

平成 25 年 10 月 3 日

測量機器を専用車両に搭載した「移動式坑内変位自動計測システム」を開発 ートンネル壁面変位の連続計測とリアルタイム監視を実現ー

株式会社奥村組

株式会社奥村組（社長：奥村太加典）、地球観測株式会社（社長：谷本親伯・大阪大学名誉教授）およびマック株式会社（社長：宮原宏史）は、山岳トンネル工事において、トンネルの壁面変位を連続的に自動計測し、リアルタイムに監視できる「移動式坑内変位自動計測システム」を共同開発し、このたび滋賀県発注の道路トンネル工事へ適用して、実用性を確認しました。

【背景】

NATM 工法によるトンネル工事では、地山の安定性や支保の妥当性を確認する際に、トンネルの壁面変位を計測することが一般的となっています。特に地山が脆弱な場合は、掘削した地山の変位が収束しにくいことから、壁面変位の計測頻度を増やすとともに、異常を即座に把握できる監視体制を確立することが求められます。

計測頻度を増加させる技術としては、主にトータルステーション（測量機器）を用いた自動計測システム（図 1）が採用されています。そして、このトータルステーションは、坑内作業の邪魔とならないよう、一般的に壁際に固定して取り付けられますが、計測精度を維持するための機械的制約や、坑内環境の変化により視準不可能な測点が生じたりするために、トータルステーションを適宜前方に移設する必要があります。この移設には通常半日程度の時間がかかるため、この間、計測が長時間にわたって中断してしまうという課題がありました。また、地山挙動を常時監視するためには、計測データを切羽から坑外に連続して安定的に送信する必要がありますが、従来の有線方式ではケーブルの敷設やメンテナンスに要するコストの増加が、また、無線方式では坑内の大型機械等が支障となり通信障害を生じやすいことなどが懸念されていました。

そこで、奥村組、地球観測およびマックは、トータルステーションの移設が容易で、計測データの安定した転送を可能とする「移動式坑内変位自動計測システム」を開発し、壁面変位の連続計測とリアルタイム監視を実現しました。

【本システムの概要と特長】

本システムは、自動整準機構付きトータルステーションと、計測データを転送する高感度無線伝送システムから構成されています（図 2）。

① 自動整準機構付きトータルステーション

自動整準機構付きトータルステーションは、傾斜計とアクチュエーターを内蔵したステーション（精度 $\pm 1^\circ$ ）と精密整準機（精度 $\pm 10''$ ）を備え、専用車両に搭載されます（図 3、写真 1）。このように、トータルステーションを車載型とすることで、壁際の高所に固定

的に設置する従来の方式と比べ、その移設時間を大幅に短縮することが可能になりました。この自動整準機構付きトータルステーション搭載した専用車両を任意の場所に停車させて整準スイッチを押すと、ステージは傾斜（最大 20°）に応じて自動で水平に調整され、トータルステーションの整準が短時間で行われます。その後、操作パネルに概略位置を入力することによりトータルステーションが自動的に 2 つの基準点をサーチして正確な自己位置を測定し、移設が完了します。

② 高感度無線伝送システム

高感度無線伝送システムは、障害物回避特性に優れた中継機（データの送受信機、写真 2）を利用して、計測データを切羽から坑外に転送するシステムであり、大型機械等の影響を受けずに安定したデータの転送を可能とします。

[実工事への適用]

発破掘削方式を採用する道路トンネル（平面線形：R=250m区間を含む）において、壁面変位の計測に本システムを適用しました。トータルステーションの移設に要した時間は、新しい測点の設置作業を含めても、15 分程度と非常に短時間となりました。計測データの転送についても、概ね 150m 以内の間隔で中継機を配置することで、トンネル線形に拘らず、切羽から坑外まで安定してデータが転送されることを確認し、リアルタイムに地山挙動を把握することができました（図 4）。また、トンネル発破にともなう計測中断時間は、掘進 1 サイクル 6 時間（削孔、装薬、発破、ズリ搬出、吹き付け、支保工、ロックボルト）当たり、車両退避等による 30 分程度であったことから、地山挙動を連続的に監視するうえで大きな支障とはならず、実用性に問題がないことも確認しました。

今後、地山が脆弱な山岳トンネル工事に対する地山挙動の連続監視技術として、本システムを展開していくとともに、早期開通が求められるリニア中央新幹線や復興道路等の山岳トンネル工事に対して、急速施工にも寄与する技術として積極的に提案していきます。

<本件に関するお問い合わせ先>

株式会社奥村組

東日本支社 土木技術部

安井 啓祐（やすい けいすけ）

TEL : 03-5427-8582 / E-mail : keisuke.yasui@okumuragumi.jp

マック株式会社

宮原 宏史（みやはら ひろふみ）

TEL : 047-371-3191 / E-mail : miyahara.mmic@fork.ocn.ne.jp

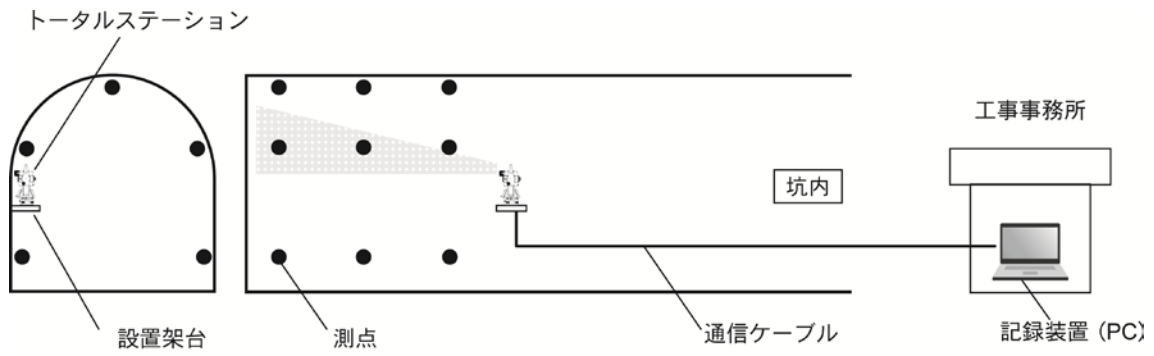


図1 従来（有線方式）の壁面変位計測の模式図

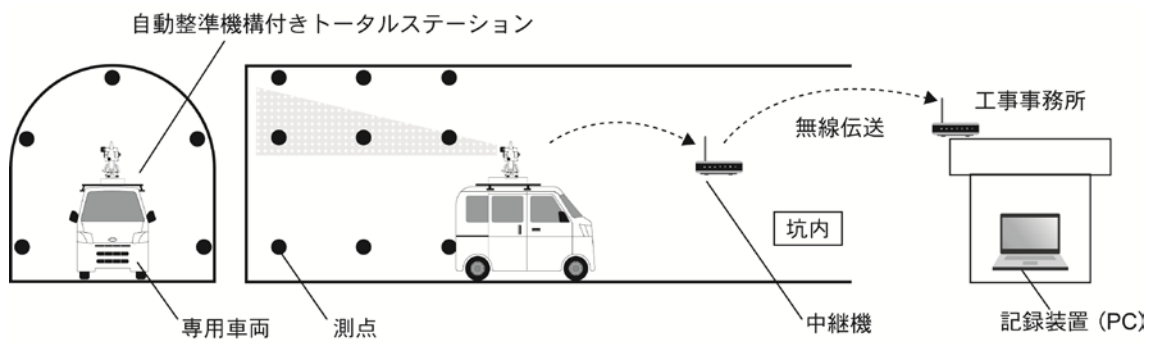


図2 移動式坑内変位自動計測システムの模式図

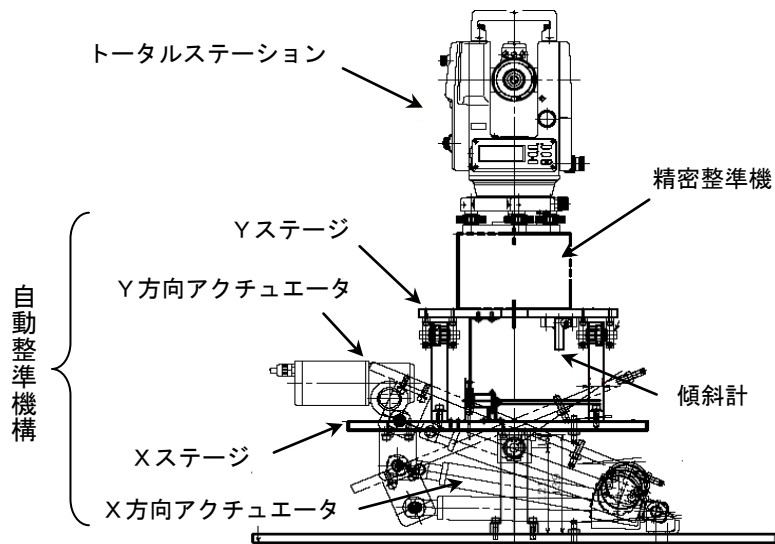


図3 自動整準機構付きトータルステーション



写真1 本システムによる計測状況



写真2 中継機

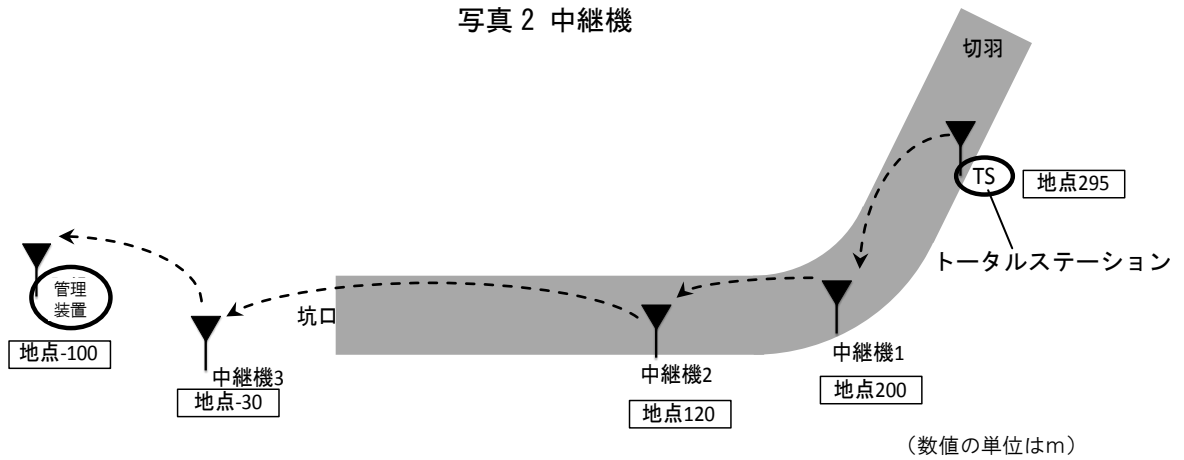


図4 実工事での中継機の設置位置 (坑口からの距離)