

切土掘削時におけるのり肩の GPS 三次元変位計測

山口大学大学院	学	○山口文司	生田圭介
山口大学大学院	正	中島伸一郎	清水則一
飛島建設株式会社	正	松田博朗	筒井隆規

1. はじめに

近年，斜面の安全管理を目的とした現場計測技術として GPS (Global Positioning System) を用いた変位計測システムが開発され，多くの現場で適用されている¹⁾．さらに，GPS の変位計測精度がミリオーダーにまで向上したことで，GPS 変位計測システムは単なる動態監視ではなく，施工状況の判断を支援するシステムとして，情報化施工に活用されるようになってきている²⁾．そこで，本研究は，切土掘削時におけるのり肩の三次元変位を GPS 変位計測システムで計測し，その計測結果にもとづいて施工状況とのり肩変位との関係について考察した．

2. 現場状況への最適化とコスト縮減のための設計変更

2.1 現場概要

計測現場は県道山口宇部線道路改良工事(小郡トンネル)における起点側のトンネルの開削部分である．道路建設のために，トンネル坑口部から約 160m にわたり切土を行った．図-1 に開削工事前後の現場写真を示す．



(a) 開削工事前

(b) 開削工事後

図-1 現場写真

2.2 当初設計と実施設計

本現場における切土のり面保護工は，当初，もたれ式擁壁が計画されていたが，現場では想定された以上に良好な岩盤が見られたため，より軽易な吹付のり枠に設計変更された．さらに安全確認のため，切土のり面肩部を GPS 変位計測システムにより動態監視しながら開削工事を進めた．

2.3 計測計画

GPS 変位計測は，2009 年 4 月 24 日から開始した．図-2 に，GPS 受信機の配置状況を示す．図は，土砂部分の切土を行い，岩盤掘削を始める前の状態を表している．トンネル坑口は図面右端に位置し，その傍に計測点 G4 を配置した．図面中央，計測点 G6 と G7 の上方と，計測点 G5 の左上方に示す青線部が，岩盤掘削範囲である．計測上の座標軸は，道路縦断方向を X 軸，横断方向を Y 軸，鉛直方向を H 軸と定義している．

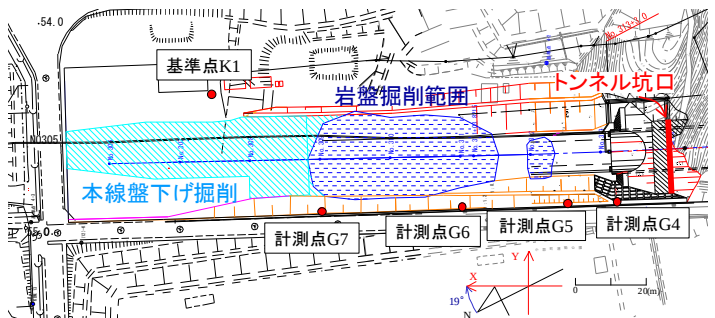


図-2 GPS 受信機設置状況

3. 計測結果に基づくのり肩の挙動分析

3.1 計測結果

計測期間は 2009 年 4 月 24 日～2009 年 7 月 17 日である．図-3 に，一例として計測点 G6 の GPS 変位計測結果を示す．図中の縦軸は，X, Y, H 軸方向の計測開始時点からの変位量を示している．横軸は，時刻を示しており，後述する表-1 の変位ベクトルの区間分けと対応している．

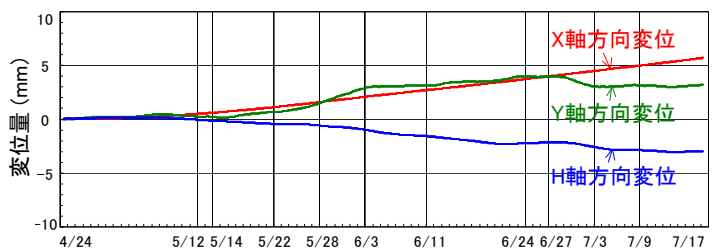
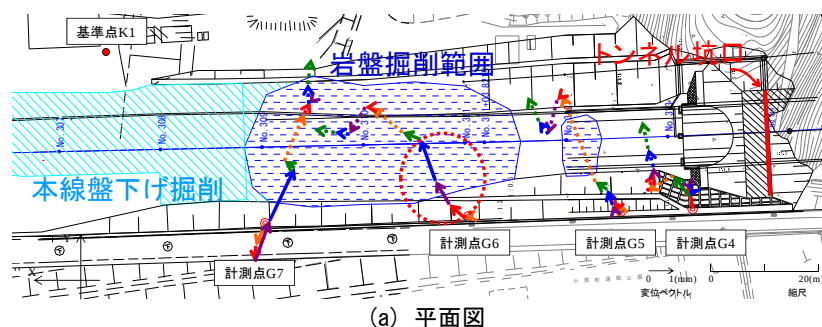
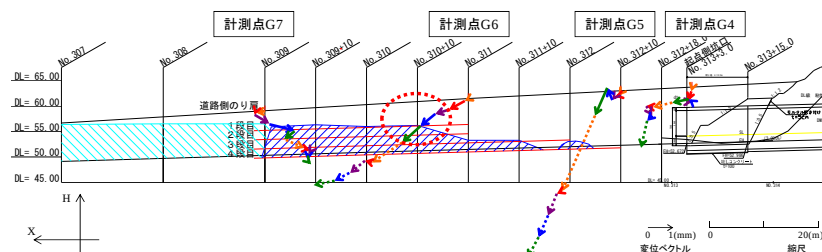


図-3 GPS による 3 次元変位計測結果(計測点 G6)



(a) 平面図



(b) 縦断面図

図-4 変位ベクトル

表-1 変位ベクトルの区間分け

計測期間	施工状況	線色
5/12 ~ 5/13	掘削重機試運転	橙線
5/14 ~ 5/21	割岩1段目	赤線
5/22 ~ 5/27	割岩2段目	紫線
5/28 ~ 6/2	割岩3段目	青線
6/3 ~ 6/10	岩盤清掃	緑線
6/11 ~ 6/23	割岩4段目	橙点線
6/24 ~ 6/26	法面整形	赤点線
6/27 ~ 7/2	岩盤清掃	柴点線
7/3 ~ 7/8	坂路設置	青点線
7/9 ~ 7/17	モジュラーチ設置	緑点線

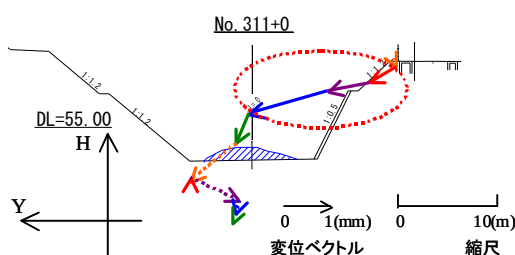


図-5 計測点 G6 変位ベクトル(横断面図)

3.2 挙動分析

計測結果をもとに変位ベクトルを作成し、施工状況とのり面変位の関係について考察した。変位ベクトルの区間分けは、施工状況にあわせて表-1のように設定した。作成した変位ベクトルを平面図と縦断面図に記したものを図-4に、計測点 G6 の横断面図に記したものを図-5に示す。図-4より、全計測点で、変位は岩盤掘削範囲に向かって発生していることがわかる。特に、計測点 G6 に着目すると、割岩 1～3 段目(図-4, 5 の赤点線部)で、岩盤掘削範囲に近い計測点は、岩盤掘削の影響で切土のり面は掘削範囲の方向に向かって挙動を示し、さらに岩盤掘削が深くなるにつれて変位量が大きくなる挙動を示していることがわかる。図-4より、多少の違いはあるが、岩盤掘削範囲に近い計測点 G7 でも同様の挙動を示している。計測点と岩盤掘削範囲の位置関係から考えると、計測点は直近の掘削が進むにつれ、周辺の掘削量が多くなるにつれ、計測点に対する押さえ荷重の除荷による影響が大きくなるので、上記の挙動を示していると考えられる。また、図-4(b)より、計測点 G4, G5, および G6 の変位ベクトルは、のり面高さが高いほど急勾配な挙動を示している。計測点とのり面高さから考えると、のり面が高い場合に、周辺の掘削による影響を受けた時、のり面下部にかかっている自重が大きいため、のり面上部にある計測点に H 軸方向変位が大きくなるので、上記の挙動を示していると考えられる。

4. 結論

本研究は、切土掘削時におけるのり面の三次元変位を GPS 変位計測システムで計測し、その計測結果にもとづいて施工状況とのり面挙動との関係について考察した。その結果、岩盤掘削範囲に近い計測点は、直近の掘削が進み、掘削量が多くなるにつれ、顕著に変位が生じていることを確認した。また、掘削の影響が少なくても、のり面高さが高い場合には、変位は表れているものと考えられる。なお、岩盤清掃期間など、掘削を行っていない期間中も、変位はほぼコンスタントな速さで発生しており、のり面にクリープ的な変形が発生している可能性もある。今後は、以上のような GPS 変位にもとづく挙動分析から、のり面の安定性を評価する手法を検討し、情報化施工のシステムへとつなげていく必要がある。

参考文献

- 1) 松田浩朗, 足立寛, 西村好恵, 清水則一: GPS による斜面変位計測結果の平滑化処理と変位挙動予測手法の実用性の実証, 土木学会論文誌, No.715/III-60, pp.333-343, 2002.
- 2) 平野宏幸, 白田芳彦, 神澤幸治, 宮田和, 清水則一: 地すべり地におけるトンネルの切羽補強工と早期断面閉合による変位抑制に基づく情報化施工, 土木学会論文誌, Vol.65, No.3, pp.364-380, 2009.
- 3) 渡正亮, 藤原明敏: 地すべり斜面に対する考え方と調査計画の立案, 基礎工, Vol.4, No.3, pp.20-29, 1976.