

避難坑を拡幅する長峰トンネル4車線化工事の特徴

西日本高速道路(株)関西支社和歌山工事事務所
大豊建設(株)大阪支店
大豊建設(株)大阪支店

正会員 井上 琢弥
正会員 ○北条 義隆
芝山 右輔

1. はじめに

阪和自動車道海南 IC～有田 IC 間(9.8km)では、近年の利用交通量の伸びに伴う渋滞対策として、平成16年から4車線化工事を行っている。その中で、長峰トンネル工事(全延長=4,047m)は、期線建設時に完成済みの避難坑(以下、「既設避難坑」という。)を南北両方向から拡幅して本線とするものである。

以下、北側坑口からトンネル掘削している長峰トンネル北工事について報告する(図-1)。



図-1 長峰トンネル位置図

2. 施工概要

長峰トンネル北工事は、延長2,455m、発破方式による補助ベンチ付全断面掘削工法(NATM)を採用している。地質は、中生代変成岩類の三波川帯の地層群が分布し、黒色片岩・緑色片岩が主体である。また、貫入岩類として、蛇紋岩・輝緑岩が分布する。

期線(新設)と既設避難坑の位置関係は、北坑口から250mの地点に既設避難坑の坑口があり、

- (1) 近接区間(全断面掘削)：離隔が0.5D～3.0D、既設避難坑坑口から第1連絡坑までの約330m
- (2) すりつけ区間：離隔が0.5D以下、第1連絡坑から奥に約180m
- (3) 拡幅区間：期線坑口から約760m以奥、(L=538m)。

の3区間に分けられる。また、救急車両が通行できる断面を確保するために、第2、4、6避難連絡坑を拡幅掘削する。このように、期線(供用中)の既設避難坑、避難連絡坑を抱えながらの施工であるため、新設トンネル工事にはない特徴と留意事項を有する(写真-1・2・3・4、図-2)。



写真-1 北坑口(左側が 期線, 右側が 期線)



図-2 概略平面図



写真-2 避難坑近接区間(全断面掘削)



写真-3 避難坑すり付け区間



写真-4 避難坑拡幅区間

キーワード 4車線化工事、避難坑拡幅、連絡坑拡幅、近接施工

連絡先 〒543-0075 大阪市天王寺区夕陽丘町4-11 大豊建設(株)大阪支店 TEL 06-6105-0166

3. 既設避難坑の機能保持

期線トンネル内で重大事故が発生した際にお客様の避難経路として、あるいは救急車両の緊急ルートとして、その機能を保持することが重要である。そのために、下記の対応策を実施している。

- (1) 非常警報システムの構築：緊急時に連絡坑の非常扉が開いた等の情報を現場事務所に自動転送するシステムを構築。その情報を切羽・坑内・坑口でも認知できるように警報回転灯・サイレンを設置した。
- (2) 発破防護設備の整備：発破掘削の爆風・振動等による 期線への影響を軽減するために、避難坑と避難連絡坑に鋼製の扉を設置した。

4. 既設避難坑の近接区間・すりつけ区間の施工

既設避難坑の近接区間は、期線と既設避難坑との離隔が $0.5 \sim 3.0D$ (D ：新設トンネルと既設トンネルの平均径) で、期線施工による既設避難坑への影響が考えられた。そこで、第1連絡坑から北方向へのお客様の避難経路確保のため、下記の対策、計測管理を実施しながら工事を進め、無事通過できた。

- (1) 制御発破 (1 段当たりの薬量を抑える多段発破)
- (2) 静的挙動監視 (目視観察・ひび割れ調査・覆工ひずみ計測)
- (3) 動的影響計測 (3 軸加速度センサ - による発破振動計測)

発破振動計測は、覆工コンクリートが破壊する可能性のある発破振動速度 $17\text{kin}(\text{cm}/\text{sec})$ を管理値とした。

既設避難坑のすりつけ区間は離隔が $0.5D$ 以下の区間で、発破により覆工コンクリートが破損し、周辺地山が緩むのを防ぐために、既設避難坑の内空断面をエア・ミルク ($q_u=1\text{N}/\text{mm}^2$) により埋戻した(図-2)。

5. 既設避難坑の拡幅区間の施工

この区間は、お客様の避難経路としての機能保持が求められる区間である。その内、膨張性地山の蛇紋岩区間 ($L=330\text{m}$) は、期線施工における技術面での重点区間である。

第2連絡坑交差部付近は、断面が 90m^2 と大きな非常駐車帯区間である。

掘削中に切羽の状況が不安定になったので、発破工法を機械掘削工法に変更し、より慎重に作業を進めることとした。しかし第2連絡坑交差部手前を掘削中に切羽右肩より 期線施工時の緩みによる崩落 (約 60m^3) が発生した。緊急的に吹付けコンクリートにより崩落部を閉塞したが、約 60m^3 の空洞が想定されたため、ウレタン系注入材にて空洞充填を実施した。その後、補助工法として、注入式フォアポ・リング・注入式長尺先受工法 (AGF-S) を実施することにより、無事通過することができた。(図-2、写真-5)



写真-5 崩壊状況

6. 第2連絡坑の拡幅に伴う掘削

第2連絡坑の拡幅掘削の際、期線の交差部周辺地山の応力性状に変化が生じ、期線に影響を与えることが予想された。そのため、期線施工時の計測結果から FEM 解析を実施することにより、周辺地山の变形係数・緩み領域を算定し、交差部の安定対策を検討した。

その結果、(1) 地山補強のための注入式フォアポ・リング、(2) 一次支保強化のための高強度吹付け ($\sigma_{ck}=36\text{N}/\text{mm}^2$)、(3) 期線覆工欠損部外力分散のためのアンカ - による接続、の対策を実施した。

掘削作業は機械掘削工法により 期線側から施工し、期線(供用線)に対する防護ため、期線側に鋼製の防護壁を設置した。現在、期線覆工コンクリートをワイヤ・ソ - により小分割し、期線への影響がないように、慎重に撤去作業を進めている。(図-3)

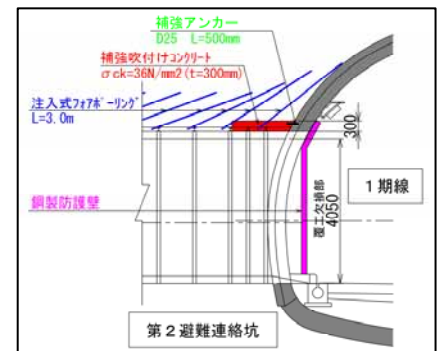


図-3 期線交差部安定対策詳細図

7. おわりに

長峰トンネル北工事のトンネル掘削は3月末現在、約70%の進捗 ($1,800\text{m}$) である。発破掘削による 期線への影響軽減と既設避難坑の機能保持という困難な課題を抱えながらの施工であるが、総合的な各種システムの構築と最新技術の採用により、期線トンネルに影響を及ぼすことなく工事を進めているところである。