

# 30. 礫連続破碎タイプの クラッシャ付シールドと施工実績

日立建機(株) 汐崎 実\*太田 誠

1. まえがき

最近、砂礫層用の泥水シールドが急増している。特に、大礫層では、切羽保持の必要上、高能率掘進性能が重要視され、連続的な礫処理装置の開発と、耐久性向上が強く要望されている。日立建機では、この度、独自の機構を採用した機内クラッシャを開発し、各種性能試験を行なった結果、優秀な性能を確認したので、以下に詳細を報告する。

また、このクラッシャを内蔵する、2.682m<sup>φ</sup>泥水シールド2台が、東京都下水道局妙正寺川上幹線(大日本土木殿施工)で採用され、良好な掘進実績が得られたので、併せて報告する。

図-1に、クラッシャ付泥水シールドの全体図を示す。

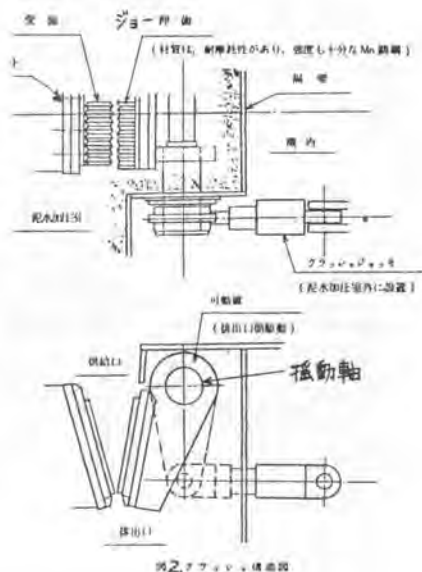


図2. クラッシャ機構図

シールド機本体		エレクトロニクス		コッター		アジレーサー	
外径	2682mm	回転速度	2 r.p.m.	回転数	max 25 r.p.m.	打撃力	320mm
機長	4870mm	回転角度	±200度	トルク	最大(120°/分) 51.1m	回転数	20 r.p.m.
シールド径	80° x 1080° x 2° 350°	1P径	1.2° x 320° x 2° 140°	油圧E-7	1200kg/m (d1 200°/分) 48	油圧E-7	180kg/m (d1 180°/分) 1日
中径径	60° x 60° x 2°	2P径	1.2° x 150° x 1° 140°	油圧E-7	200kg/m (d1 200°/分) 20	油圧E-7	40kg/m (d1 180°/分) 1日
掘削径	7° x 300° x 1° 140°	油圧E-7	180kg/m (d1 200°/分) 1日	電動機	55kw 4P 400°/分 20	電動機	15kw 4P 400°/分 1日
スクリュー径	1.2° x 130° x 2°	油圧E-7	シールド=8kg				
油圧E-7	10kg/m 320°/分 1日	電動機					
電動機	11kw 4P 400°/分 20°/分 1日						

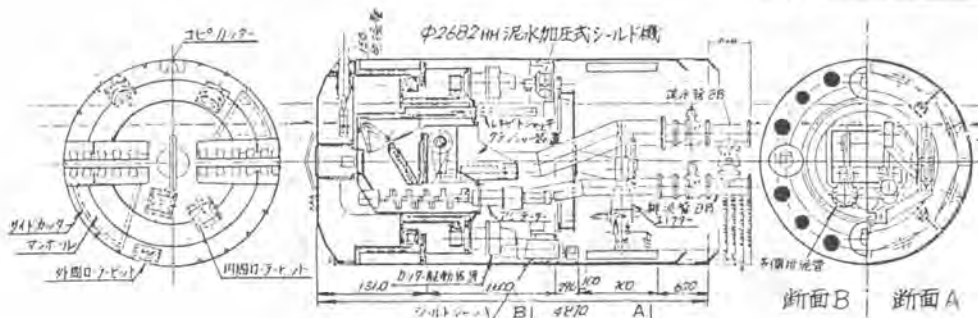


図-1. クラッシャ付泥水シールド全体図

## 2. クラッシャの構造と特長

図-2に、クラッシャの構造図を示す。本機は、次のような特長を有する。

### 2. 1. クラッシャジャッキの泥水室外設置

クラッシャジャッキとジョー歯を隔壁で仕切り、これを貫通する揺動軸によって、動力を伝達する。往復運動シールをやめ、回軸軸シール構造としたので、土砂摩耗が少なく、信頼性が高い。

### 2. 2. 排出口側駆動方式

押歯の上部に支点(揺動軸)を設けているので、排出口に近いほどストロークが大きく、礫はけが良い。セッティング、ストロークの調整は、泥水室外のストロークアジャスタで行ない、排出口の開きは、最大150mmまで可能である。礫のかみこみ位置が、礫径の大きいほど上部になり、レバー比によって、ジャッキ力が増幅されるので、大礫でもジャッキ力に余裕がある。

### 2. 3. コンパクトで処理能力を大巾にアップ

油圧回路にロジック弁を採用し、また、排出口側駆動方式の採用で、ジャッキを小形化したので、高速処理が可能となった。この結果、2.682m<sup>2</sup>シールドに内蔵できるクラッシャとしては、最高の処理能力(10t/h)に、大巾にアップできた。

## 3. クラッシャの計画上の要点と、性能試験の結果

クラッシャの計画上の要点を挙げながら、開発品の性能試験の結果を説明する。

### 3. 1. 地山の条件と、クラッシャの仕様の関係

(1) 最大礫径  $D_1 \times D_2 \times D_3$  (cm)  $\Rightarrow$  供給口寸法 (A×B) の決定……写真-1参照

(2) 一軸圧縮強度  $\gamma$  (kg/cm<sup>2</sup>)  $\Rightarrow$  破砕力 P の決定 ……写真-2参照

最大礫を破砕するのに要する破砕力 P は、下式で表わされる。

$$P = \alpha \cdot \gamma \cdot D_2^2 / 1000 \quad (t)$$

ここで、 $\alpha$  はジョー歯の形状係数で、0.06。これから、ジャッキ容量が決定される。

(3) 産物最大礫径  $D_5$   $\Rightarrow$  開セッティング  $S_0$ 。

破砕前後の粒度分布を図-3、写真-3に示す。このデータから、産物最大礫径  $D_5$  は、開セッティング  $S_0$  の約2倍である。また、 $S_0$  オーバーの礫含有率は5%以下である。

(4) 地山の礫の粒度分布  $\Rightarrow$  必要処理能力  $T_0$ 。

想定される最大礫径  $D_1$  と産物最大礫径  $D_5$  の間の寸法の礫の含有率  $G$  (Wt%) を求め、次の式から必要処理能力  $T_0$  を決定する。

$$T_0 = A \cdot v \cdot \frac{60}{100} \cdot \gamma \cdot \frac{G}{100} \quad (t/h)$$

ここで、A: シールド断面積  $m^2$

v: シールド掘進速度  $cm/min$

$\gamma$ : みかけ密度  $t/m^3$

G: 礫径  $D_1 \sim D_5$  の間の礫の含有率 Wt%



写真-1. 供給口寸法 630×300 (実験機)



写真-2. 最大礫の破碎状況

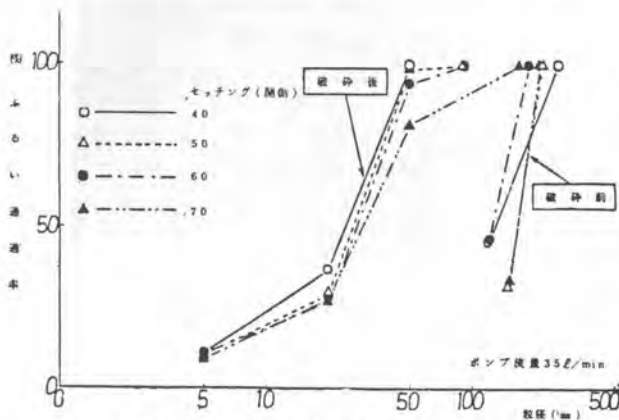


図-3 破碎前後の粒度分布



写真-3 産物の粒度分布

### 3. 2. クラッシュヤの処理能力 $T$ (t/h)

ジョークラッシュヤの処理能力  $T$  は、次の Harsam の式から計算される。

$$T = \frac{3 \cdot u \cdot (2 \cdot S_c + u) \cdot e \cdot f \cdot n \cdot \delta \cdot K}{G - S_c} = f(u) \cdot n$$

ここで、 $u$ : ストローク

$f(u)$ : ストローク  $u$  とクラッシュヤの形状による係数

$n$ : 打撃数 回/min

図-4 に、処理能力を示す。処理能力は打撃数に比例し増大する。クラッシュヤの計画に際しては、 $T > T_0$  とすればよい。

### 3. 3. 動力 $L$ (kW)

クラッシュヤジャッキの油圧  $p$  と流量  $Q$  から下式で求める。本機は、排出口側駆動方式を採用しているので、クラッシュヤジャッキが小形でよく、動力消費も小さい。

$$L = \frac{p \cdot Q}{612}$$

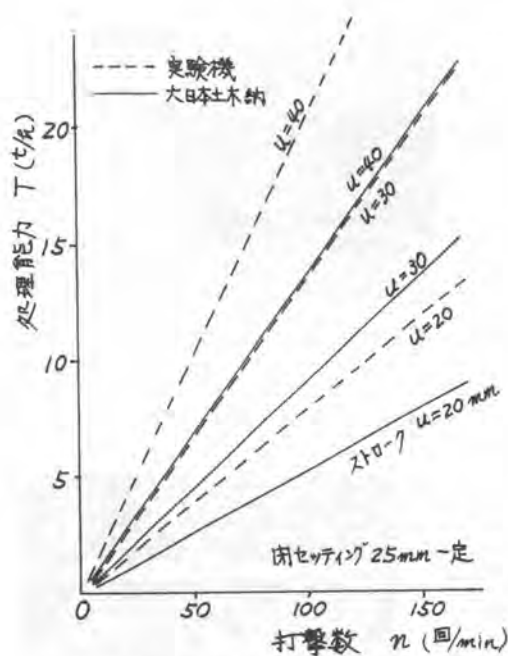


図-4 打撃数と処理能力の関係



写真-4 ローラカッター



写真-5 ジョー歯

#### 4. 掘進実績 (大日本土木殿施工)

地質と 施工延長	シルト・粘土 18%, 砂 27%, 礫 55% の武蔵野礫層で、最大径 250 mm の礫が混在する。上流 1637 m (掘進中)、下流 914 m (掘進完)
礫処理能力	ローラカッター 5 個により一次破碎し、スリット (巾 100 mm) を通過する礫を機内クラッシュャに取り込む。クラッシュャのセッティング 35 mm、ストローク 25 mm、打撃数 100 回/min で掘削した。クラッシュャ油圧は、ほとんど 50 kg/cm <sup>2</sup> 位で余裕十分。アジテータは、当初、礫がひっかかって、頻繁に停止したが、羽根を切断した結果、このトラブルは解決した。掘進は、計画通り進行しており、順調である。
耐久性	1 km 掘進後の点検時、ローラカッターの磨耗は、最大 10 mm (写真-4)、ジョー歯の磨耗は、最大 10 mm (写真-5) であった。
振動・騒音	クラッシュャによる機内の振動・騒音は、泥水等により吸収減衰されるので問題ない。
分解・再組 立性	シールド内の作業空間が狭いので、クラッシュャ自重を支えながら抜出せるよう、抜出ガイドをつけた。1 km 掘進後の点検時、分解・再組立に各々 2 昼夜を要した。

#### 5. あとがき

大礫の連続処理という課題に対し、ひとつの解答が得られたものと確信する。開発機種ということで、終始、特別の御指導と御協力を賜った大日本土木の関係各位に深く御礼を申し上げるものである。尚、より詳細については、下記報文を参考にされたい。

プロジェクトリサーチ講演会テキスト ('83. 7), 30 頁, 浅野・内田