

使用済燃料乾式キャスク仮保管設備（増設）の 耐震設計について

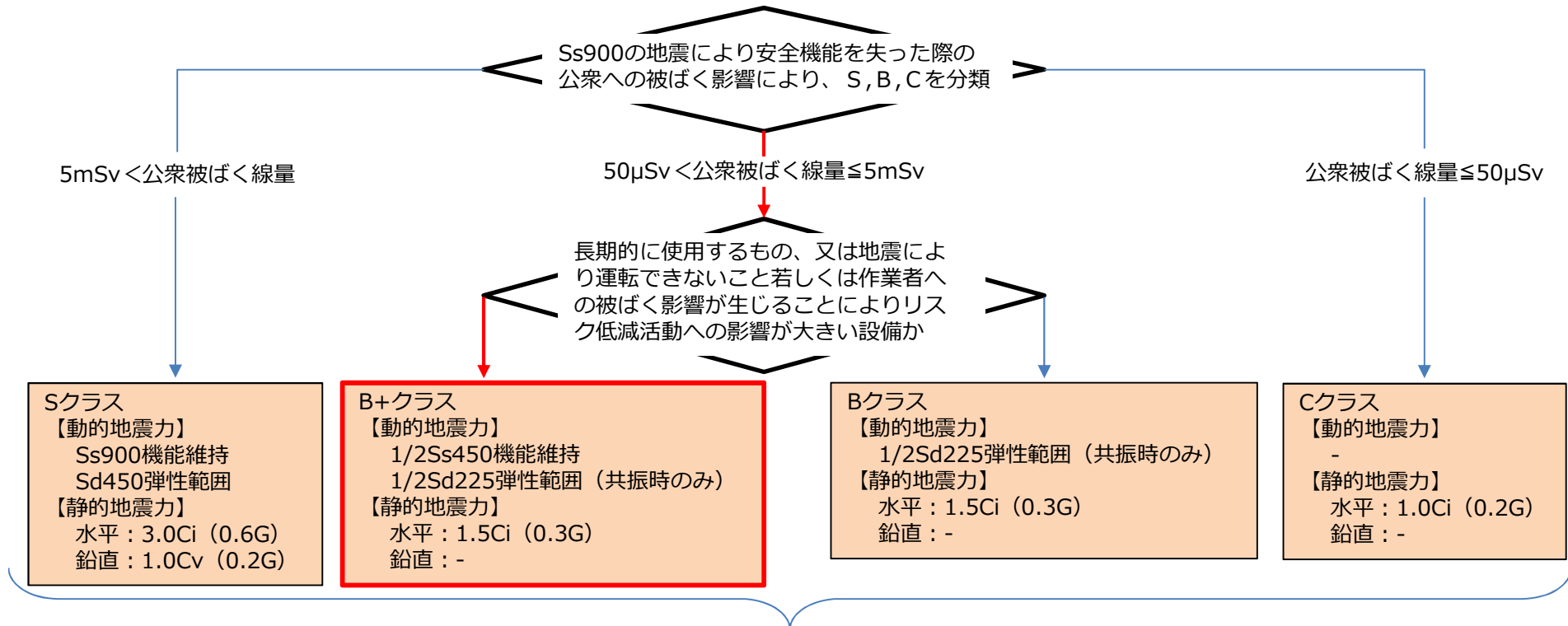
2022年1月18日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 使用済燃料乾式キャスク仮保管設備増設について、「令和3年2月13日の福島県沖の地震を踏まえた東京電力福島第一原子力発電所の耐震設計における地震動とその適用の考え方」を適用し現在設計中であり、準備が整い次第実施計画の変更申請を行う。
- 実施計画変更申請にあたり手戻りのないよう、以降の当社の対応方針について状況を説明する。
- 増設する乾式キャスクの基数及び追加する収納可能燃料については参考に記載する。

- Ss900適用時の想定シナリオの抽出（想定シナリオ同時発生も考慮）
- 乾式キャスクへの影響及び敷地境界線量への影響評価
- 影響評価結果より耐震クラスを設定し、耐震評価を実施（下記フローチャート）



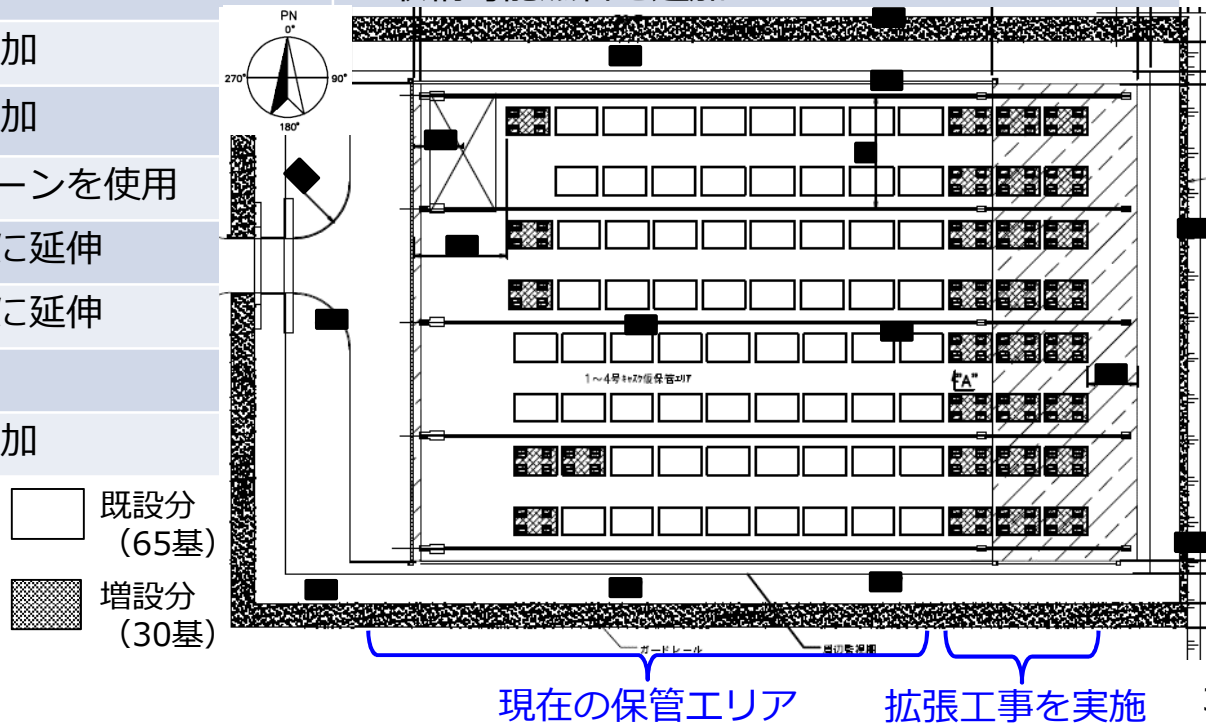
上記の耐震クラスを踏まえて、廃炉活動への影響、上位クラスへの波及的影響、供用期間、設計の進捗状況、内包する液体の放射線量等の要素を考慮した上で、敷地等の特徴に応じた地震動の設定および必要な対策（耐震性の確保の代替等）を判断する

- 乾式キャスクの堅牢性及び敷地境界線量評価結果（暫定値）より乾式キャスク仮保管設備はB+クラスの設備として耐震評価を実施し、1/2Ss450機能維持できることを確認

使用済燃料乾式キャスク仮保管設備の増設案

- 乾式キャスク仮保管設備の増設は、現在の保管エリア内の空きスペースの利用及び保管エリアを東側に拡張することで、30基の追設を行う。（合計95基）
- 増設する乾式キャスク仮保管設備はB+クラスを適用する場合、現行の設計を踏襲する。
- 増設による敷地境界線量への影響は、BP70（最寄り評価点）では約68 μ Sv/yから約61 μ Sv/yの約8 μ Sv/y減（見込み）、BP77（最大増加点）では約6.8 μ Sv/yから約8.8 μ Sv/yの約2.0 μ Sv/y増（見込み）。（評価条件を見直したため数値に変動あり）

設備構成	拡張時の変更点	備考
乾式キャスク	輸送貯蔵兼用キャスク30基追加	<ul style="list-style-type: none"> ・ 輸送容器として設計承認が認可されているものを使用 ・ 収納可能燃料を追加
支持架台	30基分追加	
コンクリートモジュール	30基分追加	
クレーン本体	既設クレーンを使用	
クレーンレール	東側方向に延伸	
コンクリート基礎	東側方向に延伸	
エリア放射線モニタ	4台追加	
温度センサ・圧力センサ	30基分追加	

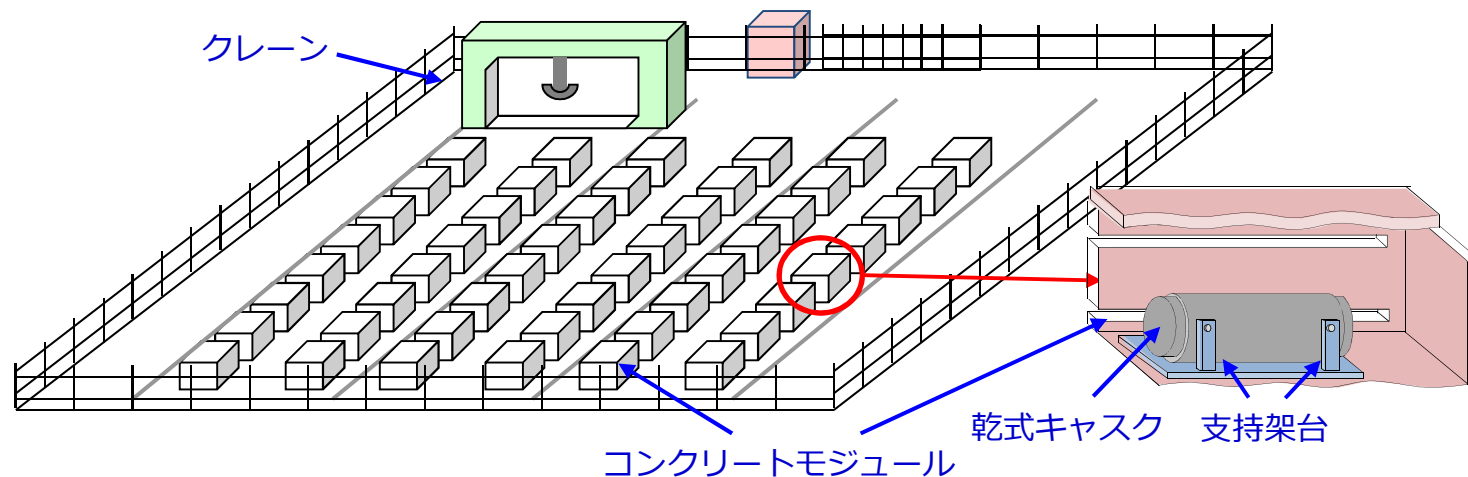


Ss900適用時の想定シナリオの抽出

- 乾式キャスク仮保管設備の主要設備に対する影響は次の通り。

対象設備	Ss900に対しての設備への影響	想定される損傷等
乾式キャスク	堅牢なつくりのため、基本的安全機能※は維持される見込み (健全性(耐震評価)を評価中)	-
支持架台	Ss900の地震力に耐えられない見通しのため、保守的に設備に損傷等が生じることを想定	支持機能喪失 →想定シナリオ①
コンクリートモジュール		落下・転倒 →想定シナリオ②
クレーン		転倒 →想定シナリオ③
コンクリート基礎		コンクリート基礎上面に設置された上記設備に対して、保守性を見込んだ損傷度合いを想定

※基本的安全機能：除熱・密封・遮へい・臨界防止



Ss900適用時の想定シナリオの抽出



■ 想定シナリオ及び想定シナリオに対する評価項目

想定シナリオ		評価項目	評価内容
①	支持架台の支持機能喪失による乾式キャスクの落下	乾式キャスク健全性	<ul style="list-style-type: none"> 乾式キャスクが落下した際、乾式キャスクの基本的安全機能に影響がないことを評価。(敷地境界への線量影響)
		敷地境界線量評価	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートモジュールの落下・転倒により遮蔽機能が喪失した時の敷地境界線量を評価。
②	コンクリートモジュールの落下・転倒	乾式キャスク健全性 (乾式キャスクの除熱評価)	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートモジュールが落下・転倒し乾式キャスクに衝突した際、乾式キャスクの基本的安全機能に影響がないことを評価。 コンクリートモジュールにより埋没した乾式キャスクの主要部位が制限温度を超えず健全であることを評価。(敷地境界への線量影響)
		敷地境界線量評価	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートモジュールの落下・転倒により遮蔽機能が喪失した時の敷地境界線量を評価。
③	クレーンの転倒による乾式キャスクへの衝突	乾式キャスク健全性	<ul style="list-style-type: none"> クレーンが転倒し乾式キャスクに衝突した際、乾式キャスク内に収納された燃料が露出しないことを評価。
		敷地境界被ばく線量評価	<ul style="list-style-type: none"> クレーン衝突で乾式キャスクの蓋部が損傷、基準漏えい率を満足しないことを想定し、収納燃料の破損という保守的な条件を仮定。乾式キャスク内部のガス状核分裂生成物が大気中に放出した時の敷地境界における被ばく線量を評価。

■ 乾式キャスクの落下評価

➤ 評価条件

(a) 水平落下

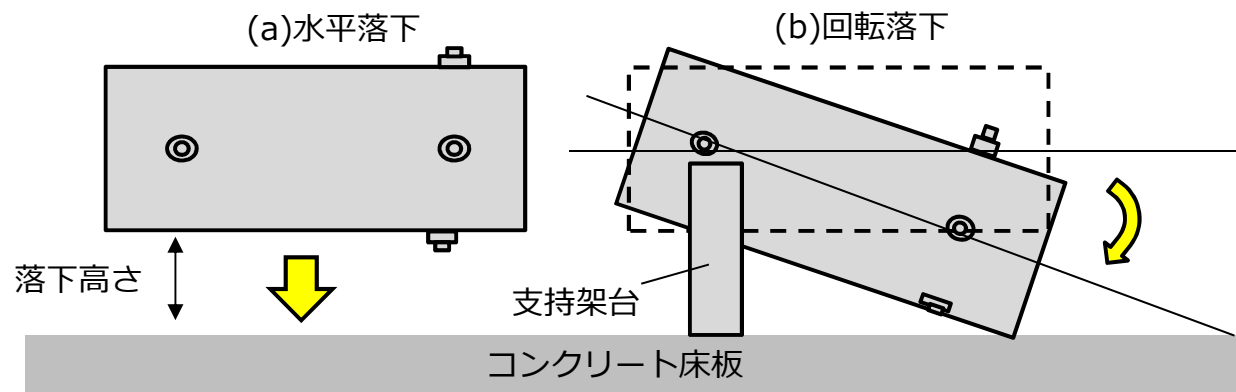
前後左右の支持架台の支持機能が同時に喪失し、保守的に保管位置の高さから自由落下すると仮定。

(b) 回転落下

前後のどちらか両側の支持架台の支持機能が喪失し、保守的に保管位置の高さから支持架台を中心に回転落下すると仮定。

➤ 評価項目

- ・ 密封シール部の強度、蓋の横ずれ及び口開き（密封機能）
- ・ 伝熱フィンの損傷（除熱機能）
- ・ 外筒の損傷（遮へい機能）
- ・ バスケットの損傷（臨界防止機能）



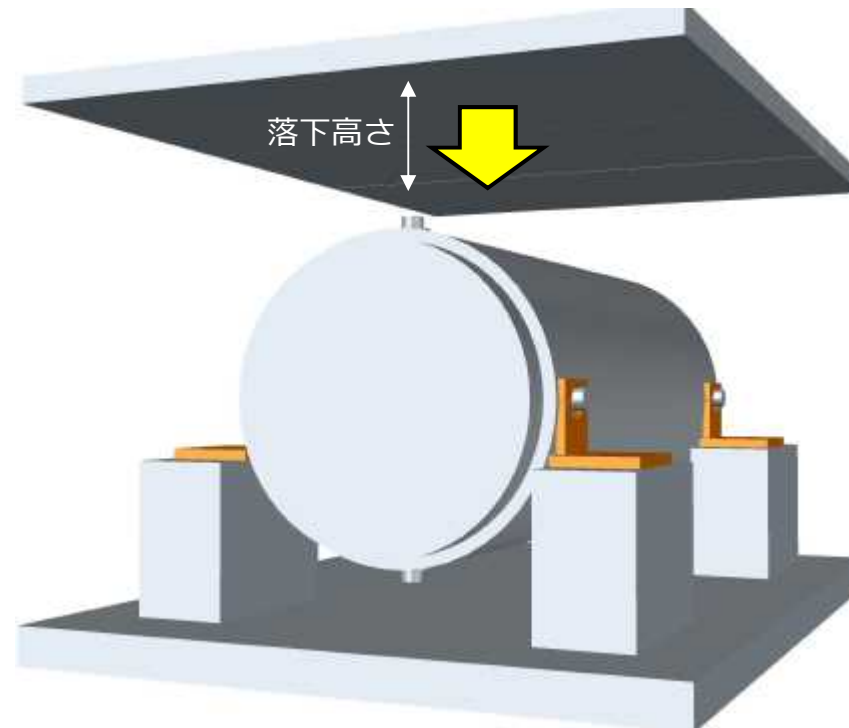
■ コンクリートモジュール衝突による乾式キャスクへの影響評価

➤ 評価条件

天板の自由落下または側板の転倒（回転衝突）を仮定。

➤ 評価項目

- ・ 密封シール部の強度、蓋の横ずれ及び口開き（密封機能）
- ・ 伝熱フィンの損傷（除熱機能）
- ・ 外筒の損傷（遮へい機能）
- ・ バスケットの損傷（臨界防止機能）



■ 乾式キャスクの除熱評価

➤ 評価条件

(a) 最厳ケース

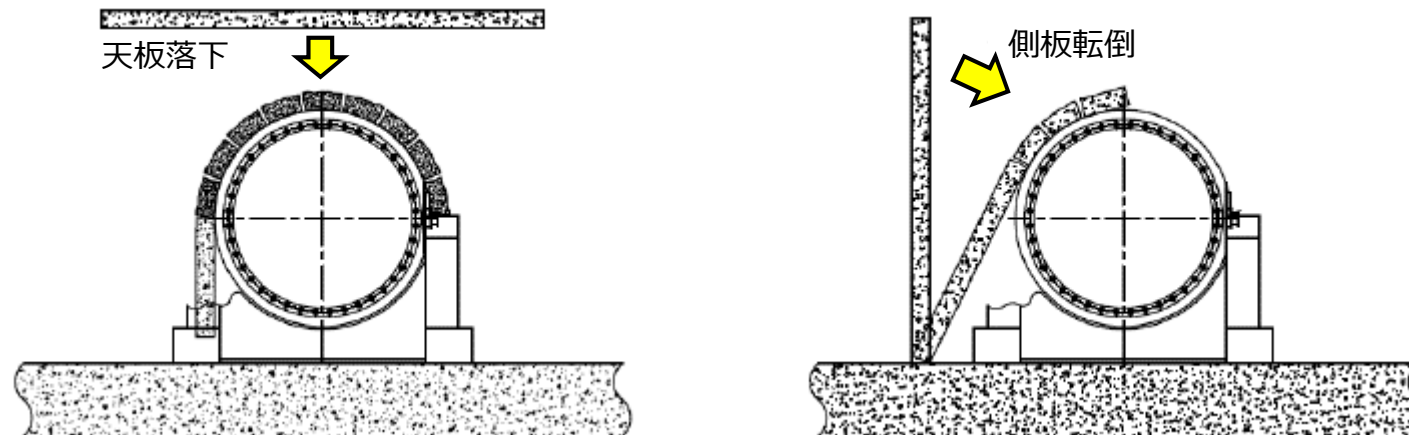
落下・転倒したコンクリートモジュールにより乾式キャスクが埋没すると仮定。

(b) 条件緩和ケース

過去のガレキ埋没試験等から埋没割合を設定。

➤ 評価項目

- ・ 容器（中性子遮へい材、本体耐圧部、金属ガスケット）
- ・ バスケット
- ・ 燃料被覆管



■ 敷地境界線量評価

➤ 評価条件

すべてのコンクリートモジュールが落下・転倒することで遮へい機能を喪失したと仮定し、コンクリートモジュールの遮へい効果を見捨てる。

➤ 評価位置

敷地境界の最寄りの評価点



➤ 評価結果

最寄りの評価点で、コンクリートモジュールがある場合（約 $61\mu\text{Sv/y}$ ）と比較し約9倍の約 $540\mu\text{Sv/y}$ （見込み）

■ クレーン衝突による乾式キャスクへの影響評価

➤ 評価条件

クレーンは乾式キャスクの搬出入やコンクリートモジュールの組み立てに使用し、使用期間は全体の供用期間に対して十分小さいため、待機位置における転倒を仮定する。

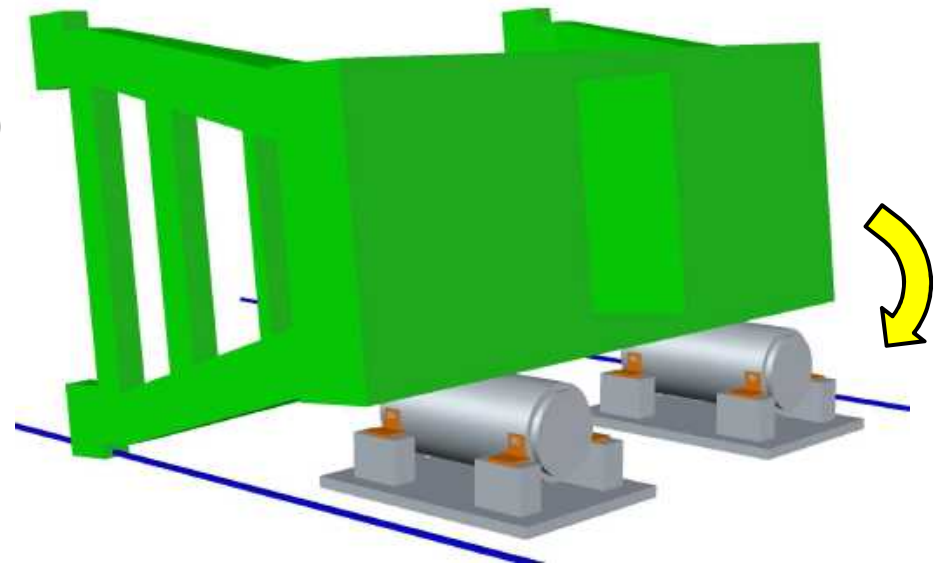
また、クレーンが壊れて倒れるよりも、形状を維持したまま倒れるケースのほうが衝撃が大きいため、図のように形状を維持した状態での転倒とする。

(a) 待機位置からの回転転倒

(b) 乾式キャスク蓋部への衝突

➤ 評価項目

- ・ 密封シール部の強度、蓋の横ずれ及び口開き（密封機能）
- ・ 伝熱フィンの損傷（除熱機能）
- ・ 外筒の損傷（遮へい機能）
- ・ バスケットの損傷（臨界防止機能）



想定シナリオ③

■ 燃料破損時の敷地境界被ばく線量評価

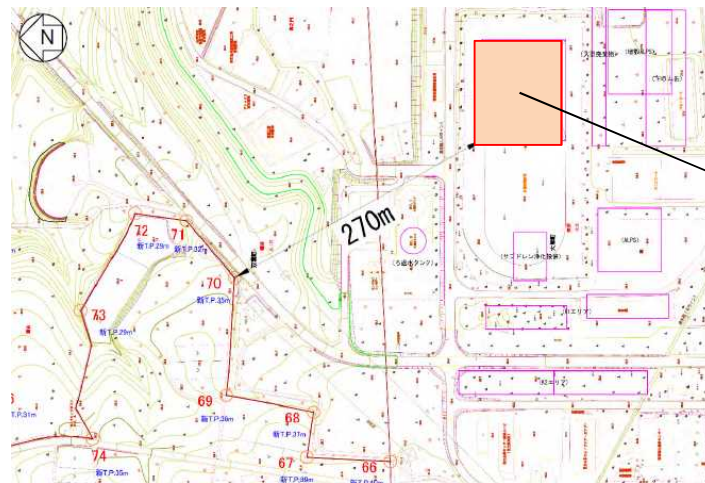
➤ 評価条件

クレーン衝突評価と同様に待機位置からの回転転倒により乾式キャスクに衝突し、保守的に収納燃料が全数破損したと仮定。なお、全数破損する乾式キャスクは、クレーンの幾何学的な衝突範囲より各レーンの西端に位置する乾式キャスクとする。

- (a) 第1レーンの西端の1基が全数破損
- (b) 第2レーンの西端の2基が全数破損
- (c) 第3レーンの西端の2基が全数破損
- (d) 第4レーンの西端の2基が全数破損

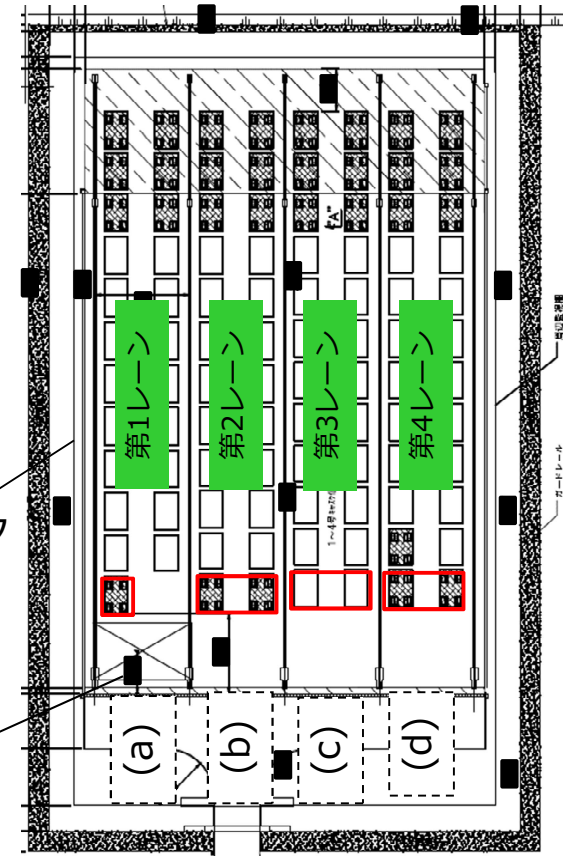
➤ 評価位置

乾式キャスク仮保管設備を中心とした敷地境界上の最近接点



乾式キャスク
仮保管設備

クレーン



➤ 評価結果

最近接点で約180 μ Sv (見込み)

(参考) 乾式キャスク30基の根拠

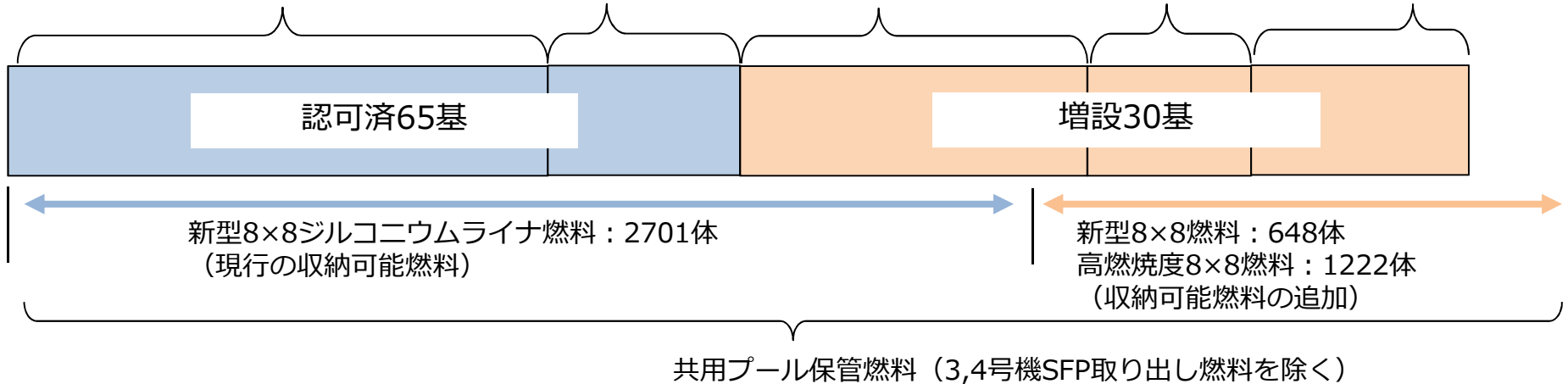
■ 下表より輸送貯蔵兼用キャスク30基を増設

保管場所	保管体数 (体)		備考
	新燃料	使用済燃料	
1号機	100	292	<ul style="list-style-type: none"> 輸送貯蔵兼用キャスク7基調達 (392体/69体収納 = 5.7→6基であるが、破損燃料が約70体存在するため、使用済燃料貯蔵ラック (90体) の破損燃料用ラックへの取替による容量減を考慮し7基を設定)
2号機	28	587	<ul style="list-style-type: none"> 輸送貯蔵兼用キャスク9基調達 (615体/69体収納 = 8.9基→9基)
5号機	168	1374	<ul style="list-style-type: none"> 輸送貯蔵兼用キャスク20基調達 (1374体/69体収納 = 19.9基→20基) 20基のうち6基は現行認可の範囲内で製造中。残り14基を追加調達 新燃料は構外搬出を計画
6号機	198	1456	<ul style="list-style-type: none"> 輸送貯蔵兼用キャスク22基を現行認可の範囲内で調達 新燃料は構外搬出を計画
使用済燃料乾式キャスク仮保管設備	0	2033	<ul style="list-style-type: none"> 現在乾式キャスクを37基保管中 (7+9+20+22+37=95基)

(参考) 収納可能燃料追加の根拠

- 認可された乾式キャスク65基までは現行の収納可能燃料だけで搬出可能だったが、95基まで増設すると収納可能燃料を追加する必要がある。
- 9×9燃料の追加は不要。

6号機SFP燃料:1456体 (乾式キャスク22基分) 5号機SFP燃料:414体 (乾式キャスク6基分) 5号機SFP燃料:960体 (乾式キャスク14基分) 1号機SFP燃料:392体 (乾式キャスク7基分) 2号機SFP燃料:615体 (乾式キャスク9基分)



- 収納可能燃料を追加するため、以下の図書を引用する。

- ①使用済燃料中間貯蔵施設における金属製乾式キャスクについて (HDP-69B 型) (平成21年5月 日立GE)
- ②核燃料輸送物設計承認申請書 (HDP-69B 型) (平成22年8月23日申請 東京電力)
- ③使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書 (平成22年6月 RFS)
- ④使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書 本文及び添付書類の一部補正について (平成22年8月 RFS)
- ⑤使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書 (平成22年11月 RFS)
- ⑥使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書 添付書類の一部補正について (平成22年12月 RFS)
- ⑦使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書 (平成24年10月 RFS)
- ⑧使用済燃料貯蔵施設に関する設計及び工事の方法の認可申請書 添付書類の一部補正について (平成25年10月 RFS)
- ⑨核燃料輸送物設計変更承認申請書 (HDP-69B 型) (平成30年7月20日申請 東京電力)
- ⑩核燃料輸送物設計変更承認申請書 (HDP-69B 型) (平成31年2月4日一部補正 東京電力)
- ⑪使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明申請書 (HDP-69B(B)型) (平成29年11月17日申請 日立GE)
- ⑫使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明申請書 (HDP-69B(B)型) (平成30年7月23日一部補正 日立GE)
- ⑬使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明申請書 (HDP-69B(B)型) (平成30年12月3日一部補正 日立GE)

赤字：変更申請にて追記予定