

製鋼スラグを混合した浚渫土の水中投入後の勾配と強度の関係

国土交通省九州地方整備局 根木貴史 南正治 樋口晃 吉原竜則

九州工業大学大学院 廣岡明彦

沿岸技術研究センター 春日井康夫 渡部耕平

日建設計シビル 加藤卓彦 片桐雅明

ジオデザイン 橋爪秀夫

1. はじめに

護岸裏込め部には一般に山土が腹付けされている。この腹付に浚渫土砂を用いることができれば、腹付に用いた浚渫土砂の分だけ土砂処分場の受入容量は増加することになる。通常、浚渫土砂はシルト・粘土など高含水比で軟弱な場合が多く、そのままでは腹付土には活用できず、何らかの改良が必要となる。一方、転炉系製鋼スラグから生成したカルシア改質材を浚渫土砂に混合して、浚渫土砂を改良する技術が開発され、実用化されている¹⁾。そこで、カルシア改質材を混合した浚渫土砂(以下、改質土)を腹付土として用いることを想定し、水中に投入した改質土ののり勾配を確認する実験(以下、水中投入実験)を行い、堆積した改質土の勾配と投入時のベーンせん断強さの関係を調べたので報告する。

2. 実験材料

実験には、新門司沖土砂処分場周辺から 9 か月前に浚渫し、乾燥しないように保管していた浚渫土砂を用いた。その物理特性は、含水比：84.8%，土粒子密度：2.673 g/cm³，液性限界：88.8%，塑性指数：58.4 であった。なお、母材となる浚渫土砂は、貝殻等の不純物を取り除き、実験条件を明確にするために、初期含水比を 200%と 150%に調整した。

カルシア改質材は、新日鉄住金八幡製鉄所産で、含水比：5.3%，土粒子密度：3.709 g/cm³，表乾密度：3.154 g/cm³，最大粒径：9.5mm という物理特性であった。

3. 水中のり面勾配確認実験の方法

図-1 に、想定した水中投入実験装置の概要を示す。容器は、高さ 0.7×幅 1.4×奥行 0.45 (m) の矩形土槽で、1 : 1.2 の模擬護岸本体を組み込んだ。腹付部は上端 0.2m、のり勾配 1 : 1.2 とすることを想定し、必要土量 (90 リットル) を準備した。

水中投入実験に供した改質土は、既往の実験²⁾と同じ2種類の配合(初期含水比 w_0 : 150%, 混合率 α : 25% (以下、150-25 と表記) と、 w_0 : 200%, α : 25% (200-25)) とした。

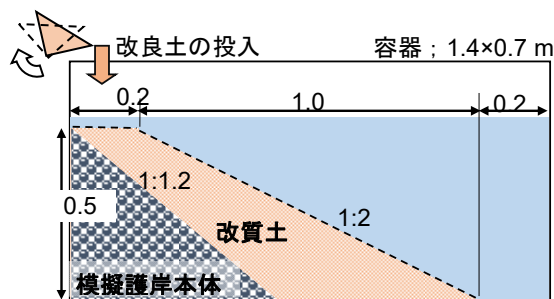


図-1 水中のり面勾配確認実験の装置概要

混合には、コンクリート用のミキサーを用いた。ミキサーの能力から、2回に分けて攪拌混合し、両者を大型容器に入れて、再度混合して実験に供した。その混合方法は次のとおりとした。所定の浚渫土砂をミキサーに投入した後、所定の半分の改質材の投入し、4分間攪拌混合した。その後、残りの改質材を投入して、5分間攪拌混合した。なお、混合開始は最初に改質材を混合し始めた時点とした。また、作製した改良土のせん断強さの経時変化を把握するために、ベーンせん断試験用の試料容器に同じ改良土を“参照試料”として詰め込んだ。

投入方法は、奥行方向で同じ挙動（二次元状態）となるように、図-1 に示すような回転投入治具に 4.5 リットル程度（単位奥行長さあたり 10 リットル）の試料を入れ、その治具を回転させて投入した。この作業を繰り返し行って、所定の土量を投入した。なお、投入に要した時間は 90 分程度（混合から 2 時間）であった。

堆積した改質土の性状を把握するため、投入後 24 時間後に土槽の水を抜き、のり面に沿った 9 測線で堆積土砂の高さを計測し、ハンドベーンを用いて、のり面の 3 測線で土被り 4cm での堆積土砂の強度を求めた。

キーワード 浚渫土, のり勾配, せん断強さ, 改質材, 模型実験

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽 1-4-27 日建設計シビル TEL 03-5226-3070

4. 実験結果と評価

図-2, 3 に、それぞれ、150-25, 200-25の実験結果を示す。(a)図が堆積したのり面形状であり、(b)図が投入後 24 時間でのベーンせん断強度分布である。150-25 の勾配は、1 : 1.33, 200-25 の勾配は 1:4 となった。また、投入後 24 時間経った時の堆積

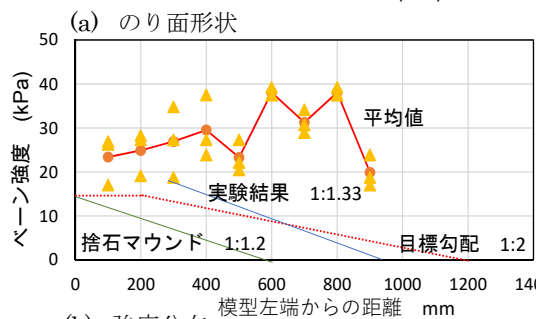
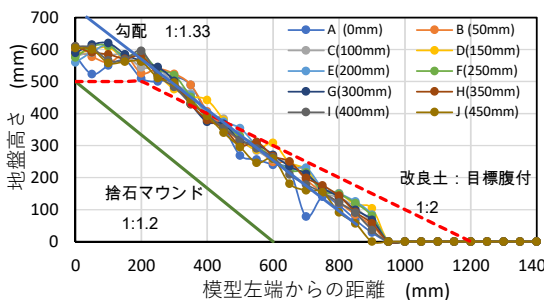


図-2 150-25の改質土

した改質土のベーンせん断強さは、150-25 で 18~39kPa (平均: 30kPa), 200-25 で 17~38kPa (平均: 30kPa) であった。

図-4,5 に、冬季に行った同様の実験結果²⁾を示す。初期含水比と混合率を同じとしたが、形成されたのり面勾配と、24 時間後のベーンせん断強さが異なり、150-25 の勾配(図-4)は 1:2 程度、せん断強さは 2~7kPa (平均 2.2kPa), 200-25 の勾配(図-5)は 1:5 程度、せん断強さは 1.6~2.8 (平均 2.2kPa) であった。

図-6 に、水中投入実験と同じバッチで作製しベーンせん断試験用の容器で養生した”参照試料”に対して、所定の時間で測定した改質土の強度の経時変化を示す。同図には、冬季に行った既往の実験結果²⁾も示している。のり面の安定は、のりを形成する材料の強度に依存することから、投入時の強度を比較してみる。既往の実験結果は、1.5 時間では大きな差はないが低いこと、それ以降も低いことが確認できる。そのため、図-2~4 に示す強度分布となったものと考察される。

図-7 に、投入時のベーン強度として、1.5 時間での平均値と勾配の逆数 $\beta(=1/X)$ の関係を示す。せん断強さが低いため、誤差が占める割合が高いと考察できるが、のり面を構成する地盤材料の強度によって形成される勾配が定まっているものとみなせる。

5. まとめ

改質土を用いた水中投入実験を行い、投入時の強度と形成されるのり面勾配の関係を求めた。ケース数が限られていること、強度が低く、時間的にも変化するなど誤差要因が多いが、改質土の水中盛土の勾配は投入時の強度で評価できそうである。

参考文献 1) 沿岸技術研究センター(2017): カルシア改質土利用技術マニュアル, 沿岸技術ライブラリーNo.47. 2) 根木ら(2019): 製鋼スラグを混合した浚渫土砂の水中のり面勾配確認実験, 土木学会西部支部発表会, pp.369-370.

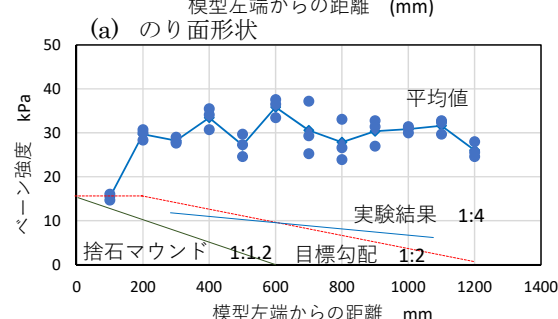
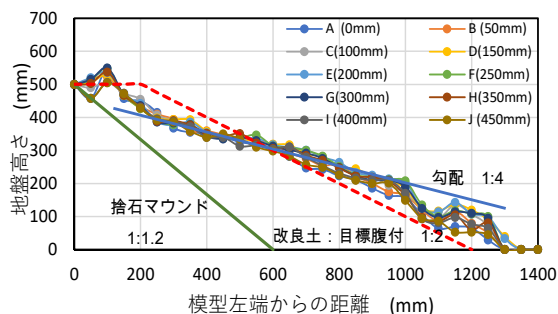


図-3 200-25の改質土

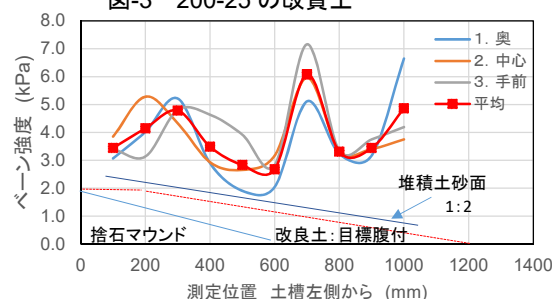


図-4 過年度実験 150-25 の強度, 勾配²⁾

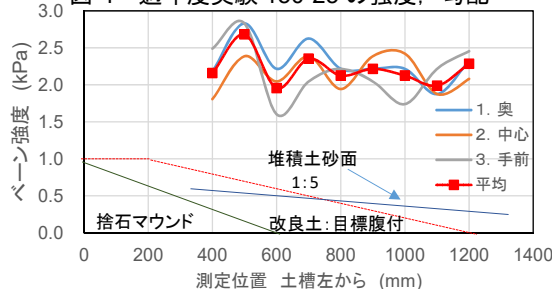


図-5 過年度実験 200-25 の強度, 勾配²⁾

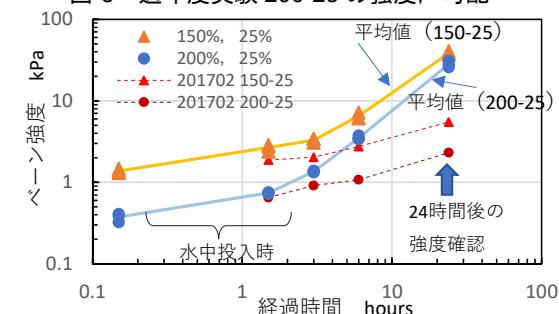


図-6 参照試料によるベーン強度の経時変化



図-7 改質土の強度とのり面勾配の関係