

中央構造線における供用中の I 期線に近接したトンネルの施工

西日本高速道路(株) 石井 隆明 谷口 優祐
(株)大林組 正会員 ○平本 竜也 木野村 有亮

1. はじめに

西日本高速道路(株)は「高速道路における安全・安心基本計画」における防災・減災、国土強靱化の一環として高速自動車道路の4車線化を進めている。松山自動車道では、付加車線事業として伊予ICから内子五十崎IC間の約6.3km区間の工事を行っている。このうち当社は、山岳トンネル(L=2,545m)と、その前後の切盛土工(L=1,526m)を施工している。

2. 工事の特徴

(1) 地形・地質の特徴

貫通側坑口付近の地質縦断面図を図-1に示す。貫通点付近は中央構造線断層帯の活動に伴って堆積した和泉層群と、崩積土、貫入する安山岩により構成されている。さらに、複数の地すべりブロックが折り重なる地すべり地帯であり、地質の変化に富んだ地山である。

(2) I 期線施工時の状況

1996~1999年のI期線トンネル掘削時には、貫通側坑口から90~270mの区間において、最大内空変位244mm、最大天端沈下238mmが発生した記録が残されている。(図-2)当時、変位増大や湧水の発生に伴い、補助工法が増設された。

(3) 供用中のI期線との近接施工

図-3にI期線とII期線の離隔を示す。離隔は2~3Dで供用中のI期線と近接施工である。NEXCO 西日本(株)における近接施工¹⁾の分類として、静的影響と動的影響を考慮した設計となっている。

3. 技術的課題

先述の特徴から、坑口部の不良地山では、補助工法を併用した早期閉合を実施しても切羽が自立しなくなるおそれがあった。また、供用中のI期線への影響を抑える必要があったため、十分な観察と計測を実施し、その結果を早期に施工へ反映する手法が求められた。

そのため、当初設計されていた変位抑制策を有効活用し、尚且つ、不測の事態にも対応可能な施工方法で、安全に掘削を進めることが課題であった。

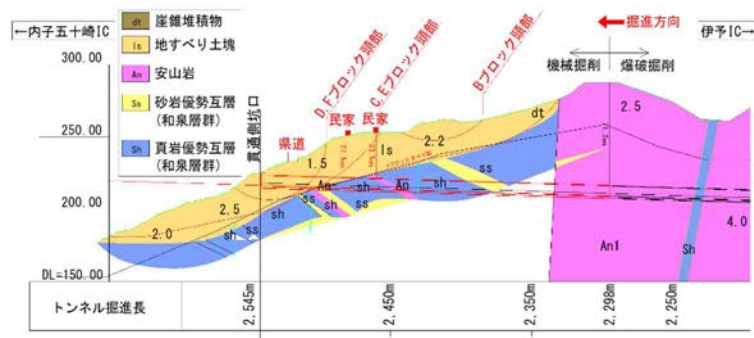


図-1 地質平面図(貫通側)

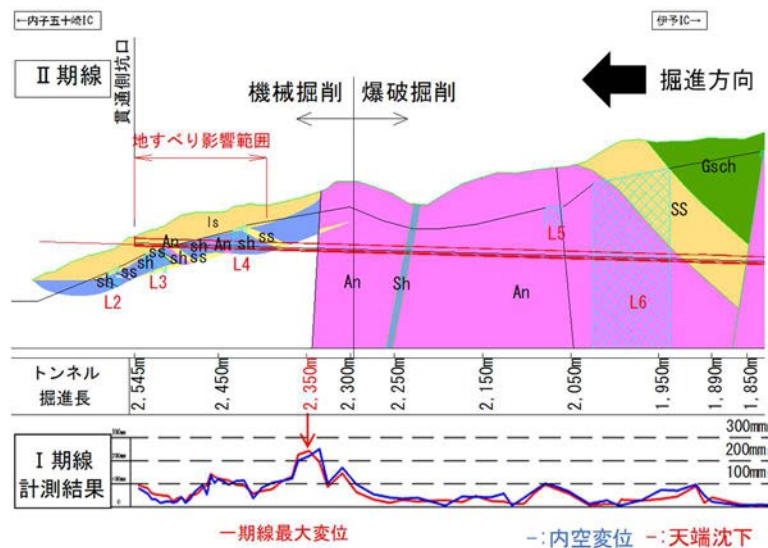


図-2 I 期線施工時の計測結果(下グラフ)とII期線地質(上図)

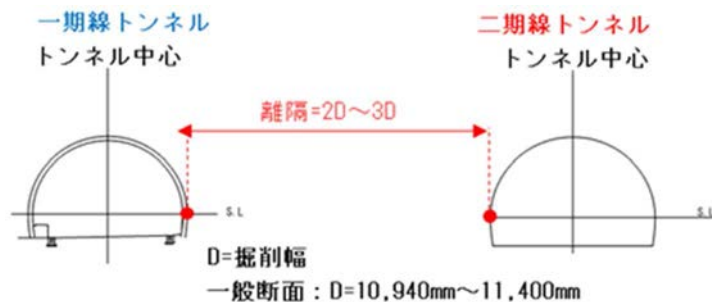


図-3 離隔概要図

キーワード II期線工事、近接施工、中央構造線、地すべり地帯

連絡先 〒799-3124 愛媛県伊予市三秋字上ノ山乙 15-1(株)大林組明神山トンネル工事事務所 TEL 089-995-8405

4. 解決策

解決策として、上半先進時の地山挙動に基づいて、多様な地山状況に柔軟に対応できる「上半先進ショートベンチカット工法」に「上半仮インバート吹付けによる早期閉合(以下、「仮閉合」と記す。)」を併用することとした。インバート吹付け(以下、「本閉合」と記す。)は当初設計通りとした。本工法であれば、上下半ともに掘削から閉合完了までの時間を最短4.5時間まで短縮することができる。当初設計では上半掘削から本閉合完了までに最短54時間かかることから、変位抑制の観点からも有利である。設計と変更の工法比較を表-1に示す。

5. 結果と考察

地すべり影響範囲から約100m手前のTD2,300mより、変更した工法で掘削を実施した。

最初の上半先進時に、切羽離れが3D付近となるまで水平変位が大きく発生し、さらにI期線への影響が計測された。I期線の計測結果を図-4に示す。

この結果から、下半掘削時に仮閉合を一時撤去する際、再度大きな変位が発生すると予想し、対策として上半両脚部に水平方向の増ロックボルト打設を追加した。また、本閉合でのインバート吹付けの初期強度を補強し、初期変位に抵抗すること、およびI期線への影響を低減することを目的として、インバートストラット(HH-200)を追加した。

上記対策を実施した後のII期線内空変位測定結果を図-5に示す。下半施工に伴って、仮閉合を一時撤去した際に水平変位が大きく発生しているが、本閉合実施後1Dで収束傾向を示している。

また、図-6に鋼アーチ支保工軸力計測結果を示す。下半施工時に軸力が解放されているが、その後すぐに圧縮力を負担し、軸力を伝達していることが読み取れる。A計測結果と合わせ、早期の変位収束と初期強度の負担を確認することができた。

6. おわりに

上半先進時の結果を考察し、以後の掘削で対策工を実施したことで、供用中のI期線の安全を確保しつつ、無事に掘削することができた。類似した条件のトンネル現場への参考となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 設計要領第3集トンネル保全編(6)トンネル近接施工、西日本高速道路株式会社、平成28年8月
- 2) [2016年制定]トンネル標準示方書[山岳工法編]・同解説第3編 設計、公益社団法人 土木学会

表-1 工法比較

	設計	変更
工法	補助ベンチ付き全断面掘削工法+インバート吹付	上半先進ショートベンチカット工法+上半仮インバート吹付
工法図		
変位抑制効果	早期閉合で最終支保することで、最終変位を抑制する。 ○	仮吹付インバートで早期閉合し、変位を抑制する。下半施工時に仮閉合を撤去する際、変位が発生する。 △
切羽安定性	解放断面が大きいため、急な地山変化への対応が難しい。 △	先進掘坑として上半を観察可能。異常発生時に、下半での補助工法追加が容易。 ○
掘削～閉合所要時間	54時間 △	4.5時間 ○

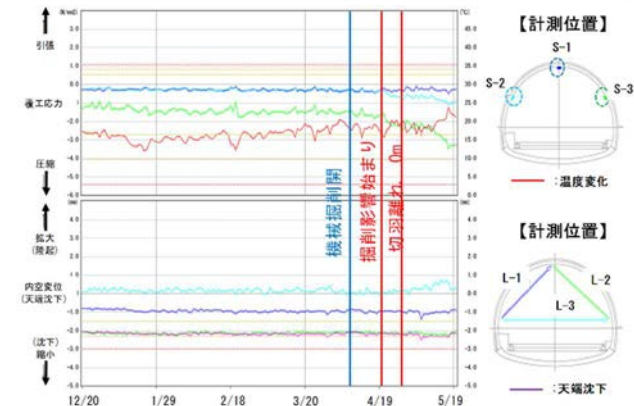


図-4 I期線計測結果(TD2, 344m)

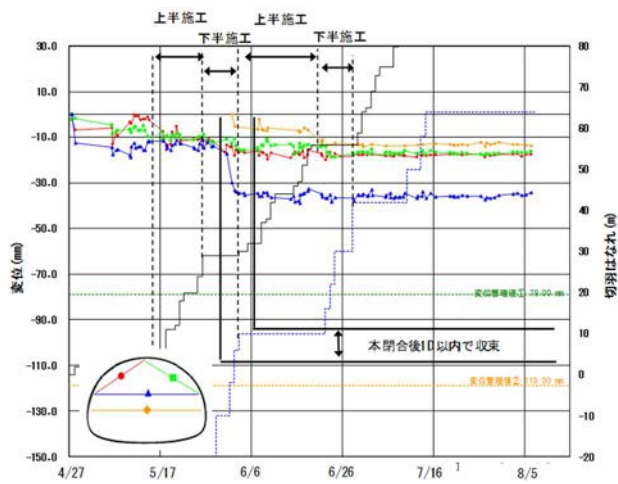


図-5 内空変位測定結果(TD2, 350m)

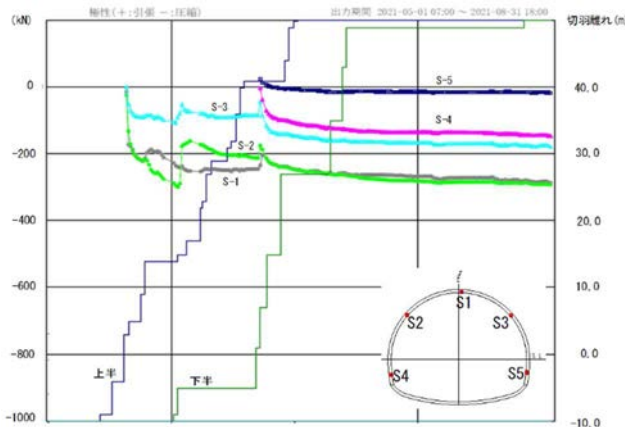


図-6 鋼アーチ支保工軸力測定結果(TD2, 365m)