

岡山市下水道局 坪井邦彦 宇野 要 正会員 安原 敏  
熊谷組 長田 淳 正会員 田中 清 桑田 聖久

1. はじめに

シールド外径 2,130mm、延長2,112mのうち780mが岩盤であるシールド工事において、当初想定した強度をはるかに上まわる岩盤が出現し掘進速度が著しく低下した。このような状況に対して、可能な限りのシールド掘進機改造を行い掘進能率の向上に努めた。ここでは、シールド掘進機改造の効果について記載する。

2. 工事概要とシールド掘進機計画概要

(1) 地質

シールド施工区間は岡山県南部の瀬戸内沿岸丘陵地と瀬戸内沿岸平野の境界に位置する。このうち岩盤部は笹ヶ瀬川周辺の山裾から平野に抜ける地域であり、御津丘陵地と呼ばれる丘陵地帯を笹ヶ瀬川が浸食してできたものである。地質的には砂質岩、泥質岩を主体とする上部古生代舞鶴層群および白亜紀に貫入した花崗岩類が基盤となっている。

(2) 掘進機 外径： 2,130mm

(3) 掘進 延長：L=2,112mのうち岩盤部は780m

(4) 掘削 岩 盤：砂岩、花崗岩、ヒン岩（一軸圧縮強度最大 $q_u=37\text{N/mm}^2$ ）（図-1参照）

地 質	砂・砂礫・粘土	軟岩・中硬岩				砂礫	軟岩	粘土・砂礫	砂礫		
追加距離(m)		500		1000				1500		2000	2112
一軸圧縮強度 $q_u(\text{N/mm}^2)$	-	2~3		5~20	37	2~3		-	-		

図-1 掘進部地質縦断図

(5) シールド掘進機計画概要（図-2参照）

岩盤想定強度：一軸圧縮強度 $q_u=100\text{N/mm}^2$ （ $37\text{N/mm}^2 \times 3$ 倍）

面 板：セミドームタイプ、開口率30%

ローラカッタ：ゲージカッタ 2個（2パス）、ローラビット 8個（1パス）

カッター装置：トルク 低トルク時 242.6kN・m、高トルク時 339.7kN・m、 $\eta=35.9$

回転数 低トルク時 3.50r.p.m.、高トルク時 2.50r.p.m.

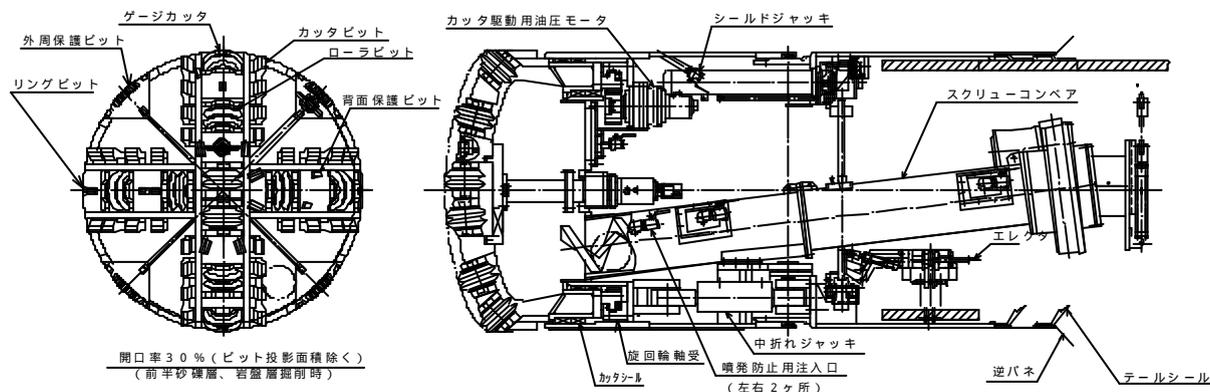


図-2 泥土圧シールド掘進機

キーワード：岩盤掘削、シールド掘進機改造

連絡先：広島県広島市中区鶴見町3-16 (株)熊谷組 広島支店 土木部 TEL082-241-3225

### 3. 硬岩での掘進状況

発進から約700m（岩盤部に入って約400m）地点で非常に固い岩盤（ $qu=200\sim 400\text{N/mm}^2$ ）が出現した。このため掘進速度は1～4mm/minとなり、1日の進行量も0.75～1.5mと著しく低下した。

また、ローラカッタも本体および軸受け部の損耗が激しく頻繁に交換しなければならない状況となった。

### 4. シールド掘進機改造と施工結果

#### (1) 現状シールド掘進機の課題

岩盤部での掘進は掘進速度の低下、ローラカッタの破損、軸受けの損耗等により掘進能率が著しく低下した。そのため、回転数のアップ、ローラカッタおよび面板の補強を改造項目として検討した。

#### (2) シールド掘進機改造（表-1参照）

油圧ポンプ、電動機、オイルタンク等を増設することによりカッタ回転数をアップし切削能力の向上を図った。

ローラカッタの焼入れを刃先の浸炭焼入れから全体焼入れとし耐久性の向上を図った。また、ゲージカッタの刃先の角度を変え耐衝撃性を増した。

ローラカッタの軸受け形状を変えるとともに、軸受け押さえボルトのサイズをアップし面板全体の強度の増強を図った。

表 - 1 シールド掘進機改造内容

改 造 項 目	改造前	改造後
カッタ油圧ポンプ	2台	3台
電動機	5.5kw×2台	5.5kw×3台
カッタ回転数 低トルク時	3.5 r.p.m.	5.0 r.p.m.
"          高トルク時	2.5 r.p.m.	3.5 r.p.m.
ローラカッタ焼入れ	刃先浸炭	全体焼入れ
ゲージカッタ刃先角度	90°	90°
ゲージカッタ軸受け固定形式	ボルトタイプ	キータイプ
ローラビット軸受けボルト	M24	M27

#### (3) シールド掘進機改造の効果

改造の結果、掘進速度およびローラカッタの耐久性に効果があらわれ、日進量のアップ、ローラカッタの交換回数の低減につながり、その後の岩盤部を順調に掘進することができた。

（表-2参照）

表 - 2 シールド掘進機改造の効果

掘 進 デ ー タ	改造前	改造後
掘進速度	1～4 mm/min	8～10 mm/min
掘進時間（750mm/R）	400 min	80 min
日進量	0.94 m/日	2.55 m/日
カッタ回転数	2.5 r.p.m.	4.4 r.p.m.
カッタポンプ油圧	21 N/mm <sup>2</sup>	19 N/mm <sup>2</sup>
カッタトルク	340 KN・m	316 KN・m
総推力	1500 KN	2000 KN
ローラカッタ交換ピッチ	1.44 R/個	3.90 R/個

### 5. 考察（まとめ）

掘進データにより、改造後はカッタポンプ油圧が下がっていることから、カッタの回転数を上げることによりカッター1回

転あたりの負荷の軽減による効果が最も大きかったと考えられる。また、改造後は改造前に比べ約30%増の推力をかけられるようになったことから、面板補強の効果も確認できる。

シールド掘進機の設計に当たっては、限られたボーリングデータから掘進部の地質をどのように判断するかが最大のポイントとなる。今回の工事では土質試験結果の3倍程度の岩盤強度を想定したが、結果的には約10倍の強度の岩盤が出現した。当該工区のように山裾の川沿いを施工する路線では、岩盤の想定強度を大きく越えた事例が隣接県でも報告されている。経済性と施工性の両面を考慮したとき、いかに効率の良い設計をするかが今後の課題である。