

吹付け工法によるベントナイト混合埋戻し土の実用規模施工実験

(株)大林組 正会員 ○並木 和人, 正会員 武内 邦文, 正会員 高橋 真一
正会員 新村 亮, 正会員 田島 孝敏, 正会員 金田 勉

1. はじめに

余剰深度処分の施設概念としては図-1 のような例が考えられており、その上部埋戻し材にはセメント系材料またはベントナイト系材料が想定されている。また、処分空洞の周辺には主要坑道やアクセス坑道が計画され、これらは土質系材料で埋戻されるため、大量の埋戻し施工のための合理的な施工技術の開発が必要である。これらの埋戻しの対象として、特に狭隘部の合理的な施工技術として可能性の高い、ベントナイト混合埋戻し土（以下、ベントナイト混合土）の実用規模吹付けに関する現場施工実験を実施した成果を報告する。

2. 実験概要

実験は、実規模を想定した吹付けの設備（バッチャープラント、吹付機、ミキサー車、等）を使用して実施した。具体的には、ベントナイト、砂および礫をバッチャープラントにて混練し、ベントナイト混合土を作製する。これをミキサー車にて吹付ロボット（スイス、アリバ社製マンテス）へ運搬・投入して、パネル模型（0.84m×0.84m×h0.21m）および狭隘部を想定した模型（0.5m×0.5m×h0.35m）へ吹付けを行った。含水比調整のための加水は、①乾式（ノズル近くにて加水）、②湿式（バッチャープラントにて加水）および③半湿式（ノズル近くとバッチャープラントで半量ずつ加水）の3通りの方法により、表-1 に示す2種類のベントナイト混合土試験体を作製した。図-2 に実験状況の概念図を、また表-1 には今回行った全8回の実験ケースおよび条件(吹付け方法、吐出力、ノズル内径他)の一覧を示す。なお、ベントナイト混合土の配合は、全てのケースにおいてベントナイト 15%、砂 35%、礫 50%（重量比）とした。ベントナイトはクニゲル V1（粉体）およびクニゲル GX(原鉱)を用い、砂および礫は川砂と川砂利を用いた。表-2 に各材料の材料特性として、最大粒径および均等係数を示した。実験によって作られたベントナイト混合土試験体試料（写真-1 の中および右参照）は、全体重量を計測して密度を算出した後、9（パネル）もしくは18（狭隘部）区分に分割し、各々の部分について不攪乱コアサンプルを作製し、各種要素試験を実施した。

3. 実験結果

施工実験の状況および出来形模型を写真-1 に示す。ベントナイト混合土吹付けは、乾式、半湿式については、施工キーワード 低レベル放射性廃棄物、埋戻し、ベントナイト、吹付け、現場実験

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株) 大林組 土木技術本部 TEL 03-5769-1309

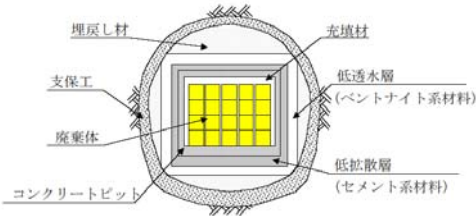


図-1 余剰深度処分の概念¹⁾

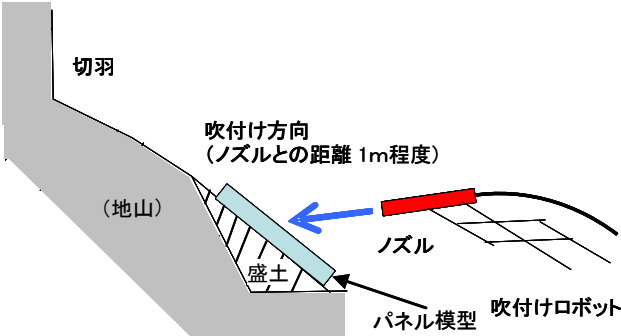


図-2 吹付け実験の概念図

表-1 各実験ケースの諸元一覧

ケース No.	ベントナイト	目標 含水比 (%)	吹付け 方法	吹付けマシン 吐出量 (m ³ /h)	ノズル先端 内径(mm)
1	クニゲル V 1 (粉体)	9.2	乾式	12	60
2					40
3			半湿式		50
4					
5			湿式		10
6	クニゲル G X (粒状)	10.5	乾式	8	60
7				12	
8				14	

表-2 材料特性（ベントナイト、砂および礫）

材料名		最大粒径 D _{max} (mm)	均等係数 D ₆₀ /D ₁₀
ベントナイト	クニゲルV1	0.04	0.21
	クニゲルGX	9.50	0.09
砂		4.75	0.18
礫		9.50	0.44

工に際しての問題がほとんどないことが分かったが、湿式については圧送負荷が大きく、吐出量がやや低減した。

図-3 および図-4 に、乾式吹付けで作製された6ケース分12個の模型の全体重量の計測をもとに算出された密度（湿潤・乾燥）を示した。結果として、湿潤密度は 1.8Mg/m^3 以上のものが1個認められたが、他はそれを下回った。しかし乾燥密度については、 1.6Mg/m^3 以上は5個と大きく増加した。また、狭隘部模型のほうがパネル模型より密度が安定している特徴が認められた。パネル模型の密度はノズル径では40mm、吐出量では $12\text{m}^3/\text{h}$ で最大となった。またクニゲルGXを用いて作製したベントナイト混合土の方がV1でのものより大きな密度を示す傾向が認められた。

図-5 には透水試験より求められた透水係数 (k_{15}) を示した。クニゲルGX, V1 のいずれより作製された試料とも 10E-9m/s オーダーよりかなり高い止水性が確保される結果となっており、透水性の面からは品質に問題がないことが示された。これらの結果より、吹付け工法によるベントナイト混合土の埋戻し施工の適用が極めて有望であることが確認された。一方で施工上留意すべき点（吹付け方法、ベントナイト配合の管理、出来形品質の管理等）が明らかになっており、実施工への適用に際しては、今後も更なる吹付け施工の検証実験を行う余地がある。

4. まとめ

(1) 実規模を想定した吹付けの設備を用いて、ベントナイト混合土の吹付け試験を行ったところ、吹付け施工の可能性を確認することができた。

(2) 作製された試験体を用いて要素試験を実施し、結果として概ね要求される品質を満たす値が得られた。

(3) 施工法、作製された試験体の品質の両面から、ベントナイト混合土吹付け工法の狭隘部埋戻し施工への適用展開の見通しが確認された。

参考文献

- 1) 京谷修：放射性廃棄物処分施設の設計検討状況、土木学会平成17年度全国大会研究討論会、コンクリート構造物の長期耐久性評価資料（2005）



写真-1 実験状況（左）および出来形模型（中：パネル、右：狭隘部）

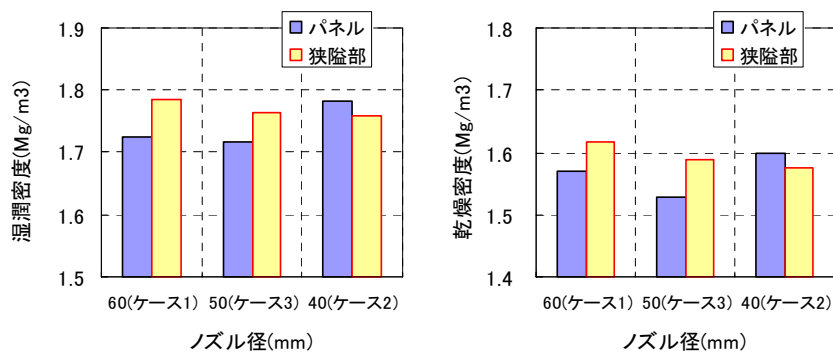


図-3 ベントナイト混合土試験体の密度試験結果（クニゲル V1 使用）

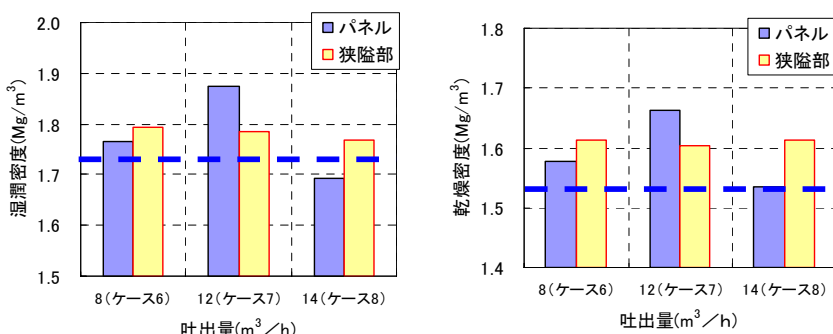


図-4 ベントナイト混合土試験体の密度試験結果（クニゲル GX 使用）

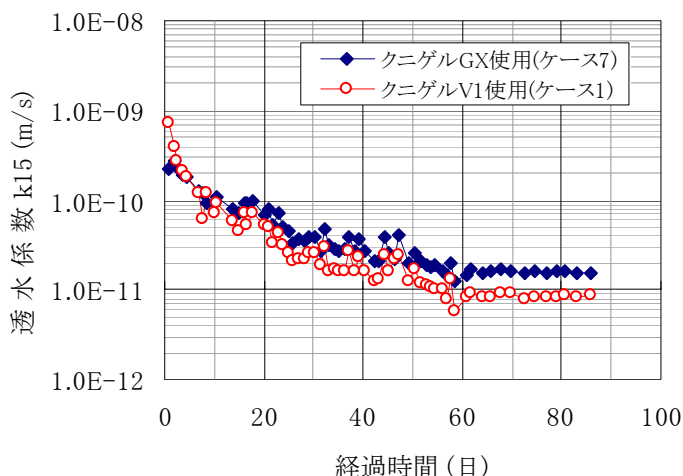


図-5 ベントナイト混合土試験体の透水試験結果