

## 6. ソイルセメント用リサイクルプラントの開発

(株)竹中工務店 \*古田 周三・寺村 知大  
村 上 信 直

### 1. まえがき

ソイルセメントパイル柱列工法における山止め壁の施工時に発生するソイルセメントの余剰液は、建設汚泥として産業廃棄物の適用を受け、その処理処分は許可を受けた専門の産業廃棄物処理業者に委託し、バキューム車等を用いて場外搬出され、中間処理として脱水等の適切な処理の後、最終処分地である埋立地等に処分される。この産業廃棄物である建設汚泥の処分は、近年その収集運搬費、中間処理費が高騰し、最終処分地としての埋立地の不足や環境問題から、産業廃棄物の減量化、資源化に対するニーズは非常に高まりつつある。

このような背景から、ソイルセメント余剰液の減量化と資源化を目的として、余剰液を再利用し得るリサイクルプラントを開発した。本文はリサイクルプラントの概要と、開発機械の性能試験結果からその適応性について報告するものである。

### 2. 本論

#### 2.1. 余剰液処分の現状と問題点

##### (1) 余剰液処理と法的規制

セメントミルクと土砂が混合された余剰ソイル液は、昭和46年9月に施行された「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の規制対象となる汚泥に該当するものである。

図-1は、汚泥の処理、処分に関するフローを示す。汚泥の処理は、元請業者が産業廃棄物処理業の許可を受けた「収集運搬業者」と「中間処理業者」のそれぞれに委託するが、元請業者は排出者責任を全うしなければならない(図-2)。また多量に発生する廃棄物を長期的に安定して処分するための最終処分地の確保も困難な状況となっている。

##### (2) 余剰液の処分方法

従来、一般に実施されている処分方法は、液状のままバキューム車で処理する廃液処理方式と、余剰液を現場内に設けたピットに1日ないし2日間放置し、脱水固化した後に場

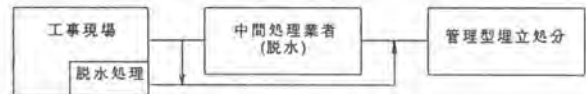


図-1 廃棄物(汚泥)の処理処分

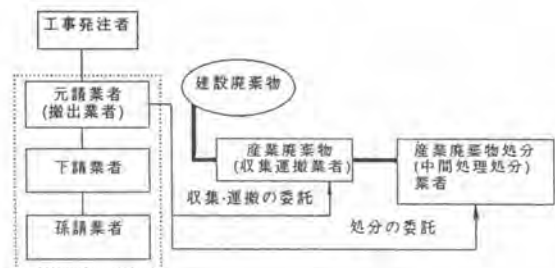


図-2 産業廃棄物の処理委託の形態

外に搬出する固化処理方式である。いづれの処理方式を採用しても産業廃棄物としての処理手続きを必要とし、これらの廃泥水処理費が建築工事のソイルパイル柱列山止壁の施工費に占める割合は、15～20%を占めているのが現状である。

## 2.2 リサイクルソイルプラントの概要

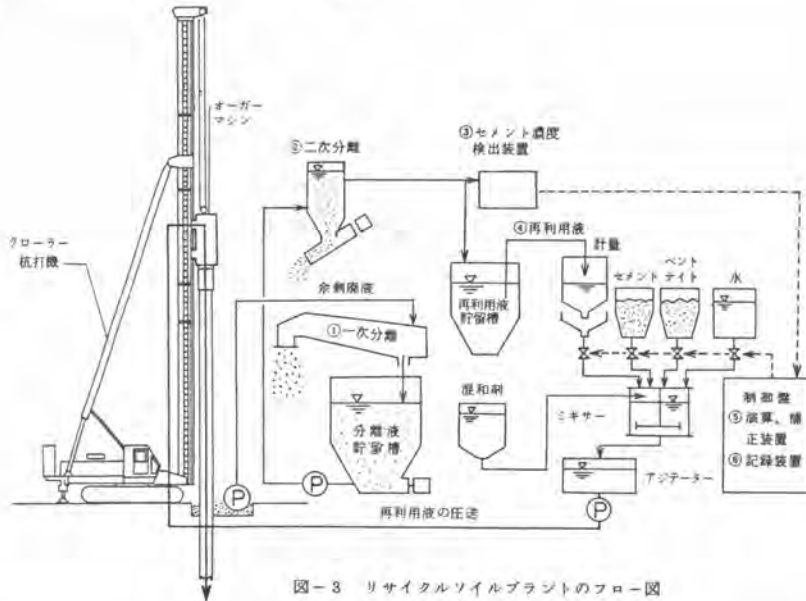


図-3 リサイクルソイルプラントのフロー図

リサイクルソイルプラントはソイルパイルの施工時に発生するセメントミルクと土砂の混合された余剰廃液の減量化、資源化を目的として、この余剰液を再利用し得るセメントミルク作泥プラントである。図-3はリサイクルプラントのフロー図を示す。ソイル柱列山止めの造成時に発注する余剰液は、一次分離装置と二次分離装置により土と再利用液に分離し、分離土のみ場外に搬出される。

再利用液は、その量が計量されると共に、セメント濃度分析装置により液中の残留セメント濃度を分析・測定する。そのセメント濃度と、あらかじめ設定したセメントミルクの配合比の値から決定された補充材料とを混合してセメントミルクを作泥し、再びソイルパイルの打設にこれを用いる。

このプロセスはシーケンサーを用いた自動制御で、ワンマンコントロールが可能となっている。また表-1にリサイクルプラントを構成する主な開発技術を示した。

方式	概要
遅延剤前添加方式	セメントミルク作泥時にセメント遅延剤を前添加することにより、余剰液中のセメントのゲル化を抑制し送泥装置の負荷の低減と再利用パイルの品質の低下を防ぐ
スクリー式泥水分離方式	余剰液を再利用液と土砂に分離し、分離沈降した土砂を更に圧密して含水比の低い分離土にして排出する
アルカリ度測定方式(セメント濃度測定装置)	セメントのクリンカー中のアルカリ成分を分解するに必要な酸消費量の把握によるアルカリ度測定法によるセメント濃度分析法で、迅速性、精度のめんから逆滴定法を採用した

表-1 リサイクルプラントの主な技術

### 2.3 開発機の性能評価

リサイクルソイルプラントの開発機を実際の建物の新築工事のソイルパイル山止工事に適用し、開発機が実用に供せるかどうかを調査した。

#### (1) セメントの回収率

リサイクルプラントの一次分離装置および二次分離装置により、余剰液を分離して得られた再利用液中にどの程度のセメントを回収できるかを調査した。

表-2は対象地盤が粗砂の場合の余剰液と再利用液の成分分析結果を示し、余剰液からのセメント回収率は約50%である。表-3は対象地盤が細砂の場合の余剰液と再利用液の成分分析結果を示し、余剰液からのセメント回収率は約70%である。これは、細砂の場合、再利用液中に多くのセメントが付着した細粒土が混入したためである。われわれが開発の初期の段階で行なった基礎実験の結果では、余剰液からのセメント回収率は約80%が期待されたが、開発機による現地盤での調査結果は上記のように回収率50~70%であった。これは実際の余剰液の見掛けの粘度が大きく、分離中にセメントが付着し除去されたためである。いづれにしても開発機による分離処理の結果、余剰液から約50%のセメントを回収することができ、廃泥水の資源化に貢献できることを確認した。

表-2 余剰液と再利用液の成分分析結果(対象地盤:粗砂)

セメントミルクの配合 (kg/m <sup>3</sup> )				分離区分	成分分析値 (kg/m <sup>3</sup> )					セメント分回収率 (%)
セメント	ベントナイト	水	混和剤		セメント	ベントナイト	水	混和剤	砂	
203	51	913	1.6	余剰液	110	27.5	678	0.9	716	—
				再利用液	56	7	936	0.8	81	50.92
381	48	857	3.1	余剰液	197	25	799	1.6	512	—
				再利用液	96	12	898	0.8	175	48.73

表-3 余剰液と再利用液の成分分析結果(対象地盤:細砂)

セメントミルクの配合 (kg/m <sup>3</sup> )				分離区分	成分分析値 (kg/m <sup>3</sup> )					セメント分回収率 (%)
セメント	ベントナイト	水	混和剤		セメント	ベントナイト	水	混和剤	砂	
350	35	870	2.8	余剰液	134	13.4	692	1.1	667	—
				再利用液	90	9.0	750	0.7	498	67.16
				余剰液	136	13.6	629	1.1	765	—
				再利用液	100	10.0	830	0.8	264	73.53

#### (2) 再利用ソイルパイルの強度

新液および再利用液を用いて打設したソイルパイルがまだ固まらないうちに深度別に試料を採取して圧縮試験を行なった。

図-4は対象地盤が粗砂で、図-5は対象地盤が細砂でありいづれも4週経過後の圧縮強度を示す。

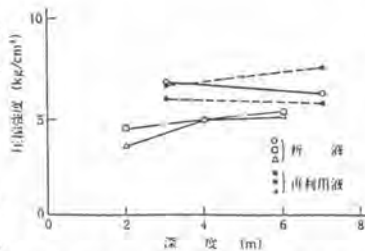


図-4 ソイル液の圧縮強度の調査結果(対象地盤:粗砂)

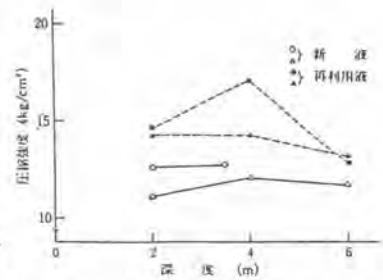


図-5 ソイル液の圧縮強度の調査結果(対象地盤:細砂)

図-4, 5より、再利用液を用いたソイルパイルの強度が新液を用いたものに比べて劣ることはなく、むしろ高めにできているものもあり、十分、実用に供するものであることが確認できた。

(3) 余剰液発生量と再利用量の収支

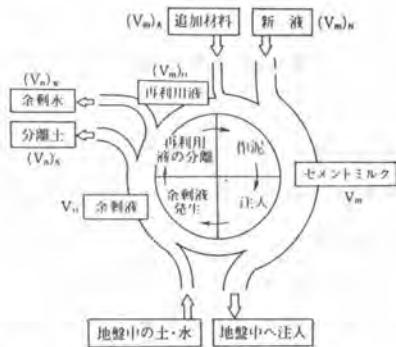


図-6. 余剰液の発生と再利用模式図

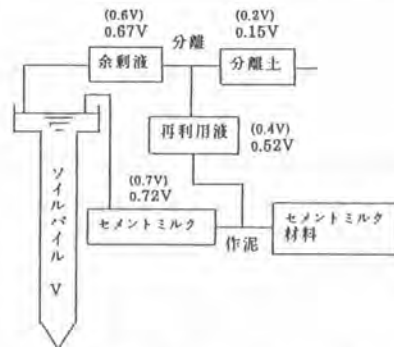


図-7. 余剰液発生量と再利用量の収支

図-6にソイルパイル工法に於ける余剰液の発生と再利用の模式図を示した。また図-7は実際にソイルパイルの打設の過程での余剰液の発生量と再利用量の収支を表わしたもので、ソイルパイルの掘削体積 $V$ を1としてそれぞれ今回の実験工事で得た実績値を示した。括弧内の数値は過去のデータから本機の基本設計段階に推定した値である。

この結果から、実績値はほぼ推定値に近く、注入率が約70%の場合、余剰液はソイルパイル体積の6.7%発生し、余剰液の約80%が再利用され、場外搬出されるのは余剰液の約20%となる。

3. まとめ

リサイクルソイルプラントの保有する機能、および、今回実施した性能確認実験から建設汚泥の資源化、減量化に十分寄与することができるものであり、これを用いて造成されるソイルパイルの強度等、品質面においても十分評価できるものである。

産業廃棄物の減量化、資源化は排出事業者課せられた使命であり、本装置がこの面において多少なりとも貢献できれば幸いである。

最後に、本装置の開発にあたり多大のご協力を頂いた三和機材㈱の関係者に厚く感謝の意を表します。

(参考資料)

- 1) 寺村他 ソイルセメント液のリサイクルプラントの開発と実用化 1984. 12. 建設の機械化
- 2) 相崎他 掘削工事における残土(廃棄物)処理と法的規制 1985. 3. 基礎工