

# 大型廃棄物保管庫に係る実施計画の変更について (大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方)

2022年6月9日

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

# 1. 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

今回変更

2

大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方は、「耐震クラス分類と施設等の特徴に応じた地震動の設定及び必要な対策を判断する流れ」※1に従うと以下のとおりとなる。

※1：令和3年度第30回原子力規制委員会（令和3年9月8日資料2）より

## ①. 地震により安全機能を失った際の公衆への被ばく影響によりS, B, Cを分類

○大型廃棄物保管庫が地震により全ての安全機能を失った際（使用済吸着塔の金属構造物、鉛遮蔽、建屋等が“消失”）の公衆への被ばく線量は、5mSvを超過※2する。

※2：（参考）保守的な試算として、使用済吸着塔1体の放射線量1.0×10<sup>15</sup>Bq（実施計画に記載のCs-137のみのS3線源）、評価距離358m（最短のBP78評価点）、実効線量率定数0.0779（μSv・m<sup>2</sup>/MBq/h）で計算した場合5.3×10<sup>3</sup>mSv/yとなる。

○大型廃棄物保管庫が喪失する各設備毎の安全機能、耐震クラスは以下のとおり。（使用済吸着塔への波及的影響は考慮せず）

| 機器区分     | 設備名称     | 耐震上の安全機能         | 単一で安全機能を喪失した場合の耐震クラス |
|----------|----------|------------------|----------------------|
|          | （使用済吸着塔） | ・閉じ込め機能<br>・遮蔽機能 | S※                   |
| 大型廃棄物保管庫 | 建屋（屋根）   | ・遮蔽機能            | B+                   |
|          | 建屋（壁）    | ・遮蔽機能            | B+                   |
|          | 建屋（基礎、堰） | ・吸着塔保持機能         | S                    |
|          | クレーン     | —                | C                    |
|          | 架台       | ・吸着塔保持機能         | S                    |
|          | 換気設備     | —                | C                    |
|          | 電源・計装設備  | —                | C                    |

※既設の使用済吸着塔についてはBクラスで認可済



# 1. 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

今回変更

3



○よって、大型廃棄物保管庫の全体としての耐震クラスについては以下のとおりとなる。

Sクラス

【動的地震力】 Ss900機能維持、Sd450弾性範囲

【静的地震力】 水平3.0Ci (0.6G)、鉛直1.0Cv (0.2G)



②. ①の耐震クラスを踏まえて、廃炉活動への影響、上位クラスへの波及的影響、供用期間、設計の進捗状況、内包する液体の放射エネルギー等を考慮した上で、施設等の特徴に応じた地震動の設定及び必要な対策（耐震性の確保の代替策等）を判断する。



# 1. 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

今回変更

4



○大型廃棄物保管庫は建屋については既認可、建設中であり、状況をまとめると以下のとおり。

| 項目             | 大型廃棄物保管庫の状況  | 備考  |
|----------------|--|---|
| 廃炉活動への影響       | <ul style="list-style-type: none"><li>・屋外の一時保管施設で保管している使用済吸着塔を屋内保管することで、周辺環境への汚染拡大防止、放射線影響軽減を図り、長期間、安定に保管すること目的として設置する建屋。</li><li>・現状、第二/第三セシウム吸着塔の保管用架台は、第一/第四施設に十分数が確保できているため、使用済吸着塔の保管容量の逼迫リスクは低い（最大の発生量を考慮しても4年程度は屋外保管可能）が、大型廃棄物保管庫の運用開始が大幅に遅延した場合は影響あり。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>・大型廃棄物保管庫を新設する場合、5年程度の工期が想定され、屋外保管の逼迫リスクが高まる。一方、既設の補強（2年程度と想定）を行うことにより工程短縮が可能である。（メリットデメリット表参照）</li></ul> |
| 上位クラスへの波及的影響   | 使用済吸着塔への波及的影響が考えられるため、建屋、クレーン、使用済吸着塔架台について波及的影響を与えない耐震設計を実施中。  |   |
| 供用期間           | 長期間（使用済吸着塔の最終処分までの間）   |   |
| 設計の進捗状況        | <ul style="list-style-type: none"><li>・建屋はBクラス建屋として認可済であり、Sクラスを想定した建屋として設計していない。</li><li>・建屋については建設中であり、Ss900を考慮した耐震設計中。耐震設計の要求で耐震補強を検討中。</li><li>・クレーン、使用済吸着塔架台についてはSs900を考慮した耐震設計中。</li></ul>  |   |
| 内包する液体の放射エネルギー | <ul style="list-style-type: none"><li>・第二/第三セシウム吸着塔には1基あたり最大1.65m<sup>3</sup>の内包水があるものと仮定。放射能濃度は10<sup>7</sup>Bq/リットルオーダー。</li><li>・堰はSs900でも施設外への漏洩を防止する設計とする。</li><li>・週1回のパトロールで吸着塔からの漏洩がないことを確認し、漏洩が確認された場合はふき取り等の対応を速やかに実施する。</li></ul>                           | Ss900で堰（建屋基礎）がNGの場合は、漏洩に対して信頼性を向上させる方法を検討する。  |

# 1. 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

変更なし

5

メリットデメリット表

|         | メリット  | デメリット   |
|---------|---|---|
| 建屋の耐震補強 | <ul style="list-style-type: none"><li>・吸着塔保管までの工程を短縮可能(耐震補強は設計含め2年程度と想定)</li><li>・クレーン、架台の設置作業と並行実施可能</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>・建屋外部に補強バットレス等のエリアが必要</li></ul>   |
| 建屋の新設   | <ul style="list-style-type: none"><li>・最新の耐震設計の考え方で設計が可能</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>・吸着塔保管までの工程が遅延(建屋新設は設計含め5年程度と想定)</li><li>・建設中の建屋の活用方法の検討が必要</li><li>・クレーン、架台の設計・設置が中断</li></ul> |



# 1. 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

○大型廃棄物保管庫の状況を考慮し、波及的影響を考慮した場合の設備毎の耐震クラス分類は次表のとおり。

| 機器区分     | 設備名称     | 耐震クラス ※1     | 耐震上の安全機能 ※2  | 耐震上の具体的な要求事項   | 備考   |
|----------|----------|--------------|--|--|--|
| (使用済吸着塔) |          | S            | <ul style="list-style-type: none"> <li>閉じ込め機能</li> <li>遮蔽機能</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ss900で吸着塔が損傷しない、遮蔽機能が失われないこと。</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>使用済吸着塔はBクラスとして認可済</li> </ul>  |
| 大型廃棄物保管庫 | 建屋（屋根）   | B+（波及的影響）    | <ul style="list-style-type: none"> <li>遮蔽機能</li> <li>波及的影響防止</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>B+クラスの地震力で遮蔽機能が失われないこと</li> <li>Ss900で倒壊等により、吸着塔を破損させないこと。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>建屋はBクラスとして認可済</li> <li>建屋遮蔽がないものとして線量評価を実施した結果、公衆被ばく線量は、50<math>\mu</math>Svから5mSvの範囲となるためB</li> <li>長期的に使用するのでB+</li> </ul>                |
|          | 建屋（壁）    | B+（波及的影響）    | <ul style="list-style-type: none"> <li>遮蔽機能</li> <li>波及的影響防止</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>B+クラスの地震力で遮蔽機能が失われないこと</li> <li>Ss900で倒壊等により、吸着塔を破損させないこと</li> </ul>    |  |
|          | 建屋（基礎、堰） | B+（波及的影響）    | <ul style="list-style-type: none"> <li>吸着塔保持機能</li> <li>波及的影響防止</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>B+クラスの地震力で吸着塔を保持すること</li> <li>Ss900で倒壊等により、吸着塔を破損させないこと</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>建屋はBクラスとして認可済</li> <li>長期的に使用するのでB+</li> <li>堰による漏洩拡大防止については、吸着塔の内包水の漏洩量は微量であり週1回のパトロール等に対応可能である。念のためSs900での耐震性を確認し、影響緩和策の検討を行う。</li> </ul> |
|          | クレーン     | B+（波及的影響、共振） | <ul style="list-style-type: none"> <li>（運搬機能）</li> <li>波及的影響防止</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>B+クラスの地震力で運搬機能が失われないこと</li> <li>Ss900で倒壊等により、吸着塔を破損させないこと</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>長期的に使用するのでB+</li> </ul>   |
|          | 架台       | B+（波及的影響）    | <ul style="list-style-type: none"> <li>吸着塔保持機能</li> <li>波及的影響防止</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>B+クラスの地震力で吸着塔保持機能が失われないこと</li> <li>Ss900で倒壊等により、吸着塔を破損させないこと</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>長期的に使用するのでB+</li> </ul>   |
|          | 換気設備     | C            | （水素の排出機能）  | —  | <ul style="list-style-type: none"> <li>換気設備はCクラスとして認可済</li> </ul>  |
|          | 電源・計装設備  | C            | （電源供給機能、計測機能）  | —  | <ul style="list-style-type: none"> <li>電源・計装設備はCクラスとして認可済</li> </ul>   |

※1 括弧内は耐震クラスに加えて考慮すべき事項を示す

※2 括弧内は設備の機能を示す

# 1. 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

今回変更

7



○前表を踏まえ、大型廃棄物保管庫の施設の特徴に応じた地震動の設定は以下のとおりとする。

| 設備名称      | 使用済吸着塔に波及的影響を与えないこと | 動的地震力    |                 | 静的地震力                        | 説明  |
|-----------|---------------------|----------|-----------------|------------------------------|---|
|           |                     | 機能維持     | 弾性範囲<br>(共振時のみ) |                              |   |
| (使用済吸着塔)  | —                   | Ss900※   | —               | —                            |   |
| 建屋 (屋根)   | Ss900               | 1/2Ss450 | 1/2Sd225        | 水平 : 1.5Ci (0.3G)<br>鉛直 : —  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Ss900で使用済吸着塔に波及的影響は与えないが、建屋の遮蔽機能は維持できない。</li> <li>・ 建屋遮蔽がないものとして線量評価を実施した結果、公衆被ばく線量は、50μSvから5mSvの範囲となるため、長期間使用する設備であることを考慮し、B+クラスの地震力を適用する。</li> </ul> |
| 建屋 (壁)    |                     |          |                 |                              |   |
| 建屋 (基礎、堰) |                     |          |                 |                              |   |
| クレーン      |                     |          |                 | 水平 : 1.8Ci (0.36G)<br>鉛直 : — |   |
| 使用済吸着塔架台  |                     |          |                 |                              |   |
| 換気設備      | —                   | —        | —               | 水平 : 1.2Ci (0.24G)<br>鉛直 : — | 認可済   |
| 電源・計装設備   |                     |          |                 |                              |   |

(注) 地震力の算定に際しては、水平2方向、鉛直1方向の適切な組合せを行う。

(※) 既認可の吸着塔については、Ss900地震動により吸着塔本体が破損し、内包水あるいは吸着材が漏れいしないことを確認する。

○必要な対策（耐震性の確保の代替案等）

Ss900に対して各設備が耐震性を確保することから、機動的対応などの運用上の対策は必要ない。

# 1. 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

変更なし

8

(参考) 令和3年度第30回原子力規制委員会（令和3年9月8日資料2）抜粋

別添

## 1Fの耐震設計における耐震クラス分類と地震動の適用の考え方

1Fの施設・設備の耐震評価においては、以下の2つを考慮して適用する地震動を設定するとともに、必要に応じて求める対策を判断する。

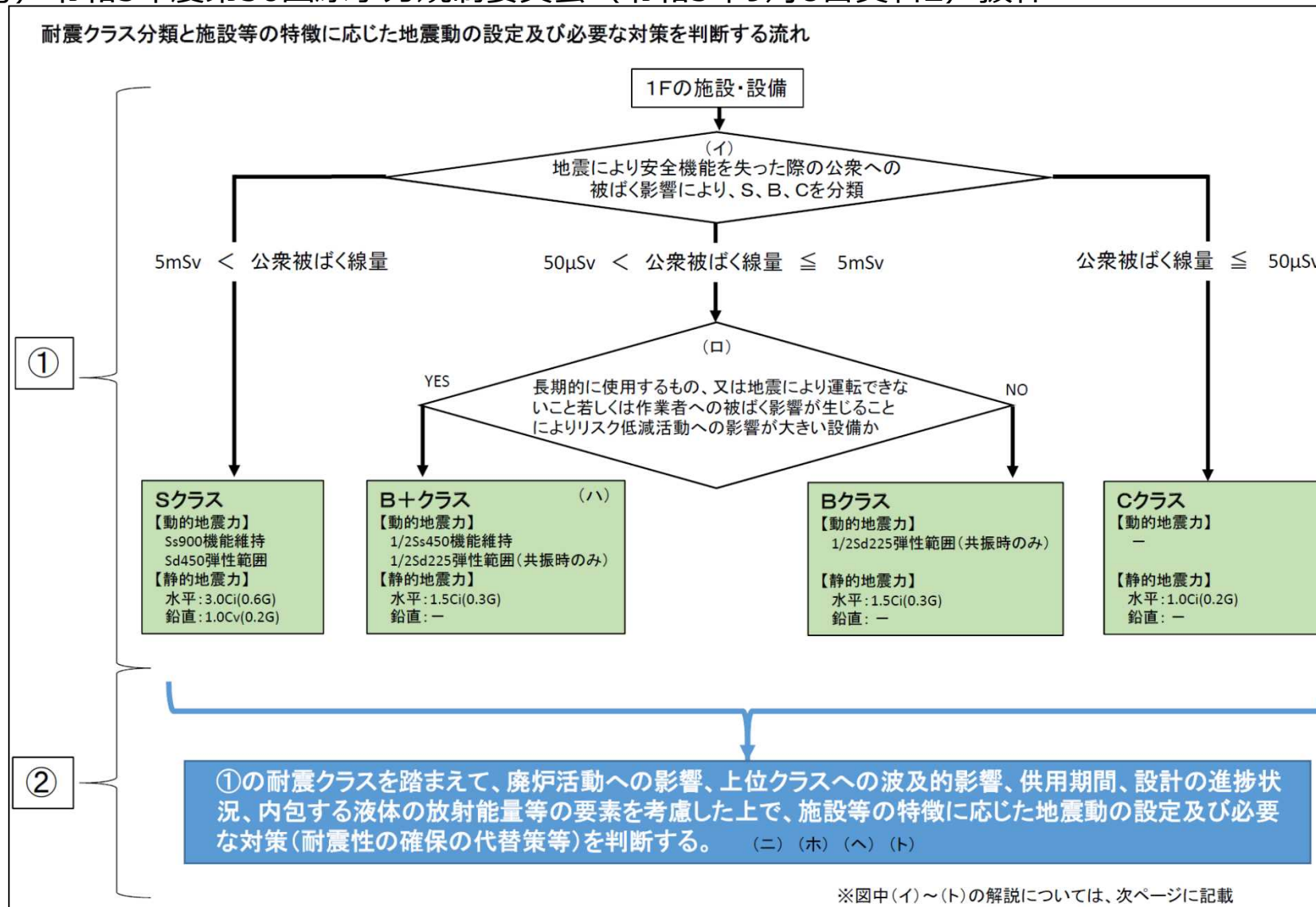
- ①耐震クラス分類(S、B+、B、C)
- ②廃炉活動への影響、上位クラスへの波及的影響、供用期間、設計の進捗状況、内包する液体の放射エネルギー 等



# 1. 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

変更なし

(参考) 令和3年度第30回原子力規制委員会 (令和3年9月8日資料2) 抜粋



# 1. 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

変更なし

10

(参考) 令和3年度第30回原子力規制委員会（令和3年9月8日資料2）抜粋

## 【(イ)：地震により安全機能を失った際の公衆被ばく影響】

- 核燃料施設等の耐震クラス分類を参考にして、地震による安全機能喪失時の公衆被ばく線量により、S、B、Cを分類する。液体放射性物質を内包する施設・設備にあつては、液体の海洋への流出のおそれのない設計を前提とした線量評価によるものとする。

## 【(ロ)：通常のBクラスよりも高い耐震性が求められるB+クラスの対象設備の要件】

- 「運転できないこと若しくは作業への被ばく影響が生じることによりリスク低減活動への影響が大きい設備」の具体例は以下のとおり。
  - ・ 建屋滞留水・多核種除去設備などの水処理設備、使用済燃料をプールからより安定性の高い乾式キャスクへ移動させるために必要な燃料取出設備等。
  - ・ 閉じ込め・遮へい機能喪失時の復旧作業における従事者被ばく線量が1日当たりの計画線量限度を超える設備等。

## 【(ハ)：B+クラスの1/2Ss450機能維持】

- Ss900の1/2の最大加速度450galの地震動に対して、運転の継続に必要な機能の維持や閉じ込め・遮へい機能の維持を求める。

## 【(ニ)：上位クラスへの波及的影響】

- 上位クラスへの波及的影響がある場合、原則上位クラスに応じた地震動を念頭に置くが、耐震クラス分類の考え方と同様に、下位クラスによる波及的影響を起因とする敷地周辺の公衆被ばく線量も勘案し、適切な地震動を設定する。

## 【(ホ)：地震力の組合せ】

- 地震力の算定に際しては、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせる。

## 【(ヘ)：液体放射性物質を内包する設備】

- 多核種除去設備等で処理する前の液体等、放出による外部への影響が大きい液体を内包する設備については、Ss900に対して、海洋に流出するおそれのない設計とすることを求める（滞留水が存在する建屋、ALPS処理前の水や濃縮廃液を貯留するタンクの堰等）。これ以外の液体を内包する設備については、上位クラスの地震動に対する閉じ込め機能の確保又は漏えい時の影響緩和対策を求める\*。

※：設備自体を耐震CクラスからBクラスに格上げ、周囲の堰等に上位クラスの地震動に対して閉じ込め機能を維持する、漏えい時に仮設ホースによる排水等の機動的対応を講ずる等により、海洋への流出を緩和する措置を想定。

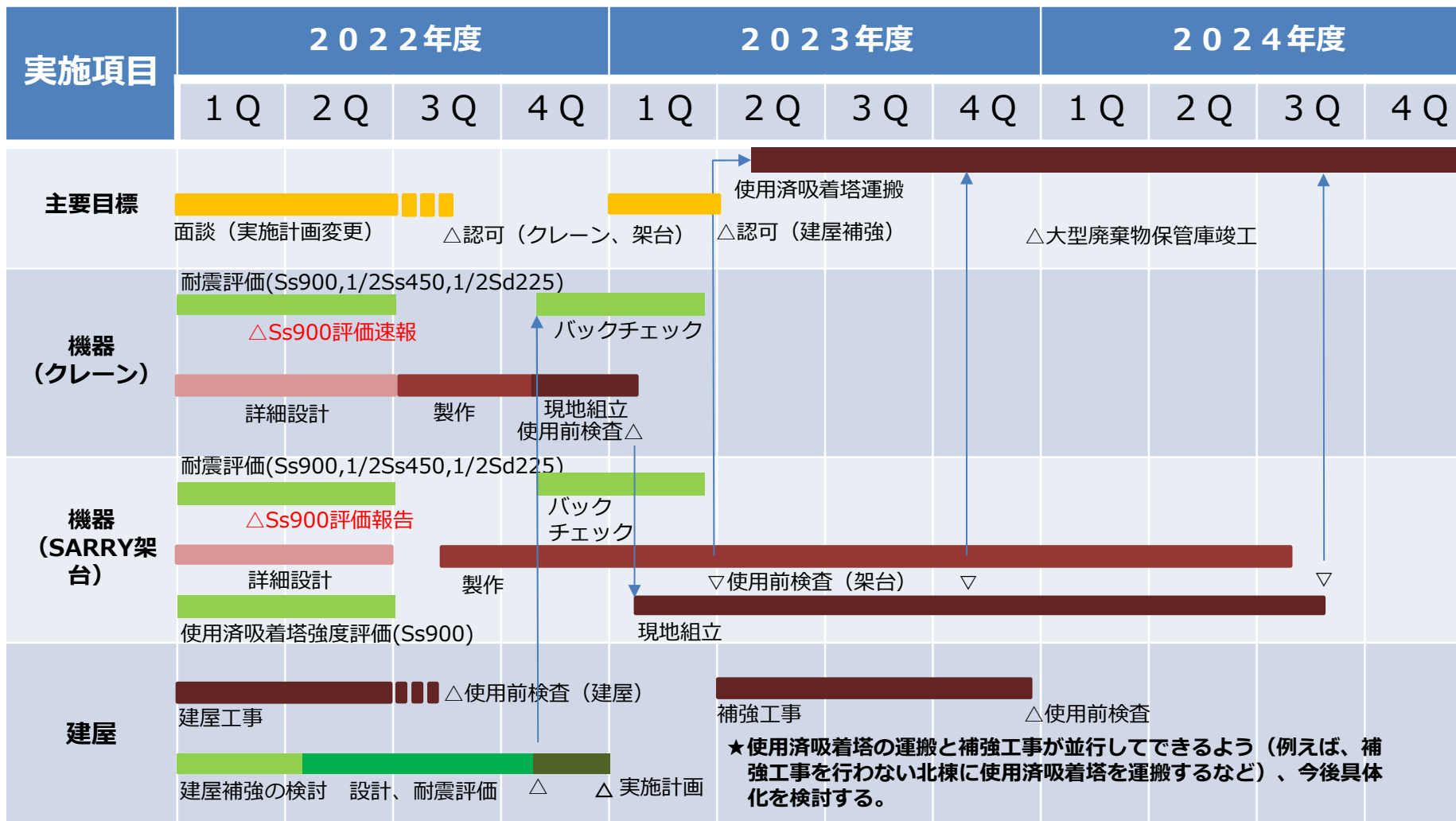
## 【(ト)：耐震性の確保に対する代替措置】

- 耐震性の確保の代替策として、機動的対応や耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させるための対策を講ずるとしてもよい。具体例は以下のとおり。
  - 例1：B+クラス設備の1/2Ss450機能維持の手段としては、耐震性の確保の他、機動的対応（予備品への交換、可搬型設備の運用等）による代替手段を想定。
  - 例2：中低濃度タンクや吸着塔一時保管施設等の耐震性の不足に起因するリスクを早期に低減させる対策として、耐震性の高い建屋やタンクへの移替え及び移管、スラリー安定化処理設備や海洋放出設備による処理等を早期に行うことを想定。

## 2. スケジュール

今回変更

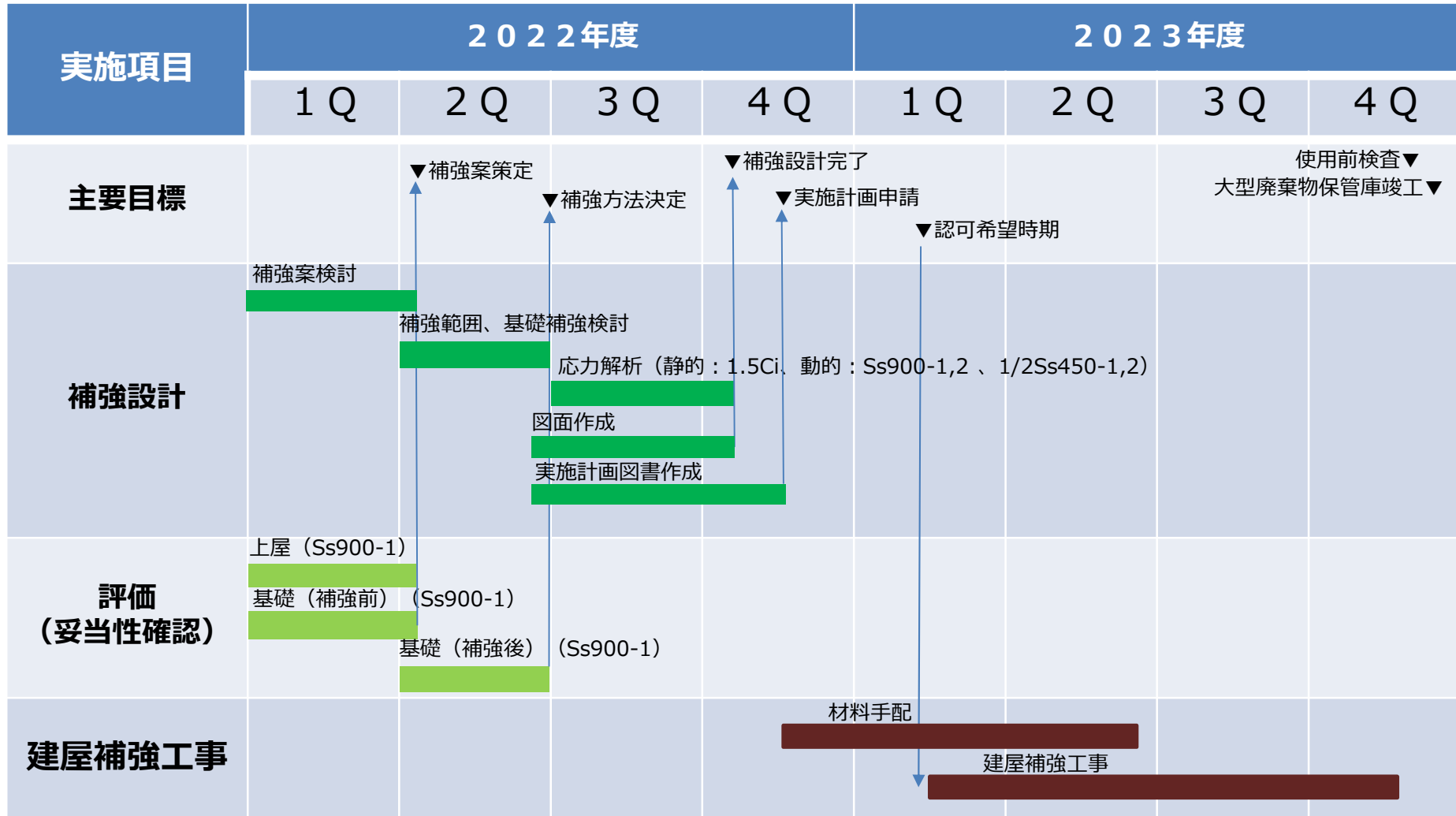
- 大型廃棄物保管庫の設置に係る概略スケジュールは、3月14日の特定原子力施設監視・評価検討会を踏まえ、以下のとおり。各評価結果がまとまり次第、随時ご提示する。
- 使用済吸着塔の保管を早期に実現するため、建屋補強工事や運用の具体的検討を行っていく予定。



## 2. スケジュール

今回追加

■ 大型廃棄物保管庫の建屋補強に係る概略スケジュール案は、以下のとおり。各評価結果がまとまり次第、随時ご提示する。



※設計の進捗及び評価結果によって、スケジュール案は変更になる場合がある。

# 3. 事故時線量評価

変更なし

- ① 建屋遮蔽を喪失した場合における、使用済吸着塔からの敷地境界での直接線・スカイシャイン線

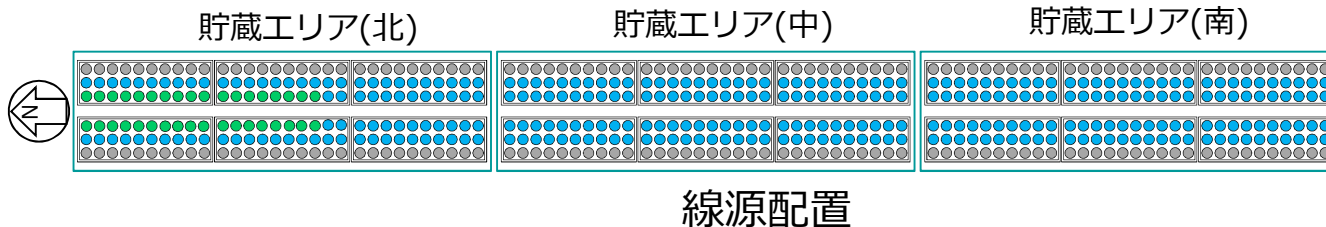
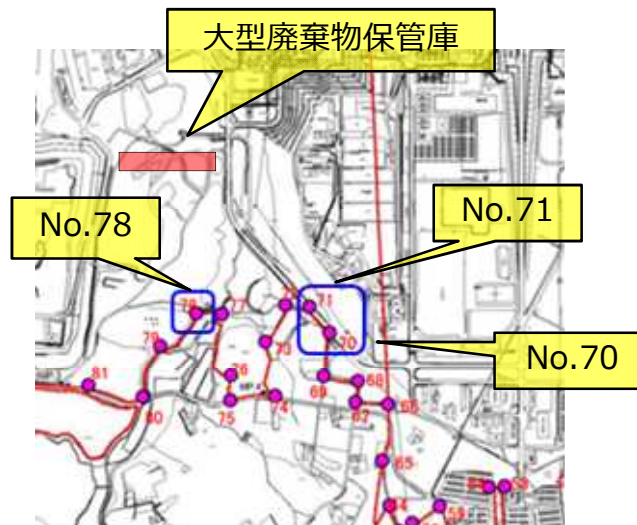
## 評価条件※

※実施計画Ⅲ章 第3編 2.2.2.1 「線量の評価方法」の考え方にに基づき評価を実施

- 使用済吸着塔，床の掘り下げを考慮するものとし，外壁・屋根はモデル化しない。
- 評価地点は，大型廃棄物保管庫の最近接点であるNo.78と，敷地内各施設を含めた最大実効線量評価点であるNo.70,71とする。

- 線源
  - 保管する吸着塔540体を線源とする。
  - 実際は貯蔵エリア（南）にKURION吸着塔を保管するが，保守的な評価とするため線量評価モデルは全てSARRY吸着塔を採用する。（既認可）

- 線源強度
  - 保管する使用済吸着塔のインベントリ（線源強度）を考慮し，次の表面線量率を採用する。
  - SARRY1(S1)（表面線量率：1.2mSv/h）
  - SARRY2(S2)（表面線量率：0.7mSv/h）
  - SARRY3(S3)（表面線量率：0.234mSv/h）



| 第二セシウム吸着装置吸着塔格納部 |    |                                    |
|------------------|----|------------------------------------|
| ●                | S1 | $\phi \leq 1.2\text{mSv/h}$ 36体    |
| ●                | S2 | $\phi \leq 0.7\text{mSv/h}$ 324体   |
| ●                | S3 | $\phi \leq 0.234\text{mSv/h}$ 180体 |

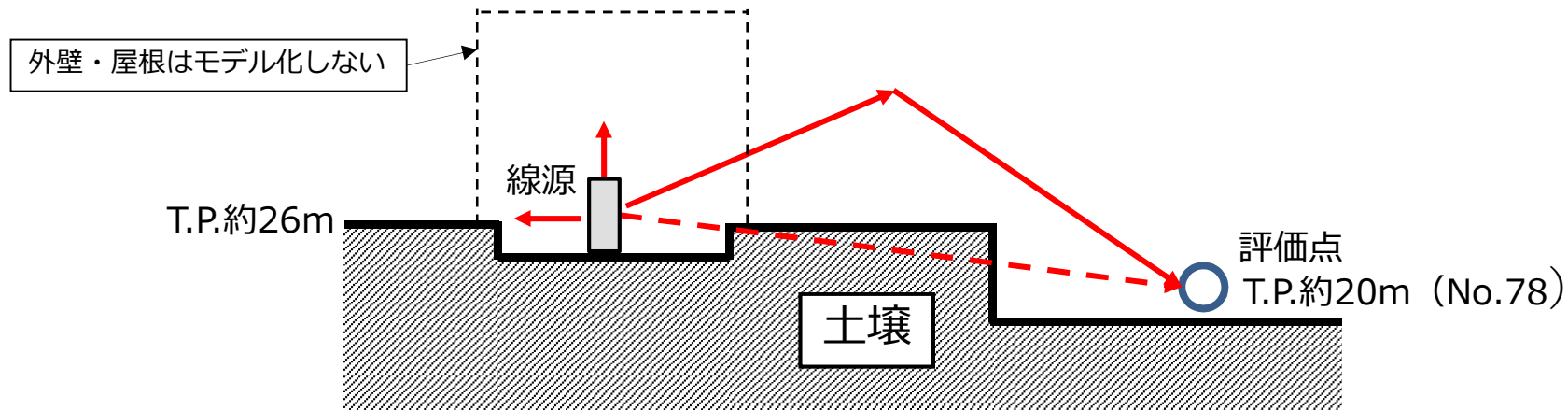
実施計画Ⅲ-3-2-2-2-添1-2 図4より抜粋

### 3. 事故時線量評価

- ① 建屋遮蔽を喪失した場合における、使用済吸着塔からの敷地境界での直接線・スカイシャイン線

#### 評価条件

- 敷地境界への影響の考え方(イメージ)



#### 評価結果

- No.78が最大の値となり $4.8 \times 10^{-1} \text{mSv/年}$ であった。  
これは、耐震Sクラスと判断される $5 \text{mSv}$ に比べ十分小さい。

| 評価地点  | 年間線量率 (mSv/年)        |                      |
|-------|----------------------|----------------------|
|       | 建屋遮へい考慮              | 建屋遮へい喪失              |
| No.70 | $7.7 \times 10^{-3}$ | $9.4 \times 10^{-2}$ |
| No.71 | $1.5 \times 10^{-2}$ | $1.8 \times 10^{-1}$ |
| No.78 | $6.7 \times 10^{-2}$ | $4.8 \times 10^{-1}$ |

### 3. 建屋評価結果

変更なし

- 北棟及び南棟については、層間変形角1/30以下に収まっていること及び崩壊機構が形成されていないことから建屋が倒壊しないことを確認した。
- 中央棟については、層間変形角1/30以下に収まっているものの、崩壊機構が形成されることから建屋の倒壊を否定できない結果となった。

|     | 許容限界            | 評価結果                   | 判定結果 |
|-----|-----------------|------------------------|------|
| 北棟  | 層間変形角1/30※1     | NS方向：1/78<br>EW方向：1/57 | OK   |
|     | 崩壊機構が形成されないこと※2 | 形成しない                  |      |
| 中央棟 | 層間変形角1/30       | NS方向：1/72<br>EW方向：1/57 | NG   |
|     | 崩壊機構が形成されないこと   | 形成する                   |      |
| 南棟  | 層間変形角1/30       | NS方向：1/84<br>EW方向：1/65 | OK   |
|     | 崩壊機構が形成されないこと   | 形成しない                  |      |

注記※1：「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針（（財）日本建築防災協会）」を参考に許容限界を設定している。なお、被災度区分判定基準においては、柱の残留傾斜角が1/30を超えた場合に大破としているが、保守的に最大層間変形角を用いて評価を行う。

※2：フレームの全ての部材に塑性ヒンジ（地震力により部材断面全てが降伏し曲げ剛性を失い、ヒンジ（蝶番）のように回転する部分）ができると、それ以上水平力が増えないまま、変形のみが増え続け崩壊へと至る状態（崩壊機構）が形成される。

### 3. 建屋補強方針

変更なし

16

- 補強後のSs900に対する建屋のクライテリアについても同様に設定する。
- 評価結果より、現状としては中央棟のみ補強を行う方針とする。

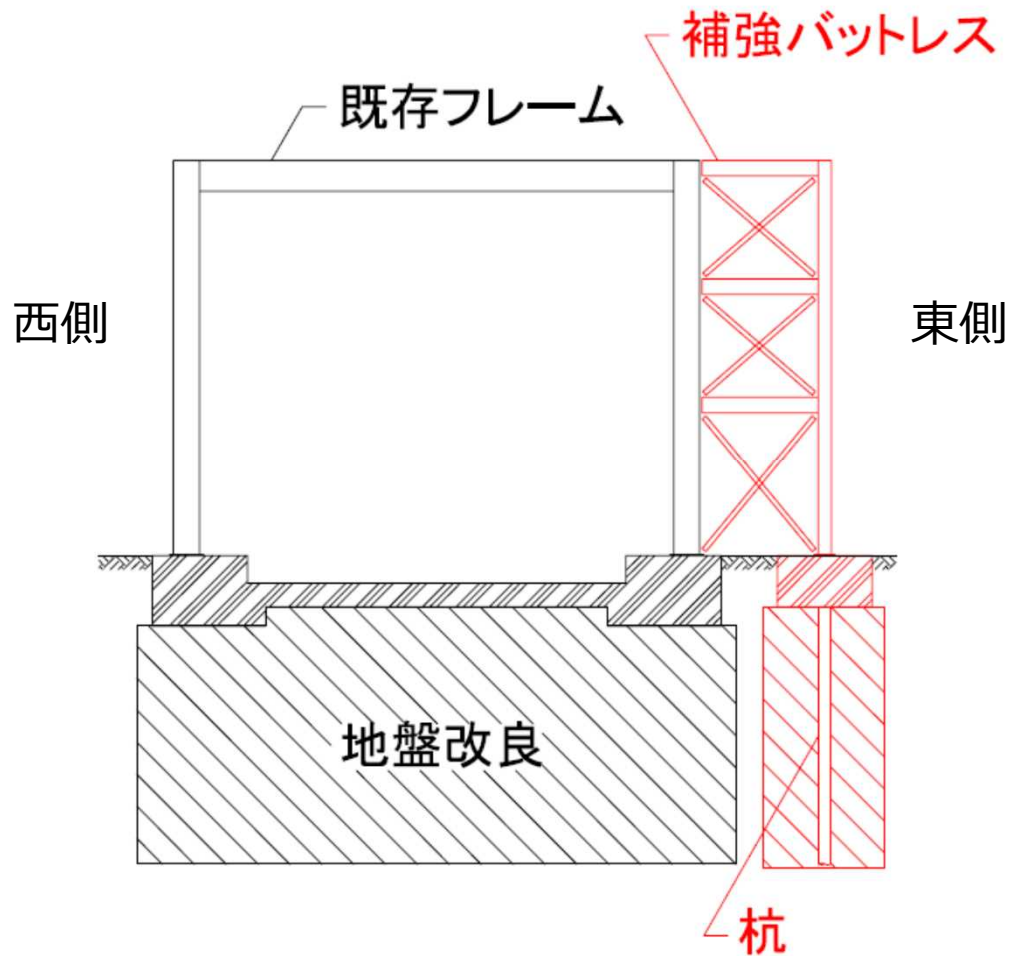
| 機能設計上の性能目標      | 地震力           | 部位     | 機能維持のための考え方                  | 許容限界                       |
|-----------------|---------------|--------|------------------------------|----------------------------|
| 吸着塔に波及的影響を及ぼさない | 基準地震動 Ss900-1 | 鉄骨フレーム | 波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認 | 層間変形角1/30<br>崩壊機構が形成されないこと |



### 3. 建屋補強イメージ

変更なし

- 建屋補強について，構造成立性や施工成立性を検討中。



建屋補強イメージ図

## 4. 機器の影響評価について

Ss900を用いた機器の影響評価を行うにあたっては、建屋側の耐震補強の検討結果を以て実施する必要があるが、検討に時間を要することが想定される。

⇒早期にSs900による影響評価結果を示すことを目的として、機器の影響評価については、以下の方針で進めていく。

- ① 現状の建屋影響評価結果から得られた機器設置床面でのスペクトルの代表ケースに裕度を持たせ影響評価を行うこと。
- ② 建屋側の耐震補強の検討結果を踏まえた影響評価については、スペクトルの比較により包絡していることの確認を行うこと。

### 機器イメージ図

