

ベントナイト吹付技術の高効率化に関する基礎検討

大成建設株式会社 原子力本部 正会員 ○彭隆

大成建設株式会社 原子力本部 正会員 本島貴之

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物処分施設の埋戻し工法の一つとして、ベントナイト混合土の吹付工法の適用が検討されている。ベントナイト吹付工法は複雑な断面形状や狭隘な形状への適用性が高いものの、転圧締固めやブロック定置といった他の工法と比較して施工速度が遅く、高効率化が課題である。ベントナイト吹付技術の高効率化については材料や施工機械・パラメータに着目した様々な検討¹⁾²⁾が進められているものの、リバウンド量や材料ロスの低減に関して課題が残っている。そこで本検討では、吹付材料の粒度分布を調整することによって施工密度を上げてかつリバウンドを削減する試み、セメント・モルタル吹付で適用されている揺動機構を適用することで時間当たりの吹付量（付着量）を増やす試み、および材料混練時に攪拌翼に付着抑制コーティングを施すことによる材料ロス低減の試みという3点の基礎的検討を実施し、その内容を報告する。

2. 材料の粒度分布調整

吹付材料の密度や付着効率を高める手段としてベントナイト吹付材料自体の高密度化と粒度分布の調整を行った。ベントナイトの高密度化は粉体であるNa形ベントナイトを圧縮してペレット化することで実施し、粒度分布は最密重点理論に基づくFuller曲線に従うように調整した(図-1)。その後、得られた材料を使用し地上要素試験を実施した(図-2)。要素試験を実施して、時間当たりの吹付量を整理した結果、粉体であるNa形ベントナイトと珪砂(3号・5号)を混合した材料の吹付効率 $0.70\text{m}^3/\text{hr}$ と比較して本検討の配合では $0.79\text{m}^3/\text{hr}$ と効率が改善し、乾燥密度も $1.44\text{Mg}/\text{m}^3$ から $1.61\text{Mg}/\text{m}^3$ へと上昇した。すなわち配合調整後のベントナイト混合土による効率上昇が確認された。

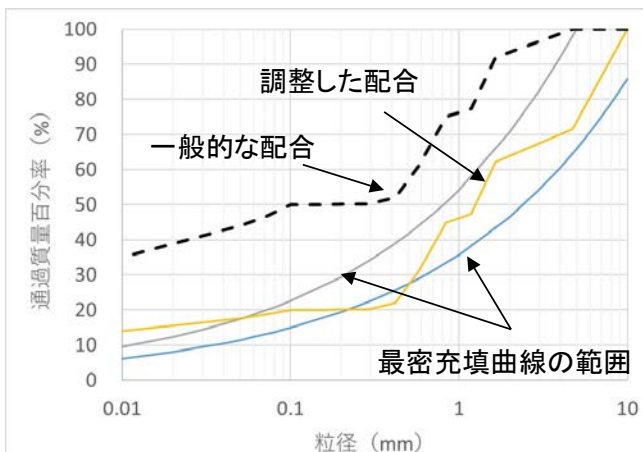


図-1 材料配合（ベントナイト：珪砂＝50：50）

3. 揺動機構の効果確認

モルタルやコンクリートの吹付においては吹付ロボットと揺動機構の組合せによって吹付効率を上げる試みが既に実施されている。ベントナイト吹付では吹付対象の形状が特殊であったり、断面が小さかったりすることから汎用的に機械的な揺動機構が使われていないもののオペレーター操作による揺動動作は適用されており、機械的な揺動機構の導入による効率増の期待は高い。そのため、高レベル放射性廃棄物処分の小断面でも適用可能なノズル揺動機構を製作し(図-3)、その効果の把握を目的として、検証実験を実施した(図-4)。揺動なしケースでは吹付効率が $0.62\text{m}^3/\text{hr}$ であることに比べて、揺動ありケースでは吹付効率が $1.14\text{m}^3/\text{hr}$ であると示される。実験結果を集計すると、揺動ありの吹付効率は揺動なしの約1.8倍である。このように、揺動機構は吹付効率増加に一定の効果があることを確認した。



図-2 要素試験の状況

キーワード ベントナイト, 吹付, 最密充填曲線, 揺動機構効果, コーティング材料

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 原子力本部 TEL 03-5381-5315

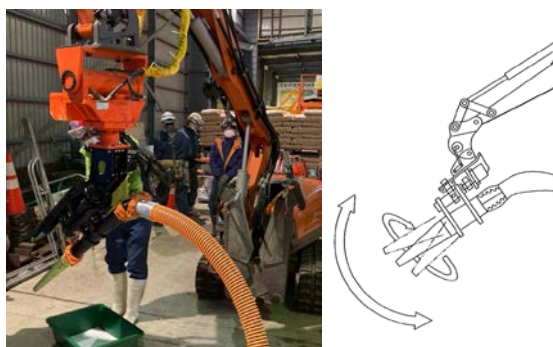


図-3 製作した揺動機構

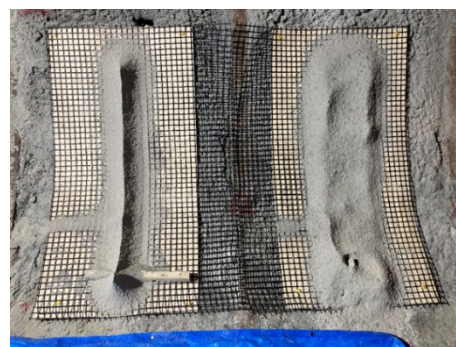


図-4 付着状況（左：揺動あり、右：揺動なし）

4. コーティングによる付着低減確認

ベントナイト混合土は粘性が非常に大きいことから、ミキサによる混練・含水比調整作業中の付着や吹付時の圧送配管中の詰まりが発生し、施工ロスが多くて作業スピードが低下する課題がある。本検討では材料ロスを削減するための基礎検討として、バッチ式ミキサの攪拌翼にコーティング材料を塗布してその付着抑制効果を確認した。コーティング材料はフッ素樹脂（塗膜厚 $80\mu\text{m}$ ）、フッ素樹脂（塗膜厚 $80\mu\text{m}$ ）+溶射加工、2層式有機系溶剤を用いた。実験では攪拌翼にコーティング材料を塗布して行った。



図-5 攪拌翼付着状況（コーティング無し）



図-6 攪拌翼付着状況（2層式有機系溶剤）



図-7 攪拌翼付着状況（フッ素樹脂）



図-8 攪拌翼付着状況（フッ素樹脂+溶射）

実験結果により、コーティング無しの場合は1本の攪拌翼に約40gの材料が付着していた（図-5）のに対し、フッ素樹脂コーティングを施した攪拌翼はいずれも付着が認められなかった（図-7～図-8）。ただ、2層式有機系溶剤の場合は若干の付着が確認された（図-6）。なおコーティング材料のうち2層式有機溶剤は5分程度（2バッチ）の攪拌でコーティングが剥離し、フッ素樹脂は30分（10バッチ程度）の攪拌後も効果は継続していた。今後はコーティング材料のコストと材料ロス低減の費用を比較して実際の検討を行う予定である。

5. まとめ

材料の粒度分布調整や揺動機構の効果確認を行うことで、施工効率の向上を確認した。また、コーティング材料の使用によって、施工ロスの削減に対する効果を検証した。

参考文献 1) 小林他, ベントナイト吹付け技術の開発（その1）高密度吹付け工法の室内試験と混合方法の検討, 鹿島技術研究所年報第54号, 2006. 2) 松本他, 吹付け工法による急勾配法面へのベントナイト混合土層の施工, 土木学会第68回年次学術講演会, 2013.