

H4エリアタンク漏えい水の抑制対策

～ 土壌中ストロンチウム捕集の現地試験 ～

平成26年1月30日

1. 汚染水問題に対する予防的・重層的な追加対策の実施

平成25年12月20日に原子力災害対策本部が発表した「福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水問題に対する追加対策」において、汚染水問題に関する3つの対策のうち、対策①：汚染源を「取り除く」に対して【追加的に講じる対策】は下記の通りである。

【追加的に講じる対策】（関係箇所抜粋）

＜重層的な対策＞

タンクからの漏えい水により汚染された地下水の海洋流出防止。（タンクエリア下流において、ストロンチウムを捕集する吸着材を用いた土壌改良を速やかに実施。海水由来成分が存在する護岸エリアの土壌改良等の実施については、技術を検証し、効果を確認した上で実施。）

- DOEからハンフォードサイトにおける土壌中のSr捕集技術の紹介あり
- IRIDの技術提案にあるSr捕集技術の提案を採用※

※今般の技術公募を踏まえた新たに活用すべき主な技術等において「③効果が期待されるが、活用するにあたって確認・検証が必要な技術」に分類



適用性を検討するため現地試験を実施

2. DOEからのハンフォードサイトにおける土壤中Sr捕集技術の紹介

- ・ 米国ハンフォードサイトで放射性Srの流下抑制対策として実施中。
- ・ 当初、約91mのアパタイト（吸着材）による土壌改良を実施。現在、約760mまで延長。効果としては、地下水中のSrを9割程度低減するとの報告もあり。
- ・ 現在、DOEからの情報提供内容について調整中。

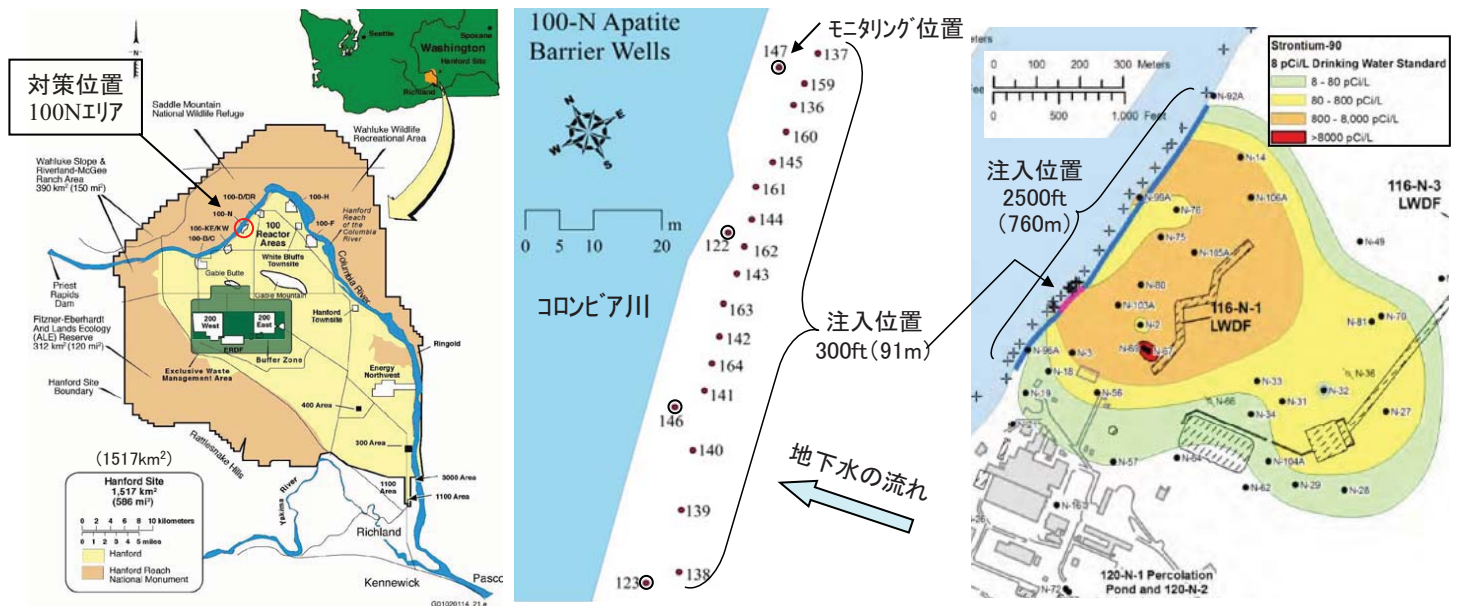


図 ハンフォードサイト※1 図 アパタイト注入位置（91m）※1 図 アパタイト注入位置（760m）※2

※1 出典元 「100-NR-2 Apatite Treatability Test: High-Concentration Calcium-Citrate-Phosphate Solution Injection for In Situ Strontium-90 Immobilization FINAL REPORT September 2010, Pacific Northwest NATIONAL LABORATORY」に付記

※2 出典元 「U.S. Department of Energy 100-NR-1 and NR-2 Operable Units Hanford Site - 100 Area Benton County, Washington Amended Record of Decision, Decision Summary and Responsiveness Summary September 2010, United States Environmental Protection Agency」に付記

3. IRIDの技術提案の概要

- ・ 提案番号：229
- ・ 技術分野：⑤（地下水流入抑制の敷地管理）
- ・ 提案件名：ストロンチウム汚染地下水を対象とした透過性浄化壁
- ・ 提案者：大成建設、CH2MHILL社の共同提案

（技術提案の概要）

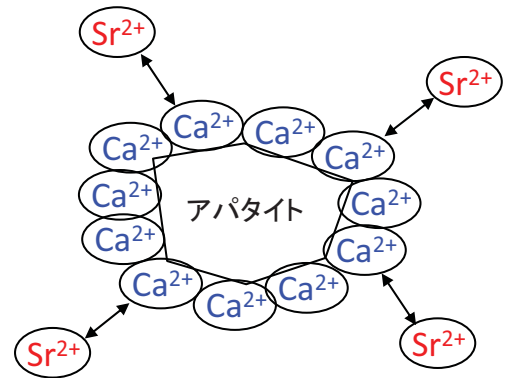
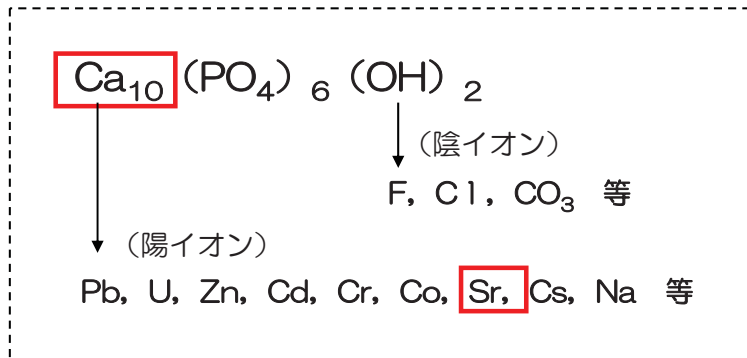
- ・ 地下水中の汚染物質を吸着または分解する反応材料を混合した透水性の高い壁。
- ・ 地下水の流れを妨げない対策技術。
- ・ 透過壁の構築後には長期間メンテナンスが不要。
- ・ 揮発性有機化合物や重金属などの汚染地下水を対象に多数の実績あり。
- ・ CH2MHILL社では米国ハンフォードサイトにおいて、吸着材（アパタイト）により土壌改良した透過壁の適用実績・技術を所有。
- ・ CH2MHILL社が有する技術と大成建設が有する国内での透過壁を計画・構築する技術を組み合わせ、反応材料の適合試験を通して、現地に適用することが可能。



Sr捕集の施工実績や効果を踏まえ、現地への適用性を検討

4. Sr捕集の原理

- ・ 地下水中の放射性Srを捕集するため吸着剤による土壌改良を実施する。
- ・ 吸着材は、IRID提案にあり、DOEで適用実績のあるアパタイトを用いる。
- ・ アパタイトと土壌を混合し、アパタイト中のCaと地下水中のSrのイオン交換により、Srを取り込ませて安定化させる。
- ・ 土壌汚染の無いエリアに設置し、汚染の拡大を防止する効果を狙う。



【イオン交換イメージ】
→アパタイトのCaとSrが置換する

図 アパタイトのCaとSrの置換

5. 土壌改良（Sr捕集）の適用性検討

- ・ 適用性検討においては、室内試験の結果を踏まえ、現地試験を実施する。
 室内試験：アパタイト（吸着材）のSr捕集効果確認を行い、土壌改良の仕様（改良材※1の配合）を決定する。
 現地試験：施工性・品質確認を主な目的とし、補足的に捕集効果※2の確認を実施。

※1 改良材はアパタイトと砕石等を混合させた材料で透水性は大きい。
 ※2 捕集効果は室内試験の結果から判断。現地試験では配合通り施工可能かを確認する。

【室内試験】

試験室にて下記試験を実施

- ・ バッチ試験（吸着材の能力試験）
- ・ カラム試験（改良材の模擬試験）

↓ 結果を反映

【現地試験】

現地にて実規模の実証試験を実施

- ・ 施工性、品質の確認（主目的）
- ・ 捕集効果の確認（補足的）

6. 室内試験の概要

- ・ 土壌改良仕様（配合設計）を決めるため、①バッチ試験（吸着材の能力） ②カラム試験（改良材の模擬）を実施し、アパタイトのSr吸着能力を確認する。
- ・ バッチ試験は、Sr（量を変化）を用いた試験とし、蒸留水、海水、サイト模擬地下水等により実施する。
- ・ カラム試験は、バッチ試験結果から設定した条件により実施する。



（PP製容器）



（回転振とう装置）

- ・ 蒸留水、海水、サイト模擬地下水等に、Sr濃度レベルの異なる溶液作成し実施する。
- ・ 基本的なアパタイトの吸着能力を確認する。

主なパラメータ：アパタイト量、海水成分、地下水成分



- ・ Srを含む地下水が改良材を通過する際にアパタイトと接触して地下水から除去される効果を確認する。
- ・ アパタイトを添加した試料を円筒状の容器（カラム）に充てんし、Sr混合水を下方から浸透させ、上方・側方からの排水のSr濃度を測定する。

検討ケース：
バッチ試験により設定

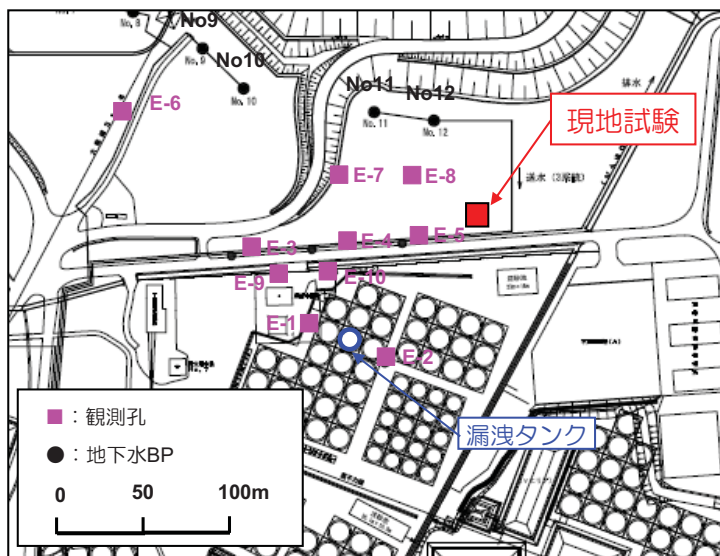
図 ①バッチ試験

図 ②カラム試験

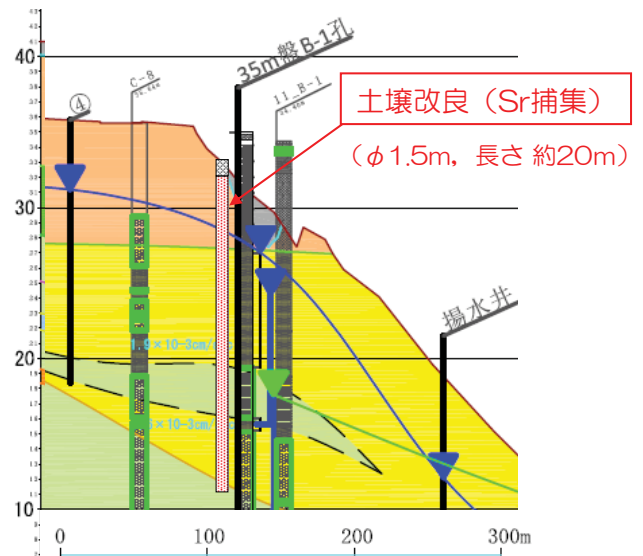
7. 現地試験の概要（1） 実施位置

- ・ 現地試験は、施工性・品質確認を主な目的とし、補足的に捕集効果を確認する。
- ・ 現地試験の実施位置は、H4エリア近傍で汚染程度の低い場所を選定。

【平面】



【断面】



地質凡例

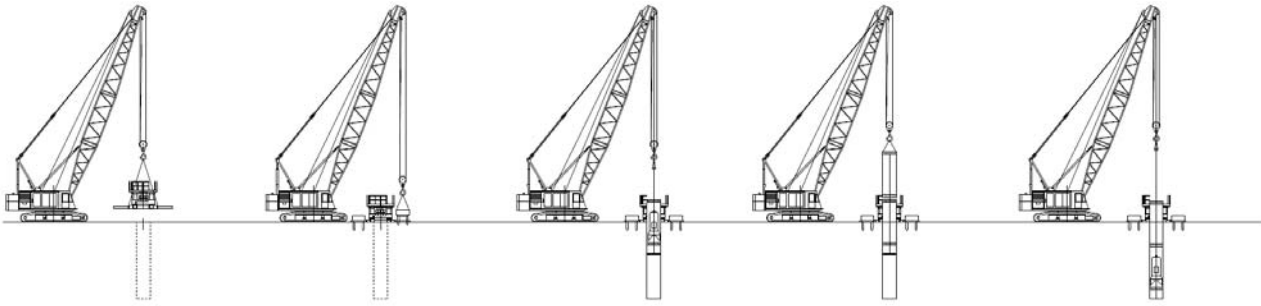
- 埋戻土
- 第四紀層 段丘堆積層
- 富岡層 T3部層中粒砂岩層（I層）
- 富岡層 T3部層泥質部（I層、II層、IV層）

図 現地試験の実施位置

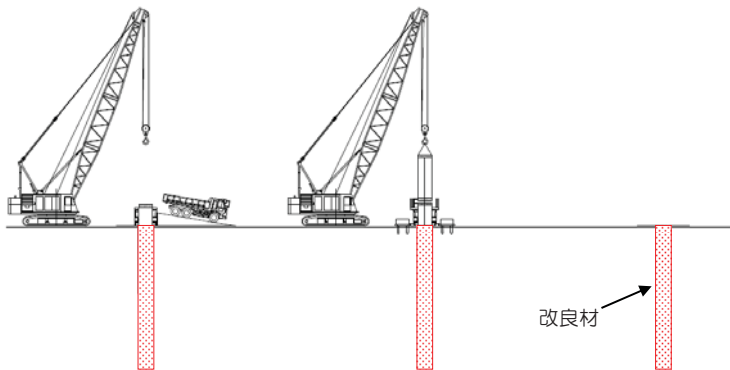
7. 現地試験の概要（2） 施工イメージ

土壌改良は、ケーシングを建込み、ケーシング内の土壌を掘削・除去した後、改良材（アパタイト+砕石等）を投入することにより行う。

1. 全旋回機据付 2. 反カウエイト設置 3. ケーシング建込掘削開始 4. ケーシングジョイント 5. 掘削



6. 改良材投入 7. ケーシング引抜・機械移動 8. 改良材設置完了



土壌改良のイメージ



改良材イメージ

7. 現地試験の概要（3） 試験項目① 施工性・品質の確認（主目的）

- ・ 現地試験の主目的である、現地条件による施工性や品質確保を確認する。
- ・ 施工性確認では、主に実施工における留意点の洗い出しを行い、また、品質確認では、設計配合を満足する設置が可能かどうかなどについて確認する。
- ・ 実施期間は、H26.2～H26.3を予定。

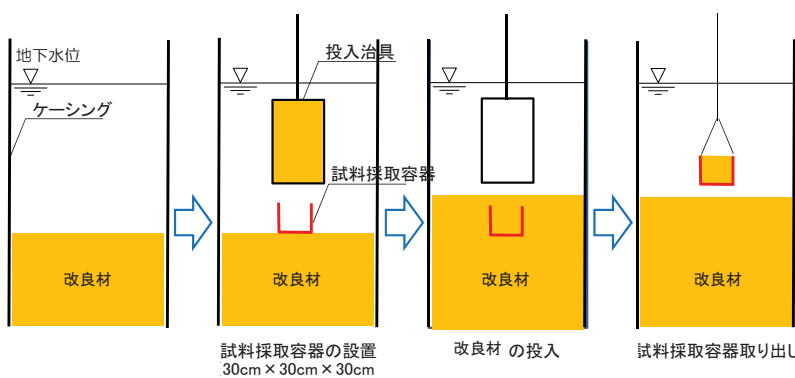


図 改良材の採取方法（施工中）

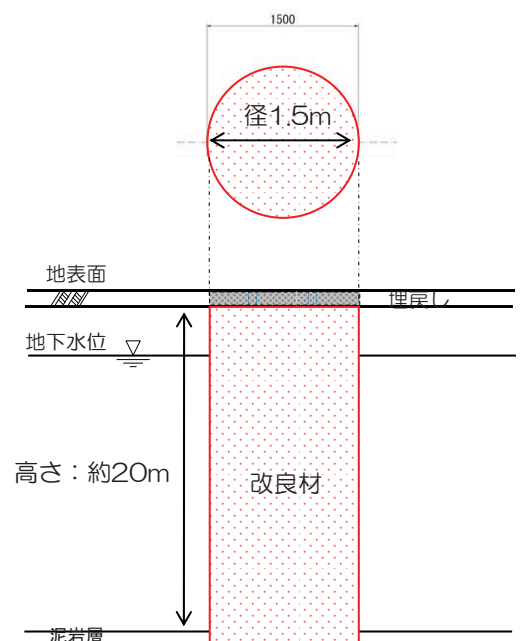


図 試験体

7. 現地試験の概要（4） 試験項目② 捕集効果の確認（補足的）

- ・ 現地試験の補足的な確認として、現地施工におけるSr捕集効果※を確認する。
- ・ 土壌改良実施後に、Sr注入孔と観測孔を設置し、注入後に継続的に観測を実施し、捕集効果の確認を実施する。
- ・ 実施期間は、H26.2～H26.5を予定。

※捕集効果は室内試験の結果から判断。現地試験による捕集効果確認は補足的な位置付け。

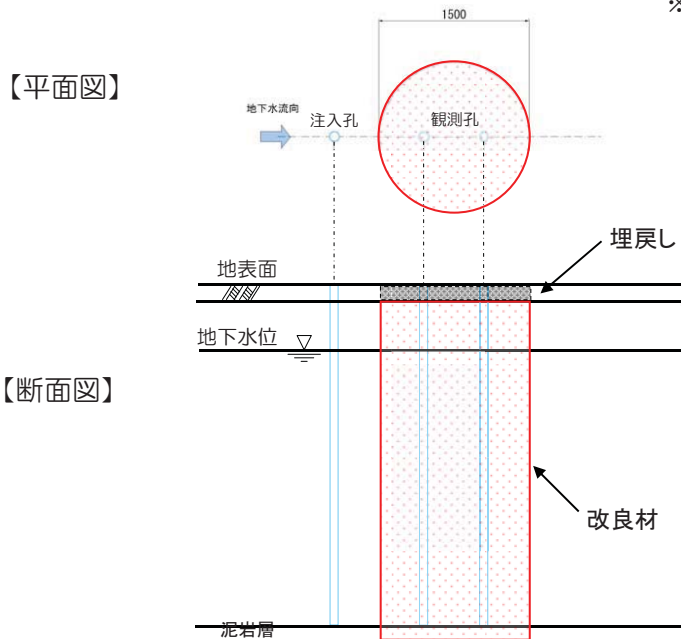


図 注入孔と観測孔の位置

7. 現地試験の概要（5） 実施工程

- ・ 現地試験の工程は、施工性・品質確認と捕集効果確認を2月～5月で実施予定。
- ・ 実機の対策工としての実施判断は、施工性・品質確認の結果により判断する。
- ・ 現地試験による捕集効果確認は、実機の対策工と併せて検討していく。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------|-------|----------|-------------|---|-----------|---|
| 【室内試験】 | ————— | | | | | |
| 【現地試験】 | | | | | | |
| 施工性確認 | | ↓ 土壌改良 | | | | |
| 品質確認 | | ↓ 本工事の判断 | | | | |
| 捕集効果確認 | | ↓ 観測孔設置 | ↓ モニタリング・分析 | | ↓ 本工事への反映 | |