

38. 泥水シールド工法礫層地盤のアクアパツククラツシャについて

(株)大林組 機械部 小 笹 雅 由

1) まえがき

最近市街地におけるトンネル掘削としてシールド工法が多くなつてきた。最近特に泥水シールド工法による実績が急増している。土木学会トンネル工法委員会が昭和52年トンネル標準示方書(シールド編)を制定するに当り機械掘りシールドの中に泥水シールド工法をとりあげている。従来の手掘りシールド工法、機械掘工法は大部分圧気圧と薬液注入との併用により行なわれてきた良い面もあるが、新しい泥水工法の場合の長所としては掘削土砂はパイプラインにより流体輸送するので坑内の作業環境がより改善される。しかし礫層地盤による泥水工法には礫対策に問題がありこれに関連して工期の延長、坑内の複雑化、二重運搬設備及び人員増、等の問題が生じてくる。この問題を解決するために考案した「大径れき処理輸送システム」は、排泥管の途中にロータリー式アクアパツククラツシャを組み込み大径れきを管の外に取り出すことなく水中で破碎し、スラリー輸送しようとするものである。

2) 概要

流体輸送するには粒径の3倍の管径が必要だとされ、それ以下なれば閉塞等の障害が懸念され流量、流速等は大きくなるものとなるため、現在使用されているものは掘削機にトロンメル、礫溜装置を取りつけ、約50%以上の礫を除去方法がとられている。礫は装置内に溜められるため一定の或る容量以上になれば礫を取り出し、ザリトロ、コンベヤーを通して坑外に搬出する設備が必要となる。



写真-1 アクアパツク、クラツシャ

アクアパツククラツシャは輸送管中、閉回路方式により排泥管で搬出可能な形状まで連続破碎するので、掘削した礫は泥水とともに水圧室より連絡管、又は水中コンベヤによりアクアパツククラツシャに投入する。輸送管は大径礫が排出可能な大径管を使用し、管内に沈着しないための流速を循環泥水に与える。掘削した土砂はアクアパツククラツシャ投入前にポンプ通過径までの礫はスリット型式の分級機によつて分級する。(特許出願中)大型シールドの場合は直接にアクアパツククラツシャを取付けることが可能となり、大径管が不必要になる。

3) 機械概要

アクアパツクラツシヤは、内接形のロータリ式を機構とし、ロータを偏心運動さすことにより、外筒とロータ間にて破碎しているため次の特長を有する。

- ① 機械サイズに対して処理能力が大きい。
- ② 外筒内に破碎室を構成しているので、機密性を持たすことが容易。
- ③ 破碎による容積変化が無く、非破碎室に泥水が流れることにより、脈動や圧損が少ない。
- ④ 円筒であるため、セグメント内に有効的な配置が出来る。
- ⑤ ロータリ式のため振動が少ない。
- ⑥ 嚙込角度が鋭く、出口セットに対する破碎物の限界サイズは大きくとれ、高機械のコンパクト化がはかれる。普通クラツシヤは一次二次クラツシヤを使用し破碎するが、この式では1台ですむ。
- ⑦ 水中クラツシヤのため1台の機械で一次破碎と分級をこますことにより、二次破碎とを1台の機械で出来る。

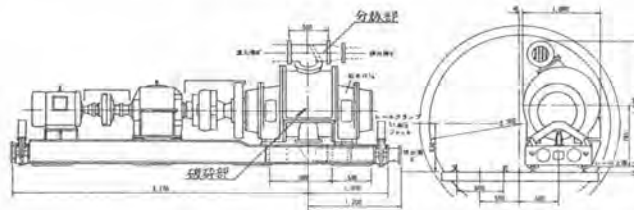


図-1 アクアパツクラツシヤ図

4) 実験結果

1号砕石、割栗石、掘削予定地の発生礫に対し破碎実験を行ない、破碎能力、粘度、圧損等を調べる。② 1号砕石(60~80%) ③ 割栗石(100~200%) ④ 発生礫(最大200%)

実験に用いた試作機はトラム寸法 750%×600%巾、電動機45kw-4P、ロータ回転数115 R.P.M.のもので、実験のフローシートは下記に示す。(各岩石の硬さも)例えば割栗石を6.7%の泥水に約8 $\frac{1}{2}$ 投入し破碎した結果、50%以上の礫は、投入量の5%しか無く、30%アンダが70%を占める。

1号砕石についても同じような結果が得られた。発生礫に対しては30%アンダが92%となり、150A管のスラリ輸送に対し何ら問題はない。表-2 実験結果一覧表は破碎時の電流変化と流量変化で電流値は、無負荷時の2~3倍の値を示している。しかし発生礫に対しては殆んど電流変化はおこっていない。圧力計による破碎時の変動はG-1で $\pm 0.03 \frac{kg}{cm^2}$ 、G-2で $\pm 0.04 \frac{kg}{cm^2}$ と変動は少なく、輸送変動は生じていない。破碎中騒音(0 $\frac{m}{m}$ -85ホーン 5 $\frac{m}{m}$ -65ホーン)にいたつてもあまり気にならない。結果として、破碎機での閉塞、スラリ輸送等に何ら支障が無く、破碎時の掘削断面に対する影響も無しと考えられ、礫処理システムとして十分使用出来る。

5) 実掘削結果(別表-2)

掘削断面積72 $\frac{m^2}{m}$ 、延長768米の泥水シールド工事に対し、A P O 16×24を設置し、礫層地盤を掘削した。別紙に地層縦断面図、地山粒度および回収土砂の粒度分布、破碎前後の粒度分布図を示す。(表-3 表-4)

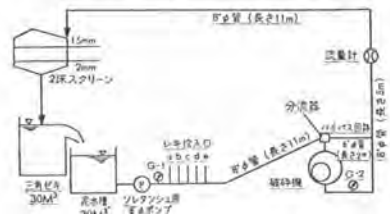


図-3 実験フローシート

表-1 岩石の硬度

試料項目	一軸圧縮強度	プロシヤンツ	シェア-モジュ
八ヶ岳の地盤	1032 kg/cm ²	891	1.01
現場発生片石	1053	901	81
1号砕石	1119	1180	63

地層縦断面図によるとシルト混りの砂礫層で礫分50～60%、主として40～50%で、場所によつては最大礫200～230%の礫が存在しているのを40%アンダに破碎している。破碎後の回収土砂で約35%破碎量が有つた。予想以上に粒度が大きかつたため、連絡管等にて2～3の詰りを生じたが、クラツシャにおいて、定格65Aに対し20～30Aと過負荷の状態になることはなく、レール上に置いているだけで振動も殆んどなかつた。掘削スピードにおいては、最大 $7 \sim 8 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$ 記録している。セグメント数では6時から22時迄14時間で1クリンクの記録があつた。本機にて問題となつた部分は、発生礫が SiO_2 を90%以上も含むチャート質であるためロータライナの摩耗が早く、刃の交換、あるいは肉盛を行なつたことである。この問題も普通クラツシャでも言われる様に破碎比を今回はスペースの問題で約 $\frac{1}{7}$ であつたが、やはり $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ にすれば摩耗も少ないと思う。

実験の種類	岩石の種類	投入量 (kg)	抽出量 (kg)	ブラスター電圧 (A)		消費電力 (W/min)			ポンプの電圧 (A)	吐出量の目数	蓄内圧 (kg/cm ²)	
				平均	最大	平均	最大	平均			最大	G-1
ケースI-1	1号砕石	100	100	56	59							
・ -2	割葉石	75	100	56	150							
・ -3	1号と割葉	75	100	56	120							
ケースII-1	1号砕石	28	95	65	145	6.6	6.7	2.0	105	閉	0.9	0.65
・ -2	・	56	95	65	145	6.6	6.7	1.0	105	閉	0.91	0.65
・ -3	・	125	92	60	148	6.6	6.7	0.0	104	閉	0.95	0.6
・ -4	割葉石	20	97	62	140	6.85	6.75	0.0	106	閉	0.95	0.65
・ -5,1	・	40	—	60	145	6.85	6.7	1.8	106	閉	0.97	0.65
・ -5,2	・	40	95	65	215	6.85	6.7	3.3	106	閉	0.95	0.65
・ -6,1	・	93	96	62	215	7.15	7.0	1.0	106	半閉	0.91	0.65
・ -6,2	・	81	94	60	273	7.15	7.05	2.5	106	半閉	0.91	0.65
・ -7	1号と割葉	26	83	62	185	6.75	6.7	1.4	105.5	閉	0.92	0.65
・ -8	・	80	94	62	182	6.85	6.6	1.6	105	閉	0.98	0.62
・ -9	塊状発生片	150	100	60	75	6.85	6.7	1.6	106	閉	0.92	0.65
ケースIII-1	1号砕石	100	94	60	185	6.6	6.7	0.8		閉	0.95	0.65
・ -2	塊状発生片	150	100	60	65	6.6	6.7	1.7		閉	0.95	0.67

表-2 実験結果一覧表

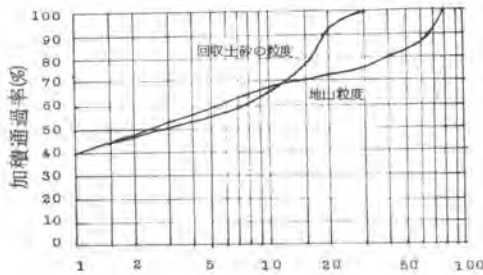


表-3 地山粒度および回収土砂の粒度分布

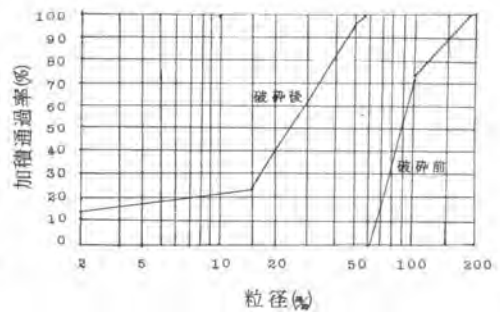


表-4 破碎前後の粒度分布

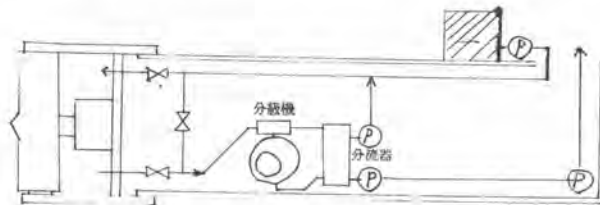


図-4 系統図

6) おわりに

以上述べてきたようにアクアバッククラツシヤにて礫層地盤においての掘削を可能にらしめ、システムの単純化、工期の短縮を計ることができる。又アクアバッククラツシヤは普通シールド特に砂層地盤掘削にもスラリ輸送として、又海洋掘削リバースサキュレーションシステムとコンビで使用出来ることを確認し、機械本体の製作、実験に協力された光洋機械産業株式会社(03-294-1281)に感謝の意を表します。