

昇温下における珪藻泥岩のクリープ特性変化

大成建設 正会員 ○城まゆみ 青木智幸
 埼玉大学 正会員 山辺 正

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の処分空洞周囲の岩盤は、廃棄物の発熱により長期間、熱の影響を受ける。著者らは、対象岩盤の一つである堆積軟岩の長期挙動における温度の影響について検討を進めている。本報では、堆積軟岩の岩石コアの一軸・三軸クリープ試験により得られた、クリープ特性の温度依存性に関する知見を述べる。

2. 一軸・三軸クリープ試験

試験の対象とした岩石は、能登半島に分布する新第三紀中新世の珪藻泥岩である。試料は、真空脱気により飽和させた。主な物理特性を表-1 に示す。

試験条件一覧を表-2 に示す。封圧は、一軸、0.2、0.5MPa の3条件、温度は、20、60、90 の3条件とした。圧密およびせん断過程は排水条件で、背圧は加えていない。三軸試験の手順は前報¹⁾を参照されたい。

クリープ応力レベルは既に実施した圧縮試験結果¹⁾より、各試験条件（封圧・温度）での圧縮強さに対する応力比 93%とした。これは、圧縮強さのばらつきを考慮しつつ比較的短期でクリープ破壊する応力レベルとして設定したものである。クリープ応力レベルまでの軸載荷速度は、圧縮試験時の軸載荷速度（0.01%/min）に対応する応力速度制御とした。これは、過剰間隙水圧の消散を考慮して決定した。

3. 試験結果

(1) 軸ひずみ - クリープ時間

図-1 に一軸・三軸圧縮試験結果から求めた応力 - 軸ひずみ関係を、図-2 に一軸・三軸クリープ試験のクリープ過程のひずみ時間変化を示す。図中の軸ひずみは、ピストン変位計の変位量よりひずみ換算した値である。試験体の側面にもひずみゲージを貼付したが、高温・多湿の環境ではクリープ過程で試験体から剥離する現象が多々発生し、測定できなかった。図-1 より、どの封圧下においても、環境温度が高い方が圧縮強さは低くなることが分かる。

表-1 岩石試料の物理特性

項目	値
飽和密度 (g/cm^3)	1.34 ~ 1.38
乾燥密度 (g/cm^3)	0.61 ~ 0.68
土粒子の密度 (g/cm^3)	約2.38
有効間隙率 (%)	約74
吸水率 (%)	104 ~ 121

表-2 試験条件

条件項目	実施条件
排水条件	圧密・排水 (C D)
岩石供試体サイズ	$\phi 50 \text{ mm}$, H100 mm
湿潤条件	飽和
温度条件	20, 60, 90
拘束圧	0, 0.2, 0.5 MPa
軸荷重載荷	0.014 MPa/min
応力レベル	圧縮強さの93%

クリープ試験の場合、一軸および封圧 0.2MPa では、20 よりも 60 で、クリープ破壊時間が大幅に短くなった。しかし、90 の場合は一軸では破壊せず、封圧 0.2MPa では 60 よりも若干クリープ破壊時間が長くなっている。また、三次クリープ過程の加速傾向が、一軸よりも封圧 0.2MPa の方が緩やかになる傾向がみられた。

封圧 0.5MPa では、クリープ変形の傾向が一軸や封圧 0.2MPa の場合と大きく異なり、一次クリープや三次クリープを示さずに単調にクリープ変形が進んでいる。その変位速度は、一軸や封圧 0.2MPa の場合よりも（三次クリープ過程を除けば）むしろ速い。これは、圧縮試験においてひずみ軟化傾向を示さずに延性的な挙動を示す条件であるためと考えられる。変位速度は、温度が高いほど速い。

(2) 軸ひずみ速度 - クリープ時間

図-3 に、封圧 0.2MPa における軸ひずみ速度とクリープ時間関係を両対数軸で示した。岡本ら²⁾の研究によれば、軸ひずみ速度とクリープ時間の両対数関係において、初期のひずみ速度が減少する領域では傾きが約 -1 であることが示されている。しかし、今回実施したクリープ試

キーワード 堆積軟岩、高温、クリープ、強度、ひずみ速度、クリープ破壊時間

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 技術センター TEL 045-814-7237

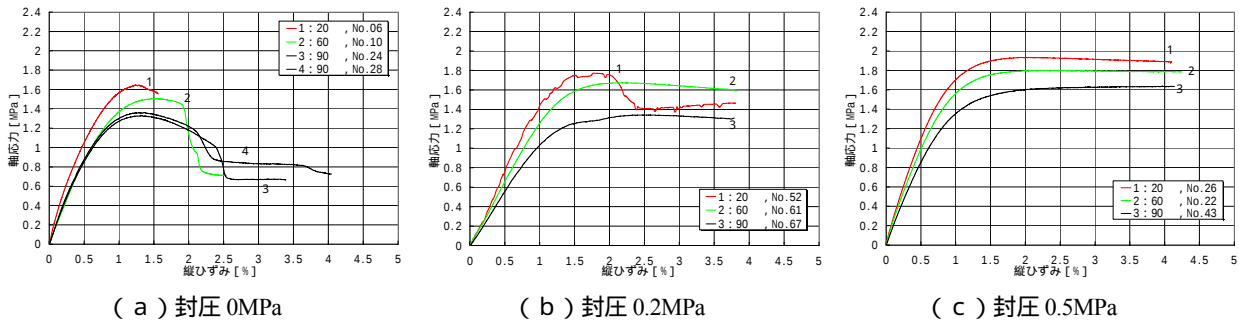


図-1 圧縮試験結果

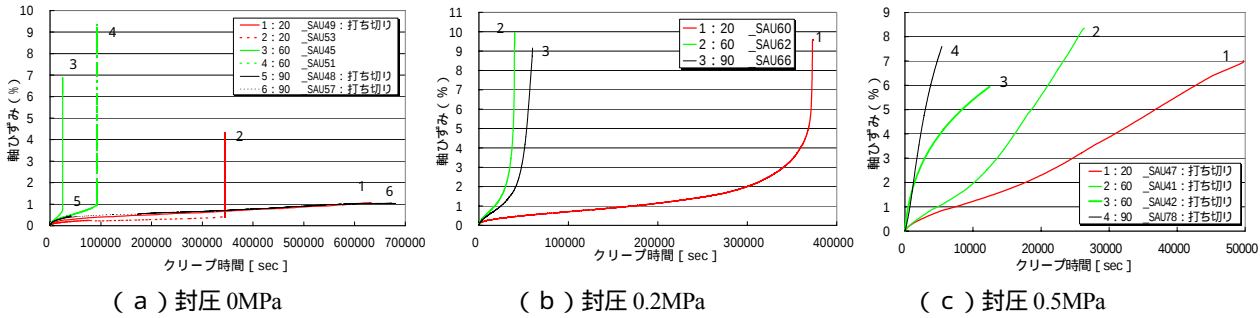


図-2 クリープ試験結果

験では図からも分かるように、約 0.5 程度である。この傾向は、一軸クリープ試験でも同様であった。

(3) 最小クリープ速度 - ひずみ破壊時間

山田ら³⁾は、斎藤⁴⁾の示した最小軸ひずみ速度とクリープ破壊時間の関係図に、彼らの実施したクリープ試験結果を加筆した図を示し、両対数軸上で傾きが約 -1 の直線関係で説明できることを示した。同様に、今回実施した試験結果を新たに同図に追加し比較した(図-4)。図より、封圧ごとに同一直線上にほぼ載っていることが分かる。すなわち、試験データが少ないものの、昇温によりクリープ破壊時間を加速した場合でも、同様の関係が成立するようである。また、一軸の場合と比べ、封圧 0.2MPa の場合は近似直線が右側に移動し、同じ最小ひずみ速度に対しクリープ破壊時間が長くなっている。

4. おわりに

今回実施した珪藻泥岩の三軸圧縮試験により、90 までの昇温により圧縮強さが封圧によらず低下する傾向があることが分かった。また、クリープ試験より、60 に昇温した場合は、常温よりもクリープ破壊時間が大幅に短縮することが分かった。一方、90 では、クリープ破壊時間が 60 よりもむしろ長くなる傾向も見られた。今後は、温度依存性のメカニズムを鉱物の化学変化等に着眼して検討していく予定である。

参考文献

1) 青木智幸・城まゆみ・山辺正・近藤亮祐・古山成紀：

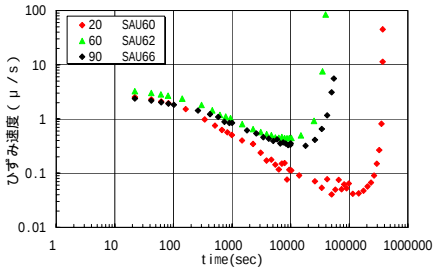


図-3 軸ひずみ速度 - クリープ時間の両対数グラフ

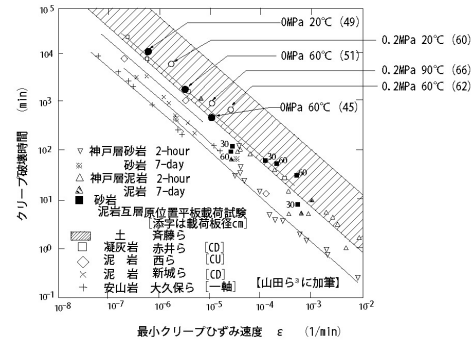


図-4 最小軸ひずみ速度 - クリープ破壊時間関係図

高温下の珪藻泥岩の力学特性変化、土木学会第 58 回年次学術講演会、pp.387-388、2003.

2) 岡本敏郎・西好一・松井家孝：泥岩の力学特性に関する研究(その 2) クリープ特性、電力中央研究所報告、No.382012、1983.

3) 山田勝彦・松村真一郎・西垣好彦：軟岩の長期クリープ強度の一推定法、第 8 回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、pp.339-344、1990.

4) 斎藤迪孝：斜面崩壊発生時期の予知に関する研究、鉄道技術研究所報告所、No.626.