

III-221 珪藻泥岩の吸水膨張と強度の関係

金沢工業大学 学会員 梅原 悟
 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 固結力の低い堆積性の軟岩は、乾湿繰返し作用によってスレーキング現象を起こし易いことが知られている。しかし、内部メカニズムを始めとし、その詳細は明らかにされていない。著者らは、乾湿繰返しに伴う強度特性の変化を調べるために、未風化状態の珪藻泥岩を用いて種々の実験を実施してきた。その結果、湿潤時の強度は、乾湿繰返し中に受けた乾燥度合に依存することを明確にした¹⁾。乾湿繰返しに伴う強度低下に関しては、材料の吸水膨張の影響を指摘するケースが多いが、乾燥状態の供試体を湿潤過程時で膨張を起こさないように吸水条件を与えた際の強度変化に対する疑問から本研究を行った。ここでは、等方圧を負荷した状態で乾燥した供試体に吸水した場合の三軸圧縮試験と無拘束圧条件である一軸圧縮試験の結果とを対比し、吸水膨張と強度低下の関わりについて検討する。

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、飽和条件を満足しており、コアカッターで抜き取った供試体は、直径約 5 cm、高さ約 10 cm に成形した。表-1 には本泥岩の物理的諸性質を示す。供試体の管理は乾燥度合と強度低下の関係を明らかにするため、まず、供試体を所定の含水比（25、50±0.5 %）になるまで恒温恒湿室内で自然乾燥させた後、供試体内部の含水状態の均一性を高めるために、容器内で 2 週間以上密封した。絶乾状態の供試体は、110℃ で 2 日間炉乾燥した。ここでは、乾燥度合に応じ、50、25、0 % シリーズと呼ぶ。図-1 は、実験装置の概略を示している。所定の乾燥条件を与えた供試体は三軸セルにセットし、吸水時の膨張を拘束するため、0.5、2.0、3.0 kgf/cm² の 3 種類の等方圧条件を与える一方、供試体底部より、0.2 kgf/cm² の背圧を作用させ、4 日間吸水させた。その後、バルブ A、B を閉じ、側圧を一定に保って、軸圧縮速度 0.35 mm/min で非排水せん断試験を行った。

表-1 供試体の諸性質

比重 G_s	2.26
含水比 w_0	126.1 %
湿潤密度 ρ_s	1.33 g/cm ³
間隙比 e_0	2.85

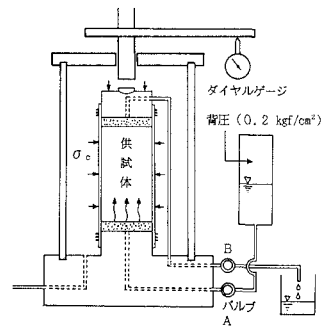


図-1 実験装置

3. 実験結果および考察

図-2 は、未風化状態の珪藻泥岩を 25% シリーズに相当する乾燥条件を与えた供試体の、湿潤過程における一軸圧縮試験の結果を示している。湿潤方法は目標の含水状態になるまで霧吹き器で約 20 cc/日 の蒸留水を吸水させ、2 週間以上の密封後に一軸圧縮試験（軸圧縮速度：0.3 mm/min）を実施した。

(a) には湿潤過程の結果と同

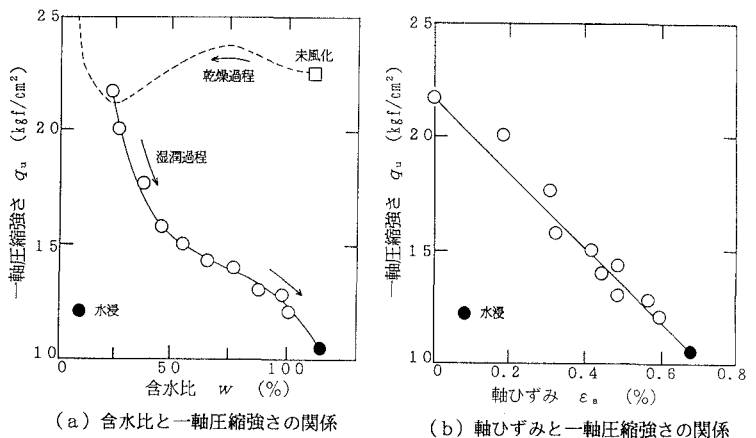


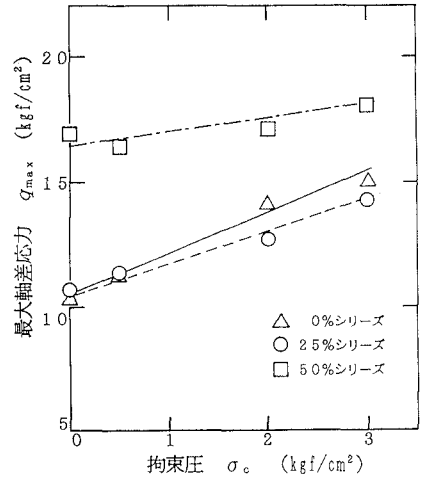
図-2 湿潤過程における供試体性状の変化

時に、未風化状態から乾燥過程の一軸圧縮強さ q_u と含水比 w の関係を示している。この結果、 $w=25\%$ までの乾燥過程における強度変化は少ないが、湿潤過程では強度低下が著しくなり、水浸時(●印)の q_u は未風化状態(□印)のその約 $1/2$ に低下する。また、(b) では q_u の結果と乾燥後の供試体高さを基準にした湿潤過程の軸ひずみ(膨張・収縮) ε_a とで再整理しているが、両者の間には、ほぼ直線関係が成立する。つまり、ここでの結果を総括すると、乾燥後の吸水膨張が q_u を支配しているように見える。

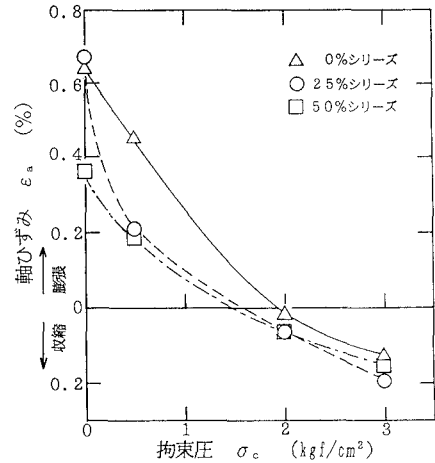
これに対して、図-3 には吸水時の供試体の膨張を拘束し、吸水後に非排水せん断試験を行った結果を示している。(a) は各シリーズの最大軸差応力 q_{max} と拘束圧である側圧 σ_c との関係を与えた。なお、 $\sigma_c=0$ 軸上の値は各シリーズの乾湿後の q_u の結果(表-2 を参照)である。全体として、乾燥度合が大きいシリーズは強度低下が著しく、吸水後の q_{max} は、乾燥履歴に依存していることがわかる。また、0、25%シリーズでは、拘束圧の増大に伴う強度増加が認められる。これは吸水後の供試体の飽和条件が十分に満足しなかったことが、 q_{max} に影響したものと考えられる(吸水後の供試体の飽和度は、約 95% であった)。吸水後の ε_a と σ_c の関係を示した (b) からは、吸水膨張に対する内部応力が評価できる。 $\varepsilon_a=0\%$ に相当する拘束圧は、0%シリーズで 2.0 kgf/cm^2 、25、50%シリーズで $1.5\sim 1.6\text{ kgf/cm}^2$ となる。これらは供試体自体の強度に比べて、小さいことから、強度低下には内部応力の影響が少ないものと推測できる。また、表-2 では $\varepsilon_a=0\%$ から想定した q_{max} と一連の q_u を比較しているが、吸水時の拘束条件の有無に関係なく、湿潤時には強度低下が起こり、その低下度合は乾燥履歴に反映することが理解できる。

4. あとがき 本実験結果より、珪藻泥岩の湿潤後の強度低下は、吸水膨張の影響が少なく、むしろ、乾燥履歴に依存していることが明らかになった。今回は供試体の体積変化の計測が困難であったため、供試体高さの変化を基に供試体の膨張を軸ひずみで議論したが、今後は計測方法を改良し、半径ひずみを考慮した詳細な検討をする予定にしている。終わりに、本実験に対して協力を得た本学卒研生の諸君に感謝の意を表します。

参考文献 1) 前川・宮北・小川：乾湿繰返し条件下における珪藻質軟岩の強度特性の変化について、土木学会第39回年次学術講演会，pp.665-666，1984。



(a) 拘束圧と最大軸差応力の関係



(b) 拘束圧と軸ひずみの関係

図-3 拘束条件下での吸水後の供試体性状の変化

表-2 各種条件の強度値

供試体条件	無 拘 束			拘 束
	未風化状態 q_u	乾燥状態 q_u	湿潤状態 q_u	湿潤状態 q_{max}
0%シリーズ	20.7	41.7	10.7	13.7
25%シリーズ		20.1	10.4	12.5
50%シリーズ		21.5	17.0	17.3

注) 無拘束圧条件の結果の一部は、参考文献 1) (kgf/cm²)