HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	大きな変形が発生したトンネルで採取された蛇紋岩の三軸圧縮応力下における降伏挙動
Author(s)	尾上, 義将; 池田, 奈央; 金井, 康将; 藤井, 義明; 児玉, 淳一; 福田, 大祐
Citation	資源・素材学会北海道支部春季講演会要旨集, 2018, 3-4
Issue Date	2018-06-16
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/70862
Rights	平成30年度資源・素材学会北海道支部春季講演会要旨集を基に一部修正。
Type	proceedings (author version)
Note	平成30年度資源・素材学会北海道支部総会および春季講演会、2018年6月16日、北見工業大学、北見市
File Information	OnoeYoshimasa_MMIJ-BH_20180616_RevisedVer.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

大きな変形が発生したトンネルで採取された蛇紋岩の三軸圧縮応力下における降伏挙動

北大工　尾上義将・池田奈央・金井康将・藤井義明・児玉淳一・福田大祐

1. はじめに

トンネル工事では蛇紋岩と遭遇した際に大きな変形が発生し、施工が困難となる場合がある。この変形のメカニズムを理解する一助となすために、三軸圧縮試験を行い、当該トンネルで採取された蛇紋岩の基礎的な力学物性値を測定する。

本研究では蛇紋岩を形態の違いによって、塊状蛇紋岩、葉片状蛇紋岩、粘土状蛇紋岩の 3 種類に分類した。今回の三軸試験では主な変形の原因となった葉片状蛇紋岩、粘土状蛇紋岩について実験をした。

2. 実験方法

実験装置は材料試験機、三軸ベッセル、シリンジポンプ、制御・計測用パソコン等で構成されている。三軸ベッセルの構造は図 1 のようであり、エンドピース、下蓋から排水可能である。

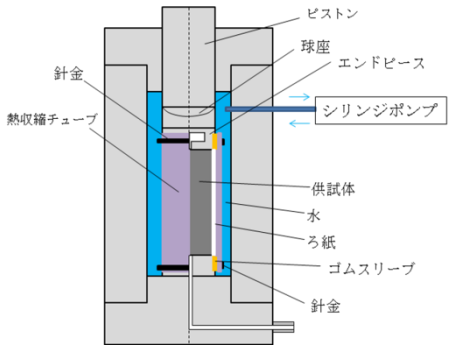


図 1　三軸ベッセル

当該トンネルより採取されたボーリングコアを直径約 50 mm、長さ約 100 mm になるように乾式で整形して供試体とした。

封圧は推定される現地の有効鉛直応力の 0.5 倍、1 倍、2 倍である 1.7, 3.4, 6.8 MPa の三種類とした。また、飽和のプロセスで膨張・軟化してしまうため不飽和のまま間隙水圧をかけずに載荷した。

軸載荷の前に供試体を圧密した。圧密に必要な時間 T を推定するために $3t$ 法を採用した。$3t$ 法では体積ひずみ-log 圧密時間グラフにおいて最大勾配が現れるまでの時間を t とし、求める圧密時間を $T = 3t$ とする（図 2 の例では約 5 時間）。本実験ではすべての供試体で T より十分長い 18 時間の圧密を行った。圧密時に排水がみられたため、軸圧縮する直前の供試体は飽和していたと判断される。

軸載荷は、ひずみ 0.25%毎にひずみ速度を 10^{-4} s^{-1}、10^{-5} s^{-1} に入れ替えて（Hashiba et al., 2006）約 10%まで行った。軸ひずみはストローク、横ひずみは封圧水量の変化から算出した。

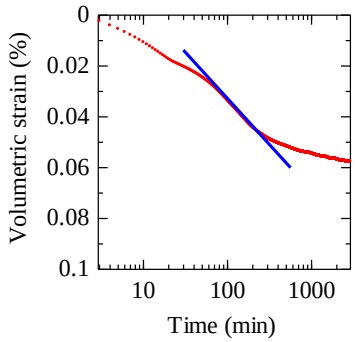


図 2　体積ひずみ－時間線図

3. 実験結果

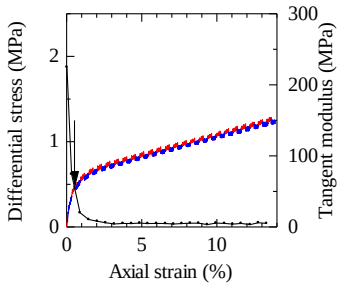
三軸圧縮試験の応力－ひずみ線図には明瞭な降伏点がみられなかったため、ひずみ速度 10^{-4} s^{-1} における初期接線ヤング率が 4 分の 1 になる点を降伏点とみなした（図 3）。

封圧と強度から粘着力・内部摩擦角の値を求めると、ひずみ速度 10^{-4} s^{-1} において 30.0 kPa、8.8°となり、ひずみ速度 10^{-5} s^{-1} において 26.4 kPa、8.2°となった（図 4）。

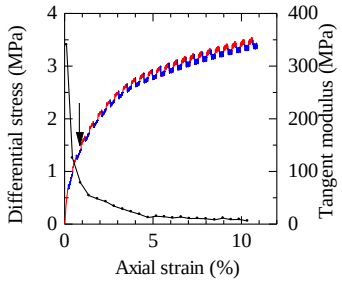
初期ヤング率は封圧とともに増加した（図 5）。これは封圧とともに圧密が進行し、含水率が低下した（図 6）ためと考えられる。

ポアソン比の値は 0.5 程度であった（図 7）。これは、試料が軟弱で、塑性流動を起こしていたためと考えられる。

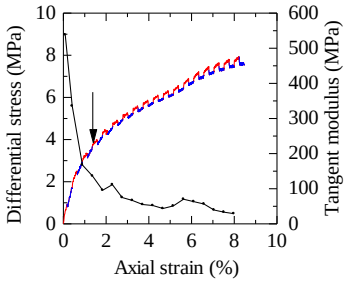
ひずみ速度依存性を表す定数 n は、封圧とともに大きくなった（図 8）。n が大きくなることは、ひずみ速度依存性が小さくなることを意味し、Okubo et al. (2013)と類似した傾向である。



(a)封圧 1.7 MPa

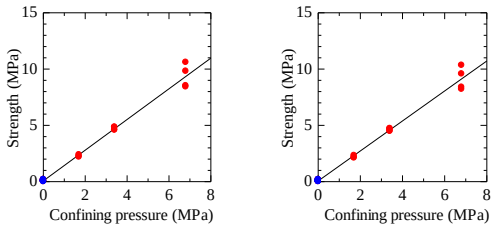


(b)封圧 3.4 MPa



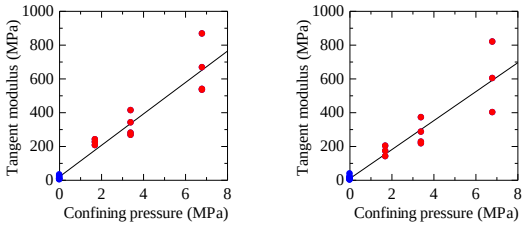
(c)封圧 6.8 MPa

図 3 応力－ひずみ線図（赤：10^{-4} s^{-1}、青：10^{-5} s^{-1}）と降伏点（矢印）



(a)ひずみ速度 10^{-4} s^{-1}　(b)ひずみ速度 10^{-5} s^{-1}

図 4　封圧と強度



(a)ひずみ速度 10^{-4} s^{-1}　(b)ひずみ速度 10^{-5} s^{-1}

図 5　封圧と初期ヤング率

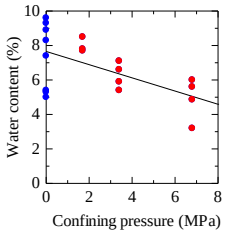


図 6　封圧と試験終了時の含水率

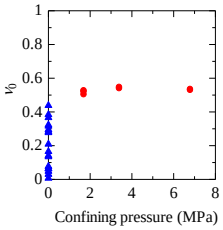


図 7　封圧と初期ポアソン比

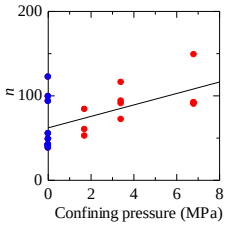


図 8　封圧と n

4. 結言

大きな変形が発生したトンネルで採取された蛇紋岩を三軸試験したところ、応力－ひずみ線図は上に凸でひずみ硬化挙動を示した。粘着力と内部摩擦角はひずみ速度 10^{-4} s^{-1} で 30.0 kPa、8.8°、10^{-5} s^{-1} で 26.4 kPa、8.2°となった。初期ヤング率は封圧と強い正の相関を示し、ポアソン比は 0.5 程度となった。

今後は三軸クリープ試験を行う予定である。

参考文献

Hashiba, K., Okubo, S. and Fukui, K. (2006), A New Testing Method for Investigating the Loading Rate Dependency of Peak and Residual Rock Strength, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 43, pp. 894-904

Okubo S. Hashiba K. and Fukui K. (2013), Loading Rate Dependency of the Strengths of Some Japanese Rocks, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 58, pp. 180-185