

大土被り蛇紋岩地山における最善管理型二重支保の設計と施工に関する一考察

(株)鴻池組 土木技術部 正会員 ○山田 浩幸

東日本高速道路(株) 千歳工事事務所 佐々木 正博

鴻池組・飛島建設特定建設工事共同企業体 大村 修一

鴻池組・飛島建設特定建設工事共同企業体 高田 篤

1. はじめに

穂別トンネルは全長 $L=4,323\text{m}$ 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 $L=1,951\text{m}$ を NATM で掘進中である。トンネルの地質はメランジュと呼ばれる岩石種の異なる岩体（泥岩、緑色岩、蛇紋岩）が複雑に関係した地質構造を呈しており、硬軟も様々である。とりわけ、工区境の土被りの大きい区間（土被り 250 m 以上）において蛇紋岩（塊状、葉片状）が出現し、避難坑の蛇紋岩区間において大きな変位を生じていたため、本坑の支保構造に関しては、避難坑の施工実績に基づき、数値解析的な手法も取り入れて、加背割り、補助工法、支保パターンについての検討を行った。

本論文は、土被り 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（最善管理型二重支保）等の設計の方針および施工時の計測結果の評価について報告するものである。



図-1 トンネル位置

2. トンネル支保構造の検討概要

支保構造の検討は、避難坑施工時に大きな変位を生じ、盤ぶくれやインバートストラットの変状が発生するなど、本坑施工時にも対策が必要と考えられる蛇紋岩区間において FEM 解析（非線形弾性解析）により実施した。検討では、避難坑の計測データに基づく再現解析による地山物性の同定を行った上でその物性値による予測解析を実施した。図-2 は解析結果（再現解析）と計測値を比較したものである。変位量としては解析結果のほうが若干大きくなったが、変位モードとしては良く一致している。表-2 に解析値と計測値の比較（変位）を示す。解析結果では、緩み領域に関しても比較的良い一致が見られたことから今回採用した地山物性値が妥当であると判断した。

表-1 工事概要

工 事 名 称	北海道横断自動車道 穂別トンネル西工事
工 事 場 所	北海道勇払郡むかわ町穂別長和
工 期	平成18年3月～平成23年10月
発 注 者	東日本高速道路(株)
施 工 者	鴻池・飛島特定建設工事共同企業体
工 事 内 容	延 長 $L=1,951\text{m}$ (道路土工 $L=12\text{m}$ 含む)
	断 面 掘削断面積 $A=85.0\text{m}^2$ (DⅠ), 130m^2 (EⅡ)
	施 工 法 NATM
	掘削方式 発破工法、機械掘削 (EⅡ)
	掘削工法 EⅠ, EⅡパターン (上半先進ベンチカット工法) (EⅡは最善管理型二重支保構造) CⅡ, DⅠ, DⅡ, DⅢパターン (補助ベンチ付き全断面工法)
補 助 工 法	天端安定対策: 長尺鋼管フォアパイル工 (坑口) 長尺リング補強工 (EⅡ) 注入式フォアポーリング
	鏡面の安定対策: 長尺鏡ボルト, 核残し 長尺鏡補強工 (EⅡ)
	脚部の安定対策: 脚部補強ボルト, 仮インバート

表-2 解析値と計測値（避難坑）の比較

		解析値	計測値
緩み領域	天端	1.0m	1.5～2.5m
	左側	2.2m	1.0～2.0m
	右側	2.2m	2.0～3.0m
変形モード	天端	32.5mm	35.8mm
	水平	85.6mm	80.9mm

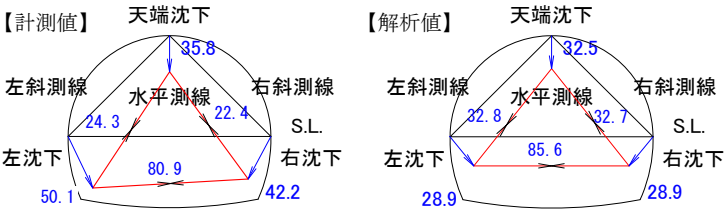


図-2 変位モードの比較

キーワード 山岳トンネル, 大土被り, 蛇紋岩, 非線形弾性解析, 最善管理型二重支保

連絡先 〒530-8517 大阪市北区梅田 3-4-5 毎日インテシオ (株)鴻池組土木技術部 TEL06-6343-3290

3. 数値解析に基づくトンネル構造及び対策工の検討

本坑予測解析を実施し、本坑の支保構造の選定と対策工の方針に関して図-3に示した。本トンネルでは従来の「いなし工法」の考え方を発展させ、「最善管理型二重支保構造」として一次支保にも耐力を残した状態で二次支保を設定するものとし、その目安を許容ひずみ0.5%と設定した。

4. 計測結果の分析

本坑掘削時における計測工 A に関する分析を以下に示す(図-4 参照)。

- ①初期剛性(高規格鋼製支保工)を用いることで初期変位速度が20mm/日程度に押さえられている。
- ②二次支保(HH-150)設置後も収束傾向が見られず、速やかな全断面閉合(吹付け+インバートストラット)が必要と判断される。
- ③現時点で内空変位は133.1mmとなっており、変形余裕量(150mm)内に収まっている。

全体的な経時変化の挙動は、EⅡ(高規格支保工による二重支保工の採用)により、初期変位速度は抑制されてはいるが、二次支保(HH-150)設置後もトンネルの変位収束は見られず、インバートストラットを用いた全断面閉合実施後に変位は収束傾向が見られる。

4. まとめ

土被りが250mを越える蛇紋岩での施工というこれまで施工実績のない特殊条件におけるトンネル工事において、避難坑の施工実績に基づく事前の数値解析を用いた支保構造の検討により、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、補助工法を併用した最適管理型二重支保構造を採用して蛇紋岩区間105mの施工を完了した。施工時の計測データの分析からも最適管理型二重支保構造の有効性が確認できた。今後、さらに350mを越える大土被りを有する蛇紋岩区間が控えており、全断面閉合の早期実現に向けて取り組むとともに、安全作業に留意して施工を進める所存である。

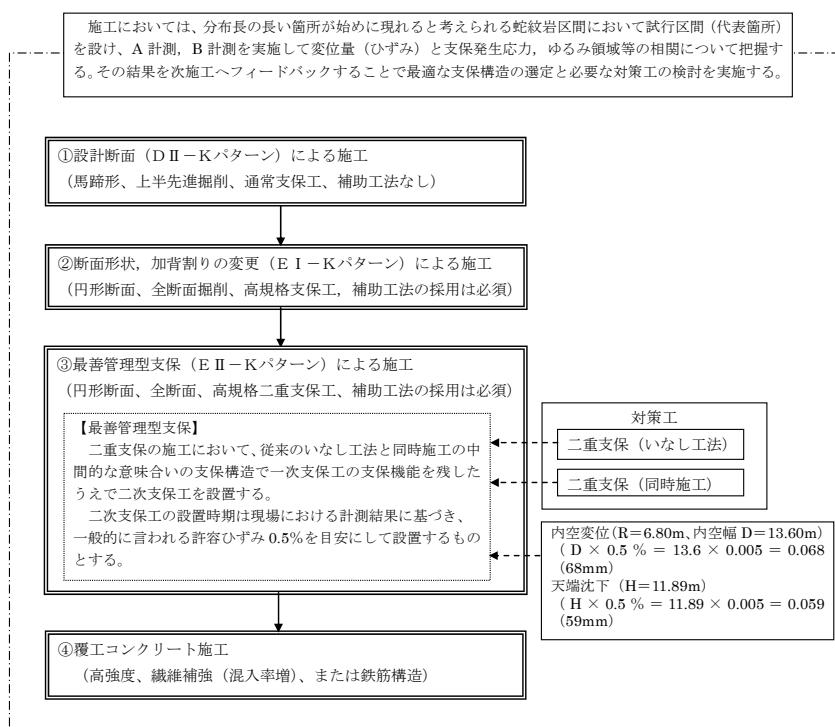


図-3 最善管理型による二重支保選定と対策工の方針

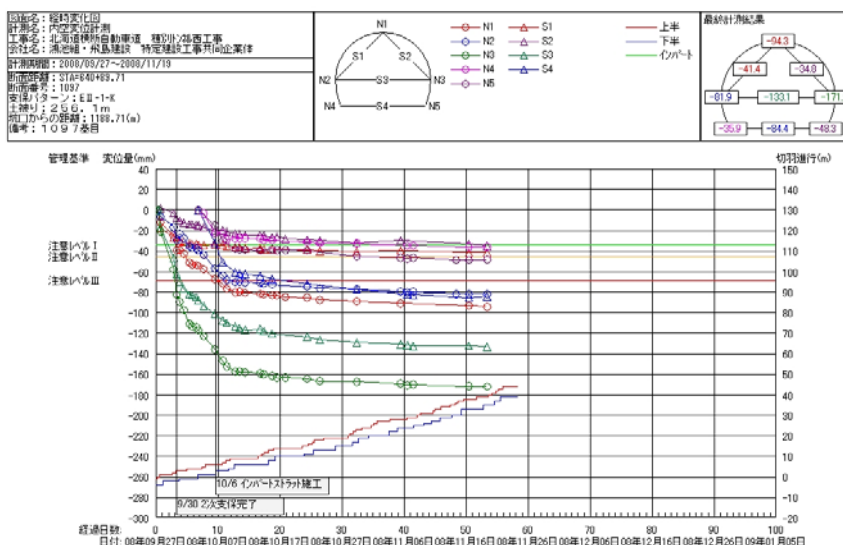


図-4 計測工A経時変化 (STA. 640+89.71 : EⅡパターン)



写真-1 補助工法施工状況