

箔ひずみゲージを用いた遮水シートの伸び挙動評価

宇都宮大学大学院 学生会員 ○中居 伸吾
 宇都宮大学大学院 正会員 今泉 繁良
 宇都宮大学大学院 正会員 原田 高志

1. はじめに

廃棄物処分場では遮水シートの端部が固定されるため、低温時には遮水シート内に熱応力(収縮応力)が発生し、この値が大きいときは固定工の持ち上がりが生じる場合がある。従って、熱応力や温度変化を受けた遮水シートの挙動の正確な解明が求められている。近年は遮水シートのひずみ計測にひずみゲージを用いた研究が行われている^{1), 2)}。

本研究では箔ひずみゲージでの遮水シートのひずみ計測を確立するために、ひずみゲージを貼り付けたシートの引張り試験の動画画像解析値とひずみゲージによる計測値の比較を行うとともに、ひずみゲージを貼り付けた遮水シートに対する繰り返し温度変化試験を実施し、計測ひずみの変動を調査した。

2. ひずみゲージを付着した遮水シートの伸び特性

(1) 試験概要

使用したひずみゲージと遮水シートの特性を表-1に示す。TPO-A、HDPEの2種類のシートを供試体サイズ50×250mmに切り取り、拘束部50mm、チャック間200mmとし、室温23℃、引張り速度50mm/hで引張り試験を行った。なお、引張り速度は現場でのシートの伸び速度を考慮して、かなり遅くした。シートの片面にひずみゲージを貼り付け、その真裏に標点間距離を5.0mmとして、標点を塗布した。引張り試験を行っているとき、標点撮影用カメラで標点の動きを撮影し、2次元動画計測ソフトを用いて発生したひずみの分布を解析した。そして、画像解析とひずみゲージによって計測されたひずみの比較を行った。

表-1 ひずみゲージと遮水シートの特性

| | ひずみゲージ | TPO-A | HDPE |
|------------------------------|-----------|-------|------|
| 弾性係数(Mpa) | 2940~3430 | 60 | 314 |
| 線膨張係数(×10 ⁻⁶ /°C) | 7.8 | 220 | 190 |

(2) 試験結果と考察

ひずみゲージによる計測値とひずみゲージを貼った部分と貼っていない部分の画像解析によって得たひずみの

経時変化をシート別に図-1、図-2に示す。

ひずみゲージを貼った部分は、ひずみゲージによる値も画像解析による値も、ひずみゲージを貼っていない部分に比べて小さな値となっている。これはシートに比べ、ひずみゲージの弾性係数が大きいことによって、ひずみゲージを貼り付けた部分のシートは拘束力を受けて伸びにくくなっているためである。そして、ひずみゲージを貼っていない部分のひずみ(A)と、ひずみゲージを貼っている部分のひずみ(B)、ひずみゲージによるひずみ(C)の比は、経過時間にかかわらず一定の値となっている。また、A:BやA:Cの比はシートの種類によって大きく異なっていて、TPO-Aは2.3:1と3.5:1であり、HDPEは1.4:1と1.5:1であり、弾性係数がひずみゲージに近いHDPEの方が小さい。したがって、ひずみゲージが貼られていない部分の画像解析結果を実際に生じているひずみとすると、ひずみゲージの計測値にTPO-Aでは3.5倍、HDPEでは1.5倍の係数をかけることにより、実際のひずみに近い値が得られる。

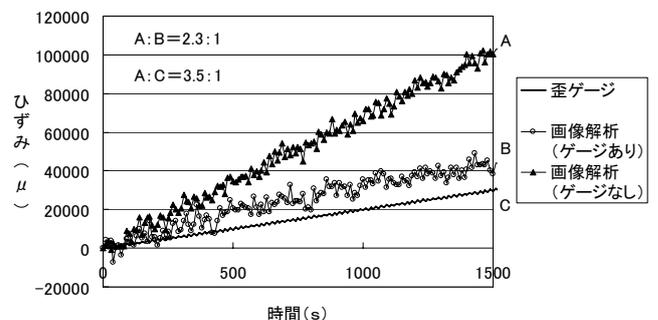


図-1 TPO-Aの引張り試験結果

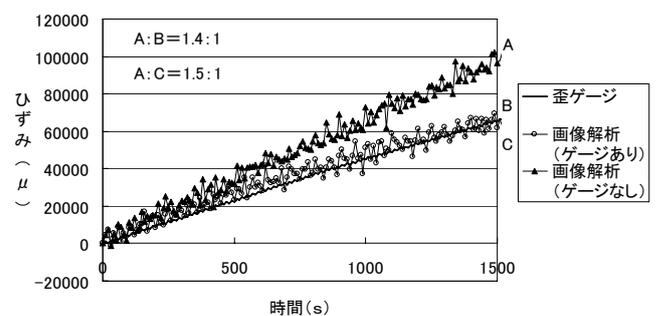


図-2 HDPEの引張り試験結果

キーワード ひずみゲージ, 遮水シート, 動画画像解析, 温度変化履歴

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科地域施設学研究室 Tel 028-689-6218

3. ひずみゲージの温度履歴の影響

(1) 試験概要

ひずみゲージを TPO-A, HDPE の 2 種類のシートに貼り付け、室温 25°C でのひずみを 0 とした。その後、シートを恒温槽に入れて温度を 90°C まで上昇させ、5 時間後に再び 25°C に戻す作業を 4 回繰り返した。温度変化を繰り返したときのひずみの連続計測を行い、温度変化の履歴を受けた場合のひずみゲージへの影響を評価した。

(2) 試験結果と考察

図-3 は、最初に恒温槽の温度を 90°C にしたときの初期段階でのひずみ計測値の経時的変化を示したものである。恒温槽の温度を上昇させたことによりシートが膨張し、それに伴いひずみゲージの値も 1500 μ ~ 3500 μ ほど増加したのち、時間経過とともに減少している。これはシートが高温になったときにシートとひずみゲージの接着が弱まり、シートの膨張により引張られていたひずみゲージが開放されている状態を示していると思われる。

図-4 は 90°C への上昇を繰り返したとき、ひずみのピーク値と温度を上昇させてから 100 分後のひずみの関係を示したものである。2 回目以降はピーク値と 100 分後のひずみに差がなく、図-3 で見られた加熱に伴ってひずみが増加した後に減少する現象が生じないことが分かる。また、図-5 は温度変化を繰り返したときの 25°C の状態に着目し、それぞれの状態の平均ひずみの推移を示したものである。90°C の状態を 1 回経て再び室温に戻すと、2500 ~ 3300 μ 程度低下するというゼロ点の移動が見られ、その後も温度変化を繰り返すごとにわずかに低下していることが分かる。以上のことから、シートへのひずみ計測に大きな影響を及ぼすのは最初に熱が与えられた場合で、一度 90°C の熱を受けると、シートとひずみゲージの接着状態がある程度安定すると考えられる。

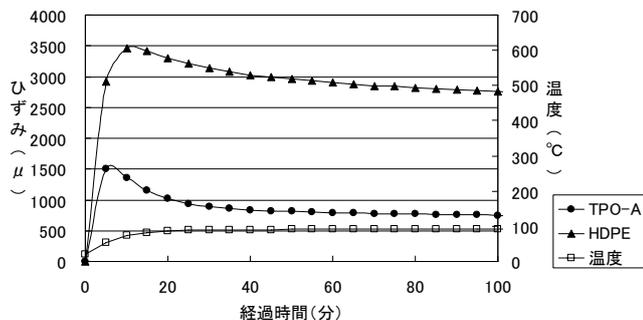


図-3 90°C 1 回目初期段階

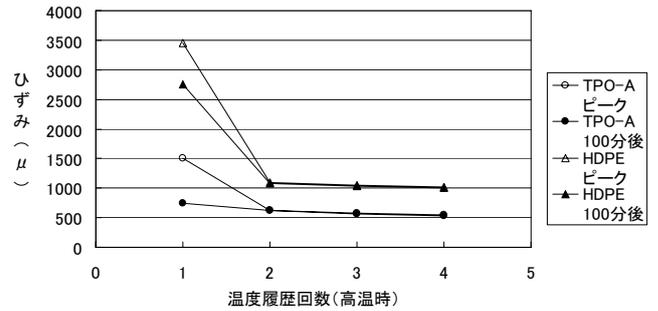


図-4 90°C の状態のひずみ

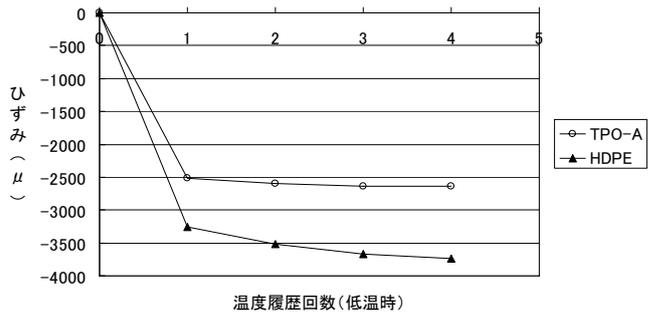


図-5 25°C の状態のひずみ

4. まとめ

本研究によって得られた主な結果は下記の通りである。

1. 遮水シートにひずみゲージを貼り付けると、シートは拘束を受けて、ひずみが発生しにくい状態となる。そして、この傾向はシートの弾性係数が小さいほど大きい。
2. ひずみゲージを貼り付けたシートに最初に熱を与えると、シートの膨張とともにひずみも増加するが、その後、ひずみの減少が見られた。
3. ひずみゲージを貼り付けたシートに熱を与えて、元の温度に戻すと、ひずみの計測値は初期値より低下する現象が見られた。

参考文献

- 1) 川又啓介, 坪井正行, 今泉繁良: HDPE 遮水シートに発生する熱応力の季節変化に関する模型実験: 第4回環境地盤工学シンポジウム論文集, pp. 325-329, 2001.
- 2) 野本哲也, 阿部秀治, 坪井正行, 二見智子, 今泉繁良: 基盤の局所沈下に伴う敷設高密度ポリエチレン(HDPE)ジオメンブレンの伸び挙動評価の模型実験, 土木学会論文集, No. 652/III-51, pp. 35-45, 2000.