

非開削による新しいシールドトンネル切開き技術の開発 — ツインアーチジャンクション工法の概要と施工性の確認 —

株式会社大林組	正会員	○藤井 重紀
株式会社大林組	正会員	北岡 隆司
株式会社大林組	正会員	井澤 昌佳
株式会社大林組		田中 善広
住友金属工業株式会社		岩橋 正佳

1. はじめに

近年、都心部で計画されている道路あるいは鉄道トンネルでは、工事用地の確保が困難であることや、大深度化に伴い開削工法による費用が大幅に増加することから、分岐合流部において非開削工法によるトンネル連結技術が強く望まれている。NATMによる非開削のトンネル切開き工法では、掘削土量が多くなり周辺の地下水や地表面に与える影響が大きくなるという問題点があった。そこで筆者らは、掘削土量を最小にし、地下水や地表面に影響を与えることなく非開削でシールドトンネルを連結できるツインアーチジャンクション工法（以下、「TAJ 工法」と記す）を開発した¹⁾。本報文では、工法の概要と施工手順、実物大セグメントの試作結果について述べる。

2. 工法の概要と特長

TAJ 工法の概要図を図-1 に示す。TAJ 工法はトンネル連結部分の上下部に設置したアーチ型の仮設パイプルーフ内に永久構造物となるアーチ鋼材を挿入し、アーチ鋼材の端部をセグメントと接続することで、連結部に作用する荷重をトンネル覆工へ伝達し、安定した横卵型構造の空間を形成する工法である。

TAJ 工法の特長を以下に示す。

- 1) 地上からの地盤改良が不要であるため、地上条件による制約を受けずに並列トンネルを連結できる。
- 2) 最小の掘削で必要内空を確保できる。
- 3) セグメントピースの撤去量が少なく、一次覆工の大部分を本設構造として利用できる。
- 4) 実績のある既存技術の組合せであり、施工の信頼性が高い。
- 5) 連結部は、「アーチ鋼材+連結セグメント+コンクリート」による合成梁構造であり、剛性が高い（図-2 参照）。
- 6) アーチ鋼材は仮設パイプルーフと充填モルタルにより保護されているため、高い耐久性を確保できる。
- 7) 仮設パイプルーフ間の止水鉄板溶接と連結セグメント背面の止水溶接により、施工時から供用時まで高い止水性を確保できる。
- 8) 切開き作業時の地山の露出がパイプルーフ間の幅に限定されるため、施工時の地盤変状を抑制できる。

3. 施工手順

TAJ 工法の施工は、以下の手順で行う（図-3 参照）。

- 1) 平行に設置した 2 本のシールドトンネル内から薬液注入により地盤改良を行った後、連結部の上下に等間隔で仮設パイプルーフを設置する。
- 2) 仮設パイプルーフ内に、アーチ鋼材を挿入し端部をセグメントに定着した後、モルタルを充填する。
- 3) 内部支保工を設置した後、セグメントを撤去し、連結部を掘削する。
- 4) 上部の連結セグメントを取り付け、連結セグメントとパイプルーフの間にコンクリートを充填する。

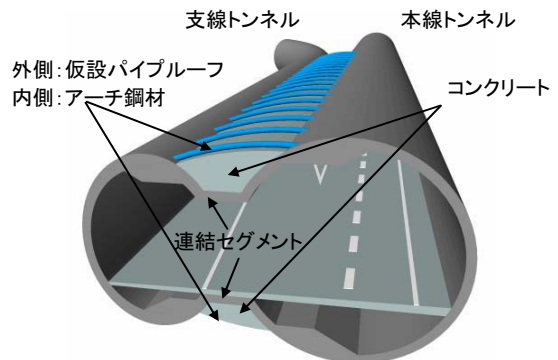


図-1 ツインアーチジャンクション工法概要

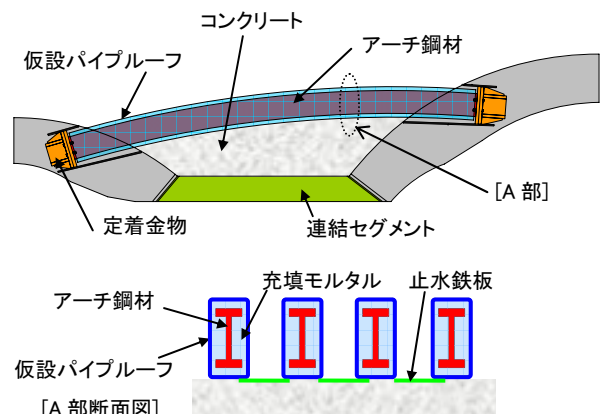


図-2 連結部構造概要図

キーワード シールドトンネル、分岐合流、地中連結、非開削、パイプルーフ、道路トンネル

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株) 大林組 土木技術本部 TEL 03-5769-1318

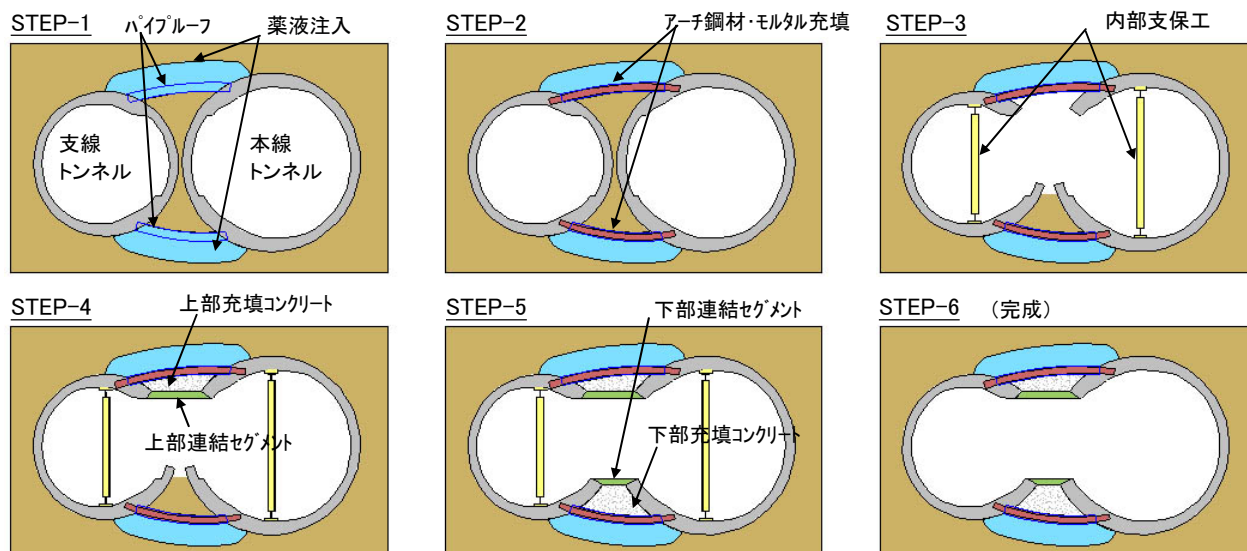


図-3 TAJ 工法施工手順

5) 下部の連結部掘削の後，下部の連結セグメントを設置しコンクリートを充填する．

6) 内部支保工を撤去する．(完成)

4. 実物大セグメントの製作（アーチ鋼材定着部構造の検証）

定着セグメントには，アーチ鋼材からの軸力と曲げモーメントが伝達される．2車線+1車線の道路トンネル連結を想定したケーススタディでは，主桁間隔 0.6m，桁高 0.9m～1.4m，主桁厚約 100mm の特殊な構造のセグメントになる．そこで，定着セグメントの加工や溶接作業の製作性と，仕上がり寸法精度を確

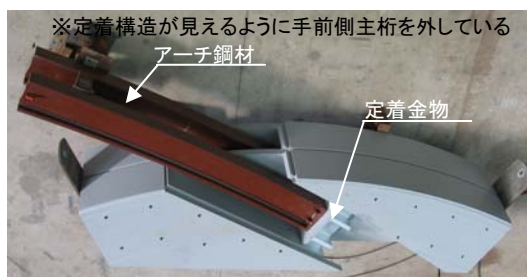


写真-1 実物大定着セグメント



写真-2 定着金物溶接状況



写真-3 定着部载荷試験状況

認する目的で，実物大の定着セグメントを試作した（写真-1 参照）．その結果，溶接部の品質を確保した上で通常の鋼製セグメントと同じ許容誤差内で製作できることを確認した．

さらに，定着セグメントの主桁間に挿入したアーチ鋼材の定着方法の一つとして，端部に取り付けた定着金物と主桁を溶接する構造を選択し，現地施工を模擬した溶接試験を行った（写真-2 参照）．アーチ鋼材端部の定着は狭い主桁間での溶接施工になることから，現地における作業性や，近傍のシール材の温度管理が課題となった．試験施工の結果，(1)通常の溶接方法で施工できること，(2)近傍のシール溝位置での最高温度は 100℃以下となり溶接熱によるシール材の劣化は生じないことを確認した．なお，このアーチ鋼材定着部構造については，3次元 FEM 解析及び 1/2 スケールモデルの载荷試験に基づく検証（写真-3 参照）を別途行い，アーチ鋼材の断面力が主桁へ円滑に伝達されること，また局所的な応力集中等の影響がないこと等を確認している．

5. おわりに

TAJ 工法は，周辺環境への影響を小さくするために掘削土量と切開き時の地山の露出を最小にすること，セグメントをできる限り本設構造として利用することをコンセプトとして開発した．本報文では，施工方法の検討を行い，実物大セグメントの製作により定着セグメントの製作および現地でのアーチ鋼材の定着が可能であることを確認し，結果を報告した．また，別途遠心载荷試験とフレーム解析によりトンネル連結構造全体の構造成立性を確認している²⁾．今後は，現在計画されている非開削分岐合流のプロジェクトへの適用を目指して検討を進める予定である．

参考文献 1) ツインアーチジャンクション工法-シールドトンネルの非開削連結技術-,建設機械,2006.6 2) 非開削による新しいシールドトンネル切開き技術の開発-遠心模型実験による挙動評価とフレーム解析の適用性検証-,第 62 回年次学術講演会,投稿中