

シールドトンネル部分拡幅工法（Seg-Jet 工法）の開発

清水建設(株) 正会員 ○四方 弘章

清水建設(株) 正会員 阿曾 利光

1. はじめに

近年、都市部でシールドによる道路トンネルの建設が増加してきている。シールドによる道路トンネルでは、従来は非常駐車帯など部分拡幅ができなかったためにアクアラインのように全路肩で全線建設されている。しかし今後は必要な部分のみを拡幅し、全体を半路肩としてシールドの掘削外径を小さくし、建設コストを削減することが望まれている。このようなニーズに基づき、経済的にシールドトンネルの部分拡幅ができる技術として本工法を開発した。

本稿ではシールドトンネル部分拡幅工法（Seg-Jet 工法）の開発の概要について報告する。

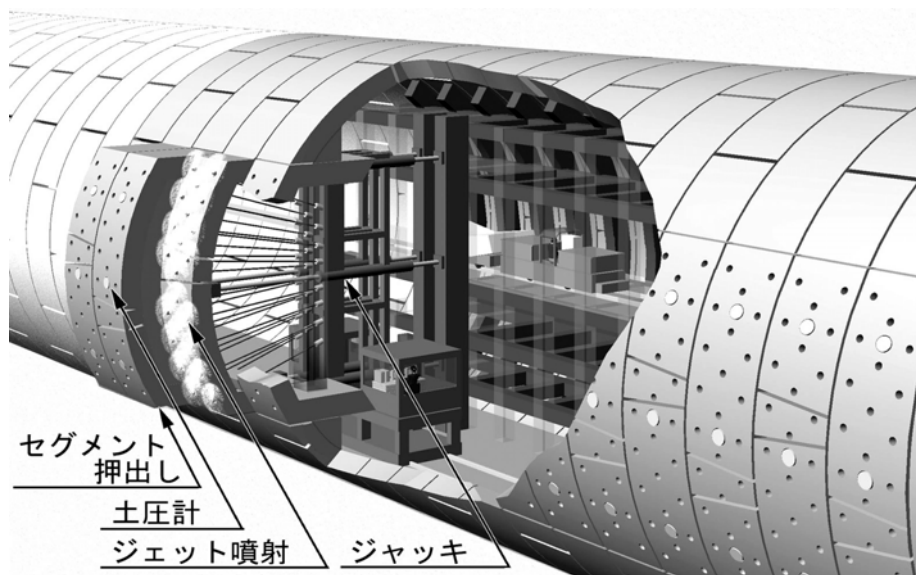
2. 工法の概要

本工法は、トンネル本線は従来のシールド機で掘進し拡幅する区間には拡幅が可能なセグメントを円形に組立てておき、シールド機や掘進設備が通過後にセグメントを押し出してトンネルを拡幅する工法である。セグメントの押し出しは超高压水で背面の地山を切削しながらジャッキシステムにより1リングずつ行う。

地山の切削はφ40 mmのロッドを使用し高压泥水と高压エアで行う。高压泥水とエアはロッド先端近くの横方向に向いた孔から噴射し、ロッドを回転することで円形に切削する。地山の強度に応じて高压泥水と高压エアの噴射仕様、時間を決めて切削ロッド、排泥管を適切な数に配置する。高压泥水の噴射仕様は標準で圧力が20～40 MPa、噴射量が60～200 ㍓/分、高压エアは圧力が1MPa、噴射量が0.5～2.5m³/分であるが、原地盤で切削試験を行って選定する。

切削、押し出し中はセグメントにかかる水圧を管理し排泥量などを制御することにより周辺地盤への影響を最小限に抑制する。押し出しを行うジャッキシステムは押し出すセグメントが非常駐車帯の大きさの場合に8本使用するが、ジャッキにかかる負荷のバラツキにかかわらずストロークは±1 mm以内のバラツキに制御できるため、セグメントを常に一定の方向に精度よく押し出すことができる。

各リング押し出し完了後にボルトで本体のセグメントに固定し、裏込注入により余掘り部を充填する。



Seg-Jet 工法概要図

キーワード：シールド、部分拡幅、セグメント押し出し、Seg-Jet 工法、

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 清水建設(株) 土木事業本部技術開発部 TEL 03-5441-0518
-151-

3. 切削・セグメント押し込み実験

実験は以下のように水槽に模擬地盤を詰めて3段階に分けて行った。高圧水と高圧エアによる水平方向の切削が可能であるか、また大深度での施工を想定して高水压下でも切削が可能であるか、さらに切削しながらジャッキシステムによりセグメントの押し込みが可能であるかを実験した。

3.1 実験概要

①＜高圧水と高圧エアによる切削実験＞同実験は流動化処理土を10m³タンクに充填し、強度が0.4KN/mm²に発現したところでφ40mmの噴射ロッドを差し入れて切削した。切削径はφ1200mmで別途下方に設けた3インチ管からスムーズに排泥できた。写真-1に実験状況を示す。

②＜高水压下での切削実験＞高圧タンクに流動化処理土を充填し、0.7MPaの水圧をかけた状態でφ40mmの噴射ロッドを差し入れて切削した。流動化処理土の強度は0.2KN/mm²で2インチの排泥管のバルブを操作することで0.7MPaの圧力を保ちながら切削した結果、切削径はφ1000mmであった。写真-2に実験状況を示す。

③＜切削・押し込み実験＞土丹層を想定した模擬地盤を赤土、砂、セメントを混合して作り、押し込みセグメント（幅800mm×高さ1500mm）が装着された水槽に詰め、切削ロッドを2本とジャッキシステム（45t×4本）を使用し、切削とセグメントの押し込みを行った。写真-3に実験状況を示す。

3.2 試験結果

切削・押し込み実験では模擬地盤の強度は1.4～2.1KN/mm²であった。水槽内の圧力は0.03MPaに保った状況で切削、押し込みを行った。前2回の流動化処理土に比べて模擬地盤の強度が高いため、当初未切削部が残リセグメントの押し込みができなかったが、適宜切削仕様を上げ、切削時間（ロッドの押し込み速度）を長くすることで所定の700mmの押し込みを完了した。押し込みのジャッキ推力は8～10tで、シール材との摩擦抵抗である。4本のジャッキストロークのバラツキは±1mm以内で、セリなどは発生せずスムーズに押し込むことができた。

＜切削仕様一覧＞

高圧噴射水	高圧エア	切削時間	押し込み可否
40MPa×100 ^{リットル} /分	1MPa×1m3/分	1cm/20秒	×
40MPa×100 ^{リットル} /分	1MPa×1m3/分	1cm/40秒	×
40MPa×200 ^{リットル} /分	1MPa×2m3/分	1cm/60秒	○

5.終わりに

任意の場所でシールドトンネル断面の拡幅が可能であるSeg-Jet工法を開発した。この工法は特別なシールド機は必要とせず、従来のシールド機で可能である。しかも本線の掘進作業と併行して拡幅作業を行うことができる。実証実験を行い、セグメント前面の圧力を保ちながら切削と押し出しが可能であることを確認した。今後、実工事への適用に向けシール材などさらに検討を加えて信頼性を向上したいと考えている。

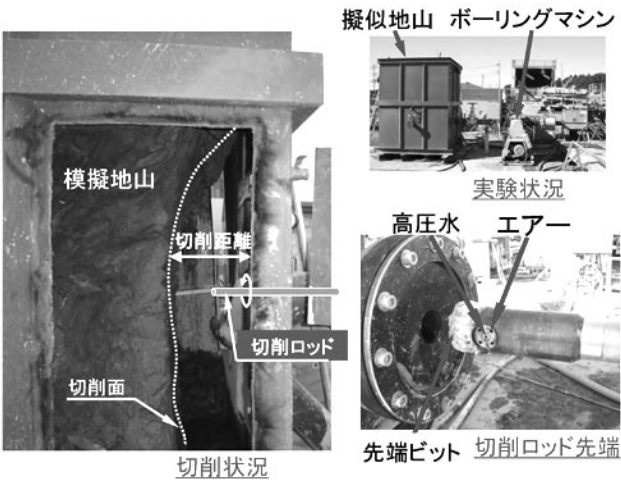


写真 - 1 切削実験



写真 - 2 高圧下での切削実験



写真 - 3 切削・押し込み実験