

大断面トンネル地質不良部における避難連絡坑断面拡幅の解析と検証

西日本高速道路(株) 正会員 ○畔津 伸彦 前田 佳克
戸田建設(株) 正会員 杉谷 悠行 生島 直輝 三上 英明

1. 概要

表-1 工事概要

工事名	宇治田原トンネル東工事
工事場所	京都府綴喜郡宇治田原町禅定寺～荒木
工期	2018年5月～2024年9月
工事内容	掘削断面積149㎡(D I)(内空断面積124㎡)
	トンネル掘削 上り線1162m・下り線932m
	盛土工 310,000㎡
	橋台4基 (新設橋台2基、既設橋台拡幅2基)

新名神高速道路宇治田原トンネル東工事は、上り線 1,162m、下り線 932m を施工するものである。当初は、上り線を先に貫通させ、下り線の掘削ずりを上り線を利用して搬出することで、周辺国道の渋滞を発生させない計画であった。しかし、トンネル断面の 3 車線化で施工数量増加、地質の不良により、予定している進捗が得られなくなった。よって工程遅延が発生する前に下り線を掘削することとした。3 車線化で上下線が近づくことから、坑口部の修正設計が必要となり、すぐ着手できない。よって、坑内の避難連絡坑を利用して下り線を掘削することとした。本稿では、避難連絡坑の計画位置が地質不良部であったため、施工の可否について三次元 FEM 解析を用いて検証を行ったので報告する。

2. 避難連絡坑の設計と三次元 FEM 解析について

2-1. 避難連絡坑の設計について

避難連絡坑の断面形状の決定にあたり、以下の点に留意した。①トンネル掘削の大型重機(ドリルジャンボ、吹付機等)が避難連絡坑を通行可能。②避難連絡坑は、上下線で直交する線形となっており、交差部で重機軌道を確認できる内空が必要。③上記 2 点の条件を満たした最小断面であること。検討の結果、避難連絡坑本坑部分は、第二東名・名神の設計要領第三集に記載のある全車両対応型断面(内空断面積 62m2)の適用が良いと判断した。支保パターンは、2 車線トンネルの標準パターン¹⁾を適用する。地質不良部を施工するため、適用の可否を解析で確認することとした。

2-2. 三次元 FEM 解析について

避難連絡坑を対象とした三次元 FEM 解析を行うにあたり、周辺地山の物性値は、上り線掘削時の A 計測結果を逆解析し求めた。上り線では切羽離れ 5D(=82m)で収束傾向と判断されたため、避難連絡坑を解析する範囲は、上り線と連絡坑の交差部より起終点側にそれぞれ 5D 範囲の計 10D とした。

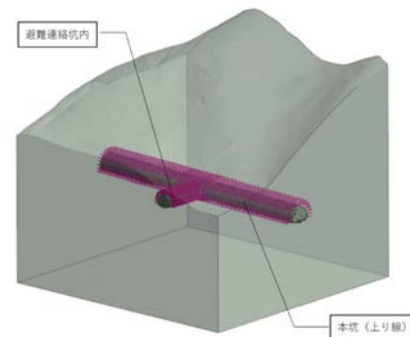


図-1 解析モデル

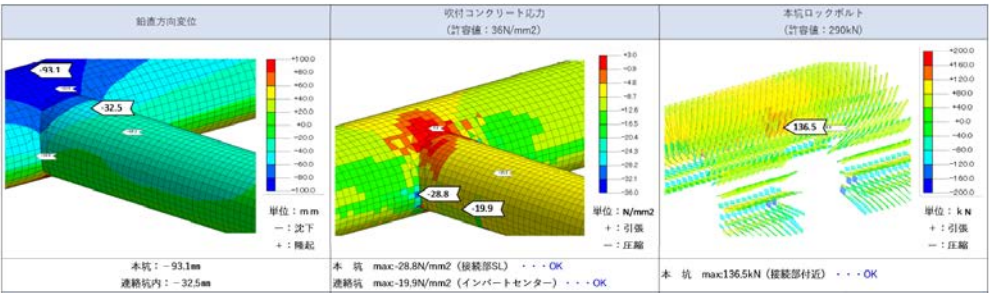


図-2 解析結果

キーワード トンネル、上下線同時掘削、避難連絡坑、三次元 FEM 解析、

連絡先 〒607-8034 京都府京都市山科区四ノ宮泓 37 西日本高速道路(株)新名神京都事務所 TEL:075-595-4933

2-3. 解析結果及び適用支保パターンについて

避難連絡坑での上下線間の離隔は1.2Dと近接している。標準支保パターンのDI-a相当で解析を行った結果、鋼製支保工および吹付けコンクリートの応力が超過した。トライアルの結果、HH154*151の二重鋼製支保工と吹付け厚40cmを選定した。二重支保構造にしても鋼製支保応力は超過したが、吹付けコンクリート応力は多少余裕があることが分かった。よって多少の応力超過分を吹付けコンクリートで分担する考えとし過度な対策とならないようにした(図-3)。応力分担については、掘削時のA計測に加えB計測を行い検証することとした。下り線本坑との接続部は、通常の補強工では下り線の軸力を支えきれないことから、除去しない方法で門型支保工を設置することとした(図-4)。

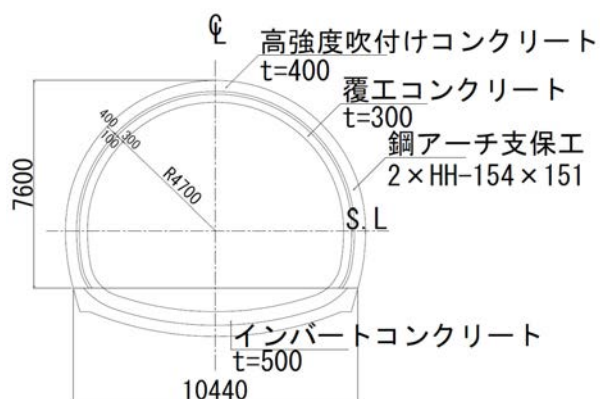


図-3 避難連絡坑標準断面図

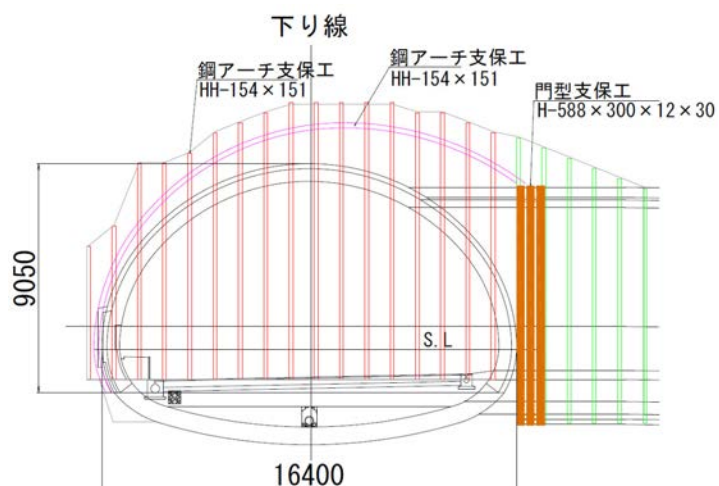


図-4 下り線接続部断面図

3. 実施工における地山の挙動

実施工では、A,B計測の追加に加え計測頻度を増やして慎重に施工をした。避難連絡坑掘削が15mに達したところで沈下量が解析値を超過した。逆解析で得た物性値で地質条件を取り入れたにも関わらず、超過したことから上り線の塑性領域が広がっていると仮定した。上り線において、ドリルジャンボで天端、左肩部、右肩部の3か所にチェックボーリングで削孔エネルギーを解析したところ、削孔長4mまでエネルギーが低下していた。次にロックボルトを6mと8mとし効果を確認した。その結果、設計長の6mは引き抜き耐力を満たさず、8mは問題なかった。以上の結果から、上り線は避難連絡坑掘削により塑性領域が拡大したと考えた。対策工として、ウレタン系注入材で塑性領域の改良を行った。改良材の強度は永久ではないため、増しロックボルト(L=8m)も設置した。掘削再開後は天端沈下が収まったことから、対策工は効果があったと考えている。

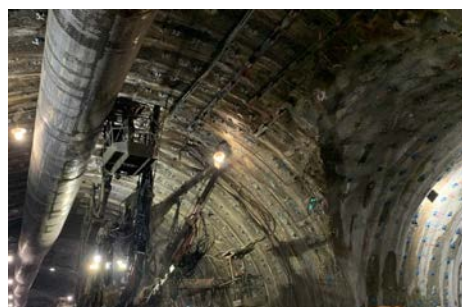


写真-1 増しロックボルト打設状況



写真-2 門型支保工施工状況

4. おわりに

現在は避難連絡坑と下り線本坑との接続が完了し、下り線を本掘削している。下り線の地山性状の健全さを確認しながら施工するため、B計測を設置し計測頻度を増やして進めている。今回は避難連絡坑についての報告であったが、機会があれば下り線本坑掘削時の挙動についても報告させていただければと考えている。

参考文献

- 1) 西日本高速道路株式会社：設計要領 第三集トンネル建設編