

VI-84

矩形掘削機によるプレライニング工法の開発

掘削・排土能力確認試験

佐藤工業（株）土木技術部 正会員 田中 康弘
 佐藤工業（株）土木技術部 正会員 合欽垣 誠司
 佐藤工業（株）機 電 部 目時 康男
 佐藤工業（株）機 電 部 村上 裕二

1. はじめに

近年、NATM工法が都市部のトンネルにも適用されるようになってきている。しかし、都市部は未固結地山で自立性の悪い地質が多い上に、地表に重要構造物が存在することが多く、各種補助工法を併用して分割掘削するケースが多かった。このため、都市部NATMにおけるトンネル掘削の効率化を図るために新しいプレライニング工法の開発に着手した。当工法は、掘削に先立ち、矩形掘削機（スクリーカッター・サイドカッター・サイドスクリーコンベアーより構成）で掘削・コンクリート充填を行い、連続した剛性の高いアーチ形状の一次覆工をトンネル切羽前方に形成し、切羽の安定性を向上させるものであり、本文では、工法の紹介と、本工法の中で、最も重要な要素を占める掘削・排土能力確認試験について報告する。

2. 工法の概要

工法の概要図を図-1に示す。

(1) 施工順序

- ①矩形掘削機でトンネル外周に矩形断面の掘削を行う。
- ②掘削機を引き抜く際に急硬性コンクリートを充填する。
- ③トンネル断面方向に掘削・充填作業を繰り返し行い、アーチの連続体($t=30\text{cm}$, $L=3\text{m}$)を形成する。
- ④掘削 ($1\text{m} \times 2 = 2\text{m}$) を行う。

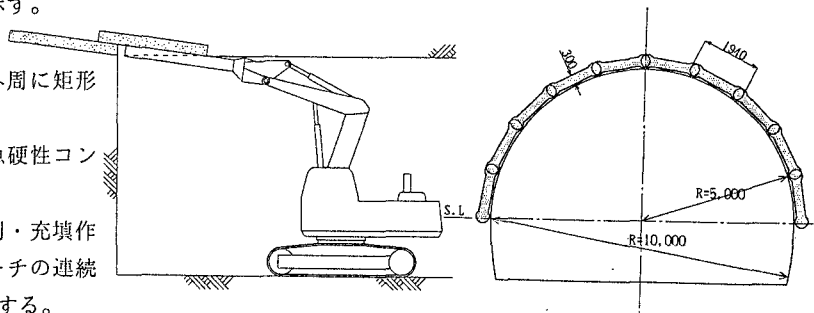


図-1 工法概要図

(2) 特長

- ①切羽の安定の向上 --- 掘削に先立ち剛性の高い一次覆工が形成されるので、地山のゆるみ防止、切羽の安定、地表面沈下の抑制に効果がある。 ②施工性の向上 --- 特殊な大型専用機を必要とせず、切羽の一連の作業として施工でき施工性がよく、また任意の断面にも対応できる。 ③安全性の向上 --- 一次覆工完了後に掘削作業を行なうので安全であり、吹付コンクリートを使用しないので作業環境もよい。

(3) 基本設計

- ①掘削機 --- 実施工を想定して、純掘削能力を地山強度 100kgf/cm^2 において 180mm/min を満足する掘削機の開発 ②充填コンクリート --- 確実な充填、工期短縮のために、初期流動性の確保・早期強度の発現を満足するコンクリートの開発

3. 実験概要

(1) スクリーカッターの掘削能力確認試験

本実験は、スクリーカッター単体でモデル地山を掘削することによって、①その掘削能力の確認、②掘削機に作用する荷重の確認を目的として実施した。

(イ) 実験装置

- ①スクリーカッター

概要を図-2に示す

②移動架台・油圧ユニット

③自動計測システム

(ロ) 実験条件(表-1)

(ハ) 実験結果

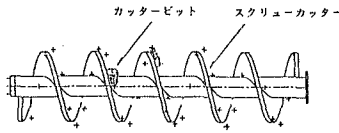


図-2 スクリューカッター概要図

表-1 実験条件

分類	設定強度 (kgf/cm ²)	試験体材料
A	100	モルタル
B	150	モルタル
C	100	コンクリート

①図-3にスクリューカッターの掘削能力比較図を示す。

図より、掘削能力は目標値を大きく上回っており、施工の対象となる地山強度は140 kg/cm²まで掘削可能な事が確認された。

②計測結果の平均値を図-4に示す。図より地山強度が150 kgf/cm²以下であれば、押し込み力・油圧・回転数・横荷重は、地山条件による影響はほとんど見られず、安定した状態である。

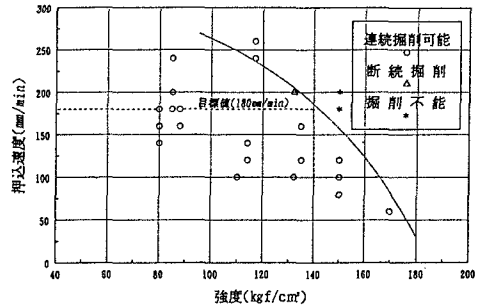


図-3 スクリューカッター掘削能力比較図

(2) 矩形掘削機による掘削・排土能力確認試験

今回の実験では、スクリューカッター単体による掘削能力確認実験を踏まえ、実施工に対応した矩形掘削機の掘削・排土能力の確認試験を行った。

(イ) 実験装置

実験装置は、スクリューカッターの代わりに矩形掘削機を使用し、その他は、前回の装置を使用する。矩形掘削機の概要を図-5に示す。

(ロ) 実験条件(表-2)

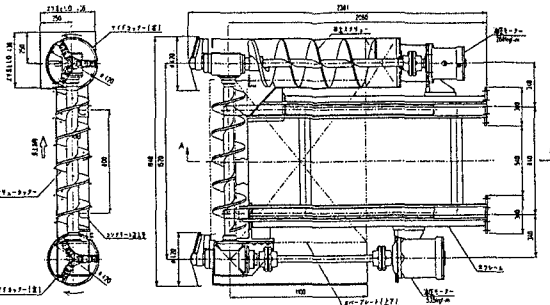
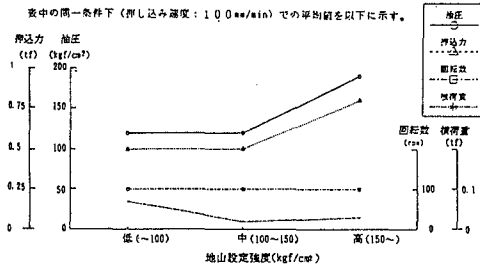


図-5 矩形掘削機概要図

(ハ) 実験結果

- ①すべての条件で、目標値を達成でき、掘削後のずりの残土もほとんどなく、排土能力は十分に有効であると判断される。
- ②押し込み力・油圧は、地山、施工条件による影響が見られるが、押し込み速度・回転数は、ほぼ安定した状態であり、掘削能力においては問題がないと判断される。

4. おわりに

今回の実験により、矩形断面機による掘削・排土能力の確認ができ、併行して実施していた急硬性のコンクリートの配合・充填試験でも要求品質を満たすコンクリートの開発もほぼでき、今後は実用化に向けて、実施工に対応したフィールド実験を行い、データの収集・解析より、詳細な検討・改善をしていく所存である。

表-2 実験条件

分 類		設定強度 (kgf/cm ²)	試験体材料
水 平	A	100	モルタル
	B	10	ソイルセメント
垂 直	C	100	モルタル
	D	10	ソイルセメント

外形寸法	W1040mm×L2381mm×H565mm
スクリューカッター	φ300mm×L1080mm
回転数	100 rpm
ビット数	37本
増設ビット数	8本
サイドカッター	φ420mm
回転数	100 rpm
ビット数	10本×2
排土スクリュー	φ370mm×L025mm
回転数	100 rpm
油圧モータ(右)出力トルク 常用(油圧) 最大(油圧)	9.8kgf-m (10.2kgf/cm ²) 2.8kgf-m (2.8kgf/cm ²)
油圧モータ(左)出力トルク 常用(油圧) 最大(油圧)	3.63kgf-m (17.0kgf/cm ²) 5.35kgf-m (25.0kgf/cm ²)