

2 / 1 3 の地震に伴うタンクへの影響について

2021年 3月9日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 2月13日午後11時8分に発生した地震（水平：235.1ガル、鉛直：116.5ガル）による1F構内のタンクの調査（漏えい・滑動確認及び連結管点検）を実施。
 - 1F構内で運用しているタンク（約1,900基）について、漏えい確認を実施済。
Fエリアタンク(フランジ型)の2基について、漏えいを確認。
 - ✓ 漏えいを確認したタンクは、漏えい箇所以下まで水位を低下させており、現在は漏えいが停止している。また、当該タンクの運用を休止している。
 - 1F構内で運用しているタンク（約1,900基）の内、約1,700基について、タンクの滑動確認を実施済。中低濃度タンク及びFエリアタンクの56基について、タンクの滑動を確認。（約200基については、調査を継続中。）
 - タンクの滑動を確認したタンクに連結されている連結管について調査した結果、中低濃度タンク（Dエリア）の12箇所について、メーカー推奨変位値を超える連結管を確認。（他エリアの連結管については、調査を継続中。）
 - ✓ メーカー推奨変位値を超える連結管については、連結弁を「閉」とし、運用を休止している。
- 今後、詳細点検を計画し、実施していく。
 - 詳細点検の内容については、現在検討中。

1-1. タンク影響確認状況（中低濃度タンク）

- 2月13日午後11時8分に発生した地震（（水平）235.1ガル（垂直）116.5ガル）による1F構内のタンクへの影響確認結果。

【中低濃度タンク】

※1：メーカー推奨変位値を超えた箇所数

タンク名称	種類	基数 (基)	漏えい確認 (基)	滑動確認 (基)	連結管確認※1 (箇所)	詳細 点検
ALPS処理済水 タンク	溶接	1,013	調査済：1,013 結果：0	調査済：1,013 結果：37	調査済：0 結果：0	点検 項目 精査中
Sr処理水 タンク	溶接	24	調査済：24 結果：0	調査済：24 結果：9	調査済：22 結果：9	
RO処理水 タンク	溶接	12	調査済：12 結果：0	調査済：12 結果：2	調査済：13 結果：3	
濃縮塩水 タンク	ワナジ	2	調査済：2 結果：0	調査済：2 結果：0	調査済：－ 結果：－	
濃縮廃液 タンク	溶接	13	調査済：13 結果：0	調査済：13 結果：2	調査済：10 結果：0	
ALPSサンプル タンク	溶接 ワナジ	6 4	調査済：10 結果：0	調査済：10 結果：3	連結管無し	
合計	－	1,074	調査済：1,074 結果：0	調査済：1,074 結果：53	調査済：45 結果：12	

Dエリアについては、エリア全体の滑動が大きかったことから滑動していないタンクに連結されている連結管についても調査を実施。

1-2. タンク影響確認状況（その他タンク（Fエリアタンク含む））

【その他のタンク】

※1：メーカー推奨変位値を超えた箇所数

系統名称	種類	基数 (基)	漏えい確認 (基)	滑動確認 (基)	連結管確認※1 (箇所)	詳細 点検
Fエリア	溶接型	30	調査済：30 結果：0	調査済：30 結果：3	連結管無し	点検 項目 精査中
	フランジ型	32	調査済：32 結果：2	調査済：32 結果：0	調査済：－ 結果：－	
その他タンク	－	約740	調査済：約740 結果：0	調査済：約560 結果：0	調査済：－ 結果：－	
合計		約800	調査済：約800 結果：2	調査済：約620 結果：3	調査済：－ 結果：－	

2. 中低濃度タンクの影響確認結果

- 中低濃度タンク（1,074基）について調査した結果、漏えいが無い事を確認
- 53基のタンクで滑動が確認され、最大19cmの滑動量を確認。
- Dエリアタンクの連結管に、メーカ推奨変位値を超過するものを12箇所確認
（その他エリアについては、調査中。目視で有意な変位が無い事は確認済。）
- 移送配管については、ポリエチレン管（PE管）を採用しており、材料の可撓性により耐震性を確保している。（目視で有意な変位・漏えいが無い事は確認済）

エリア	基数 (基)	タンク滑動			連結管 メーカ推 奨変位 値超過 箇所
		有無	基数(基)	最大滑 動量 (mm)	
B	37	有	6	50	調査中
D	41	有	13	190	12
H1	63	有	7	30	調査中
H4S	51	有	1	40	調査中
H4N	35	有	13	90	調査中
J4	35	有	3	30	調査中
J5	35	有	7	30	調査中
サンプルタンク	10	有	3	50	—
その他	767	無	0	—	—
合計	1074		53		12


3-1. 中低濃度タンクの応急処置状況について

- ALPS処理済水タンクの受入中は連結弁を「開」として、運用するが満水になった際に連結弁を「閉」とし、連結管破断時の影響を最小限に抑える運用としている。
- 現状、汚染水（RO処理水・Sr処理水・ALPS処理済水）の受払いのため連結弁を常時「開」として運用しているエリアは下記の通り。

2021.3.8時点

	貯留水	連結貯留量	連結数	堰内想定漏えい容量※
Dエリア	RO処理水（淡水）	約2,000m ³	4/12	2,140m ³
H8-Aエリア	RO濃縮水	約4,000m ³	5/ 5	1,100m ³
G1エリア	ALPS処理済水	約38,000m ³	39/66	4,480m ³
G4南エリア	ALPS処理済水	約26,000m ³	26/26	1,770m ³

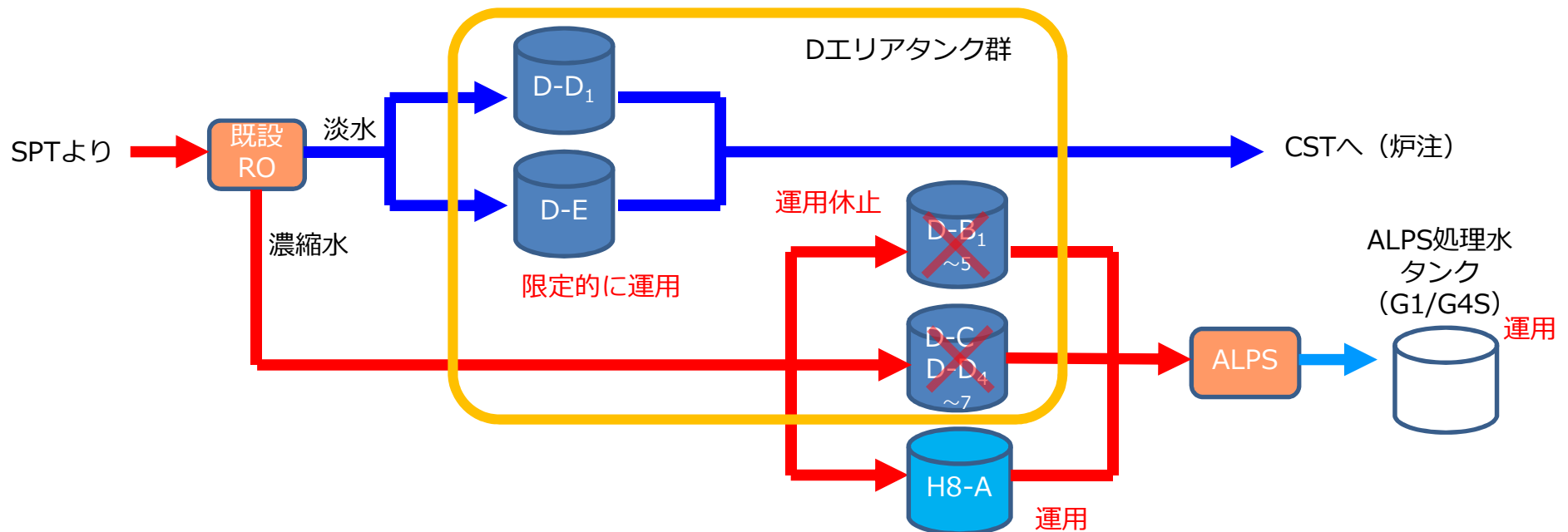
※堰内想定漏えい量：堰内に20cmの雨水が貯留している場合にタンクからの漏えいを受入れる事の出来る容量
 堰内想定漏えい量 = (堰底面積 - タンク専有面積) × (堰高さ - 20cm)

当面の対応  ・Dエリアについては、他のエリアと比べ滑動量が大きい。ただし、原子炉注水に必要なタンクである為、当面の間、堰内容量（2,140m³）以内の連結で運用を実施。
・それ以外のタンク群については、地震による滑動量が少なく、連結管の変位値が許容値以内であり、汚染水処理を継続するため引き続き連結弁を開として運用を実施。

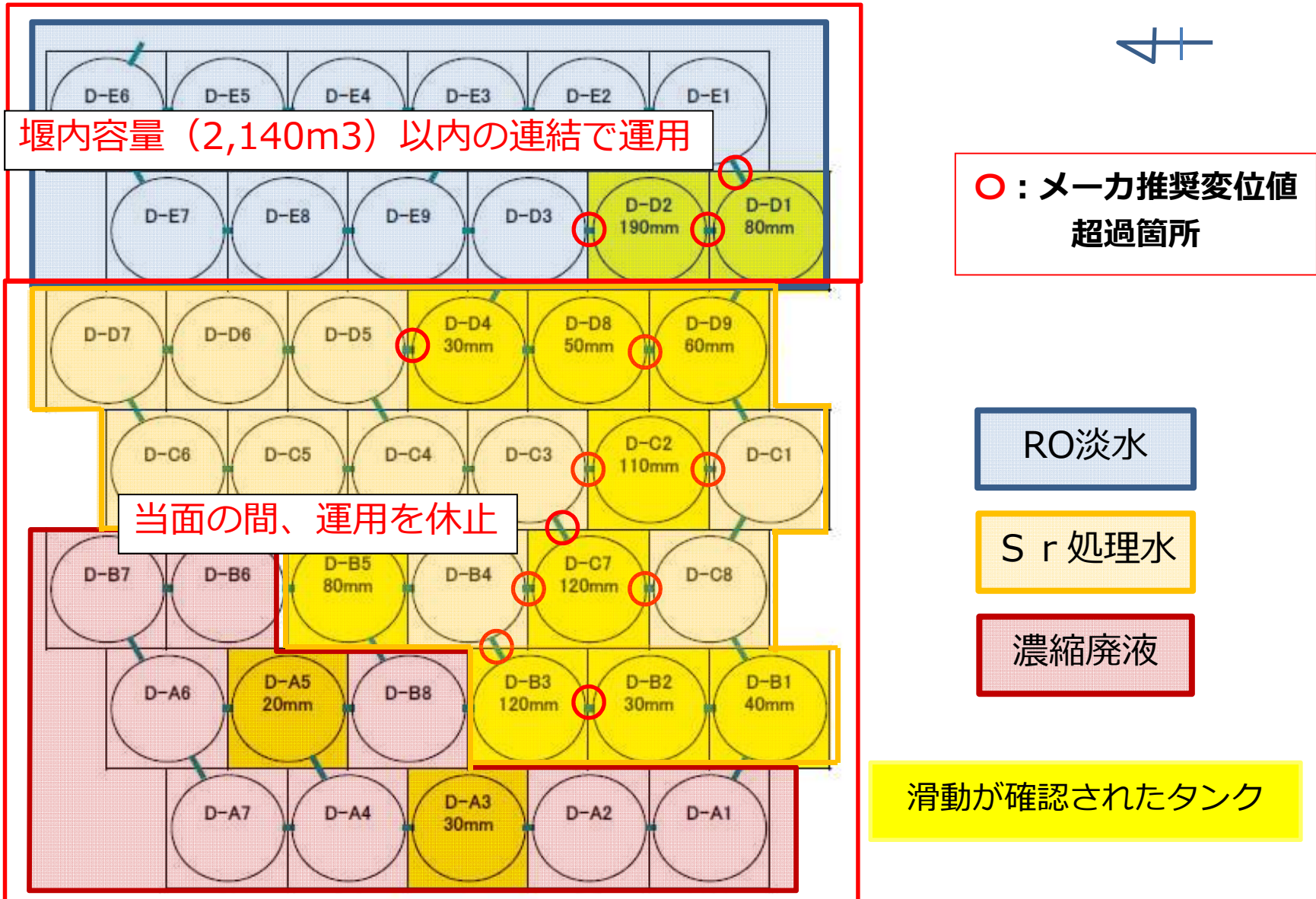
3-2. 中低濃度タンクの応急処置状況について (Dエリア)

- RO処理水 (淡水) タンク (D-D1,E群) (役割) 炉注水用のRO処理水 (淡水) を貯留 (今後の運転) 同様な機能を持つタンク群がなく、**限定的に当該エリアにて運用を継続***
- Sr処理水 (濃縮水) タンク (D-B1~5,C,D4~7群) (役割) ALPSで処理する前のSr処理水を貯留 (今後の運転) 同様な機能を持つH8-A群タンクにて運用 **当該エリアは運用休止**
- 濃縮廃液タンク (D-A,B6~8群) (役割) 震災直後の濃縮塩水を蒸発濃縮装置で分離した濃縮廃液を貯留 (今後の運転) 地震前から連結弁を「閉」運用

※影響がないと確認できたタンク (D-D2除く) のみを限定的に活用し、堰内容量 (2,140m³) 以内の連結で運用



3-2. 中低濃度タンクの応急処置状況について (Dエリア)



■ Sr処理水 (RO濃縮水) タンク (H8-Aエリアタンク群)

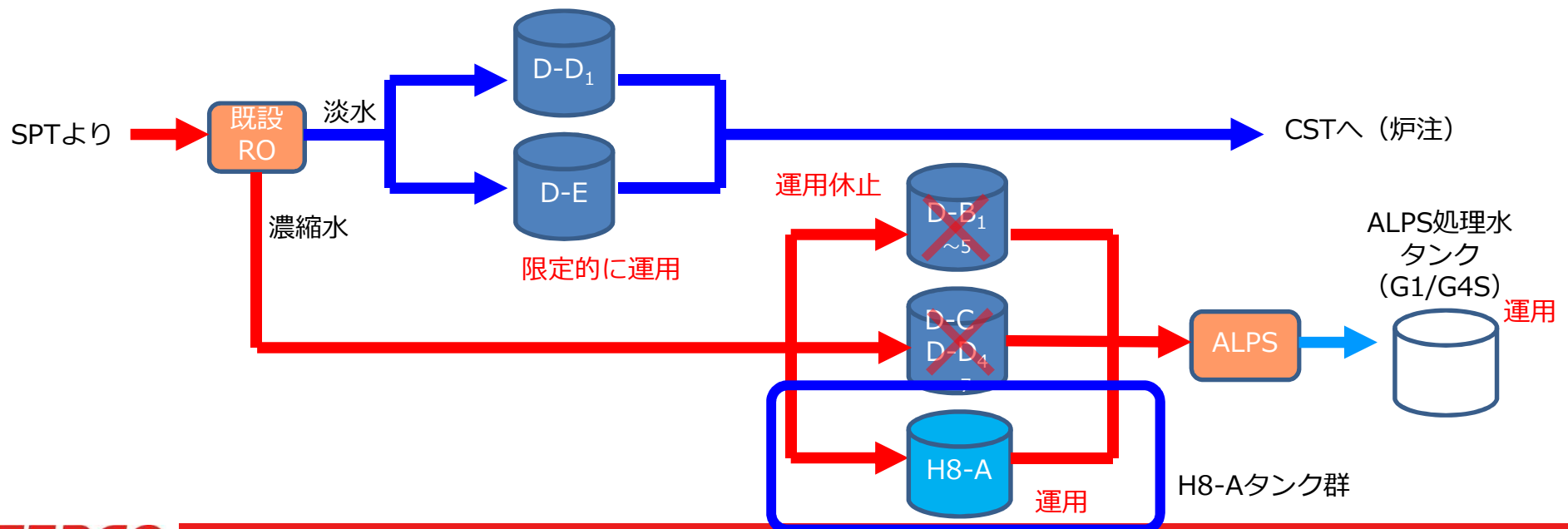
(今後の運転) Dエリアで運用休止としているため、H8-A群タンクにて運用を行う。

【運用継続の必要性】

- ALPSで処理する前のSr処理水 (ROの濃縮水) を受け入れるタンク群は現状H8-A群しかなく、当該エリアの運用が出来ない場合は、汚染水処理装置が全停 (淡水の生成が不可) となる。
- 堰内容量 (1,100m³) 内での運用を行う場合、タンク1基で運用することとなり、各汚染水処理装置の処理バランスを考慮すると、運転が困難となる。また、ALPSが停止した場合、短時間で汚染水処理装置が全停 (淡水の生成が不可) となる。

【リスク低減対策】

- H8-A群タンクについては、5基連結した状態で運用する事とするが、地震時の連結管破断に備え、堰内に移送ポンプ等を準備し、移送が可能な設備構成と体制の構築を図る。

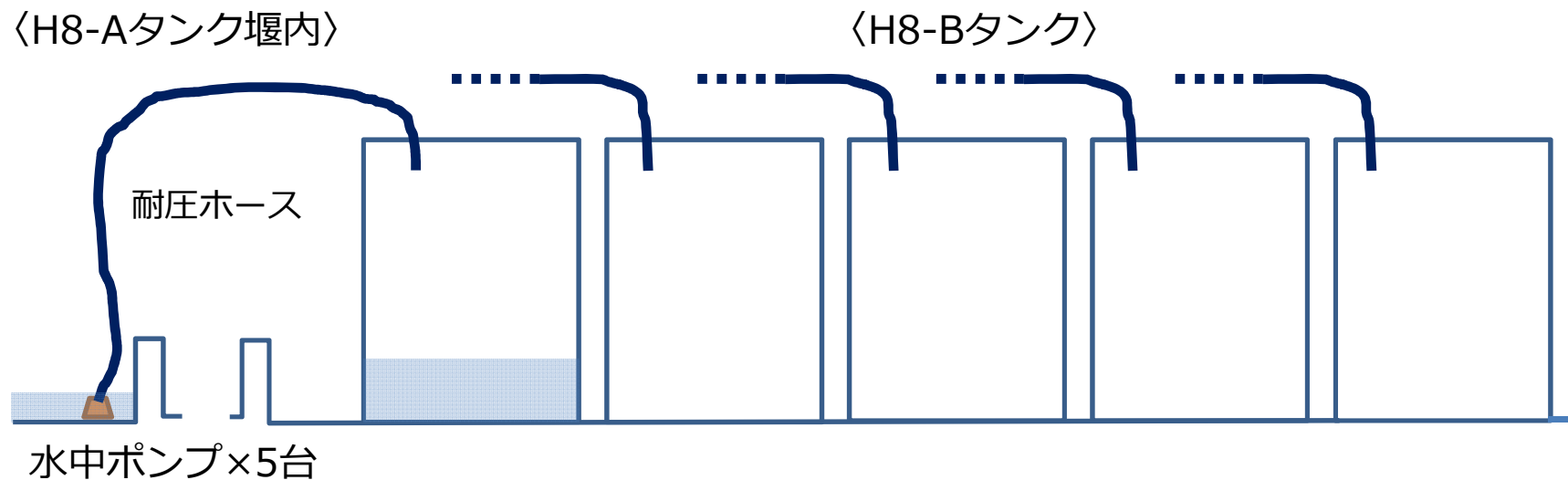


- ・ H8-Aタンクについては、5基連結した状態で運用する事とするが、地震時の連結管破断に備え、堰内に移送ポンプ等を準備し、H8-Bタンクに移送が可能な設備構成と体制の構築を図る。

移送能力	177.5m ³ /h (35.5m ³ /h×5台) ^{※1}
受入可能容量	5,000m ³ (1,000m ³ ×5基) ^{※2}

※1 現場にて確保可能な容量。なお、連結管に直径5cm程度の穴が生じた場合の漏えい量は約100m³/hとなる。

※2 5基分が全量漏れた場合においても受け入れ可能な容量。



3/9現在、1系統の設置完了。3月末までに5系統全て設置予定。

■ ALPS処理済水タンク (G1/G4Sエリアタンク群)

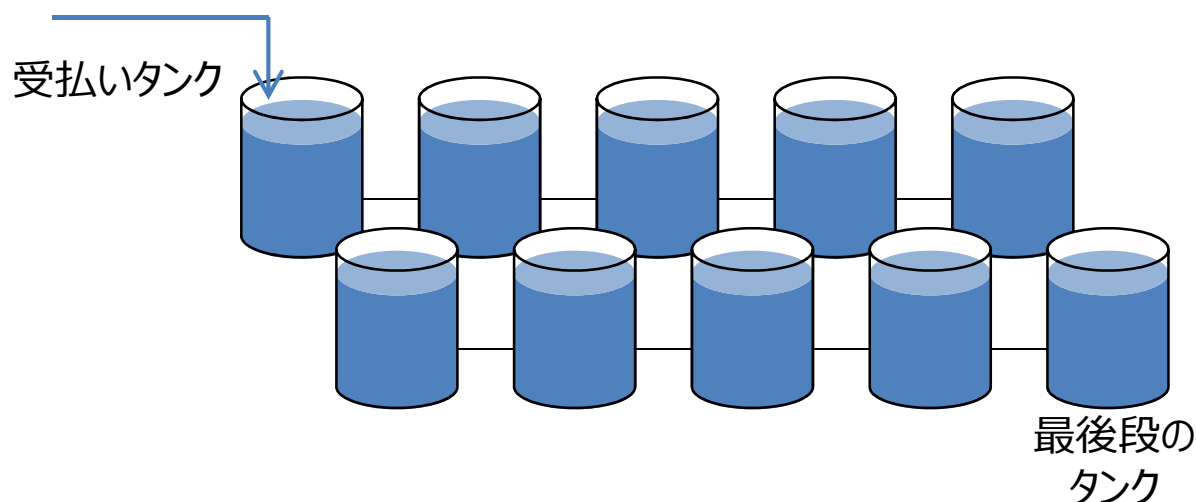
(今後の運転) ALPS処理済水タンクは、受入中は連結弁を「開」運用とするが、満水になった際に連結弁を「閉」とする。連結管破断時の影響を最小限に抑える運用としている。

【運用継続の必要性】

- ALPS処理済水タンクは、受払いタンクで受入れ、後段のタンクには、連結管を介して受入れる運用としている。タンク群は、約10基連結しており、堰容量 (4,480m³/1,770m³) 以内での運用 (受け入れ継続) は困難である。

【リスク低減対策】

- 現状の運用通り、満水になった際に速やかに連結弁を「閉」とする運用を継続する。
- 地震発生時 (震度5弱以上) 連結管を「開」として運用しているタンクについて、優先的にパトロールを行い、漏えいが確認された場合、速やかに連結弁を「閉」とする。
- また、作業により連結弁を「開」とする場合は、地震による連結管破断時の影響を踏まえ出来るだけ短い作業時間となる様に検討を行う。



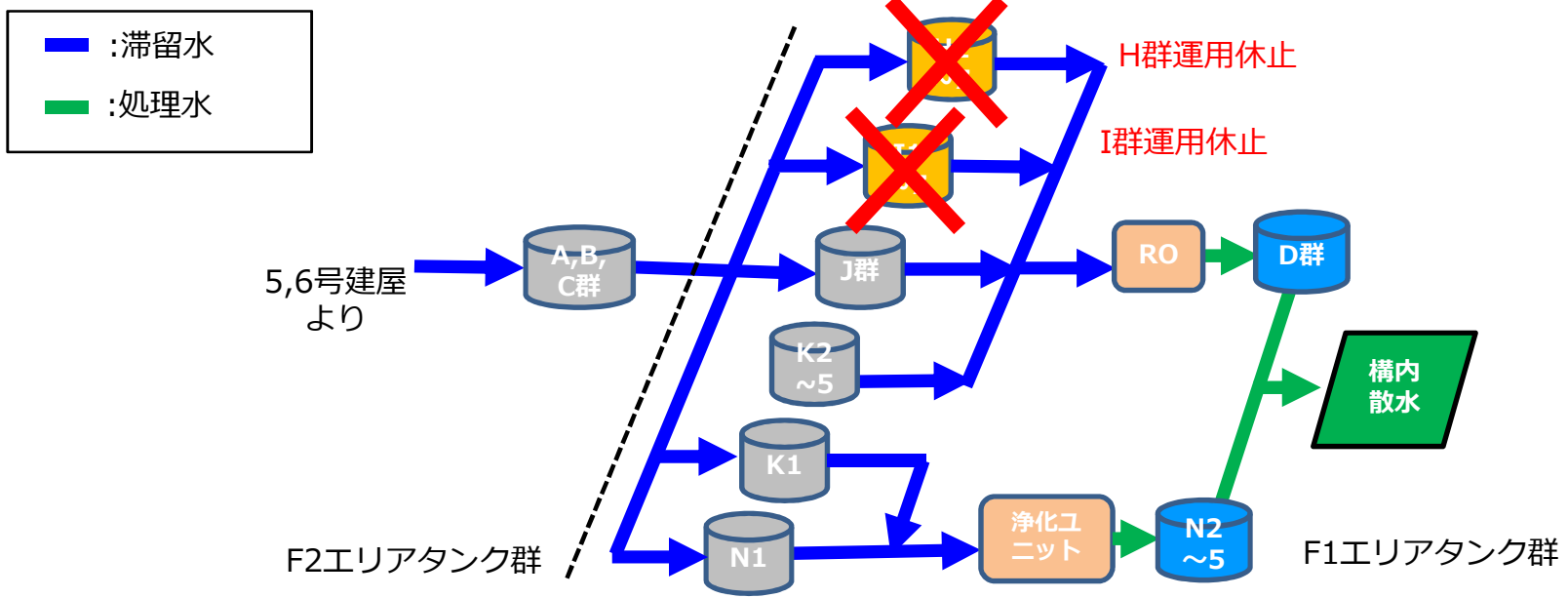
- Fエリアタンク（62基）について調査した結果、2基(H3・I7タンク)で漏えいがある事を確認（漏えい箇所以下まで水位を低下させており、現在は漏えいが停止している状況）
- 3基（N2・N3・N4タンク）のタンクで滑動が確認され、最大3.5cmの滑動量を確認。
- 移送配管については、ポリエチレン管（PE管）を採用しており、材料の可撓性により耐震性を確保している。（目視で有意な変位・漏えいが無い事は確認済）

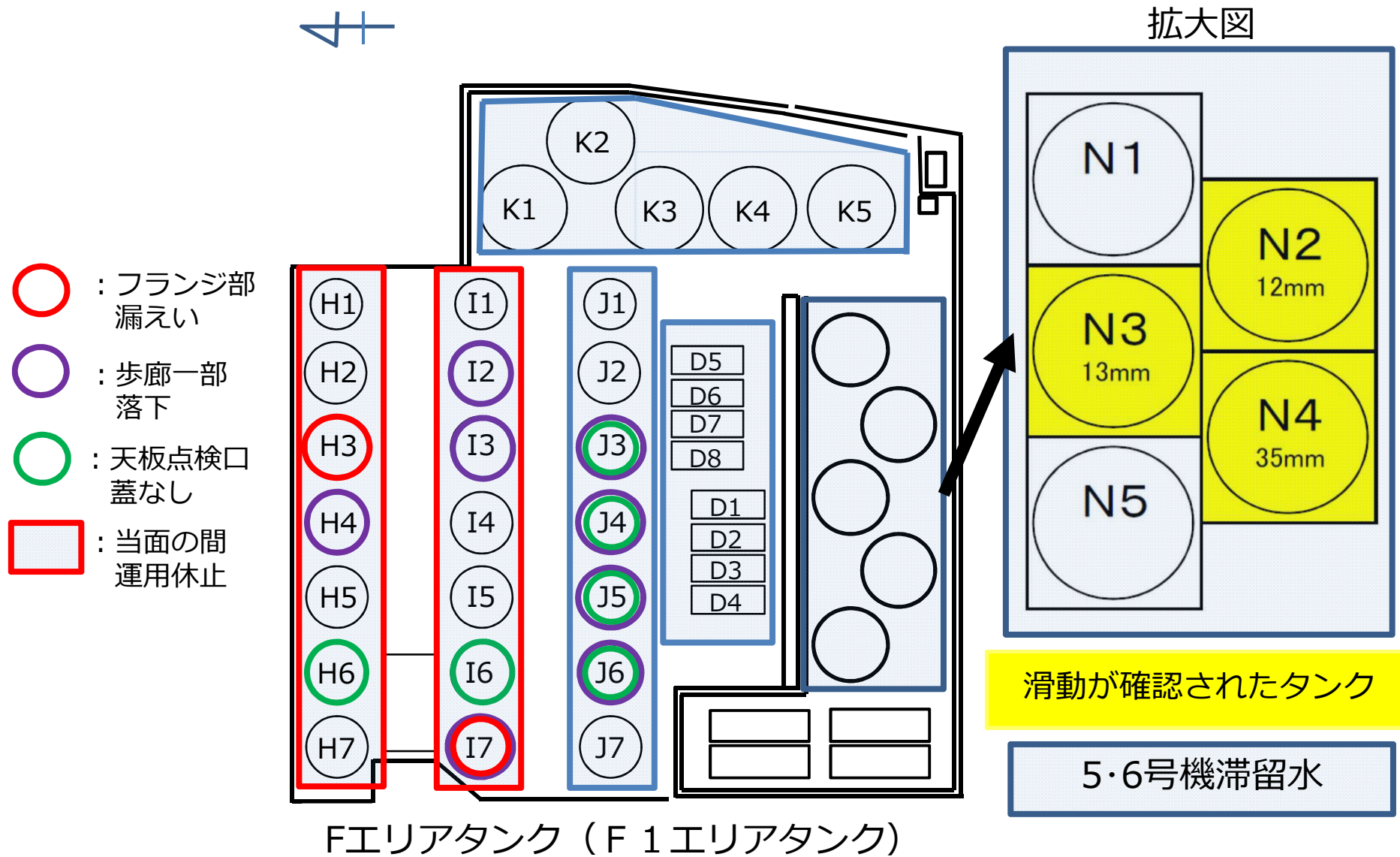
エリア	基数 (基)	タンク滑動			連結管メーカー 推奨変位値 超過箇所
		有無	基数 (基)	最大滑動量 (mm)	
F1	39	有	3	35	連結管無し
F2	23	無	0	-	-
合計	62		3		

【その他の確認項目】

- フランジタンク8基（H4・I2・I3・I7・J3・J4・J5・J6タンク）に歩廊の一部が落下していることを確認。立入禁止処置を実施済み。
- フランジタンク6基（H6・I6・J3・J4・J5・J6タンク）に天板点検口の蓋が無いことを確認。（タンク内へ落下と推定）
開口部となった箇所に開口部養生を実施済み。
- 上記恒久対策については、現在検討中。

<ul style="list-style-type: none"> ■ 滞留水受入タンク (A,B,C群) 	<p>(役割) 5・6号機滞留水を受入, 払出 (今後の運転) 運用継続</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 滞留水貯留タンク (H,I,J,K群) 	<p>(役割) 5・6号機滞留水及びRO濃縮水を貯留 (今後の運転) H3,I7タンクフランジ部漏えいにつきH,I群の運用休止 (J,K群にて運用が可能のため、影響無し)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 滞留水中間タンク (N群) 	<p>(役割) 5・6号機滞留水を貯留 (N1) 浄化ユニット処理水を貯留 (N2~N5) (今後の運転) 運用継続</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ 滞留水貯留タンク (D群) 	<p>(役割) 5・6号機RO処理水を貯留 (今後の運転) 運用継続</p>





6. 今後のタンク点検スケジュール

- 漏えい確認は、1 F 構内のタンク（約1,900基）全てについて実施済。
- 滑動確認は、約1,700基実施しており、残りの約200基については、調査を継続中。
- 連結管確認については、現状Dエリアを実施しており、他エリアについては今後調査を実施していく。なお、目視にてDエリア程の有意な変位は確認されていないが、詳細は保温材等を取り外して、変位量を計測していく。
- 詳細点検の内容については、現在検討中であるが、今後計画し、実施していく。

■ : 予定 ■ : 実績

タンク種類	2月	3月	4月	5月
【中低濃度タンク】				
漏えい確認	■			
滑動確認	■			
連結管確認 (詳細計測)	■	■		
詳細点検検討・実施		■	■	■ ※1
【その他タンク】				
漏えい確認	■			
滑動確認	■	■		
連結管確認			■	
詳細点検検討・実施		■	■	■ ※1

対象タンクがあれば、適宜実施

※1：点検内容により期間を決定

■ 設置時のタンク滑動量評価

◆ 耐震 B クラス機器の設計震度に対する評価

水平方向の設計震度 (0.36) と比較して、鋼材とコンクリートの摩擦係数 (0.4) およびコンクリートと地盤の摩擦係数 (0.46) の方が大きいことから、耐震 B クラス機器に対する設計震度ではタンクは滑動しないと評価していた。

◆ 基準地震動Ssに対する評価 (参考で実施)

地震加速度と摩擦係数との関係に基づき、変位差を積算することで滑動量を評価し、基準地震動Ssでの滑動量は 57.5mm と評価していた。

■ 今回の地震による最大滑動量が評価値を超えたことに対して

◆ 一部のタンクにおいて、滑動量が上記の評価値を超えた原因について検討を進める。

- 耐震重要度分類は、「原子力発電所耐震設計技術規程」に以下のとおり規定されている。

JEAC4601-2008より抜粋

2.1 機能上の分類

耐震設計の目的を合理的に達成するために、各施設を安全上の観点からSクラス、Bクラス、Cクラスに分類する。

Sクラス：自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの、並びにこれらの事故発生の際に外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響の大きいもの

Bクラス：上記において、影響が比較的小さいもの

Cクラス：Sクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいもの

■ 耐震クラス別施設

JEAC4601-2008より抜粋

各耐震クラスの機能上の分類によるクラス別施設は、以下のとおりとする。

(1) Sクラスの施設

- a. 「原子炉冷却材圧力バウンダリ」（軽水炉についての安全設計に関する審査指針について記載されている定義（同じ。）を構成する機器・配管系
- b. 使用済燃料を貯蔵するための施設
- c. 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設
- d. 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- e. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- f. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設
- g. 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設で上記 f. 以外の施設

(2) Bクラスの施設

- a. 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一時冷却材を内蔵しているか又は内蔵しうる施設
- b. 放射性廃棄物を内蔵している施設。ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損による公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。
- c. 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射性被ばくを与える可能性のある施設
- d. 使用済燃料を冷却するための施設
- e. 放射性物質の放出に伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設

(3) Cクラスの施設

上記 Sクラス、Bクラスに属さない施設

✓ Bクラスとした考え方：

- 汚染水処理設備等を構成する機器のうち放射性物質を内包するものは、Bクラス相当の設備と考えられる。
- 円筒型タンク（1,000m³）については、比較的大容量であること、設置基数が多いこと、RO濃縮水を貯留していることから、タンク設置時に基準地震動Ssに対する評価を参考で実施している。

- 2/13地震時、Dエリアは他エリアと比較して特異的に大きな滑動量が確認されている。今後、下記の観点から要因分析を実施していく。
 - 現状整理
 - タンク構造の違い（型式、施工方法、施工年代）
 - 地盤改良、基礎構造の違い
 - 堰内塗装、シール施工（基礎コンクリートとタンク間のシール）の違い
 - 連結管の違い・開閉状態
 - 原地形・地盤条件の違い
 - 解析検討（地下深部での観測地震波から地表面の地震動レベルを想定 等）

		2月	3月	4月	5月	6月
現状整理			■			
解析検討	地盤条件・パラメータの整理		■			
	剥ぎ取り波の検討		■			
	剥ぎ取り波による地表面地震動レベルの想定			■		
要因分析※			■			■ ■ ■ ■ ■

※ 現状整理、解析検討の結果を踏まえつつ、並行して要因分析を進めていく。状況に応じて、解析検討等は再実施する。