

産業廃棄物のコンクリート固化についての方法

北海道工業大学

正員 犬塚 雅生

正員 堀口 敬

正員 原田 勝男

学生員 ○五十嵐 敬明

学生員 中川 悠

学生員 大東 康一

1. まえがき

今日、産業廃棄物の処理方法が大きな社会問題となつてきているに当り、その廃棄物の一つである汚泥（上水場での急速ろ過法における沈殿泥）と、荷泥（ボーキサイトからアルミナを採った残滓）を処理するものの方法として、コンクリート固化による処理を研究テーマに実験を重ねてきた。荷泥については、従来よりセメント混和材としての効果が知られているがこれは、アメリカイリノイ州において1932年これを混和するに際し特許となつていゝもので、シリカ質混和材（ポゾラニ）でこれを使用すればセメントが水硬化する際にできる水酸化石灰と苛性ソーダとに化合し、不溶性の化合物をつくることになる。このような不溶性の化合物が強度を増し化学的抵抗性を増すものと考えられる。しかし我国ではこのような効果は知られながらも今迄研究の域を脱しておらず、少量が実験的に使用されているに過ぎず、その多くは廃棄処分されている。また汚泥に就ては、多くの利用性も見いだせずという現状である。このような現状を鑑み、本研究は以上の二つの産業廃棄物にある種の混和材を混入し、それぞれを組み合わせた軸圧縮強度を求め、その効果を調べたものである。

2.

2-1 実験方法

2-1. 実験方法

実験に当つては、5要因、3水準を取り、実験計画法に基づき直交表により割り付けをし試験を行つた。要因には荷泥、汚泥、塩化カルシウム、生石灰、養生方法を取り、水準決定に当つては、事前一応の目安を得るために予備実験も行ない、それぞれ次の水準とした。

汚泥（95%, 138%, 250%） 塩化カルシウム（0% 15%, 30%） 生石灰（0%, 15%, 30%） 養生方法（恒湿、水中、気乾）、荷泥の水準決定は資料より（0%, 15%, 30%）とした。

なお、ベークーニージはいずれもセメント量に対する重量百分率であり、セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、供試体形状は直径10cm、高さ20cmを用い、強度は2週間強度を測定した。割り付けは表1の通りである。

2-2. 結果、考察

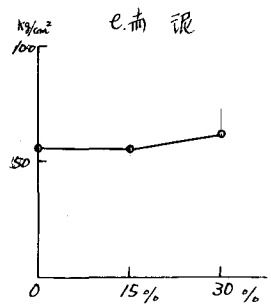
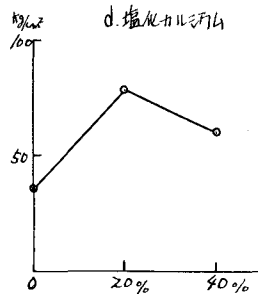
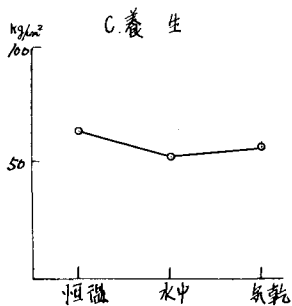
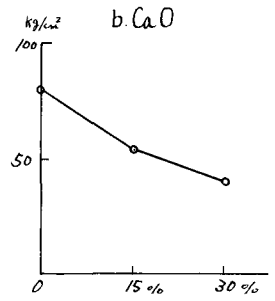
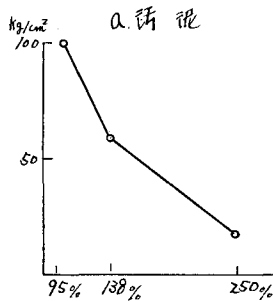
図1-a, b, c, d, e, は表1による結果である。

図による結果より、汚泥量の増加に伴い軸圧縮強度は低下するが、250%でもある程度の強度が得られるため、なお増加の余

表-1

No. 因子	汚泥	CaO	CaCl ₂	荷泥	養生条件
1	250%	0%	0%	0%	20°C 気乾
2			20%	15%	水中
3			40%	30%	水中
4			0%	15%	水中
5			20%	30%	20°C 気乾
6			40%	0%	20°C 気乾
7	30%	15%	0%	30%	20°C 水中
8			20%	0%	20°C 水中
9			40%	15%	20°C 水中
10			0%	30%	20°C 気乾
11			20%	0%	20°C 気乾
12			40%	15%	20°C 気乾
13	138%	0%	20%	0%	20°C 水中
14			40%	15%	20°C 水中
15			0%	30%	20°C 水中
16			20%	15%	20°C 水中
17			40%	0%	20°C 水中
18			0%	30%	20°C 水中
19	95%	15%	20%	15%	20°C 水中
20			40%	30%	20°C 水中
21			0%	0%	20°C 水中
22			20%	30%	20°C 水中
23			40%	0%	20°C 水中
24			0%	15%	20°C 水中
25	0%	30%	20%	30%	20°C 水中
26			40%	0%	20°C 水中
27			0%	15%	20°C 水中

地が残されているものと考え、次回実験では水準を増しその極限を求めようとする。また前泥については、30%付近で一軸圧縮強度（以下圧縮強度）は最大となるが、前泥量の増加に伴いおすがざはあるが圧縮強度は増加しているため、なお増加できるものと考えらる。混和材としての塩化カルシウムは、20%付近が最適値と考えられる。生石灰は、量の増加に伴い圧縮強度は減少し、養生法については、恒湿養生で圧縮強度は最大となることがわかった。



(縦軸は圧縮強度)

3. 次回実験

3-1. 実験方法

前回結果より、要因には、汚泥、前泥、塩化カルシウムの3つをとり水準は、汚泥(250%, 275%, 300%) 前泥(40%, 50%, 60%) 塩化カルシウム(10%, 20%, 30%)とし、実験方法、その他は、前回実験と同様である。

3-2. 結果・考察

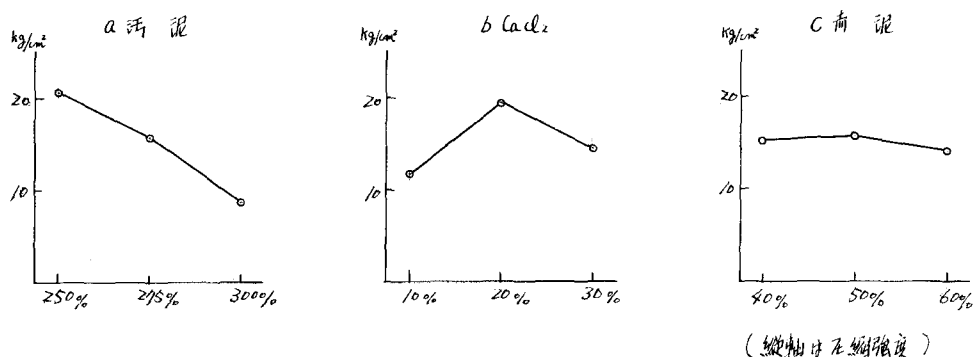
図2-a, b, c, は、表-2による結果で、汚泥は、最終的に300%がその限度であると考えられ、前泥においては、60%で強度がやや下降しているが、その中は、極めて少なく、まだ増加させる事が出来ると思われる。

塩化カルシウムは、前回実験よりも水準中をせざめ、実験を行なったが、今回も20%付近で、その強度が最大となるため、次回実験では、なお一層水準中をせざめ、最適塩化カルシウム量を決定したいと考える。

表-2

NO	汚泥	CaCl₂	前泥
1	>250%	10%	40%
2			50%
3			60%
4			40%
5			50%
6			60%
7	>275%	20%	40%
8			50%
9			60%
10			40%
11			50%
12			60%
13	>300%	30%	40%
14			50%
15			60%
16			40%
17			50%
18			60%
19	>250%	10%	40%
20			50%
21			60%
22			40%
23			50%
24			60%
25	>275%	20%	40%
26			50%
27			60%

図-2



分散分析表

要因	平方和 S^2	自由度	平均平方和 V	$F = \frac{V}{V_{e-}}$	因子割合 $P(\%)$
汚泥	647.469	2	323.735	13.774	37.6
$CaCl_2$	270.126	2	135.063	5.747	14.0
汚泥 $\times$ $CaCl_2$	203.910	4	50.978	2.169	6.9
汚泥 $\times$ 前泥	147.090	4	36.773	1.565	3.3
残差	329.035	14	23.503		38.2
合計	1597.630	26			100.0

4. 第三回実験

4-1. 実験方法

前回結果より、汚泥量は300%に固定し、前泥量を(60%、120%、180%)まで増加し、塩化カルシウム量は(18%、22%、24%)に水準を定めて、最適値を求める。

割り付けは、実験計画法、直交表 L_9 より割り付けをし、解析を行った。

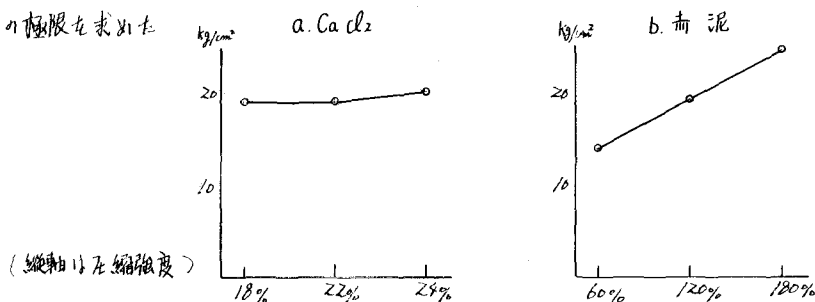
4-2. 結果、考察

図3-a、bは、表-3による結果で、塩化カルシウムは24%が最適値と決定した。前泥については、グラフが示す様に、量が増加するに従って強度が増し、まだ極限が求まらず、次回実験により、その極限を求めたいと考える。

表-3

No	汚泥	$CaCl_2$	前泥
1	300%	18%	60%
2			120%
3			180%
4		22%	60%
5			120%
6			180%
7		24%	60%
8			120%
9			180%

図-3



分散分析表

要 因	平方和 S^2	自由度	平均平方和 V	$F = \frac{V}{V_e}$	因子寄与率 (%)
荷 泥	55.431	2	27.716	2.470	13.3
CaCl ₂ × 荷泥	169.734	4	42.434	3.782	50.4
残 差	22.438	2	11.219		36.3
合 計	247.603	8			100.0

5. まとめ

以上の4にわたる実験の結果より、汚泥量の最大混入量は、セメント重量に対し300%の限度で、それ以上増加すると固化するが、固化した後も著しく強度が低下する事がわかった。混和材として使用した、生石灰、塩化カルシウムについては、生石灰は、混入量を増加するに従い強度が低下してゆき、本実験での混和材としては不向きである事が判り、塩化カルシウムによる効果は大きく、最適量が存在し、それは、セメント重量に対し、ほぼ24%付近である事が判った。養生条件では、恒湿による養生が最も効果があったが、それ以外の条件による強度変化は極めて小さく、そのために2回以降の実験では最も簡単な気乾養生を使用し、要因には加えない事とした。荷泥量については、以上の4の実験によれば、まだ増加できるものと考えられるので、現在、荷泥の最大混入量を求めるため4回実験を行なっている。