

Ⅲ - B216 セメント系固化材により安定処理されたカオリン粘土の非排水せん断強度特性

徳山工業高等専門学校 正員○上 俊二 正員 藤原東雄
正員 桑嶋啓治 福田 靖
長岡技術科学大学 学員 竹内 潤

1. まえがき

セメント系固化材(以下固化材とする)による安定処理土の力学的性質を明らかにするため、市販のカオリン粘土に対して固化材添加量、材齢(養生期間)を定量的に変化させた供試体により一軸圧縮試験、定ひずみ圧密試験、三軸試験を実施した。本文ではこれらの実験結果をもとに、見かけ上過圧密粘土(擬似過圧密粘土)となった安定処理土の非排水せん断強度特性について考察した。

2. 実験概要

カオリン粘土の初期含水比を $w=100\%$ とし、固化材添加量(以下 C とする)を試料土 1m^3 に対して50,100および150 kg に変化させ、材齢を1,3,7,28および91日に変化させた供試体を作成した。以上の条件で作成した安定処理土に対してJIS規格に基づいた(1)定ひずみ圧密試験、(2)一軸圧縮試験(3)三軸圧縮試験(等方圧密非排水せん断試験)を実施した。なお、三軸圧縮試験は、広範な応力域(拘束圧 $1\text{kgf/cm}^2 \sim 20\text{kgf/cm}^2$)でのせん断挙動を明らかにする目的で、油圧制御方式による中圧三軸圧縮試験機を使用した。

3. 実験結果と考察

図-1は一軸圧縮試験より得られた安定処理土の一軸圧縮強さ q_u と定ひずみ圧密試験より得られた圧密降伏応力 p_y の関係を示したものである。材令の増加にともない q_u および p_y は増加しており、今回実施した試験条件の範囲では、両者には相関関係があることがわかり、次式が得られる。

$$p_y = 1.5q_u \quad (1)$$

よって、一軸圧縮試験から圧密降伏応力を求められる可能性があることが明らかになった。なお、一軸圧縮強さより圧密降伏応力などの圧密特性を表現する試みが他の研究者らによっても確かめられており、その有用性が示された。

図-2(a)(b)(c)は $C=100\text{kg/m}^3$ の安定処理土における材齢の影響を調べた三軸圧縮試験結果を試験時の拘束圧で正規化したものである。図-2(a)の有効応力経路では低い拘束圧(過圧密領域)では拘束圧の影響を受け、材齢28daysの安定処理土は材齢7daysの安定処理土に比べ曲線の立ち上がりが急になり最大軸差応力が大きくなっているが、高い拘束圧(正規圧密領域)では拘束圧の影響が薄れ、せん断初期における曲線の形状は異なっているが最大軸差応力はほぼ等しくなり、同一の破壊線上に至ることがわかる。図-2(b)は軸差応力と軸ひずみの関係である。低い拘束圧では材齢の長短により最大軸差応力および曲線の形状が異なるが、拘束圧が高くなる

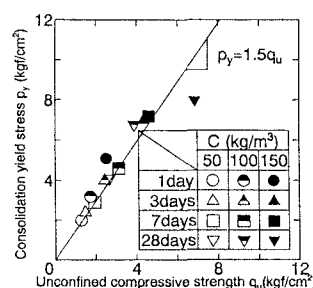


図-1. 一軸圧縮強さと圧密降伏応力の関係

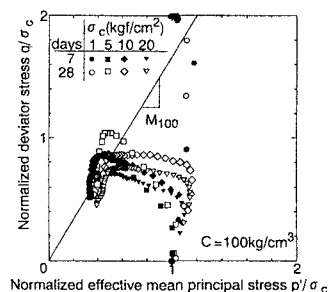


図-2(a). 有効応力経路

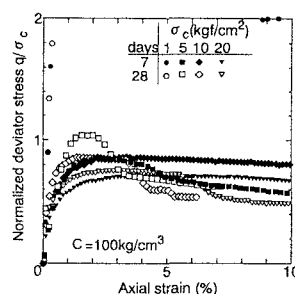


図-2(b). 軸差応力と軸ひずみの関係

Key Words : Soil Stabilization, Overconsolidation, Undrained Shear Strength, Cementation, Consolidation yield stress

連絡先: 〒745徳山市久米高城3538 TEL 0834-29-6321 FAX 0834-28-7605

が高くなるほど材齢の影響がなくなりひずみ軟化する傾向が薄れ、最大軸差応力はほぼ等しくなることがわかる。図-2(c)は間隙水圧と軸ひずみの関係である。低い拘束圧ではせん断初期における曲線の勾配が急になりピークに達した後減少する傾向を示すが、高い拘束圧になるとせん断初期における曲線の勾配が緩やかになり、ひずみとともに増加する傾向を示す。

図-3は $C=100\text{kg/m}^3$ の安定処理土における過圧密比と破壊時（軸差応力最大時）の間隙水圧係数 A_r の関係を示したものである。ここで過圧密比は $n=p_y/\sigma_c$ で表し、 p_y は圧密試験および式(1)より求めた圧密降伏応力であり、 σ_c はせん断時の拘束圧である。両者の関係によると過圧密比が大きくなると間隙水圧係数 A_r は減少しており、過圧密比が大きくなるほど破壊時の間隙水圧は小さくなり、脆性的な性質に変化していることがわかる。また、これは通常の応力解放による過圧密土あるいは二次圧密などの時間効果を受けた擬似過圧密粘土と同じ傾向を示している。

図-4は $C=100\text{kg/m}^3$ の安定処理土の圧密圧力 p （拘束圧 σ_c ）と非排水せん断強さ c_u の関係を示したものである。各材齢ごとに直線を引くと圧密降伏応力を境に直線の勾配が変化していることがわかる。圧密降伏応力より高い拘束圧（正規圧密領域）では材齢の長短によらず強度増加率 m は一定なることがわかる。以上の結果より、圧密降伏応力以上の拘束圧が負荷されるとセメンテーションにより形成された土構造が破壊されるものと考えられる。

図-5は過圧密比 n と非排水強度比 c_{u0}/p の関係を両対数で示したものである。両者には各添加量ごとに直線関係があることがわかり、直線の勾配を実験定数 Λ_o とすると今回実施した実験の範囲では Λ_o は添加量によらずほぼ一定となることがわかる。よって、正規圧密（過圧密比 $n=1$ ）における強度増加率を m とすると両者の関係は次式で表される。

$$c_{u0}/p = mn^{\Lambda_o} \quad (2)$$

したがって、見かけ上過圧密土となった安定処理土の非排水せん断強度 c_{u0} は応力除荷による過圧密粘土あるいは二次圧密などの時間効果を受けた擬似過圧密土と同様に次式で表される。

$$c_{u0} = mp n^{\Lambda_o} \quad (3)$$

4. あとがき

以上の結果より、今回実施した実験条件の範囲では一軸圧縮試験より得られた安定処理土の一軸圧縮強さより圧密降伏応力を式(1)で推定出来る可能性があることが明らかになった。また、三軸圧縮試験では圧密降伏応力より高い拘束圧（正規圧密領域）での非排水せん断強さより強度増加率 m を決定し、圧密降伏応力より低い拘束圧（過圧密領域）での非排水せん断強さより実験定数 Λ_o を決定することにより、見かけ上過圧密土となった安定処理土の非排水せん断強度を式(3)により容易に推定できる可能性があることが明らかになった。

参考文献

1)安原一哉,平尾和年,藤原東雄,上俊二:擬似過圧密粘土のせん断特性,土と基礎, Vol.33, No.3, Ser.326, pp.29-35, 1985.

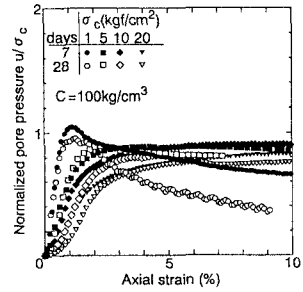


図-2(c). 間隙水圧と軸ひずみの関係

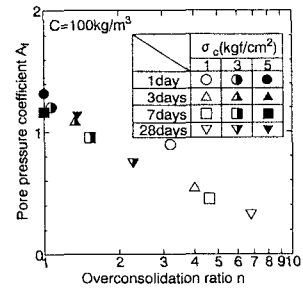


図-3. 間隙水圧係数と過圧密比の関係

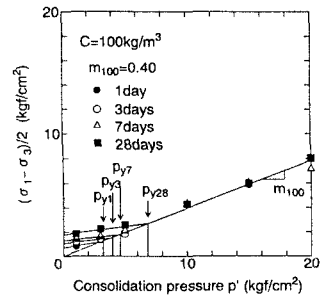


図-4. 非排水せん断強度と圧密圧力の関係

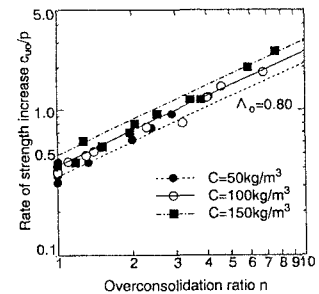


図-5. 非排水せん断強度比と過圧密比の関係