

光ファイバー伝送式の小型放射線検知センサーの室内試験検討

鹿島建設(株) 正会員 ○田中真弓 伊藤圭二郎 瀬尾昭治 川端淳一

1. はじめに

福島第一原発事故に伴い、除染工事で除去した土壌のうち8,000 Bq/kg 超の土壌は、底部・側部に遮水工を設置した土壌貯蔵施設(Ⅱ型)に貯蔵され、貯蔵後の放射性物質の漏洩リスクをいかに管理するかも大きな課題である。一般的な管理型処分場での漏洩リスク管理としては、電気式等の漏水検知システムが挙げられ、遮水工の破損が生じても周辺に被害を及ぼす前に対策できるため、大規模な環境汚染を防止できる効果がある¹⁾。中間貯蔵施設の場合でも同様に、漏水検知システムの適用が想定され、さらに放射性物質の漏洩管理という意味で放射線検知することも考えられる。こうした背景から本稿では、遮水工下部での放射線検知を行うため、地中でも使い易いように光ファイバー伝送式の小型放射線検知センサーを試作し、室内試験で検知精度を検討したので、その結果を報告する。

2. 試作したセンサーの構造

写真-1に試作したセンサーを、また図-1にその構造を示す。試作センサーではセンサー部の小型化のため、シンチレーターからの光信号を光信号のまま光ファイバーで伝送する方式とした。これにより、センサー部の大きさは直径35mmに抑えることができています。また、測定精度をできるだけ向上させるため、集光レンズをシンチレーターと光ファイバーの間に入れ、シンチレーション光を効率的に光ファイバーに伝えることができる構造とした。

3. 実汚染土での室内試験方法

図-2に試作センサーで実汚染土を計測した室内試験方法の模式図を示す。幅50cm程度の容器に健全な原地盤を想定した非汚染土と、放射性物質の漏洩により汚染されたことを想定した3700 Bq/kgの汚染土(ここでは低濃度汚染土と呼ぶ)をそれぞれ設置し、容器底部にΦ50mmの塩ビパイプを入れ、そこにセンサーを挿入して25mmピッチで30秒ずつ計測した。試験環境は、空間線量が0.08~0.1μSv/hであり、低濃度汚染土表面に線量計を密着させて計測すると0.5μSv/h前後の値であった。

4. 実汚染土での室内試験結果

図-3に計測結果を示す。非汚染土では15回/秒程度の発光数でほぼ一定であり、低濃度汚染土に近づくとも発光数が増加する傾向で、低濃度汚染土の中央付近で最も発光数が多くなり、また中央からさらに外側へ移動すると少なくなっていく結果となった。この結果から、3700 Bq/kg程度の汚染土で、かつバックグラウンドに対して5~



写真-1 試作センサー

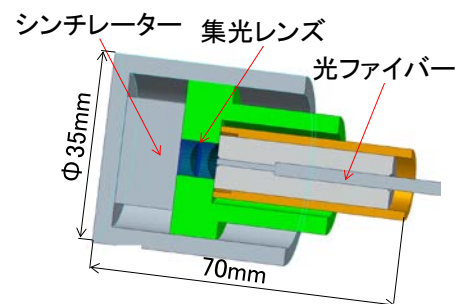


図-1 試作センサーの構造

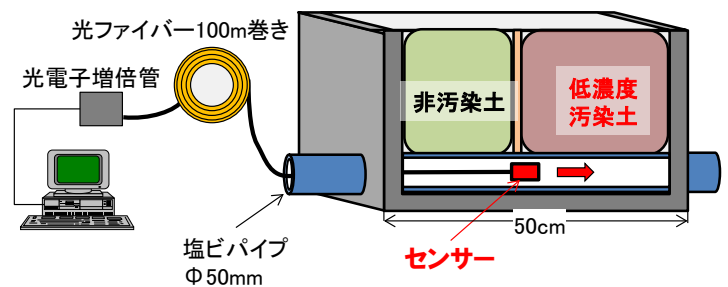


図-2 実汚染土の計測試験方法

キーワード 中間貯蔵施設, 光ファイバー, 放射線検知, 小型化

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 岩盤・地下水グループ TEL 042-489-6580

6 倍の環境下であれば、十分に検知できると考えられる。

3700 Bq/kg が検知可能という精度については、実際には中間貯蔵施設から放射性汚染水が漏洩し、それが原地盤を汚染して 3700 Bq/kg 程度になると検知できる、ということになる。放射性セシウムの土壌への収着分配係数は、純水環境下での収着試験では 800~7000 mL/g, 阻害イオンであるアンモニウムイオンが共存する場合でも 150~860 mL/g と非常に土壌に収着し易いため²⁾、間隙水中の放射能濃度は、純水の収着分配係数の場合で 0.5~5 Bq/kg, アンモニウムイオンが共存する場合でも 4~25 Bq/L となる。この計算値から、特措法の公共水域の水中の濃度限度である 150 Bq/L 程度の汚染水拡散は十分に検知できると考えられ、また食品衛生法の飲料水の基準である 10 Bq/L レベルの汚染水拡散も検知できる可能性があると考えられる。

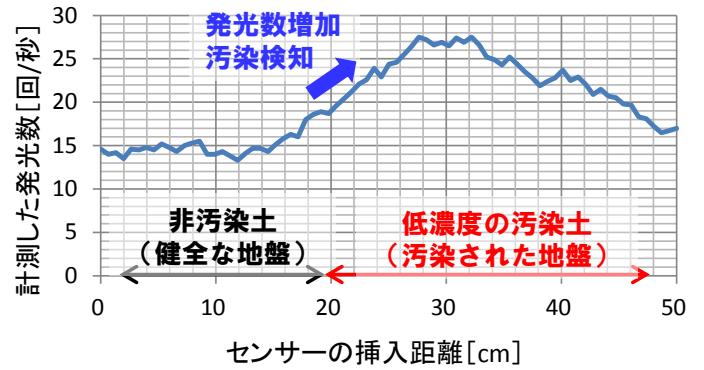
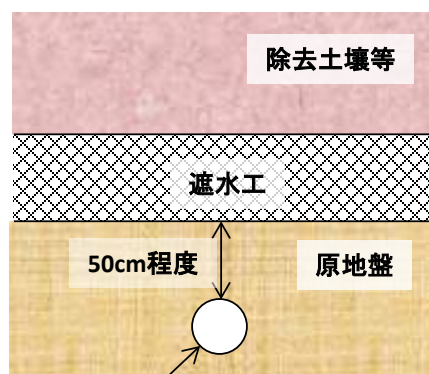


図-3 計測結果

5. 適用イメージ

図-4 に適用断面イメージを示す。中間貯蔵施設の遮水工下部の原地盤中に、事前にΦ50 mm 程度の塩ビパイプを設置しておき、除去土壌等を埋立て後、このセンサーを挿入すれば、原地盤への放射性物質の漏洩の有無を検知することができる。また、埋め立てられた除染土自体の放射線を検知しないように、除染土と塩ビパイプは一定の距離（例えば 50 cm）を確保することが必要である。

計測用の塩ビパイプの設置場所については、一定間隔で設置することも考えられるが、例えば図-5 のような現状の計画案の構造において、保有水集排水管下部など、遮水工が損傷して漏洩した場合に影響の大きい場所に限定して設置することなども考えられる。



塩ビ管(Φ50mm)
放射線センサー挿入用

図-4 適用断面イメージ

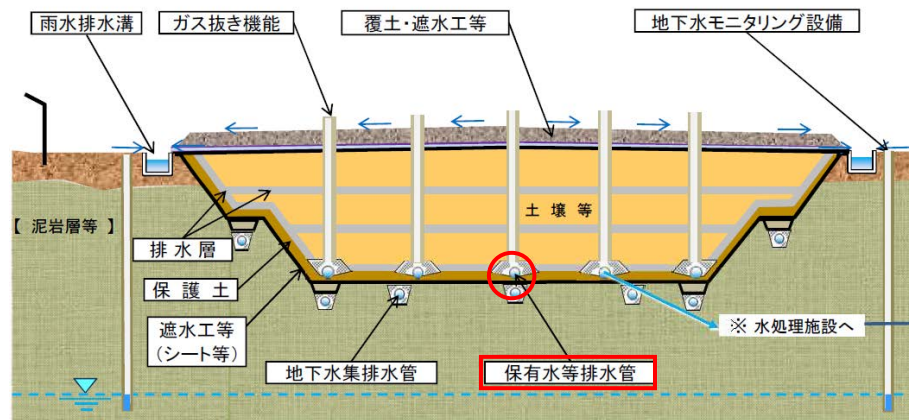


図-5 中間貯蔵施設Ⅱ型Aタイプの構造イメージ²⁾

6. まとめ

光ファイバーでシンチレーション光を伝送することで、直径 50mm 以下の小型放射線検知センサーを実現した。室内試験にて検知精度を確認した結果、3700 Bq/kg の低濃度汚染土でも十分に検知できる結果が得られ、その場合の間隙水中の放射能濃度は、既往の収着分配係数から 0.5~25 Bq/L と推定され、飲料水の基準である 10 Bq/L レベルの汚染水拡散も検知できる可能性がある結果が得られた。実用上は、事前に原地盤中に塩ビ管を設置しておけば、センサーを挿入することで放射線の漏洩検知が可能と考えられる。

参考文献

- 1) 佐藤毅・長江剛志・西田博文・林健二：機能不全リスクとライフサイクルコストを考慮した陸上廃棄物処分場表面遮水工の選定，土木学会論文集 C Vol.66 No.1, pp.100-114, 2010.
- 2) 中間貯蔵施設等福島現地推進本部：除去土壌等の中間貯蔵施設の案について，2014.