

熱環境下におかれた珪藻泥岩の力学特性に関する実験的研究

埼玉大学 正会員 山辺 正

埼玉大学 学生 近藤亮祐, 古山成紀

大成建設 正会員 青木智幸, 城まゆみ

1. 目的

岩盤が高レベル放射性廃棄物の処分場として利用される場合、その時間依存性のみならず、廃棄体周辺に発生する熱環境も岩盤の力学特性に影響をおよぼす。特に、軟岩を対象として考える時には均質で亀裂も少ないため、供試体レベルで物性を把握する事が有効である。本報告は、低温および高温の熱環境におかれた珪藻泥岩の力学特性を究明することを研究の目的とした。

2. 研究内容および方法

供試体には能登半島に分布する珪藻泥岩を準備し、以下①～⑤の条件で一軸および三軸圧縮試験を実施した。三軸試験にあたっては圧密排水条件とし、常温以外の温度下では圧密終了後に所定の温度下で24時間程度放置後に、せん断を開始した。なお、この珪藻泥岩は非常に多孔質（間隙率 $n=70\%$ ）で内部に多数の微化石を含んでいる。

①異なる乾燥条件（ 110°C 24時間、 50°C 3時間）を与え脱気水に24時間以上浸した後、一軸圧縮試験（図1）。

②三軸セル内にて等方圧縮後、 $+20^{\circ}\text{C}$ 、 0°C 、 -5°C 、 -10°C 環境下において、せん断試験（図2,3）。

③三軸セル内にて等方圧縮後、 $+60^{\circ}\text{C}$ 、 $+90^{\circ}\text{C}$ 環境下において、せん断試験（図4）。

④②で得られた強度の50%、80%となる応力レベルに達した段階で、除荷・載荷を繰り返し、せん断試験（図5）。

⑤他岩種（白浜砂岩、田下凝灰岩）と珪藻泥岩の強度特性を比較・検討した。

3. 実験結果および考察

1) 図1は上記①の乾燥条件が供試体に与える影響を比較・検討したグラフである。 110°C 24時間乾燥後の湿潤供試体(c)は乾燥履歴を受けない湿潤供試体(a)と比較して強度が50%程度に低下している。一方、 50°C 3時間乾燥後の湿潤供試体(b)には若干の強度低下が見られるものの強度・変形係数とも(a)に近い値となっている。このことから乾燥条件が供試体の強度特性に大きく影響していることが分かった。以後、(b)の条件で供試体を準備した。

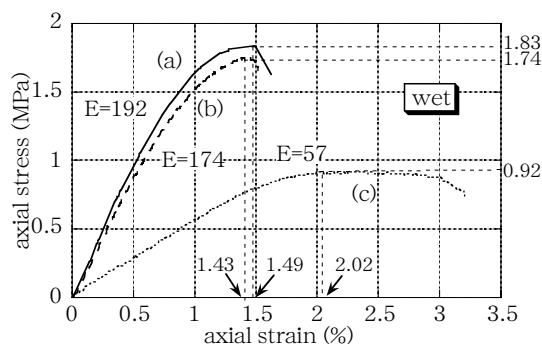


図1 事前の乾燥条件による湿潤強度の比較

(a) 乾燥履歴なし

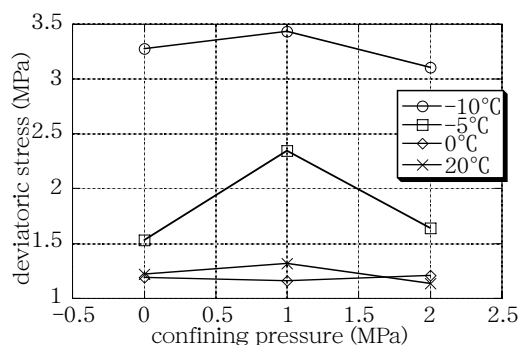
(b) 50°C にて3時間乾燥後、湿潤(c) 110°C にて24時間乾燥後、湿潤

図2 温度条件による強度変化の比較

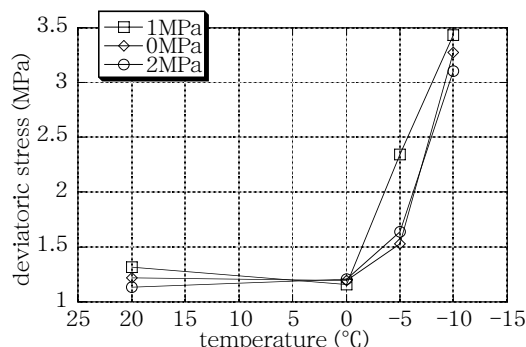


図3 拘束圧条件による強度変化の比較

珪藻泥岩、熱環境、強度変形特性 〒338-8570 さいたま市桜区下大久保255

埼玉大学工学部建設工学科 yamabe@rock.civil.saitama-u.ac.jp

2) 50℃3時間の乾燥後に湿潤させた供試体を使用し、上記②の条件において三軸圧縮試験を実施した。図2は温度条件ごとに強度変化を比較した結果である。拘束圧を0MPaから1MPaに上昇させると強度は増加するが、2MPaまで上昇させると強度は逆に低下することが分かる。このことから珪藻泥岩は拘束圧が2MPaに上昇すると、等方圧力に対して降伏するため強度が低下すると考えられる。

3) 図3は上記②の結果を拘束圧をパラメータとして強度を比較したグラフである。20℃および0℃では拘束圧によらず強度に大きな変化はないが、-5℃以下に低下するといずれの場合にも強度が上昇することが分かる。このことから-5℃以下の温度条件では供試体内部まで凍結が進み、内部に形成された水がせん断強度を発現したため、強度が上昇したと考えられる。

4) 図4は上記③の高温条件下での三軸圧縮試験の結果をもとに拘束圧(0MPa, 1MPa)ごとに分類し、各温度条件(+20℃, +60℃, +90℃)によって比較したグラフである。高温下においては拘束圧に関わらず強度は低下することが分かる。なお、この高温下での実験については別報にて詳しく報告する¹⁾。

5) 上記④の試験からひずみ増分を算出し、塑性ひずみ増分ベクトルを求めた。図5では塑性ひずみ増分ベクトルは、ほぼ降伏面に直交している。このことから珪藻泥岩は対象とした範囲で関連流れ則に従うと考えられる。

6) 白浜砂岩および田下凝灰岩と珪藻泥岩の1MPa, -10℃における三軸圧縮試験の結果を図6に示す。白浜砂岩および田下凝灰岩と比較して珪藻泥岩は非常に強度が低く、延性的であることが分かる。

4. 結論

珪藻泥岩の強度変形特性について得られた知見をまとめると以下の通りになる。

- 1) 乾湿繰り返し作用による劣化は著しく、湿潤状態に戻す前の乾燥度合いが大きいほど強度は低下する(図1)。
- 2) 拘束圧が0MPaより1MPaでの条件下の方が大きな強度を発現するが、拘束圧が2MPaに上昇すると等方圧力に対して降伏するため強度が低下する(図2)。
- 3) -5℃以下の温度条件では供試体内部まで凍結が進むため、内部に形成された水の強度が発揮される(図3)。
- 4) 高温下においては強度は低下する(図4)。
- 5) 対象とした応力範囲については、ほぼ関連流れ則に従うと考えられる(図5)。

5. 参考文献

- 1) 青木, 城, 他「高温下の珪藻泥岩の力学特性変化」平成15年度土木学会年次学術講演会, 共通セッション

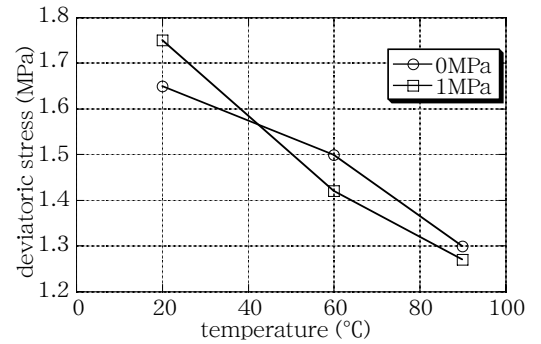


図4 高温下における温度条件による強度変化の比較

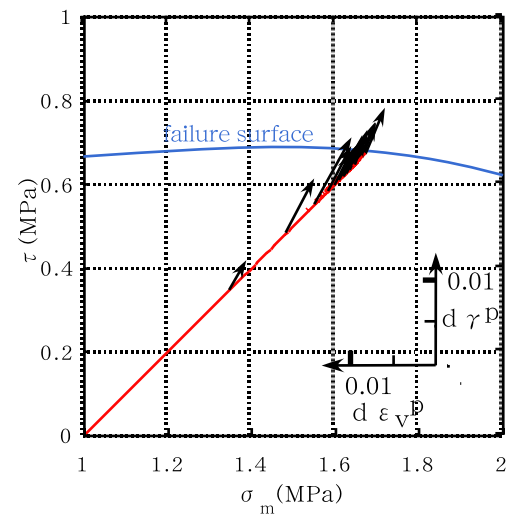


図5 塑性ひずみ増分ベクトル ($\sigma_3=1\text{MPa}$)

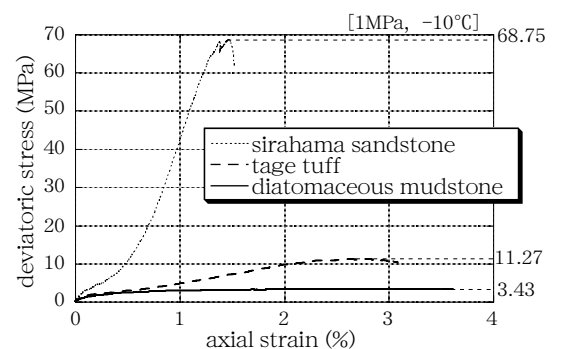


図6 1MPa, -10℃における岩種比較