

VI-105

PATM工法の開発（その1）

－工法の概要と基本設計－

前田建設工業(株)	正員	斎間	正
川崎重工業(株)		杉山	伸一
(株)奥村組	正員	水原	憲三
(株)熊谷組		川原	一則
(財)先端建設技術センター	正員	横山	功一

1. まえがき

近年、山岳トンネル工法は都市域の洪積層地盤においても都市NATMとして採用されるようになり、その施工限界がシールド工法の領域と交錯するところまで適用範囲が拡大している。

都市NATMでは一般に、(1)地山の固結度が低い(2)地表に構造物がある(3)地下水位が高いことなどから、切羽の自立性を図るために加背を細かく分割したり、各種の補助工法が必要ながため、施工速度はかなり遅くなる。さらに、地下鉄駅部や3車線道路トンネルなどのようにトンネル断面積も大断面化(150～200㎡)する傾向にあり、大断面トンネルを安全かつ効率的に施工できる技術の開発が望まれている。

PATM工法(Pre Arch Tunnelling Method)は、こうした問題点に対し、トンネルの本体掘削に先立ち、連続した半円筒シェル状の一次覆工(プレアーチ)を本坑切羽前方の地中に先行して形成し、トンネル本体掘削時の施工速度の向上や周辺への影響の軽減ならびに作業環境の改善を図る工法として開発した、水平導坑利用方式によるトンネル先受け工法である。

本工法は、昭和63年～平成3年度に実施された建設省地下総合技術開発プロジェクト「地下空間の建設技術の開発－大深度未固結含水地山におけるトンネル掘削技術に関する研究－」の一貫として、建設省土木研究所、(財)先端建設技術センター、(株)奥村組、川崎重工業(株)、(株)熊谷組、前田建設工業(株)が担当して提案した工法である。

2. 工法の概要

PATM工法の概要は図-1に示すとおりである。施工順序は、①頂設導坑・側壁導坑を先進する、②必要に応じて、導坑より止水・地盤改良のための補助工法を実施する、③側壁導坑間にまたがる半円筒(シェル)

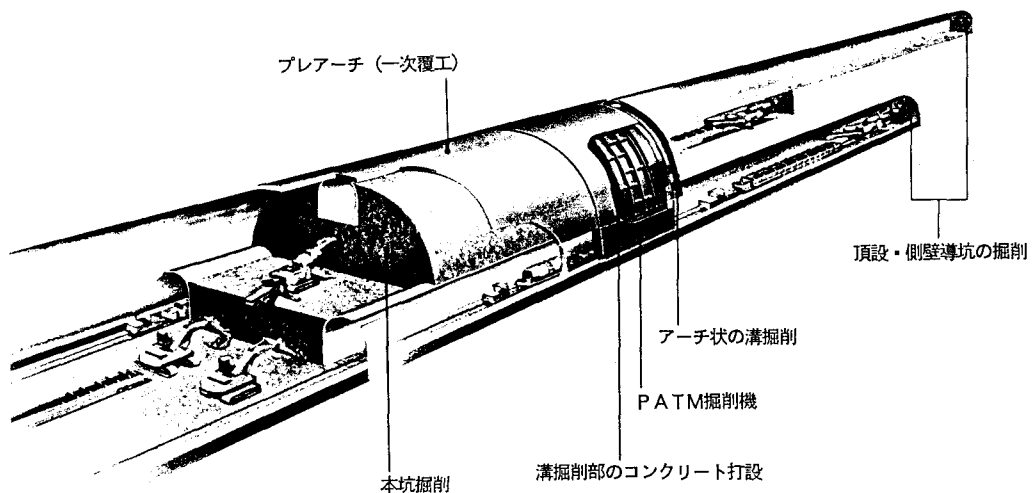


図-1 PATM工法の概要

形状の掘削機によりトンネル外周に沿ったリング状の溝掘削を行う、④掘削機を前進させたのち掘削機後部にて溝掘削部にコンクリートを充填し、地山中に連続したシェル状の一次覆工(プレアーチ)を形成する、⑤掘削機の後方からこの覆工の内側の地山を大型機械により掘削しトンネル本体を構築する、である。

PATM工法の基本機能として、掘削機前面のカッターによるリング掘削は1回当たり50cm×2回、掘削機後部のコンクリート打設は1回当たり1mで、1サイクル当たりの進行長を1mに設定している。

### 3. 工法の特長

- (a)周辺環境・構造物への影響が少ない・・・トンネル本体掘削に先立ち、あらかじめ一次覆工(プレアーチ)が施工されているので、地表や地中構造物への影響が少ない。
- (b)施工性に優れている・・・支保作業と掘削作業が独立しており並行作業が可能のため、従来の先受け工法のように切羽作業を止めて先受け工を施工する必要がなく、施工速度が速い(月進50m程度)。
- (c)安全性に優れている・・・完成した一次覆工アーチのなかで本体掘削を行うので、切羽が安定しており安全に施工できる。さらに、吹付けコンクリートを使わないので施工環境が良い。

### 4. 工法の基本設計

#### (1) 掘削機の機械仕様

掘削機カッターの純掘削能力を0.4 m<sup>3</sup>/minとし、この条件を満足するように設定した機械仕様を表-1に示す。

表-1 掘削機の機械仕様

項目	仕様
カッターの掘削能力	φ850mm 油圧式ドラムカッター 130kW、30m <sup>3</sup> /h、5~30rpm
カッターの駆動ユニット	ピンラック駆動(ローラーチェーン+スプロケット) 駆動機は2系列、ガイドローラーにてガントリーに保持
駆動方式	油圧式
動力供給方式	ケーブルペアー方式
ずり排出方式	螺旋配置カッターの往復動 チェーンコンベアー搭載

#### (2) プレアーチコンクリート

本工法で地山中に形成される一次覆工は打設後3~4時間で自立する早強性と打設時の流動性が要求される。この条件を満足するように混和材「PNT-719」を開発し配合について実験した結果、表-2に示す基本配合、強度を得た。

表-2 コンクリートの配合と試験結果

配合	粗骨材最大寸法(mm)	スランブ(cm)	空気量(%)	W/C(%)	S/a(%)	単位置 (kg/m <sup>3</sup> )				
						水	セメント	細骨材	粗骨材	混和材
	25	18±1.5	2.0±1	42.2	44	169	400	789	1011	C×1.5%
凝結時間 (hr:min)		初期圧縮強度 (MPa)			圧縮強度 (MPa)					
始発	終結	3時間	4時間	5時間	7日	28日				
4:20	5:35	0.093	0.214	0.551	51.5	59.7				

#### (3) 適用性

本工法の試算コストと各トンネルでの実績<sup>1)</sup>を比較したものを図-2に示す。実績データは補助工法の有無等によりばらつきは大きい、断面積が100m<sup>2</sup>程度では本工法と従来工法とはほぼ均衡している。したがって、150m<sup>2</sup>あるいはそれ以上の大断面の場合に本工法の適用性が広がるものと考えられる。

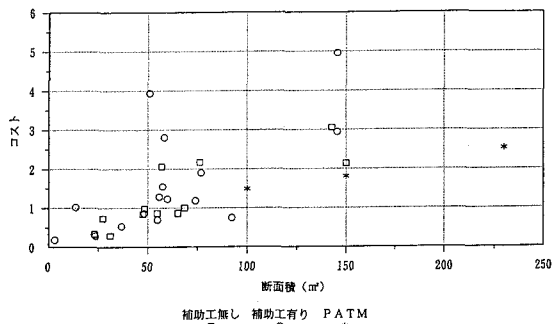


図-2 トンネル断面積とコスト

### 5. あとがき

NATMでは切羽の自立性が悪い場合に、小さな加背で掘削するより大規模な先受け工のもとで大きな加背で掘削する考え方が増えてきている。PATM工法では、本坑掘削と先受け工の並行作業を可能とすることにより、施工速度やコスト面での向上が期待される。

参考文献：1) (株)トンネル技術協会：トンネル年報, 1982 ~1988.