

## 参考資料集

- 【参考1】サブドレン
- 【参考2】地下水バイパスの浸透流解析結果
- 【参考3】地下水バイパスの水質確認状況
- 【参考4】トーラス室グラウト充填
- 【参考5】2～4号機海水配管トレンチ
- 【参考6】タービン建屋地下部の汚染水の高吸水ポリマーによる吸水・保持
- 【参考7】建屋地下部コンクリート充填の検討
- 【参考8】格納容器内燃料デブリの空冷方式
- 【参考9】汚染水貯留タンクの保全
- 【参考10】地下貯水槽からの漏えい量の推定
- 【参考11】護岸付近の地下水の水質
- 【参考12】タービン建屋内ポンプ設置位置
- 【参考13】各建屋の水質データ
- 【参考14】各建屋の水位データ及び水位計設置箇所
- 【参考15】水処理設備の概要
- 【参考16】各号機のプラントデータ
- 【参考17】サーベイマップ
- 【参考18】福島第一原子力発電所構内配置図
- 【参考19】汚染水量低減対応策の課題・成立性

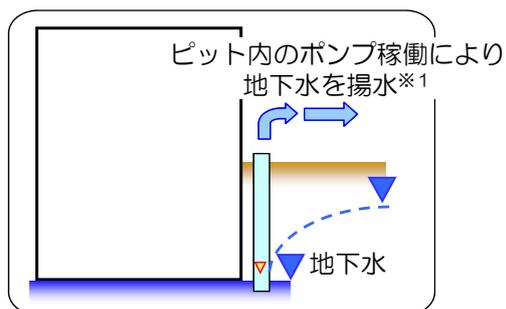
# 1. サブドレン

## (1) サブドレンの背景及び復旧の目的

- サブドレン設備は、建屋に働く浮力防止を目的として、ピット内のポンプにより地下水を汲み上げ、地下水位のバランスを取るために設置されたものである。
- 1～4号機のサブドレンは、津波によりポンプ等が損傷したため、地下水が建屋内に流入し、汚染水の増加要因となっている。
- また、既設サブドレンピット57箇所のうち、27箇所についてはピット内へのがれき混入、建屋カバー基礎との干渉等により復旧が困難な状況。
- 地下水バイパスの稼働のみでは、建屋周囲の地下水位を十分にコントロールすることはできないため、サブドレン設備を復旧し、建屋周囲の地下水位をコントロールしながら低下させる必要がある。

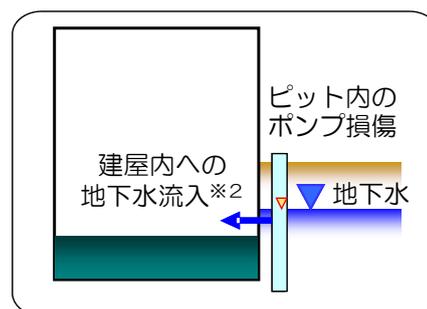


サブドレンピット内部（事故後）



事故前

〔イメージ図〕



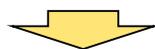
事故後

※1：事故前の1～4号機サブドレンにおける揚水量は約850m<sup>3</sup>/日。

※2：建屋内への地下水流入量は全体で約400m<sup>3</sup>/日。

## (2) これまでの経緯①

- 1～4号サブドレンは、降雨等を通じて、事故により大気中に放出された放射性物質が混入している状況であることから、平成24年1月から6月にかけて1/2/4号機サブドレンピットの浄化試験を実施した【対象ピット：参考1】。  
なお、3号機サブドレンピットについては、高線量のため実施していない。
- サブドレンピットの浄化にあたっては、建屋滞留水漏洩防止の観点から、ピット内の水位が滞留水の水位を下回らないように管理する必要があったため、十分な浄化は困難であった。  
また、現場は高線量の過酷な環境であり、十分な汚染物質混入防止対策を取ることができなかった。  
このため、浄化試験後に行った核種分析の結果、建屋滞留水に比べて非常に濃度は低いものの、セシウム等幾つかの放射性物質を検出した。【参考2】  
(セシウム137で $10^0 \sim 10^2$ Bq/L程度)



サブドレン設備の復旧にあたっては、ピット内の浄化ではなく、より効率的な方法である浄化設備の設置を検討する。

## (2) これまでの経緯②

- サブドレンピット浄化試験後の放射能濃度は、セシウム137で $10^0 \sim 10^2$ Bq/L程度であり、建屋滞留水の濃度 ( $10^6 \sim 10^7$ Bq/L程度) に比べて非常に低い。
- サブドレンピット浄化試験後の放射能濃度は、浄化試験前と比較して、概ね低下傾向が認められた。【参考2】
- 各号機サブドレン水の定例モニタリング結果によると、ピット内の浮遊物質除去作業による一時的な放射能濃度の上昇は認められるものの、全体として有意な変化は認められず、建屋滞留水などの放射性物質は継続的に混入していないものと考えられる。  
【参考3】
- 滞留水を貯留している建屋より下流側に位置する海側遮水壁近傍へ調査孔を設置し、採取した地下水の放射能濃度は検出限界値未満であり、建屋滞留水が地中に漏えいしているとは考え難い。

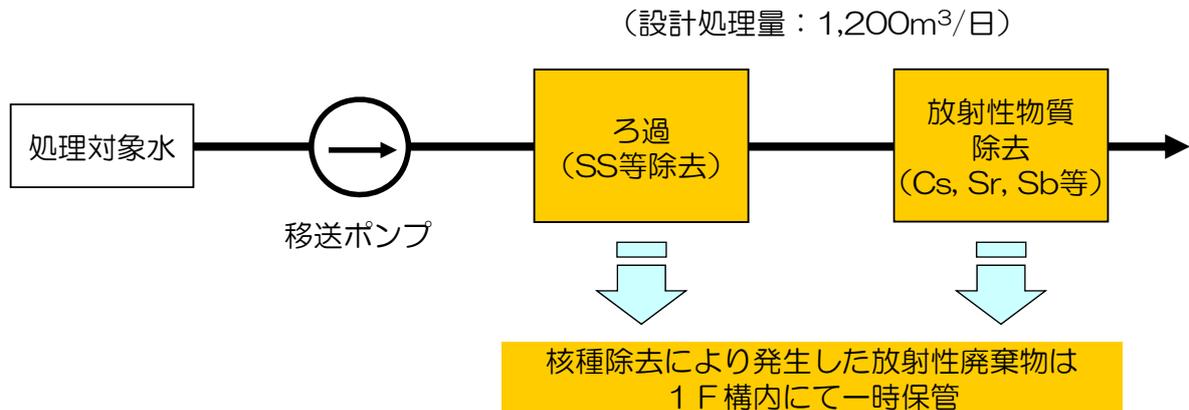


サブドレンピット内で検出された放射性物質は、震災直後に発電所構内で実施した土壌分析や、1～3号原子炉建屋上部におけるダスト分析においても検出されていることから、事故により大気中に放出された放射性物質が降雨等を媒体としてサブドレンに流入したのと考えられる。

### (3) サブドレン設備の復旧計画（案）

- サブドレン浄化設備として、1～4号機サブドレンピット水の核種分析結果を踏まえ、以下の設備構成を検討中
- 平成25年第2四半期より、当該設備設計に関わるラボスケールの浄化試験を予定

#### サブドレン浄化設備構成



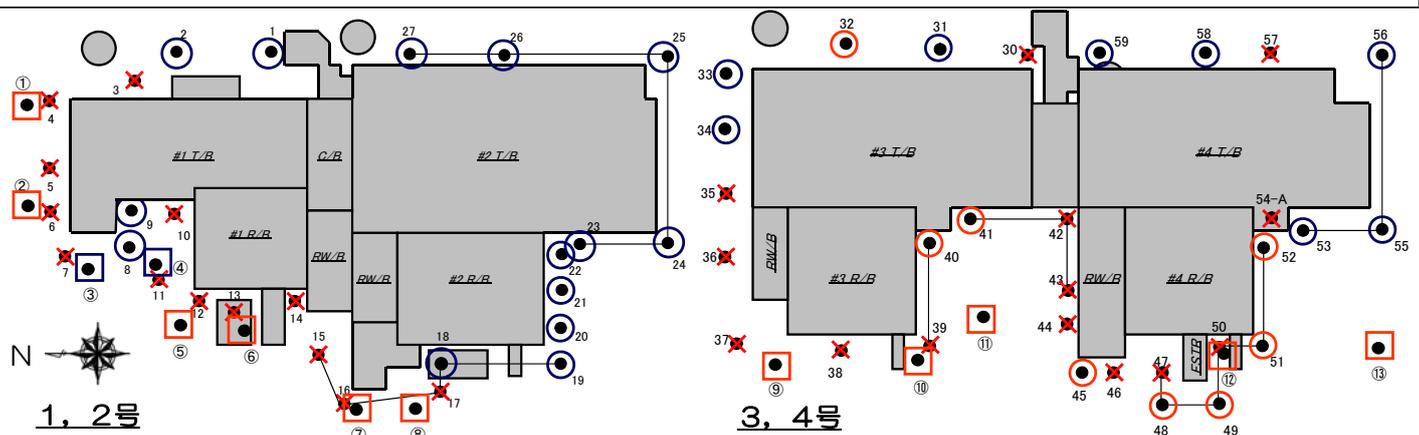
### (4) サブドレンピットの復旧計画（案）

#### 【平成24年度実施事項】

- 既設ピットのうち施工可能な箇所（青丸：22箇所）を対象に、ピット内の浮遊物質除去を実施。
- 新設ピット予定箇所において施工性確認のための試験掘削を実施（青四角：2箇所）。

#### 【今後の計画】

- ① 既設ピットのうち上記以外の施工可能な箇所（橙丸：8箇所）を対象に、ピット内の浮遊物質除去を実施。
- ② 新設ピットを設置（橙四角：11箇所）。
- ③ 復旧予定の全てのピット（既設及び新設）について、ポンプを設置。



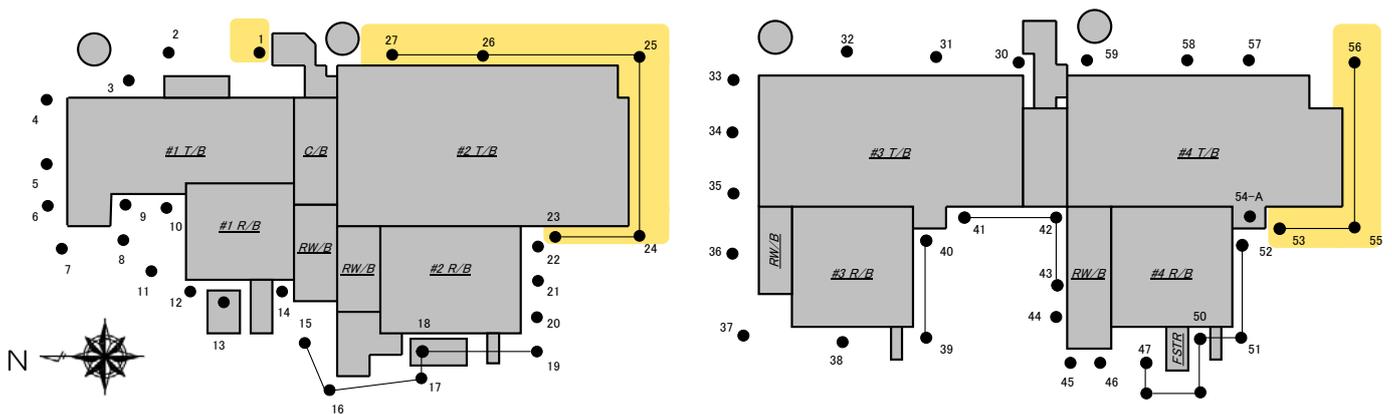
- ：復旧予定の既設ピット（浮遊物質除去実施済）
- ：試験掘削
- ：復旧予定の既設ピット（浮遊物質除去実施予定）
- ：新設ピット（掘削予定）
- ×：復旧不可の既設ピット

※現在詳細設計中であり、今後見直す可能性あり。

## (5) 今後の予定

- 滞留水を貯留している建屋周辺における地下水の水質を確認するため、既存のサブドレンピットに加えて新たな観測井を設置していく。  
この際、地下水バイパスと同様、十分な汚染物質の混入防止対策を講じる。
- また、既存のサブドレンピットにおいて、これまで同様、以下のモニタリングを週1回継続的に実施していく。
  - ① サブドレン水位が滞留水水位を下回っていないこと。
  - ② サブドレン水の核種分析を定期的の実施し、放射能濃度に有意な変化が認められないこと。
- サブドレン設備の復旧について、以下のスケジュールを目標に鋭意進めていく。
  - 平成25年度上半期：サブドレンピット復旧（新設）工事着手予定
  - 平成25年度第2／3四半期：サブドレン浄化設備設計に関わるラボスケールの試験実施予定

### 【参考1】サブドレンピット配置図



■ : 浄化試験の対象としたサブドレン

サブドレンピット浄化試験で用いた設備の例

## 【参考2】サブドレンピット浄化試験結果（代表核種）

表中数値上段：放射能濃度 (Bq/L) 下段 ( ) 内：採取日

代表核種			告示濃度 限度	1号			2号			4号			
				No.1	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.53	No.55	No.56	
γ核種 ① (18)	Cs-134	試験前	60	2,313 (H24/3/15)	37,120 (H23/10/21)	335 (H24/1/17)	296 (H24/1/17)	7,012 (H23/10/25)	271 (H24/1/17)	17 (H24/3/15)	49 (H24/1/20)	13 (H24/1/20)	
		試験後		95 (H24/6/19)	276 (H24/6/18)	116 (H24/6/19)	645 (H24/6/17)	122 (H24/6/18)	131 (H24/6/18)	1.7 (H24/5/17)	2.0 (H24/5/17)	0.89 (H24/5/17)	
	Cs-137	試験前	90	3,661 (H24/3/15)	46,180 (H23/10/21)	451 (H24/1/17)	384 (H24/1/17)	9,630 (H23/10/25)	358 (H24/1/17)	11 (H24/3/15)	61 (H24/1/20)	18 (H24/1/20)	
		試験後		161 (H24/6/19)	425 (H24/6/18)	179 (H24/6/19)	990 (H24/6/17)	185 (H24/6/18)	219 (H24/6/18)	2.6 (H24/5/17)	3.4 (H24/5/17)	2.0 (H24/5/17)	
	他のγ核種① (16) Fe-59, Co-58, Y-91, Nb-95, Ru-103, Ag-110m, Sb-124, Cs-136, Ba-140, Ce-141, Ce-144, Pr-144, Mn-54, Co-60, Zn-65, I-131			—	検出限界値 未満 ※ (H24/6/19)	検出限界値 未満 ※ (H24/6/18)	検出限界値 未満 ※ (H24/6/19)	検出限界値 未満 ※ (H24/6/17)	検出限界値 未満 ※ (H24/6/18)	検出限界値 未満 ※ (H24/6/18)	検出限界値 未満 ※ (H24/5/17)	検出限界値 未満 ※ (H24/5/17)	検出限界値 未満 ※ (H24/5/17)
	全α			—	< 10.6 (H24/6/19)	< 10.6 (H24/6/18)	< 10.6 (H24/6/19)	< 10.6 (H24/6/17)	< 10.6 (H24/6/18)	< 10.6 (H24/6/18)	< 11.6 (H24/6/5)	< 11.6 (H24/6/5)	< 11.6 (H24/6/6)
全β			—	268 (H24/6/19)	1,052 (H24/6/18)	284 (H24/6/19)	1,737 (H24/6/17)	499 (H24/6/18)	699 (H24/6/18)	< 24.4 (H24/6/5)	< 26.1 (H24/6/5)	< 26.1 (H24/6/6)	
トリチウム			60,000	112,800 (H24/6/19)	2,129 (H24/6/18)	2,407 (H24/6/19)	1,302 (H24/6/17)	754 (H24/6/18)	883 (H24/6/18)	3,826 (H24/6/5)	6,114 (H24/6/5)	5,430 (H24/6/6)	

※検出限界値は核種により異なる。

## 【参考2】サブドレンピット浄化試験結果（詳細分析核種）

■ 詳細核種分析には長時間を要するため、各号機代表1ピットを選定して分析を実施。

表中数値上段：放射能濃度 (Bq/L) 下段 ( ) 内：採取日

詳細分析核種		告示濃度 限度	1号	2号	4号
			No.1	No.25	No.56
γ核種② (29)	Sb-125	800	< 1 (H24/6/19)	11 (H24/6/17)	< 0.6 (H24/8/1)
	Ba-137m ※2	800,000	131 (H24/6/19)	181 (H24/6/17)	27 (H24/8/1)
	他のγ核種② (27) Rb-86, Ru-106, Rh-103m, Rh-106, Cd-113m, Cd-115m, Sn-119m, Sn-123, Sn-126, Te-123m, Te-125m, Te-127, Te-127m, Te-129, Te-129m, Cs-135, Pr-144m, Pm-146, Pm-147, Pm-148, Pm-148m, Sm-151, Eu-152, Eu-154, Eu-155, Gd-153, Tb-160	—	検出限界値未満 ※4 (H24/6/19)	検出限界値未満 ※4 (H24/6/17)	検出限界値未満 ※4 (H24/8/1)
β核種 (3)	Sr-89	300	< 0.4 (H24/6/19)	19 (H24/6/17)	< 0.5 (H24/8/1)
	Sr-90	30	0.4 (H24/6/19)	27 (H24/6/17)	1.3 (H24/8/1)
	Y-90 ※3	300	0.4 (H24/6/19)	27 (H24/6/17)	1.3 (H24/8/1)
α核種 ※1 (9)	Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241, Am-242m, Am-243, Cm-242, Cm-243, Cm-244	—	< 0.3 (H24/6/19)	< 0.3 (H24/6/17)	< 0.3 (H24/8/1)
特殊分析核種 (難測定核種) (4)	Tc-99, I-129, Pu-241, Ni-63	—	検出限界値未満 ※4 (H24/6/19)	検出限界値未満 ※4 (H24/6/17)	検出限界値未満 ※4 (H24/8/1)

※1 α核種については、全αとして分析を実施。

※2 親核種のCs-137と放射平衡となっているため、検出。

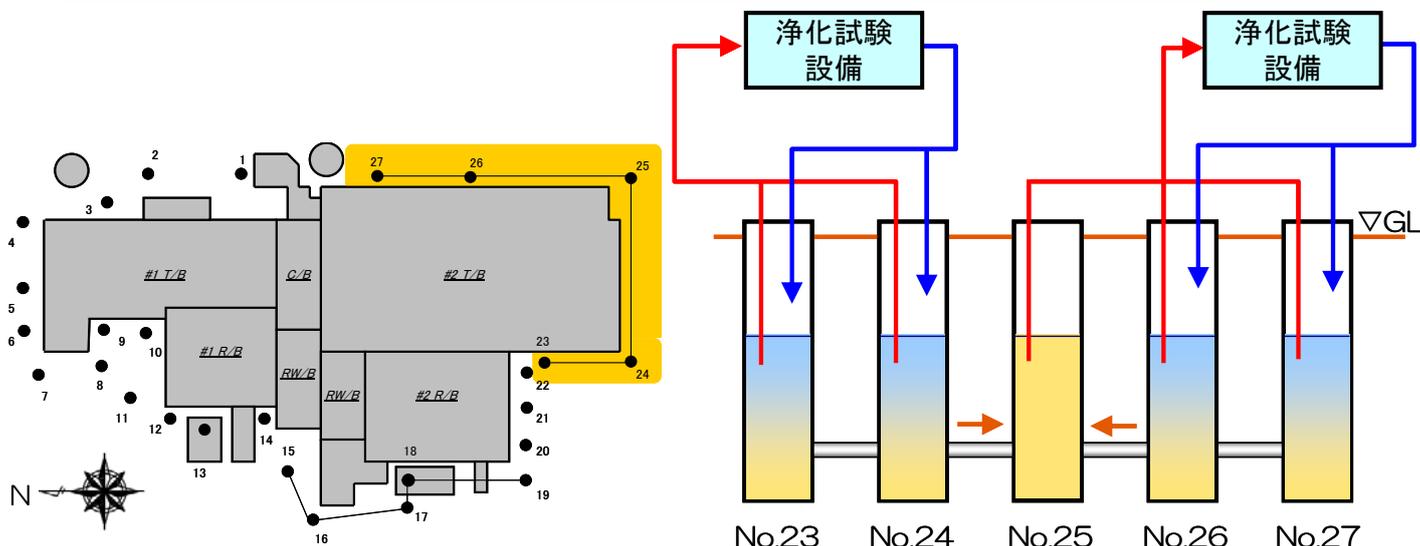
※3 親核種のSr-90と放射平衡となっているため、検出。

※4 検出限界値は核種により異なる。

## 【参考2補足】 2号No.25ピットでセシウムの濃度が高い要因について

- No.23～27ピットは地中の横引き管で連結されており，浄化試験ではNo.23～24及びNo.25～27をまとめて浄化。
- この際，No.25ピット周辺が高線量であったため，浄化試験設備をNo.23，24ピット付近及びNo.26，27ピット付近に設置し，浄化後の水をNo.25以外のピットに返送。

No.25ピットには浄化後の水を返送しなかったため，横引き管を通じて未浄化の水がNo.25ピットに集まり，相対的に浄化が進まなかったと考えられる。



東京電力株式会社

10

## 【参考2補足】 1号No.1ピットでトリチウムの濃度が高い要因について

- 1号No.1ピットのトリチウム濃度は他のピットと比較して2～3桁高く，告示濃度限度（6万Bq/L）の2倍弱となっている。

表中数値上段：放射能濃度（Bq/L） 下段（）内：採取日

核種	告示濃度 限度	1号		2号				4号		
		No.1	No.23	No.24	No.25	No.26	No.27	No.53	No.55	No.56
トリチウム	60,000	112,800 (H24/6/19)	2,129 (H24/6/18)	2,407 (H24/6/19)	1,302 (H24/6/17)	754 (H24/6/18)	883 (H24/6/18)	3,826 (H24/6/5)	6,114 (H24/6/5)	5,430 (H24/6/6)

- トリチウムは発電所事故に伴い水蒸気として大気放出され，地表に降下したものと考えられるが，格納容器ベントや水素爆発など，その放出状況の違いに起因して発電所構内でも場所によってトリチウム濃度に違いがあると考えられるため，当該ピットの濃度が高くなっているものと考えられる。

東京電力株式会社

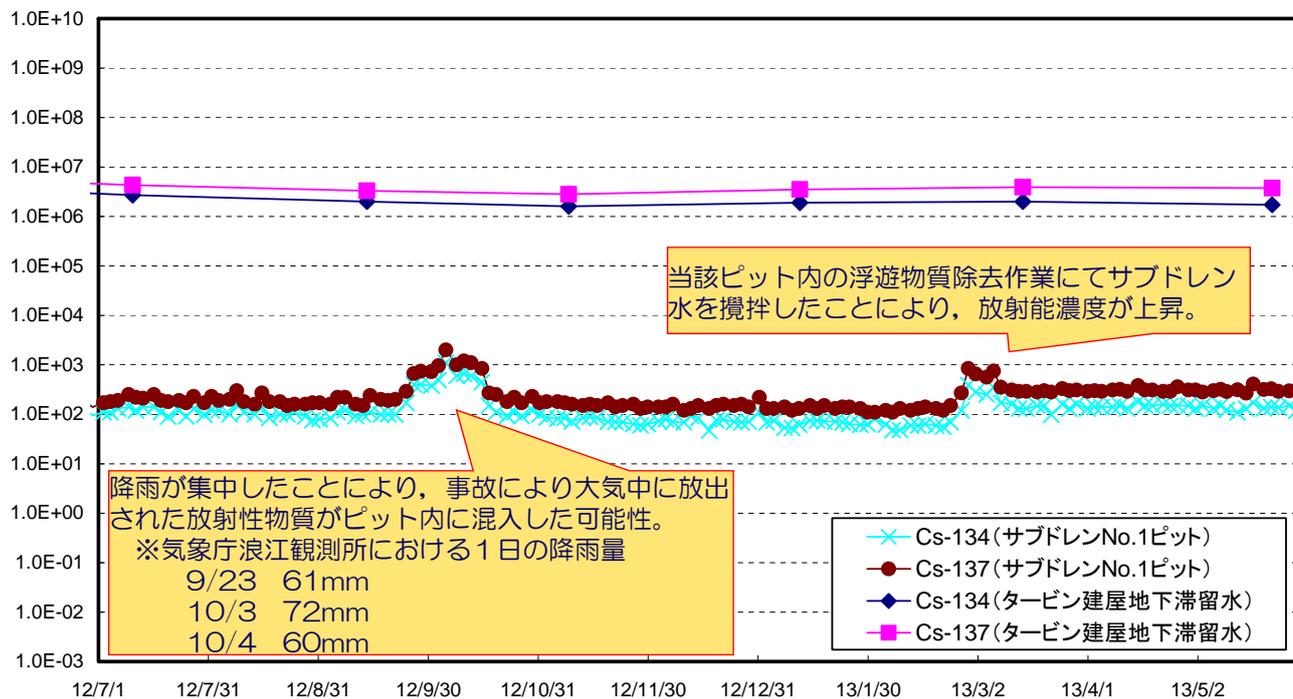
11

### 【参考3】サブドレン水の定例モニタリング結果（1号No.1ピット）

■ピット内の浮遊物質除去作業による一時的な放射能濃度の上昇は認められるものの、全体として有意な変化は認められず、Cs-137の濃度は $10^2 \sim 10^3 \text{Bq/L}$ 程度。

(Bq/L)

福島第一 1号機 サブドレン/タービン建屋地下滞留水 放射能濃度



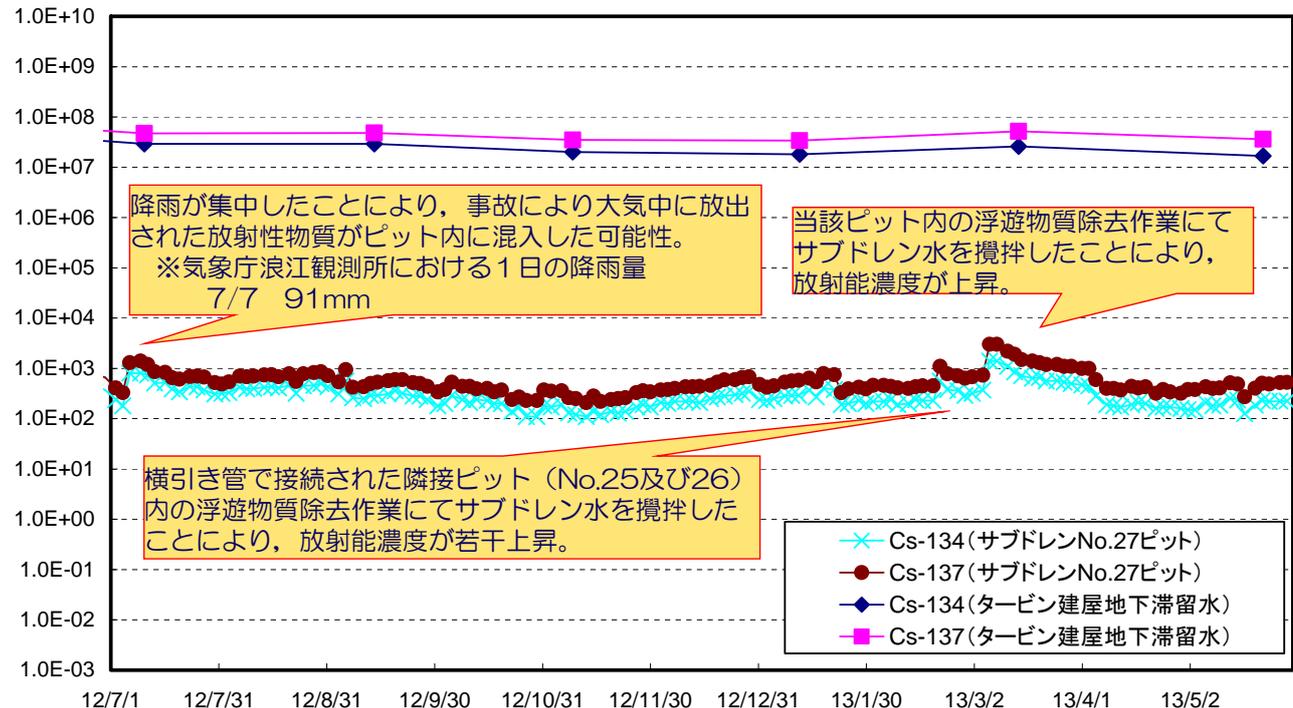
東京電力株式会社

### 【参考3】サブドレン水の定例モニタリング結果（2号No.27ピット）

■ピット内の浮遊物質除去作業による一時的な放射能濃度の上昇は認められるものの、全体として有意な変化は認められず、Cs-137の濃度は $10^2 \sim 10^3 \text{Bq/L}$ 程度。

(Bq/L)

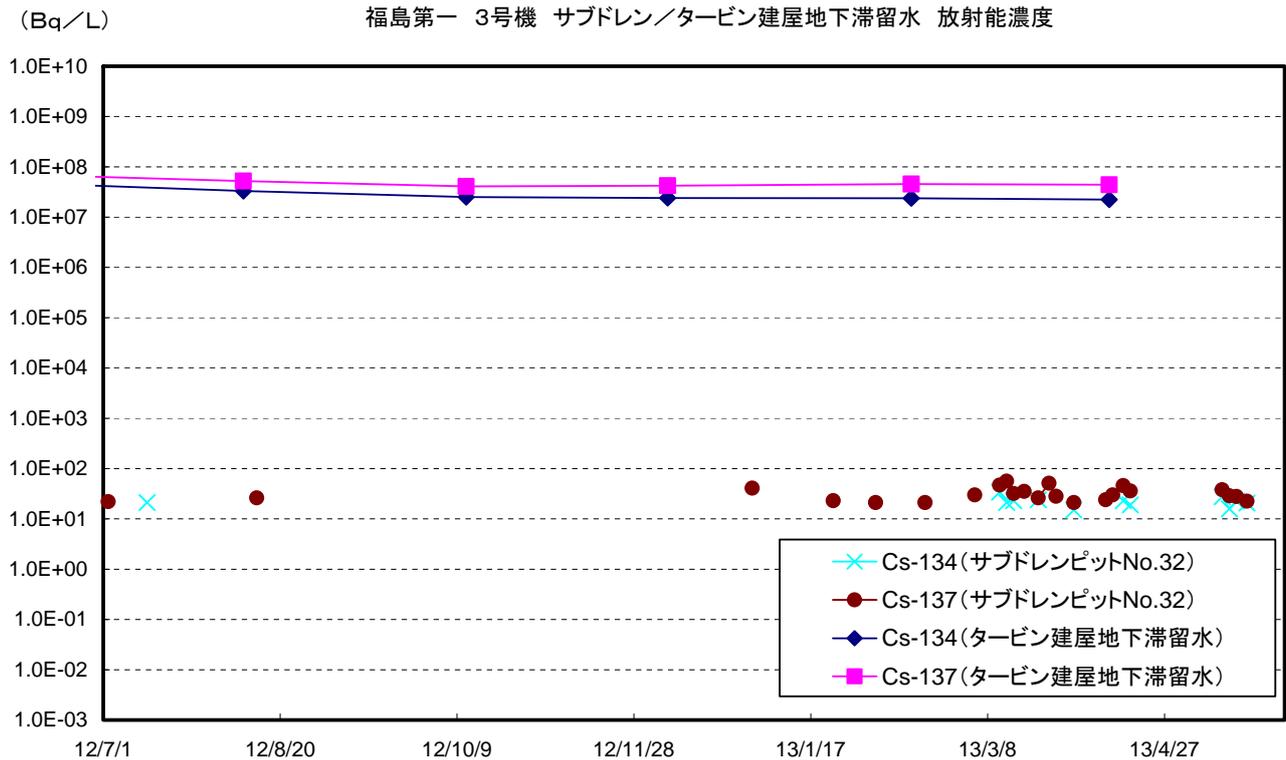
福島第一 2号機 サブドレン/タービン建屋地下滞留水 放射能濃度



東京電力株式会社

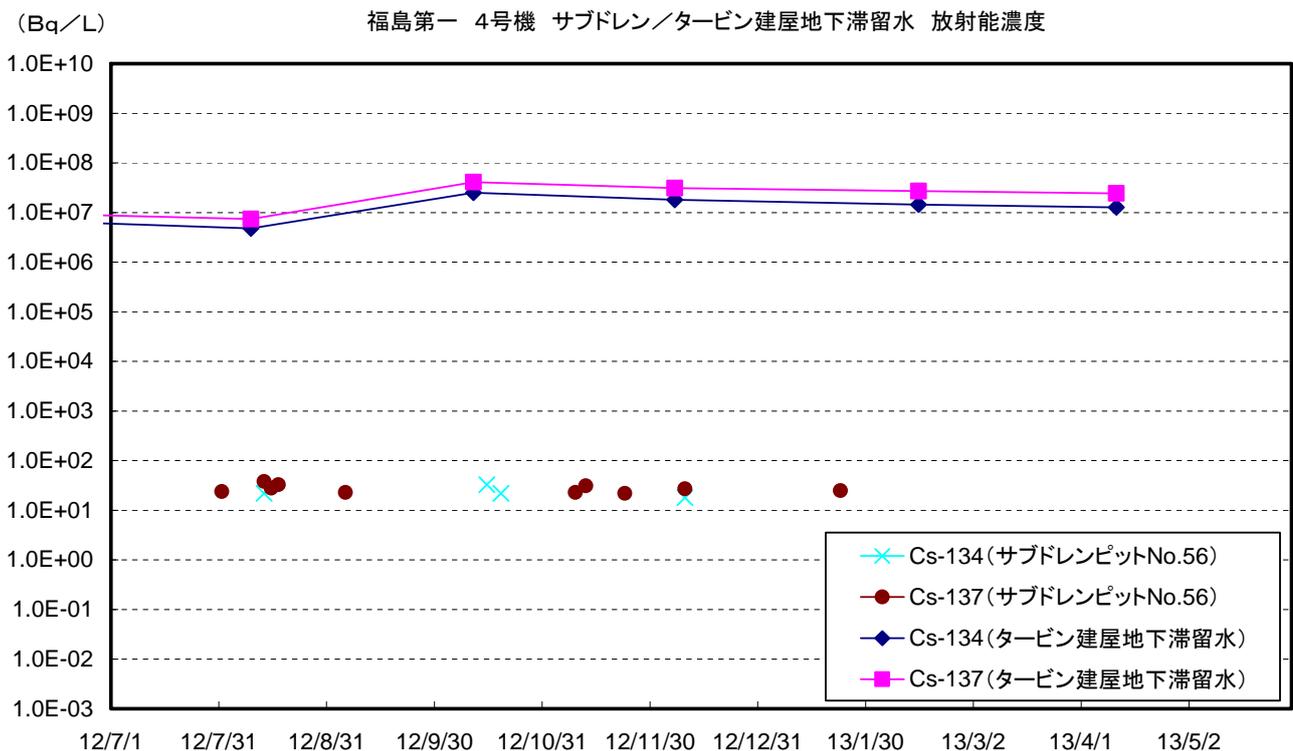
### 【参考3】サブドレン水の定例モニタリング結果（3号No.32ピット）

■Cs-137の濃度は検出限界値付近で推移しており、 $10^1 \sim 10^2 \text{Bq/L}$ 程度。



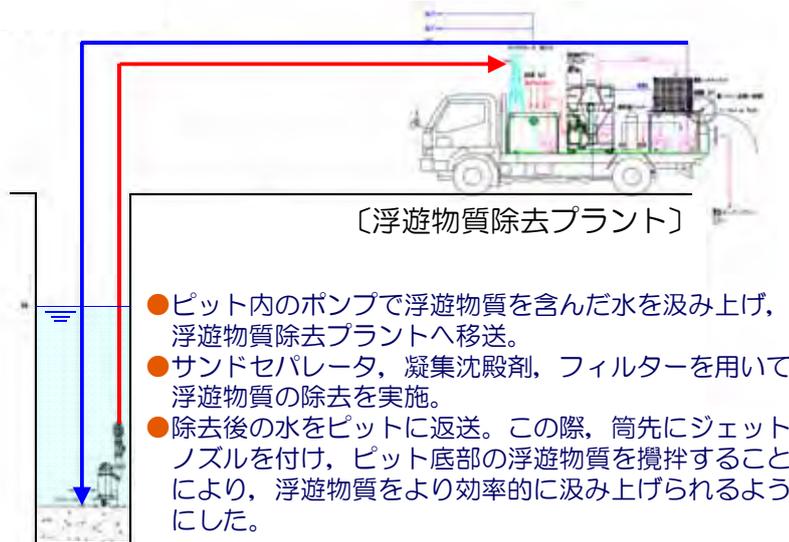
### 【参考3】サブドレン水の定例モニタリング結果（4号No.56ピット）

■Cs-137の濃度は検出限界値付近で推移しており、 $10^1 \sim 10^2 \text{Bq/L}$ 程度。



## 【参考3補足】サブドレンピット内の浮遊物質除去作業

- 既存サブドレンピット内に混入している砂や浮遊物質等は、サブドレンの浄化方法に関係なく障害となることから、平成24年12月から平成25年3月にかけて、他の復旧工事との工程調整が不要なピット内の浮遊物質除去作業を順次実施。
- 各ピット内溜まり水の浮遊物質濃度は、以下のとおり減少。  
作業開始前：数百mg/L程度  
作業完了後：11～58mg/L



構外における浮遊物質除去プラントの組立状況

## 2. 地下水バイパスの浸透流解析結果

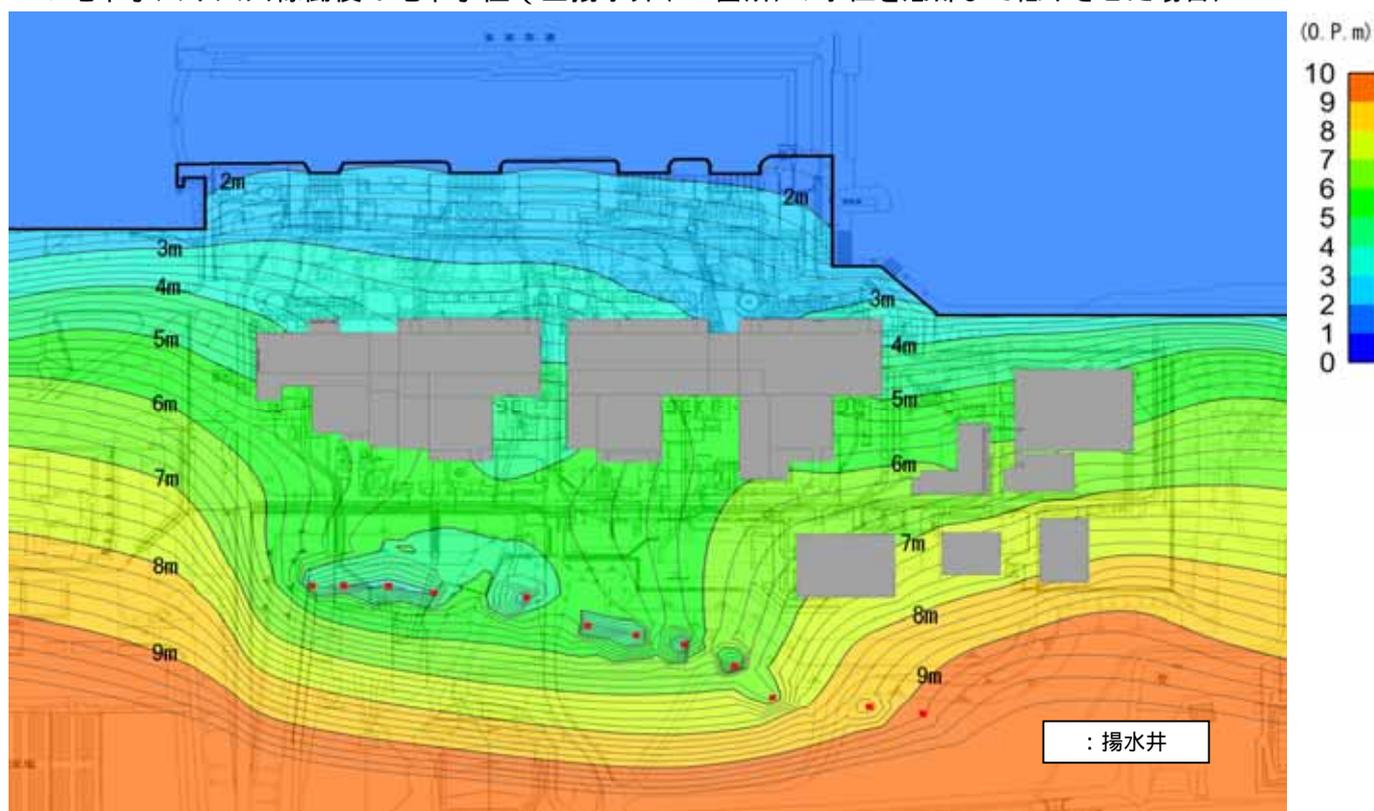
### (1) 地下水バイパスの活用 地下水バイパス効果の試算（浸透流解析結果）1 / 3

A. 現状（建屋周辺のサブドレン停止中）の地下水位



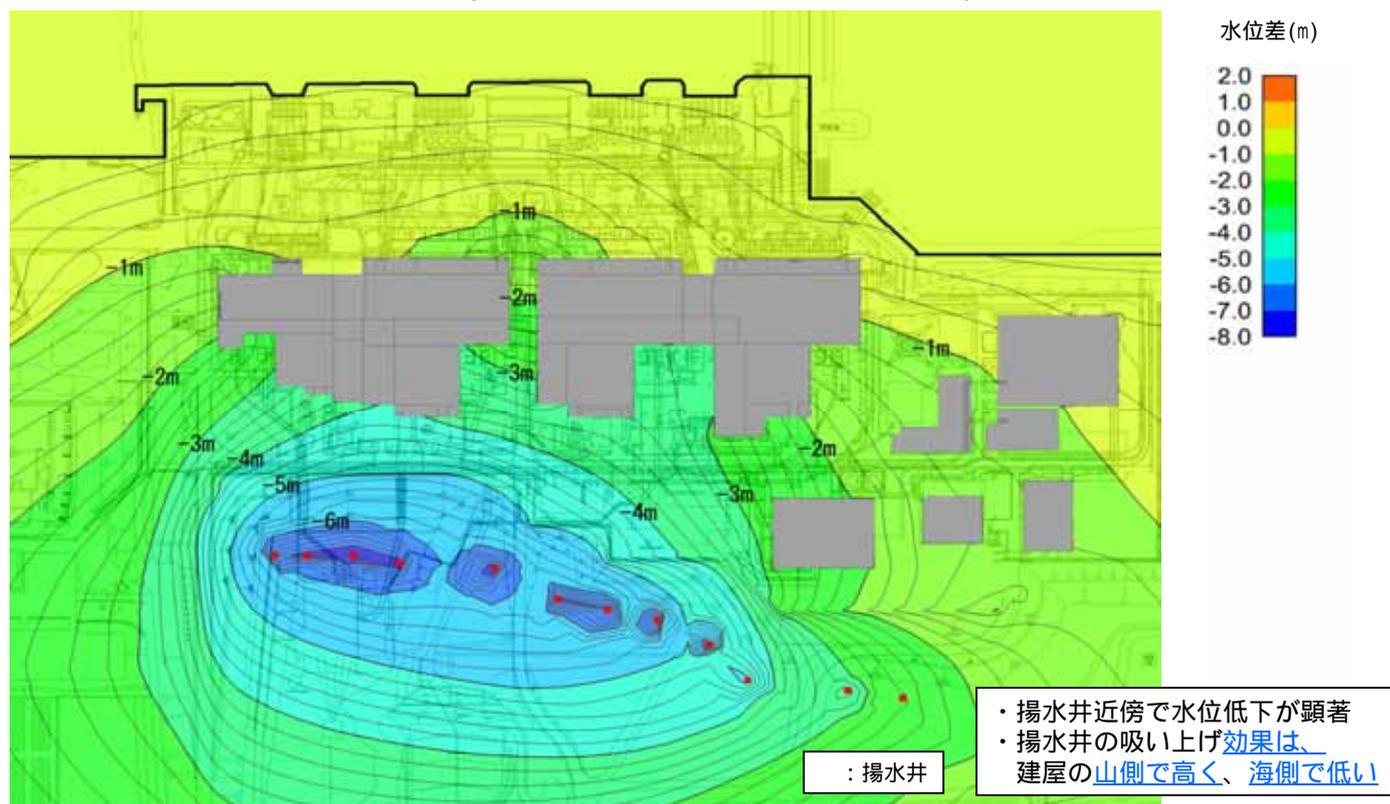
## (2) 地下水バイパスの活用 地下水バイパス効果の試算 (浸透流解析結果) 2 / 3

B. 地下水バイパス稼働後の地下水位 (全揚水井(12箇所)の水位を底部まで低下させた場合)



## (3) 地下水バイパスの活用 地下水バイパス効果の試算 (浸透流解析結果) 3 / 3

C. 建屋周りの地下水位の低下量 (現況と地下水バイパス稼働後の差分)



## 3. 地下水バイパスの水質確認状況

### (1) 水質確認状況（概況）

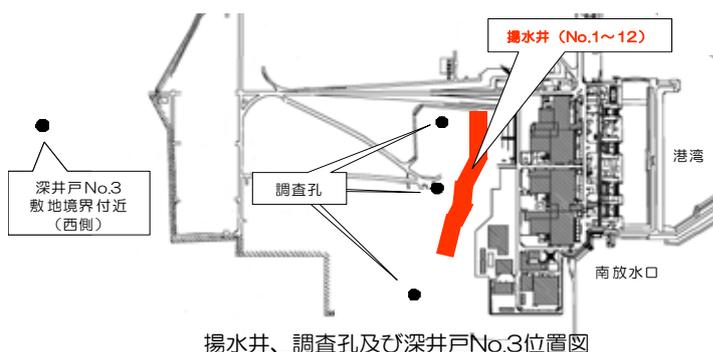
#### 【揚水井】

- 平成24年12月から本年3月にかけて、各揚水井（計12本）から地下水を採水し、水質確認を実施中。
  - ✓ A系統（揚水井No.1～4）の水質確認を完了。
  - ✓ C系統（揚水井No.11,12）の水質確認を完了。
  - ✓ B系統（揚水井No.5～10）について、ストロンチウムの分析を継続。
- 本資料において、分析結果を取り纏め、第三者機関と併せて経過を報告する。
- 敷地内の調査孔（3地点）及び敷地境界付近（西側）の深井戸（1地点）においても過去に地下水を採水しており、これらのデータについて比較対象として取り扱う。

#### 【一時貯留タンク】

揚水井の地下水を汲み上げて一時貯留タンクへ受け入れ後、水質確認を実施。

- ✓ Gr-A-1タンクの水質確認を完了。
- ✓ 他タンクについても、地下水を移送後、順次、水質確認予定。



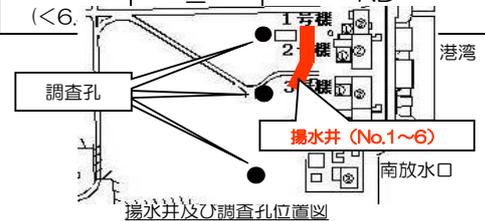
## (2) 揚水井[No.1~6]の水質確認結果 (経過報告)

- 各揚水井 (No.1~12) の地下水を採取し、当社ならびに第三者機関にて水質確認を実施中。  
このうち、新たにC系統 (No.11,12) について水質確認を完了。

(バクレル/リットル)

確認項目	地点名称 (採水日)	A系統				B系統		法令値 告示濃度	<参考> 福島第一敷地内の 調査孔及び深井戸No.3 (H24.3~6)
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6		
		H25.1.24	H25.2.5	H24.12.11	H25.2.1	H25.2.23	H25.2.20		
セシウム-134		0.047	0.021	0.011	0.060	0.037	0.068	60	ND ~0.087 (<0.0084)
セシウム-137		0.074	0.033	0.012	0.12	0.076	0.14	90	ND ~ 0.13 (<0.0088)
ストロンチウム-89		ND (<0.079)	ND (<0.059)	ND (<0.236)	ND (<0.065)	(分析中)	ND (<0.048)	300	ND (<0.017~0.046)
ストロンチウム-90		ND (<0.024)	ND (<0.021)	ND (<0.068)	ND (<0.022)	(分析中)	ND (<0.018)	30	ND (<0.0067~0.0072)
トリチウム		9	15	10	39	22	60	60,000	7~184
全アルファ		ND (<1.7)	ND (<1.7)	ND (<1.0)	ND (<1.7)	ND (<2.2)	ND (<2.0)	—	ND (<2.8~3.0)
全ベータ		ND (<2.7)	ND (<6.6)	ND (<2.7)	ND (<6.5)	ND (<6.5)	ND (<6.5)	—	ND

※ NDは「検出限界値未満」を示し、( ) 内の数字は検出限界値である。  
※本表は、社内データを示した。



※調査孔位置の標高はO.P.+35m程度

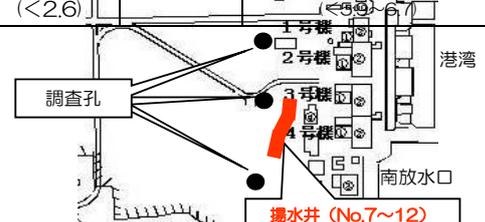
東京電力株式会社

## (3) 揚水井[No.7~12]の水質確認結果 (経過報告)

(バクレル/リットル)

確認項目	地点名称 (採水日)	B系統				C系統		法令値 告示濃度	<参考> 福島第一敷地内の 調査孔及び深井戸No.3 (H24.3~6)
		No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12		
		H25.3.1	H25.3.13	H25.3.4	H25.3.11	H25.2.12	H25.2.16		
セシウム-134		ND (<0.014)	0.024	ND (<0.013)	0.029	ND (<0.013)	0.036	60	ND ~0.087 (<0.0084)
セシウム-137		ND (<0.016)	0.048	0.030	0.056	0.023	0.061	90	ND ~ 0.13 (<0.0088)
ストロンチウム-89		ND (<0.026)	ND (<0.021)	ND (<0.0087)	ND (<0.057)	ND (<0.055)	ND (<0.056)	300	ND (<0.017~0.046)
ストロンチウム-90		ND (<0.010)	ND (<0.010)	ND (<0.011)	ND (<0.024)	ND (<0.019)	ND (<0.020)	30	ND (<0.0067~0.0072)
トリチウム		30	20	13	76	57	450	60,000	7~184
全アルファ		ND (<2.2)	ND (<1.7)	ND (<2.2)	ND (<2.6)	ND (<1.7)	ND (<1.7)	—	ND (<2.8~3.0)
全ベータ		ND (<2.7)	ND (<6.6)	ND (<2.7)	ND (<6.5)	ND (<2.6)	ND (<2.6)	—	ND

※ NDは「検出限界値未満」を示し、( ) 内の数字は検出限界値である。  
※本表は、社内データを示した。



※調査孔位置の標高はO.P.+35m程度

東京電力株式会社

## (4) 揚水井の水質確認結果（経過報告）[第三者機関]

(ベクレル/リットル)

確認項目	A系統				B系統	
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
セシウム-134	ND (<0.0074)	ND (<0.0087)	ND (<0.01)	0,015	ND (<0.0089)	ND (<0.0084)
セシウム-137	ND (<0.0075)	ND (<0.0077)	ND (<0.01)	0,037	ND (<0.0069)	ND (<0.0080)
ストロンチウム-89	ND (<0.013)	ND (<0.012)	—*1	ND (<0.012)	ND (<0.019)	ND (<0.018)
ストロンチウム-90	ND (<0.005)	ND (<0.005)	ND (<0.005)	ND (<0.005)	ND (<0.006)	ND (<0.006)
トリチウム	2	3	ND (<3.7)	6	12	48
全アルファ	ND (<1.8)	ND (<1.8)	ND (<0.1)	ND (<1.8)	ND (<1.5)	ND (<1.8)
全ベータ	ND (<4)	ND (<4)	ND (<0.2)	ND (<4)	ND (<3.9)	ND (<3.9)
確認項目	B系統				C系統	
	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
セシウム-134	ND (<0.0075)	ND (<0.0089)	ND (<0.0087)	ND (<0.0075)	0,0088	ND (<0.0087)
セシウム-137	ND (<0.0066)	ND (<0.0077)	ND (<0.0080)	0,011	0,016	ND (<0.0079)
ストロンチウム-89	ND (<0.015)	ND (<0.013)	ND (<0.012)	ND (<0.014)	ND (<0.011)	ND (<0.018)
ストロンチウム-90	ND (<0.005)					
トリチウム	17	15	3	71	49	440
全アルファ	ND (<1.8)	ND (<1.5)	ND (<1.8)	ND (<1.5)	ND (<1.8)	ND (<1.5)
全ベータ	ND (<3.9)	ND (<3.9)	ND (<3.9)	ND (<3.9)	ND (<4)	ND (<3.9)

※ NDは「検出限界値未満」を示し、( )内の数字は検出限界値である。

※本表は、第三者機関データを示した。

\*1 放射性ストロンチウムについては、ストロンチウム-90のみを測定。

東京電力株式会社

## (5) 揚水井の水質確認結果のまとめ

- 揚水井No.1～12（分析中のNo.5揚水井のストロンチウム-89、90を除く）について、現時点での水質確認結果を取り纏めると、以下の通り。
  - セシウム
    - 揚水井No.1～12について、測定精度を上げて分析した結果、極微量（セシウム137：0.012～0.14ベクレル/リットル）検出されたが、許容目安値1ベクレル/リットル以下を十分に満足。
    - 平成24年4月～平成25年3月に発電所周辺河川で検出された濃度（1～2ベクレル/リットル程度）と比べて大幅に低く、発電所敷地内の調査孔や敷地境界付近にある深井戸No.3と同程度。
    - 法令値（セシウム137の告示濃度：90ベクレル/リットル）の数百～数千分の1程度以下。
  - トリチウム
    - 揚水井No.1～12について、9～450ベクレル/リットルで検出されたが、法令値（告示濃度：60,000ベクレル/リットル）の百～数千分の1程度以下。
    - なお、平成24年3～6月に発電所敷地内の調査孔や敷地境界付近にある深井戸No.3\*で検出された濃度は7～184ベクレル/リットル程度。  
（※ H24.5採水時、9ベクレル/リットル）
  - ストロンチウム、全アルファ、全ベータ
    - 現時点まで得られた分析結果については、全て検出限界値未満であることを確認。

東京電力株式会社

## (6) 一時貯留タンクの水質確認結果（稼働開始前）

- 一時貯留タンクの水質確認結果は以下の通り。
  - (1) 許容目安値 1 ベクレル/リットル以下（セシウム-137）であることを確認。
  - (2) 周辺の海域や河川で検出された放射能濃度（セシウム-137 [代表目安核種]）で 1～2 ベクレル/リットル）に比べて十分に低いことを確認。
- 仮に一時貯留タンクの水を直接経口摂取した場合の人体への影響は、揚水井の地下水と同様、極めて小さいと考える。

(ベクレル/リットル)

確認項目	系統 (採水日)	一時貯留タンク (Gr-A-1タンク)		揚水井 No.1～12 (H24.12～H25.3)	法令値 告示濃度	<参考> 福島第一敷地内の 調査孔及び 深井戸No.3 (H24.3～6)
		H25.4.16				
分析目的		(1) 許容目安値 との比較	(2) 詳細分析	—	—	—
セシウム-134		ND (<0.42)	ND (<0.042)	ND～0.068 (<0.0084)	60	ND～0.087 (<0.0084)
セシウム-137		ND (<0.59)	ND (<0.059)	ND～0.14 (<0.016)	90	ND～0.13 (<0.0088)
トリチウム			21	9～450	60,000	7～184
全アルファ			ND (<3.0)	ND (<1.0～2.6)	—	ND (<2.8～3.0)
全ベータ			ND (<6.8)	ND	—	ND (<5.9～6.7)

※ NDは「検出限界値未満」を示し、( ) 内の数字は検出限界値である。

東京電力株式会社

## (7) 発電所周辺河川の水質（事故後）

採水場所		濃度 (ベクレル/リットル)	
		セシウム-134	セシウム-137
太田川	南相馬市	ND (<1) ～ 1	ND (<1) ～ 2
前田川	双葉町	ND (<1) ～ 1	ND (<1) ～ 1
	浪江町	ND (<1) ～ 1	ND (<1) ～ 1
請戸川	浪江町	ND (<1)	ND (<1) ～ 1
熊川	大熊町	ND (<1)	ND (<1)
富岡川	富岡町	ND (<1)	ND (<1)
木戸川	川内村	ND (<1)	ND (<1)
	楢葉町	ND (<1)	ND (<1)

※環境省調査におけるセシウム-134及びセシウム-137の検出限界値は1ベクレル/リットル

※「福島県内の公共用水域における放射性物質モニタリングの測定結果について（4月～6月採取分）」（平成24年7月31日公表）、  
「同（7月～9月採取分）」（平成24年10月11日公表）、「同（9月～11月採取分）」（平成25年1月10日公表）、  
「同（12～3月採取分）」（平成25年3月29日公表）より（環境省にて公表）

東京電力株式会社

## (8) 稼働後の水質確認方法 (案)

■ 地下水バイパス稼働後の一時貯留タンクにおける水質確認は、以下の表の通り実施する。

地下水バイパス稼働後の水質確認		
目的	放水可否の判断	長期的な濃度変動の監視
頻度	放水の都度 (事前測定)	定期的 (当面は1回/月程度、 状況により1回/3ヶ月程度に移行) ・ 1ヶ月分のサンプル水を混ぜて (コンポジット試料) 分析する。
場所	一時貯留タンク	一時貯留タンク
確認事項	許容目安値1ベクレル/リットル以下 (セシウム-137) であること 20ベクレル/リットル未満 (全ベータ) であること	周辺の海域や河川で検出された放射能濃度 (セシウム-137を代表目安核種とする) に比べて十分に低いこと 〔詳細分析〕
分析項目 (検出限界値*)	セシウム-137 (1ベクレル/リットル以下) 全ベータ (20ベクレル/リットル未満)	セシウム-137 (0.01ベクレル/リットル) ストロンチウム-90 (0.01ベクレル/リットル) トリチウム (3ベクレル/リットル) 全アルファ (4ベクレル/リットル) 全ベータ (7ベクレル/リットル)

※検出限界値は、測定環境等によって変化する。

※稼働後の水質確認結果は、ホームページ等で適宜公開予定。

東京電力株式会社

## (9) 運用方法

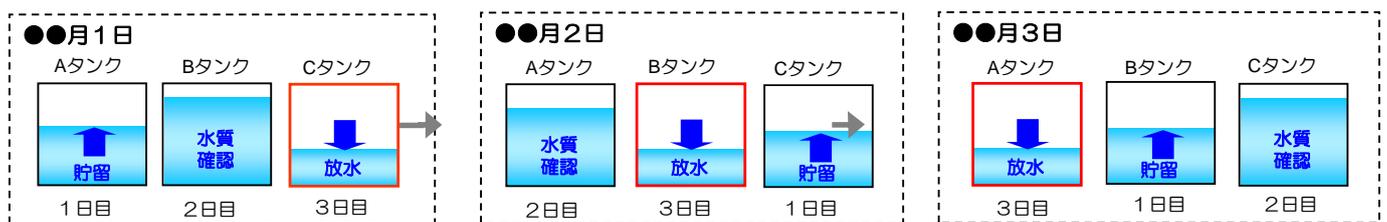
### ■ 基本方針

- 汲み上げた地下水は、一旦タンクに貯留し、水質が放水の許容目安値以下であることを確認した上で海に放水する。

### ■ 運用サイクル



- ・ 3セット×3日サイクル で運用する。



繰り返し運用し、水質の確認を行った上で海への放水を行う

地下水の貯留状況に応じてサイクル日数は変わる可能性あり

東京電力株式会社

## 4 . トーラス室グラウト充填

### トーラス室グラウト充填

	ジェットデフでの止水	ベント管での止水	ダウンカマでの止水	トーラス室での止水
イメージ図				
特徴	D/Wのみがバウンダリとなり、S/Cはバウンダリから除外(バウンダリが最小)	D/W・ベント管の一部がバウンダリとなり、S/Cはバウンダリから除外	D/W・ベント管・ベントヘッダー・ダウンカマがバウンダリとなり、S/Cはバウンダリから除外	S/CおよびS/Cに接続する系統配管までがバウンダリとなる(バウンダリが最大)
主な課題	D/Wベントノズルに止水材を送るルートを8箇所確保	ベント管に止水材を送るルートを8箇所確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>S/C内に充てん材を送るルートの確保</li> <li>止水材注入前にS/C内のデブリの有無の確認が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>障害物が多いトーラス室内に止水材を隙間無く充てんする必要有り</li> <li>止水材注入前にトーラス室内のデブリの有無の確認が必要</li> </ul>

上図はPCV冠水バウンダリ構築のために研究・開発の中で検討しているものであるが、トーラス室での止水は地下水の流入抑制も期待できる可能性有り

< 課題・成立性 >

- ・流入水に対して下流側からの止水技術の確立が必要
- ・止水対策の前に、PCVから取水しRPVに戻す循環ループの構築(PCV循環)が必要

## 5. 2～4号機海水配管トレンチ

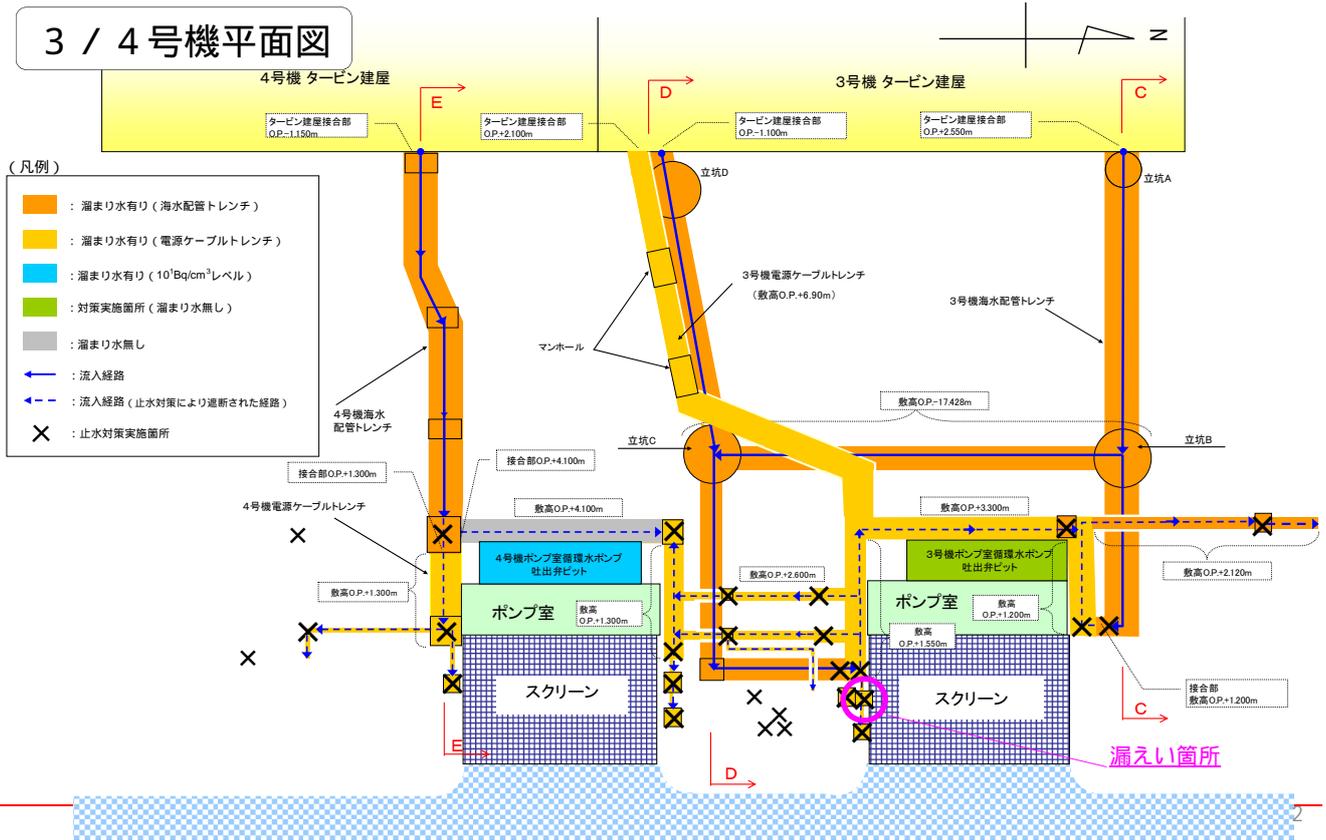
東京電力株式会社

### (1) 2～4号機海水配管トレンチの概要



# (1) 2 ~ 4号機海水配管トレンチの概要

## 3 / 4号機平面図



# (1) 2 ~ 4号機海水配管トレンチの概要

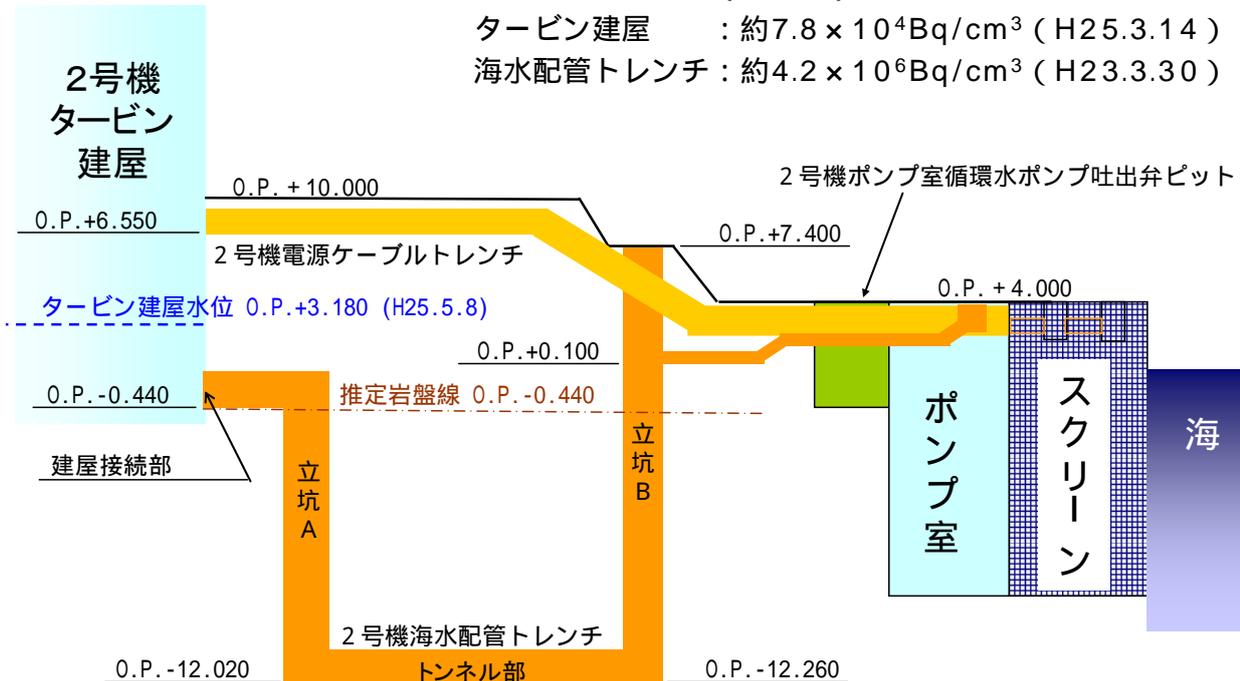
## 2号機 A-A断面

〔トレンチの構造〕トンネル部：直径約4m×延長約300m

〔2号機汚染水の水質 (Cs計)〕

タービン建屋：約 $7.8 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$  (H25.3.14)

海水配管トレンチ：約 $4.2 \times 10^6 \text{Bq/cm}^3$  (H23.3.30)



## ( 1 ) 2 ~ 4号機海水配管トレンチの概要

### 2号機海水配管トレンチの内部状況



立坑内（上 下）



建屋接続部（奥：配管貫通部）



トンネル部

## ( 2 ) トレンチ内の汚染水処理

- トレンチ内汚染水処理方針

### 【基本方針】

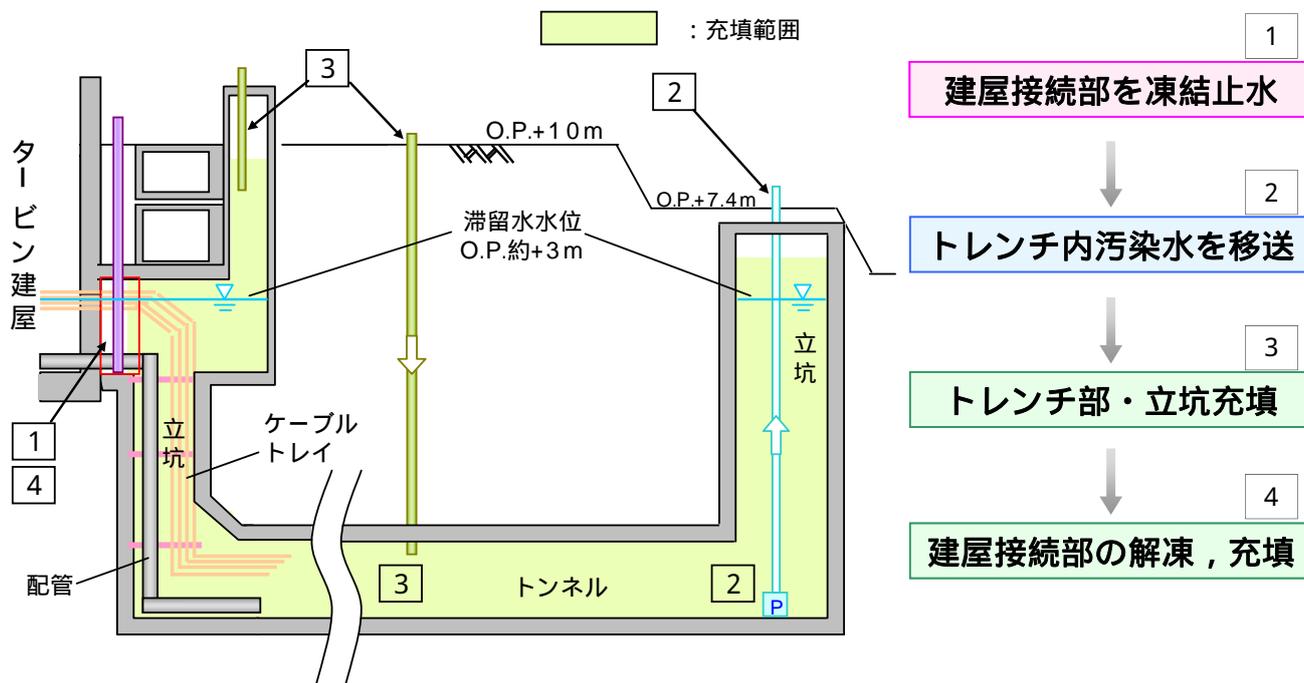
タービン建屋内の水位を海水配管トレンチ接続部（建屋接続部）より低下させた後，トレンチ内の水を抜き，内部を充填する  
タービン建屋水位低下，H32年度を予定

### 〔早期処理案〕

建屋接続部を止水後，トレンチ内の水を抜き，内部を充填する  
接続部の止水が困難（検討中）

## (2) トレンチ内の汚染水処理

### ● 早期処理案の概要 (2号機施工案)



## (2) トレンチ内の汚染水処理

- 早期にトレンチ内汚染水処理を実施するためには、以下の課題があり、H25年度以降、止水・水抜き・充填方法の検討・成立性確認等を実施していく

### 1) 建屋接続部の止水方法の成立性

- 汚染水の凍結可否
- 凍結時のトレンチ・配管への影響

### 2) トレンチ部の水抜きと充填方法

- 立坑へのポンプ設置時の干渉物撤去 (配管・サポートなど)
- 水抜きから充填までの間の地下水流入防止
- トンネル部 (G.L.-20m以深) への充填管設置
- 配管等の干渉物があるトレンチ内への充填方法
- 充填完了時の確認方法

### 3) 高線量下作業

- タービン建屋、立坑周辺の線量 (1~数mSv/h)
- トレンチ内汚染水のサンプリング

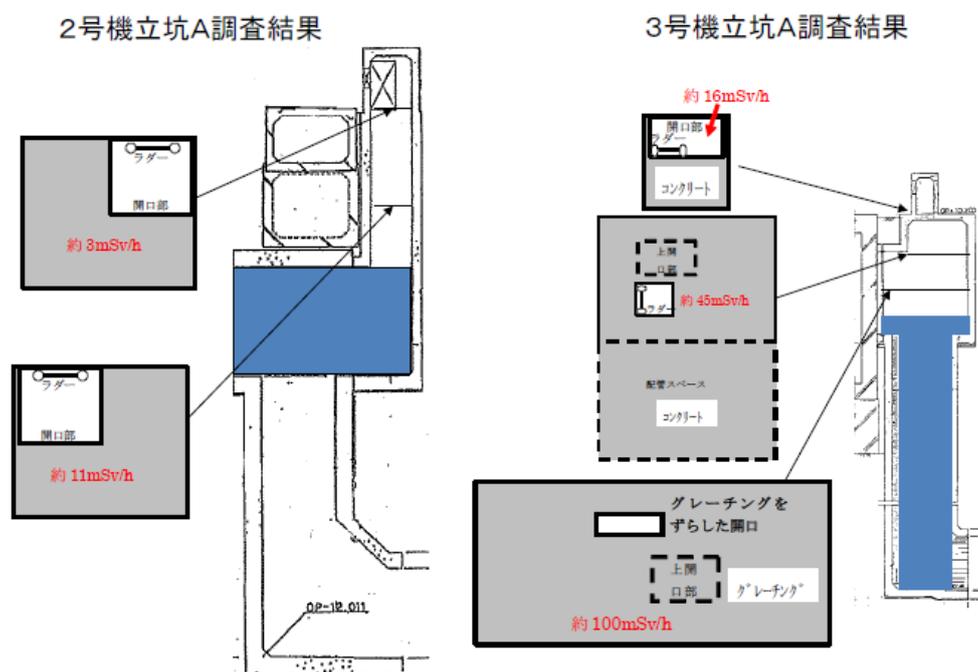
### 4) 汚染水の処理・保管

- 水処理設備への影響 (線量上昇等)
- 処理水の貯蔵タンク確保 (約1.5万~2万m<sup>3</sup>)

### ( 3 ) 海水配管トレンチ内汚染水サンプリング

- 2、3号機の海水配管トレンチの汚染水のサンプリング準備のため、サンプリング可否、線量率の調査を実施。
- 2号機立坑Aはサンプリング可能箇所の線量率が約11mSv/hであり、計画を定め、5月27日の週にサンプリング予定。
- 3号機立坑Aはサンプリング可能箇所の上段部で約45mSv/hであり、可能箇所の線量率を遠隔で確認したところ約100mSv/hであった。
- 3号機は、別の立坑を5月27日の週に調査予定。
- 4号機の開口部は鉄板で閉止中。5月27日の週に鉄板を移動し、採水の可否を調査予定。

### ( 4 ) 立坑のサンプリング調査について



---

## 6 . タービン建屋地下部の汚染水の 高吸水ポリマーによる吸水・保持

---

### タービン建屋地下部の汚染水の高吸水ポリマーによる吸水・保持

---

#### < 期待する効果 >

- ・タービン建屋地下階の汚染水をポリマーにより吸水・保持することで、タービン建屋への地下水流入量を低減する。
- ・地下水が流入したとしても、流入した水はトリチウムを含まないため、放射性物質の除去が可能。

#### < 以下の課題について検討が必要 >

- ・現在、燃料デブリの冷却は、建屋滞留水を水処理して炉に注入することで行っており、ポリマー充填にあたり、当該システムの維持を考慮することが必要であるため、至近での対応が困難。
- ・本館地下階には、配管、ダクト、ケーブル、タンクなどの設備が残存しており、それら内部の水をポリマーにより完全に吸水することが出来ない。
- ・ポリマーには接着性（止水性）がないため、地下水流入が考えられる。  
水処理方法の検討  
ポリマーにより吸水した汚染水の溶出可能性の確認
- ・最終的な吸水したポリマーの回収・処理・処分技術の検討が必要。

## 7. 建屋地下部コンクリート充填の検討

### 建屋地下部コンクリート充填の検討

<継続検討中であるが、以下の課題の難易度が高い>

- 現在、燃料デブリの冷却は、建屋滞留水を水処理して炉に注入することで行っており、コンクリート充填にあたり、当該システムの維持を考慮することが必要であるため、至近での対応が困難。
- 本館地下階には、配管、ダクト、ケーブル、タンクなどの設備が残存しており、それらの内部や周囲をコンクリートで完全に充填することが出来ない（下図参照）。コンクリートの投入に先立ち、全ての滞留水の汲み上げが必要であり、至近の実施は困難。
- 滞留水の汲み上げ完了時に向けて、充填方法の検討を引き続き行う。

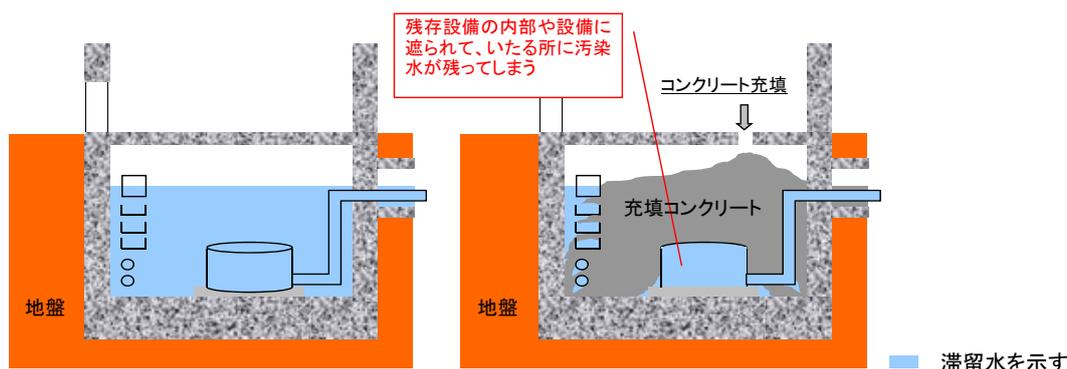


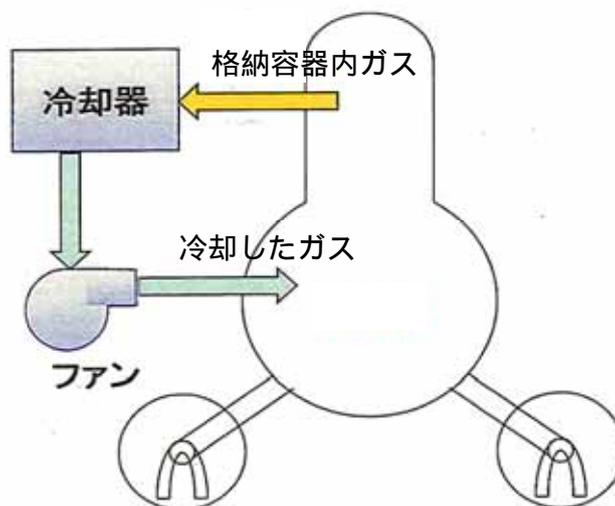
図1 現状

図2 コンクリート充填状況

## 8 . 格納容器内燃料デブリの空冷方式

### 格納容器内燃料デブリの空冷方式

現在、1～3号機の原子炉内あるいは格納容器内に存在する燃料デブリについては、注水による水冷方式にて熱除去しているが、将来的に崩壊熱が小さくなった際には、注水ではなく空気による冷却を行うことで、汚染水の発生を抑制する。  
汚染水の追加発生がなくなることで、現在流入のある建屋（タービン建屋等）の汚染低減が見込める。



空冷概念図

## 9. 汚染水貯留タンクの保全

### (1) タンク設置状況①

水処理設備の処理水、処理廃液は鋼製円筒型タンク、鋼製角形タンク、鋼製横置きタンクに貯蔵している（地下貯水槽については水抜き中）。

現在の貯蔵総量は約29万m<sup>3</sup>であり、このうち約25万m<sup>3</sup>は淡水化装置（RO装置）の濃縮塩水であり、そのほとんどが鋼製円筒タンク（フランジ接合）に貯蔵されている。



鋼製円筒型タンク



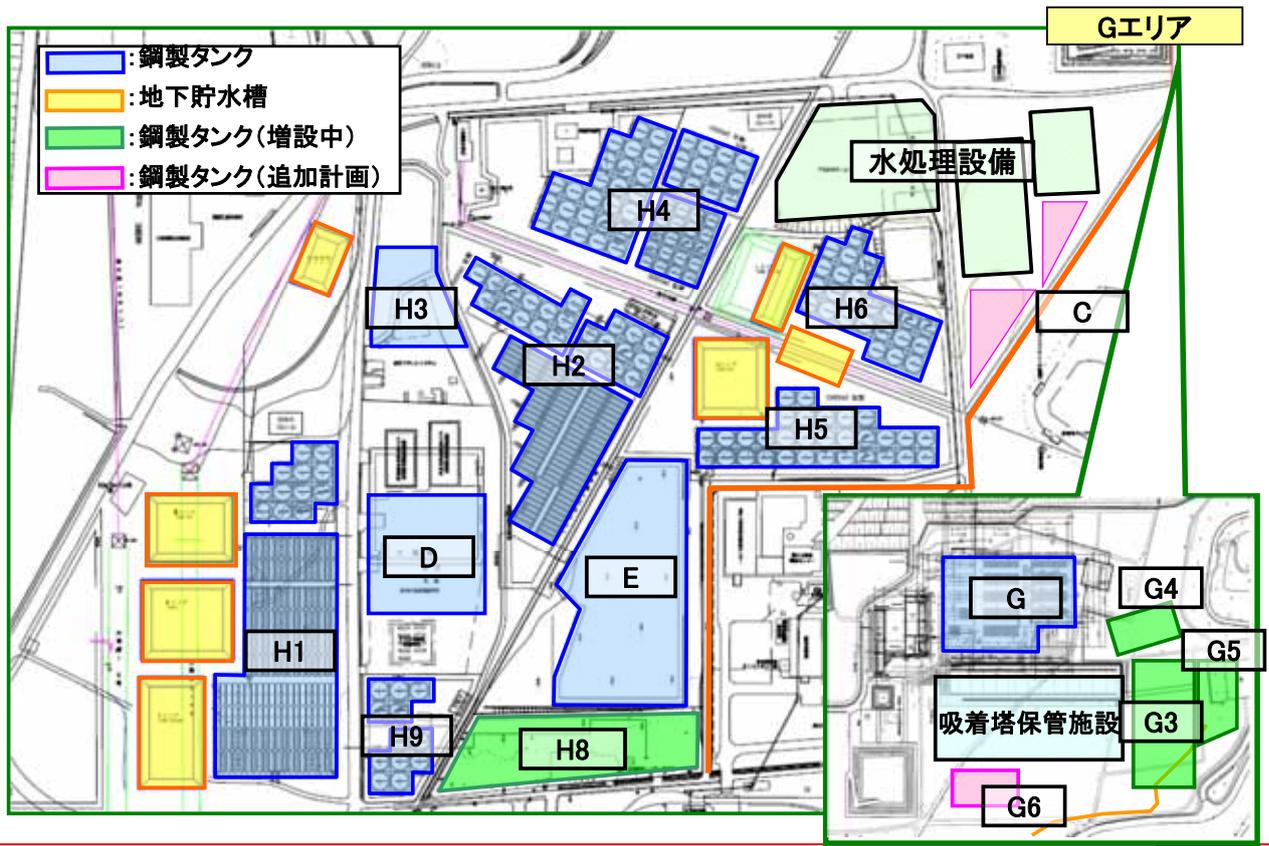
鋼製角形タンク



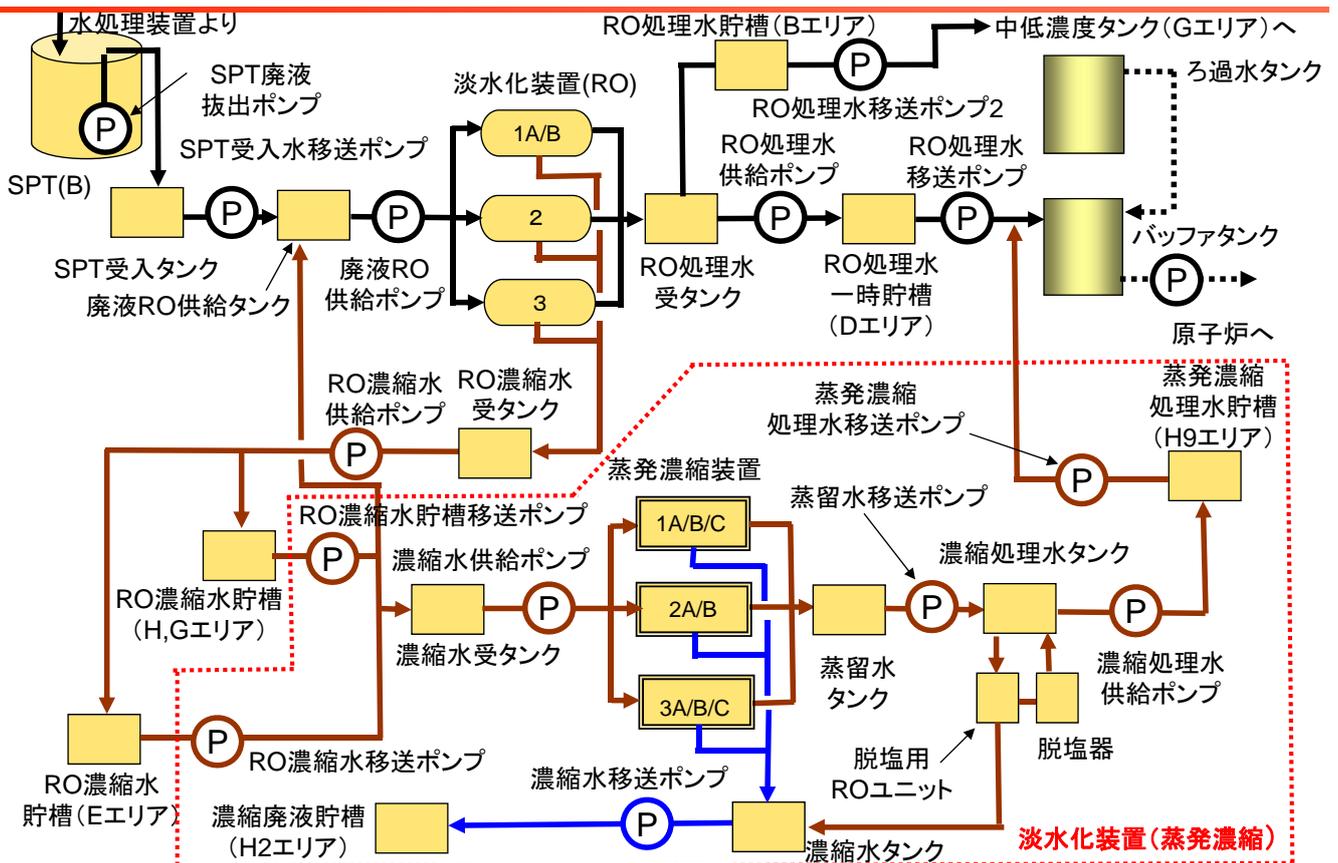
鋼製横置きタンク

タンク種別	構造	腐食対策	貯蔵水	個数
鋼製円筒型タンク	フランジ接合	外面：塗装 内面：タールエポ	RO廃液 RO淡水 ALPS処理水	247
	溶接接合	外面：塗装 内面：タールエポ	ALPS処理水 RO廃液	22
鋼製角形タンク	溶接接合	外面：塗装 内面：タールエポ	RO廃液 RO淡水	262
鋼製横置きタンク	溶接接合	外面：塗装 内面：FRP塗装	RO廃液 蒸発濃縮廃液	370

# (1) タンク設置状況②



# (3) 淡水化装置概略系統図



## (4) 貯蔵タンクの保全について①

### 1. 鋼製円筒型タンク

#### (1) タンク本体

内外面が塗装された鋼製タンクであり、淡水化装置（RO装置）濃縮廃液を貯蔵しても長期間使用可能と考えられるが、タンク外面については目視点検を実施し、必要に応じて補修塗装を行う。タンク内面については、使用期間等を考慮の上、水中TVカメラ等による内部目視点検を計画し、内面の劣化状況を確認し、必要に応じて補修塗装等について検討する。

鋼製円筒タンクのほとんどがフランジ接合による組み立てタンクであり、長期的にはフランジリークが懸念されることから、定期的にフランジボルトの増し締めを実施する（H24年度は10～12月に実施済み）。また、フランジに使用されているパッキンについて劣化評価を行う。なお、タンク本体フランジからのリークに対する予防保全対策として、外面からの補修工法（止水技術）について適用性を検討中。

#### (2) 接続ホース

タンク間の連結には耐圧ホースが使われているが、満水状態のタンクについてはそれぞれのタンクに設置されている仕切り弁により隔離されている。また、ホース接続フランジに吸水材設置済み。

ホース、弁、フランジについて目視点検を行い、必要に応じて吸水材、ホース交換等を実施する。

#### (3) 漏えい時の影響

タンクはコンクリート基礎上に設置されており、基礎外周には堰（コンクリート）が設置されており、更にタンク設置エリアの外周部には土堰堤を設置しており、漏えい拡大防止対策を実施している。

## (4) 貯蔵タンクの保全について②

### 2. 鋼製角形タンク

#### (1) タンク本体

タンク内外面が塗装された溶接構造の鋼製タンクであり、タンク外面について目視点検を行い、必要に応じて補修塗装を実施する。タンク内面については、使用期間等を考慮の上、水中TVカメラ等による内部目視点検を計画し、内面の劣化状況を確認し、必要に応じて補修塗装等の修理を検討する。

#### (2) 接続ホース

タンク間の連結には耐圧ホースが使われており、連結した複数のタンクの出入口に仕切り弁が設置されている。また、ホース接続フランジに吸水材設置済み。ホース、弁、フランジについて目視点検を行い、必要に応じて吸水材、ホース交換等を実施する。

なお、RO装置周りのタンクについては接続ホースはPE管への取替済みである。

#### (3) 漏えい時の影響

コンクリート基礎（外周に堰設置）に設置されているタンク（廃液RO供給タンク）と地表面に直接設置されたタンク（RO処理水等）がある。地表面に設置、タンク間の接続に耐圧ホースを使用しているタンクについては、万一、漏えいが発生した場合、地表に漏えい水が浸透することから漏えい水の受け等の漏えい拡大防止対策について検討する。

## (4) 貯蔵タンクの保全について③

### 3. 鋼製横置きタンク

#### (1) タンク本体

防災用タンクとして土中埋設を考慮したGエリアタンク（100基）はタンク内外面に、H1・H2エリアタンク（270基）はタンク内面にFRP塗装がされており、長期使用可能なタンクである。タンクマンホール等にボルトが使用されており、発錆が確認されていることから定期的に点検を行い、必要に応じて手入れを実施。

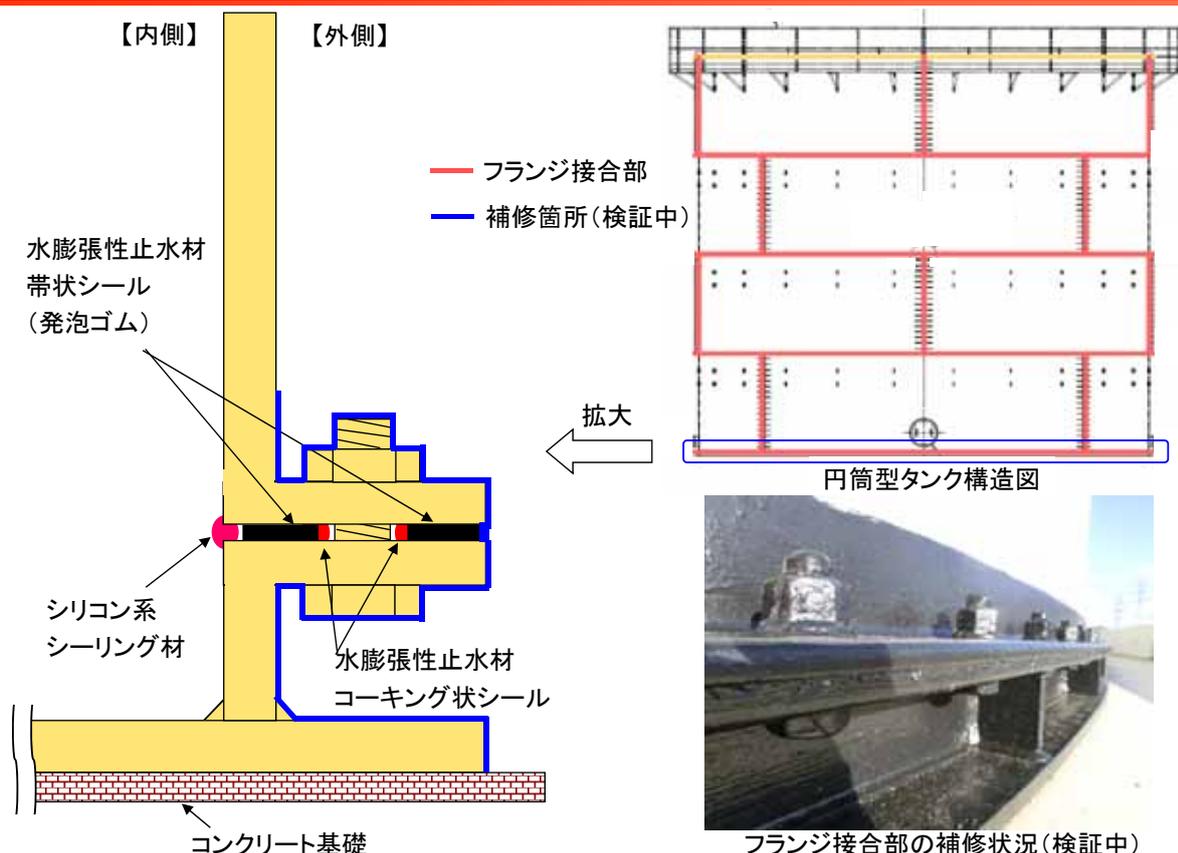
#### (2) 接続ホース

タンク間の連結には耐圧ホースが使われており、連結した複数のタンクの出入口に仕切り弁が設置されている。また、ホース接続フランジに吸水材設置済み。ホース、弁、フランジについて目視点検を行い、必要に応じて吸水材、ホース交換等を実施する。

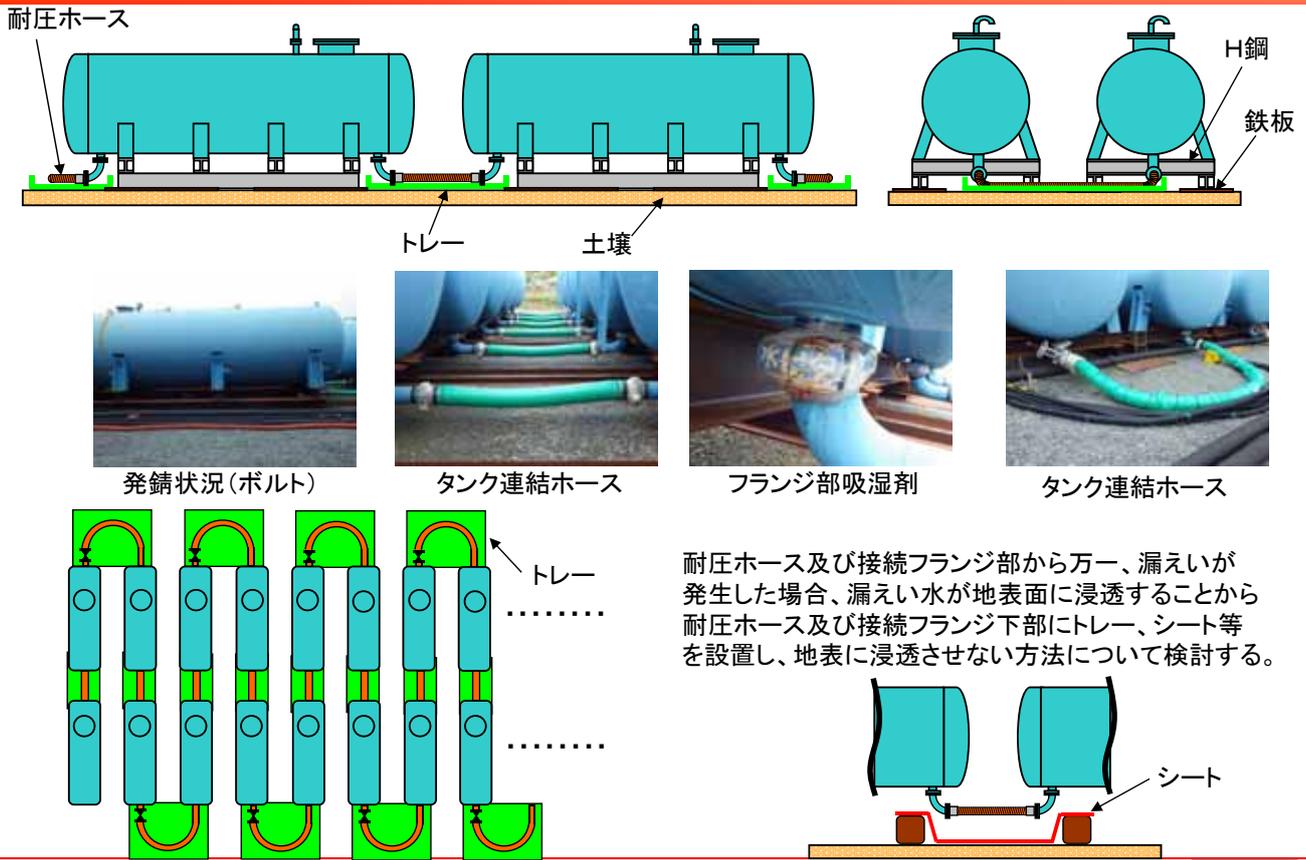
#### (3) 漏えい時の影響

地表面に直接設置されており、タンク設置エリアの外周部に土堰堤が設置されている。万一、漏えいが発生した場合、地表に漏えい水が浸透することから漏えい水の受け等の漏えい拡大防止対策について検討する。

## (5) 鋼製円筒型タンクのフランジ接合部補修方法

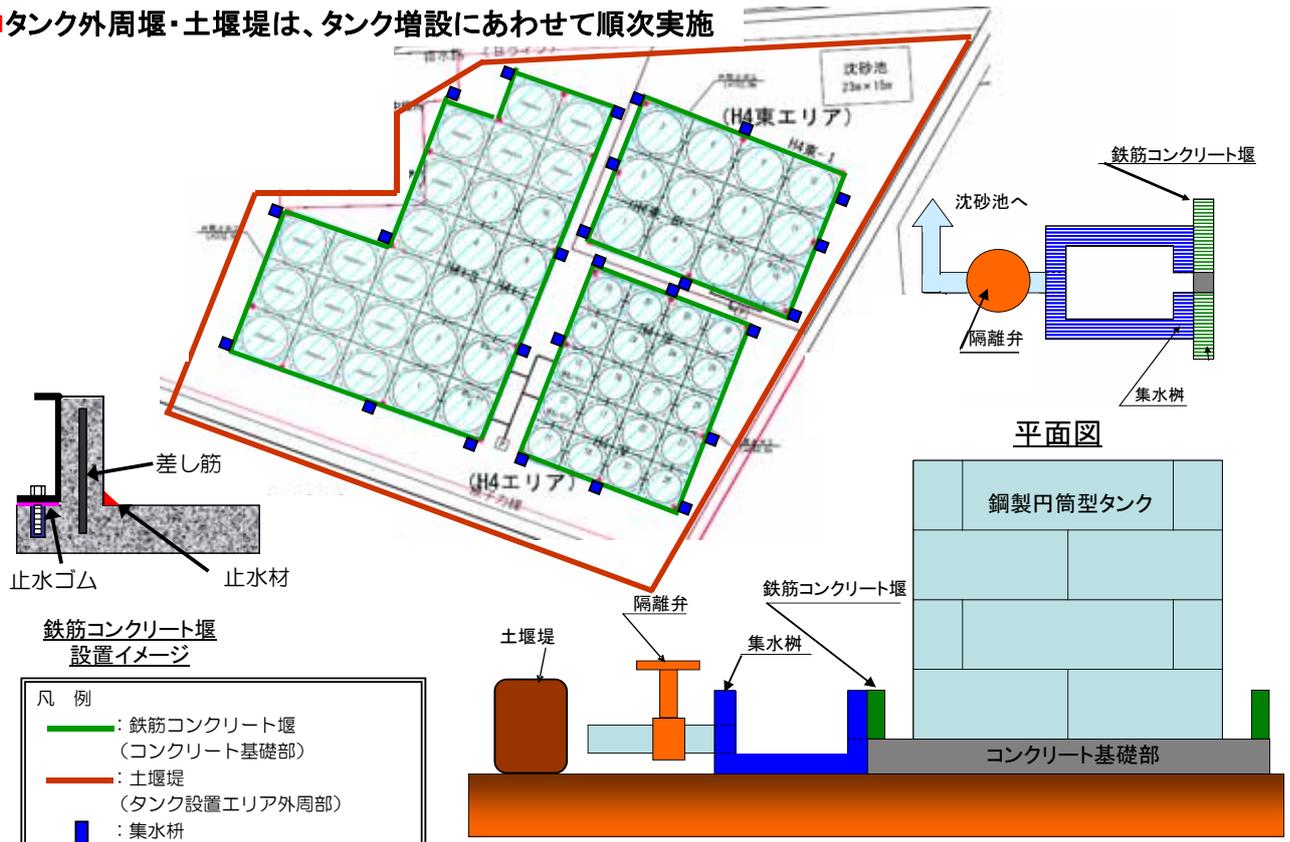


## (6) 鋼製横置きタンクの漏えい拡大防止対策 (案)



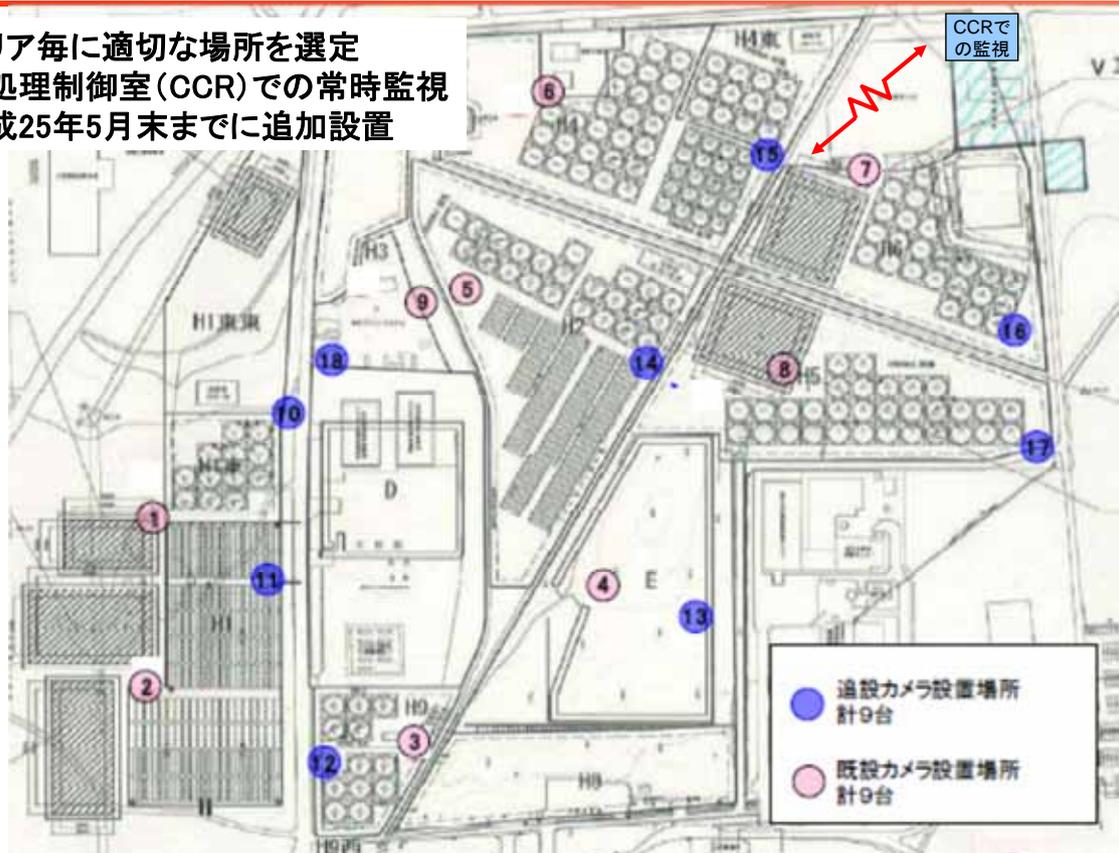
## (参考1) タンク設置エリアへの堰の設置

■タンク外周堰・土堰堤は、タンク増設にあわせて順次実施



## (参考2) タンクエリアの監視カメラ

- エリア毎に適切な場所を選定
- 水処理制御室(CCR)での常時監視
- 平成25年5月末までに追加設置



東京電力株式会社

10

## (参考3) 水処理設備等の漏えい発生防止等に係る設計方針

汚染水処理設備等は、放射性物質の設備からの漏えい及び系外への放出を防止するため、以下の漏えいの発生防止、漏えいの早期検知、漏えいの拡大防止を考慮した設計・運用としている。

- 漏えいの発生を防止するため、機器等には設置環境や内部流体の性状等に応じた適切な材料を使用する。
- 機器等の周辺に漏えい検知器、タンクに水位検出器等を設け、漏えいの早期検出を可能とする。また、漏えい検知等の警報についてはシールド中央制御室に表示し、異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにする。さらに、適切にパトロールを行い漏えいの有無を確認する。
- 汚染水処理設備等は可能な限り建屋内に設置し、漏えいが発生しても建屋外への流出を防止する。また、タンク等の屋外設置機器については、漏えい水の拡大を抑制するための堰等を設ける。

東京電力株式会社

11

## (参考4) 水処理設備の漏えいの防止（事象発生から漏えいに至るまでの対策）

機器の故障，設計不良，施工不良や誤操作，停電，地震による損傷，津波による浸水などを仮定しても有意な漏えいに繋がらないための設備，手順，教育訓練などが十分に備わっているか。

### 《設備面・運用面（運転操作，訓練等）における早期漏えい検知》

滞留水移送装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建屋内滞留水水位の監視</li> <li>・ 遠隔カメラによる監視（屋外）</li> <li>・ 線量モニタによる監視（屋外）</li> <li>・ 漏えい検知器設置（建屋内）</li> <li>・ 巡視点検（屋外）</li> </ul>
処理装置（AREVA, KURION, SARRY）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遠隔カメラによる監視</li> <li>・ 漏えい検知器設置</li> <li>・ 巡視点検</li> </ul>
淡水化装置（RO装置，蒸発濃縮装置）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 遠隔カメラによる監視</li> <li>・ 漏えい検知器設置</li> <li>・ 巡視点検</li> </ul>
タンク類	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水位計による監視</li> <li>・ 遠隔カメラによる監視</li> <li>・ 巡視点検</li> </ul>

遠隔カメラによる監視方法や漏えい検知器からの警報発生時の対応，巡視点検の頻度等については，具体的な方法等を手順書，ガイド等に規定

## (参考5) 水処理設備の拡大の防止（漏えい後の措置に関する対策等）

漏えいに至った場合，これを速やかに止めることが出来るのか。漏えいの拡大を防ぐことが出来るのか。特定の区域内への漏えいを地表等への移行に拡大させないための対策は十分に備わっているか。

### 《漏えいの早期検知とともに，堰等を設け漏えいの拡大を防止》

滞留水移送装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ タービン建屋内は漏えい拡大防止堰を設置</li> </ul>
処理装置（AREVA, KURION, SARRY）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既設建屋内に設置しており，さらに漏えい拡大防止堰を設置</li> <li>・ 建屋床面，壁には防水塗装を実施</li> </ul>
淡水化装置（RO装置，蒸発濃縮装置）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建屋内設置であり，さらに漏えい拡大防止堰を設置</li> <li>・ 建屋床面，堰に防水塗装を実施</li> </ul>
タンク類	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コンクリート基礎にタンクを設置（溶接構造のタンクを除く）</li> <li>・ タンク満水後，連絡弁を閉じる運用（大量漏えいの防止）</li> <li>・ コンクリート基礎の外周に堰を設置</li> <li>・ タンク設置エリアを囲む土堰堤を設置</li> <li>・ タンク近傍の一般排水路を暗渠化</li> </ul>



暗渠化のイメージ

# 10. 地下貯水槽からの漏えい量の推定

(第2回汚染水処理対策委員会(5月16日)【資料2-1】)

- ▶ 本資料内における漏えい量の推定は、16日時点で判明した事実に基づき計算しており、掲載されているデータについても同時点までのデータとしております。
- ▶ なお、5月16日～5月28日までに得られた計測データ等は、報告書内「2. 地下貯水槽からの汚染水漏えい問題への対応状況」にて記載しております。

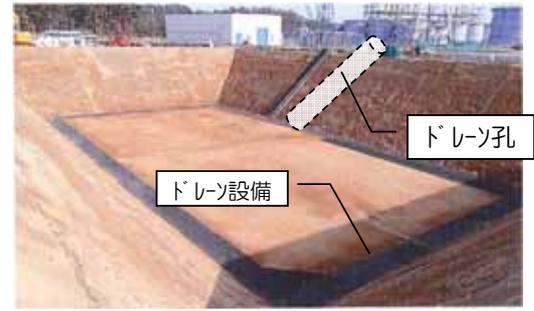
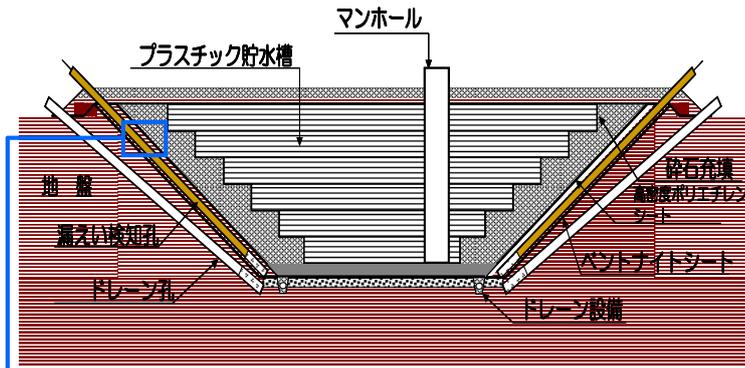
## (1) 漏えい量に関する調査

当初、NO.2地下貯水槽から約120m<sup>3</sup>の漏えいがあるとしていたが、漏えい検知孔の水位が低いことや放射能濃度に偏りがあることなど、約120m<sup>3</sup>の漏えいがあると考えた場合、不自然な状況もあることから、以下の詳細な調査を進めてきた。

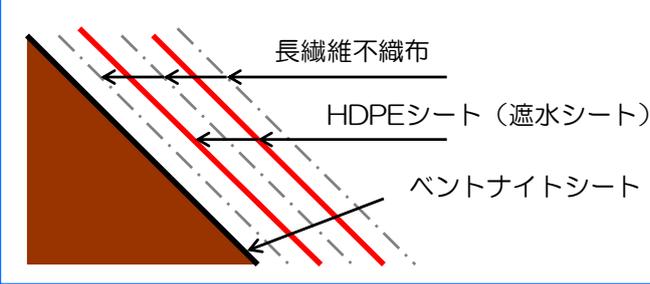
- ボーリング調査
- 漏えい検知孔からの水の回収・分析
- ドレーン設備内からの水の回収・分析

<参考>水位計の点検

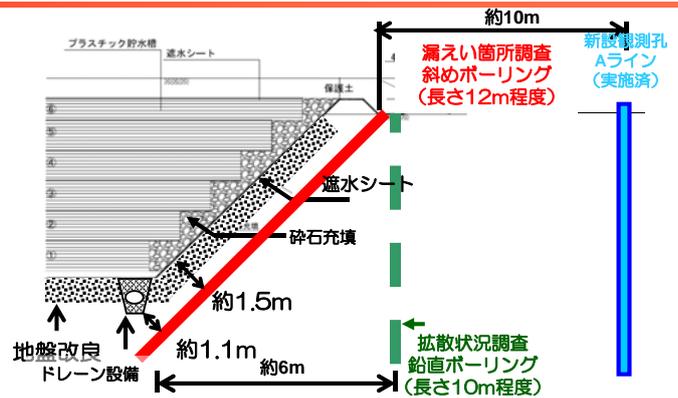
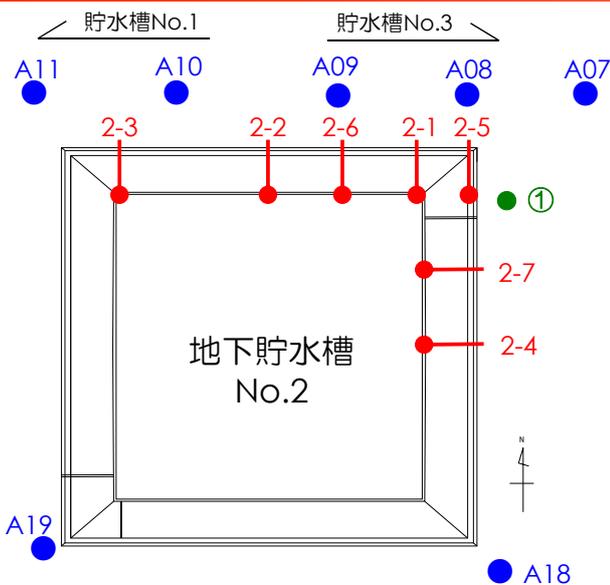
## (2) 地下貯水槽の構造図



<法面のシート構造拡大図>



## (3) ボーリング調査① 水分析結果



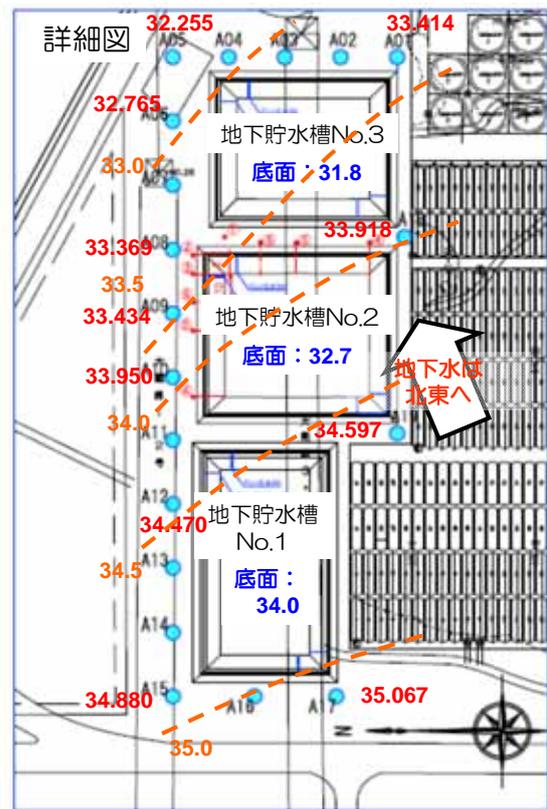
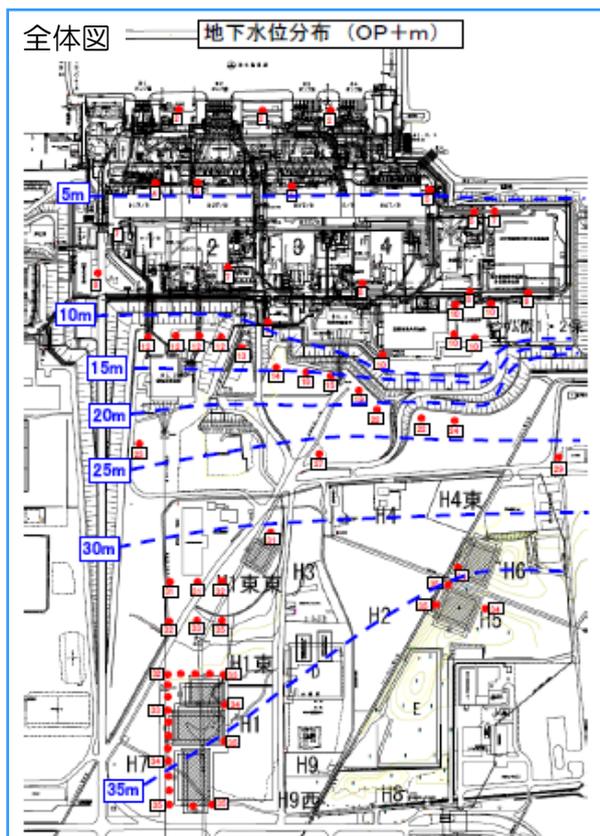
- : 地下貯水槽観測孔Aライン (全19箇所のうち、周辺の7箇所抜粋)
- : 地質調査孔 (拡散状況調査) (1箇所) [鉛直ボーリング]
- : 地下貯水槽No.2観測孔 (漏えい箇所調査) (7箇所) [斜めボーリング]

地下貯水槽 No.2観測孔	採取日	全β (Bq/cm <sup>3</sup> )
2-1	5月10日	ND
2-2	5月10日	ND
2-3	5月8日	ND
2-4	5月8日	ND
2-5	5月12日	ND
2-6	5月12日	ND
2-7	5月13日	ND

地質調査孔	採取日	全β (Bq/cm <sup>3</sup> )
①	5月12日	ND

地下貯水槽 観測孔	採取日	全β (Bq/cm <sup>3</sup> )
A-7	5月12日	ND
A-8	5月12日	ND
A-9	5月12日	ND
A-10	5月12日	ND
A-11	5月12日	ND
A-18	5月12日	ND
A-19	5月12日	ND

### (3) ボーリング調査② 地下水位分布

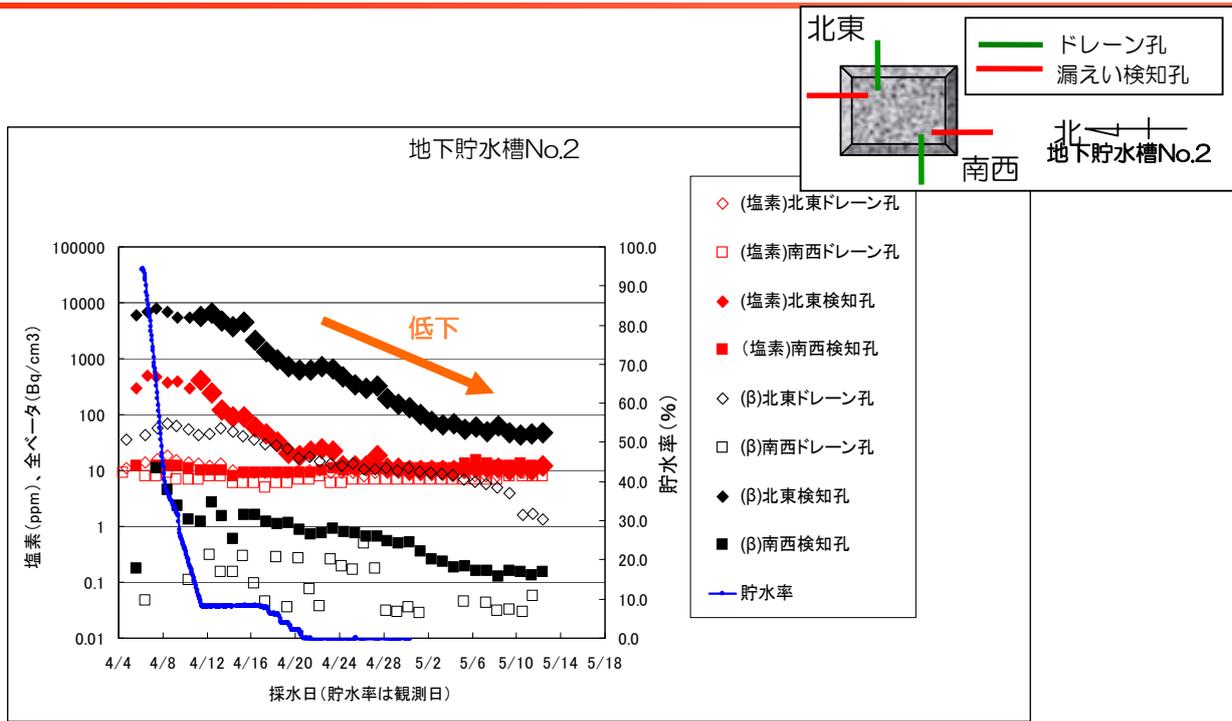


### (3) ボーリング調査③

- 地下貯水槽周辺のモニタリング結果は検出限界値未滿。
- 観測孔内の水位から、地下貯水槽周辺では地下水は北東の方向に流れており、海岸に近づくと真東に流れを変える。
- 地下貯水槽周辺の地下水位を分析すると地下水面の動水勾配は $2\text{m}/200\text{m}=0.01$ 程度である。この周辺の地盤の透水係数が $5 \times 10^{-4}\text{cm}/\text{sec}$  (透水試験速報値) とすると、地下貯水槽周辺の地下水面付近の流速は約 $1\text{cm}/\text{日}$ である。

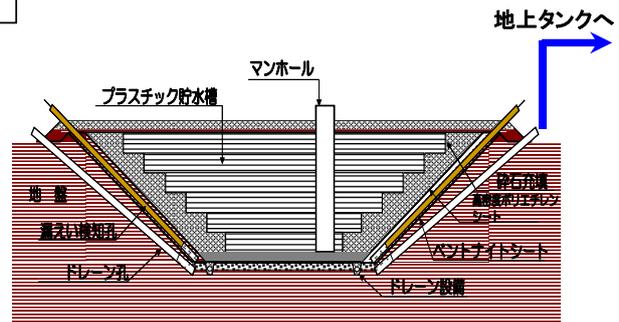
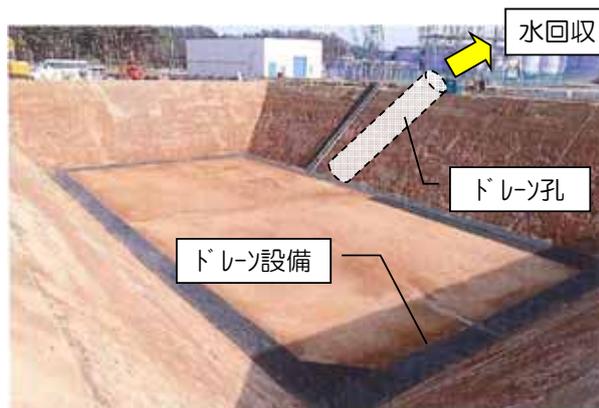
漏えい箇所は特定できなかったが、ベントナイトシート外部への汚染水漏えい量は極めて少量と推定される。

## (4) 漏えい検知孔からの水の回収・分析



検知孔からの汚染水回収を50㍻/日程度（原水換算数リットル程度）で開始したところ、汚染レベルが急激に低下したため、もともとの漏えい量は少量

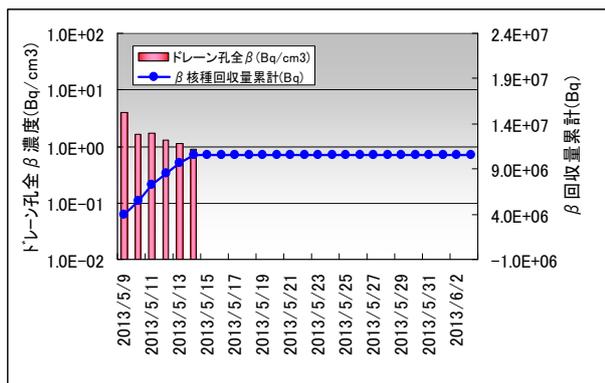
## (5) ドレーン設備内からの水の回収・分析



### ドレーン設備水回収結果

- H25.5.9より、ドレーン設備からの水の回収を開始
- H25.5.14現在、6m<sup>3</sup>の水の回収を完了（ドレーン設備の全体の容量は約17m<sup>3</sup>）
- 回収した水の汚染レベルは最高で3.9Bq/cm<sup>3</sup>
- 放射性物質の回収量は1.1×10<sup>7</sup>Bq
- 最も漏えい水が滞留しやすいと考えられるドレーン設備から高レベルの汚染水が発見されないことから、バントナイトシートの外側には微量の汚染水しか漏えいしていなかったと考えられる

6m<sup>3</sup>（原水換算0.2リットル）を回収しただけで、全β濃度は1/4程度に低下、大量の汚染水は存在しない。



## (6) 漏えい量に関する調査のまとめ

これまでの調査によって分かったことは、以下の通り。

- 追加ボーリング調査の結果から、地下貯水槽周辺の土壌中への汚染水の広がりはなく、ほとんどがHDPEシートとベントナイトシートの間やドレーン設備内にとどまっているものと考えられる。

以上のことから、

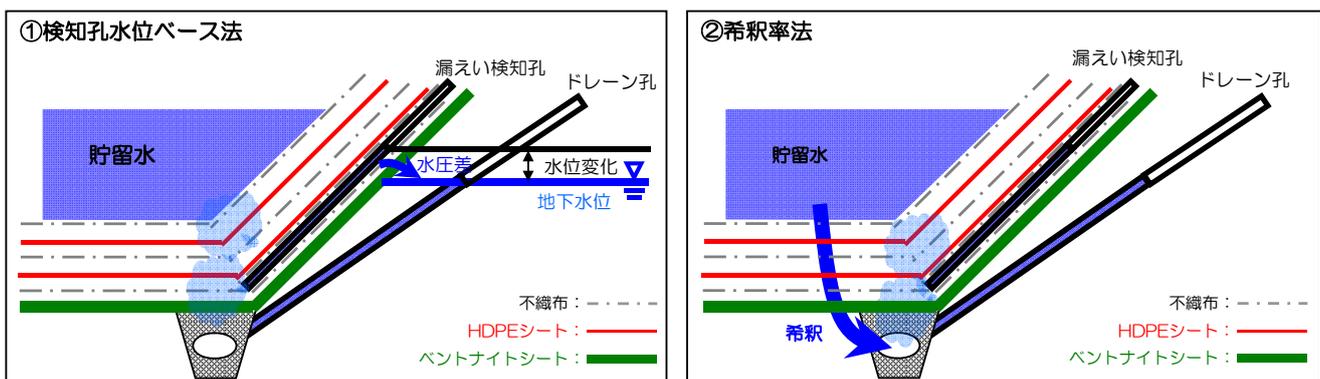
NO.2地下貯水槽からの漏えい量は当初考えていた約120m<sup>3</sup>よりも極めて少量であることが考えられる

## (7) 漏えい量の推定

### ■漏えい量の推定方法

- ①漏えい検知孔と地下水の水位変化に着目して漏えい量の算定（検知孔水位ベース法）

- ②  $\frac{\text{ドレーン孔内全}\beta\text{濃度}}{\text{貯留水全}\beta\text{濃度}}$ （希釈率）×ドレーン設備容量（希釈率法）



## (8) 漏えい量の推定結果

評価の詳細は参考に示すが、評価結果については下記の通り。

場 所	推定方法	No.1 地下貯水槽	No.2 地下貯水槽	No.3 地下貯水槽
HDPEシートと ベントナイト シートの間	検知孔水位ベース法	— (注1)	約300㎥	— (注2)
	希釈率法	約70㎥	約300㎥	約20㎥
ベントナイト シート外部	検知孔水位ベース法	— (注1)	約20㎥	— (注2)
	希釈率法	約10㎥	約10㎥	— (注3)

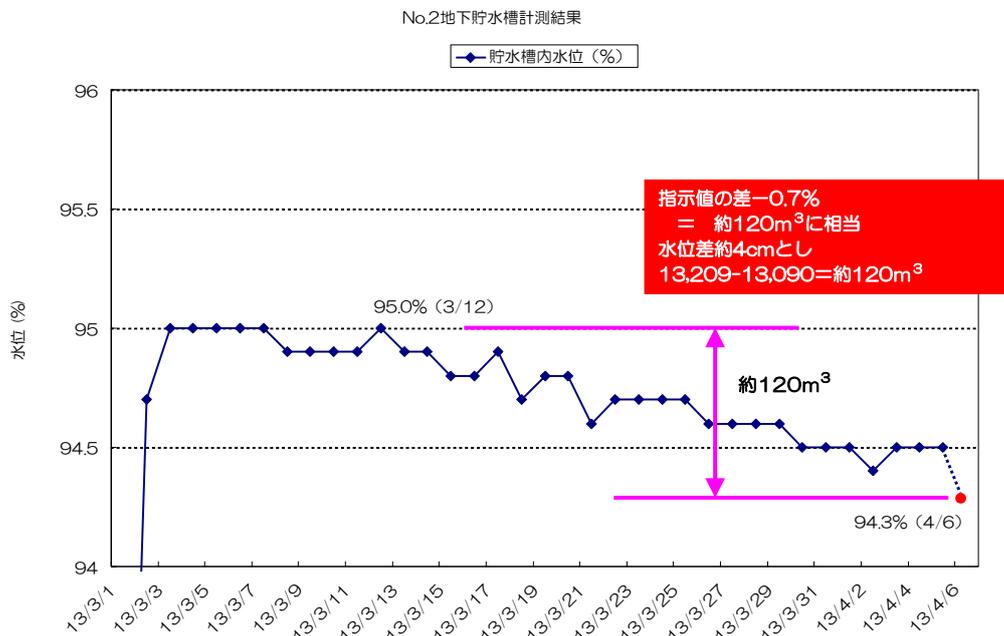
(注1) 漏えい検知孔水位データ無し

(注2) 漏えい検知孔水位の上昇が見られないため、推定不可

(注3) 有意な漏えい確認無し

### <参考>水位計の点検 (1)

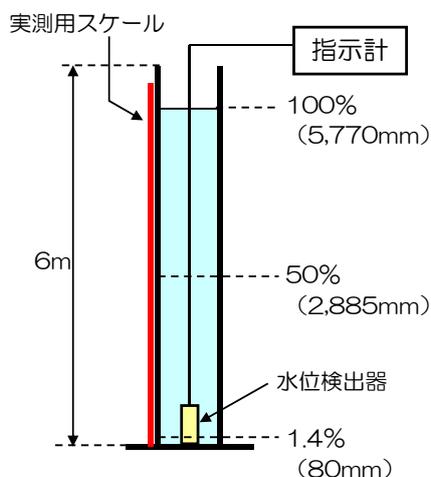
- 当初、NO.2地下貯水槽の漏えいの可能性があることを確認した際（平成25年4月6日時点）、貯水槽内に設置していた水位計の指示値の低下量0.7%から、漏えい量は最大約120m<sup>3</sup>と推定。



## <参考>水位計の点検（2）

- 仮設水柱（ろ過水）による水位計指示値と実測値の比較を行ったところ、本来100%であるべき水位に対し、**水位計指示値に-0.6%のドリフト※が生じている**ことが確認された。

※経時的に指示値がずれていくこと



水位計点検の詳細

	水位実測値	水位計指示値	差分
NO.2地下貯水槽 竣工時	98.06% (5,658mm)	98.0% (5654.6mm)	-0.06%
水位計点検時 (4月25日)	100% (5,770mm)	99.4% (5,735mm)	-0.6%

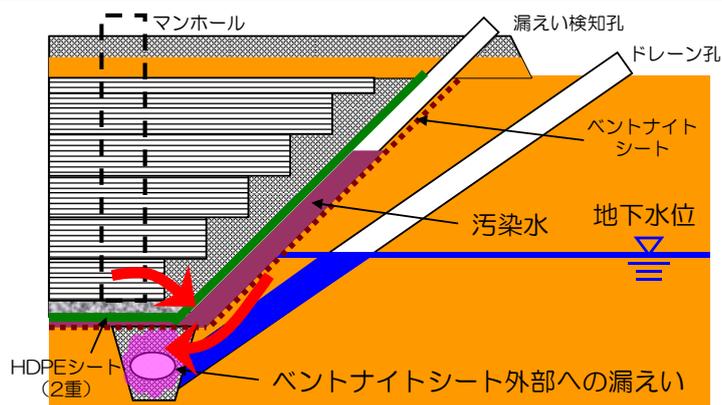
そのため、NO.2地下貯水槽に設置した水位計は、実際の水位低下を表していないと考えられる。

## (9) まとめ

- NO.2地下貯水槽における漏えい量は、ベントナイトシート内側で約300リットルと推定。ベントナイトシートの外側で約20リットル、そのほとんどはドレーン設備にとどまったものと推定。同様の方法で、NO.1およびNO.3地下貯水槽からの漏えい量を推定した結果、さらに少量であった。
- 漏えい量の大小に関わらず、NO.2地下貯水槽から漏えいが発生した事実が変わりはないことから、今後もしっかりと監視するとともに、モニタリングの結果についても、引き続き公表していく。また、地下貯水槽から漏えいした原因と対策については、今後も検討を進めていく。

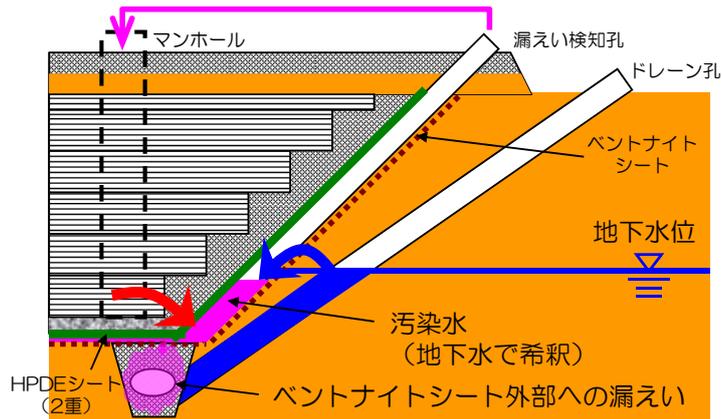
## 参考資料

### 【参考1】 漏えいメカニズム



#### 【漏えい発生初期】

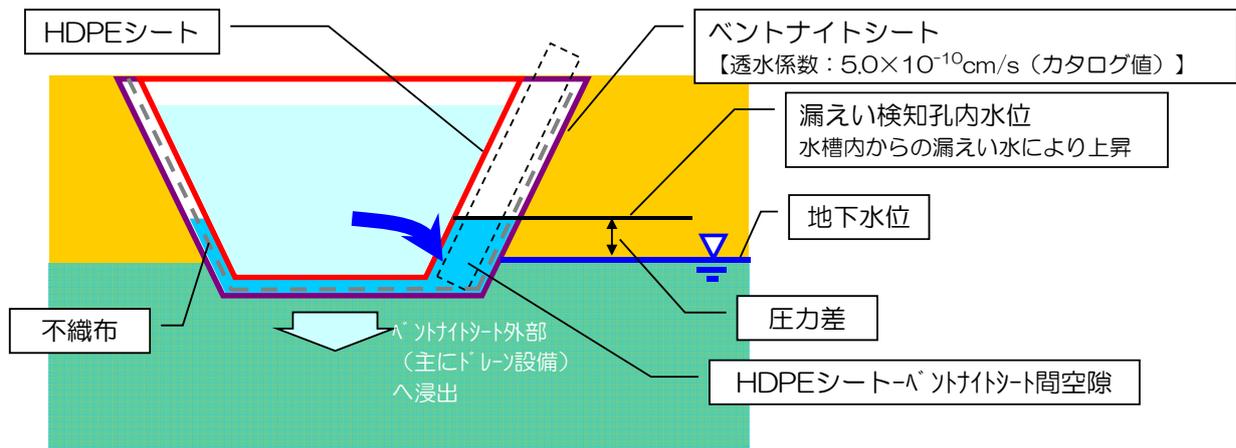
- 汚染水がHDPEシートとベントナイトシート間（不織布、漏えい検知孔内の空隙）に浸出
- 漏えい検知孔水位と地下水位の圧力差から、ベントナイトシートを通じて、ベントナイトシート外部に微量の汚染水が漏えい
- 底面・法面は地盤改良を実施しているため、ベントナイトシート外部に漏えいした水は、相対的に透水性の高いドレーン設備の方向に浸出すると考えられる



#### 【汚染水の回収実施時】

- 漏えい検知孔からの汚染水回収により、漏えい検知孔内水位が低下
- 漏えい検知孔内には、ベントナイトシートを通じて微量の地下水が流入し、汚染水を希釈
- 希釈された汚染水は回収
- これにより、ベントナイトシート外部への汚染水漏えいは減少～停止

## 【参考2-1】 漏えい量の推定方法（概要）～ 検知孔水位ベース法



- 2重のHDPEシートから漏えいした汚染水は、ベントナイトシートとHDPEシートの間（不織布）の空隙とここに設置されている漏えい検知孔の空隙に浸出
  - 漏えい検知孔の水位上昇分と空隙のボリュームから浸出量を計算
- 漏えい検知孔内水位と周辺地下水位の圧力差が生じ、ベントナイトシートから外部（主に透水性の高いドレーン孔）に汚染水が漏えい
  - 圧力差とベントナイトシートの透水系数、水に接している面積からベントナイトシート外部への漏えい量を計算

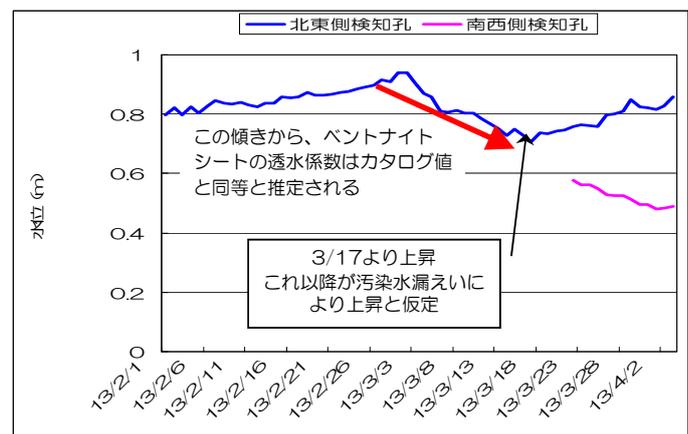
## 【参考2-2】 漏えい量の推定方法（詳細）～ 検知孔水位ベース法

### ■ 空隙量の計算に基づく漏えい量

- 計算式：漏えい量＝漏えい検知孔内水位の上昇分（3/17の北東側検知孔水位0.71mからの上昇分）  
× 漏えい検知孔内水に浸潤している不織布の面積 × 不織布厚  
+ 漏えい検知孔内水位上昇分の容量
- 水位条件：北東漏えい検知孔の水位分、汚染水が充填している
- 不織布の状態：シート間は6.5mmの不織布が敷設されているが、満水時の水頭5.5m作用時には試験結果より体積歪：41%、気孔容積：90%となっていると仮定
- 計算の結果：3/17～4/10の間、**73%**の水が増えている。  
下のベントナイトシートの透水性に基づいた計算の結果、同期間でベントナイトシート外に **212リットル**の水がベントナイトシートの外に出ていることから、HDPEシートからベントナイトシート間への漏えい量は **285リットル**と推定される

### ■ ベントナイトシートの透水性に基づいた推定

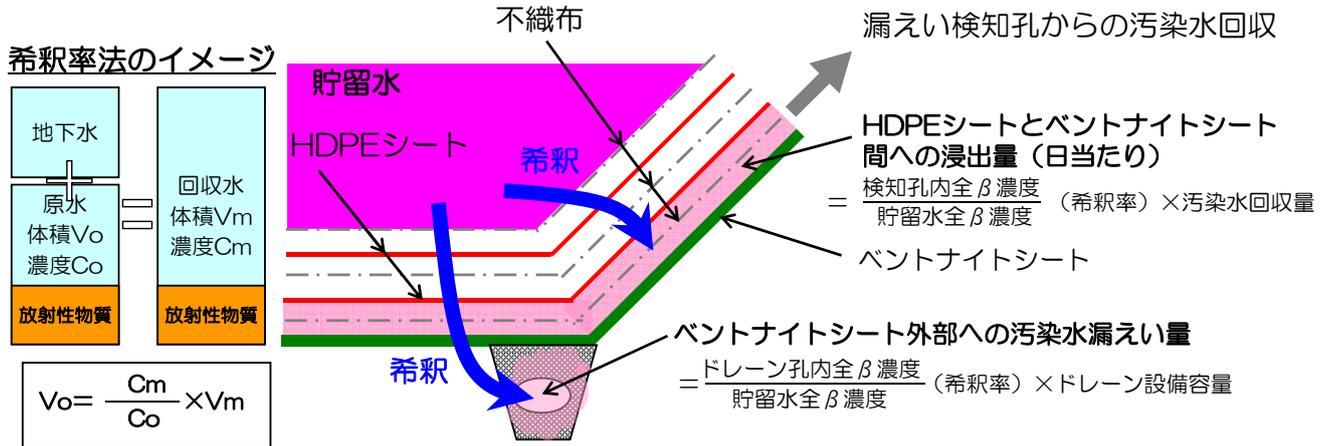
- ベントナイトシート内作用水圧：検知孔水位に基づき算出
- ベントナイトシート透水系数：  
 $5 \times 10^{-10} \text{cm/sec}$ （カタログ値）
- 透水量：**212リットル**\*  
（※地下水を含む量）
- 透水量のうち、汚染水（貯水槽内原水）の比率は  $285\% / 4385\% \approx 7\%$
- よって、ベントナイトシートを通過する汚染水（貯水槽内原水）は  
 $212\% \times 7\% = \text{約 } 15\text{リットル}$



（参考）ドレーン孔水位【4/14】：約0.78m（北東）、約0.62m（南西）

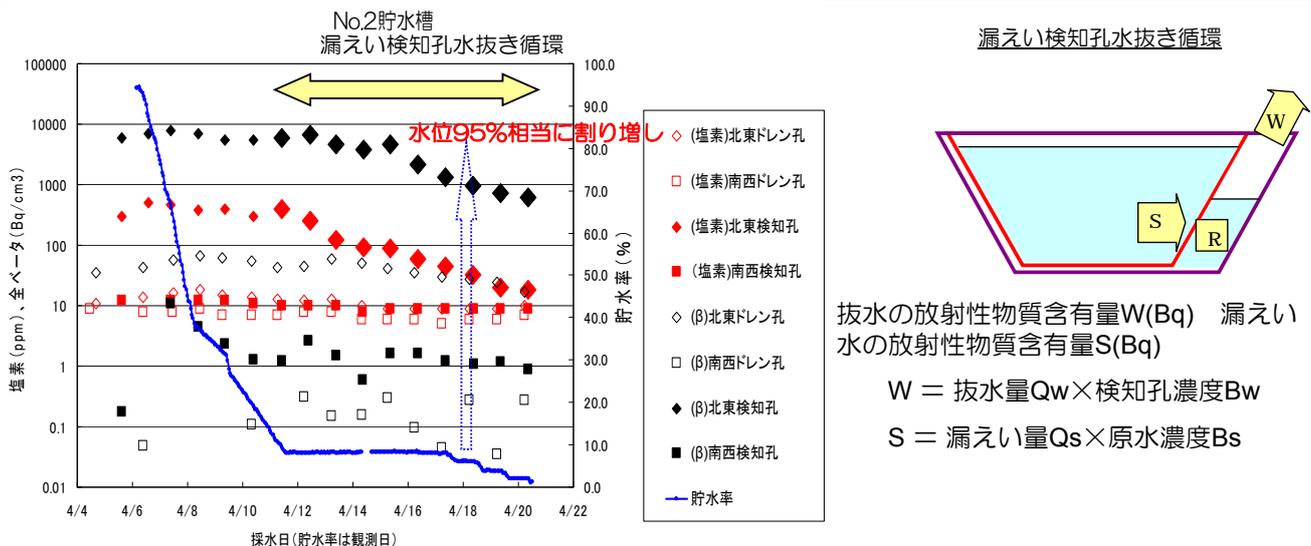
## 【参考3】 漏えい量の推定方法（概要）～希釈率法

- 漏えい検知孔からの汚染水回収により、漏えい検知孔内の汚染レベルが低下
  - 回収された汚染物質質量 > HDPEシートとベントナイトシート間に浸出した汚染物質質量
  - 評価は保守側に推定して、回収された汚染物質質量 = HDPEシートとベントナイトシート間に浸出した汚染物質質量と仮定
- HDPEシートとベントナイトシート間への浸出量は、漏えい検知孔から回収した水の量と全β濃度と貯留していた水的全β濃度※の比（希釈率）から計算
- ベントナイトシート外部への漏えい量については、ドレーン設備の容量と全β濃度と貯留していた水の濃度※の比（希釈率）から計算



※ No.2地下貯水槽貯留水的全β濃度 (Bq/cm<sup>3</sup>) は、 $6.6 \times 10^4$ 、 $1.4 \times 10^5$ の2つの測定結果があるが、より保守的な $6.6 \times 10^4$ を採用

### 【参考3-1】 HDPEシート・ベントナイトシート間漏えい量：希釈率法



- No.2では4/11～20の間の漏えい検知孔水抜き循環で検知孔内の全β濃度が下がったということは「抜水の放射性物質含有量 ( $W$ ) ≫ 漏えい水の放射性物質含有量 ( $S$ )」になったと考えられる
- しかしながら、ここでは保守的な推定として「 $W=S$ 」と仮定する
- No.2貯水槽の原水濃度 (全β) は、 $6.6 \times 10^4$  Bq/cm<sup>3</sup>
- 日漏えい原水量は、Ave. ( $Q_w \times B_w / B_s$ ) = 12リットル/日 (4/11～20には貯水槽内水位が低下しているため、95%水位相当に割り増して算出)
- 漏えいが3/17に発生したと仮定した場合、漏えい検知孔の汚染水回収前の4/10までの間に約 **288** リットル 漏えいしたと考えられる

## 【参考3-2】バントナイトシート外部への漏えい量：希釈率法

### ■ドレーン設備の空隙量と希釈率からの推定

- 算出方法：漏えい量 =  $\frac{\text{ドレーン孔全}\beta\text{濃度}(\text{Bq}/\text{cm}^3) \times \text{ドレーン設備空隙量}(\text{リットル})}{\text{貯水槽内原水全}\beta\text{濃度}(\text{Bq}/\text{cm}^3)}$
- 原水濃度（全 $\beta$ ）： $6.6 \times 10^4 \text{Bq}/\text{cm}^3$
- ドレーン孔内最大濃度（全 $\beta$ ）： $68 \text{Bq}/\text{cm}^3$
- ドレーン設備容量（注）： $9 \text{m}^3$
- 漏えい量：
$$\frac{6.8 \times 10 (\text{Bq}/\text{cm}^3) \times 9000 (\text{リットル})}{6.6 \times 10^4 (\text{Bq}/\text{cm}^3)} = \underline{9 \text{リットル}}$$

（注）ドレーン設備全体の容量は約 $17 \text{m}^3$ であるが、No.2地下貯水槽では北東側のドレーン孔のみで汚染が確認されていること、ドレーン設備には中心から南北方向に水勾配が設けられていることから、全体の半分の $9 \text{m}^3$ として計算している

## 【参考4】No.1およびNo.3地下貯水槽漏えい量計算結果

### ■No.1漏えい量の算出

- HDPEシートとバントナイトシート間への漏えい量（全 $\beta$ ）
  - ◆算出方法、原水濃度の条件はNo.2と同様
  - ◆4/10-22において漏えい量と水抜き量が均衡しているとしてその間の1日の漏えい量は次の通りとなる

$$\frac{\text{抜水平均全}\beta\text{濃度}(\text{Bq}/\text{cm}^3) \times \text{抜水平均量}(\text{リットル})}{\text{貯水槽内原水全}\beta\text{濃度}(\text{Bq}/\text{cm}^3)} = \frac{3.2 \times 10^4 (\text{Bq}/\text{cm}^3) \times 36 (\text{リットル})}{6.6 \times 10^4 (\text{Bq}/\text{cm}^3)} = 17\%/\text{日}$$

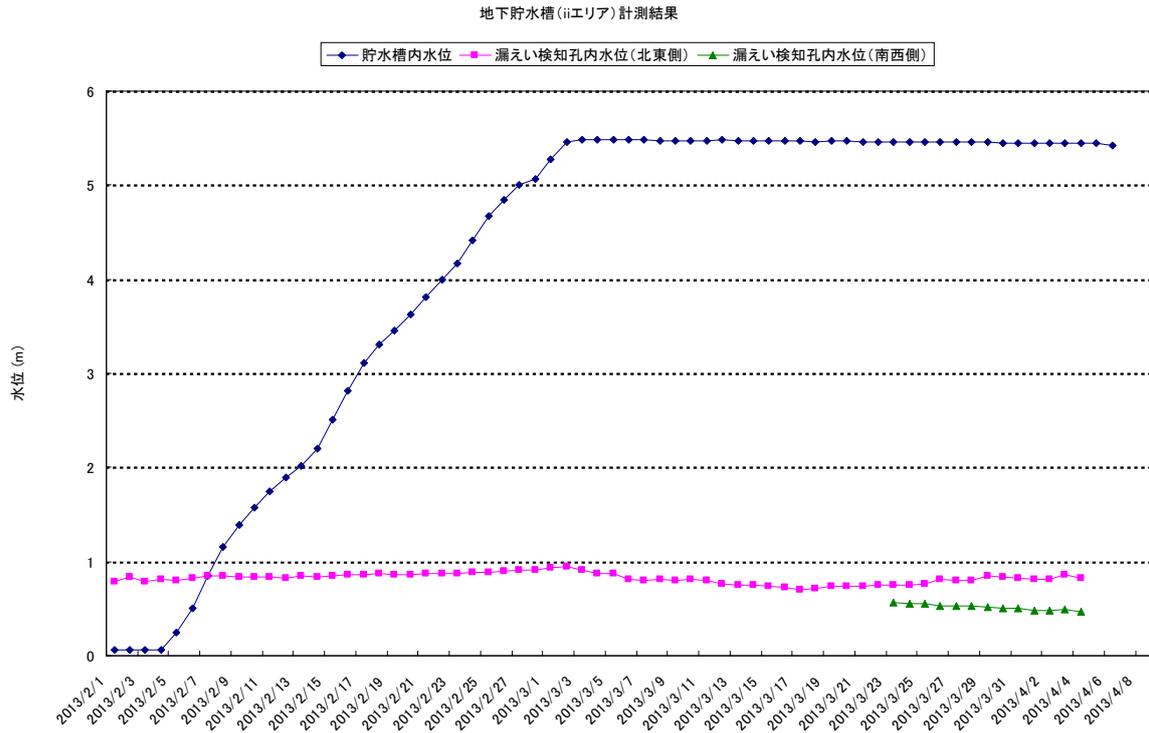
- ◆No.1貯水槽は4月6日-9日の4日間、汚染水の回収ができていないので漏えい量は約68リットル
- ◆ただし、これに関しては回収を実施
- バントナイトシート外部への漏えい量
  - ◆ドレーン孔内の最高全 $\beta$ 濃度は $6.8 \times 10 \text{Bq}/\text{cm}^3$
  - ◆これより漏えい量は次のように求められる

$$\frac{\text{ドレーン孔全}\beta\text{濃度}(\text{Bq}/\text{cm}^3) \times \text{ドレーン設備空隙量}(\text{リットル})}{\text{貯水槽内原水全}\beta\text{濃度}(\text{Bq}/\text{cm}^3)} = \frac{6.8 \times 10 (\text{Bq}/\text{cm}^3) \times 9000 (\text{リットル})}{6.6 \times 10^4 (\text{Bq}/\text{cm}^3)} = \underline{9 \text{リットル}}$$

### ■No.3漏えい量の算出

- HDPEシートとバントナイトシート間への漏えい量（全 $\beta$ ）
  - ◆4/15-29の間においてNo.1と基本的には同様計算（ただし、貯水槽の水位を95%に補正）した結果は0.3%/日となる（全 $\beta$ 濃度 $6.3 \times 10^4 \text{Bq}/\text{cm}^3$ ）
  - ◆満水になった2/8から汚染水の回収が始まる4/15までの間20リットル漏えいしたと考えられる
  - ◆ただし、バントナイトシート内にとどまっていると考えられるので、回収可能と考えられる
- バントナイトシート外部への漏えい量
  - ◆ドレーン孔内の最高全 $\beta$ 濃度は $1.1 \text{Bq}/\text{cm}^3$ であり、有意な漏えいはないと考えられる

# 【参考5】 NO.2地下貯水槽と漏えい検知孔の水位

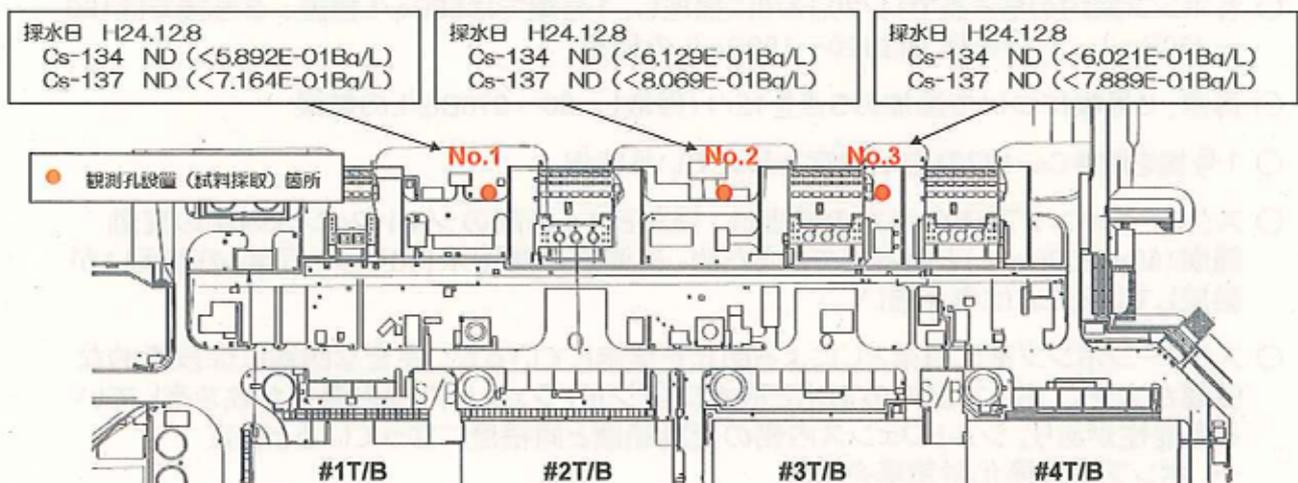


# 1 1 . 護岸付近の地下水の水質

## 護岸付近の地下水の水質について

滞留水漏えいの有無を確認するため、取水路間の護岸付近3地点で調査孔（透水層底部の地下15mまで掘削）を設置し、地下水を平成24年12月に採取して測定。

- Cs-137濃度について、3地点とも検出限界値（0.8Bq/L）未満の結果であったことから、高濃度の滞留水（ $10^7$ Bq/L程度）が地中に漏えいしていることは考え難く、地下水を経由しての海への新たな放射性物質の流出の可能性はないものと評価。

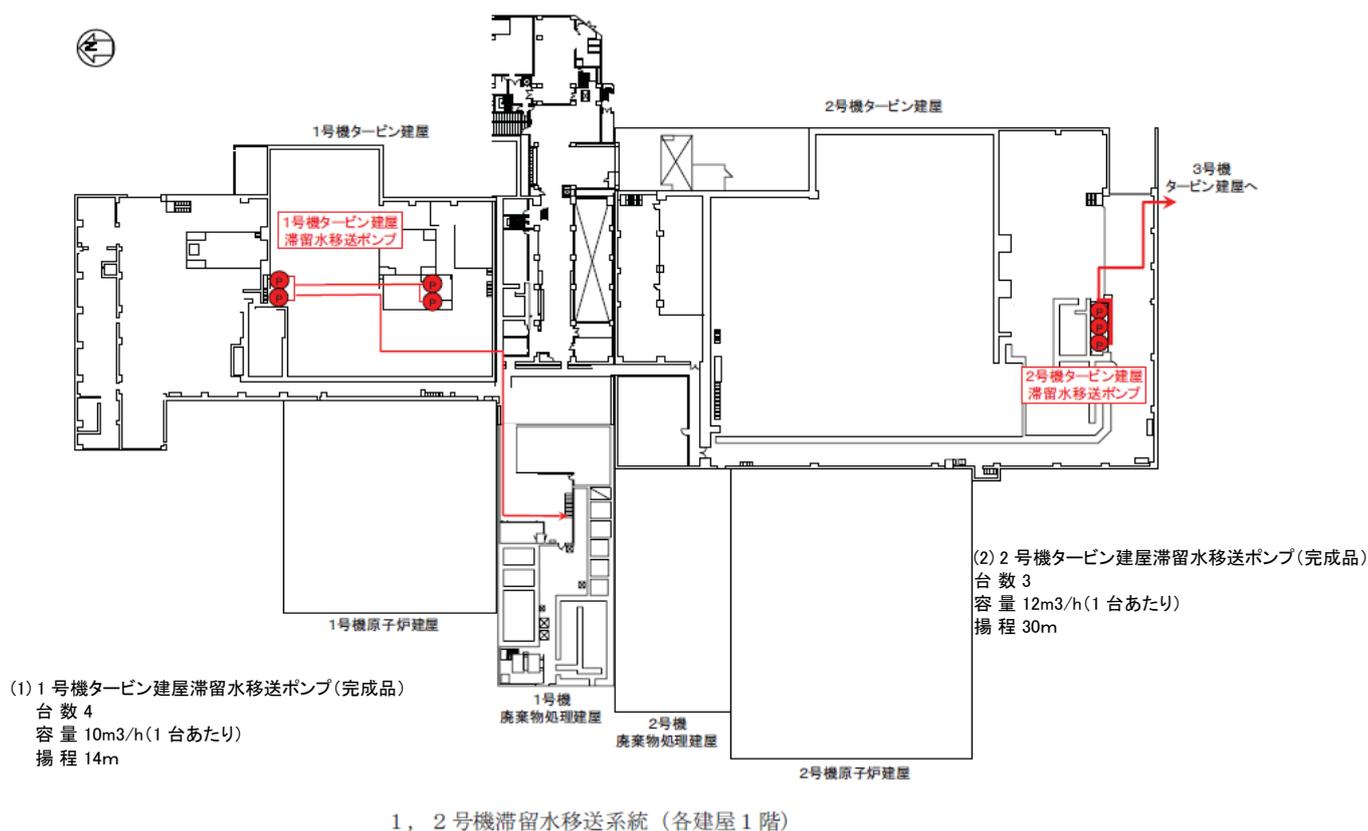


<参考> No.1はCo-60は $2.604E-01$ Bq/Lが検出されたが告示濃度より十分低い値である（告示濃度； $2.E+02$ Bq/L）

## 12. タービン建屋内ポンプ設置位置

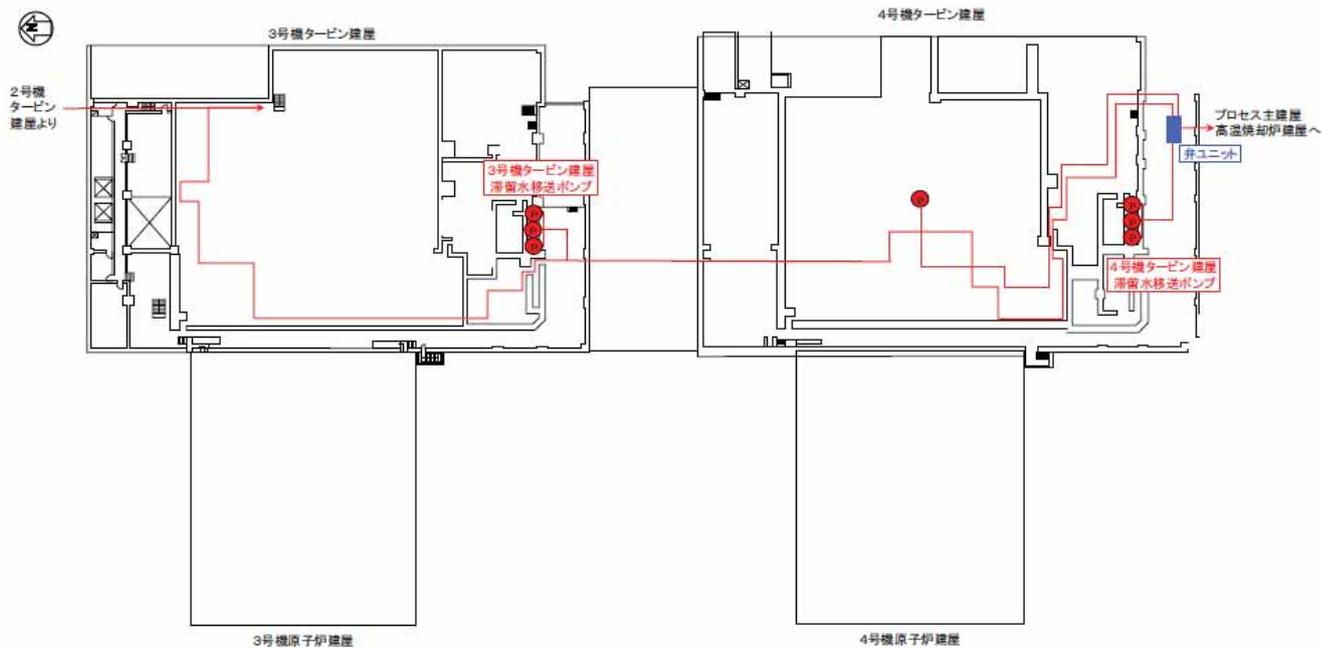
東京電力株式会社

### 1, 2号機タービン建屋滞留水移送ポンプ



東京電力株式会社

# 3, 4号機タービン建屋滞留水移送ポンプ



(3) 3号機タービン建屋滞留水移送ポンプ(完成品)

台数 3  
 容量 12m<sup>3</sup>/h(1台あたり)  
 揚程 30m

3, 4号機滞留水移送系統 (各建屋1階)

(4) 4号機タービン建屋滞留水移送ポンプ(完成品)

台数 4  
 容量 12m<sup>3</sup>/h(1台あたり)  
 揚程 30m

# 13 . 各建屋の水質データ

東京電力株式会社

## タービン建屋（地下階）滞留水の水質データ

採取場所	1号機	2号機	3号機	4号機
試料採取日時	平成25年3月14日 11時10分	平成25年3月14日 11時25分	平成25年4月11日 10時05分	平成25年4月11日 10時15分
検出核種 (半減期)	試料濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	試料濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	試料濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	試料濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )
I-131 (約8日)	ND	ND	ND	ND
Cs-134 (約2年)	2.0E+03	2.6E+04	2.2E+04	1.3E+04
Cs-137 (約30年)	3.9E+03	5.2E+04	4.4E+04	2.4E+04
Y-91 (約59日)	ND	ND	ND	ND
Mo-99 (約668時間)	ND	ND	ND	ND
Tc-99m (約6時間)	ND	ND	ND	ND
Te-129m (約34日)	ND	ND	ND	ND
Te-132 (約788時間)	ND	ND	ND	ND
I-132 (約2時間)	ND	ND	ND	ND
Cs-136 (約13日)	ND	ND	ND	ND
Ba-140 (約13日)	ND	ND	ND	ND
La-140 (約40時間)	ND	ND	ND	ND

※ ○.○E+○とは, ○.○×10<sup>+○</sup>と同じ意味である。

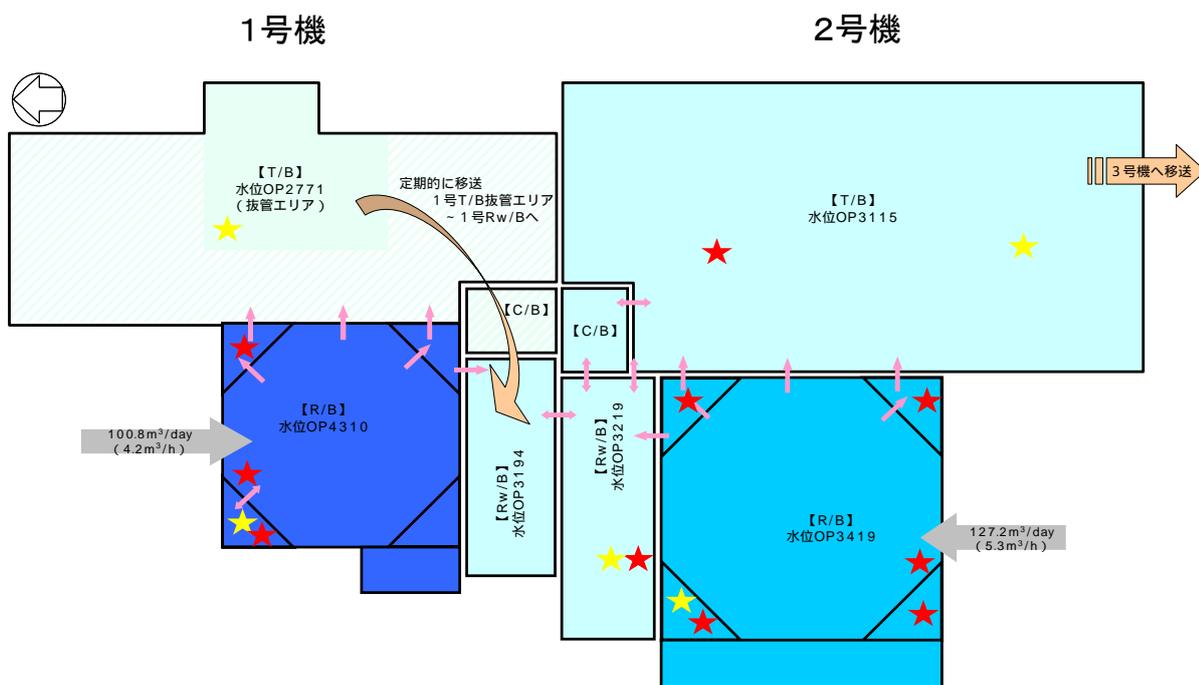
※ 本分析における放射能濃度の検出限界値を下回る場合は, 「ND」

東京電力株式会社

# 14 . 各建屋の水位データ及び水位計設置箇所

東京電力株式会社

## 1, 2号機の水位データ



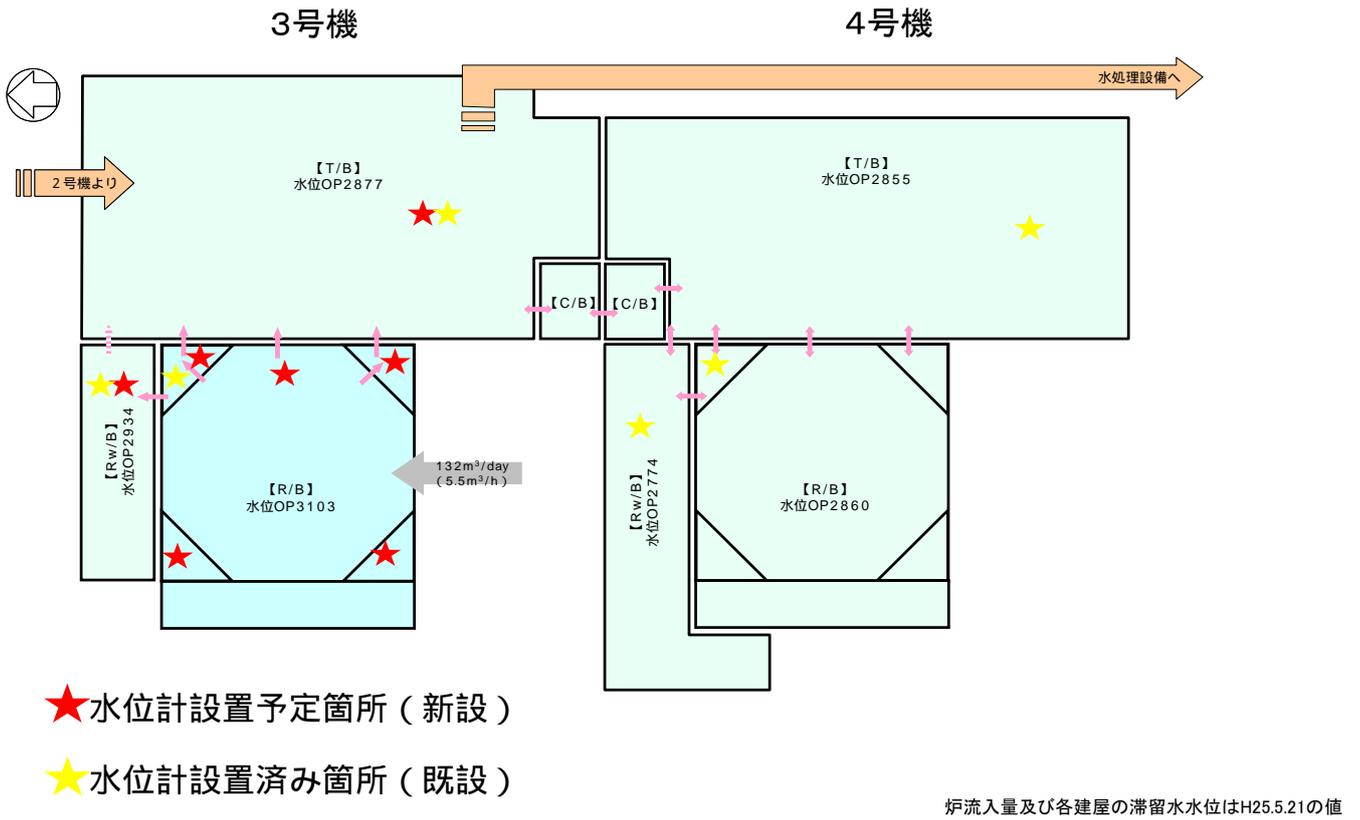
★水位計設置予定箇所 (新設)

★水位計設置済み箇所 (既設)

炉流入量及び各建屋の滞留水水位はH25.5.21の値

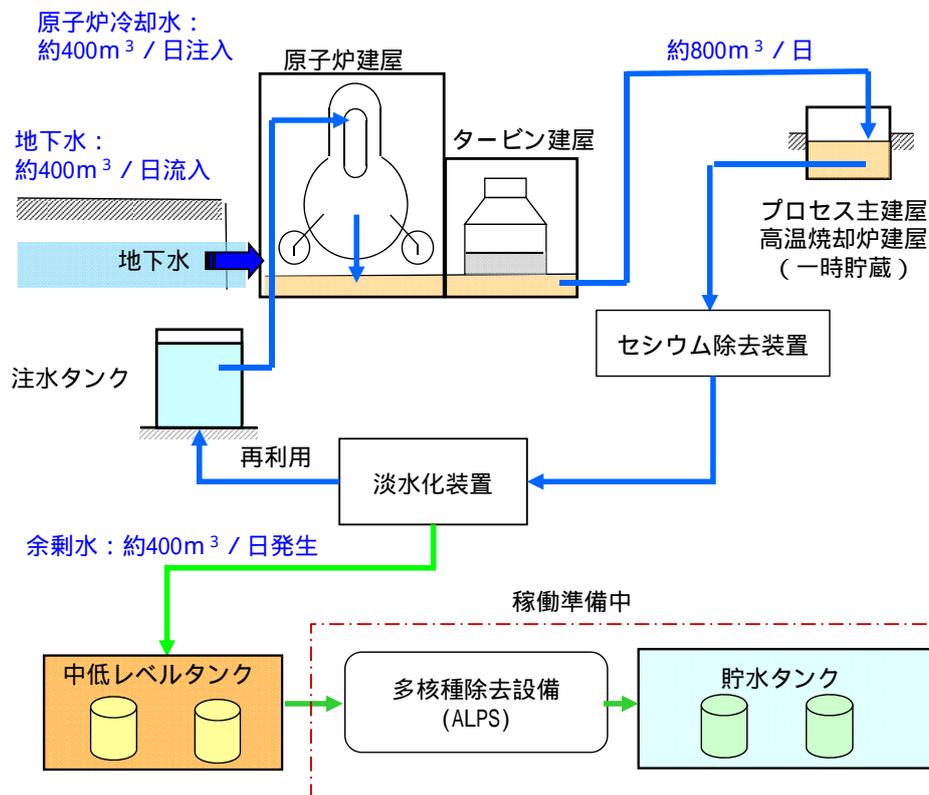
東京電力株式会社

# 3, 4号機の水位データ



# 15 . 水処理設備の概要

## 原子炉冷却システム概略図



## 第二セシウム吸着装置（サリー）

- 1．目的：汚染水中に含まれる、主にセシウムを除去する設備。東芝製（日本）。
- 2．使用開始時期及び現在の使用状況：
  - ・使用開始時期：2011年8月19日
  - ・使用状況：使用中（2013年5月27日時点）
- 3．その他：
  - ・第二セシウム吸着装置は、2種類のフィルターと吸着塔により、除染
  - ・2系列あり、各系列のポンプや弁により、25m<sup>3</sup>/h程度から50m<sup>3</sup>/hまで処理流量を変更できる。
  - ・処理量：1,200m<sup>3</sup>/日

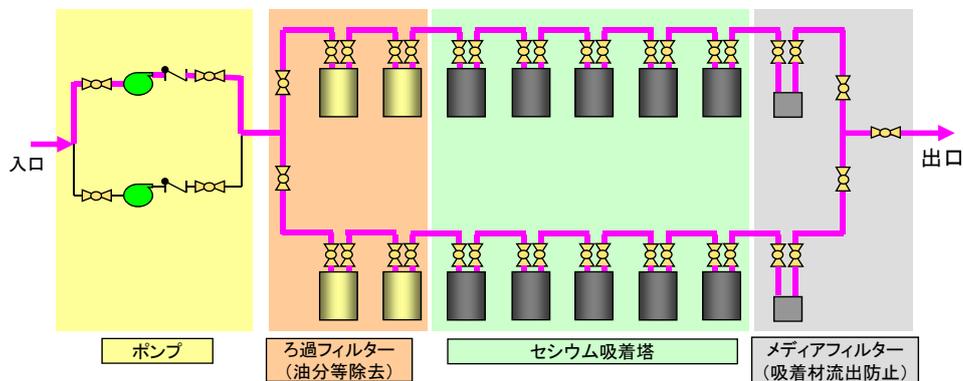


吸着塔（ベッセル）の現場写真



吸着塔搬入状況

## 第二セシウム吸着装置（サリー）



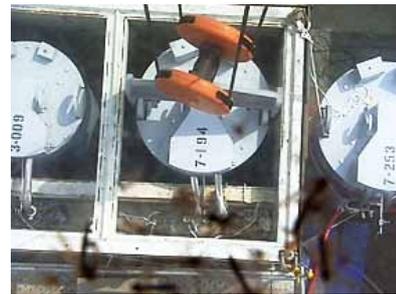
第二セシウム吸着装置の系統構成図

# セシウム吸着装置（キュリオン）

- 1．目的：汚染水中に含まれる、主にセシウムを除去する設備。キュリオン社製（アメリカ）
- 2．使用開始時期及び現在の使用状況：
  - ・使用開始時期：2011年6月17日
  - ・使用状況：待機状態（2013年5月27日時点）
- 3．その他：
  - ・セシウム吸着装置は、3種類の吸着塔により、除染
  - ・4系列あり、装置への送込みポンプや各系列のポンプや弁により、15m<sup>3</sup>/h程度から50m<sup>3</sup>/hまで処理流量を変更できる。（一系列運転の場合、10数m<sup>3</sup>/hの低流量運転が可能）
  - ・処理量：1,200m<sup>3</sup>/日

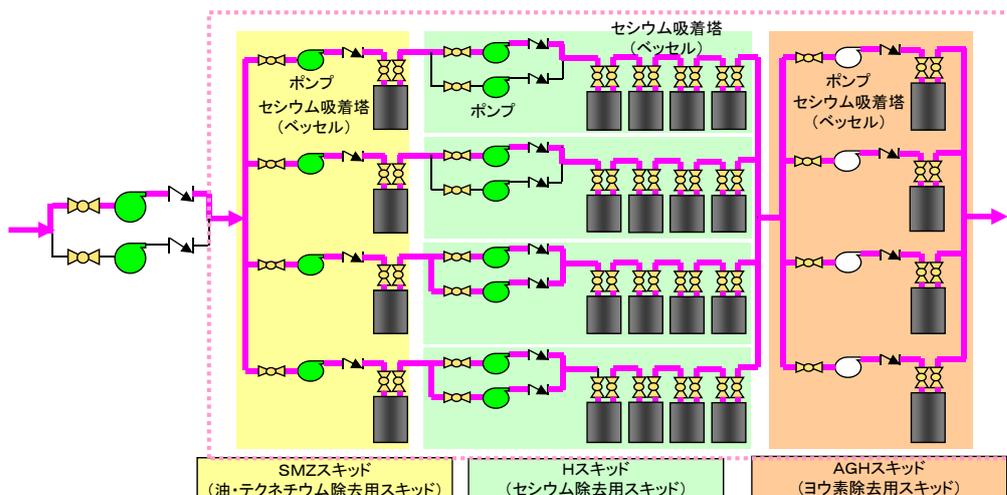


全体写真（スキッド（箱）の中に吸着塔（ベッセル）が入っている）



ベッセル交換

# セシウム吸着装置（キュリオン）



セシウム吸着装置の系統構成図

# 凝集沈殿除染装置（アレバ）

- 1．目的：汚染水中に含まれる、主にセシウムを除去する設備。アレバ製（フランス）。
- 2．使用開始時期及び現在の使用状況：
  - ・使用開始時期：2011年6月17日
  - ・使用状況：待機状態（2013年5月27日時点）
- 3．その他：
  - ・凝集沈殿除染装置は、DAF(油分等除去)、凝集沈殿装置2段(マルチフロー、アクチフロー)、ディスクフィルター(懸濁物等の流出防止)からなり、除染状況、装置状況により個別機器等のバイパス運転が可能
  - ・流入量がなくなると自動的に待機し、流入後、処理を実施する。
  - ・処理量：1,200m<sup>3</sup>/日

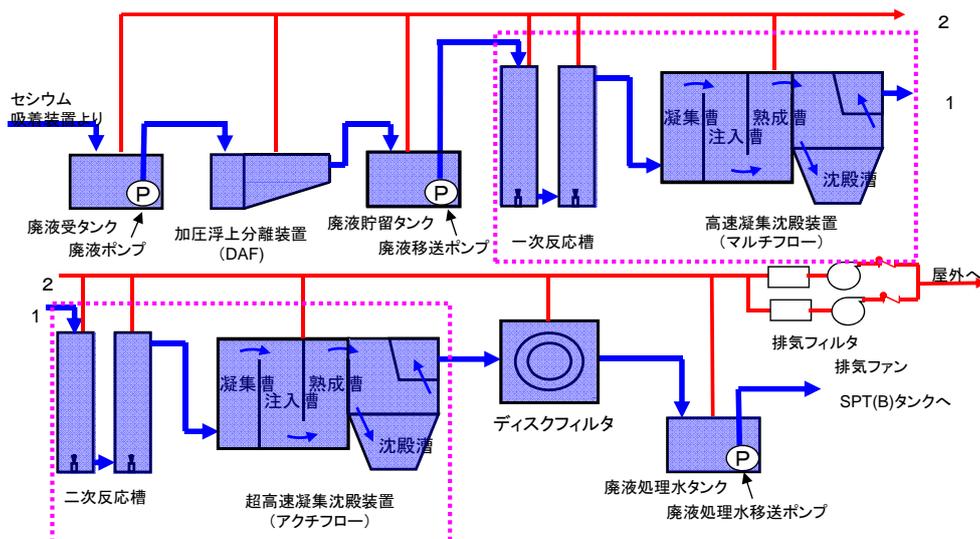


除染装置



薬剤タンク

# 凝集沈殿除染装置（アレバ）



凝集沈殿除染装置の系統構成図

# 多核種除去設備（ALPS）

- 1．目的：汚染水中に含まれる、放射性物質（トリチウムを除く）を除去する設備。  
東芝に発注。
- 2．使用開始時期及び現在の使用状況：
  - ・使用開始時期：2013年3月30日
  - ・使用状況：A系ホット試験中（2013年5月27日時点）
- 3．その他：
  - ・多核種除去設備は、前処理設備（鉄共沈処理設備、炭酸塩沈殿処理設備）と吸着塔からなり、発生する廃棄物（スラリー、使用済吸着材）は高性能容器（HIC）へ移送する。
  - ・処理量：500m<sup>3</sup>/日（250m<sup>3</sup>/日×2系統） 1系統は予備

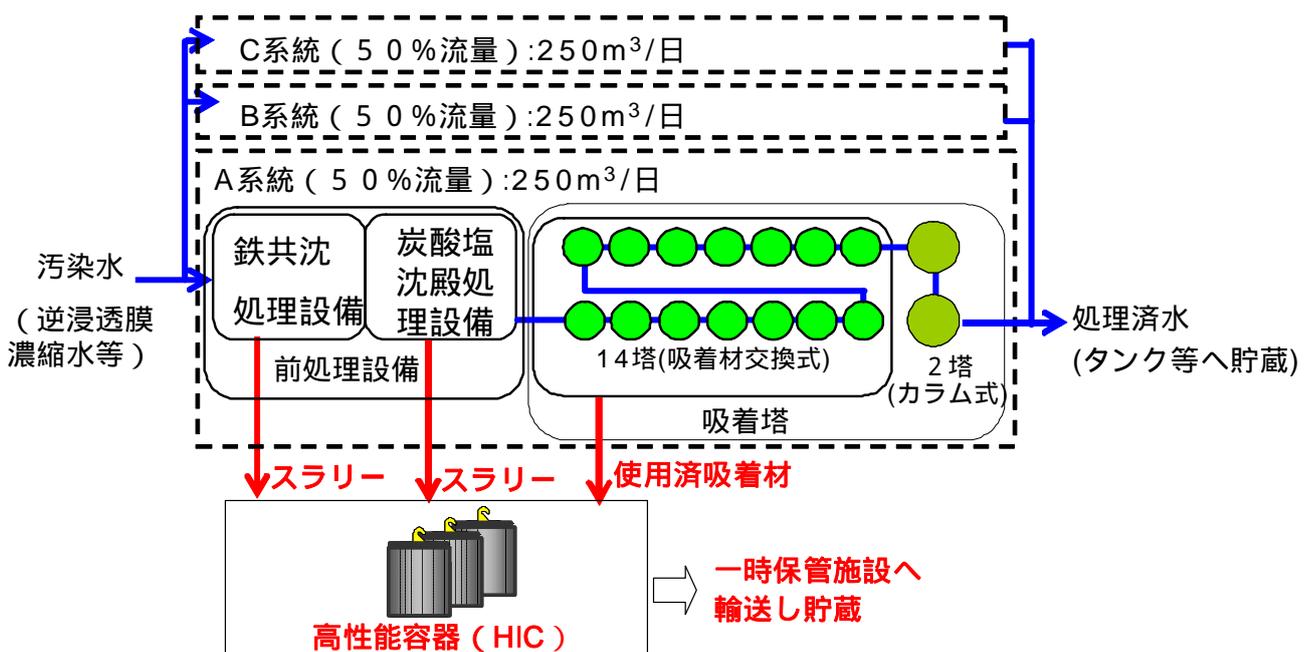


吸着塔（吸着材交換式）



高性能容器（HIC）

# 多核種除去設備（ALPS）



多核種除去設備の系統構成図

# A系除去性能評価の状況

## ■ A系除去性能評価の状況

A系処理済み水における除去性能の評価結果を以下に示す。

- ✓ 除去対象とする62核種の放射能濃度は、**告示濃度限度以下**
- ✓ 処理対象水と比較し、**主要な核種であるSr-90の放射能濃度は、1/100,000,000程度に低減**
- ✓ Co-60、Ru-106(Rh-106)、Sb-125(Te-125m)、I-129については、告示濃度限度以下で検出されたものの、検出限界値「ND値」を大きく上回るものではない「( )内は放射平衡となる核種」
- ✓ 検出された核種については、**除去性能の向上策を検討する**

# A系処理済み水の詳細測定状況

## ■ 除去性能評価結果概要 (A系ホット試験詳細測定結果)

単位: Bq/cm<sup>3</sup>

核種	Cs-134	Cs-137	Co-60	Ru-106	Sb-125	Sr-90	I-129
処理対象水 放射能濃度	検出 3.1E+00	検出 6.3E+00	ND (検出限界値: 6.6E-01)	検出 1.2E+01	検出 2.5E+01	検出 2.9E+04	検出 9.1E-02
A系処理済み水 放射能濃度	ND (検出限界値: 2.8E-04)	ND (検出限界値: 2.8E-04)	検出 7.0E-04 (検出限界値: 1.1E-04)	検出 6.9E-03 (検出限界値: 1.2E-03)	検出 9.8E-04 (検出限界値: 4.0E-04)	ND (検出限界値: 1.5E-04)	検出 6.9E-03 (検出限界値: 9.9E-04)
告示濃度限度	6E-02	9E-02	2E-01	1E-01	8E-01	3E-02	9E-03

測定条件(Cs,Co,Ru,Sb): Ge半導体検出器、2L、40,000秒測定

## (参考) 確証試験 (ラボ試験) にて確認された除去性能

単位: Bq/cm<sup>3</sup>

核種	Cs-134	Cs-137	Co-60	Ru-106	Sb-125	Sr-90	I-129
処理対象水 放射能濃度	検出 1.5E+01	検出 2.0E+01	検出 8.6E-01	検出 3.0E+01	検出 1.0E+02	検出 1.1E+05	検出 5.3E-01
試験装置処理済 み水放射能濃度	ND (検出限界値: 2.9E-04)	ND (検出限界値: 3.6E-04)	ND (検出限界値: 1.8E-04)	ND (検出限界値: 1.2E-03)	ND (検出限界値: 4.0E-04)	ND (検出限界値: 9.7E-05)	ND (検出限界値: 9.8E-04)
告示濃度限度	6E-02	9E-02	2E-01	1E-01	8E-01	3E-02	9E-03

測定条件(Cs,Co,Ru,Sb): Ge半導体検出器、2L、40,000秒測定

# A系設備の運転及び運用面における安全性評価

## ■ A系設備の安全性に関する評価（1 / 2）

➤ ホット試験期間中にこれまで発生した設備トラブルについては、対策を実施することにより、**運転を継続するにあたって問題がないもの**と評価。

➤ HIC交換作業については、これまで安全に取扱いを実施。今後、一時保管施設におけるボックスカルバート内HIC保管状態（漏えいの有無）を確認予定（5/21予定）。

### • H I C 交換実績（5/16現在）

スラリー（鉄共沈）用HIC：計3回交換（表面線量:最大1.7mSv/h）

スラリー（炭酸塩沈殿）用HIC：計13回交換（表面線量：最大1.5mSv/h）

交換作業における個人最大被ばく線量：0.03mSv



釣鐘型輸送用遮へい体

多核種除去設備設置エリア  
「使用前H I Cの収納作業の様子」

（H I Cは釣鐘型輸送用遮へい体内に収容）」



H I C

一時保管施設エリア

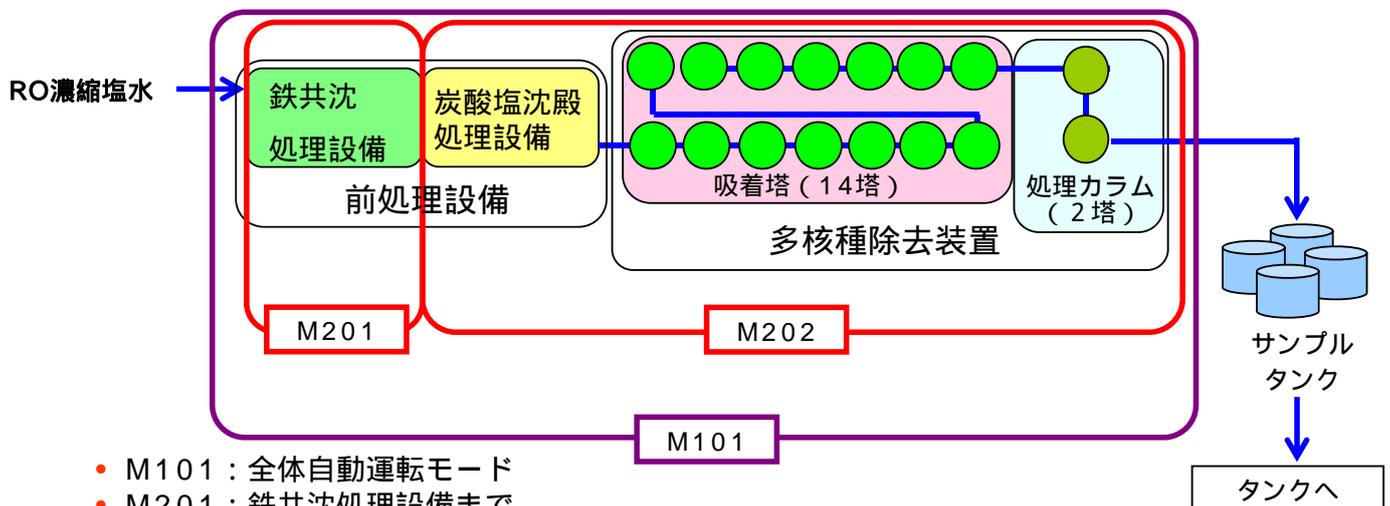
「廃棄物（スラリー）を収容した  
H I Cのクレーン取扱いの様子」

# B系、C系のホット試験確認方法

## ■ B系、C系のホット試験確認方法

A系ホット試験と同様、以下の試験を実施予定。

1. RO濃縮塩水受入試験
2. 系統運転（M201,202）
3. 系統運転（M101）
4. 除去性能確認

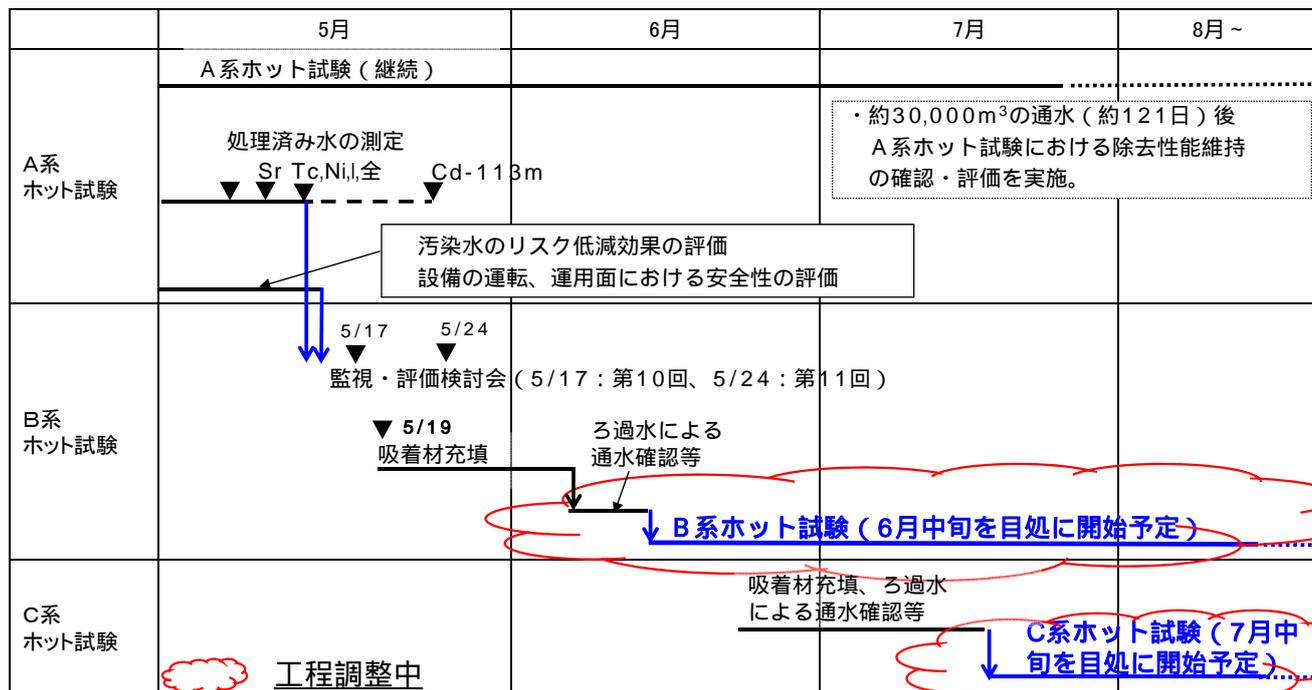


- M101：全体自動運転モード
- M201：鉄共沈処理設備まで
- M202：炭酸塩沈殿処理設備から処理カラムによる処理まで

# B・C系ホット試験までのスケジュール（案）

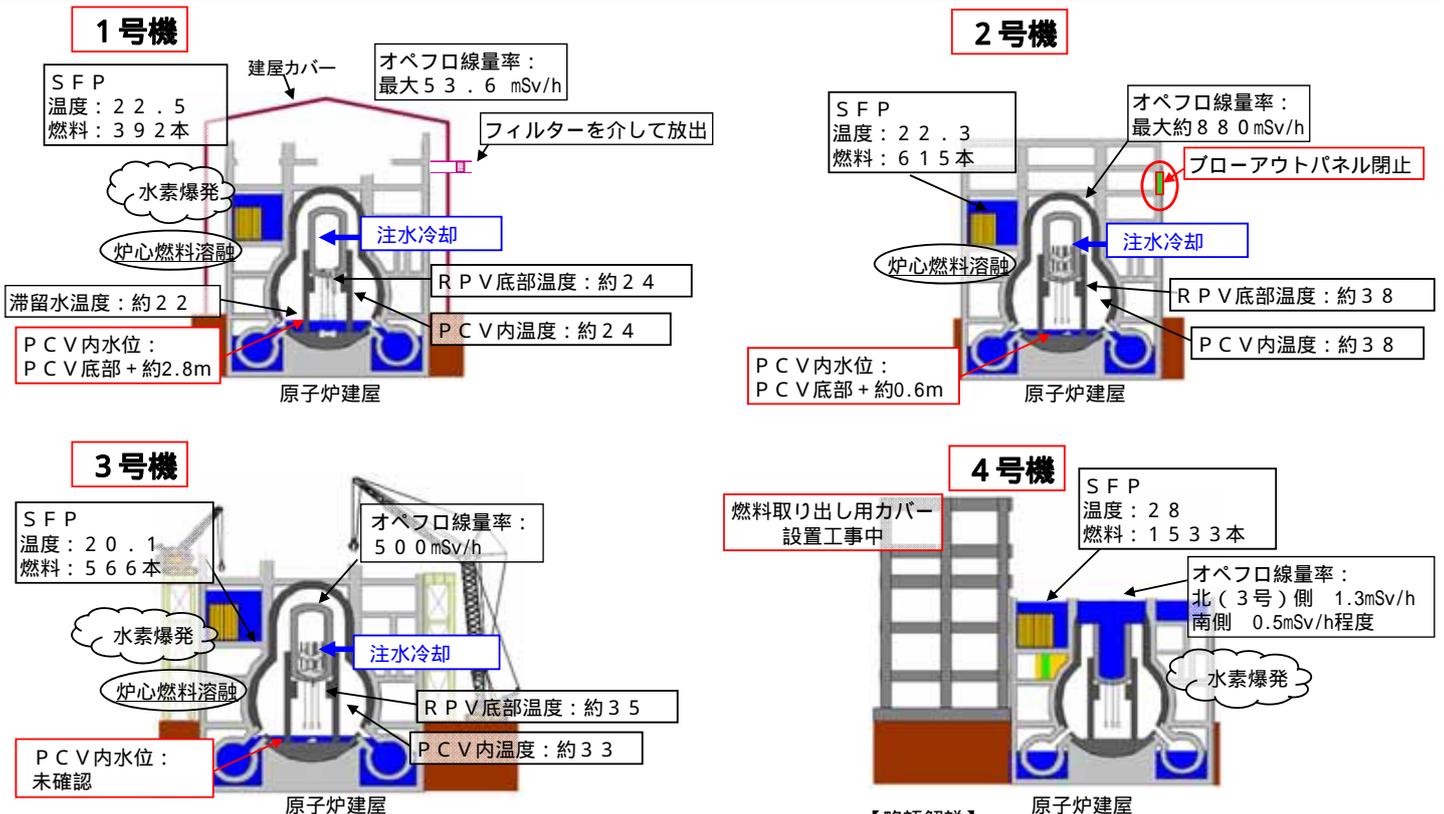
## ■ B・C系ホット試験までのスケジュール（案）

➤ B・C系のホット試験開始前までに、A系ホット試験中に確認された設備改善等が必要な事象（誤操作停止等）への対策を実施する。



# 16. 各号機のプラントデータ

## 各号機のプラントデータ



【略語解説】

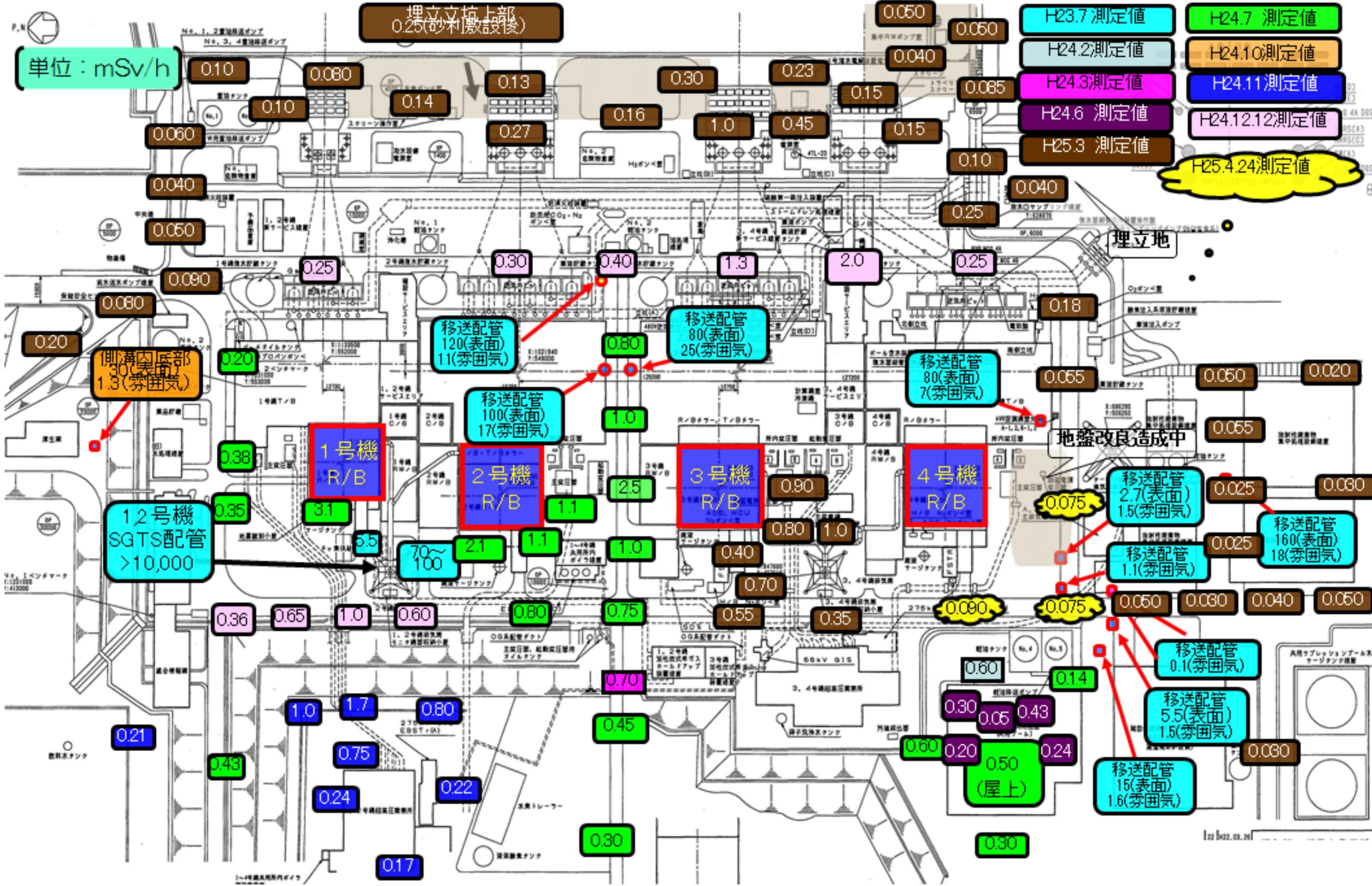
RPV：原子炉压力容器，PCV：原子炉格納容器，SFP：使用済燃料プール

プラント関連パラメータ(温度)は2013年5月22日11:00現在の値

---

## 17. サーベイマップ

# 福島第一サーベイマップ (平成25年4月26日 17:00現在)



---

## 18. 福島第一原子力発電所構内配置図



---

## 19 . 汚染水量低減対応策の課題・成立性

---

## 汚染水量低減対応策の課題・成立性

<評価項目>

汚染水量低減効果 (◎:効果大、○:効果あり、△:効果小)

建屋滞留水漏洩リスク (○:リスクなし、△:リスクあり)

作業環境 (○:低線量、△:1~4号近傍、□:建屋内)

他プロジェクトとの干渉 (○:干渉が少ない、△:調整要、▲:調整困難)

No.	方策案およびその内容	課題・成立性	評価項目				評価
			汚染水量低減効果	建屋滞留水漏洩リスク	作業環境(線量)	他プロジェクトとの干渉	
①	<b>貫通部の止水</b> 地下部で建屋に取り付くトレンチや配管の貫通部からの流入を開口や隙間を塞ぎ抑制する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>流入経路・流入量の予測が困難。</li> <li>作業員がアクセスできる場所に限定される。</li> <li>高線量(高雰囲気線量、高濃度汚染水の存在等)箇所での作業員の被曝低減策が必要。</li> </ul>	○ 効果大	○ リスクなし	△ 1~4号近傍	△ 調整要	◎ <b>地下水の流入抑制が期待できるものであり、他の対応策の実現性が明らかになるまで進めるべき。</b> ・作業員がアクセスできる場所に限られるため、効果が限定される。
②	<b>地下水バイパスの活用</b> 地下水の流れの上流側にあたる建屋の西側に井戸を掘り、建屋側へ流れる地下水を強制的にバイパスさせることで、建屋周辺の地下水位をコントロールする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>建屋から離れた場所での揚水であり、想定通り流入量が低減しないリスクがある。</li> <li>段階的に揚水量を引き上げるため、効果の発現までには時間を要する。</li> <li>地下水位低下に応じて汚染水水位を低下させるためタービン建屋の移送ポンプの深部設置が必要。</li> </ul>	○ 効果あり	△ リスクあり	○ 低線量	○ 干渉少ない	◎ <b>地下水流入の一定程度抑制効果あり、進めるべき。</b>
③	<b>サブドレンの活用(中間水位運用)</b> 建屋近傍にある井戸から地下水を汲み上げて建屋周辺の地下水位を下げる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>高線量エリアかつ他工事との干渉がある中でのサブドレンの復旧・増設</li> <li>建屋汚染水の漏洩を防ぐための地下水位と汚染水水位の確実な管理</li> <li>サブドレン中の放射能濃度によっては、稼働できない可能性がある。</li> </ul>	○ 効果あり	△ リスクあり	△ 1~4号近傍	△ 調整要	◎ <b>地下水流入の相当量の抑制効果あり、進めるべき。</b> ・比較的短時間で稼働させることが可能。 ・建屋周辺の地下水位を効果的に管理できる唯一の方法。 ・サブドレン中の放射能濃度によっては、稼働できない可能性がある。
	<b>サブドレンの活用(100%運用)</b> 建屋近傍にある井戸から地下水を汲み上げて建屋周辺の地下水位を下げる。格納容器からの冷却水漏えいの補修後、建屋からの汚染水の漏えいリスクが低減した時点で100%運用により、震災前と同様に地下水の流入を完全に抑制出来る。	<ul style="list-style-type: none"> <li>格納容器止水及び格納容器内冷却水循環が完成している必要がある。</li> <li>原子炉建屋、タービン建屋のドライアップが完成している必要がある。</li> <li>サブドレン中の放射能濃度によっては、稼働できない可能性がある。</li> </ul>	◎ 効果大	○ リスクなし	△ 1~4号近傍	△ 調整要	
④	<b>建屋間ギャップの止水</b> 隣り合わせた建屋の地下外壁は50mm程度の間隔を空けて(ギャップと呼ぶ)配置されており、建屋間を貫通する配管が集中するため、ギャップを止水しギャップへの地下水流入を抑制する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>高線量エリアでの作業員の被曝低減策の実施</li> <li>地中構造物等の障害物がある中での工事の実施</li> <li>燃料取り出し作業等の他工事との干渉</li> <li>ギャップ内の地下水位のみが低下するためキャップ内への汚染水の漏えいの可能性有り。</li> </ul>	○ 効果あり	△ リスクあり	△ 1~4号近傍	△ 調整要	○ <b>継続検討の必要あり。</b>
⑤	<b>陸側遮水壁</b> 建屋周囲に、スラリー壁、凍結工法、地盤改良等により遮水壁を設置することにより、山側から建屋に向かう地下水流を抑制し、建屋近傍の地下水位を低下させる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸側遮水壁では、建屋周辺の地下水位低下量のコントロールが困難。</li> <li>特に施工法によっては施工期間中の水位低下予測が困難。</li> <li>建屋付近に設置の場合、高線量下の作業員の被曝低減対策が必要</li> <li>建屋付近に設置の場合、地中構造物等への対応が必要。</li> <li>特に、汚染水が滞留する海側トレンチ部への設置工法の検討が必要</li> <li>地下水位低下で、建屋内汚染水水位との水位差が小さくなり、汚染水の流出リスクが高くなる。</li> <li>地下水位の低下に応じた、汚染水水位コントロールが必要。</li> <li>遮水壁設置範囲、フェイス等、降雨による影響の検討が必要</li> <li>排水ポンプの設置、リチャージ井戸の設置等、遮水壁設置範囲内の地下水位コントロールの検討が必要</li> </ul>	◎~○ 効果あり	△ リスクあり	○~△	△ 調整要	◎ <b>地下水流入の相当量の抑制効果が期待できるので、施工に向けた具体的検討を開始すべき。</b> ・建屋内の汚染水の流出防止のため、地下水位及び汚染水位の管理が必要不可欠であり、水位の把握と共に、建屋周辺で地下水を供給、排出できる設備が必要。
⑥	<b>原子炉建屋内の汚染水水位制御</b> 原子炉建屋とタービン建屋等の建屋間の汚染水の流動を止め、原子炉建屋内の汚染水水位と地下水位との差を小さくして原子炉建屋への地下水流入量を低減する。建屋周辺地下水位はT/B側に比較して山側にあるR/B側が高い状態にあり、R/Bを積極的に水位制御し、水位差を低減することにより地下水の流入を抑制する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋内への汚染水移送ポンプの設置が必要</li> <li>地下水位と建屋内の汚染水位との水位差を小さくすることにより、汚染水の流出リスクが高くなる。</li> <li>地下水位及び建屋内汚染水水位のコントロールが重要。</li> </ul>	○ 効果あり	△ リスクあり	□ 建屋内	△ 調整要	○ <b>継続検討の必要あり。</b>
⑦	<b>トラス室グラウト充填</b> トラス室(原子炉建屋地下階の格納容器一部であるトラスが設置されている部屋)にモルタル、水ガラス等のグラウト材を注入・固化し、トラス室の充填及び貫通部等を閉塞することにより、原子炉建屋への地下水流入量を低減する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>格納容器内冷却循環が完成している必要有り。</li> <li>格納容器からの冷却水の流入、地下水の流入に対して下流側からの確実な閉塞技術の確立が必要である。</li> <li>配管、機器等が設置してある空間を隙間無く充填できるか検討が必要</li> <li>充填前に、トラス室内に燃料デブリが無い確認が必要</li> <li>燃料デブリ取り出し作業におけるトラス室の活用等を考慮する必要有り。</li> </ul>	○ 効果あり	○ リスクなし	□ 建屋内	△ 調整要	○ <b>継続検討の必要あり。</b>
⑧	<b>タービン建屋地下部コンクリート充填</b> タービン建屋地下階にコンクリートを充填することにより、タービン建屋への地下水流入量を低減する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋等内の汚染水のタービン建屋への流入が無いこと。</li> <li>タービン建屋内の全汚染水の移送が必要</li> <li>配管、機器等が設置してある空間を隙間無く充填できるか検討が必要</li> </ul>	○ 効果あり	○ リスクなし	□ 建屋内	△ 調整要	○ <b>継続検討の必要あり。</b>

汚染水量低減対応策の課題・成立性

No.	方策案およびその内容	課題・成立性	評価項目				評価
			汚染水量低減効果	建屋滞留水漏洩リスク	作業環境(線量)	他プロジェクトとの干渉	
⑨	タービン建屋地下部の汚染水の高吸水ポリマーによる吸水・保持 タービン建屋地下階の汚染水をポリマーにより吸水・保持することで、タービン建屋への地下水流入量を低減する。 地下水が流入したとしても、流入した水はトリチウムを含まないため放射性物質の除去が可能。	・原子炉建屋等内の汚染水のタービン建屋への流入が無いこと。 ・配管、ダクト等、既存設備内部の水を完全に吸水することができるか確認が必要。 ・地下水流入の止水能力の確認が必要 ・吸水した汚染水の経年等による溶出可能性について確認が必要 ・最終的な吸水したポリマーの回収、処理・処分技術の検討が必要	検討要	検討要	□ 建屋内	△ 調整要	○継続検討の必要あり。
⑩	格納容器内燃料デブリの空冷方式の採用 現在、1～3号機の原子炉内あるいは格納容器内に存在する燃料デブリについては、注水による水冷方式にて熱除去しているが、将来的に崩壊熱が小さくなった際には、注水ではなく空気による冷却を行うことで、冷却水(汚染水)の発生を抑制する。 燃料デブリからの放射性物質の追加がなくなることで、汚染水(流入した地下水)の放射能レベルの低減が見込める。	・燃料デブリの崩壊熱が小さくならないと困難 ・燃料デブリを空冷により、満遍なく確実に冷却できるシステムの確立が必要	△ 効果小	○ リスクなし	□ 建屋内	△ 調整要	×冷却水は、循環再利用されるため、汚染水量低減の効果は小さい。
⑪	建屋下部の凍土化 凍結バリアに加えて建屋下部も凍土化する。	成立性の検討が必要	△ 効果小	△ リスクあり	○～△	▲ 調整困難	○継続検討の必要あり。