

大変形を起こした地山への影響を考慮した縫返しの施工方法について

(株) 竹中土木 東京本店 工事部 正会員 ○浦橋 伴仁
国土交通省 関東地方整備局 宇都宮国道事務所 星 野 実
(株) 竹中土木 技術・生産本部 正会員 市川 晃央
(株) 竹中土木 東京本店 工事部 小林 二三雄 大藤 茂也

1. はじめに

中部横断自動車道は、静岡県を起点に、山梨県を經由して長野県に至る延長約 132km の高速自動車国道である。

城山トンネルは、山梨県区間における国土交通省直轄区間である富沢 IC～六郷 IC 間の北側に位置し、延長 2,087m の 2 車線道路である。トンネル掘削は、起点（静岡側）より約 335m、終点（甲府側）より約 350m を両側より同時に行い、16 ヶ月を要して貫通した。本報文は、終点側における掘削時の発生事象及び対策工について報告する。

2. 地形・地質概要

城山トンネルの地質は、東北日本と西南日本を分断するフォッサマグナ帯に属し、新第三紀西八代層群の一之瀬累層および醍醐山累層が分布し、泥岩・凝灰岩・砂岩等により構成されて

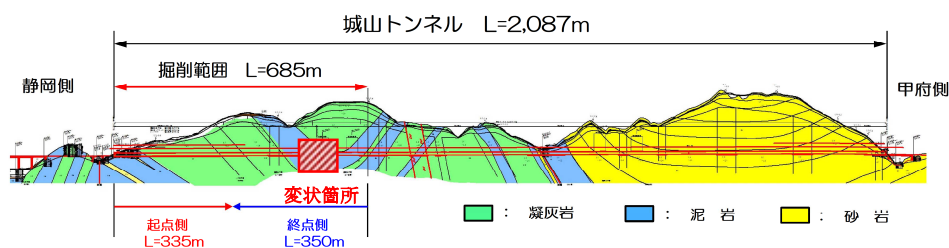


図-1 地質縦断面図

いる。(図-1) 本工事の施工区間において最大土被り(137m)部周辺におけるトンネル掘削箇所は泥岩、上部には凝灰岩が分布する地質構成となっている。出現する泥岩は、最弱部では地山強度比が1程度で、スレーキングが著しく非常に脆弱であることが先進ボーリング調査により確認された。

3. 終点側掘削時における支保変状について

終点側において他工区の施工を引き継ぐ形で二重支保工の施工から開始した。脆弱な泥岩を主体とする地山に対し、計測工 A に基づき岩判定により支保パターンを随時変更していった。変状区間は、トンネルの変形や沈下を抑制するための施工法である全断面早期閉合により掘削を行っており、土被り 100m 付近においてインバートストラット座屈、変形(写真-1)が発生した。これらの変状は切羽から約 40m 後方において生じており、インバートストラットによる断面閉合後に発生していた。発生箇所の地質構造は褶曲した地層分布となっており、変形作用による破砕と地下水の存在により、トンネル周辺地山の岩盤の劣化が進行することで、支保工に作用する土圧(塑性圧・緩み圧等)が掘削直後から徐々に増大し、その外力の作用が支保耐力を上回ったことで、座屈～破断が生じたと考えられた。変状区間は変形余裕量を超過し内空断面を侵食するほど変位していたため、3D レーザースキャナにより縫返し区間(L=45.0m)を特定し、安定性を損なわない健全な支保パターンの選定と、縫返し(支保工再設置)施工時の安全性に配慮した施工計画の立案が喫緊の課題となった。



写真-1 インバートストラット変状状況

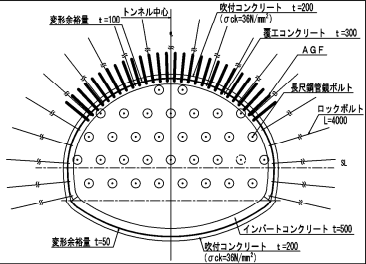
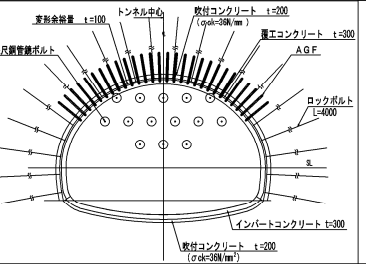
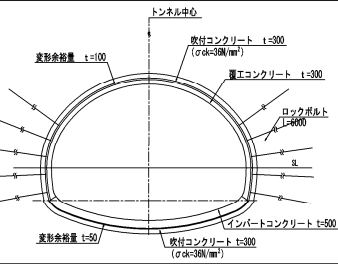
4. 支保パターンの選定

変状発生区間における A 計測データを用いて FEM による逆解析を行い、変状が発生した支保パターンにおける

キーワード 泥岩、大変形、支保工変状、縫返し、早期閉合

連絡先 〒136-8570 東京都江東区新砂 1-1-1 (株)竹中土木 東京本店 TEL : 03-6810-6200

表－１ 支保パターン比較図

支保パターン		変状発生区間		縫返し
				
支保工	上・下半 インバートストラット	H - 150	H - 150	H - 200
吹付けコンクリート		36N/mm2、吹付け厚200mm	36N/mm2、吹付け厚200mm	36N/mm2、吹付け厚300mm
ロックボルト		L=4.0m 21本	L=4.0m 20本	L=6.0m 10本
変形余裕量		上下半 100mm インバート 50mm	上下半 100mm インバート 50mm	上下半 100mm インバート 50mm
インバート構造半径比		1.5	3.0	2.0

照査を行ったところ、支保工、ロックボルト、吹付コンクリートの各部材において許容値を超過していることがわかった。そのため、逆解析によって同定した地盤などの物性値を用いて予測解析を行い支保工、ロックボルト、吹付コンクリート各部材の強度・規格・厚さを決定し支保パターンを選定した。（表－１）

5. 縫返し施工方法の策定について

縫返しを行う場合、大型ブレーカーによる吹付けコンクリートの撤去、人力によるロックボルトおよび鋼製支保工の切断～再設置が一般的な施工方法である。本トンネルの変状箇所における支保工内空変位は 0.1mm/日程度で進行しており、支保工に変状を有していることから、地山に極力振動を伝達させないような施工方法お



写真－２ 縫い返し施工状況

よび鋼製支保工やロックボルトの切断を安全に行う施工方法の立案が必要となった。そこで、通常トンネル坑内では使用しない解体用重機による施工方法を立案した。吹付コンクリート撤去にはショートリーチバックホウ（0.45m3 級、アタッチメント：クラッシャー）を使用し、支保工撤去にはツーピースブーム仕様機（0.25m3 級、アタッチメント：鉄骨カッター）を使用して作業を行った。（写真－２）吹付けコンクリート撤去時においては地山への振動を極力減少させることが可能となり、鋼製支保工、ロックボルトの切断において、地山直下での人力作業をなくしすべて重機作業とすることで



写真－３ 縫返し完了全景

安全性と施工性の向上に努めた。吹付けコンクリートおよび鋼製支保工撤去後は通常のトンネル構築（支保工建込、コンクリート吹付、ロックボルト打設）と同じ手順により縫返し作業を行った。施工は上下半撤去～設置、インバート撤去～設置のサイクルで2mずつ行い、計測結果を確認しながら実施した。

6. 考 察

縫返し施工時における A 計測結果は、最大変位量が 17.5 mm となり閉合後は収束に至った。なお変状箇所においては覆工コンクリートに鉄筋を配置し耐久性の向上に努めた。トンネルの大変形が発生した箇所では想定以上の土圧等が作用していると考えられるため、安全性の確保、施工効率、地山のゆるみ抑制の観点からも、今回のような地山への振動を低減可能な重機の適用ならびに人力作業をなくすことができる重機の適用が非常に有効な手段であると考えられる。