

III-240 練り返し粘土および自然堆積粘土の 部分排水三軸圧縮試験

鹿島建設 正 ○ 松本 清治郎
名古屋大学 大塚 悟
同 浅岡 顕

1. はじめに

軟弱地盤の実務では常に部分排水状態での変形や支持力が問題になる。この部分排水状態では有効応力が間隙水圧（の勾配、透水力）の助けを受けて外力系とつりあい、地盤全体としては部分的な排水（または吸水）を伴っている。本論文では部分排水条件下での粘土地盤の変形・支持力を考察するために部分排水三軸試験の数値シミュレーションおよび実験を行った。この場合にも問題の構造は地盤と全く変わらない。全応力経路が同じ場合にも載荷速度が異なると、排水能力がダルシー則に縛られことから発生間隙水圧が変化する。したがって有効応力経路は変化して、粘土の強度（支持力）および変形は載荷速度依存性を示す。

2. 弾塑性パラメータの決定

数値シミュレーションのために、練り返し粘土にはカムクレイモデル、自然堆積粘土には関口・太田モデルを用いる。必要な弾塑性パラメータおよび透水係数は表1のように定めた。限界状態勾配Mは等方および異方圧密非排水せん断試験から定め、圧縮指数 λ および透水係数 k は等方圧密試験および標準圧密試験により決定した。膨潤指数 κ は少し大きいのが、両モデルの非排水強度式から逆算している。他方、ポアソン比 ν および K_0 値については両モデルで横ひずみ=0条件を満足する

ように、パラメータ間の整合性を考慮して決定した。図1、2は 表1 弾塑性パラメータおよび透水係数

練り返し粘土および自然堆積粘土の非排水三軸試験による軸差応力 $q \sim$ 平均有効応力 p' 関係である。図から表1の弾塑性パラメータを用いると強度については良く実験を説明するが、間隙水圧をやや大きめに評価する傾向が見られる。4. で再び考察する。

3. 部分排水強度の数値シミュレーション

部分排水三軸圧縮試験では載荷に伴い供試体端面から排水する。 (cm/s)
したがって供試体内部は応力とひずみに関して不均質で、通常の排水ないし非排水せん断試験のように均質な試料（エレメント）

とは見なすことはできず、部分排水せん断挙動の解析は地盤と同様に初期値、境界値問題として弾塑性圧密解析を必要とする。部分排水強度は浅岡・大塚

	練り返し粘土	自然堆積粘土
M	1.29	1.43
λ	0.087	0.474
κ	0.048	0.132
D	0.017	0.091(NC1) 0.088(NC2)
k	1.5×10^{-8}	5.1×10^{-8}
ν	0.265	0.3
K_0	0.7	0.5

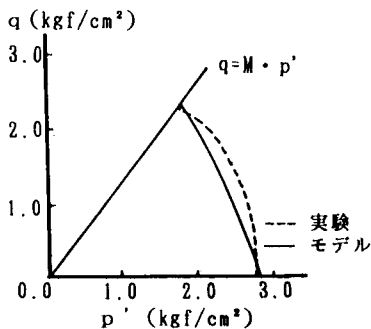


図1 $q \sim p'$ (練り返し粘土)

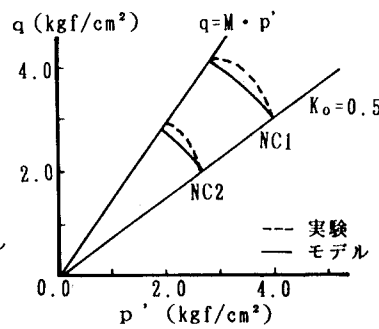


図2 $q \sim p'$ (自然堆積粘土)

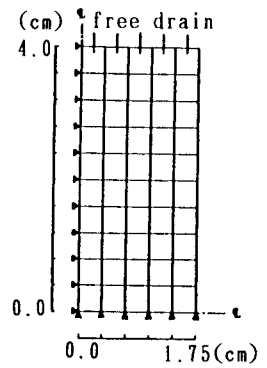


図3 境界条件

による（支持力）算定法を用いる。表1に示す弾塑性パラメータおよび透水係数を用いて載荷速度 $\dot{q}$ と部分排水強度 q_f の関係について調べる。図3は対象とする供試体の1/4模型で、境界条件を表す。図4～6は表1に示した繰り返し粘土および自然堆積粘土（NC1, NC2：図2）についての $\dot{q} \sim q_f$ 関係図である。繰り返し粘土（図4）では非排水強度 q_{fu} と排水強度 q_{fd} 間の部分排水強度を取る速度レンジはほぼ $3 \times 10^{-5} < \dot{q} < 1 \times 10^{-3}$ ($\text{kgf/cm}^2 \cdot \text{sec}$)で約33倍程度の比が得られた。他方自然堆積粘土（図5、6）ではNC1で約50倍、NC2で約30倍の速度レンジが得られ、 q_{fu} と q_{fd} の差の大きい程対応する速度レンジが若干広くなる。この速度レンジを外すと部分排水強度を得るのは難しい。次に数値シミュレーションに対応する実験を行い、両者の比較・検討を行う。

この速度レンジを外すと部分排水強度を得るのは難しい。次に数値シミュレーションに対応する実験を行い、両者の比較・検討を行う。

4. 部分排水実験とその考察

図4～6に示した数値シミュレーションに対応して繰り返し粘土および自然堆積粘土の部分排水三軸圧縮試験を行った。図7、8は繰り返し粘土の軸差応力 $q \sim$ 軸変位 ρ 関係の実験結果および数値シミュレーションである（ $\dot{q}$ は図9参照）。図は共に載荷速度に応じた荷重履歴の差異を反映しているが両者の関係はあまり一致していず、実験の方がより

顕著な部分排水効果が認められる。しかし $\dot{q} \sim q_f$ 関係（図9）は図4に良く一致していて、部分排水強度についてはモデルによって実験結果が十分に記述されている。この関係は図1、2で示した非排水試験の結果と同様の考察を行うことができ、したがって弾塑性パラメータの決定法に依存する。地盤の支持力も同様である。自然堆積粘土についてはNC1, NC2について代表的な載荷速度を選んで実験を実施した（図5、6：▲印）。実験結果は数値シミュレーションとあまり良く一致していないが、これは透水係数をやや小さく見積もった可能性が考えられる。非排水強度は良く一致している。

5. おわりに

貴重な自然体積粘土を提供していただいた京都大学、足立紀尚教授に感謝の意を表します。

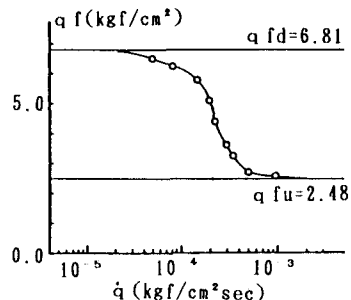


図4 部分排水強度～載荷速度（繰り返し粘土、計算結果）

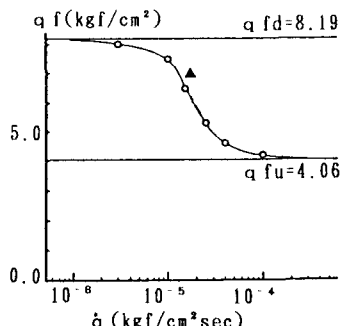


図5 部分排水強度～載荷速度（自然堆積粘土、NC1）

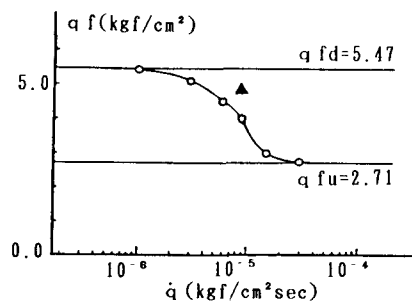


図6 部分排水強度～載荷速度（自然堆積粘土、NC2）

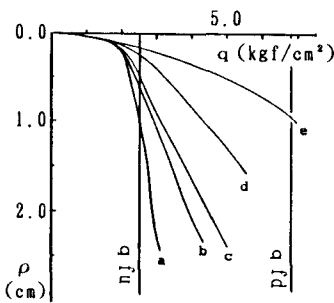


図7 荷重～軸変位（実験結果）

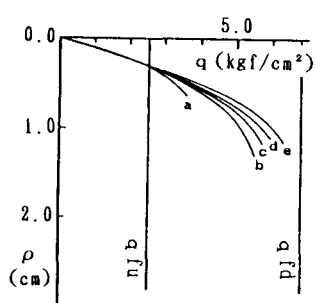


図8 荷重～軸変位（計算結果）

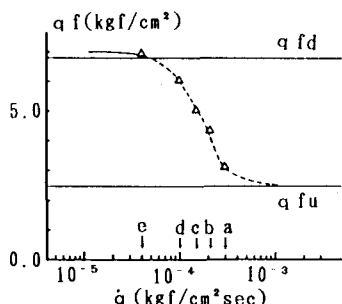


図9 部分排水強度～載荷速度（繰り返し粘土、実験結果）