

改質浚渫土の圧密特性（その1） 水中投入した改質浚渫土の土質試験

改良土 粒状体 圧密

(株)大林組 正○松本幸久 国 梅原由貴 国 佐々木徹 国 三浦俊彦
基礎地盤コンサルタンツ(株) 正 福本慎吾
名古屋大学 国 野田利弘 国 中野正樹
(一社)GEOASIA 研究会 国 高稲敏浩

1. はじめに

大規模な埋立・造成工事においては、浚渫土や建設発生土の有効利用が求められている。これらの土は高含水比粘性土であることが多いため、運搬や施工には改質が必要となる。しかし、改質土の圧密特性やせん断強度に関する研究は未だ十分ではなく、さらなる研究が求められている。本研究では、水中投入した改質浚渫土の圧密特性およびせん断強度に対する改良効果を調査し、その力学特性を把握することを目的とする。これらの結果は、弾塑性構成式 SYS Cam-clay モデルを用いて再現し、水～土連成有限変形解析コード（GEOASIA）による圧密沈下解析において活用する¹⁾。

2. 試験概要

(1) 実験目的

試験には浚渫土（砂まじり粘土（高液性限界）（CH-S）、土粒子密度 $\rho_s=2.638\text{g/cm}^3$ 、細粒分含有率 $F_c=88.4\%$ ）および改質浚渫土を用いて、目的別に大きく2段階に分けて試験を実施した。それぞれの試験の目的は以下のとおりである。

① 初期密度確認試験

各試験土を水中投入した際の初期密度を確認するために行った。なお、得られた初期密度は、解析に用いる各土層ブロックの初期密度および室内土質試験の供試体作製に用いる。

② 室内土質試験

改質浚渫土を海中投入した際の圧密特性やせん断強度などの基本特性を把握することを目的として、標準圧密試験および圧密非排水三軸圧縮試験を行った。

(2) 試験ケース

試験ケースを表-1に示す。試験土は無改質の浚渫土に加えて、柔軟性の高い「高分子系」、脱水作用のある「生石灰」、硬化性のある「セメント」の3種類の改質材を添加した改質浚渫土を用いた。含水比は100%と120%の2ケース、セメントは添加量を50, 80, 120 kg/m^3 と変化させ、合計14ケースで試験を行った。改質材を添加した翌日に試験土を水中投入し、27日間水中養生した。ただし、セメント120 kg/m^3 については28日間の気中養生後に水中投入した。

(3) 試験方法

① 初期密度確認試験

写真-1に示すように、鋼製モールド（内径 $\Phi 25\text{cm} \times$ 高さ30cm）内に水を張り、試験土の土塊（直径約36mm）を水中に投入し、载荷試験を実施した。なお、解析で想定する土層ブロックの高さ2.0mにおける中心位置の土被り1.0mの载荷重は約3kPaである。盛土厚さ12m相当の荷重（約280kPa）まで段階的に载荷し、沈下量を計測した。

② 室内土質試験

初期密度確認試験で得られた初期密度となるように、所定の質量の試料土を、水を張ったモールド内に投入して供試体を作製した。その後、標準圧密試験および圧密非排水三軸圧縮試験を行った。練返し供試体に加えて、実施工を想定して空隙のある粒状供試体（直径約4mm）での試験も行った。

表-1 試験ケース一覧

試験土	改質材	含水比 w(%)	添加量 (kg/m^3)
浚渫土	—	100, 120	—
改質 浚渫土	高分子系	100, 120	15
	生石灰	100, 120	80
	セメント	100, 120	50, 80, 120

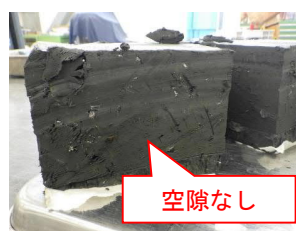


(a)水中投入後



(b)载荷試験

写真-1 初期密度確認試験の状況



(a)浚渫土（無改質）



(b)高分子系(15 kg/m^3)



(c)生石灰(80 kg/m^3)



(d)セメント(80 kg/m^3)

写真-2 初期密度確認試験結果（280kPa 载荷後）

3. 試験結果

(1) 初期密度確認試験

280kPa 載荷後の供試体の状態を写真-2 に示す。浚渫土および高分子系改質土（以下，“改質土”は省略）は空隙が見られず、生石灰は空隙が少々、セメント 80kg/m³ は空隙が確認された。間隙比は、浚渫土と高分子系がほぼ同等で、生石灰、セメントの順に大きいことが判明した。

(2) 沈下および圧密特性

標準圧密試験の結果を図-1 に示す。練返し供試体では、高分子系は浚渫土に近い圧密特性を示し、セメント 50kg/m³ は載荷により浚渫土に近づき、セメント 80kg/m³ および生石灰は初期間隙比が大きく、載荷後も空隙が残ることが分かった。練返し供試体と粒状供試体では圧密過程に違いが見られ、粒状供試体の高分子系およびセメント 50kg/m³ は、練返し供試体の圧縮線に漸近する。

(3) 強度特性

圧密非排水三軸圧縮試験の結果を、練返し供試体は図-2 に、粒状供試体は図-3 に示す。

図-2 より、高分子系とセメント 50kg/m³ では明確な軸差応力 q のピーク値は示さず、塑性圧縮を伴う硬化が見られ、浚渫土の性質を大きく変えないことが確認された。セメント 80kg/m³ は軸差応力 q が浚渫土よりやや高く、浚渫土と異なる挙動となった。また、生石灰およびセメント 120kg/m³ は、有効応力経路がテンションカット線を推移し、軸差応力 q のピーク値が 1,000kN/m² 以上となった。図-3 に示すように、粒状供試体になると、生石灰およびセメント 80kg/m³ においても浚渫土に近い挙動となり、改質による強度特性が大きく変化することが分かった。試験後の各供試体の状況を写真-3 に示す。練返し供試体における生石灰、セメント 80kg/m³、120kg/m³ のケースで、斜め方向の亀裂が見られた。

4. おわりに

本研究の結果から、改質材の種類によって空隙、沈下挙動、強度発現に差異が生じることを確認し、基本特性を明らかにした。改質浚渫土を埋立材として利用するためには、改質材の選定や添加量が重要となる。今後は、GEOASIA による解析結果を考慮し、改質材の選定や施工方法の最適化を目指したさらなる研究を展開していく予定である。

参考文献 1) 梅原ら：改質浚渫土の圧密特性（その2），地盤工学研究発表会, 2025.7.

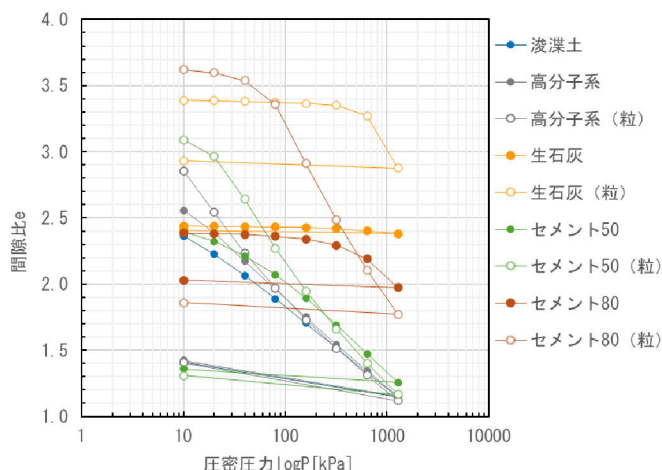


図-1 標準圧密試験結果（含水比 w=100%）

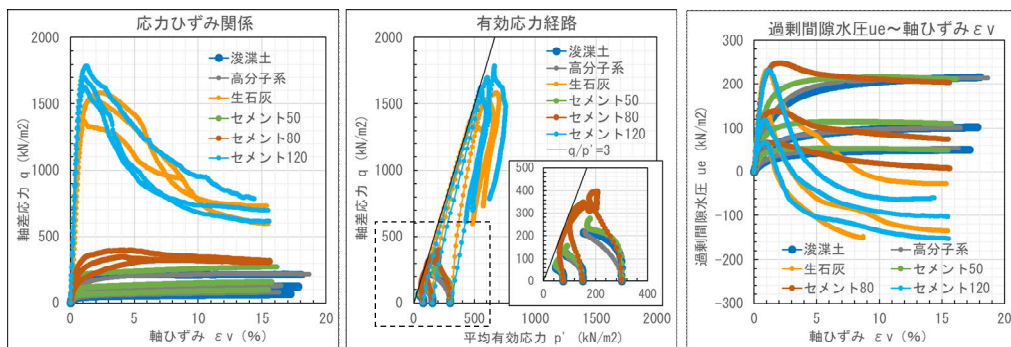


図-2 圧密非排水三軸圧縮試験結果（練返し供試体，含水比 w=100%）

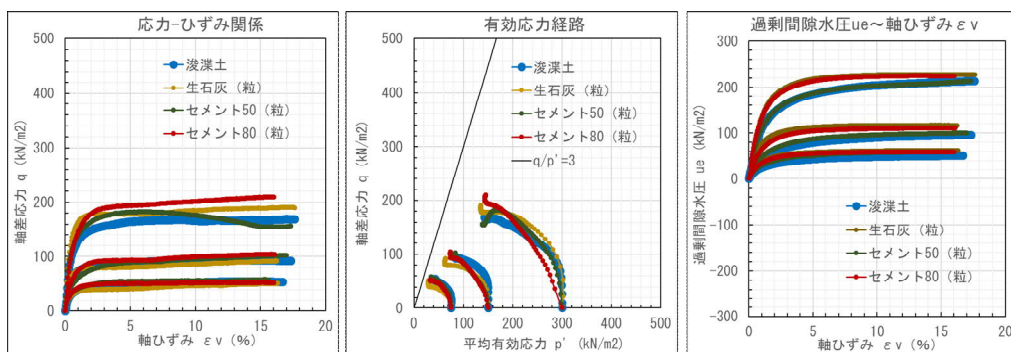


図-3 圧密非排水三軸圧縮試験結果（粒状供試体，含水比 w=120%）

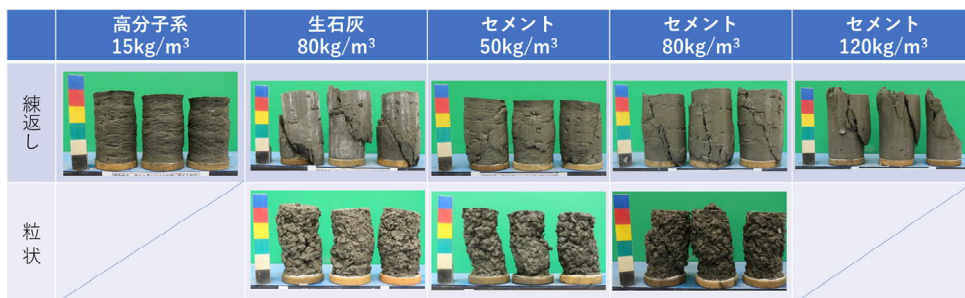


写真-3 圧密非排水三軸圧縮試験後の供試体比較

試験後の各供試体の状況を写真-3 に示す。練返し供試体における生石灰、セメント 80kg/m³、120kg/m³ のケースで、斜め方向の亀裂が見られた。