

# 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)

2023年6月2日

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

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」※<sup>1</sup>に従うと以下のとおりとなる。

※1：2022年11月16日第51回原子力規制委員会資料3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を評価

○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※<sup>2</sup>する。

※2：（参考）保守的な試算として、使用済吸着塔1体の放射エネルギー $1.0 \times 10^{15}$ 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 $0.0779$  ( $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq}/\text{h}$ ) で計算した場合 $5.3 \times 10^3$ mSv/yとなる。



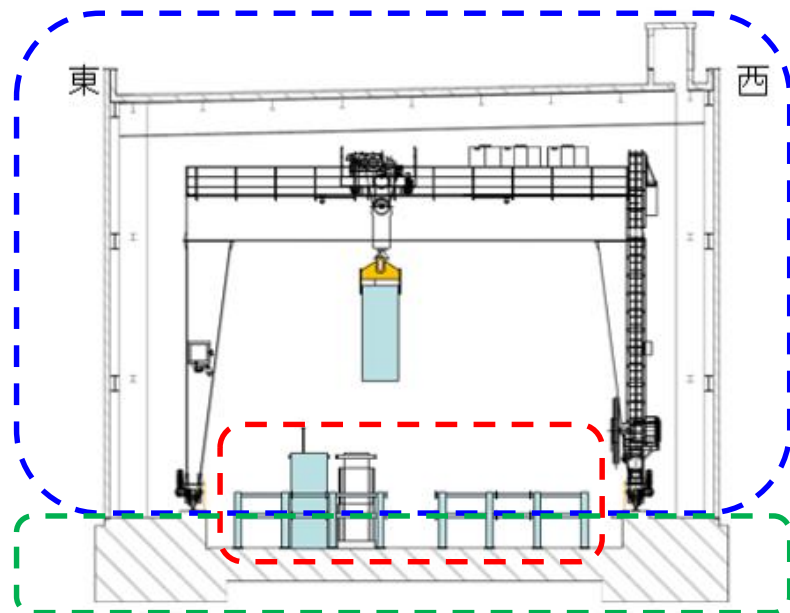
暫定Sクラス  
( $5 \text{ mSv} < \text{公衆被ばく線量}$ )



# 1 - 2 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

②. 現実的な緩和対策を考慮（被ばく評価期間，放射線防護対策，建屋耐震設計など）

○使用済吸着塔（架台を含む）について耐震Sクラスとして機能を期待し，建屋（天井，壁），クレーンに使用済吸着塔への波及的影響防止，建屋（基礎）に間接支持を期待する。

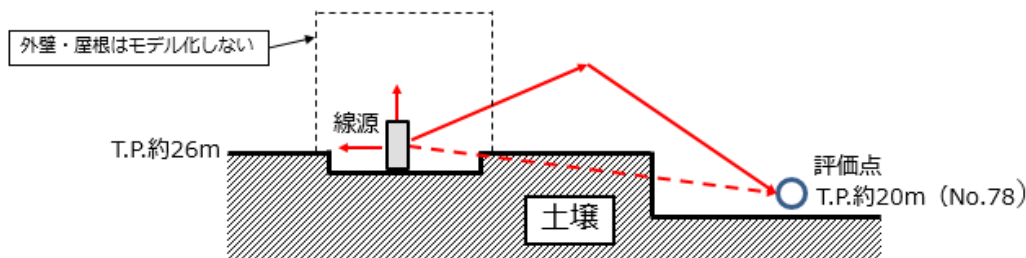


建屋（天井，壁），クレーンは使用済吸着塔への波及的影響防止を期待

使用済吸着塔，架台はSクラス

建屋（基礎）は間接支持を期待

○被ばく評価期間を7日間とし，建屋（天井，壁）を考慮しない場合， $9.2\mu\text{Sv}/7\text{日間}$ （ $0.48\text{mSv}/\text{年}$ ）となり，Cクラス（公衆被ばく線量は $50\mu\text{Sv}$ 以下）となる。



# (補足説明 1) 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※

※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

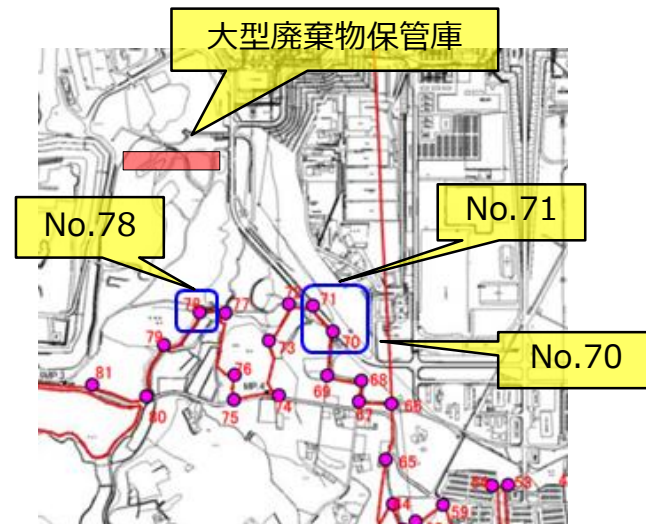
保管する吸着塔540体を線源とする。

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。

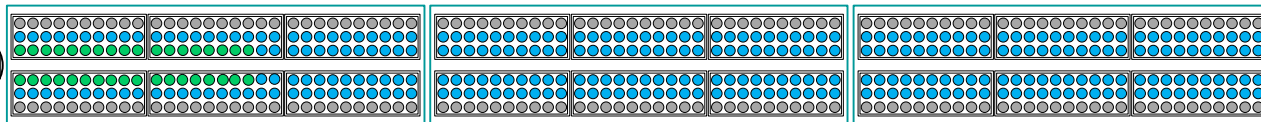
- SARRY1(S1) (表面線量率：1.2mSv/h)
- SARRY2(S2) (表面線量率：0.7mSv/h)
- SARRY3(S3) (表面線量率：0.234mSv/h)



貯蔵エリア(北)

貯蔵エリア(中)

貯蔵エリア(南)



線源配置

第二セシウム吸着装置吸着塔格納部		
● (Green)	: S1	$\phi \leq 1.2\text{mSv/h}$ 36体
● (Light Blue)	: S2	$\phi \leq 0.7\text{mSv/h}$ 324体
● (Grey)	: S3	$\phi \leq 0.234\text{mSv/h}$ 180体

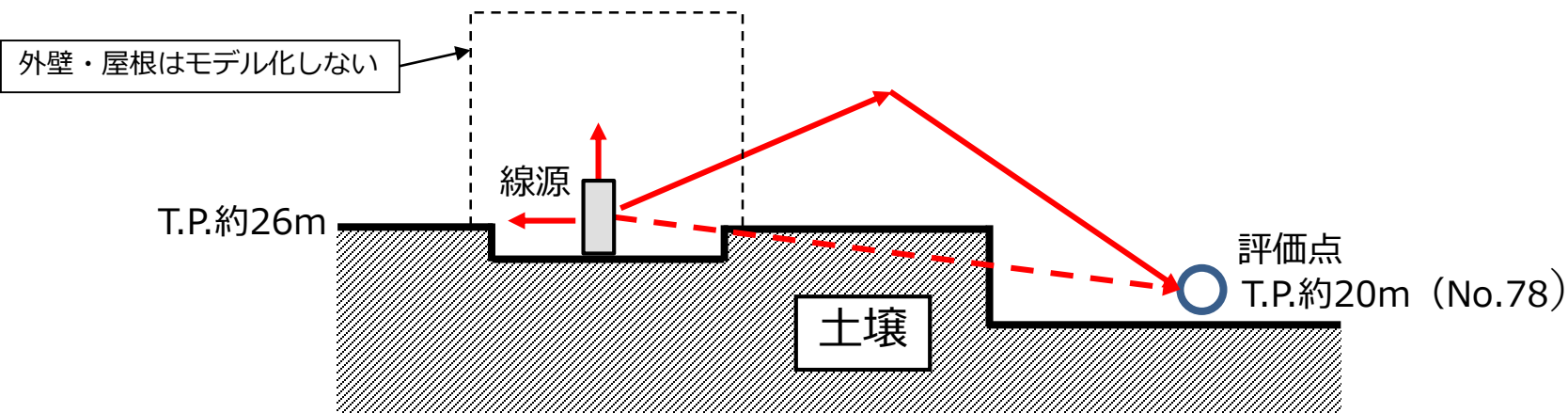
実施計画Ⅲ-3-2-2-2-添1-2 図4より抜粋

# (補足説明 2) 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0.48mSv/年であった。

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	0.0077	0.094
No.71	0.015	0.18
No.78	0.067	0.48

# 1 - 3 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

○現実的な緩和対策にて考慮した大型廃棄物保管庫の各設備毎の安全機能，耐震クラスは以下のとおり。

機器区分	設備名称	耐震上の安全機能※1	耐震クラス	直接支持構造物	間接支持構造物	波及的影響を考慮すべき施設	説明
				( ) 内は耐震クラス，【 】内は確認用地震動※2を示す			
(使用済吸着塔)		<ul style="list-style-type: none"> <li>閉じ込め機能 (液体，固体)</li> <li>遮蔽機能</li> </ul>	S ※1	架台 (S)	建屋 (基礎) 【Ss】	建屋 (屋根) 【Ss】 建屋 (壁) 【Ss】 建屋 (柱，梁) 【Ss】 クレーン 【Ss】	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用済吸着塔が安全機能を喪失した場合5mSvを超過するためSクラス</li> <li>※1 既設の使用済吸着塔はBクラスで認可済</li> </ul>
大型廃棄物保管庫	建屋 (屋根)	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮蔽機能</li> </ul>	C	機器の支持構造物 (C)	建屋 (柱，梁) 【S <sub>c</sub> 】	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>建屋 (屋根，壁) が安全機能を喪失した場合50μSv以下となるためCクラス</li> </ul>
	建屋 (壁)	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮蔽機能</li> </ul>	C		建屋 (柱，梁) 【S <sub>c</sub> 】	-	
	建屋 (柱，梁)	-	C		建屋 (基礎) 【S <sub>c</sub> 】	-	
	クレーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>(運搬機能)</li> </ul>	C	機器の支持構造物 (C)	建屋 (基礎) 【S <sub>c</sub> 】	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>運搬機能がなくても放射線影響は生じない。</li> </ul>
	架台	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用済吸着塔の直接支持構造物</li> </ul>	S	機器の支持構造物 (S)	建屋 (基礎) 【Ss】	-	
	建屋 (基礎 (堰))	<ul style="list-style-type: none"> <li>漏洩拡大防止機能</li> <li>使用済吸着塔 (架台) の間接支持構造物</li> </ul>	C	機器の支持構造物 (C)	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>堰の漏洩拡大防止機能については，漏洩が微量であること，週一回のパトロールで漏洩を検知でき，ふき取り等の対応が可能であり線量影響は微小。</li> </ul>
	換気設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素の排出機能</li> </ul>	C		建屋 【S <sub>c</sub> 】	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用済吸着塔のベント口からの水素の排出については換気停止時に建屋上部の非常用ベント口を時間的余裕をもって機動的対応を含め手で解放し対応できることから，線量影響はない。</li> </ul>
	非常用ベント口	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素の排出機能</li> </ul>	C		建屋 【S <sub>c</sub> 】	-	
電源・計装設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>(電源供給機能，計測機能)</li> </ul>	C		建屋 【S <sub>c</sub> 】	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>電源供給機能，計測機能がなくても放射線影響は生じないため，JEAC4601-2015の放射線安全に関係しない施設等を参考に設定</li> </ul>	

※1 括弧内は設備の機能を示す。

※2 確認用地震動について，Ssは基準地震動，S<sub>c</sub>はCクラスの施設に適用される静的震度を示す。



③. ②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 - 5 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、屋外保管の逼迫リスクが高まる。一方、既設の補強を行うことにより工程短縮が可能である。</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、自主的に漏洩に対して信頼性を向上させる方法を検討する。





# 1 - 6 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た、設備毎の耐震クラス分類は最終的には次表のとおり。

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>既設の使用済吸着塔はBクラスとして認可済</li> <li>大型廃棄物保管庫に保管予定の使用済吸着塔の安全機能喪失時の公衆への被ばく線量が5mSvを超えるため耐震クラスはS</li> </ul>
大型廃棄物保管庫	建屋（屋根）	C（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>C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>吸着塔が健全な状態で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以下となるためC</li> </ul>
	建屋（壁）	C（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>C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（柱、梁）	C（波及的影響）	<ul style="list-style-type: none"> <li>波及的影響防止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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））	C（間接支持）	<ul style="list-style-type: none"> <li>間接支持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ss900で使用済吸着塔の間接支持機能を失わないこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建屋はBクラスとして認可済</li> <li>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。Ss900での耐震性を確認し、NGの場合は、自主的に漏洩に対して信頼性を向上させる方法を検討する。</li> </ul>
	クレーン	C（波及的影響）	<ul style="list-style-type: none"> <li>（運搬機能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cクラスの地震力で運搬機能が失われないこと</li> </ul>	施設・設備の特徴を考慮すると、Ss900に対する使用済吸着塔への波及的影響は低いため、確認用地震動はSd450とする。
	架台	S（直接支持）	<ul style="list-style-type: none"> <li>直接支持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ss900で使用済吸着塔の直接支持機能を失わないこと</li> </ul>	
	換気設備	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>（換気機能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cクラスの地震力で換気機能が失われないこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>換気設備、非常用ベント口はCクラスとして認可済</li> <li>非常時の水素の排出については時間的余裕をもって手動で対応可能。</li> </ul>
	非常用ベント口	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素の排出機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cクラスの地震力で水素の排出機能が失われないこと</li> </ul>	
	電源・計装設備	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>（電源供給機能、計測機能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cクラスの地震力で電源供給機能、計測機能が失われないこと</li> </ul>	<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 - 7 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

○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	耐震クラス	動的地震力		静的地震力 (静的震度)	確認用地震動 (波及的影響, 間接支持機能)	説明
		機能維持	弾性範囲 (共振時のみ)			
(使用済吸着塔)	S	Ss900	Sd450	水平 : 3.6Ci (0.72 <del>㊦</del> ) 鉛直 : 1.2Cv (0.36)	—	・実力としてSクラス地震動により保管状態の吸着塔本体が破損し、内包水や吸着材が漏れいしないことを確認する。
建屋 (屋根)	C	—	—	水平 : 1.0Ci (0.2 <del>㊦</del> ) 鉛直 : —	Ss900	・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。 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 $\mu$ Sv以下となるため、Cクラスの地震力を適用する。
建屋 (壁)						
建屋 (柱, 梁)						
建屋 (基礎 (堰))						
クレーン	C	—	—	水平 : 1.2Ci (0.24 <del>㊦</del> ) 鉛直 : —	Sd450	・施設・設備の特徴を考慮すると、Ss900に対する使用済吸着塔への波及的影響は低いため、確認用地震動はSd450とする。
使用済吸着塔架台	S	Ss900	Sd450	水平 : 3.6Ci (0.72 <del>㊦</del> ) 鉛直 : 1.2Cv (0.36)	—	・使用済吸着塔の直接支持構造物
換気設備	C	—	—	水平 : 1.2Ci (0.24 <del>㊦</del> ) 鉛直 : —	—	・認可済
非常用ベント口						
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。

○必要な対策 (耐震性の確保の代替案等)

Ss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。

設置許可基準規則解釈の記載

①建物・構築物

「鉛直地震動は、震度0.3以上を基準とし…」

②機器配管系

「上記①の鉛直地震動をそれぞれ20%増しとした震度から求めること」

上記よりSクラスの機器配管系における鉛直地震力は以下の通りと考える。

$$\underline{1.0 \times 1.2(\text{上記②}) \times 0.3 (\text{上記①}) = 0.36}$$

(参考) 2022年11月16日第51 回原子力規制委員会資料 3 抜粋

別紙

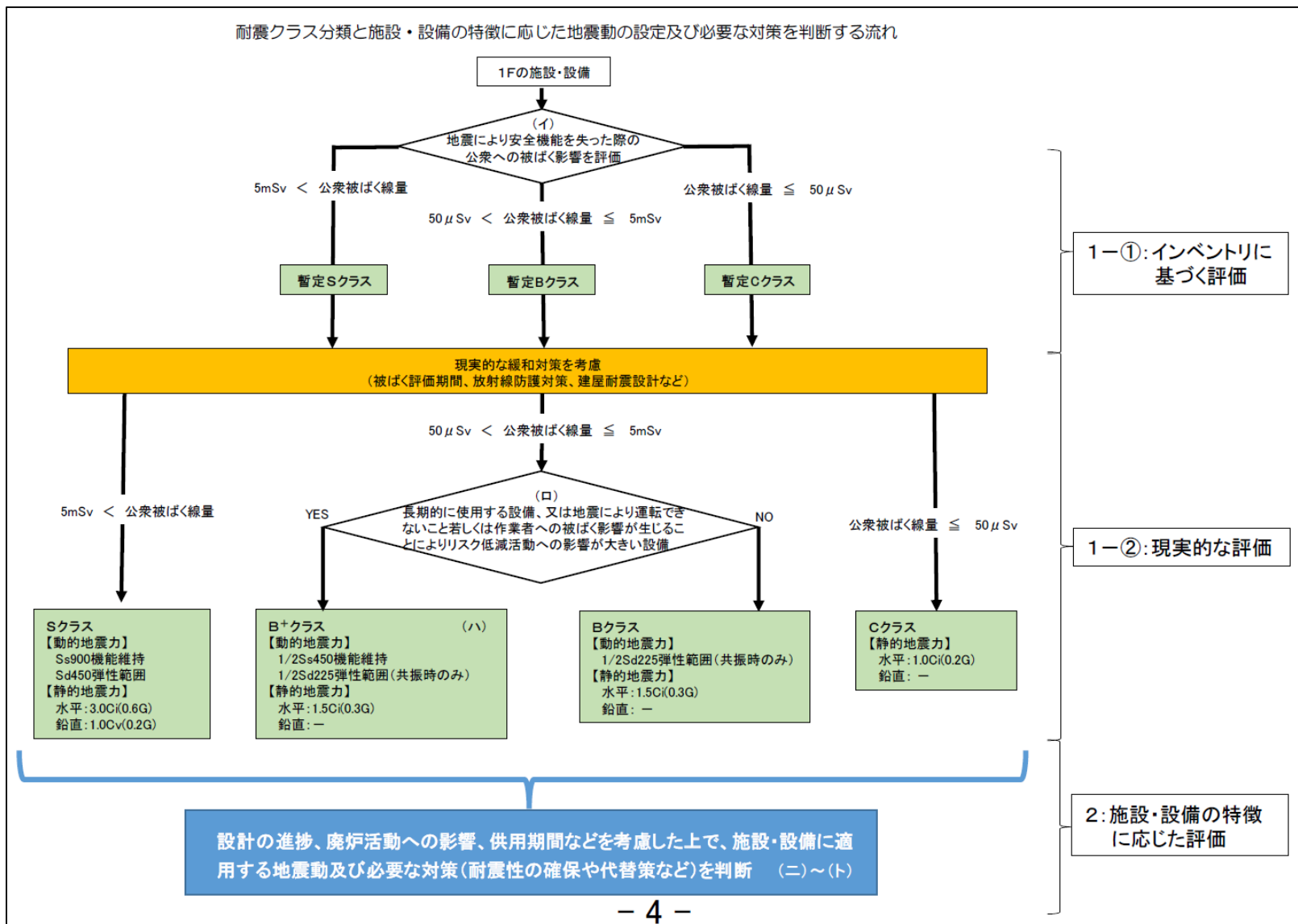
## 東京電力福島第一原子力発電所における 耐震クラス分類と地震動の適用の考え方(案)

東京電力福島第一原子力発電所の施設・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<sup>+</sup>、B、C)
- ②設計の進捗、廃炉活動への影響、供用期間 等

# 1-9 大型廃棄物保管庫の耐震評価の考え方

(参考) 2022年11月16日第51 回原子力規制委員会資料3 抜粋



(参考) 2022年11月16日第51 回原子力規制委員会資料3 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<sup>+</sup>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者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<sup>+</sup>クラスの1/2Ss450機能維持】

- 1/2Ss450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。
- 令和4年3月16日の福島県沖地震の地震動が1/2Ss450を上回った周期帯に固有振動数を有する施設・設備は、当該地震動による施設・設備の機能への影響を評価する。

## 【(ニ)： 耐震性の確保】

- 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。

## 【(ホ)： 耐震性の確保に対する代替策】

- 耐震性の確保の代替策として、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：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。

## 【(ヘ)： 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、適切に地震動を設定する。

## 【(ト)： 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。

大型廃棄物保管庫の揚重設備および架台設置に係る実施計画の変更について  
2023年6月2日

大型廃棄物保管庫橋形クレーンの  
耐震性についての計算書（案）

一部の評価条件（断面特性）について妥当性確認中のため、評価結果は追而。

## 1. 概要

本資料は、大型廃棄物保管庫に設置するクレーンが弾性設計用地震動  $S_d$  に対して十分な構造強度を有していることを確認することで、貯蔵エリアに保管された使用済吸着塔および使用済吸着塔保管架台（以下、「保管架台」という。）に対して、波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。

## 2. 一般事項

### 2.1 配置概要

使用済吸着塔保管時において、クレーンは、図 2-1 の位置関係図に示すように、貯蔵エリア上を運搬することから、上位クラスである使用済吸着塔および保管架台に対して倒壊や転倒、トロリの落下により波及的影響を及ぼすおそれがある。

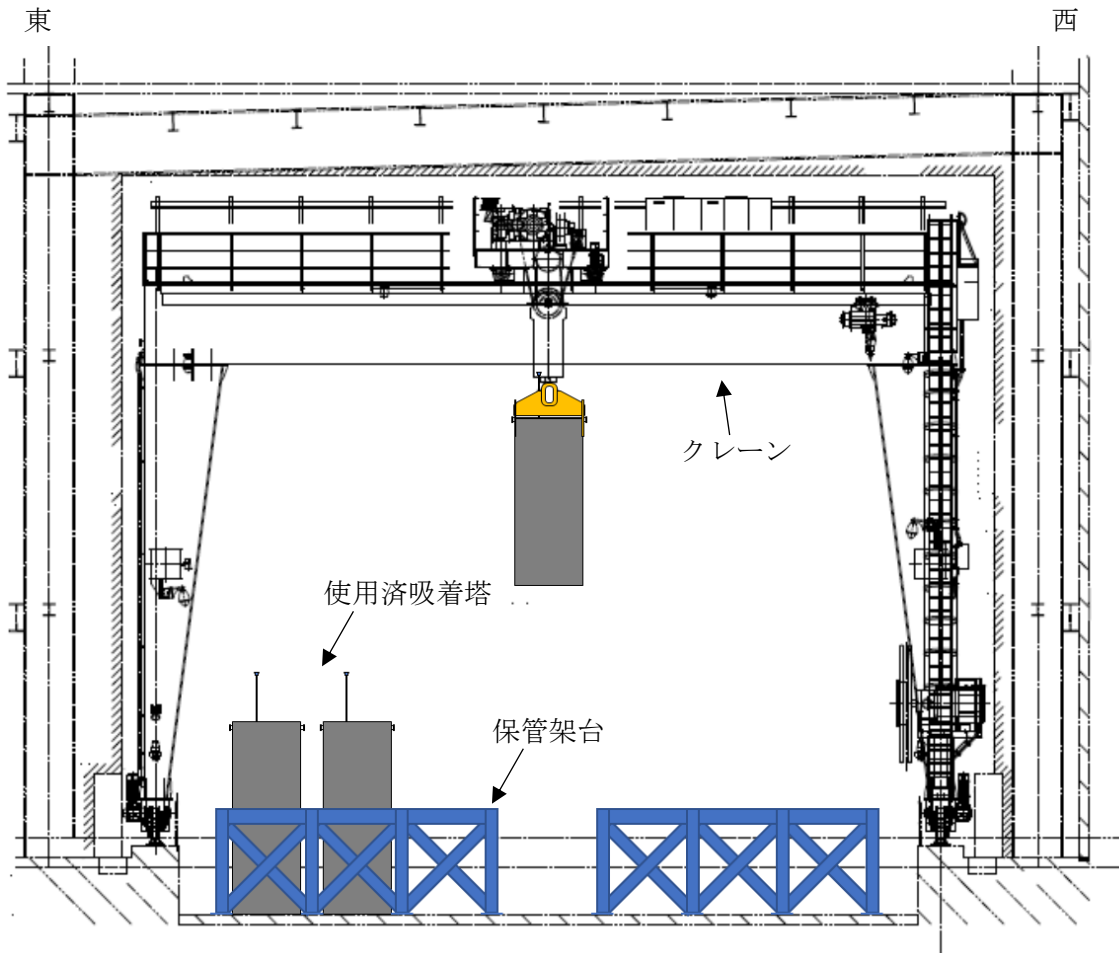


図 2-1 クレーンと使用済吸着塔の位置関係図

※保管架台については構造検討中



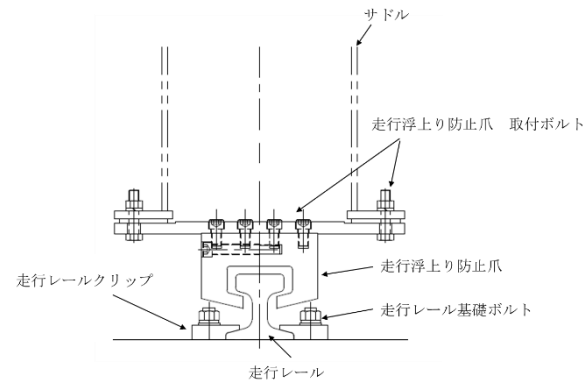
## 2.2 構造計画

クレーンの構造計画を表 2-1 に示す。

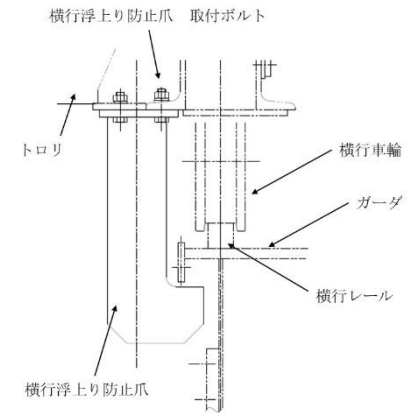
表 2-1 クレーンの構造計画

計画の概要		概略構造図	
基礎・支持構造	主体構造		
クレーンは大型廃棄物保管庫に設置された走行レールにより支持され、トロリはガーダに設置された横行レールにより支持される。	クレーン本体 ガーダ トロリ サドル 剛脚 桁つなぎ 脚つなぎ		

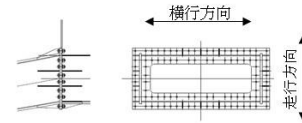
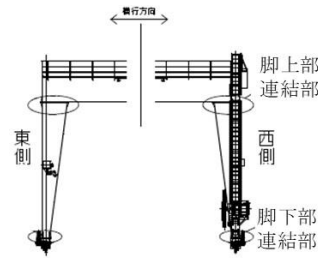
(単位 : mm)



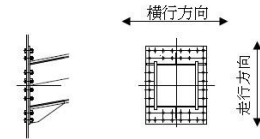
走行浮上り防止治具



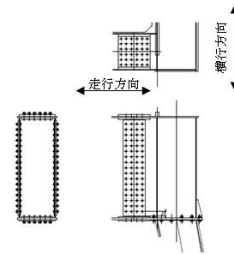
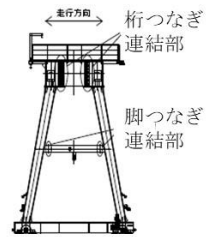
横行浮上り防止治具



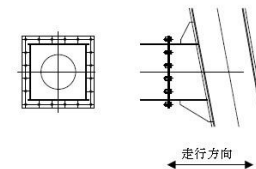
脚上部連結部



脚下部連結部



桁つなぎ連結部



脚つなぎ連結部

### 2.3 評価方針

クレーンの応力評価は、「2.2 構造計画」にて示すクレーンの部位を踏まえ、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」および「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく弾性設計用地震動  $S_d$  による応力等が、許容限界の範囲内に収まることを「4.1 地震応答解析および構造強度評価方法」に示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

クレーンの耐震評価フローを図 2-2 に示す。

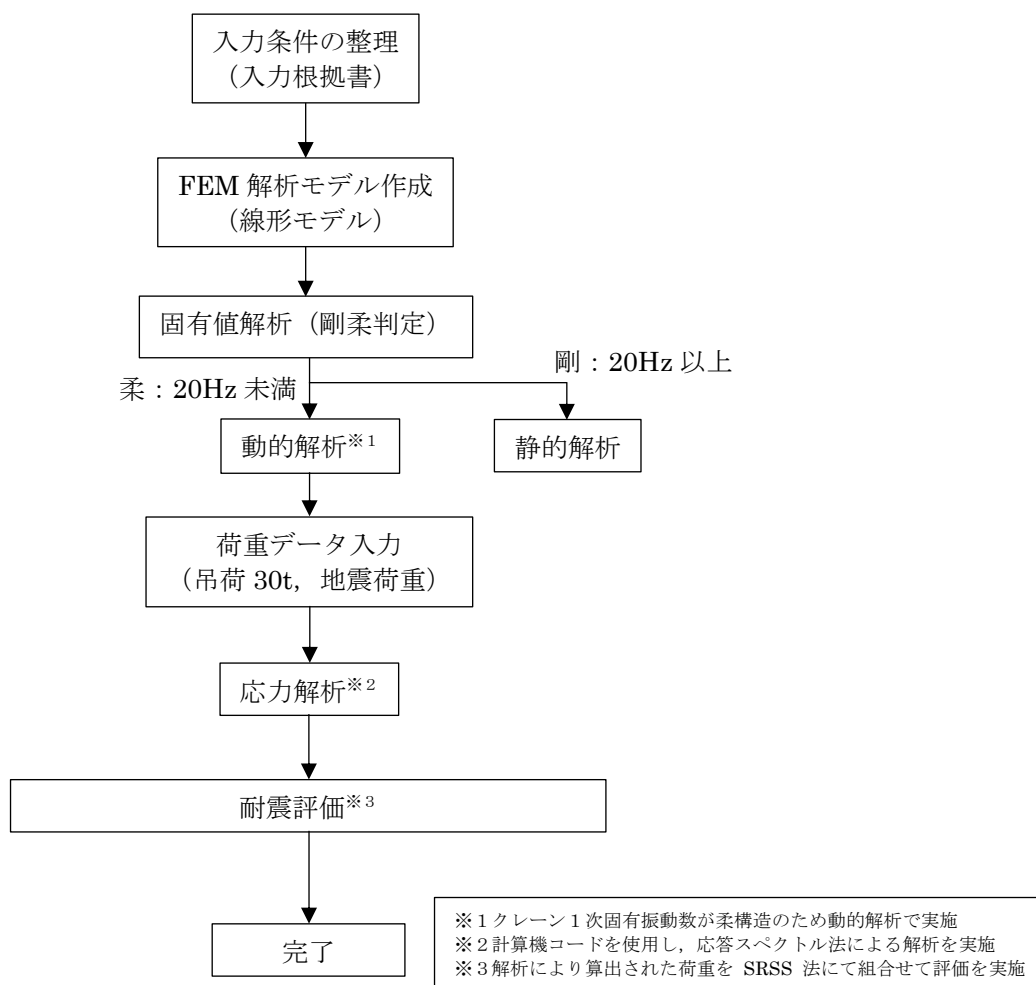


図 2-2 クレーンの耐震評価フロー

## 2.4 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005年版 (2007年追補版含む。))  
JSME S NC1-2005/2007) (日本機械学会 2007年9月) (以下「設計・建設規格」という。)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601・補-1984, JEAG4601-1987 および JEAG4601-1991 追補版) (日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年9月, 昭和62年8月および平成3年6月)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術規程 (JEAC4601-2008) (日本電気協会 原子力規制委員会 平成20年12月)
- (4) 日本産業規格 (日本規格協会)
- (5) 鋼構造設計規準 (日本建築学会)
- (6) クレーン耐震設計指針 (JCAS1101-2018) (日本クレーン協会)

## 2.5 評価に適用する確認用地震動

現実的な評価では、確認用地震動は Ss900 としているが、以下の施設・設備の特徴を考慮すると、Ss900 に対する使用済吸着塔および保管架台への波及的影響は低い  
ため、確認用地震動は Sd450 とする。

- (1) クレーンの運搬ルートは、保管中の使用済吸着塔の上を通過しないことを基本とし、通常停止位置 (ホームポジション) が、保管中の使用済吸着塔に干渉する位置ではない。
- (2) 貯蔵エリア (北) (中) での保管では、使用済吸着塔とクレーン通常停止位置の離隔が十分確保されている。
- (3) 使用済吸着塔を保管した後は、原則としてクレーンが移動することはない。

## 3. 評価部位

クレーンの耐震評価は、「4.1 地震応答解析および構造強度評価方法」に示す条件に基づき、クレーンの倒壊や転倒、トロリの落下により、使用済吸着塔および保管架台が損傷することを防止するため、クレーン本体、連結ボルト、走行/横行浮上り防止治具、走行レール取付部材を対象に実施する。クレーンの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4. 地震応答解析および構造強度評価

##### 4.1 地震応答解析および構造強度評価方法

- (1) クレーン本体及びトロリは、各々走行レールおよび横行レール上に載っているため、地震時は走行／横行方向に対して、水平方向の荷重が最大静止摩擦力を上回る場合に車輪－レール間ですべりが発生する。  
よって、走行方向は全体荷重の3割、横行方向はトロリ・吊荷に対して3割の荷重を考慮する。なお、走行・横行ともに車輪4個のうち摩擦を受けるのは駆動輪の2個であるが、保守的に4個の車輪で摩擦を受けることとする。
- (2) 表4-1に示すケースにて吊荷質量を考慮した評価を実施する。

表 4-1 評価ケース

評価対象		クレーン本体, 連結ボルト, 走行／横行 浮上り防止治具, 走行レール取付部材		
評価ケース No.		1	2	3
トロリ位置	中央	●		
	東側		●	
	西側			●

- (3) クレーンの評価は応答スペクトル法を用いるものとし、解析結果より、各ケースにて求められた水平2方向と鉛直の力およびモーメントをSRSSにて組合せ、応力評価を実施する。

##### 4.2 荷重の組合せおよび許容応力

###### 4.2.1 荷重の組合せおよび供用状態

クレーン本体, 連結ボルト, 走行／横行浮上り防止治具, 走行レール取付部材の評価における荷重の組合せおよび供用状態について表4-2に示す。

###### 4.2.2 許容応力

クレーン本体, 連結ボルト, 走行／横行浮上り防止治具, 走行レール取付部材の許容応力を表4-3に示す。

表 4-2 荷重の組合せおよび供用状態

耐震クラス	荷重の組合せ	供用状態
C (Sd450)	D+P <sub>D</sub> +M <sub>b</sub> +S <sub>d</sub>	Cs

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物）

供用状態	許容限界 (ボルト以外)				許容限界 (ボルト等)	
	1次応力				1次応力	
	引張	圧縮	曲げ	せん断	引張	せん断
Cs	1.5ft	1.5fc	1.5fb	1.5fs	1.5ft	1.5fs

注) 応力の組合せが考えられる場合は, 組合せ応力に対しても評価を行う。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

使用材料の許容応力評価条件を表 4-4 に示す。

表 4-4 許容応力評価条件

部材名		材 料	周囲環境 温度 (°C)	S <sub>y</sub>	S <sub>u</sub>	min(S <sub>y</sub> , 0.7S <sub>u</sub> )
クレーン本体		SM570*1 (16mm < t ≤ 40mm)	54			
連結ボルト		F10T*2	54			
		S10T*2	54			
走行浮上り 防止治具	爪	SS400*1 (100mm < t)	54			
	取付 ボルト	12.9T*2	54			
		8.8T*2	54			
横行浮上り 防止治具	爪	SM570*1 (16mm < t ≤ 40mm)	54			
	取付 ボルト	12.9T*2	54			
走行レール 取付部材	レール クリッ プ	FCD450*2	54			
		SS400*1 (16mm < t ≤ 40mm)	54			
	基礎 ボルト	SS400*1 (16mm < t ≤ 40mm)	54			

\*1 S<sub>y</sub> 値・S<sub>u</sub> 値は JSME 付録材料表 Part5 表 8 および表 9 に記載の値より算出

\*2 S<sub>y</sub> 値・S<sub>u</sub> 値は JIS 記載値より算出

#### 4.3 解析モデルおよび諸元

解析モデルを図 4-1 に、機器諸元を表 4-5、表 4-6 および表 4-7 に示す。

- (1) クレーンの鋼材は、断面形状に基づき断面特性を設定した 3次元梁モデルとする。
- (2) ガーダ上のトロリ位置は、中央および両端部にある場合の 3モデルを作成。
- (3) クレーンの質量として、クレーン本体、トロリ（吊荷含む）を考慮する。
- (4) トロリの質量は、吊荷の重量や高さによって変動するためトロリ中心の頂部に設定し、吊荷はガーダ中心高さと同じレベルでトロリに吊られていると仮定しモデル化する。なお、吊荷の振れは評価上考慮しない。
- (5) クレーンに付属する構造物（補巻用レール、梯子等）の質量は見込むが、強度メンバには含めない。
- (6) 拘束条件として、クレーン本体駆動輪により走行・横行・上下方向を拘束し、従動輪にて横行・上下方向を拘束する。
- (7) 解析コードは、「NASTRAN」を使用し、固有値及び荷重を求める。

表 4-5 機器諸元 (質量)

		質量(t)
クレーン	クレーン本体 (トロリ含む)	95.9
	吊荷	30.0

表 4-6 クレーン本体部材機器諸元 (断面特性)

部材名	縦弾性 係数	断面積	せん断断面積			断面係数		ねじり断面係数	
	E (MPa)	A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>3</sub> (mm <sup>2</sup> )	Z <sub>1</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> )	Zp <sub>1</sub> (mm <sup>3</sup> )	Zp <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> )	
ガーダ									
桁つなぎ									
脚上部									
脚下部									
脚つなぎ									
サドル									

表 4-7 ボルトの諸元

名称	型式	断面積
		(mm <sup>2</sup> )
走行浮上り防止爪取付ボルト	M20	314
横行浮上り防止爪取付ボルト	M20	314
連結ボルト	M24	452
走行レール基礎ボルト	M24	452



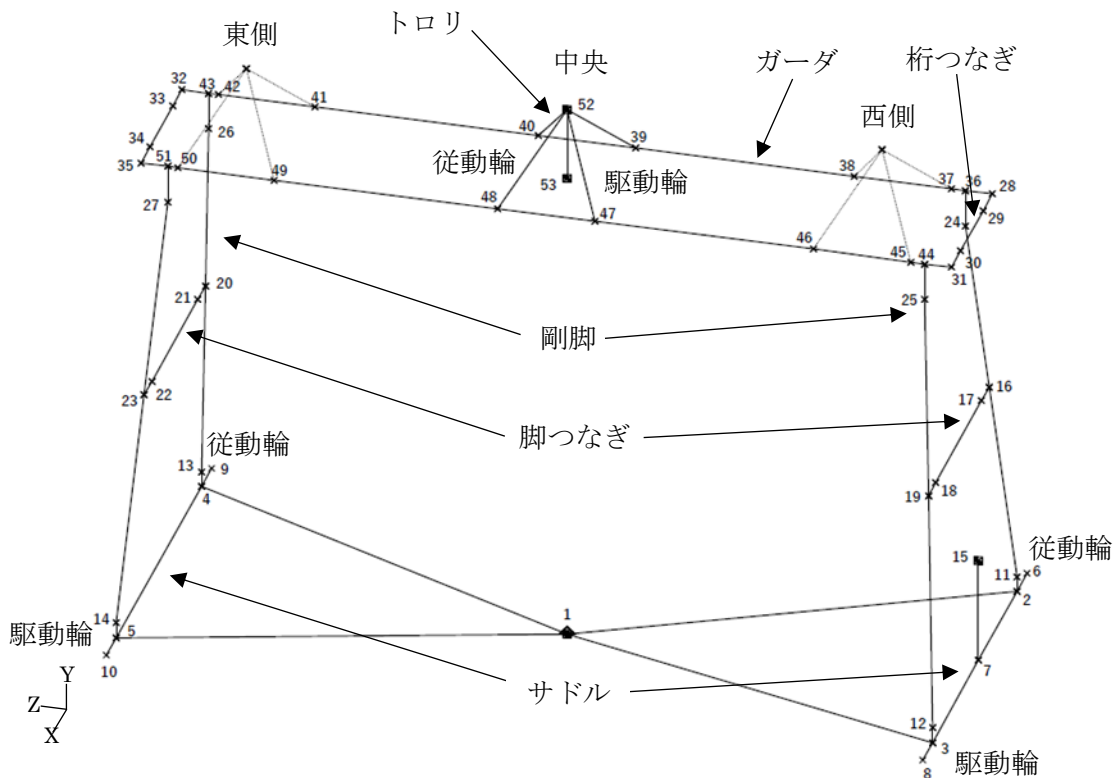


図 4-1 クレーン解析モデル図

#### 4.4 固有周期

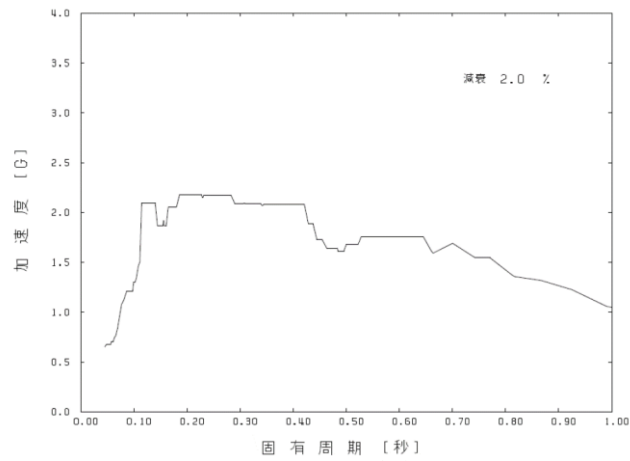
固有値解析の結果として、トロリ位置ごとの固有振動数を表 4-8 に示す。解析の結果、水平・鉛直ともに 1 次固有振動数が 20Hz 未満であり、柔構造であることを確認した。

表 4-8 固有値解析結果

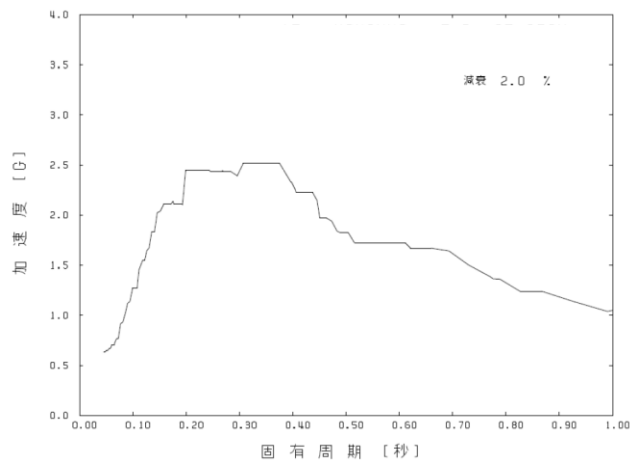
トロリ位置	固有振動数		
	X [Hz]	Y [Hz]	Z [Hz]
中央			
東側			
西側			

#### 4.5 設計用地震力

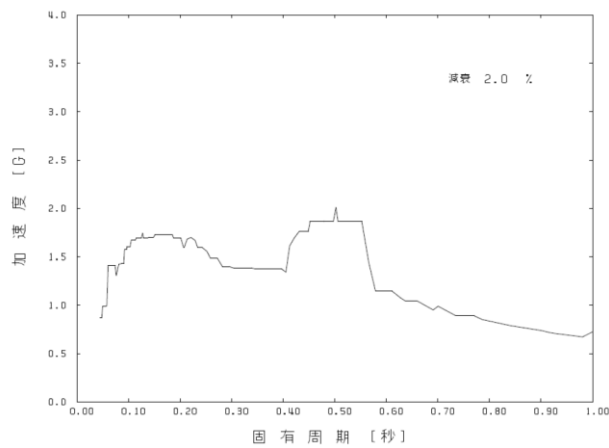
- (1) 耐震計算に用いる地震力は、図 4-2 に示す大型廃棄物保管庫の床応答スペクトル（弾性設計用地震動  $S_d$ ）を適用する。据付けレベルは、大型廃棄物保管庫クレーン設置位置（T.P. 約 26m）を適用する。
- (2) 床応答スペクトルの入力位置は、クレーン設置高さ T.P. 約 26m とする。
- (3) 床応答スペクトルは、建屋の固有周期のシフトを考慮して周期方向に  $\pm 10\%$  拡幅したものをを用いる。
- (4) 床応答スペクトルの減衰定数はボルト・リベット構造物として水平 2%、鉛直 2% を適用する。
- (5) 床応答スペクトルは建屋の耐震補強による影響を考慮した裕度（1.2 倍）を持たせる。



(1FL T.P. 約 26m, Sd450, NS 方向,  $\pm 10\%$  拡幅)



(1FL T.P. 約 26m, Sd450, EW 方向,  $\pm 10\%$  拡幅)



(1FL T.P. 約 26m, Sd450, UD 方向,  $\pm 10\%$  拡幅)

図 4-2 大型廃棄物保管庫 床応答スペクトル

#### 4.6 評価方法

##### 4.6.1 応力の評価方法

材料および許容応力を表 4-9 に示す。

表 4-9 材料および許容応力

評価部位		使用材料	応力の種類	許容応力 (MPa)
クレーン本体		SM570 (16mm < t ≤ 40mm)	引張	390
			せん断	225
			圧縮	361
			曲げ	390
			組合せ	390
連結ボルト		F10T	引張	511
			せん断	393
		S10T	せん断	393
走行浮上り 防止治具	爪	SS400 (100mm < t)	組合せ	199
	取付 ボルト	12.9T	引張	624
			せん断	480
		8.8T	引張	424
せん断	326			
横行浮上り 防止治具	爪	SM570 (16mm < t ≤ 40mm)	組合せ	390
	取付 ボルト	12.9T	引張	624
走行レール 取付部材	レール クリップ	FCD450	曲げ	272
		SS400 (16mm < t ≤ 40mm)	曲げ	229
	基礎 ボルト	SS400 (16mm < t ≤ 40mm)	引張	103
			せん断	132

5. 評価結果

算出応力は、表 5-1 に示すとおり、全て許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 算定応力の評価

評価部位		使用材料	応力の種類	許容応力 (MPa)	算出応力 (MPa)
クレーン本体		SM570 (16mm < t ≤ 40mm)	引張	390	
			せん断	225	
			圧縮	361	
			曲げ	390	
			組合せ	390	
連結ボルト		F10T	引張	511	
			せん断	393	
		S10T	せん断	393	
走行浮上り防止治具	爪	SS400 (100mm < t)	組合せ	199	
	取付ボルト	12.9T	引張	624	
			せん断	480	
		8.8T	引張	424	
せん断	326				
横行浮上り防止治具	爪	SM570 (16mm < t ≤ 40mm)	組合せ	390	
	取付ボルト	12.9T	引張	624	
走行レール取付部材	レールクリップ	FCD450	曲げ	272	
		SS400 (16mm < t ≤ 40mm)	曲げ	229	
	基礎ボルト	SS400 (16mm < t ≤ 40mm)	引張	103	
			せん断	132	

6. 応力の計算方法（数値は各応力の裕度の最も小さい箇所を記載）

6.1 クレーン本体の応力

クレーン本体部材に加わる荷重は応答スペクトル解析により求める。クレーン本体部材の応力は図 6-1 を用いて計算する。

(1) 引張応力： $\sigma$

$$\sigma_{t1} = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.1.1)$$

$\sigma_{t1}$ ：クレーン本体部材に作用する引張応力 (MPa)

[redacted]

(2) せん断応力： $\tau_1$

$$\tau_1 = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.1.2)$$

$\tau_1$ ：クレーン本体部材に作用するせん断応力 (MPa)

[redacted]

(3) 圧縮応力： $\sigma$

$$\sigma_{c1} = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.1.3)$$

$\sigma_{c1}$ ：クレーン本体部材に作用する圧縮応力 (MPa)

[redacted]

(4) 曲げ応力： $\sigma_{b1}$

$$\sigma_{b1} = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.1.4)$$

$\sigma_{b1}$ ：クレーン本体部材に作用する曲げ応力 (MPa)

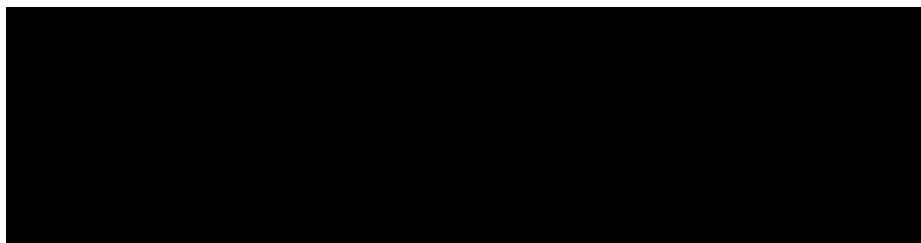
[redacted]

(5) 組合せ応力

a. 組合せ軸応力： $\sigma$

$$\sigma_1 = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.1.5)$$

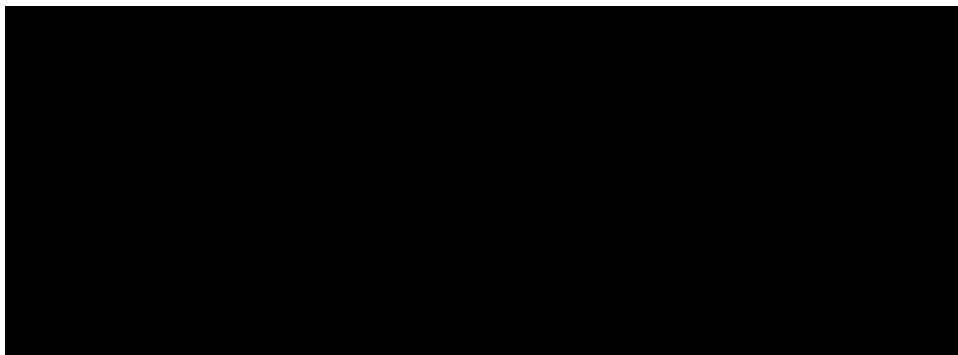
$\sigma_1$ ：クレーン本体部材に作用する組合せ軸応力 (MPa)



b. せん断応力

$$\tau_1 = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.1.6)$$

$\tau_1$ ：クレーン本体部材に作用するせん断応力 (MPa)



c. 組合せ応力： $\sigma_{k1}$

$$\sigma_{k1} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.1.7)$$

$\sigma_{k1}$ ：クレーン本体部材に作用する組合せ応力 (MPa)

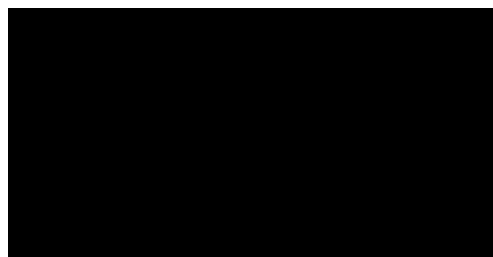


図 6-1 クレーン本体部材の軸方向

## 6.2 連結ボルトの応力

連結ボルトに加わる荷重は応答スペクトル解析により求める。連結ボルトの評価はクレーン本体の部材を連結する「脚上部連結部」「脚下部連結部」「脚つなぎ連結部」「桁つなぎ連結部」の評価を実施する。

- (1) 連結ボルト 1 本あたりに作用する応力（脚上部連結部，脚下部連結部，脚つなぎ連結部，桁つなぎ連結部）

- a. 引張応力： $\sigma_{t2}$

$$\sigma_{t2} = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.2.1)$$

$\sigma_{t2}$ ：連結ボルト 1 本あたりに作用する引張応力 (MPa)

[redacted]

- b. せん断応力： $\sigma_{s1}$

$$\sigma_{s1} = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.2.2)$$

$\sigma_{s1}$ ：連結ボルト 1 本あたりに作用するせん断応力 (MPa)

[redacted]

6.3 走行浮上り防止治具の応力

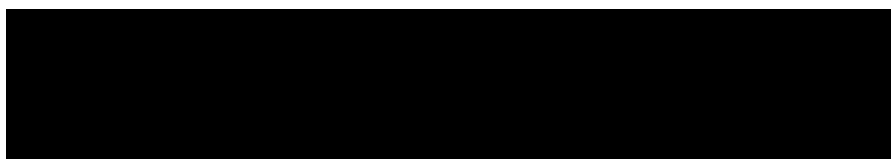
走行浮上り防止治具に加わる荷重は応答スペクトル解析により求める。走行浮上り防止爪の応力を図 6-2, 図 6-3 を用いて計算する。走行浮上り防止爪取付ボルトの応力を図 6-4, 図 6-5 を用いて計算する。

(1) 走行浮上り防止爪(先端)に作用する応力

a. 曲げ応力： $\sigma_{b2}$

$$\sigma_{b2} = \blacksquare \dots\dots\dots (6.3.1)$$

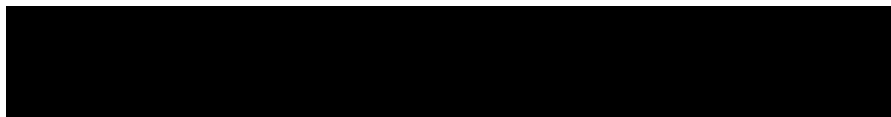
$\sigma_{b2}$ ：走行浮上り防止爪先端に作用する曲げ応力 (MPa)



b. せん断応力： $\tau_2$

$$\tau_2 = \blacksquare \dots\dots\dots (6.3.2)$$

$\tau_2$ ：走行浮上り防止爪先端に作用するせん断応力 (MPa)



c. 組合せ応力： $\sigma_{k2}$

$$\sigma_{k2} = \blacksquare \dots\dots\dots (6.3.3)$$

$\sigma_{k2}$ ：走行浮上り防止爪先端に作用する組合せ応力 (MPa)

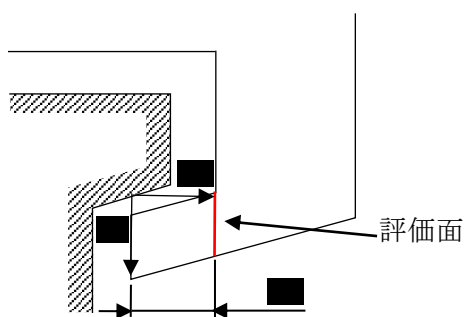


図 6-2 走行浮上り防止爪 (先端)

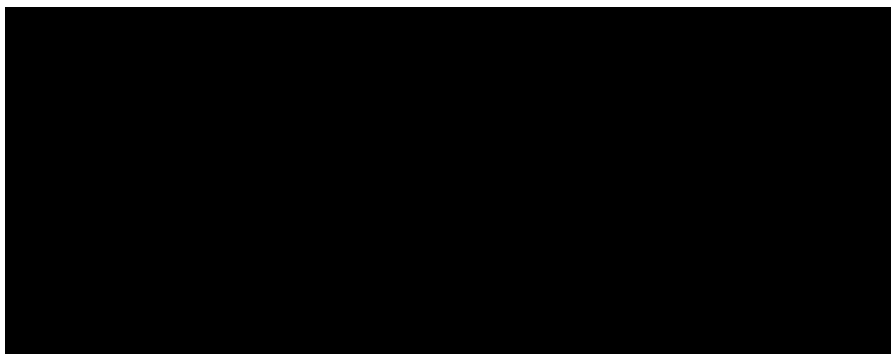


(2) 走行浮上り防止爪(根本)に作用する応力

a. 曲げ応力： $\sigma_{b3}$

$$\sigma_{b3} = \blacksquare \dots\dots\dots (6.3.4)$$

$\sigma_{b3}$ ：走行浮上り防止爪根本に作用する曲げ応力 (MPa)



c. せん断応力： $\tau_3$

$$\tau_3 = \blacksquare \dots\dots\dots (6.3.5)$$

$\tau_3$ ：走行浮上り防止爪根本に作用するせん断応力 (MPa)



d. 組合せ応力： $\sigma_{k3}$

$$\sigma_{k3} = \blacksquare \dots\dots\dots (6.3.6)$$

$\sigma_{k3}$ ：走行浮上り防止爪根本に作用する組合せ応力 (MPa)

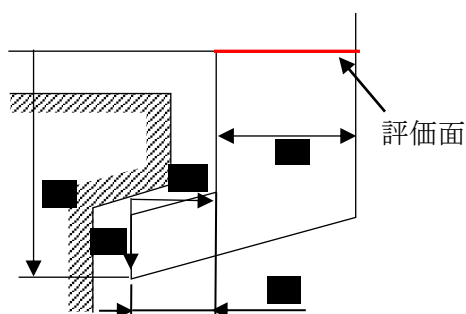


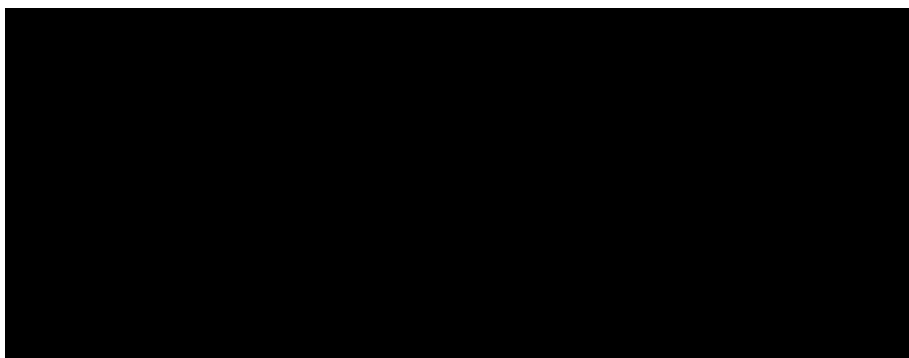
図 6-3 走行浮上り防止爪 (根本)

(2) 走行浮上り防止爪(根本)に作用する応力

a. 曲げ応力： $\sigma_{b3}$

$$\sigma_{b3} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.3.4)$$

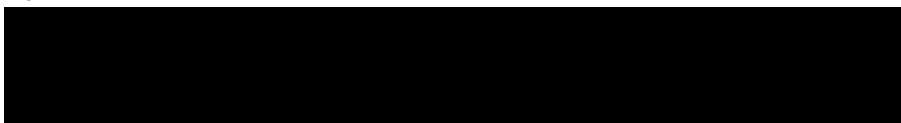
$\sigma_{b3}$ ：走行浮上り防止爪根本に作用する曲げ応力 (MPa)



b. せん断応力： $\tau_3$

$$\tau_3 = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.3.5)$$

$\tau_3$ ：走行浮上り防止爪根本に作用するせん断応力 (MPa)



c. 組合せ応力： $\sigma_{k3}$

$$\sigma_{k3} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.3.6)$$

$\sigma_{k3}$ ：走行浮上り防止爪根本に作用する組合せ応力 (MPa)

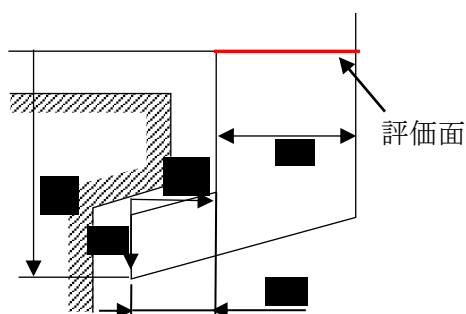


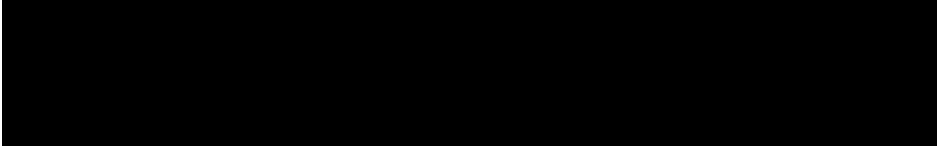
図 6-3 走行浮上り防止爪 (根本)

(3) 走行浮上り防止爪取付ボルト (A) のボルト 1 本あたりに作用する応力

a. 取付ボルト 1 本あたりに作用する引張力 :  $T_1$

$$T_1 = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.3.7)$$

$T_1$  : 走行浮上り防止爪取付ボルト (A) 1 本あたりに作用する引張力 (N)



b. 取付ボルト 1 本あたりに作用する引張応力 :  $\sigma_{t3}$

$$\sigma_{t3} = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.3.8)$$

$\sigma_{t3}$  : 走行浮上り防止爪取付ボルト (A) 1 本あたりに作用する引張応力 (MPa)



c. 取付ボルト 1 本あたりに作用するせん断力 :  $S_1$

$$S_1 = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.3.9)$$

$S_1$  : 走行浮上り防止爪取付ボルト (A) 1 本あたりに作用するせん断力 (N)



d. 取付ボルト 1 本に作用するせん断応力 :  $\sigma_{s2}$

$$\sigma_{s2} = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.3.10)$$

$\sigma_{s2}$  : 走行浮上り防止爪取付ボルト (A) 1 本あたりに作用するせん断応力 (MPa)

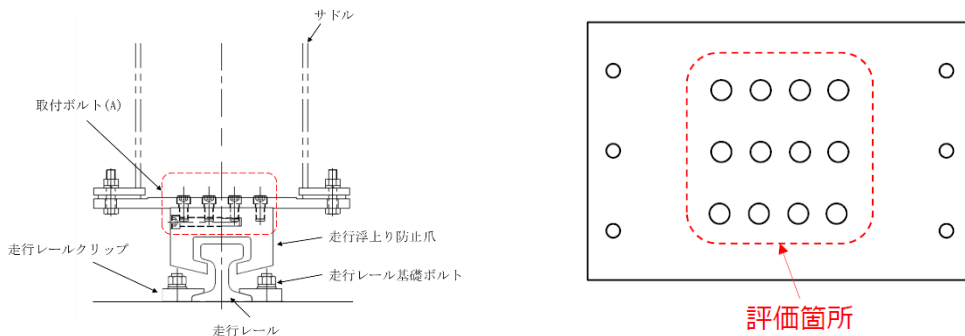


図 6-4 走行浮上り防止爪取付ボルト (A)

(4) 走行浮上り防止爪取付ボルト(B)のボルト1本あたりに作用する応力

a. 取付ボルト1本あたりに作用する引張力： $T_2$

$$T_2 = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.3.11)$$

$T_2$ ：走行浮上り防止爪取付ボルト(B)1本あたりに作用する引張力 (N)



b. 取付ボルト1本あたりに作用する引張応力： $\sigma_{t4}$

$$\sigma_{t4} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.3.12)$$

$\sigma_{t4}$ ：走行浮上り防止爪取付ボルト(B)1本あたりに作用する引張応力 (MPa)



c. 取付ボルト1本あたりに作用するせん断力： $S_2$

$$S_2 = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.3.13)$$

$S_2$ ：走行浮上り防止爪取付ボルト(B)1本あたりに作用するせん断力 (N)



d. 取付ボルト1本あたりに作用するせん断応力： $\sigma_{s3}$

$$\sigma_{s3} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.3.14)$$

$\sigma_{s3}$ ：走行浮上り防止爪取付ボルト(B)1本あたりに作用するせん断応力 (MPa)

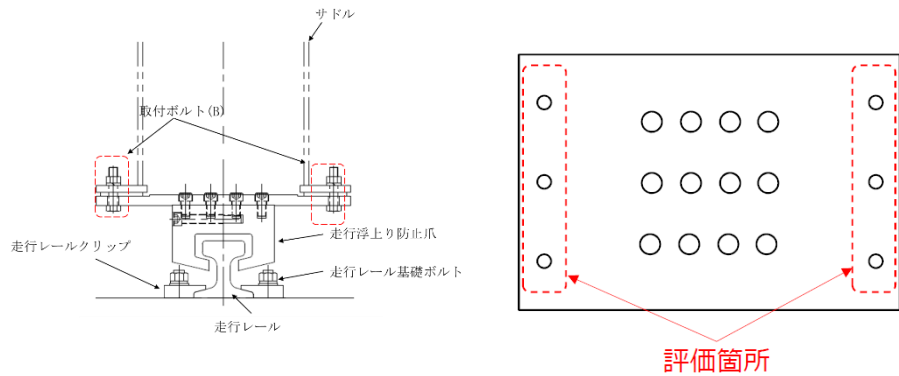
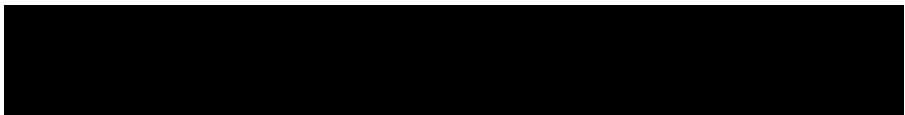


図 6-5 走行浮上り防止爪取付ボルト (B)

6.4 横行浮上り防止治具の応力

横行浮上り防止治具に加わる荷重は応答スペクトル解析により求める。横行浮上り防止爪の応力を図 6-6, 図 6-7 を用いて計算する。横行浮上り防止爪取付ボルトの応力を図 6-8 を用いて計算する。

(1) 横行浮上り防止爪（先端）に作用する応力

a. 曲げ応力： $\sigma_{b4}$

$$\sigma_{b4} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.4.1)$$

$\sigma_{b4}$ ：横行浮上り防止爪先端に作用する曲げ応力 (MPa)

[Redacted]

b. せん断応力： $\sigma_{s4}$

$$\sigma_{s4} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.4.2)$$

$\sigma_{s4}$ ：横行浮上り防止爪先端に作用するせん断応力 (MPa)

[Redacted]

c. 組合せ応力： $\sigma_{k4}$

$$\sigma_{k4} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.4.3)$$

$\sigma_{k4}$ ：横行浮上り防止爪先端に作用する組合せ応力 (MPa)

[Redacted]

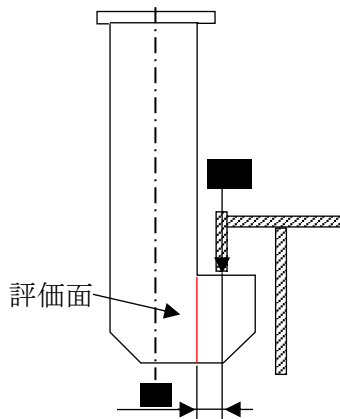


図 6-6 横行浮上り防止爪（先端）

(2) 横行浮上り防止爪（根本）に作用する応力

a. 曲げ応力： $\sigma_{b5}$

$$\sigma_{b5} = \blacksquare \dots\dots\dots (6.4.4)$$

$\sigma_{b5}$ ：横行浮上り防止爪根本に作用する曲げ応力 (MPa)



b. 引張応力： $\sigma_{t5}$

$$\sigma_{t5} = \blacksquare \dots\dots\dots (6.4.5)$$

$\sigma_{t5}$ ：横行浮上り防止爪根本に作用する引張応力 (MPa)



c. 組合せ応力： $\sigma_{k5}$

$$\sigma_{k5} = \blacksquare \dots\dots\dots (6.4.6)$$

$\sigma_{k5}$ ：横行浮上り防止爪先端に作用する組合せ応力 (MPa)

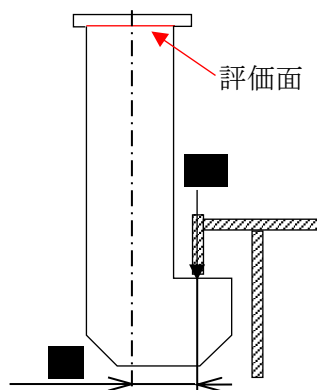


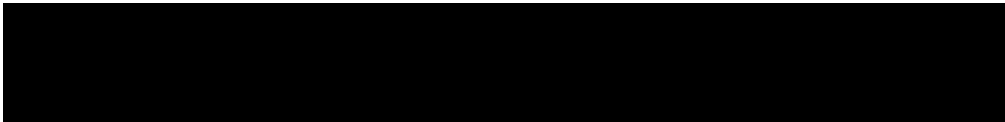
図 6-7 横行浮上り防止爪（根本）

(3) 横行浮上り防止爪取付ボルトに作用する応力

a. 取付ボルト 1 本あたりに作用する荷重： $P_2$

$$P_2 = \blacksquare \dots\dots\dots (6.4.7)$$

$P_2$ ：横行浮上り防止爪取付ボルト 1 本あたりに作用する荷重 (N)



b. 引張応力： $\sigma_{t6}$

$$\sigma_{t6} = \blacksquare \dots\dots\dots (6.4.8)$$

$\sigma_{t6}$ ：横行浮上り防止爪取付ボルト 1 本あたりに作用する引張応力 (MPa)

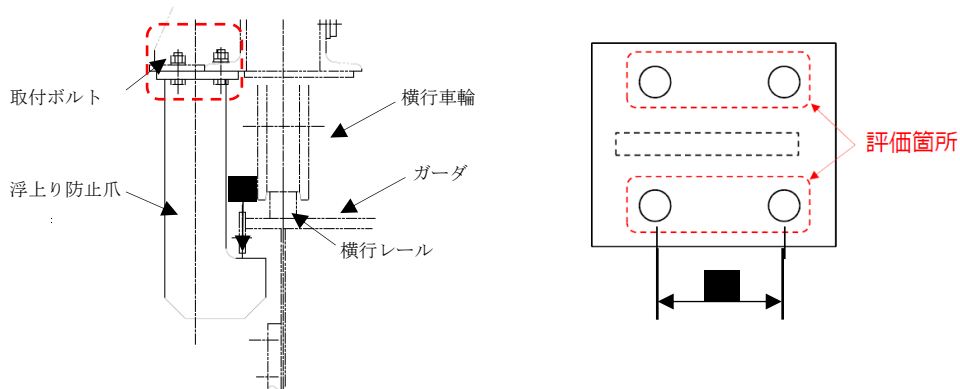
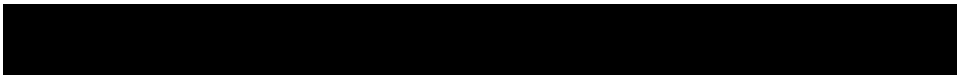


図 6-8 横行浮上り防止爪取付ボルト

6.5 走行レール取付部材の応力

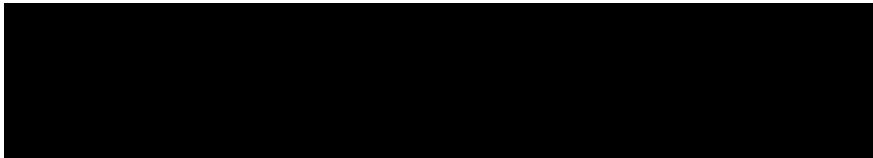
走行レールクリップに加わる荷重は応答スペクトル解析により求める。走行レールクリップの応力は図 6-9, 6-10 を用いて計算する。走行レールクリップ基礎ボルトの応力は図 6-11 を用いて計算する。

- (1) レールクリップ 1 個あたりに作用する応力 (一般部レールクリップ)

- a. 曲げ応力:  $\sigma_{b6}$

$$\sigma_{b6} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.5.1)$$

$\sigma_{b6}$ : 一般部レールクリップ 1 個あたりに作用する曲げ応力 (MPa)



- (2) レールクリップ 1 個あたりに作用する応力 (連結部レールクリップ)

- a. 曲げ応力:  $\sigma$

$$\sigma_{b7} = \text{[Redacted]} \dots\dots\dots (6.5.2)$$

$\sigma_{b7}$ : 連結部レールクリップ 1 個あたりに作用する曲げ応力 (MPa)

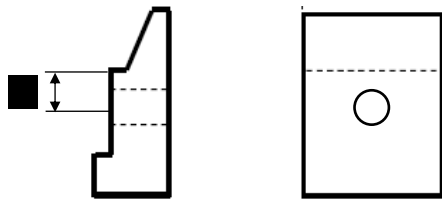


図 6-9 一般部レールクリップ

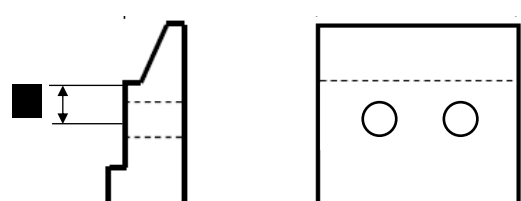


図 6-10 連結部レールクリップ



(3) 走行レールクリップ基礎ボルト 1 個あたりに作用する応力

a. 基礎ボルト 1 本あたりに作用する引張力： $T_3$

$$T_3 = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.5.3)$$

$T_3$  : 基礎ボルト 1 本あたりに作用する引張力 (N)



b. 基礎ボルト 1 本あたりに作用する引張応力： $\sigma_{t7}$

$$\sigma_{t7} = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.5.4)$$

$\sigma_{t7}$  : 基礎ボルト 1 本あたりに作用する引張応力 (MPa)



c. 基礎ボルト 1 本あたりに作用するせん断力： $S_3$

$$S_3 = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.5.5)$$

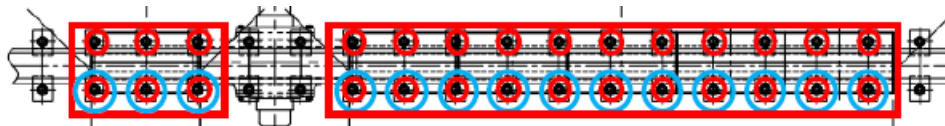
$S_3$  : 基礎ボルト 1 本あたりに作用するせん断力 (N)



d. 基礎ボルト 1 本あたりに作用するせん断応力： $\sigma_{s5}$

$$\sigma_{s5} = \text{[redacted]} \dots\dots\dots (6.5.6)$$

$\sigma_{s5}$  : 基礎ボルト 1 本あたりに作用するせん断応力 (MPa)



○ : 引張力は赤丸ボルト 28 本で負担する  
○ : せん断力は青丸ボルト 14 本で負担する

図 6-11 走行レールクリップ基礎ボルト