## 三軸応力下の層理を含む田下凝灰岩のひずみ全成分計測

陽太	○富樫	正会員	鉄道総合技術研究所
光一	細田	正会員	応用地質株式会社
浩司	小川	正会員	応用地質株式会社
究	津野	正会員	鉄道総合技術研究所

## 1. はじめに

応力とひずみが非共軸な異方性材料は、軸対称な変形 を前提条件とする要素試験においても非軸対称に変形す る.これまでに、面内等方弾性体構成則のシミュレーシ ョンから三軸試験の異方性材料の変形特性が検討され<sup>1)</sup>, この結果に基づいて変形異方性を特定する三軸試験手法 が提案されている<sup>2)</sup>. 後者の検討のなかで,供試体を一様 な応力状態にするため低摩擦境界のキャップが提案され ており、本報告ではこの提案に基づき、図1のように同 キャップを実用可能なレベルに改良した上で三軸試験機 に実装した. 開発したキャップは上下剛板の間にボール ベアリングを円状に配置し、図1(b)のように異方性材料 の変形に合わせ下部剛板が載荷軸に直角な方向に可動す る.本検討では、図2に示す層理を含む新第三紀凝灰岩 (田下石)を用いて三軸試験を実施し、複数のロゼット ゲージの計測値からひずみ全成分を取得して異方性材料 の非軸対称な変形特性の把握を試みた.

## 2. 試験ケースとひずみ全成分の取得

本検討では、図 2 に示すように、供試体端面からの層 理の傾斜 $\xi$ =15°,45°,-45°の3ケースの供試体 (h=10cm,d= 5cm)を同一の岩石ブロックから方向を変えて採取し、 三軸試験を行った.なお、供試体の湿潤密度はおおよそ  $\rho_{\rm f}$ =1.78g/cm<sup>3</sup>である.供試体は十分に浸水させ飽和化し た後に試験機に設置し、等方圧密応力 $\sigma_{\rm c}$ =1.0MPaの下で 60~140minの間ひずみが一定になるまで計測を続け、そ の後、載荷速度 0.3%/min で単調に軸圧縮した.供試体の 変形の計測は、図 3 に示すようにロゼットゲージを供試 体側面 3 箇所に 120°間隔で設置し、載荷時の全成分ひず みの応答を測定した<sup>3</sup>.

## 3. 試験結果

図4に等方圧密時に計測したひずみを示す.図のx<sup>n</sup>はn 番目ひずみゲージの計測値で既往の手法<sup>33</sup>を用いて図3で 示した*XYZ*座標系のひずみ全6成分<sub>€ii</sub>(*i*, *j* = *X*, *Y*, *Z*)に変

異方性材料、三軸試験、全成分ひずみ、非軸対称変形

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 トンネル研究室 TEL: 042-573-7266



図1 スライダーかつ低摩擦境界の軸圧縮((a):載荷前, (b):載荷後,(c):製作したキャップ,(d):組立て後の様子)



図2 採取方向を変えた層理を含む岩石供試体(右: ξ=-45°の例)







図5 軸圧縮時のひずみ増分((a): ξ=15°, (b): ξ=45°, (c): ξ=-45°)

に変換した.全てのケースで安定して $\epsilon_{ij}$ の全成分が得られている.全てのケースで等方性材料では生じないせん断 ひずみ(*XY*, *ZY*, *ZX* 成分)が計測され,また,直ひずみも方向でそれぞれ異なる値を示している.これは層理の影 響で田下凝灰岩の変形特性が異方的になるためと考えられる.図5には軸圧縮時のひずみ( $\Delta x^n$ ,  $\Delta \epsilon_{ij}$ )と軸応力 $\Delta \sigma_a$ の関係を示す.軸圧縮過程においても安定して $\epsilon_{ij}$ の全成分が得られ,同様に各成分のひずみの値は異方的である. 4. まとめ

本研究では、低摩擦・スライダー境界のキャップを三軸試験機に実装したうえで、層理を含む田下凝灰岩の三軸 試験を実施し全6成分のひずみを計測した.その結果、層理の影響で供試体が異方的な変形特性を示すことがわか った.今後は異方性の構成パラメータの取得について議論する予定である.

**謝辞**: 宇都宮大学の清木隆文准教授と大谷石産業の飯村淳氏には供試体の選定にご協力頂いた.また,東京海洋大学の谷和夫教 授,横浜国立大学の菊本統准教授の両氏には試験方法およびデータ整理について貴重なアドバイスを頂いた.末筆ながら感謝の 意を表します.

参考文献: 1)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 J., 9(4), pp.479-493, 2014. 2) 富樫, 菊本, 谷: 三軸試験による岩盤の変形異方性の特定方法, 地盤工学 J., 10(2), pp.201-211, 2015. 3)荻原, 菊本, 谷, 岡田, 高倉: 地中埋設型センサーによるひずみテンソルの計測法, 第 42 岩盤力学に関するシンポジウム講演集, pp. 274-279, 2014.