

1. シールド排土量計量システム

三井建設㈱：*川原 啓一，石田 喜久雄

1. はじめに

シールドの施工管理において排土量の把握は重要である。排土量の計測方法として、電磁流量計、密度計、超音波、ロードセル等を用い計測する各種の方法が開発実用化されてきた。しかしながら、これらの計測方法には対象土砂を限定するものや、連続計測不可、計測がリアルタイムでない等の問題点があった。また、計測機器の取付方法によりパイプ輸送でなければ計測できない。流速が低すぎると計測誤差が大きくなる。計測器そのものは正確な計測性能を発揮するが、その取付方法により累積誤差を生じ、計測結果の信頼性に欠けること等の問題があった。

今回開発したシールド排土量計量システムは、ロードセルを鋼車の車軸部に取り付けることにより鋼車の重量を直接計測できるシステムであり、計量データを無線伝送することにより、排土量計量値をリアルタイムに把握することが出来る。この方式は、計測のばらつきが大きい砂礫を含む掘削土砂量をより高精度に計測できること。小口径断面であっても鋼車の車軸部の実荷重を計測できることから適用可能であることを特長としている。

このシステムの実用化によりシールド施工管理の徹底、切羽の安定に効果が期待される。

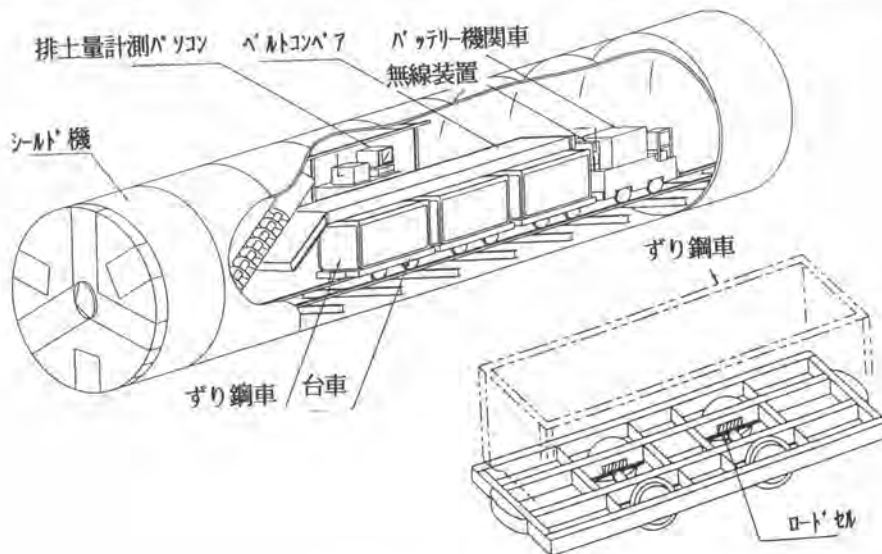


図1. システム説明図

2. システムの構成

本システムは、通常のバッテリー機関車、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。システムブロックを図2に示す。測信号の処理方法は、ずり鋼車の台車部に取り付けた4点の軸受け荷重計測用ロードセルの検出信号を和算器で合成する。この信号は抵抗値であることから、計測用コンディショナーで、0-5Vの電圧信号に変換し、無線モデム部でデジタル化し無線伝送する。信号の送信間隔は、1秒毎にシールド運転席に設置された無線モデムに伝送され、6秒間のデータを平均化しパソコン表示する。

各機器で使用する電源は、使用するバッテリー機関車のDC電源をDC-DCコンバータで電圧変換し使用している。

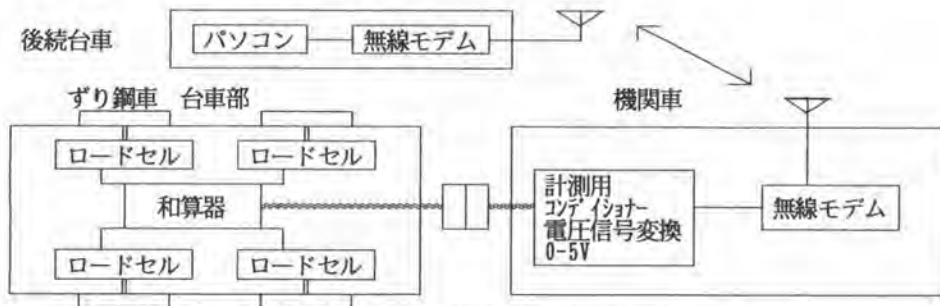


図2. システムブロック図

3. 計測機器の主な仕様

計測機器の主な仕様を表1. に示す。図3. は、ロードセルの取付方法である。

表1. 計測機器の主な仕様

機器名	ロードセル
形式名	LC-2TSN48
定格負荷	2tf (圧縮)
許容過負荷	150%
定格出力電圧	1mV/V
印加電圧	AC・DC10V以下
入出力抵抗	175Ω±1%以内

機器名	無線モデム
入出力電圧	DC12V
入力点数	最大8点
A-D入力信号	0-5V
A-D分解能	12BIT
A-D変換時間	6.5μsec
データアップリグ速度	1秒

機器名	特定小電力無線機
無線周波数	400MHz
伝送距離	約100m
伝送速度	4800bps
インターフェース	RS-232C準拠

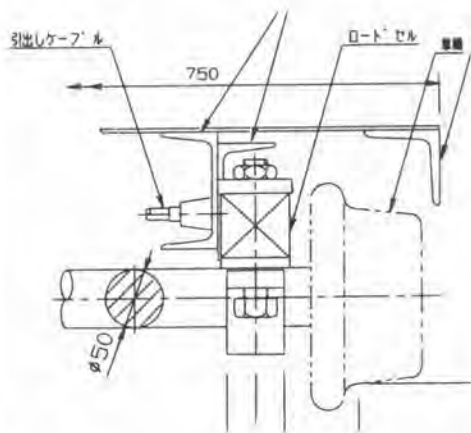
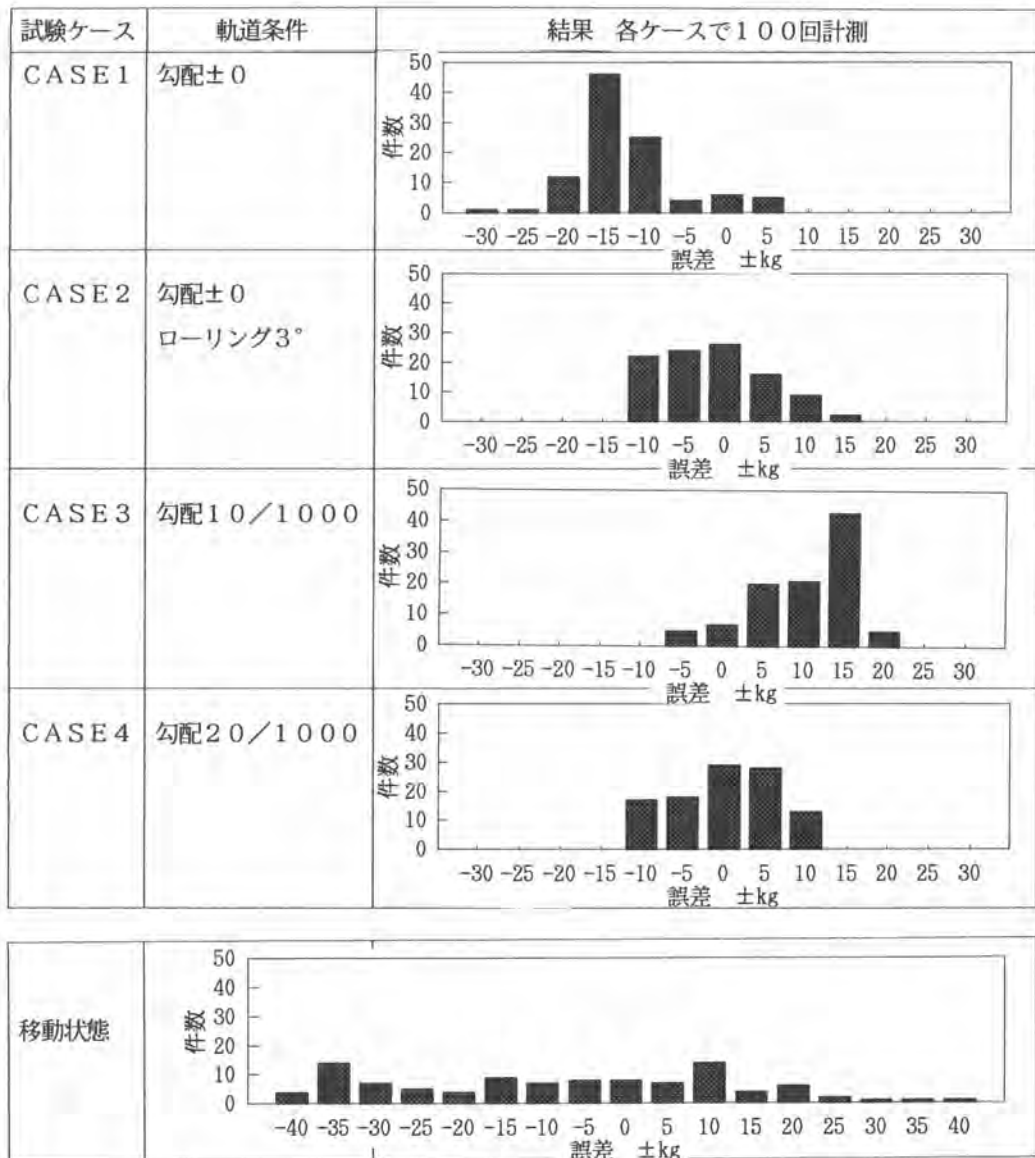


図3. ロードセル取付方法

4. 性能

システムの性能を確認するために室内試験を実施した。試験方法は、長さ15mの試験軌道を敷設し、1m³鋼車と2トバッテリー機関車を使用し、静止状態で砂利を1袋あたり25kg詰めた試験荷重をベルコンを介して1m³鋼車に積み込み、1700kg迄、100kg毎に静止時間を設け計測した。計測は、鋼車の停止状態と走行移動状態で行った。軌道は実施工での条件を考慮し表2. に示す4ケースについて行った。

表2. 試験ケースと誤差



CASE 1~4を通して+20~-32kgの計測誤差が発生し、平均誤差は-3.1kgとなった。精度換算値は+1.2~-1.9%の誤差範囲で平均は-0.2%となる。

移動状態では1700kgに対し、+37～-41kgの計測誤差が発生した。精度換算値は+2.2～-2.4%となった。

5. システムの評価

本システムの開発により、従来困難であった砂礫層の排土量を3%程度の誤差範囲内で計測する見通しがたつたといえる。今後、実工事での適用を計画中であり耐久性や厳しい作業環境下での機器の保護対策効果の確認を行う予定である。

参考として、当社の現場における3種類の掘削土砂計量方法の実績を表3. に示す。このデータは、排出土の計測値であることから計測器の誤差と排土のばらつきを含んでいるため、直接本システムの計測精度と比較することはできないが、比較的ばらつきの少ない粘性土、砂質土層でも平均15%程度となっている。砂礫層のデータは立坑部でロードセルによる吊り上げ計測値であり、ばらつきの要因として、礫の大小、加泥材の多少による密度変化、運搬途中のこぼれ等が影響を与えていると考えられる。

掘削土砂を高精度に計測するためには、計測土砂の状態を均一化することと排土口の近くで計測することが課題である。

表3. 計測方法と計測値のばらつきの例

計測方法	土質	マシン外径mm	計測精度
回転数計測 ローラーポンプ の回転数× 部屋容積	T作業所 粘性土 砂質土	2280 理論容積 4.08m ³	
流量計 ポンプ圧送 ドップラー流 量計	N作業所 粘性土	2130 理論容積 2.67m ³	
重量計測 ロードセルで吊 り上げ	S作業所 砂礫	2480 理論重量 10.6ton	