

LED シンチレーションファイバーを用いた除去土壌の放射線量率計測試験

清水建設(株) 正会員 ○浅田素之 正会員 川口正人 中尾徳晶
正会員 横山勝彦 正会員 宇野昌利

1. はじめに

福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質の除染作業が行われている。作業時に発生した除去土壌等は 1600～2200 万 m³ともいわれており¹⁾、保管のために、中間貯蔵施設の建設が計画されている。

放射線量率のリアルタイム可視化ツールとして、LED シンチレーションファイバー検出器を開発した。本検出器は放射線量率の変化を視覚的に監視可能であり、迅速な安全対策および作業員や周辺住民とのリアルタイムリスクコミュニケーションが可能となる。ここでは、LED シンチレーションファイバーを用いて行った、除去土壌を封入したフレコン（大型土のう）の線量率測定試験の結果を報告する。

2. LED シンチレーションファイバーについて

図 1 に、LED シンチレーションファイバー（以下 LED シンチ）の原理を示す。放射線に反応して発光する光ファイバーを用いた放射線検出器であるシンチレーションファイバー検出器²⁾と LED ライトを組み合わせ、広範囲における連続的な測定を行うと同時に、放射線レベルの高低を検出場所でリアルタイムに見える化する放射線量モニタリングシステムである。

本システムは、ファイバー検出器のライン上に RGB LED ライトを 15cm 間隔で並べたもので、検出した放射線量に応じて検出位置の LED の色をリアルタイムに変化させることで、高線量部分を視覚的に特定する仕組みとなっている。低コストで広範囲を連続的に測定できる上、狭い場所に設置することができ、遠隔監視やデータ保存にも対応しているため、貯蔵施設や処理施設における環境放射能の監視、放射性物質の漏洩の早期検出などに適している。

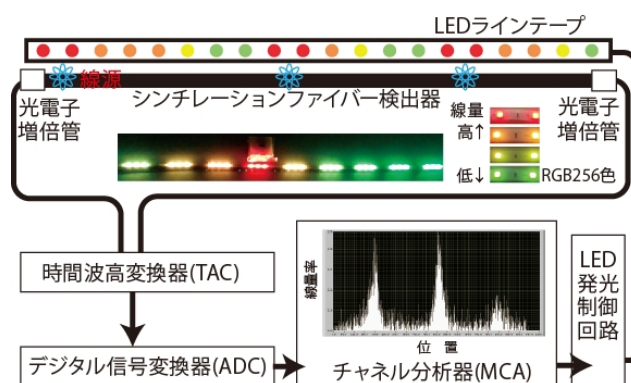


図 1 LED シンチの原理



写真 1 フレコン表面の線量測定



写真 2 土壌濃度測定試料採取

3. フレコンの線量率測定試験

除去土壌を封入した、様々な放射性物質濃度レベルのフレコン（φ 1100mm）を 4 種類用意し、LED シンチを用いて線量率の測定試験を実施した。

それぞれのフレコンについて、表面線量率をシンチレーションサーベイメータで測定後、土壌試料を採取、ゲルマニウム半導体検出器で、土壌中の放射性物質を分析した。20m 長の LED シンチを、金網（φ 1200mm）に設置後、フレコンにかぶせて、放射線量率を測定した。写真 1,2 に、試験の様子を示す。

4. 試験結果

試験実施場所のバックグラウンド空間線量率は、 $1.4 \mu\text{Sv/h}$ であったため、事前に、放射性物質を含んでいない土壌を封入したフレコンを事前に測定し、除去土壌を封入したフレコンの表面線量率の校正を行った。LED の色設定は、図 2 のように、 $100 \mu\text{Sv/h}$ 以上が赤、 $10 \sim 100 \mu\text{Sv/h}$ が橙、 $1 \sim 10 \mu\text{Sv/h}$ が黄、 $1 \mu\text{Sv/h}$ 以下が緑と 4 段階とした。また、ファイバーの両端部分については、線量の校正が難しいため、1000 チャンネルのうち、中央の $100 \sim 900$ チャンネル部分の測定値を採用した。また、ゲルマニウム半導体検出器で測定した放射能濃度は、 $4.2 \times 10^3 \sim 2.0 \times 10^6 \text{ Bq/kg}$ であった。写真 3 に、バックグラウンドの放射線を遮蔽するために鉛のコリメータで遮蔽したサーベイメータで測定した表面線量率と、LED シンチの発色の様子を示す。フレコンに LED シンチをかぶせて 5～10 秒後には、所定の色となり、見える化を実現できた。

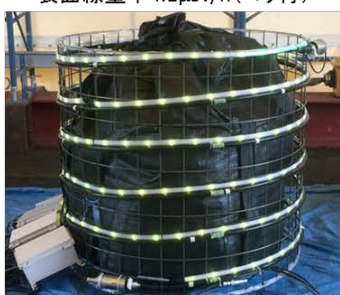
赤	100
橙	10
黄	1
緑	$1 \mu\text{Sv/h}$

図 2 LED の色設定と線量率

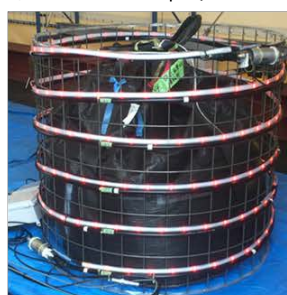
表面線量率 $0.6 \mu\text{Sv/h}$ (コリメータ付)



表面線量率 $4.1 \mu\text{Sv/h}$ (コリ付)



表面線量率 $13.9 \mu\text{Sv/h}$ (コリ付)



表面線量率 $194 \mu\text{Sv/h}$ (コリ付)



写真 3 表面線量率と LED シンチの発色の様子

図 3 に、サーベイメータの測定値と LED シンチでの測定値の比較を両対数で示す。なお、ファイバーはフレコン表面から平均 5cm の地点に設置している。シミュレーション結果から、フレコン表面の線量は、表面から 5cm の地点での線量の 1.3 倍と計算されたため、図 3 では、LED シンチの測定値を 1.3 倍して比較している。

LED シンチで測定した線量率と表面線量率はいずれも低い線量率で、 $0.65 \mu\text{Sv/h}$ と、バックグラウンドの空間線量率より低い値であったが、サーベイメータの測定値と比較して十分な相関が得られた。短時間で計測が終了するため、作業者がフレコンに近づく時間を短縮できることが示された。

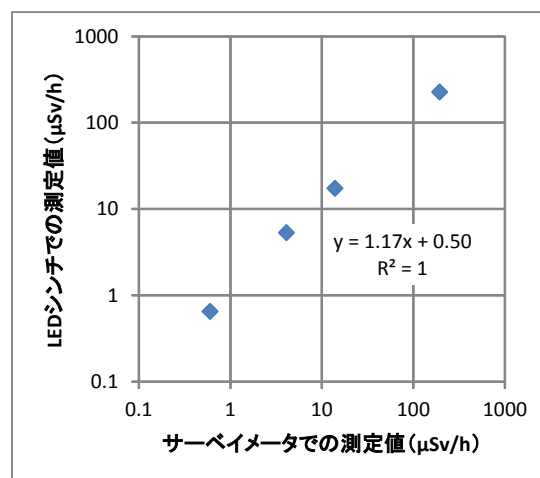


図 3 測定値の比較

5. おわりに

除染作業から発生した除去土壌が封入されたフレコンの線量率見える化を目的として、LED シンチレーシヨンファイバーを用いた、試験を実施し、サーベイメータと同等の測定精度を確保できた。作業者がフレコンに近づく時間を短縮し、労働安全性を高めるとともに、目に見えない放射線量を見える化し、線量レベルの周知を確実にできることが確認できた。

本検討を進めるにあたり、(株) アクティオ、日本放射線エンジニアリング (株) の皆様にご尽力いただいています。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 環境省 HP、中間貯蔵施設に係る「当面 5 年間の見通し」、2016.3
- 2) 独立行政法人日本原子力研究開発機構、高速炉開発で培われた光ファイバー型測定器、JAEA ニュース第 50 号、2012