

泥土圧シールド工法の掘削土量体積管理のための新システム

鹿島建設(株)

正会員 ○本田和之, 吉迫和生, 紀伊吉隆
大林信彦

1. はじめに

近年, 大断面シールドで泥土圧シールド工法が適用される場合, 連続ベルコンによる土砂搬出が主流になってきており, その排土量管理はレーザースキャナーによる体積管理やベルトスケールによる重量管理が行われている. これらの方法はそれぞれ一長一短があり, 例えばレーザースキャナーによる方法はリアルタイムに連続的に体積を知ることが可能であるが, ベルコン上に盛られた土砂の形状によっては影ができる部分が出て体積を過大に評価することがある. 一方, ベルトスケールによる方法は重量測定は連続的に比較的正確に行えるが, そこから体積を算出するために必要な土砂密度の測定は, 人がベルコン上から土砂を採取して容器に詰めて確認するといったような危険を伴う方法で, また測定頻度を多くすることも難しい.

そこで筆者らは, シールド機チャンバー隔壁にシリンダーを取り付けて土砂を引き込み, 引き込んだ土砂の密度を「 γ 線密度計」により連続、自動で測定する方法を考案し, ベルトスケールによる重量測定とあわせて掘削土量体積を計測する新システムを開発した. 本論文ではその概要, 実工事への適用状況について報告する.

2. システム概要

掘削土量体積計測システムは図-1 に示すように, 土砂密度測定装置, ベルトスケール, 計測用 PC から構成される.

写真-1 にシールド機の隔壁に取り付けた土砂密度測定装置を示す. 土砂密度測定装置は γ 線密度計と土砂引き抜き部から構成される. 土砂引き抜き部は注射器と同様の構造で, ピストン部に油圧シリンダーが接続されていて摺動する仕組みになっている. ピストン部外側に γ 線密度計が取り付けられており, ピストン内にチャンバー内土砂を引き入れた時点でその密度を測定, 密度測定後, ピストン内の土砂を排出する. 密度の測定はシールドジャッキのジャッキストロークに連動して設定することが可能で, 1 リングの掘進の中で複数回, 自動測定する.

測定した密度データは, ベルトスケールで測定した土砂重量データとともに計測用 PC に送られた後に体積を計算し, 加泥注入量を考慮した上で掘削土量体積として表示される.

3. 土砂密度測定装置の検証

土砂密度測定装置をシールド機に取り付け, 阪神高速道路大和川線シールドトンネル工事で検証を行った. この現場では1リングに一度, 土砂密度測定装置による測定を実施した. また, 比較のために1日に一度土砂を採取し, 容器に詰めたかさ密度の測定と, 同じ土砂でふるい分けを実施して粒度を求めた.

図-2 に採取した土砂の粒度割合 (シルト+粘土, 砂, 礫の比率), 土砂密度測定装置による測定密度 (γ 線密度), かさ密度を示す. γ 線密度は加圧下のチャンバーでの値, かさ密度は大気圧に解放された状態の測定値であり, 両者の状態は同一では無いが, 傾向を確認するには十分と考えた. 両者の密度は概ね一致してお

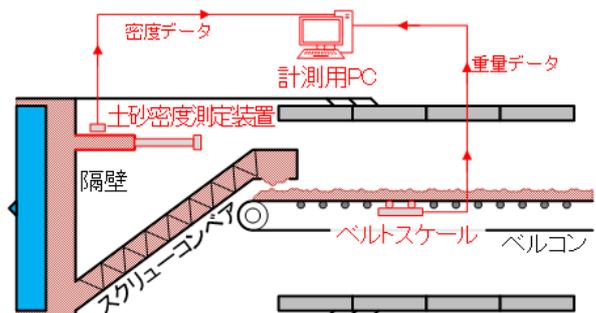


図-1 掘削土量体積計測システムの概要



写真-1 土砂密度測定装置

キーワード 掘削土量, γ 線密度計, ベルトスケール, ベルトスキャナ

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)土木管理本部 シールドグループ TEL 03-5544-0838

り、密度の増減の傾向もほぼ一致している。密度の増減については砂礫分の量に関係、つまり砂礫分が多い区間では密度が大きく、シルト、粘土分が多くなると密度が小さくなっていると考えられる。

また、土砂密度測定装置による測定値はばらつきが大きい、この要因としては礫の影響と考えられる。つまり、土砂をピストン部に取り込んだ際、 γ 線密度計の部分にくる礫の量の多少により密度の測定値にばらつきが出たものと推察される。今回は1回/リングの測定であったのでばらつきが大きい、測定回数の増加(1リングでの測定回数を増やす、測定装置を複数個所に取り付けるなど)により平準化できるものと考ええる。

4. 掘削土量体積計測システムの適用

大和川線シールドトンネル工事での検証結果を基に、①1リング掘進中での測定回数を1回から7回(ジャッキストローク 200mm 毎に自動測定)に増加させ、②ベルトスケールでの土砂重量測定結果と連動し掘削土量体積を計測するシステム(図-3)を別現場に導入した。

図-4 に土砂密度測定装置による測定密度(γ 線密度)とかさ密度(1回/日の測定)の比較を示す。 γ 線密度は1リング中7回の測定の平均値である。当該掘進区間は全断面土丹層の掘進であり、地山密度の変化は小さいと想定され、それに対応して γ 線密度も非常にばらつきの少ない測定結果となっている。この区間でのかさ密度の平均値 1.72t/m³に対して、 γ 線密度の平均値は 1.79t/m³と4%程度の差があった。

図-5、および表-1 に同区間での新システムによる掘削土量体積、ベルトスキャナによる掘削土量体積、理論掘削体積(掘削断面積×掘進ストローク+加泥量)の比較を示す。値は掘進 1mm あたりの体積(単位掘削土量体積)として示している。平均値は新システムとベルトスキャナでほぼ同じであるが、変動は新システムの方が小さいことが判る。また、ともに理論掘削体積の平均値よりも1.5%前後小さめの値(理論掘削体積に対して安全側の評価)となっている。

4. まとめ

γ 線密度計による密度測定とベルトスケールによる重量測定の結果から、掘削土量体積を算定する新システムを開発した。 γ 線密度測定の実験での検証を経て、現在、掘削土量体積計測システムとして現場適用中である。同現場には近赤外線水分計による排土の含水比測定システムも導入しており、今後、この含水比データを利用して泥水シールドと同様の乾砂量評価をしていく予定である。

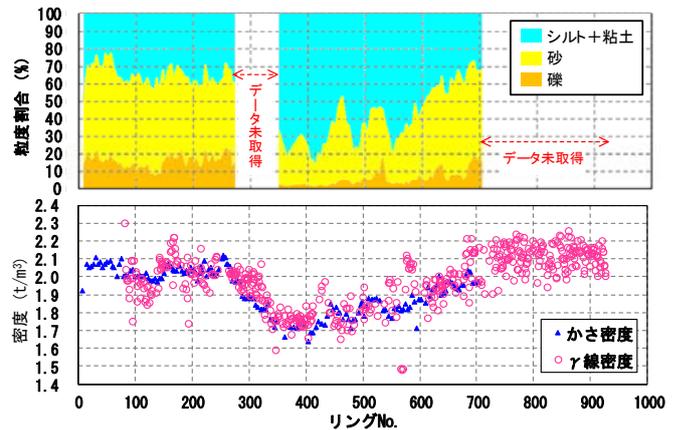


図-2 地山粒度と測定密度の関係



図-3 掘削土量体積計測システム画面

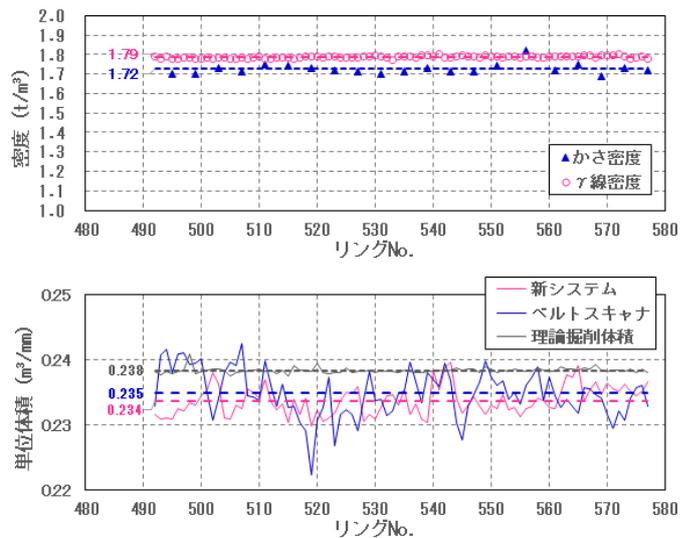


図-5 単位掘削土量体積の比較

表-1 単位掘削土量体積の比較

	平均値	変動係数
新システム	0.234 m ³ /mm	0.95 %
ベルトスキャナ	0.235 m ³ /mm	1.54 %
理論掘削体積	0.238 m ³ /mm	0.18 %