

高線量地域に対応した新型表面透過型 RI 密度水分計を用いた現場測定

ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 機械部 正会員 ○塚本 雄士, 池永 太一, 森 安弘

1. はじめに

東日本大震災に関連して生じた福島第一原子力発電所の事故により, ガンマ線を放出する放射性セシウムなどが周辺地域に拡散した。

通常の盛土品質管理試験で用いられる表面透過型 RI 計器(以下, 旧型 RI 計器)は, 測定用の線源から放たれるガンマ線の応答で密度を, 中性子線の応答で水分量を測定する。強いガンマ線が存在する高線量地域では, 旧型 RI 計器で一般的な手順に沿って測定を行う場合, 水分量の測定に関しては問題がないものの, 密度に関して正確な測定を行うことが困難である。

そこで高線量地域においても一般的な手順で密度, 水分量の測定が可能な手法を提案し¹⁾, 新型表面透過型 RI 計器(以下, 新型 RI 計器)の開発を行ってきた²⁾。

本稿では高線量地域にて行った新旧両 RI 計器の測定結果について報告する。

2. 測定原理および計器の仕様

(1) 表面透過型 RI 計器の原理

表面透過型 RI 計器は, 土中に挿入された線源(コバルト 60, カリホルニウム 252)から放出されるガンマ線および中性子線が土中を透過して計器の検出器に到達する数を測定する(図 1)。測定値の算出にあたり, 密度に関しては自然放射線(以下 BG)を差し引く必要がある。そのため RI 計器を用いた密度の測定作業では線源を用いた測定(以下 RI 測定)と線源を用いない BG 測定の2種類の測定をセットで行う必要がある。

(2) 旧型 RI 計器

旧型 RI 計器が適応している通常地域の BG は, 線源由来のガンマ線計数率に比べて小さい, かつ, そのばらつきの影響を無視できる。そのため旧型 RI 計器の一般的な測定手順は RI 測定を複数ヵ所で行っても測定エリアが同じであれば BG 測定は代表点 1ヶ所のみでよいとされてきた。

しかし, 高線量地域の BG は拡散した放射性セシ

ウム由来のガンマ線の影響が大きく, かつ, 測定エリア内でのばらつきが無視できない。よって旧型 RI 計器では測定点ごとに BG 測定を行わなければならない¹⁾。

(3) 新型 RI 計器

一般的な測定手順に沿って, 高線量地域における BG 測定も代表点 1ヶ所のみで測定条件を満たすためには, 高線量の原因物質である放射性セシウム由来のガンマ線の影響を除去する必要がある¹⁾。

高線量地域におけるガンマ線のエネルギースペクトル分析結果の一例(図 2)によると, 放射性セシウム由来のガンマ線のエネルギーピーク帯が約 500~800keV であるのに対し, コバルト 60 線源由来のピークは 1173keV と 1332keV である。従って, エネルギー帯が異なるためにこれらを分別することが可能である。新型 RI 計器では 900keV 以下のガンマ線を計算処理から除き密度の測定値に放射性セシウム由来のガンマ線の影響が出ないようにした²⁾。また, 水分量の測定に関しては新旧両 RI 計器間で違いはない。

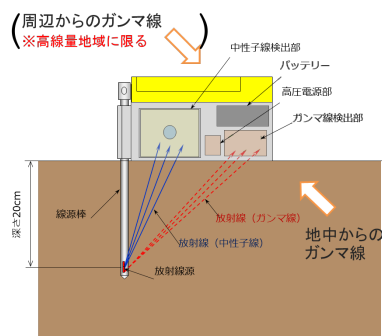


図 1 表面透過型 RI 計器の構造模式図

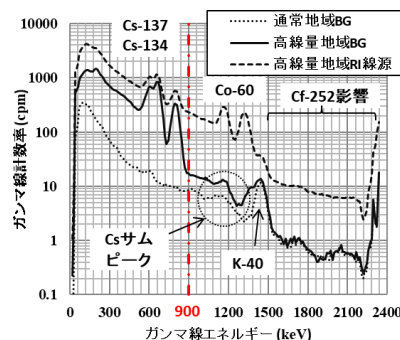


図 2 エネルギースペクトル分析結果の一例²⁾

Key Words: 表面透過型 RI 密度水分計, 高線量地域, エネルギースペクトル分析

〒561-0834 大阪府豊中市庄内栄町 2-21-1 ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 機械部 TEL06-6331-6031

3. 現場測定

高線量地域の試験盛土にて新旧両 RI 計器を用いて測定を行った。材料の異なる 2 ヤードに転圧回数が異なる 3 レーンを設けた。両器共に一般的な手順に従い、レーン毎に代表点 1 ケ所による BG 測定と測定点 3 ケ所による RI 測定を行った。全体では BG 測定点は 6 ケ所、RI 測定点は 18 ケ所となった。

4. 実験結果および考察

BG 測定点の違いによる差を見るため、最大値と最小値およびその差を材料別で表 1, 2 に示す。表 1, 2 から BG の差をみると、どちらの材料に対しても、新型 RI 計器では測定点の違いによる差はほぼ見られない。しかし、旧型 RI 計器では測定地点が異なることで大きな差が出ている。

表 1 複数ヶ所での BG 測定結果 (材料 1)

計器	最大値 ($\times 10$ cpm)	最小値 ($\times 10$ cpm)	差 ($\times 10$ cpm)
旧型	280	229	51
新型	47	38	9

表 2 複数ヶ所での BG 測定結果 (材料 2)

計器	最大値 ($\times 10$ cpm)	最小値 ($\times 10$ cpm)	差 ($\times 10$ cpm)
旧型	131	119	12
新型	46	42	4

次に測定点の違いによる BG の差が、締固め度の測定結果にどの程度影響を及ぼすのかを調べた。顕著に差が見られた材料 1 の BG を用いて BG が最大となった測定点を採用した場合と BG が最小となった測定点を採用した場合に分けて締固め度を算出した。結果を図 3a, 3b に示す。

図 3a の旧型 RI 計器の結果では BG 測定点の違いで締固め度の値が大きく変わることが分かる。測定誤差としては値が大きく、仮に締固め管理基準値を 95% とすると、図 3a では測定点 3, 4, 7 で管理値を跨ぐ結果となっている。この結果から前述のように高線量地域において旧型 RI 計器は一般的な手順で適切な締固め度管理が行えない。

一方、図 3b から新型 RI 計器においては測定点が変わっていても締固め度の誤差は非常に小さい。そのため先程同様の管理値を仮定しても締固め度管理の結果に影響は出ていない。

締固め度の誤差のみを比べた結果を図 3 に示す。

旧型 RI 計器では 4.0% から 5.0% 程の測定誤差が確認できる。新型 RI 計器ではすべての測定点に対して測定誤差が 1.0% 未満に収まる結果となっている。以上から、高線量地域における測定では、新型 RI 計器は放射性セシウム由来のガンマ線の影響を抑制できているため、代表点 1 ケ所のみによる BG 測定であっても、測定結果にほぼ誤差は生じないと言える。

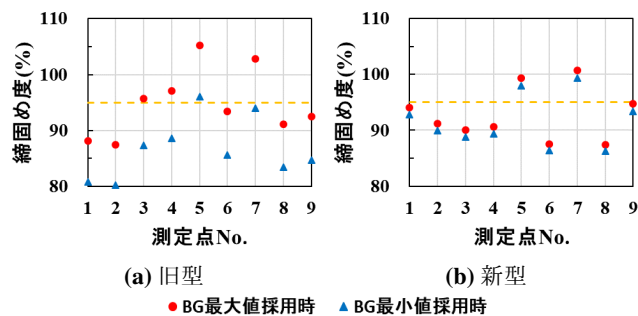


図 3 測定点別の締固め度

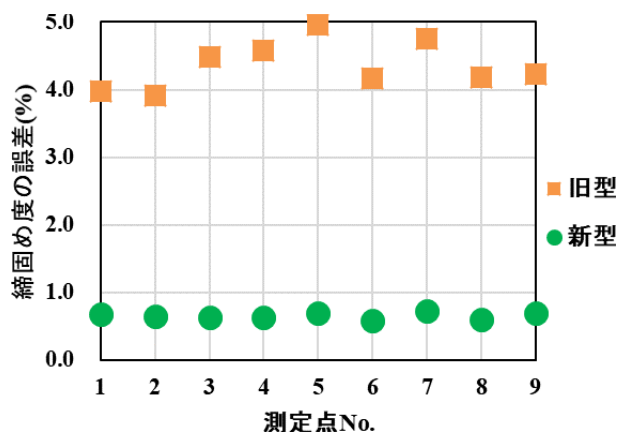


図 4 BG 測定点 1 ケ所で生じる締固め度の誤差

5. 結論

新型 RI 計器と旧型 RI 計器を用いて高線量地域で測定を行った。比較結果から、新型 RI 計器では、エネルギースペクトル分析により放射性セシウムの影響を抑えることができている。高線量地域の測定であっても旧型 RI 計器同様に代表点 1 ケ所による BG 測定のみで測定作業を行うことが可能となった。

参考文献

- 1) 後藤政昭, 井上恵介他: 高線量地域における従来型表面透過型 RI 密度水分計の適用についての提案, 第 7 回環境放射線研究発表会, pp.23, 2018
- 2) 池永太一, 後藤政昭他: 高線量地域に対応した新型表面透過型 RI 密度水分計の開発, 第 8 回環境放射線研究発表会, pp.10, 2019