

改質材混合率の異なるカルシア改質土地盤の支持力特性に関する遠心模型実験

九州工業大学 学生会員 秋山 柊 下村龍之介 尾上聡史 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

近年港湾では船舶の大型化に伴い、航路及び泊地の増深が行われている。これにより大量の浚渫土が発生しており、浚渫土の処理が大きな課題となっている。また、鉄鋼の生産過程で産出される転炉系高炉スラグも副産物として利活用が期待されている。そこで軟弱な浚渫土に転炉系高炉スラグを成分管理、粒度調整してできるカルシア改質材を混ぜることで水和反応により強度が発現するカルシア改質土について研究が進められている。本研究では段階盛土時を想定した破壊時の支持力と模型地盤の強度（ベーンせん断強度）の関係性を把握することを目的に、遠心場にて3次元、2次元状態で支持力実験を行う。また、カルシア改質土の強度を把握するための室内配合試験も行う。

2. 実験方法

本研究では、事前に行った室内配合試験（浚渫土の初期含水比 200%、改質材混合率 20、15、10、7.5、5%の5ケース）から得られたカルシア改質土の強度特性を踏まえて、表1に示す計4ケースで遠心模型実験を行った。しかし実験時の地盤強度は表1に示す想定地盤強度より低くケース1から20.6、13.6、3.4、3.2kPaであった。想定

表1 実験条件

ケース	浚渫土の初期含水比(%)	カルシア改質材混合率(%)	想定地盤強度(kPa)
1	200%	17	25
2		14	17
3		10	10
4 (2次元)		14	17

していた強度より小さくなった原因は改質材の保存方法などが挙げられ、ケース4においては粉碎した改質材を用いたため、同じ混合率のケース2と比べ強度が大幅に小さくなったと考えられる。ここでカルシア改質材混合率とは練り混ぜ後のカルシア改質土の体積に対するカルシア改質材の体積の割合のことである。図1に本研究の実験システム図を示す。遠心模型実験には、実験土槽である小型模型（内寸：幅450mm×高さ350mm×奥行145mm）に改質土を用いた模型地盤を作製する。模型の寸法は全長450mm、高さ150mm、幅145mmである。作製方法に関しては、一層の高さが30mm、計5層となるように段階的にカルシア改質土を流し込み作製した。模型地盤は作製後24時間養生する。模型地盤を遠心模型実験装置に登載し加速度を20Gまで上昇させ、ジャッキにより載荷を開始した。模型地盤の変形挙動を確認するために、土槽ガラス面側に模型の天端から各層の厚さに合わせて30mm間隔で乾麺を設置した。また、模型表面にターゲット（まち針）を30mm間隔で3列設置した。フーチングは3次元状態では直径50mm、高さ37mmの円柱、2次元状態では幅50mm、高さ37mm、奥行き145mmの直方体を用いた。土槽正面と上部にデジタルHDビデオカメラレコーダーを取り付け天端及び、土槽正面の映像を録画した。実験終了後、含水比、ベーンせん断強度、鉛直変位を測定した。また、実験に使用するカルシア改質土の強度を把握するためベーンせん断試験（養生時間：3、6、24、48時間）を行った。

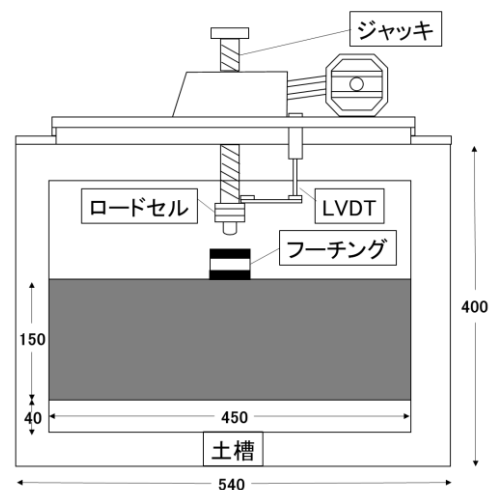


図1 実験システム

3. 結果及び考察

模型正面および上面に取り付けたビデオレコーダーの映像、ロードセルから得た値で模型地盤の破壊形態および支持力を評価する。図2に荷重強度と沈下の関係を示す。横軸は沈下量を直径および載荷幅で除した値 S/B で表す。縦軸はロードセルから得た荷重強度で表す。これより今回の実験シリーズでは改質材混合率と支持力強度には線形関係がなかったことが見てとれる。また、ビデオ映像とあわせて載荷開始後ケース1で36mm

($S/B=0.72$)、ケース2で26mm ($S/B=0.52$)、ケース3で22mm ($S/B=0.44$)、ケース4で

10mm ($S/B=0.2$) 程度、フーチングが沈下した時にクラックが発生したことが観察された。これはフーチングの沈下に伴い周囲の土が引き込まれるように沈下していたため地表面に引張応力が働いた影響であろう。また、実験後の模型地盤上面の様子からも局所せん断破壊に近い破壊形態であったことが確認でき、水がフーチング上面に溜まっていた。フーチング直下地盤の間隙水が圧縮により流出したものと推定される。

続いて支持力について検討する。各載荷実験より2つの方法から支持力値を求め、計算値との比較を行う。「荷重—沈下曲線において沈下の増加が大きくなり沈下が直線的に増加し始める荷重（方法A）」、「沈下量が載荷幅及び直径の10%における荷重（方法B）」

$$q_u = \alpha \cdot \left(\frac{2}{3}\right) \cdot S_u \cdot N_c \quad (S_u : \text{ベーンせん断強度})$$

$$\alpha = 1.3(\text{ケース1、2、3}), 1.0(\text{ケース4}), N_c = 5.14$$

ケース1から4における方法A、Bで求めた支持力及び支持力計算より求めた支持力を表2に示す。本研究では方法A、Bより求めた支持力に大きな差はみられなかったが、ケース3ではやや大きい差が生じた。方法Aを用いた場合、屈曲後の直線の取り方が複数あったことが原因である。また、実験前後で行ったベーンせん断試験より、実験終了後ベーンせん断強度が増加した。実験終了後のベーンせん断強度を用いた計算値が実験値と近い値を示した。

4. まとめ

- ・今回の実験シリーズでは、支持力値と改質材混合率に明瞭な線形関係は見られなかった。
- ・ベーン強度より計算できる支持力値と載荷実験での支持力値に良い一致が見られることにより、カルシア改質土地盤の支持力値をベーンせん断試験より評価でき、実施工においても有効な支持力値の推定方法であると言える。

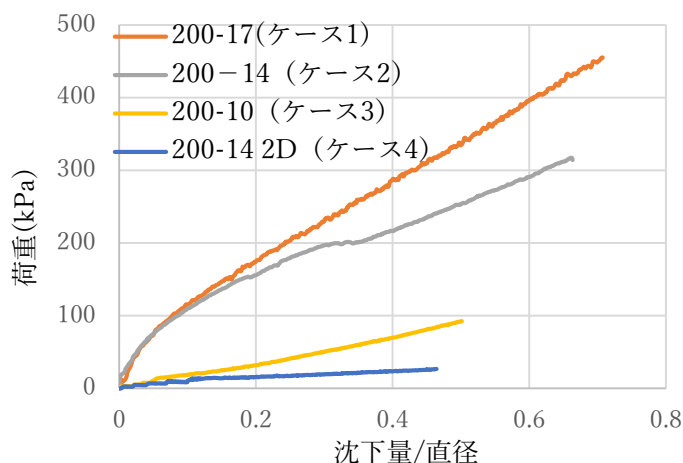


図2 荷重強度— S/B 曲線

表2 実験値および計算値

ケース	ベーン せん断強度 (kPa)		改質材 混合率 (%)	支持力 (kPa)			
	前	後		A	B	計算値	
						前	後
1(200-17)	20.6	25.3	17	110.3	115.6	91.8	112.8
2(200-14)	13.6	20.9	14	80.2	110.2	60.6	92.9
3(200-10)	3.4	3.8	10	17.7	18.5	15.1	16.7
4(200-14 2D)	3.2	3.6	14	11.5	8.8	11.0	12.3