

部分拡幅シールド工法の開発（その1）

前田建設工業（株）

正会員 ○森 芳樹

松井 芳彦

正会員 宮澤 昌弘

野田 賢治

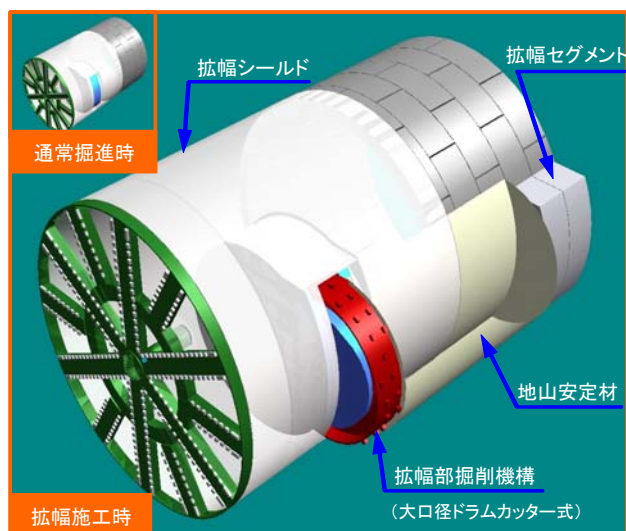
1. はじめに

近年の都市部におけるインフラ整備は、都市の過密化、大深度地下使用法の制定等の理由から、占用位置が大深度となるシールド工事での計画が各方面でなされている。大深度シールドトンネルにおける主要な課題の一つとして、道路トンネルの非常駐車帯やランプ合流部、鉄道の地下駅部や待避空間の構築等、任意の場所での拡幅空間の構築方法があげられる。現状の拡幅方法は、開削工法や地盤改良を併用した非開削工法により拡幅断面を構築する工法が多いが、安全・コスト・工期の面で多くの課題がある。

筆者らはこうした状況を鑑み、シールドの側部に搭載した拡幅部掘削機構で地山を掘削し、特殊な地山安定材を充填することで地山の保持を行い、その後に拡幅セグメントを坑内から押し出して拡幅部を構築する部分拡幅シールド工法「M-ESS工法（Maeda - Enlargement Section Shield tunneling）」を開発し、今回その主要要素にあたる①拡幅セグメントの止水機構、②特殊地山安定材（その2で報告）、についての要素試験を実施し、良好な結果を得たのでここに報告する。

2. 部分拡幅シールド工法の概要

部分拡幅シールド工法は、シールドの側部に搭載した拡幅部掘削機構で地山を掘削し、特殊な地山安定材を充填することで地山の保持を行い、その後に拡幅セグメントを坑内から押し出して、拡幅部を構築する工法である（図-1）。これにより、拡幅構造が高水圧下でも地盤改良を必要とせず、非開削で安全・確実に構築することができる。外径φ16mのトンネルで、幅2mの拡幅を行う場合の試算では、従来の地盤改良を主体とする非開削工法と比べて、約20%の工期短縮、約10%のコスト縮減が可能となる。



* 掘削機構は、土質条件に応じて他の方法も選定できる。

平面図

断面図

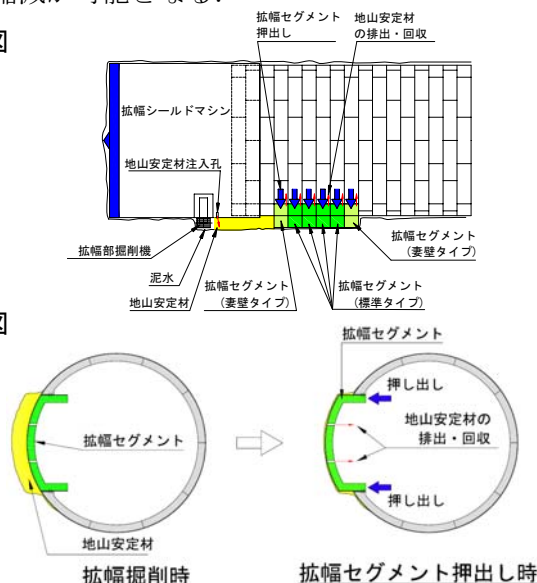


図-1 部分拡幅シールド工法の概要

本工法の主な特長は以下の通りである。

- ① トンネル内からの補助工法を用いることなく、大深度・高水圧下でも安全に部分拡幅ができる。
- ② 拡幅部以外の区間は標準の円形断面であり、工事量を最小限に抑えることができる。
- ③ 拡幅部の掘削は本線セグメントの組立時に行い、またセグメント押し出し作業は掘進とは別の工程となるため、通常の掘進工程に与える影響が少ない。
- ④ ルート上、何箇所でも所定の場所で部分拡幅が可能である。

キーワード シールドトンネル、部分拡幅、止水機構、大深度、高水圧、大断面

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

3. 拡幅セグメントの概要

(1) 拡幅セグメントの構造

拡幅部の覆工構造となる拡幅セグメントについては、大断面拡幅トンネルとして、拡幅前、押し出し時（拡幅時）及び拡幅後の構造的安定性及び止水機構も含めて設計を行った。

外力条件としては、トンネル天端での土被り 60m を想定した。また、トンネルの構造条件としては、大断面トンネル内の非常駐車帯設備を想定し、トンネル内径 14.7m、拡幅部 2m、拡幅高さ 6.7m とした。

二次元及び三次元構造解析の結果、拡幅部は鋼製セグメントとし、セグメント桁高 1m、セグメント幅 1.5m により構造の安定性が確保できる（図-2）。

(2) 拡幅セグメントの止水機構

拡幅セグメントのジョイント部は、セグメント拡幅前、押し出し時及び拡幅後において高水圧に対する止水性を確保する必要がある。そこで、止水材料及び止水構造としてリップシール及び矩形シールを組み合わせた特殊シール構造を選定し、以下に示す模型試験を行い、止水性能を確認した。

4. 拡幅セグメントの止水機構確認試験

(1) 試験目的

拡幅セグメントの拡幅前、押し出し時及び拡幅後の止水性能を確認する。

(2) 試験装置

試験装置を図-3 及び写真-1 に示す。止水性能の確認方法は、閉塞箇所（周囲に止水機構を設置）を挿入し、漏水状況を確認する方法とした。なお、試験装置は、連続する 2 ピースの拡幅セグメントの押し出し状況を確認できる構造とした。

(3) 外水圧条件

外水圧条件は、0.3MPa、0.5MPa、0.7MPa、0.9MPa の 4 ケースについて試験を行なった。

(4) 試験結果

外水圧と漏水量の関係を図-4に示す。外水圧0.3MPaにおいて漏水はゼロ、外水圧0.5MPaにおいても微少(8.4cc/min)であったが、外水圧0.7MPa以上については漏水が増大した。

5. まとめ

止水機構確認試験結果より、今回考案した止水機構を用いることで、部分拡幅シールド工法(M-ESS 工法)の拡幅セグメント部の止水を確保することが可能であると考えられる。今後の課題として、止水シールの材質・配置等を検討することで更に高水圧条件に対しても止水性を向上させていきたい。また、実際の施工を踏まえ、次編で述べる地山安定材の充填・回収を併せた実際の施工条件に近い状態で止水試験を行い、更なる止水機構の確立を図っていきたい。

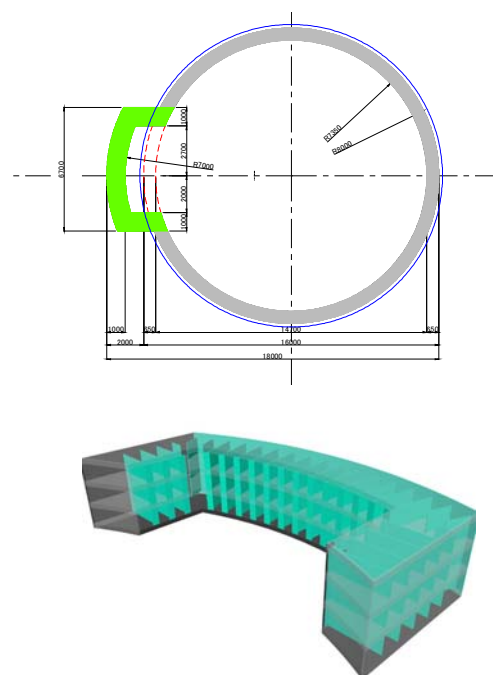


図-2 拡幅セグメント概要図

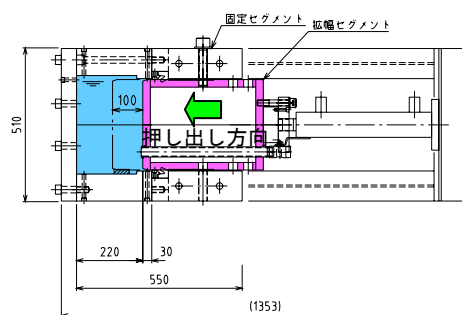


図-3 拡幅セグメント止水試験概要図

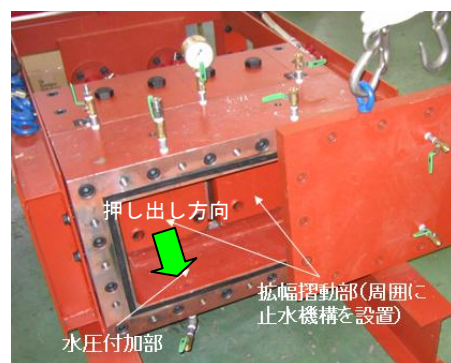


写真-1 拡幅セグメント止水試験装置

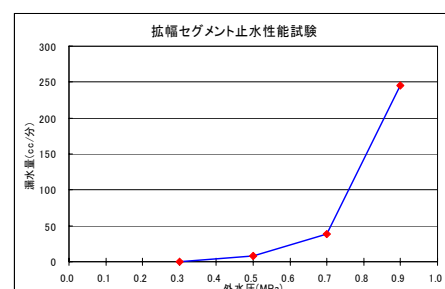


図-4 拡幅セグメント止水性能試験結果