

頁岩が介在する長大切土のり面の掘削時挙動と安定対策工実績

国土交通省 九州地方整備局 川内川河川事務所

久保 朝雄

鹿島建設株式会社 九州支店 鶴田ダム増設減勢工(事)

正会員 後閑 淳司

鹿島建設株式会社 技術研究所

正会員 稲葉 武史

鹿島建設株式会社 土木設計本部

正会員 ○伊藤 弘之

1. 概要

切土のり面の掘削勾配や補強工は、事前調査で得た地山性状から設計されているが、想定と異なる地質の出現や部分的な地質構造の影響により掘削時に変位・変状が発生することがある。長大切土のり面における変位・変状の進展は安全性や経済性に大きく影響することから、動態観測を実施し状況に応じた対策を行うことが重要である。

今回、延長約 100m 最大直高約 100mの長大切土のり面の掘削において自動計測等による地山挙動の常時監視を行い、法面下部に存在する頁岩優勢の破碎帯に起因した変状傾向を早期に把握することができた。本報では、計測監視方法を示し、掘削完了までの地山挙動と対策工施工実績について報告する。

2. 掘削法面の概要

鹿児島県の川内川水系川内川に位置する鶴田ダムでは洪水調節容量を増量する再開発事業を施工中で、堤体下流に減勢工を増設するため法面掘削を伴う(図-1)。

地形状況は、河川からの比高約 100mで 40°~45°の勾配を有する。掘削対象区間の延長は、堤趾付近より河川方向に約 100mである。上部永久法面部は勾配が 1:1.0~1:0.8 で、鉄筋挿入工、グラウンドアンカー、法枠で補強されている。今回、構造物構築後に埋戻される勾配 1:0.5~1:0.3 の下部仮設法面部を鉄筋挿入工併用で掘削した。

地質概要は、中生代四万十層群の砂岩頁岩互層を基盤とし、その上部は第四紀火砕流堆積物と段丘堆積物で構成されている。地層の走向傾斜はいわゆる「受け盤」構造で、トップリング挙動や塊状砂岩部のクサビすべり挙動が想定される法面である。また、過去に崩落を繰り返した法面であり、掘削時の法面挙動監視が重要である。

3. 法面挙動監視

下部掘削工事に伴う法面の挙動を迅速に把握するため、自動計測機器を設置して監視した。先行して掘削された上部法面には GPS センサーを法面全体に分散配置し、地表面の 3 次元変位を継続的に計測した。重点監視測線には伸縮キーワード：長大切土のり面、動態観測、地すべり対策、頁岩

連絡先：〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 Tel：03-6229-6661 Fax：03-5561-2153

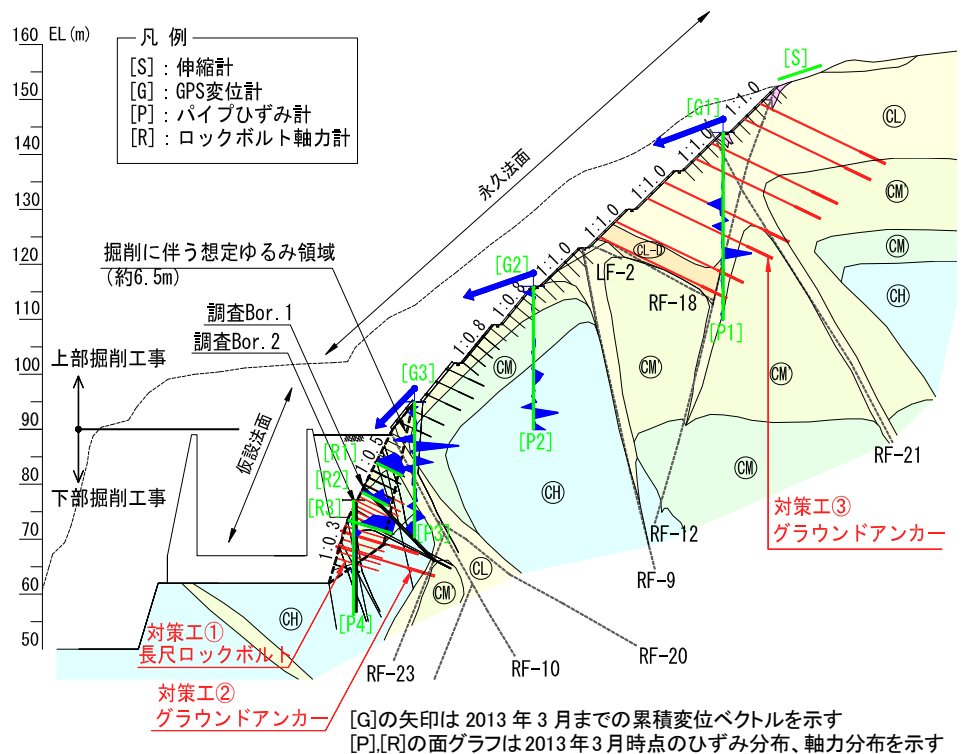


図-1 主測線における掘削断面

計、パイプひずみ計を設置し、下部掘削法面にはロックボルト軸力計を設置した。

計測機器による計測値は、通信回線を経て転送され、1時間毎に更新されたデータを Web 上で閲覧できる。

GPS 変位、パイプひずみ計、伸縮計及びロックボルト軸力計について管理基準値を設定し、計測データが管理基準値を超えた場合、即時に携帯電話メールの配信、現場警報機の警鳴を発する変状速報システムを導入した。

掘削に伴って得られる法面のスケッチやパイプひずみ計設置時のボーリングデータ、パイプひずみ計及びロックボルト軸力計の観測結果を地質情報データとして随時 3D-CAD にて整理し、計測機器の計測データとともに、定期的(1回/週)に評価した。これらの挙動監視は現在も継続している。

4. 掘削時の挙動

下部掘削を 2011 年 4 月より開始したが、6 月、7 月の大雨(雨量: 1 時間最大 55mm・累計 351mm, 1 時間最大 88mm・累計 375mm)により切出し部のロックボルト軸力が増加した。その後も計測値は微増を続け 2 次管理値を超える恐れが出たことから、以下の追加対策を速やかに決定した(対策工①)。

- ・ロックボルトの高密度化 D19@2.25m² → D25@1.44m²
- ・ロックボルトの長尺化 L=3m → L=6~8m
- ・調査ボーリングと孔内観察

斜孔のボアホールカメラ調査結果より、軸力値増加の原因は、多数存在する受け盤、流れ盤両方の開口亀裂が、掘削に伴う応力解放と重力の作用で緩んだものと推定した。開口幅の累積量と深度との関係から、表層の緩みが顕著となるのは、主測線で深度 6.5m であることから、ロックボルト長さを 8m とした。ロックボルト配置間隔は軸力計、孔内観察結果からすべり線を想定し、岩盤物性を逆解析により求めて設計した。

その後は変位が落ち着き掘削を進めたが、11 月頃から GPS 変位の速度が増加し、パイプひずみ計およびロックボルト軸力計の値も掘削に同調して増加する傾向にあったものが、掘削を停止しても増加が止まらない傾向となった(図-2)。変位の原因を頁岩優勢の破碎帯と判断し、その付近にグラウンドアンカーを追加施工することを検討し施工した(対策工②)。グラウンドアンカーの配置間隔、緊張力は軸力計からすべり線を想定し、岩盤物性の逆解析により求めて設計した。

上記の対策を施工しつつ 2012 年 7 月に最終掘削を終了し、構造物を施工中である。上部法面については、掘削終了後も GPS 変位、パイプひずみ計の計測値増加がみられることから、上部法面全体にグラウンドアンカーを追加施工することとし、現在施工中である(対策工③)。

5. 結言

動態観測により変状傾向を早期に把握し、掘削面のゆるみ領域やすべり面を推定することができたように、常時計測による挙動監視は、長大のり面を伴う大規模掘削工事において安全確保の基礎資料として不可欠であると考え。現在は上部法面の対策工を進めているが、法面挙動監視は構造物施工完了まで継続する予定である。

なお、本工事の施工は、地質学的評価について(株)建設技術研究所、対策工の設計について日本工営(株)の協力を得て実施していることを付記し謝辞とさせていただきます。

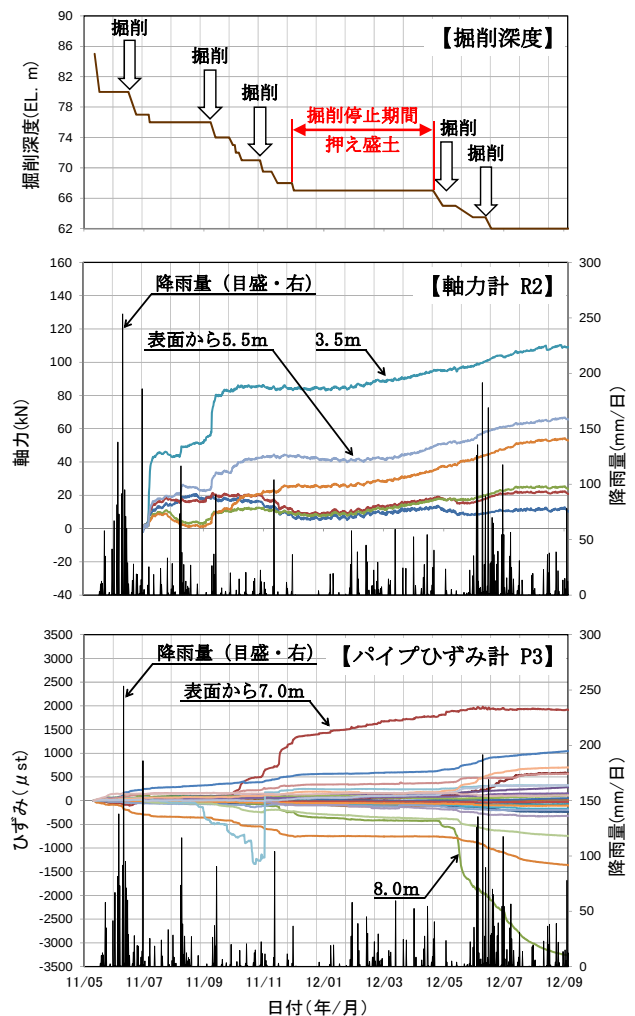


図-2 掘削深度と計測値の経時変化