

翼シールド工法開発実験（その１）

銭高組 技術本部技術研究所 多島 秀司，齋藤 優

日立造船 鉄工・建機事業本部 今井 憲治，高橋 慎吾

小坂技術士事務所 小坂 文夫

1. はじめに

シールド工法は地下空間の有効利用などの理由から、シールドマシンの小型化、多様化が求められている。翼シールド工法はシールド工法のコスト削減および任意断面の掘削による適用性の拡大を目的として開発された工法である。翼シールド工法の実用化に向け、実機仕様検討データの採取を目的とし、模型機を製作して掘削実験を行った。本報告では主に矩形断面切削性の改良効果と切削負荷の低減について述べる。

2. 工法の概要

翼シールド掘進機はジャッキによる揺動型駆動方式でモータを使わないため小型化、簡素化が可能となった。図 - 1 に示すように二つのカッタヘッドをジャッキによって揺動させ、断面下方の隅角部で発生する不通過部はコピーカッタで切削する。カッタの旋回中心が中央より上にあることにより、コピーカッタによる切削面積を減少させるとともに、下部に大きな空間が確保できるため、巨礫の取り込みも可能となる。

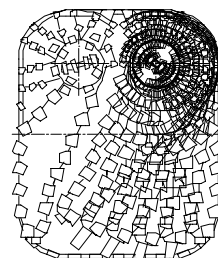


図 - 1 掘削概念図

3. 実験概要

3.1 模型機

実験では縦横比率を 1:1.5 とした泥土圧シールド掘進機を製作した。仕様およびビット配置は従来の 2m 径のマシンをベースとして決定した。模型機の仕様を表 - 1 に示す。

表 - 1 仕様

仕様	
本体寸法	幅 1200 × 高さ 800 × 機長 1627mm
平均回転速度	2.3rpm(5.98 往復/min)
カッタ揺動方式	油圧ジャッキ式
総推力	500kN

3.2 掘削方法

掘削対象とした模擬地盤は一軸圧縮強度 $0.5 \sim 1.0\text{N/mm}^2$ の貧配合モルタルで、シールド発進時の薬液注入地盤を想定した。この模擬地盤を毎分 5～10mm 程度の速度で 700mm 程度掘進する。掘進方法は 2 枚のカッタを同時に動かす両翼運転と、交互に動かす片翼運転があり、それらの制御性も確認する。掘削実験状況を写真 - 1 に示す。



写真 - 1 掘削状況

3.3 調査項目と調査指標

翼シールド掘進機は揺動型であることに加え、2 枚のカッタの旋回中心が中央より上にあるため、従来のモータを用いた円形マシンとは掘削機構が大きく異なる。そこで、確認事項としては

(1)矩形形状の掘削出来型の確認

(2)両翼・片翼運転時の特性，ローリングおよび方向制御等の掘進時における基本制動の確認

(3)ビット配置、仕様の検討，

等が考えられる。主な計測項目（調査指標）と確認事項を表 - 2 に示す。

表 - 2 主な調査指標と確認事項

指標	調査事項	定格
推進ジャッキ圧力	掘削時の機械負荷	21MPa
揺動ジャッキ圧力	切削負荷	21MPa
推進ジャッキストローク	掘進の安定性，マシン位置の確認	500mm
揺動ジャッキストローク	切削負荷などマシン特性の推定	200mm

キーワード：揺動型，矩形掘削，揺動ジャッキ

連絡先：東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿Ⅱ-タワー 11F TEL03-5323-3861 FAX03-5323-3860

4. 結果と考察

4.1 基本制動

片翼運転時のビットの食い込みや、両翼運転時のマシンのローリングなどによる掘進停止には至らず、約700mmを5～10mm/minで掘進し、矩形形状の掘削性能を確認できた。

4.2 ビットの改良効果とその確認

泥土圧式シールドの掘進の際、通常の運転操作は安定時のカットトルクが維持できるように掘進速度を調整し、総推力、土圧、排土状況等を観察しながら掘進する。これは通常の掘進時において、掘進の安定性の優先順位がカットトルクに有ることを示している。そこで、当掘削実験でもマシン負荷の低減のためには揺動ジャッキ圧力を低減させることが有効であると考えた。図-2に揺動ジャッキストロークと揺動圧力の関係を示す。横軸には揺動ジャッキストロークを示し、縦軸には揺動ジャッキ圧力を示している。図-2より、ストロークの上昇時にジャッキ圧力が上昇し、ストロークエンドでピークを迎える。これは、カッタが下から上へ向かう際に切削負荷が大きくなっていることを示している。従って、揺動ジャッキ圧力を低減させるためには、カッタが下から上へ向かう際の切削性を改良することが効果的であると考えた。

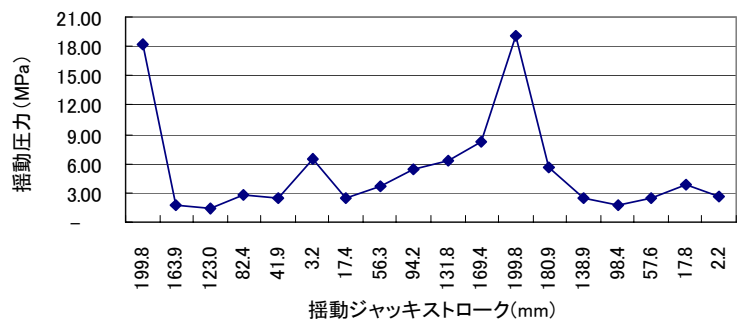


図-2 揺動ジャッキストロークと揺動圧力の関係

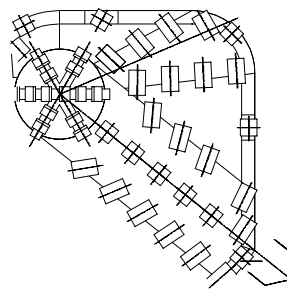


図-3 改良前のビット配置

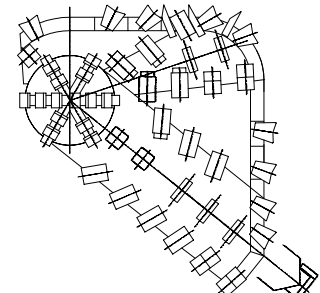


図-4 改良後のビット配置

主な対策として(1)ストロークエンドにおける負荷の低減として外周ビットの追加,(2)切削ビットの保護,掘削土砂のビットへの付着防止として先行ビットの追加,(3)カッタ上昇時の切削効率の改善としてビット形状を両刃にする,等の改良を行った。

改良前と改良後のビット配置図を

図-3 図-4に改良効果を図-5に示す。

図-5は横軸に掘削長(0～80mm,ビット先端からカッタ前端まで)をとり、縦軸にカッタ上昇時の揺動圧力を示している。改良前と比較し、掘削長で40mm～80mmにおける、揺動圧力が低減されている。これは、ビットを両刃にすることにより、上昇時の切削効率が改善されたためと考えられる。

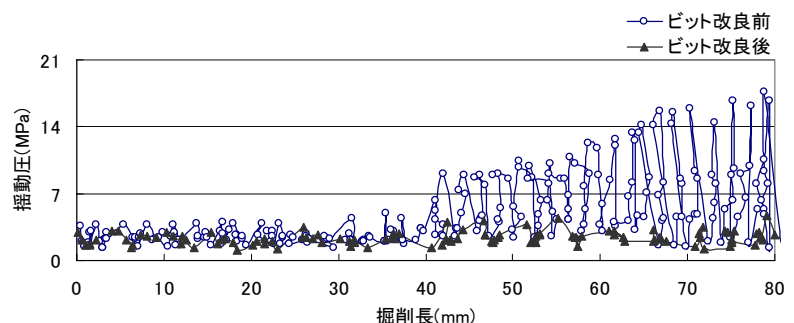


図-5 ビットの改良と揺動圧力との関係

5. 結 論

- ・翼シールド工法は揺動ジャッキを採用し、矩形形状の切削と掘進が可能である。
- ・掘進時の機械負荷の低減には、カッタ上昇時の揺動圧力を低減させることが効率的で、そのためにはビットを両刃にする,先行ビットを取り付ける等が有効である。