

# 33. プレライニングマシンの実施工への適用

榎フジタ：三村 洋一，\*浅沼 廉樹

## 1. はじめに

トンネル工事における NATM 施工は、合理的な設計が可能で経済的に優れていると言われているが、切羽面の自立性が低く、地盤が軟弱であったり、トンネル上部に建物や道路等の構造物がある場合、その施工は大変難しいとされてきた。この問題に対し、地表面沈下を極力減らし、切羽の安定性を向上させる合理的な先受け工法として、切羽前方にコンクリートでアーチシェルをつくる「PASS工法」(Pre-Arch Shell Support Method)を開発し、現場への適用を行った。

本稿では、都市トンネルや山岳トンネルにおけるPASS工法の施工導入結果について報告するものである。

## 2. PASS工法の概要

### 1) 施工手順

- ① 5軸オーガにて切羽に、厚さ17cm、幅81cm、長さ4mのスリット状掘削を行う。
  - ② オーガの引抜きに合わせてモルタルの注入を行い、1ピースのコンクリート柱をつくる。
  - ③ ①と②の作業をトンネル円周に沿って施工し、アーチ状のコンクリート壁(アーチシェル)を形成する。
  - ④ このアーチシェルに囲まれたトンネルの中を掘削し、支保工建込み、吹付けコンクリートを行う。以上の作業を繰り返して、トンネルが構築される。
- PASS工法の概念図を図1に、その施工手順を図2に示す。

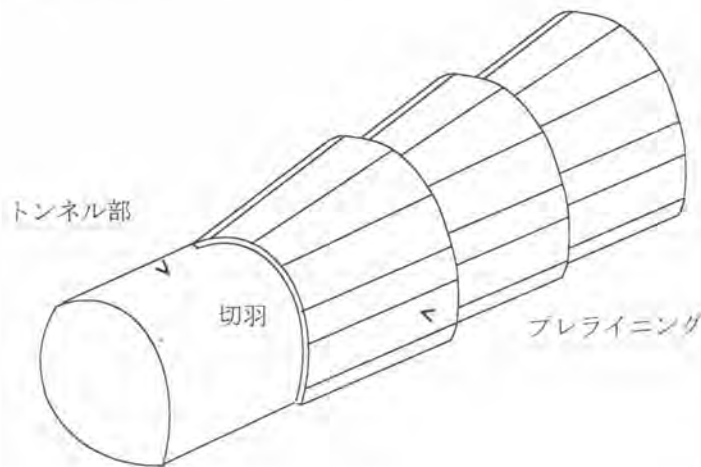


図1 PASS工法概念図

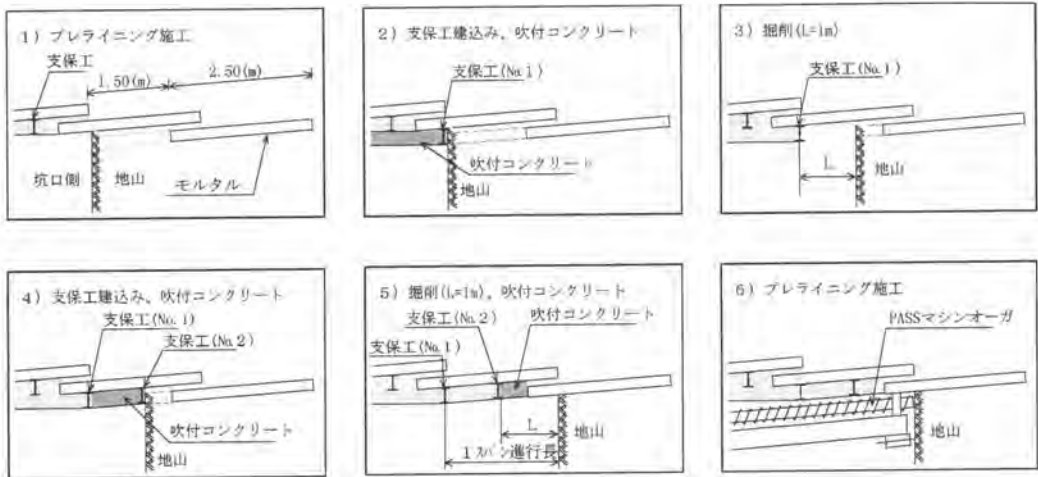


図2 PASS工法施工手順(標準)

2) 特徴

- ① 地山前方の沈下量(先行変位)が小さくなり、地表面沈下を確実に抑えることが出来る。
- ② 切羽の安定性が向上し、大断面一括掘削が可能となる。
- ③ 従来の先受け工法に比べ、施工速度が向上する。
- ④ 切羽での作業は、アーチ状のコンクリートシェルの中で行われる為、安全性が向上する。

3. プレイニングマシン

このPASS工法を施工するプレイニングマシンの概要を、図3、図4及び表1に示す。

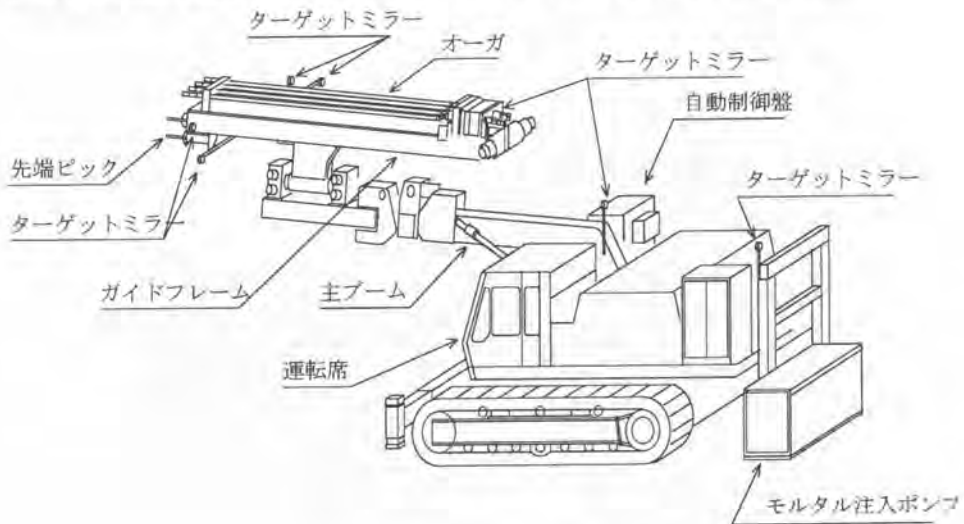


図3 プレイニングマシン概要図

表1 プレイニングマシン仕様

番 割	作 業 内 容	作 業 時 間	所 要 時 間	備 考
1 の 方	準 備	7:15~8:00	15.0	
	マシ ン・移 動 セ ッ ト	8:00~8:30	30.0	
	P A S S 施 工	8:30~15:34	394.0	24.60×16×394
	片 付 け	15:34~16:38	64.0	配 管 清 掃
	マシ ン 退 避	16:38~16:50	12.0	
	清 掃・グ リ ス ア ッ プ	16:50~18:50	120.0	オーガ <sup>1</sup> 清 掃、 <sup>2</sup> リー ヅ ッ プ
2 の 方	掘 削	19:00~1:10	490.0	上 下 半 掘 削
	片 付 け	1:10~5:00	50.0	

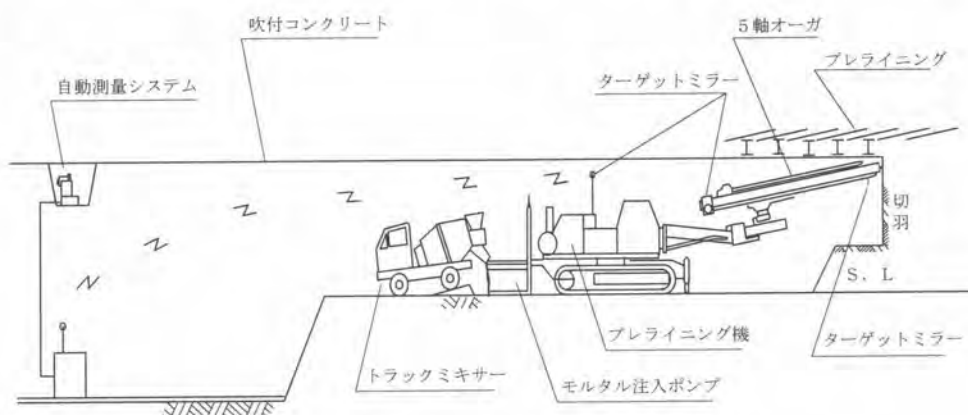


図4 PASS工法施工状況

プレイニングマシンは、アーチシェルを連続的且つ精度良く施工する為に、自動測量システムを有している。この測量システムは、マシン及びオーガのターゲットミラー位置を計測し、無線にてプレイニングマシンに測量データの転送を行う。これにより、オーガを自動的に目標位置に移動・セットし、掘削及びモルタル注入を、自動にて行う。



写真1 プレイニングマシン(坑内搬入前)

#### 4. 施工結果

##### 1) 施工実績

PASS工法は、平成3年より、3つのトンネルにて採用され、施工総延長で347m施工を行っている。表2に施工実績を示す。

表2 施工実績

トンネル名	延長 (m)	施工パターン(m)		モルタル種類	鋼アーチ(m)		吹付け コンクリート厚	平均月進 (m/月)
		削孔	注入		支保工	ピッチ		
勝田代トンネル	110.0	4.0	2.5	普通	H-150	1.0	15cm	27.5
軽井沢トンネル	32.0	4.0	2.5	普通	H-150	1.0	15cm	32.5
高岩トンネル	16.0	4.0	2.5	普通	H-150	1.0	15cm	58.5
	39.0	4.0	3.5	急硬	H-150	1.0	15cm	
	51.0	4.0	3.5	急硬	H-100	1.5	10cm	
	69.0	4.0	3.5	急硬(鋼繊維)	H-100	1.5	5cm	
	30.0	4.0	3.5	急硬(鋼繊維)	無し	無し	化粧吹き	

##### 2) 施工サイクル

一般的な施工サイクルは、昼間にPASS施工を行い、夜間に掘削・支保工建込み・吹付けを行うものである。1日の平均サイクルを、表3に示す。

また、人員配置は、マシンオペレーター1名、オペレータ補助2名、コンクリートポンプ及びプラント要員2名の合計5名で構成される。

表3 1日の平均施工サイクル

番 割	作業内容	作業時間	所要時間	備 考
1の方	準備	7:45~8:00	15.0	
	マシン・移動セット	8:00~8:30	30.0	
	PASS施工	8:30~15:34	394.0	24.60×16≒394
	片付け	15:34~16:38	64.0	配管清掃
	マシンの退避	16:38~16:50	12.0	
	清掃・グリスアップ	16:50~18:50	120.0	ホガ清掃、グリスアップ
2の方	掘削	19:00~4:10	490.0	上下半掘削
	片付け	4:10~5:00	50.0	

### 3) 他工法との比較

PASS工法を施工するに当たり、同一トンネル内に注入式フォアパイリング工法施工区間を設け、トンネル内の内空変位、壁面変位等の各種計測を行い、比較を行った。

計測結果により以下のことが分かった。

- ① 注入式フォアパイリングとPASS施工区間との地表面沈下量は、土被りの違い(PASS側の方が土被りが大きい)は有るが差は見られない。
- ② 天端沈下量及び内空変位量に注入式フォアパイリングとPASS施工区間の差は見られない。

また、PASS施工区間での支保パターンの変更により、以下のことが分かった。

- ① 地表面沈下において、先受け長の違い(1m→0.5mに変更)は見られない。
- ② 支保パターンのグレードダウンによる地表面沈下の違いは見られない。
- ③ 支保サイズダウンによる、壁面変位量に大きな差は見られない。
- ④ コンクリート材料の変更により、早期での切羽面掘削が可能となった。
- ⑤ 支保材や吹付コンクリート材の軽減により、コストダウンが可能となった。

以上の事から、PASS工法は、従来の先受け工法と比べ同等の能力を有している事や、先受けという掘削の補助工法の役割だけでなく、トンネル支保における補助工法としての役割も有ることが分かった。

PASS施工状況及びアーチシェル形成状況を、写真2、3に示す。



写真2 PASS施工状況



写真3 アーチシェル形成状況

## 5. 今後の課題

本マシンは、NATM 施工における新しい先受け工法の施工機として開発された。しかし、近年のトンネル施工法の多様化やニーズの変化により、様々な問題点や改良点が実施工において生じてきた。以下にその問題点と対策、今後の課題について述べる。

### ① 施工スピードのアップ

施工スピードのアップの方法としては、コンクリートの注入長(L=2.5m⇒3.5m)の変更を行う事により、施工ピッチを延長し、施工スピードの向上を計った。

しかし、この方法では、

- ・先受け長が短くなる事による切り羽作業時の安全性が低下する。
- ・現在のオーガでは、削孔長4mが限界の為、これ以上の施工ピッチの延長は難しい。

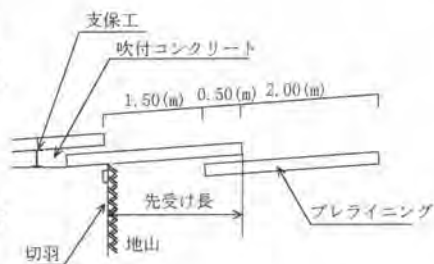


図5 アーチシェル断面図

以上の問題点が考えられる。

従って、PASS 工法の施工スピードのアップを考えた場合、マシン各部の高速化やオーガ部の長尺化等の改造が必要である。

### ② 支保パターンングのグレードダウン

本来、PASS工法は、先受け工法として開発されたものである。しかし、実施工を行っていくうちに、「PASS工法のアーチシェルを、トンネル支保の一部として使用出来ないか？」というニーズを生じてきた。この為、アーチシェル構造体の強化とコンクリート強度の早期発現を目的として、コンクリート材料の変更(普通モルタル⇒急硬モルタル、鋼繊維材混入)を行い、支保パターンングのグレードダウンを計った。

しかし、今後、オーガ長尺化や施工面積の増大(施工スリットの増加)等を考えた場合、現状のマシンのままでは、

- ・削孔長増大によるモルタル柱のラップ長の低下。
- ・サイクルタイム増加による打設管内のモルタルの硬化。

等の問題が考えられる。

この為、より高精度のオーガの位置決めシステムや打設設備の改善が必要である。

## 6. 終わりに

最後になりましたが、本機及び本工法の施工導入に当たり御指導・御協力をいただいた関係各位の皆様へ深く感謝するとともに、今後も本機をより実用性の高い機械にしていくために御助言、御鞭撻をよろしく御願ひ致します。