

ベントナイト混合土による土質遮水層に関する施工実証試験

熊谷組 正会員 吉崎幹人 遠藤正弘 西山勝栄
ホーチュン 正会員 水野克己

1. はじめに

今回建設した福島県県北地域の産業廃棄物最終処分場(埋立面積が4.75ha、埋立容量が75.2万 m^3)は、遮水工として処分場構造基準で新たに追加されたシートとベントナイト混合土の複合遮水工が採用されている。ベントナイト遮水層の仕様は厚さが50cmで透水係数が 10^{-7}cm/s 以下と遮水工構造基準の 10^{-6}cm/s 以下より1オーダー小さい(図-1参照)。本研究では、高規格のベントナイト遮水層を構築する技術を確認するために室内配合試験と施工実証試験を行い、ベントナイト遮水層の配合や転圧締固めなどの施工方法について検討した。興味ある知見が得られたのでここに報告する。

2. 室内配合試験

室内配合試験は、ベントナイト遮水層の基本性能の把握や実施工で用いる材料の配合を設定することを目的に行った。ベントナイト混合土の材料は現地発生土(まさ土)と膨潤性の優れた USA 産ベントナイトとし、室内配合試験ではベントナイト混合率 Bt を発生土の乾燥重量に対して Bt=10, 12, 13 と 14% の 4 ケース 変化させて突固め試験や透水試験などを行った。ここで、透水試験は実施工を想定して試験体の締固め密度が 90% になるよう調整して定圧法(圧力 $98\text{kPa}=1.0\text{kgf/cm}^2$)により測定した。表-1 に試験結果を示す。また、図-2 は各ベントナイト混合率における混合土の含水比 w と透水係数 k の関係を示したものである。ベントナイト混合土の透水係数はベントナイト混合率が 12% 以上となると $1 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ 以下となり、設計値である $1 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ を満たした値となる。よって、実施工で用いるベントナイト混合率はベントナイトと発生土の混合むらなどを考慮して 13% と設定した。

3. 施工実証試験の概要

図-3 に施工試験の概要を示す。施工試験は、実施工において混合土施工場所の一部に勾配が 1:3 (角度 18 度) の斜面部があるので、平坦部と斜面部(勾配 1:3)の 2 種類の施工ヤードを設けて行った。試験では混合土の施工方法や混合土の下部に設置するシートや検知システム用面電極付き保護マットの施工に対する影響について検討した。

ベントナイト遮水層の施工は発生土とベントナイトを混合攪拌し、その混合土を振動ローラーで転圧・締固めることにより行う。発生土とベントナイトの混合は 2 軸のパドルミキサー式の連続混合機(SR-P1200)を用いる。この混合機はミキサー方式なので均質に攪拌・混合できること、搬出ベルトコンベアにロードセルが装備されているの

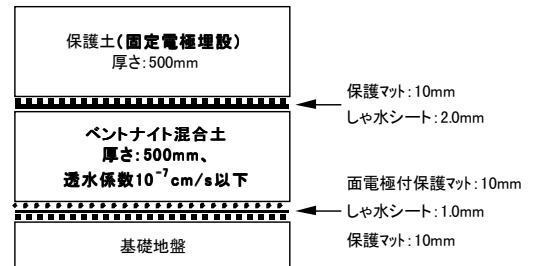


図-1 遮水構造の概要

表-1 室内配合試験結果

項 目	発生土 (まさ土)	混合土 (Bt=10%)	混合土 (Bt=12%)	混合土 (Bt=13%)	混合土 (Bt=14%)
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.617	2.616	2.645	2.648	2.650
自然含水比(%)	11.8	—	—	—	—
最大乾燥密度 $\rho_{d\text{max}}(\text{g/cm}^3)$	1.668	1.673	1.662	1.618	1.656
最適含水比 $w_{\text{opt}}(\%)$	14.7	16.0	17.0	15.8	16.2
最小透水係数 $k(\text{cm/s})$	1.1×10^{-4}	1.2×10^{-7}	3.1×10^{-8}	1.8×10^{-8}	2.6×10^{-8}

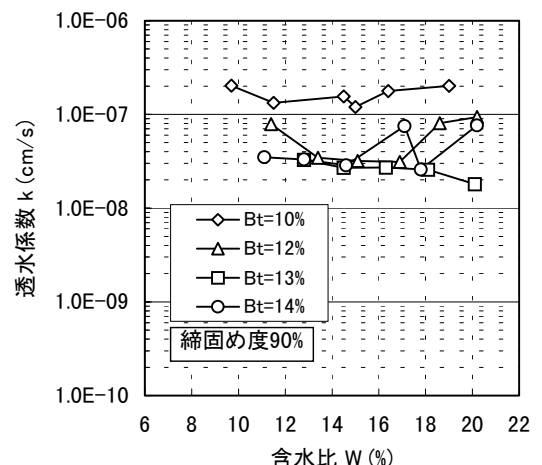


図-2 混合土の含水比と透水係数の関係

キーワード：廃棄物最終処分場、粘土遮水層、ベントナイト、透水係数、締固め、施工管理

連絡先：〒980-0822 宮城県仙台市青葉区立町 26-20 熊谷組東北支店 土木部

TEL022-262-2815

FAX022-232-2830

で混合率が重量で管理できることなどの特徴があり、混合むらの少ない良質な混合土の製造が可能である¹⁾。混合土の転圧・締固め方法は薄層(2層)転圧施工とし、撤出しはブルドーザー(D30級)によって行い、その厚さは1層目が36cm(仕上厚30cm)、2層目が24cm(仕上厚20cm)とした。転圧は振動ローラー(10t級)により1層当たりの転圧回数を4回、6回、8回と変えて行い、試験では混合土の締固め密度が最大乾燥密度の90%以上となる転圧回数を求める。図-4に施工試験の状況を示す。

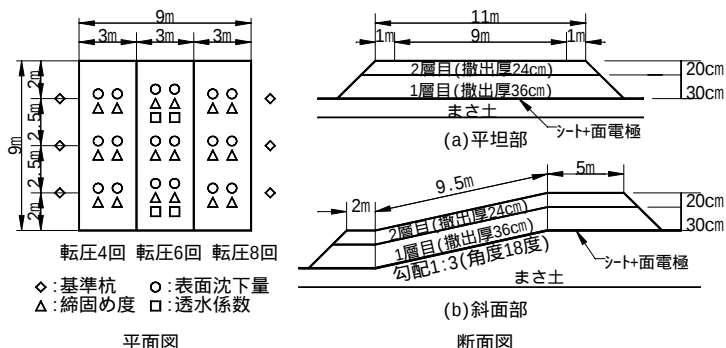


図-3 施工実証試験ヤード



図-4 施工試験の状況

4. 施工実証試験結果

図-5 にベントナイト遮水層の含水比と乾燥密度の関係を示す。混合土の乾燥密度は平坦部、斜面部のいずれのケースとも 1.466 g/cm^3 以上と最大乾燥密度の 90%である 1.456 g/cm^3 (混合率 13%の最大乾燥密度 $\rho_{d \max} = 1.618 \text{ g/cm}^3$ の 90%)より大きくなっている。このことより、混合土の設計値を満たすためには転圧回数を4回以上とすればよいことになるが、転圧回数が4回であると締固め度が90%近傍の数値があり、実施工では安全側をとって転圧回数を6回とすることとする。一方、転圧回数が6回である混合土の透水係数は、図-6に示すように $3.8 \times 10^{-9} \sim 6.5 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$ で、設計値の 10^{-7} cm/s を2オーダーも下回る高性能な遮水層となっていることが分かる。ここで、図-6中の透水係数のプロットが 10^{-10} cm/s とは透水試験の浸透量が0のときのものである。つぎに、混合土下部に設置するシート(厚さ1mm)と面電極付き保護マットの撤出し・転圧施工による影響について検討する。施工終了後、混合土を撤去してシートや保護マットの損傷状況を調査したがどちらも健全で影響ないことが確認された。よって、ベントナイト遮水層の施工は撤出し厚さは1層目が36cm、2層目が24cmの2層転圧とし、転圧回数は締固め密度が90%以上となるように振動ローラー(10t級)により1層につき6回とした。

最後に、本研究の成果をもとに、ベントナイト混合土による遮水層を実際の処分場現場において施工した。結果として、勾配 1:3

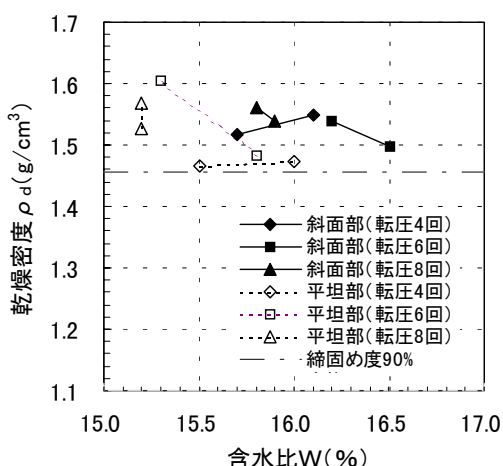


図-5 混合土の含水比と乾燥密度の関係

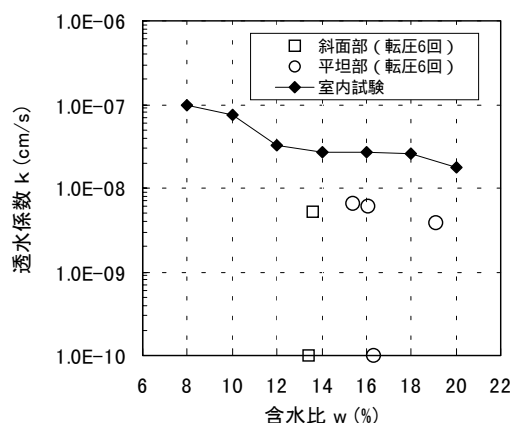


図-6 含水比と透水係数の関係

の斜面部においても問題なく構築することができ、遮水層の透水係数は、設計値より2オーダーも小さい 10^{-9} cm/s 程度と高性能な土質遮水層が構築することが実証された²⁾。

参考文献 1)石川他：処分場におけるベントナイト混合土の製造方法及び混合率管理,第36回地盤工学会,2001.6.(投稿中)、
2)吉崎他：最終処分場におけるベントナイト混合土による土質遮水層の構築方法,第36回地盤工学会,2001.6.(投稿中)