

# 新工法紹介 機関誌編集委員会

04-369	切羽前方に生じる微細な地盤挙動をトンネル坑内から直接把握する計測管理技術	大成建設
--------	--------------------------------------	------

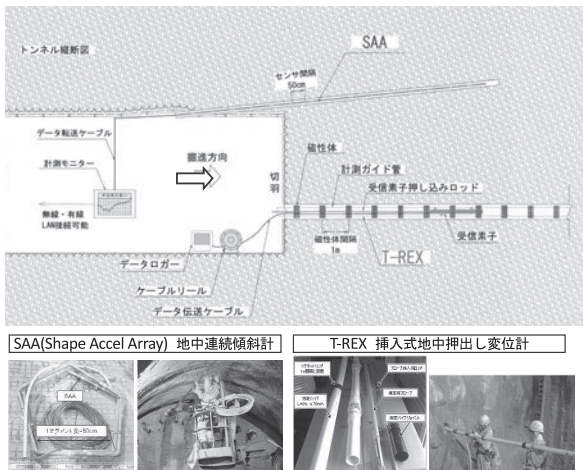
▶ 概要

トンネル先行変位計測システム『TN-Monitor (Taisei NATM Monitor)』は、都市部でのトンネル工事に山岳トンネル工法(NATM)が適用される場合において、切羽前方で生じる微細な地盤変形をトンネル坑内から把握するために開発された技術である。本技術により、トンネルが断層などの不良地盤に遭遇する前に、トンネルを安定して構築するための補強や、地中に埋設されているインフラ施設への影響を低減するために、地盤の状態に応じて早期に適切な対策を講じることができる。

▶ 特徴

本技術では、トンネル坑内から切羽前方の約20m区間に図一に示す2種類の計測機器を設置する。一つは「SAA」というMEMS技術による小型・高精度の加速度計を搭載した傾斜計を数珠つなぎにした機器で、トンネル掘削に伴って影響を受ける切羽前方の地盤の沈下分布が把握できる。もう一つは、「T-REX」という地中(押し出し量)変位計で、切羽から設置した計測管に沿って生じる地山挙動に応じて動くリング状の磁性体のトンネル軸方向の位置変化を、管内に挿入するプローブにより計測し、切羽前方からトンネル内に押し出してくる地盤の動きを捉える。これらの計測機器の組合せにより、トンネル掘進時の前方の地盤の様子を詳細に把握し、適切な対策を迅速に施すことができる。

本計測システムは、地表からのボーリングなどによる従来の計測方法とは異なり、トンネルの掘削方向と平行して計測器を設置してトンネル全線にわたって計測が可能である。また、



図一 TN-Monitor で使用する 2 種の計測機器

SAA で取得した切羽前方の沈下分布データは直ちに図一(a)に示すグラフに整理され、坑内に設置された表示装置により、技術者や作業員全員が切羽前方の地盤挙動を確認できるようになっている。一方、T-REX による地盤の押し出し量についても1日数回計測データを取得して図一(b)のように整理し、地盤の硬軟の評価や崩落リスクおよび対策工の検討ができるようになっている。

▶ 用途

都市部における山岳工法によるトンネル施工の他、供用中のトンネルや、重要施設に近接したトンネル施工において有効である。

▶ 実績

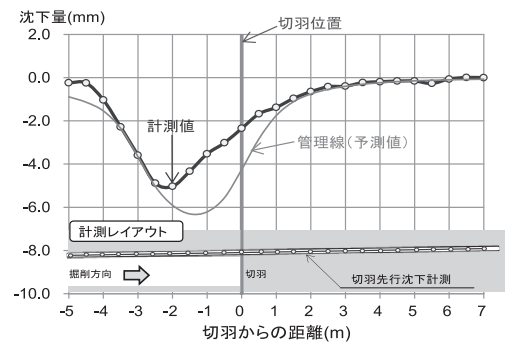
現在、本計測システムを福岡市地下鉄の七隈線博多駅(仮称)工事に初適用し、都市部でのトンネル工事を安全かつ合理的に進めている。

▶ 産業財産権

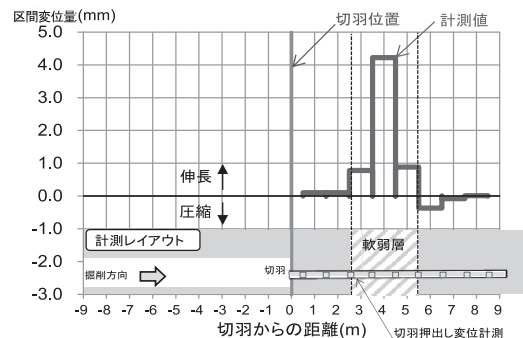
関連特許を出願済みである。

▶ 問合せ先

大成建設技術センター 土木技術研究所 地盤・岩盤研究室  
〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1  
TEL: 045-814-7217 FAX: 045-814-7236



(a) SAA による沈下分布による施工管理



(b) T-REX による変位分布で切羽前方の弱層を捉えた例

図二 TN-Monitor による計測結果

04-370	テールクリアランス 自動計測装置	奥村組
--------	---------------------	-----

▶ 概 要

都市部の鉄道や下水道などの地下トンネル構造物を構築するシールド工事では、シールド機テール部内でトンネル構造物の外壁部材となるセグメントをリング状に組み立て、これを反力としてシールド機を押し出しながら前方の土砂を削り取ることで掘進し、後方にセグメントを組立てる。一般的に、シールド機とセグメントが同一線形を描きながら掘進する条件であれば、テールクリアランスはほぼ均一に保たれる。しかし、シールド機が先行して方向を変える曲線部など、互いの線形にずれが生じる場合にはテールクリアランスをバランスよく確保することが困難となり、セグメントとシールド機テール部のスキンプレートが接触して変形や損傷に繋がる可能性が高くなる。

このため、テールクリアランスの変化を適切に把握して、互いの線形のずれが大きくなる前にシールド機やセグメントの軌道を補正する必要がある。従来の人力による計測では掘進にともない刻々と変化するテールクリアランスをリアルタイムで把握することが困難で、また近年開発が進んできたレーザー光やデジタルカメラ等を用いた非接触式の自動計測装置でも裏込め注入材の残滓や洗い水などに阻害されて計測不能となるケースも散見されることから、常時計測を安定的に行える手法が求められていた。

今回開発した「テールクリアランス自動計測装置」は、ねじりばねで起立するアーム、アーム先端に取り付けたローラータイプの接触子およびアームの回転角度を感知するセンサーで構成され（図-1）、シールド機テール部のスキンプレート内面に設けた切欠きに装備する（図-2、写真-1）。

テールクリアランスの計測はセグメント外面に押し当てたアームの回転角度から自動で割り出す方式を採用しており、汚

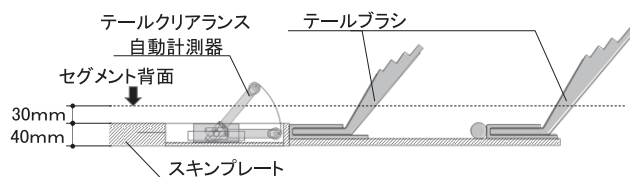


図-2 計測器の設置位置（実績工事の例）



写真-1 計測器の設置状況（実績工事の例）

れや水などが散在する環境でも安定的な常時計測が可能となる。計測結果は、シールド機運転室や地上のモニターなどからリアルタイムに確認することができる。

▶ 特 徴

①高精度なテールクリアランス計測が可能

高精度な回転角度センサー（計測精度±1mm以内）により、セグメント背面とのクリアランス量を直接計測できる。そのため、画像解析等の演算処理時に誤差が生じやすい非接触式の自動計測装置と比べ、確実かつ高精度なテールクリアランス計測が可能となる。

②テールクリアランスの変化をリアルタイムに把握可能

掘進中のテールクリアランスの変化をリアルタイムに連続して計測可能となり、これをシールド機の掘進やセグメントの組み立ての補正に早期に反映することで、セグメントの真円度を高精度に確保できる（実績工事において真円度±10mm以内に収めた）。

▶ 用 途

・シールド工事全般

▶ 実 績

- ・和歌山市建設局発注
- ・公共下水道和田川排水区2号雨水幹線工事その1  
（シールド機外径：φ5,240mm、掘進距離：1,229m）

▶ 問 合 せ 先

（株）奥村組 土木本部  
〒545-8555 大阪府大阪市阿倍野区松崎町2-2-2  
TEL：06-6625-3893

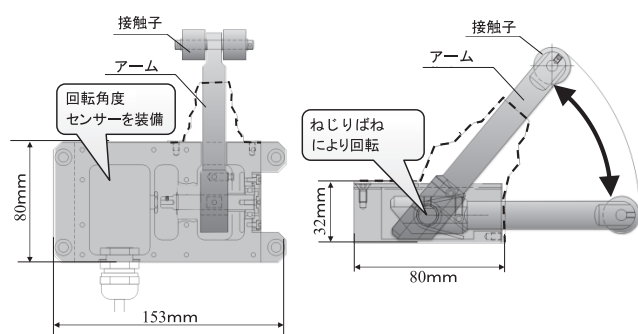


図-1 計測器の概要