

模擬坑道における埋め戻し材の転圧施工試験

安藤ハザマ 正会員 ○伊藤歩夢 千々松正和

原子力環境整備促進・資金管理センター 非会員 川久保政洋 長澤寛和

1. はじめに

地層処分施設における坑道の埋め戻しでは、坑道の幅、高さが限られている中で延長方向に長い距離を施工する必要がある。現在、複数の施工法の検討が実施されており、その1つとして実施した令和2年度の転圧施工試験¹⁾では、模擬坑道内の施工エリアごとに施工機械を変えて、埋め戻し材の乾燥密度の空間分布やばらつきを確認した。令和3年度は、表-1に示す令和2年度に抽出された課題の解決を目的として施工試験を実施した。埋め戻し材の目標透水係数は 1.0×10^{-9} m/sと設定し、目標乾燥密度は締固め試験A法(1.0Ec)に対する締固め度95%とした。

2. 使用材料および施工試験の概要

試験に用いた埋め戻し材の配合を表-2に示す。ベントナイトにはNa型ベントナイト(クニミネ工業製クニゲルV1)、母材には玄武岩の碎石・砕砂を使用した。碎石の最大粒径は20mm、砕砂の最大粒径は5mmである。ベントナイト混合率は15%とし、吹付工法用の埋め戻し材(No.B-1)の母材は施工性を考慮して砕砂のみとした。転圧工法用の埋め戻し材(No.A-1~A-3)の母材は碎石と砕砂を6:4の割合で混合した。埋め戻し材の製造はアイリッヒミキサーで行った。

転圧施工に先立ち、妻部と左側部の埋め戻し材の吹付施工を実施した。吹付施工箇所でのり面勾配は1:0.5とした。転圧工法では1.5tの小型振動ローラを使用し、予備試験の結果から転圧回数は無振動転圧1往復、振動転圧3往復とした。底盤から約2mの高さまで全12層の施工を実施し、砂置換法により各層で9点ずつの乾燥密度の測定を行った。表-3に模擬坑道での施工状況を示す。

転圧施工に先立ち、妻部と左側部の埋め戻し材の吹付施工を実施した。吹付施工箇所でのり面勾配は1:0.5とした。転圧工法では1.5tの小型振動ローラを使用し、予備試験の結果から転圧回数は無振動転圧1往復、振動転圧3往復とした。底盤から約2mの高さまで全12層の施工を実施し、砂置換法により各層で9点ずつの乾燥密度の測定を行った。表-3に模擬坑道での施工状況を示す。

3. 施工試験結果

施工後に実施した転圧箇所の乾燥密度の測定結果を図-1~図-3に示す。各図には締固めエネルギーが異なる2つの締固め曲線(1.0Ecおよび4.5Ec)も併記した。撒き出し厚さを変えて転圧施工した結果を図-1に示す。撒き出し厚さは200mmと250mmであり、その両ケースで目標乾燥密度を達成することを確認した。令和2年度は、撒き出し厚さ300mm・4tタンデムローラによる転圧の施工条件で施工面の不陸が大きくなった。その対策として撒き出し厚さを薄くし、起振力の高い小型振動ローラを転圧に用いることで不陸を低減することができた。

埋め戻し材製造時の含水比のばらつきを想定し、複数の含水比(設定含水比9%±3%)の材料を用いて転圧施工を行った結果を図-2に示す。設定含水比(9%)よりも低い条件(6%)では目標乾燥密度を達成したが、高い条件(12%)では一部目標乾燥密度を満たさない箇所が発生した。図-1、図-2の結果を受けて施工仕様は撒き出し厚さ250mm、

表-1 埋め戻し材の転圧施工時の課題と対策案

No.	転圧工法の課題	対策案
1	施工面の不陸の発生	適切な撒き出し厚さの選定
2	材料の含水比のばらつきの影響	複数の含水比材料による影響確認
3	妻部のランマーによる転圧施工に代わる施工方法	妻部へ吹付工法を適用し、転圧工法と併用時の施工性を確認

表-2 埋め戻し材の配合

No.	ベントナイト	母材	設定含水比
A-1	クニゲルV1(15%)	碎石(51%)・砕砂(34%)	9%
A-2	クニゲルV1(15%)	碎石(51%)・砕砂(34%)	6%
A-3	クニゲルV1(15%)	碎石(51%)・砕砂(34%)	12%
B-1	クニゲルV1(15%)	砕砂(85%)	13%

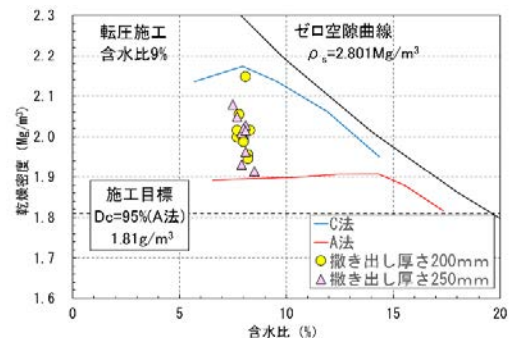


図-1 撒き出し厚さに対する検討結果(課題 No. 1)

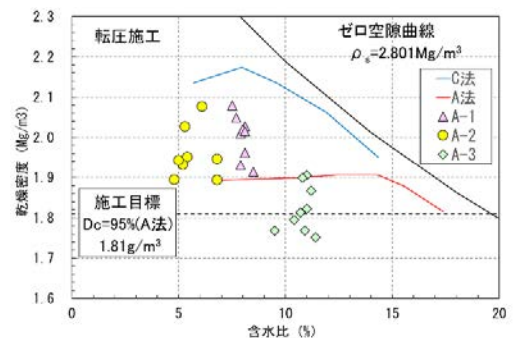


図-2 含水比のばらつきに対する検討結果(課題 No. 2)

キーワード 放射性廃棄物、地層処分、埋め戻し材、施工試験、転圧施工、吹付施工

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1, TEL : 029-858-8810, E-mail : ito.ayumu@ad-hzm.co.jp

表-3 模擬坑道での施工状況

工法	位置	施工箇所	施工状況	施工後の状況
吹付工法	妻部・左側部			
転圧工法	一般部			

含水比 9%として、転圧工法による埋め戻し施工試験を実施した。施工後の埋め戻し材の乾燥密度測定結果を図-3に示す。全ての層で目標乾燥密度を上回り、令和2年度の施工試験に比べて不陸の発生を抑制した施工を行うことができた。現場サンプリング試料の透水試験結果を図-4に示す。図には室内試験結果も併記した。施工条件を適切に設定することで目標透水係数を満足することを確認した。

吹付施工箇所近傍の転圧に関しては、吹付施工箇所との接続部に未転圧部を残さないためには、吹付のり面勾配を適切に設定すること、吹付施工箇所に転圧輪を擦り付けて転圧する必要があることが分かった。

4. おわりに

模擬坑道内において吹付工法と転圧工法の併用による施工試験を行い、「適切な撒き出し厚さ」と「複数の含水比材料による影響」、「吹付工法と転圧工法の併用による施工性」を確認した。その結果、適切な撒き出し厚さと施工機械を設定することで施工面の不陸の発生を抑制できることを確認した。また、施工時の材料の含水比が低含水比側に3%程度ばらついても乾燥密度への影響は小さいことを確認した。一方、高含水比側に3%程度ばらついた場合には乾燥密度が低下するため、許容できる含水比のばらつきの範囲を設定し、適切な含水比管理を行う必要がある。吹付工法と転圧工法の併用の際は、未転圧部を残さないようなり面勾配の設定や施工管理、各工法が重要であることが分かった。今後の課題として、吹付施工箇所の乾燥密度が転圧施工箇所と比較して顕著に低い場合は、転圧時の荷重や施工後の自重により沈下が発生する可能性があるため、沈下を考慮した目標乾燥密度の設定が必要である。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業「令和3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認試験)」の成果の一部である。

【参考文献】1) 山田淳夫, 伊藤歩夢, 川久保政洋: 模擬坑道を対象とした地層処分場の埋め戻し材の転圧施工試験, 第76回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, CS12-39, 2021.

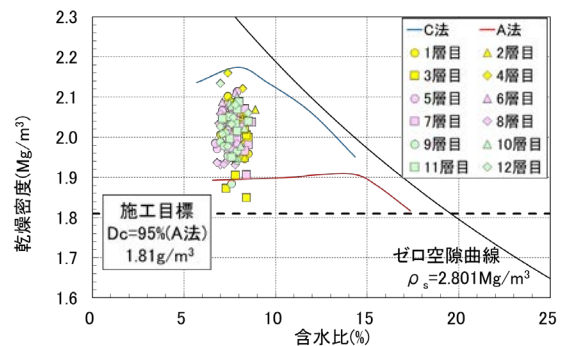


図-3 転圧施工箇所の乾燥密度

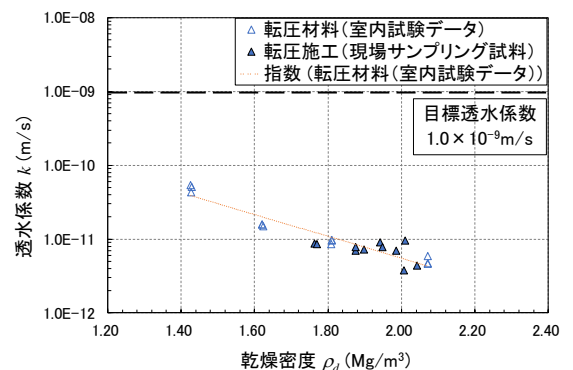


図-4 現場サンプリング試料の透水係数