

盛土施工時のカルシア改質土地盤の支持力評価手法に関する遠心模型実験

九州工業大学 学生会員 ○下村龍之介 尾上聡史 秋山柊 正会員 廣岡明彦
 (一財)沿岸技術研究センター 正会員 春日井康夫 重村洋平
 (株)日建設計シビル 正会員 村川史朗 片桐雅明 山崎誓也

1. はじめに

近年、海上輸送の発達による輸入コスト削減のための船舶の大型化に伴う増深工事や、船舶の航行に必要な水深の維持により大量の浚渫土が発生し、受け入れ容量の拡大が課題となっている。また、海域事業においてもスラグや浚渫土砂等のリサイクル材を積極的に活用しようという循環型社会の流れ



図 1 浚渫土(左)と改質材(右)

がある。そこで、浚渫土とカルシア改質材（以下、改質材）を混合することで出来るカルシア改質土（以下、改質土）の研究が進められている。本研究では、施工時の改質土地盤の強度特性を把握するにあたり載荷重錘を用いた方法を提案すべく、その妥当性を確認するために異なる質量の重錘と異なる強度の改質土にて遠心模型実験を行う。遠心模型実験では改質土地盤の強度を重錘の挙動で推定するため、遠心加速度上昇時の重錘による載荷圧と重錘の沈下量の関係を調べる。

表 2 実験条件

2. 実験概要

2.1 実験試料

本実験の盛土模型作製に用いた浚渫土、改質材の物理特性を表1に示す。

表1 浚渫土・改質材の物理特性

試料名称	土粒子密度 $\rho_s(\text{g}/\text{m}^3)$	液性限界 $w_L(\%)$	塑性限界 $w_P(\%)$	塑性指数 $I_P(\%)$	地盤材料の 工学的分類
浚渫土	2.636	86.8	33.4	53.4	砂混じり粘土 (CH-S)
改質材	3.657	—	—	—	礫混じり砂 (S-G)

2.2 室内配合試験

室内配合試験は、遠心模型実験に用いる強度となる配合を求めることを目的とした。練り混ぜ完了時を基準として、ベーンせん断試験（養生時間：3, 6, 24, 48 時間後）を表 2 の 5 ケースで実施した。施工の際に必要な地盤強度である 10kPa, 17kPa, 25kPa とする改質材混合率をベーンせん断強度により推察した。

2.3 遠心模型実験

本研究では、浚渫土の初期含水比を 200%とし、改質材混合率を変えて、遠心模型実験を表 3 の 3 ケースで行った。図 2 に実験システム図を示す。①実験土槽内に模型盛土を作製した。②盛土の変形挙動を確認するため、盛土側面に乾麺、天端及び法面にターゲットを設置した。③遠心模型実験装置内に土槽と重錘を設置した。④練り混ぜ完了から 24 時間後に加速度上昇の間隔を 1 分間とし遠心模型実験装置により加速度の増加を繰り返し行った。⑤重錘の直径の 50%が沈下した水平変位を確認した。⑦載荷前後で別途作成した供試体及び実験終了

表 2 実験条件

ケース	浚渫土の 含水比(%)	カルシア改質材 混合率(%)
1	200	5.0
2	200	7.5
3	200	10
4	200	15
5	200	20

表 3 実験条件

ケース	浚渫土の 初期含水比 (%)	カルシウム 改質材の 混合率(%)	実際の地盤 強度(kPa)
1	200	17	19.8
2		14	3.47
3		10	4.95

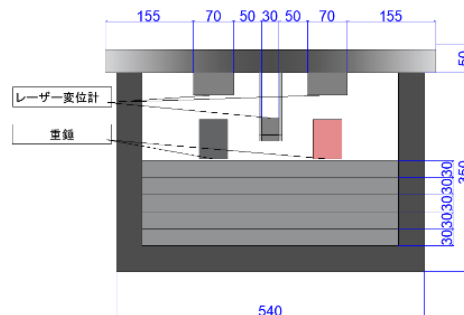


図2 実験システム

3. 実験結果及び考察

3.1 室内配合試験

図3に練混ぜ完了から24時間後の改質材混合率とベーンせん断強度の関係を示す。遠心模型実験の地盤強度10kPa, 17kPa, 25kPaとなる改質材混合率はグラフよりそれぞれ10%、14%、17%となることが確認できた。

3.2 遠心模型実験

ケース1(19.7kPa)では、沈下量/重錘直径(以下、 s/b)が0.05の時の載荷圧は軽い方の重錘では48.5kPa、重い方の重錘では64.5kPaであり、 s/b が0.1の時の載荷圧は軽い方の重錘では83.5kPaであったが、重い方の重錘は s/b が0.06の時に載荷圧82.2kPaの時点で転倒した。実験終了後重錘を取り出すと重い方の重錘設置位置で水が浮き出ていた一方で、軽い方では水はほとんど見られず、クラックも観察されなかった(図4参照)。ケース2(3.47kPa)では、 s/b が0.05の時の載荷圧は軽い方の重錘では14.6kPa、重い方の重錘では22.4kPaであり、 s/b が0.1の時の載荷圧は軽い方の重錘では23.9kPa、重い方の重錘では29.6kPaであった。重い方の重錘は s/b が0.78、載荷圧51.1kPaの時点で転倒した。実験終了後重錘を取り出すと両方の重錘設置位置で水が浮き出ており、模型上面中央は少し盛り上がり、クラックが見られた(図5参照)。ケース3(4.95kPa)では、 s/b が0.05の時の載荷圧は軽い方の重錘では14.1kPa、重い方の重錘では15.0kPaであり、 s/b が0.1の時の載荷圧は軽い方の重錘では18.1kPa、重い方の重錘では18.2kPaであった。重い方の重錘は s/b が0.29、載荷圧24.9kPaの時点で転倒した。実験終了後フーチングを取り出すと両方の重錘設置位置で水が浮き出ており、重錘のまわりにはクラックが入って、そこから水が出てきていることが確認された。また、模型上面中央は少し盛り上がっていた(図6参照)。ベーンせん断強度が大きいケース1は、ベーンせん断強度が小さいケース2,3と比較してクラックが入りにくいことが分かった。

3.3 遠心実験各ケースの比較

遠心模型実験のケース1(19.8kPa)とケース3(4.95kPa)を比較したグラフを図7に示す。軽い方の重錘を重錘小、重い方の重錘を重錘大と示す。沈下量/重錘直径が0.05程度までは載荷圧/ベーンせん断強度のばらつきが大きい、0.05から0.1の間では似たような挙動になることが確認できる。また、ケース2(3.47kPa)とケース3(4.95kPa)を比較したグラフを図8に示す。沈下量/重錘直径の値が同じ場合、ケース2の方が載荷圧/ベーンせん断強度が大きくなることを確認できる。これより、改質材混合率が高いにもかかわらず所定のベーンせん断強度を発現していない実験ケースでは支持力特性が異なることが推察された。

4. まとめ

ベーンせん断強度の低いケースでは地盤面中央が隆起しクラックが発生することが確認できた。また、沈下量/重錘直径が0.05から0.1の間では載荷圧/ベーンせん断強度の値は似たような挙動になることが確認できた。

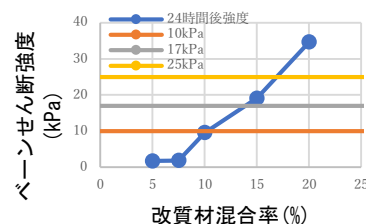


図3 改質材混合率とベーンせん断強度の関係



図4 実験終了後上面(ケース1)

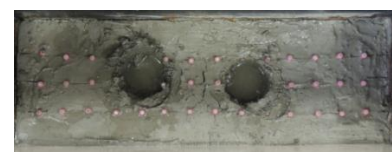


図5 実験終了後上面(ケース2)

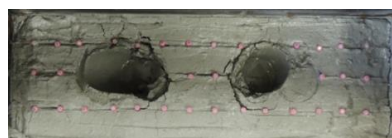


図6 実験終了後上面(ケース3)

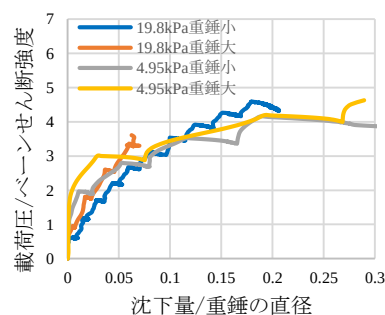


図7 ケース1とケース3の比較

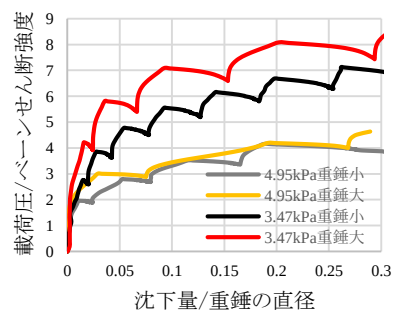


図8 ケース2とケース3の比較