

26. リバース工法用泥水処理システムの開発

日立建機(株) 村上志朗・村岡 正
 阪神土木工業(株) 宇都宮信雄・川崎恵久

1 まえがき

近年、場所打杭工法や地下連続壁工法などの工事から排出される廃泥水は産業廃棄物としての扱いを受けるようになり、その運搬方法や投棄場所なども厳しく制限されてきている。そのためこの廃泥水の処理を出来る限り現場内で完全処理する方式が望まれてきている。

一方、場所打杭工法、連続壁工法などの問題点として、循環水の比重上昇に伴う掘削スピードの低下があげられる。本システムの開発目的は、上記問題点の解決を含めて、以下の効果を狙ったものである。

- 1) 掘削中の循環泥水中から機械的に粗粒固形分を除去し、掘削効率を上げ、かつ連続壁工事等のベントナイト泥水については、粗粒子の除去により泥水の劣化を防止する。(図-1)
- 2) 掘削循環泥水中から粗粒子固形分の除去により、廃棄泥水中の固形分を減少させ、泥水処理の最終工程であるスラッジ脱水時における負荷を減少させることにより脱水機の小型化あるいはスラッジの完全脱水化を図る。(図-2)
- 3) 掘削中の粗粒固形分の回収率を上げるとともに、回収物の含水率の低下を図り、極力残土扱いとすることにより産業廃棄物となる汚泥の減少を図る。(表-1)

上記の目的に添って、従来の廃泥水のみを対象とした処理装置ではなく、掘削中の全濁泥水の処理を対象とした泥水処理システムを考案した。(図-7)

システムは一次処理装置と二次処理装置から成り、一次処理装置は振動フルイ、サイクロン、分級脱水機で構成され、二次処理装置はシックナーとベルトプレス脱水機で構成されている。

以下、本システムの基本的な考え方を紹介(特に一次処理装置を主として)、ベントナイト泥水を採用したリバースサーキュレーションドリルの施工現場で試験を行い、泥水中のシルト・細砂の回収・脱水に効果があったのでその稼働実績を報告する。

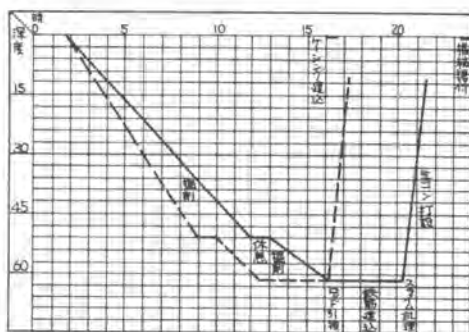


図-1 リバース工法施工サイクルの一例

実線(—): 実測線
 点線(---): 一次処理装置使用後の予測線

図-2 一次処理系統図及びバランスシート



表-1 掘削終了後の排泥水(S320リバースの例)

孔径 2m ^φ , 深度 50m, 全掘削容量 157m ³		
	一次処理装置前	一次処理装置後
泥水比重	1.1	1.05
孔中の残土量	25.9 t	12.6 t

2. 一次処理装置としての分級機


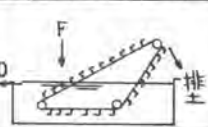
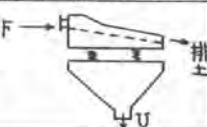
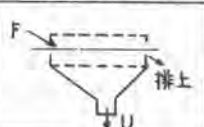
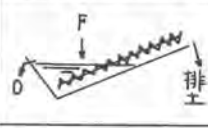
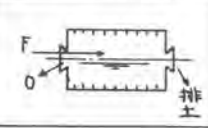
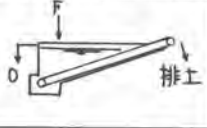
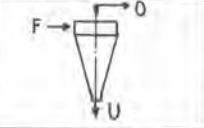
場所打杭や連壁工事泥水の一二次処理装置としては、各種の分級装置が採用されている。

一方、これらの泥水工法で発生する泥水中の粒度構成は地層を垂直に掘削することから、一般的にシルト・粘土・砂・礫と広範囲にわたり、杭一本にフイてみても安定した粒度構成は期待出来ない。

ところが、分級機とは、ある粒子群の中から着目した粒子をその物理的性質によって分離する操作を云うものであり、分級装置とはその目的を達成するためのものである。粒子の性質には粒径(大きさ)の他に形、比重、色、電気的性質等があるが、粒径による分級はもっとも広い応用分野を持ち、一般に分級と云えば、粒径に着目したものである。

表-2に代表的な分級方式一覽を示した。それぞれ一長一短があって、どれを選択するかは決定しにくい。いずれにせよ各装置が分離可能な粒径は決っており、ある種の単一分級装置をもって、広範囲かつ不安定な粒度構成と特性とする基礎工事泥水中から粗粒子を定量的に除去することは至難のことである。

表-2 各種分級機

方式 名称	沈殿ピット方式		スクリーン方式	
	クラムシェル式	バケットコンベア式	振動スクリーン	ロータリースクリーン
構造図				
分離粒径	0.1mm以上	0.1mm以上	1mm以上	5mm以上
設置面積	大	大	中	中
長所	◦設備が簡単である。	◦大量の土砂処理が可。	◦大量の土砂処理に最適。	◦大量の土砂処理が可。 ◦設備費が安い。
短所	◦クラムシェル等が必要。 ◦連続処理が不可。 ◦排土の含水率が高い。	◦設備が大化する。 ◦排土の含水率が高い。	◦金網の耐食性に問題あり。	◦大粒径のみの処理で細粒回収不可。
方式 名称	次級分級方式			遠心沈降方式
	スパイラル分級機	ロータリー分級機	ベルト分級機	サイクロン
構造図				
分離粒径	0.2mm以上	0.2mm以上	0.05mm以上	0.02mm以上
設置面積	中	中	中	小
長所	◦設備が簡単である。 ◦維持費が安い。	◦設備が簡単である。 ◦維持費が安い。	◦設備が簡単である。 ◦維持費が安い。 ◦排土の含水率が低い。	◦大容量の処理に適。 ◦微細粒子の回収可。
短所	◦大容量処理に不適。	◦大容量処理に不適。	◦大容量処理に不適。	◦圧入ポンプが必要で電力が大。 ◦後処理装置が必要。

3. 従来方式と問題点

リバー掘削泥水の処理を困難にしている泥水特性の一つに水量が大容量であることが挙げられる。(日立S320-6-8 $\frac{m^3}{min}$, 日立S450-10-12 $\frac{m^3}{min}$, 日立S600-18-20 $\frac{m^3}{min}$) とこれが表-2に示した分級装置の中でもこの様な大容量の泥水を処理出来るものはスクリーン方式とサイクロンのみであり。比較的細粒の分離が可能な他の分級機については、大容量の処理には不適という短所がある。このことが、従来方式に上記二方式が採用されている理由である。

一方表-3に翼形ビットによるリバー掘削土砂の粒径と、それらの粒径分離に適する従来方式の分級装置を示した。①のシルトまじり粘土層においては、翼形ビットの掘削機構から、シルトそのものの単一粒径は小さいが、掘削土砂としての見掛け粒径が大きいため、振動スクリー

表-3 リバー掘削土砂の粒径と適用分級機(翼形ビット掘削)

No.	地 質	粒 径		分 級 機		
		真の粒径	見掛の粒径	振動スクリーンのみ	サイクロンのみ	振動スクリーンとサイクロンの組合せ
①	シルトまじり粘土層	0.074 $\frac{mm}{以下}$	20~70 $\frac{mm}{程度}$	○	×	○
②	粘土まじりシルト層	0.074 $\frac{mm}{以下}$	0.074~20 \frac{mm}	△	×	△
③	細砂・シルト層	0.005~1 \frac{mm}	0.005~1 \frac{mm}	×	△	×
④	細砂層	0.074~1 \frac{mm}	0.074~1 \frac{mm}	×	○	△
⑤	粗砂層	1~2 \frac{mm}	1~2 \frac{mm}	△	○	○
⑥	砂・礫層	1 $\frac{mm}{以上}$	1 $\frac{mm}{以上}$	○	×	○
⑦	礫層	2 $\frac{mm}{以上}$	2 $\frac{mm}{以上}$	○	×	○

ンのみで分離可能である。また⑤の粗砂層は粒径が1~2 \frac{mm} 位で振動スクリーン、サイクロンも含めあらゆる分級装置でも一番分離しやすい範囲である。従来方式の最大の問題点は、この①と⑤の中間にあたる②~④の地層掘削時に発生する土砂分離が出来ないことにある。(図-3)

一般に振動スクリーンの網目は、機能性、経済性からみて1 \frac{mm} が限界である。従ってこの②~④層においては振動スクリーンのみによる分離は効率的でない。一方、サイクロンの分離粒径は種々の条件はあるものの、表-2に示す様に0.02 \frac{mm} 程度は可能であるからこの②~④の地層の範囲でも分離は可能である。しかし、従来方式の振動スクリーンとサイクロンの組合せ方式は、サイクロンで分離し縮したものを振動スクリーンで水切りするシステムであるため、粗砂の含まれない②~④層の様な微細粒子単体の場合はせっかくサイクロンで分離しても下段の振動スクリーンにて網目を通過してしまい、粒子の捕集効率が非常に悪くなる。

4. 一次処理装置の検討

一次処理装置の開発にあたっては、前3項の問題点を念頭に以下の項目にポイントを置いた。

- 1)最終目標は②~④層の効率的な分離方法を解決すること。
- 2)振動スクリーンは①及び⑥⑦層の粗大粒子の除去のため不可欠である。但し5 \frac{mm} 程度以上の粒径分離を目的とした小型のもので良い。
- 3)大容量泥水の瞬時的処理が必要であるため、サイクロンも不可欠な分級装置である。



図-3 振動フルイによるシルト混り粘土層の掘削土砂分離状況

4)サイクロンの 後処理装置に要求される理想的要件は、サイクロンの分離可能粒径 0.02mm 程度の微細粒子の分離が可能で脱水が出来ること。現有の分級装置において、上記条件を満足するものには、振動スクリーンと重力式沈降分級機が考えられる。このうち振動スクリーンは前項に述べた理由から 1mm 程度が限界であり、実用的でない。そこでサイクロンの 後処理装置として沈降分級方式を採用した。(図4～図7)

以上を整理してシステムをまとめると、

- ①まず大容量の掘削泥水は振動スクリーンに供給し、 5mm 以上の大粒径土砂の分離を行なう。
- ②振動スクリーンのアンダーホールド受水槽に受け、高圧ポンプでサイクロンに供給し、シルト・細砂の濃縮を行い、アンダーフローとして取り出す。
- ③粘土粒子を含んだサイクロンオーバーフローは掘削循環泥水として掘削孔に戻流する。
- ④サイクロンのアンダーフローは再度沈降水槽に受け、水槽内でシルト・細砂と粘土分の洗浄分離をし、シルト・細砂は次段させ、粘土分はオーバーフローとして取り出し掘削孔に戻流する。
- ⑤沈降水槽下部に堆積したシルト・細砂は水切りコンベアにのせて脱水しながら槽外に排出される。

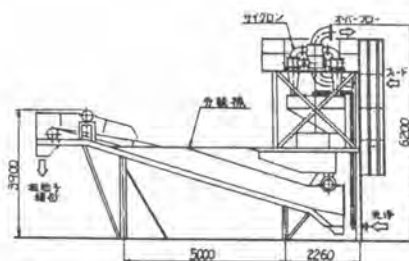


図-4 分級脱水機外形図 (特許出願中)

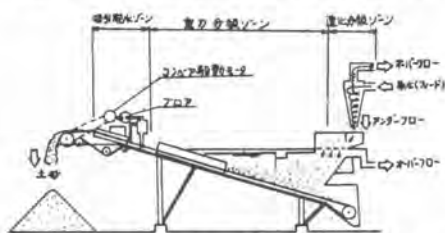


図-5 一次処理装置(分級脱水機)処理プロセス



図-6 泥水処理システム設置状況

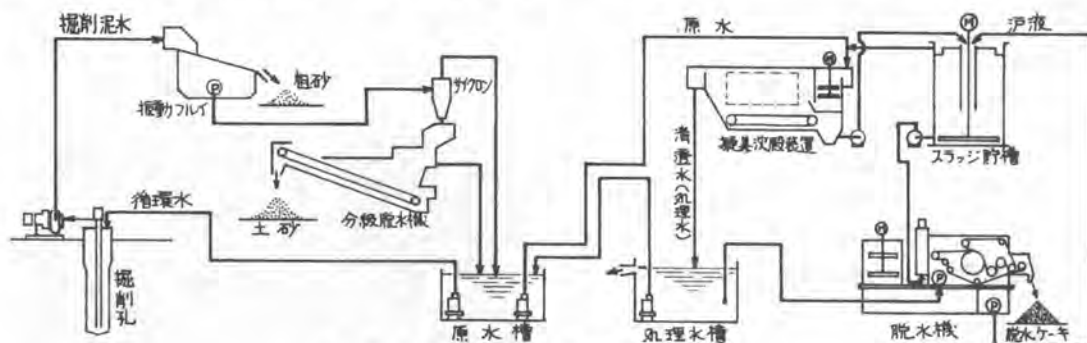


図-7 リバース工率泥水処理フローシート

5. あとがき

本システムは、大阪地区のリバース工率(ベントナイト泥水使用)において、3ヶ月にわたる実稼動試験を行ない、微粒子の回収・脱水に顕著な効果があったので、現在現場に適用し易い可搬性に富んだコンパクトな実用機に改良しつつある。