

茨城県原子力安全対策委員会  
東海第二発電所  
安全性検討ワーキングチーム(第13回)  
ご説明資料

# 東海第二発電所

## 使用済燃料貯蔵対策について

平成31年3月12日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

## 目 次

1. 東海第二発電所の使用済燃料貯蔵方法と安全性, 運用性	1-2-3
2. 福島第一原子力発電所事故の教訓	1-2-4
3. 福島第一原子力発電所事故の教訓に対する新たな対策	1-2-5
4. 事故の教訓に基づく使用済燃料プールの安全対策	1-2-6
5. 使用済燃料乾式貯蔵施設の概要	1-2-11
6. 使用済燃料乾式貯蔵施設の安全性	1-2-15
7. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震評価結果	1-2-18
8. 使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震評価結果	1-2-20
9. 使用済燃料乾式貯蔵容器 支持構造物の耐震補強	1-2-21
10. 津波の影響評価及び対策	1-2-22
11. 東海第二発電所の使用済燃料貯蔵・搬出及び処理方針	1-2-26
12. まとめ	1-2-28

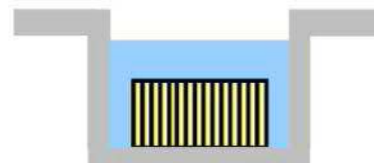
補足説明資料 使用済燃料貯蔵対策について



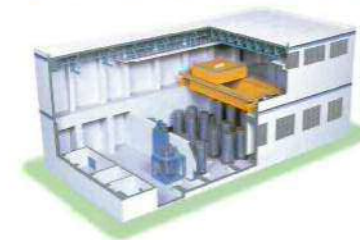
・東海第二発電所は使用済燃料の貯蔵方法として以下の2つの手段を有している。

## ①使用済燃料プールでの貯蔵

①使用済燃料プール



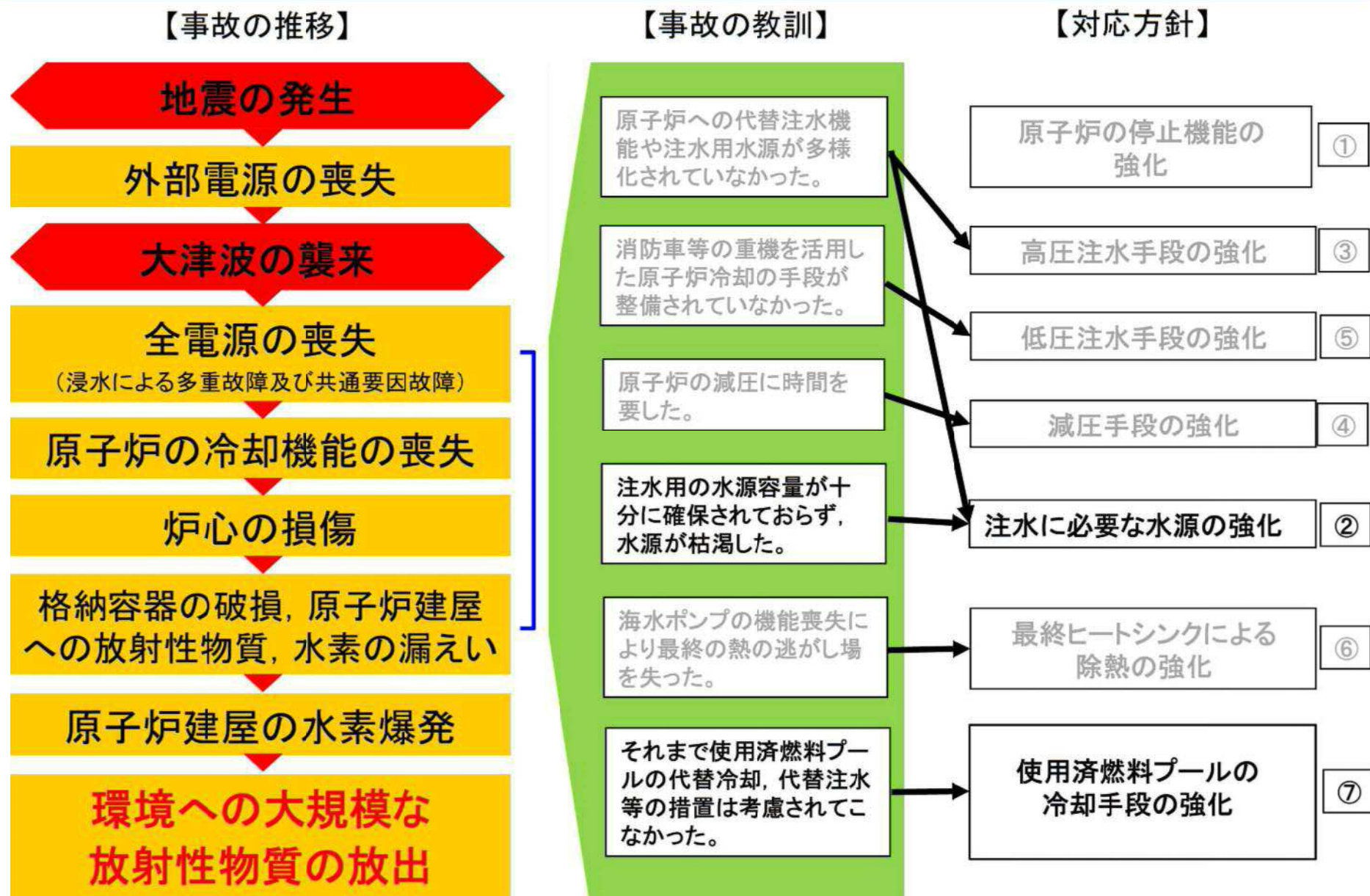
②使用済燃料乾式貯蔵施設



## ②使用済燃料乾式貯蔵施設での貯蔵

- ・使用済燃料プールでの貯蔵に関しては、福島第一原子力発電所事故を踏まえ、使用済燃料プールの水位の維持や冷却手段の確保が教訓とされたことから、**東海第二発電所は使用済燃料プールの安全対策の強化を実施する。**
- ・一方、使用済燃料乾式貯蔵施設での貯蔵に関しては、使用済燃料の冷却方法が外気を利用した自然対流冷却であり、発電機やポンプ等の動的な設備を要しない特徴から、**設備の偶発的な故障に加え地震・津波等の外部事象等に対しても、当初より高い信頼性・安全性を有するとされている。**
- ・ここでは、**①使用済燃料プールを対象とした安全対策の強化について整理し、②使用済燃料乾式貯蔵施設の概要とその安全性について示す。**
- ・また、国内における核燃料サイクル事業の状況も踏まえて、東海第二発電所の**使用済燃料の貯蔵、搬出及び処理の方針や計画**について示す。

## 2. 福島第一原子力発電所事故の教訓





### 3. 福島第一原子力発電所事故の教訓に対する新たな対策

●福島第一原子力発電所事故で得られた教訓に対する新たな安全対策として、**使用済燃料プールへの注水手段や冷却手段の強化**として、以下の対策を施す。

対策の目的	対策の方向性	従来から備えていた対策	事故の教訓に基づく新たな安全対策	備考
(止める) ・原子炉緊急停止	①原子炉の停止機能の強化	・代替制御棒挿入機能 ・ほう酸注入系 ・代替再循環ポンプトリップ機能(低速度運転有)	・代替再循環ポンプ停止機能(低速度運転電源停止)	強化
(冷やす) ・炉心損傷防止 ・使用済燃料プール冷却	②注水に必要な水源の強化	・復水貯蔵タンク ・サプレッション・プール	・代替淡水貯槽 ・西側淡水貯水設備 ・SA用海水ピット	新規
	③高圧注水手段の強化	・高圧炉心スプレイ系ポンプ ・原子炉隔離時冷却系ポンプ	・高圧代替注水系	新規
	④減圧手段の強化	・逃がし安全弁 ・過渡時自動減圧機能	・逃がし安全弁用可搬型蓄電池 ・非常用窒素供給系高圧窒素ポンペ	強化
	⑤低圧注水手段の強化	・低圧炉心スプレイ系ポンプ ・残留熱除去系ポンプ	・低圧代替注水系(常設・可搬)	新規
	⑥最終ヒートシンクによる除熱の強化	・復水器 ・残留熱除去系 ・原子炉冷却材浄化系	・緊急用海水系 ・代替循環冷却系 ・フィルタベント設備	新規
⑦使用済燃料プールの冷却手段の強化	・燃料プール冷却浄化系 ・残留熱除去系(プール冷却モード) ・燃料プール水位計	・低圧代替注水系(常設・可搬) ・代替燃料プール冷却系 ・燃料プール監視強化	新規	

     : 使用済燃料プールの安全対策に係る内容

# 4. 事故の教訓に基づく使用済燃料プールの安全対策 (1/5)

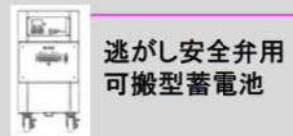
## ⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(2)



## ① 原子炉の停止機能の強化

再循環ポンプ停止回路追加

## ④ 減圧手段の強化



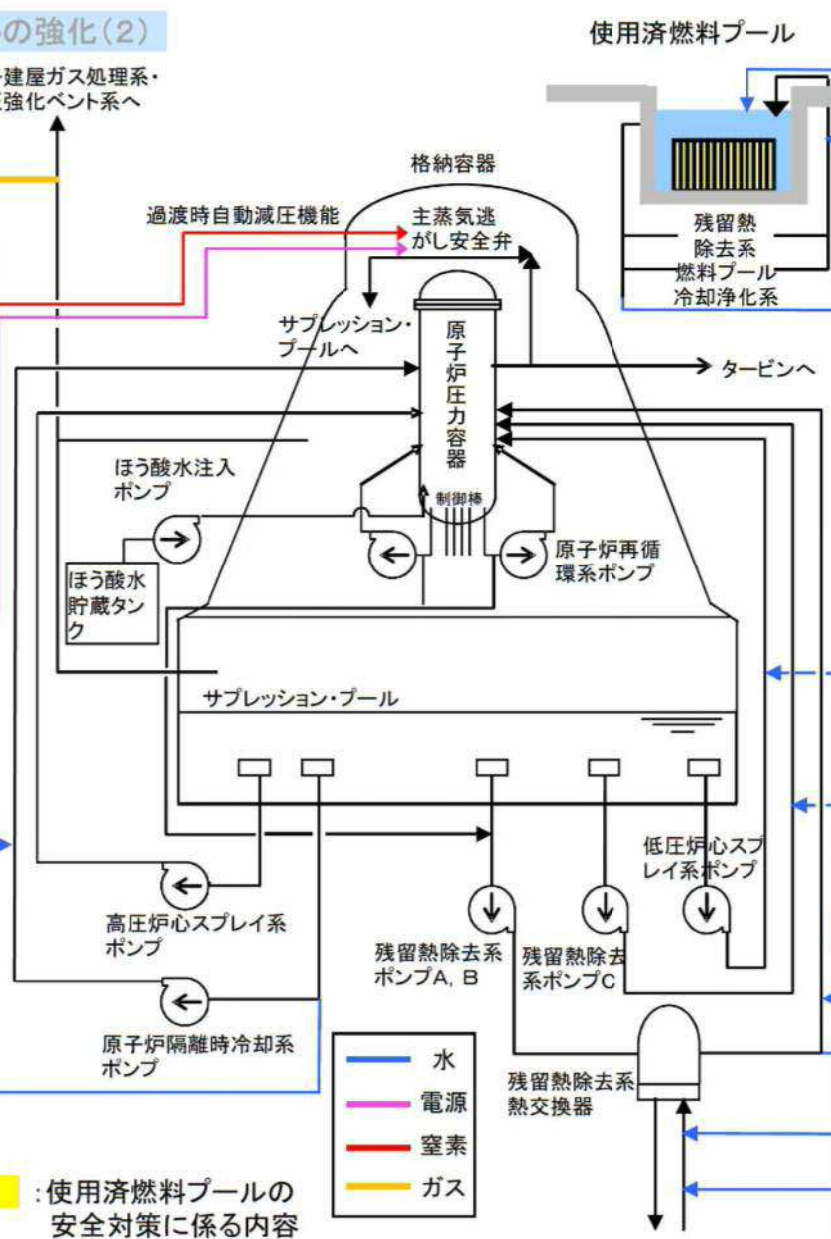
## ③ 高圧注水手段の強化

常設高圧代替注水ポンプ

緊急用125V系蓄電池  
常設代替直流電源設備

可搬型低圧電源車 可搬型整流器  
可搬型代替直流電源設備

 : 使用済燃料プールの安全対策に係る内容



## ⑦ 使用済燃料プールの冷却手段の強化



## ② 注水に必要な水源の強化



## ⑤ 低圧注水手段の強化



## ⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(1)



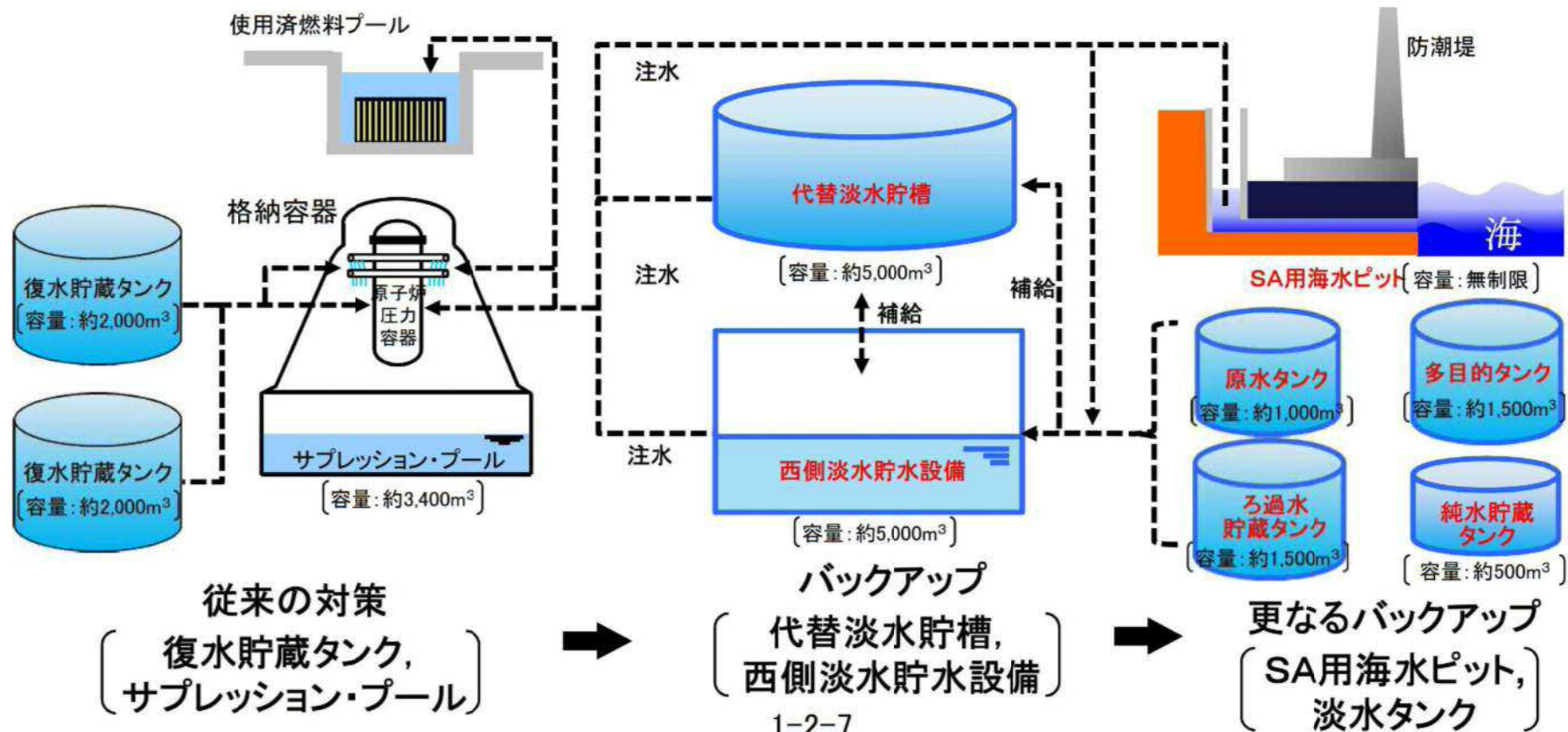


#### 4. 事故の教訓に基づく使用済燃料プールの安全対策 (2/5)

##### ②注水に必要な水源の強化

###### 【代替淡水貯槽, 西側淡水貯水設備, SA用海水ピットの新設】

- 使用済燃料の損傷を防ぐためには、使用済燃料プールの冷却停止時やプール水漏洩時において、**使用済燃料プール**の**水位確保が重要**。このため**注水用の水源を増強**
- 地下式の代替淡水貯槽, 西側淡水貯水設備, SA用海水ピットを設置することで、**竜巻や、敷地に遡上する津波等の外部事象に対しても、確実に水源を確保可能**。また、既存設備の各種淡水タンクも利用可能時には活用
- 代替淡水貯槽, 西側淡水貯水設備には、**原子炉及び使用済燃料プールに7日間の注水が可能**な量を確保

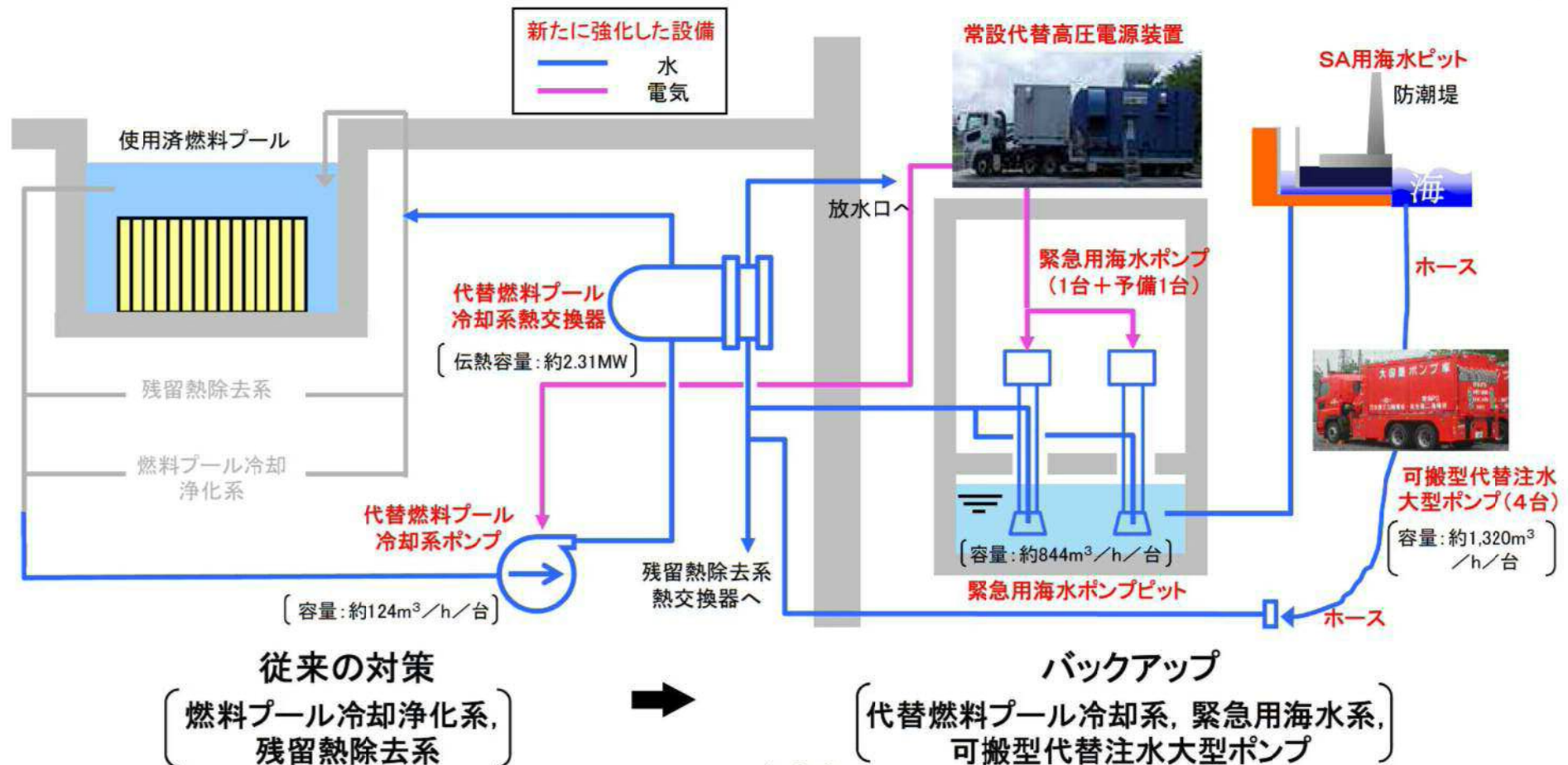


#### 4. 事故の教訓に基づく使用済燃料プールの安全対策 (3/5)

##### ⑦使用済燃料プールの冷却手段の強化 (1)

### 【代替燃料プール冷却系の設置】

- 使用済燃料プールの冷却機能が喪失し、プール内の燃料体を冷却できなくなる場合に備えて、新たに**燃料プールを冷却するためのシステムを設置**
- 既設の**燃料プール冷却系及び残留熱除去系の両方の機能が喪失した場合でも、代替燃料プール冷却系により、使用済燃料プールの冷却が可能**
- 代替燃料プール冷却系は、可搬型代替注水大型ポンプからも海水の供給が可能



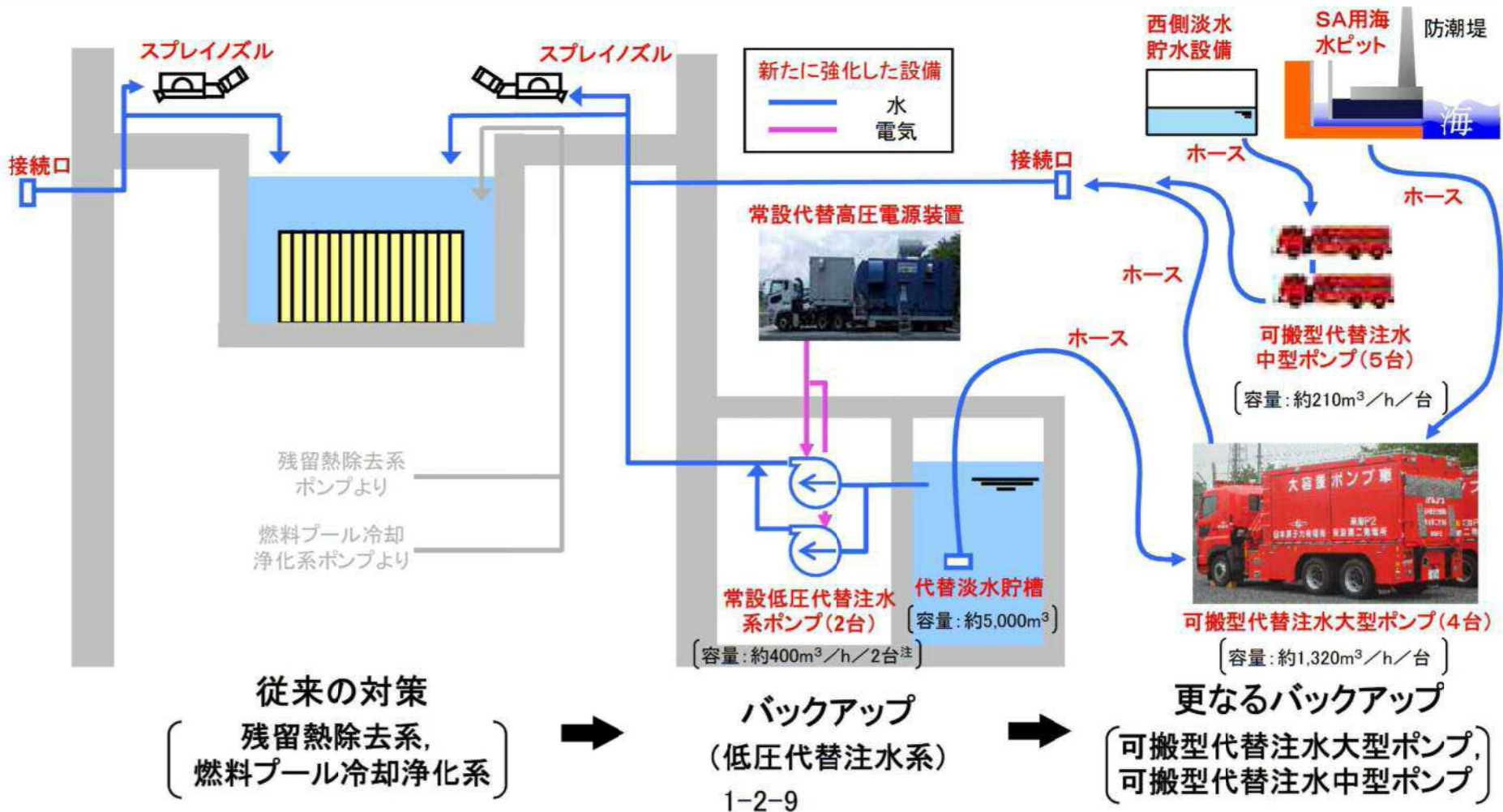


# 4. 事故の教訓に基づく使用済燃料プールの安全対策 (4/5)

## ⑦使用済燃料プールの冷却手段の強化 (2)

### 【低圧代替注水系(常設, 可搬)を設置】

- 使用済燃料プールへの注水機能の喪失や, 使用済燃料プールからの水の漏えいその他の要因によりプール水位が低下した場合に備えて, 注水手段を増強
- 常設低圧代替注水系ポンプ又は可搬型代替注水大型ポンプ等を使用し, 代替淡水貯槽等の水を使用済燃料プールへ注水が可能



## 4. 事故の教訓に基づく使用済燃料プールの安全対策 (5/5)

### ⑦使用済燃料プールの冷却手段の強化 (3)

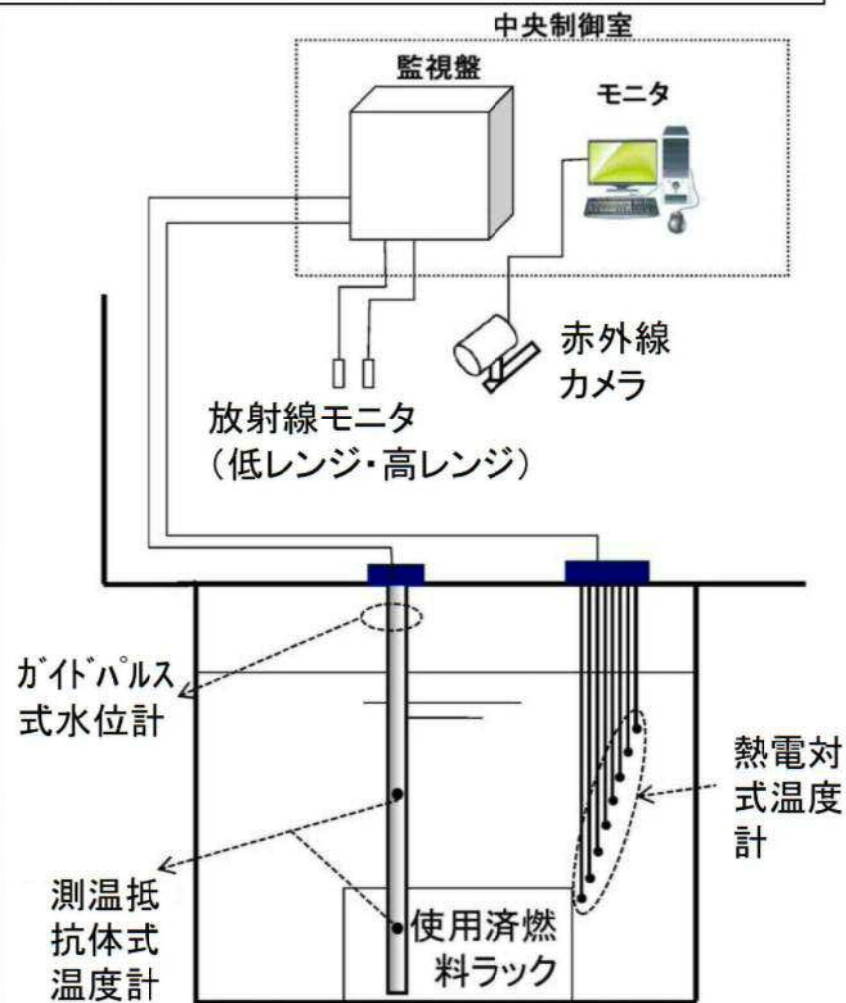
#### 【使用済燃料プールの監視強化】

- 従来の設備は異常検知(通常状態からの逸脱)が目的であったが、重大事故等時の使用済燃料プールの状態把握のため、**測定箇所、測定範囲、耐環境性を向上させた監視設備を追設**

監視項目	従来設備	追加設備
水位	レベルスイッチ2台 ・通常水位近傍を監視	水位計(ガイドパルス式*)1台 ・SFP底面近傍まで連続測定可能 ・耐環境性向上(～100℃蒸気環境)
温度	熱電対式温度計1台 ・通常水位近傍温度を監視	熱電対式温度計1式** ・燃料頂部付近まで8点の温度測定可能 ・耐環境性向上(～100℃蒸気環境)
		測温抵抗体式温度計2台 ・燃料体付近まで2点の温度測定可能 ・耐環境性向上(～100℃蒸気環境)
放射線	放射線モニタ1台 ・従事者の放射線防護の観点から10mSv/hまでを監視	放射線モニタ(低レンジ・高レンジ各1台) ・重大事故等時の監視を目的として10 <sup>5</sup> Sv/hまでを監視 ・耐環境性向上(～100℃蒸気環境)
カメラ	ITV1台 ・SFP廻り監視用	赤外線カメラ1台 ・赤外線監視機能により照明停電時や蒸気雰囲気においても監視可能 ・専用空冷装置により耐環境性向上(～100℃蒸気環境)

\* :パルス信号を発信し水面からの反射波を受信するまでの時間遅れから水位を測定する。

\*\* :福島第一原子力発電所事故後の緊急安全対策にて設置済

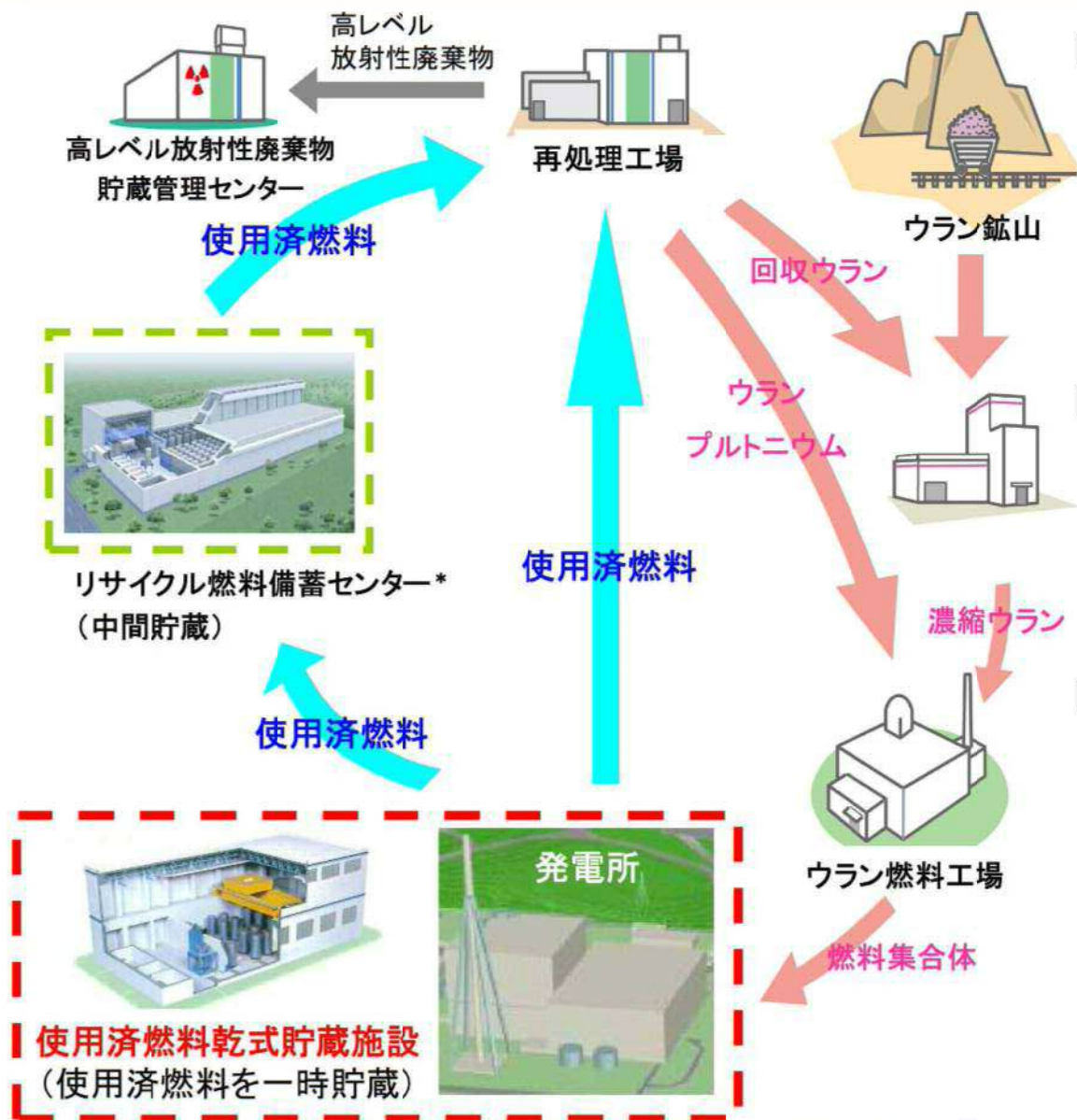


追加設備概要図



## 5. 使用済燃料乾式貯蔵施設の概要 (1/4)

### 核燃料サイクルにおける使用済燃料乾式貯蔵施設の位置付け



■国内においては、原子力発電所で使用した**使用済燃料**は一旦発電所内等で貯蔵・管理し、再処理工場で再処理を行い、**燃料として再利用する方針**で事業を進めている。(核燃料サイクル)

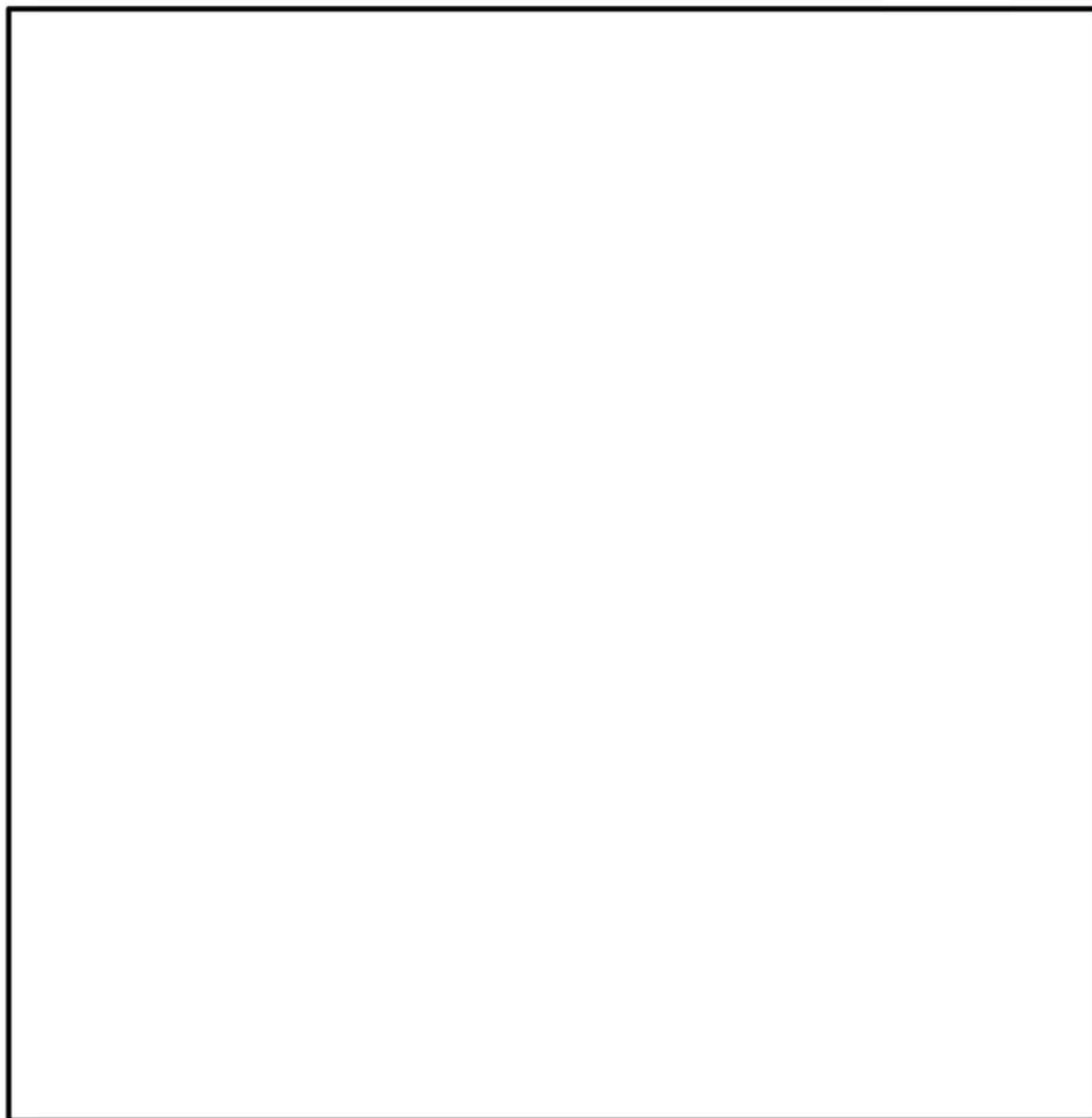
■東海第二発電所においては、使用済燃料の貯蔵量を増加させるため、**発電所内に使用済燃料乾式貯蔵施設を設置し**、平成13年より使用済燃料の貯蔵を開始している。

■使用済燃料乾式貯蔵施設における使用済燃料の**設計上の貯蔵期間は40年**としている。

\* 発電所外に当社の使用済燃料を中間貯蔵する施設として、青森県(むつ市)リサイクル燃料備蓄センターが設置計画中(新規規制基準適合性審査中)。本施設稼働後、東二使用済燃料貯蔵施設に貯蔵している使用済燃料を計画的に搬出することを検討している。

核燃料サイクルと使用済燃料乾式貯蔵施設の関係の概念図

## 5. 使用済燃料乾式貯蔵施設の概要 (2/4) 使用済燃料乾式貯蔵建屋の配置



- 東海第二発電所の使用済燃料乾式貯蔵施設である，使用済燃料乾式貯蔵建屋の配置を示す。
- **使用済燃料乾式貯蔵建屋は発電所敷地内に設置**しており，原子炉建屋内の使用済燃料プールに保管中の使用済燃料を使用済燃料乾式貯蔵建屋へ容易に移送できるよう設計している。
- **使用済燃料乾式貯蔵建屋の設置高さは標高+8m**であり，原子炉建屋の設置高さと同様である。
- なお，福島第一原子力発電所事故を踏まえた津波対策として建設中の**防潮堤は使用済燃料乾式貯蔵建屋も囲むように設置**する計画としている。

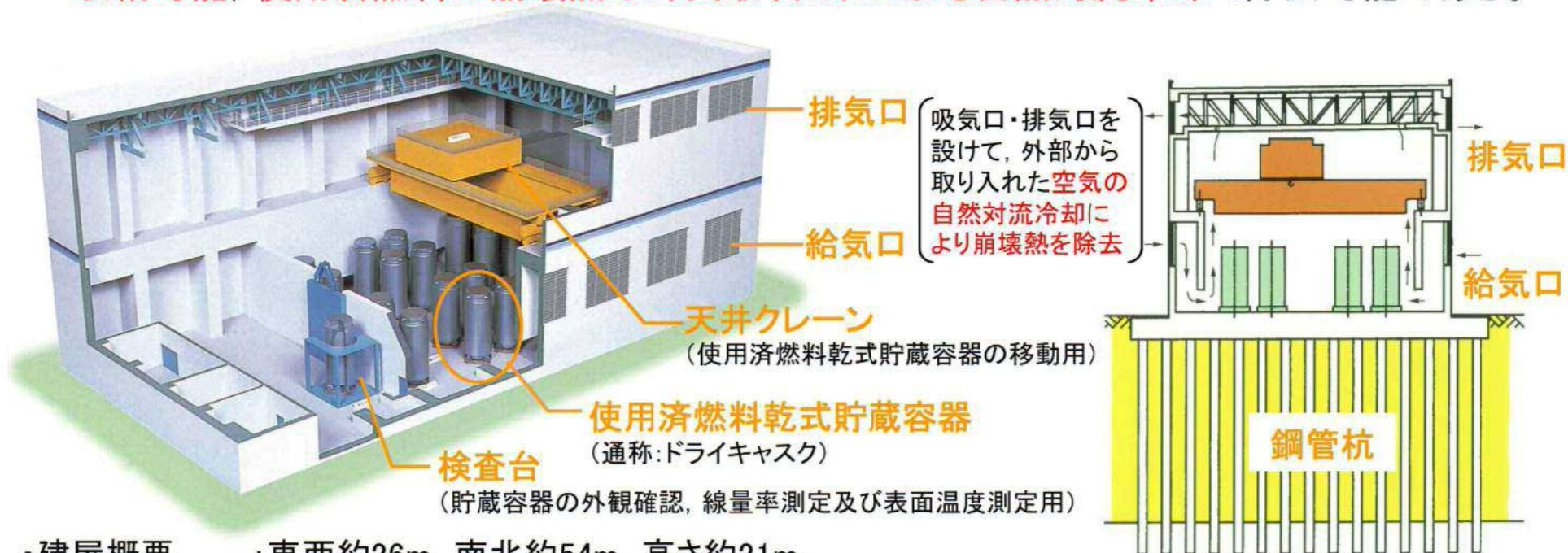
東海第二発電所 使用済燃料乾式貯蔵建屋 配置図



## 5. 使用済燃料乾式貯蔵施設の概要 (3/4) 使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要



■使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要を示す。建屋内には**使用済燃料乾式貯蔵容器を全24基**収納可能、**使用済燃料の崩壊熱は外気取り入れによる自然対流冷却**で除去可能である。



- ・建屋概要 : 東西約26m, 南北約54m, 高さ約21m
- ・建屋構造 : 鉄筋コンクリート造, 杭基礎構造を採用
- ・貯蔵容量 : 使用済燃料乾式貯蔵容器 **24基\*** (ウラン重量約250t相当)  
\*15基に使用済燃料を収納済(平成30年12月現在)
- ・燃料収納体数 : **61体/基**

< 運転サイクル毎の使用済燃料発生と使用済燃料乾式貯蔵施設の貯蔵容量の関係 >

- ・運転サイクル終了後の定期検査停止時に燃料764体(1炉心)中の約180体を使用済燃料として取出
- ・使用済燃料180体は貯蔵容器約3基分に相当 (61体/基 × 3基 = 180体)
- ・貯蔵容器24基には**8サイクル分の使用済燃料が貯蔵可能**。8サイクルは**約10年程度の期間に相当**

### 【建屋の断面図】

- ・杭基礎構造  
杭の直径: 約80cm  
杭の本数: 435本  
⇒鋼管杭基礎により, 基準地震動Ssによる耐震評価で建屋の健全性を確認済



## 5. 使用済燃料乾式貯蔵施設の概要 (4/4)

### 使用済燃料乾式貯蔵施設の安全機能



- 使用済燃料乾式貯蔵容器の概要を示す。貯蔵容器は使用済燃料を乾燥状態で全長約6mの縦置ききの金属容器に収納し、放射線に対する遮蔽を施して密封した構造である。
- 使用済燃料を安全に貯蔵するため、使用済燃料乾式貯蔵施設が有する4つの安全機能を以下に示す。



#### 【使用済燃料乾式貯蔵施設の4つの安全機能】

##### 1. 除熱機能

貯蔵施設には、給・排気口を設けて、外部から取り入れた空気の自然対流により冷却

##### 2. 閉じ込め機能

蓋部以外には開口部を設けず、一次蓋、二次蓋の二重蓋構造。蓋部は長期耐久性のある金属ガスケットで密封

##### 3. 遮蔽機能

ステンレス鋼、鉛、レジン(合成樹脂)及び建屋の遮蔽壁により、放射線を遮蔽

##### 4. 臨界防止機能

バスケット内の仕切板に、ほう素を添付したアルミニウム合金製の板(中性子吸収材)を設置

■ 主要寸法 : 全長 約5.7m, 外径 約2.4m

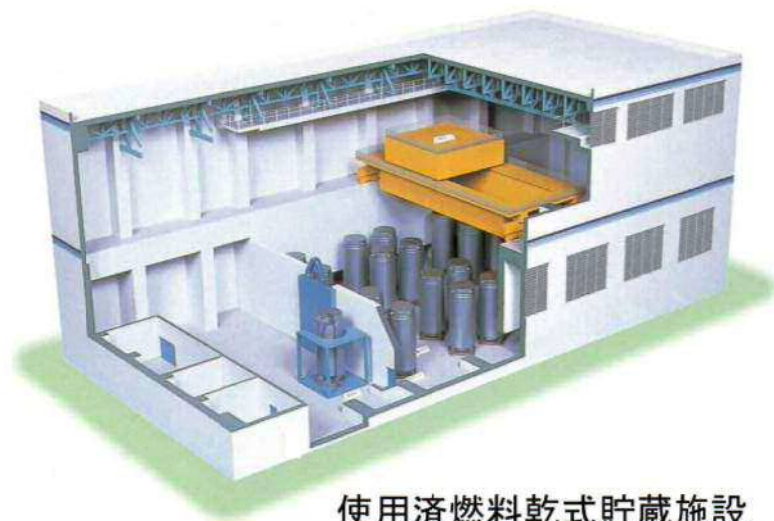
■ 総重量 : 約118トン(乾式貯蔵容器+使用済燃料)

■ 本体主要材質: ステンレス鋼(支持構造物: 炭素鋼)

■ ウラン重量: 約11トン(使用済燃料61体収納)



- 前項までに記載したとおり、使用済燃料乾式貯蔵施設は、**静的機器のみで4つの安全機能を達成しており(除熱機能, 閉じ込め機能, 遮蔽機能及び臨界防止機能)**, これらの機能のために電動機・ポンプ等の動的機器は要さない。このため、動的機器の作動に影響する外部電源喪失や全交流動力電源喪失等は、使用済燃料乾式貯蔵施設の安全機能に影響を与えない。
- 一方で、地震や津波等の外部事象に伴う外力により、使用済燃料乾式貯蔵建屋の躯体が損傷・倒壊し、内部に設置した使用済燃料乾式貯蔵容器上に落下するような場合や、貯蔵容器そのものが外力で転倒するような場合は、**貯蔵容器の損傷等が発生し、上記の4つの安全機能の一部が損なわれる可能性がある**。
- 上記を踏まえて、使用済燃料乾式貯蔵施設に影響を及ぼし得る外部事象の評価を行った。評価結果は次表に示すとおり、**各外部事象を想定しても使用済燃料乾式貯蔵施設の安全機能が確保されることを確認している**。



使用済燃料乾式貯蔵施設



## 6. 使用済燃料乾式貯蔵施設の安全性 (2/3)



### 使用済燃料乾式貯蔵施設に対する主な外部事象の評価 (1/2)

外部事象	外部事象の条件	安全機能に対する評価結果 (○/×)		資料番号
地震	基準地震動 $S_0$	・貯蔵建屋の機能を維持できることを確認 ・貯蔵容器は耐震補強を行うことにより十分な構造強度を有することを確認	○	本文 7~9
津波	基準津波 (防潮堤位置最高水位:T.P.+17.1m)	貯蔵建屋を防潮堤で囲むことで、基準津波は建屋に到達、流入しない。	○	本文 10
	敷地に遡上する津波 (防潮堤前面最高水位:T.P.+24m) (無限鉛直壁)	貯蔵建屋は津波で浸水するが、津波波力と漂流物の衝突を考慮しても建屋は倒壊せず、貯蔵容器に影響を与えない。	○	
竜巻	基準竜巻 (風速100m/s及び竜巻飛来物の衝突)	貯蔵建屋上部の排気口に防護措置(防護ネット、防護鋼板)を設け、竜巻飛来物の貯蔵容器への衝突を防止可能	○	補足説明 資料 6
火山	降下火砕物 (降下火砕物層厚50cm堆積による荷重)	貯蔵建屋の屋上への降下火砕物の堆積による荷重を評価し、屋根や耐震壁が崩壊しないことを確認	○	補足説明 資料 7

\* 貯蔵建屋: 使用済燃料乾式貯蔵建屋

\* 貯蔵施設: 使用済燃料乾式貯蔵容器



## 6. 使用済燃料乾式貯蔵施設の安全性 (3/3)



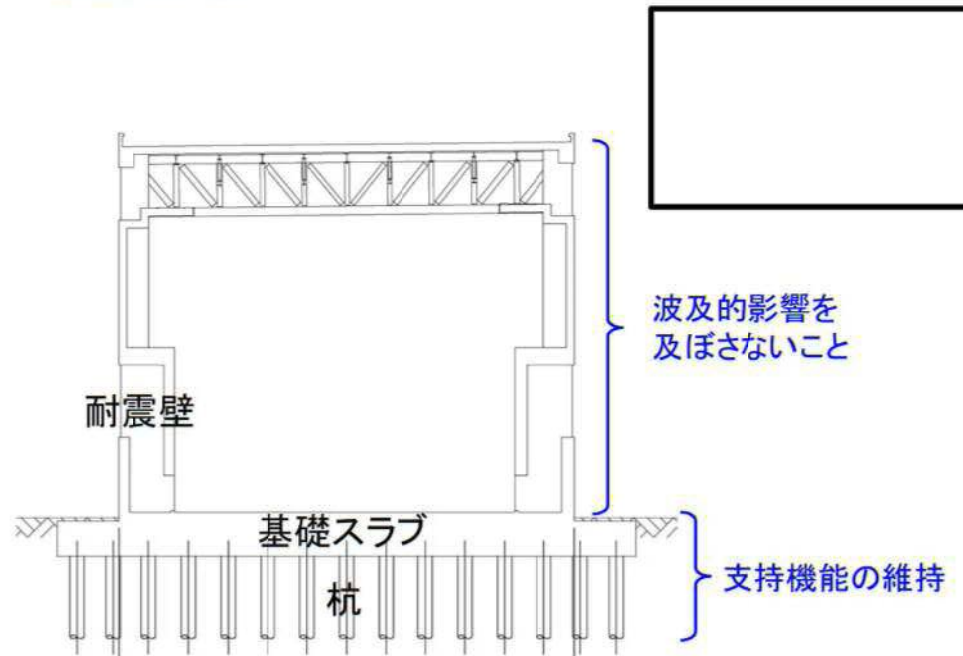
### 使用済燃料乾式貯蔵施設に対する主な外部事象の評価 (2/2)

外部事象	外部事象の条件	安全機能に対する評価結果 (○/×)		補足説明 資料番号
森林火災	発電周辺の大規模な森林火災 (森林シミュレーションコードによる延焼評価)	貯蔵建屋の温度評価結果が許容温度を下回る/危険距離以上の離隔距離を確保	○	8
爆 発	発電所敷地内の爆発影響 (屋外ガス貯蔵施設)	貯蔵建屋は危険限界距離以上の離隔距離を確保	○	9
	発電所敷地外の爆発影響 (LNG基地, 燃料輸送車両, 燃料輸送船)	貯蔵建屋は危険限界距離以上の離隔距離を確保	○	9
近隣工場 火災	発電所敷地内の火災影響 (危険物貯蔵施設, 危険物貯蔵以外)	貯蔵建屋の温度評価結果が許容温度を下回る	○	10
	発電所敷地外の火災影響 (危険物貯蔵施設, 燃料輸送車両, 燃料輸送船)	貯蔵建屋は危険距離以上の離隔距離を確保	○	10
偶発的な 航空機落下	航空機落下事故の実績に基づく確率評価 (航空機衝突を設計上考慮するかどうかの判断基準として $10^{-7}$ 回/炉・年以下)	貯蔵建屋への落下確率は約 $6.1 \times 10^{-8}$ 回/炉・年となり, 航空機落下に対する防護対策を設計上考慮する必要なし	○	11
航空機 墜落火災	航空機墜落による火災影響 (自衛隊機又は米軍機の落下(F-15))	航空機墜落で発生する火災による貯蔵建屋の温度評価結果が許容温度を下回ることを確認	○	11

\* 貯蔵建屋: 使用済燃料乾式貯蔵建屋

## 7. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震評価結果(1/2)

■使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震評価を行い、**基準地震動 $S_s$** に対して建屋の機能を維持できることを確認している。



- ・耐震壁  
基準地震動 $S_s$ に対して質点系モデルを用いた地震応答解析により耐震壁のせん断ひずみを算定した結果、**最大せん断ひずみが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**
- ・基礎スラブ  
基準地震動 $S_s$ に対して3次元FEMモデルを用いた弾性応力解析により基礎スラブに発生する応力を算定した結果、**発生す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**
- ・杭  
基準地震動 $S_s$ に対して梁と地盤ばねによるモデルを用いた非線形応力解析により杭に発生する応力を算定した結果、**発生す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**

使用済燃料乾式貯蔵建屋の概略断面図(B-B断面 EW方向)

基準地震動 $S_s$ に対する評価結果 (検定比が最も厳しい項目)

評価対象	評価項目	発生値	許容限界	検定比 (発生値/許容限界)	判定	耐震補強の 必要性
耐震壁	せん断ひずみ	$1.82 \times 10^{-3}$	$4.0 \times 10^{-3}$	0.455	可	否
基礎スラブ	曲げモーメント	2160 (kN・m/m) *	3380 (kN・m/m) *	0.638 *	可	否
杭	曲げモーメント	2200 (kN・m/本)	2210 (kN・m/本)	0.996	可	否

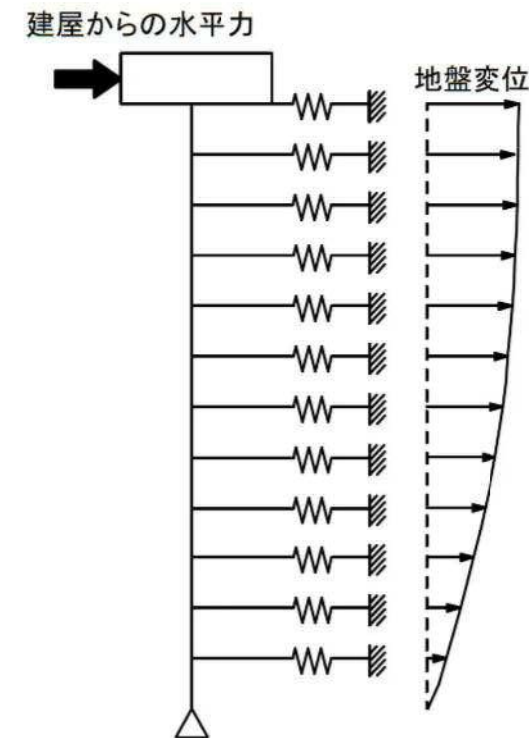
\* : 応力の再配分等を考慮して、応力の平均化を行った結果



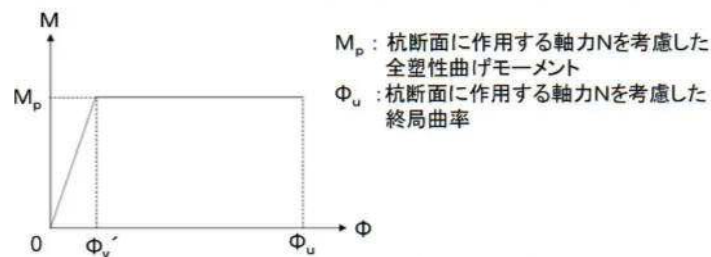
## 7. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震評価結果(2/2)

### ○ 使用済燃料乾式貯蔵建屋の杭の評価について

- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋の杭の評価は、基準地震動 $S_s$ に対して支持機能を維持できることを確認するため、非線形はり-非線形地盤ばねモデルを用いた非線形応力解析を実施する。
- ・基準地震動 $S_s$ による建屋の地震応答解析で得られた建屋の水平力を杭頭位置に、基準地震動 $S_s$ による自由地盤応答解析で得られた地盤変位を杭の水平地盤ばね位置に入力し、杭に発生する応力が許容限界を超えないことを確認する。
- ・いずれの評価項目も検定比(発生値/許容値)が1を下回っており、**発生応力が許容限界を超えないことを確認した。**  
 なお、杭の曲げに対する評価において、実際の許容限界は終局曲率であるが、保守的に評価する観点から全塑性モーメントを許容限界として設定し、杭に発生する曲げモーメントが全塑性モーメントを超えないことを確認した。



杭の解析モデル図



杭の曲げモーメント-曲率(M- $\phi$ )関係

杭の評価結果

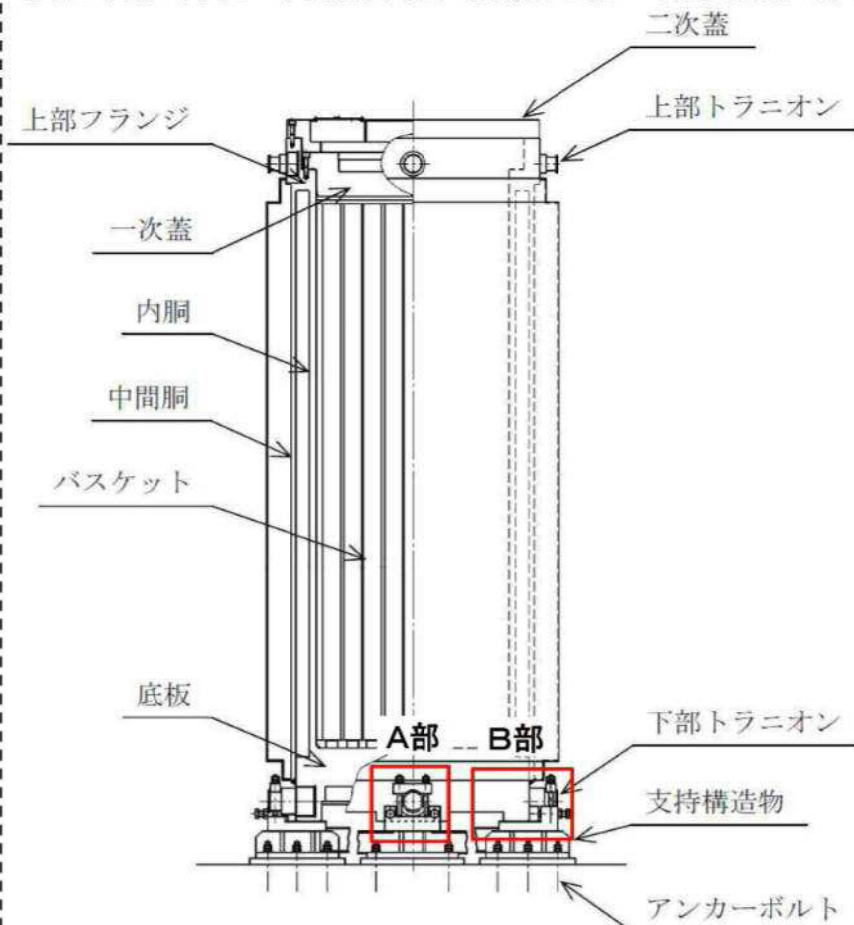
評価項目	発生値	許容値	検定比	判定
鉛直支持力	1340 (kN/本)	2740 (kN/本)	0.490	可
引抜き力	404 (kN/本)	840 (kN/本)	0.481	可
曲げモーメント	2200 (kN・m/本)	2210 (kN・m/本)	0.996	可
せん断力	571 (kN/本)	2350 (kN/本)	0.243	可

## 8. 使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震評価結果

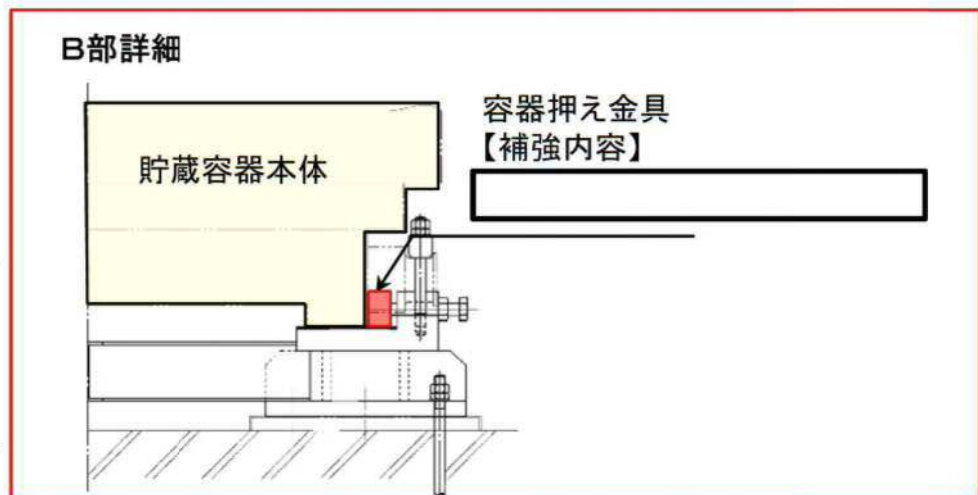
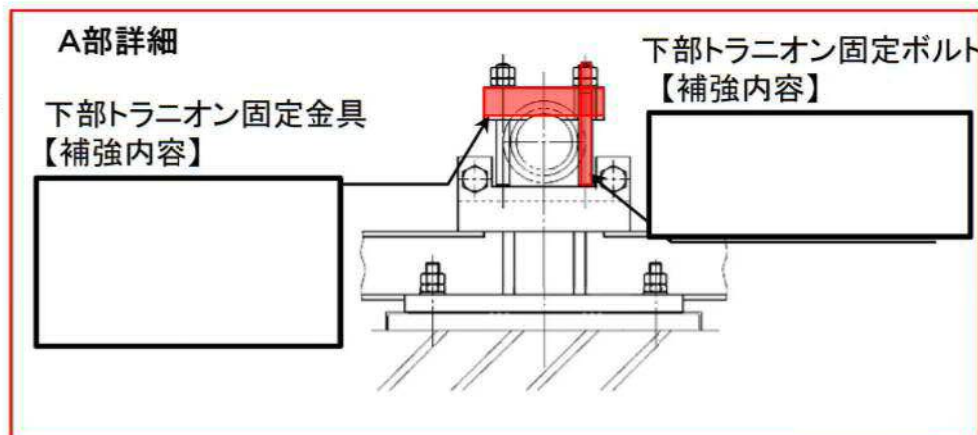


- 使用済燃料乾式貯蔵容器は縦置型で、容器の下部トラニオンを介して支持構造物で支持され、アンカーボルトで基礎に固定する構造
- 基準地震動 $S_0$ により発生する各応力は、キャスク容器、バスケット、トラニオン、二次蓋について全て許容応力を満足し、十分な構造強度を有していることを確認。支持構造物については以下の耐震補強が必要であることを確認した。

### 使用済燃料乾式貯蔵容器支持構造物の耐震補強(例: 1~15号機)



使用済燃料乾式貯蔵容器概略図





## 9. 使用済燃料乾式貯蔵容器 支持構造物の耐震補強

使用済燃料乾式貯蔵容器 支持構造物の応力評価結果  
(貯蔵時  $S_s$ 地震力が作用する場合) (単位:MPa)

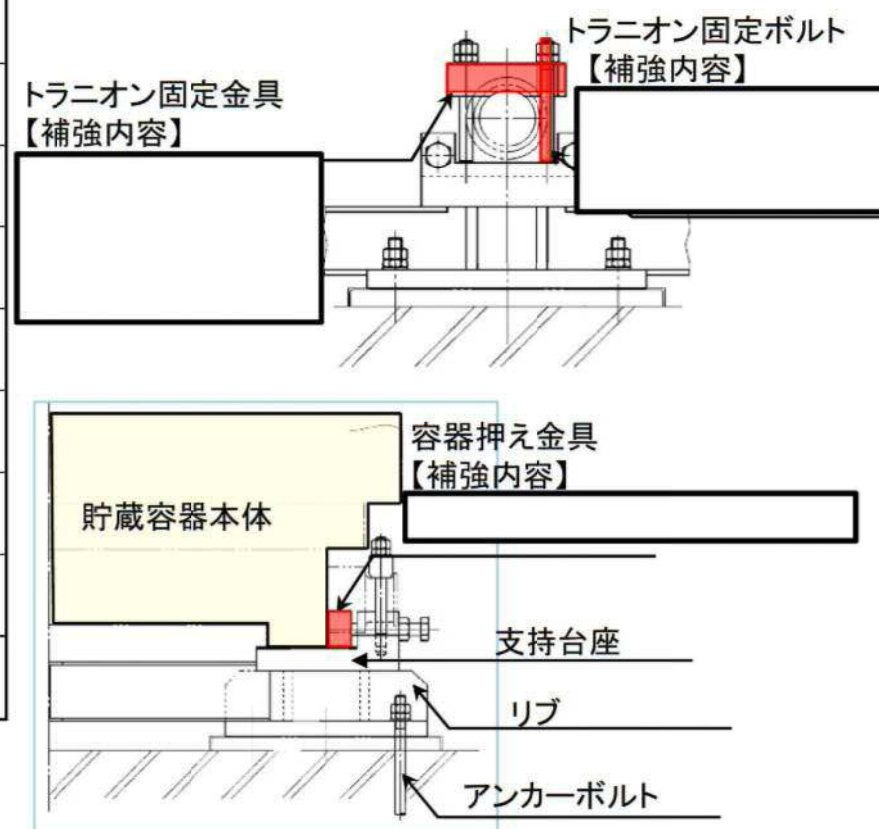
部 位	応力の種類		計算値	評価点 (面)	許容応力
トラニオン 固定金具	一次応力	曲げ応力	477	③	637
	一次+二次応力*1	曲げ応力	477	③	1275
リ ブ	一次応力	引張応力	23	①	307
		圧縮応力	80	①	307
	一次+二次応力*1	引張・圧縮 応力	103	①	543
容器押え金具	一次応力	圧縮応力	380	④	543
	一次+二次応力*1	引張・圧縮 応力	380	④	1275
支持台座	一次応力	支圧応力	36	②	361
	一次+二次応力*1	支圧応力	36	②	361
トラニオン 固定ボルト	—	引張応力	375	⑤	478
アンカーボルト	—	引張応力	197	⑥	261*2
		せん断応力	225	⑥	340

注記 \*1: 地震力のみによる全振幅について評価する。

\*2:  $\text{Min}[f_t=1.4 f_c-1.6 \tau, f_c]$ より算出。

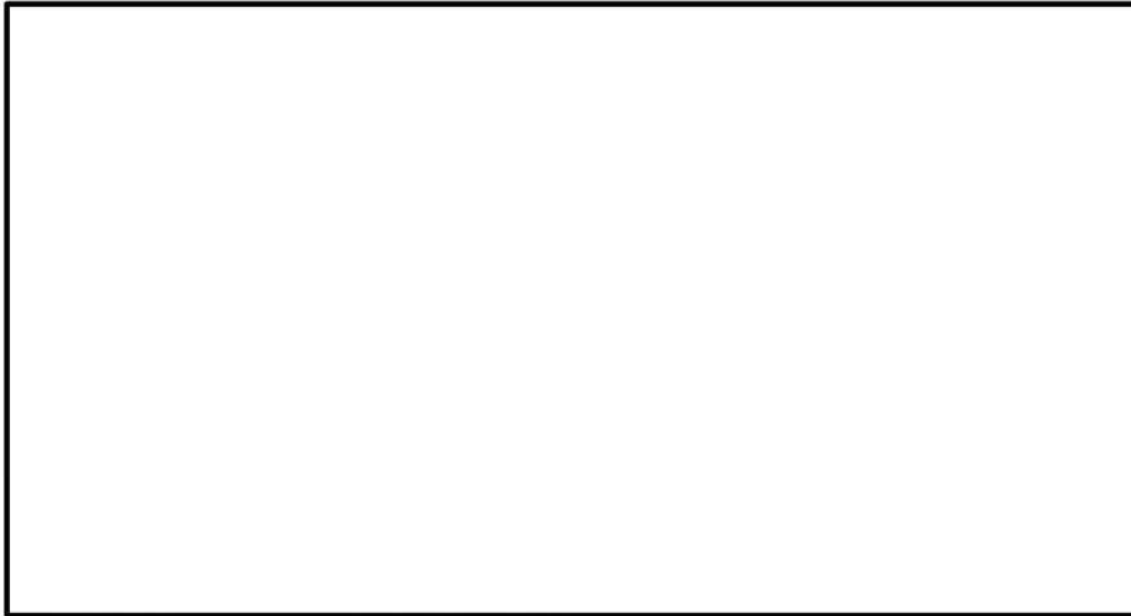
■使用済燃料乾式貯蔵容器の支持構造物の耐震補強後の耐震評価結果を示す。

■基準地震動 $S_s$ により発生する各応力(計算値)は、すべて許容応力を満足しており、十分な構造強度を有していることを確認した。



# 10. 津波の影響評価及び対策 (1/4)

■防潮堤(高さT.P.+20m又は+18m)で使用済燃料乾式貯蔵建屋を含め発電所を囲うことで、**基準津波(防潮堤位置最高水位:T.P.+17.1m)**は使用済燃料乾式貯蔵建屋及び使用済燃料乾式貯蔵容器に到達、流入しない。



津波防護対象施設※1	設置標高
①原子炉建屋	T.P.+8m
②タービン建屋	
③排気筒	
④使用済燃料乾式貯蔵建屋	
⑤常設代替高圧電源装置用カルバート(トンネル部、立坑及びカルバート含)	T.P.+8m(地下部)
⑥常設代替高圧電源装置置場(軽油貯蔵タンク、燃料移送ポンプ、東側DB立坑含)	T.P.+11m
⑦海水ポンプ室	T.P.+3m
⑧非常用海水系配管	T.P.+3m~T.P.+8m

※1:クラス1及びクラス2設備並びに耐震Sクラスに属する設備及びそれらを内包する区画を含む。

□:設計基準対象施設の津波防護対象  
東海第二発電所 設計基準対象施設の津波防護対象 配置図





# 10. 津波の影響評価及び対策 (2/4)

- 敷地に遡上する津波 (防潮堤前面最高水位 T.P.+24m (無限鉛直壁)) を想定した場合
- 敷地に遡上する津波は防潮堤高さを超えて敷地内に浸水し、使用済燃料乾式貯蔵建屋まで到達すると評価

: 敷地に遡上する津波に対する防護対象施設  
 : 地下部からの津波の流入経路

東海第二発電所 敷地に遡上する津波に対する防護対象施設と津波流入箇所

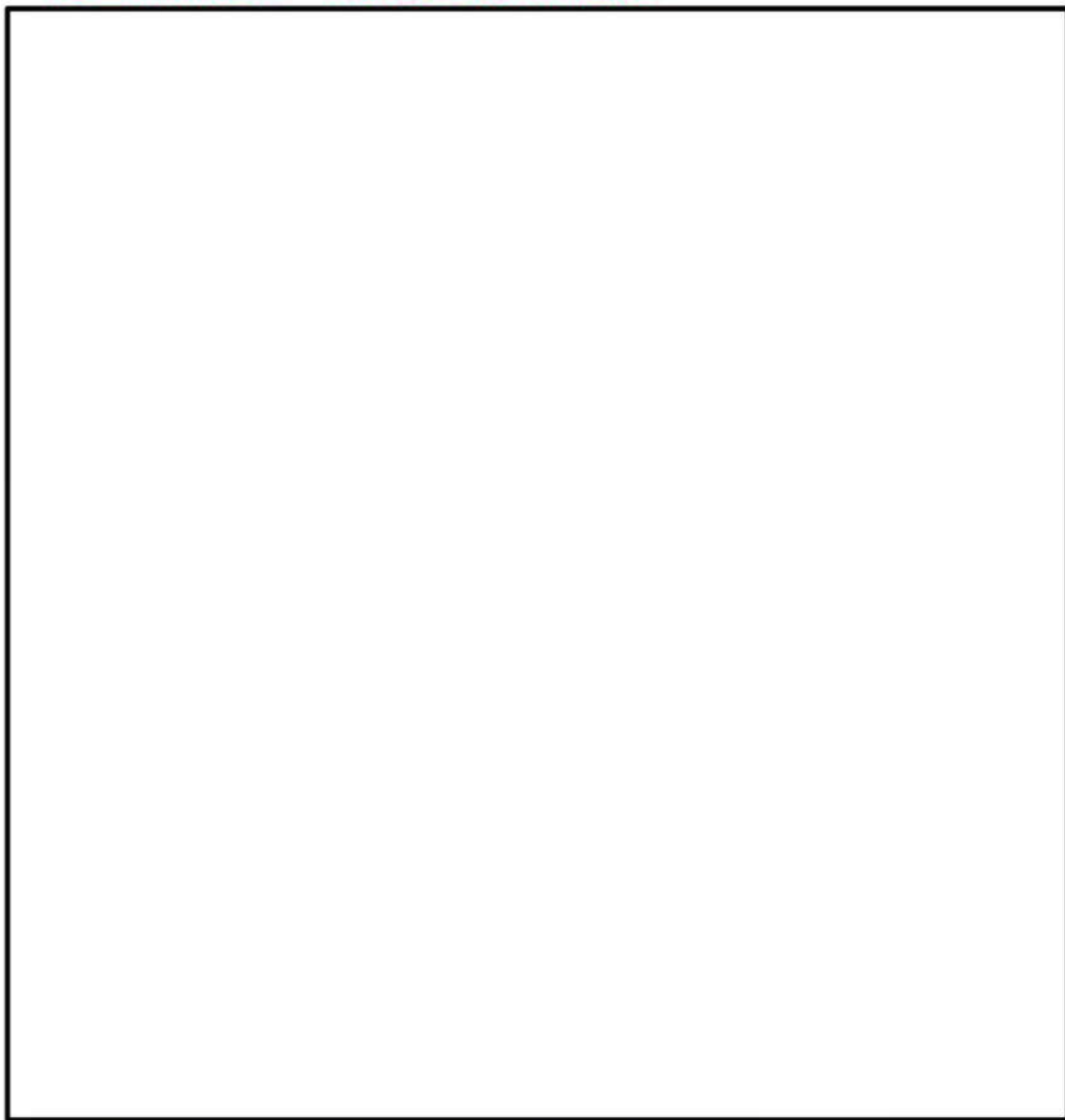
**① 防潮堤を超え敷地に遡上する津波が襲来した場合 (対策実施前)**  
 ⇒ 非常用海水ポンプの冠水による機能喪失、原子炉建屋内への浸水による複数機器の機能喪失等が発生し、炉心損傷等の発生の恐れがある。

**② 防潮堤を超え敷地に遡上する津波が襲来した場合 (重大事故対策及びそれらへの津波対策 (水密化対策等) 実施後)**  
 ⇒ 代替の電源、注水ポンプ、海水系、電源車、ポンプ車等が活用可能となり、原子炉の冷却等の機能が確保できる。

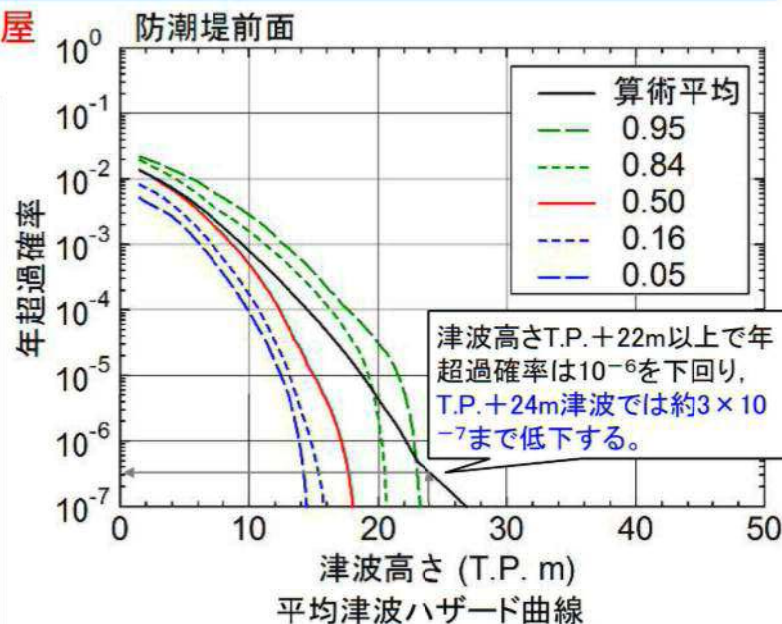


# 10. 津波の影響評価及び対策 (3/4)

■敷地に遡上する津波の遡上解析結果より、**使用済燃料乾式貯蔵建屋付近は概ね2m~4m程度の浸水が想定される。**

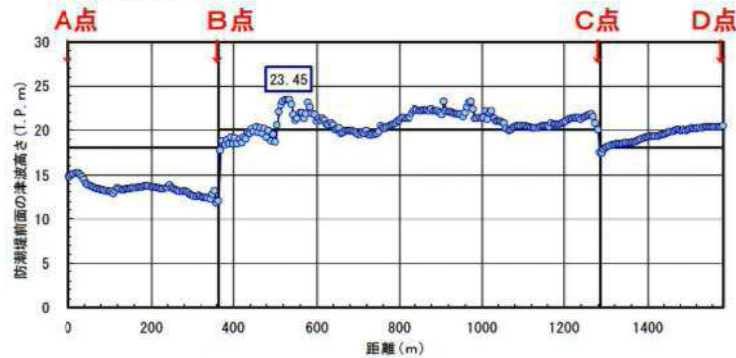


敷地に遡上する津波による敷地の最大浸水深分布



基準津波を超え敷地に遡上する津波の高さとしては、年超過確率が十分小さくなるT.P.+24m(防潮堤前面)までの津波高さを想定し、津波遡上解析を実施した。

※想定する津波高さをT.P.+24mまでとした設定根拠については、補足説明資料参照



防潮堤前面における敷地遡上津波の高さ

※津波高さ(T.P.+24m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の防潮堤前面の最高水位(駆け上がり高さ)を示す



# 10. 津波の影響評価及び対策 (4/4)

■敷地に遡上する津波による使用済燃料乾式貯蔵建屋の応力評価を実施

■保守的に想定した津波波力及び敷地内の漂流物(50t;設計上考慮する漂流物の重量に余裕を考慮した値\*)による衝突荷重(Q)を評価し、これらの荷重に対し貯蔵建屋壁面の保有水平耐力が上回ることから、貯蔵建屋は倒壊せず、内部の使用済燃料乾式貯蔵容器に影響を与えないことを確認した。

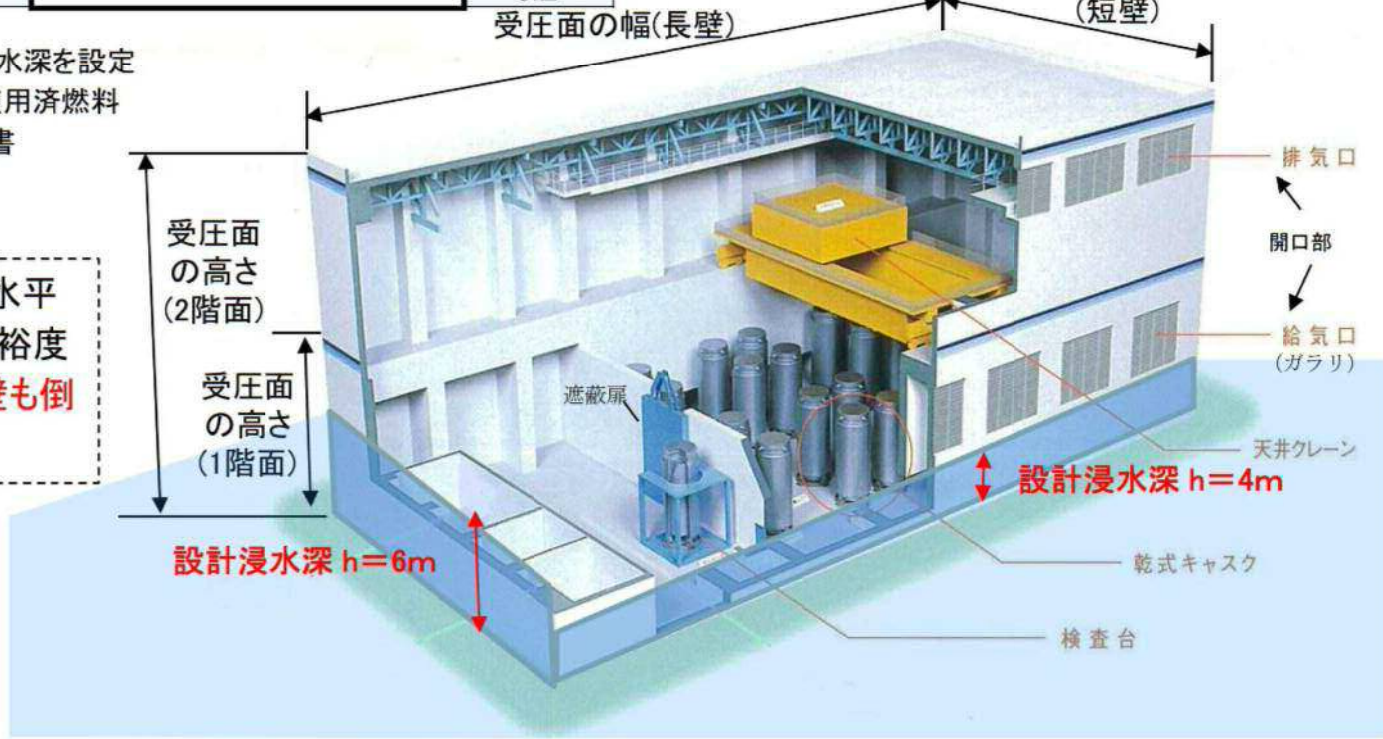
※乾式貯蔵建屋が敷地南西端に位置するため、敷地外からの漂流物の不確定性を考慮した

貯蔵建屋壁面		津波の設計 浸水深h(m)*1	Q (MN)	保有水平 耐力(MN)*2	裕度*3
短壁	2階面	6			9.0
	1階面	6			2.2
長壁	2階面	4			32.7
	1階面	4			3.2

津波波力及び貯蔵建屋外部からの漂流物による衝突荷重は、それぞれ「津波避難ビル等の構造上の要件の解説(平成24年2月,国土交通省国土技術政策総合研究所他)」(以下「国交省解説」という。)及び「道路橋示方書・同解説(平成14年3月,日本道路協会)」に基づき評価

- \*1:保守的に遡上解析結果を上回る浸水深を設定
- \*2:工事計画認可申請書記載値及び使用済燃料貯蔵設備増強工事 建屋構造計算書(平成11年9月)に基づく値
- \*3:裕度=保有水平耐力/Q

上記Qを貯蔵建屋壁面の保有水平耐力と比較した結果、いずれも裕度が1を上回っており、**長壁も短壁も倒壊しないことを確認**



## 11. 東海第二発電所の使用済燃料の貯蔵・搬出及び処理方針（1/2）

- 東海第二発電所における使用済燃料プールと使用済燃料乾式貯蔵施設を合わせた使用済燃料等の全貯蔵容量は約3,700体、現在の貯蔵量は約2,900体となっている。

### ①使用済燃料プールの状況

貯蔵容量 2,250体 … 全貯蔵容量

管理容量 1,486体(貯蔵容量－1炉心分(764体))

使用済燃料貯蔵体数 1,250体

一部照射済燃料体数 764体

合計 2,014体 … 現在の貯蔵量(89.5%)\*

\* これらに加えて、使用済燃料プールに未照射の新燃料188体を保管中

### ②使用済燃料乾式貯蔵施設の状況

貯蔵容量 24基(1,464体) … 全貯蔵容量

管理容量 17基(1,037体)(使用前検査合格済み容器)

使用済燃料貯蔵基数 15基(915体) … 現在の貯蔵量(62.5%)



# 11. 東海第二発電所の使用済燃料の貯蔵・搬出及び処理方針 (2/2)

- 今後の使用済燃料の貯蔵・搬出及び処理方針として、**使用済燃料プールから使用済燃料乾式貯蔵施設への移送**を早期に実施し、次いで**六ヶ所再処理工場及びリサイクル燃料備蓄センターへの搬出**を行う方針としている。
- 仮に当面の間、発電所外への使用済燃料の搬出が行えない場合でも、**約4サイクル分の貯蔵容量を確保可能な見通し**

## (1) 貯蔵・搬出及び処理方針

- ① 使用済燃料プールから使用済燃料乾式貯蔵施設へ早期の移送  
(使用済燃料乾式貯蔵設備等の使用前検査受検, 合格後)
- ② 六ヶ所再処理工場への搬出(六ヶ所再処理工場の事業開始後の見込み)
- ③ リサイクル燃料備蓄センターへの搬出(事業開始後)

## (2) 運転サイクルを考慮した発電所の貯蔵容量の見通し

電力会社	発電所名	2018年9月末時点				試算値※1		
		1炉心	1取替分	管理容量 ※2	使用済燃料貯蔵量	管理容量 (A) ※2	使用済燃料貯蔵量 (B)	貯蔵割合 (B)/(A)x100
		(tU)	(tU)	(tU)	(tU)	(tU)	(tU)	(%)
日本原子力発電	敦賀	90	30	910	630	910	750	82
	東海第二	130	30	440	370	510 ※3	490	96

※1: 各社の使用済燃料貯蔵量については、下記仮定の条件により算定した試算値であり、具体的な再稼働を前提としたものではない。

○各発電所の全号機を対象。(廃炉を決定した敦賀1号機を除く)

○貯蔵量は、2018年9月末時点の使用済燃料貯蔵量に4サイクル運転分の使用済燃料発生量(4取替分)を加えた値。(単純発生量のみを考慮)

○1サイクルは、運転期間13ヶ月、定期検査期間3ヶ月と仮定。(この場合、4サイクルは約5年となる)

※2: 管理容量は、貯蔵容量から1炉心分を差し引いた容量。なお、運転を終了したプラントについては、貯蔵容量と同じとしている。

※3: 東海第二については、乾式貯蔵キャスクを24基(現状+7基)とした管理容量を記載。

注) 四捨五入の関係で、合計値は、各項目を加算した数値と一致しない部分がある。

経済産業省 使用済燃料対策推進協議会  
(2018/11/20)資料に基づき記載



### ○使用済燃料プールの安全対策

- ・注水に必要な水源の強化として、代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットを設置。代替水源の容量は7日間の事故対応に必要な容量を確保
- ・冷却手段の強化として、代替燃料プール冷却系及び低圧代替注水系(常設)を設置。更なる信頼性向上として、常設の代替設備に加え可搬型の代替設備(ポンプ車)を配備
- ・重大事故時に使用可能な水位，温度，放射線等の監視設備を設置

### ○使用済燃料乾式貯蔵施設

- ・東海第二発電所の敷地内に使用済燃料乾式貯蔵建屋を設置し，内部に設置した使用済燃料乾式貯蔵容器(全24基)に使用済燃料を収納可能(61体/基)
- ・使用済燃料乾式貯蔵容器は，動的な設備を要せずに，除熱機能，閉じ込め機能，遮蔽機能及び臨界防止機能を有し，使用済燃料の貯蔵が可能。またそれらの機能の監視設備を設置
- ・外部事象を想定しても使用済燃料乾式貯蔵施設の安全機能は確保される。

### ○東海第二発電所の使用済燃料の貯蔵，搬出及び処理方針

- ・使用済燃料プールに貯蔵中の使用済燃料は，使用済燃料乾式貯蔵設備へなるべく早期に移送
- ・六ヶ所再処理工場及びリサイクル燃料備蓄センター(事業開始後)に搬出を計画

これらの対応により，東海第二発電所では使用済燃料を安全に貯蔵可能であり，かつ，今後の貯蔵や搬出計画等に関しても，十分な運用性が見通しがあることを確認している。