

建設排出土の資源化を考えた 土質改良装置の実用化について

勝又正治¹・滝口健一²・清水英樹³・安田昭彦⁴・大林成行⁵

¹正会員 前田建設工業株式会社 技術研究所 (〒179 東京都練馬区旭町一丁目39-16)

²正会員 前田建設工業株式会社 技術部 (〒102 東京都千代田区富士見町二丁目10-26)

³正会員 工修 前田建設工業株式会社 技術研究所 (〒179 東京都練馬区旭町一丁目39-16)

⁴正会員 工修 前田建設工業株式会社 技術研究所 (〒179 東京都練馬区旭町一丁目39-16)

⁵正会員 工博 東京理科大学教授 理工学部土木工学科 (〒278 千葉県野田市山崎2641)

建設工事で発生する泥水状の排出土は汎用的な改良方法がなく、その大部分が無処理のまま現場から産業廃棄物として搬出され、環境面において多くの社会問題を引き起こしている。そこで、筆者らはこの泥水状の排出土を効率良く脱水・加工し、その結果得られる改良土についても有効利用可能な装置の開発に取り組んできた。本論文はろ材に金網を用い、凝集剤に少量のセメントを用いる脱水方法を提示し、さらに真空脱水の有効性を紹介するとともに、低加圧と負圧を併用した装置について示したものである。そしてこの装置によって、高効率な脱水が可能となり、改良土も有効利用できる強度のものが得られることがわかった。

Key Words : slurry, dehydrator, sludge cake, vacuum dehydration, recycle, industrial waste

1. まえがき

環境問題が大きくクローズアップされている今日、建設分野においても掘削工事によって排出される土砂の増加と、その処分地不足が大きな社会問題となっている。中でも、様々な掘削工事で発生する泥水状の排出土（以下高含水土と記す）は産業廃棄物の汚泥に該当し、これを効率よく改良し有効利用していただける技術が強く望まれている。全国の建設工事で排出される廃棄物の総量は年間約7,600万トンにものぼり、その中でも高含水土の占める割合は約1,400万トンと全体の約20%に達している。建設工事で排出される廃棄物の内、コンクリート塊や建設発生木材は減量化・リサイクル化が進んでいるのに対し、高含水土はほとんどが再利用されずに処分されているのが現状である¹⁾。筆者らは、この高含水土を効率良く脱水し、その結果得られる改良土も有効利用できるような脱水装置の開発に取り組んできた^{2), 3), 4)}。

本論文は、高含水土の脱水方法を提示し、真空脱水の有効性を簡易模型装置による実験結果から示した。さらに、この結果を踏まえて小型脱水装置を考案し、脱水効率が良く、しかも改良土は有効利用が可能な強度にまで高められることを実験により確認し、実用化への可能性を示唆したものである。

2. 高含水土改良装置開発へのアプローチ

現在、高含水土の改良において、一般に泥水シールド工事から発生する余剰泥水処理に対してはフィルタープレスが用いられているが、これについてはさらなる高効率脱水が求められている。その他高含水土に対しても効率よく改良し、しかも改良土は有効利用していただけるような装置が望まれている。したがって、実用に供されている装置は少なく、高含水土の性状によっては無処理のままバキューム車やコンテナ車で工事現場から搬出されているのが現状である。そこで、フィルタープレスより高効率に脱水でき、しかも改良土は有効利用が可能であり、さらに各種高含水土に対応できる脱水装置を開発目標とした。

フィルタープレスは凝集剤として通常PAC（ポリ塩化アルミニウム）を使用しているが、本研究では普通ポルトランドセメントを用いることを試みた。これは安価であることや、凝集剤としてセメントを添加することにより、脱水された改良土の強度増加も期待でき、改良土を土質材料として有効利用できる強度にまで高めることができると考えたためである。つまり、セメントを加えることにより、高含水土中に浮遊している負に帯電した微細な土粒子がイオン交換反応を起こし、土粒子表面の電位が低下し、

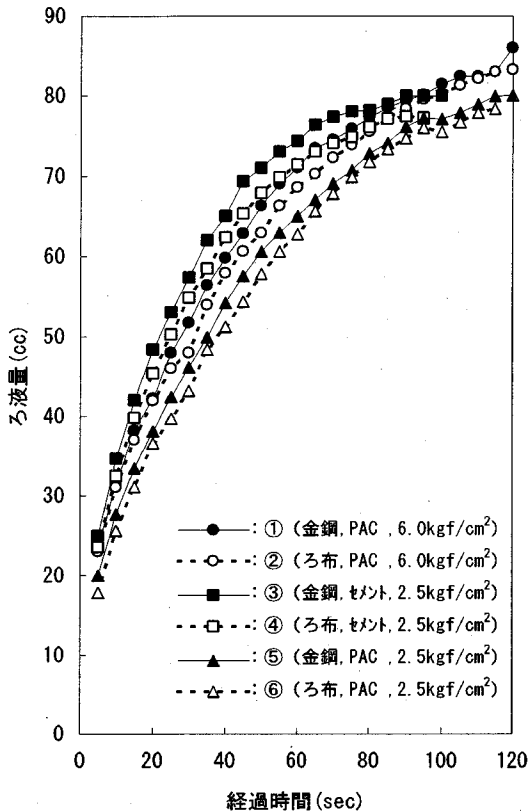


図-1 ろ液量の経時変化

土粒子相互の反発力が弱まり凝集する⁶⁾。セメント添加率を上げることにより凝集作用はさらに強化される。また、脱水された改良土はセメントが添加されているため、水和反応によって時間経過とともに強度増加を示す。このようなセメントの効果を利用するものである。

一方、フィルタープレスはろ材に化学合成繊維等から成るろ布を用いている。しかし、セメントに対する劣化防止と耐久性の強化を図り幅広い高含水土に対応できることと、目詰まりを防止し改良土の剥離性の向上を図るために、脱水装置のろ材には金網を用いることとした。ここで、ろ材及び凝集剤に対して、脱水性の向上に大きく起因するものを調べた実験結果を以下に示す。

図-1は、API規格 (American Petroleum Institute Standard) によるろ過試験器 (ろ過面積 23cm^2)⁶⁾ を用いて得られたろ液量の経時変化を示したものである。使用した高含水土は泥水シールド工事より発生した余剰泥水であり、比重1.35、初期含水比147.0%、シルト・粘土分65%の性状のものである。ろ材 (200メッシュ金網とホリアポレン性ろ布)

の違い、及び凝集剤 (普通ポルトランドセメントとPAC) の違いによる排出ろ液量の変化から脱水性を調べた。凝集剤の添加率は同様にろ過試験器を用い、添加率を変化させた場合の試験結果からこの高含水土に対してろ液の排出量の多い適正添加率を見だし、この値を採用した (PAC; 0.3%, セメント; 3%)。また、PACの圧力は通常のフィルタープレスの値である 6kgf/cm^2 (0.59MPa) とした。セメントについては後に示す試作した小型脱水装置の圧力の 2.5kgf/cm^2 (0.25MPa) と同値である。この結果、凝集剤の種類と圧力値が同じであればろ材に金網を用いた方がろ布よりも高い脱水性を示すことがわかった (図-1の①と②、③と④、⑤と⑥)。一方、凝集剤にセメントを用いたもの (③と④) は、加圧力を半分以下の 2.5kgf/cm^2 (0.25MPa) に下げても①、②よりろ液の出方が良く、脱水性が向上することがわかった。当然のことながら、①、②に対し加圧力を 2.5kgf/cm^2 (0.25MPa) に下げれば脱水性は低下する (⑤、⑥)。以上、ろ材についてはろ布より金網の方が脱水性が良い結果が得られた。しかし、それ以上に凝集剤としてセメントを用いることのほうが低圧であるにもかかわらず大きい脱水効果が得られることがわかった。

上記結果より、凝集剤にセメントを用い、ろ材を金網にすることでフィルタープレス (凝集剤がPACでろ材がろ布) の半分以下の圧力でフィルタープレスよりも高い脱水効率を得られ、しかもセメントにより改良土も強度増加を望めることが期待できた。

そこで、この効果を利用しさらに脱水性を向上させる方法について検討を行った。現在の機械脱水方法としては加圧脱水、真空脱水、遠心脱水が一般的である⁷⁾。よって、これらの脱水方法を併用させることができれば、脱水効率の向上が図れると考えた。この内、低加圧を与えながら併用できる脱水方法としては真空脱水が考えられ、この方法に着目し検討を行うこととした。

3. 簡易模型装置を用いた実験

(1) 実験装置の概要と実験方法

高含水土の改良に対し、真空脱水の有効性を見極める目的で平板型吸水部を持つ簡易模型装置を考案し、脱水実験を実施した。

写真-1に模型装置を示し、図-2に平板型吸水部の詳細図を示す。

吸水部は寸法 $220\text{mm} \times 220\text{mm}$ であり、厚さ 12mm の中央フレーム (①) に対し、パンチングメタル (②)、200メッシュの金網 (③)、押え板 (④) を両側か

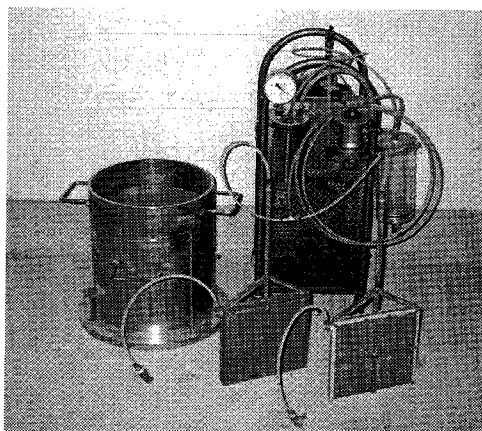


写真-1 模型装置

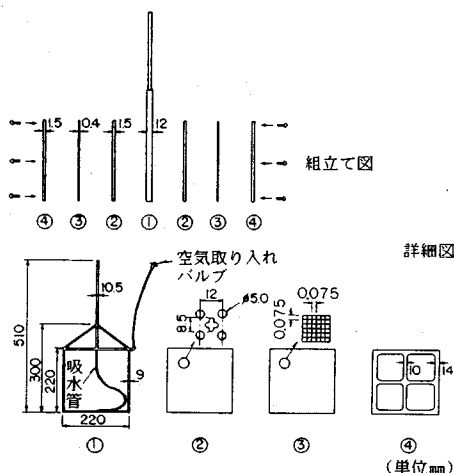


図-2 平板型吸水部

ら固定している。

実験方法はモールド内に高含水土を投入し、この中に吸水板を間隔30mmで2枚差し込み、真空ポンプを稼働させ約700mmHg (93KPa)の真空度で脱水するものである。なお、吸水部を平板型にすることで両吸水板間の高含水土全面に負圧を有効に作用させ、均一な改良土が得られるようにした。真空ポンプを稼働させると中央フレーム内全体に負圧が作用し、土中水は金網を介し吸水板中空部の吸水管を通り外へ排出される。なお、空気取り入れバルブは脱水終了後にバルブを開放し、吸水板内に溜まった液を完全に外へ排出させるためのものである。

(2) 実験試料

実験に使用した高含水土は掘削工事で排出されたものを使用し、含水比を液性限界に対し若干上回る

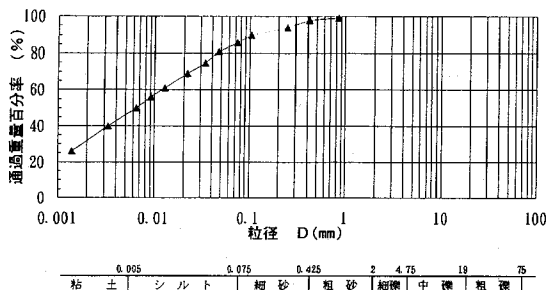


図-3 粒度分布図

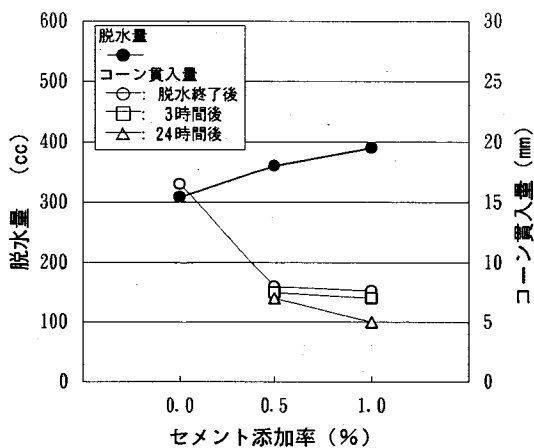


図-4 セメント添加率とコーン貫入量及び脱水量との関係

状態の95%程度に調整した。

図-3に使用した高含水土の粒度分布を示す。この図からわかるように、高含水土は75 μ m以下のシルト・粘土分の含有率が86%と非常に高い粘性土である。

(3) 実験条件

微細な土粒子を凝集させ脱水を効率的に行う目的と、改良土の強度を上げる目的で、脱水前の高含水土に普通ポルトランドセメントを添加混合した。なお、この高含水土に対するAPIろ過試験より、高含水土重量に対し1%以上のセメントを添加しても脱水ろ液量の増加は見られないことから、セメントの添加率は0, 0.5, 1.0%とした。

また、脱水時間は改良土の得られるまでの10分間とした。

(4) 実験結果

図-4は、セメント添加率を変化させた場合の脱

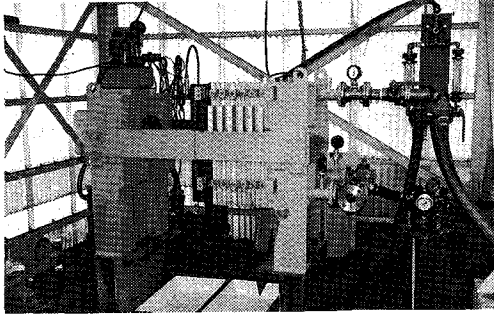


写真-2 小型脱水装置

表-1 小型脱水装置の仕様

本 体	ろ室数	5室
	ろ室容量	0.055m ³
	ろ板の材質	ポリプロピレン
	ろ板の寸法	0.75m×0.75m
	ろ材	ステンレス金網(200メッシュ)
	油圧ジャッキ	0.4Kw, 100V
そ の 他	全体重量	1 t
	真空ポンプ	3.7Kw, 200V(8~12ℓ/min)
	モノポンプ	3.7Kw, 200V(2~25ℓ/min)

水量及び改良土のコーン貫入量を示したものである。コーン貫入量は、土質の液性限界を簡便的に求める方法として用いられるコーン貫入試験装置で求めた値であり、少ない改良土に対してその改良効果（強度）を把握する目的で実施した。

この図より、セメントを添加して真空脱水を行うことにより脱水量が増加し、セメント添加率を上げることにより、さらに脱水量は増すことがわかる。コーン貫入量もセメント無添加で真空脱水したものに対し、セメントを添加したものの方が貫入量が小さく、セメントを増加させた方がさらに小さい値となり、改良効果（強度）が高くなることがわかる。なお、土粒子表面の電位がある程度低下すると、それ以上の凝集効果は得られないことから、この高含水土の場合はセメント添加率を1.0%以上増加させても、脱水ろ液の増加は見られなかった。また、セメントを添加して真空脱水した改良土のコーン貫入量は、時間の経過とともにさらに小さくなる。これは前述したように、セメント添加量の増加により凝集作用が強化されるとともに、水和反応が促進し、時間の経過に伴う強度増加が得られるためである。

以上、簡易模型装置を用いた実験から、吸水板間

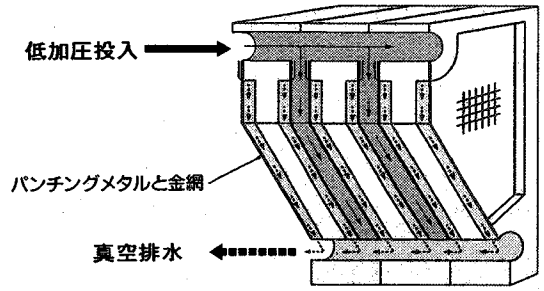


図-5 ろ板の断面図

の高含水土は真空脱水によって改良できることがわかった。さらに、高含水土にセメントを添加することにより、高含水土中に浮遊する微細な土粒子は凝集作用を示し、負圧による脱水性を向上させ、しかも改良土は強度増加を示すことが確認できた。

4. 小型脱水装置を用いた実験

(1) 小型脱水装置の概要

簡易模型装置の実験により、負圧を用いた脱水方法で高含水土を改良できることが確認できたため、装置の実用化への検討を行った。写真-2は簡易模型装置をもとに考案した小型脱水装置であり、表-1にその仕様を示す。この装置の特徴は、圧力を上げずに低加圧と負圧の2つの作用を併用した脱水が行えるように、ろ板（フィルター部）の構造を工夫した点にある。

図-5は、ろ板をジャッキにより各々重ね合わせた時の断面図を示したものである。ろ材に金網を用いたろ板を各々重ね合わせるにより、ろ板間に厚さ30mmの空間ができる。この空間に上部投入口からセメントを添加した高含水土を圧入する。この場合、高含水土投入と同時に真空脱水を行うとろ液の濁度が高くなる。したがって、基本として内圧が2.5kgf/cm² (0.25MPa)程度となった時点でこの圧力を保持したまま真空ポンプを稼働し、負圧（約700mmHg, 約93KPa）を作用させ真空脱水を同時に行うこととした。なお、高含水土のろ板内投入時に作用する圧力を考慮してろ板を製造した場合、この2.5kgf/cm² (0.25MPa)の圧力以上にすると耐圧性の関係から脱水機の大幅なコストアップが考えられたため、この値を採用した。ろ板のフィルター部はパンチングメタルと金網から成り、圧入及び真空時に脱水されたろ液はこのフィルター部でろ過された

表-3 脱水効率比較表

実験No.	機種	改良土厚 (cm)	添加剤	添加率 (%)	最大投入圧 (kgf/cm ²)	脱水時間 (分)	改良強度qc (kgf/cm ²)
1	本脱水装置	3.0	普通セメント	1.0	2.5	10.0	3.3
2				3.0			7.8
3	フィルタープレス	3.0	PAC	0.3	5.8	28.0	5.0

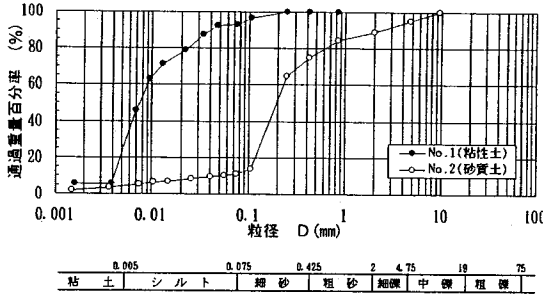


図-6 粒度分布図

表-2 実験項目と実験条件

実験項目	a) 脱水効率		b) 強度特性	c) 負圧の有効性					
	1	2		1 (粘性土)			2 (砂質土)		
土質No. (図-6参照)	1	2	1						
実験No.	1	2	—	1	2	3	4	5	
目標投入圧 (kgf/cm ²)	2.5		2.5	2.0	3.0	2.5	1.5		
負圧の有無	有		有	無	有	無	無	有	
セメント添加率 (%)	1.0	3.0	1.0	1.0			0.5		
真空脱水時間 (分)	10		10	10					

後、ろ板背面を通して下部排水口より排出される。真空ポンプを稼働させるとフィルター背面全体が真空ゾーンとなる構造のため、ろ板内に圧入された高含水土全面に負圧が作用する仕組みとなっている。

(2) 実験試料

実験に用いた高含水土は泥水シールド工事より発生した余剰泥水 (No. 1) と、現場発生土を泥水状にした人工材 (No. 2) である。

図-6 にそれぞれの粒土分布を示す。この図からわかるように、75 μm以下のシルト・粘土分の含有率はNo. 1 が約93%、No. 2が約11%である。

(3) 実験項目と実験条件

フィルタープレスより脱水効率が良く、しかも改良土は有効利用可能であり、各種高含水土に対応できる脱水装置とした当初の開発目標を、この小型脱水機が満足しているかどうかの検討を行った。

表-2 に各々の高含水土を用いた実験項目とその実験条件を示す。なお、表中の目標投入圧とは本装置に高含水土を圧入した時点の最大圧で、実験中はこの圧力を保持した。真空の有無は目標投入圧を保

持して負圧を作用させた場合と作用させない場合を示している。また、セメント添加率は高含水土重量に対する値であり、脱水時間は目標投入圧に到達してから脱水していた時間を示す。

以下に、実験項目の詳細を示す。

a) 脱水効率について

泥水シールドの余剰泥水 (土質No. 1) を本装置で処理し、同泥水を用いたフィルタープレス実績と脱水効率 (脱水時間、改良強度等) を比較した。

b) 改良土の強度特性について

泥水シールドの余剰泥水 (土質No. 1) を脱水して得られた改良土に対し、コーン指数試験、及び一軸圧縮試験を行い、改良土の時間経過に対する強度変化を求め、有効利用可能な強度にまで高められることを検証することとした。ここで使用した一軸圧縮試験の供試体は、厚さ3 cmの改良土を重ね合わせシンウォールで押し抜き、直径50 mm、高さ100 mmに作成したものである。

c) 真空脱水併用の有効性と適用土質について

泥水シールドの余剰泥水 (土質No. 1…粘性土) と現場発生土を調整した人工材 (土質No. 2…砂質土) という土質的に両極端の高含水土を用い、加圧のみで脱水した場合と加圧と負圧を併用した場合とで脱水効率を比較し、土質に対する真空脱水の有効性を探った。さらに、各種高含水土に対し脱水実験を行い、その適用性について把握した。

(4) 実験結果

a) 脱水効率について

表-3 は泥水シールドの余剰泥水を本装置で処理した時の脱水時間や改良強度等の脱水効率を示したもので、フィルタープレスの実績と比較したものである。

なお、本装置とフィルタープレスは容量が違うため、ろ室に高含水土が充填されるまでの時間が異なる。そこで、表中のフィルタープレスの脱水時間はろ室容量等の影響を受けないように、本装置の投入圧 (ろ室内圧) と同等の2.5 kgf/cm² (0.25 MPa) になった時点から脱水終了までの時間とした。この場合、脱水終了の目安は脱水直後の改良土の強度が残土の指標である $q_c > 2 \text{ kgf/cm}^2$ (0.20 MPa) ⁸⁾ とし

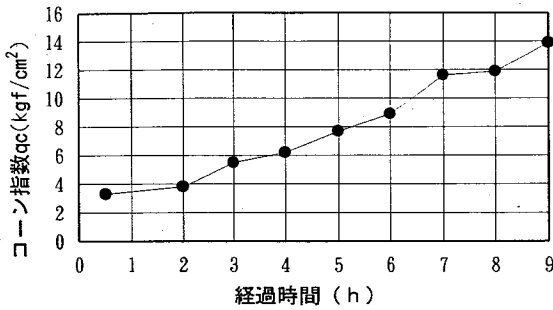


図-7 改良強度 (q_c) の経時変化

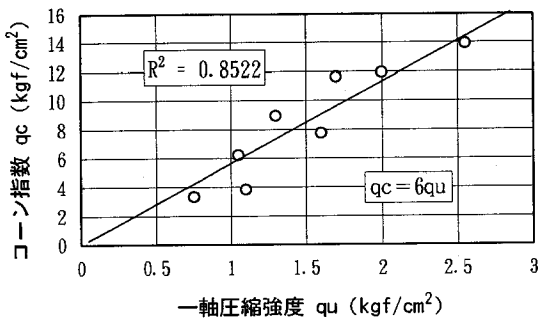


図-8 一軸圧縮強度とコーン指数との関係

た。

表-3から、フィルタープレスの投入圧よりも低圧であるにもかかわらず、本装置の脱水時間はセメント添加率1% (実験No.1) でフィルタープレスの約1/3である。この場合、改良強度は開枠直後で $q_c = 3.3 \text{ kgf/cm}^2$ (0.32MPa) であった。しかし、5~6時間後には 8 kgf/cm^2 (0.78MPa) 以上の強度に増加し、フィルタープレスの約1.5倍以上にもなる。さらに、セメント添加率を3% (実験No.2) とした場合は、フィルタープレスの約1/3の脱水時間で開枠直後の改良強度は 7.8 kgf/cm^2 (0.76MPa) と、フィルタープレスの約1.5倍にも達することがわかった。

b) 改良土の強度特性について

図-7はセメントを1%添加した場合の改良土のコーン指数 (q_c) 経時変化を示したものである。この図より、セメント添加により改良土は強度増加を示し、9時間後には約 14 kgf/cm^2 (1.37MPa) とほぼコーン指数測定限界にまで達した。

図-8は改良土の一軸圧縮強度 (q_u) とコーン指数 (q_c) の関係を示したものである。この場合、強度増加に関する両者の関係は $q_c = 6q_u$ であった。また、1日及び7日後の q_u はそれぞれ 2.9 kgf/cm^2

強度	区分	用途							
		工 作 物 の 埋 戻 し	道 路 (路 床) 盛 土	土 木 構 造 物 の 裏 込 み	道 路 路 体 用 盛 土	河 川 築 堤 高 規 格 堤 防	一 般 堤 防	土 地 造 成 宅 地 造 成	公 園 ・ 緑 地 造 成
—	第1種改良土	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
8以上	第2種改良土	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
4以上	第3種改良土	△	○	○	◎	◎	◎	◎	◎
概ね2以上	第4種改良土	×	×	○	○	△	○	○	◎

図-9 有効利用マトリックス図⁸⁾

表-4 粘性土と砂質土の改良結果

土質	粘性土			砂質土	
	1	2	3	4	5
実験No.					
目標投入圧 (kgf/cm²)	2.0		3.0	2.5	1.5
負圧の有無	無	有	無	無	有
みかけの差圧力 (kgf/cm²)	2.0	3.0		2.5	
初期含水比 (%)	185	186	184	32	32
改良土の含水比 (%)	60	55	56	21	17
改良強度 q_c (kgf/cm²)	2.1	3.7	3.3	1.9	4.6

(0.28MPa), 7.6 kgf/cm^2 (0.74MPa) を示した。

高含水土の状態や脱水条件により強度増加の傾向は異なると思われるが、上記のように凝集剤としてセメントを用いることにより改良土は強度増加を示すことが確認できた。したがって、改良土は図-9に示す土質材料として十分な強度を有し、各用途に積極的に有効利用していけるものと考えられる。なお、セメントが混入していることにより pH は12程度と高くなるため、各用途に応じ施工上の配慮が必要となる⁸⁾。

c) 真空脱水併用の有効性と適用土質について

表-4は、高含水土の種類が粘性土と砂質土に対し脱水実験を行った結果を比較したものである。なお、表中には負圧を約 -1.0 kgf/cm^2 (-0.10MPa) とした場合のみかけの差圧力を示す。

粘性土の場合、No.2 (加圧 2.0 kgf/cm^2 (0.20MPa) + 負圧) はNo.1 (加圧 2.0 kgf/cm^2 (0.20MPa)) に

表-5 小型脱水装置で処理した汚泥の物理特性

項目		範囲	1	2	3	4	5	6	7	8	9
初期含水比(%)		52~362	140	130	79	160	362	255	317	161	194
比重	土粒子	2.590~2.736	2.721	2.727	2.717	2.689	2.646	2.616	2.700	2.652	2.590
	汚泥	1.14~1.45	—	—	1.45	1.32	1.15	1.20	1.17	1.32	1.24
コンシステンシー	液性限界(%)	40.9~96.0	75.6	75.6	46.4	40.9	96.0	73.9	78.8	41.6	46.8
	塑性限界(%)	21.9~41.4	39.2	41.4	27.1	27.8	38.8	31.6	38.2	21.9	27.8
	塑性指数(%)	13.1~57.2	36.4	34.2	19.3	13.1	57.2	42.3	40.6	19.7	19.0
粒度構成	最大粒径	0.25~9.50	2.00	4.75	9.50	9.50	0.85	0.85	0.43	0.85	0.85
	礫分(%)	0~11	0	1	9	2	0	0	8	0	0
	砂分(%)	1~78	26	49	24	45	11	23	24	20	8
	シルト分(%)	7~84	32	27	49	34	40	40	37	75	84
	粘土分(%)	5~49	42	23	18	19	49	37	31	5	8

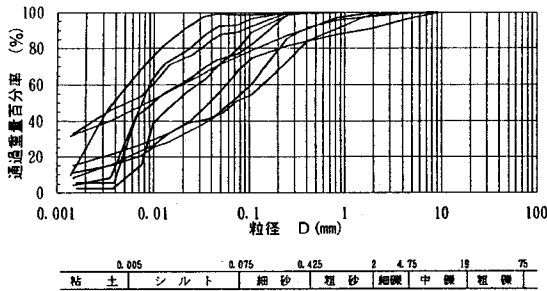


図-10 粒度分布

比改良土の含水比は低く、改良強度が高い結果となった。このことより、負圧を作用させることで脱水性が向上することがわかった。また、No.2(加圧2.0kgf/cm²(0.20MPa)+負圧)とNo.3(加圧3.0kgf/cm²(0.29MPa))は改良土の含水比と改良強度ともにほぼ同程度の値を示した。したがって、粘性土の場合は真空圧の効果がほぼ1.0kgf/cm²(0.10MPa)の加圧力に匹敵することが確認できた。

これに対し砂質土の場合、改良土の含水比はNo.5(加圧1.5kgf/cm²(0.15MPa)+負圧)がNo.4(加圧2.5kgf/cm²(0.25MPa))に比べ低く、これに対応して強度もNo.4に比べNo.5の方が2倍以上高い結果となった。したがって、砂質土では負圧が1.0kgf/cm²(0.10MPa)の圧力を加えるよりもさらに大きい脱水効果を生むことがわかった。なお、この時の砂質土の改良土の飽和度はNo.4(加圧)で約90%(e=0.731)、No.5(加圧+負圧)で約65%(e=0.731)であった。つまり、脱水が進むにつれ砂質土は粘性土に比べ投入圧を土粒子の骨格で受け持ってしまうため、土粒子間の間隙水に投入圧が伝わりにくくなる。よって、若干の投入圧を加えながら負圧によって土粒子間の間隙水を強制吸引する方法は、不飽和になりやすい砂質土ほど効果が大きいと言え

表-6 脱水結果

No.	セメント添加率(%)	土砂投入圧(kgf/cm ²)	真空脱水時間(分)	含水比(%)		改良強度qc(kgf/cm ²)
				初期汚泥	改良土	
3	1.0	2.5	20	79	47	3.7
8		2.5	15	161	47	5.0
9		2.0	20	194	53	4.5
1	3.0	1.5	20	140	60	2.7
2		2.5	20	130	54	3.2
4		2.5	20	160	33	6.1
5		2.5	20	362	77	3.0
6		2.5	20	255	61	4.6
7		2.5	20	317	95	3.4
8		2.5	10	161	47	7.8

る。

さらに、この小型脱水装置を用いて各種高含水土に対し脱水実験を行った。表-5に各高含水土の物理特性を示し、図-10にその粒度分布を示す。

表-6の脱水結果に示すように、各々の高含水土の性状によってセメントの添加率は異なるものの、真空脱水時間10~20分で開栓直後に $q_c = 3 \sim 8 \text{ kgf/cm}^2$ (0.29~0.78MPa)程度の改良土が得られることが確認できた。なお、積分球式濁度計で測定したろ液の濁度は平均800程度、pHは12程度を示す。したがって、ろ液を下水に放流する場合は濁度調整とpH調整が必要となる。

建設工事で排出される泥水状の排出土は粘性土から砂質土と多種多様である。このような土質条件に対し、ここで示した低加圧と負圧を併用した装置を用い凝集剤にセメントを添加する脱水方法は有効であることがわかり、この脱水方法は実用化への可能性があることが確認できた。

5. 結論

諸実験より得られた結果をまとめると以下となる。

①APIろ過試験結果より

- ろ材についてはろ布より金網の方が脱水性が良い結果が得られた。しかし、それ以上に凝集剤としてセメントを用いることのほうが低圧で大きな脱水効果が得られることがわかった。

②簡易模型装置を用いた実験結果より

- 真空脱水で高含水土の改良が可能であることが確認できた。この際、高含水土にセメントを添加することにより、高含水土中に浮遊する微細な土粒子の凝集作用を促し、負圧による脱水性を向上させることがわかった。
- また、改良土はセメントの水和反応により時間の経過とともに強度増加を示すことがわかった。

③小型脱水装置を用いた実験結果より

- 低加圧と負圧を併用した装置を用い、凝集剤としてセメントを添加する脱水方法を行うことで、フィルタープレスの約1/3の脱水時間で泥水を改良できることがわかり、改良効率が高いことが確認できた。
- セメント添加率1%、脱水時間10分の条件で実験した結果、改良土は9時間後に $q_c = 14 \text{ kgf/cm}^2$ (1.37MPa)とコーン指数測定限界程度まで強度増加を示した。高含水土の状態や脱水条件によって改良強度は異なるが、土質材料として使用できる十分な強度を有するまでに改良でき、各種用途に有効利用可能であることが確認できた。
- 高含水土の種類が粘性土(75 μm 以下が93%)の場合、負圧の効果はほぼ 1.0 kgf/cm^2 (0.10MPa)の加圧力と同等であった。
- 高含水土の種類が砂質土(75 μm 以下が23%)の場合、負圧の効果は 1.0 kgf/cm^2 (10N/cm²)の加圧力を与える以上に大きいことがわかった。
- 砂質土の場合は、加圧力のみで改良しようとす

ると脱水の進行に伴い土粒子骨格で圧力を受け持ってしまうため間隙水に圧力が伝達されにくくなり、脱水効率が低下すると考えられる。

- この場合、負圧を作用させることにより、この間隙水を強制的に吸引できる。したがって、不飽和になりやすい砂質土ほど真空脱水の効果が大きいことが確認できた。
- 低加圧と負圧を併用した装置を用い、凝集剤としてセメントを添加する脱水方法は、様々な高含水土に対し有効であることがわかり、この脱水方法は実用化への可能性があることが確認できた。

参考文献

- 板倉信一郎：建設残土・建設汚泥処理対策と再利用技術、公共投資総研講習会テキスト、pp.1-20, 1995.
- 滝口、勝又、小口、安田：固化材を少量添加した高含水土の脱水特性(その1)、第26回土質工学研究発表会、pp.2055-2056, 1991.
- 滝口、勝又、小口、安田：固化材を少量添加した高含水土の脱水特性(その2)、第26回土質工学研究発表会、pp.2057-2058, 1991.
- 勝又、滝口、安田：真空脱水を併用した高含水土改良装置の性能特性、土木学会第48回年次学術講演会、pp.652-653, 1993.
- 小林勲、今野昭三、岩崎光美：建設工事における濁水・汚水の処理方法、鹿島出版会。
- 沖野文吉：ホーリック泥水、技報堂。
- 日本粉体工業技術協会：濾過・圧搾技術マニュアル、日刊工業新聞社。
- 厚生省生活衛生局水道環境部産業廃棄物対策室：建設廃棄物処理ガイドライン、ぎょうせい。
- (財)土木研究センター：建設発生土の有効利用マニュアル。

(1995. 8. 25 受付)

PRACTICAL APPLICATION OF AN APPARATUS TO IMPROVE SLURRY DISCHARGED AS CONSTRUCTION RESOURCES

Masaharu KATSUMATA , Kenichi TAKIGUCHI ,
Hideki SHIMIZU, Akihiko YASUDA and
Shigeyuki OBAYASHI

Most of slurry discharged from construction sites is disposed because there is no generally acceptable improving methods. This fact causes to a lot of social problems in environment. Accordingly, authors have developed a new apparatus which dehydrates slurry efficiently and provides improved soil which can be used practically. In this paper, we propose the improving method that uses fine-meshed wire net as a filtration material and uses cement as flocculants, and besides describe the availability of dehydration under vacuum and pressure. Until now, we have found out that this apparatus enables to dehydrate slurry efficiently and provide sludge cake with strength enough to reuse.