

「VASARAシールド工法」による非開削地中拡幅実績（その6） ～ 中口径・高水圧下実証施工における拡幅時の全体挙動 ～

鹿島建設(株) 正会員 岩下 直樹, 正会員 鶴田 浩一
正会員 滝本 邦彦, 正会員 馬野 浩二
石川島建材工業(株) ○正会員 浅野 裕輔, 正会員 阿部 義

1. はじめに

本稿では、シールド工法において、掘進と同時に任意の地点で地盤改良を伴わずに部分的にトンネル内空（トンネル幅）を拡げる施工法として開発した「VASARA シールド工法」の実証施工における拡幅時の全体挙動に関する施工実績を報告する。

2. 施工実績

実証施工は、シールド機のテール内では一般部と同様に円形状に拡幅セグメントを組み立て、テールを抜けた後でセグメントを外側に押し出してトンネル内空を拡幅する VASARA-L 工法を採用し、セグメント外径 $\phi 6,200\text{mm}$ （仕上がり内径 $\phi 5,700\text{mm}$ ）の実施工現場で実施した。

(1) 拡幅支保部材

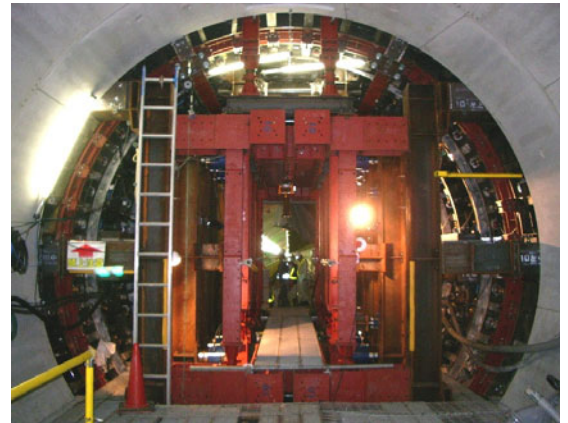
拡幅掘削および充填材注入、拡幅セグメントの組立が完了した後に、拡幅制御のための支保部材を坑内に設置した。（写真－1）

拡幅時のセグメント挙動が想定範囲を逸脱した場合には、構造物に過大な偏荷重が作用してしまうとともに、拡幅後の固定（リング間ボルト締結）ができない、競りに伴う摺動面シール材の損傷により止水性確保も困難となる等の不具合が生じる可能性が高い。

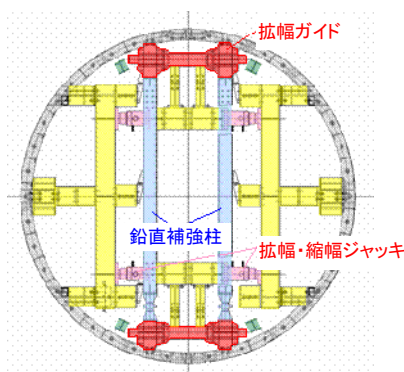
支保部材は高水圧や各種抵抗力に対抗して、確実な拡幅および縮幅ができるようにジャッキを始めとする装備を備えるとともに、覆工に対しても無理な応力を発生させない機構とした。（図－1, 2）

各部材の主な目的は、以下のとおりである。

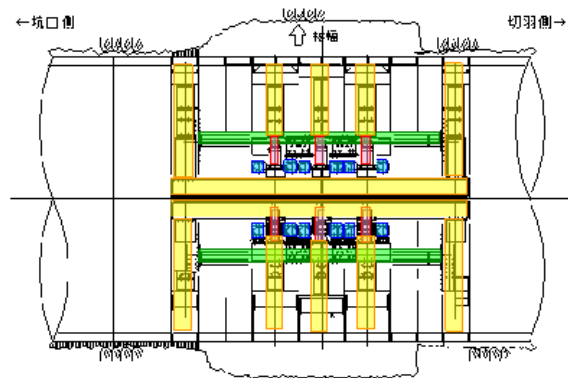
- ・ 拡幅ジャッキ：片側に6台（2台／各リング）設置し、ストロークを同調制御することで拡幅時の競りを防止
- ・ 拡幅ガイド：拡幅時のセグメント挙動（方向）を制御して、拡幅セグメントスライド部への偏荷重集中を防止
- ・ 水平方向支保部材：拡幅時の各種作用荷重（押し出し力、抵抗）を伝達分散させ、拡幅時反力を確保
- ・ 鉛直方向支保部材：鉛直方向の作用荷重に対抗してセグメントの鉛直変形を防止



写真－1 支保部材設置状況



図－1 支保部材配置図（断面）



図－2 支保部材配置図（平面）

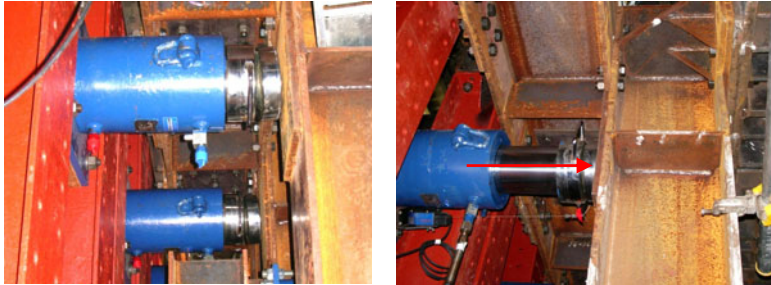
キーワード：部分拡幅，シールド工法，非開削工法，拡幅セグメント

連絡先：〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設（株）土木設計本部 TEL 03-5561-2111

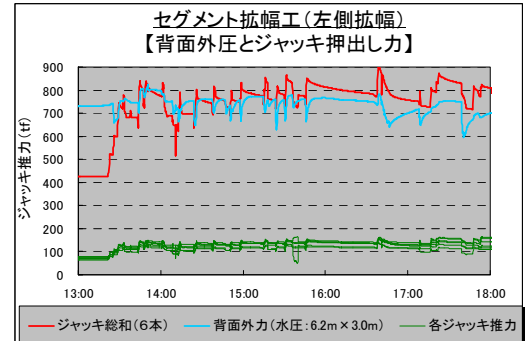
(2) 拡幅時の全体挙動

拡幅時にはジャッキ速度を 5mm/min 以下で押し出し、6 台のジャッキストロークを同調制御することで、全体のバラツキは最大で 3mm 以内に抑えられ、特殊充填材の回収を含めてスムーズで確実な拡幅ができた。

充填材回収に伴い背面外力（水圧）も微妙に変動を繰り返しているが、ジャッキ押し出し力がこの変動外力を常に若干上回る値で推移しながらセグメントのスライドが進行した。概ね充填材回収不足による抵抗圧の異常増加や摺動面摩擦抵抗力の影響はなかったと判断される。（図－3）



写真－2 拡幅ジャッキ（左：拡幅前、右：拡幅中）



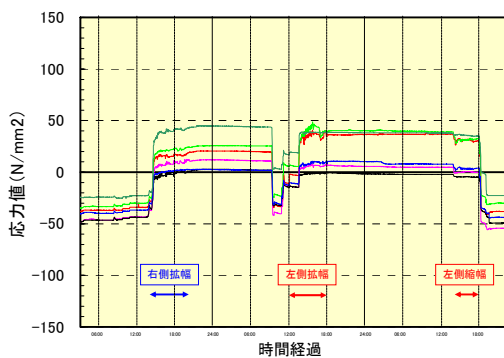
図－3 背面外力とジャッキ押し出し力

また、拡幅反力を確実に地山に負担させるため、背面を余掘り掘削していない両端のセグメントへ拡幅に伴う作用荷重を伝達する必要があった。両端のセグメントには、ジャッキ押し出し総力と背面外力の差分が半分ずつ伝達される結果が得られており、概ね支保部材は構造的に有効に機能していたと判断される。

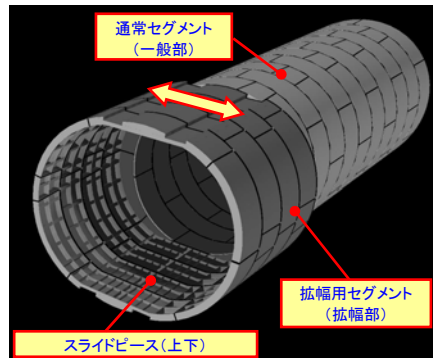
(3) セグメントの挙動

拡幅セグメントは、拡幅前には水圧相当の荷重により圧縮応力が卓越した状態にあり、拡幅施工時には支保部材からの反力を受けて引張応力に一時的に転じているが、拡幅完了後には再び圧縮状態に推移した。上述のとおり、円滑な拡幅作業が実施でき、セグメント発生応力は許容値内の十分安全な結果となった。（図－4）

拡幅中の内空変位は支保部材により抑止されており拡幅作業自体に支障はなく、最終出来形も確保することができた。拡幅中には鉛直方向の支保部材（鉛直補強柱）に相当量の軸力が発生していたことから、この支保部材が変形抑止の上で有効であったと判断される。



図－4 拡幅セグメント応力状況



図－5 拡幅セグメントイメージ図



写真－3 拡幅完了後全景
（スチールセグメント9リングのうち、
中央3リングを拡幅）

3. 今後の展開

本実証施工により、VASARA シールド工法の本格的な実用化に向けた施工方法と管理手法に関する様々な知見を得ることができた。今回得られたデータを基にさらなる合理化が図れるものと考えており、幅広いシールドトンネル部分拡幅のニーズに対応していく予定である。

参考文献

- ・杉山雅彦, 浅野裕輔, 真鍋智 他: 「VASARA シールド工法」の開発 (その1～3)
～VASARA-S 工法の概要, VASARA-L 工法の概要, 部分拡幅実証実験～ 土木学会第 58 回年次学術講演会, 2003.9
- ・馬野浩二, 吉迫和生, 浅野裕輔 他: 「VASARA シールド工法」による非開削地中拡幅実績 (その1～3)
～実証施工概要, 拡幅掘進と余掘り充填及び回収, セグメントの拡幅～ 土木学会第 60 回年次学術講演会, 2005.9
- ・馬野浩二, 吉迫和生, 浅野裕輔 他: 「VASARA シールド工法」の開発 (その4～5)
～中口径・高水圧下適用に向けた覆工・沈下抑止充填材に関する要素実験～ 土木学会第 61 回年次学術講演会, 2006.9