

## 21. 前面破碎式泥水シールド掘進機の 礫層掘削について

三井建設 相場 堅

### 1. まえがき

最近めざましいシールド工法の進歩に伴い、泥水加圧式シールド工法も適応土質の範囲を拡げ崩壊性の高い、大径礫層へまで拡大しその施工が一段と進んできている。

その中で、掘削に対する礫処理問題について各種装置が考案され、改良が重ねられている。その構造に於いて、切羽前面で直接破碎（一次破碎）する方式と礫を直接取込も非破碎方式とに大別されるが、今回、前記の方式を採用した泥水加圧式シールド機（ディスクカッター付ドーム型）に、更にウオータークラッシャー装置と取込れた二次破碎及びスラリー輸送システム等を組込んだ後方設備を設置し、施工した結果の実績と問題点について紹介する。

### 2. 工事概要

工事場所 神奈川県川崎市高津区坂戸地内  
～北見方地内

発注者 川崎市下水道局

施工延長  $l = 809.5 \text{ m}$   
( $102 + 707.5 \text{ m}$ )

シールド機外径  $\phi 2474 \text{ mm}$

セグメント外径  $\phi 2350 \text{ mm}$

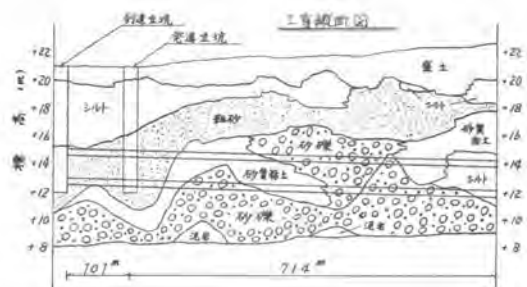
仕上り内径  $\phi 1650 \text{ mm}$

土被り 約  $6.5 \sim 8.0 \text{ m}$

地下水位  $GL - 1.5 \text{ m}$

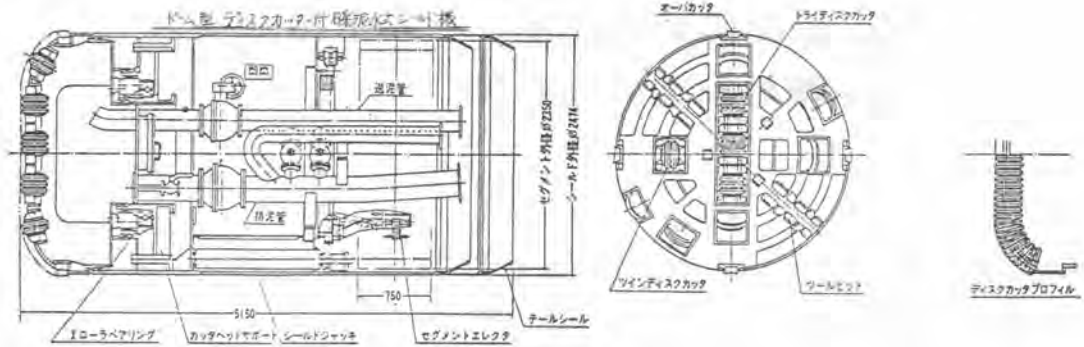
土質 砂、シルト、砂礫

線形  $R = 150 \text{ m}$   $R = 300 \text{ m}$   
 $R = 600 \text{ m}$   $R = 1500 \text{ m}$



### 3. 地質概要

東京の武蔵野台と神奈川県の多摩丘陵の間には、多摩川が東南東の方向に向かって流下し、この多摩川の流域には、 $2 \sim 4 \text{ km}$ の中で低地が広がっている。当工区は、この低地部に位置しており地質は、第3紀三浦層群が基盤をなし、その上に洪積層の保土ヶ谷礫層が分布している。多摩川の河川堆積物の玉石混り砂礫層及び砂層到達付近のベント調査結果では、 $\phi 300 \sim 400 \text{ mm}$ 程度の礫が確認されている。



#### 4. ディスクカッター付ドーム型泥水シールド機による大径玉石の一次破砕

玉石混り大径礫層での掘削は、従来ツールビットによる切削破砕や掘り起し等によって、切羽地山と纏め易く、ビット類の破損も多大であった。又、スリット内に取り込めない礫が、カッターヘッド前部に残り掘進不能になる場合があった。本機は、礫破砕掘削を目的とし、ディスクカッターを前面及び、外周部へ取付けなるべくカッターヘッドをドーム型にすることにより、外周部の礫に対する押付け効果を期待し、切羽反力が出た時点でディスクカッターで一次破砕させるものである。破砕後の礫は、充分取込も様スリット開口は円周方向に設け、ディスクカッター及びツールビットを取付けてある。更に、自立性の悪い砂層掘削の崩壊防止に、従来はスリット中を制限し、カッター面板と切羽地山に押付ける方法を取っていた。しかし、自立性の高い地山の場合、開口率が小さく取込み不足がちな。本機は、ドーム型カッターヘッドのスリット部に山留リングと設け、同心円で切羽を分割し、上部からの土砂流入を防止する棚構造にした。従って、開口率とある程度大きくすることが出来た。一次破砕礫は、流体輸送されるが、排泥管口や坑内排泥管で閉塞することがあり、今回取込み最大礫を通過出来る10Bの排泥管を二次破砕装置手前まで取付けた。

#### 5. 水中クラッシャーによる二次破砕

シールド機先端のディスクカッターで、一次破砕された礫は、10B排泥管より循環バルブ装置を通り、更に、連続破砕する水中クラッシャーで30~40%アンダーに二次破砕され、分流器に入り、4B坑内排泥管を通して、坑外の泥水処理アラントへとスラリー輸送される。

○当現場使用時の機械的損耗について

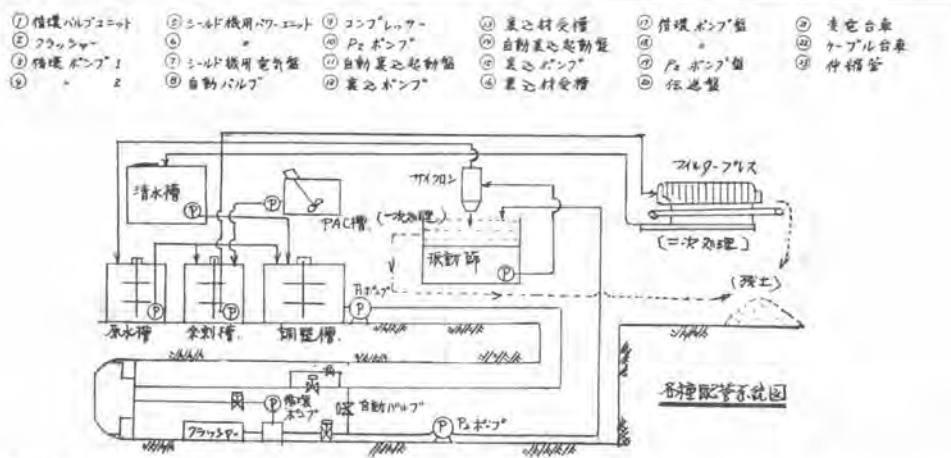
一次破砕の礫を30~40%アンダーに再破砕(4B排泥管閉塞防止)することにより、摩耗ははげしくクラッシャーの動歯、固定歯共、反転使用したが更に、各マ一回づつ交換した。又、動歯については、摩耗による肉盛加修等を行ない変形礫の通過防止を計った。これは、二次破砕礫が均一なるクラッシングが出来ぬ場合、排泥管での第一の閉塞原因となる為である。

名称	仕様	標
型式	KC-250	
サイズ寸法	250×200mm	
駆動機	15kW, 8P, 50Hz(400V)	
回転数	330 r.p.m	
処理能力	10mm act - 40%/H	

#### 6. 礫を含むスラリーの連続輸送設備と泥水処理

砂礫層における泥水の切羽安定効果と維持する為、作泥設備で管理基準に基づいた比重、粘性の調整を行ない送泥ポンプより切羽へ送泥加圧し、掘削土砂とを混合させる。

その後 シールド機内より坑内二次破碎装置まで確実に輸送する為、排泥管を10<sup>B</sup>にし、それ以降は、4<sup>B</sup>で坑外に排出した。坑内断面が小さく、後続設備の長さ約93mと通常機械掘りの数倍の長さとなった。又、地上処理設備に送られる排泥水は、振動篩により礫、砂分を除去し、残った泥水は、管理基準に基づいて値に調整し再利用した。又、粘性土等の場合は、余剰泥水が多くなり、二次処理装置（フィルタープレス）にて、脱水処理する際、脱水効果を上げる為、PAC等を使用した。一方、礫層に入った直後からの配管材、ポンプ持込部、振動篩の金網等の損耗が多くなった。今後坑内配管計画は、破碎後の礫量増加に対応出来る配管径にする必要がある。



7. 滞水礫層における泥水安定液管理

当工事の土質に合せた泥水管理基準を設定する為、室内実験及び他工事の報告書等を充分検討の上、泥水による目詰り効果及び、浮力を得ることを主目的とし、一般の泥水管理基準より高い比重、粘性値とした。又、礫層における泥水は、湧水等の影響により、稀釈される為所定の粘性を保持させる上で、当工区ではCMCを多量に使用したが、管理基準値より低い液比重1.35粘性30sec前後の値となった。又砂層、粘土層については、管理基準値を保つことが出来た。

配合例(3m <sup>3</sup> 当り)			泥水管理基準	
材料	数量	備考	工種	比重
焼結粘土	1500kg	液比重1.35	砂層	1.30~1.35
バグタイト	25kg	粘度40msec	礫層	1.30~1.40
			粘土層	1.20~1.35

8. 防音設備

発進基地周辺は、第2種住宅地域であり、アパートも多く泥水処理プラントの振動騒音を防止する必要があった。当現場では泥水処理プラント全体を防音パネルで覆い、振動篩等は、別途防振防音装置を取付け万全を期した。これら実施効果で、昼夜連続作業に対する地元の苦情は一切聞いがない。

9. 施工実績(①掘進状況について)

当工区は、発進立坑より上流100m、下流700mと、二度の発進とする為、シールド機の再投入及び初期掘進段取り等に時間を要した。砂礫層では、最大掘進量10%を記録している。N値の高い締った土質区間では、推進力マカッターヘッドが、切羽地山に押付けられ、マカッター回転不能となっ

たが対策として、推進速度を遅くした。この間の能力が低下し、殆どの状態であった。尚、大径礫層区間で、二次破碎装置、排泥用スラリャーポンプ、一次処理の振動篩等の部品交換頻度と多く、掘削速度が低下した。（掘進実績表参照）

### (2) 実施工によるシールド機の各対策と問題点)

#### a) ドーム型カッター面板への影響

崩壊性の高い砂層に対する外周部からの取込みが充分であり、方向修正もカッター回転方向と推進ジャッキで正確に出来、操向性は良好であった。この要因は、掘削面に沿って、ドーム型面板が滑る為、推進用ジャッキの操作だけで推進方向の修正をすることが出来たとと言える。計画時に懸念された取残し掘削土への乗り上げ、それによる上向き現象の発生もなかった。

#### b) ディスクカッターの効果

破碎用ディスクカッターの効果は、直接確認することは困難であるが、充分な効果はあったと考えられる。隣接他工区で施工中にRに数個の大径礫が存在した為、掘削中断して取り除いている。同様な土質の当工区でも大径礫の存在は充分考えられたが、大径礫による掘削不能はなく安定した連続掘削にて貫通させることができた。

#### c) 山留リングの効果

崩壊性地山の掘削においても理論掘削量に相当する掘削量で掘進でき、地山流入現象による掘削面の崩壊や地表面沈下はほとんど起きていない。カッタースリットに取付けた山留リングは、同心円で切羽を分割し、棚構造とすることで、上部の土砂流入現象を防止し、又地下水の移動を泥水圧で止めることで安定した山留効果があったものと考えられる。

#### d) 地質の変化に対する掘削性

緩い土質に対して、カッター面の押付力とスリット構造の効果により安定した掘削が出来た。しかし、一部締った土質では、掘進が低下した。この原因は、締った地山に破碎用ディスクカッターが食い込み、一部面板が押付けられた掘削用ビットで切削されずカッター面板の摩擦抵抗が大きくなり、カッター回転トルク不足となったものと考えられる。あるいは、円周スリット最外周部が閉塞を起し、取込み不足となり同様な現象が起きたものとも考えられる。この為、推進速度を遅らせ面板押付力を軽減し、掘削した。

### 10. あとがき

以上、大径礫層掘削の工法として、前面破碎式泥水シールド機、並びに適応後続設備を計画設備し、施工した経緯と実績等について紹介説明したが、今後、更にこれらについて改良が加えられ、より優れた、より安定した工法及び装置等が開発されるものと期待し、この報告が、将来への資料となれば幸と考える。

