

高被圧地下水環境下における地下鉄中間ポンプ室築造工法の事前試験

— 曲り鋼管先行支保工の導入と適応性検討 —

東京地下鉄(株)	正会員	辻	雅行
東京地下鉄(株)	正会員	○村松	泰
熊谷・銭高・松村 J V	正会員	森	章
熊谷・銭高・松村 J V	正会員	梶山	雅生

1. はじめに

東京メトロでは、現在、地下鉄 13 号線池袋～渋谷間 8.9km を建設中である。このうち本工事は、雑司ヶ谷駅と西早稲田駅（駅名はいずれも仮称）間の並列単線シールドトンネルを施工するものである。

当該区間は、都道明治通り下に位置しており、ライフラインである東電洞道、NTT とう道等、大型埋設物を避けるためトンネルの土被りが大きく、また、中間地点で河川（神田川）を横断する。このため、トンネル縦断線形は V 字型となり、当工区中間地点付近が最深部となることから、ここにポンプ室を設置する必要がある。

工法の選定に当っては、計画箇所が交通量の激しい都道部交差点直下であること、地下部に大型埋設物が輻輳すること、床付深度が約 40m で且つ地下水圧が高いことなどを勘案し、地表からの開削工事を避け、シールドトンネル内からの曲り鋼管先行支保工による非開削工法を採用することとした。

本報は、施工に先立ち実施する曲り鋼管の推進性能確認試験の目的および方法を示すもので、試験結果については講演会にて紹介する。

2. 工法概要

当工事で施工する曲り鋼管先行支保工（PSS-Arch 工法）は、高圧ジェット水（WJ）併用の刃口推進により曲り鋼管を地山に挿入することでこれを地下掘削時の支保工として利用し、トンネルや地下空間の建設を周辺地盤の変状を抑制しながらかつ安全に行うことができる新しい技術である。PSS-Arch 工法による中間ポンプ室の施工概念図を図-1 に示す。

当該工法は山岳トンネル工事で採用され、その技術の優位性が証明されたが、実績が少ないため施工条件の変化に対応するためには、事前の確認試験が必要である。

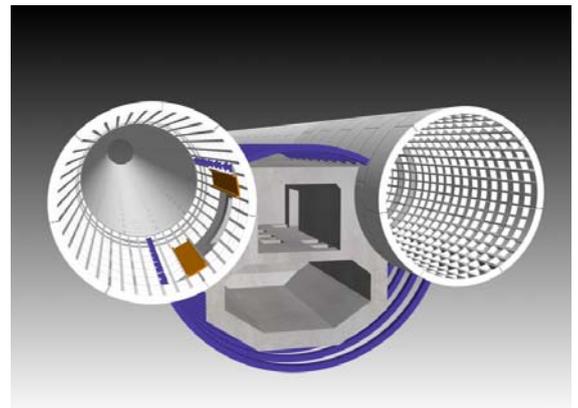


図-1 中間ポンプ室施工概念図

3. 試験目的

本試験は、当サイトにおける地山条件や掘削形状に対応すべく、施工機械・設備仕様および到達精度に基づく施工方針（内空確保）の確定を主な目的とするものである。表-1 に試験による確認項目を示す。

表-1 事前試験の目的と確認項目

施工条件	施工仕様	確認項目	備考
地質・地山強度 （；上総層群）	洪積粘性土（上側アーチ部） 同 砂質土（下側アーチ部）	人工地山に対する貫入・推進性能	砂質地盤の実績有り
掘削形状	角形鋼管□250×250, R5, 500 上下2タイプ	下側アーチの施工性	上に凸は実績有り
施工機械・設備	先端刃口、高圧ジェット水 内管元推し先端牽引方式 裏込注入	刃口形状、ジェット水圧、推進力 土砂回収機構、部材剛性 裏込め注入方法	外管；支保工部材 内管；推進力伝達 (先端牽引方式)
構築空間確保の必要性	設計クリアランス；上側 100, 下側 200	推進精度	

キーワード シールド工法／ポンプ室／非開削工法／先行支保工／曲り鋼管
連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄(株)建設部 TEL 03-3837-7112

4. 試験方法

前述の事項を確認するため、(1)刃口貫入試験 (2)曲り鋼管推進試験の2種類を実施する。

(1)刃口貫入試験

貫入試験は図-2に示す静的載荷方式で実施する。本試験により刃口先端角度・WJノズル種類等を決定する。さらに、WJの水圧についても試験パラメータに加え、各試験ケースでの載荷重～刃口貫入量関係を整理して最適な施工仕様を選定することとする。なお、試験地盤は強度調整したソイルセメント ($q_u=0.5\text{N/mm}^2$) によることとする。

試験は、刃口が貫入を開始するまで徐々に荷重を増加させ、その載荷レベルを保持する。同荷重にて貫入が停止したら次ステップの載荷に移行し、これを繰り返す。試験終了の目安は貫入量500mmとする。

(2)曲り鋼管推進試験

本試験は、実施工で使用する推進機および曲り鋼管を用いたプロトタイプで実施する。刃口金物は、上記の結果に基づき1種類とする。また、対象地盤は貫入試験と同様の材料により人工地山を築造して試験に供することとする。

ここで、曲り鋼管の施工は、内管を元推しすることによる先端牽引方式を採用している。推進機構は、切羽で先ず刃口先端を地山に貫入させた上でWJにより地盤を切崩し、先端抵抗の低減を図りながら掘り進むというものである。土砂の回収は、排泥管を通してのバキューム吸引で行う。また、推進完了後は内管を抜取り、特殊パッカーによって裏込め材を注入し、鋼管内へのモルタル充填で1サイクルの完了である。試験では、裏込め注入までの工程についてその施工性を検証する。

表-2に示す通り、試験では推進軌道および到達精度を確認するとともに、WJ水圧と必要推進力の相関関係についてデータの収集にあたる。また、推進力伝達材である内管の剛性の違いによる変形にも着目し、施工性および精度への影響を調査する。

5. おわりに

今回採用した曲り鋼管先行支保工 (PSS-Arch 工法) は、高被圧地下水下における非開削工法を安全かつ効率的に施工するためのものであり、異なる条件下での工事へも高い適応性を有するものと考えられる。本報告は、推進機構に内在する諸要因のうち、施工に必要と思われるパラメータに焦点をあてた模型および施工試験内容について示すものである。この事前試験は、工事の実施にあたり、より確実な安全と品質を実現することを大きな目的とするものであり、推進精度を考慮した施工計画の策定に反映させていく予定である。

参考文献

・高橋 他：「曲線鋼管を用いた先行アーチ支保工によるめがねトンネルの施工」

土木学会トンネル工学研究論文・報告集，第13巻，pp.231-236，2003.

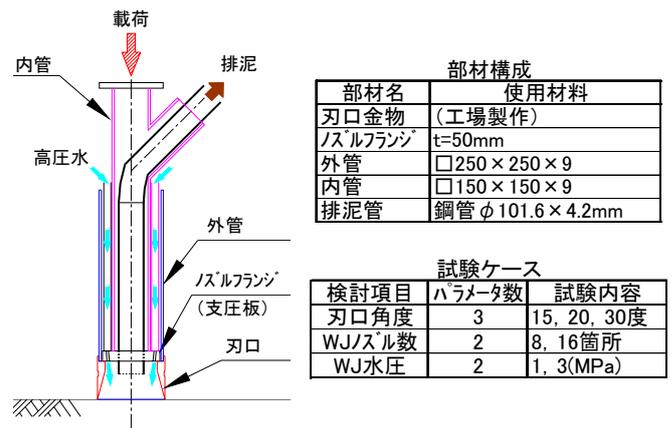


図-2 刃口貫入試験

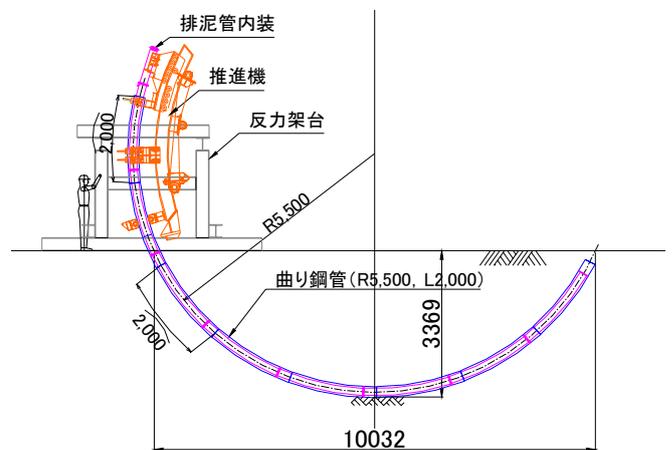


図-3 曲り鋼管推進試験

表-2 推進試験計測内容

検討項目	計測内容	備考
推進精度	軌道，到達位置	
必要推進力	荷重（力計）	
WJ水圧	設定値	1, 3, 5 (MPa)
内管応力・変形	ひずみゲージ	フランジピッチ; 2ケース
裏込め注入施工性	注入量，目視観測	