

新幹線長大トンネルにおける斜坑・本坑特殊交差部の構造検討と施工

鉄建建設(株)札幌支店 正会員 ○小林 文和, 田中 秀, 小林 悟
鉄建建設(株) 正会員 舟橋 孝仁, 須志田 藤雄

(独法)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 北海道新幹線建設局 ニセコ鉄道建設所 浅川 遼

1. はじめに

北海道新幹線、内浦トンネル(東川)は、内浦トンネル中間工区(253km000m~258km000m)に位置し、斜坑(L=1,001.6m)掘削後に本坑(L=5,000m)の掘削を行う長大トンネルである。当現場の斜坑は本坑255km150m付近において本坑に接続し(交差角90度)、その交差部では斜坑側に電気設備等が配置されることから、交差部付近のトンネル断面は斜坑、本坑ともに標準断面よりも大きく特殊な形状となっている。一般に交差部では、特殊な断面形状となるため、周辺地山や支保工の応力状態が一般部と異なり複雑であり、局所的な応力集中が生じやすいとされている¹⁾。そのため、当現場では交差部周辺の事前地質調査ボーリングを実施し、その結果を踏まえ数値解析による交差部の構造検討を実施した。本稿では、事前調査、数値解析による構造検討および交差部の施工と計測結果について報告する。

2. 交差部の概要

交差部における本坑特殊区間断面は、スプリングラインで掘削幅が約13.3mであり、本坑標準断面の掘削幅(約10.4m)に比べ、幅が広く大断面である。一方、接続する斜坑の掘削幅は約10.2m、高さは約6mである。そのため、斜坑が取り付く範囲では断面が大きく切欠かれた形状となり不安定な構造となる。交差部付近の土被りは約180.9mであり、地表から交差部付近に向けて実施された既往のボーリング結果によれば、地質は新生代新第三紀鮮新世のフレベシ溶岩(安山岩溶岩(FI-2)、安山岩自破碎溶岩(FI-a))が分布し、交差部では塊状の安山岩溶岩(写真-1)が占めていると想定されていた。しかし、施工段階において、トンネル切羽から交差部に向けた水平調査ボーリング結果では、交差部には当初想定とは異なる豊浦層凝灰角礫岩(Tyt)が出現することが判明した(写真-2)。

3. 事前地山調査と交差部構造検討

交差部の施工に先立ち、トンネル周辺地山および支

保構造の妥当性、安定性を検討するため、三次元FEM解析を実施した(図-1)。数値解析の諸条件設定は、既往のボーリング調査結果を分析し設定した。しかしながら、斜坑掘削段階で実施した、斜坑切羽から交差部に向けて実施した水平調査ボーリング結果では、当初想定とは異なる地質(豊浦層凝灰角礫岩)が出現した。そこで、採取コアを用いて岩石試験を実施し、その結果を活用し地山物性値の再評価を行い、交差部における支保構造の再検討を行った。表-1に初期および再評価後の地山物性値を示す。交差部における補強区間の設定は、既往文献¹⁾の知見より、交差角90度を考慮し、本坑と斜坑の交点から本坑起・終点方にそれぞれ1D(D:本坑特殊区間の掘削幅)、斜坑縦断方向に

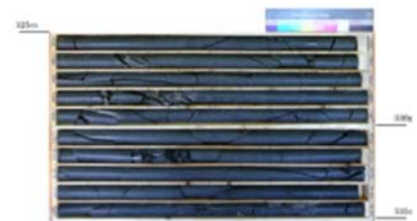


写真-1 安山岩溶岩(FI-2)



写真-2 凝灰角礫岩(Tyt)

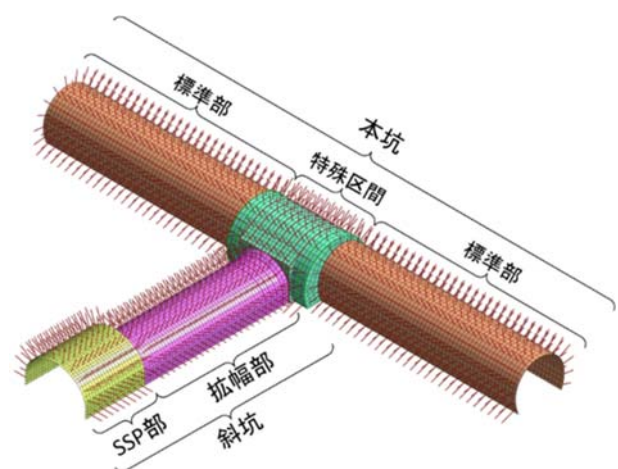


図-1 三次元FEM解析モデル

キーワード 山岳トンネル, 特殊交差部, 事前調査, 三次元FEM解析, 支保構造, 先行支保方式
連絡先 〒101-8366 東京都千代田区神田三崎町2-5-3 鉄建建設(株)土木本部 TEL 03-3221-2298

1D (D: 本坑特殊区間の掘削幅) とした(図-2)。また、斜坑接続に伴う本坑特殊断面の欠損部は、本坑の荷重を門型支保工により支持する構造とした。地山物性値の変更に伴い、補強区間の支保部材および門型支保工の安定性、支保構造について再検討を行った。その結果、鋼製支保工および門型支保工において、支保の構造変更が必要であることを確認した。支保工の構造変更の一例として、本坑特殊区間の支保構造の変更では、鋼製支保工サイズのランクアップ(H125→H150)および支保ピッチの縮小(@1.5→@1.2)により対応した。また、門型支保工では、支保工サイズのランクアップ(H300→H400)を行った。

4. 交差部の施工

一般的に交差部の施工方法は、先行支保方式や導坑切込方式が代表的であるが、当工区では交差角が90度であること、交差部の地山状況を十分に勘案し、先行支保方式を採用した。交差部における本坑特殊区間の掘削は、本坑支保工を早期に建込むため、斜坑から本坑への切上り断面の天端が本坑特殊区間の支保工天端よりも150mm程度高くなるよう切上げ掘削を行った。これにより、本坑特殊区間を施工する際には、切上り断面の支保工を撤去することなく本坑の支保工を建込むことが可能であり、施工の安全性の向上に努めた。

5. 計測結果

本坑特殊断面区間における計測結果を表-2に示す。なお、管理基準値は三次元FEM解析結果を用いて設定することとし、管理基準レベルIIの基準値を解析値として設定した。

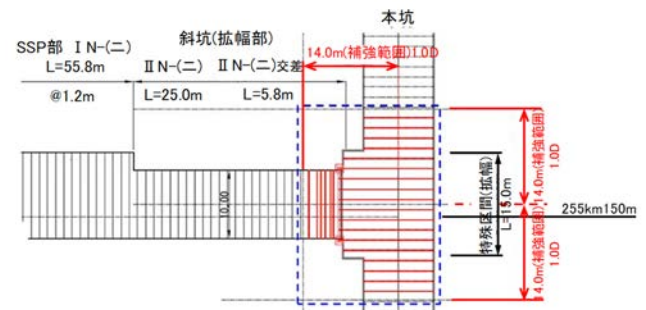
交差部特殊区間の計測結果は、255km145m(交点より約5m起点)では、天端沈下量-3.8mm、内空変位量-2.6mm、255km159m(交点より約4m終点)では、天端沈下量-4.2mm、内空変位量-4.4mmであり、管理レベルI(天端沈下-10mm、内空変位-4mm)程度で収束したことを確認し、トンネルの安定性が保たれていることが確認できた。

6. おわりに

大きな断面同士が接続する内浦トンネル(東川)の特殊交差部の施工において、事前調査結果を元に三次元FEM解析を実施し支保構造の検討を行った。施工中に実施した調査ボーリング結果より、当初想定した地質と異なる地質が出現したため、地山物性値の見直しを行った。支保構造の再検討では、FEM解析結果より得ら

表-1 地山物性値

	地質	単位体積重量 (kN/m ³)	変形係数 (MN/m ²)	ポアソン比	内部摩擦角 (°)	粘着力 (MN/m ²)
初期	フレキシブル溶岩 安山岩溶岩(FI-2)	24.7	6,560	0.25	50	2
再評価	豊浦層 凝灰角礫岩(Tyt)	21.9	2,573	0.35	40	0.5



斜坑及び本坑の補強区間では、鋼製支保工H150による補強

図-2 交差部における補強範囲



写真-3 本坑特殊区間の施工状況

表-2 本坑特殊区間の計測結果と管理基準値

計測測点	計測結果		管理基準値(mm)		
	天端沈下量 mm	内空変位量 mm	レベルI	レベルII (解析値)	レベルIII
255km145m	-3.8	-2.6	(天端沈下) -9.9	-14.8	-19.7
255km159m	-4.2	-4.4	(内空変位) -4.1	-6.2	-8.3

れる発生応力をもとに、支保部材の安定性、施工時の安全性を考慮し、当初計画した支保構造の見直しを行った。交差部の施工に関しては、先行支保方式で実施した。その際、本坑の支保工を早期に建込む事が出来るよう切上り、斜坑断面の天端が本坑支保工の天端よりも高くなるよう施工することにより、本坑特殊区間の支保工建込を早期に施工できるよう工夫し、安全に努めた。計測結果からも大きな変位は確認できず、交差部の安定性は確保されているものと考えられ、無事に交差部の施工を完了する事ができた。

参考文献

- 1) 土木学会：トンネル・ライブラリー第20号 山岳トンネルの補助工法—2009年版—, pp.319-321, 2009