

箱形鋼矢板に土質系遮水材を充填した鋼製鉛直遮水壁の遮水性能評価 ～その2 高品質材料を用いた土質遮水材の品質管理～

五洋建設 正会員 上野一彦○奥田一弘
岩村淳一 三瓶重範

新日鐵住金 正会員 葛 拓造 永尾直也

港湾空港技術研究所 正会員 渡部要一

名古屋港管理組合 松島和宣

1. はじめに

現在、名古屋港稲永ふ頭地区において管理型海面処分場の整備が進められている。本処分場の鉛直遮水壁には、二重の継手を有した箱形鋼矢板を採用しており、箱形鋼矢板の継手隔壁内（以後、遮水室とする）には粘土系の土質遮水材料を充填して遮水性能をより高めている。筆者らは、この鉛直遮水壁の遮水性能を調査すると共に、遮水性能の評価手法の確立を目的とした研究に取り組んでいる¹⁾²⁾。本編では、稲永ふ頭廃棄物埋立護岸築造工事（その4）において、遮水室内に充填した土質遮水材料の物理特性、施工方法および品質管理結果について報告する。

2. 土質遮水材の物理特性

従来の土質遮水材料³⁾は浚渫粘土を母材としてベントナイトを添加混合して製造するが、本工事では浚渫粘土が入手できないため、これに代わる新たな土質遮水材料として、岡山県笠岡産粘土（笠岡粘土）、米国ワイオミング産ベントナイト（ワイオミング粘土）、細砂、および現地海水を混合したものを使用した。笠岡粘土とワイオミング粘土は工場で粒度などの品質を調整し、粉体のベントナイトとして出荷、流通している。細砂は JIS A 5308 に規定されるレディーミクストコンクリート用の細骨材を使用している。そのため、浚渫粘土を母材とする場合に比べると、物性のばらつきが少なく、品質管理の面で有利である。また、砂を含むことで間隙比が小さくなり、施工後の圧密沈下に対する沈下抑制効果も期待できる⁴⁾。

表-1 に各材料の物性値を示す。液性限界 w_L は現地海水を用いて試験をした値である。ワイオミング粘土は海水に対しても高い膨潤度を示すことから、 w_L も高い値となった。表-2 に土質遮水材料の配合を示す。砂の添加量は土質遮水材料の体積の 10% となるように設定している。

図-1 には現地海水で w_L に含水比調整したワイオミング

粘土と笠岡粘土および土質遮水材料の 3 試料について、段階載荷圧密試験結果から得られた含水比 w と透水係数 k の関係を示す。土質遮水材料の w - $\log k$ 曲線は笠岡粘土単体に対して透水係数が 1/5 程度小さくなる方向にスライドしている。これは、笠岡粘土に対して、ワイオミング粘土の添加による膨潤効果（遮水性向上と間隙比増大）と、細砂の添加による間隙充填効果が、バランスよく作用した結果と考える。なお、別途実施した変水位透水試験により得られた土質遮水材料の透水係数は $k=3.32 \times 10^{-7}$ cm/s であった。

表-1 材料の物理特性

	ワイオミング粘土	笠岡粘土	細砂
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.641	2.688	2.644
液性限界 w_L (%)	227.1	49.3	NP

表-2 土質遮水材料の配合

土質遮水材料 1m ³ あたりの質量内訳 (kg/m ³)			
ワイオミング粘土	笠岡粘土	細砂	海水
181	570	268	638

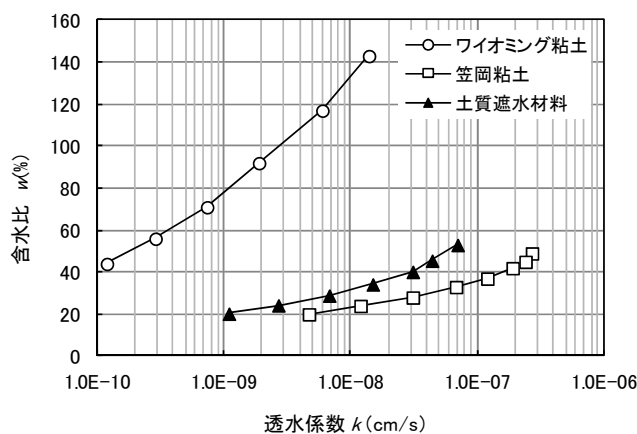


図-1 各試料の間隙比と透水係数の関係

キーワード 海面処分場, 鉛直遮水壁, 遮水材料, 粘土, 透水係数

連絡先 〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設(株) 土木本部 土木設計部 TEL 03-3817-7655

3. 土質遮水材料の製造打設

土質遮水材料は固化材を使用しないため、品質管理面において混練り時間に制約はない。そこで、時間はかかるが、材料の混合状況を目視確認しながらの混練りが可能な、ミキシングバケット付きバックホウによる製造プラントを採用した。1200t 台船上に 6 基の 20m³水槽を設置し、水槽毎に土質遮水材料 10m³ 分の材料を順次投入してミキシングバケットで混合した(写真-1)。材料の投入手順は、まず、海水を注水し、続けて笠岡粘土とワイオミング粘土を投入する。なお、笠岡粘土とワイオミング粘土は、事前に工場で配合表に従い計量、ブレンドした上でフレコンパックに詰めて現場に搬入している。その後、海水、笠岡粘土、ワイオミング粘土の混練りを行い、均質なスラリーとなった時点で、一旦、混練りを止め、細砂をホッパーで計量、投入し、再度混練りして製造完了とした。混練り完了の判断は、後述する品質管理試験により行った。製造した土質遮水材料は、バックホウによりスラッジポンプに投入し、打設台船まで耐圧ホースを介して圧送される。耐圧ホースの先端には打設管が取り付けられており、打設管を遮水室底面まで誘導し、トレミー打設により打ち上げてくることで遮水室内に土質遮水材料を充填する(写真-2,3)。なお、土質遮水材料の打設長は遮水室下端 C.D.L.-24.0m から設計天端 C.D.L.+2.8m までの 26.8m、1 遮水室当りの打設量は約 6.7m³ である。



写真-1 土質遮水材料の混練り状況

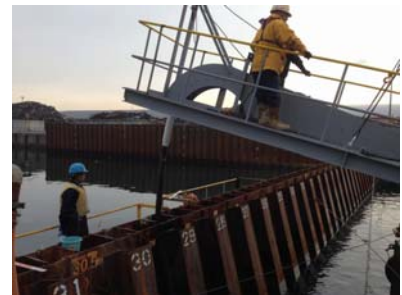


写真-2 土質遮水材料の打設状況



写真-3 遮水室内への充填直後の状況

4. 土質遮水材料の品質管理

品質管理評価手法としては、透水試験により直接、透水係数を確認しながら施工できれば理想的であるが、試験に要する時間や設備を考慮すると、施工時の品質管理手法としては非現実的である。そこで、本工事では含水比計測による間接的な品質管理を行った。図-1 で示したように、土質遮水材料の透水係数と含水比の間には一義的な相関関係があり、含水比が計測できれば透水係数を評価することができる。特記仕様書には、遮水室に充填する土質遮水材料の必要透水係数は $k \leq 8.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ と定められているが、配合設計上の品質規格値としては安全側にとって $k = 4.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ と設定した。この品質規格値に対応する含水比は図-1 に示す土質遮水材料の $w\text{-log}k$ 関係を外挿すると $w = 66.7\%$ と求まる。ただし、実施工では計量誤差やばらつきが生じることが予想される。その度合いは過去の施工実績を基に含水比にして約 4.0% 程度とし、施工時の目標含水比を $w = 66.7 - 4.0 = 62.7 \approx 62.5\%$ と設定して含水比管理を行った。なお、含水比試験は全水槽(10m³ 毎)に対して実施し、製造日毎に平均値を求めた。図-2 に含水比試験による品質管理結果を示す。すべての含水比試験において配合設計上の規格値を満足した。また、製造後に任意のタイミングで試料採取し、室内透水試験を実施したところ $k = 2.37 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ であり、品質規格値を十分満足する結果が得られた。

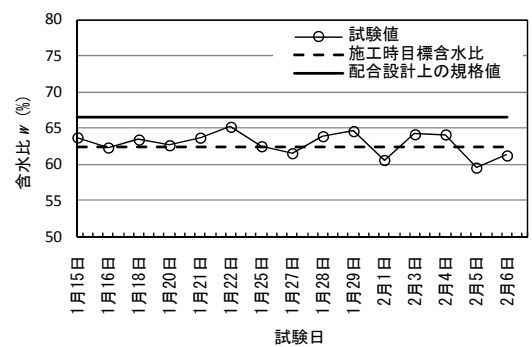


図-2 施工時の含水比試験結果

5. まとめ

本工事では、浚渫粘土に代えてすべて購入材料による土質遮水材料を提案し、その物理特性および施工状況について報告した。また、施工時の品質管理試験についても良好な結果が得られたことを確認した。

【参考文献】1) 永尾ら：箱形鋼矢板に土質系遮水材を充填した鋼製鉛直遮水壁の遮水性能評価(その1)，第69回土木学会年次学術講演会(投稿中)。2) 堤ら：土質材料充填継手箱形鋼矢板壁の遮水性に関する現地計測(その3)，第69回土木学会年次学術講演会(投稿中)。3) 上野一彦，山田耕一，渡部要一：管理型海面廃棄物処分場に用いる浚渫粘土を主材料とした土質遮水材料の提案，土木学会論文集 G, Vol.64, No.2, pp.177-186, 2008.6。4) 渡部要一，土田孝，山田耕一，上野一彦：粘土系遮水材料における微視構造と透水係数の関係，第47回地盤工学シンポジウム論文集，pp.381-388, 2002。