

シールドトンネル分岐合流部施工におけるセグメント切削シールド工法の開発

前田建設工業（株） 正会員 ○後藤 真吾 松井 芳彦
正会員 宮澤 昌弘 野田 賢治

1. はじめに

都市部での道路トンネルの分岐合流部施工において、開削構築工事に伴う用地確保が困難であることや、施工時に周辺環境に配慮する必要があることから、非開削による構築が望まれる。著者らは、道路トンネルの分岐合流部に適用する非開削構築技術として「セグメント切削シールド工法」の開発を進めてきた。今回、小さな交差角度での先行トンネル切削実証試験を実施し、良好な結果を得たことで、道路トンネルの分岐合流部構築技術としての適用性を確認したので、ここに報告する。

2. 工法の概要

「セグメント切削シールド工法」は、道路トンネルの分岐合流部などを対象とした非開削構築技術である。シールド工法で構築する本線またはランプトンネルにおいて、先行して構築するトンネルに切削可能なセグメントを配置しておき、後行トンネルのシールドでそのセグメントを直接切削し、2つのトンネルを結合することで、分岐合流外殻部を構築する。図-1に分岐合流部の構築イメージを示す。また、図-2には、中柱構造での分岐合流部の施工手順を示す。

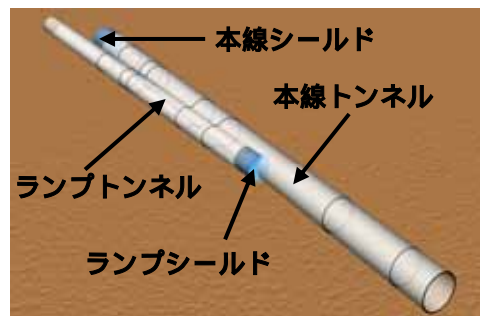


図-1 道路トンネル分岐合流部イメージ図

3. 技術課題

本工法の主な技術課題は、分岐合流構造、分岐合流部構築手順、切削可能なセグメント、切削掘進可能なシールドである。これらの課題に対してケーススタディおよび構造解析等により、分岐合流部の構造および、セグメントとシールドの基本仕様について開発を進めてきた。しかし、本工法を分岐合流部構築技術として適用するためには、本線と分岐合流車線とがなす小さい交差角度（約4度）で、後行シールドが先行トンネルを切削することが可能か検証する必要がある。



図-2 分岐合流部（中柱構造）の施工手順

4. 先行トンネル切削実証試験

(1) 試験目的

小さな交差角度（約4.0°）で先行トンネルを後行シールドで直接切削する場合の、切削状況の検証および、先行トンネルと後行シールドの挙動の把握を目的とする。

(2) 試験概要

試験は、図-3の切削終端部断面図、図-4の平縦断面図に示す規模の、先行トンネルを模擬したヒューム管および後行シールドを模擬した推進機を用いて実施した。

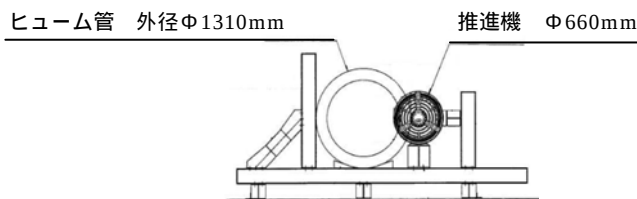


図-3 切削終端部断面図

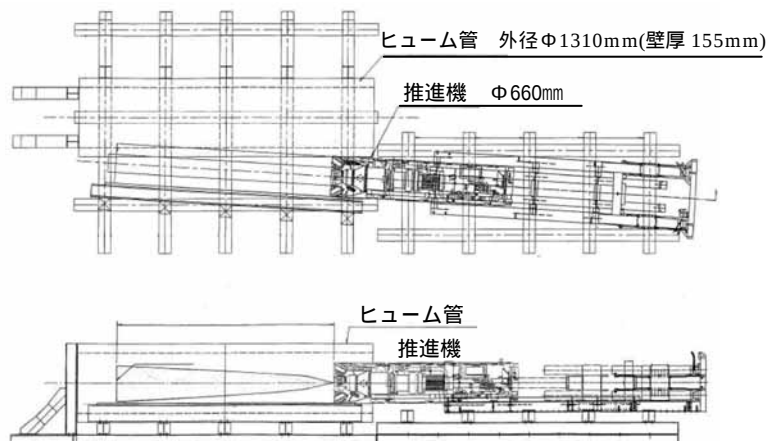


図-4 切削実験平縦断面図

キーワード シールド，道路トンネル，分岐合流，セグメント切削試験

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-26 前田建設工業（株）土木本部土木技術部 TEL 03-5276-9472

表-1 推進機仕様

最大ジャッキ推力	360kN
最大カッタートルク	8.5kN・m
回転数	11.8r.p.m.
カッタービット材質	E5 種相当

ヒューム管は、無筋コンクリート($\sigma_{28} = 50\text{N/mm}^2$ 、普通骨材使用)製とし、特に目荒らし処理をしない表面が平滑な状態のものを使用した。また、推進機は表-1 の仕様および図-5 に示すカッターヘッドとした。試験は交差角度 3.5° 、 5.0° の2ケースで行った。

(3)試験結果

写真-1, 2 に試験実施状況、試験完了後のヒューム管の状況を示す。また、試験より得られた切削掘進距離とヒューム管切削深さの関係を図-6、切削掘進距離と掘進速度の関係を図-7 に示す。ヒューム管は表面が平滑な状態であってもスムーズに切削が開始でき、特に横ぶれ挙動を示すことなく、図-6 のように理論値どおりに、また、写真-2 のように切削面が滑らかな状態で切削できた。

また、図-7 より、交差角度 3.5° では切削深さ約 55mm (掘進距離 900mm)より約 20mm/min 、交差角度 5.0° では切削深さ約 52mm (掘進距離 600mm)より $10 \sim 20\text{mm/min}$ の安定した掘進速度で切削ができた。最大発生推力は、交差角度 3.5° で約 6.0kN (最大値の約 1.7%)、交差角度 5.0° で約 8.0kN (最大値の約 2.2%)、また、最大カッタートルクは、交差角度 3.5° で約 5.0kN・m (最大値の約 59%)、交差角度 5.0° で約 6.6kN・m (最大値の約 78%) であった。

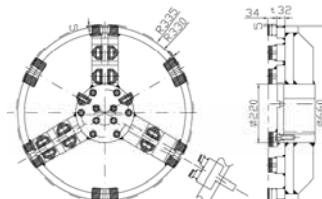


図-5 カッターヘッド図



写真-1 切削実証試験実施状況

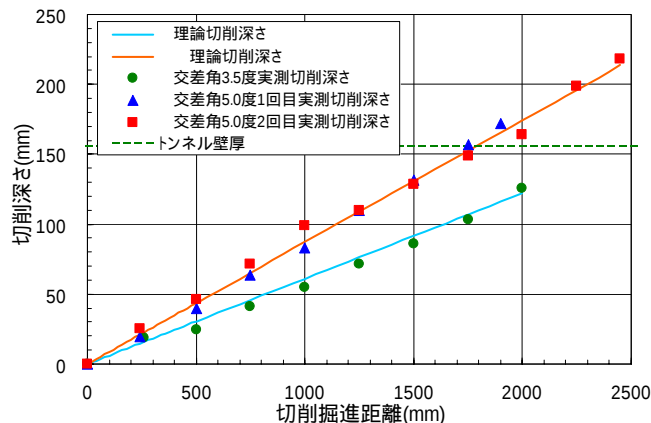


図-6 切削掘進距離-切削深さの関係



写真-2 切削試験完了状況

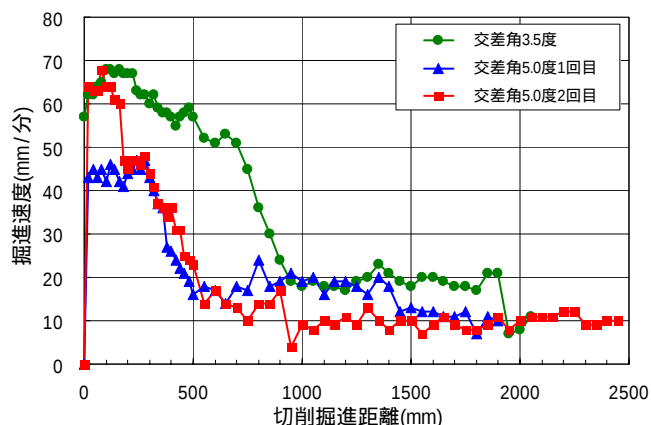


図-7 切削掘進距離-掘進速度の関係

5. 結論

以上より、小さな交差角度 (3.5° 、 5.0°) による切削で、安定した掘進速度で良好な切削状況が確認され、本工法が道路トンネルの分岐合流部構築技術としての適用性があるということを検証した。

6. 終わりに

本試験と並行して、切削性に優れたセグメント部材や専用カッタービットについて材質・形状を検討し、力学試験および切削試験を実施している。今後さらに開発を進めていき、道路トンネルの分岐合流部におけるセグメント切削工法を確立していきたいと思う。