

スラッジの凍結融解法に関する一考察

東北大学 学生員 ○石橋良信
東北工業大学 加藤正弘
東北工業大学 田久信一

1. はじめに

水質汚濁防止法の施行にあたり、上水汚泥の効果的かつ経済的な処理方法の開発が急務となっている。しかしこの汚泥は脱水性が悪く何かしらの前処理が必要である。この前処理として現在、幾つかの方法が考えられているが、そのうちの凍結融解法について考えてみたい。この処理法の基本となる凍結現象は種々様々の要因が組み合わさり、非常に複雑であるが、今回はモデル汚泥を用いて凍結の時間変化と脱水性、凍結の際に現われる圧力等につき考察してみる。

2. 実験方法

(1) 試料

モデル汚泥は水酸化アルミニウムと水酸化オニ鉄を用いた。 $Al(OH)_3$ は硫酸アルミニウムに $Fe(OH)_3$ は硫酸オニ鉄にそれぞれ水酸化ナトリウムを加えて、ニカワ状の沈殿をつくり、デカンテーションして試験に供した。尚、 $Al(OH)_3$ のPHは6.8~7.2、汚泥濃度は4.1~4.2%、 $Fe(OH)_3$ はPH 5.0~5.4、汚泥濃度 5.3~5.5%の範囲である。

(2) 実験装置及び脱水指標

凍結は内容積9ℓ、冷却剤としてメチルアルコールを用いた空冷式の温度調節機付きフリーザーに、直径6.5cm高さ12cmのアイス缶に試料200mlを入れ凍結させた。融解後の脱水性はヌッチェ試験によるRuHrの比抵抗値、含水率及び減容比(未凍結汚泥と融解後24時間沈降させた汚泥の体積比)で判定した。また同時に静歪指示計に接続した圧力センサにより缶の中心部の圧の変化をみた。

3. 実験結果及び考察

図-1、図-2とも凍結温度が設定温度に下がりはじめの附近から脱水指標である比抵抗値、最終含水率は減少し、減容比は増加しており、この時点で脱水性が著しく改善されいくことがわかる。これ以前の区間は汚泥が部分的に水が引抜かれつつ、氷間に捕捉または中心部に濃縮されている過程であり、若干の脱水性の改善はみられるものの未凍結の部分が残されており、これが多分に脱水性をそこねている原因と思われる。

また凍結温度が設定温度に達した後は、各脱水指標は似かよった値をとり、それ以上の凍結は脱水性に効果を現わさないようである。表-1にその様子を値をもって示す。

さらに図中の比抵抗値をみると、凍結設定温度が $-15^{\circ}C$ 、 $-10^{\circ}C$ 、

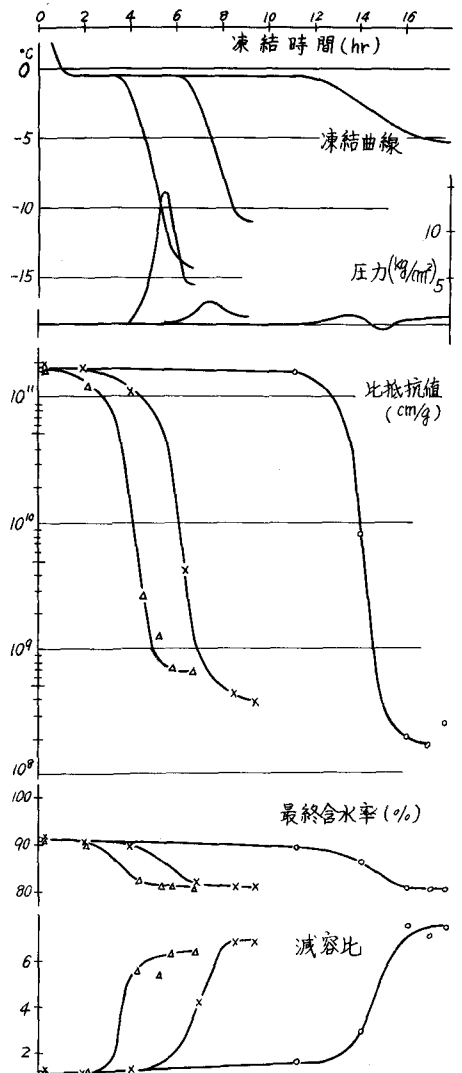


図-1 $Al(OH)_3$ による凍結時間と脱水性

-5℃の順に値が小さくなっており、0℃に近いゆっくりした凍結、即ち緩速凍結の方が急速凍結より良い脱水が期待できる。
しかし、最終含水率は凍結温度別にみても、それほど差はみられず、完全に凍らせさえすれば、それぞれのモデル汚泥で固有の値をもつようである。

時間経過に伴うこのような脱水性の変化は粗大化現象、つまり凍結させることにより粒子が結びつきあって大きな粒子を形成する現象に關係し、粗大化されている割合の多少によって脱水性が左右されると考えられる。この粗大化の割合は氷の成長のために排除され多量に中心部に集められた汚泥が凍結される時こそ顕著である。別の粗大化された量をはかるフルイ分け実験においても全てが凍る時点、即ち脱水性が急に良くなる時点と粗大化粒子量が急増する時期とはよく対応していた。

また一番凍結がおくれる中心部が凍る時に、逃げ道を失った汚泥が凍結する時の体積変化のために圧が生ずる。その圧のパターンは図にみられるように中心部が凍りはじめるあたりから上がりはじめ、凍りきる直前で最大となる。全体が凍った後は固体としての性状を示すため温度と共に凍結汚泥は収縮し、その結果圧は減少していくものと思われる。この圧は粗大化に対しては大きな役割をはたすものと考えられるが、一般に低い温度での凍結の方が高い値を示す傾向にあり、密に締めかためられた粗大化粒子を形成するようである。

表-2に凍結温度を変化させた場合の結果を示す。この表から-5℃でゆっくり中心への濃度集中とさせておき、-15℃の高い圧で締めかめるとより効果的な脱水効果を得ることができると思われる。

4. おわりに

脱水性の改善は以上のようにある設定温度で凍結させた場合、凍結時間の長さのみに比例しく良くなるというような性質のものではないが、完全に凍らせることはいずれにおいても必要な条件であらう。そしてこの際、圧力は粒子を粗大化させる面でもかわりがあると思われる。

また上水汚泥として岩沼市玉崎浄水場高速凝集沈殿池排水を用いた実験結果は、モデル汚泥と類似の傾向を示している。

表-2 凍結温度変化と脱水性

	凍結温度℃	比抵抗値 cm/g	最終含水率%	減容比
Al(OH) ₃	-5	2.73 × 10 ⁸	80.3	4.00
	-15	5.58 × 10 ⁸	80.9	3.15
	-5 → -15	1.49 × 10 ⁹	80.9	4.62
	-15 → -5	3.75 × 10 ⁸	81.0	4.11
Fe(OH) ₃	-5	1.04 × 10 ⁸	72.0	7.89
	-15	4.42 × 10 ⁸	68.2	7.70
	-5 → -15	1.69 × 10 ⁸	68.8	8.57
	-15 → -5	5.15 × 10 ⁹	77.1	4.16

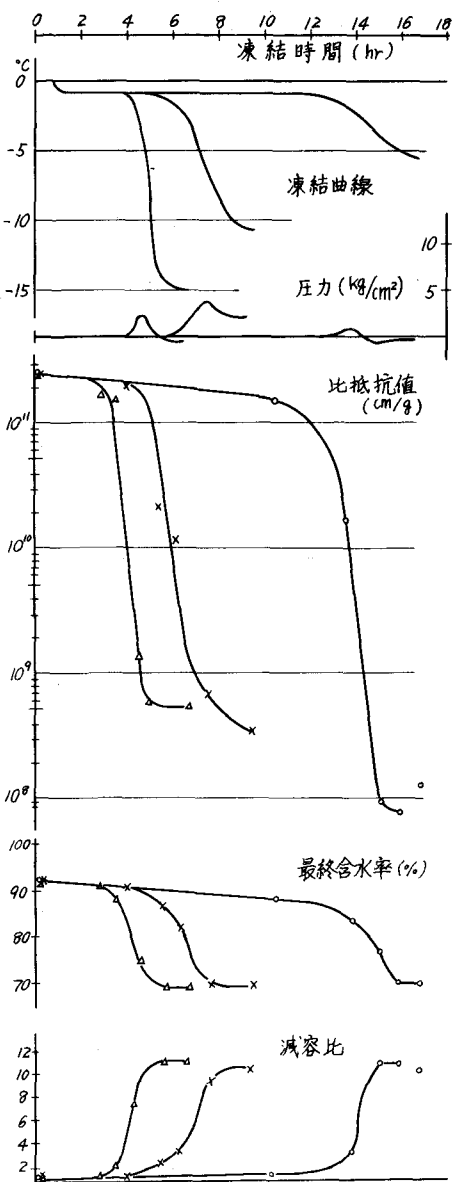


図-2 Fe(OH)₃による凍結時間と脱水性

表-1 完全凍結附近の脱水性
① 温度の下がりはじめ
② 圧力のピーク ③ 設定温度時点
④ 設定温度になつた1時間後

凍結温度	比抵抗値 cm/g	最終含水率%	減容比
Al(OH) ₃	-10 ① 3.64 × 10 ⁸	80.9	3.85
	-10 ② 4.41 × 10 ⁸	81.2	3.85
	-10 ③ 4.93 × 10 ⁸	80.9	4.01
	-10 ④ 3.02 × 10 ⁸	80.9	4.01
-15	-15 ① 6.14 × 10 ⁸	81.1	3.75
	-15 ② 5.78 × 10 ⁸	80.8	3.61
	-15 ③ 7.15 × 10 ⁸	80.6	3.80
	-15 ④ 5.09 × 10 ⁸	81.1	4.35
Fe(OH) ₃	-10 ① 2.94 × 10 ⁸	71.4	8.96
	-10 ② 2.87 × 10 ⁸	69.9	10.3
	-10 ③ 1.11 × 10 ⁸	69.3	10.3
	-10 ④ 2.26 × 10 ⁸	69.0	10.9
-15	-15 ① 5.27 × 10 ⁸	69.3	9.38
	-15 ② 5.10 × 10 ⁸	69.6	11.1
	-15 ③ 4.29 × 10 ⁸	68.9	10.5
	-15 ④ 3.21 × 10 ⁸	68.9	10.7