

ベントナイト混合土遮水層に関する室内実験

日本国土開発(株) 正会員 佐藤 泰
日本国土開発(株) 正会員 芳沢 秀明

1. はじめに

平成 10 年 6 月の厚生省と総理府による「一般廃棄物および産業廃棄物の最終処分場に係わる技術上の基準を定める命令」の中で規定されている表面遮水工における遮水層構造のうち、粘土層と遮水シートの複合遮水構造は欧米で主流となっており注目されてきている。ただし、現地で良質な粘性土を確保することが容易でないことから、現地発生土にベントナイトを混合したベントナイト混合土を遮水材として使用するケースが増えつつある。このような状況で、当社が開発したチェーン回転式破碎混合機は、円筒体の中の回転軸に取り付けた複数本のチェーンが高速回転することで発生する打撃力で、土質材料(礫材と粘土塊)の破碎による細粒化とベントナイトなどの添加材の混合を同時に行い、高品質な遮水材を製造することを可能にした。

本報告は、チェーン回転式破碎混合機により現地発生土を細粒化した材料を用いたベントナイト混合土について行った室内実験結果について報告するものである。

2. 実験内容

2.1 供試体作製方法

現地発生土をチェーン回転式破碎混合機(回転数 1000r.p.m)により破碎した後、ベントナイトを添加し、室内混合したものを、降雨による浸食確認実験では 15cm モールド(B-c 法)、それ以外では 10cm モールド(A-c 法)を用いて、最適含水比で締め固めた。養生は、ラップで表面密封、20℃ 気中養生、養生期間 3 日とした。

2.2 材料の基本物性

現地発生土(礫混じり土：礫は砂岩系の中硬岩(強度 70N/mm²))、チェーン回転式破碎混合機により現地発生土を破碎した土(以下、破碎土と称す)およびベントナイト混合土の基本物性を表 - 1 に示し、粒径加積曲線を図 - 2 に、締め固め曲線を図 - 3 に示す。破碎土は、現地発生土と比較すると最大粒径が大幅に小さくなり、礫分が減少し、砂分が増加していることから、施工性の向上および締め固め密度向上のための粒度調整に効果があると考えられる。締め固め特性は、ベントナイト混合土は破碎土と比較して、最大乾燥密度は小さく、最適含水比は湿潤側に移行している。

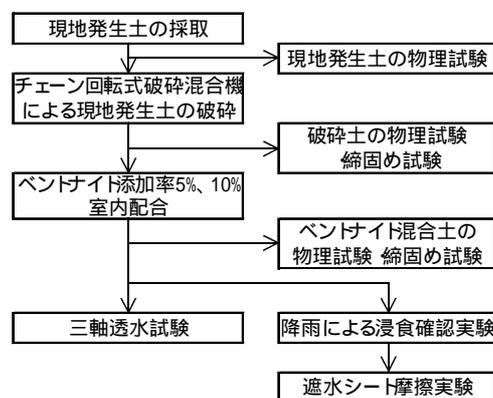


図 - 1 実験フロー

表 - 1 試料土の基本物性

項目	現地発生土	破碎土	ベントナイト混合土	
ベントナイト添加率(%)	0	0	5	10
土粒子の密度(g/cm ³)	2.636	2.648	2.644	2.679
粒度	最大粒径(mm)	150.0	19.0	26.5
	礫分(%)	44.4	21.8	36.0
	砂分(%)	26.3	44.7	32.8
	細粒分(%)	29.3	33.5	31.2
締め固め	最大乾燥密度(g/cm ³)	-	1.832	1.918
	最適含水比(%)	-	13.8	12.1

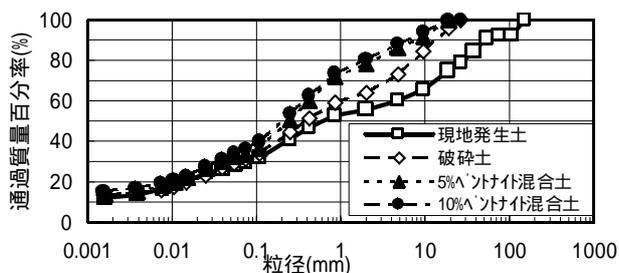


図 - 2 粒径加積曲線

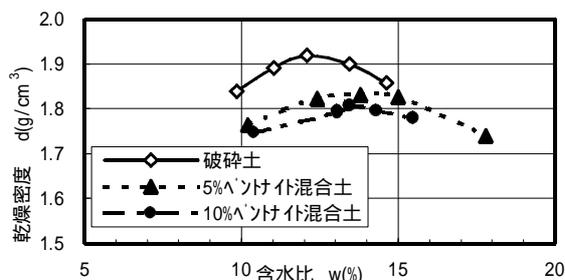


図 - 3 締め固め曲線

キーワード：チェーン回転式破碎混合機、ベントナイト混合土、遮水層、室内実験、三軸透水性試験
連絡先：〒 243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1 TEL:046-285-3339 FAX:046-286-0946

2.3 実験方法

(1) 降雨による浸食確認実験

図 - 4 に示すように勾配 2 割の斜面に供試体をモールドごと設置し、降雨装置により降雨強度 35mm/h(現地の 3 年間確率雨量)、降雨継続時間 1 時間の降雨を与え、実験後、深さ毎の含水比などを測定した。

(2) 遮水シート摩擦実験

図 - 4 に示す装置に供試体を設置し、降雨強度 35mm/h、降雨継続時間 1 時間の降雨を与え、以下に示す測定時期に供試体と遮水シート(高密度ポリエチレン製、厚さ 1.5mm、円形 50mm)との最大摩擦力、摩擦角を測定した(図 - 5)。

測定時期：降雨前、降雨後 1 時間気中乾燥、降雨後 24 時間気中乾燥

(3) 透水試験

透水試験は、有効拘束圧 196kN/m^2 、通水圧 78kN/m^2 の三軸透水試験を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 降雨による浸食確認実験

図 - 6 に供試体作製時からの含水比増加量の深度分布を示す。ベントナイト混合土では破碎土と比較して表面付近の含水比増加が大きく、降雨によるベントナイトの吸水・膨潤の影響を受けたと考えられる。

(2) 遮水シート摩擦実験

図 - 7 に遮水シートと供試体との摩擦角を示す。いずれの場合も降雨前から降雨後 24 時間乾燥時まで遮水シートと供試体との摩擦角は、一般的な最終処分場の法勾配 2 割勾配(26.6 度)¹⁾以下となっており、不安定である。特に降雨後 24 時間乾燥時ではいずれの場合も摩擦角は 21 度以下に減少しており、遮水シートは滑りやすい状態にあるといえる。

(3) 透水試験

図 - 8 にベントナイト添加率と透水係数との関係を示す。ベントナイト添加率の増加に伴い、透水係数は減少し遮水性が向上する。破碎土にベントナイトを 2% 以上添加することにより、 $1 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ 以下の透水係数となり、施工時の品質のばらつきを考慮しても十分な透水係数が得られると考えられる。

4. まとめ

- ・チェーン回転式破碎混合機は、現地発生土の施工性の向上および締固め密度向上のための粒度調整に効果的である。
- ・ベントナイト混合土は降雨の影響を受け、また、乾燥により遮水シートとの摩擦低下が生ずるため、施工後降雨に対する養生が必要である。

(参考文献)

1) 最終処分場技術システム研究会：廃棄物処分場技術システムハンドブック(環境産業新聞社)、p.163

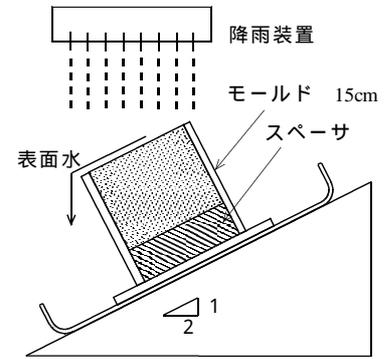


図 - 4 降雨による浸食確認実験

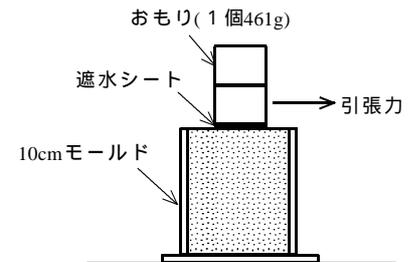


図 - 5 遮水シート摩擦実験

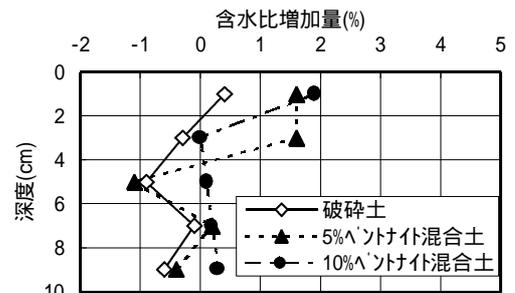


図 - 6 含水比増加量の深度分布

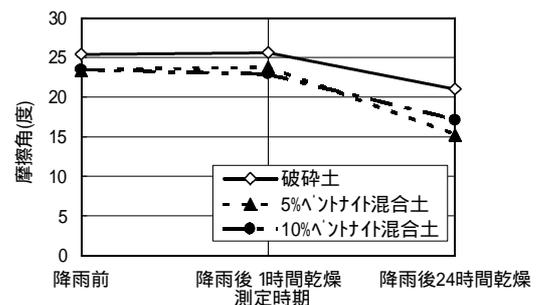


図 - 7 遮水シートと供試体の摩擦角

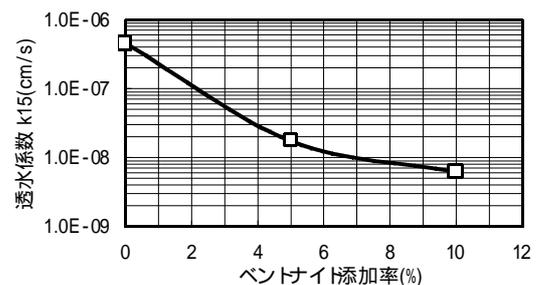


図 - 8 ベントナイト添加率と透水係数の関係