

凍結混合方法によるベントナイト系人工バリア材料の含水比調整法

鹿島建設(株) 正会員 ○ 小林 一三, 正会員 戸井田 克,
 正会員 田中 俊行, 正会員 中畷 誠門,
 非会員 佐藤 竜郎

1. はじめに

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層は、原鉱ベントナイトなどを締固めることによって構築することを基本として様々な検討がなされている。この締固め工法ではベントナイトの含水比が品質管理の観点から重要となるが、これまでベントナイトの含水比調整方法は十分に検討されていなかった。

そこで既往の研究¹⁾では、氷点下に冷却したベントナイトと微粒子に粉碎した氷を、低温環境下で粉体状態で混合することで簡便に含水比調整が可能であることを示した。本報では、その混合プラントを具体化したので報告する。

2. 含水比のバラツキによる影響

図-1に含水比のバラツキがベントナイトの透水係数に及ぼす影響を示す。図-1右側には突固め曲線(1Ec, 3Ec, 5Ec)、左側には低ひずみ圧密試験から求めた乾燥密度と透水係数の関係が示してある。例えば、乾燥密度1.6Mg/m³を目標に、含水比20%、5Ecで締固めたとする。この際に、設定含水比に対して±2%の誤差が生じたとすると、同じ突固めエネルギーで締固めても乾燥密度で0.7Mg/m³、透水係数で倍半分の違いが生じることになり、均一に含水比調整をすることは非常に重要である。

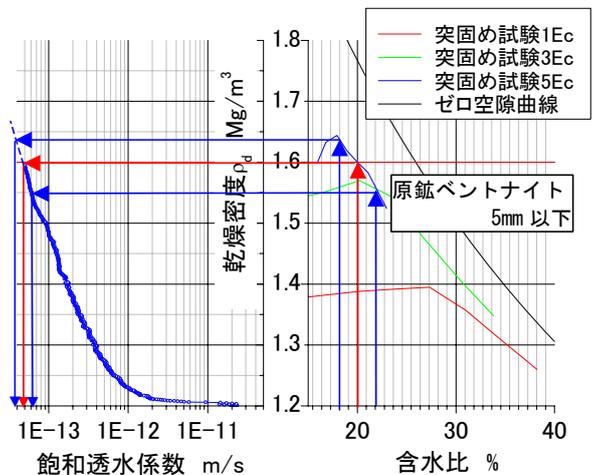


図-1 含水比が透水係数に及ぼす影響

3. 従来方法の問題点

従来の加水攪拌による含水比調整を行うと、図-2に示すように加えた水を細粒分が吸収し高含水比になり、粗粒ベントナイトの表面にへばり付き、団粒化する傾向がある(図-3)。この高含水比の細粒分は、この攪拌混合機の攪拌槽や攪拌翼などにもへばり付き、攪拌できなくなるため、実際の施工で大規模な含水比調整を行う場合には、かなり強力な混合機であっても頻繁にへばりついたベントナイトの除去を行う必要がある。これに対して、本凍結混合方法では、低温環境下でベントナイトと微粒子氷を粉体状態で混合するため、図-3に示すように、含水比調整前後でベントナイトの粒度分布はほとんど変化していないことが分かる。さらに、均一に含水比調整できるた

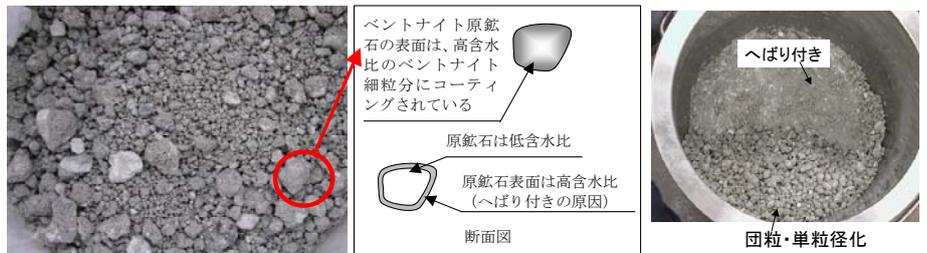


図-2 加水混合方法による含水比調整方法の問題点

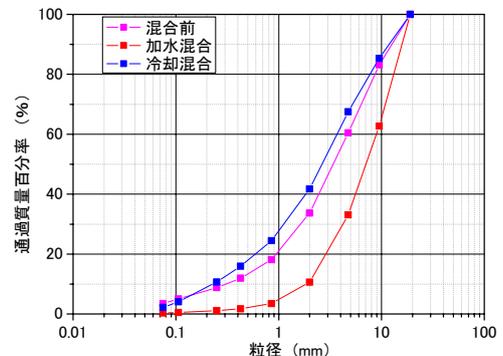


図-3 混合方法の違いによる粒度分布の違い

キーワード 放射性廃棄物処分施設, ベントナイト系人工バリア, 締固め工法, 含水比調整

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 0424-89-7081

め高含水比細粒分が存在せず，機械へのへばり付きなどの問題は全くない。

4. 凍結混合方式による含水比調整方法

凍結混合方式による含水比調整方法は，基本的には低温環境と微粒子氷製造機があれば実施可能である。そこで，低温環境を安価に実現できるものとして，農産物の輸出入用冷凍コンテナを用い，産業用フレークアイスメーカーとミル機による微粒子氷製造機を用いて原鉱ベントナイトの含水比調整を行った。本方法では混合機に対して高い能力は必要としないため，少量であればレーキによる人力混合，大量であればコンクリート用の二軸パドルミキサーなどで同品質の含水比調整ベントナイトを作製可能である。図-4には，凍結混合方式による含水比調整方法の概念図と，今回使用した冷凍コンテナ，産業用フレークアイスメーカーを示している。既にこの設備で約 3000kg のベントナイトの含水比調整を行っており，混合機 1 バッチ当たり 3 分程度で均一に含水比調整ができた。

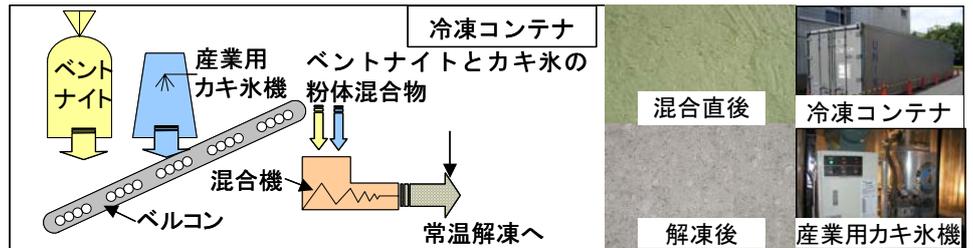


図-4 凍結混合方式による含水比調整方法の概念図

図-5には，ベントナイトの冷却・解凍時の温度の経時変化を示している。-10℃に設定した冷凍コンテナに，図に示す一次的に温度勾配を持つように断熱材で囲んだベントナイト

を設置し，ベントナイトの温度の経時変化を調べた。その結果，1日程度で450mm程度の深部まで25℃のベントナイトを-10℃まで下げることができた。また，解凍に対しても1日程度あれば十分であることが分かった。この450mmの深度は，ベントナイト1000kg入りのフレキシブルコンテナの最大熱伝導距離（表面からの最大距離）に相当する。また，図-6に示すように，この低温履歴によって，ベントナイトの膨潤性能は影響を受けないことを確認している。

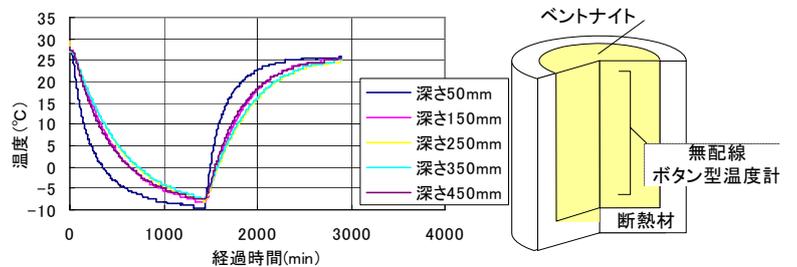


図-5 ベントナイトの冷却・解凍実験

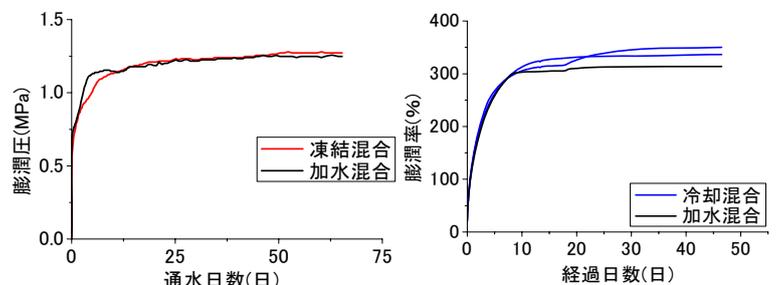


図-6 低温履歴によるベントナイトの膨潤性能への影響

5. おわりに

ベントナイト系人工バリアを構築するためには，ベントナイトの含水比調整方法は非常に重要な技術である。従来法が有する団粒化や単粒径化，さらには機械へのへばり付き，処理量の増加などの様々な問題は，本方法を用いることによって解決できることを示した。

また本方法は，混合機械に高い攪拌性能を要求しない，単純な粉体の混合であるため，例えば低コストの人力混合による少量の含水比調整プラントでも，図-7に示すような全自動連続式ベントナイト含水比調整プラントでも出来上がるベントナイトの品質はほとんど同じである。今後，事業規模に応じた凍結混合方式による含水比調整プラントの形態に関して検討する予定である。

参考文献

1) 小林一三, 笹倉 剛, 田中 俊行, 中畠 誠門, 戸井田 克, 上本 勝広ほか：冷却ベントナイトと微粒子氷による含水比調整法，土木学会第 60 回年次学術講演会，2005。

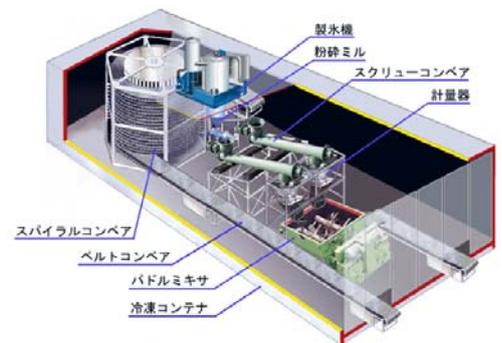


図-7 凍結混合プラント案