

パドルシールド工法による河川横断

清水建設 正会員 白井 健太郎
清水建設 正会員 立花 博令
清水建設 正会員 中谷 武彦
清水建設 正会員 ○小野塚 直紘

1. はじめに

弊社では、都市部でニーズが高まる矩形断面の都市トンネルに対して、密閉型のパドルシールド工法の研究開発を進めてきた。

本稿では、千葉県茂原市と長生村の境界を流れる一宮川を横断する送水管敷設工事での本工法の適用について報告する。

2. パドルシールド工法

矩形断面トンネル技術に関して、弊社では、自立性が高い地山に対応するエアロブロック工法(平成 21 年度技術開発賞受賞)と、軟弱地盤や低土被り部分を対象とする密閉式の本工法、と位置付けている。

本工法は、カッター面にそれぞれ独立に回転する複数のカッターを配列し、チャンバー内にはこの工法名の由来となっているパドルスクリーを装備しており、下記のような特徴を有する¹⁾²⁾。

- ①シンプルな軸付きの横配置のカッターの採用により、掘削機の製造コストを低減(従来の3割減)
- ②カッターの前方へのスライド機構を使用し、上部カッターの先受け効果を発揮(地盤変状の抑制)
- ③カッターとパドルスクリーの強制攪拌によるチャンバー内土砂の塑性流動化(地山の安定保持)
- ④上下に独立した土砂チャンバーによる緻密な土圧管理(地山の安定保持)
- ⑤モーター、ベアリングに汎用品を使用(短い製造工期)

本工事に適用したパドルシールド機の全体図および仕様をそれぞれ図-2、表-1に示す。なお本適用工事では地盤変状に対する懸念が小さかったため上記②の機能は装備していない。



図-1 パドルシールド機

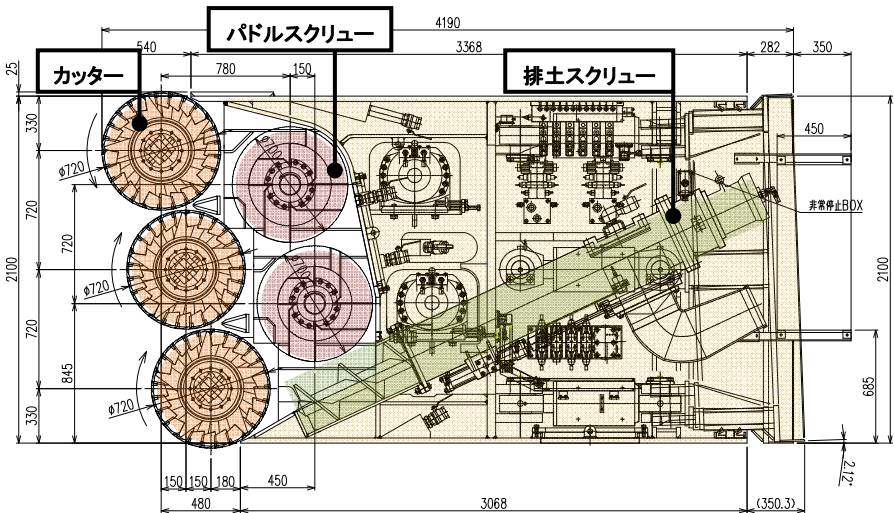


図-2 パドルシールド機

表-1 パドルシールド機仕様

項目		単位	仕様	
シールド機外径		m	縦2.1×横2.1m	
掘削断面積		m ²	4.41	
掘進速度		mm/min	15	
カッター			センター	サイド
	最大回転数	rpm	10	10
	装備数	台	3	6
	最大トルク	kN・m	17.5	8.7
パドルスクリー				
	最大回転数	rpm	20	
	装備数	台	2	
	最大トルク	kN・m	20.8	
排土スクリー				
	最大回転数	rpm	20	
	装備数	台	1	
方向修正装置				
	推力	kN	1188	
	装備数	本	6	
	ストローク	mm	150	

キーワード パドルシールド工法、矩形シールド、密閉式シールド、河川横断

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設(株) TEL:03-3561-3892

3. 施工報告

3-1 施工内容

本工事では、円形断面でのトンネル構築に比べて、①掘削断面を有効に活用することができ、②足元が平らになるため完成後の保守点検が容易となる、などの長所を有する矩形断面の採用となった。路線縦断面図を図-3、施工条件を表-2に示す。

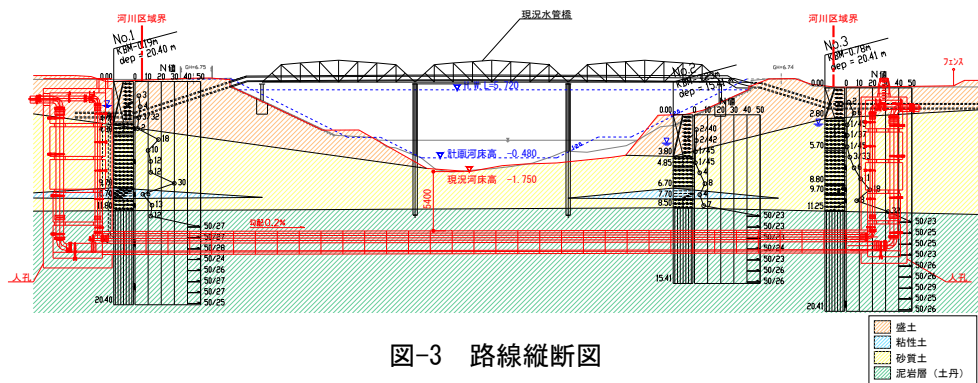


図-3 路線縦断面図

表-2 施工条件

項目	単位	仕様
掘進延長	m	70.0
平面線形	—	直線
縦断線形	—	+0.3% (直線)
掘削対象地盤	—	土丹
覆工	—	ホツクスガルバート
外寸	m	□2.1×2.1
内寸	m	□1.7×1.7
幅	m	2.0
土被り		
最大	m	14
露小(河床部)	m	5.4

3-2 施工狀況

本工事は、元押しジャッキによって函体（長さ 2.0m のボックスカルバート）を推し進める推進式のパドルシールド工法によって施工した。図-4に発進時の状況を示す。

掘進対象地盤は N 値 50 以上の泥岩であり、①切削時のカッターへの切削負荷、②掘削土の粘性および付着によるカッター、パドルスクリーへの攪拌負荷が懸念されていた。②に対しては、粘性低減効果がある添加材の最適な配合と注入率を、実試料を用いた事前の試験施工によって設定した。しかし本泥岩の粘性は想定以上に強く、付着によるチャンバー閉塞の傾向がみられたため、添加材注入量を設定値以上に増やして、掘削土の流動性を高めることで掘削性能を維持した。

パドルシールド機には、①カッター系、②パドルスクリー系および③排土スクリー系の3つの油圧ユニットが付属し、掘削土排出のための圧送ポンプユニットを含めて合計4台の後続台車が必要であった。発進当初は立坑下に仮置きしたこれらの台車を、トンネルの進捗に応じて坑内に引込み、17 函体目から定常掘進を行った。

定常掘進においては、1 函体（長さ 2.0m）当りの掘進 2.5 時間（掘進速度 15mm/分前後）と、函体の設置作業（ケーブル等の捌き含む）1.0 時間により合計 3.5 時間程度のサイクルタイムであった。

以上により管路延長 70m (35 函体) の河川横断を完成し、パドルシールド機を細心の注意で到達立坑へ推出し、回収することができた。



図-4 発進時状況



図-5 到達時状況

4. おわりに

従来矩形シールドは円形シールドに対して回転機構の複雑さなどから高コストとなることが一般的である。しかし本工法では掘削機コストを低減した。さらに本事例のように完成物の使用目的に対する矩形断面の優位性を引き出すことによって、矩形シールドの活躍の舞台を拡大させていきたい。

参考文献：1) 金丸清人ほか：矩形断面トンネル築造技術「パドル・シールド工法」の開発（その 1），第 65 回年次学術講演会講演概要集，6-470，土木学会，2010.

2) 金丸清人：パドル・シールド工法の開発，土木クォータリー(vol.168)，清水建設(株)，2010年11月。