

都市部における超近接無導坑メガネトンネルの施工に関する一考察

(株)鴻池組 名塩道路八幡トンネル工事 正会員 ○山田 浩幸
国土交通省 近畿地方整備局 兵庫国道事務所 高祖 亮一
(株)鴻池組 名塩道路八幡トンネル工事 大槻 文彦
(株)鴻池組 名塩道路八幡トンネル工事 木村 圭吾

1. はじめに

名塩道路八幡トンネルは、国道 176 号の 4 車線化改築事業である名塩道路事業の一貫で、西宮市塩瀬町名塩地先において計画された延長 L=242mの都市部の山岳トンネルである。トンネルの構造は上下線が近接した「超近接メガネトンネル」の構造が採用され、掘削方式としては、「無導坑方式」による施工となった。

本論文では、都市部での特殊断面トンネルにおける施工時の課題と対策について紹介するとともに対策効果について考察する。

2. 適用現場の概要

八幡トンネルの周辺には中国自動車道、神社、マンションといった重要構造物が近接しており、用地の制約条件から、図-1 および写真-1 に示す「超近接メガネトンネル」の構造が採用され、掘削方式は経済性に有利であり、工程短縮にも有利な先進導坑の無い、「無導坑方式」であった。

トンネルの施工に関しては、後述する最新の技術の効果的な適用により、市街地部での特殊断面トンネルの施工を無事完了することができた。表-1 に工事の概要を示す。

表-1 工事概要

工 事 名 称	名塩道路 八幡トンネル工事
工 事 場 所	兵庫県西宮市塩瀬町名塩南之町地区～東之町地区
工 期	平成25年2月～平成26年12月
発 注 者	国土交通省 近畿地方整備局
施 工 者	株式会社 鴻池組
工 事 内 容	延 長 L=288m（トンネル延長L=242m、上下線）
	断 面 掘削断面積A=87㎡（上り線）、117㎡（下り線） 超近接無導坑メガネトンネル
	施 工 法 NATM
	掘削方式 機械掘削
	掘削工法 DⅢパターン（早期閉合） DⅠパターン（早期閉合）
	補助工法 天端安定対策：多段式長尺鋼管フォアパイリング 注入式フィアポーリング 鏡面の安定対策：鏡吹付、鏡ボルト 脚部の安定対策：脚部補強工（フットパイル）

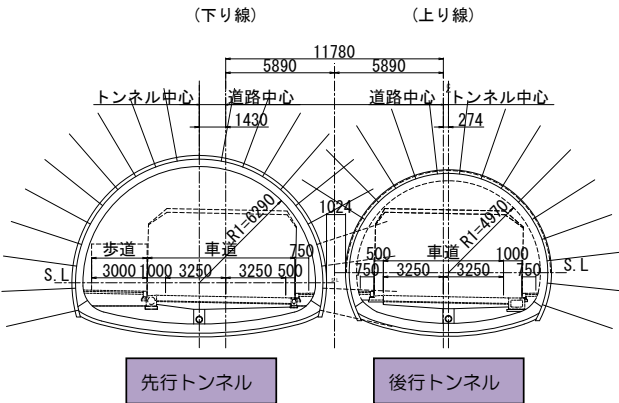


図-1 トンネル標準断面



写真-1 トンネル上下線併進状況

3. トンネル施工時の課題と対策

3.1 施工時の課題と対策

- トンネル施工時の課題として以下の事項が考えられた。
- ①メガネトンネルという特殊断面の切羽の安定性確保
 - ②硬質地山での効率的な機械掘削
 - ③市街地での掘削時の周辺環境の確保

これらの課題に対する対策について、市街地での特殊断面トンネルといった施工条件に配慮した対策を実施した。

キーワード 都市部山岳工法, メガネトンネル, 近接施工, 機械掘削, 補助工法

3.2 施工時の課題に対する対策

(1) 切羽安定性確保のための対策

メガネトンネルという特殊断面の切羽の安定性確保に関しては、無導坑方式で掘削するために、切羽から7m手前の断面でインバートを含めた支保工と吹付コンクリートによる一次閉合（早期閉合）を行い、先進坑である下り線では、断面が大きいこと、上り線掘削時に再度応力再配分がなされることを考慮して、瞬結型高強度吹付コンクリートを採用した。なお、起点側坑口付近では、FEM解析による予測解析結果に基づき、補助工法として、多段式長尺鋼管フォアパイリングおよび干渉部補強工を実施した。

(2) 計測結果に基づく考察

図-2に計測結果のうち、坑内変位の収束値の分布図を示す。計測結果全体的には、ほぼ管理レベルⅠ～Ⅱの範囲で収束した。

地山状況が比較的良好なDⅠパターンでは、ばらつきは小さく、土被りの小さいDⅢパターンでは、ばらつきが大きかった。

変位の傾向としては、土被りの小さいトンネルで見られる天端沈下が卓越した結果となった。図-3に内空変位の経時変化図の一例を示す。

上り線の切羽が10m（1D）まで接近した時点より影響が見られ、インバート閉合後は、速やかに収束に移行していくことが分かる。

掘削方式として切羽近くでの早期閉合の効果もあり、約1mで近接した超近接無導坑掘削において、無事掘削を完了することができた。

(3) その他の対策

玉石混じりの硬質地山での効率的な機械掘削としては、市街地部での施工であり発破工法が採用できないため、大型ブレーカによる機械掘削を採用した。しかしながら、地山が想定外の硬質な岩盤（最大200MPa）であったことから、岩盤破砕器を併用し掘削の進捗に努めた。さらに、住宅が近接している起点側坑口部には防音ハウスによるトンネル掘削音の低減をはじめ周辺環境対策を図るとともに、マンションに近接する終点側坑口部の切土掘削では偏心モータを用いたエキセントリックリッパの採用により騒音・振動低減効果を図った。

4. おわりに

名塩道路八幡トンネル工事では、最新技術の効果的な適用により、市街地部での特殊断面トンネルの施工を無事完了することができた。

近年、小土被りの特殊断面における切羽安定対策としてトレンドとなっている早期閉合に関して、瞬結型高強度吹付コンクリートによる早期閉合により、支保の早期構築を図り、後進坑の影響や地表面沈下を制御して無導坑での掘削が可能であることを計測結果から検証できた。

今後も掘削断面の大型化や市街地部での山岳トンネルの適用が増加するものと想定される。

一方、市街地での施工においては、周辺環境の確保が必須の課題であり、本トンネルで適用した都市部における施工上の課題と対策(写真-2, 写真-3)が同種工事の一助となれば幸いである。

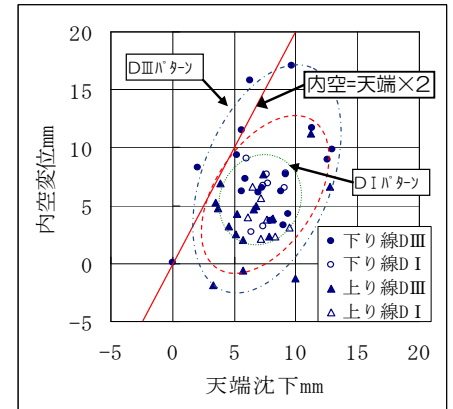


図-2 トンネル坑内変位

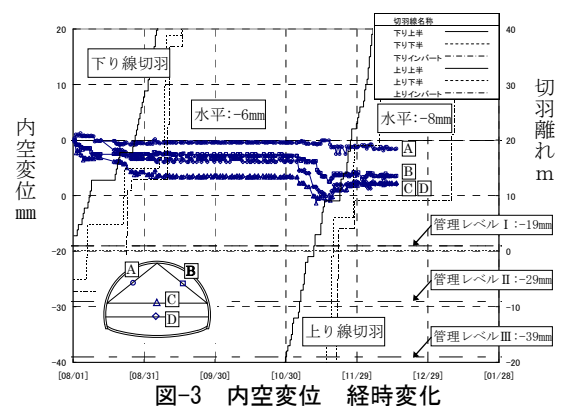


図-3 内空変位 経時変化



写真-2 起点側坑口 周辺環境対策



写真-3 終点側坑口 周辺環境対策