技術開発賞受賞の紹介
プレライニングによるトンネル掘削工法(PASS 工法)の開発

DEVELOPMENT OF THE PRE-ARCH SHELL SUPPORT METHOD

滝沢正道*・剣持三平**・松本洋之介***
原　隆文****・三村洋一*****

Masamich TAKIZAWA, Sampei KENMOCHI,
Yonosuke MATSUMOTO, Tokafumi HARA and Yoichi MIMURA

* 正会員　工修　タイ国国鉄（前日本鉄道建設公団工務二課長）
** 正会員　工修　日本鉄道建設公団関東支社工事三課長
*** 正会員　(株)フジタ　技術部技師長
**** 正会員　(株)フジタ　技術部チーフエンジニア
***** 正会員　(株)フジタ　機械部主任

Keywords : *prelining, shallow tunnel, ground surface settlement*

1. 工法概要

都市NATMにおいては，トンネル掘削に伴う地表沈下の抑制，切羽の安定性確保が大きな課題となっている．

これらの課題を解決する方法の一つとして，先行変位を効果的に抑制するとともに地山アーチの形成を助ける役割を持つ切羽前方地山の補強法の開発が望まれてきた．PASS工法は，この概念に基づき掘削に先立って切羽前方地山内にアーチシェル状のモルタル製薄肉覆工（プレライニング）を構築しながらトンネルを掘削する工法である．プレライニングは従来のフォアパイリング等と異なり，横断方向にも連続したシェル構造によりトンネル円周方向の地山アーチの形成を助けることに大きな特徴がある．工法の実用化にあたり，室内模型実験・数値解析・施工性および施工機械の検討を行った結果，1回当りの施工範囲を切羽前方4mまでとし，専用の5連オーガ式削孔・注入機によりトンネル上半120°の範囲にライニングを造成することにした．

この工法は試験施工により実用性を確認した上で実トンネルの施工に初めて採用し，極めて良好な施工実績を得ている．

2. 開発技術

(1) 施工順序

プレライニングの施工順序は以下の通りである．

① 自動的に制御される測量・位置決めシステムによりオーガを所定の位置にセットする．

② 5連オーガにより長さ4m，厚さ17cm，幅81cmのスリット状掘削を行う．

③ オーガの引抜に合わせて，オーガ内管を通して固練りモルタルをスリット内に充填し，長さ2.5mの密実な1枚のモルタル壁をつくる．

④ あらかじめ決められた1枚おきの順序で，①～③の工程をトンネル周方向に約1孔分ラップしてくり返し，アーチシェル状の連続体を構築する．

トンネルを2m掘削するごとに，上記のプレライニングを1回施工するサイクルにより常に切羽前方2mまでの範囲をアーチシェル状の傘で覆うことができる．

(2) 施工機械

プレライニングを正確かつ迅速に構築するだけでなく，任意の施工断面に適用できる汎用性を備えていること，また狭あいな作業空間でも適用可能であることを主目標として機械の考案・開発に取り組み，クローラ式ベースマシンに長さ5.6mの削孔用5連オーガ，注入用モルタルポンプ，自動制御機器類を搭載した全長15.5mの自走式マシンを完成させた．

(3) ライニング材料

ライニング材の具備すべき条件は以下の通りである．

① 安価で圧送性に優れ，取扱いが容易な材料であること

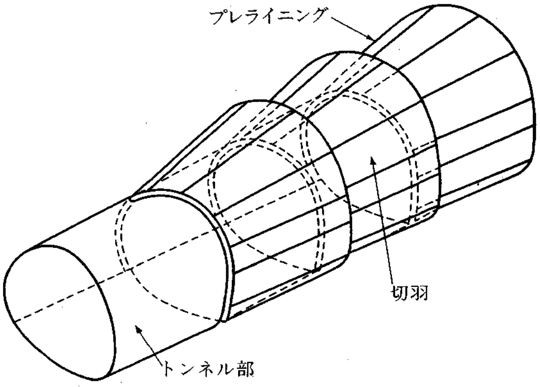
② 施工速度を日進2mとした場合，打設後24時間で切羽がプレライニング端部にはじめて到達することから，24時間後の圧縮強度が吹付けコンクリートと同程度であること

③ 充填後，端部が自立する程度の固さを持っていること

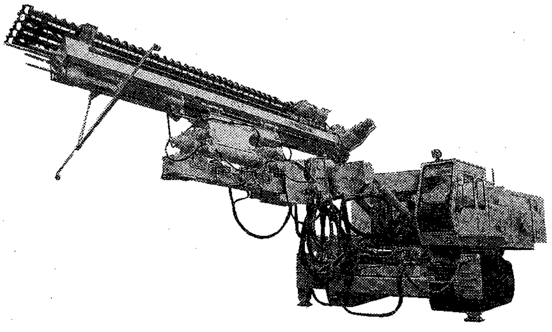
以上の条件を満たす材料として種々の室内試験および施工性試験の結果から，添加剤を全く含まない1：2モルタルを開発した．

(4) 試験施工

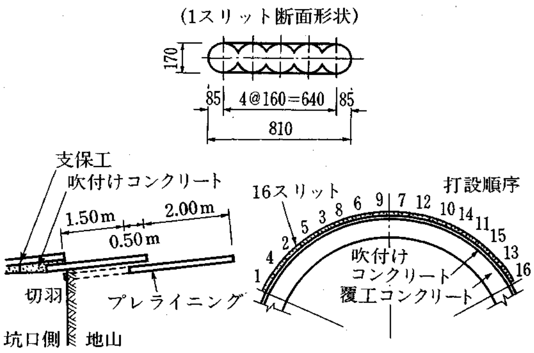
プレライニングの構築精度・施工速度・機械システムの信頼性等について確認するために未固結砂層中で実大の試験施工を行った．この結果，プレライニング先端で±25mmの施工精度が確保される等，実用技術として適



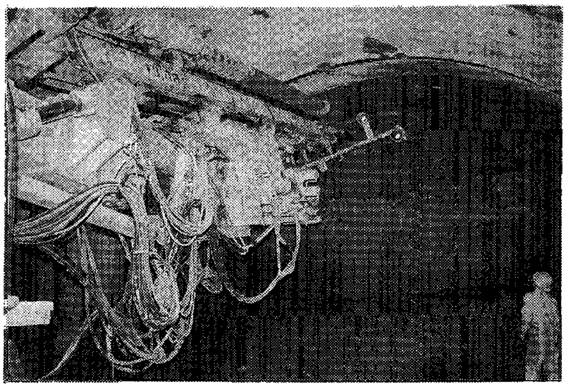
図—1 プレライニング概念図



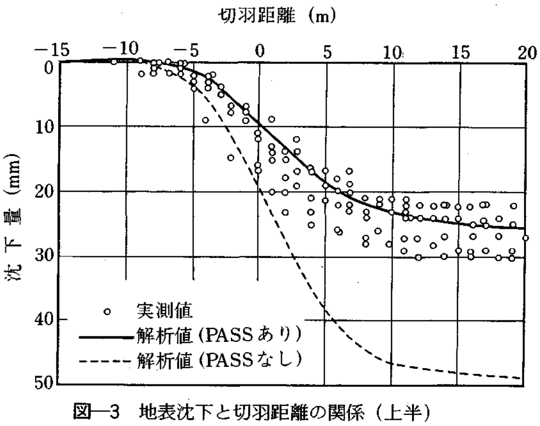
写真—1 プレライニング機械



図—2 プレライニング施工図



写真—2 坑内作業中



図—3 地表沈下と切羽距離の関係（上半）
＊解析は三次元逐次弾性解析によるもの

用可能であることが実証された．

3. 実施工

現在，千葉県において建設中の東葉高速鉄道勝田台トンネルにおいて近接家屋に影響を与えることなく合理的にトンネルを掘削するためにPASS工法を採用した．

同トンネルは，土被り6～7mであり地質は未固結含水地山（成田砂層）である．

主な施工結果は以下の通りである．

① 地表沈下量は上半収束時で約30mm以内，下半収束時で40mm以内に収まっており，近接家屋にも影響を与えず安全かつ良好な施工がなされた．

② 地表沈下曲線が三次元逐次弾性解析結果とよく一致しており，トンネルはほぼ弾性状態で掘削されたと考えられる．

③ プレライニングは1スリット当たり平均約20分，1サイクル当り5～6時間で施工でき，プレライニングを含めた平均掘削速度は1.6m/日で，従来の都市NATMの1.5倍程度の施工速度を達成している．

4. あとがき

プレライニングの概念は古くからあるが，施工技術として実用化し，勝田台トンネルでの実施工により，安全性・施工性・経済性において良好な成果を確認した．

このPASS工法は今後需要の増大する都市NATMに多大な貢献を果たすものである．

最後に，PASS工法は今回の受賞をともに喜ぶべき様々な分野の人々の協力により完成したものである．関係された皆様に改めて厚く感謝申し上げる．

（1992.7.20受付）