

佐藤工業(株)中央技術研究所 正会員 慶徳一郎

同 同 滝沢正実

同 同 ○福田和夫

・ 1. まえがき

当社は、かねてより地下連続壁工事等で発生する廃泥水の処理法について、研究を重ねてきた。処理工程はブロック形成工程と、脱水工程に分けられる。当社は、先にブロック形成機(試作一号機)を完成させ、数箇所の現場で、数種類の脱水方式と組合せて、実験的に使用してきた。脱水方式には、フィルタープレス方式、遠心脱水方式、真空脱水方式、ロールプレス方式、あるいはこれらを組合せるものなどがあり、当社のブロック形成機と組合せて使用する場合、連続処理が可能であること、装置がコンパクトで操作が簡単であること、振動、騒音が少ないこと等を重要視して検討した結果、無公害な排水及びそのまま廃棄できる程度の脱水ケーキを得るには、ロールプレス方式が最も適しているという結果がでた。その後、回転円筒スクリーンとロールプレスを組合せて脱水機を製作し、改良したブロック形成機とユニット化させ、「SATO-廃泥水処理装置-FR型」(以下は「SATO-FR型」という)として完成させた。

本報では、現在実用化している「SATO-FR型」の概要を説明し、数箇所の現場での処理実績を述べるとともに、興味あるデータが得られたので、ここに報告する。

2. 「SATO-FR型」の概要

図-1に「SATO-FR型」の基本的フローシート、表-1に主要装置とその一般仕様を示す。本装置の機構を図-1により簡単に説明する。

1) 前処理

地下連続壁工事等で発生する廃泥水①から、粗粒子を取り除くため、マッドスクリーナーや円形振動フレイ等を通して、廃泥水槽②へ送る。

2) ブロック形成工程

②からポンプでブロック形成機に送り、凝集剤を添加する。混合は管内で行なっている。管内には、特殊なせき板がついた管内混合機を設けて、適度の攪拌現象を起こし、凝集反応の効

図-1 SATO-廃泥水処理装置FR型システム図

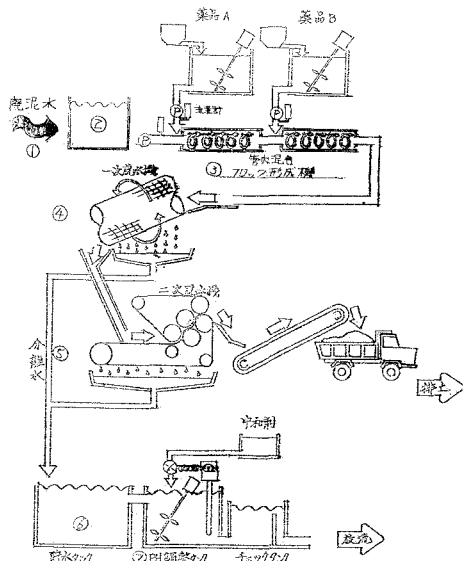


表-1 SATO-FR型一歩機仕様

	装置	主要設備	仕様	備考
①	前処理 原水調整池	マッドスクリーナー 円形ポンプ ポンプ 送水機 第四混合機	1.5m ² ×2-2.5m φ2m×5m、1.2m×2.5m 3台 4.5kW 1台 送水機	
②	フロック形成機	脱水機	1.5m ² ×2-2.5m	1.5m ² ×5.0m、1.2m×2.5m 容量: 500 t
③	脱水機	脱水機	1.5m ² ×2-2.5m	20-30m ² 、1.2m×2.5m
④	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	20m ² ×2.5m、1.2m×2.5m 容量: 2000 t (1.2m、2.5m×2.5m)
⑤	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑥	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑦	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑧	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑨	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑩	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑪	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑫	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑬	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑭	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑮	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑯	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑰	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑱	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑲	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
⑳	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉑	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉒	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉓	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉔	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉕	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉖	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉗	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉘	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉙	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉚	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉛	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉜	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉝	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉞	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㉟	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊱	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊲	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊳	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊴	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊵	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊶	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊷	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊸	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊹	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊺	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊻	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊼	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊽	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊾	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	
㊿	排水設備	排水設備	1.5m ² ×2-2.5m	

果的に行われる。凝集剤の種類、廃泥水の性状に応じて、この管内混合機の設置位置や、せき板の数の調節でき、堅く水切りの良いフロックができる。(写真-1)

3) 脱水工程

脱水工程は、一次脱水④二次脱水⑤に分けられる。形成されたフロックを一次脱水機に送り、フロックと水に分離する。一次脱水機は回転式の円筒金網で、回転数、傾斜角度、内部ライナーを処理量に応じて変更し、フロックの効果的な造粒を行っている。一次脱水機で遊離水を分離し、フロックを、二次脱水機に送り、加圧ローラーと二枚の濾布の張力によってフロック内部の水をしぼり取る。(写真-2)

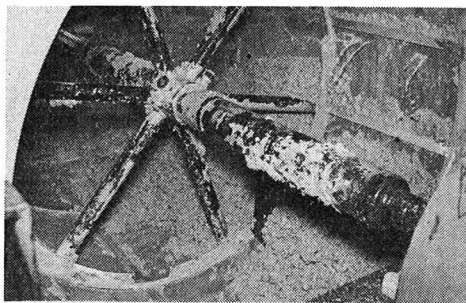


写真-1 一次脱水機内のフロック

4) 排土、排水工程

一次、二次脱水機の分離水を、貯水槽⑥に送り⑦でPHチェックをし、再利用する。余剰水はそのまま下水道に放流する。脱水後の固形分(脱水ケーキ)は、写真-3に示すように、そのままトラックで搬出できる状態になる。

以上、1)~4)までの工程を連続的にこなしている。

3. 処理結果

表-2に、「SATO-FR型」を用いた現場の処理結果を示す。図-2に表-2の現場における「SATO-FR型」の現場配置図を一例として示す。

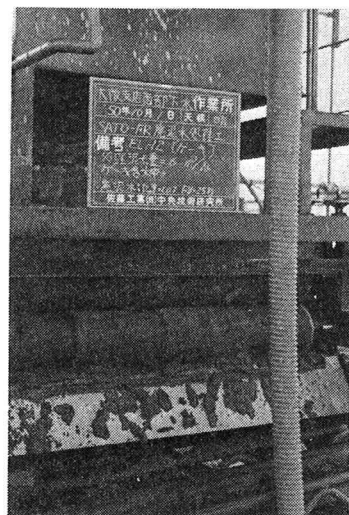


写真-2 二次脱水後ケーキ

1) 凝集剤

表-2からわかるように、凝集剤の種類は廃泥水の性状に応じて変更し凝集剤の添加濃度は廃泥水の性質に応じて調節する。一般のベントナイト安定液には、弱アニオン系高分子凝集剤と過化カルシウムの組合せ使用が最も有効で、塩水練り安定液およびポリマー安定液(テルマーチ)には弱アニオン系高分子凝集剤と硫酸バンドの組合せ使用が最も有効であった。添加濃度は、廃泥水中の固形分及び粘土分が少なくなる程小さくできる。実績からの添加濃度は、高分子凝集剤で300~500PPm/泥水量 m^3 、無機凝集剤は、5,000~20,000PPm/泥水量 m^3 であった。当システムの場合の添加順序は、まず高分子凝集剤を添加し、後から無機凝集剤を添加する特殊な添加方式を用いている。

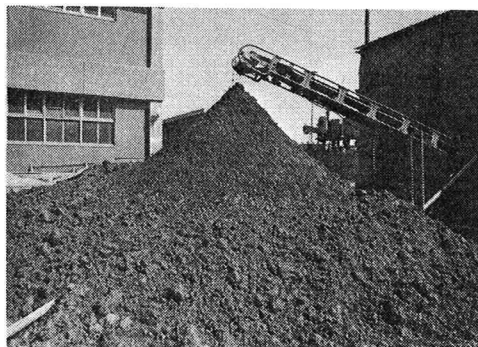


写真-3 ケーキの仮置状況

2) 排土(脱水ケーキ)の性状

二次脱水後の脱水ケーキの含水比は、廃泥水によって非常に異なってくる。図-3に廃泥水に多く含まれている土質別に、二次脱水後のケーキ含水比を示す。砂で50~100%、シルトで110~210%、粘土で170~250%である。

図-4は、一次脱水後のフロックの含水率と脱水ケーキの

表-2 SATO-AR型による廃泥水処理結果

A; 弱3-オン系高分子凝集剤
B; 塩化カルシウム, C; 硫酸バンド

記号	場所	安定液の 種類	固形分%	pH	形状%	廃泥水中の 混入物	脱水ケーキの 含水比(%)	凝集剤と 添加量度(ppm/100ml)	処理量 (m^3)	備考
A	北蒲郡	ベントナイト6%	22.0 ~35.3	9.8 ~12.2	9~28	砂	55~75	A 500 + B 5000~10000	50	B.W.工法
B	神戸	海水練り ベントナイト10%	18.5 ~26.3	9.8 ~10.9	6~14.5	砂	60~120	A 500 + C 7000~12000	240	H.B.工法
C	東京	テルマ-4 0.5%	15.0 ~24.3	11.0	5~14.5	砂	50~100	A 500 + C 7000~15000	40	B.W.工法
D	神戸	ベントナイト6%	12.4 ~19.0	9.6 ~12.2	3~9	砂~シルト	70~210	A 480 + B 8000~20000	696	クラムシエル バケット工法
E	東京	ベントナイト6%	19.6 ~26.9	9.8 ~12.2	0~6	シルト	110~145	B 500 + A 10000~20000	50	B.W.工法
F	東京	ベントナイト6%	13.5 ~18.1	9.7 ~12.3	0~15	粘土	170~250	A 500 + B 15000~20000	80	クラムシエル バケット工法
G	神戸	ベントナイト6%	12.1 ~20.3	9.6 ~12.2	0~5	砂~シルト	85~210	A 480 + B 10000~16000	615	クラムシエル バケット工法

含水率の関係を示したものである。廃泥水の含水率が80%, 前後であるので、一次脱水で5%程度含水率が低下し、二次脱水ではさらに15%程度低下している。

脱水ケーキの運搬中の液状化および土捨箇所での施工性を判断する目的で、脱水ケーキのファイネスナンバー(液性限界に相当する)をフォールコーンにより測定し、脱水ケーキの含水比と比較したものの図-5である。脱水ケーキの含水比は、砂、シルトの場合、ファイネスナンバーより5~10%低く、粘土成分が多くなる程、ファイネスナンバーに近づいてくる傾向がある。

3) 排水

排水の状態を写真-4に示す。排水は無色透明で、これを中和処理した後の排水は、一次脱水スクリーンの洗浄や凝集剤の溶解に循環使用し、余剰水は下水道へ放流する。分析結果は、下水道法除外基準、水質汚濁防止法排水基準を大幅に下回っている。アクリルアミドモマーについても検出されていない。

4) 処理能力

時間当りの処理能力は、廃泥水の固形分濃度および粘性が

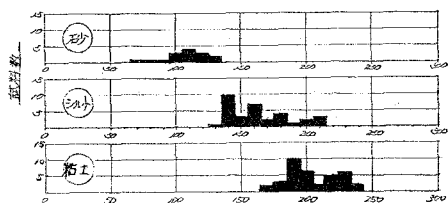


図-3 ケーキの含水比分布

図-2 廃泥水処理プラント場配置図

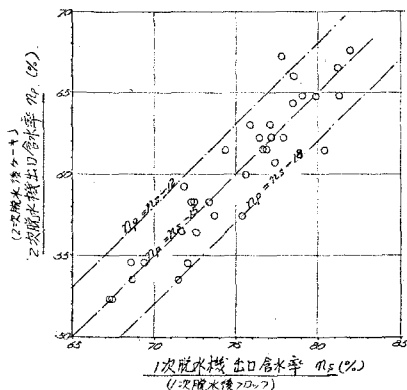
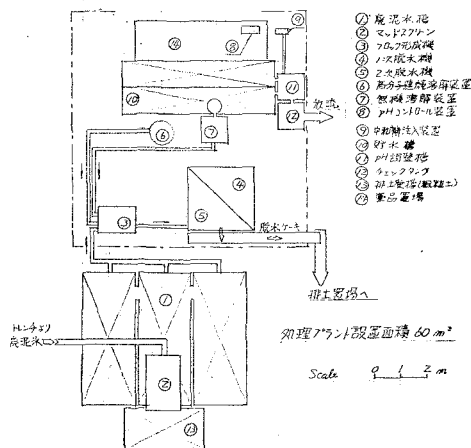


図-4 1次および2次脱水後のケーキ含水率の関係

低い程向上する傾向がある。しかしながら、処理能力はフロック形成機での攪拌効果と微妙な関係があり、攪拌効果は廃泥水の濃度、粘性のみならず、pH、 bentonite 粒子の活性等にも左右され、これらの性質が複雑にからみ合っている。このため、これらの性質と処理能力との関係を定量的に把握できなかった。実績からの処理能力のバラツキは、新型の「SATO-FR型」を使用し現場の場合、4~6 m³/hrであった。

佐藤工業式安定液管理方法^(1,2)を用いて、地下連続壁工事では、1エレメント(50~100 m³)の廃泥水発生量は10~30 m³である。1日、1エレメントの施工スピードの現場Gの場合4~6 m³/hrの処理能力で、1人で十分に処理することができた。

4. あとがき

地下連続壁工事における廃泥水処理方法の一例として、当社で開発、実用化している「SATO-FR型」について、その実施例も含めて報告した。

「SATO-FR型」で脱水され、排土の含水比は、廃泥水に混入している土質に大きく左右されるが、砂、シルト、粘土のいずれの場合も液性限界より小さくなることから、運搬中の道路汚染、土捨て場での施工性にも問題ないことがわかった。

処理コストについては、真空バキュームカー方式に比べて高いのではないのが現状である。しかしながら、地域的にバキュームカーによる処分が禁止されていることもある。このため、公害を生じさせない建設工事を行うには、この種の処理工法の普及は不可欠であり、今まで以上に改良、開発に努力する所存である。

参考文献

- 1) 足立, 森, 石橋 ; 「安定液管理方法と廃泥水処理システム」 土木技術 29巻3号(1974) P29~42
- 2) 総合土木研究所編 ; 「地下連続壁工法」 P71~89. 地下連続壁工事における安定液管理

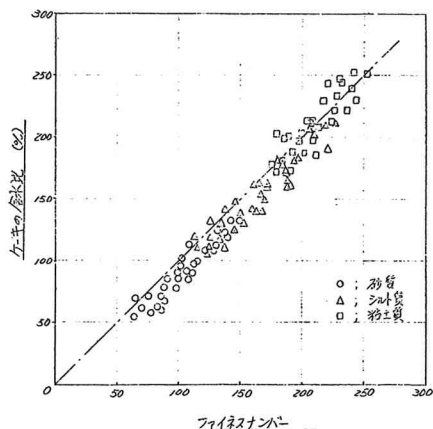


図-5 ケーサ含水比とファインナンバーの関係

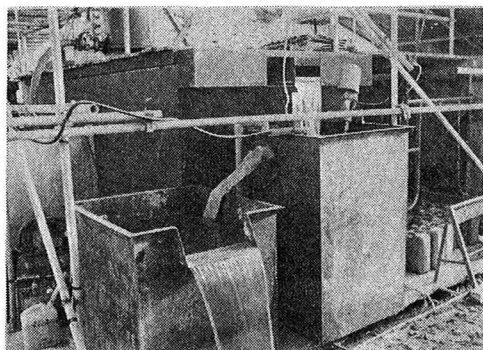


写真-4 排水(放流水)の状況