

# RI 密度計および水分計による土圧式シールド機のスクリーコンベヤー内の泥土性状の把握

大成ロテック株式会社 正会員 董 添文, ○木村 謙介, 平川 一成  
 大成建設株式会社 正会員 高見澤 計夫  
 ソイルアンドロックエンジニアリング株式会社 正会員 森 安弘, 塚本 雄士

## 1. はじめに

泥土圧シールド工事に伴い排出されるスラリー状の泥土は、経験値による触手管理（手で握る）と、スランプ試験、テーブルフロー試験、ベーンせん断試験などのサンプリング試料による管理がなされている。一方、ラジオアイソープ（以下、RI と呼ぶ）の利用による物質の密度・水分の測定技術が確立されて以来、RI 計測機器でシールド内の排泥の密度と含水比をリアルタイムに連続的に非破壊・非接触計測することにより、工事現場の管理効率を上げる手法が用いられてきた。しかし、放射線は被測定物の厚さやその周りの遮蔽体などに影響され、RI 計測機器の応答特性が変わるため、現場で使用されるシールド機のスクリーコンベヤーの実寸に応じて毎々RI 計測機器に新たな校正式を内挿する必要があると考えられる。そこで、筆者らはスクリーコンベヤー外側に装着した RI 計測機器を用いて模擬サンプリング試料の性状を探索する実験を行い、RI 密度・水分計の基本的な応答特性について調べた。本報ではその実験結果を報告する。

## 2. 実験概要

本実験では、RI 密度・水分計の基本的な応答特性を把握することを目的とするため、便宜上、現場の掘削機にあるスクリーコンベヤーの挙動を模擬する縮小実験とした。

図 1 にスクリーコンベヤーの詳細を示す。縮尺は現場用の実寸の直径の 1/2 程度とした。ただし、肉厚は 9.5mm とした。図 2 には本実験で用いた透過型密度計の概要および線源と検出部の取り付け位置を示す。密度計を用いる場合では、線源より検出部は吸収角度が 90°、120°、150° でそれぞれスクリーコンベヤーのケーシングパイプの外側に設置した。線源はコバルト 60 (<sup>60</sup>Co) のガンマ線を使用した。なお、本実験で使用した水分計は汎用の中性子線散乱型で、線源はカリホルニウム 252 (<sup>252</sup>Cf) とした。

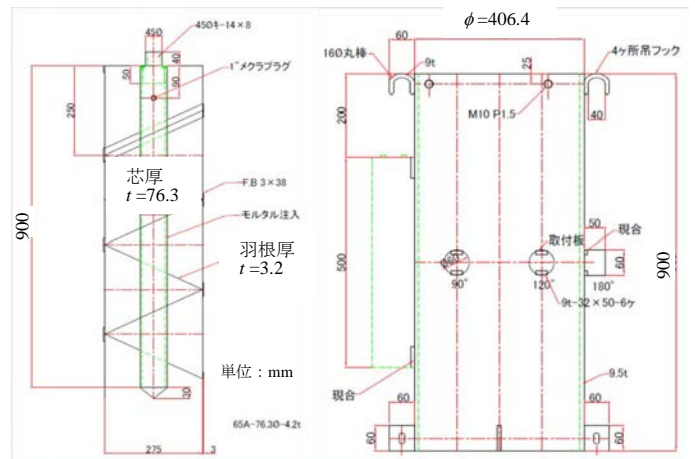


図 1 スクリューコンベヤー詳細

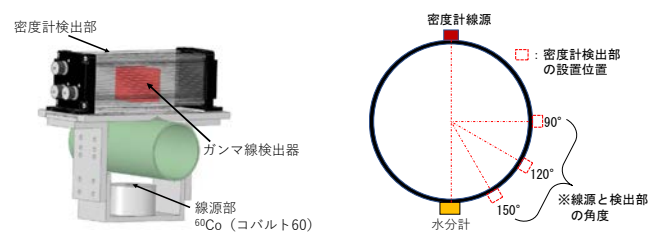


図 2 密度計の概要および取り付け位置



写真 1 模擬土砂の状況および実験状況

表 1 模擬土砂の配合割合

配合	礫 (%)	砂 (%)	土 (%)	加泥材		測定数
				濃度(%) <sup>※1</sup>	添加量(%) <sup>※2</sup>	
1-1				0.8	20	1
1-2	40	40	20	1.0	25	1
1-3				1.2	30	1
2	40	50	10	0.8	30	3
3-1				0.8	25	3
3-2	60	30	10	1	30	3
3-3				0.6	20	3

※1：水 1000CC に対して ※2：土砂の容積に対して

キーワード 土圧式シールド工法, スクリューコンベヤー, 密度計, 水分計, 校正式

連絡先 〒365-0027 埼玉県鴻巣市上谷 1456 大成ロテック株式会社 技術研究所 TEL 048-541-6511

写真 1 に模擬土砂の状況および実験状況を示す。実験パラメータは、スクリーコンベヤー内において、スクリーの有無およびスクリー回転の有無とした。模擬サンプリング試料は、現場に掘削した土砂の性質と近づくように配合した。表 1 に詳細の配合およびサンプルの測定数を示す。

### 3. 実験結果

図 3 には水分計，図 4~6 には密度計の測定結果（いずれも測定時間が 200 秒とした）を示す。なお，密度・水分計の挙動を広い範囲で把握できるように，スクリーコンベヤー内に水のみ入れる場合も測定した。水分計の校正式はスクリーの有無およびスクリー回転の有無ごとに線形回帰とした。水分計では，スクリーの有無および回転の有無にかかわらず，水分計の応答値に基づいて算定した値（以下，測定値と呼ぶ）が JIS 法<sup>2)</sup>による試験値に対するばらつきが小さい（図 3b）の基準含水量に対する RI 測定値の標準偏差  $\sigma$  を参考）ため，スクリーの遮蔽による影響が小さいと言える。一方，密度計の場合は線源と検出部の設置角度ごとに非線形回帰とした。密度計では，密度計の線源と検出部の設置角度が  $90^\circ$ ， $120^\circ$ ， $150^\circ$  で変わるほど応答が弱くなる傾向にあるが，いずれも場合も測定値に精度の良い非線形回帰式が得られた。なお，スクリー有無にかかわらず測定値と試験値とのばらつき之差が顕著に見られない（図中の基準密度に対する RI 測定値の標準偏差  $\sigma$  を参考）ため，設置角度の影響が小さいと言える。

図 3 a) 水分計の校正式

- スクリー無し (回転なし)  $y = 0.4515x + 0.0482$   $R^2 = 0.9676$
- スクリー有り (回転なし)  $y = 0.4328x + 0.0632$   $R^2 = 0.9779$
- スクリー有り (回転あり)  $y = 0.4234x + 0.0692$   $R^2 = 0.9771$

図 3 b) RI 測定値と試験値の比較

- スクリー無し  $\sigma = 0.027$
- スクリー有り (回転なし)  $\sigma = 0.022$
- スクリー有り (回転)  $\sigma = 0.023$

図 4 a) 密度計の校正式

- $150^\circ$   $y = 1.1377e^{-0.868x}$
- $120^\circ$   $y = 1.0483e^{-1.18x}$
- $90^\circ$   $y = 0.974e^{-1.371x}$

図 4 b) RI 測定値と試験値の比較

- $150^\circ$  ( $\sigma = 0.069$ )
- $120^\circ$  ( $\sigma = 0.041$ )
- $90^\circ$  ( $\sigma = 0.025$ )

図 5 a) 密度計の校正式

- $150^\circ$   $y = 1.0532e^{-0.831x}$
- $120^\circ$   $y = 0.9596e^{-1.161x}$
- $90^\circ$   $y = 0.7931e^{-1.339x}$

図 5 b) RI 測定値と試験値の比較

- $150^\circ$  ( $\sigma = 0.051$ )
- $120^\circ$  ( $\sigma = 0.059$ )
- $90^\circ$  ( $\sigma = 0.040$ )

図 6 a) 密度計の校正式

- $150^\circ$   $y = 1.0388e^{-0.829x}$
- $120^\circ$   $y = 0.8994e^{-1.133x}$
- $90^\circ$   $y = 0.7609e^{-1.316x}$

図 6 b) RI 測定値と試験値の比較

- $150^\circ$  ( $\sigma = 0.046$ )
- $120^\circ$  ( $\sigma = 0.040$ )
- $90^\circ$  ( $\sigma = 0.027$ )

### 4. まとめ

本報では，RI 密度計・水分計を用いて模擬土圧式シールド機のスクリーコンベヤー内の泥土性状を探索する実験を行い，RI 密度・水分計の基本的な応答特性を把握した。密度・含水比の JIS 法による試験値と比べ，RI 測定値には良好な精度を有することが確認できた。

#### 参考文献

- 1) 三輪博秀, 清水雅美: 最近のラジオアイソトープ技術 (12) 放射線を利用した工業計測 (その 4), 電気化学および工業物理化学, 33 巻 1 号, p. 50-53, 1965
- 2) 日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧, 平成 31 年版