

2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 の設置について

2021年10月28日（第24回）

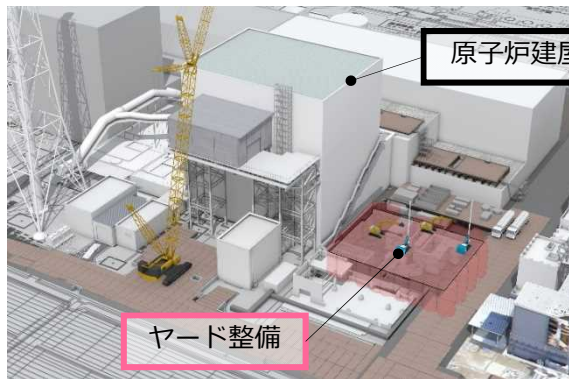
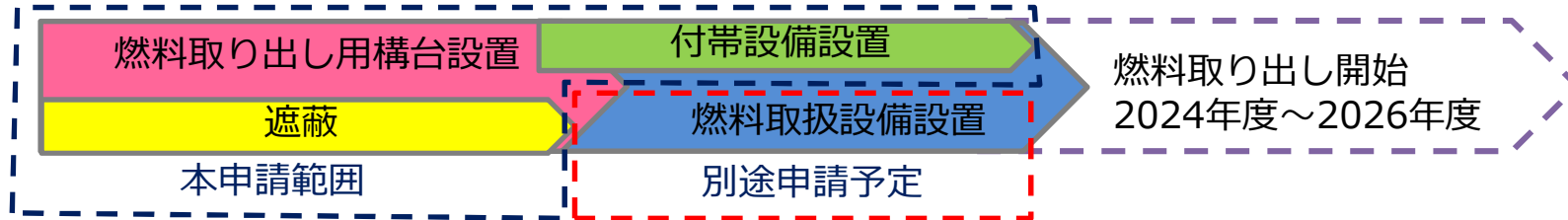


東京電力ホールディングス株式会社

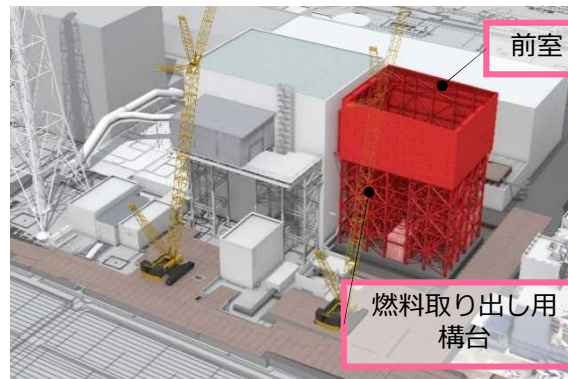
申請内容の分割について

<変更なし> **TEPCO**

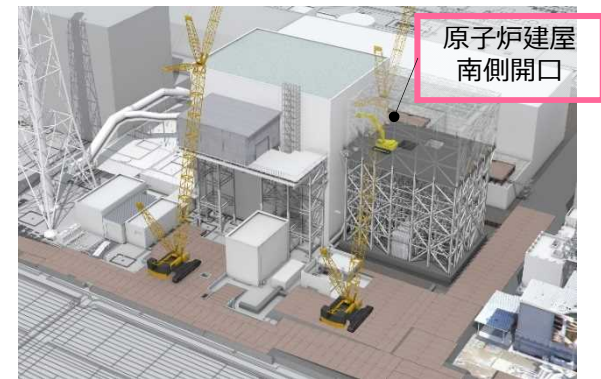
- 下矢羽図のように申請内容を分割する。



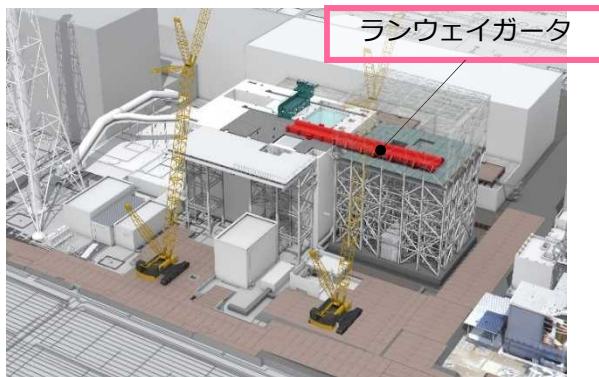
①ヤード整備・遮蔽



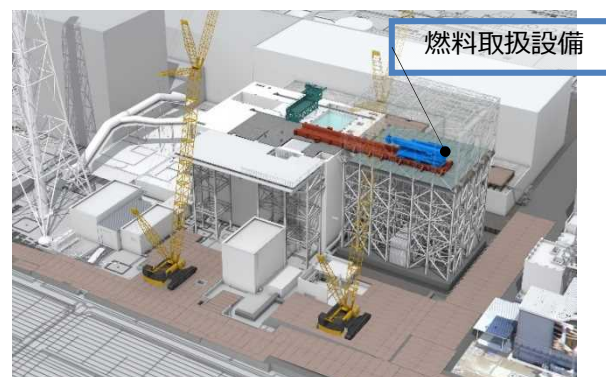
②鉄骨組立・前室外壁設置



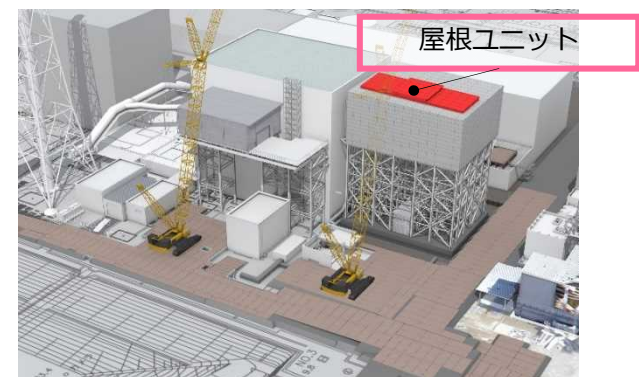
③南側開口設置



④ランウェイガータ設置



⑤燃料取扱設備設置



⑥前室屋根設置

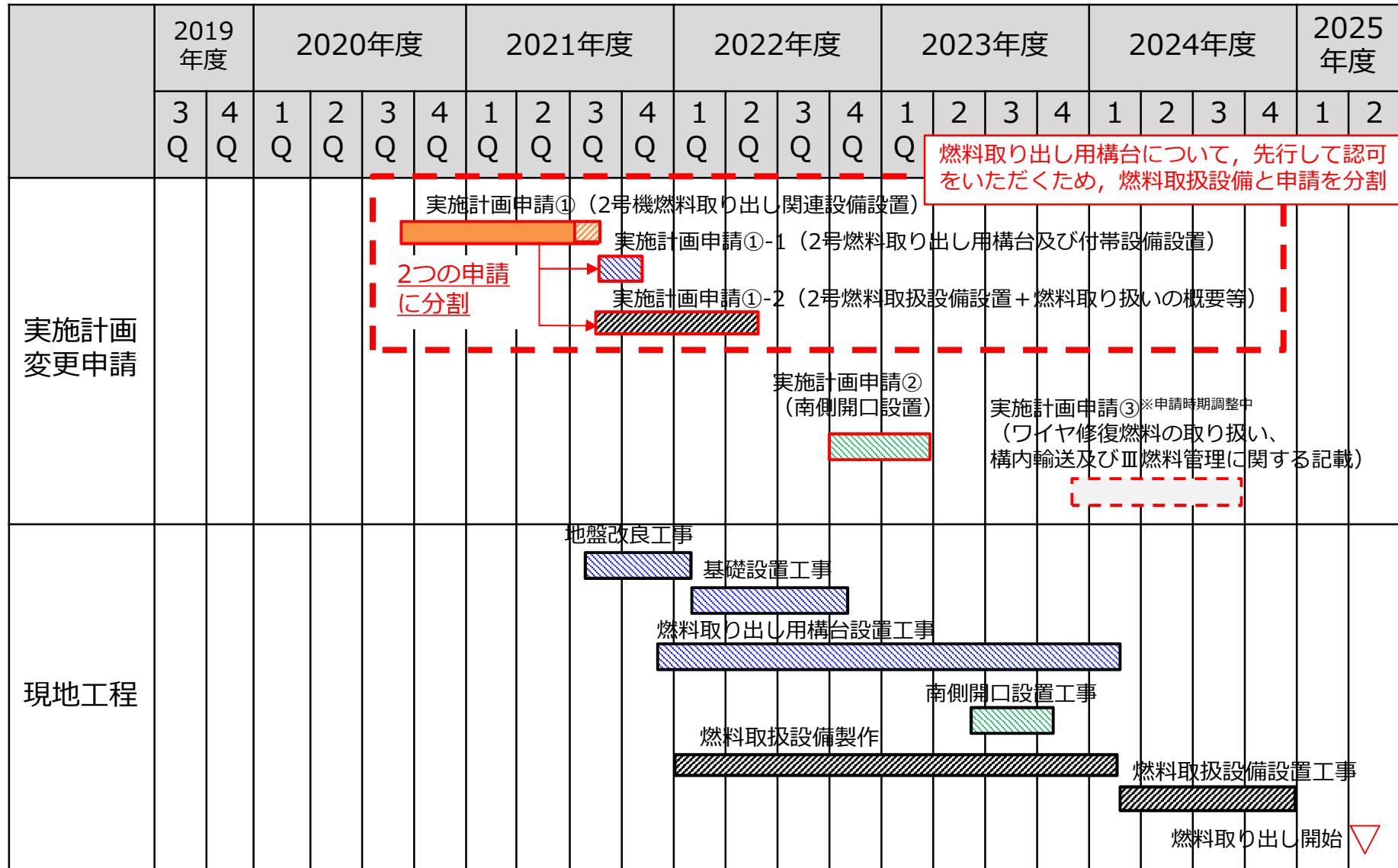
申請内容の分割について

- 2号燃料取扱設備の耐震評価に期間を要すること及び2号燃料取り出し用構台設置に際し地盤改良の使用
前検査を原子力規制庁殿の立会で実施するためには早期に実施計画認可を受ける必要があるため、下表
のように申請を分割する。
- 本申請の範囲は燃料取り出し用構台設置，遮蔽の設置，付帯設備（換気設備等）の設置とし，燃料取扱
設備の設置については別途申請予定
- 本申請範囲では，別申請となる燃料取扱設備および燃料輸送容器の荷重条件を反映している
- 条件が変更となった場合，本申請に与える影響があるかどうかを確認する

項目	本申請	別申請	規制庁殿 コメント 状況
II 2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備	○	○	完了
添付資料-1-1 燃料の落下防止，臨界防止に関する説明書	-	○	完了
添付資料-1-2 放射線モニタリングに関する説明書	○	-	完了
添付資料-1-3 燃料の健全性確認及び取り扱いに関する説明書	-	○	完了
添付資料-3-1 放射性物質の飛散・拡散を防止するための機能に関する説明書	○	-	完了
添付資料-3-3 移送操作中の燃料集合体の落下	-	○	未完
添付資料-4-1 燃料取扱設備の構造強度及び耐震性に関する説明書	-	○	未完
添付資料-4-2 燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性に関する説明書	○	-	完了
添付資料-4-3 燃料取り出し用カバー換気設備の構造強度及び耐震性に関する説 明書	○	-	完了
添付資料-5 使用済燃料プールからの燃料取り出し工程表	○	-	完了
II 2.15 放射線管理関係設備等	○	-	完了
添付資料-1 ダスト放射線モニタシステム概略図	○	-	完了
III 第1編 第42条 気体廃棄物の管理	○	-	完了
III 第1編 第60条 外部放射線に係る線量当量率等の測定	○	-	完了
III 第1編 第61条 放射線計測器類の管理	○	-	完了
III 第3編 2.1.3 放射性気体廃棄物等の管理	○	-	完了
III 第3編 3.1.2 放射線管理	○	-	完了

申請内容の分割について

■ 下記表が実施計画申請内容の分割に関する全体工程である。



■ 補足説明資料

- 添付資料1 燃料取り出し用構台 補足説明資料
- 添付資料2 燃料取扱設備の耐震性についての計算書
- 添付資料3 換気設備 換気風量について
- 添付資料4 原子炉建屋オペレーティングフロア床面に設置する遮蔽体の耐震性についての計算書
- 添付資料5 確認事項について
- 添付資料6 移送操作中の燃料集合体の落下について
- 添付資料7 2号燃料取り出し関連設備に対する1/2Ss450評価について

2号機燃料取扱設備及び燃料取り出し用構台 の設置について

2号機燃料取り出し用構台に係る確認事項 補足説明資料

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

規格	使用材料	部位
JIS G 3101	SS400	柱, 梁, ブレース
JIS G 3106	SM490A	柱, 梁, ブレース
JIS G 3444	STK490	柱, ブレース
JIS G 3136	SN490B	柱, ランウェイガード
	SN490C	柱
建築基準法第37条第二号 (大臣認定品)	TMCP325	柱
JIS G 3321	SGLCC	外装材

4.2.1 設計方針

表 4.2.1-1 燃料取り出し用構台の物性値及び許容応力度

鉄筋の許容応力度 (単位：N/mm²)

記号	鉄筋径	長期		短期	
		引張及び圧縮	せん断補強	引張及び圧縮	せん断補強
SD295	—	195	195	295	295
SD345	D29未満	215	195	345	345
	D29以上	195			
SD390	Ø29未満	215	195	390	390
	Ø29以上	195			

構造用鋼材の許容応力度 (単位：N/mm²)

板厚	材料	基準強度F	許容応力度*
T≤40mm	SGLCC	205	JIS G 3321に従い、左記Fの値（降伏点又は耐力）より求める 「国土交通省告示第2464号」に従い、左記Fの値より求める
	SS400, STK400	235	
	SM490A, STK490	325	
	SN490B, SN490C, STKN490B	325	
T> 40mm	SN490B	295	
	TMCP325	325	

*終局強度は許容応力度を1.1倍とする。

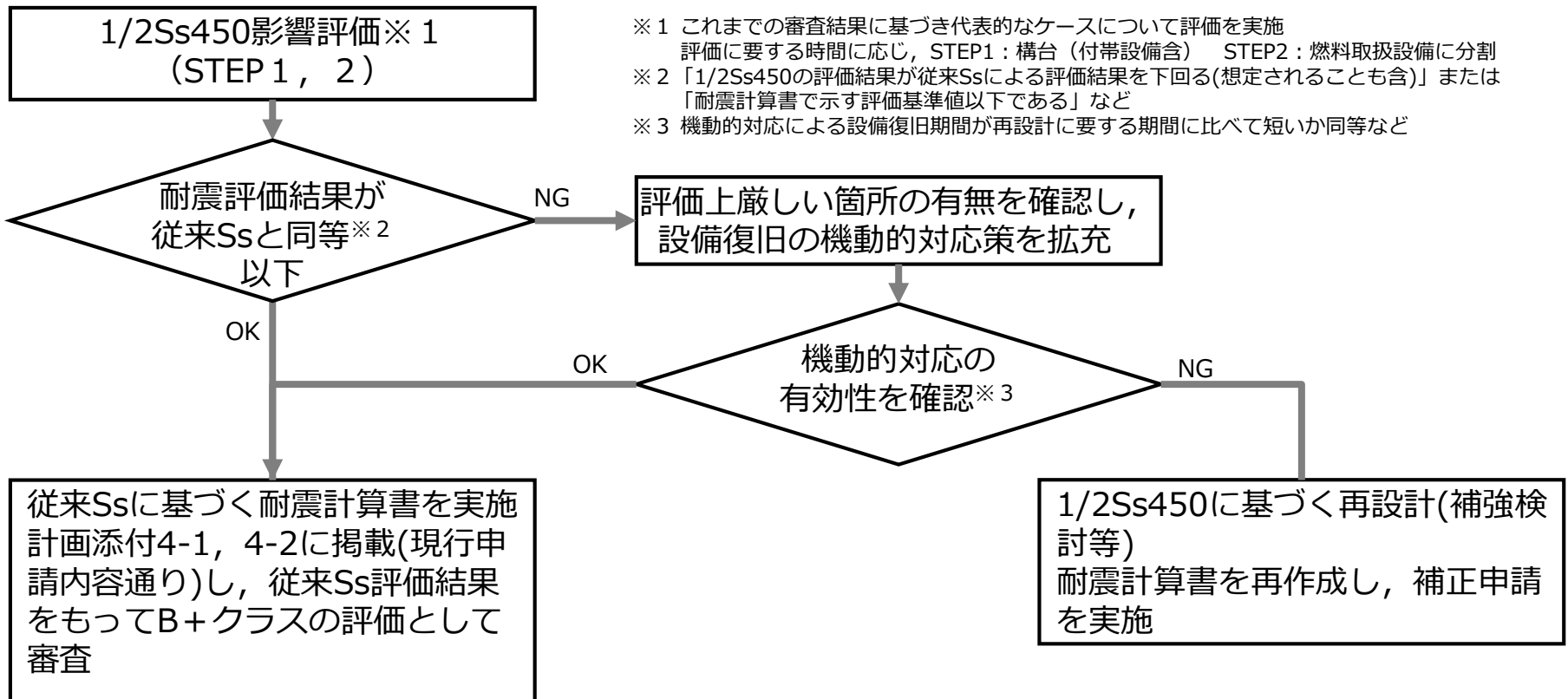
2号燃料取り出し関連設備に対する 1/2Ss450評価について

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

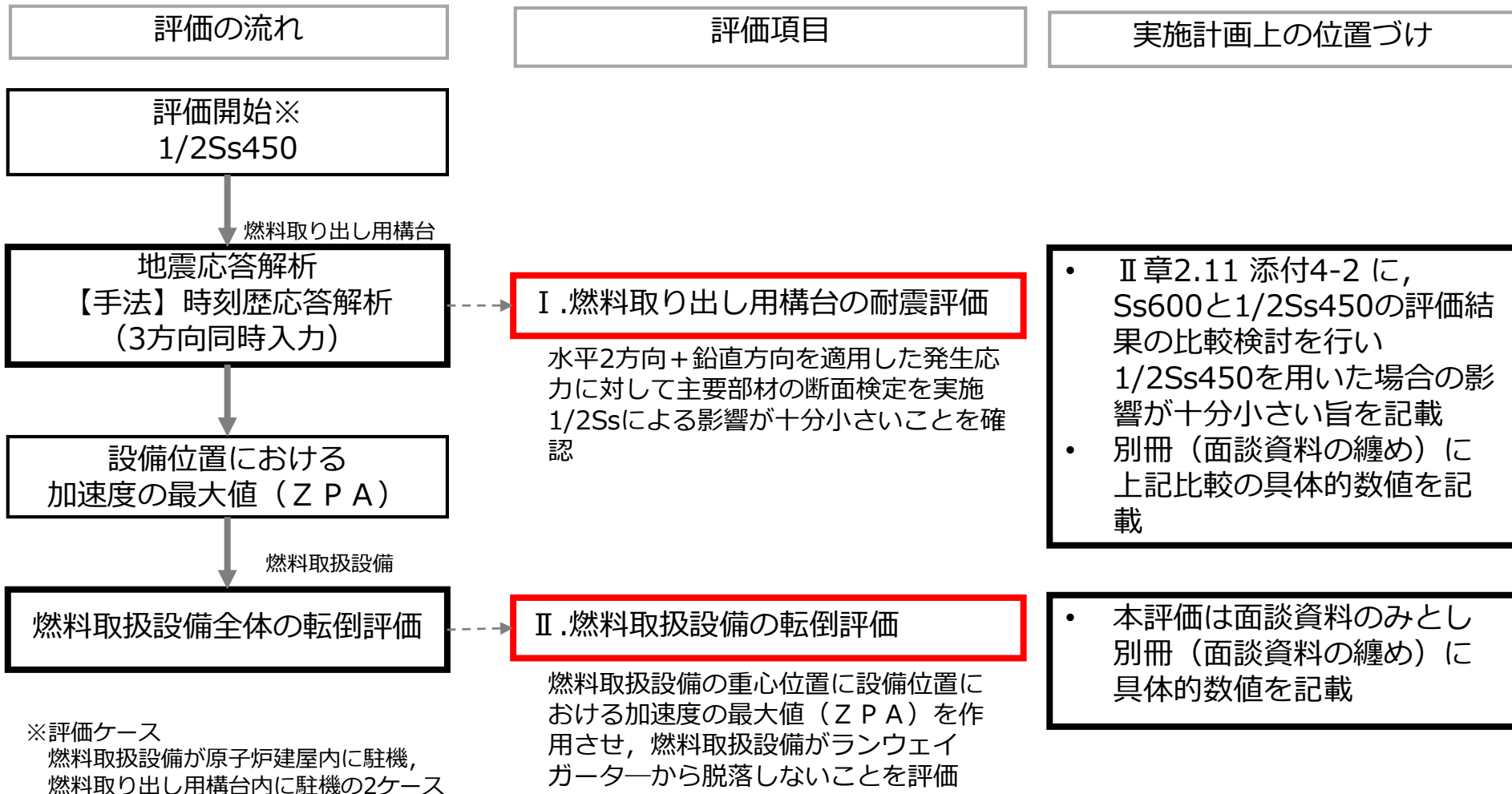
評価フロー（全体）

- 2号機燃料取り出し設備設置の実施計画は、2020年12月に変更申請を行い、従来の基準地震Ssによる耐震評価により面談を進めてきた。
- 使用済み燃料プールの早期リスク低減と9月13日の特定原子力施設・監視評価検討会で示された耐震評価方針の議論（以下、新耐震方針とする。）を踏まえ、以下のフローに基づき審査を進めて頂きたい。



評価フロー（STEP1）

- 新耐震方針への変更による廃炉活動への影響が小さいことを定量的に確認するため、影響評価を以下の項目について実施



※評価ケース
燃料取扱設備が原子炉建屋内に駐機、
燃料取り出し用構台内に駐機の2ケース

評価フロー (STEP2)

- 廃炉活動への影響を更に小さくするため、比較的点検・補修に時間を要すると考えられるクレーンに対して耐震バックチェックを行う。(結果提示2022/上期)

評価の流れ

評価項目

実施計画上の位置づけ

評価開始※
1/2Ss450

地震応答解析
【手法】時刻歴応答解析
(3方向同時入力)

設備設置位置における
時刻歴応答

地震応答解析 (クレーン)

クレーンの耐震評価

※燃料取扱設備が原子炉建屋内
に駐機のケース

SFP上で使用するクレーンを代表として耐震評価から、評価上厳しい箇所の有無を確認し、設備復旧の機動的対応の拡充を図る。

- II章2.11 添付4-1に、左記代表機器におけるSs600と1/2Ss450の評価結果の比較検討を行い、1/2Ss450を用いた場合の影響が十分小さい旨、もしくは評価上厳しい箇所について機動的対応の拡充を図る旨を記載
- 別冊 (面談資料の纏め) に上記比較の具体的な数値を記載

解析条件比較(構台)

- 1/2Ss450（水平2方向+鉛直方向）を適用した場合の影響評価として、実施計画変更認可申請書記載の解析結果（以下、Ss600評価結果）と比較する

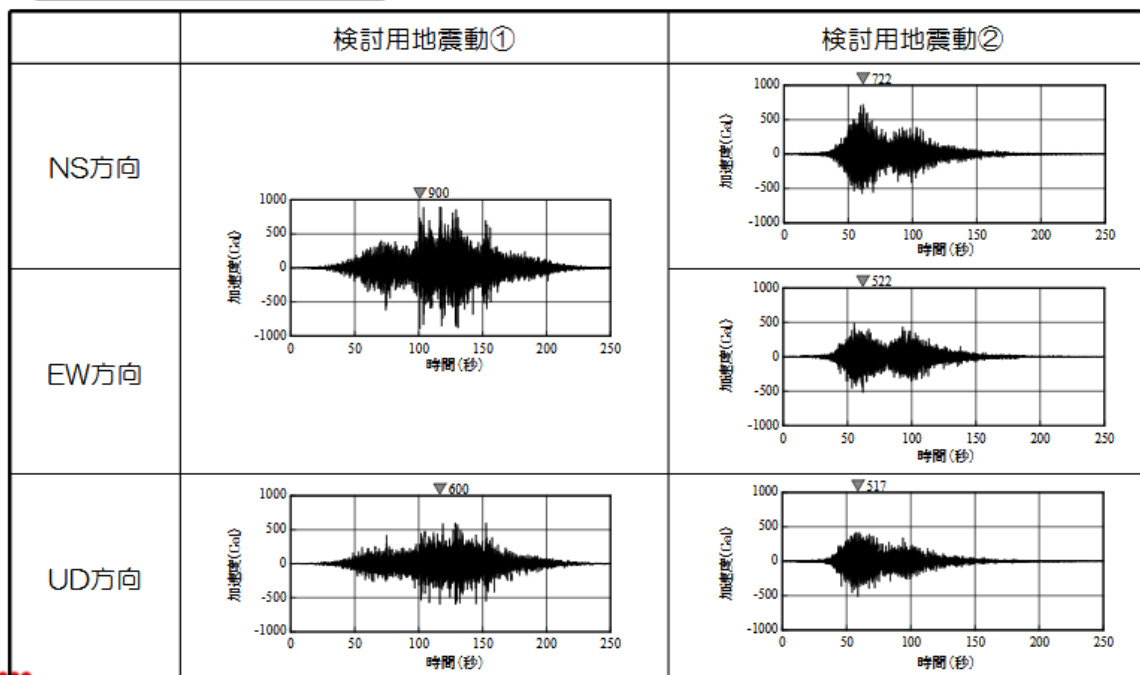
解析条件

解析条件	条件相違	1/2Ss450評価	Ss600評価
解析に用いる入力地震動	有り	1/2Ss450 次頁以降に示す検討用地震動（最大加速度900gal）の1/2の最大加速度450galの地震動	Ss600 バックチェックにて作成した基準地震動Ss（最大加速度600gal,450gal）
地震力の組合せ	有り	水平2方向 及び鉛直方向地震力の同時入力	水平1方向 及び鉛直方向地震力の同時入力
地盤定数	有り (手法は同様)	1/2Ss450 の水平動を用いて等価線形解析により算出	Ss600 の水平動を用いて等価線形解析により算出
地盤バネ	有り (手法は同様)	上記地盤定数を用いて算出	上記地盤定数を用いて算出
原子炉建屋モデル	無し	質点系モデル	
構台モデル	無し	三次元立体モデル	
荷重条件 (燃料取扱設備荷重)	無し	構内用輸送容器揚重時を想定し、構内用輸送容器を含んだ重量を、燃料取扱設備の動作姿勢を考慮したうえで構台の解析モデルに配置 燃料取扱設備位置は原子炉建屋内位置(A)と前室内位置(B)の2ケース考慮	

- 本検討に用いる地震動は、第27回特定原子力施設監視・評価検討会にてご説明した、検討用地震動（以下、「Ss900Gal」という）とする。
- Ss900Galは以下の二つの地震動からなる。
- Ss600による評価結果との比較には、Ss900Galの二つの地震動のうち、振幅が大きく、燃料取り出し用構台および燃料取扱設備の応答が大きくなる傾向となる検討用地震動①を用いる。

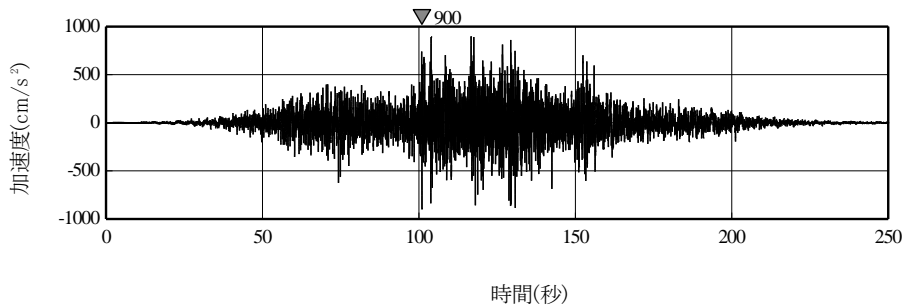
4. 1 検討用地震動の評価（検討用地震動）

加速度時刻歴波形

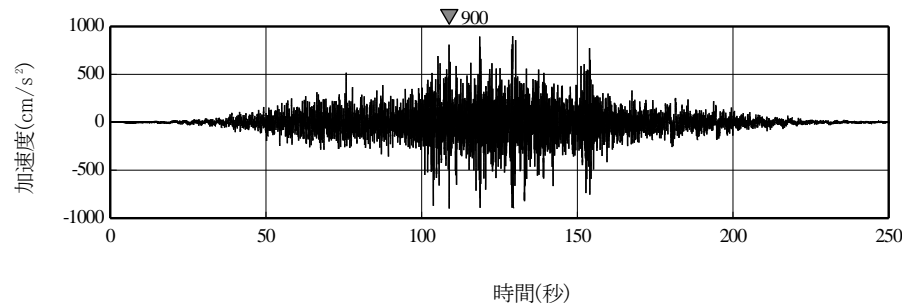


検討に用いる地震動の概要（水平二方向の検討に関して） <追加> **TEPCO**

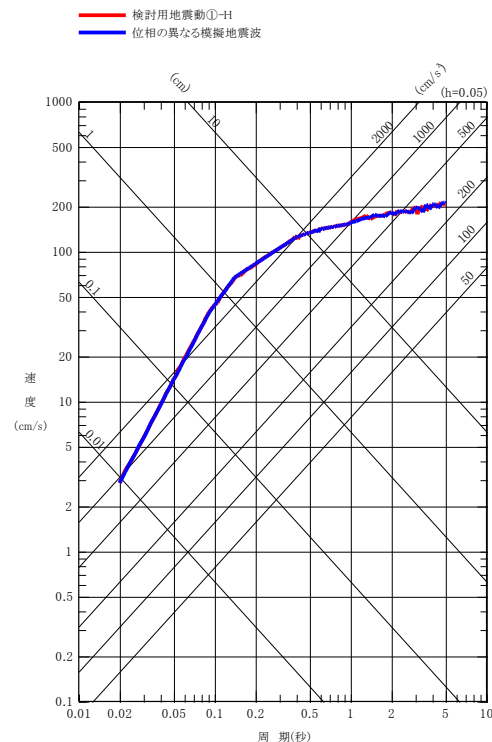
- 水平二方向の影響評価を実施するに当たっては、水平2方向及び鉛直方向地震力の同時入力を行う。
- 影響評価に当たっては、全く同じ地震動が同時に水平2方向に入力されることは現実的に考えにくいことから、検討用地震動①を作成した方法と同一の方法で、目標とする応答スペクトルに適合する位相の異なる模擬地震波を利用する。
- なお、検討用地震動①-Hの位相が、2011年東北地方太平洋沖地震において福島第一原子力発電所敷地内の地震観測記録のNS方向の位相を基に作成していることから、模擬地震波はそれと直交するEW方向の位相を基に作成する。



検討用地震動①-Hの加速度時刻歴波形



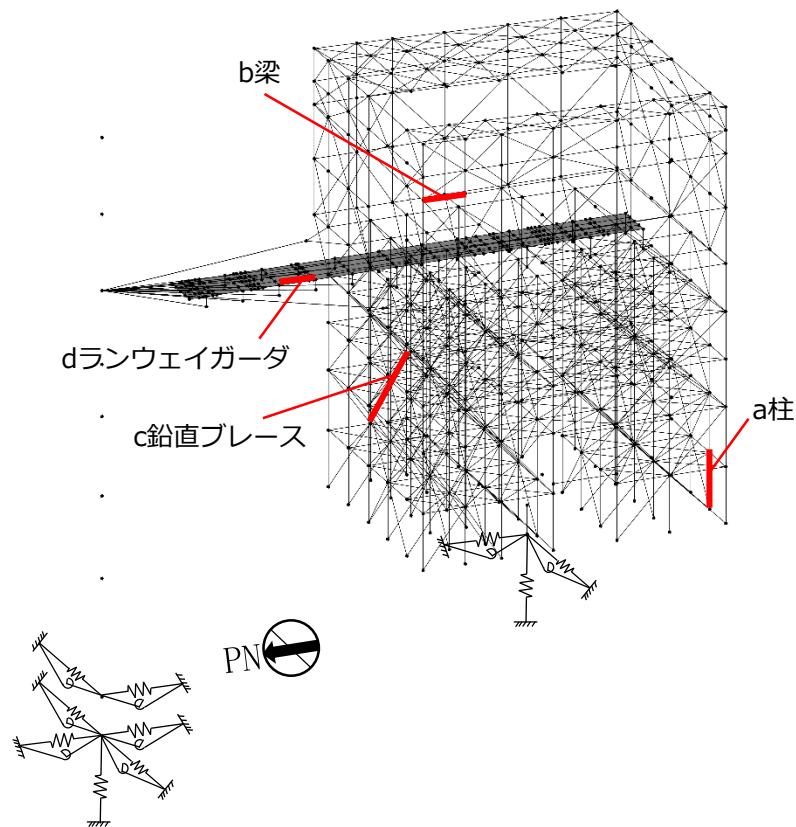
位相の異なる模擬地震波の加速度時刻歴波形



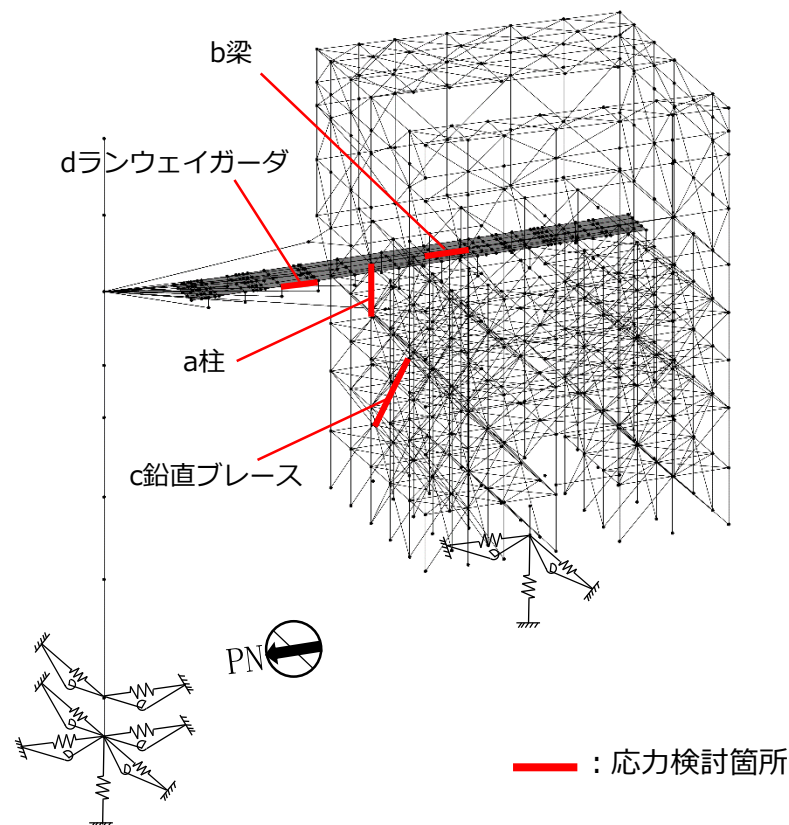
検討用地震動①の設計用応答スペクトル

■ 評価の結果，最大応力度比発生部材は下図のとおり

* 面談にてご指摘頂いたコメントを受け，前室を構成する部材を加えた評価へ修正したため，実施計画申請書記載と異なります。（補正申請に反映予定）



Ss600評価結果



— : 応力検討箇所

1/2Ss450評価結果

影響評価結果（構台）

- 燃料取り出し用構台（鉄骨部材）の断面検討結果の比較は以下のとおり
- 1/2Ss450評価結果がSs600評価結果を下回ることを確認した

燃料取り出し用構台（鉄骨部材）の断面検討結果比較

部位		Ss600評価結果					1/2Ss450評価結果						
		部材形状(mm) <使用材料>	設備位置	許容応力度 (N/mm ²)	作用応力度 (N/mm ²)	応力度比	部材形状(mm) <使用材料>	設備位置	許容応力度 (N/mm ²)	作用応力度 (N/mm ²)	応力度比		
a	柱	(X)H-700×300 ×36×36 (Y)H-700×350 ×36×40 <SM490A>	(B)	f _c	343	43.4	0.91	(X)H- 1500×400 ×16×32 (Y)H- 700×350 ×16×32 <SM490A>	(B)	f _c	348	41.6	0.83
				f _{by}	337	246.2				f _{by}	303	120.5	
				f _{bz}	357	17.1				f _{bz}	357	108.5	
				f _s	205	18.8				f _s	205	12.8	
b	梁	H-390×300 ×10×16 <SM490A>	(B)	f _c	357	6.8	0.91	H-390×300 ×10×16 <SM490A>	(B)	f _c	357	3.8	0.70
				f _{by}	273	0.0				f _{by}	273	0.0	
				f _{bz}	357	314.6				f _{bz}	357	243.8	
				f _s	205	5.5				f _s	205	4.2	
c	鉛直 ブレース	Φ-406.4×9.5 <STK490>	(B)	f _c	294	214.2	0.73	Φ-406.4×9.5 <STK490>	(B)	f _c	294	137.7	0.47
d	ラン ウェイ ガード	□-1500×900× (80+40)×80 <SN490B>	(A)	f _c	323	24.2	0.35	□- 1500×900× (80+40)×80 <SN490B>	(A)	f _c	323	20.4	0.29
				f _b	323	85.4				f _b	323	69.8	
				f _s	186	14.9				f _s	186	12.5	

鉄骨部材

影響評価結果（構台）

- 弾性支承およびオイルダンパの応答結果の比較は以下のとおり
- 1/2Ss450評価結果がSs600評価結果を下回ることを確認した
- 前頁に記載した，燃料取り出し用構台（鉄骨部材）の断面検討結果と併せ， 1/2Ss450評価結果がSs600評価結果を下回り，影響が十分小さいことを確認した

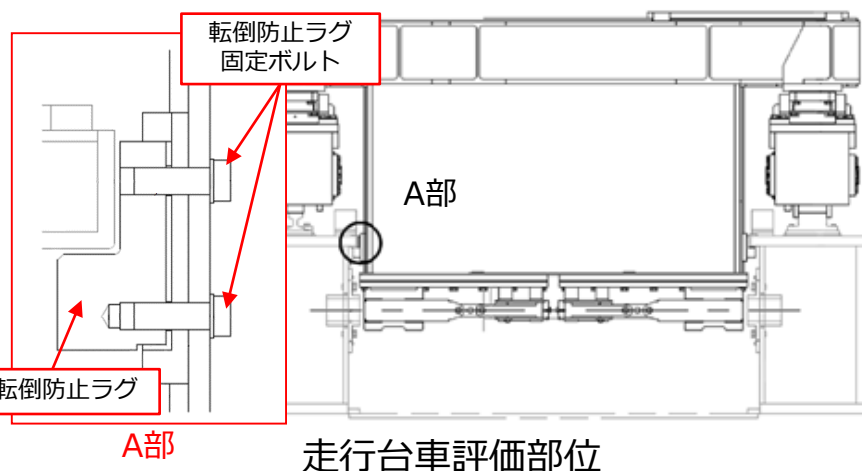
オイルダンパの応答結果比較

		許容値	Ss600 評価結果		1/2Ss450評価 結果	
			設備 位置	最大応 答値	設備 位置	最大 応答値
オイルダンパ° (水平棟間)	変位 (mm)	±100	(B)	50	(A)	40
	速度 (m/s)	0.70	(B)	0.54	(A)	0.42
オイルダンパ° (鉛直)	変位 (mm)	±60	(B)	18	(B)	13
	速度 (m/s)	0.50	(B)	0.16	(B)	0.07
ばね付き オイルダンパ°	変位 (mm)	±100	(A)	18	(A)	14
	速度 (m/s)	1.00	(A)	0.14	(A)	0.10

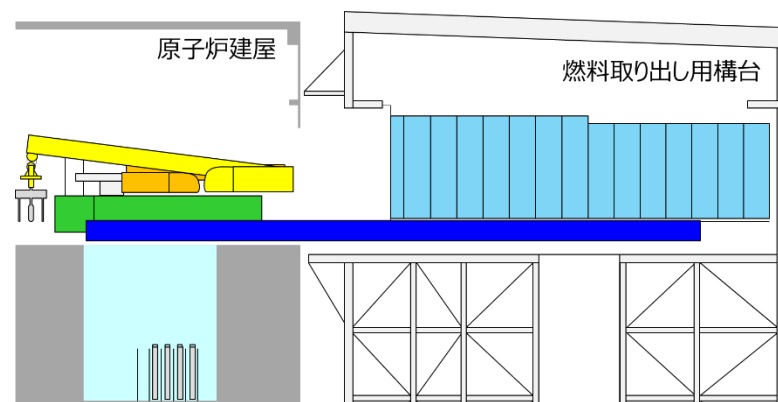
弾性支承の応答結果比較

		Ss600 評価結果		1/2Ss450 評価結果	
		設備 位置	最大圧縮 面圧 σ_D (N/mm ²)	設備 位置	最大圧縮 面圧 σ_D (N/mm ²)
西側	圧縮限 界強度 σ_V (N/mm ²)	(A)	10.83	(A)	8.80
	43.00				
東側	43.00	(A)	10.83	(A)	8.86

- 1/2Ss450 (水平2方向+鉛直方向) を適用した場合の影響評価を行うため、設備停止位置における燃料取扱設備の転倒評価を実施した。
- 条件
 - ✓ 地震時に燃料取扱設備に生じる転倒モーメントにより転倒防止ラグに反力が生じる。評価対象部位のうち、最も厳しい転倒防止ラグ固定ボルト (SCM435H) に生じる応力を評価した。
 - ✓ 評価位置：原子炉建屋及び燃料取り出し用構台の作業位置
 - ✓ 燃料取扱設備の各機器は格納状態 (右下図) で、アウトリガーピン収納、構内用輸送容器積載状態。
- 評価方法
 - ✓ 入力地震動は、構内用輸送容器懸架姿勢における、原子炉建屋及び構台での燃料取扱設備車輪位置 (6点) で得られるZPA包絡値の1.2倍の加速度を用いた。(走行台車部は剛構造)



走行台車評価部位



燃料取扱設備の姿勢
(構台側においても同姿勢)

- 転倒防止ラグ固定ボルトの許容応力に対して、地震時に発生する算出応力が小さいことを確認した。

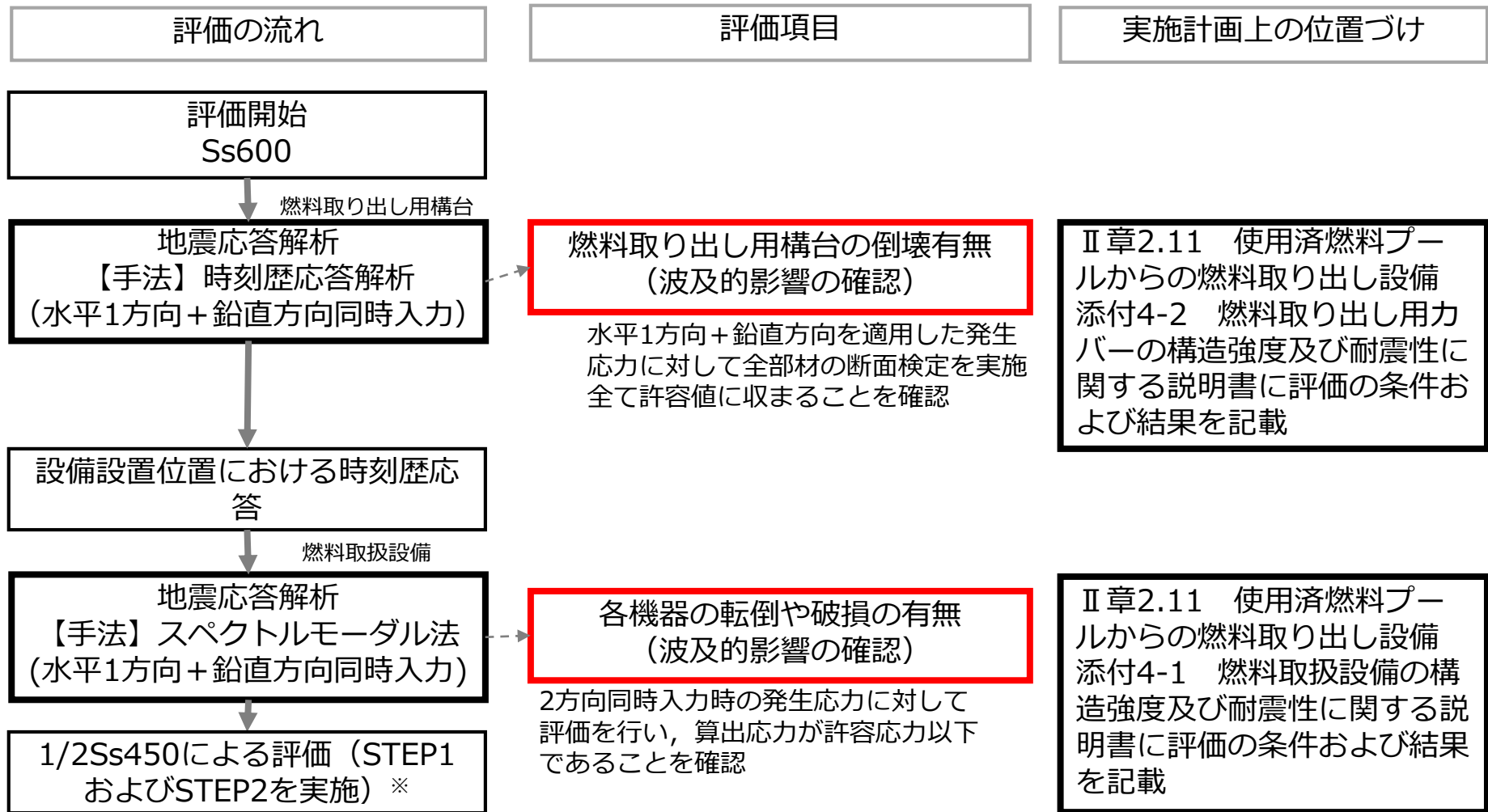
転倒防止ラグ固定ボルトの許容応力及び算出応力

応力の種類	許容応力 (MPa)	算出応力 (MPa)	
		原子炉建屋	燃料取り出し用構台
引張	651	110	434

- 今後STEP 2として、クレーンを代表として耐震解析を行い、Ss600と1/2Ss450の評価結果の比較検討を行う。

参考. 評価フロー (Ss600)

- 「福島第一原子力発電所『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果 中間報告書」(東京電力株式会社, 平成20年3月31日)にて作成した解放基盤表面で定義される基準地震動 Ss (以下、Ss600) を用いて耐震性評価を実施



※詳細は次頁以降に記載