

ワイヤレスセンサを用いた大断面シールドセグメントの挙動計測（その1 計測概要）

横浜市 交通局	鈴木 康弘
フジタ 技術センター 正会員	○岸下 崇裕
フジタ 横浜支店	米澤 敏行
F B S	小幡 克実
MicroStrain	Jacob H.Galbreath

1. はじめに

シールドトンネルに使用される鉄筋コンクリート製セグメントは、長期耐久性及び止水性の観点からセグメントのひび割れ、剥離や欠けなどの不具合を抑制することが必要とされている。一般的にこれらの不具合は、反力の影響を強く受ける、組立て後の1～3リングまでに多く見られることが判明している。

そこで筆者らは、シールド付近のセグメントの挙動（セグメント間の目開き量等）をリアルタイムに計測が可能で、煩わしい配線作業がなく短時間で設置可能なワイヤレスセンサを用いた計測システムを現場へ適用した。本報告では、ワイヤレスセンサを用いた計測システムの概要について述べる。

2. 計測システムの概要

ワイヤレス計測システムは、セグメントの挙動を計測するためにセグメントのリング間およびセグメント間に設置した目開き計・目違い計、計測されたデータを転送するための2.4GHz帯のワイヤレスセンサ（発信機・受信機）と計測されたデータを管理するパソコンから構成される。ワイヤレス計測システムの概略図を図1に、セグメントに設置された目開き計・目違い計およびワイヤレス発信機を写真1に、シールド前方に設置された受信機を写真2に示す。

一般的にセグメントの不具合は、反力の影響を大きく受ける、シールドから1リングないし3リング目に多く見られている。そこで本計測では、図1で示すようにセグメントを組立て設置した後、組み立てられたセグメントの所定の位置に目開き計・目違い計およびワイヤレス発信機を設置し、掘進開

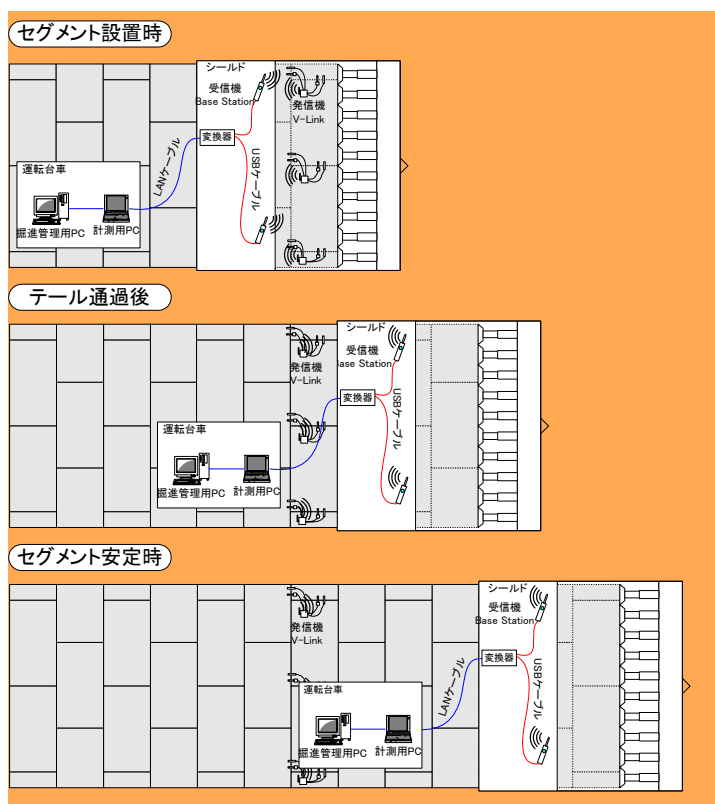


図1 ワイヤレス計測システムの概略図



写真1 センサ及び発信機

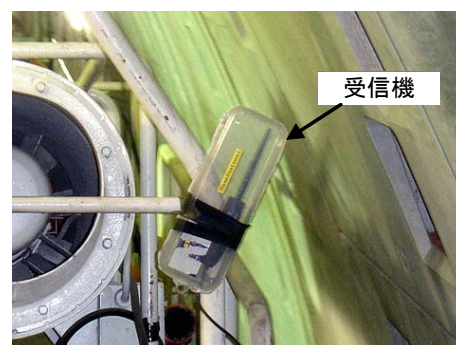


写真2 受信機

キーワード ワイヤレス計測, シールドセグメント

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ 技術センター TEL 046-250-7095

始からテールブラシ通過およびセグメントが地中に入り安定するまでの間実施した。煩わしい配線作業がないので掘進工程に影響を与えることなく、リアルタイムにかつ連続的に計測できた。

セグメントの目開き計測は、コーキング溝内にクリップ型変位計を取り付け、目違い計測は、セグメントの表面

にカンチレバー型変位計を取り付けて実施した。計測された値は、センサ設置時を初期値(変形量 0)とし、セグメント間の相対変形量として評価した。

3. ワイヤレスセンサの概要

本計測では、以下の理由により MicroStrain 社¹⁾製のワイレスセンサ V-Link および SG-Link を採用した。

- ①日本において技術基準適合証明を取得している
- ②アンプが内蔵されているためゲージタイプの変位計を直結することができる
- ③セグメントと作業用ゴンドラとの隙間(約 10cm)に取り付け可能で小型であること
- ④電池で駆動し衝撃に強いこと
- ⑤ワイヤレス計測の実績のあること

写真 3 に V-Link および SG-Link の写真を示す。写真左に示す V-Link は、ゲージタイプが 4ch、シングルエンド入力が 3ch と内蔵温度センサを計測することが可能である。写真右の SG-Link は、ゲージタイプが 1ch、シングルエンド入力が 1ch と内蔵温度センサを計測することが可能である。表 1 にワイヤレスセンサの基本性能を示す。本計測では、V-Link を 2 台、SG-Link を 2 台計 10ch の計測を行った。シールド内には、スクリーコンベヤや金属製の機械等が存在するため、見通しや電波環境が良くなかった。そのため受信機は、2 台設置し、左右半分を分担させた。なお、シールドに取り付けた受信機からのシールドトンネル内の安定した通信距離は約 20m であった。

4. おわりに

総延長の約 5%に当たる 30 リングについてワイヤレス計測を行い、センサの設置や計測の容易さ、また施工への影響が無いことを検証し、本計測システムが有効であることが確認できた。また、セグメント組立てから安定するまで連続的にリアルタイムの貴重なデータを得ることが出来た。今後は、ワイヤレスセンサを用いたシールドセグメント施工管理システムの開発を行う予定である。

参考文献

- 1) MicroStrain 社ホームページ: <http://www.microstrain.com/>

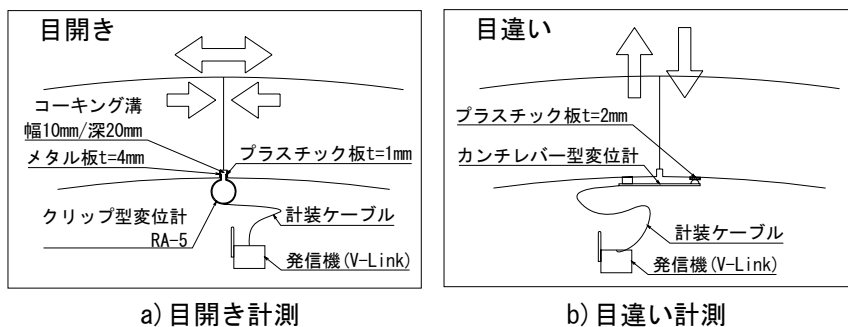


図 2 セグメント計測概略図



写真 3 V-Link(左)および SG-Link(右)

表 1 ワイヤレスセンサの基本性能

AD変換器		12bits
アンプ		4ゲージタイプ(350Ωまたはそれ以上) オプションで3,2ゲージタイプに対応
計測精度		±0.1%
解像度		±1bit(0.024%)
ブリッジ電源		+3V(トータルで最大50mA)
通信規格		2.4GHzDSSS(2.450~2.490GHz) 16ch、IEEE802.15.4準拠
計測方法	データロギング	32Hz~2048Hzで1,000,000データロギング
	リアルタイム	最大4kHz(スピードは、ch数に依存)
	LDCモード	最大500Hzをノード数で分割
データ記録容量		2MB(約1,000,000データ)
通信距離		屋内30m、屋外70m (オプション高利得アンテナ使用時:300m)
内部バッテリー		リチウムイオン:3.7V、600mAh
動作温度		-20~+60℃(標準バッテリー、ケース) オプションケース+バッテリーで-40~85℃