

VI-107

PATM工法の開発（その3）

－掘削機構に関する確認実験－

(株)熊谷組 正員 松尾 勉  
 川崎重工業(株) 丹山 幸一  
 前田建設工業(株) 高森 貞彦  
 (株)奥村組 正員 浜田 元  
 (財)先端建設技術センター 正員 横山 功一

1. まえがき

PATM工法掘削機（ガントリー）はスパンが約20mにおよぶアーチ形状のため、設計にあたっては構造解析により支持機構および必要部材厚や強度等を検討し、十分な安全性の確認がなされている。一方、プレアーチ部の掘削は、カッターによるアーチ状の溝掘削（幅85cm）を行うため、ずり排出はきわめて狭溢な閉空間で行われることになり、その機構については机上の検討だけでは不明確な点が多く残されている。

本報ではこの点について実施した確認実験について報告する。

2. 実験の目的

PATM工法におけるアーチ状の溝掘削は、カッターヘッドを装備したカッターユニットがアーチシェル状の掘削機（ガントリー）に沿って、周方向に移動しながら地山を掘削し、ずりを側壁導坑へ排出する機構となっている。カッターの往復動により大半のずりは側壁導坑へ落下すると考えられるが、天端付近では掘削方向が水平に近くなり、掘削ずりの排出性が悪くなることが懸念される。そのため、カッター配列をオーガ羽根状にし、掘削ずりをカッター軸の後方へ移動させるとともに、掘削機本体（カッター後部）に装備するチェンスクレーパにて側壁導坑まで強制排出させる機構を採用している。本実験はこの機能および構造の有効性を確認し、実機設計のためのデータを採取する事を目的としている。

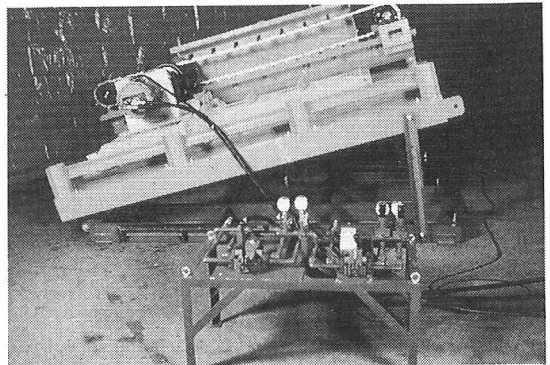


写真-1 実験装置（15°傾転）

3. 実験概要と実験装置

実験では研究対象地盤（洪積層地盤）を人工的に作成しこの人工地盤を種々の条件にて掘削して、ずり排出性能および掘削性能のデータを収集した。

1) 実験装置

実験装置は、固定台盤、傾動台盤、移動台車、カッターユニット、チェンスクレーパ装置、人工地盤、バルブユニット、パワーユニットから成る（写真-1）。各実験諸元を以下に示す。

a) カッターサイズ（実機の1/2スケール）

掘削径：400mm、カッター長：250mm

b) 人工地盤サイズ

高さ：500mm、奥行き：300mm、幅：2000mm

2) 実験条件

実験条件を表-1に示す。

表-1 実験条件

項目	パラメータ			
	砂質土	軟岩	粘性土	
人工地盤	強度 (MPa)	0.2~0.5	1.5~5.0	0.03~0.1
	含水率 (%)	—	—	35~42
掘削角度 (°)	0	15	30	45
カッター回転数 (rpm)	24	37	50	78
カッター移動速度 (m/min)	0.5		1.0	
オーガ羽根ピッチ (mm)	180		250	
オーガ羽根条数 (条)	1		2	

4. 実験結果

1) ずり排出性能試験（写真-2, 3）

ずり排出性能は、掘削ずり重量に対する排出ずり重量の比率として定義した「ずり排出効率」で評価する。図-1に各地盤ごとの掘削角度とずり排出効率の関係を示す。ここで、カッターが掘進を終了するまでを「往行」、カッターが回転しながら原位置に戻るまでを「復行」と定義している。粘性土でも十分な排出性を有し、掘削角度が大きくなるほどカッター往行時の排出効率が良くなる。一方、カッターがオーガ型のため復行時にもずりがかき出され、ずり排出性をもっとも悪くなると想定される水平状態

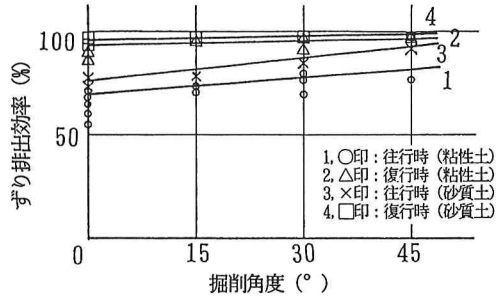


図-1 掘削角度とずり排出効率

（トンネル断面では天端付近に相当）においてもカッター復行後の排出効率はすべて90%以上の値が得られた。これによりオーガ型カッターおよびチェーンスクレーパによるずり排出機構の有効性が確認できた。

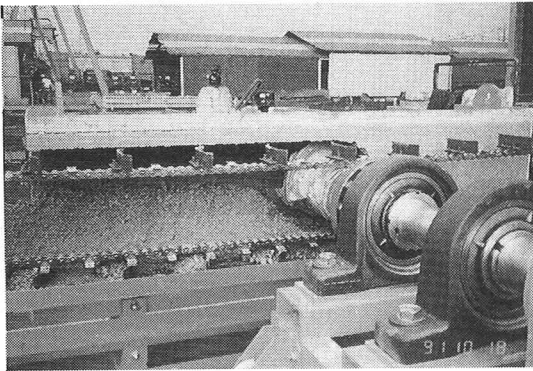


写真-2 カッター掘進時のずり排出状況（掘削角度:0°）

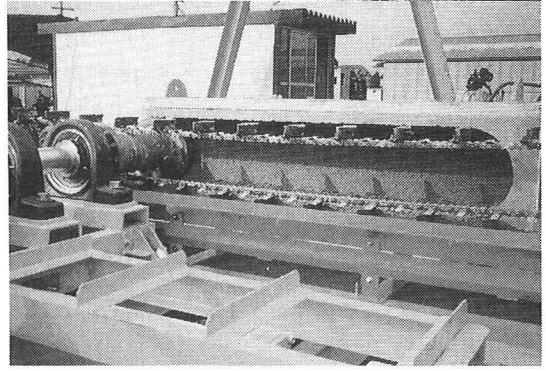


写真-3 カッター戻し時のずり排出状況（水平掘削時でもほぼ完全に排出されている）

2) 掘削性能試験

図-2にカッターの切込量(1回当たりの切り込み深さ)を変化させた時の地盤強度と所要トルクの関係を示す。所要トルクはいずれのケースでも30N・m以下と小さく、現設計における掘削性能が対象地盤に対して十分であることが確認できた。さらに、カッター刃先の超硬チップが今回の実験を通じて損傷、磨耗を一切しなかったことも合わせ、本研究における掘削システムの実機設計に向けての有益なデータを収集することができた。

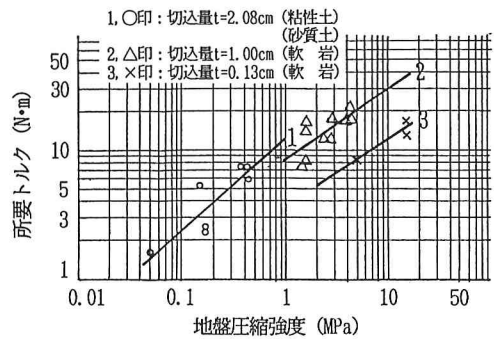


図-2 地盤強度と所要トルク

5. あとがき

本研究により、オーガ型カッターを用いたPATM工法の掘削・ずり排出機構の有効性が確認された。今後は、実用化に向けて、適用地盤の範囲の把握と拡大化、ならびに掘削機と地山との相互作用の確認など、詳細な検討も行っていく必要があると考えられる。

最後に、本工法の研究開発がすすめられた建設省地下総合プロジェクト共同研究<sup>1)</sup>に携わられた各社、ならびに御指導、御協力をいただきました各位に対し、謝意を表します。

文献：1) 財土木研究センター：建設省総合技術開発プロジェクト，地下空間の利用技術の開発報告書，平成4年8月。