

# 14. クラッシュ内蔵型礫泥水加圧式 シールド施工実績

前田建設工業 小川 武 記

## 1. まえがき

泥水加圧式シールド工法は、数年来急速に採用され、特に小断面シールド工法においては、主流をなしている感がある。

西部4号幹線第8工区公共下水道築造工事は、武庫川流域公共下水道整備計画の一環で、伊丹市野間の山陽新幹線高架橋側道下に下水道幹線を築造するものである。この地域は、伊丹段丘礫層で形成されており、山陽新幹線高架橋の基礎は、高架橋の基礎としては数少ない、基礎杭なしで伊丹礫層へのフーチング基礎となっており、その深度も2.50m前後である。

当工区に泥水加圧式シールド工法が採用されたのは、図-1のように管渠築造位置が土被3.8m～4.3m、高架橋基礎から5m～6mと近接しているため、工事施工に伴う地下水位低下による、高架橋基礎地盤の圧密沈下防止が目的であった。又新幹線運行管理の上から工事に伴う高架橋の管理基準は橋脚の沈下3mm以内、橋脚の傾斜2分以内とされていた。この施工条件の下に、クラッシュ内蔵型礫泥水加圧式シールド掘進機により、予定の掘進を完了したので、以下にこれを報告する。

## 2. 工事概要

発注者 伊丹市下水道部

工事名 西部4号幹線第8工区公共下水道築造工事 図-1 高架橋とシールドとの相対位置図

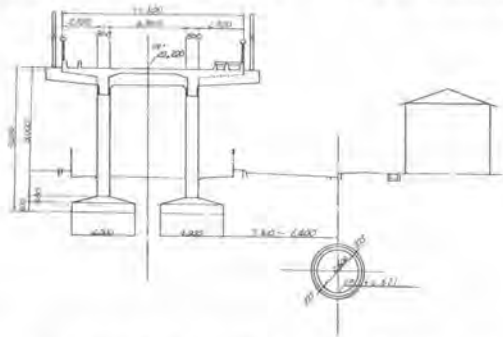
施工場所 伊丹市野間地先

施工延長 510m・200R・2ヶ所

土被り 3.8m～4.3m

シールド外径  $\phi 3500$ mm

仕上り内径  $\phi 2600$ mm



## 3. 地質概要

当地区は伊丹段丘地帯で、表土の下に若干の沖積粘土層があるが、GL-1.5m位から8～9mの層厚で伊丹礫層が形成されている。ボーリング調査のデータによると、シルト粘土分は7%～13%と少なく、その大部分を砂礫分で占め、最大礫径は400mmを記録している。しかし、事前調査のボーリング孔径が、 $\phi 86$ mmであったので、マシン設計に当り、より確実な土質資料を得る目的で、 $\phi 1000$ mmの大口径削孔機により、土質調査を行った結果、50mm以上の礫が45%以上、最大礫径300×225mmが確認されたので計画礫径は、採取礫径の2倍とし600mm×450mmを想定した。また透水係数は $2 \times 10^{-1} \sim 10^{-2}$ を記録しており、N値は50以上である。本シールドはこの礫層を掘進するものである。

4. シールド掘進機

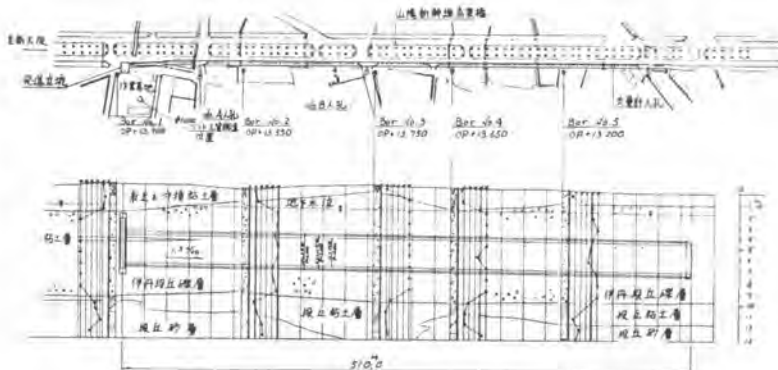
図一 平面図及地層縦断面

4-1 基本機構の決定

礫泥水加圧式シールド掘進機には、機内礫溜方式、後方トロンメル方式、ロータリーバルブ方式等があり、これまでの施工例では、以上の方式中から選択し、施工した例が多い。

しかし当工区のように

巨大礫を多量に含有する地層では、掘進作業に連続性を欠くばかりでなく、マシン後部の坑内作業を繁雑にし、安全性及作業能率の低下が考えられた。一方掘進停止回数が多くなれば、切羽水圧の管理上からも好ましくない。これらの諸問題を基本的に見直し、シンプルで、より効率的な掘進機構について検討を重ねた結果、泥水加圧室内に、ジョー・クラッシャーを内蔵させ、切羽から切削取込んだ礫は、ジョー・クラッシャーにより、流体輸送可能な大きさに破砕して坑外に流体輸送する、これまでにない、まったく新しい機構に決定した。即ちPoポンプを使用しない、完全クローズドシステムのクラッシャー内蔵型礫泥水加圧式シールド掘進機を開発し、礫層地盤の掘進に対処した。

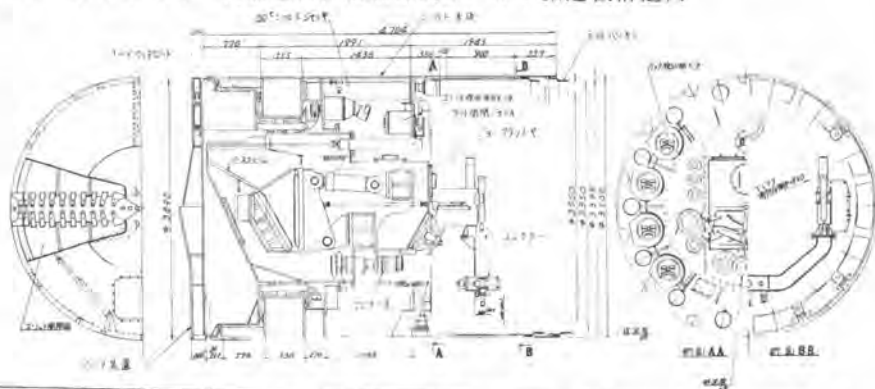


図一 8 クラッシャー内蔵型礫泥水加圧式シールド掘進機構造図

4-2 ジョー・クラッシャー

クラッシャーの能力がシールド掘進の成否を決定するとともに、掘進能率にも大きく影響するのでその設計、製作は最も関心の深い所であった。

一般にジョー・クラッシャーの破砕機構は2枚の歯板で破砕



シールド関係		エレクトロ関係		カット関係		2725mm関係	
名称	仕様	名称	仕様	名称	仕様	名称	仕様
シールド径	2725mm	回転数	0~207 P.M	回転数	0~207 P.M	回転数	0~40 P.M
掘進機	2725mm	送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm
送水ポンプ	2725mm	送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm
送水タンク	2725mm	送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm
送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm
送水タンク	2725mm	送水タンク	2725mm	送水タンク	2725mm	送水タンク	2725mm
送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm
送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm
送水タンク	2725mm	送水タンク	2725mm	送水タンク	2725mm	送水タンク	2725mm
送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm	送水ポンプ	2725mm
送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm	送水パイプ	2725mm
送水タンク	2725mm	送水タンク	2725mm	送水タンク	2725mm	送水タンク	2725mm

主要諸元

するものであり、モーター回転による偏心運動を前後方向の往復運動に変え、スイング・ジョーに伝え圧縮破碎するものである。しかし今回考案した油圧ジャッキを使用したジョー・クラッシャーは、油圧ジャッキストロークによる荷重をスイング・ジョーに伝え破碎するため、打撃回数は電動モーター駆動に比較し $\frac{1}{6}$ 前後と少なくなり、能力的な低下が考えられた。しかし、この不利点は、ジャッキ力、ストローク長の調整で補うとともに、岩石の弱い性質である圧裂引張強度及静的荷重での破碎機構を持ち、連続的に破碎可能なジョー・クラッシャー構造とした。

#### 4-2-1 ジョー・クラッシャーの構造及作動方法

前述したように、地質調査の結果、最大礫径を600mm×450mmと想定したので、供給口寸法は巾700mm×開500mmとし、クラッシャージャッキの能力は、礫がやゝ風化され、圧縮強度1000 $\frac{kg}{cm^2}$ 程度の花崗岩が主体であることが確認されたので、常用48t×2台(油圧210 $\frac{kg}{cm^2}$ )、最大80t×2台(油圧350 $\frac{kg}{cm^2}$ )とし、ジャッキ・ストロークは100mmとした。

打撃回数は1分間30回とし、パワー・ユニットは高压、低压を使用し能力、回数の増大に努めたクラッシャーの備及チークプレートの材質は、マンガン合金とし、歯形の形状は波形にし、ピッチ45mm歯高12mm、谷と山を合わす構造とした。計画最大粒径は排泥管径を6Bとしたので70mmであり、セッティング寸法は35mmまで可能であったが、歯の摩耗を考え30mmでセットした。

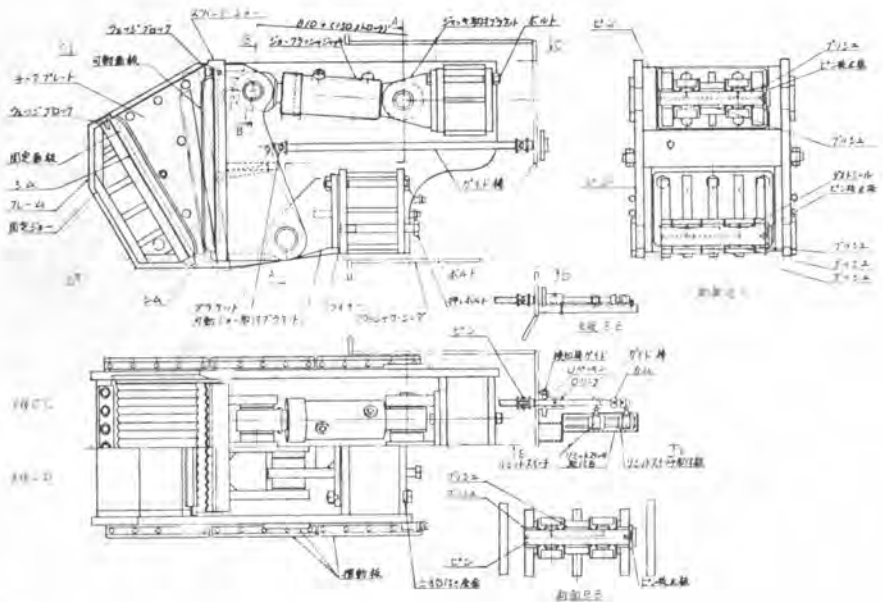
作動方法は検知棒による、リミット・スイッチとタイマーを併用し、クラッシャー内礫の、破碎抵抗が大きくジャッキが完全に伸びきらない時は、タイマーにより自動的に戻る構造とした。

図-4 クラッシャー構造図

#### 4-2-2

##### 工場試験

クラッシャーの製作に当っては、実機大の予備クラッシャーを製作し、工場内テストを行い、破碎能力、構造、セッティングによる最大粒径の確認等を水中条件、ドライ条件で行い、本機の製作に対処した。



#### 4-3 カッタービット及カッタースリット

カッタービットの取付形状として、従来カッタービットを取付けるスポークが、カッターフェース面板と同一面に有る機構が多く、地山を切削し土砂を取込むのが一般的である。しかし、本機はスポーク部をカッターフェース面板より40mm前面に出し、これにカッタービットを取付ける機構としたため、礫の取込が容易になり、トルク抵抗の減少が得られた。

カッタースリットの最大開口巾は、想定最大礫径、600mm×450mmの礫を取込める機構としたが、立坑掘削中に530mm×230mmの礫が、シールド掘進対象地盤から確認された。

しかし、掘進中は大礫取込不能による、掘進不可能になる事態はなかった。

## 5. 輸送制御

一般に排泥管の最大通過粒径は、8Bで90mm、6Bで70mmとされているが、作業性、経済性を考慮して、排泥管は6B、送泥管は8Bとした。また排泥用スラリーポンプは、2枚羽根構造を採用した。掘削量の管理は、誤差の少ない送水流量と排泥流量の差(偏差量)にて行った。

## 6. 施工実績

### 6-1 掘進実績

掘進の施工実績は、1日当り最大10リングを記録したが、礫量の変化、マシンの修理等により、月間当りは、150リング～160リングであった。また掘進に伴う、クラッシャー作動による振動はほとんど感じられなかった。

写真 対象地盤からの採取礫及破碎状況



### 6-2 裏込注入及新幹線高架橋への影響

本工事施工に当り、新幹線高架橋への影響を皆無にすることは、基本目標であり、泥水及切羽水圧の十分な管理による切羽崩壊の防止と、瞬結型発泡モルタルの早期注入を入念に励行した結果、沈下及傾斜量は計測誤差の範囲内であった。



### 6-3 マシン及泥水輸送機器の修理

掘進に伴うマシンの修理は、カッタービットの交換2回、クラッシャーの歯板及ジャッキ交換1回、スラリーポンプは、インペラ及フロントライナーの交換をP<sub>2</sub>ポンプで2回、P<sub>e</sub>ポンプで1回行った。

## 7. おわりに

大礫を多く含有する対象地盤での、泥水加圧式シールドでは、如何に合理的に礫を処理するかが大きな研究課題である、今回使用した機構が、今後の礫対策に貢献できれば幸と存じます。尚工事施工に当り御指導賜りました、発注者及関係各位に感謝の意を表します。