

掘削距離に応じた接続トンネルの施工方法

前田建設工業(株) 正会員 ○佐藤 芳宣 田邊 茂
前田建設工業(株) 椎橋 孝一郎 冬木 武浩

1. はじめに

広島県が進めている「県営水道送水強化整備事業」は、過去に発生した水路トンネルの崩落事故での大規模断水を教訓とし、自然災害に強い安全な水の供給体制の構築を目的として実施されている。そのひとつである広島水道用水供給事業二期トンネル整備工事(海田～矢野工区)(以下、本工事とする)は、新設導水トンネル(TBM 工法)により、呉市方面への送水ルートの子二条化を行うものである。

本工事では新設導水トンネルに先行して、立坑より接続トンネルを掘削し、既設トンネル(在来工法)と接続する。特記仕様書により自由断面掘削機での施工とされており、掘削時には2Kine 以内の振動速度が設定されている。

本稿では、小断面(23.5m²)かつ硬岩での接続トンネルの施工事例について述べる。



＜図1 事業計画図＞

2. 工事概要

施工場所：広島県安芸郡海田町東海田～広島市安芸区矢野町

工事延長：4,492m(TBM 工法：掘削径Φ2700mm)、線形：縦断勾配：0.052%、最小曲率半径：R=200m

立坑(内径Φ11m)：H=63.2m、接続トンネル：13.2m、先進拡幅坑：15.0m

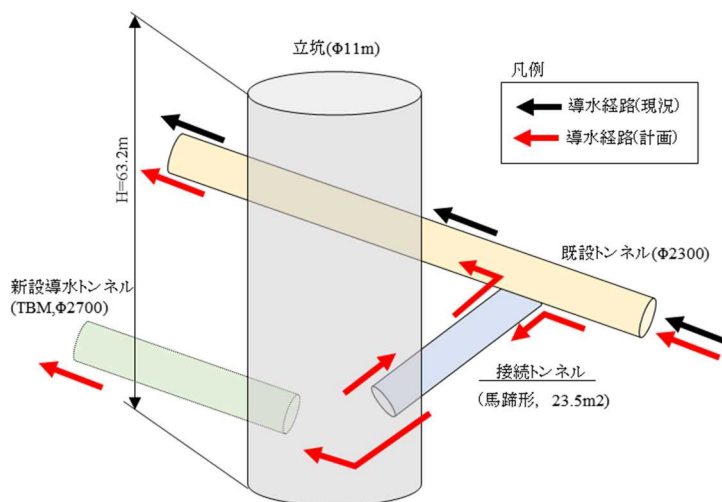
地質：硬質の広島花崗岩質岩

3. 工事の課題

本工事では、立坑をH=59m まで掘削した後、既設トンネル(Φ2300mm)への接続トンネルを掘削する。

立坑掘削は i-det(導火管付き雷管) による制御発破により行った。接続トンネルの深さでは150N/mm² を超える広島花崗岩が出現しており、接続トンネル断面 23.5m² 下での自由断面掘削機は存在せず、掘削方法の変更が必要となった。

あわせて、既設トンネルへ与える影響を低減する掘削方法の選定が求められる。



＜図2 接続トンネル位置図＞

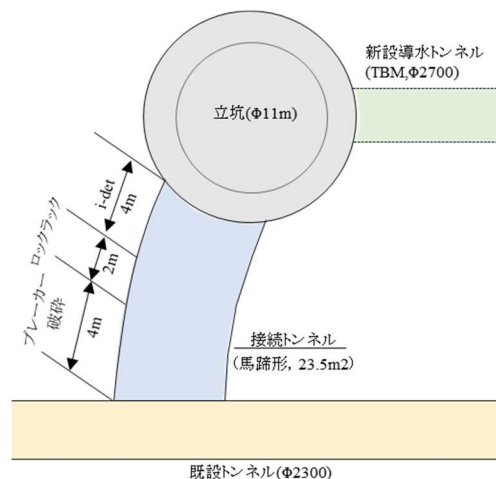
キーワード 接続トンネル、振動抑制、硬岩

連絡先 〒730-0045 広島市中区鶴見町4-22 広島 MKD1 ビル8F 前田建設工業株式会社 中国支店 TEL:082-246-9379

4. 掘削工法の選定、結果

立坑掘削時の K 値の算定に基づき、接続トンネル坑口より 4m は立坑掘削と同様に i-det を用いた制御発破を実施した。坑口より 4～6m(既設トンネルとの離隔 4m まで)においては、振動を低減する効果を持つロックラック(非火薬:テルミット反応による膨張圧破砕, 進行長: 各 1m)を使用することとした。

ロックラックの使用方法としては、通常の発破と同様にドリルジャンボにて削孔を行い、薬剤を装填する。セメント・砂系の込物にて口元を固定した後、専用の添加器にて破砕を行うものである。破砕後のずりは i-det による発破時(同孔数)のものと類似しており、振動及び振動速度の抑制に効果があった。



＜図3 掘削区分図＞

施工箇所	掘削方法	断面積 (m ²)	進行 (m)	装薬量 (kg)	孔数 (孔)	1孔当りの 薬量(kg/孔)	m ³ 当り薬量 (kg/m ³)	振動 (dB)	振動速度 (Kine)
立坑	i-det	95.0	2.0	181.2	168	1.08	0.95	53.1	0.032
接続トンネル	i-det	23.5	1.5	52.8	56	0.94	1.50	48.5	0.019
接続トンネル	i-det	23.5	1.5	52.0	52	1.00	1.48	48.4	0.019
接続トンネル	ロックラック	23.5	1.0	57.0	56	1.02	2.43	43.1	0.010
接続トンネル	ロックラック	23.5	1.0	60.7	52	1.17	2.58	41.0	0.008

測定位置: 近接民家(124m地点)

振動規制値: 70dB以下
振動速度: 2Kine以内

＜表1 振動測定結果表＞

以降の既設トンネル付近(離隔 4m 以内)では、既設トンネルへの影響低減を目的に、油圧ブレーカー(800kg)による機械掘削を行った。ブレーカーのノミの空打ち防止と掘削速度の向上を図り、ドリルジャンボでの先行削孔を併用した。この際切羽には 200N/mm² 以上の硬岩が切羽に点在しており、機械掘削は困難を極めた。

施工前及び完了時に既設トンネルの覆工コンクリート空洞調査及び外観検査を実施した結果、施工後に新たに発生した損傷はなく、健全性が確認された。



＜写真1 ロックラックによる破砕状況＞



＜写真2 ブレーカーによる掘削状況＞

5. おわりに

本工事では、ロックラックの使用により機械掘削での倍以上の進捗を確保し、振動速度も i-det による制御発破での施工時に比べ約半分まで減少されたことが確認された。今回の掘削方法は、既存の構造物付近での振動値の規制がある場合や、火薬の使用が制限される区域でのトンネル掘削において、非常に有効な方法であるといえる。