

## 低土被りのトンネル掘削における微小電位観測による地表面モニタリングについて

株フジタ	正会員	村山秀幸	伊藤由明
北海道開発土木研究所	正会員	伊東佳彦	日下部祐基
同上	正会員	伊藤憲章	

## 1. はじめに

低土被りのトンネル掘削工事，特に土砂地山の都市NATM等では，掘削の影響が地表まで及ぶためトンネルの安定性を確保すると同時に，周辺環境への影響を随時把握し施工に反映することが重要となる．通常，トンネル周辺の地表面計測としては，3次元光波測距儀を用いた手動の変位計測が主流となっている．しかしながら，急激な地表の沈下現象や周辺の既設構造物への影響を念頭に置いた場合，緊急事態対応としてリアルタイムに地山挙動を把握できることが望まれている．一方，現況の計測機器を自動化し十分な計測ポイントを配置すると非常に高額となり，対費用効果の観点から採用されづらい．よって，低土被りや土砂地山のトンネルでは，施工中にトンネル掘削に伴う地表面への影響やトンネルの安定性を安価で簡易な観測システムによりリアルタイムに評価可能となることが望まれる．

筆者らは，岩盤崩落や地すべり等の地盤災害を予測するために地盤の微小な電位変動に注目して観測する手法について，各種室内実験での計測や切土のり面の施工現場での観測に基づき検討を進めている<sup>1)~3)</sup>．

本稿では，微小電位観測を低土被りのトンネル施工現場に適用し，トンネル掘削に伴う周辺地山の挙動モニタリング手法として微小電位観測の適用性を検証したので，その概要を報告する．

## 2. トンネル概要と観測概要

対象トンネルは，最大土被り約22m(トンネル掘削幅Dに対して約1.5D)で延長約160mの道路トンネルである．トンネル地質は，中生代白亜紀上部の泥岩で造構造運動に伴う変質・変成作用を強く受け土砂化しており現地では破碎泥岩と称している．なお，この破碎泥岩の分布する周辺の傾斜地や切土のり面では地すべり・崩落現象が多発している．

微小電位観測は，図-1に示すように起点側坑口(トンネル出口側)周辺のトンネル路線上の地表面に電極を埋設して実施した．用いた電極は，直径20mm，長さL=500mmの銅製の棒状であり，コ

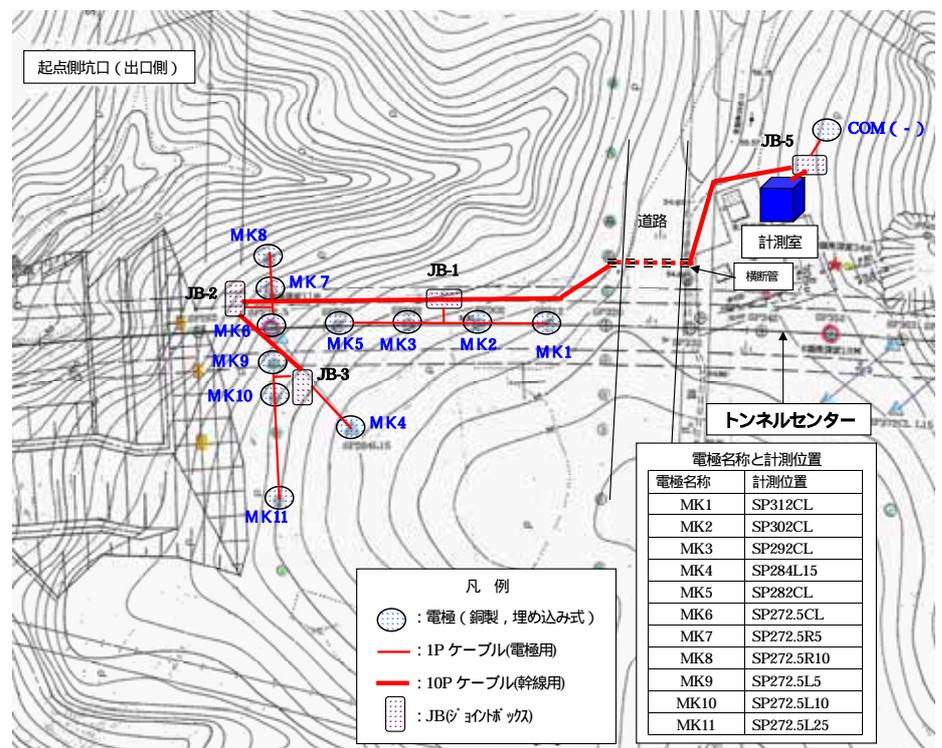


図-1 トンネル路線上の地表面における微小電位観測機器の配置図

アドリルで地表面を直径50mm，孔長L=600mm削孔して電極を挿入し，接地抵抗低減剤で孔内を充填することによって電極の固定と電極と大地の接地抵抗の低減を図った<sup>4)</sup>．電位観測には汎用データロガー(入力範囲: ±2V, A/D変換分解能: 20bit, メモリ容量: 20MB)を用い計測頻度は10秒とした．一方，図-1に示した計測室

キーワード：トンネル，低土被り，土砂地山，微小電位観測，現場計測

連絡先：〒243-0125 神奈川県厚木市小野2025-1 tel046(250)7095, fax046(250)7139

近傍にも同一の電極を埋設し、この電極をデータロガーの各測定チャンネルの負極に繋いで共通電極(COM(-))とした。すなわち、本観測では各電極と共通電極間に発生する地盤の電位変動を常時モニタリングしていることになる。

### 3. 観測結果

図-2にトンネルセンター直上における微小電位観測結果を作業状況と対比して示す。図より、電極MK6が他の電極と傾向がやや異なるが、GW休暇中の電位変動は非常に小さく、トンネル掘削中は様々な作業に伴う電位差変動が観測されていることがわかる。一方、5/8,5/31~6/1にまとまった降雨があり、各電極は降雨の影響を強く受けている。

図-3に、上半切羽掘削開始時間と微小電位変動を対比して示す。図より、掘削開始から2~3時間後に、掘削の影響と考えられるパルス状の電位差(正極側に凸)が3~6時間程度継続して発生しており、その電位差は電極MK5で最大20mV程度となることがわかる。この段階で電極MK1,2,3は切羽が既に直下を通過しており、電極MK1,2では電位変化がほとんどなく、切羽からの距離に近い電極MK5,MK3,MK6の順で変化が大きい。よって、発生する電位差と電極から切羽までの距離には相関性(電位変化の距離依存性)があることが示唆される。一方、坑内の溶接作業時には短周期の比較的大きな電位差が発生しており、高電圧を用いる人為的な作業が観測結果に影響を及ぼすことがわかる。

### 4. おわりに

本稿では低土かぶりのトンネル施工現場において微小電位観測による地表面モニタリングを実施し、切羽掘削に伴う顕著な微小電位の発生について報告した。掘削に伴い発生する微小電位差は、最大20mV程度とごく小さいが、切羽との位置関係から距離依存性を有する可能性を示唆した。今後、地表面変位や施工サイクル等と対比して、微小電位観測のトンネル地表面モニタリングへの適用性をさらに検討する計画である。

【参考文献】1) 日下部他：岩盤破壊時の微電圧測定実験，第34回地盤工学研究発表会，pp.2171-2172，1999.7. 2) 河口他：地電位観測を利用した地盤災害の予測技術の開発(その2 模擬斜面の崩壊実験) 第36回地盤工学研究発表会 2001.6. 3) 加藤他：切土のり面の表層崩壊現象に伴う地電位変動について，第38回地盤工学研究発表会，2003.7. 4) 加藤他：微小電位計測による岩盤崩落監視技術に関する基礎的研究 - その1：電極材料と電極設置方法に関する検討 - ，土木学会第33回岩盤力学に関するシンポジウム，2004.1.

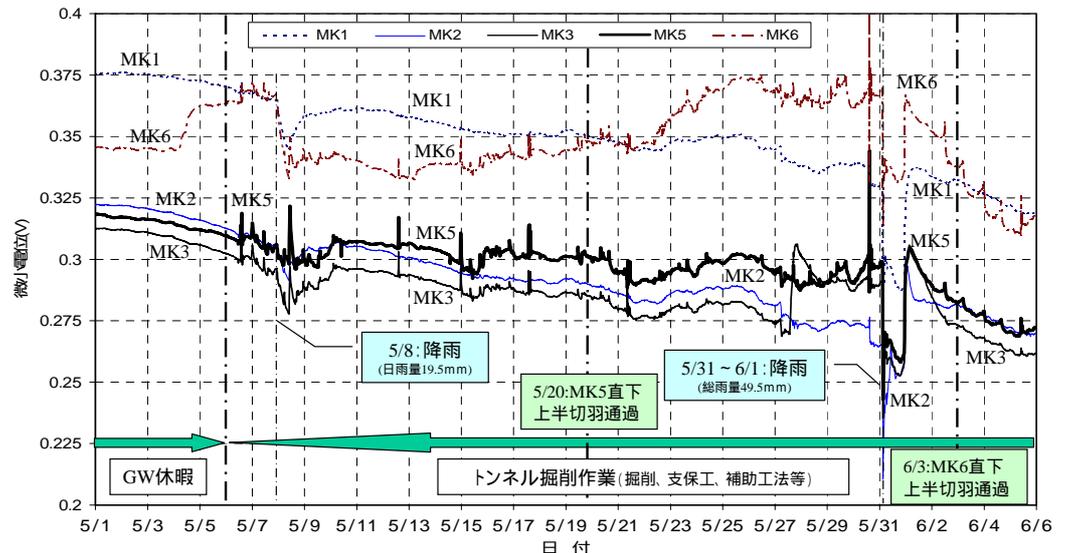


図-2 トンネルセンター直上の電極における微小電位変動(5/1~6/6,10分値表示)

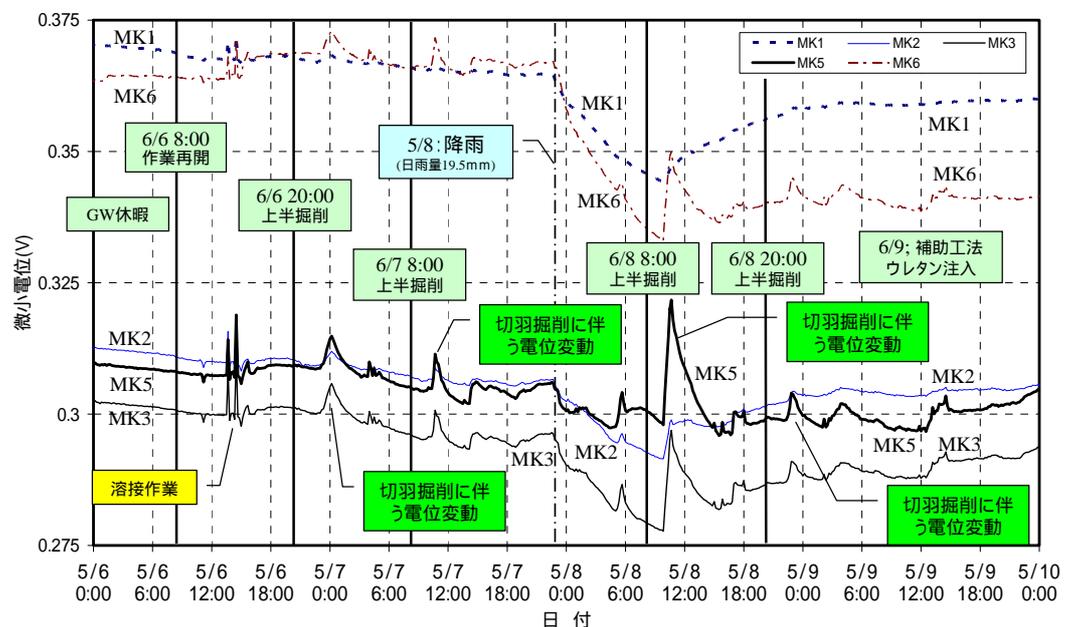


図-3 上半切羽掘削開始時間と微小電位変動の対比(5/6~5/10,10分値表示)