

III-200

超過圧密粘土のせん断特性に関する載荷速度効果

名古屋大学大学院 学生会員 中野 正樹
名古屋大学 正会員 浅岡 顕

1. はじめに

超過圧密粘土のせん断特性に関する研究として、Bishop&Henkel¹⁾の行った実験はよく知られている。彼らは、練り返したWeald clayで過圧密比OCR=24の超過圧密粘土を作製し、同間隙比のもと非排水および排水三軸試験を行った。その結果、非排水試験ではせん断とともに負の過剰間隙水圧が発達しながら破壊に至り、一方排水試験は、せん断とともに吸水して破壊に至りその応力〜ひずみ関係にピークが現れる。そして破壊時のせん断強度(ここでは軸差応力のこと)は、排水よりも非排水の方が大きくなっている。本研究の目的は、練り返した「川崎粘土」で超過圧密粘土を作製し、その非排水および排水せん断特性を調べることにあつた。しかし正規圧密粘土と同様、超過圧密粘土のせん断特性は載荷速度の影響を受ける。そこで載荷速度を変化させて、非排水および部分吸(排)水試験を行い、そのせん断特性に及ぼす載荷速度の影響を調べた。さらにBishop&Henkelの実験結果と比較して考察を加えた。

2. 超過圧密粘土の非排水・部分吸(排)水試験

(1) 超過圧密粘土の作製および試験方法

実験に用いた土試料は、「川崎粘土」($G_s=2.74$, $w_L=50.5$, $w_p=24.7$, $I_p=25.8$)である。まず試料の425 μ mのフルイの通過分をスラリー状になるよう含水比約100%で48時間練り返す。練り返し終了後、真空ポンプにより24時間脱気を行い、鉛直圧密圧力2.0kgf/cm²、両面排水で1週間予備圧密することによって試料を調整した。そして特別に作った鋼製セルを用い $p_{max}=15$ kgf/cm²で72時間等方圧密し、その後大気圧に開放して1週間吸水させた。その試料を直径3.5cm、高さ8.0cmの円筒供試体に製形して、圧密圧力 $p_0=0.5$ kgf/cm²(セル圧2.5kgf/cm²、背圧2.0kgf/cm²)で24時間等方圧密する。このようにして過圧密比OCR=30の三軸供試体を作製した。そして表2.1に示す載荷速度 $\dot{q}$ で、非排水および部分吸(排)水試験を行った(応力制御試験)。

(2) 試験結果

図2.1にせん断強度 q_r 〜載荷速度 $\dot{q}$ の関係を示す。応力制御試験のため軸差応力にピークがでない。図2.1で「強度」は実験の最終値(非排水試験)、あるいは最大値で一定を保っているところをとった。両試験とも載荷速度が遅くなるにつれせん断強度 q_r は小さくなる。また同じ載荷速度においてせん断強度を比較すると、最も遅い載荷速度(図中のD)以外はすべて非排水試験よりも部分吸(排)水のほうが大きくなった。

図2.2に最も遅い載荷速度(図2.1のD)の非排水試験の軸差応力〜軸ひずみ関係および間隙水圧〜軸ひずみ関係を示す。軸差応力は軸ひずみ ε_1 が0.0〜1.0%で上に凸、1.0〜3.0%で下に凸となり、軸ひずみが8.0%付近でせん断面が現れた。その直後、軸ひずみ速度は急激に増大し、軸ひずみが9.3%で軸ひずみ速度が極大となり、その後減少した。以降軸ひずみが15.8、21.0%で軸ひずみ速度が極大となり、その前後では軸ひずみ速度の増減がみられた。間隙水圧は供試体底部で測定したもので、初めは正の間隙水圧を示すが、

表2.1 載荷速度

Type	$\dot{q}$ (kgf/cm ² /sec)
A	9.00×10^{-2}
B	1.50×10^{-2}
C	1.00×10^{-3}
D	1.00×10^{-4}

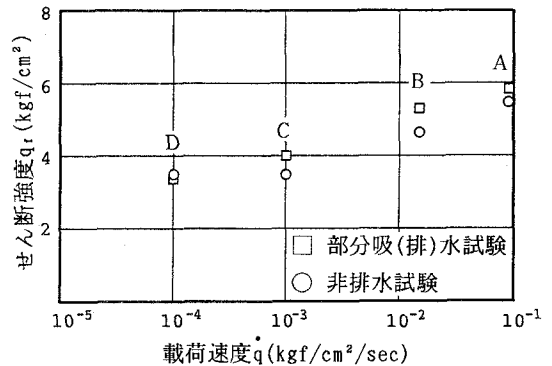
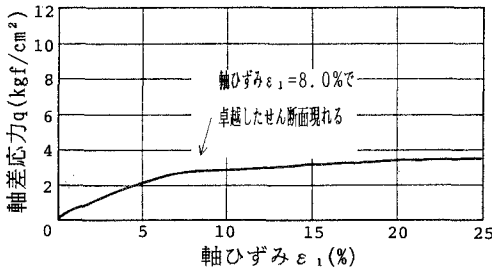


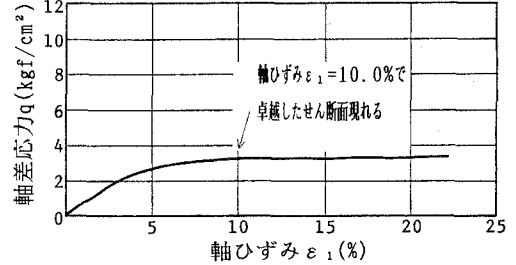
図2.1 せん断強度 q_r 〜載荷速度 $\dot{q}$ 関係

軸ひずみが5.5%で負に転じその後増減を繰り返し負の値が大きくなっていった。軸ひずみ速度の増減は供試体中の水のマイグレーションに起因すると考えているが、詳細はまだわからない。

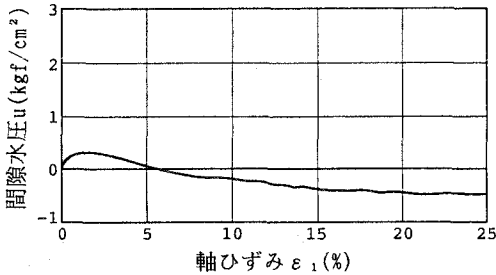
図2.3に最も遅い载荷速度の部分吸(排)水試験の軸差応力 $\sim$ 軸ひずみ関係および体積ひずみ $\sim$ 軸ひずみ関係を示す。軸差応力は軸ひずみ ε_1 が0.0 $\sim$ 1.0%で上に凸、1.0 $\sim$ 3.0%で下に凸となり、軸ひずみが10.0%付近でせん断面が現れた。その直後、軸ひずみ速度は急激に増大し、軸ひずみが11.5%で軸ひずみ速度は極大となり、その後減少した。以降軸ひずみが18.0%で軸ひずみ速度が極小となり、その後軸ひずみ速度は増大し続け破壊に至る。体積ひずみは、初め正の値(排水)を示すが、軸ひずみが2.5%で減少しはじめ、12.5%付近で負の値をとる。その後増減を繰り返し負の値が大きくなっていった。



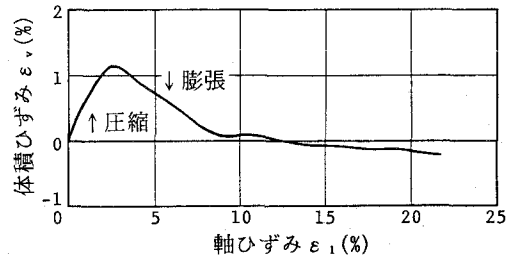
(a) 軸差応力 $q \sim$ 軸ひずみ ε_1 関係



(a) 軸差応力 $q \sim$ 軸ひずみ ε_1 関係



(b) 間隙水圧 $u \sim$ 軸ひずみ ε_1 関係



(b) 体積ひずみ $\varepsilon_v \sim$ 軸ひずみ ε_1 関係

図2.3 载荷速度(D)の部分吸(排)水試験

3. 考察

図2.1に示すように载荷速度の速い試験では、部分吸(排)水強度の方が非排水強度よりも大きく、最も遅い载荷速度($q=1.0 \times 10^{-4}$ kgf/cm²/sec)においてわずかに逆転した。最も遅い载荷速度での試験を除けばこれはBishop&Henkelの実験結果と傾向が反対である。この原因については、荷重制御とひずみ制御という試験方法の違いが挙げられる。しかし最も大きな原因として、両試験のせん断強度に及ぼす载荷速度の影響が挙げられる。つまりBishop&Henkelの実験において、両

試験の载荷速度は同じであったかということである。排水試験については過剰間隙水圧が発生しないようひずみ速度を計算しているが、非排水試験ではその詳しい記述がない。そこで本試験の最も速い非排水試験と最も遅い部分吸(排)水試験を比較したのが図3.1である。せん断強度は非排水試験のほうが部分吸(排)水試験よりも大きくなり、BishopとHenkelの実験結果と同じ傾向が得られた。

4. 参考文献 1) Bishop, A. W. & Henkel, D. J. (1962) : The Measurement Of Soil Properties In The Tri-axial Test, Edward Arnold, London

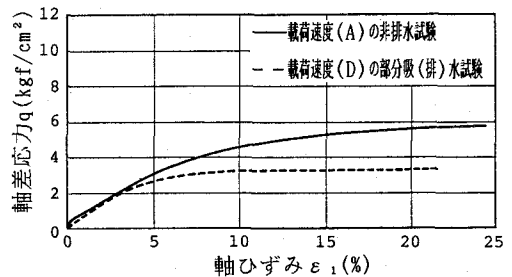


図3.1 軸差応力 $q \sim$ 軸ひずみ ε_1 関係