

【公開版】

再処理事業所  
再処理施設  
MOX燃料加工施設

---

燃料加工建屋の耐震評価結果  
(改訂1)

令和4年2月14日



## 前回審査会合（2022年1月31日）におけるコメント

コメント内容	回答
<p>基準地震動<math>S_s</math>を1.2倍した地震力に対する確認の考え方については、事業許可時の議論や当時の約束事項等を踏まえた上で</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・何故1.2倍の地震力に対して確認することとしたのか</li><li>・1.2倍という値の成り立ちや意味</li><li>・何をもって重大事故等に対処可能とするか等</li></ul> <p>に立ち戻った上で、「<math>S_s</math>」と「<math>1.2 \times S_s</math>」における評価内容の位置付けの違いを整理すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>・事業許可時の説明において、重大事故等対処では、技術的想定を超えた状態での事故の発生を想定することから、種々の不確実性を考慮しても対処が可能である必要があり、設備等の設計による機能の確保だけでなく、技術的能力の観点で重大事故等の対処の成立性を確認することとしている。</li><li>・重大事故等は、設計基準事故で想定した条件よりもさらに厳しい条件を仮定することにより重大事故等の発生を想定するため、「設計条件を超える地震」の指標として基準地震動<math>S_s</math>を1.2倍した地震力を設定し、重大事故等への対処が可能であることを確認する。</li><li>・そのため、重大事故等対処においては、「設計を上回る状態でのハード面における設備等の設計による機能の確保」と「ソフト面における技術的能力の観点での手順等による対処手段の確保」の組み合わせにより成立性を確認するものであり、基準地震動に対する設備等の健全性を確認するものと位置付けが異なるものであることを整理した。</li></ul>

本資料は、上記のコメント内容を踏まえ、前回審査会合資料に内容を追加することで説明するものである。

# 目次

---

(1) 基本方針	4
(2) 地震応答解析	13
(3) 耐震評価	16
(4) まとめ	26

# (1) 基本方針

## 燃料加工建屋の構造について

### ■ 燃料加工建屋の構造計画

- 燃料加工建屋は、バランスよく配置された耐震壁により地震力を負担する壁式鉄筋コンクリート造としている。
- 壁及び床スラブは剛性の高い構造とし、荷重がスムーズに伝達される構造としている。
- 基礎は直接基礎で上部構造に生じる応力を支持地盤に伝達させる上で十分な剛性を持ち、岩盤に支持させている。

燃料加工建屋の構造概要	
設置地盤	マンメイドロックを介して岩盤（鷹架層）に設置
構造概要	RC造
基礎	直接基礎 厚さ約2.7m
平面形状	約87.30m(NS)×約88.30m(EW)
高さ	基礎底面から約45.97m
図面	

## (1) 基本方針

# 耐震評価方針（安全機能を有する施設，重大事故等対処施設）

### ■ 燃料加工建屋の地震に対する機能要求及び耐震評価方針

安全機能を有する施設及び重大事故等対処施設の耐震評価は、「加工施設の技術基準に関する規則」に適合するように実施する。

#### ＜安全機能を有する施設としての評価（規則5条，6条）＞

- 燃料加工建屋は、「閉じ込め機能を有するSクラスの壁及び床※」を内包する建屋であり，建屋全体としては，Sクラス施設の間接支持構造物として**支持機能**を有する。
- 閉じ込め機能及び支持機能については，**基準地震動Ss**による地震力に対してその機能を損なわない設計とする。
- 閉じ込め機能を有するSクラスの壁及び床に対しては，「**基準地震動Ssによる地震力**」及び「**弾性設計用地震動Sd及び静的地震力のいずれか大きい方の地震力**」に対して**Sクラスとしての構造強度**を有する設計とする。

※MOX粉末を取り扱うSクラスのグローブボックス等を直接収納する構築物の区域（重要区域）の境界を，放射性物質の過度の放出を防止する観点から安全上重要な施設としている。

#### ＜重大事故等対処施設としての評価（規則26条，27条）＞

- 燃料加工建屋は，建屋全体として常設耐震重要重大事故等対処設備の間接支持構造物として**支持機能**を有する。
- **支持機能**については，**基準地震動Ss**による地震力に対してその機能を損なわない設計とする。
- 安全機能を有する施設としての評価と評価条件に差がないため，安全機能を有する施設としての評価で代表する。

(1) 基本方針

耐震評価方針（安全機能を有する施設，重大事故等対処施設）

■ 許容限界

＜安全機能を有する施設，重大事故等対処施設としての評価（地震応答解析による評価）＞

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	評価部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	基準地震動 Ss	Sクラスの壁	耐震壁の最大せん断ひずみ度が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ度 $2.0 \times 10^{-3}$
		基準地震動 Ss	基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力を十分下回ることを確認	基礎地盤の 極限支持力度
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
閉じ込め機能	放射性物質の過度の放出を防止する機能を損なわないこと	基準地震動 Ss	Sクラスの壁	耐震壁の最大せん断ひずみ度が放射性物質の過度の放出を防止する機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ度 $2.0 \times 10^{-3}$
支持機能	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 Ss	耐震壁	最大せん断ひずみ度が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ度 $2.0 \times 10^{-3}$

(1) 基本方針

耐震評価方針（安全機能を有する施設，重大事故等対処施設）

■ 許容限界

＜安全機能を有する施設，重大事故等対処施設としての評価（応力解析による評価）＞

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	評価部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	弾性設計用地震動 Sd 及び 静的地震力	Sクラスの壁	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N規準」に基づく短期許容応力度
			Sクラスの床		
		基準地震動 Ss	Sクラスの床	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界に対して十分な安全余裕を有することを確認	「RC-N規準」に基づく終局耐力（評価は短期許容応力度に対して行う）
閉じ込め機能	放射性物質の過度の放出を防止する機能を損なわないこと	基準地震動 Ss	Sクラスの床	部材に生じる応力が放射性物質の過度の放出を防止する機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N規準」に基づく終局耐力（評価は短期許容応力度に対して行う）
支持機能	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 Ss	基礎スラブ	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N規準」に基づく終局耐力

## (1) 基本方針

## 設計基準事故及び重大事故等への対処について

- 重大事故等への対策については、設計基準事故で想定した条件よりもさらに厳しい条件を仮定し、その場合にも事象を収束できるよう、重大事故等の発生及び拡大を防止するための対策を整備することが必要である。
- 具体的な設計要件は以下のとおりである。
  - ✓ 設計基準事故に対処するための設備の設計では、想定すべき規模の外部事象に対して必要な設備の機能を維持するよう設計条件を設定。
  - ✓ 一方、重大事故等への対応では、この設計条件を超える規模の外部事象として、動的機器の多重故障や基準地震動を超える地震、設計条件を超える降下火砕物などを想定し、発生を想定する重大事故等に対して事故の発生防止及び拡大防止等の必要な措置を講じることができること。
- 上記のとおり、重大事故等への対応として「設計条件を超える重大事故等に対して必要な措置を講じることができること」を確認することが目的であることを踏まえると、建物や設備のうち一定程度の耐力を有するものが機能を維持するという前提が必要であり、これを前提として、事故対処に必要な設備の設計を行う。
- この中で、基準地震動の1.2倍の地震力は、上記における「設計条件を超える地震」の指標として設定したものである。
- そのため、地震起因の重大事故等に対し、重大事故に対処するための設備が、基準地震動の1.2倍の地震力に対して事故対処に必要な機能を維持できる設計とした。



## 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認

### <事業変更許可における基本方針>

- 事業許可変更申請において、地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計は以下の基本方針としている。

#### 地震を要因とする重大事故等に対する施設の耐震設計の基本方針

基準地震動を超える地震動に対して機能維持が必要な設備については、**重大事故等対処施設及び安全機能を有する施設の耐震設計における設計方針を踏襲**し、基準地震動の1.2倍の地震力に対して必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的として、以下のとおり耐震設計を行う。

- i. 重大事故等の起因となる異常事象の選定において基準地震動を1.2倍した地震力を考慮する設備は、基準地震動を1.2倍した地震力に対して、**必要な機能が損なわれるおそれがないように設計**する。
- ii. 地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備は、基準地震動を1.2倍した地震力に対して、**重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないように設計**する。



### ■ 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認方針（規則30条）

- MOX燃料加工施設は、基準地震動Ssを上回る地震が発生した場合であっても、重大事故等に対処することができるよう、「**基準地震動Ssを1.2倍した地震力**」による重大事故等対処の成立性確認を実施する。



「**重大事故等対処施設及び安全機能を有する施設の耐震設計における設計方針を踏襲**」

⇒ 耐震評価を行う上での評価条件の設定

重大事故等対処の成立性確認においては、建物や設備が健全性を維持することを確認することが目的ではなく、想定する重大事故等に対して事故の発生防止及び拡大防止等の必要な措置を講じることができることを確認することが目的

基準地震動を1.2倍とした地震力は、設計条件を超える規模の外部事象の指標であり、基準地震動Ssに対する耐震計算において考慮している材料物性のばらつきや床応答曲線の拡幅等を考慮する必要はない。

## 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認

### <耐震設計における考慮事項>

- 重大事故等対処施設及び安全機能を有する施設の耐震設計における考慮事項を踏襲して確認を行う。
- 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認にあたっては、重大事故等対処の成立性を確認するという目的を踏まえ、**地震を要因とする重大事故等時に各設備に求められる機能を整理した上で、必要な耐震評価を実施する。**

	設計項目	設計内容
耐震設計における考慮事項	地盤の支持性能	耐震設計における考慮事項を踏襲
	構造計画と配置計画	耐震設計における考慮事項を踏襲 〔設計を上回る地震として、基準地震動Ssの1.2倍の地震力を考慮した場合であっても重大事故等対処が成立することを確認〕
	<b>機能維持の方針</b>	<b>地震を要因とする重大事故等時に各設備に求められる機能を踏まえて設定</b>
	<b>評価用地震動</b>	<b>評価に用いる地震動は解放基盤表面における基準地震動Ssを1.2倍したものをを用いる 材料物性のばらつきや床応答曲線の拡幅は考慮不要</b>
	地震応答解析	耐震設計における評価手法を踏襲するが設計条件を超える規模の外部事象の設定であり 基準地震動Ssに対する耐震計算において考慮しているばらつきを考慮する必要はない
	床応答曲線	耐震設計における評価手法を踏襲するが設計条件を超える規模の外部事象の設定であり 基準地震動Ssに対する耐震計算において考慮している拡幅を考慮する必要はない
	耐震評価	機能維持の方針において整理された機能に基づき評価項目を設定した上で 耐震設計における評価手法を踏襲して評価
	波及的影響の確認	機能維持の方針において整理された機能に基づき評価項目を設定した上で 耐震設計における評価手法を踏襲して評価
	水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせによる影響評価	機能維持の方針において整理された機能に基づき評価項目を設定した上で 耐震設計における評価手法を踏襲して評価
	機器・配管系の支持方針	機能維持の方針において整理された機能に基づき評価項目を設定した上で 耐震設計における評価手法を踏襲して評価

## (1) 基本方針

## 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認

## ＜耐震設計における考慮事項＞

- 前頁に示した考慮事項のうち、「機能維持の方針」及び「評価用地震動」については、技術基準適合性の観点で、基準地震動Ssを1.2倍した地震力による**重大事故等対処の成立性確認の目的に照らして設定している**。
- 第1回申請における燃料加工建屋について、地震を要因とする重大事故等時に求められる機能に基づき必要な評価項目を次頁に示す。
- 機器・配管系の評価の詳細については、機器・配管系の申請に合わせてご説明する。

設計内容		重大事故等対処の成立性確認 における考え方
耐震設計に おける 考慮事項	機能維持の方針	地震を要因とする重大事故等時に各設備に求められる機能を踏まえて設定
	評価用地震動	評価に用いる地震動は解放基盤表面における基準地震動Ssを1.2倍したものをを用いる材料物性のばらつきとの重ね合わせ及び床応答スペクトルの拡幅は考慮不要

## (1) 基本方針

# 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認

### <地震を要因とする重大事故等時に燃料加工建屋に要求される機能及び必要な評価項目>

【MOX燃料加工施設において想定する地震を要因とする重大事故等】

基準地震動を上回る地震により、MOX粉末を扱うグローブボックス内で火災が発生し、**MOX粉末が建屋外に放出**されてしまう事故

【建屋における性能目標】

- 建屋が倒壊せず、グローブボックスの支持機能を維持していれば、グローブボックス内にMOX粉末を保持できる。万が一、グローブボックスからの漏洩が生じた場合でも、建屋内に保持することができる。
  - 対処に必要な機器の支持機能を維持していれば、重大事故等対処に対して妨げとはならない。
- ⇒**建屋が倒壊せず、グローブボックス及び対処に必要な機器の支持機能が確保されていれば**、重大事故等への対処は可能。

【建屋が倒壊しないこと】

- 建屋全体として地震力は主に耐震壁で負担する構造となっており、柱、梁、間仕切壁等は耐震壁の変形に追従し、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変位が小さく床スラブの変位が抑えられる。さらに、支持地盤が健全であれば、**建屋の倒壊には至らないことが確認できる。**
- 上記を踏まえ、建物としての全体変形に対しては、耐震壁の最大せん断ひずみが**終局状態 ( $4.0 \times 10^{-3}$ ) に達しなければ、建屋の倒壊に至らず、重大事故等の対処は可能**と考えているが、評価基準値としてはさらに余裕を見込んだ値として $2.0 \times 10^{-3}$ を満足することで、**更なる安全余裕が考慮される。**
- また、建屋の支持地盤が最大接地圧が地盤の極限支持力度を十分に下回ることを確認する。

【支持機能が確保されていること】

- 「JEAG4601-1987」にて整理される支持機能に対応する機能維持の代用特性として、機器・配管を直接支持する部位が過大な変形を起こさないこと、アンカー部が健全であることが確保されれば、**グローブボックス及び対処に必要な機器を保持することができる。**
- 上記を踏まえ、耐震壁の最大せん断ひずみ $2.0 \times 10^{-3}$ を満足することを許容限界とする。

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	評価部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
重大事故等対処に対して妨げにならないこと	建屋が倒壊せず、支持機能が確保されていること	基準地震動Ssを1.2倍した地震力	耐震壁	倒壊に至る終局状態に達しないこと	最大せん断ひずみ度 $2.0 \times 10^{-3}$
			支持地盤	最大接地圧が地盤の支持力を十分下回ることを確認	基礎地盤の極限支持力度

## (2) 地震応答解析 解析方法

### ■ 地震応答解析の方法

#### これまでの審査を踏まえた反映事項

##### <地盤モデルの設定>

- 直下及び近傍の地盤データに基づき作成した直下地盤モデルを用いる。  
(8/30審査会合 資料1 p11~19にて説明)

##### <入力地震動の算定>

- 燃料加工建屋について、等価線形解析により入力地震動を算定している。
- この際、地盤のせん断ひずみが一般的な適用の目安（1%程度）を大きく上回る事及び試験データに対して外挿範囲となっていたことから、逐次非線形解析及び外挿範囲に対するパラメータスタディを実施し、入力地震動の算定結果に影響を与えないことを確認した。  
(11/15審査会合 資料2 p3~5にて説明)

#### 【地盤モデルの設定】

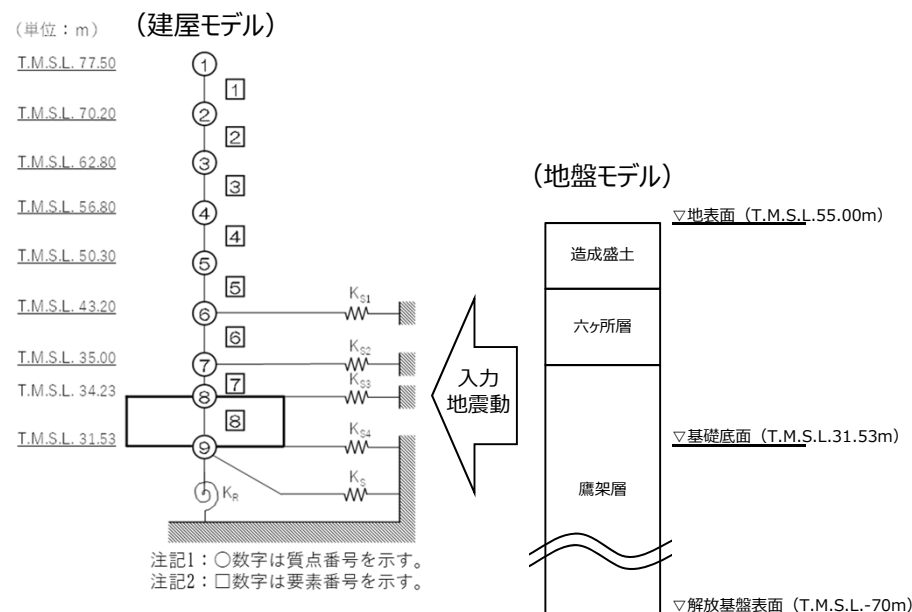
- 直下及び近傍の地盤データに基づき作成した直下地盤モデル

#### 【入力地震動の算定方法】

- 地盤のひずみ依存特性を考慮した等価線形解析

#### 【建屋モデルの設定】

- 側面地盤ばねを考慮した埋込みSRモデル
- 耐震壁の復元力特性を考慮した非線形解析



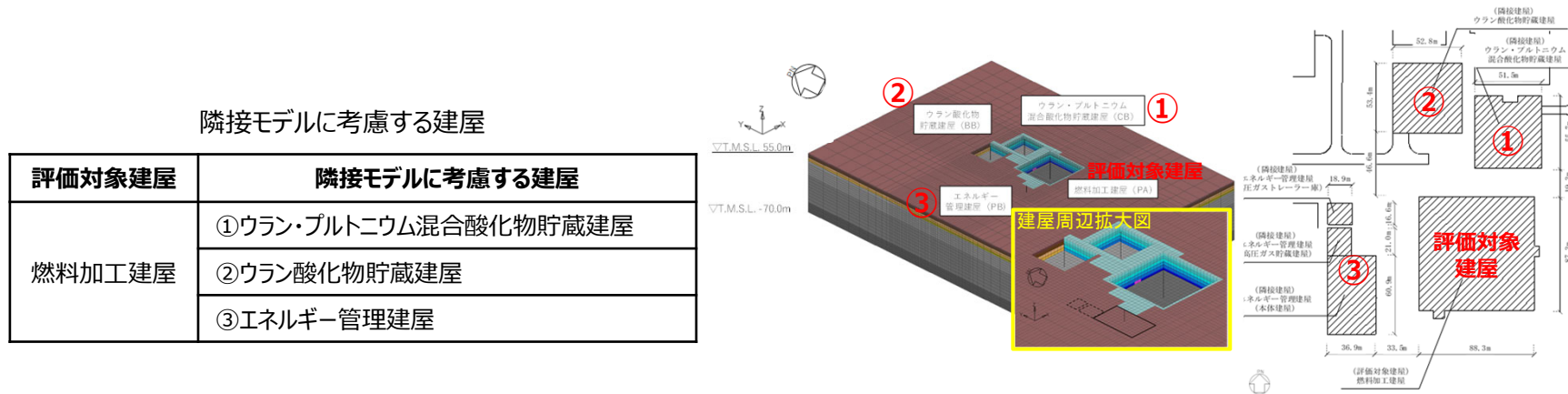
燃料加工建屋の地震応答解析に用いるモデル（水平方向の例）

## (2) 地震応答解析 隣接建屋による影響評価

### ■ 隣接建屋による影響評価

#### これまでの審査を踏まえた反映事項

- 隣接建屋の影響評価として地盤3次元FEMモデルを用いた評価を行う。  
(6/28審査会合 資料2-1 p37にて説明)
- 入力地震動を直下地盤モデルを用いたものとする(8/30審査会合 資料1 p13にて説明)としており、その評価結果を本資料に示す。
- 実際の建屋配置状況に則して各建屋を配置する場合(隣接モデル)と各建屋を単独でモデル化する場合(単独モデル)の地震応答解析を実施し、両者の建屋応答を比較。
- 建屋を質点系モデルとし、地盤を3次元FEMモデルとした**地盤3次元FEMモデル**を用いる。
- 隣接モデルでは、評価対象建屋の基礎幅程度の範囲内に存在する建屋を考慮する。
- 単独モデルに対する隣接モデルの応答比率が1を上回る(最大1.040)ことから、応答比率を考慮しても燃料加工建屋の耐震性に影響を与えないことを確認する。(p19,21参照)



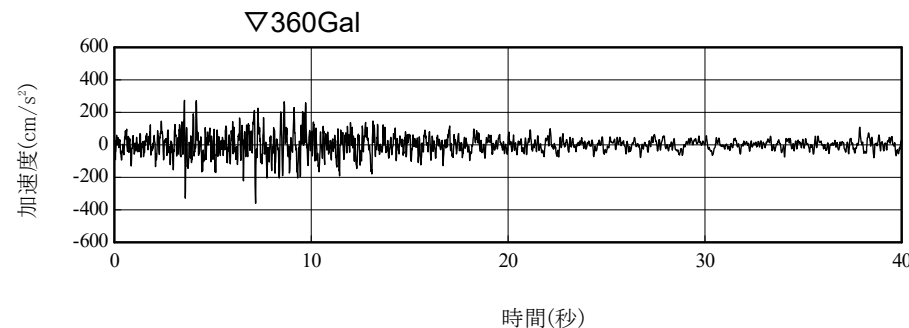
燃料加工建屋の隣接建屋による影響評価モデル

## (2) 地震応答解析

### 一関東評価用地震動（鉛直）に関する影響評価

#### ■ 一関東評価用地震動（鉛直）に関する影響評価

- 基準地震動Ss-C4は、水平方向の地震動のみであることから、工学的に水平方向の地震動から設定した鉛直方向の評価用地震動（一関東評価用地震動（鉛直））による地震力を用いて、水平方向と鉛直方向の地震力を組み合わせた影響が考えられる部位に対する影響を確認する。
- 一関東評価用地震動（鉛直）による地震力を考慮した場合、考慮しない場合に対して応答比率が1を上回る（最大1.007）ことから、応答比率を考慮しても燃料加工建屋の耐震性に影響を与えないことを確認する。（p19,21参照）



一関東評価用地震動（鉛直）の加速度時刻歴波形

### (3) 耐震評価 評価方法

#### ■ 評価方法

- 要求機能に照らした評価部位ごとに、建物の全体的な挙動（応答）から評価できる部位については「地震応答解析による評価」を実施し、局所的な応力評価が必要な部位については「応力解析による評価」を実施する。


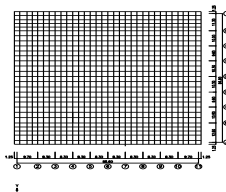
#### <地震応答解析による評価方法>

- 燃料加工建屋の地震応答解析結果に基づき、耐震壁の最大せん断ひずみ度が許容限界を超えないこと、最大接地圧が地盤の支持力を十分下回ること、及び保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

#### <応力解析による評価方法>

- 燃料加工建屋の応力解析による評価は基礎スラブ、Sクラスの壁及び床に対して下表のモデルを用いて実施する。
- 燃料加工建屋の地震応答解析より得られた地震力を用いて、地震力以外の荷重との組合せの結果、発生する応力が許容限界を超えないことを確認する。
- 動的地震力は水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

燃料加工建屋の各部位の応力解析に用いるモデル

評価部位	Sクラスの壁	Sクラスの床	基礎スラブ
評価概要	<p>せん断力分配解析モデルを用いて各通りの壁に応力を分配</p>  <p>(単位: kN)</p> <p>①: Sクラスの壁を有する層及び通り (NS方向の例)</p>	<p>発生応力について、「RC規準」※に基づき算定</p>	<p>FEMモデル（シェル要素）を用いて基礎スラブの発生応力を算定</p> 
		<p>※：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</p>	

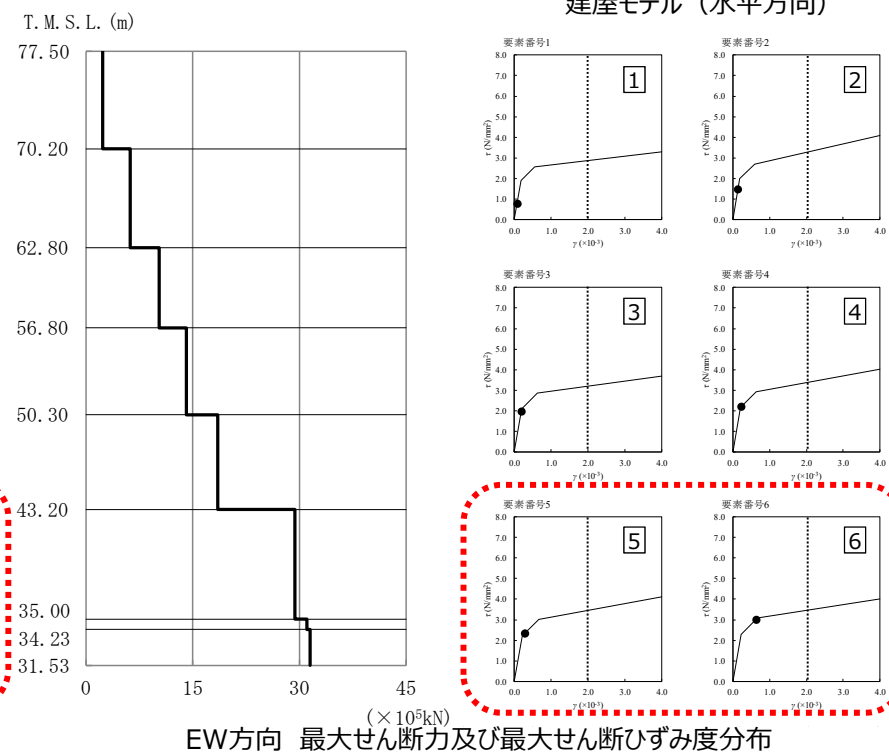
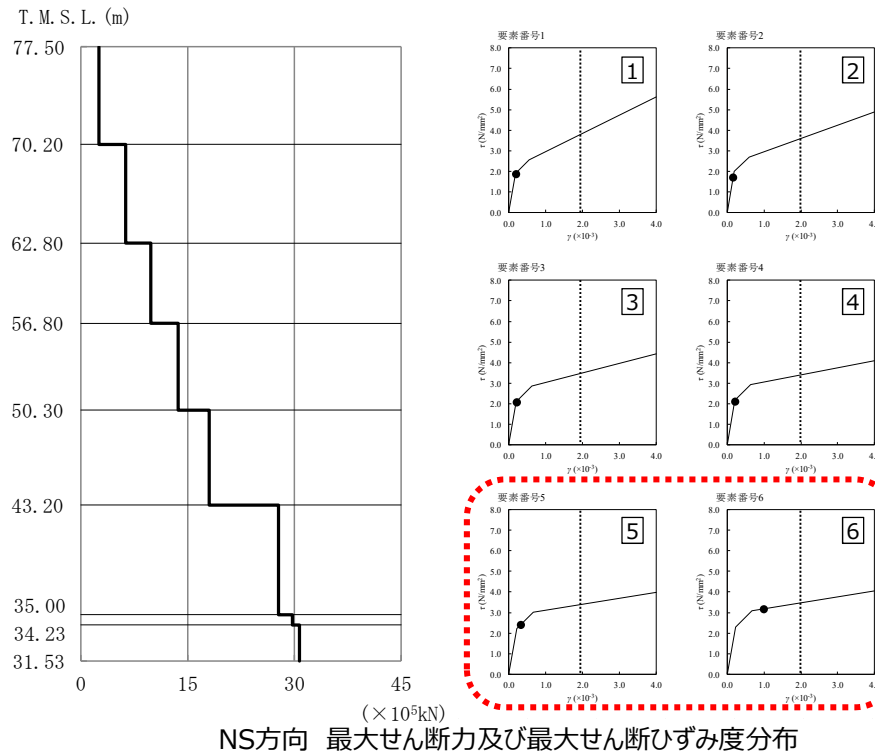
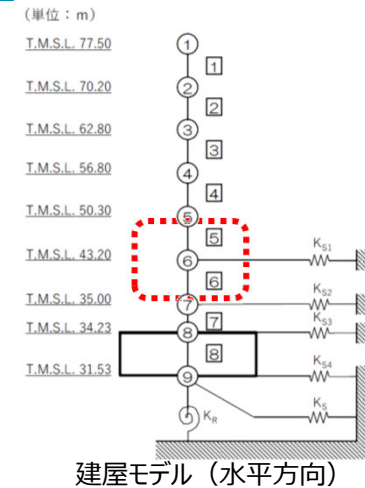


### (3) 耐震評価 建屋応答の傾向

#### ■ 建屋全体としての地震応答解析結果の傾向

- ▶ 燃料加工建屋の各階の最大せん断力分布としては、NS方向、EW方向共に、自重を負担する下層部ほど大きくなる一般的な傾向を示しており、特定の層で特異な応力分布を示す傾向は見られない。
- ▶ Sクラスの壁及び床が存在する層のせん断スケルトンを確認すると、弾性域は超えているものの、許容限界であるせん断ひずみ度 $2.0 \times 10^{-3}$ に対して裕度をもった結果となっており、基準地震動 $S_s$ を超える地震に対しても、建屋の耐震性には一定の裕度を確保している。

要素番号5 Sクラスの部材を有する層

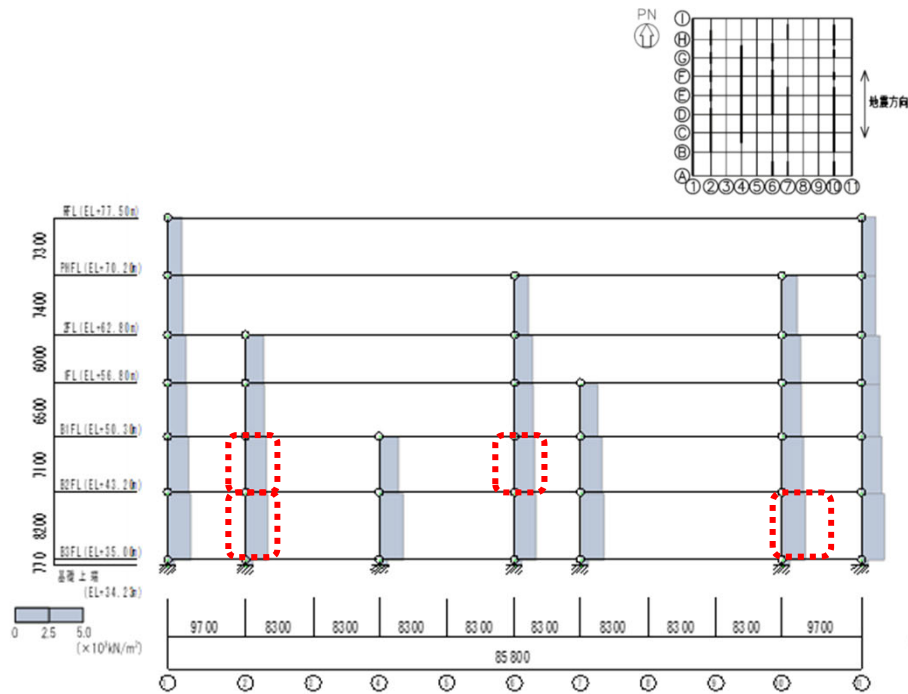


注：本図は、基準地震動 $S_s$ （全波）による地震応答解析結果（ばらつきを考慮）における各層の最大応答値を示す。

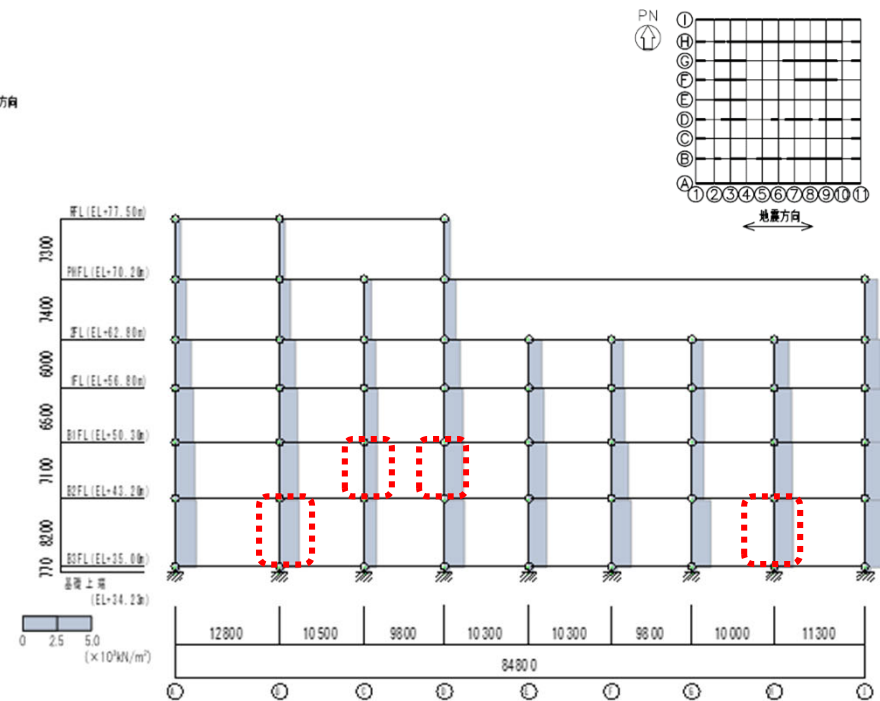
### (3) 耐震評価 建屋応答の傾向

#### ■ 各通りごとの壁に対する負担応力の分布傾向

- 構造計画で、剛性の高い壁及び床スラブで構成されていること、バランスよく耐震壁を配置していることから、各層及び各通りに対するせん断応力の分布傾向としては、層内の各部位に応力が概ね均等に分散されており、スクラスの部位を有する層及び通りに対して応力集中が起こるような傾向とはなっていない。



NS方向地震力 (Sd) に対する各通りのせん断応力の分布



EW方向地震力 (Sd) に対する各通りのせん断応力の分布

     スクラスの部位を有する層及び通り

注：本図は、弾性設計用地震動Sd（全波）による地震応答解析結果（ばらつきを考慮）における各層の最大応答値に基づく値を示す。

### (3) 耐震評価

## 安全機能を有する施設及び重大事故等対処施設としての評価

### ■ 燃料加工建屋の各部位における耐震評価結果

- 燃料加工建屋の各評価部位における耐震評価を実施した。
- 評価に用いる地震力は、地盤物性のばらつき及び建屋物性のばらつきを考慮した。
- 評価部位において検定比が1.00を超えないことから、安全上支障がないことを確認した。
- 基礎スラブの検定比が最も大きくなる位置はSクラスの壁で囲まれた区域の外であり、検定比が大きい範囲も限定的である。

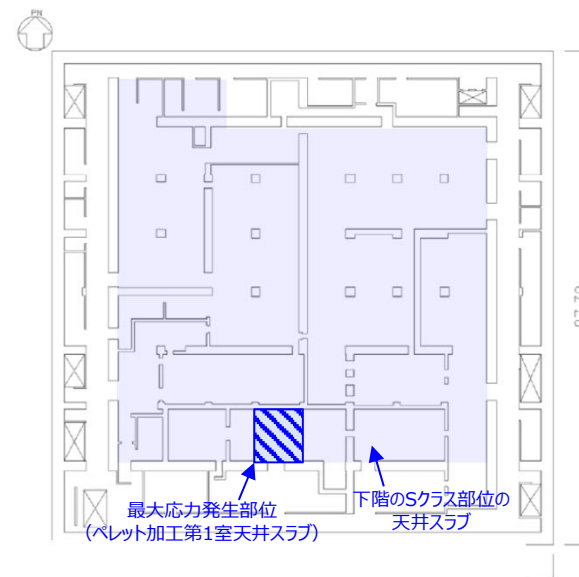
燃料加工建屋の耐震評価結果（各項目に対し検定比が最も厳しい項目を代表して記載）

評価部位	評価項目			耐震評価結果※1 (検定比換算)	判定
	地震力	方向	項目		
耐震壁	Ss※2	NS	せん断ひずみ	0.497	OK
地盤（接地圧）	Ss	EW	最大接地圧	0.0414	OK
保有水平耐力	—	NS	保有水平耐力	0.243	OK
基礎スラブ	Ss	NS	軸力+曲げモーメント	0.752	OK
		NS	面外せん断力	0.861 (右下図参照)	OK
Sクラスの壁	Sd	NS	鉄筋の引張応力度	0.838	OK
Sクラスの床	Ss※3	EW	曲げモーメント	0.792 (右上図参照)	OK
		EW	面外せん断力	0.378	OK

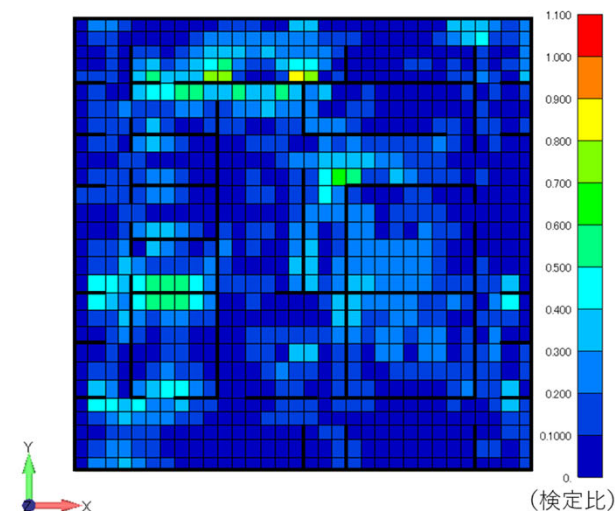
※1：有効数字3桁表記（4桁目を保守的に切り上げ）

※2：Sクラスの壁のSs評価を含む

※3：Sdでの評価については、Ssでの評価を代表とすることで示す



Sクラスの床の評価結果（T.M.S.L. 43.20m床面）



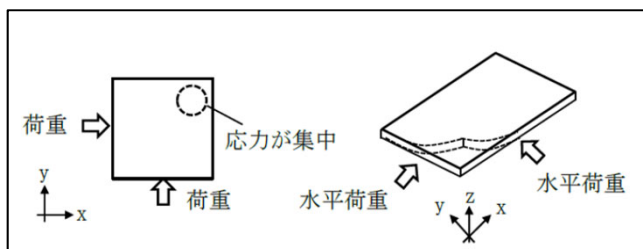
基礎スラブ（上端レベルT.M.S.L. 34.23m）の面外せん断力に対する評価結果（検定比コンター図）

### (3) 耐震評価

## 安全機能を有する施設及び重大事故等対処施設としての評価

### ■ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価

- 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある部位について、荷重の組合せによる応答特性が想定される部位、3次元的な応答特性が想定される部位の抽出を行った。
- 抽出の結果、直交する水平2方向の荷重が応力として集中する矩形の**基礎スラブ**を選定し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を実施した。
- 評価部位において検定比が1.00を超えないことから、安全上支障がないことを確認した。
- 基礎スラブの検定比が大きくなる位置はSクラスの壁で囲まれた区域の外である。

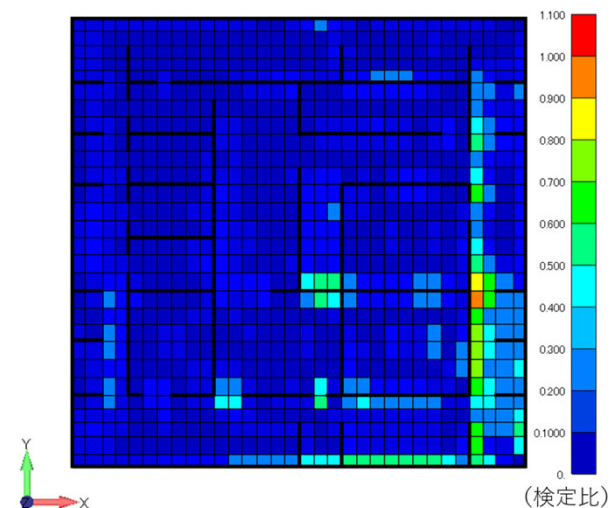


水平2方向の荷重が応力として集中する部位（矩形の基礎スラブ）

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果  
(各項目に対し検定比が最も厳しい項目を代表して記載)

評価部位	評価項目			耐震評価結果※1 (検定比換算)	判定
	地震力	方向	項目		
基礎スラブ	Ss	EW	軸力+ 曲げモーメント	0.752	OK
		EW	面外せん断力	0.973 (右図参照)	OK

※1：有効数字3桁表記（4桁目を保守的に切り上げ）



基礎スラブの面外せん断力に対する評価結果  
(検定比コンター図)

### (3) 耐震評価

## 安全機能を有する施設及び重大事故等対処施設としての評価

### ■ 隣接建屋及び一関東評価用地震動（鉛直）による耐震性への影響確認結果

- 評価部位において、隣接建屋及び一関東評価用地震動（鉛直）による耐震性への影響を確認した。
- 評価部位において検定比が1.00を超えないことから、耐震性に影響がないことを確認した。

隣接建屋に関する影響検討結果（応答比率を乗じた検定比が最も厳しい項目を代表して記載）

評価部位	①最大応答比率	評価項目			②耐震評価結果※1 (検定比換算)	③応答比率を 乗じた検定比※1 (①×②)	判定
		地震力	方向	項目			
耐震壁	1.040	Ss※3	NS	せん断ひずみ	0.497	0.529※2	OK
地盤(接地圧)	1.022	Ss	NS	最大接地圧	0.0400	0.0409	OK
基礎スラブ	1.026	Ss	NS	面外せん断力	0.861	0.884	OK
スクラスの壁	1.037	Sd	NS	鉄筋応力度	0.838	0.870	OK

※1：有効数字3桁表記（4桁目を保守的に切り上げ）

※2：エネルギー一定則を考慮した値のため、単純に①×②の値とはならない

※3：スクラスの壁のSs評価を含む

一関東評価用地震動（鉛直）に関する影響検討結果（応答比率を乗じた検定比が最も厳しい項目を代表して記載）

評価部位	①最大応答比率	評価項目			②耐震評価結果※1 (検定比換算)	③応答比率を 乗じた検定比※1 (①×②)	判定
		地震力	方向	項目			
耐震壁		水平方向と鉛直方向の地震力を組み合わせた影響が考えられる部位に該当しない					
地盤(接地圧)	0.974	最大応答比率が1を超えないため、応答比率を乗じた影響評価は不要					
基礎スラブ	0.989	最大応答比率が1を超えないため、応答比率を乗じた影響評価は不要					
スクラスの壁	1.007	Sd	NS	鉄筋（鉛直）の 引張応力度	0.838	0.844	OK
スクラスの床	1.003	Ss※2	EW	曲げモーメント	0.792	0.795	OK

※1：有効数字3桁表記（4桁目を保守的に切り上げ）

※2：Sdでの評価については、Ssでの評価を代表とすることで示す

### (3) 耐震評価

## 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認

- 燃料加工建屋の「基準地震動Ssを1.2倍した地震力」による重大事故等対処の成立性確認を実施した。
- 評価に用いる地震力は、解放基盤表面において基準地震動Ssを1.2倍した地震力を用いた地震応答解析結果に基づき設定した。
- 評価部位において検定比が1.00を超えないことから、重大事故等対処に対して妨げにならないことを確認した。

### ■「基準地震動Ssを1.2倍した地震力」による重大事故等対処の成立性確認結果

燃料加工建屋の耐震評価結果（各項目に対し検定比が最も厳しい項目を代表して記載）

評価部位	評価項目			耐震評価結果※1 (検定比換算)	判定
	地震力	方向	項目		
耐震壁	1.2×Ss	NS	せん断ひずみ	0.329	OK
地盤（接地圧）	1.2×Ss	NS	最大接地圧	0.0428	OK

※1：有効数字3桁表記（4桁目を保守的に切り上げ）

### ■水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果

評価部位	①最大応答比率	評価項目			②耐震評価結果 (検定比換算)	③応答比率を 乗じた検定比※1 (①×②)	判定
		地震力	方向	項目			
耐震壁	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある部位に該当しない						
地盤(接地圧)	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある部位に該当しない						

### (3) 耐震評価

## 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認

- 隣接建屋及び一関東評価用地震動（鉛直）による影響を確認した結果を以下に示す。
- 評価部位において検定比が1.00を超えないことから、重大事故等対処に対して妨げにならないことを確認した。

### ■ 隣接建屋による影響評価

隣接建屋に関する影響検討結果（応答比率を乗じた検定比が最も厳しい項目を代表して記載）

評価部位	①最大応答比率	評価項目			②耐震評価結果※1 (検定比換算)	③応答比率を乗じた検定比※1 (①×②)	判定
		地震力	方向	項目			
耐震壁	1.040	1.2×Ss	NS	せん断ひずみ	0.329	0.348※2	OK
地盤(接地圧)	1.022	1.2×Ss	NS	最大接地圧	0.0428	0.0438	OK

※1：有効数字3桁表記（4桁目を保守的に切り上げ）

※2：エネルギー一定則を考慮した値のため、単純に①×②の値とはならない、

### ■ 一関東評価用地震動（鉛直）に関する影響評価

一関東評価用地震動（鉛直）に関する影響検討結果（応答比率を乗じた検定比が最も厳しい項目を代表して記載）

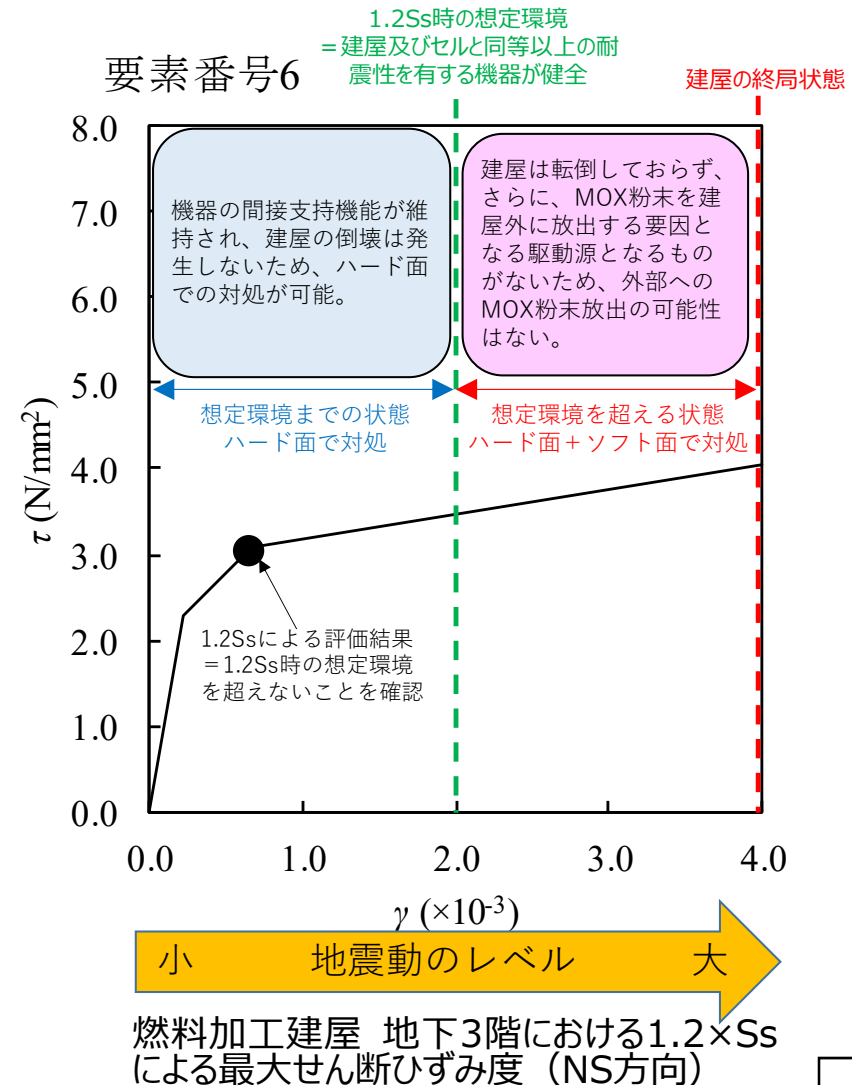
評価部位	①最大応答比率	評価項目			②耐震評価結果 (検定比換算)	③応答比率を乗じた検定比 (①×②)	判定
		地震力	方向	項目			
耐震壁		水平方向と鉛直方向の地震力を組み合わせた影響が考えられる部位に該当しない					
地盤(接地圧)	0.977	最大応答比率が1を超えないため、応答比率を乗じた影響評価は不要					

# 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認

- MOX燃料加工施設の重大事故：「露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源を有するグローブボックス内で発生する火災の影響によりMOX粉末が外部に放出される事象」
- 重大事故等対処においては、重大事故等対処設備である「遠隔消火設備」による消火等の対策を行う。この際に必要となる対応は、以下のとおり。

- ✓ グローブボックス内で発生する火災の消火のための措置として、燃料加工建屋地上1階の中央監視室又はその近傍において、遠隔消火設備（常設重大事故等対処設備）を操作し、グローブボックス内で発生した火災を消火すること
- ✓ また、消火により外部へのMOX粉末の放出は防止できると考えられるが、念のために外部への放出経路を遮断する措置として、燃料加工建屋地下1階にあるグローブボックス排気系等のダンパ（常設重大事故等対処設備）を閉止すること

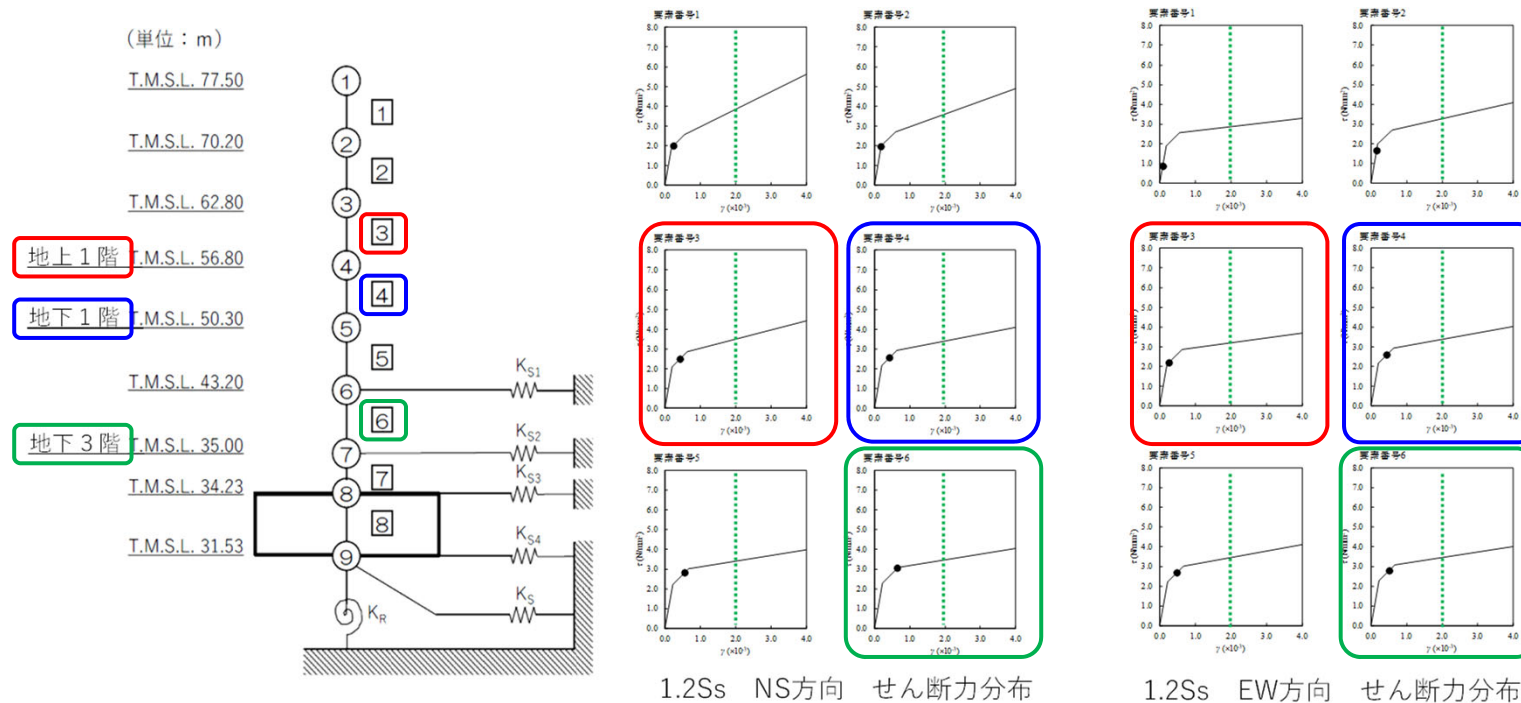
- 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による耐震計算の結果では、耐震壁のせん断ひずみが最大となるのは地下3階である。一方で、燃料加工建屋において重大事故等対処を行う場所は地上1階及び地下1階であり、耐震壁のせん断ひずみは地下3階に比べて小さい。





# 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認

- 前ページの評価結果から、基準地震動 S s を1.2倍した地震力時の状態に対しても、重大事故等対処を実施することは可能であり、系外にMOX粉末を放出することは防止できると評価する。
- さらに、以下の結果を踏まえると、耐震計算結果で得られた状態に多少の変化が生じたとしても、燃料加工建屋において、重大事故等対処設備による事故対処は実施可能と考える。また、万一、MOX粉末が地下3階の工程室から廊下等に漏えいしたとしても、MOX粉末を建屋外に放出する要因となる駆動源がないため、外部へのMOX粉末放出の可能性はないと考える。
- ✓ 建屋全体としての地震応答解析結果の傾向において、自重を負担する下層部ほど最大せん断力は大きくなる傾向を示している。このため、露出した状態でMOX粉末を取り扱い、火災源を有するグローブボックスが設置されている地下3階が最もせん断力が大きくなっているが、評価基準値に対しての裕度は確保されている。さらには、終局耐力である $4.0 \times 10^{-3}$ に対して十分な裕度がある。



燃料加工建屋 各階における1.2×Ssによる最大せん断ひずみ度

## (4) まとめ

---

- これまでの審査を踏まえた燃料加工建屋の設工認申請書（耐震設計部分）への反映事項を踏まえた耐震評価を行った。
- 評価の結果、燃料加工建屋の耐震性に問題が無いこと、重大事故等対処に対して妨げにならないことを確認した。
- 以上のことから、燃料加工建屋にて実施している耐震評価は、以下の技術基準規則に適合するよう実施していることを確認した。
  - 安全機能を有する施設としての評価 : 第5条（安全機能を有する施設の地盤）  
: 第6条（地震による損傷の防止）
  - 重大事故等対処施設としての評価 : 第26条（重大事故等対処施設の地盤）  
: 第27条（地震による損傷の防止）
  - 基準地震動 $S_s$ を1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認 : 第30条（重大事故等対処設備）
- 評価方針並びに評価結果については、設工認申請書に適切に反映する。