三軸応力下における凝灰岩の変形異方性

1. はじめに

異方性材料は応力とひずみが非共軸なため、載荷軸 に対称な変形を想定する三軸試験においても図1のよ うに非対称な変形を呈する¹⁾.本研究では、このような 異方性材料で顕著に生じ得る端面摩擦の影響²⁾を除去 するため図2のスライダー機構付きキャップ³⁾を開発 し、明瞭な層理をもつ凝灰岩の非対称な応力ひずみ関 係を圧密排水三軸試験を行って調べた.

2. 圧密排水三軸試験

異方性材料の上下端面の相対変位を許しつつ端面摩 擦を除去できるスライダー機構付きキャップを図2の ように三軸セルに実装し,表1に示す試験ケースで圧 密排水三軸試験を行った.層理面を目視確認できる凝 灰岩(通称,田下石)のブロックから方向を変えて供 試体を採取した.試験はJGS2534-2009に基づいて事前 に飽和化させた供試体を用い,ひずみが一定値に落ち 着くまで約1h~2hのあいだ有効等方圧密応力σ'。を作 用させ,その後,既往の検討⁴⁾と同様のひずみ速度で軸 圧縮した.供試体の側面には図3のように120°間隔で3 枚貼付けした3ゲージ式のロゼットケージから,図の(*X*, *Y*, *Z*)座標系における微小ひずみテンソル6成分を計測 して,その主値3成分と主軸方向を求めた.

3. 凝灰岩の応力ひずみ関係とその主軸方向

表 2, 図 4 には等方圧密時における一定値に落ち着い た時点の主ひずみと,ひずみゲージ貼付けの基準座標 系 (*X*, *Y*, *Z*) と層理方向に対する各ケースの主ひずみ方 向 (1, 2, 3) の関係を示す.最大,中間,最小主ひずみ の値や方向が層理の傾斜に応じて異なる値を示し,層 理の傾斜 ξ = 15°のケースよりも ξ = 45°と-45°のケー スの方が最大主ひずみ方向の傾斜が大きいことから, 供試体の変形特性を異方的にする要因は層理の傾斜で あると言えよう.図 5 には軸圧縮時の各ケースにおけ る軸応力とひずみ増分の主値の関係を示す.ここでも,

鉄道総合技術研究所	正会員	○富樫	陽太
横浜国立大学	正会員	菊本	統
東京海洋大学	正会員	谷	和夫
応用地質株式会社	正会員	細田	光一
応用地質株式会社	正会員	小川	浩司
Input			



図 2 スライダー機構付きキャップを内装した三軸試験装置(左:構造,右:三軸セル)

表1 試験ケース

Case	Orientations of bedding plane ξ (°)	Wet density $\rho_t (g/cm^3)$	Cell pressure $\sigma_{\rm c}$ (MPa)	Back pressure u _b (MPa)	σ'c (MPa)	Strain rate (% / min)
1	15	1.766	_			
2	45	1.740	1.2	0.2	1.0	0.03
3	-45	1.756	_			





キーワード 凝灰岩,三軸試験,異方性,応力ひずみ関係連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7266



図6載荷レベルごとの軸圧縮時のひずみ増分の主軸方向(1,2,3)の射影(左: ξ=15°,中: ξ=45°,右: ξ=-45°)

最大,中間,最小となるひずみ増分の主値がそれぞれ異なる値をとる.図6には載荷レベル毎のひずみ増分の 主軸方向を示す.最大となるひずみ増分の主軸は載荷軸に近い方向に向くが,層理の傾斜が大きいほど載荷軸 より傾斜し,また,その主軸は載荷レベルの増加に伴い載荷軸に近づいている.以上より,層理が載荷軸に直 角ないし平行でない場合 ($\xi \neq 0^\circ$ または 90°)について,応力とひずみが明確に非共軸になる様子を捉えるこ とができた.

4. まとめ

本報では、開発したスライダー機構付きキャップを実装した三軸セルを用いて圧密排水三軸試験を実施し、 層理に起因して凝灰岩が変形異方性を示すことを3主ひずみの応答の詳細な観察により確認した.今後も、他 の岩石試料等の試験を実施して結果を報告する予定である.

参考文献

富樫・菊本・谷: 面内等方弾性を仮定した岩盤が三軸応力下で示す非三軸性, 地盤工学ジャーナル,9(4), pp. 479-493, 2014. 2) 富樫・菊本・谷: 境界条件に依存した異方性材料の非一様な変形特性と降伏強さ, 土論 C, 72 (3), pp.283-293 2016. 3) 富樫・菊本・谷・細田・小川: 層理を含む凝灰岩の三軸応力下における非軸対称変形 と異方剛性の測定, 14th 岩力国内シンポ, 2017. 4) Oka et al.: Anisotropic behavior of soft sedimentary rock, Soils Found., 42 (5), pp.59-70, 2002.