

シールド切羽可視化システムの構築と実現場への適用 (その2：切羽可視化システムの活用)

(株)奥村組 フェロー ○松田 敦夫 (株)奥村組 正会員 木下 茂樹
(株)奥村組 正会員 外木場康将 (株)奥村組 正会員 榊原 光義

1. はじめに

シールド工事の長距離化に伴い、掘進中に地盤変化に遭遇する機会が増えている。そこで、地盤変化を的確に把握して掘進管理に反映するために、シールド面板に取り付けた加速度センサの計測値を利用した地盤評価手法の開発を行っている¹⁾。この開発では、シールドの径・種類に関係なく切羽の土質を面的に評価できる切羽可視化システムの構築を目的としている。本文では、直径2.36mのミニシールドに本システムを適用し、掘進途中の土質変化ならびに切羽地盤構成を評価した事例について報告する。

2. シールド切羽可視化システムの実現場への適用

(1) 適用場面の概要

加速度センサを利用した切羽可視化システム²⁾を下水道シールド工事で採用し、掘進の全延長でリング毎に計測した。適用した工事の工事概要を表-1に示す。シールド機のカッタフェイスは図-1に示した面板タイプで、加速度センサを図中Aの位置に配置している。

表-1 工事概要

下水道管渠築造工事	
工 法	泥土圧ミニシールド
掘削外径	2,360mm
セグメント内径	1,800mm (二次覆工省略型)
一次覆工延長	1,266.5m
掘削対象地盤	砂礫層、風化花崗岩層

(2) 地盤変化の把握

本システムの目的の一つである切羽地盤構成および地盤変化の把握に関して、実施工で確認した中で特徴的な区間の結果を示す。

図-2～4は、掘進95リングから135リングにかけての加速度センサの円周上での計測結果である。95リング(図-2)では、切羽全周で33～350galの応答加速度を計測しており、シールド前面の土質が一樣で、排土性状から砂質土(Ds)であることが判別できた。また、40リング進捗した135リング(図-4)では、断面の上部30%程度に加速度応答が2000galに達する地盤が出現しており、その部分は、同じく排土性状から礫質土(Dg)であると判断できる。

これらの結果から、本システムは切羽地盤の掘進に伴う経時変化の把握に有効であるといえる。また、断面外周で角度毎に加速度の違いが確認できるため、加速度が同等と判断できる左右の点を断面内で結合すれば、断面内における切羽地盤構成が模擬的に可視化される。

(3) 地質実績図の作成

次に、掘進履歴として地盤の応答加速度を断面内で鉛直方向に評価することで、地質実績図を表現する。表現方法を1)、2)に示す。

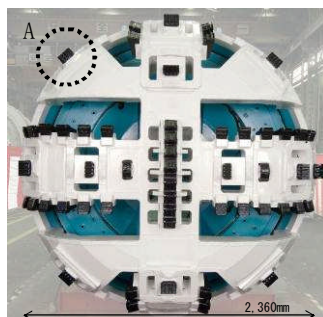


図-1 シールド機面板

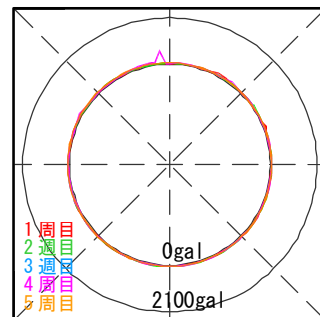


図-2 計測結果 (95 リング)

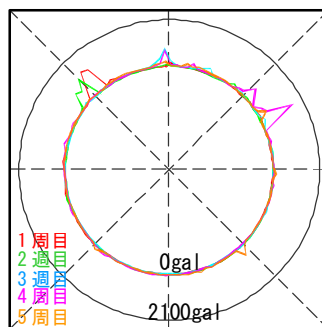


図-3 計測結果 (115 リング)

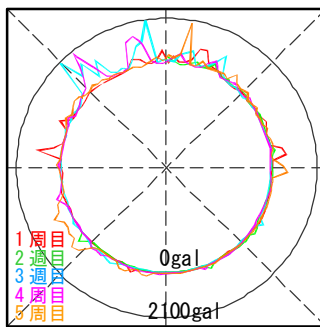


図-4 計測結果 (135 リング)

キーワード シールドトンネル、切羽、可視化、応答加速度

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 (株)奥村組 TEL:03-5427-8041 FAX:03-5427-8114

- 1) 各リングにおける加速度計測値を、シールド断面(φ2.36m)の鉛直方法に15分割し、左右の平均値を計算したうえで、データを整理する。
- 2) 加速度を計測レンジ0~2100galでコンター表示し、ボーリング柱状図より得られた地質縦断面図の掘進場所に応じて、重ね合わせ(図-5)。

今回のシールド路線の掘進結果を、この方法で整理したものが図-5である。結果を詳細に観察すると、同じ断面内でも鉛直方向で計測値に大きな差異が見られる。これは、礫質土の特徴ともいえ、加速度センサーのビットが礫部を掘削するときに大きな応答値を示すからである。一方、図-5の※1は礫質土の中でも、断面内の鉛直方向の差異が小さい。これは、礫質土層の地盤形成時に河川堆積物である礫が山部ではなく、谷部に堆積したものと推測でき、きわめて興味深い結果となっている。

(4) 前方予測

本システムでは、切羽地盤構成の判定履歴のうち任意に指定した直前リング数で、同等の加速度帯を掘進方向に繋ぎ合わせ、その延長線から前方を予測する³⁾。図-6に図-5の※2に示す「礫質土と風化花崗岩の境界部」の地盤判定と前方予測結果を示す。1074リングから切羽に向かって右下より風化花崗岩が出現し始め、1077リングでは、切羽の約1/3が風化花崗岩となっている。また、図-5における右側に表示された断面構成は5m前方の切羽予測となる。予測では、切羽の50%近い部分が風化花崗岩になることが示されている。

なお、1077リングでは、ビット交換のために切羽隔壁内の土砂を除去して、実際の切羽地盤構成を確認した(図-7)。切羽は、砂礫層、風化花崗岩層、花崗岩層で構成されており、システムでは、土質の違いは把握できた(図-6の1077リング)ものの風化の程度による岩盤強度の違いの判別までに至っていない。現在実施中のビット交換で切削ビットをローラービット変更した後、応答加速度の詳細な分析を行い、岩盤強度の把握にアプローチする。

3. まとめ

長距離化の傾向にあるシールド工事において、掘進管理の高度化を図るために、切羽地盤構成を把握するシステムを小口径のシールドに応用できた。今後、シールド工事での積極的なシステム導入を図るとともに、切羽が可視化できる利点を活かした切羽土圧や裏込め注入圧の設定等に役立てていきたい。

参考文献

- 1) 篠原他：シールド掘削時の切羽土質分布の判明，土木学会，トンネル工学報告集第10巻/pp.337-342, 2000.11
- 2) 外木場他：シールド切羽可視化システムの構築と実現場への適用(その1)，第69回土木学会年次学術講演会，投稿中，2014.9
- 3) 道路トンネル観察・計測指針 平成21年度改訂版，社団法人 日本道路協会，pp.26-27, 2009.2

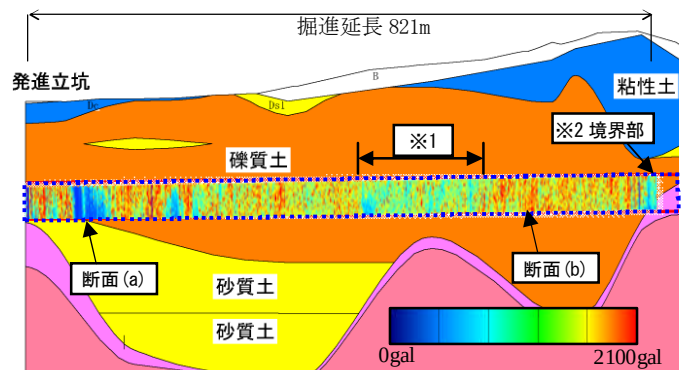


図-5 地質実績図

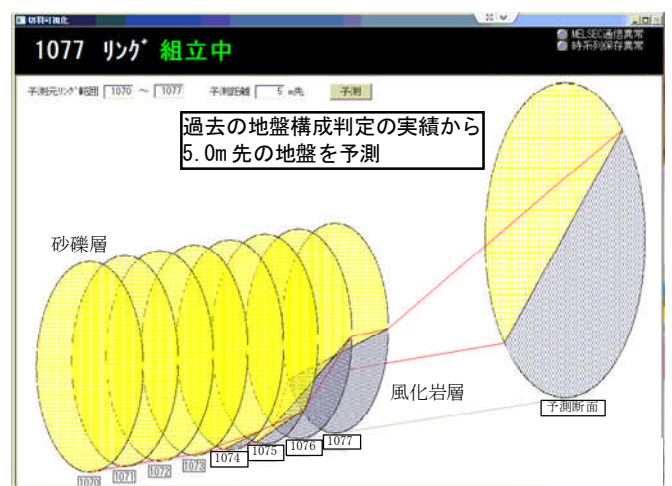


図-6 地盤構成判定と前方予測

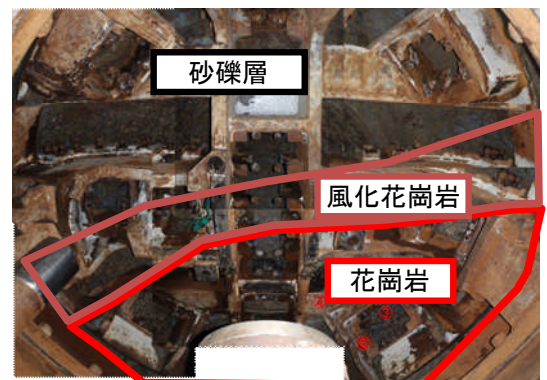


図-7 1077リングの実際の切羽岩盤線