

女川原子力発電所2号炉 使用済燃料貯蔵槽における 燃料損傷防止対策の有効性評価について

平成30年5月17日
東北電力株式会社

1. はじめに
 2. 前回ご説明からの変更点
 3. 審査会合での指摘事項に対する回答
- (参考) 想定事故1・2の特徴と主な対策

1. はじめに

- 第537回審査会合(平成29年12月26日)において、燃料プール周辺の線量率上昇を考慮した対策について検討するようご指摘をいただいている
- 評価条件の不確かさの影響評価を踏まえ、スロッシング発生時における燃料プール周辺の線量率上昇時等でも確実な対応が可能となるよう、燃料プール代替注水系(常設配管)についても重大事故等対処設備に位置付ける見直しを実施した

2. 前のご説明からの変更点

- 基準地震動の変更および追加にともなうスロッシングの再評価を行い、スロッシングによる水位低下量の見直しを実施した
- スロッシング量の見直し後においても、燃料プール代替注水系(可搬型)または燃料プール代替注水系(常設配管)により、燃料損傷防止が可能であることを確認した

表1 スロッシング量の見直しによる燃料プール水位評価結果の変更

想定事象	遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間(10mSv/hの場合)		燃料ハンドル上部に到達するまでの時間	
	見直し前	見直し後	見直し前	見直し後
想定事故1	約23.4時間	約18.1時間	約4.1日	約3.9日
想定事故2	約18.6時間	約18.1時間	約3.9日	約3.9日

有効性評価4.1 想定事故1 添付資料4.1.5 評価条件の不確かさの影響評価について
 有効性評価4.2 想定事故2 添付資料4.2.5 評価条件の不確かさの影響評価について

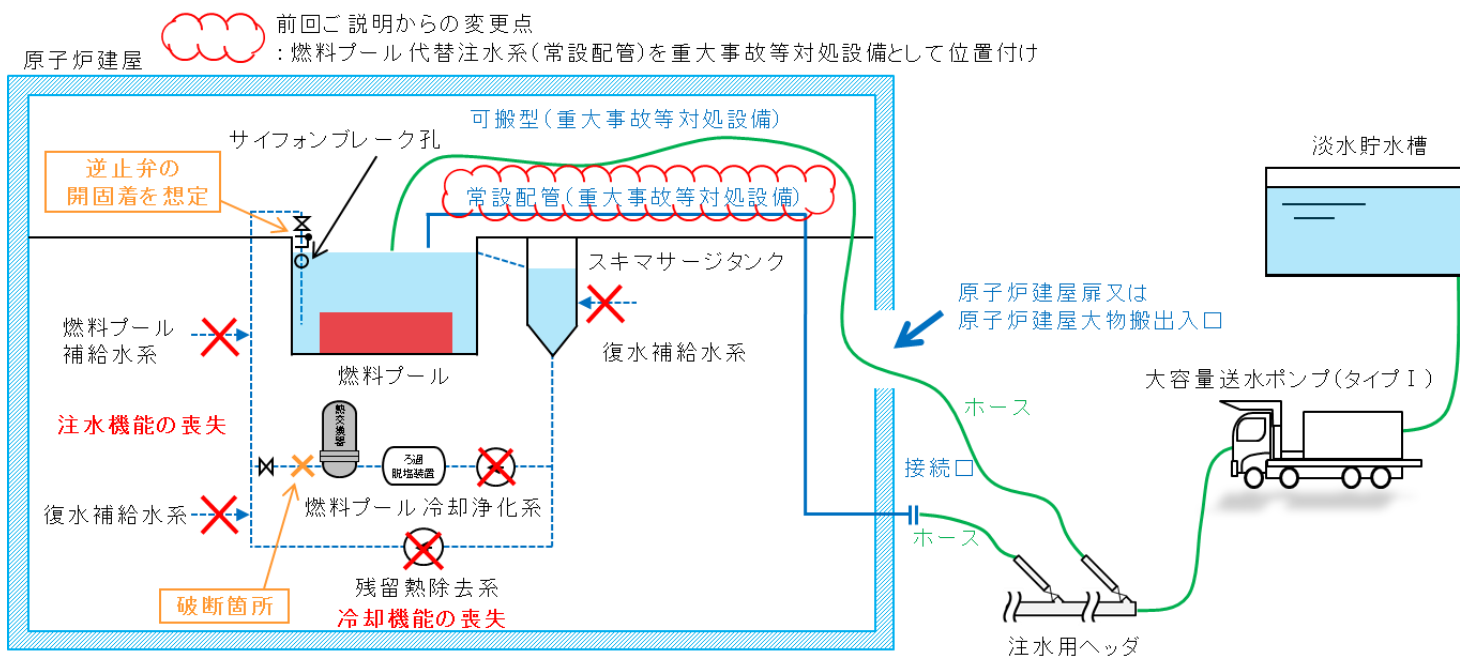
3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.1)

(1) 指摘事項

- ・想定事故2の燃料プールの初期温度を100℃とした不確かさの評価において、遮へいが維持される水位までの時間約10.8時間に対し、有効性評価では注水可能となる時間を13時間後としている。約10.8時間以降は、高線量環境下での作業となるため、被ばく線量の観点から常設配管による対応についても検討すること

(2) 回答

- ・自主対策設備としていた燃料プール代替注水系(常設配管)を重大事故等対処設備として位置付ける
- ・屋外から燃料プール代替注水系(常設配管)による燃料プールへの注水操作が実施可能であることから、燃料プール周辺の線量率上昇を考慮した場合でも現場操作に必要な遮蔽は維持され、注水可能である



3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.2)(1/2)

(1) 指摘事項

- 注水ヘッダを使用した手順において、銘板や同色塗装により誤接続の可能性は低いとしているが、仮に誤接続があった場合の対策について、整理して提示すること。

(2) 回答

- 注水用ヘッダと原子炉建屋の接続口との接続については誤接続防止の取り組みにより誤接続発生の可能性は極めて小さいと考えているが、仮に誤接続した場合でも現場又は中央制御室で検知可能であることを確認した。また、仮に誤接続された系統へ注水が行われた場合でも問題のないことを確認した。

a. 現場の重大事故等対応要員による検知

ホースの誤接続後、注水用ヘッダ付属の隔離弁等により系統構成を行う際、ホース接続状態の相違及び操作対象弁の銘板と手順書との指差呼称による照合により現場での誤接続検知が可能

b. 中央制御室の運転員による検知

誤接続の発生を現場の重大事故等対応要員が検知できなかった場合は、中央制御室の運転員が注水開始に伴い変動を示すべき注水流量等のパラメータ(表2)が変動を示さないことにより誤接続検知が可能

c. 誤接続による注水に伴う影響

仮にホースの誤接続が発生し、誤接続された一部の系統について注水のための系統構成が成立し、誤接続を検知するまでの間注水が行われる可能性があるが、表2に示すとおり誤接続された系統へ注水が行われた場合でも問題はない。

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.2)(2/2)

表2 大容量送水ポンプ(タイプI)を用いた注水操作時の監視パラメータ及び誤接続により各系統へ注水された際の影響

No.	注水手段	主な監視パラメータ	誤接続により注水された際の影響
1	低圧代替注水系(可搬型)	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系ヘッドスプレイライン洗浄流量 ・原子炉水位 	屋外における弁操作により注水に必要な弁が開状態となるが、屋内に設置されている電気作動弁が全閉となっており注水は開始されないため問題はない
2	原子炉格納容器代替スプレイ冷却系	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器代替スプレイ流量 ・ドライウェル圧力 ・ドライウェル温度 	
3	原子炉格納容器下部注水系(可搬型)	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器下部注水流量 ・原子炉格納容器下部水位 ・ドライウェル水位 	
4	燃料プール代替注水系(常設配管)	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料プール水位/温度 ・使用済燃料プール監視カメラ 	屋外における弁操作により注水に必要な弁が開状態となった場合、燃料プールへの注水が開始される。燃料プールへの注水によりスキマサージタンクへ水が流入するため、燃料プールの水位は上昇しないこと及び中央制御室の運転員による誤接続の検知が短期間で可能であることから問題はない
5	燃料プールスプレイ系(常設配管) (自主対策設備)		
6	原子炉格納容器頂部注水系(可搬型) (自主対策設備)	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉ウェル注水流量 ・原子炉ウェル水位 	屋外における弁操作により注水に必要な弁が開状態となった場合、格納容器頂部への注水が開始される。格納容器頂部への注水により原子炉ウェル水位が上昇するが、原子炉ウェルの容積は大きく水位の上昇は緩やかであること及び中央制御室の運転員による誤接続の検知が短期間で可能であることから問題はない

3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.3)

(1) 指摘事項

- ・想定事故1及び想定事故2が発生した場合の対応について、注水ヘッダ及びホースを使用して使用済燃料プールに注水するとしているが、これらの設置に係る作業成立性を説明するとともに、注水ヘッダ及びホースを車両等で運搬・敷設するのであれば、これらの規制要求上の位置付けについても整理して提示すること

(2) 回答

- ・注水用ヘッダ及びホースの運搬・設置は、ホース延長回収車を用いて行うこととしており、それを踏まえた作業の所要時間を算出し、有効性を評価している
- ・注水用ヘッダ等を運搬するホース延長回収車を可搬型重大事故等対処設備と位置付ける

手順の項目	要員(数)	経過時間(時間)										備考				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
燃料プール代替注水系(可搬型)による使用済燃料プールへの注水	中央制御室運転員A	1	電源確認												6時間25分 燃料プール代替注水系(可搬型)による使用済燃料プールへの注水	
	重大事故等対応要員A~C	3	保管場所への移動												大容量送水ポンプ(タイプ1)の移動、設置 大容量送水ポンプ(タイプ1)起動 送水準備・送水(水張り・系統監視)	
	重大事故等対応要員D~F	3	保管場所への移動												ホースの敷設、接続 送水準備・送水(水張り・系統確認)	
	重大事故等対応要員G~I	3	保管場所への移動 注水用ヘッダ運搬、設置												ホースの敷設、接続	
	現場運転員B、C 重大事故等対応要員J	3	原子炉建屋への移動 水密扉の開放 使用済燃料プール注水・スプレイ貫通孔の開放 ホースの敷設、接続													

図3 ホース延長回収車を用いた作業の所要時間(例)

ホース延長回収車を使用する作業



図4 ホース延長回収車によるホース設置(イメージ)

技術的能力1.11 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等

重大事故等対処設備について(補足説明資料) 共-4 可搬型重大事故等対処設備の必要容量、予備数及び保有数について

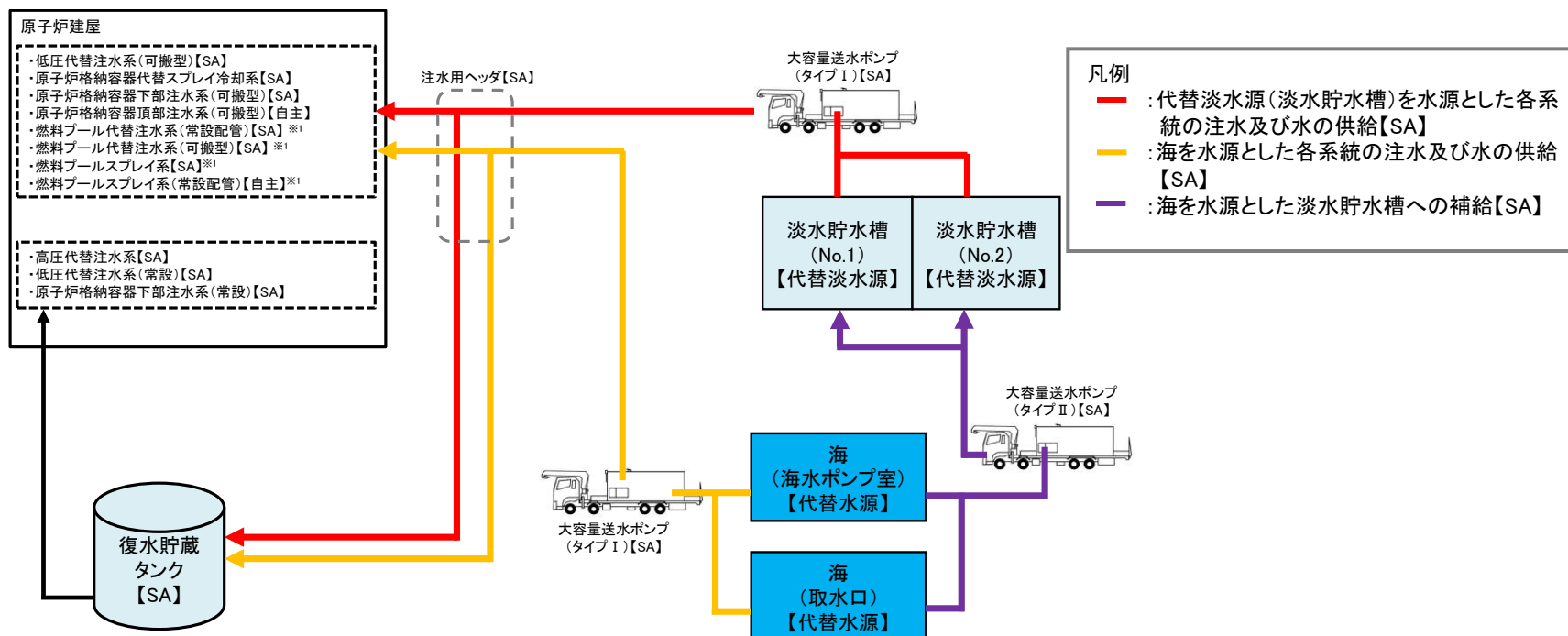
3. 審査会合での指摘事項に対する回答(指摘事項No.4)

(1) 指摘事項

- ・海を水源としたときに、淡水貯水槽を経由して水を供給しているが、淡水貯水槽を重大事故等対処設備としていない理由を提示すること。なお、他の手段で海水の供給ができるのであれば、併せて提示すること

(2) 回答

- ・これまで自主対策設備を使用した対応手段として位置付けていた、海を水源とした淡水貯水槽を経由しない各系統の注水及び水の供給手段について、重大事故等対処設備を使用した対応手段として整備する
- ・淡水貯水槽については重大事故等対処設備ではなく代替淡水源として位置付ける



※1 燃料プール代替注水系(常設配管)、燃料プール代替注水系(可搬型)、燃料プールのスプレイ系及び燃料プールのスプレイ系(常設配管)は同時使用しない。

図5 海水の利用の概要とその位置付け

技術的能力1.13 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給手順等
重大事故時対処設備について(補足説明資料) 56条 56-11 海の利用について

参考 想定事故1・2の特徴と主な対策

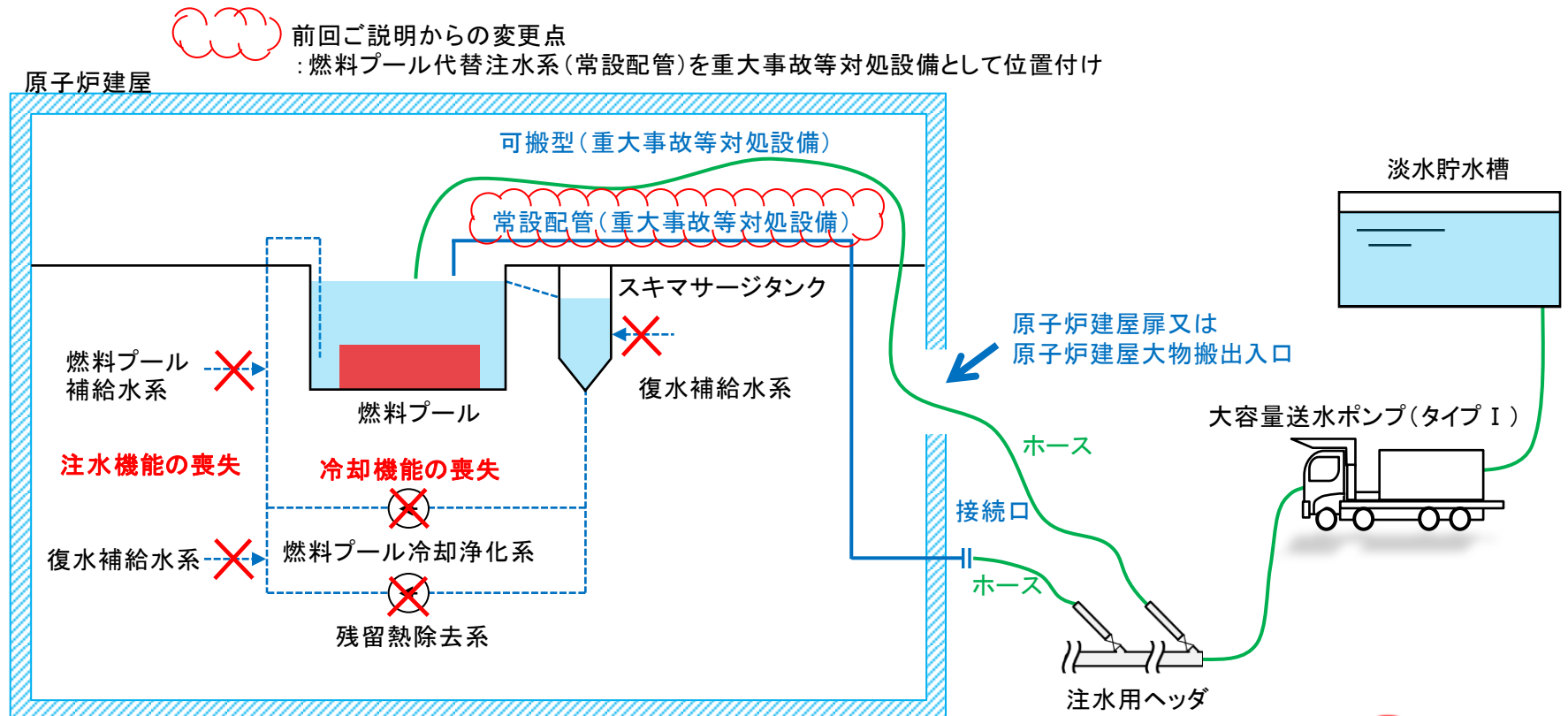
(参考) 想定事故1・2の特徴と主な対策(1/4)

想定事故1の特徴

燃料プールの冷却機能又は注水機能が喪失し、水温が上昇しやがて沸騰することにより、水位が低下し燃料が露出して損傷に至る事故

想定事故1の対策概要

・大容量送水ポンプ(タイプ I)による注水



(参考) 想定事故1・2の特徴と主な対策(2/4)

想定事故1における有効性評価の結果

想定事故1における燃料プール水位の推移及び燃料プール水位と線量率については、図1及び図2のとおり
燃料有効長頂部が冠水していること、放射線の遮蔽が維持される水位を確保すること及び未臨界が維持されていることを確認している

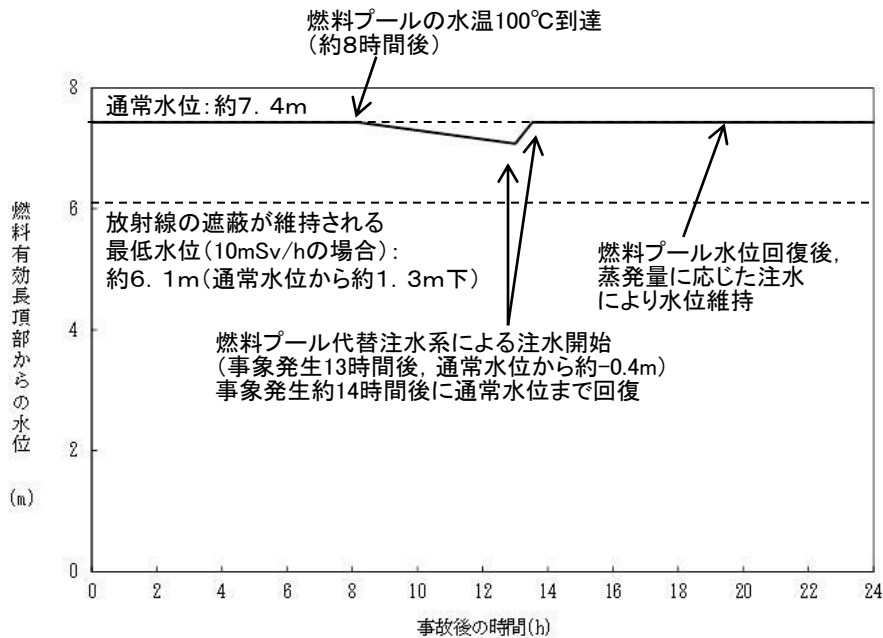


図1 燃料プール水位の推移(想定事故1)

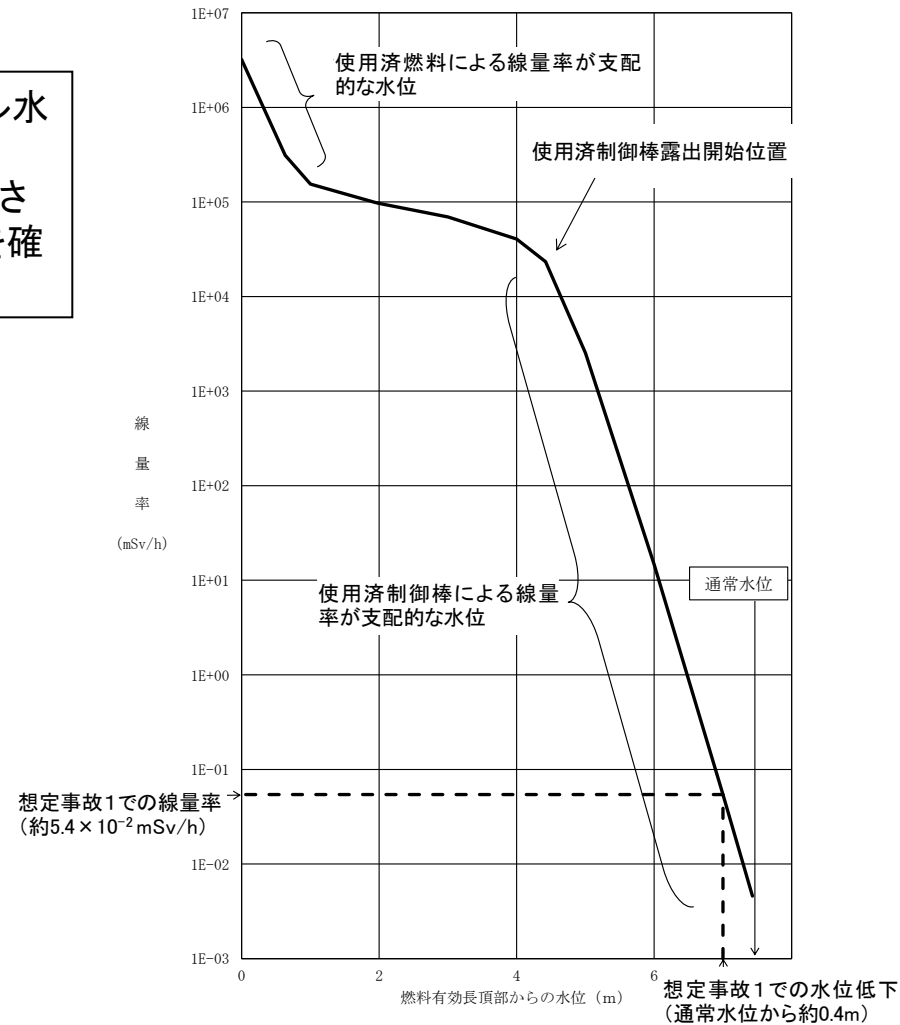


図2 燃料プール水位と線量率(想定事故1)

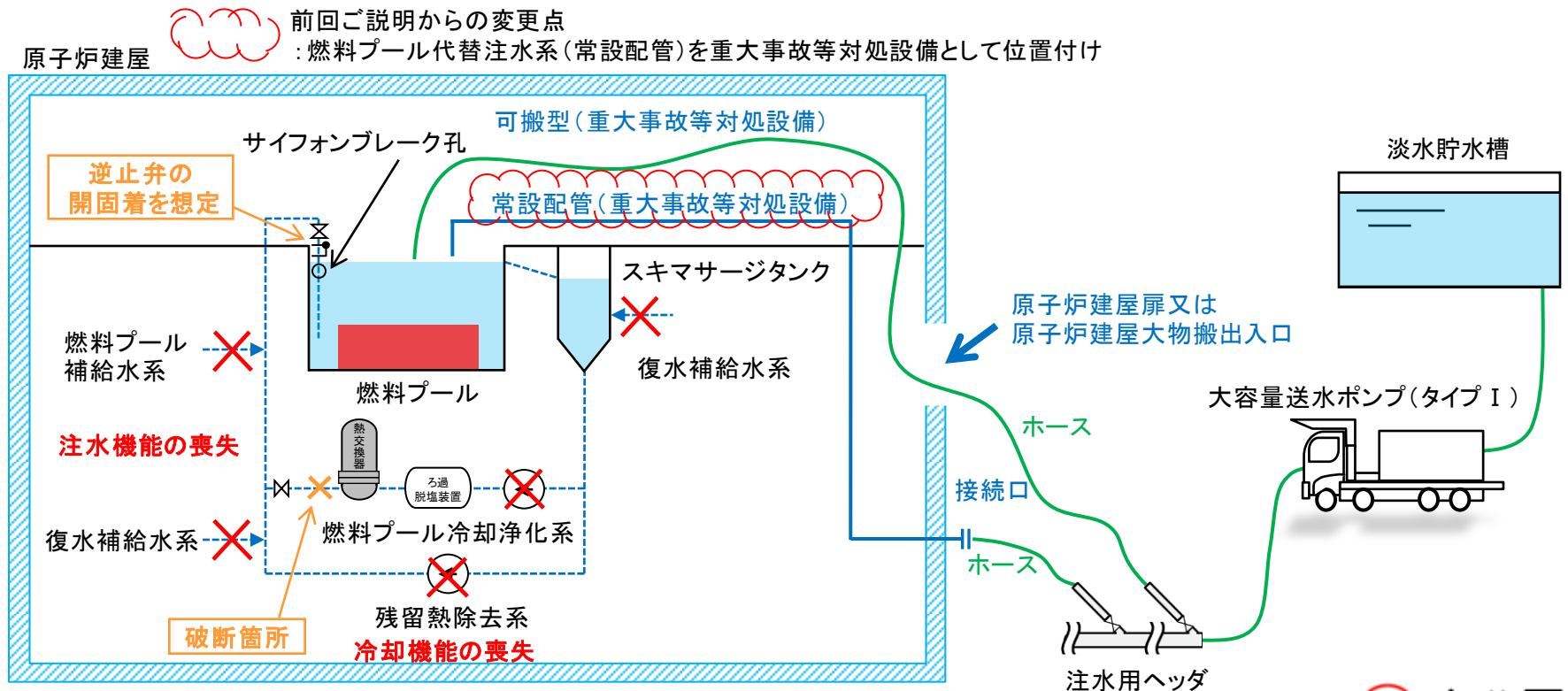
(参考) 想定事故1・2の特徴と主な対策(3/4)

想定事故2の特徴

燃料プールの小規模な流出が発生するとともに、注水機能が喪失することにより、水位が低下し燃料が露出して損傷に至る事故

想定事故2の対策概要

- ・サイフォンブレイク孔による燃料プール水の小規模な流出の停止
- ・大容量送水ポンプ(タイプ I)による注水



(参考) 想定事故1・2の特徴と主な対策(4/4)

想定事故2における有効性評価の結果

想定事故2における燃料プール水位の推移及び燃料プール水位と線量率については、図3及び図4のとおり
燃料有効長頂部が冠水していること、放射線の遮蔽が維持される水位を確保すること及び未臨界が維持されていることを確認している

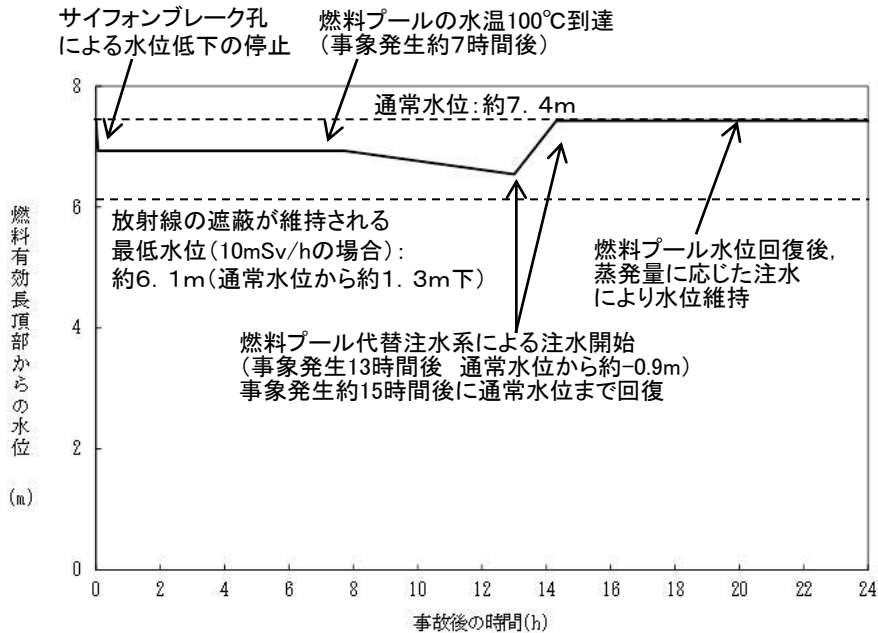


図3 燃料プール水位の推移(想定事故2)

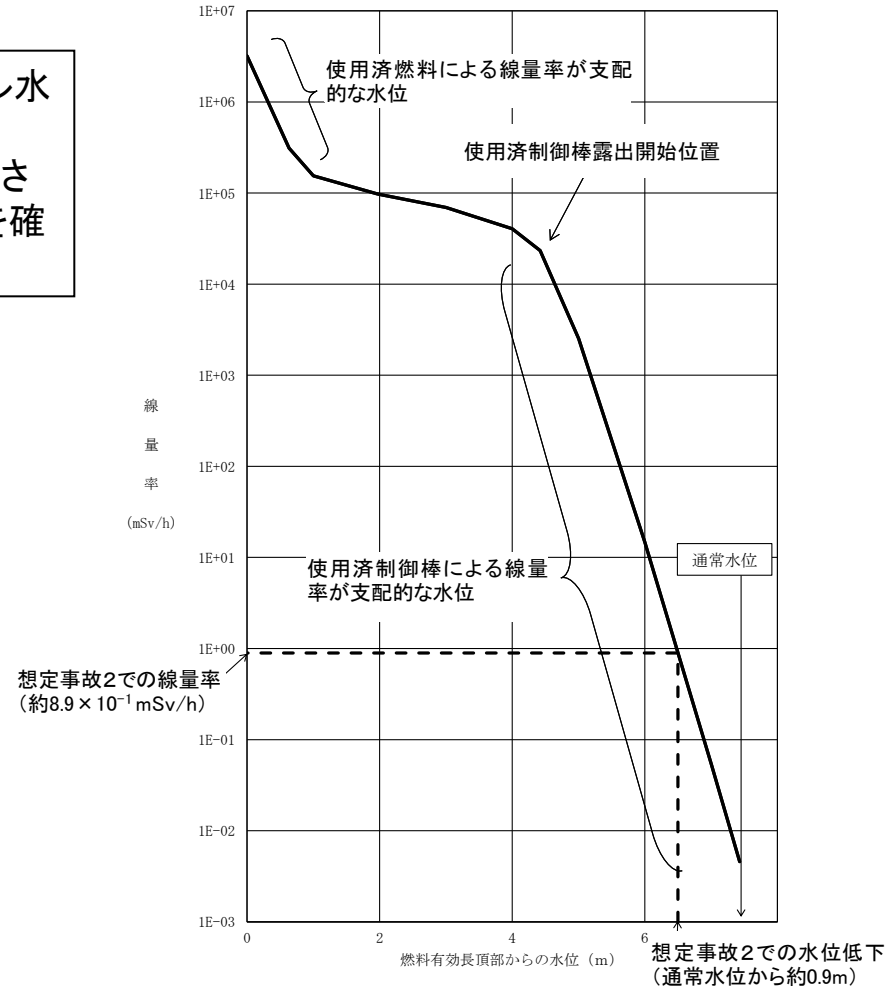


図4 燃料プール水位と線量率(想定事故2)