

ベントナイト吹付けによる緩衝材構築工法（SHOTCLAY 工法）の施工管理方法に関する検討

鹿島建設 正会員 ○石井健嗣、小林一三、笹倉剛、福田勝美、武地真一
AGC プライブリコ 正会員 神津圭輔

1. はじめに

これまで著者らは、放射性廃棄物処分施設におけるベントナイト系人工バリア（以下、緩衝材）の構築工法として、湿式吹付け技術である SHOTCLAY 工法（以下、本工法）の適用性を検討し、均質かつ高密度な緩衝材が構築可能であることを確認した¹⁾²⁾。しかしながら、本工法では、施工部に付着せず跳ね返ったリバウンド材料の再利用方法が課題であった。すなわち、ほぼ一定の含水比に調整した吹付け前の材料に吹付け毎に含水比が低下するリバウンド材料を混合し再利用した場合、リバウンド材料の混合割合によって混合材料の含水比が変化するため、吹付けた緩衝材の品質を一定に保つことが難しかった。そこで、本報では吹付け材料の含水比と材料供給量を変化させた吹付け実験を行い、これらのパラメータと吹付けた緩衝材の乾燥密度との関係を取得することで、吹付け材料の含水比が低下した際においても、緩衝材の品質を確保可能な施工管理方法を検討した。

2. 実施内容

本工法で構築される緩衝材の施工品質に係る主要な因子は、吹付け材料の含水比と単位時間当たりの材料供給量である¹⁾²⁾。そこで、本実験では、含水比を $w = 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23\%$ に調整した吹付け材料（クニミネ工業産クニゲル GV、粒径 5mm 以下）について、材料供給量を 8, 15, 20kg/10sec 程度に設定して吹付け試験を行った。この材料供給量は、材料供給機の解砕翼（図 1 参照）の回転数で制御しており、その回転数は各々 20、40、60Hz に相当する。また、含水比の設定幅は既往の研究成果³⁾を参考に決定した。

図 1 に本実験の機械構成を示す。吹付けの手順（図 1 参照）としては、①吹付け材料を②材料供給機のホッパー内に投入し、定量に供給した後、③ベルトコンベアを介して④ローター式吹付け機内に運搬する。その後、材料は⑤コンプレッサーの圧縮空気によってホース内に圧送され、⑥吹付けノズル内で、速度エネルギーを増加し吹付けられるという流れである。この際、ノズルワークは、電動ホイストで吊下げられ、事前に設定した動作プログラムによって自動制御が可能な 7 関節型ロボットで行った。なお、全実験ケースにおいて、含水比と材料供給量以外の施工条件（ノズルワーク、吐出空気量）は共通とし、吹付けた緩衝材のかさ密度は、アルキメデスの原理を応用したシリコンオイル比重法¹⁾で測定した。

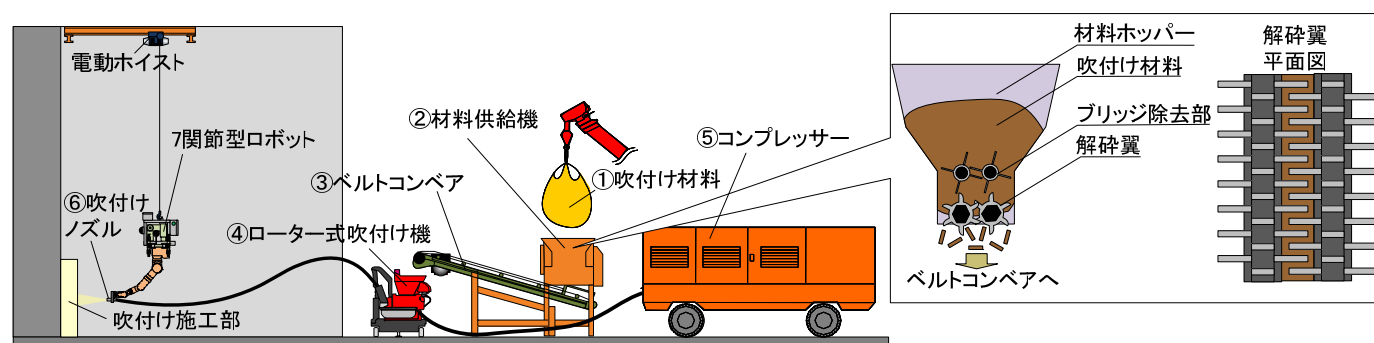


図 1 本実験の機械構成（側面図）

キーワード 放射性廃棄物、余裕深度処分施設、緩衝材、吹付け施工

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社技術研究所 TEL 042-489-6559

3. 結果・考察

図 2は吹付け材料の含水比と乾燥密度の関係を材料供給量毎に整理した結果である。図 2から、本工法では、材料の含水比に加えて、材料供給量も仕上り乾燥密度に影響を及ぼし、吹付け時の吐出空気量が一定の下では、材料供給量が少ないほど乾燥密度が増加することが分かる。例えば、材料供給量が 8kg/10sec (◆プロット) の場合、含水比が 18%程度まで低下すると、乾燥密度が 1.7Mg/m³ に達するが、20kg/10sec (▲プロット) の場合では 1.6Mg/m³ 程度であることが分かる。また、材料供給量に関わらず、吹付け材料の含水比が増加するに従って、仕上がり乾燥密度は飽和度 85%の等飽和度線に漸近する傾向が確認できる。このことから、本工法で構築される緩衝材の飽和度は最大で 85%程度であると考えられる。

図 2の結果を吹付け施工管理チャートとして活用すべく、施工条件(材料供給量と含水比)と施工品質(乾燥密度)の関係をカラーコンター図で示した結果が図 3である。ここでは、バラつきを含む実測値を無処理でカラーコンターにしているため、そのままでは施工管理チャートとして使用するのは難しい。そこで、図 2のデータの近似曲線を求め、それを基に吹付け施工管理チャートを作成すると図 4になる。実施工時においては、混合材料の含水比の速報値と緩衝材の要求性能(目標乾燥密度)に鑑みて、図 4から材料供給量を設定すればよい。

4. まとめ

吹付け材料の含水比と材料供給量を変化させた吹付け実験を行い、緩衝材の品質を一定に保つための施工管理チャートを作成した。本チャートは、経済産業省からの委託である「平成 24 年度管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設性能確認試験」において活用され、その有用性が確認された。今後は、吹付けデータの蓄積を行い、本チャートの更なる精度向上を図る予定である。

参考文献

- 1) 小林一三他 ベントナイト吹付け技術の開発(その 1)ー混合方法と品質管理方法の検討, 鹿島技術研究所年報, 2006.9
- 2) 田中俊行他 ベントナイト吹付け技術の開発(その 2)ー高密度吹付け工法の施工条件の検討, 鹿島技術研究所年報, 2006.9
- 3) 原子力環境整備促進・資金管理センター: 平成 23 年度管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設性能確認試験報告書, p.3-41, 2011.
- 4) 原子力環境整備促進・資金管理センター: 平成 24 年度管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設性能確認試験報告書, 2013.

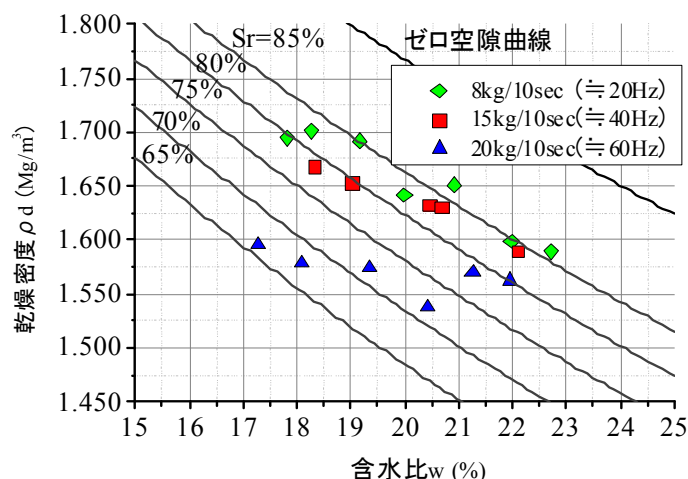
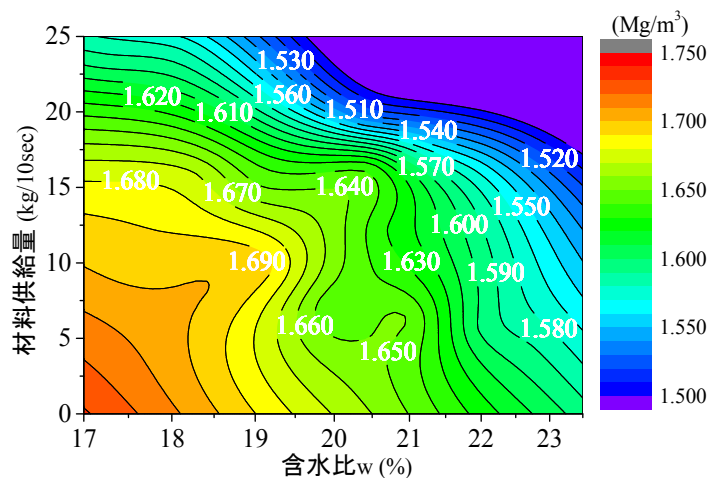
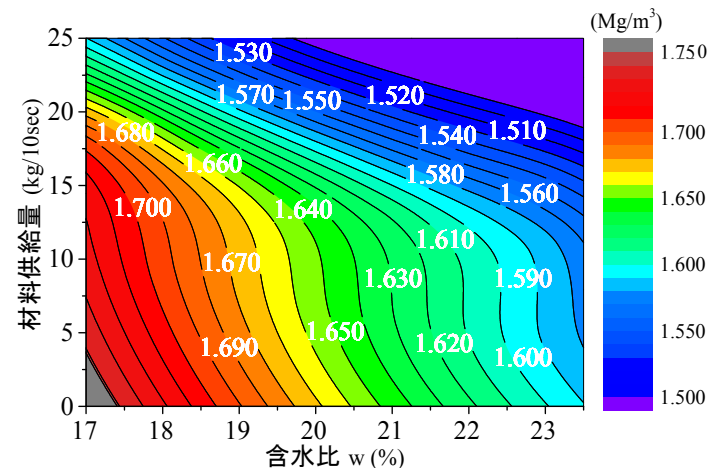


図 2 吹付け材料の含水比と乾燥密度の関係



※図中の数字は乾燥密度を示している
図 3 含水比と材料供給量による施工管理図
(データスムージング前)



※図中の数字は乾燥密度を示している
図 4 含水比と材料供給量による施工管理図
(データスムージング後)