

## 22. 泥水シールドにおける礫除去装置の比較

西松建設 小川 正雄

### 1. まえがき

従来泥水式シールド工法は、圧気工法の適用不可能な噴発の可能性のある砂層、軟弱な粘土、シルト層で、普通工法では地盤沈下の防止のために、多量の薬液注入を必要とする地層において採用されてきた。しかし礫の多い地層での泥水式シールド工法の採用は困難とされてきた。今回泥水式シールド工法の施工範囲の拡大を図るべく、宍道湖流域下水道東部1号幹線建設工事で、礫層での泥水式シールド工法を採用したが、この際使用した二種類の礫除去装置について比較検討をおこなう。

今回採用した礫除去装置は、トロンメル方式と水中クラッシャー方式の二種類である。前者は径124cmの円筒の中に50mmの粒径以上の礫を溜め、約0.8m<sup>3</sup>で満杯になれば、それを人力で外部へ移すという作業を繰り返す方法であり、後者は排泥管内を輸送されてきた礫を35mm以下の粒径に破碎させ、そのまま流体輸送にて坑外へ排出させる方法である。施工計画の段階では、水中クラッシャーはまだ開発途上で、今回の使用に間に合うかどうか問題があったので、工程計画はトロンメル方式を使用すべく計画をたてた。しかし工事途中243リング頃より水中クラッシャーを使用することができた。

### 2. トロンメル方式

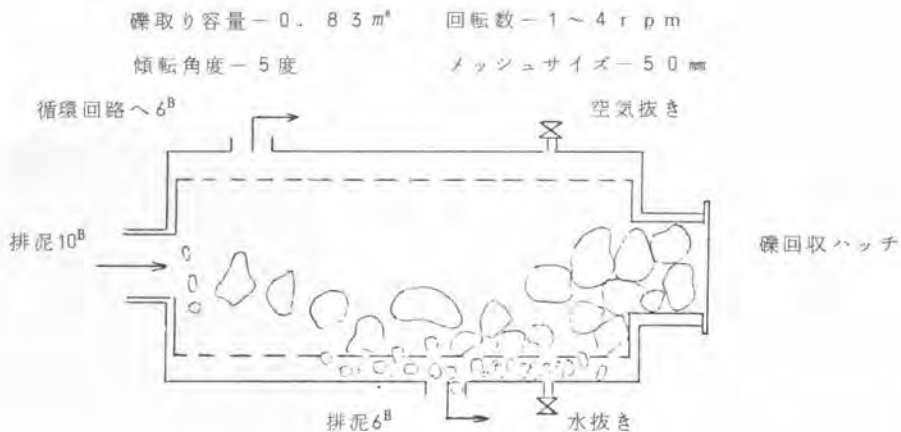


図-1

今回図-1を使用し525リングの掘削をおこなった。1480回の礫除去をおこない、631.07m<sup>3</sup>を処理した。すなわち1リング当りでは2.82回、1.202m<sup>3</sup>となる。表-1より291リングから318リングまで(以下Aと呼ぶ)と379リングから460リングまで(以下Bと呼ぶ)とを比較してみると、A及びBは1リング当りの礫除去回数は同じであるが、礫排出量は35%程度Bの方が多いのにもかかわらず、所要時間はAの約半分で処理されている。

このように礫除去の所要時間は、切羽の地質により大きく左右される。粘着力の強いシルト・粘土

表-1 切羽状況と曝除去実績表

リングNo	リンク数	切羽状況	切羽土粒子分類			乾砂量(t)	曝除去回数 (回)	曝除去容量 (m³)
			シルト分	砂分	礫分			
0 / 50	50		4.6	3.4	2.0	565.6 12.83 R	100 2.00 R	27.25 0.545 R
51 / 200	150		6.5	2.3	1.2	182.6 12.14 R	386 2.57 R	123.3 0.822 R
201 / 240	40		1.6	2.5	5.7	458.0 11.45 R	201~242 IC撮取使用 149 3.54 R	97.44 2.32 R
241 / 290	50		3.5	2.8	3.9	659.0 13.19 R	267~290 IC撮取使用 69 2.87 R	30.00 1.25 R
291 / 318	28		3.5	3.7	2.8	331.0 11.84 R	87 3.11 R	25.2 0.90 R
319 / 378	60		5.0	4.1	2.9	761.8 12.64 R	168 2.80 R	49.02 0.817 R

表-2

交換回数	稼働リンク数	交換を要した原因及び状況	開口ヒット
1	15	軸受部シールの破損 シルトによるディストリビューターの目詰まりにて流量低下	50mm
2	9	軸受部シールの破損 泥木によるディストリビューターの目詰まりにて流量低下。偏平な礫による配管の閉塞及びポンプインペラー部分の故障	50mm
3	17	軸受部シールの破損 ポンプの摩耗、トグルプレートの脱落	50mm
4	24	軸受部シールの破損 ポンプの摩耗、トグルプレートの脱落	30mm
5	39	軸受部シールの破損 ポンプの摩耗、トグルプレート脱落により100mm程度の隙にてパイプ閉塞	30mm
6	55	軸受部シールの破損 ポンプの摩耗、タンションボルト折損	30mm
7	44	軸受部シールの破損 ポンプの摩耗、トグルプレートの脱落	30mm
8	1		30mm

が多いと、トロンメル容積の30%程度でメッシュの目詰りをおこし、礫除去をおこなわなければならない。又メッシュの目詰り粘土を除去するために高圧洗浄ポンプを使用するので、当然所要時間は長くなるわけである。(所要時間が一時間近くかかることもしばしばあった。)この逆に粘土、シルトのない礫地質の場合は、容量一杯まで溜めることができ、その排出もトロンメルを傾動することにより自然落下で排出し、人力を節約することも可能である。当然所要時間も短時間ですむ。

メッシュの目詰まり対策として図-2のように一部改造をおこなったが、粘土の目詰まりに対しては効果はなかった。

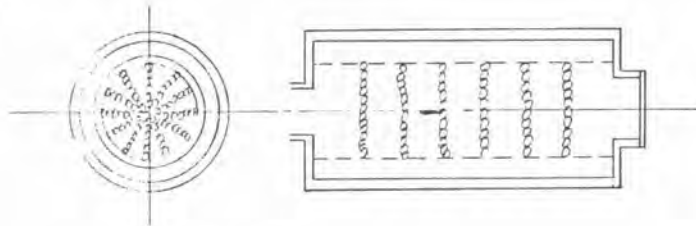


図-2

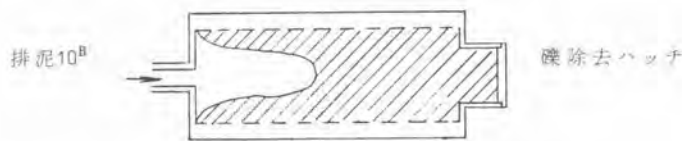


図-3 粘性土の溜まり方

以上のトロンメルの特徴をまとめてみると

- 1) 礫除去装置以降の排泥ラインでのトラブルがない。排泥ラインでの流量低下がおこった場合一般的に礫除去装置内の清掃をおこなうことにより流量低下は解消される。
- 2) 掘削は連続的におこなうことがむずかしく、1リング掘削の途中で必ず除去装置内の礫の処理又は高圧ポンプでの清掃が必要である。
- 3) トロンメルから坑外までの礫搬出設備を別に必要とする。
- 4) メッシュサイズの変更ができない。
- 5) 大きな故障によりトロンメルの搬出を必要とする場合、困難である。
- 6) 礫を別に除去するので、乾砂量測定による掘削土量の予測が困難である。

これらの理由により、トロンメル機種を選定は慎重におこなわなければならない。又粘着性の強い地質地層での使用は、避けるべきであろう。

### 3. 水中クラッシャー方式

水中クラッシャーによる礫処理は次のようにおこなう。

シールドで掘削された礫を含む掘削泥水をフィードボックスに流入させ、スクリーンによってスクリーン目以上の礫と、スクリーン目以下の礫とに分級し、スクリーン目以上の礫はクラッシャーによって小破碎される。クラッシャーの構造は、図-4に示す①の固定歯板と動力によって揺動する②の可動歯板との間で、物をかみ砕くように礫を破碎するシングルトル型クラッシャーである。また、

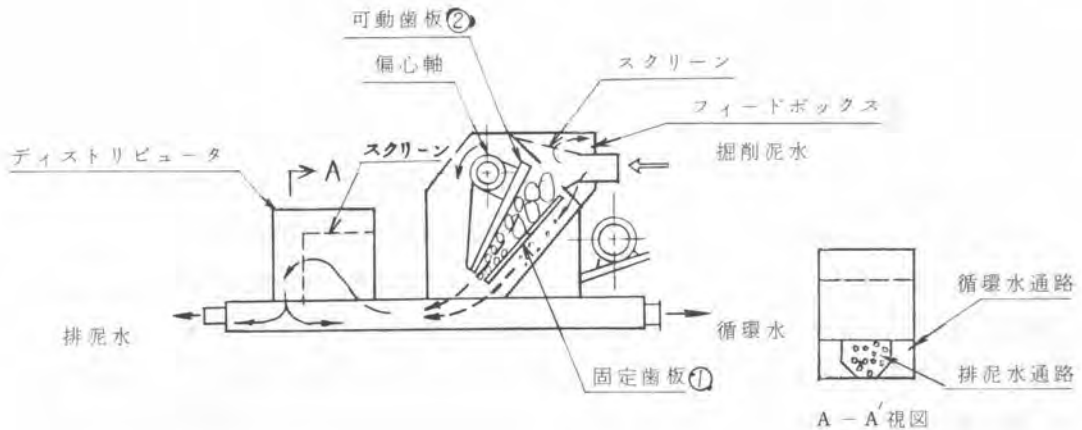


図-4 水中クラッシャー

大礫をクラッシャーまで流送するため、後部にディストリビューターを設け、切羽とクラッシャー間を泥水循環させ流速流量を確保した。この方式により今回204リンクの掘削をおこなった。204リンク距離掘削の結果は表-2のような状態で、7回クラッシャーの入替えをおこなった。

表-2のとおり8台のクラッシャーを改造修理して交換した。8台目のクラッシャーは到達間近で交換したため、考察の対照から除外した。203リンクで7回の交換は、1台平均で29リンクの寿命となる。交換の主な原因は軸受部のシールの破損である。今回1~2回の交換は同機構のものを使用し、3回目以降は改良した機構を使用した。(現場の都合により一次改良品で使用)当社は引き続き改良すべく研究中であり、二次工事以降にもこれらを採用する予定である。その他の種々のトラブルに関しては、そのつど現場にて改良改造を重ねた。

8回も交換しながら使用した理由は

- 1) トロメルに比較し、掘削が連続的にできるという最大のメリットがある。
- 2) 坑外への機械の搬出も比較的容易である。
- 3) 人件費もトロメルに比べ必要としない。
- 4) ズリ搬出設備が不用である。
- 5) 乾砂量測定による土量予測ができる。

しかし欠点としては

- 1) 排泥設備、特にポンプの摩耗が激しく部品費が普通の2倍程度必要とする。
- 2) 排泥ラインが閉塞を起こした場合、パイプライン全長にわたり原因調査を必要とする。

機種を選定にあたっては、地山の地質を把握し、粒径、礫量、掘削速度等より選ぶ必要がある。

まとめ

クラッシャー、トロメルはそれぞれ能力、故障率、パイプラインとの関係などに一長一短はあるが、故障率を除けば一般的にクラッシャー方式が泥水シールドの省力化、自動化の目的に合致している。今後は、これらの故障、原因を追求して改良し、泥水シールドが砂利層をも突破可能な万能シールドに完成するよう、その適応を広げていきたいと考えている。

今後とも、諸賢の御指導を強くお願いする次第である。