

27. 礫破碎式泥水推進工法の開発

(株)奥村組 *伊藤俊彦・畑山栄一
園部富士雄

1. まえがき

地方都市における下水道管理設工事は小口径管が多くなり、その施工法にも推進工法が多く採用されるようになった。半面、地盤や環境などで施工困難な条件に遭遇することも多くなっている。泥水推進工法は安全で能率のよい工法として注目され、施工困難とされている地下水の多い砂礫地盤などに採用されている。しかし、小口径管工事では狭い坑内に礫処理装置を設置することが難しく、礫対策が課題となっている。報文は、玉石混り礫地盤に内径1,000mmのヒューム管を布設できる礫破碎式泥水推進工法（以下ORMS/A工法という）とそれに用いる礫クラッシャー付泥水シールド機（以下ORMS/A機、写真-1参照）の開発に関するものである。



写真-1 ORMS機

2. 礫処理方法の現状と問題点

礫および玉石の処理に関しては、図-1に示すように種々の方法が考案、開発されている。このほか、カッターヘッドに礫破碎ビットやディスクカッターを設けたものもある。これらの装置はバッチ式の礫除去から連続除去や連続破碎と変わり、また、設置場所も坑内からシールド機へと近づき、最近ではシールド機内に組込まれる傾向にある。

礫処理はシールド機径が大きいほど容易である。小口径となると、破碎あるいは除去装置を坑内、またはシールド機内に設置するには寸法的に制約される。このため、装置の小型化、ユニット化が必要とされている。

3. ORMS/A工法の開発

3.1 施工法の概要

ORMS/A工法は礫破碎ビットを設けたカッターヘッドと機内に礫クラッシャーを内蔵した泥水シールド機で掘削し、地上の泥水タンクから送泥管により泥水を切羽へ送り切羽地盤の安定を計る。掘削土砂は泥水流によってクラッシャーへ送込み、大きな礫はクラッシャーで細かく砕き、排泥管を通じて泥水とともに地上の泥水処理プラントへ搬送し、土砂分離をして搬出する。ヒューム管の布設はシールド機掘進に合わせて、シールド機後方に接続したヒューム管を立坑に設けた管圧入装置で順次押し進める。



シールド機内における処理

図-1 礫処理方法

測量は立坑内に設置した、レーザートランシットの基準レーザー光をシールド機後部の二つのターゲットで受光し、位置を検出する。この値を集中管理室へ電送して、シールド機の姿勢制御を行う。

シールド機、泥水環流装置、管圧入装置などの運転操作および測量、シールド機の姿勢制御はすべて地上の集中管理室において遠隔操作で行われる。

ORMS/A工法の施工概要を図-2に示す。

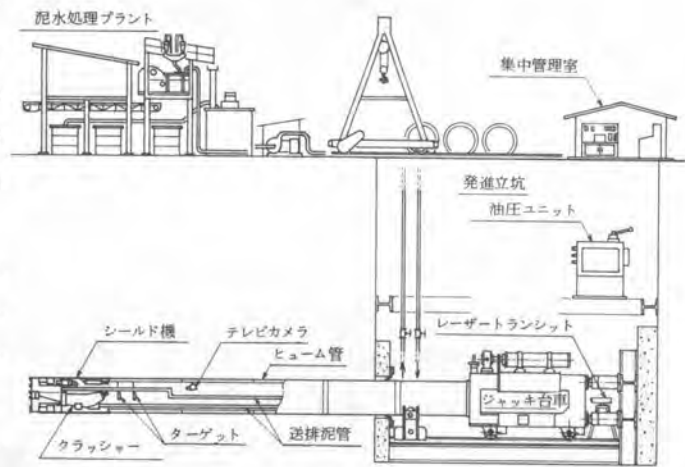


図-2 ORMS/A工法

3.2 礫クラッシャーの開発

クラッシャーは多くの種類があり、用途に応じた形式を選定しなければならない。開発にあたっては次のような形式選定と設計の条件で行った。

- I. 泥水中で破碎し、破碎時においても掘削土砂の通過が可能であること
- II. 内径1,000mm以下のヒューム管用シールド機内に組込め着脱、保守点検が容易で故障の少ない構造であること
- III. 破碎対象の最大玉石径は240mm程度、破碎礫径で50mm以下とし、破碎礫の大きさにバラツキが少ないこと
- IV. 粘土塊も砕いて通過させられること



写真-2 礫クラッシャー

これらから、クラッシャーは構造が簡単で小型化しやすい

ジョー形式を選び、駆動装置に油圧ジャッキを採用した。クラッシャー能力についてはシールド機の掘進速度を2.5cm/minとして、掘削土砂量が3t/hr、その含礫率を70%とし、その内の45%を破碎対象礫量(1t/hr)とした。礫クラッシャーを写真-2に示す。

3.3 模擬実験

クラッシャーは工事現場を想定した環流システムを用いて模擬実験を行い、種々のデータを集め、実現場での最適な使用状態を得ることにした。

(1) 実験期間、場所

昭和57年3月4日～5月14日

㈱奥村組本社機材部都祁工作所構内

(2) 実験項目



写真-3 実験設備全景

- I. 水流, シュートによる礫, 玉石の送込み状態の確認
- II. 破砕性能の調査
- III. 消費動力の調査
- IV. 粘土塊の破砕状態の確認
- V. 環流系統との関連性の調査
- VI. 作動状態の確認

(3) 実験設備

実験設備を写真-3, 図-3に

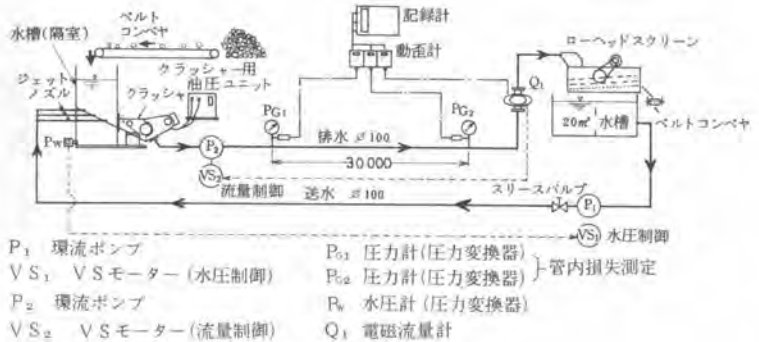


図-3 実験設備

示す。

(4) 実験材料

実験に用いた試料を表-1に, 投入材料の基準を表-2に示す。投入量はシールド機外径を1.25m, 掘進速度を2.5cm/mmとして, 52kgとした。なお, 粘土混入の実験では, 川砂利の代わりに粘土塊を用いた。

表-1 試料

試料名	粒径	岩質	産地
玉石 (I)	75~250mm	砂岩 (2000kg/cm ² 以上)	奈良県吉野郡十津川
玉石 (II)	50~150mm	粘板岩, 凝灰岩 (100kg/cm ² 前後)	奈良県北葛城郡香芝
川砂利	50mm以下	古生層のチャートを中心とした礫岩, 頁岩, 砂岩など	京都府城陽市長尾
粘土		シルト混り粘土, 粘土	奈良県北葛城郡香芝

表-2 基準試料

粒径	個数	重量
玉石 (I)	200mm: 1	17kg
	150mm: 8	
	100mm: 5	
	75mm: 数個	
川砂利	5~50mm	35kg
1分あたりの総重量		52kg

表-3 実験要因と水準

要因	水準	
クラッシュ機歯板間開口寸法	10, 12.5, 25mm	
クラッシュ機歯板駆動サイクル	40, 60 c. p. m	
シュート角	1.5, 3.0°	
環流水量	清水	1.2, 1.5, 1.65 m ³ /min
	泥水	0.9, 1.2, 1.5 m ³ /min

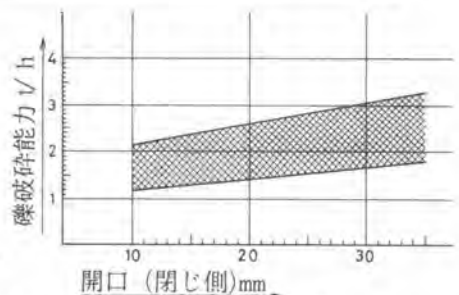
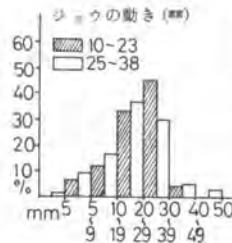
(5) 実験要因

実験要因と水準を表-3に示す。

(6) 実験結果

a. 破砕能力について

破砕礫の粒度分布を図-4に, 破砕能力を図-5に, 破砕前の玉石と破砕後の礫を写真-4, 5に示す。図-4 破砕礫の粒度分布



クラッシュ機の破砕最大玉石径は

240mm × 150mmの大きさのものが破砕できた。破砕荷重は機械能力50tに対して40t以下であった。

b. 礫, 玉石の送込みについて

シュート上の礫, 玉石などはシュートの傾斜と水流によって送込まれるが, 送込み効果はシュートの傾斜角が大きいほど, また, 水の流速が速いほどよい。

