

第二東名東上トンネル到達側坑口部における地すべり対策工について

中日本高速道路㈱ 豊川工事事務所 川上光雄 中井義政 阪口智彦
 清水建設㈱ 東上トンネル作業所 正会員 ○宇山有士 細井卓 高杉 英則
 応用地質㈱ 中部支社 増田三男 野溝昌宏

1. はじめに

第二東名高速道路東上トンネル他1トンネル工事における東上トンネルは、上り線812m、下り線815mの双設トンネルである。トンネル到達側坑口部は大規模な地すべりブロックの存在が判明し、トンネルを施工するにあたり掘削時の安全と供用後の恒久的な斜面の安定を確保することが課題であった。ここでは、このトンネル施工における地すべりの経過とその対策について報告する。



2. 地すべり分布とトンネル施工による影響

地すべり形態は層境の粘土層をすべり面とした風化岩すべりでありその分布はA, B, Eの3ブロックといくつかの崩壊地から成っている(※写真-1)。

トンネルとの位置関係は、下り線側がA, Bブロックの重なっている部分を通る形となっており(※図-1)、掘削により地すべり土塊を貫通することから下り線掘削が地すべりに与える影響を解析し、必要な対策工の検討を行った。

3. 地すべり対策の検討経緯

地すべり対策の検討にあたり対象とする地すべりブロックをB, Eブロックとし、Aブロックは近年活動形跡がないため影響を受けないものとして対象から除外した。そして施工前の孔内傾斜計観測で変位が認められなかったことから地すべり滑動は安定していると判断して現状の安全率をFs=1.20に設定し、下り線掘削による地すべり面の欠損に伴う抵抗力低下を想定した安定解析を行い、安全率Fs=1.20を確保するために必要な対策工として「Bブロックの頭部排土及び下部斜面の押え盛土工」を選定し実施した。しかし先行している上り線側の坑口部の掘削によってAブロック

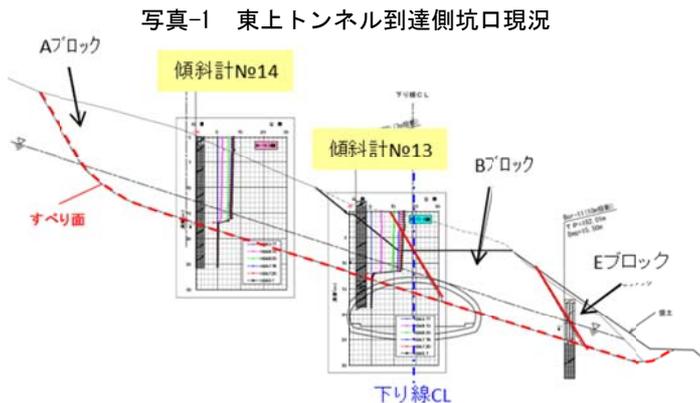


図-1 地すべりブロックとトンネル位置

孔内傾斜計に変位が観測された。当初想定していなかったAブロックの滑動は、トンネル掘削時の緩みの影響によるものとみられ、対策工の再検討を行った。対策工は、安定解析から選定する地すべり抑止対策の他、地山の緩みによる地すべりへの影響が想定されることから、トンネル掘削時の緩み抑制対策について検討した。そのため下り線掘削は、地すべり影響範囲到達時点で一時中止とした。

キーワード：坑口部、地すべり、孔内傾斜計、グラウンドアンカー工、薬液注入工

連絡先：〒460-8580 名古屋市中区錦1-3-7 清水建設㈱名古屋支店土木部 TEL052-203-1498

4. 対策工の概要(※写真-2)

4-1 地すべり抑止対策

Aブロックの滑動を受けて、現状の安全率を $F_s = 0.99$ (滑動中の風化岩すべり) に設定し、Aブロックを含めた全ブロックを対象に下り線掘削による影響と現状の抑制工(頭部排土+押え盛土)を加味して安定解析を行い必要抑止力を算出した。抑止工法としてグラウンドアンカー工を選定し、その仕様は、PC鋼線より線(SFL-6)、設計アンカー力 795.4kN/本、水平間隔 3.0m、アンカー体長 $L = 9.5m$ 、施工本数 $n = 195$ 本とした。初期緊張力は、地すべり抑止を目的としたアンカーの場合設計アンカー力の 40%~80%程度で設定する(【参考文献】による)が、層が厚くルーズな崖錘層の分布による地盤クリープや掘削による想定以上の緩み発生を勘案して設計アンカー力の 100%を導入することとした。

4-2 掘削時の緩み抑制対策

掘削時の過大な地山の緩みによる地すべりへの影響を防止するため、周辺地山の地盤改良工として薬液注入工(二重管ダブルパッカー工法)を選定し、地山強度の増加とすべり面補強及び止水効果による切羽の安定を図った。注入材は対象地盤への適合性や長期耐久性・止水効果を勘案し、1次注入材としてセメントベントナイト、2次注入材として水ガラス系注入材(シリカライザー)を選定した。改良深さはすべり面補強の目的からすべり面下部 3mとし、断面改良厚さは掘削時の発破振動や硬質岩塊ブロックの抜け落ちや除去に伴う地山の緩みを考慮し、最低改良長 1.5mに安全率 2.0 をかけた 3.0mとした(※図-2)。

5. 対策工の効果

上記対策工をすべて施工した後、下り線側のトンネル掘削を再開、地すべり影響区間 63mを掘削し貫通に至った。掘削時の孔内傾斜計観測結果について、対策工実施前の上り線と対策後の下り線掘削時を比較したものを表-1に示す。表の結果より地山は安定化傾向を示し地すべり抑止効果が認められた。アンカー工では、地盤のクリープに伴う緊張力の低下がみられたが、当初の想定通り 100%の緊張力導入が功を奏し、現在では 70%程度の緊張力を有し、安定状態を維持している。



写真-2 対策工の概要

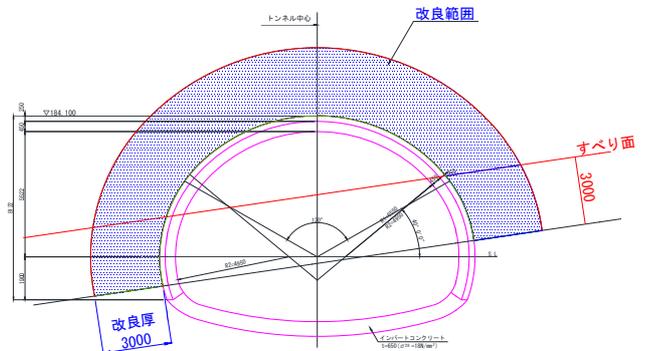


図-2 薬液注入工

孔内傾斜計	上り線	下り線
最大変位速度	1.24 mm/日	0.27 mm/日
期間変位量	14.3 mm	4.4 mm

表-1 孔内傾斜計観測結果

また掘削時の切羽状況は改良・止水効果により自立性が向上し、安定した掘削と進行が得られた。

6. おわりに

トンネル坑口部における地すべり対策工について施工結果をもとに報告した。本報告がトンネル掘削における地すべり対策の設計・施工の参考になれば幸いである。

【参考文献】 グラウンドアンカー設計・施工指針、同解説