

(株) 奥村組技術研究所 正員 園部富士雄
(株) 奥村組技術研究所 高野 晴男
日 本 E B (株) 大下直次郎

1. まえがき
建設工事により発生する汚泥には埋立や投棄処分する場合に流動的であるので運搬が困難なものがある。そこで、珪酸系凝結剤を用い、発生汚泥を短時間でダンプトラックによって搬出できる程度に硬化処理するバッチ式の汚泥処理装置の開発を計画した。処理装置の中核である混合かくはん装置について実験を行った。

2. 試料および装置
実験に使用した薬剤は、JIS 3号品の珪酸ソーダ10%水溶液に10%硫酸水溶液（硫酸/りん酸=95/5）を加えて得られる珪酸ゾルを凝結剤として使用した。この珪酸ゾルを汚泥に添加混合すると短時間でゲル化し、汚泥中の微粒子を包含して、物理的、化学的に安定化した凝結体になる。
実験には笠岡産粉末粘土を水道水に懸濁させて比重1.40に調整した人工汚泥を使用し、容器（深さ150 cm、大きさ45 cm角、80 cm角、120 cm角の3種）に120 cmの深さまで人工汚泥を流入して実験に供した。

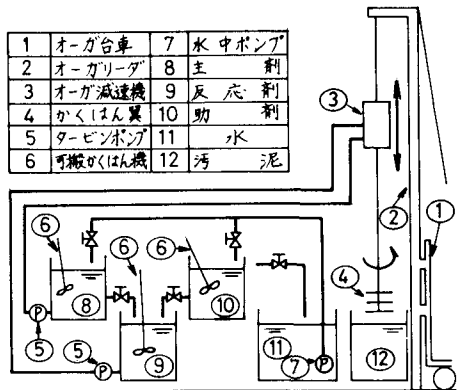


図-1 処理工程フロー図

なお、実験は図-1のようなフローで行った。

3. 実験方法
汚泥と凝結剤とを混合かくはんする場合、かくはん効果に影響をおよぼすと考えられる因子は、汚泥の性状、かくはん翼の形状、かくはん翼の回転速度（かくはん翼径×ル×回転数）、かくはん翼径と容器径との比、かくはん翼の昇降速度である。

表-1 実験条件

一般的に、かい型翼の場合かくはん翼径と容器径との比が0.5～0.9、かくはん翼の回転速度が $3\frac{1}{\text{sec}}$ 以下で使用されている。

要 因	水 準		
降下速度 m/min	0.7	1.0	1.2
翼径/容器径	0.3	0.5	0.9

珪酸系凝結剤を使用して、建設汚泥を固形化処理する場合のかくはん装置も上記の範囲にあると思われる。そこで、かくはん翼径と容器径との比、かくはん翼の降下速度（上昇時は回転を停止）を表-1のように変化させて効果を比較する実験を行った。他の実験条件は、汚泥比重1.40、かくはん翼の形状はかい型で直径40 cm、回転速度0.62 $\frac{1}{\text{sec}}$ 、凝結剤添加量18%（容量%）とした。

表-2 分散分析表

凝結剤混合後、72時間静置養生し、圧縮強度の分布を求めた。
実験で設定したかくはん条件の影響を評価する方法として、凝結汚泥の平均圧縮強度、てん充率（凝結汚泥量/全体汚泥量）、凝結汚泥の圧縮強度の変動係数から総合的に評価した。

要因	特性値	平方和	自由度	分散	寄与率
降下速度	圧縮強度	100.6	2	50.3	0.008
	てん充率	3904	2	195.2	1.447
	変動係数	5.7	2	2.8	0.889
翼径/容器径	圧縮強度	23666.7	2	11833.3	1.857
	てん充率	3455.4	2	1729.7	12.810*
	変動係数	106.8	2	53.4	16.740*
残 差	圧縮強度	25492.0	4	6373.0	
	てん充率	539.5	4	134.9	
	変動係数	12.8	4	3.2	
総 和	圧縮強度	49259.3	8		
	てん充率	4385.3	8		
	変動係数	125.3	8		

*危険率5%で検

4. 実験結果および考察

表-2に凝結汚泥の平均圧縮強度(δ)、てん充率(F)、圧縮強度の変動係数(V)をそれぞれ特性値とし、かくはん翼径(r)と容器径(R)との比(r/R)、かくはん翼の降下速度(v)を要因とした分散分析の結果を示す。また図-2に r/R 、および v と δ 、 F 、 V との関係を示す。

r/R のかくはん効果に対する影響に関して、 F と V とが5%の危険率で有意差があり、図-2に示すように、 r/R が増加すると共に F も増加しており、 r/R が0.9の場合には F は100%となっている。また、 δ は高くなり V は低下している。これは、かくはん翼と容器壁までの間隔が少なくなるにしたがい、かくはん翼の回転で移動する汚泥に、容器壁による乱流で混合する効果が加味されるためであると考える。

ひのかくはん効果に対する影響は表-2からは認められないが、図-2に示すように、 r/R が0.3、および0.5の場合には、 v が速くなるほど δ 、 F が低下し、 V が増大する傾向がある。これは、 v が速くなるほど単位時間あたりの翼かくはん量が減少するため、凝結剤の十分な分散ができないためと考えられる。しかし、 r/R が0.9では前記のように容器壁の乱流混合の影響が翼かくはん量の影響よりも卓越するので、 v の変化によるかくはん効果の違いは見られない。

以上のように、今回の実験結果から、かくはん効果の大きい設備条件は、 r/R が0.9、 v が1.2 $\frac{\text{m}}{\text{min}}$ である。この場合の平均圧縮強度は、凝結剤混合後約6時間で0.3 $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ 程度となり、処理汚泥はダンプロックによる運搬が可能な状態であった。

なお、この汚泥処理法で使用したJIS3号品の珪酸ソーダは、表-3に示すように、ほとんど有害な物質を含まず、ゲル化剤も無害なものである。したがって、処理した汚泥は無害なものであり、またpH値は中性付近にある。凝結汚泥の有害物質溶出試験の結果を表-4に示す。

5. あとがき

珪酸系凝結剤による汚泥固形化処理では、かくはん翼径と汚泥容器内径との比で、処理効果が大きく変化する。短時間で運搬できる程度にまで強度を増加するには、セメント添加法に比較してこの処理法が優れていると思われるので、かくはん混合装置に付随する周辺技術を充実させ、汚泥処理システムとして完成させたい。

参考文献

- 1) 岡田功, 染谷善晴, 「化学工学一般」共立出版
- 2) 高野晴男, 園部富士雄, 大下直次郎, 「珪酸系凝結剤による汚泥処理について」第13回土質工学研究発表会
- 3) 薄井宗光, 「薬液注入剤の性質と公害について」基礎工, Vol. 4, P 85, 1974

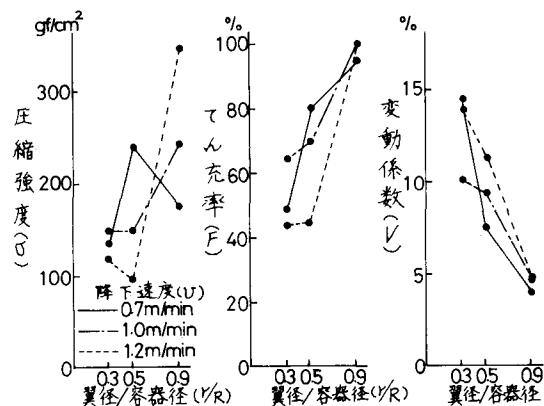


図-2 r/R 、および v と δ 、 F 、 V との関係

表-3 珪酸ソーダの化学分析結果

項 目	含有量 (mg/l)	検出限界 (mg/l)
鉄	8.9	
カドミウム	ND	0.05
ヒ素	ND	0.3
総水銀	ND	0.005
鉛	0.7	
総クロム	ND	0.5
マンガン	1.0	
カルシウム	5	

表-4 有害物質溶出試験結果

項 目	分析結果 (mg/l)	検出限界 (mg/l)
アルキル水銀化合物	ND	0.0005
水銀またはその化合物	ND	0.005
カドミウムまたはその化合物	ND	0.01
鉛またはその化合物	ND	0.1
有機りん化合物	ND	0.01
六価クロム化合物	ND	0.01
ヒ素またはその化合物	0.02	
シアン化合物	ND	0.01
PCB	ND	0.001