

封圧下の引張試験における美唄砂岩の変形・破壊挙動

北海道大学
北海道大学

正会員 藤井 義明
石島 洋二

1. はじめに

支笏溶結凝灰岩の引張強度は封圧とともに減少した(富家ら、2000)。ここでは、美唄砂岩を同様の試験に供した結果について述べる。

2. 供試体

北海道美唄市の三美炭鉱において古第三紀石狩層群美唄層 2 番層の上盤(N34E13SE)から粗粒砂岩を採取し使用した。この岩石は褐灰色を呈し、白色粒状の鉱物片・岩片および黒色片状の泥質岩片を含み、堆積構造は明瞭である。淘汰は良好で、粒子の円磨度は亜角が主であり、基質が少ない。粒子が定向配列し葉理をつくっていること、含まれる粘板岩が変形していることから弱い変形成用を受けていると考えられる。岩片・鉱物片は石英・粘板岩・珪質泥岩(〜チャート)が主である。

直径 30 mm、長さ 60 mm の供試体についてひずみ速度 10^{-5} s^{-1} (引張試験でもこのひずみ速度を用いる) で実施した 4 回の単軸圧縮試験の結果、単軸圧縮強度 $88.8 \pm 4.7 \text{ MPa}$ 、ヤング率 $22.1 \pm 1.1 \text{ GPa}$ 、ポアソン比 0.27 ± 0.03 、最大荷重点の軸/周ひずみ $0.53 \pm 0.01\%$ 、 $-0.32 \pm 0.04\%$ が得られた。また、直径 30 mm、長さ 30 mm の供試体について載荷速度 0.036 mm/s で実施した 6 回の圧裂引張試験において圧裂引張強度 $7.9 \pm 1.4 \text{ MPa}$ が得られた。

3. 実験の方法と結果

引張試験には図 1 に示すような治具を用いた。ひずみゲージが貼付された供試体は材料試験機にねじ込んだ 2 本のステンレス製の棒にエポキシ系接着剤で接着しており、封圧を作用させる場合は、供試体を熱収縮チューブで被覆した後、封圧保持用の超小型三軸セルを被せる(特願 2001-354553 KP2558)。直径 30 mm、長さ 60 mm の供試体の軸方向に有効長 10 mm の 4 枚のひずみゲージを貼付して一軸引張試験を実施し、図 2 に示すように大きな曲げモーメントが作用していないことを確認した。



図 1 封圧下の引張試験の様子

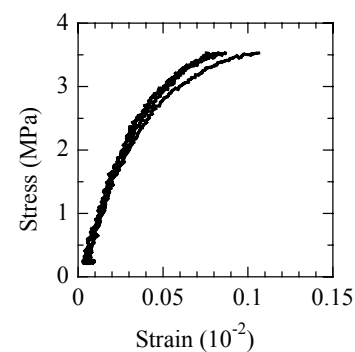


図 2 一軸引張試験における軸ひずみの 4 枚のひずみゲージによる出力

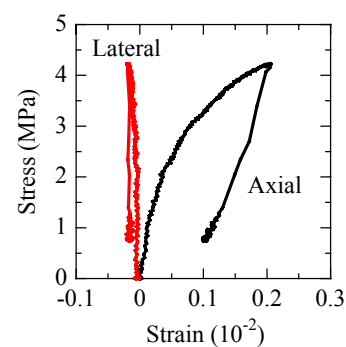


図 3 一軸引張試験における応力-ひずみ線図の例

キーワード 岩石、引張試験、封圧、美唄砂岩、限界伸びひずみ

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目北海道大学工学研究科 藤井義明 TEL011-706-6299

有効長 10 mm のクロスゲージを貼付して実施した一軸引張試験における応力－ひずみ線図の例を図 3 に示す。軸ひずみは終始上に凸であり、横ひずみは小さい。

封圧下の引張試験における応力－ひずみ線図の例を図 4 に示す。なお、強制圧縮開始時の軸応力が正確に -9 MPa となっていないのは、実技上の不手際である。ひずみは大気圧下の値を原点としたので、封圧の载荷に伴い軸ひずみ、横ひずみはともに縮みを示す。その後の強制引張に伴い、軸ひずみが伸びに転じた後、引張破壊が生じた。横ひずみは軸方向の強制引張に伴いさらに縮み量が大きくなった。

封圧下の引張強度は既報と同様に封圧の増加とともにやや減少する傾向を示した(図 5)。しかしながら、既報とは異なり、一軸引張強度が封圧下の引張強度より大きくなっている。これが実験方法に起因するものか本質的なものかさらに検討を要する。

限界圧縮ひずみ(ここでは、最大荷重点における横ひずみの値)の絶対値は封圧とともに増加したが、限界伸びひずみ(ここでは、最大荷重点における軸ひずみの値)の封圧依存性は小さかった(図 6)。この傾向は既報と同様である。ヤング率は単軸圧縮試験における値の 10～20%の値を示し 1 つの例外を除いて封圧と共に増加した(図 7)。

謝辞

実験で協力いただいた当時 4 年生の平野恭介君に謝意を表す。

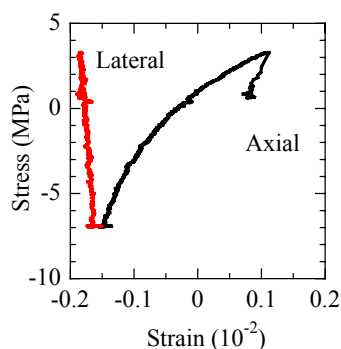


図 4 封圧 9 MPa 下での引張試験における応力－ひずみ線図の例

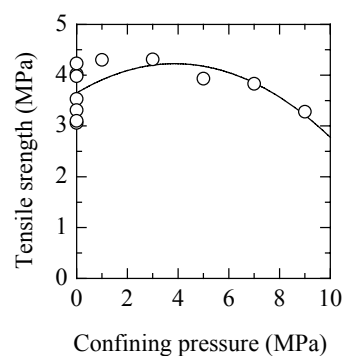


図 5 封圧と引張強度の関係

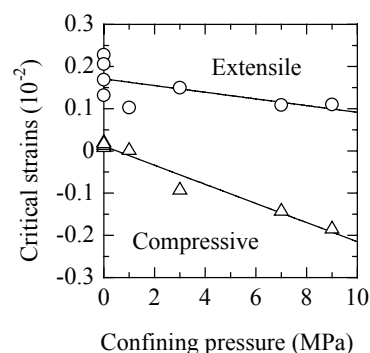


図 6 封圧と限界ひずみの関係

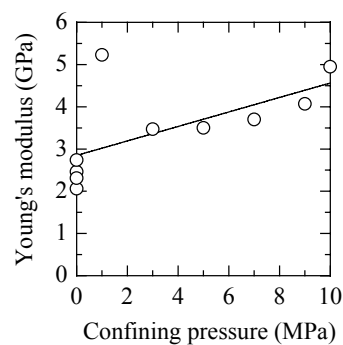


図 7 封圧とヤング率の関係

参考文献

富家孝明・藤井義明・石島洋二(2000)、封圧下にある岩石の引張強度に関する実験的研究、資源・素材学会北海道支部平成 12 年度春季講演会講演要旨集、pp. 31-32