

III-330

K₀載荷時における珪藻泥岩の力学特性

金沢工業大学 学会員 堀田 智昭
金沢工業大学 正会員 宮北 啓
金沢工業大学 正会員 前川 晴義

1. まえがき セメンテーション効果を受けた材料として、軟岩が一般に知られているが、最近の一部の洪積粘土でもその影響が目目されている¹⁾。圧密降伏応力をまたぐ応力条件下の力学挙動に関しては、セメンテーション効果の卓越によって過圧密土の様相を示す材料と応力履歴に依存した材料とは異なる対応をすべきであろう。しかし、セメンテーション自体の性状が不明な現状では、土粒子間の固結部の破壊が引き金となる『セメンテーションから密度依存型』への移行を力学的に評価することは非常に難しい。本報告は、側方変位を拘束した条件下での力学挙動を、セメンテーションが卓越した自然土である珪藻泥岩を用いて調べたものである。特に、過圧密領域から既存の降伏曲面をまたぎ正規圧密領域に移行する過程での力学挙動の変化を明らかにする一方、軸圧縮速度の影響を検討するために、3種類の軸圧縮速度で試験を行った。

2. 供試体および実験方法 実験に使用した第三紀層の珪藻泥岩は、石川県珠洲市内の坑内の壁面よりブロック状で採取したもので、未風化、不かく乱、飽和条件を満足する材料である²⁾。コアカッターで抜き取った供試体は、直径約5cm、高さ約10cmに成形した。表-1には珪藻泥岩の物理的諸性質を一覧している。三軸セルにセットした供試体には、側方排水用の格子状のペーパードレーン（定性：No.2）を巻き、厚さ0.5mmのゴムスリーブを装着した。排水は、ペーパードレーンを介して上下部で許容し、ベDESTAL中央の直径5mmの孔を通じて間隙水圧を測定した。実験は、0.5kgf/cm²の等圧で予備圧密を行った後、5.0kgf/cm²の背圧を段階的に負荷した。K₀載荷方法は、所定の軸圧縮速度で軸ひずみ $\epsilon_a = 15\%$ を超えるまで与えた。K₀状態の維持は、鉛直変位と体積変化量から供試体の側方変位をチェックし、側方ひずみ ϵ_r の増減が $\pm 0.02\%$ 内になるよう側圧を制御することで対応した。なお、側圧の変化に伴うペーパードレーン自体からの排水量は、別途に行った実験の結果をもとに補正した。

3. 結果および考察 図-1は、軸応力と側方応力の関係を示している。載荷初期の段階では、軸応力が増加しているにも関わらず、側方応力には変化がない。これは、供試体が半径方向に拡がらずに、軸方向の変位だけが進行したことにほかならない。また、低い応力状況下では軸圧縮速度の相違に関係なくほぼ同一の径路を推移する。しかし、軸応力35kgf/cm²付近からは、軸圧縮速度の速い0.123mm/minの結果が、他のものより側方応力が大きくなっている。図-1の結果をもとに全応力で軸差応力と平均主応力の関係を示したものが、図-2である。軸圧縮速度の遅い2ケースは同一径路上を推移している。図-3は、軸ひずみと間隙水圧の関係を軸圧縮速度別に示している。ここでは、排水距離が最も遠い供試体中心部（間隙水圧測定箇所）の挙動について検討する。軸圧縮速度が遅いケースでは、間隙水圧が緩やかに増加するが、速いケースでは、軸ひずみの増大に伴い、間隙水圧の発生状況が極めて顕著なものになっている。このような挙動の背景には、軸圧縮速度と

表-1 珪藻泥岩の物理的諸性質

比 重 G_s	2.202
含 水 比 w (%)	125.6
湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	1.323
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	0.588
間 隙 比 e	2.758

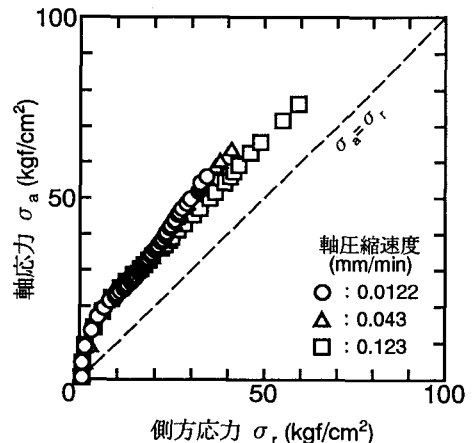


図-1 軸応力と側方応力の関係

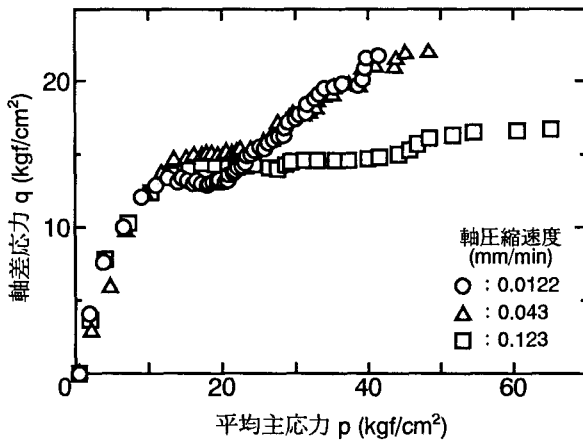


図-2 軸差応力と平均主応力の関係

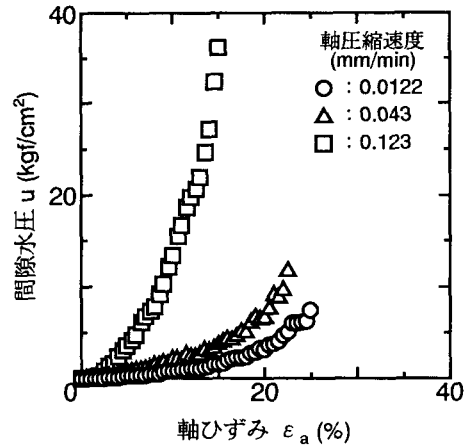
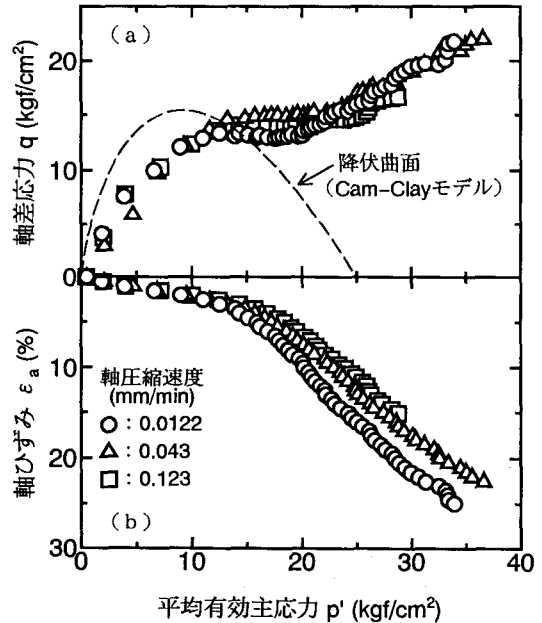


図-3 軸ひずみと間隙水圧の関係

供試体の透水能力の関係や側圧の増大に伴うペーパードレーンの排水能力の低下が考えられる。図-4は、有効応力経路と軸ひずみの関係を示している。図-4(a)は、ベDESTAL中央で計測した間隙水圧の結果をもとに、有効応力で整理したものである。三条件の有効応力経路は、ほぼ同一な経路を推移することから軸圧縮速度の影響を受けないものと思われる。ところで、この応力経路上には、2つの変曲箇所が存在するが、図中に示した本泥岩の降伏曲面と対比することで、それぞれの状況の変化がよく理解できる。降伏曲面内では弾性的な性状が支配的であるのに対し、降伏曲面付近を境に側方応力の増加の影響が著しくなる。これは、セメンテーション部の破壊の進行によって、载荷軸である軸方向の変形から側方変形へと組織形態の変化に対応した結果によるものである。また、この等方的な応力増加の傾向はほぼ $p' = 22 \text{ kgf/cm}^2$ 付近まで続き、その後の有効応力経路は、原点を通る直線上へと推移する。弾性的な変形域→側方流動的な変形域→正規圧密的な変形域と移行するこれら一連の挙動は、鋭敏な過圧密粘土の挙動に類似するものである。図-4(b)には、有効応力 p' と軸ひずみ ϵ_a の関係を与えているが、軸圧縮速度の大きいものほど降伏応力は過大になり、降伏後の $p' - \epsilon_a$ 曲線は上位に位置する。

図-4 軸圧縮速度の相違における有効応力経路と $p' - \epsilon_a$ 経路

4. あとがき ここでは、セメンテーション効果を受けた材料を対象に、定軸圧縮速度下での K_0 载荷試験を実施し、降伏曲面を境とする力学特性の変化を明らかにした。今後は、応力制御³⁾などの载荷条件の影響について比較を行う予定にしている。

参考文献 1) 赤井浩一：大阪湾海底地盤の土質工学的諸問題，土木学会論文集，No.463/III-22, 1993. 2) 前川晴義・宮北啓：珪藻質軟岩の力学特性，土木学会論文報告集，第334号，1983. 3) 前川晴義・宮北啓・小川義厚： K_0 条件下での風化に伴う珪藻質軟岩の力学特性，第20回土質工学研究発表会，1985.