

縦断勾配 11.7%で本坑と避難坑を結ぶ斜め連絡坑の掘削実績

西松建設株式会社 岐阜山県トンネル出張所 正会員 ○齋藤 拓海
 西松建設株式会社 岐阜山県トンネル出張所 宮西 昭宏
 西松建設株式会社 土木設計部 正会員 諏訪 至

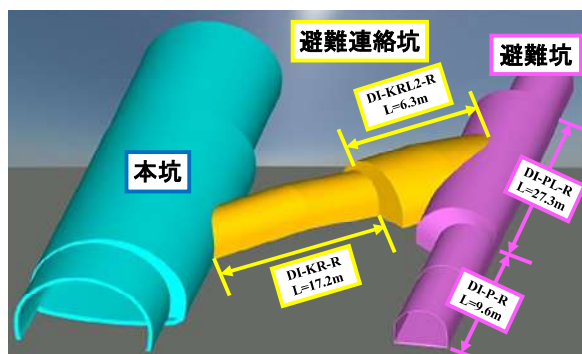
1. はじめに

本工事は、東海環状自動車道(延長 160km)の一部として建設する延長 4.9km の長大トンネルを構築する工事である。そのうち当工区は、岐阜市側より本坑 2601m, 避難坑 2567m および避難用連絡坑(人道用 6 箇所, 車道用 1 箇所)を施工する。

本トンネルの特徴の 1 つは、本坑と避難坑の高低差が大きいことである。そのため、それらを結ぶ避難連絡坑の設計は特殊となり、特に車道用避難連絡坑の縦断勾配は 11.7% と大きく、さらに本坑および避難坑と斜角(本坑との交差角 40° , 避難坑との交差角 41°)で接続する設計であった。

このような特殊な条件の避難連絡坑を安全かつ効率的に掘削するために、接続部の形状を見直すとともに施工方法を計画した。本稿ではその施工実績について報告する。

図—1 に当初設計全体図, 図—2 に当初設計平面図を示す。



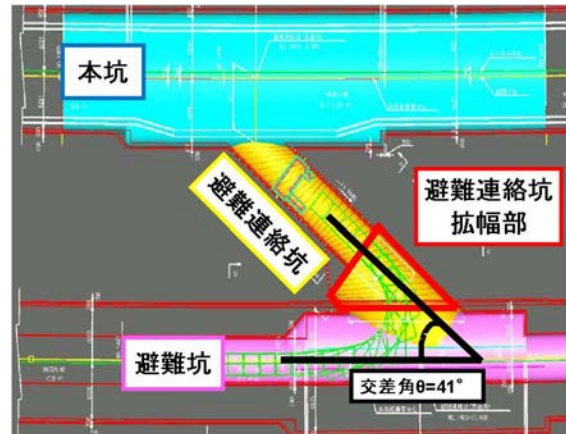
図—1 当初設計全体図

2. 車道用避難連絡坑施工における課題

車道用避難連絡坑は、延長 3000m 以上のトンネルに設ける設備であり、災害発生時に緊急車両が通行できることを目的として設置される。当初設計では、緊急車両が旋回できるようにするため、車道用避難連絡坑と避難坑の接続部において両方の断面を拡幅させる計画であった。

当初設計における 3 点の課題について以下に述べる。

- (課題①) 避難坑交差部の複雑な断面形状
- (課題②) 避難連絡坑と避難坑の交差部が斜角
- (課題③) 覆工打設時における施工性



図—2 当初設計平面図

3. 対策案の検討

上記の課題を満足させるために実施した対策を以下に示す。

(対策①) 複雑な交差部の形状の単純化

避難連絡坑は、DI-KR-R に統一して、避難連絡坑の断面形状を 1 パターンとした。ただし、緊急車両の旋回が可能となるよう避難坑 DI-PL-R 断面を 30.8m^2 から 61.6m^2 に変更した (図—3 参照)。このとき、DI-PL-R の断面積が 50m^2 以上となり、規格が小断面トンネルから一般的なトンネルに変更となった。鋼製支保工は H100→H125, ロックボルトは $L=2\text{m} \rightarrow 4\text{m}$, コンクリート吹付は $t=100\text{mm} \rightarrow 150\text{mm}$, 覆工厚は $t=200\text{mm} \rightarrow 300\text{mm}$ へとランクアップした。

避難坑と接続する避難坑連絡坑断面が小さくなったことから、避難坑の支保工切断範囲を縮小することが

キーワード 斜交型車道用連絡坑, 斜め支保工, 吹付覆工

連絡先 〒461-8558 名古屋市東区泉 2-27-14 西松建設(株) 中部支店 TEL : 052-931-8471

できたため、交差部の地山の緩みを抑制し、安全性および品質の向上に有効であった。

(対策②) 斜め支保工の採用

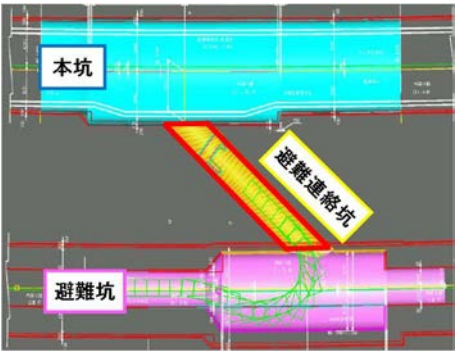
交差角が 41° の場合、接続部において、避難連絡坑の鋼製支保工を広範囲にわたり切断する必要があった。しかし、交 差部では応力集中が懸念されることから、できるだけ、鋼製支保工を切断しないように、斜め支保工を採用した（図—4 参照）。これにより通常 1m ピッチで配置する鋼製支保工を平均 0.75m ピッチで密に配置することで、地山の緩み抑制(避難連絡坑側の鋼製支保工の切断数の減少)を図った（写真—1 参照）。

斜め支保工は、左右で支保工と支保工の間隔が違いうこと、また、11.7%の勾配により左右脚部の高さも違うこと等により、1 サイクルタイムの時間は当初予定(240 分)に対して約 2 倍の時間(490 分)がかかった（表—1 参照）。

(対策③) 吹付覆工コンクリートへの変更

避難連絡坑と避難坑の交差部では交差角 41° で交差することから、避難連絡坑との取り合い部の開口は 14.3m と覆工コンクリートの 1 打設長である 10.8m より大きいため、取合い部を 2 回に分けて打設する必要があり、妻型枠の設置が非常に困難であった。また打設時のセントルの挙動と品質および出来栄えが懸念された。そこで、通常のバラセントルを用いた覆工コンクリートから同等以上の耐力を有する吹付コンクリートによる覆工に変更した。（写真—2 参照）。

施工日数を比較すると吹付覆工の施工日数は準備工含め合計 6 日であり、バラセントルを用いた覆工の施工日数 31 日と比べると 25 日短縮することができた。

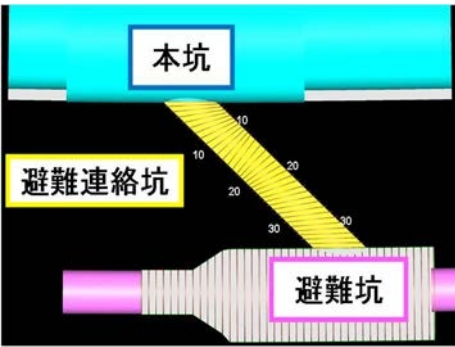


図—3 見直し後の平面図

表—1 サイクルタイム比較表

工程	当初予定(分)	実績(分)
掘削	60(発破)	180(発破+機械)
ズリ出し	40	60
一次吹付	20	20
支保工 測量	10	40
建込み 建込み	25	20(60)
二次吹付	40	60
ロックボルト	45	70
合計	240	450(490)

※()内は溶接作業時



図—4 斜め支保工配置図



写真—1 避難連絡坑施工完了



写真—2 吹付覆工施工状況

4. まとめ

- ・避難坑の断面を変更し、避難連絡坑断面を一定にしたことで、避難坑の支保工切断部を縮小することができ、交差部の地山の緩みを抑制し、安全性・品質が向上した。
- ・吹付覆工を採用することで複雑な断面形状の変化に対応できるため、避難坑のような小断面トンネルには有効である。また、覆工コンクリートでは、充填不足が懸念されたが吹付コンクリートは目視確認を行いながら施工することができ、充填不良を防止できた。また、セントルを用いないことから組立、解体作業が無く、工期短縮が図れ、経済性に優れるとともに組立解体時の事故のリスク削減に繋がる。
- ・斜め支保工を採用することで鋼製支保工による支保耐力向上につながった。しかし、今回のような縦断勾配が急な避難連絡坑の場合には施工性が劣り、切羽での作業時間が増加することが課題である。今後同様の施工を行うときには、さらなる工夫を検討していきたい。