

海水浸漬によって劣化した石灰処理土の強度変形特性

佐賀大学理工学部 学生会員○松原 崇明

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 末次 大輔

1. はじめに

当研究グループでは、海水環境下における固化処理土の劣化現象について、室内実験により様々な検討を行ってきた¹⁾²⁾。現在までに、固化処理土の海水環境下における劣化のメカニズムをほぼ明らかにした³⁾。今後、地球規模の海面上昇により沿岸部で使用される固化処理土が塩分の高い地下水に曝される可能性が高くなるため、塩分を含む地下水の接触・浸透に対する固化処理土の耐久性を把握しておく必要があるが、劣化した固化処理土の力学特性については未解明の部分が多い。そこで、本研究では、海水浸漬によって完全に劣化した石灰処理土の強度変形特性について検討した。

2. 実験方法

石灰処理土供試体は、液性限界の 1.5 倍に含水比を調整した有明粘土 ($\rho_s=2.63\text{g/cm}^3$, $w_L=166.0\%$, $I_p=101.4$) に、生石灰を 35kg/m^3 添加し、 $\Phi=100\text{mm}$, $H=200\text{mm}$ のプラスチックモールドに詰めて 28 日間養生して作製した。それらを $\Phi=100\text{mm}$, $H=30\text{mm}$ ごとに切り分け、NaCl 濃度を 30g/L に調整した人工海水に浸漬させた。浸漬する際に供試体にはゴムスリーブを被せ、容器底面にはドレーン材を敷き、供試体の上面と下面の両方を海水と接触させるようにして、1 回/週の頻度で海水交換を行い完全に劣化させた。劣化の確認には蛍光 X 線分析による成分分析を行った。本実験では、劣化した石灰処理土の強度ならびに変形特性を調べるために、定体積一面せん断試験と圧密試験を実施した。一面せん断試験の垂直応力は 50, 100, 150, 200kPa とし、せん断速度は 0.2mm/min とした。なお、比較のために、再構成した有明粘土についても同じ試験を実施した。

3. 結果と考察

垂直応力 $\sigma=100\text{kPa}$ におけるせん断応力とせん断変位の関係を図-1 に示す。劣化した供試体と再構成した有明粘土ともに明瞭なピークがみられない。劣化した処理土のせん断強さは再構成した有明粘土とほぼ等しい。図-2, 3 にせん断応力と垂直応力の関係を示す。劣化した供試体と再構成した有明粘土のいずれの場合も、せん断にともない垂直応力が減少している。このことから、供試体は負のダイレイタンスを示す状態となっていることがわかる。

また、応力経路はほぼ相似形状となり、拘束圧の影響はほとんど無いと考えられる。劣化した供試体ならびに有明粘土の最大のせん

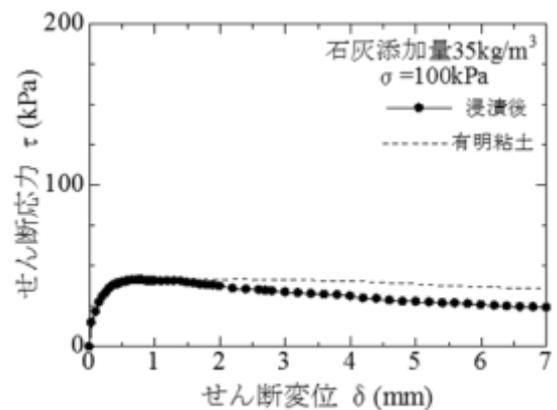


図-1 せん断応力とせん断変位の関係

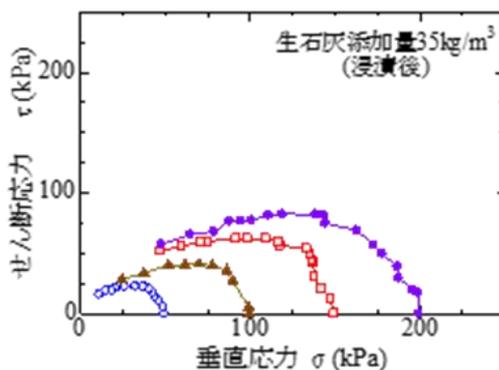


図-2 せん断応力と垂直応力の関係

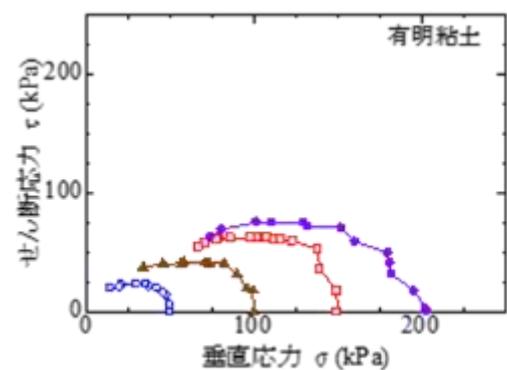


図-3 せん断応力と垂直応力の関係

断応力の値とそのときの有効応力をプロットしたものを図-4に示す。劣化した供試体ならびに再構成した有明粘土いずれも最大のせん断応力と有効応力の関係は直線で近似することができる。有明粘土の粘着力は0で、劣化した供試体の粘着力もほぼ0となった。また、せん断抵抗角も約1°違う程度であり、劣化した供試体の強度定数は、再構成した有明粘土の強度定数とほぼ等しいといえる。図-5に圧密試験より得られる間隙比と圧密圧力の関係を示す。圧密試験前の初期間隙比は、劣化した供試体と有明粘土では大きな差が見られ、劣化した供試体のそれは有明粘土の約2.2倍となっている。この差が生じるのは、石灰を混合するときの粘土試料の含水比が液性限界の1.5倍と高含水比状態であったこと、そしてこの状態で固化した処理土が体積変化を起こさずに劣化したためである。圧縮指数はそれぞれ1.88と0.83になり、劣化した石灰処理土の方が高い圧縮性を示すことがわかる。加えて、劣化した供試体は圧密降伏応力は現れなかった。図-6には透水係数と平均圧密圧力の関係を示す。有明粘土よりも劣化した供試体の方が透水係数が高くなった。これも先に述べたように、初期の状態が極めて高い間隙比となっていたことや、有明粘土に比べ径の大きい間隙が多く分布していたことに起因したものと推察される。

4. まとめ

本研究では完全に劣化した石灰処理土の強度変形特性を調べるために、劣化した処理土の一面せん断試験ならびに圧密試験を行った。得られた知見をまとめると以下ようになる。

- 1) 高含水比状態で作製した石灰処理土が劣化すると、負のダイレイタンスを示す挙動となる。
- 2) 劣化した石灰処理土の強度定数は有明粘土の強度定数とほぼ等しい。
- 3) 劣化した石灰処理土は有明粘土に比べ非常に高い圧縮性、透水性を示す。

参考文献

- 1) 原 弘行, 末次 大輔, 林 重徳: 海水環境下における石灰処理土のカルシウム溶出機構, 材料, Vol.61, No.1, pp.11-14, (2011).
- 2) 原 弘行, 末次 大輔, 林 重徳: 地下水の塩水が石灰処理土の間隙径分布に及ぼす影響, 環境地盤工学シンポジウム, Vol.9, pp.227-230, (2011).
- 3) 原 弘行, 林 重徳, 末次 大輔, 水城 正博: 海水環境下における石灰処理土の性状変化に関する基礎的検討, 土木学会論文 1.66, No.1, pp.21-30, (2010)

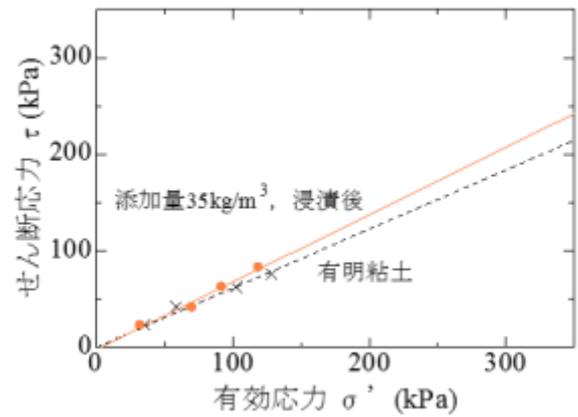


図-4 せん断応力と有効応力の関係

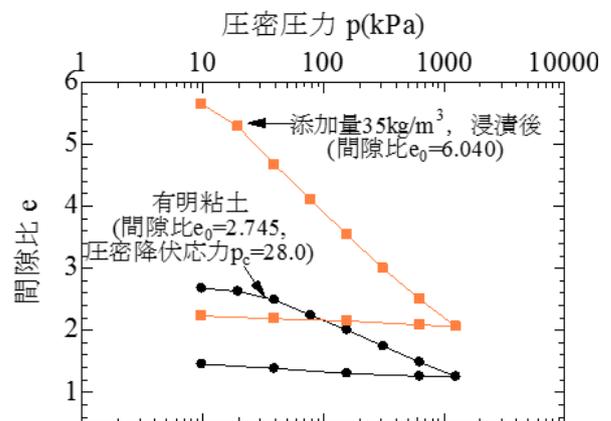


図-5 間隙比と圧密圧力関係

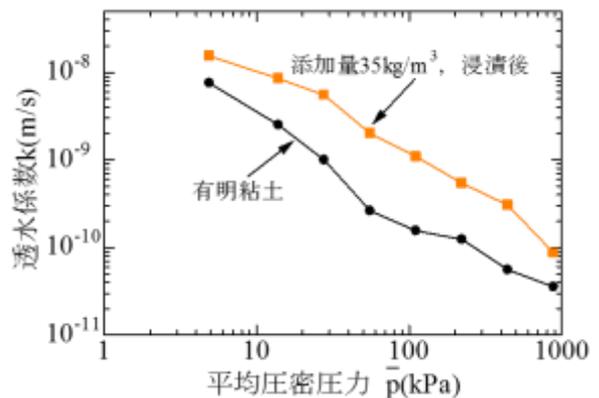


図-6 透水係数と平均圧密圧力の関係