

# ドローンを用いた除染廃棄物仮置場キャッピングシートの歪の推定に関する研究

九州大学工学部 学生会員 木村 恭之 九州大学大学院 正会員 中山 裕文  
九州大学大学院 フェロー会員 島岡 隆行 リモート・センシング技術センター 非会員 古田 竜一  
(株)イッコウ 非会員 日浦 一朗

## 1. はじめに

2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により、放射性物質が広範囲に拡散し、その除染作業は 6 年が経過した現在も未だに続いている。大量に発生した除染廃棄物は、一時保管場所である仮置場においてフレコンバッグに収納され、通気性防水性シートによって覆われる。しかし、キャッピング上部に溜まる雨水や日射の影響によりキャッピングシートの破損が問題となっている。これまでの研究で、宮原ら<sup>1)</sup>は歪ゲージを取り付けた模擬仮置場を設置して歪を計測するとともにドローンで撮影した画像から仮置き場の 3D モデルを作成し、雨水溜りに起因する引張力によりキャッピングシートが変形し局所的に大きな歪が発生することを明らかにしている。本研究では、3D モデルから得られたキャッピング上部の雨水溜りの水量を入力値として有限要素法に基づくキャッピングの歪の推計を行い、実測値と比較した。

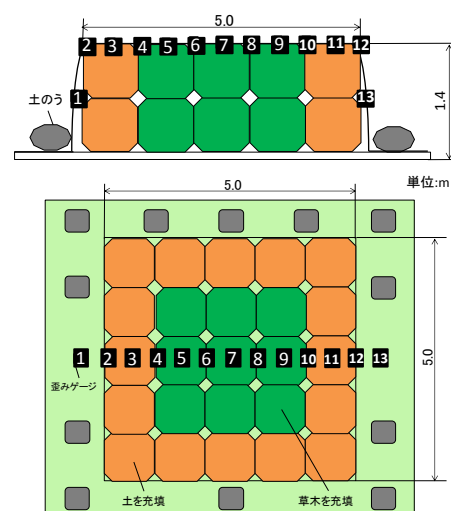


図 1 模擬仮置場概略図

## 2. 模擬仮置き場の設置と歪の計測

図 1 に示す模擬仮置き場を設置し、キャッピングシート裏面 13 ヶ所に歪ゲージを貼りつけた。歪ゲージをキャッピングシートに固定する際、接着剤および保護テープを用いるため、それが原因となりロガーで測定される歪の値が本来の値よりも小さくなる。そこで歪ゲージを取り付けたシートの試験体を用意して引張試験を行い、試験機とロガーで同時に歪の値を測定することで補正係数を求めた。実験条件は引張幅 25mm、引張長さ 200mm、引張速度 20mm/min、試料数 5、接着剤の塗布範囲は幅 25mm、長さ 40mm として実験を行った。実験結果を図 2 に示す。

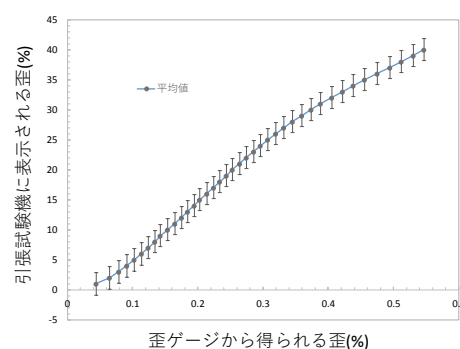


図 2 歪ゲージ貼付部のキャッピングシートの引張試験による歪の値と歪ゲージによる計測値の関係

## 3. 模擬仮置場の変形状況と歪計測結果

図 3 に設置直後と 158 日後の模擬仮置場の 3D モデルを示す。また、図 4 に、図 3 で示した線分 AA' 上の断面の 3D モデルと歪ゲージの設置、158 日後のゲージ毎の歪の平均値のグラフを示す。歪の値は前述の引張試験の補正を行った後の値を用いた。変位は雨水溜りの発生した上面部で大きくなっており、中央付近で最大で 77.3cm 沈下していた。歪の値は、雨水溜りにより沈下した部分の法肩部に位置するゲージ 4 と雨水溜り中央部のゲージ 8 で 20% を超える大きな値を取った。

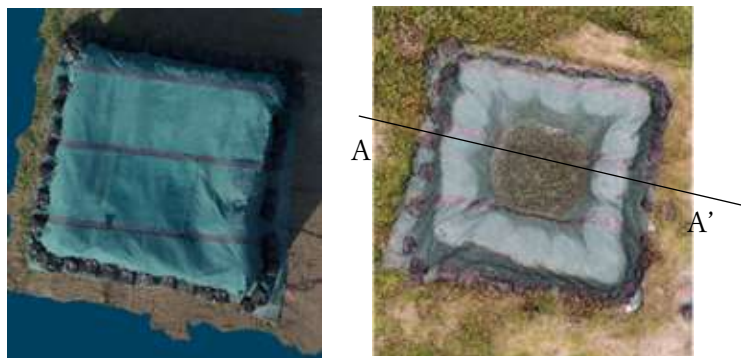


図 3 模擬仮置場設置直後(左)と 158 日後(右)の 3D モデル

#### 4. 有限要素法によるキャッピングシートの歪の推定

有限要素法を用いることで、コンピュータ上で作成した仮置場の疑似モデルに荷重を載荷し、変位、歪分布を算出した。計算には、COMSOL Multiphysics ver5.2aを用いた。図5のように、模擬仮置き場と同サイズ(W500×d500×h140(cm))の直方体の中央に、厚さがシートの厚さになるように切り抜いた立体をモデルとした。シートの性状はヤング率45MPa、ポアソン比0.3、密度259.1kg/m<sup>3</sup>とし、外力として雨水溜2.3m<sup>3</sup>(3Dモデルより推定)を上部に載荷したと設定した。図6に、図5で示したB-B'上の断面の歪の値の変化を表したグラフを示す。歪は、雨水溜りの縁部と中央部で周辺に比べて大きな増加を見せており、特に縁部では中央部の3倍以上もの歪が発生している。歪の実測値(図5)と計算値(図7)は一致しなかったもののおよその傾向については再現することができた。

応力の計算結果を図8に示す。最大値は3.7MPaであり、この値は日本遮水工協会による仮置き場キャッピングシートの強度に関する自主基準値(1.725MPa(シート厚さ4mmとして計算))よりも大きく、局所的に非常に大きな応力が発生している。シート自体の破断時引張強さは9.2MPaであるため、今回の計算で使用した雨水溜まり程度であれば破断の恐れはないが、一般に接合部の強度は弱くなるため注意が必要である。

#### 5. まとめ

本研究では、模擬仮置き場においてドローンで撮影した3Dモデルから得られたキャッピング上部の雨水溜まりの水量を入力値として有限要素法に基づくキャッピングの歪の推計を行った。その結果、歪の計算値と実測値は一致はしなかったものの、キャッピングの部位別にみた歪の大きさは計算値と実測値で同様の傾向を示した。雨水溜まりによる沈下部の法肩部分において局所的に大きな歪が発生することが分かった。

#### 参考文献

- 1) 宮原哲也, 中山裕文, 島岡隆行, 古田竜一, 日浦一朗: 除染廃棄物等仮置き場キャッピングの維持管理手法に関する研究, ジオシンセティックス論文集, Vol. 28, 2016
- 2) 国際ジオシンセティックス学会日本支部ジオメンブレン技術委員会: 除染廃棄物等の仮置き場遮水工マニュアル第1版, p55, 2014

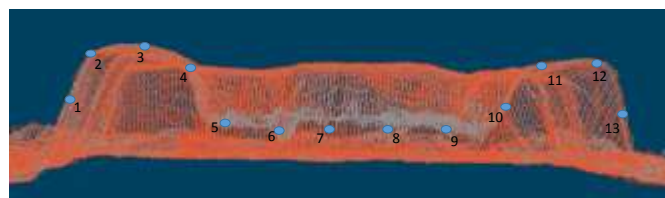


図4 設置158日後のA-A'断面の3Dモデル  
(図中の数字はゲージ番号)

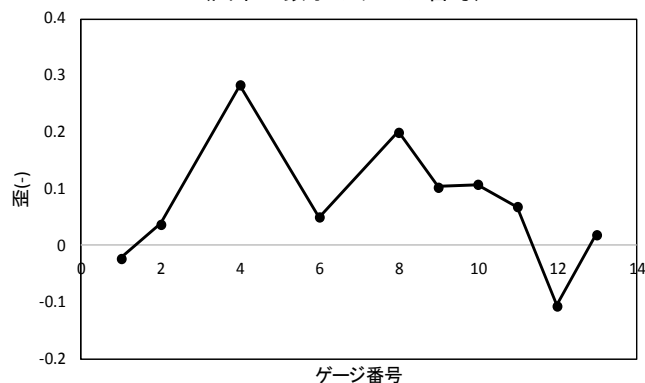


図5 設置158日後のA-A'断面のキャッピングシートの歪

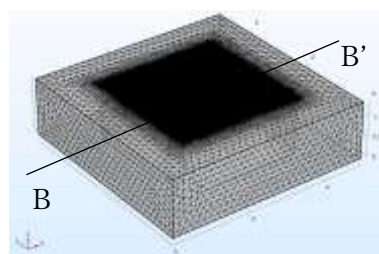


図6 有限要素法による歪解析に用いたモデル

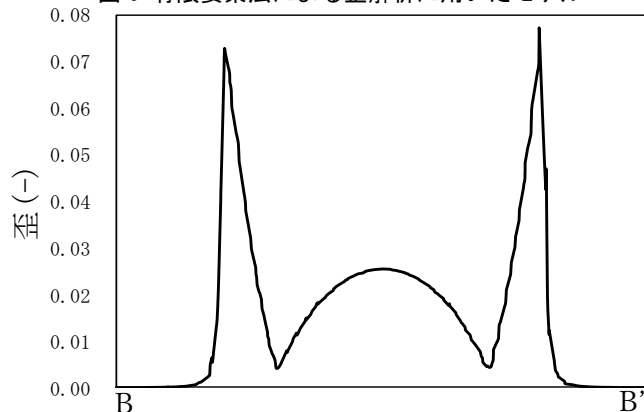


図7 B-B'断面での歪

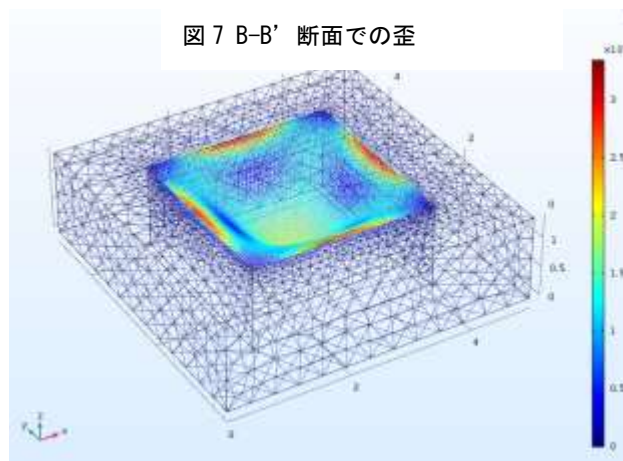


図8 応力分布図