

# VI-95

## 掘削土量計測システムの開発

|           |     |       |
|-----------|-----|-------|
| 三井建設      | 正会員 | 川原 啓一 |
| 三井建設      | 正会員 | 鈴木 明彦 |
| 三井・山英建設JV |     | 古川 敏幸 |

### 1. はじめに

泥土圧シールドの切羽安定のためには、カッターチャンバーの圧力を管理すると共に、掘削土量を把握することが重要である。特に砂礫層の掘削においては、地山の変化に伴う圧力変動や排土の変化が大きく現れる傾向にあることから、リアルタイムに高精度で掘削土量を計測するシステムの開発が求められている。

掘削土量の計測方法は、電磁流量計、密度計、超音波、ロードセル等を用いる各種の方法が開発、実用化されているが、これらの計測方法には、対象地盤が限定される、測定誤差が大きい、連続的な計測が行えない等の問題点が残されている。そこで筆者らは、土質に左右されない高精度の計測システムとして、鋼車の軸受け部にロードセルを取り付け、この計測データをコンピュータ処理することにより、リアルタイムに掘削土量を表示し施工管理に反映するシステムを開発した。本文では、システムの概要と実証結果について報告する。

### 2. 開発目標

今回のシステム開発にあたって設定した開発目標は、従来のシステムの改善を図り施工管理に役立つシステムとすることから①砂礫層掘削排土が安定して連続計測できること。②小口径シールドに適用できること、③計測精度は3%以下であることとした。

### 3. システム概要

本システムの概要を図-1に示す。システムは、バッテリー機関車、ずり鋼車、軸受け用ロードセル、計測用コンディショナー、無線モデム、パソコンから構成されている。土量計測は、ずり鋼車の車軸部に取り付けた4点の軸受け型ロードセルで重量を検出する方法を採用した。

測定信号の処理方法は、4点の軸受け型ロードセルの計測値を計測コンディショナーで4-20mA出力とし、無線モデム装置で0-5Vの電圧信号に変換後、デジタル伝送する。伝送インターバルは1秒毎とし、シールド運転席に設置した計測用パソコンディスプレイに、掘削ストローク・掘削土砂量グラフとしてリアルタイム表示した。重量計測装置に使用する電源は、バッテリー機関車のDC電源をDC-DCコンバータにより電圧変換し、各車両の端部にケーブルを接続して供給した。ロードセル取付方法を図-2、システムブロックを図-3、計測機器の主な仕様を表-1に示す。

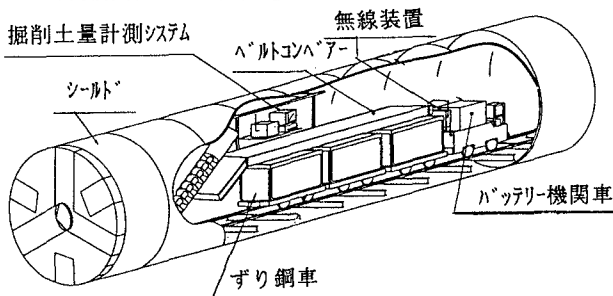


図-1 計測システム概要

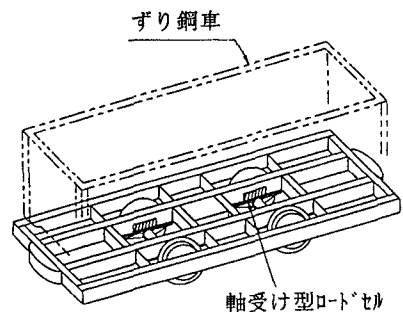


図-2 ロードセル取付け方法

キーワード 泥土圧シールド、土量計測、鋼車方式、ロードセル、無線伝送  
 〒163-10 新宿区西新宿3-7-1新宿パークタワー13階 TEL03-5323-5272 FAX 03-5323-5274  
 〒261 千葉市美浜区中瀬1-9 TEL043-212-7547 FAX 043-212-7540

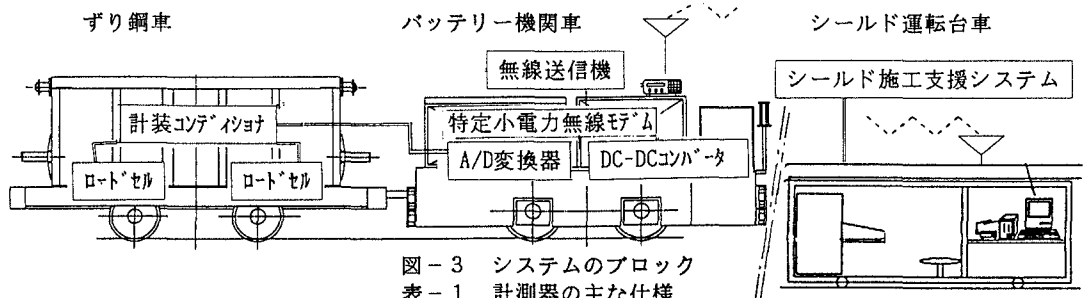


表-1 計測器の主な仕様

| 重量計測装置     |                       | 特定小電力無線モデム装置 |               | バッテリー機関車           |          |
|------------|-----------------------|--------------|---------------|--------------------|----------|
| 軸受け型ロートセル  | LC-3TSN48B            | データ転送装置      | 最大8点          | 3TONバッテリー機関車       |          |
| 測定式        | 3tf                   | 入力点数         | 0-5V          | 定格牽引力              | 510kgf   |
| 定格負荷       | 150%                  | 入力信号         | 12BIT         | バッテリー容量            | 160Ah/5h |
| 許容出力電圧     | 1mV/V                 | A/D分解能       | 6.5 $\mu$ sec | 電圧                 | 96V      |
| 許容出力抵抗     | 700 $\Omega$ $\pm$ 1% | A/D変換時間      |               |                    |          |
| 計装コンディショナー |                       | 小電力無線周波数     | 400MHz        | ずり鋼車               |          |
| 測定式        | WGA-100AM85           | 無線伝送距離       | 約100m         | 1m <sup>3</sup> 鋼車 |          |
| リッパ印加電圧    | DC10/4/2V             | 伝送速度         | 4800bps       | 台車部                | RG610    |
| 定格出力       | 4~20mA                | インターフェース     | RS-232C準拠     | 質量                 | 650kg    |

#### 4. 実証結果

本システムの性能確認は表-2に示す工事において行った。

本システムの土砂積込み時における測定精度を調査するため、重量計測値と実荷重との比較を行った。実荷重の測定は、ずり鋼車内の土砂を直接計量する方法によった。図-4はその結果を示したものでありデータ数 $n=60$ において、標準偏差 $\sigma=0.043t$ 、データの範囲 $R=0.09t$ 、変動係数 $v=1.3\%$ であり度数分布はほぼ正規分布を示している。また、図-5は、測定精度の分布をまとめたものであり、実荷重に対する計測データの最大誤差は1.5%であった。

表-2 工事概要

|       |                                          |
|-------|------------------------------------------|
| 工事件名  | 桂川流域下水道桂川1号幹線建設工事                        |
| 工事場所  | 山梨県都留市中央地内                               |
| 工事延長  | L=1,103m                                 |
| シート   | 泥土圧シート $\phi$ 2,140mm                    |
| セグメント | スチールセグメント $\phi$ 2,000mm $\times$ 幅750mm |

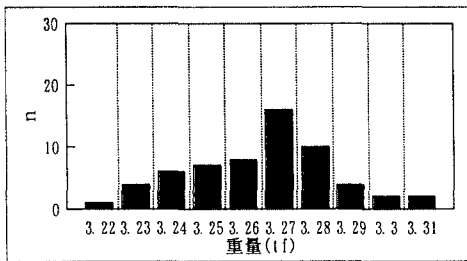


図-4 測定結果の分布

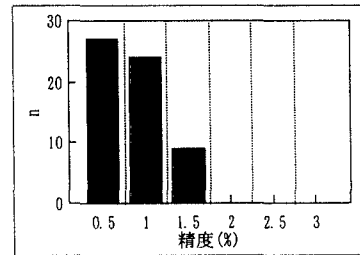


図-5 測定精度の分布

#### 5. おわりに

今回開発した排土量計測システムを用いた実証施工により、掘削土の土量検出が連続して行えデータの無線伝送がシールド坑内でも安定して確保できること、鋼車の車軸部に取り付ける構造であることから小口径トンネルにおいても内空断面に影響を与えないこと、当初目標の3%に対し1.5%以内の計測精度を確保できることが検証され当初の開発目標を満足する結果を得ることができた。

今後は施工実績を重ねて計測器の耐久性を調査していきたい。最後に、実証施工に際し多大なご協力をいただいた工事関係諸位に深く感謝の意を表する。