

III-A 337

載荷速度が堆積軟岩の排水条件の応力・ひずみ関係に及ぼす影響について

東京大学大学院 学 早野 公敏
 東京大学大学院 学 王 林
 東京大学生産技術研究所 正 佐藤 剛司
 東京大学工学部 正 龍岡 文夫

1、はじめに

堆積軟岩地盤を対象とするプロジェクトにおいて、地盤の変形の時間依存性を考慮することが重要で、本研究では、堆積軟岩の排水三軸圧縮試験をおこない、載荷速度が異なる場合の応力・ひずみ関係を比較した。また、応力・ひずみ関係の接線ヤング率や接線ポアソン比に対する載荷速度の影響を調べた。

2、試料および実験条件

相模原市近郊の上総層群堆積軟岩地盤内部に掘削した立坑の深さ48mの試験横坑内でブロックサンプリングした乱れの少ない試料を用いた。8×8×18cmの直方体供試体（図1）に長さ6cmの改良LDT（Local Deformation Transducer:早野、1996）を用いて縦・横方向のひずみを直接測定した。原位置有効上載圧（4.8kgf/cm²）で等方圧密後、排水状態で外部の変位計測定の軸ひずみ速度0.001, 0.0001%/minでせん断をおこなった。軸ひずみ速度0.0001%/minのせん断には約10日間要した。

3、実験結果

図2は有効拘束圧4.8kgf/cm²の排水三軸圧縮試験の結果である。王ら(1996)による円柱供試体（ひずみ速度：0.01%/min）の排水三軸圧縮試験の結果も掲載した。図中の各軸ひずみ速度の値は、外部測定の軸ひずみ速度であり、供試体に生じている実際の軸ひずみ速度はベディング・エラーのために外部測定の軸ひずみ速度より遅い。破壊ひずみにひずみ速度の影響は明確に見られないが、ひずみ速度が小さくなるにつれ、圧縮強度と接線ヤング率が低下している。圧縮強度 q_{max} とひずみ速度の関係を図3に示す。図にはひずみ速度0.01%/minの非排水試験による圧縮強度を併記した。載荷速度が大きくなるにつれ、部分的非排水性の影響が大きくなり、圧縮強度の増加がゆるやかになる。載荷速度が非常に遅い場合の圧縮強度の再現性は、今後さらに確認する必要がある。

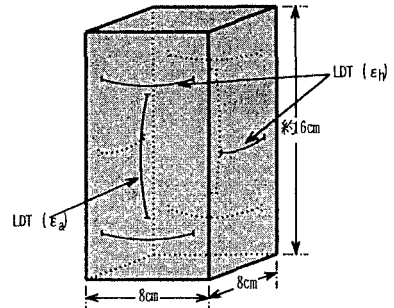


図1 直方体供試体の縦・横方向のひずみの測定方法

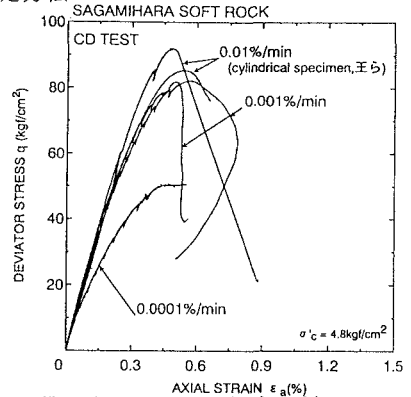


図2 ひずみ速度が異なる場合の軸ひずみと軸差応力

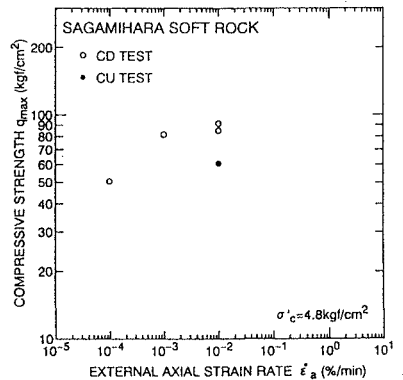


図3 外部測定のひずみ速度と圧縮強度の関係

る。図4は図2の応力・ひずみ曲線で求められる接線ヤング率 E_{tan} を初期の立ち上がりから求められる初期ヤング率 E_0 で正規化した E_{tan}/E_0 を、軸差応力 q を q_{max} で割ったせん断応力レベル q/q_{max} に対してプロットしたものである（図5に各変形係数の定義を示す）。ひずみ速度が大きくなるにつれ、せん断応力レベルの0と1付近を除いて、 E_{tan}/E_0 が大きくなっている。図6にその模式図を示す。軸ひずみ速度が大きい供試体の E_{tan}/E_0 が他に比べて大きいのは、堆積軟岩中のマイクロクラックの進行には、時間依存性があり、それが q/q_{max} が大きいほど大きくなる要因と、ひずみ速度が大きいほどマイクロクラックの発生度が低くもたすので、せん断応力レベルにこれも、部分的非排水性を長く保つ要因があるためであると考えられる。図7には、縦・横LDTから求めた接線ポアソン比 ν_{tan} と q/q_{max} の関係を示す。ひずみ速度が小さい供試体の ν_{tan} は载荷初期から大きく、载荷速度の影響が軸ひずみよりも水平ひずみに顕著であることを示している。マイクロクラックは载荷初期から進行し、それには時間依存性があることを示していると考えられる。

4、まとめと問題点

堆積軟岩の排水三軸圧縮試験を行ない、ひずみ速度が異なる場合の応力・ひずみ関係を比較した結果、ひずみ速度が小さいほど、圧縮強度と接線ヤング率が低下する。また、軸差応力と接線ヤング率を圧縮強度と初期ヤング率で正規化した関係で、ひずみ速度が大きいほど正規化した接線ヤング率がせん断応力レベルに対して高くなった。また、接線ポアソン比は载荷初期からひずみ速度が小さいほど大きい。これらは、供試体に生ずるマイクロクラックが载荷初期から進展し、それには時間依存性があるためと考えられる。今後は、非常に载荷速度が遅い場合の試験結果をさらに蓄積する必要があると考えている。

参考文献

- 1) 早野 (1996) : 東京大学修士論文 p5~p8 2) 王、龍岡、越智、壺内、木幡 (1996) : 堆積軟岩の異方性の検討、第27回岩盤力学に関するシンポジウム p236~p240

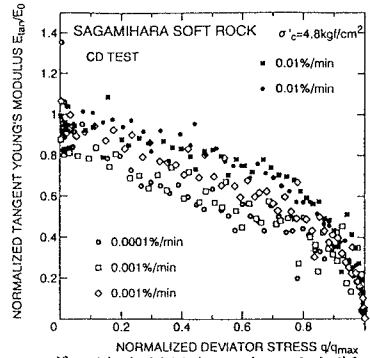


図4 ひずみ速度が異なる時のせん断応力レベルと正規化した接線ヤング率

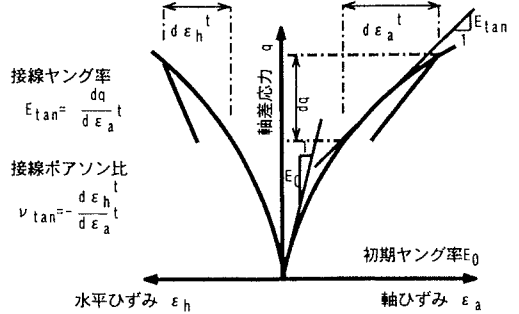


図5 初期・接線ヤング率と接線ポアソン比

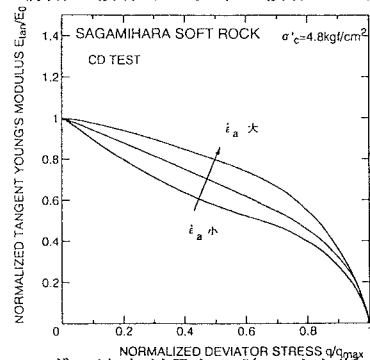


図6 ひずみ速度が異なる時のせん断応力レベルと正規化した接線ヤング率（模式図）

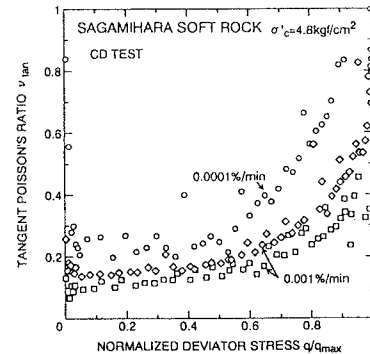


図7 接線ポアソン比とせん断応力レベルの関係