

非円形断面シールドトンネル用セグメント組立装置の開発と導入

(株)大林組 URUP 川尻工事事務所 正会員 蛭子 延彦
 (株)大林組 URUP 川尻工事事務所 久田 英貴
 (株)大林組 本社 シールド技術部 正会員 ○横井 康人
 三菱重工メカトロシステムズ(株) 熊尾 義光
 三菱重工メカトロシステムズ(株) 杉山 雅彦

1. はじめに

さがみ縦貫道路は都心から半径 40～60km の位置に環状道路として計画されている首都圏中央連絡自動車道(圏央道)の神奈川県区間の一部として位置づけられており、本工事は、相模原市緑区城山一丁目から三丁目に計画されている区画整理された住宅地の地下を通過する全長 417m の(仮称)川尻トンネルを築造する工事である。表-1 に工事概要、図-1 に工事概要図を示す。

本工事は高度技術提案型(Ⅱ型)

総合評価落札方式による設計・施工一括発注方式の案件である。閑静な住宅街の中を周辺環境に配慮しながら支障物の安全を確保するため、限られた空間にトンネルを構築できる複合アーチ断面を採用した。本稿では、複合アーチ断面のような扁平率の大きな非円形断面に対応できるセグメント組立装置の開発と導入に向けての実証実験について報告する。

表-1 工事概要

工事名	さがみ縦貫川尻トンネル工事	発注者	国土交通省関東地方整備局
トンネル延長	417m (シールド 390.9m×2本、現場打ち躯体 25.6m)		
坑門工	2ヶ所		
工事内容	シールド 複合アーチ断面(内空幅11.0m×内空高7.08m) 高機能SFRCセグメント(8分割、幅1.7m、鋼繊維混入率0.6vol%) 現場打ち躯体 2連ボックスカルバート(内空幅10.7m×内空高5.7m)		

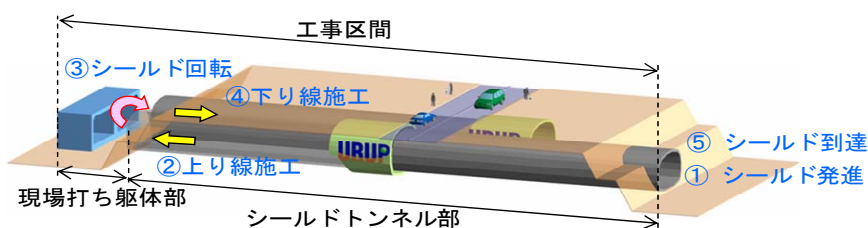


図-1 工事概要図

2. セグメント組立装置の開発

本工事で使用する複合アーチ断面のセグメントリングは、各セグメントが特殊な形状となっており、隅部セグメントの最大重量は92kNである(図-2 参照)。加えて、縦と横の扁平率が大きい(0.685)ため、既存の矩形用セグメント組立装置(図-3 参照)の適用が困難であった。そこで、あらゆる非円形断面に対応できる新たなセグメント組立装置を開発した。

本組立装置は、シールド機リングガータ部内周に掘削断面に相似な形状の走行レールを設け、そのレール上を走行する装置がセグメントを把持し組み立てるものであり、走行装置と組立装置が一体化したセグメント組立装置である。組立装置は、T字断面形状のレー

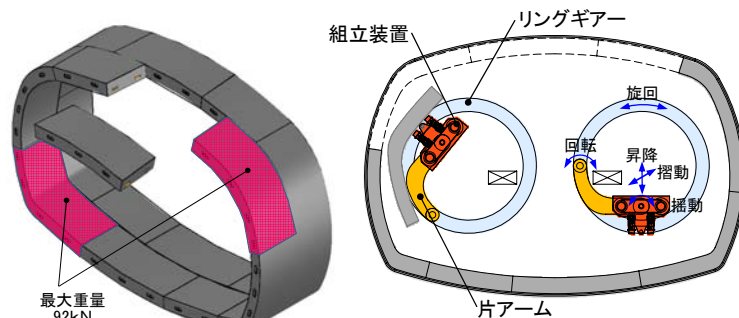


図-2 複合アーチセグメント

図-3 矩形用セグメント組立装置の例(既存技術)

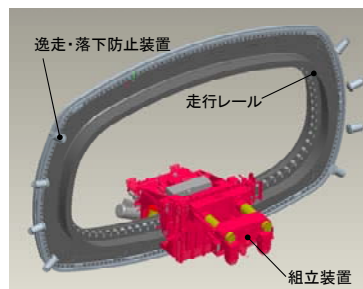


図-4 セグメント組立装置概要

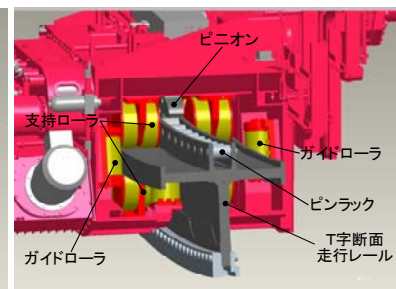


図-5 セグメント組立装置駆動部

キーワード 非円形断面シールド、複合アーチセグメント、セグメント組立装置、走行レール

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 生産技術本部 シールド技術部 TEL 03-5769-1318

ルを上下からの支持ローラーと左右からのガイドローラーで挟み込んで支持し、走行レールに取り付けられたピンラックと噛み合うピニオンを回転駆動させることにより

走行する（図-4、図-5参照）。表-2 に組立装置の特徴を示す。

表-2 既存技術との比較

特徴	リングギア・片アーム式組立装置 (既存技術)	非円形断面シールドトンネル用セグメント組立装置 (開発技術)
操作性	リングギアの旋回とアームの伸縮の両方によって位置決めをするので、操作が難しい	円形断面のエレクターと同じく旋回と昇降の独立した操作で容易に位置決めできる
安定性	セグメントの把持機構がアームの片持ち状態となり安定性に劣る	セグメントの把持機構が片持ちとならないため安定性に優れる
占有空間	装置の占有空間が大きい 排土設備空間が小さく、左右に分離	装置の占有空間が小さい 排土設備空間を中心部に大きく確保

3. 実証実験

実施工への導入に当たり、セグメント組立装置として求められる性能検証が必要である。特に、セグメントの止水シールを圧縮封入した状態で、目開きを生じさせない押付力の性能確認が必要である。そこで、実施工で使用する組立装置を用いて8分の3断面に相当するセグメントの組立試験（表-3 参照）を実施した。

表-3 実験項目及び結果

試験項目	対象	試験結果		
		動作確認	作動圧力(最大作動圧力 ^{※1})	作動速度(設定作動速度 ^{※2})
無負荷作動試験	走行(旋回)	スムーズな動きで良好	16.0MPa(21.0MPa)	高速:119.05mm/sec(119.15mm/sec) 中速:66.89mm/sec(66.90mm/sec) 低速:33.44mm/sec(33.45mm/sec)
セグメント把持状態での 負荷作動試験	走行(旋回)	スムーズな動きで良好	19.2MPa(21.0MPa)	中速:70.52mm/sec(66.90mm/sec) 低速:34.69mm/sec(33.45mm/sec)
	昇降	スムーズな動きで良好	伸び:8.9MPa(11.0MPa) 縮み:20.6MPa(21.0MPa)	伸び:12.4sec(13.5sec) 縮み:15.8(16.2sec)
	スイング	スムーズな動きで良好	右:8.7MPa(14.0MPa) 左:9.3MPa(14.0MPa)	右:7.0sec(6.4sec) 左:7.0sec(6.5sec)
	スライド	スムーズな動きで良好	伸び:5.1MPa(6.5MPa) 縮み:6.9MPa(8.0MPa)	伸び:10.1sec 縮み:11.3sec
	セグメントサポート	スムーズな動きで良好		
セグメント把持状態での 複合作動試験	走行+昇降	スムーズな動きで良好		
	スイング+昇降	スムーズな動きで良好		
排土設備との干渉確認	走行時の隙間	最小離隔280mm		
セグメント組立試験	シール材の封入	目開きなし	43.2N/mm (必要封入力42.7N/mm)	
	セグメント組立時間	組立精度は良好		70分 ^{※3} (計画60分)

※1 セグメント最大重量から設定 ※2 セグメント組立時間から設定 ※3 3/8ピースの組立時間から全体の組立時間を算出

4. 実験結果

本装置の無負荷作動及び負荷作動試験を行った結果、各動作とも計画通りの仕様を満たしていることを確認した。例えば、写真-1 に示す隅部セグメントのように、セグメント重心位置と把持位置が異なるセグメントを把持した状態においても性能を満足していた。

セグメント組立試験の結果、セグメント間の目開きは0mmであり、シール材を封入するのに必要な押付力を備えていることを確認した。試験時のセグメント組立時間は、実施工で計画している組立時間（60分）よりも10分程度時間を要する結果となったが、これはオペレーターの不慣れによって、セグメントの位置決めに時間を要したためであり、組立装置の各作動速度は性能を満足していた。写真-2 にセグメント組立状況を示す。

これらの試験結果から、本装置を使用しての実施工への適用は十分可能であることを確認した。

5. まとめ

複合アーチセグメントに対応した非円形断面用のセグメント組立装置を実用化するに当たり、実機による作動確認及びセグメント組立試験の実施により、複合アーチセグメントの組立を円滑に行える事が確認できた。本工事は、2011年9月に発進を予定しており、実施工で得られる知見をフィードバックし、さらなる改善を図ることで、多様な形状の非円形断面シールド技術の発展に貢献できる事を期待したい。

参考文献

曾根、久田、熊尾、杉山 ラック&ピニオン駆動モノレール式非円形断面シールドトンネル用セグメント組立装置の開発 平成22年度建設施工と建設機械シンポジウム



写真-1 隅部セグメント把持状況

写真-2 セグメント組立状況
(リングの3/8組立)