

埋戻し材および止水プラグの吹付け施工に関する検討

仕様書

1. 一般仕様

1.1 件名

埋戻し材および止水プラグの吹付け施工に関する検討

1.2 目的及び概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）が、経済産業省資源エネルギー庁から受託した「令和7年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地層処分施設施工・操業技術確証試験）」（以下、受託業務）では、坑道シーリング技術（止水プラグや埋戻し材等）について、要求性能や詳細設計を具体化して坑道シーリングが処分場全体の閉じ込め性能に与える影響を評価するとともに、実際の地質環境条件や作業環境を考慮した地下研究施設やモックアップ施設を活用した施工技術の成立性を確認し、技術オプションとしての整備を進める。

埋戻し材や止水プラグが地下水移行抑制機能等の要求性能を満たすためには、要求される品質（乾燥密度など）で確実に施工できる方法の整備が必要となる。本検討では、埋戻し材や止水プラグの施工方法のひとつとして吹付け工法に着目した適用性を確認することを目的とする。本作業では埋戻し材と止水プラグの材料として、ベントナイトと幌延泥岩の混合土およびベントナイトと珪砂の混合土を対象に物性値試験および地上吹付け試験を実施する。地上吹付け試験では、地下坑道の形状や埋戻し材と止水プラグの境界面を想定した検討を行う。

1.3 作業実施場所

受注者側実施施設

1.4 納期

令和8年2月27日

1.5 作業内容

- (1)実施計画書の作成
- (2)幌延泥岩の輸送
- (3)吹付け試験
- (4)報告書の作成および報告会

1.6 支給品

幌延泥岩（試験に必要な量）

1.7 貸与品

なし

1.8 提出図書

表1に記載の書類を提出すること。なお報告書には、室内試験や解析結果などを取りまとめた内容を記載すること。更に、報告書の本文及び結果の根拠となる電子データファイルをCD-ROM等のメディアにより提出すること。

表1 提出書類一覧

番号	提出書類	提出期限	部数
(1)	委任又は下請負届 (機構指定様式)	作業開始2週間前まで (該当する場合のみ)	1部
(2)	実施計画書	契約締結後速やかに	1部
(3)	報告書	令和8年2月27日	1部
(4)	電子データファイル	令和8年2月27日	1部
(5)	その他原子力機構の指示によるもの	その都度	1部

(提出場所) 原子力機構 幌延深地層研究センター 堆積岩工学技術開発グループ

1.9 検収条件

「1.8 提出書類」の員数・仕様に関する検査の合格をもって検収とする。

1.10 適用法規・規程等

試験の実施に当たっては、以下の法令・規定を適用または準用して行うこと。

- (1) 労働安全衛生法
- (2) その他受注業務に関し、適用または準用すべき法令・規格・基準等

1.11 検査員及び監督員

検査員

一般検査 管財担当課長

監督員

幌延深地層研究センター 堆積岩工学技術開発グループ グループリーダー

1.12 保証

技術仕様に定める仕様及び要求を満足することを保証すること。検収後、一年以内に受注者の責に帰する契約不適合が発見された場合には、無償にて速やかに必要な措置を講ずること。

1.13 グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.14 特記事項

- (1) 受注者は原子力機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、原子力機構の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。
- (2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (3) 受注者は異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。また、契約に基づく作業等を起因として異常事態等が発生した場合、受注者がその原因分析や対策検討を行い、主体的に改善するとともに、結果について機構の確認を受けること。
- (4) 本仕様書に記載されている事項及び記載されていない事項について、疑義が生じた場合は、原子力機構と協議のうえ、その決定に従うこと。

1.15 その他

- (1) 受注者は、納入物件の所有権と著作権が原子力機構に帰属することに原則として同意すること。
- (2) 受注者は、一連の調査の過程、工程および調査データに対し、技術上の責任を負うこと。また、原子力機構の承諾を得るべき事項については、その承諾を得ること。この場合、この承諾を得たことによって、受注者は、契約上の責任を免れることはできない。
- (3) 受注者は、データの品質が有効かつ適正となるよう技術員を指導監督し、調査データの品質管理をすること。作業期間中は可能な限り担当者を変更しないこと。また、原子力機構の行うデータの品質管理に協力すること。

- (4) 原子力機構は本業務の実施にあたり、受注者に対して、「①技術者の資格等の確認」、「②研究所入構者の安全確認」の目的のために必要な個人情報の提出を求めることがある。受注者は、原子力機構への個人情報の提出にあたっては、各人に対して提出の主旨を説明するとともに、必ず確認を得た上で提出すること。
- (5) 本件は、経済産業省資源エネルギー庁から原子力機構が委託を受けて実施するものであり、実施体制を変更する場合、原子力機構は経済産業省資源エネルギー庁の確認・了解を得る必要がある。従って、受注者は、合併又は分割等により本契約に係る権利義務を他社へ承継しようとする場合には、事前に原子力機構（幌延深地層研究センター 堆積岩工学技術開発グループ）へ照会し、了解を得るものとする。

以上

2. 技術仕様

2.1 概要

本技術仕様は、一般仕様 1.5 の作業内容について説明するものである。

2.2 実施計画書の作成

作業を実施するにあたり、その方法や手順をまとめて書面等にて提出し、事前に原子力機構担当者の確認を受けること。

2.3 幌延泥岩の輸送

試験で使用する幌延泥岩を幌延深地層研究センターから受注者側実施施設へ輸送する。なお、幌延泥岩は原子力機構が準備する。

2.4 試験内容

本検討は、幌延 URL 地下 350m 試験坑道 6 (図-1、2) で実施予定の原位置施工試験 (図-3) に先立ち、その施工性を検証するものである。よって、ここで使用する機材は試験坑道 6 で実施することを想定した機材を選定すること。

(1) 埋戻し材および止水プラグに使用する材料特性

地上吹付け試験に使用する埋戻し材と止水プラグの使用材料であるクニゲル V1 (クニミネ工業社製) と幌延深地層研究センター地下施設で取得された幌延泥岩 (稚内層)、ケイ砂 (3号、5号) について、表-1 に示す室内試験を実施し、各種特性を整理すること。幌延泥岩については、粉碎して最大粒径を 5mm 以下とすること。

表-1 材料の基礎物性値取得試験

材料	調査項目	規格、試験方法	数量
クニゲル V1	元素、組成	蛍光 X 線分析	1 点/ロット
		X 線回折分析	
	モンモリロナイト含有量	メチレンブルー吸着量測定 (JIS Z 2451) スポット法	1 点/ロット
	粒度分布	粒度試験 (JIS A 1204)	1 点/ロット
	土粒子密度	JIS A 1202	1 点/ロット
膨潤力	JBAS-104-77	1 点/ロット	
幌延泥岩	元素、組成	蛍光 X 線分析 X 線回折分析	3 点
	土粒子密度	JIS A 1202	3 点
	吸水率	JIS A 1109	3 点
	溶出量	溶出試験 (JGS 0241)	3 点
ケイ砂 (3号)	土粒子密度	JIS A 1202	3 点
	粒度分布	粒度試験 (JIS A 1204)	3 点
ケイ砂 (5号)	土粒子密度	JIS A 1202	3 点
	粒度分布	粒度試験 (JIS A 1204)	3 点

(2) 材料の混合

吹付け試験に使用する埋戻し材と止水プラグの材料は、表-2 に示す配合で混合する。なお、混合時の目標含水比については、既存検討^(1,2)における締固め試験結果や吹付け試験結果を基に設定することし、最終的な設定値は原子力機構との協議により決定する。また、材料の混合前、混合後においては、表-3 に示す

項目について分析すること。

表-2 材料配合

試料名	配合
埋戻し材	クニゲル V1 : 40 wt% 幌延泥岩 (5mm 以下) : 60 wt%
止水プラグ	クニゲル V1 : 70 wt% ケイ砂 (3号) : 15 wt% ケイ砂 (5号) : 15 wt%

表-3 材料混合前後の分析

調査項目	規格、試験	分析時期	分析対象	数量
含水比	含水比試験 (JIS A 1203)	混合前	クニゲル V1 (埋め戻し材)	3 点
			クニゲル V1 (止水プラグ)	3 点
			ケイ砂 (3号)	3 点
			ケイ砂 (5号)	3 点
			幌延泥岩	1 点/混合 バッチ
モンモリ ロナイト 含有量	メチレンブルー吸着量測定 (JIS Z 2451) スポット法	混合前	幌延泥岩	3 点
粒度分布	粒度試験 (JIS A 1204)	混合前	幌延泥岩	3 点
含水比	含水比試験 (JIS A 1203)	混合後	埋戻し材混合土	2 点/混合 バッチ
			止水プラグ混合土	2 点/混合 バッチ
モンモリ ロナイト 含有量	メチレンブルー吸着量測定 (JIS Z 2451) スポット法	混合後	埋戻し材混合土	3 点
			止水プラグ混合土	3 点
粒度分布	粒度試験 (JIS A 1204)	混合後	埋戻し材混合土	3 点
			止水プラグ混合土	3 点

(3) 吹付け試験

吹付け試験では、図-3 に示す形状の一部を模擬した型枠を対象に表-2 に示した材料の吹付けを行う。埋戻し材部の断面寸法は図-2(b) に示す寸法を参考とし、止水プラグ部は図-3 の拡幅部の上部を模擬した形状とする。奥行き方向の吹付け厚さは埋戻し材と止水プラグを合わせて 1 m 程度とする。吹付け後の目標乾燥密度は、既存検討^{1, 2)}を基に透水係数が埋戻し材で 1×10^{-10} m/s 以下、止水プラグで 1×10^{-11} m/s 以下を満足する値を設定値とし、最終的な設定値は原子力機構との協議により決定する。

吹付け試験中、埋戻し材および止水プラグの内部にセンサーを設置し、吹付け施工への影響やセンサーへの影響を確認する。なお、最終的なセンサーの仕様や配置は原子力機構との協議により決定する。また、吹付け作業の区切りごとに3D スキャナ等により吹付け体積を計測すること。

吹付け試験終了後は、表-4 に示す通り、乾燥密度、含水比、メチレンブルー吸着量、粒度分布を測定する。また、リバウンド率、ロス率、ホース等に付着した材料の含水比、作業のサイクルタイム等についても記録する。

表-4 吹付け試験後の分析

分析対象	調査項目	試験、規格	数量
吹付け後の埋戻し材 および止水プラグ	乾燥密度	パラフィン法	45 点
	含水比	含水比試験 (JIS A 1203)	45 点
	モンモリロナイト 含有量	メチレンブルー吸着量測定 (JIS Z 2451) スポット法	15 点
	粒度分布	粒度試験 (JIS A 1204)	15 点

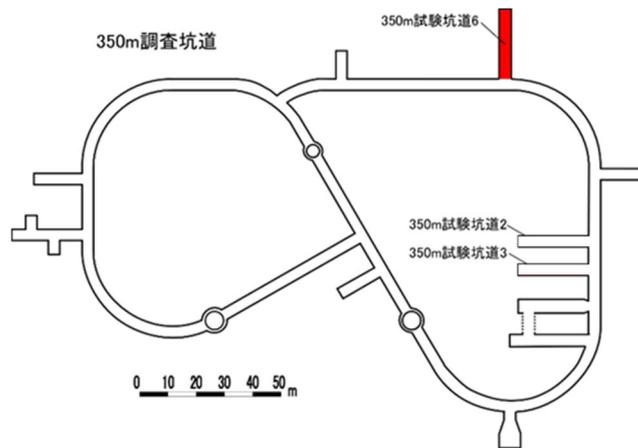
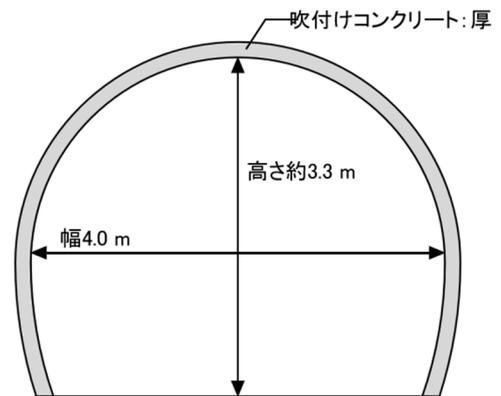


図-1 350m 調査坑道平面図



(a) 350m 試験坑道 6 の全景



(b) 坑道の断面形状

図-2 350m 試験坑道 6 の概要

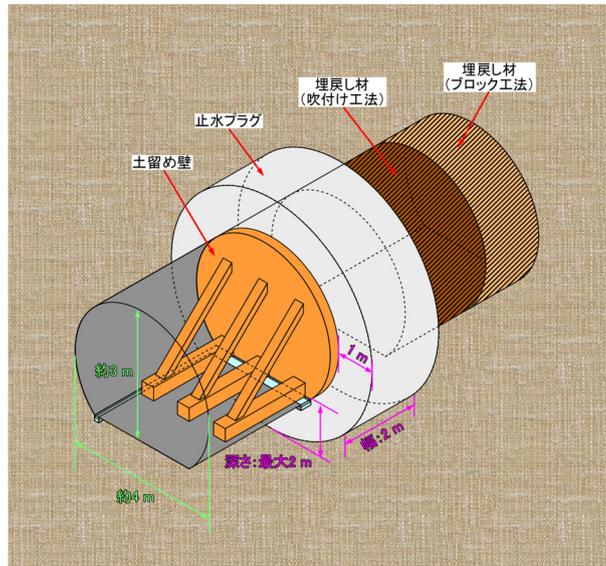


図-3 原位置施工試験の概略図

2.5 報告書の作成および報告会

本作業で実施した検証結果を取りまとめた報告書を作成し、報告会を実施すること。

報告書に記載する範囲、内容については必要に応じ原子力機構担当者と協議し決定する。

また、報告書の本文及び結果の根拠となる電子データファイル（PDF ファイル及び Word、Excel ファイル、画像ファイル（JPG 形式）など）を CD-ROM に収録し、提出すること。

参考文献

- (1) 日本原子力研究開発機構，原子力環境整備促進・資金管理センター：令和 2 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業[JPJ007597]地層処分施設閉鎖技術確証試験報告書，2021.
- (2) 原子力環境整備促進・資金管理センター、日本原子力研究開発機構：令和 5 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業[JPJ007597]地層処分施設施工・操業技術確証試験報告書，2024.