

23. 高含水土の真空加圧脱水機の開発

前田建設工業㈱：勝又 正治・*滝口 健一
榊原 英正

1. はじめに

建設省の調査によると、平成2年度の建設汚泥の排出量は1400万tに達し、建設廃棄物全体の約20%となっている。また、建設汚泥のリサイクル率は建設廃棄物の中でもっとも低く約8%であり、約80%は処分されている。(図-1参照)

したがって、最終処分される建設汚泥はなかなか減少せず、ただでさえ逼迫している大都市圏の最終処分場をさらに厳しい状態に追い込む一因となっている。

さらに、最近、道路法の改正によるダンプトラックの増加、処分費のコストアップ等の問題が生じている。

また、海洋投棄されている分もかなりあるが、ロンドン条約では平成8年度以降、一部を除き産業廃棄物の海洋投棄を禁止することが決議されており、建設汚泥をとりまく情勢はますます厳しいものとなってきている。

われわれは昭和63年より、この建設汚泥の減量化・リサイクル化の問題に取り組み、基本原理の把握、小型試験装置の製作・基礎実験を踏まえ、独自の改良システムを開発し、実証実験によりその有効性を確認できたので、ここに紹介する。

2. 本システムの特徴

開発したシステムは、①土粒子の凝集作用、②強度増加、を促すために処理泥水にセメントを添加し、これを脱水機S.V.プレス(スーパー・パキューム・プレス)のろ室内に充填し、低圧(2~3kg/cm²)で加圧しつつ、真空を作用させて効率的に脱水するものである。

《3つの特長》

泥水シールド工事で一般に使用されているフィルタープレス(加圧5~7kg/cm²)等)に比べて特長は以下のとおりである。

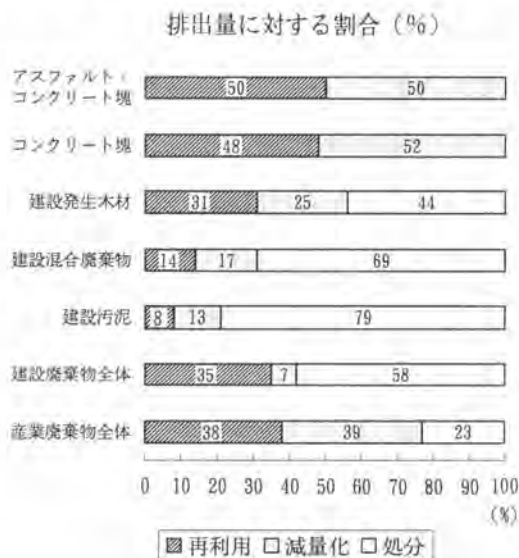
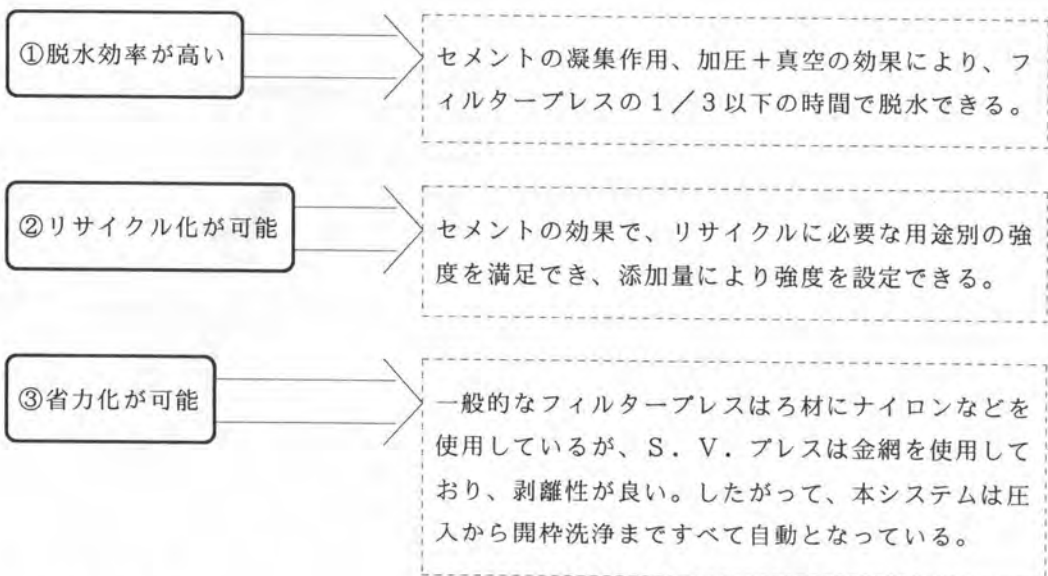


図-1 建設廃棄物の再利用等(平成2年度)



3. システム概要

(1) S.V.プレスの概要

本システムの主要部分である脱水機は写真-1、図-2に示すように油圧ジャッキによりろ板を合わせて固定し、中にできた厚さ30mmのろ室にセメント添加泥水を充填し、圧入ポンプにて加圧しつつ、ろ板の背面全体に真空を作用させて脱水するものである。

実証実験に使用したS.V.プレスの仕様は表-1に示すとおりである。

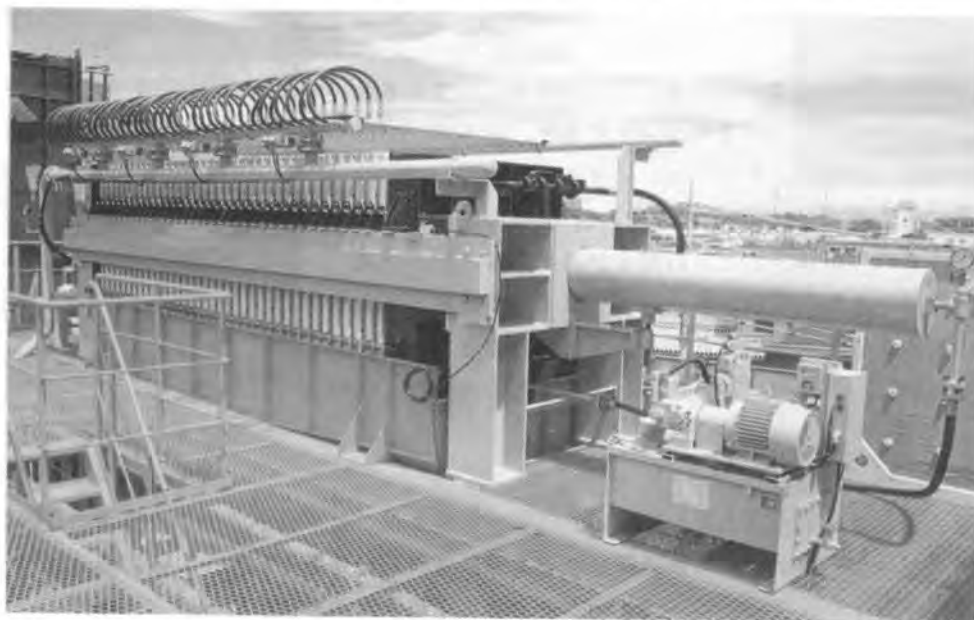


写真-1 S.V.プレス（スーパー・バキューム・プレス）本体

(2) システムの全体概要

本システムを図-3に示す。改良土の搬出・ろ液処理までのフローは、前処理工程、脱水工程、後処理工程の3つに分けることができる。これらの一連の工程はすべて自動制御される。

各工程の概要は以下のとおりである。

①前処理工程

泥水とセメントを所定の配合で混合し、S.V.プレスに充填する工程である。

処理泥水は汚泥移送ポンプによって余剰泥水槽からスラリー混和槽に移送され、同時にセメントサイロから送泥量に見合ったセメントが粉体のまま添加される。

このとき、混合効率の向上および粉塵の防止のために簡単な混合器を通過させる。

スラリー混和槽にはレベルコントローラーが設置されており、泥水およびセメントの投入・停止が自動制御される。セメントが所定量混合された泥水は、圧入ポンプにてS.V.プレスのろ板間に充填される。

②脱水工程

S.V.プレスにセメント添加泥水が充填されてくると脱水工程が開始される。充填が完了すると、圧入ポンプの圧力が増加し、約 2.5 kg/cm^2 になると真空ポンプが稼働し始める。その後は約 2.5 kg/cm^2 の圧力を保持しつつ、脱水され体積減少した分の泥水が補充され、加圧と真空併用の脱水工程が継続される。(写真-2参照)

この脱水工程で排出されたろ液は、ろ液受槽にいったん溜められた後、ろ液槽に送られる。

③後処理工程

脱水工程完了後、ろ板上部の投入口内に残った未改良のセメント添加泥水は高圧の水とエアによって、スラリー混和槽に戻される。つぎに、ろ板を開くと改良土は、剥離性がよいため自重で落下し、ベルトコンベアーによって土砂ピットへ運ばれる。

改良土の運搬が終了すると、ろ枠に付着した土砂の除去を主目的に自動洗浄が行われる。

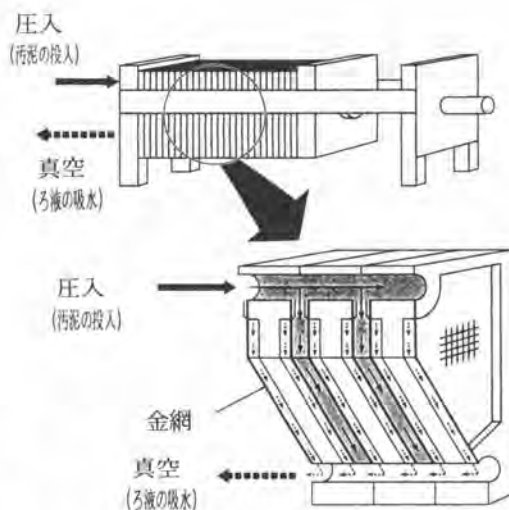


図-2 ろ板の構造模式図

表-1 S.V.プレスの仕様

ろ室数	36室
ろ室容量	1.87 m^3
総重量	約13t
ろ板の材質	ポリプロピレン
ろ板の寸法	$1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$
ろ材	ステンレス金網 (200 Mesh , $74 \mu \text{ m}$)
改良土厚	30mm



写真-2 改良土

ベルトコンベアが傾斜しているため、この上に落ちる洗浄水は改良土の搬出方向と反対の方に流れ、洗浄排水受槽に溜められる。

ろ液槽、洗浄排水受槽に溜まったろ液および洗浄水は、シックナーに送られて濁度調整を行い、さらに中和槽に送られてpH 1.2前後からpH 8程度までに処理されて放流される。

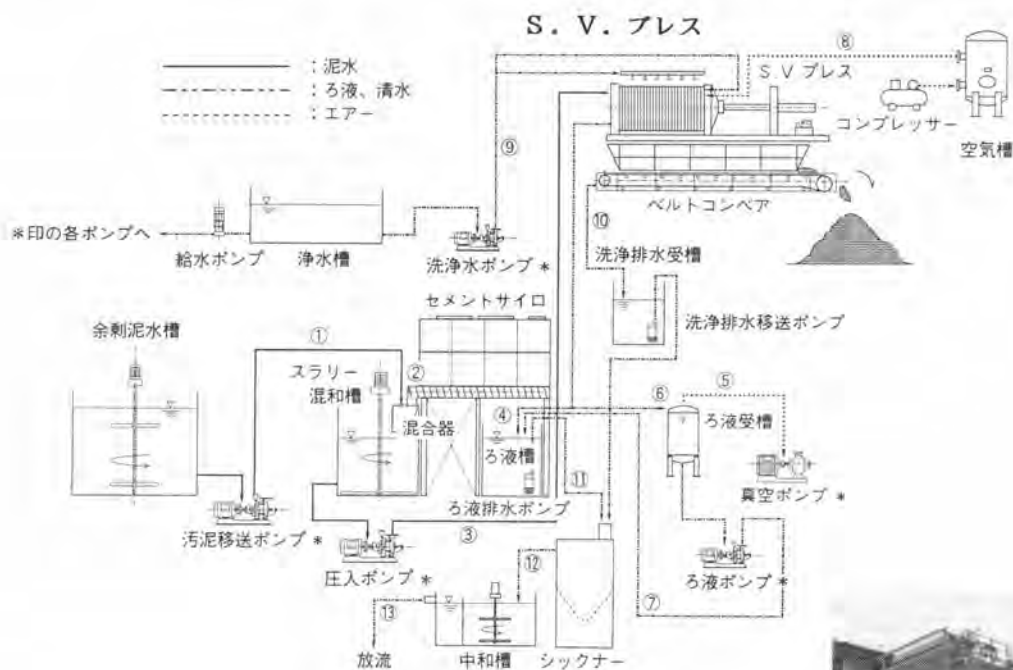


図-3 システム概要図



写真-3 実証実験プラント全景

4. 実証実験結果

上記のシステムの実用性をチェックするために、泥水シールド工事現場で実証実験を行った。この結果を以下に示す。

〔処理泥水の諸元〕

実証実験中に発生した処理泥水は、初期含水比1.48～4.65%（平均2.41%）、比重1.14～1.34（平均1.24）、シルト・粘土の含有率50～97%（平均83%）であった。なお、改良強度は、開砕直後で汚泥の判断基準であるコーン指数 $q_c = 2 \text{ kg/cm}^2$ 以上とすることを目標とした。

〔脱水効率について〕

実験全体を通してフィルタープレスと比較した結果、脱水時間で約1/3に、またS.V.プレスは剥離性が良いことから一斉開砕方式となっているため、前後工程時間も短くなっており、1サイクルの処理時間でも1/3以下となっている。

フィルタープレスとの比較例を表-2に示す。

表-2 フィルタープレスとの能率比較例

諸元 機種	泥水性状			添加材 (凝集材)	添加率 (% (kg/cm^3))	改良土性状		処理時間			処理泥水の 処理能力 (m^3/h)
	含水比 (%)	濃度 (%)	比重			強度 q_c (kg/cm^2)	含水比 (%)	脱水時間 (分)	前後工程 (分)	合計 (分)	
フィルタープレス 容量 6.0m^3	19.2	3.0	1.28	PAC	0.3	5.9	4.4	6.0	3.0	9.0	1.2
S.V. プレス 容量 1.9m^3	21.8	3.1	1.25	普通 セメント	1	8.7	4.2	1.3	8	2.1	1.6

前後工程

フィルタープレス； 閉枠+開枠

S.V. プレス； 閉枠+残液戻し+開枠+洗浄

〔リサイクル化について〕

・改良強度

改良土の強度は、ろ板内の位置、ろ板の位置に関わらずほぼ変わらないことが確認され

た。また、一軸圧縮強度の経時変化を図-4に示す。この図から建設省より示されている有効利用する場合の強度の目安を十分クリア出来ることわかる。(表-3参照)

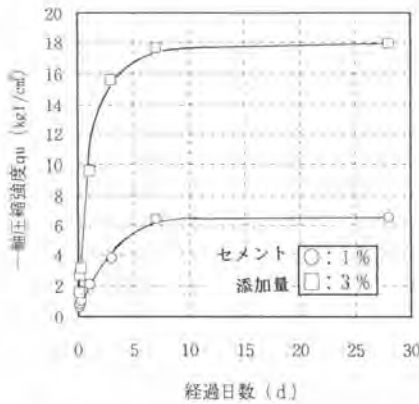


図-4 一軸圧縮強度の経時変化

表-3 有効利用マトリックス

一軸圧縮 強度 (kg/cm^2)	コー> 指数 (kg/cm^2)	用途 区分	埋 戻 し 材 料	路 床 材 料	表 込 め 材 料	河 川 堤 防	宅 地 造 成	埋 立 て 等
			強度	強度	強度	強度	強度	強度
5.0以上	—	第1種土質材料	○	○	○	○	△	○
2.0以上	8以上	第2種土質材料	△	△	○	○	○	○
1.0以上	4以上	第3種土質材料	×	△	○	○	○	○
—	2以上	第4種土質材料	×	×	△	△	△	○
—	2未満	汚泥	×	×	×	×	×	×

(出典：総合的建設残土対策に関する報告書)

〔省力化について〕

・セメント粉体添加

セメントの添加量は、セメントサイロ内のスクリーコンベアー動力の周波数制御で十分制御可能であり、また、粉体のままでも簡易な混合器で十分な混合がなされることが確認できた。

・開枠、搬出、洗浄

改良土の剥離性は良く、自重落下、ベルコン搬出は特に問題なかった。また、洗浄は水圧が $3\text{kg}/\text{cm}^2$ で上部からの簡易的な方式にも関わらず十分その効果を発揮した。

・自動化

自動運転はほぼ順調に機能し、特に改良土の剥離に人を配置する必要がなく省力化が確認された。

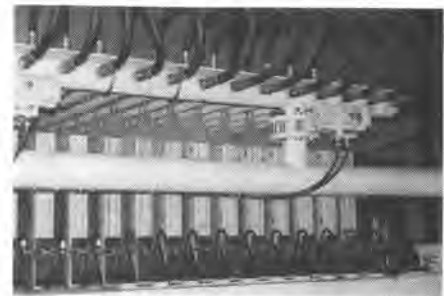


写真-4 洗浄の状況

〔長期連続運転〕

実工事に適用した場合の問題点を抽出するために連続的に脱水実験を行う長期連続運転を行った。

実験の結果は図-5に示すように、約140～150回（バッチ）あたりから部分的に改良強度が低下しはじめ、目詰まりの兆候が出てきた。また、これ以前に剥離しない改良土が何室か発生し始めていた。これらに対して以下の対応策を検討実施した結果、その有効性が確認できた。

①洗淨

目詰まりの発生した金網は電子顕微鏡写真（写真-5）のように、セメントの付着物により完全に塞がれている。そこで希塩酸を噴霧し、ハイウォッシャーにより洗淨する方法を行ったところ、極めて有効性が高いことが分かった（写真-6）。また、この写真から金網の素線はほとんど磨耗していないことが確認された。

②剥離性

金網の目詰まりに起因する剥離性低下が生じた。これに対して、泥水性状には種々のものがあることも考慮に入れると、剥離性をより万全にすることが必要と考えた。

そこで、剥離性の向上を目的にろ板走行部に突起物（段差）を取り付け実験したところ、きわめて効果のあることが確認された。

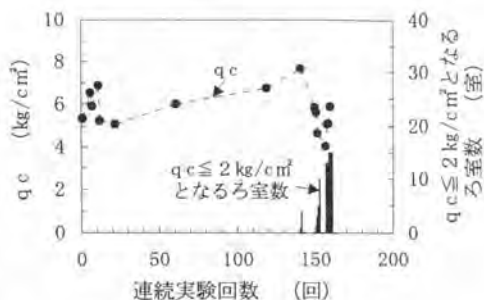


図-5 改良強度の変化



写真-5 金網の目詰まり状況

5. 今後の課題

以上に示したように本システムは実用化のメドがつき、今後積極的に実工事に適用するよう働きかけていきたいと考えている。

今後の課題としてはつぎのように考えている。

- ①システム全体のコンパクト化
- ②リサイクルに関しての施工ノウハウの蓄積
- ③セメント系汚泥、ペントナイト汚泥など特殊な汚泥に対する適用

以上についてさらに研究開発を進めていく所存である。

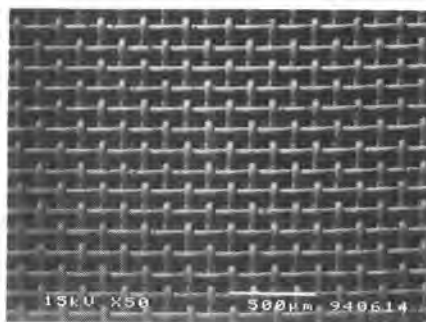


写真-6 希塩酸洗淨後