

横浜国立大学先端科学高等研究院シンポジウム・シリーズ第7回
社会インフラストラクチャの安全研究ユニット

「リスク共生から見た地盤工学上の課題」

福島第一原発の汚染水対策における
リスク評価および低減対策

2015年7月16日

関西大学環境都市工学部
特任教授
大西 有三

「汚染水処理対策委員会」の設置について(案) 平成25年4月16日

議題 (主として地盤工学に関わる問題)

- ◆ 当面の対応 (当時)
 - ・地下水流入により増加している汚染水処理への日々の対応
 - ・地下貯水槽から地上タンクへの移送
 - ・汚染水貯蔵計画の策定と地上タンクの増設
 - ・漏えいした汚染水のモニタリング、周辺環境への影響評価
- ◆ 短中期的な対応
 - ・地下水の流入抑制(地下水バイパス、サブドレンの復旧)
 - ・多核種除去設備の早期の安定運転への移行
 - ・海側遮水壁の設置
- ◆ 中長期的な対応
 - ・＜早急に検討すべき事項(5月中を目途に対策方針を決定)＞
 - ・地下水の流入抑制のための抜本策の検討
(陸側遮水壁の再検証、建屋止水、高濃度汚染水の水位低下等)
 - ・＜継続的な検討事項＞
 - ・トリチウム処理対策

東電・福島第一原発の汚染水処理問題への抜本対策について
平成25年(2013) 4月12日 経済産業省 東日本大震災 2011.3.11

1. 「汚染水処理対策委員会」の設置

増え続ける汚染水の問題は、福島第一原発の廃炉を進める上で最も重要な課題の一つ。これまでの対策を総点検し、汚染水処理問題を根本的に解決する方策や、今般の汚染水漏えい事故への対処等を検討するため。

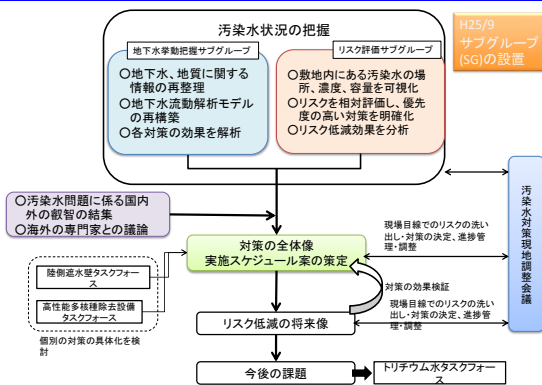
※想定される検討事項：地下水の流入抑制、トリチウムの処理方法等

2. 原子力規制委員会と経済産業省の協力・連携

。★ IAEA 等の安全原則「人と環境を放射性物質によるリスクから守る」
☆ 現状の事故炉としてのリスクレベルの高さを認識した上で、その低減を早く進めて安全で安定した状態に持込むという優先度を重視するという視点
★ 時間軸に沿ったトータル・リスクの低減を意識した上で、実効的な安全の確保やリスク低減を確保する



汚染水処理対策委員会での検討の流れ



$$\text{放射性物質によるリスク} = \text{影響度} \times \text{起こりやすさ} \\ \propto \text{ハザードポテンシャル} \times \text{閉じ込め機能の喪失確率}$$

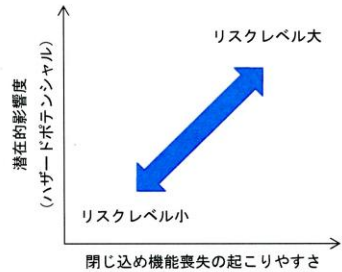


図 3-1 リスクレベルの概念

出典：原子力損害賠償・廃炉等支援機構技術戦略プラン2015

<2013年9月>

逐次のな事後対応

○汚染水の増大
→トレンチ締め型タンク等の製造

○タンク等からの汚染水の漏えい
→汚染水・汚染土壌の回収
など

↓

汚染水問題に関する基本方針
(9月9日 原子力災害対策本部決定)

『従来のような逐次のな事後対応ではなく、想定されるリスクを広く洗い出し、予防的かつ重層的に抜本的対策を講じる』


<2013年12月>

予防的・重層的な汚染水処理対策

①汚染水を「取り除く」等
◆多核種除去設備による汚染水浄化
◆トレンチ内の高濃度汚染水の除去

②汚染水を水に「近づけない」等
◆地下水バイパスによる地下水の汲み上げ
◆建屋近傍の井戸(サブドレン)での汲みあげ
◆凍土方式の陸側遮水壁の設置
◆雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装

③汚染水を「漏らさない」等
◆水ガラスによる地盤改良
◆海側遮水壁の設置
◆タンクの増設(溶接型タンクへのリプレイス等)



(リスクマップ)

出典：福島第一原発汚染水処理対策委員会資料、東京電力

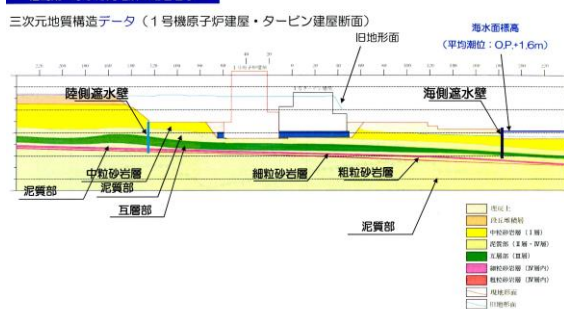
福島第一原子力発電所 鳥瞰図 地形・高低差に注意



科学雑誌 Newton 2014年4月号より

福島第一原子力発電所の地層構造

三次元地質構造データ(1号機原子炉建屋・タービン建屋断面)



出典：福島第一原発汚染水処理対策委員会資料、東京電力

敷地内地下水は大降雨

福島第1の汚染水問題
産総研が解析



汚染水対策

■建屋地下およびタンク等に貯留している汚染水のリスクを低減するため、3つの基本方針(汚染源を取り除く、汚染源に水を近づけない、汚染水を漏らさない)に基づき対策を進めている。

「汚染源を取り除く対策」

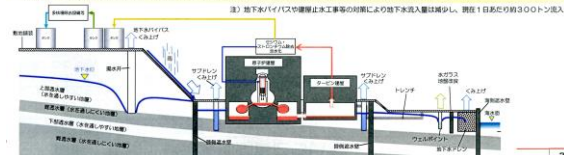
- ・タンクに貯留するRO濃縮水の処理を実施(2015/5/27完了)、タンク底部の残水を除く
- ・トレンチ内の汚染水除去を継続実施中。

「汚染源に水を近づけない対策」

- ・地下水バイパスによる地下水汲み上げを継続実施中。
- ・雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装を施工中。
- ・今後、許認可および関係者のご理解を得たうえで、建屋近傍の井戸(サブドレン)での地下水くみ上げ、凍土方式の陸側遮水壁の設置を実施する予定。

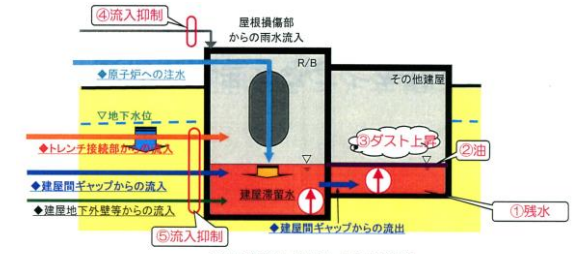
「汚染水を漏らさない対策」

- ・水ガラスによる地盤改良を実施済み。
- ・溶接型タンクの増設を継続実施中。
- ・今後、海側遮水壁を閉鎖し地下水をせき止めると同時に、地下水を汲み上げ浄化していく計画。



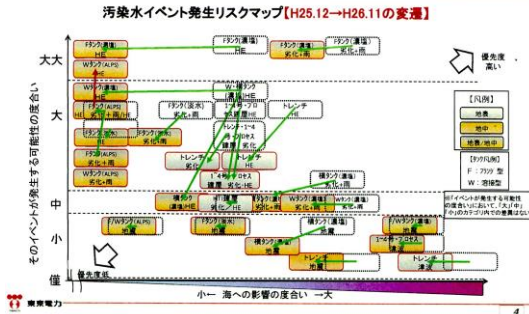
出典：福島第一原発汚染水処理対策委員会資料、東京電力

建屋滞留水処理における課題



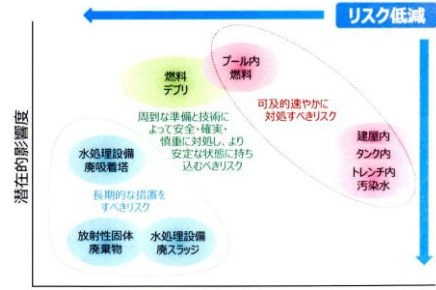
出典：福島第一原発汚染水処理対策委員会資料、東京電力

(2)汚染水リスクマップ/汚染水処理対策委員会でのH26.11当時の整理



出典：福島第一原発汚染水処理対策委員会資料、東京電力

【参考】福島第一原子力発電所のリスクのイメージ



出典：原子力損害賠償・廃炉等支援機構「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2015」

福島第一原子力発電所敷地内における汚染水処理対策における状況の変化 2015年2月

- ・K排水路(雨水排水路)からの港湾外流出など
- ・側溝に敷設されている耐圧ホースからの漏洩 5月29日

対策が徐々に効果を発揮し、全体のリスクが低減する中、雨水排水のような影響度が小さくても敷地境界に影響を与える可能性のある問題などを含め、リスクの総点検を行う

- サブドレーン稼働時の対応
- 海側遮水壁完成時への対応
- 建屋内滞留汚染水対策の策定

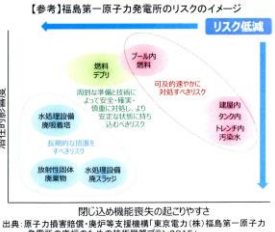
経過

<2013年9月>	<2013年12月>	<2015年2月>
<p>逐次的な事後対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ○汚染水の増大 → ポルト型納めタンク等の製造 ○タンク等からの汚染水の漏えい → 汚染水・汚染土壌の回収 など 	<p>予防的・重層的な汚染水処理対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ①汚染源を「取り除く」 <ul style="list-style-type: none"> ◆多核種除去設備による汚染水浄化 ◆タンク内の高濃度汚染水の除去 ②汚染源に水を「近づけない」 <ul style="list-style-type: none"> ◆地下水位(バイパス)による地下水の汲み上げ ◆建設中の井戸(サブドレーン)での汲み上げ ◆土方式の除染排水路の設置 ◆雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装 ③汚染水を「置らさない」 <ul style="list-style-type: none"> ◆海水排水路の設置改良 ◆海側遮水壁の設置 ◆タンクの増設 ◆汚染タンクへのリプレース等 	<p>リスクの総点検</p> <p>(高木経済産業副大臣からの指示事項)</p> <p>現時点で考えられるリスクについて、被災された住民や国民の視点に立つて、あらかじめ予防的に総点検を行い、現在の状況に合わせた対策を示し、必要な情報の提供を行うこと。</p> <p>リスクの総点検に際しては、対策の進捗もふまえて、福島第一原発の敷地境界外に影響を与える可能性のあるものを広く対象とすること</p>

1. リスク低減の重視

- これまでは、とすると迅速さを特に重視した工程を設定してきたが、結果的に、作業現場に負担をかけた。新たな事実が判明する度に遅延を招いてきた。迅速な実施は重要ではあるが、地域の皆様や周辺環境、作業員等への全体としてのリスクが低減されて初めて価値がある。
- このため、今後は、リスクの起源に、最適なタイミングと方法の選択・実施、作業の柔軟な見直し、進め方の十分な説明を行い、「全体としてのリスクの最小化」を図った上で、安全に作業を進め、結果として早期の作業完了につなげていくことで、「可能な限り速やかな廃炉」を実現していくことが必要。

- リスクの分類
- 相対的にリスクが高く優先順位が高いもの
 - 汚染水、プール内燃料
 - ↳ 可及的速やかに対処
 - 直ちにリスクとして発現するとは考えにくい、抽選に対処した場合にかえってリスクを増加させ得るもの
 - 燃料デブリ
 - ↳ 周回準備の上、安全・確実・慎重に対処
 - 将来的にもリスクが大きくなるとは考えにくい、廃炉工程において適切に対処すべきもの
 - 固体廃棄物、水処理二次廃棄物
 - ↳ 長期的に対処



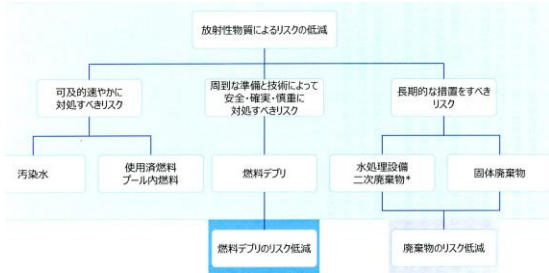
出典：原子力損害賠償・廃炉等支援機構「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2015」

リスクの総点検の実施

- 敷地境界外に影響を与える可能性のあるリスクの存在箇所について、以下の点検を実施する。(別添1 整理例参照)
 - ①リスクの抽出：福島第一原子力発電所の敷地境界外に影響を与える可能性のあるリスクの存在箇所を抽出
 - リスクの抽出：現在調査されている対策・モニタリングの状況やリスク状況などを鑑み、必要範囲の調査を検討
 - ②リスクの洗い出し
 - 敷地内における放射性物質を含有する汚染水について
 - これまで、リスクの高い放射性物質濃度の低い汚染水に対し、優先的に対策を講じてきているが、それ以外に敷地境界外に影響を与える可能性のある汚染源を広く洗い出す。

出典：福島第一原発汚染水処理対策委員会資料、東京電力

放射性物質によるリスクの低減に向けたロードマップ



出典：原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)技術戦略プラン2015

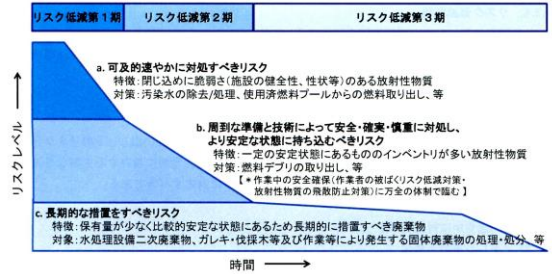


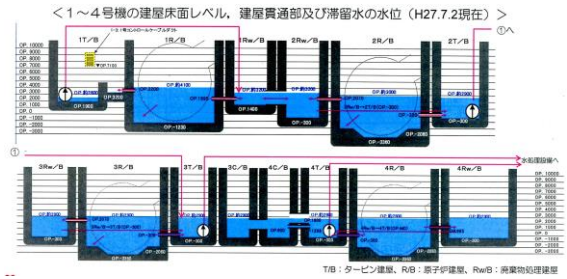
図 3-6 リスク低減戦略

出典：原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)技術戦略プラン2015

進捗状況 (2015/5/20現在)



出典：福島第一原発汚染水処理対策委員会資料、東京電力



出典：福島第一原発汚染水処理対策委員会資料、東京電力

想定できないことが起こることこそ、本当の危機

「阪神・淡路および東日本震災に学ぶ」

- ・ 危機管理マニュアルの作成・・・
- ・ さまざまなケースが想定されて、きりがない
- ・ そもそもあらかじめ想定できるような事態は、本当の危機ではない

- ★ 想定できないことが起こることが危機である。
- ★ 想定外の事態が起こったときに、きちんと対応できるフレキシブルな仕組みを作っておくことが、最も重要
- ★ 大切なことは、備えられることは平時から備えておくこと
- ★ 実行可能な最低限の規則を決めておき、全員で常に確認をすること

ご静聴ありがとうございました

