

導電性ゴムを用いた岩石のひずみ計測方法に関する研究

埼玉大学 学生会員 ○松下 智昭
 埼玉大学 学生会員 新井 謙太
 埼玉大学 正会員 長田 昌彦
 独)産業技術総合研究所 正会員 竹村 貴人

1. はじめに

放射性廃棄物を安全に地層処分するために、地下岩盤の透水性を知ることは極めて重要である。地下岩盤に大きな空洞を掘削すると空洞周辺に掘削影響領域（以下、EDZ）が形成される。EDZでは応力の解放に伴い様々な様式の割れ目が形成されるため、岩盤の変形性と透水性を関連付けて考える必要がある。

室内試験においては岩石供試体に大きな割れ目が形成されたときにどの程度体積膨張するかを計測することが、破壊後の透水性を考える上で重要となる。しかし供試体に局部的に貼付したひずみゲージでは、供試体全体の体積ひずみを計測することが困難であった。そこで本研究では体積ひずみを計測するための方法として導電性ゴムを用いた岩石供試体のひずみ計測方法の検討を行うこととした。

2. 導電性ゴムの基本性質の調査

(1) 導電性ゴムの性質

導電性ゴムは一般的なゴムの性質¹⁾である伸びや弾性を持っており、カーボンブラック（すす：炭素の微粉末）などの導電性付与材料が混入されているため電気を通す性質を有している。

表-1に導電性ゴムの諸物性値を示す。なお本研究では鬼怒川ゴム工業株式会社の導電性ゴムS60を使用した。

(2) 抵抗値計測に関する各種検討

導電性ゴムの変形に伴う抵抗値の変化を計測し、そこからひずみを算出する。この時抵抗値計測に関して影響を与える要因として、温度変化、電流を流すことによる発熱、導電性ゴムの変形速度、変形履歴といったものが考えられる。そこでそれぞれについて検討を行った。その結果、温度変化、発熱、変形速度といったものはほとんど影響がないと分かった。しかし変形履歴の影響は無視できないため、実際の計測においても注意しなければならないと考えられる。

表-1 導電性ゴムの物性値

体積固有抵抗値($\Omega \cdot \text{cm}$)	3.28
単位体積重量(g/cm^3)	1.15
引張時弾性係数(MPa)	9.25
ポアソン比	0.27
伸び率(%)	280

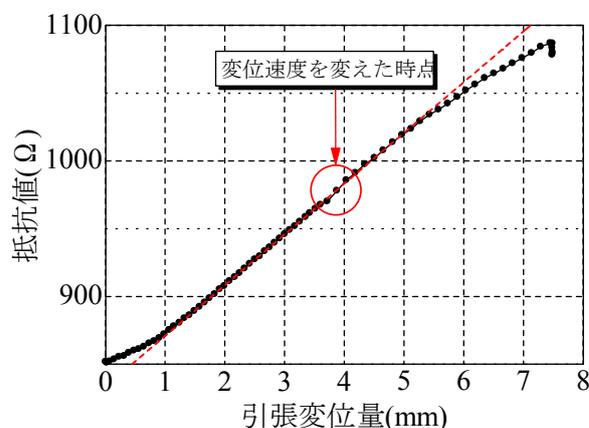


図-1 引張変位量と抵抗値の関係

図-1に変形速度の影響を調べるために行った導電性ゴムの引張試験結果を示す。変位量が4mm 弱の時点で変位速度を0.05[mm/min]から0.1[mm/min]に変えたが、その前後で変位量-抵抗値の傾きがほとんど変わらない。そのため実際の供試体の変形においても、導電性ゴムによりひずみを計測できるものと考えられる。ただし図では引張変位量が1mmより小さい範囲と5mmを越えた範囲では、変位量と抵抗値が線形的な関係を示さないため、このような範囲でのひずみ算出は困難であるといえる。

3. 導電性ゴムによるひずみ計測の適用性検討

(1) ゲージ率の決定

本来導電性ゴムはひずみ計測を行うためのものではないので、抵抗値変化率とひずみの比例定数（以

キーワード：室内試験、ひずみ計測、体積ひずみ、周方向ひずみ、導電性ゴム

連絡先：〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255 埼玉大学地圏科学研究センター TEL 048-858-3547

下、ゲージ率) を実験により決定する必要がある。
 そこで導電性ゴムの引張試験を行った。抵抗値は実測し、ひずみは導電性ゴムの変形性に影響を与えない非接触なひずみ計測を行う必要があるため、試験中の導電性ゴムを撮影した画像を用いた画像解析²⁾により算出した。

図-2にひずみと抵抗値変化率の関係を示す。図よりひずみと抵抗値変化率が線形的な関係を示すのはおよそ1%~7%の範囲であり、このときの傾きをゲージ率とした。図の場合には5.11である。

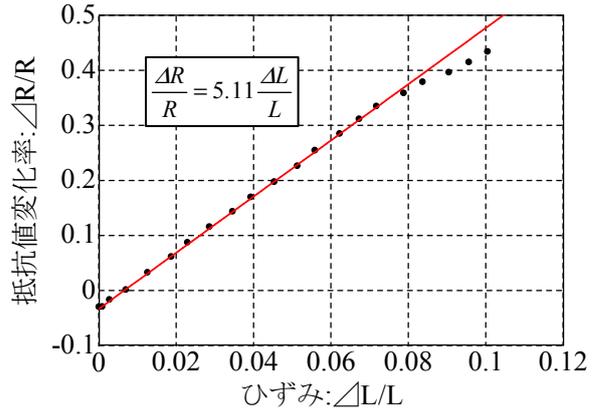


図-2 ひずみと抵抗値変化率の関係

(2) 実際の岩石供試体への適用

導電性ゴムによる岩石供試体のひずみ計測が可能かどうかを検討するため、一軸圧縮条件下において載荷試験を行った。試験に用いた岩石は新第三紀凝灰岩、通称田下石であり、直径50mm、高さ100mmの乾燥供試体とした。導電性ゴムは、長さ150mm、幅10mmに切ったものを使用し、抵抗値の測定間距離は100mmとした。導電性ゴムによるひずみ計測の妥当性を検討するため、供試体にはひずみゲージも同時に貼付し比較した。導電性ゴムとひずみゲージは、供試体高さの半分の位置を境に図-3のように貼付した。

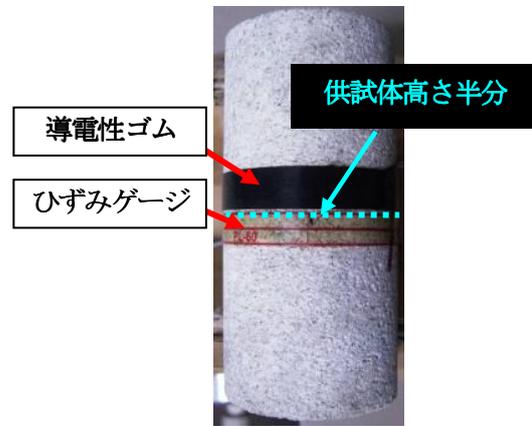


図-3 供試体

なお導電性ゴムの引張時弾性係数が田下石の弾性係数(2.9GPa)よりはるかに小さいため、導電性ゴムを巻きつけることによる拘束効果はほとんど影響がないものと考えられる。

図-4に導電性ゴムとひずみゲージにより計測されたひずみの経時変化を示した。全体的な挙動は類似しているが、導電性ゴムにより計測された周方向ひずみでは3ヶ所(○の位置)で急激なひずみ変動をしている。このような変動をした原因は、供試体と導電性ゴムにズレが生じた事、また抵抗値計測に用いた器具のズレなどが考えられる。

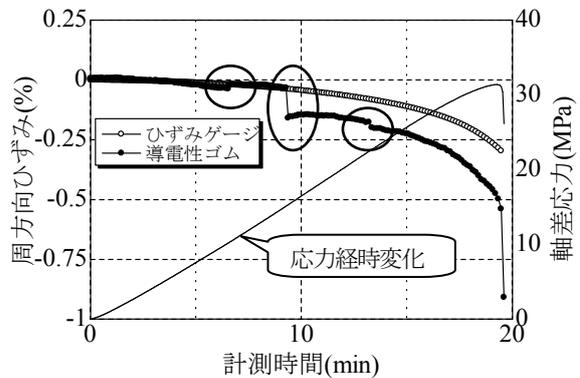


図-4 応力、ひずみ経時変化

供試体が破壊状態となると、ひずみゲージは抵抗線が切れてしまい計測不能となった。しかし導電性ゴムはゴムの伸縮性により破壊後においても計測可能状態であった。

4. まとめ

本研究では導電性ゴムによる岩石供試体のひずみ計測方法の検討を行った。その結果、供試体の変形量が導電性ゴムの抵抗値変化率とひずみが線形的な関係を示す範囲内であることから、導電性ゴムにより供試体の変形性を評価することが可能であり、また破壊後の変形性まで評価することができる。ただし導電性ゴムの抵抗値計測においてゴムの変形履歴の影響を注意しなければならない。この影響により導電性ゴムの抵抗値変化率とひずみの関係が変わっ

てしまい、ゲージ率が変化することが確認された。今後導電性ゴムによるひずみ計測の精度を向上するために、供試体への貼付方法、抵抗値の計測方法などを改良する必要がある。

参考文献

- 1) G. R. ストロープル: 高分子の物理, pp. 293-296
- 2) CG-ARTS協会: デジタル画像処理, pp. 202-207