

セメント処理土の過圧密性に着目した変形係数と養生日数の関係

九州大学大学院 学 ○岡本弘基 フロ- 落合英俊
九州大学大学院 正 安福規之 正 大嶺 聖

1.はじめに

セメント安定処理工法は、構造物の安定性の確保や軟弱地盤改良などを目的として、従来から広く用いられてきた。近年では、浚渫粘土や建設発生土などの廃棄物の有効利用等の観点からも注目されており、セメント処理土は今後さらに利用されていくと考えられる。このセメント処理土の諸特性は母材の種類、混合するセメント量、養生日数、養生条件等の影響要因に依存する。したがって、この影響要因に着目することはセメント処理土の諸特性を把握する上で重要である。本文では、セメント処理粘土が圧密時に過圧密粘土に似た挙動を示すことに注目し、上記の影響要因のひとつである養生日数を変化させたときの変形特性を明らかにすることを目的として、等方圧密試験、圧密非排水三軸圧縮試験を行い、その結果を考察した。

2.供試体および試験方法

本研究で用いた試料は、佐賀県江北町より採取した有明粘土 ($\rho_s=2.582\text{Mg/m}^3$, $W_L=102.8\%$, $I_p=55.4$) を $425\mu\text{m}$ のふるいを通してものである。養生日数に対するセメント処理土の変形特性を見るために、他の影響要因に関しては、表1に示す通り一定にして供試体を作製した。供試体の作製手順としては、よく攪拌した試料に、粘土の乾燥重量に対して10%の普通ポルトランドセメントをスラリー状にして加え、含水比が液性限界の2倍(205.6%)となるように調整した後、モールドに詰めて作製した。2日後にモールドから作製した供試体を取り出し、含水比を一定に保つためにラップに包んで湿潤状態で養生した。その後、7,14,28日養生の供試体について、等方圧密試験、圧密非排水三軸圧縮試験を行った。

表1 設定条件

影響要因	設定条件
セメント添加率	10%
調整含水比	205.6%
養生日数	7,14,28
養生条件	湿潤養生
養生温度	20°C

3.試験結果およびその考察

3.1.等方圧密特性

等方圧密試験より得られた $e\text{-log}p'$ 曲線を図1に示す。図より、未処理粘土における過圧密粘土の $e\text{-log}p'$ 曲線に類似して明確な折れ曲がり点を有していることがわかる。図中には Casagrande 法によって求めた圧密降伏応力 P_y を付記しているが、例えば、7日養生で130kPa、56日養生では200kPaであった。これより、養生日数が大きいほどセメント処理土の圧密降伏応力 P_y が大きくなり、正規圧密線の位置が右側に移動することがわかる。

3.2.非排水せん断時における変形特性

セメント処理土に圧密降伏応力 P_y が存在する場合は、それを境に強度特性が異なること¹⁾が報告されている。したがって、変形特性についても正規圧密状態と過圧密状態で分けて考えることが有効であると思われる。まずは、過圧密状態について述べるために、今回用いた養生日数の異なるいずれの供試体においても、圧密降伏応力 P_y 以下である拘束圧 $P_c=49,98\text{kPa}$ の条件下で圧密非排水三軸圧縮試験を行った。また、得られた変形特性を把握するために、一般的に用いられている変形係数 E_{50} を用いてまとめた。変形係数 E_{50} と供試体の養生日数との関係を示したのが図2である。これより、養生日数が増加するとともに、変形係数 E_{50} が増加する

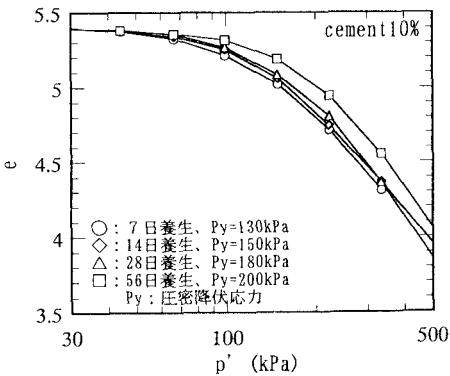


図1 e-logp' 関係

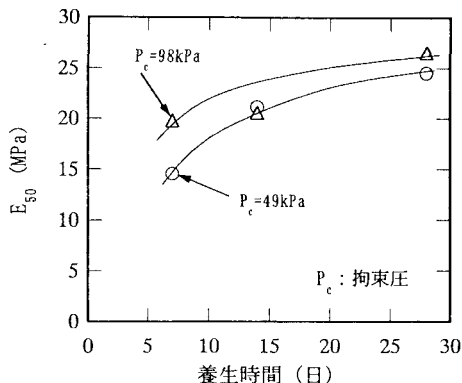


図2 変形係数 E_{50} と養生日数の関係

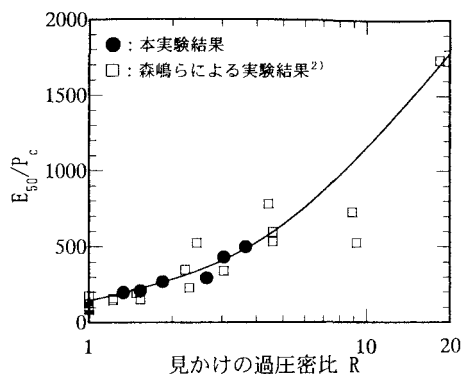


図3 E_{50}/P_c と見かけの過圧密比 R の関係

ことがわかる。また、変形係数 E_{50} に拘束圧 P_c が影響していることも理解できる。

圧密特性より養生日数の影響は圧密降伏応力 P_y に変換できると考えると、変形係数 E_{50} への影響因子として、圧密降伏応力 P_y と圧縮時の拘束圧 P_c のパラメータを挙げることができる。そこで、見かけの過圧密比 $R=P_y/P_c$ ¹⁾ を用い、変形係数 E_{50} を拘束圧 P_c で無次元化した値との関係を図3に示す。正規圧密状態 ($P_y < P_c$) では見かけの過圧密比は $R=1$ として与えられる。また、図中にはセメント添加率、含水比を変化させた場合の試験結果²⁾ もプロットしており、正規圧密状態における結果も含めた関係を示している。これより、 E_{50}/P_c が見かけの過圧密比 R によって一義的に決まると言える。特に、正規圧密状態

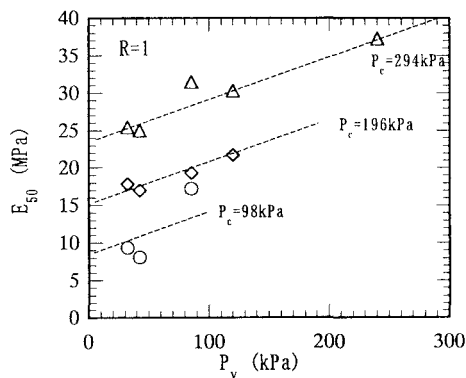


図4 $R=1$ における変形係数と圧密降伏応力の関係

($R=1$) における変形係数 E_{50} と圧密降伏応力 P_y の関係を図4に示す。図より、変形係数 E_{50} は、拘束圧 P_c が一定であれば、圧密降伏応力 P_y の増加と共に直線的に増加しているといえる。また、拘束圧 P_c の増加に対して明らかに増加していることから、正規圧密条件下において、変形係数 E_{50} は圧密降伏応力 P_y と拘束圧 P_c の両方に依存していると判断できる。

4.まとめ

本文では、養生日数の異なるセメント処理土に対して、等方圧密試験および圧密非排水三軸圧縮試験を行い、得られた結果から変形係数 E_{50} に関する考察を行った。得られた結論は以下の通りである。

- 1) 圧密降伏応力 P_y は、養生日数の増加と共に増加し、 $e\text{-log}p'$ 空間においては、正規圧密線の位置は右側に移動する。
- 2) 変形係数 E_{50} は、養生日数の増加にしたがって増加し、拘束圧 P_c で正規化した E_{50}/P_c は見かけの過圧密比 R に依存する。特に、拘束圧 P_c が圧密降伏応力 P_y を上まわる応力域下においては、 P_y と P_c の両方に依存する。

【参考文献】1) 笠間清伸 善功企：過圧密比に着目したセメント処理土の非排水せん断強度、第35回地盤工学研究発表会, pp1229-1230, 2000 2) 森嶋武宏 落合英俊 安福規之 笠間清伸：初期含水比に着目したセメント固化粘土の非排水強度特性、九州大学工学集報第73巻第2号, 2000