

トンネル坑口部地すべりに対する三次元解析を用いた押え盛土対策

中日本高速道路株式会社 細野 泰生
 清水建設株式会社 正会員 ○河田 雅也
 清水・岩田地崎 J V 正会員 木村 厚之
 川崎地質株式会社 橋本 直樹

1. はじめに

中部横断自動車道八之尻トンネルは、甲府盆地西南端部に位置する延長 2,464m の山岳トンネルである。本トンネルの北側坑口部において、大小複数の地すべり土塊から形成される複合地すべり帯の内部を、トンネルが通過する計画となっており、トンネル掘削に伴う緩みの影響で、地すべりの活性化が懸念された。

限られた用地の中で、地すべり土塊毎の安定性を確保する必要があったことから、三次元安定解析を実施し、対策工として押え盛土の最適形状を決定した。また、施工時には、全体地山挙動を早期・適正に把握するため、トンネル掘削と地すべり挙動を全自動計測により統合した総合情報化施工管理システムを構築した。本稿では、対策工概要と、施工時挙動について報告する。

2. 現場概要

坑口付近の地すべり形状を図-1に示す。地質構造は、西八代層群に相当する泥岩 (Ms) および玄武岩溶岩 (BaL) が南側に緩く傾斜して分布しており、甲府盆地礫層 (dg)、地すべり崩積土 (ld) に覆われている。地すべり崩積土は、坑口から南東方向の沢部に層厚 20~25m で分布し、大きな地すべりブロック (土塊①) に小さな2つのブロック (土塊②、土塊③) が内包された複合すべりとなっている。地下水位も地表面下 3m 以浅と高く、トンネル掘削には課題の多い地質である。

3. 三次元解析による地すべり対策工

従来地すべり安定解析は、修正フェレニウス法などの鉛直スライス分割による二次元安定解析により行われることが多かったが、最大層厚断面を対象とした解析が前提であるため、必ずしも経済的な対策工の設計にならないというデメリットがあった。さらに、当該地すべりは、3つのブロックより形成されているため、各ブロックに対し有効な対策工を検討する必要がある一方で、対策工の施工可能な用地が限定されているため、地形の起伏を立体的に解析することで、排土や押え盛土を安定効果の高い場所に合理的に計画する必要があった。

以上の理由から、地すべり安定解析には、三次元解析手法の修正Hovland法¹⁾を適用した。これは、地すべりブロック全体を三角柱コラムで分割して解析する三次元極限平衡法理論解析であり、平面的な地すべりの移動方向をトライアル計算により求め、地すべり全体のバランスを評価できる手法である。

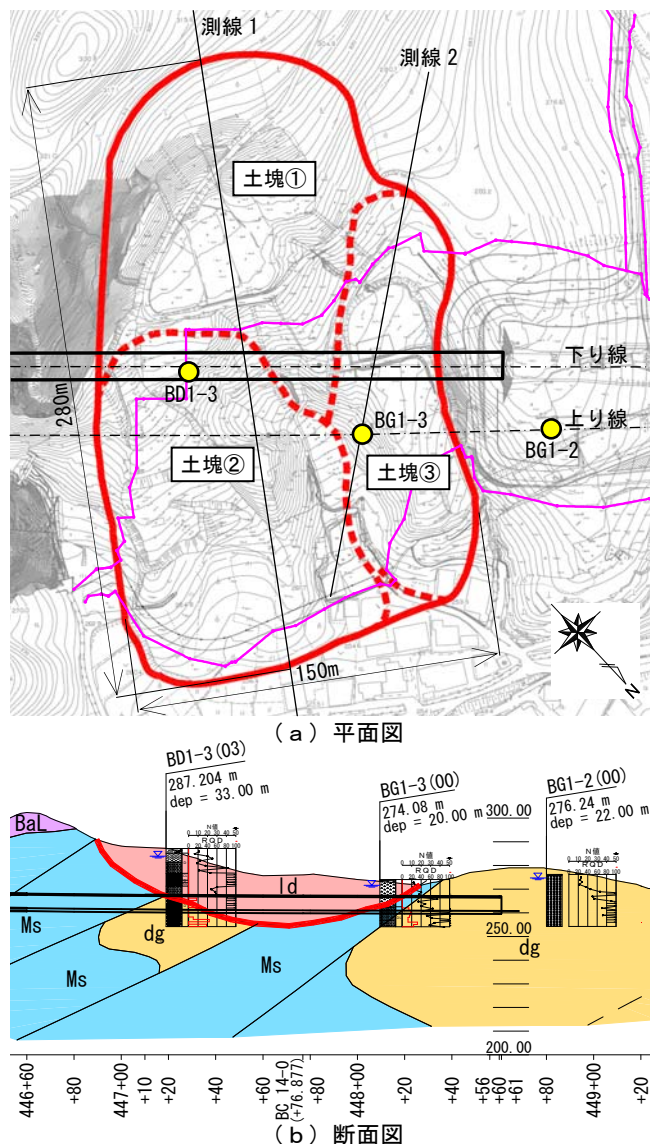


図-1 北側坑口の地すべり形状

キーワード トンネル坑口、地すべり、三次元解析、全自動計測

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦1丁目2-3 清水建設(株)土木技術本部基盤技術部 TEL 03-5441-0554

すべり面の強度は、強風化・風化礫岩の粘土分含有率から残留せん断強度 ϕ を 25° と推定し²⁾、地すべりブロック毎に粘着力 c を逆算により求めた。地すべりの現況安全率は、安全側の値として運動停止中の風化岩すべりの下限値を採用し、 $F_s=1.05$ と設定した。トンネル掘削の影響として、すべり面の欠損および土塊の緩みによるすべり面強度の低下を反映させた解析を行い、計画安全率 1.20 を満足する対策工の仕様を検討した。

検討の結果、土塊①において計画安全率を満足する押え盛土は、土塊③において計画安全率を確保することができなかった(図-2)。これは、土塊①の安全率が盛土を高くするにつれ上昇するのにに対し、土塊③の安全率は、盛土の施工位置と重量バランスの関係から、盛土を高くするにつれ低下することに起因する。

土塊③に対しては、盛土の高さを抑えて集水井工(水位低下 3m)を配置することにより計画安全率を確保できることから、押え盛土の高さを土塊③で低く、その他の部分では高くした段違い盛土とすることにより、土塊①および土塊③の計画安全率を同時に確保できる盛土の形状を検討した。最終的には、押え盛土の重量を確保するため、盛土のり面勾配を $1:1.8$ から $1:1.5$ に立てることで、全ブロックに対して計画安全率を満足させることができた(図-3)。

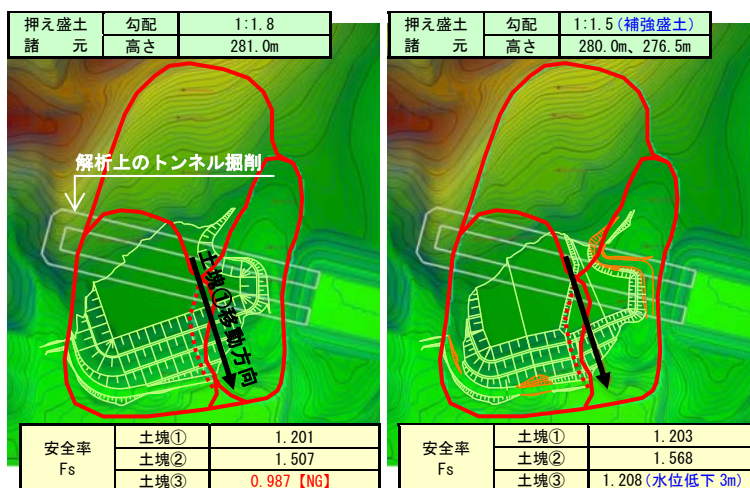


図-2 検討結果(当初)

図-3 検討結果(最終)

4. トンネル掘削時の地すべり挙動

地すべり計測は、地すべり土塊へのトンネル掘削影響把握、地すべりの安定性評価を目的に、図-4に示す項目で実施した。測定頻度は、トンネル計測工A・Bに同調させ、測定間隔を 1hr とする同時自動測定とし、切羽の進捗と合わせて一元管理を行った。

下り線切羽が地すべりブロックを通過した時点の測線1における変位挙動を図-5に示す。なお、この時点で集水井は未施工である。地すべり崩積土の周辺地山は、鉛直変位が卓越するトンネルに向かう変位として現われ、地すべり挙動は見られず、対策工としての押え盛土の効果が確認された。

5. 今後の課題

本解析においては、将来上り線を掘削する際に、水位低下を考慮しない場合の土塊③の安全率が、 $F_s=1.06$ と最も小さくなっている。今回得られた

下り線掘削時の挙動を分析し、上り線の設計・施工計画にフィードバックすることで、安全かつ合理的なトンネル掘削ができるようにしたいと考える。

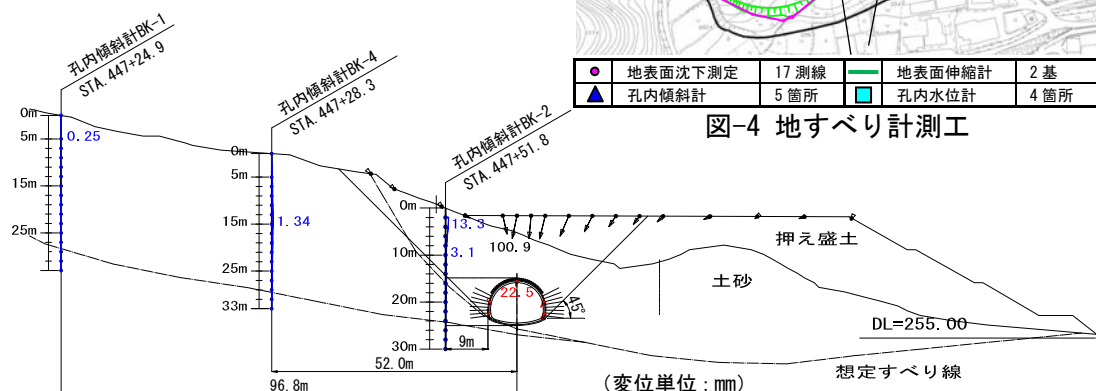


図-4 地すべり計測工

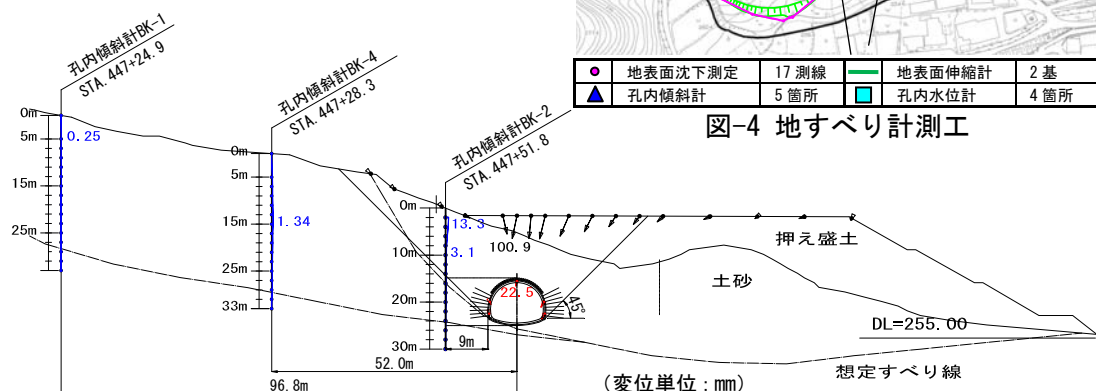


図-5 測線1変位分布(下り線切羽地すべりブロック通過時)

参考文献

- 1) 吉松弘行：地すべりの三次元斜面安定解析(修正 Hovland 法)、1995 年 1 月
- 2) 日本地すべり学会東北支部：地すべり安定解析用強度決定法、2001 年 10 月