mm ²)	最小値 (N/mm ²)	中央値 (N/mm ²)	データ数 (個)
2021 年	自主検査	地下 3 階	48.4	1.60	50.8	44.2	48.9	18

* : 新調査では JASS5N2001 年版から JASS5N2013 年版に基づく管理に変更したため、データの材齢が異なる

第 2.1-2 表 コンクリート強度のばらつきの設定結果

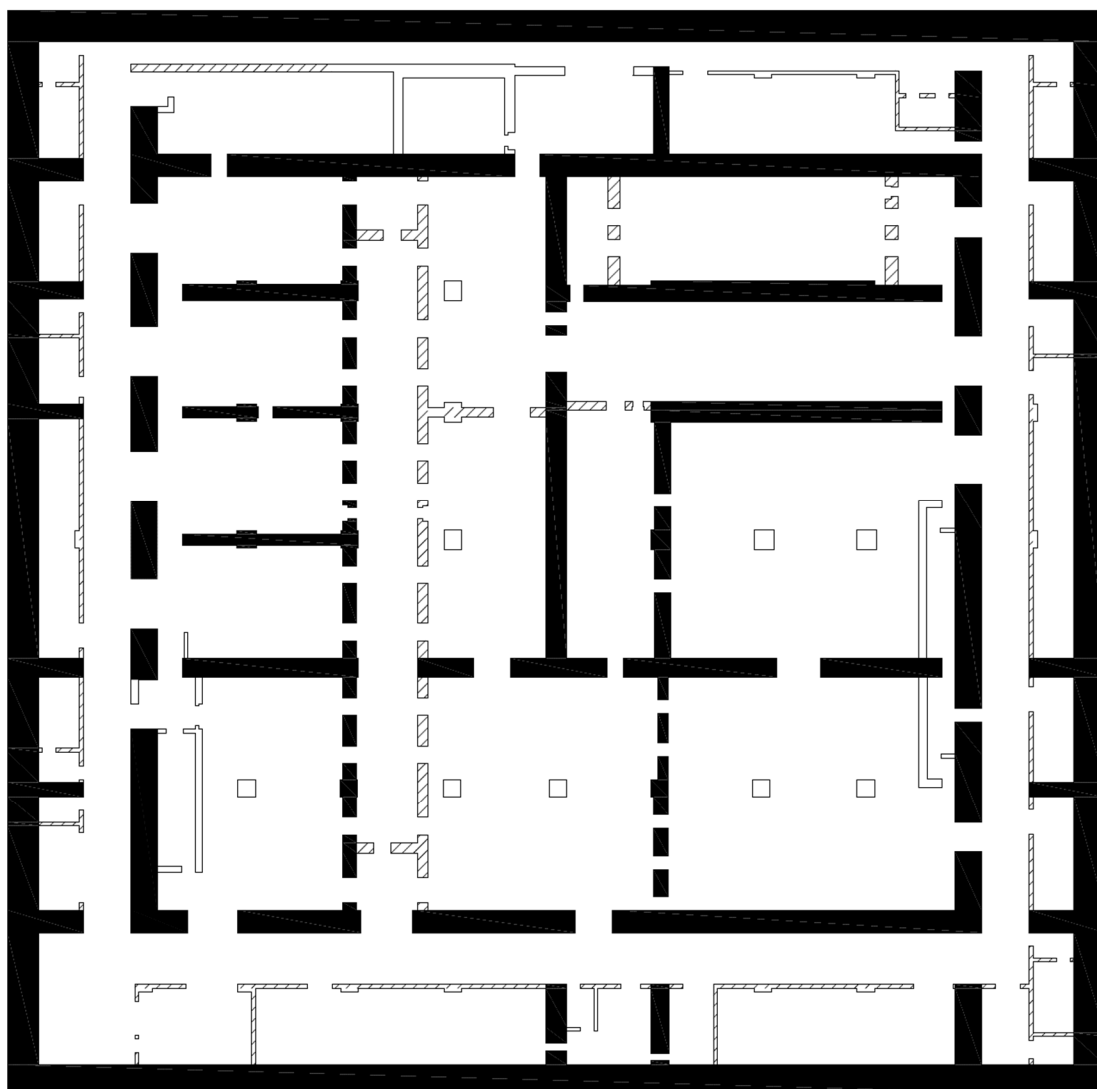
	コンクリート強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
基本ケース (設計基準強度)	30	2.44×10^4
実強度	50 (1.67)	2.90×10^4 (1.19)

注記 : () 内は、基本ケースに対する比率を示す。

2.2 補助壁の考慮による建屋物性のばらつきの設定

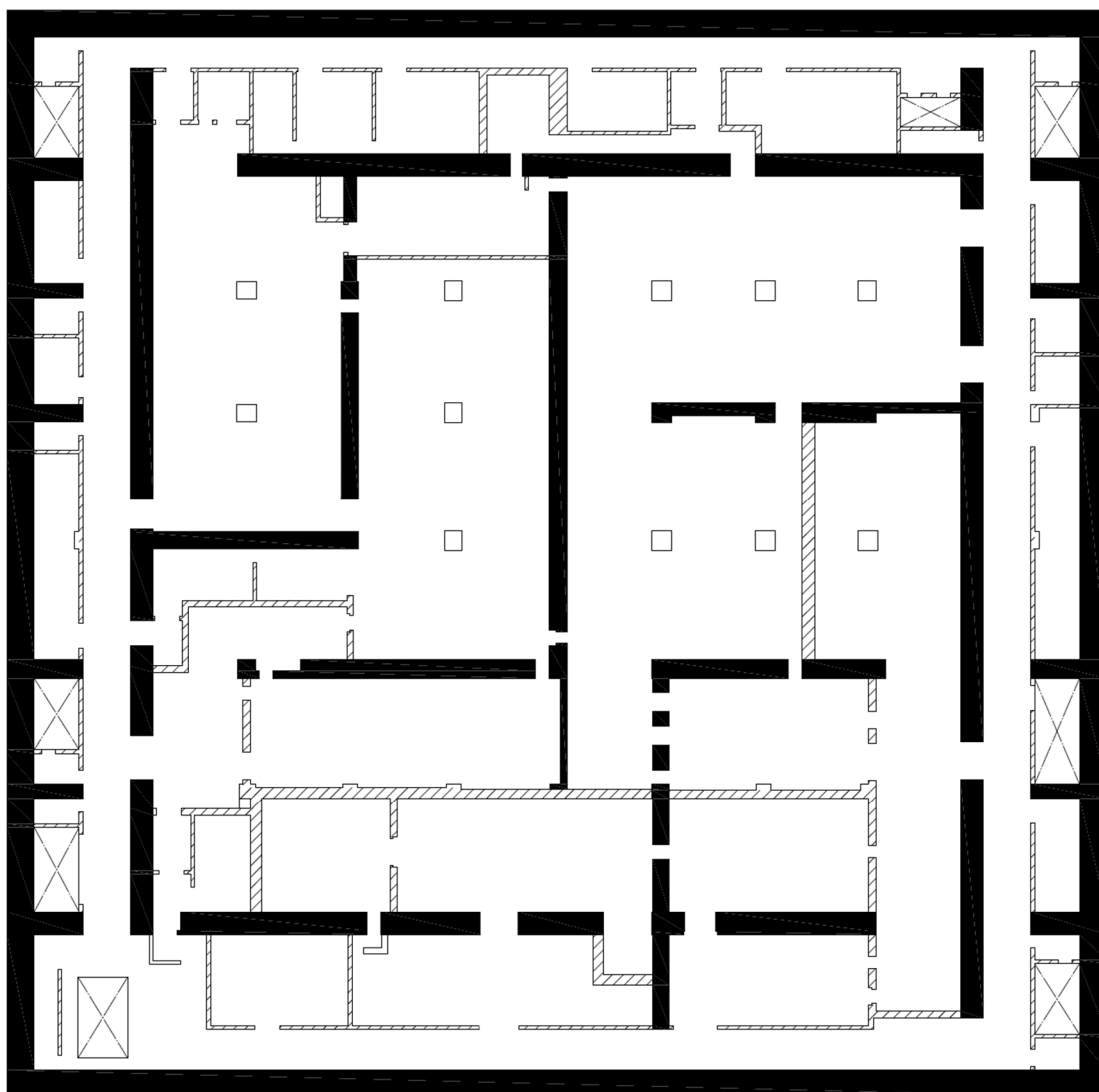
本文「2.1.2 建屋物性のばらつきの設定条件」に基づき，建屋物性のばらつきとして考慮する補助壁を選定する。

建屋物性のばらつきとして考慮する補助壁を第 2.2-1 図に，補助壁を考慮した場合のせん断断面積及び軸断面積を第 2.2-1 表に示す。



: 耐震壁
 : 補助壁

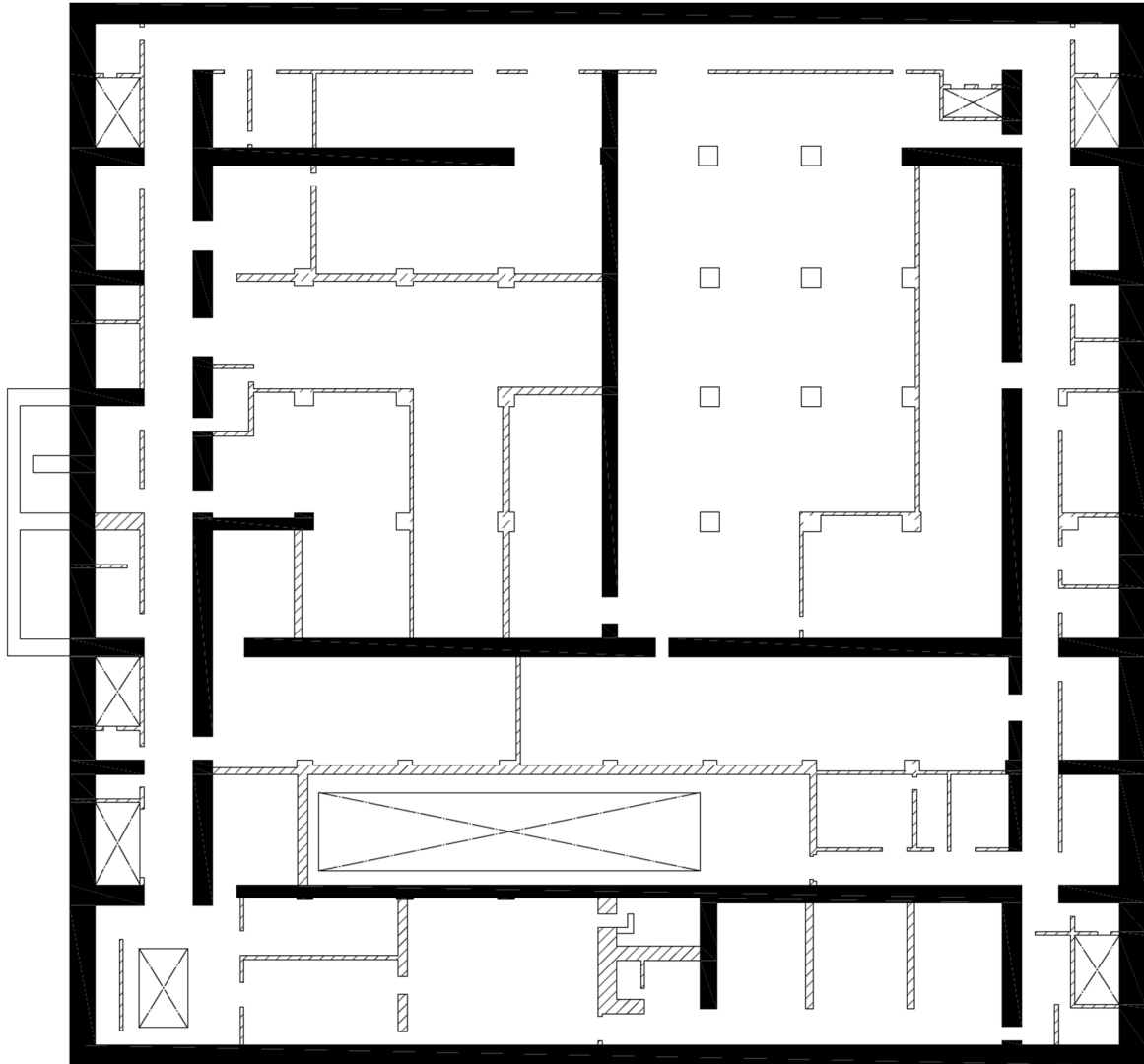
第 2.2-1 図 燃料加工建屋の建屋物性のばらつきとして
 考慮している補助壁 (1/6)
 (T. M. S. L. 43.20m ~ T. M. S. L. 35.00m)



■ : 耐震壁
▨ : 補助壁

第 2.2-1 図 燃料加工建屋の建屋物性のばらつきとして
考慮している補助壁 (2/6)

(T. M. S. L. 50.30m ~ T. M. S. L. 43.20m)

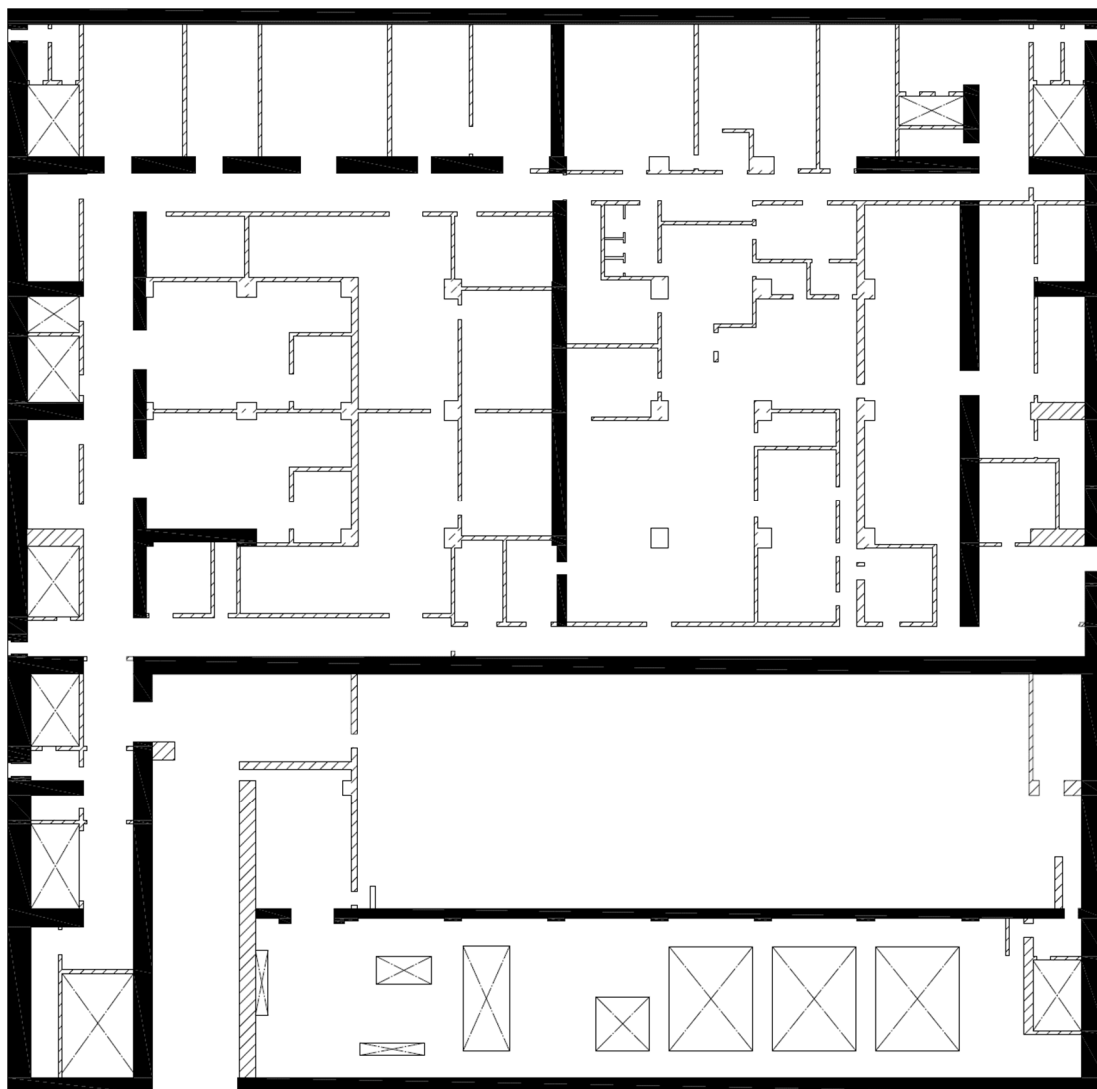


■ : 耐震壁

▨ : 補助壁

第 2.2-1 図 燃料加工建屋の建屋物性のばらつきとして
考慮している補助壁 (3/6)

(T. M. S. L. 56.80m ~ T. M. S. L. 50.30m)

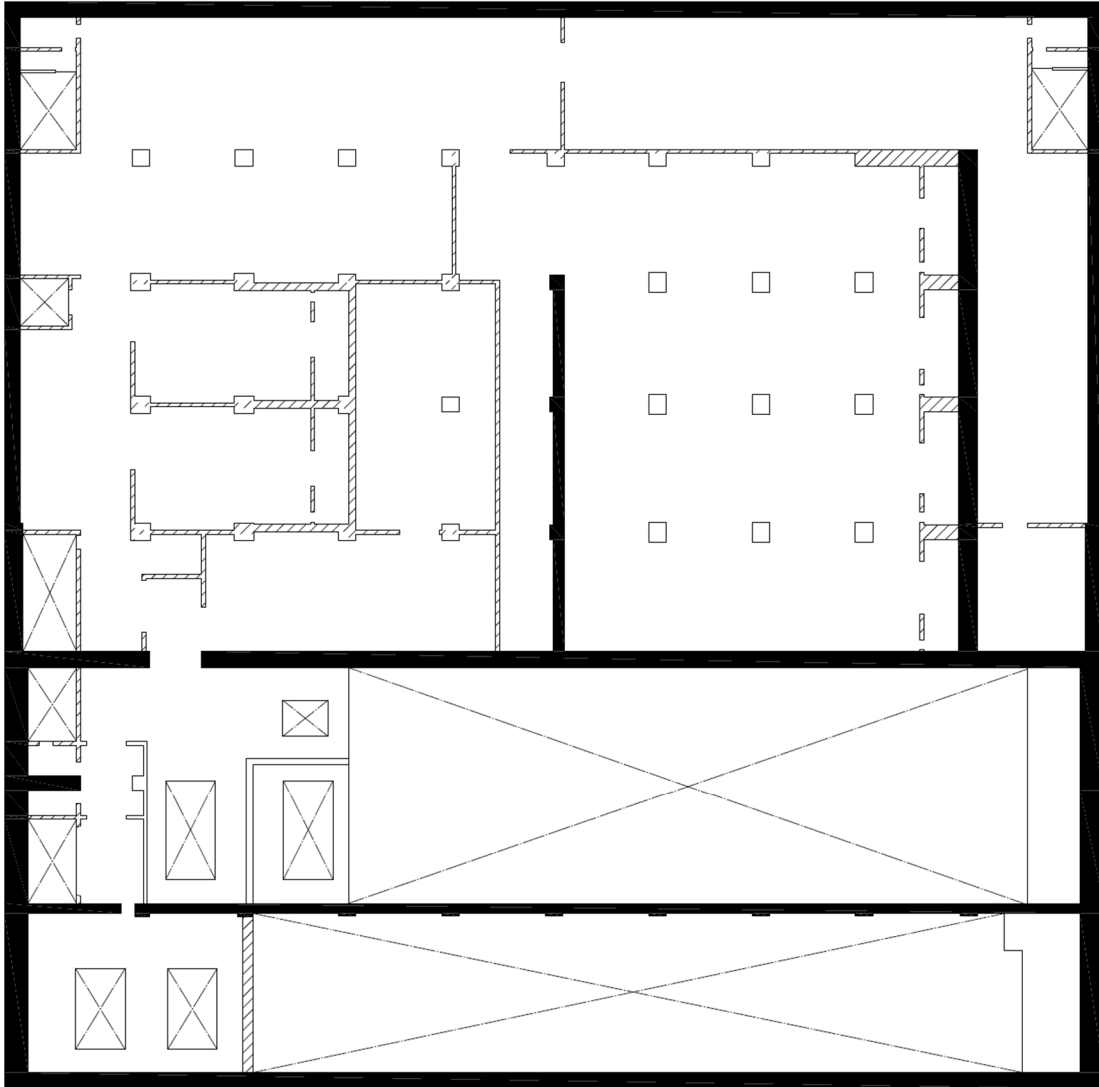




■ : 耐震壁

▨ : 補助壁

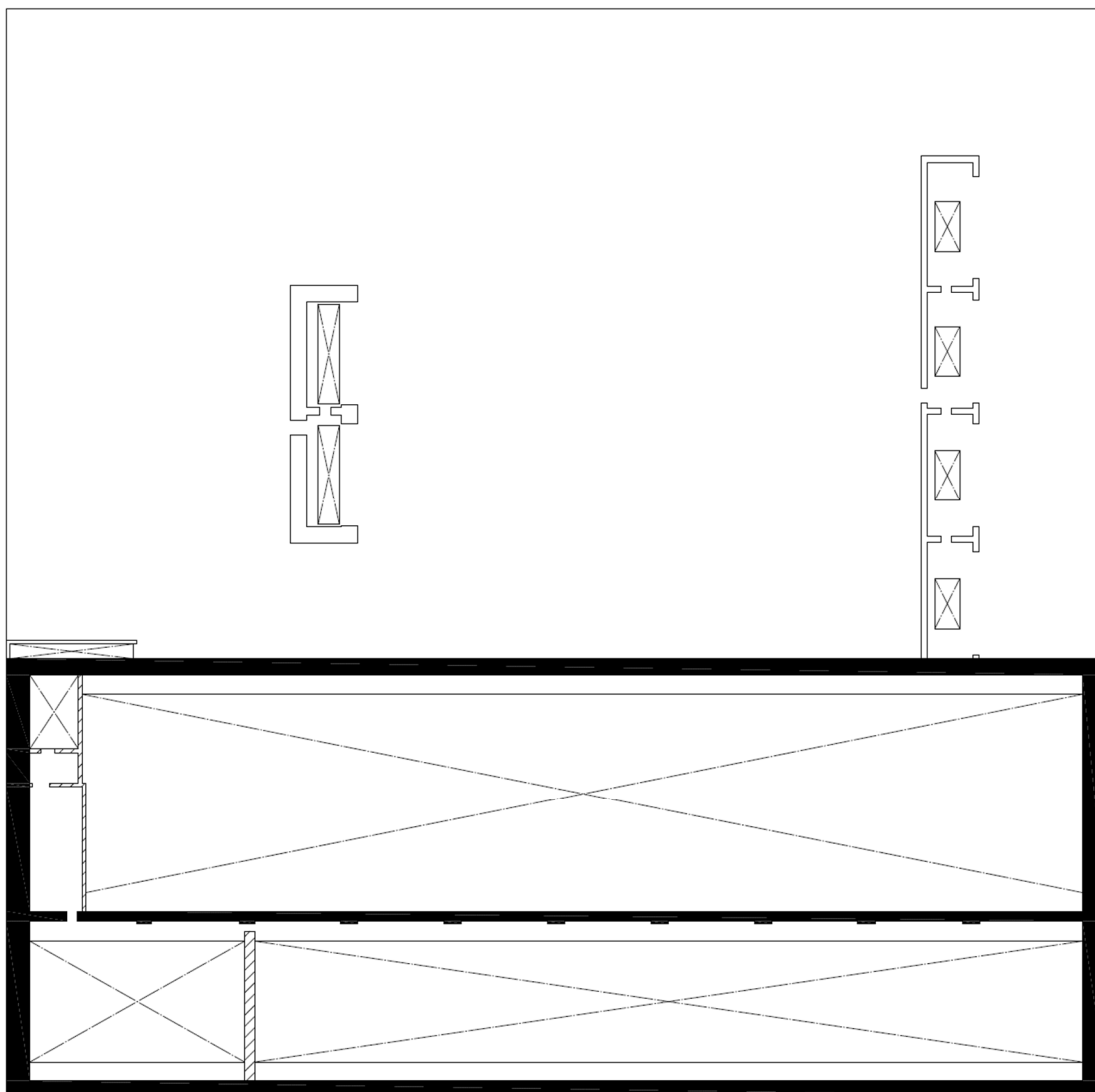
第 2.2-1 図 燃料加工建屋の建屋物性のばらつきとして
考慮している補助壁 (4/6)

(T. M. S. L. 62.80m ~ T. M. S. L. 56.80m)



-  : 耐震壁
-  : 補助壁

第 2.2-1 図 燃料加工建屋の建屋物性のばらつきとして
考慮している補助壁 (5/6)
(T. M. S. L. 70.20m ~ T. M. S. L. 62.80m)



■ : 耐震壁

▨ : 補助壁

第 2.2-1 図 燃料加工建屋の建屋物性のばらつきとして
考慮している補助壁 (6/6)

(T. M. S. L. 77.50m ~ T. M. S. L. 70.20m)

第 2.2-1 表 補助壁を考慮した場合のせん断断面積及び軸断面積 (1/3)
(NS 方向)

要素 番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	せん断断面積 A_s (m ²)			
		①設工認 (基本ケース)	②補助壁	①+②	比率
1	77.50~70.20	133.3	17.0	150.3	1.13
2	70.20~62.80	362.5	71.3	433.8	1.20
3	62.80~56.80	474.4	191.4	665.8	1.40
4	56.80~50.30	640.5	151.8	792.3	1.24
5	50.30~43.20	749.8	145.4	895.2	1.19
6	43.20~35.00	876.1	98.8	974.9	1.11
7	35.00~34.23	2956.9	0.0	2956.9	1.00
8	34.23~31.53	7708.6	0.0	7708.6	1.00
合計		13902.1	675.7	14577.8	1.05

第 2.2-1 表 補助壁を考慮した場合のせん断断面積及び軸断面積 (2/3)
(EW 方向)

要素 番号	要素位置	せん断断面積 A_s (m ²)			
	T. M. S. L. (m)	①設工認 (基本ケース)	②補助壁	①+②	比率
1	77.50~70.20	300.1	3.0	303.1	1.01
2	70.20~62.80	415.6	81.4	497.0	1.20
3	62.80~56.80	522.9	151.4	674.3	1.29
4	56.80~50.30	633.2	151.1	784.3	1.24
5	50.30~43.20	791.3	131.6	922.9	1.17
6	43.20~35.00	975.9	61.2	1037.1	1.06
7	35.00~34.23	3852.8	0.0	3852.8	1.00
8	34.23~31.53	7708.6	0.0	7708.6	1.00
合計		15200.4	579.7	15780.1	1.04

第 2.2-1 表 補助壁を考慮した場合のせん断断面積及び軸断面積 (3/3)
(鉛直方向)

要素 番号	要素位置 T. M. S. L. (m)	軸断面積 A (m ²)			
		①設工認 (基本ケース)	②補助壁	①+②	比率
1	77.50~70.20	420.5	17.6	438.1	1.04
2	70.20~62.80	760.0	131.6	891.6	1.17
3	62.80~56.80	957.1	293.9	1251.0	1.31
4	56.80~50.30	1208.1	258.4	1466.5	1.21
5	50.30~43.20	1468.1	230.1	1698.2	1.16
6	43.20~35.00	1718.0	126.7	1844.7	1.07
7	35.00~34.23	4064.6	0.0	4064.6	1.00
8	34.23~31.53	7708.6	0.0	7708.6	1.00
合計		18305.0	1058.3	19363.3	1.06

3. 地震応答解析による建屋物性のばらつきの影響検討

本章では、建屋物性のばらつきを考慮したモデルにより地震応答解析を実施し、建物・構築物の応答並びに耐震安全性に及ぼす影響について確認する。

評価ケースを第 3.-1 表に示す。なお、検討用地震動は、基準地震動 S_s のうち、卓越周期に著しい偏りがなく、継続時間が長い S_s-A を用い、建屋物性のばらつきが建屋応答に与える影響についてその傾向を把握する。

第 3.-1 表 評価ケース

評価ケース	建屋物性	
	コンクリート強度	補助壁
基本ケース	設計基準強度	非考慮
建屋物性のばらつきを考慮したケース	実強度	考慮

3.1 固有値解析結果

建屋物性のばらつきを考慮した解析モデルを用い、固有値解析を実施し、基本ケースと建屋物性のばらつきを考慮したケースの比較を行う。固有値解析結果を第 3.1-1 表、刺激関数図を第 3.1-1 図～第 3.1-3 図に示す。

建屋物性のばらつきを考慮したケースでは、コンクリートの実強度及び補助壁を考慮し、建屋剛性が大きくなったため、基本ケースと比較して、固有振動数が上昇することが確認できる。

第 3.1-1 表 固有値解析結果

(単位：Hz)

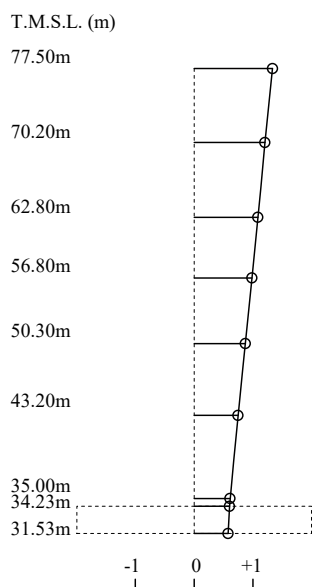
次数	NS 方向	
	基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
1	3.18	3.29
2	6.32	6.48
3	11.86	13.94
4	15.32	17.24

次数	EW 方向	
	基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
1	3.22	3.31
2	6.29	6.42
3	12.46	14.57
4	16.68	18.27

次数	UD 方向	
	基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
1	5.22	5.29
2	22.02	25.92

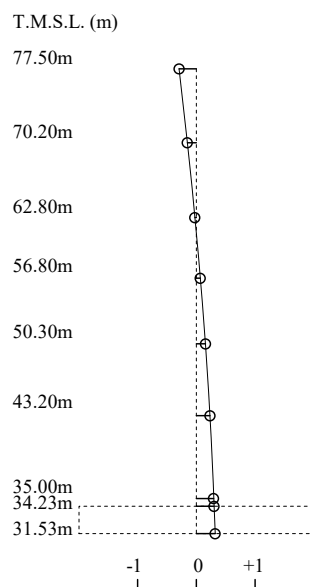
1 次モード

固有周期 $T_1=0.304$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.29$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.336$



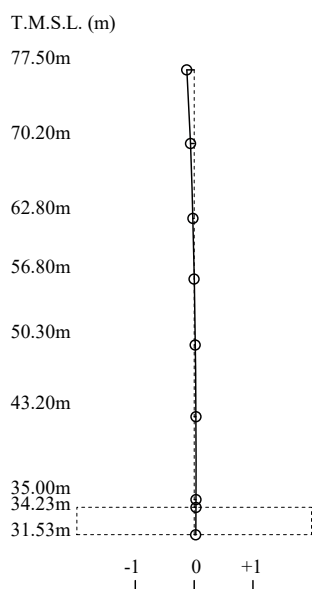
2 次モード

固有周期 $T_2=0.154$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.48$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.321$



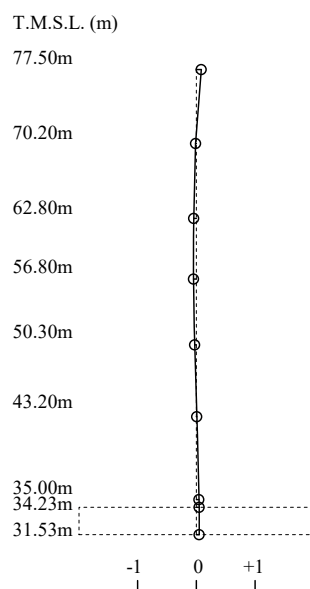
3 次モード

固有周期 $T_3=0.072$ (s)
 固有振動数 $f_3=13.94$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.124$



4 次モード

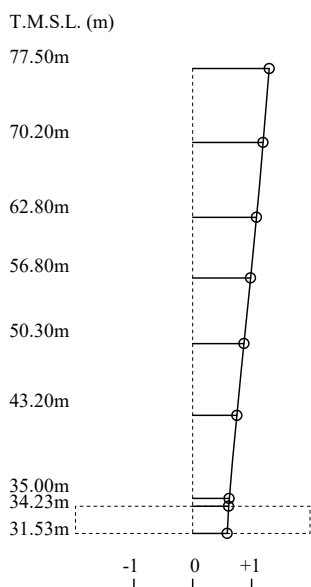
固有周期 $T_4=0.058$ (s)
 固有振動数 $f_4=17.24$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.086$



第 3.1-1 図 建屋物性のばらつきを考慮したケースの刺激関数図 (NS 方向)

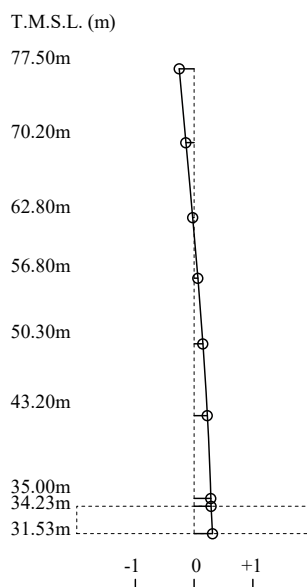
1 次モード

固有周期 $T_1=0.302$ (s)
 固有振動数 $f_1=3.31$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.302$



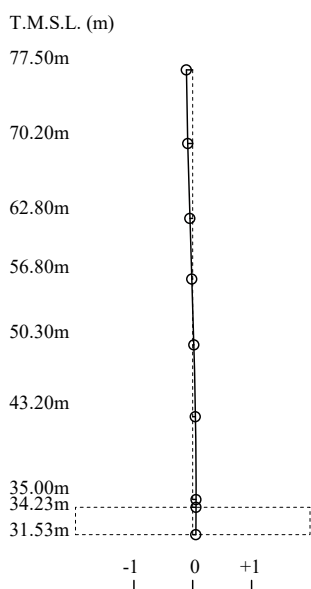
2 次モード

固有周期 $T_2=0.156$ (s)
 固有振動数 $f_2=6.42$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=0.312$



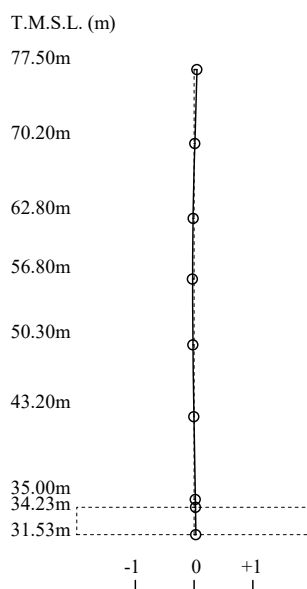
3 次モード

固有周期 $T_3=0.069$ (s)
 固有振動数 $f_3=14.57$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_3=-0.107$



4 次モード

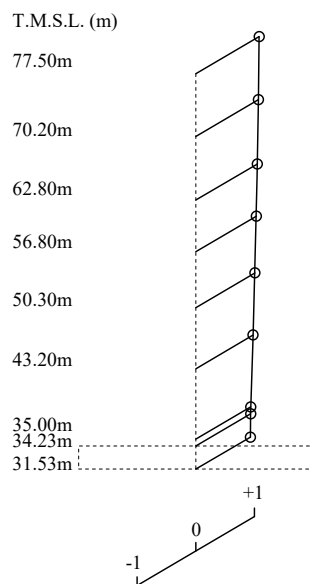
固有周期 $T_4=0.055$ (s)
 固有振動数 $f_4=18.27$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_4=0.048$



第 3.1-2 図 建屋物性のばらつきを考慮したケースの刺激関数図 (EW 方向)

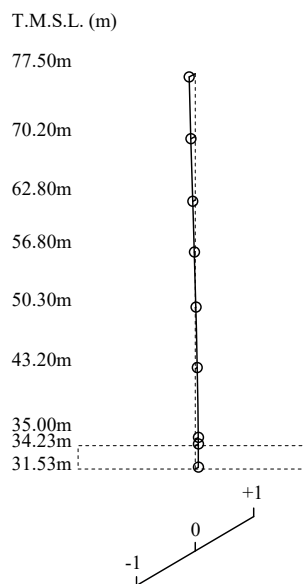
1 次モード

固有周期 $T_1=0.189$ (s)
 固有振動数 $f_1=5.29$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_1=1.077$



2 次モード

固有周期 $T_2=0.039$ (s)
 固有振動数 $f_2=25.92$ (Hz)
 刺激係数 $\beta_2=-0.102$



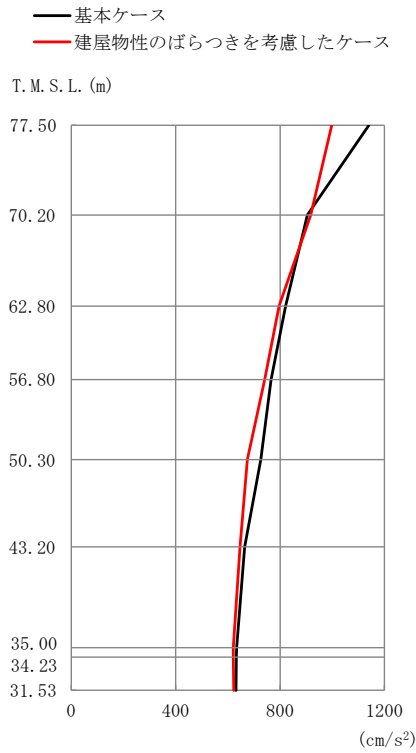
第 3.1-3 図 建屋物性のばらつきを考慮したケースの刺激関数図 (鉛直方向)

3.2 地震応答解析結果

最大応答値を第 3.2-1 図～第 3.2-11 図に，せん断力-せん断ひずみ度関係（ $Q-\gamma$ 関係）の比較を第 3.2-12 図～第 3.2-13 図に示す。

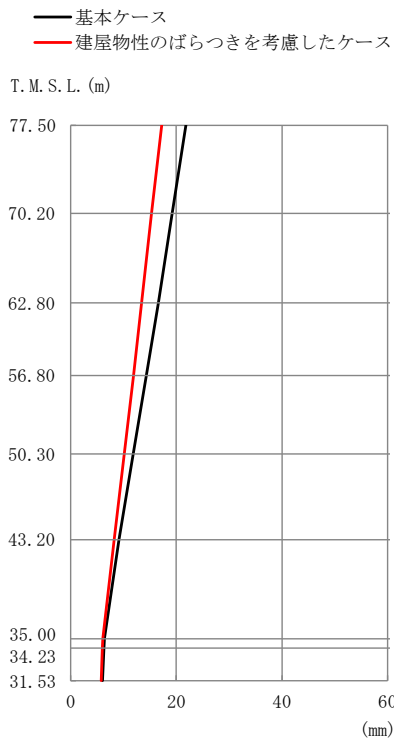
水平方向について，基本ケースと建屋物性のばらつきを考慮したケースでは，最大応答加速度，最大応答変位，最大応答せん断力，最大応答曲げモーメント及び最大せん断ひずみ度は，概ね同等または建屋物性のばらつきを考慮したケースで小さくなっていることを確認した。

鉛直方向について，基本ケースと建屋物性のばらつきを考慮したケースでは，最大応答加速度，最大応答変位及び最大応答軸力は，概ね同等または建屋物性のばらつきを考慮したケースで小さくなっていることを確認した。



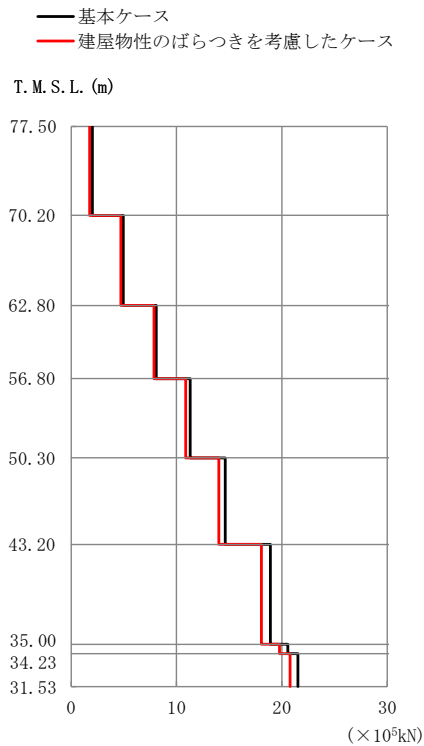
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
77.50	1	1140	998
70.20	2	904	918
62.80	3	822	796
56.80	4	766	741
50.30	5	726	674
43.20	6	664	646
35.00	7	633	621
34.23	8	632	621
31.53	9	631	622

第 3.2-1 図 最大応答加速度 (NS 方向)



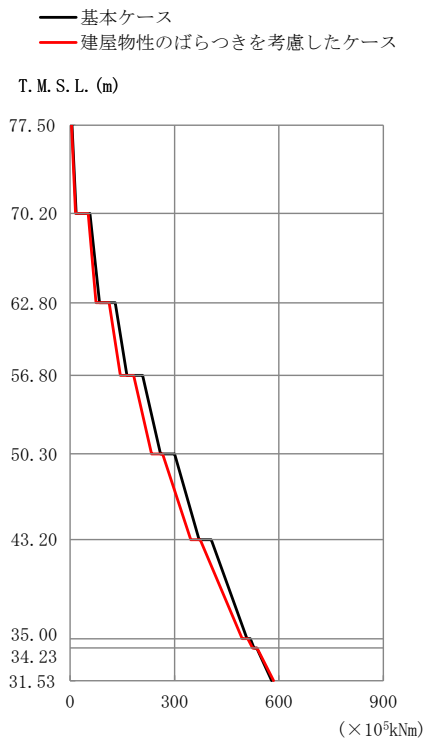
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
		基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
77.50	1	21.8	17.3
70.20	2	19.2	15.3
62.80	3	16.6	13.4
56.80	4	14.3	11.9
50.30	5	11.9	10.2
43.20	6	9.16	8.27
35.00	7	6.40	6.10
34.23	8	6.30	6.02
31.53	9	6.04	5.78

第 3.2-2 図 最大応答変位 (NS 方向)



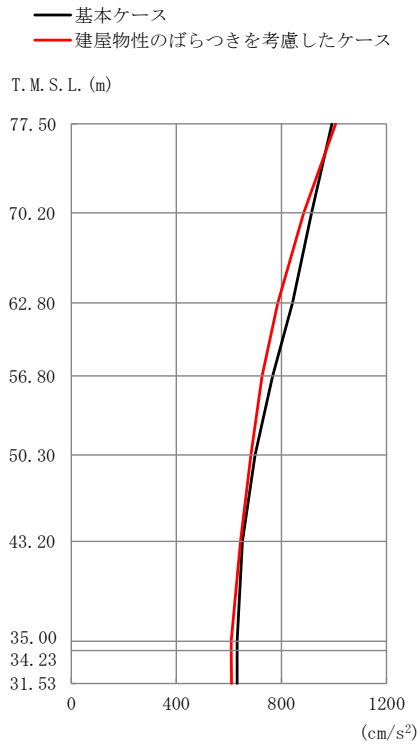
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^5 \text{kN}$)	
		基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
77.50	1	2.02	1.77
70.20	2	4.95	4.72
62.80	3	8.08	7.85
56.80	4	11.31	10.87
50.30	5	14.62	14.02
43.20	6	18.91	18.06
35.00	7	20.57	19.78
34.23	8	21.52	20.79
31.53			

第 3.2-3 図 最大応答せん断力 (NS 方向)



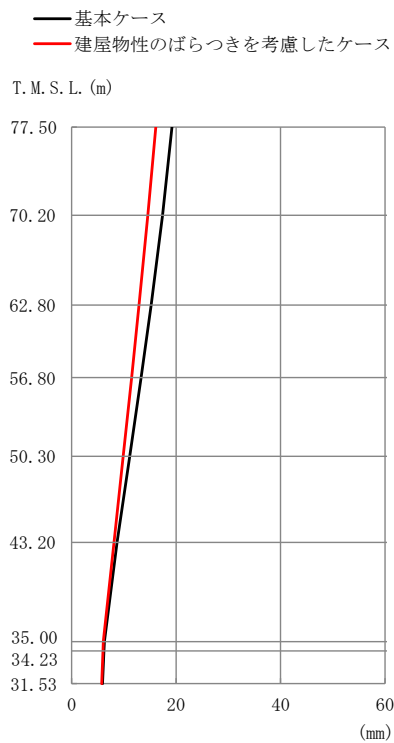
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5 \text{kNm}$)	
		基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
77.50	1	17.79	15.58
70.20	2	84.78	74.23
62.80	3	163.56	144.35
56.80	4	260.03	234.33
50.30	5	370.83	346.74
43.20	6	507.79	494.30
35.00	7	528.71	523.97
34.23	8	579.12	584.78
31.53			

第 3.2-4 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向)



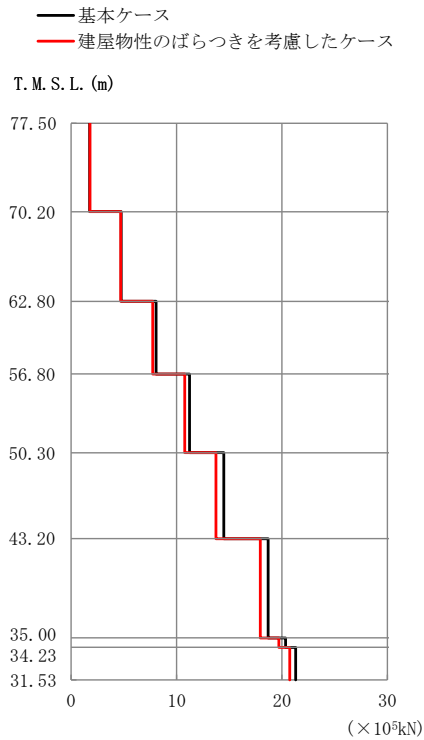
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
77.50	1	993	1007
70.20	2	915	885
62.80	3	843	786
56.80	4	767	727
50.30	5	700	684
43.20	6	651	645
35.00	7	632	609
34.23	8	632	609
31.53	9	632	610

第 3.2-5 図 最大応答加速度 (EW 方向)



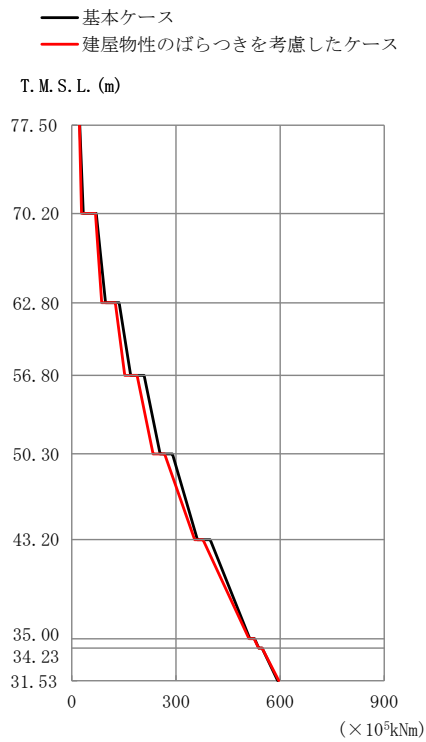
T. M. S. L. (m)	質点番号	最大応答変位 (mm)	
		基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
77.50	1	19.2	16.2
70.20	2	17.4	14.6
62.80	3	15.2	12.9
56.80	4	13.3	11.5
50.30	5	11.1	9.89
43.20	6	8.73	8.10
35.00	7	6.26	6.08
34.23	8	6.18	6.00
31.53	9	5.92	5.77

第 3.2-6 図 最大応答変位 (EW 方向)



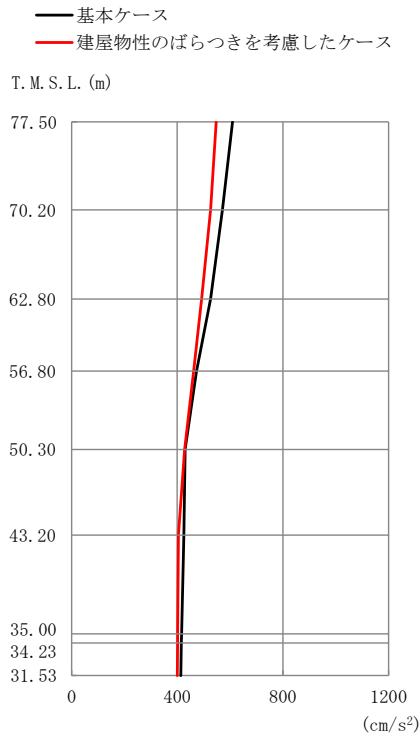
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答せん断力 ($\times 10^5 \text{kN}$)	
		基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
77.50	1	1.76	1.79
70.20	2	4.73	4.70
62.80	3	8.05	7.74
56.80	4	11.23	10.76
50.30	5	14.49	13.74
43.20	6	18.68	17.93
35.00	7	20.34	19.70
34.23	8	21.30	20.75
31.53			

第 3.2-7 図 最大応答せん断力 (EW 方向)



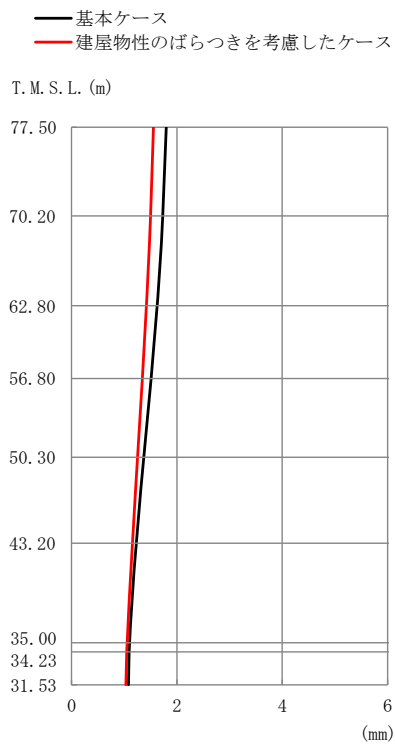
T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^5 \text{kNm}$)	
		基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
77.50	1	32.82	27.97
70.20	2	96.95	86.04
62.80	3	169.02	152.72
56.80	4	254.17	233.59
50.30	5	361.47	353.73
43.20	6	512.56	509.91
35.00	7	538.63	537.87
34.23	8	592.99	595.95
31.53			

第 3.2-8 図 最大応答曲げモーメント (EW 方向)



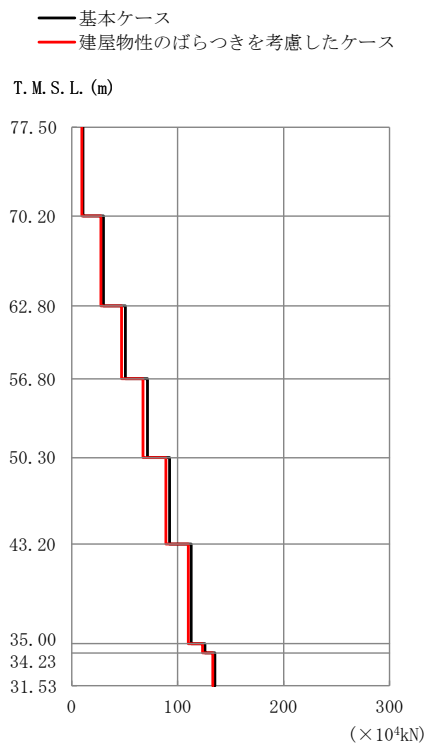
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース
77.50	1	609	547
70.20	2	571	526
62.80	3	526	493
56.80	4	473	462
50.30	5	430	428
43.20	6	425	404
35.00	7	417	401
34.23	8	416	401
31.53	9	414	400

第 3.2-9 図 最大応答加速度 (鉛直方向)



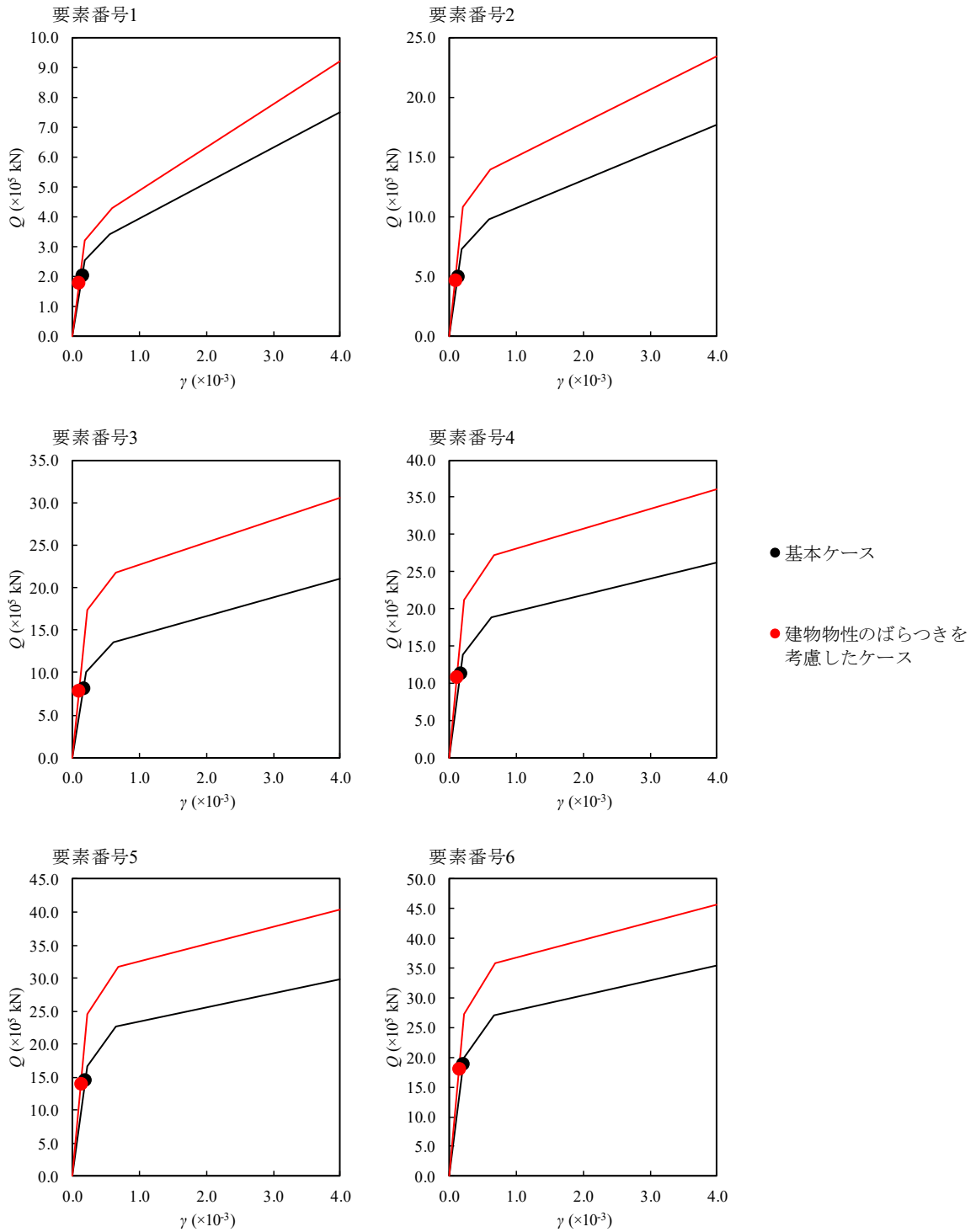
T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)	
		基本ケース	建屋物性の ばらつきを考慮 したケース
77.50	1	1.80	1.56
70.20	2	1.73	1.50
62.80	3	1.63	1.42
56.80	4	1.51	1.35
50.30	5	1.37	1.26
43.20	6	1.23	1.15
35.00	7	1.10	1.05
34.23	8	1.09	1.05
31.53	9	1.08	1.04

第 3.2-10 図 最大応答変位 (鉛直方向)

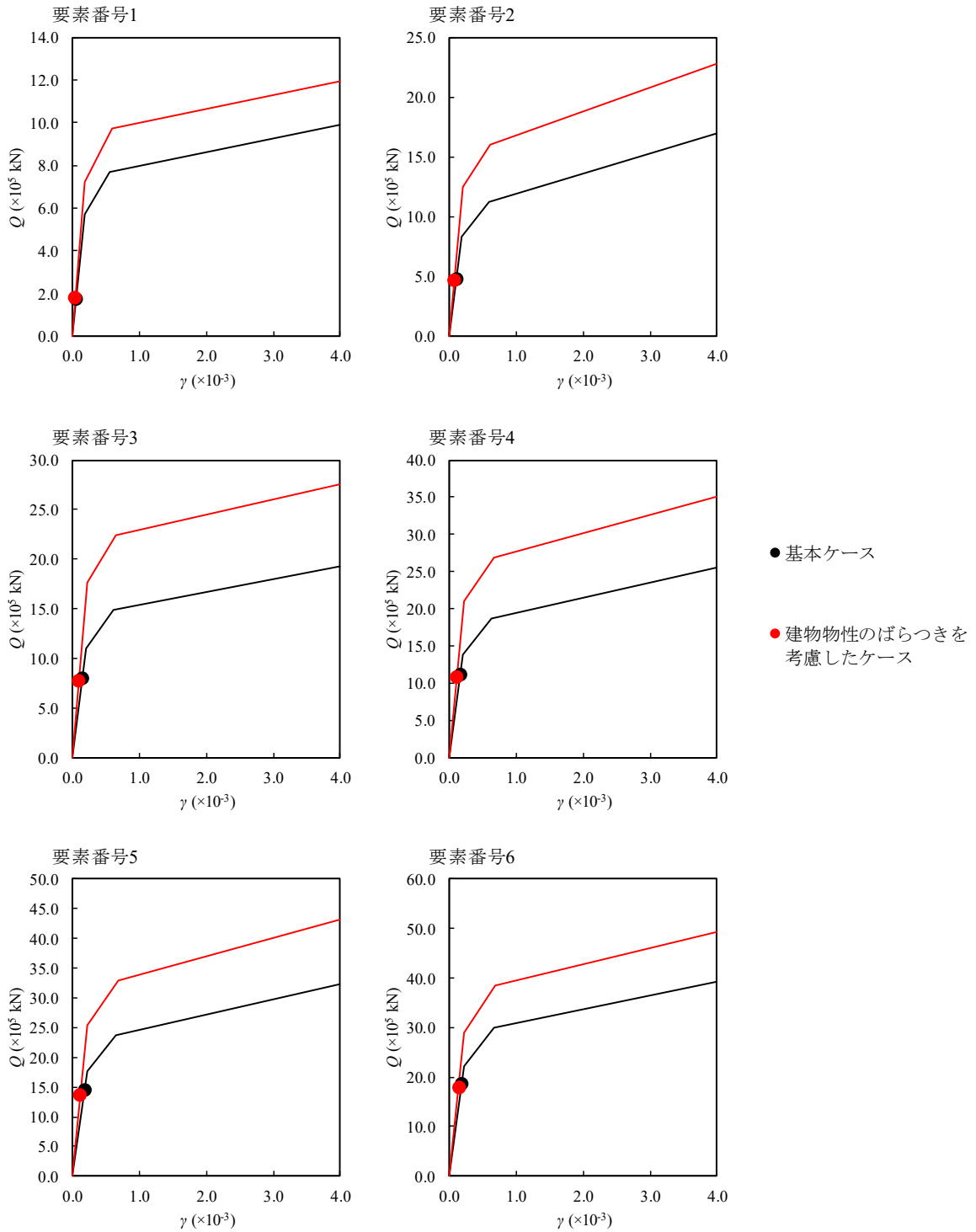


T. M. S. L. (m)	要素番号	最大応答軸力 ($\times 10^4 \text{kN}$)	
		基本ケース	建屋物性のばらつきを考慮したケース
77.50	1	10.82	9.78
70.20	2	30.04	27.56
62.80	3	50.75	47.02
56.80	4	71.51	67.31
50.30	5	92.53	88.80
43.20	6	112.80	109.92
35.00	7	125.90	123.55
34.23	8	135.25	133.27
31.53			

第 3.2-11 図 最大応答軸力 (鉛直方向)



第 3.2-12 図 Q- γ 関係と最大応答値 (NS 方向)



第 3.2-13 図 Q- γ 関係と最大応答値 (EW 方向)