

除染廃棄物等仮置場キャッピングの維持管理に関する基礎的研究

九州大学工学部	学生会員	松枝 咲季
日本環境衛生センター	非会員	宮原 哲也
九州大学大学院工学研究院	正会員	中山 裕文
九州大学大学院工学研究院	フェロー会員	島岡 隆行

1. はじめに

2011 年東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により、放射性物質の汚染が広範囲に及び、その除染作業は現在も進められている。除染廃棄物はフレコンバックに収納され、通気性防水シート等により覆蓋される。一時保管する仮置場では、時間経過とともにキャッピングシートの劣化が深刻化している。仮置場では収納された草木等の有機物の分解によりフレコンバックが変形し、キャッピング上部に生成する雨水溜まりや強風によるフラッター現象等によりキャッピングシートに強い応力が発生することがある。また、キャッピングシート背面の突出部や野鳥によるキャッピングシートへの刺突等により損傷した部分、キャッピングシート接合不良等の脆弱な部分に応力が発生すると大きな破損に至る恐れがある。キャッピングシートの目視による点検は 2 月 1 回程度を目安に行われているが、仮置場の設置数は膨大であり、点検には作業安全上のリスクが伴うため、迅速かつ安全に仮置場の維持管理を行う手法を検討する必要がある。よって本研究では、雨水溜まり等により発生するキャッピングシートへの歪みや気象条件の変化による歪みを計測し、破損の可能性が高い箇所を特定して効率的な維持管理手法の構築に資する知見を得る。

2. 模擬仮置場の設置

図-1 は福島県檜葉町における実際の仮置場の写真である。本研究では図-1 のような状況を再現した実験を行うため、模擬仮置場を設置することとした。

2.1 模擬仮置場の構造と歪みゲージの配置

縦 5.0m×横 5.0m×高さ 1.4m の模擬仮置場を 2 基作成した。1 基につき土を充填したフレコンバック 32 袋、草木を充填したフレコンバック 18 袋を図-2 のように設置した。キャッピングシートは縦 9.0m×横 9.0m の大きさと、2.0m ごとに接合部があり、土のうで端部を固定した。歪みゲージ 12 本を図-2 のようにキャッピングシートの裏面に設置した。

2.2 気象条件の変化による歪みの計測

模擬仮置場の現場に地上 1.7m の位置に気象計を設置し、気温、日射量、気圧、風速、風向、降水量を 10 分間隔で計測した。歪みの計測も 10 分間隔で実施し、歪みの挙動と気象条件との相関を分析した。

2.3 雨水溜まりによりキャッピングに発生する歪みの計測

1 基目の模擬仮置場(仮置場 1)中央部にポンプで約 20 分間注水し、2.2m³の雨水溜まりを再現した。水溜まりによるキャッピングシートの歪みはポンプでの注水開始と同時に計測を開始し、10 秒間隔で約 8 時間計測を行った。

2 基目の模擬仮置場(仮置場 2)は自然降雨により発生した雨水溜まりがキャッピングシートに及ぼす歪みを 10 分間隔で 12 月 8 日～20 日に計測を行った。



図-1 福島県檜葉町における仮置場

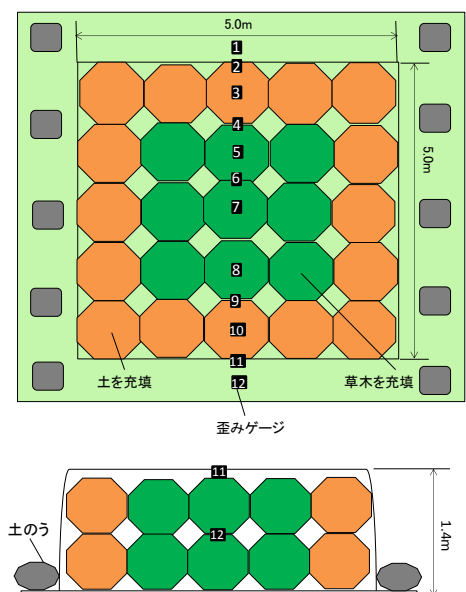


図-2 模擬仮置場

3. 実験結果と考察

3.1 雨水溜まりによる歪みの計測結果および考察

ドローンを用いて高度 20m から模擬仮置場を撮影し、撮影画像から再現した雨水溜まりの 3D モデルを作成した(図—3)。注水開始後から約 8 時間計測した歪みは図—4 のとおりである。キャッピング中央部に位置し、雨水溜まりが生成した場所の歪みゲージ 4 では、注水終了後は時間経過とともに歪みは変化しなくなるが、一方、キャッピングシート上部の縁部に位置する歪みゲージ 2、10 では注水終了後も歪みは増加している。また、雨水溜まりが生成した中央部より縁部の方が歪みの値は大きくなっている。したがって、草木等の有機物の分解によるフレコンバックの変形により仮置場に雨水溜まりが生成したとき、キャッピング上部の縁部の歪みが増加し、この部位での破損のリスクが最も高いといえる。

3.2 気象条件の変化による歪みの計測結果と考察

12 月 8 日～20 日に計測した歪みの結果は図—5 のとおりである。歪みゲージ 4 や 11 では変動が大きい。降水により生成した雨水溜まりの位置で計測した歪みゲージ 7 の変動は小さかった。歪みゲージ 4、11 の位置では日射や気温変化による熱応力の影響を受けるが、雨水溜まりのある場所ではそれらの影響が小さいためであると考えられる。また、12 月 8 日～20 日の各歪みゲージの平均値を計算すると、図—6 よりキャッピングシートの歪みはシート中央部とキャッピング上部における縁部で増加していることがわかる。気温、日射量、気圧、風速、降水量と発生した歪みとの相関は表—1 のとおりである。相関係数が±0.5 以上の項目を太字とした。5 つの気象条件のうち、雨水溜まりが発生していない位置では日射量の影響が大きい。これは日射による熱応力がキャッピングシートに作用したことで歪みが増加したといえる。

4. まとめ

以上の結果より、仮置場においてキャッピング上部の縁辺では時間の経過とともに歪みが増加することに加え、日射による熱応力の影響でさらに歪みは増加する。キャッピング上部の縁辺で歪みが増大し、かつキャッピングシート表面に傷等の特異部が存在すると、キャッピングシートは破損すると考えられる。したがって、今後仮置場の維持管理を行うにあたり、キャッピングシート縁辺における傷等の特異部が存在する箇所を中心に要監視を行えば、効率的に検査を実施でき、迅速にキャッピングシートの修復等の対応が可能となる。

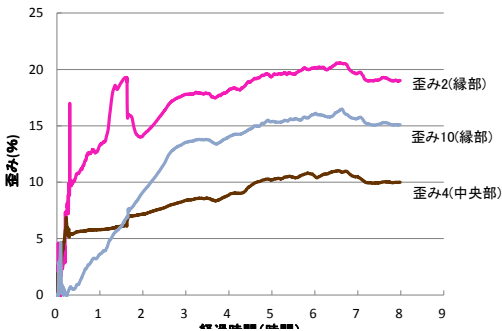
謝辞：本研究の実施にあたり、(株)イッコウ、(一財)リモートセンシング技術センター、(株)アミューズワンセルフの皆様にご多大なるご支援をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献 1) 三枝博光、舟木泰智、操上広志、坂本義昭、時澤孝之:除染作業により除去された土壌等の除去物の仮置場の設計・建設および維持・管理、日本原子力学会和文論文誌、Vol. 12、No. 1、p. 7(2013)

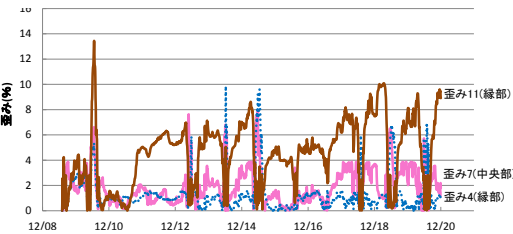
2) 国際ジオシンセティックス学会日本支部ジオメンブレン技術委員会:除染廃棄物等の仮置場遮水工マニュアル第 1 版



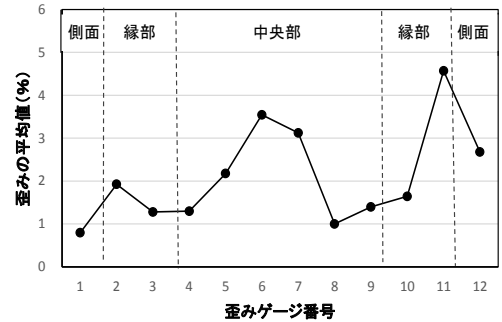
図—3 キャッピング上部の雨水溜まり(仮置場 1)



図—4 歪みの計測結果(仮置場 1)



図—5 歪みの計測結果(仮置場 2)



図—6 12/8～12/20 の歪みの平均値(仮置場 2)

表—1 歪みと気象データの相関行列(仮置場 2)

ゲージ番号	位置	気温	日射量	気圧	風速	降水量
1	側面	0.24	0.47	-0.10	0.02	-0.03
2	縁部	-0.19	0.63	0.19	-0.28	-0.06
3	縁部	0.40	0.55	-0.07	-0.01	0.01
4	中央部	0.24	0.80	0.02	0.07	-0.02
5	中央部	0.18	0.06	0.39	-0.21	-0.08
6	中央部	-0.73	-0.05	0.12	0.20	-0.08
7	中央部	0.02	0.08	-0.23	0.02	0.08
8	中央部	0.30	0.03	0.12	-0.21	-0.04
9	中央部	-0.34	0.53	0.20	-0.34	-0.04
10	縁部	-0.19	0.22	0.22	-0.04	-0.08
11	縁部	-0.64	-0.40	-0.14	0.00	0.04
12	側面	0.37	0.24	-0.44	0.34	0.12