The Society of Materials Science, Japan

216 大土被り脆弱地山(蛇紋岩)における山岳トンネルの施工

㈱鴻池組 ○山田浩幸、大村修一、高田篤 東日本高速道路㈱ 高橋俊長

The Report of Construction in Serpentine Rock with Large Overburden

Hiroyuki YAMADA, Shuichi OOMURA, Atsushi TAKADA and Toshihisa TAKAHASHI

1 緒 言

穂別トンネルは全長L＝4,323m の山岳トンネル工事であり，その内，西工事では西側の延長L＝1,951m をNATM で掘進中である．特に，大土被り（土被り 250m以上）の脆弱な蛇紋岩（塊状，葉片状）区間においては最大 200mm を越える変位を生じている．

トンネルの支保構造の検討では，先行施工された避難坑の施工実績を踏まえ，解析的な手法を取り入れ，加背割り，補助工法，支保パターンの検討を行った．

その結果，支保構造の安定を図る目的から，変位制御型高規格二重支保による早期閉合の採用を実施した。

また，施工時の切羽安定確保の目的で，「長尺外周補強工」および「長尺鏡補強工」等の補助工法を駆使して大土被りの脆弱地山（蛇紋岩）区間 L=191m（E パターン）の施工を完了している．

以下に，250m 以上の大きな土被りにおける脆弱地山（蛇紋岩）での支保構造（二重支保工）等の設計の考え方と施工結果について報告する．

Table1 Construction Summary

Construction name		Hokkaido Crossing Expressway Hobetsu tunnel (west ward)
Construction place		Hobetsu,Mukawa-cho,Yuufutsu-gun, Hokkaido
Term of works		2006.3～2009.3 (No.1)
		2009.3～2011.10(No.2)
person of ordering		East Japan Highway Hokkaido Branch Office
Execution supplier		Konoike・Tobishima Joint Venture
Construction contents	Extension	L＝1,951m (Earthwork L=12m)
	Cross section	A＝85 ㎡ (D_I)，130 ㎡ (E_{II})
	Application method	NATM
	Excavation method	Blasting charge method Machine excavation (E_{II})
	Construction method	E_I, E_{II} (早期閉合) C_{II},D_I,D_I,D_{III}(補助ベンチ)
	Aauxiliary method	Crown Reinforcement
		Face Reinforcement
		Bent Reinforcement

2 支保構造の検討

Fig.1 に示す支保パターン選定フロー基づき，計画では，脆弱な蛇紋岩が部分的に出現した段階で DⅡパターン（馬蹄形断面，ノーマル支保工，上半先進工法）による施工を始め，計測結果に基づき，断面形状（円形断面）の変更，高規格支保工の採用，加背割りの変更（補助ベンチ全断面閉合）による高規格支保工による一重支保のEⅠパターン（二重支保へ移行できるような変形余裕量考慮）を採用し，切羽状況が全面的に蛇紋岩となった段階でEⅡパターンへの移行を速やかに実施する方針とした．

実際の施工では，DⅡパターンの施工後，ノーマル支保工による二重支保工を試行的に実施した後，施工時の計測工A（内空変位，天端沈下）および計測工B（地中変位，ロックボルト軸力，鋼製支保工応力，吹付け応力）の結果をふまえ，EⅠパターンを経て，変位制御型二重支保（EⅡパターン）の採用へと移行した．なお，EⅡ採用前に試行したノーマル支保工による二重支保構造では，発生応力および発生変位が想定を越える結果となった．

二次支保工の施工時期は，許容ひずみで 0.5%（変位量 60～70mm）を目安とした．

なお、補助工法としては，既往の文献[2]を参考にして長尺外周補強工と長尺鏡補強工を採用した．

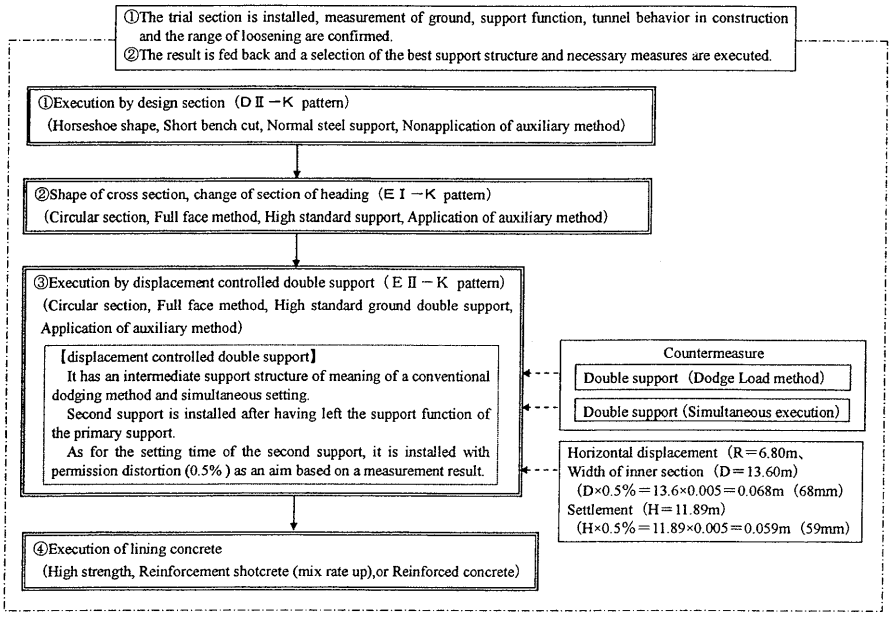

Fig.1 Execution Policy and Support Pattern Selection Flow[1)]

NII-Electronic Library Service

The Society of Materials Science, Japan

3　EIIパターン（変位制御型二重支保）の施工

3.1　施工概要

二重支保の施工は以下に示すサイクルで実施した．

①補助工法の施工（Fig.2）

②上半掘削（1.0m）で一次支保 2 基分施工

③上半二次支保(1.0m)を 2 基分施工

④下半片側掘削（2.0m）で一次支保工 2 基分施工

⑤下半片側二次支保工 2 基分施工

⑥インバート掘削（2.0m）で一次，二次ストラット 2 基分同時施工（Photo.1,2）

施工ではトンネルの全断面閉合を早期に実現する目的で，サイクル向上のための促進案として，トンネル施工設備（ドリルジャンボ，吹付け機械，吹付けプラント）を 2 セット準備した．このことにより，トンネル切羽離れ 8m で全断面閉合を完了している．

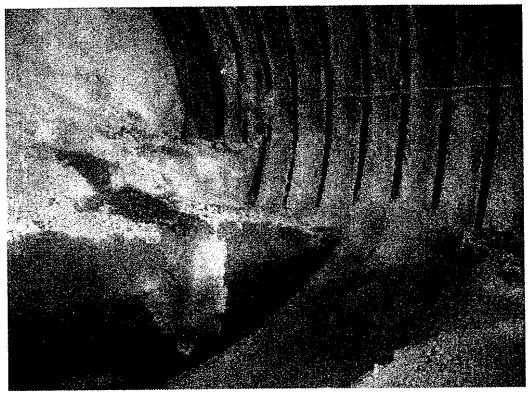

Photo.1　The Execution Situation of the Double Support

Photo.2　The Invert Simultaneous Execution Situation

3.2　補助工法

補助工法の仕様は以下のとおり計画した（Fig.2）．

(1)天端安定対策：長尺外周補強工（GFRP 管，L=12.5m @0.6m，5.0m 打設，改良範囲 4.0m）

(2)鏡面安定対策：長尺鏡ボルト（GFRP 管，L=13.5m，5.0m 千鳥打設）

ここで，GFRP 管の打設ピッチに関しては，①従来の実績，②アンブレラ形状の考慮，③塊状蛇紋岩の規模（1m 超）といったことをふまえ，4m 改良範囲で確実な補強が可能となるよう打設ピッチ 0.6m に設定した．Fig.2 に補助工法の施工パターンを示す．

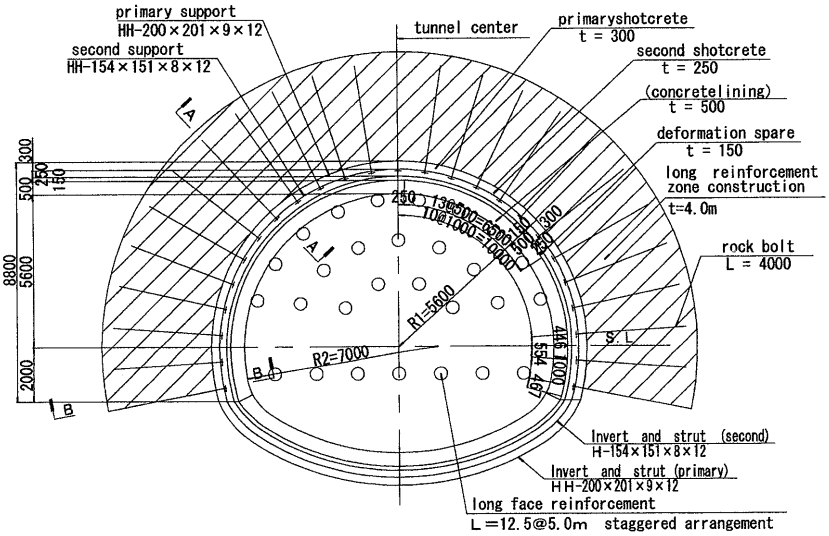

Fig.2　The Execution of the Auxiliary Method

4　まとめ

今回土被りが 250m を越える大土被りの蛇紋岩区間の施工という支保工の剛性で対抗するには限界ともいえる特殊条件下の山岳トンネル工事において，一次支保にも耐力を残した上で二次支保を施工するという，変位制御型二重支保構造を採用して蛇紋岩区間 L=191m の施工を完了した．

今後，さらに 300m を越える大きな土被りを有する蛇紋岩区間が控えており，長期変位に対する覆工コンクリートの補強対策の検討も必要となる．

これまでの実績をもとに，工期内での竣工に向けて，安全に留意して施工を進める所存である．

最後に，本工事の施工にあたっては，北海道支社管内トンネル施工技術検討委員会において，委員長である北海道大学工学部三上教授はじめ，各委員の方々の貴重な助言を頂いた．最後に紙面を借りて厚く感謝の意を表したい．

参考文献

1)　山田浩幸，佐々木正博，大村修一，高田篤：土被りの大きい脆弱地山（蛇紋岩）におけるトンネル設計と施工に関する一考察，2009 トンネル技術研究発表会講演集，pp81-92，2009.

2)　大津敏郎，廣瀬雅明，澤田和也，徳留修：衝上断層の影響を受けた押し出し性地山における切羽対策-日本海沿岸東北自動車道　二古トンネル-，トンネルと地下，pp19-27，2007.

NII-Electronic Library Service