

既設避難連絡坑の拡幅による供用中トンネルへの接続

西日本高速道路(株)関西支社滋賀高速道路事務所 上原浩揮
 鉄建建設(株) 越智康博 野口時男 赤塚学
 鉄建建設(株) 正会員 ○高橋幹夫 中原法久 舟橋孝仁

1. はじめに

暫定 2 車線で運用されていた湯浅御坊道路および阪和自動車道(有田 IC~印南 IC 間)は、2021 年 12 月に完成 4 車線での運用を開始した。そのうち、青垣内山トンネル工事は、御坊 IC~印南 IC 間の延長 828m の 2 期線トンネルの新設工事で、1 期線へ接続する延長 30.3m の避難連絡坑の施工も行った。避難連絡坑は、1 期線施工時に人道用断面で延長 10.0m(うち覆工完了 4.9m)が施工されていたが、2 期線設計段階で緊急避難時の安全性向上を踏まえ、車道用断面への拡幅となった。避難連絡坑の縦断面図を図-1、断面図を図-2 に示す。

供用中のトンネルに既設避難連絡坑を拡幅して接続することから、通行車両の安全確保と構造物への影響を最小限に抑える必要があった。そのため、事前調査による影響検討を行い、施工方法を策定した。本稿では、その影響検討と施工について報告する。

2. 避難連絡坑の施工概要

準備工として、夜間通行止めの期間中に、1 期線側接続部に仮設防護工を設置し、1 期線への影響監視のため、振動測定用の振動速度計、内空変位測定用のレーザー距離計等を既設覆工面に設置し自動計測を開始した。

新設区間は発破掘削、貫通 2m 前から拡幅区間は大型ブレイカ(800kg 級)による機械掘削で行った。既設覆工撤去は、避難連絡坑はコアボーリングによる縁切り後、大型ブレイカでの取壊し、非常駐車帯はコアボーリングによる撤去を行った。施工フローを図-3 に示す。

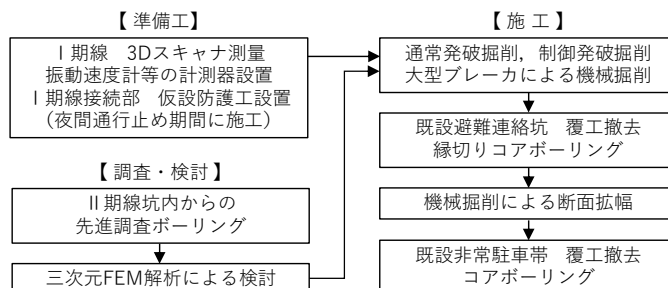


図-3 施工フロー

3. 事前調査と影響検討

避難連絡坑の掘削による周辺地山および供用中トンネルの安定性を事前に検討するため、三次元 FEM 解析を実施した。解析における地山物性値の設定にあたり、既存地質調査報告書等の整理・分析と、2 期線側から避難連絡坑横での先進調査ボーリング(側壁との離隔 3m, 延長 25.0m)および孔内水平載荷試験等を実施した。

調査結果から、新生代古第三紀羽六累層の砂岩層と砂岩頁岩互層であったが、特性的には大きな違いはないと考えられたため、解析では同一の地質とした。

図-4 に三次元 FEM 解析モデルを示す。解析ステップは、1 期線の標準断面の区間以外は、施工順序を考慮した逐次掘削解析とした。

解析結果より、トンネル変位は避難連絡坑掘削完了時で、計測可能変位は避難連絡坑中間部の天端沈下が約 4mm, 内空変位が約 5mm であった。また、1 期線非常駐車帯の天端沈下は、避難連絡坑の施工前後で 0.7mm の増加であり、影響は小さいことを確認できた。

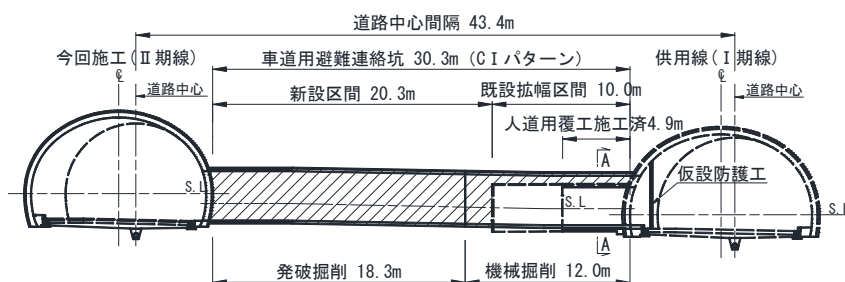


図-1 避難連絡坑 縦断面図

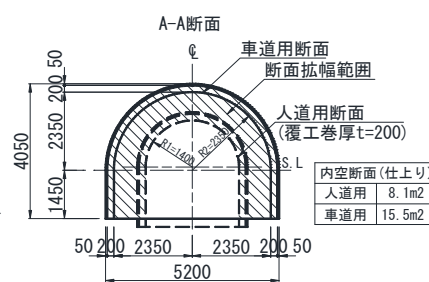


図-2 避難連絡坑 断面図

キーワード 避難連絡坑, 数値解析, レーザースキャナ, 振動速度, コアボーリング

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

支保部材応力については、吹付けコンクリート応力は、接続部の局所的な応力集中箇所を除き、許容応力度未満であることを確認した。また、地山のゆるみ分布は、**図-5**に示すように、接続部において応力集中が要因と考えられる地山のゆるみ域(非線形域)が確認された。局所的な応力集中や地山のゆるみが要因となり、トンネルの不安定を招く恐れもあるため、この範囲は、増しロックボルトによる補強を行うこととした。

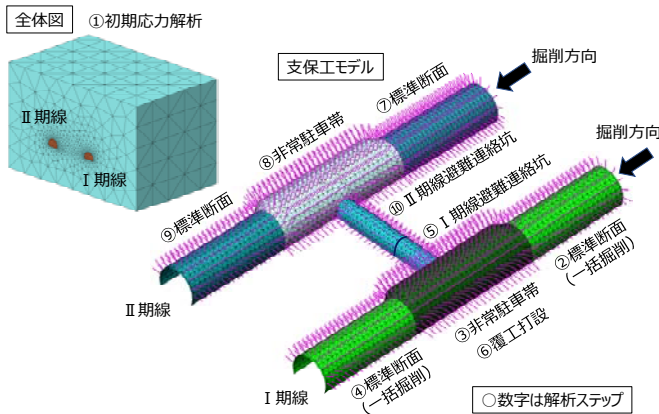


図-4 3次元FEM解析モデル

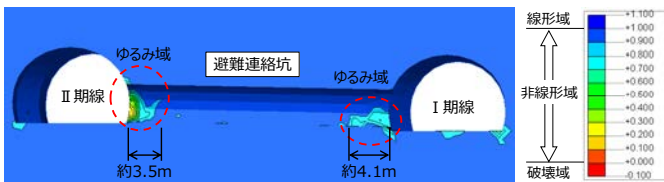


図-5 解析結果(地山のゆるみ分布図)

4. 避難連絡坑の掘削・既設覆工の撤去

仮設防護工の設計および既設拡幅区間の施工計画を行うため、夜間通行止め時に1期線施工済み箇所をレーザースカナによる測量を行った。**図-6**に測量結果を示す。測量の結果、1期線避難連絡坑の掘削済み区間は余掘りが大きく、覆工巻厚(設計20cm)は、平均で50cm程度、最大で100cm程度になるものと想定された。

発破掘削は、導火管付き雷管による多段発破で振動の低減を図り、貫通2m前から機械掘削に切替えた。貫通後は、非常駐車帯覆工の損傷を避けるため、避難

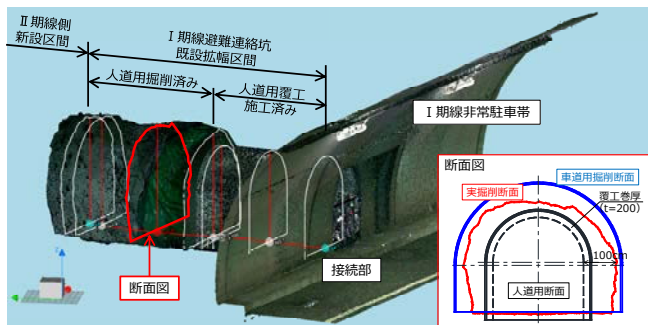


図-6 測量結果(点群データ・断面図)

連絡坑全周の連続コアボーリング(φ160)により非常駐車帯覆工と縁切りし、大型ブレイカでの覆工取壊しおよび断面拡幅の掘削を行った。接続部近傍の計測位置での振動速度測定結果を**図-7**に示す。振動速度の管理基準値は3.0kineを採用し、常時監視しながら施工を行った。発破掘削時は最大で2.2kine、機械掘削時は最大で0.5kineと管理基準値以下で掘削を完了した。

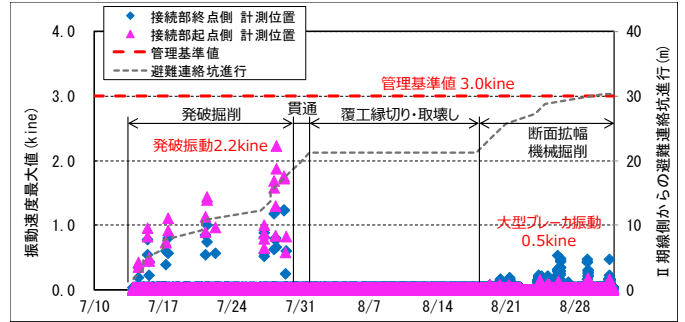


図-7 振動速度測定結果

非常駐車帯覆工は、コアボーリングにより撤去した。監査路下には光ケーブルが埋設されており、監査路上に重量物を落とすことが許されない状況であったため、上部は蜂の巣状のコアボーリングで撤去し、下部はブロック状にしてからフォークリフトで撤去した。既設覆工の撤去図を**図-8**、施工状況写真を**写真-1, 2**に示す。

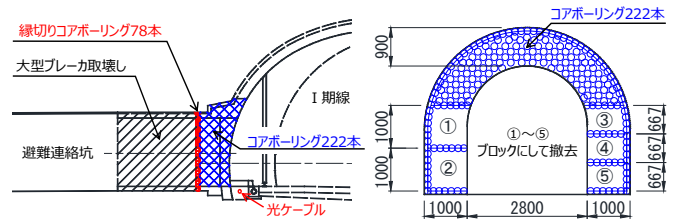


図-8 既設覆工撤去図



写真-1 覆工撤去状況



写真-2 覆工撤去完了

5. おわりに

避難連絡坑の拡幅接続について、事前調査、数値解析による検討を実施した。解析では、避難連絡坑の掘削による影響は小さいことを確認できたが、第3者に影響を及ぼさないようにするため、供用中トンネルの影響監視を行いながら施工を行った。各施工段階の工夫により、供用中トンネルに支障をきたすことなく、無事に避難連絡坑を接続することができた。