

結晶片岩地域での長大切土工事におけるのり面安定対策工の実施例

西松建設(株)西日本支社 正会員 ○餅井 忠大 久野 高敬
西松建設(株)技術研究所 正会員 佐藤 靖彦

1. はじめに

新東名高速道路の豊田東 JCT～浜松いなさ JCT 区間のうち愛知県と静岡県との県境地域において、高さ約 60m の大規模な切土掘削を行った。当該地は中央構造線の南側の三波川帯の地質構造に位置し、片理が発達した結晶片岩が主体的に分布しており、切土工事施工時ののり面崩壊発生が懸念された。施工中は動態観測による情報化施工にて地質状況と地山の挙動を常に把握し、切土の進捗に応じて適切な対策を講じた。本報告では、のり面安定検討の方法と施工段階毎に講じた対策工の選定および施工方法について報告する。

2. 工事概要

新東名高速道路新城工事のうち、愛知県と静岡県の県境部における切土工事は、最大高さ約 60m を勾配 1 : 0.8～1 : 1.2 にて 8 段切土する計画である。事前検討ならびに施工中の挙動から、結晶片岩の中には断層を伴って様々な規模の破碎帯が認められたため¹⁾、下り線においては事前調査・検討および対策工に加えた 2 回の調査・対策検討を行い施工に至った。最終的には 2 度の頂部排土とグラウンドアンカー1,066 本、地下水位低下を目的とした水抜きボーリングと集水井 2 基等の対策工を実施した。切土および対策工の平面図を図-1 に示す。

3. 事前検討

層状破碎帯のサンプリング試料を用いて一面せん断試験を行い切土時の地山安定性を評価し、次頁に示す設計条件を基に計画安全率 (Fs=1.2) を満足する対策工 (グラウンドアンカー) の検討を行った。のり面安定性の評価は安定計算式に修正 Fellenius 法を用いて行った。3 測線の検討断面より、第 3～5 段目各のり面に 3 本×3 段=9 本のアンカーを配置することに決定し、第 1 期施工として対策を講じることとした (表-1, 図-2)。

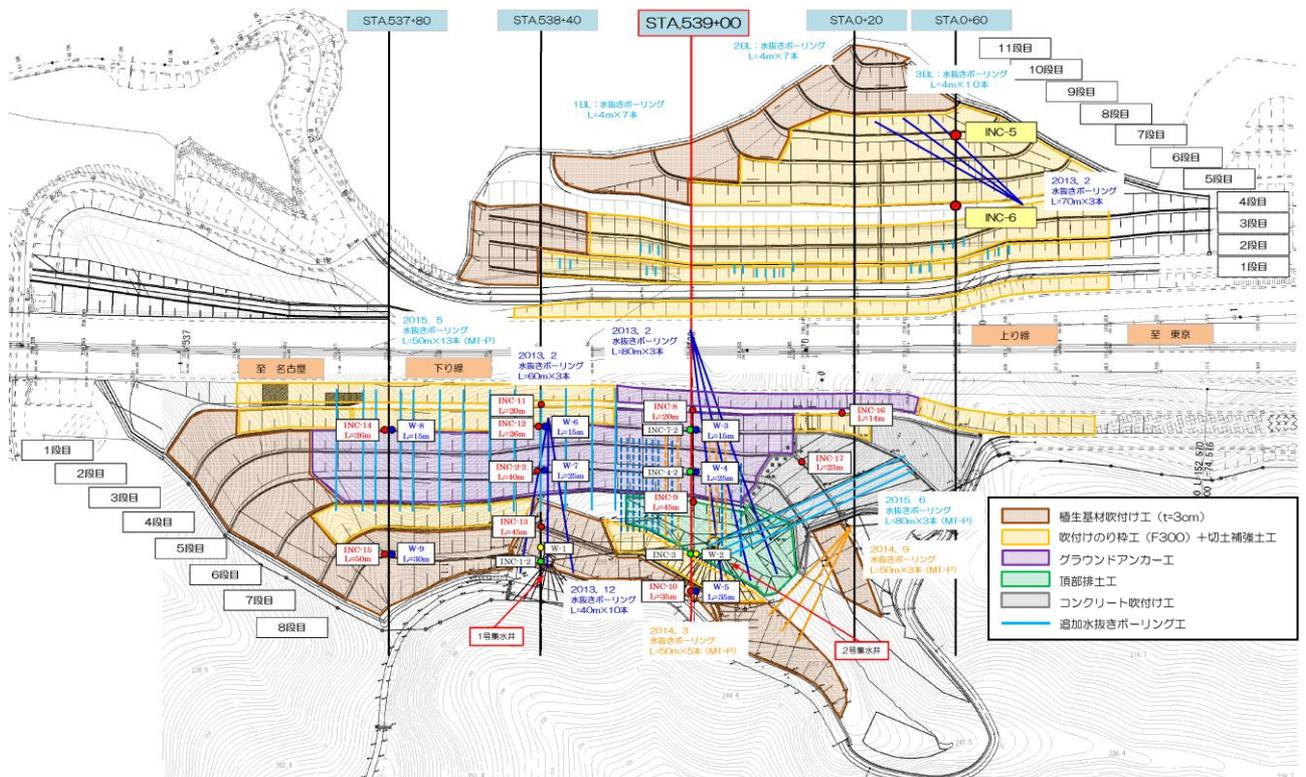


図-1 切土平面図 (対策工・調査工含む)

キーワード 結晶片岩, 長大切土, 地すべり, 対策, グラウンドアンカー

連絡先 〒540-8515 大阪府大阪市中央区釣鐘町 2-4-7 西松建設(株)西日本支社 TEL 06-6942-8855

- ・設計アンカー力 $T_d=800\text{kN}/\text{本以下}$
- ・切土のり面表面の地盤反力度 $q=300\text{kN}/\text{m}^2$ 以下

4. 掘削時の変状と対策工

掘削施工・監視を進める中で、事前対策工を含めて大きく3回の調査・検討を行った。工事一時中止を含む2度の地山挙動・すべり面の変化に遭遇したが、各々の段階で状況に応じた対策工を実施することができた(表-2)。

(1) 第2期施工(第2,3のり面)

想定するすべり面の連続性を確認するための追加調査ボーリング(INC-7)結果を既往調査に反映し、新たなすべり面を設定した。地盤定数の考え方、頂部排土有無、排土規模(幅杭内外)、必要抑止力など比較検討した結果、土圧軽減のために幅杭外を含む6段目までの頂部排土を行ったうえに3段目アンカー仕様の変更および2段目アンカー、水抜きボーリングの追加を決定、施工した(図-3)。

(2) 第3期施工(第1,2のり面)

工事再開後、追加対策工と共に路面まで掘削した段階で再び傾斜計の変位が進行する挙動を示した。そのため、新たな急勾配すべり面が発生したと判断し、STA.539+00を中心とする影響範囲170m区間に更なる対策工を検討した。検討の結果、すべり面の上下および起終点の擦り付け部にアンカーを、更に頂部の掘り下げ(排土)および集水井2箇所を追加することとした(図-3)。

これらは、流れ盤(傾斜 $10\sim 30^\circ$)となっている節理に沿った繰り返し深度化に伴うすべり面の成長によるものとする。三波川帯では、道路土工の施工段階において想定よりも深い位置にすべり面が現れ、対策工が大規模となった事例が幾つか報告されており、破砕質な岩盤からなり、深部でも岩質は良くならないこと、すべり面角度が $10\sim 30^\circ$ と緩いことが共通点である。

(4) グラウンドアンカーの挙動

路面までの掘削完了以降、STA.539+00を挟む70m区間に設置した荷重計の上昇が収まらず、設計アンカー力(T_d)を超過するアンカーが確認された。そのため、リフトオフ試験により周辺アンカーの傾向と範囲を確認し、荷重上昇の範囲を絞り、除荷用の増し打ちアンカーを打設、全てのアンカー施工完了後に改めてリフトオフ試験を行い、事前に定めた所定アンカー力($T_a \times 80\%$)を超過していた5本のアンカーについて除荷を行った。

7. まとめ

本工事では、すべり変状を事前に予測することが難しい結晶片岩の切土において、地山の挙動に応じた適切な対策工を段階的に講じたことで、大きな地すべりもなく工事を完了することができた。同様な工事において参考になれば幸いである。本工事にあたりご指導いただいた中日本高速道路(株)豊川工事事務所はじめ関係各位に感謝いたします。

参考文献： 1) 久野ら：結晶片岩地域での長大切土工事における地質調査とのり面挙動計測，土木学会第71回年次学術講演会，第VI部門，2016(投稿中)。

表-1 事前設計検討結果(第1期施工)

検討断面	D,CLとCM境の出現位置	無対策最小安全率 すべりの起点	対策後安全率	必要抑止力 (kN/m)	アンカー仕様		独立受圧板
					配置ピッチ	アンカー力本数	
STA.539+00	2段目上	0.899 2段目肩	1.22	2,296.3	縦3.0m 横2.5m	626.9kN/本 214本	KIT19S-670L
STA.538+40	2段目上	0.921 2段目肩	1.30	2,265.4	縦3.0m 横2.5m	589.1kN/本 216本	KIT19S-670L
STA.537+80	最下段上	0.991 1段目肩	1.39	2,260.2	縦3.0m 横2.5m	639.7kN/本 205本	KIT19S-670L

表-2 法面対策工の経緯

施工段階	対策位置	すべり面設定の根拠	対策工
第1期施工 当初想定すべり面	第4.5のり面 第3のり面(上段)	調査ボーリングにて設定	グラウンドアンカー
第2期施工 新たな深いすべり面	第3のり面(下2段) 第2のり面	傾斜計の挙動 追加ボーリングにて設定	グラウンドアンカー、頂部排土、 水抜きボーリング
第3期施工* 急勾配すべり面の想定	第2のり面 第1のり面	傾斜計の挙動 荷重計測値により設定	グラウンドアンカー、頂部排土、 水抜きボーリング、集水井、荷重除荷

*: 傾斜計の変局点等から複数のすべり面を想定し、最も安全率の低いすべり面を設定

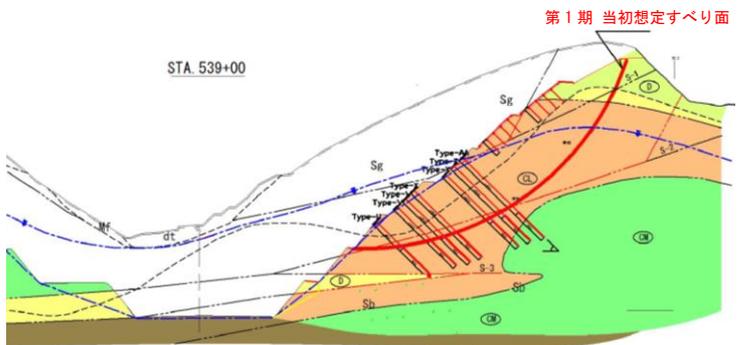


図-2 対策工断面図(第1期施工)

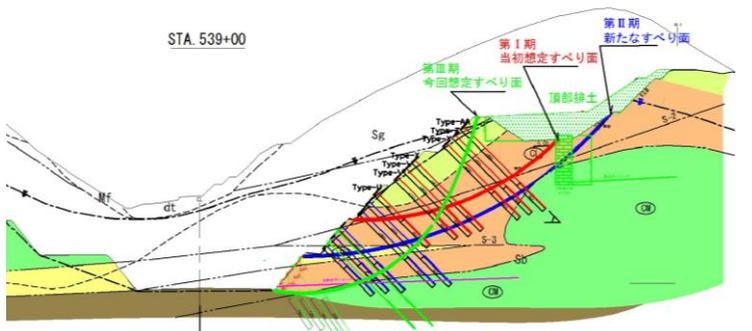


図-3 対策工断面図(第2,3期施工)