

地すべり直下早期閉合トンネルの挙動特性

国土交通省中部地方整備局浜松河川国道事務所 正会員 真弓 英大
 清水建設(株)名古屋支店土木部 岡山 徹
 清水建設(株)土木技術本部地下空間統括部 正会員 楠本 太

1. はじめに

三遠南信自動車道三遠トンネルは、避難坑を併設する延長 4525m の道路トンネルである。このトンネルの静岡県側引佐工区坑口付近には、地すべり地形が形成されており、トンネルはこの直下を通過する。このため、トンネル施工時に、地すべり誘発などが危惧されたので、事前の押え盛土と地すべりへの掘削影響抑制から、計測工 A,B による動態計測のもと早期閉合で施工した。その結果、この早期閉合方法の有効性が示されたのとトンネル挙動特性が明らかになった。

2. 地形・地質概要

坑口部は、トンネル軸方向に延びる尾根部に位置し、本坑は尾根の中心部に、避難坑は尾根の東側に位置する(図-1)。坑口地すべり区間の土かぶり厚は 25～35m で偏土圧地形であり、地山強度比は 2 以上ある。尾根の東側には、古い滑落崖が存在し、斜面内には比高 50cm 程度以下の段差地形や樹木の規則的な根曲がり数多く認められ、馬蹄形の地すべり地形を呈している。

坑口付近の地質は、結晶片岩類を基岩とし、これを被覆して谷部や斜面裾付近に崖錐堆積物が、緩斜面部には結晶片岩起源の崩積土と移動土塊からなる地すべりが分布する。結晶片岩類は、泥質片岩が主体であり、砂質片岩、緑色片岩なども確認された。

3. 支保構造・施工方法概要

標準支保パターン DⅢa を基本にして、支保構造 DⅢ-1S の仕様を定めた(図-2)。補助工法は、確実な施工のための注入式長尺先受け工と先行変位の抑制からの注入式長尺鏡ボルトを採用した。施工は、断面閉合施工単位を 3 m とし、上半切羽から 7～8 m 内で、上・下半 3 m 進行毎に断面閉合する補助ベンチ付全断面掘削の早期閉合を採用した。

4. 地すべり対策

地すべりは、長さ 100m、幅 70m、深さ 12～15 m を想定した。想定地すべり線までの離れは、本坑肩部で約 14m、避難坑で約 4 m である。施工前の地すべり土塊は停止状態にある。トンネル施工に先行して、FH=290m まで押え盛土を施工した(図-3)。

キーワード：地すべり、押え盛土、早期閉合、トンネル挙動特性、地表伸縮

連絡先：東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館、Tel.03-5441-0566、Fax.03-5441-0510

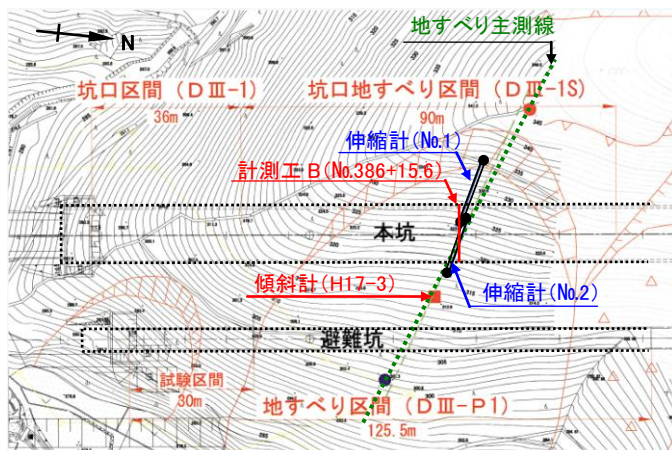


図-1 坑口平面図(静岡県側引佐工区)

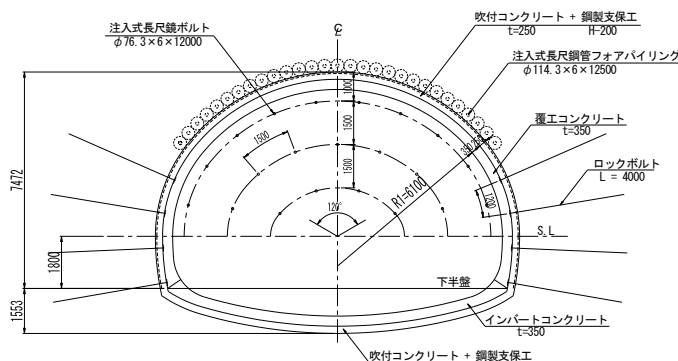


図-2 地すべり区間支保構造概要(DⅢ-1S)

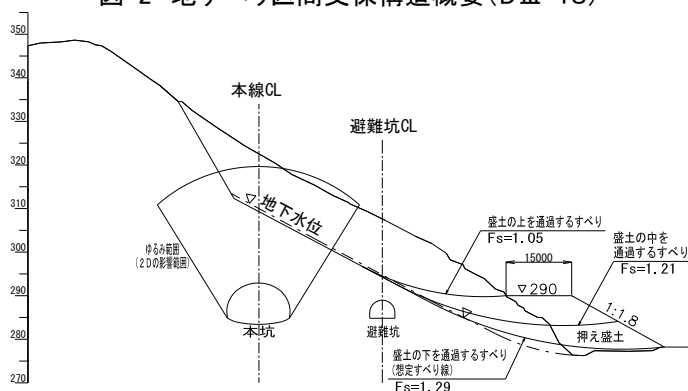


図-3 地すべり主測線での押え盛土高

5. 計測工概要

計測工 A 断面は、トンネル軸方向 10m 間隔に設け、12～24 時間毎に自動測定する。計測工 B 断面は、地すべり主測線直下に 1 断面設ける。孔内傾斜計による水平変位測定は、地すべり主測線断面に本坑と避難坑を挟んで 3 測線設ける。伸縮計は、本坑直上の地表斜面とこれの山側に 2 測線を設ける (図-1)。

6. 計測結果

地すべり区間本坑掘削後と地表変位収束後のトンネル変位は、図-4 に示す。吹付けコンクリート軸応力の経時変化と吹付けコンクリート軸力分担率は、図-5、図-6 に示す。これから、以下のことが分かる。

①地表変位収束後の天端沈下 V は $8 \sim -12\text{mm}$ 、上半内空変位 $H1$ は $-4 \sim 9\text{mm}$ となり、早期閉合施工により、過大なトンネル変位は生じない。

②地すべり主測線断面では、天端沈下、内空変位ともに最大値を示し、 -12mm の天端沈下、 9mm の内空断面縮小で収束する。

③吹付けコンクリート軸応力の最大値は、天端部に発生し 3N/mm^2 の圧縮となり、圧縮強度 18N/mm^2 の $1/6$ 以下で安定する。吹付けコンクリート軸応力は、地表降雨などの影響を受け、変動幅 1N/mm^2 で変動する。

④本坑掘削後天端部の吹付けコンクリートは、支保部材発生軸力の約 60% を分担する。谷側上半では 5% を分担し、山側は鋼製支保工が負担する。地表変位収束後は、山側は、増加傾向はみられない。川側は、傾斜地形の影響を受け、鋼製支保工軸力は約 1.2 倍に増加する。

7. 地すべり影響

傾斜計(H17-3) 位置の地表水平変位 δh と伸縮計からの山側地表伸縮 $\angle L1$ と本坑直上 $\angle L2$ の経時変化は、図-7 に示す。これから、地すべり挙動として、以下がわかる。

①地すべり土塊の水平方向最大移動量は、傾斜計(H17-3) 位置の地表に現われ、川側に $\delta h=18\text{mm}$ 変位する。しかしながら、押え盛土の先行施工により、地すべり斜面の力学的安定は確保できた。

②本坑直上地表伸縮 $\angle L2$ は、切羽通過以前は $\angle L2=1.2\text{mm}$ の伸びである。切羽通過時に反転し、地すべり区間本坑後は $\angle L2=-1.8\text{mm}$ に縮んだ。山側地表伸縮 $\angle L1$ は伸びが継続し、 $\angle L1=1.8\text{mm}$ の伸びで収束した。

8. まとめ

地すべり土塊の変位が測定されたが、押え盛土と早期閉合により、安定確保と確実な施工を可能にした。

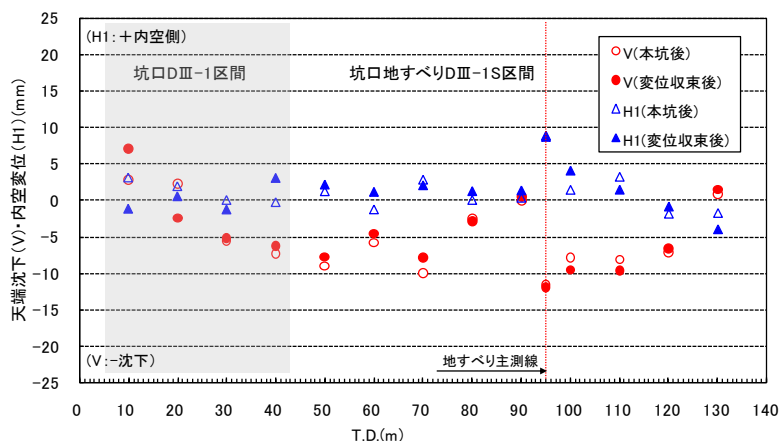


図-4 トンネル変位

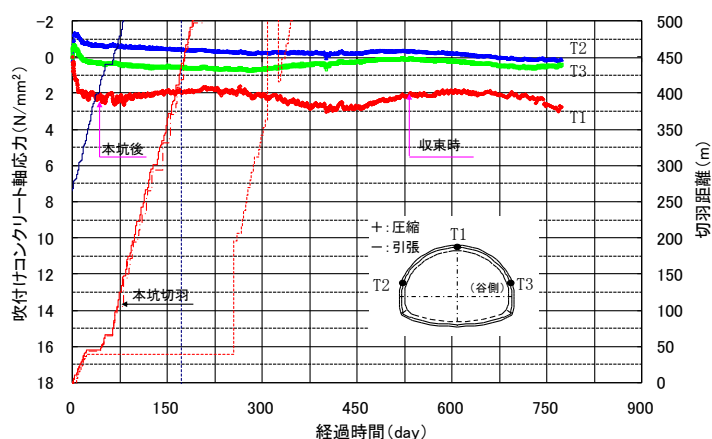


図-5 吹付けコンクリート軸応力経時変化

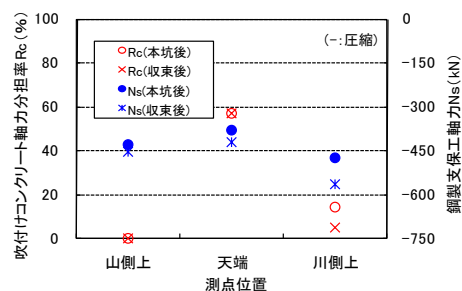


図-6 吹付けコンクリート軸力分担率

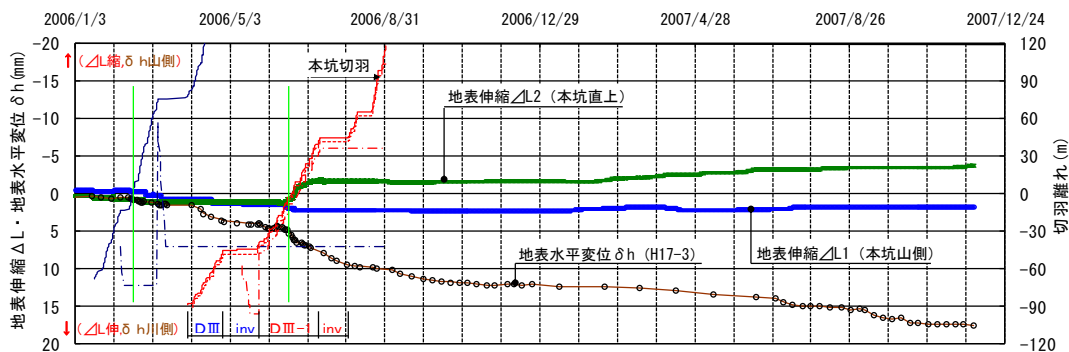


図-7 (H17-3)位置の地表水平変位 δh と地表斜面伸縮量 $\angle L$ (地すべり主測線)