

赤泥と汚泥による産業廃棄物処理

北海道工業大学 正員 犬塚 雅生
 “ 正員 塚口 敬
 “ 正員 原田 勝男
 “ 学生員 〇塚本 正昭
 “ 学生員 村上 聡

1 まえがき

最近の経済の発展にもない産業廃棄物の処理方法が大きな社会問題になっている。今回の実験では、その産業廃棄物の赤泥(水-キサイトからアルミを採った残渣)と、汚泥(上水場での急速ろ過における沈殿泥)を処理するための一方法として、コンクリート固化による処理を目的として実験を行なった。この実験では軽量骨材の利点である吸水性が高く、比重が小さく、ローコストで車に入るといふことをいかにして天然軽量骨材を処理材として、一軸圧縮強度を高め、その効果を調べたものである。その結果を基にして大量発生し社会問題となっている赤泥と汚泥をある程度の強さをもったコンクリートとして処理できるかを実験した。本学における昨年度までの実験においては赤泥・汚泥とを組み合わせたと、汚泥・軽量骨材とを組み合わせたとによる2つの実験を各々に行なってきたが、今回はその2つの実験を一つにまとめたものである。赤泥・汚泥との実験においては、汚泥量の最大混入量はセメント重量に対して300%が限度であり、赤泥においては最終混入量を決定するには至らなかった。(参1)また汚泥・軽量骨材の実験においては、骨材が1000^{kg/m³}、1500^{kg/m³}において汚泥量が増加すれば圧縮強度は減少するが、2000^{kg/m³}において汚泥量250%の特圧縮強度は高い値を示すといふことが求められた。(参2)

2 実験方法の概要

実験に当っては、3要因3水準を取り実験計画法に基ずき交互表L₂₇(表1)により割り付けをし、解析を行なった。要因には汚泥・赤泥・軽量骨材を取り、水準決定に当っては昨年の実験の結果を基に、それぞれ次の水準とした。汚泥(50%・75%・100%) 赤泥(180%・300%・420%) 軽量骨材(200%・300%・400%) 塩化カルシウムは昨年の実験により24%が最適であったので今回の実験においては24%に固定した。養生においても昨年の実験結果より20℃恒温養生とした。なおパーセンテージはセメント量に対する重量百分率である。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。供試体は2体ずつ27種類を作成し、供試体は乱数表により、乱数順に打ち込む。打ち込み方法は3回に分けて空気を防ぐため、側面にバイブレーター振動を加えた。脱型は打ち込み後2日目に行なった。名々の供試体には、イオウキャッピングを行ない載荷荷重が均等にかかるようにして、50t万能圧縮試験機を使用した。練り方は手練りとし、コテを使用した。水の混入量は、実験Iにおいては混入量を適量とし、実験IIではフロー値を一定(30cm)にするこにより混入量を決定した。

3 使用材料

セメントは日鉄普通ポルトランドセメントを使用、比重3.15 汚泥は白井川浄水場で採取したものを使用し、含水比55%で比重1.14 赤泥は日産金萱小牧工場のものである。絶乾状態で粒径は1mm以下、比重2.00 軽量骨材は苫小牧付近の

NO	汚泥	赤泥	軽量骨材
1			200
2		180	300
3			400
4			200
5	50	300	300
6			400
7			200
8		420	300
9			400
10			200
11		420	300
12			400
13			200
14	75	180	300
15			400
16			200
17		300	300
18			400
19			200
20		300	300
21			400
22			200
23	100	420	300
24			400
25			200
26		180	300
27			400

表1 割り付け表

赤井産の天然軽量骨材を使用し、飽粒状態で粒径5mm~10mm、比重1.87

4 実験結果

表2 分散分析表 I-圧縮強度

要因	S ²	φ	V	F	ρ
A 汚泥	3295	2	1648	3.41	30
B 赤泥	3292	2	1646	3.41	30
C 軽量骨材	1970	2	985	2.04	18
BxC 交互作用	2816	4	704	1.46	13
e 残差	7725	16	483		9

S²: 平方和

φ: 自由度

V: 平均平方

F: $\frac{V}{V_e}$

ρ: 因子数

又よ、危険率5%においても有意となるものは得ることができなかった。

表3 分散分析表 I-水量

要因	S ²	φ	V	F	ρ
A 汚泥	458474	2	229237	5.27	19*
B 赤泥	1601669	2	800834	18.40	66**
C 軽量骨材	27224	2	13612	0.31	1
BxC 交互作用	532441	4	133110	3.06	11
e 残差	696259	16	43516		3

F分布の1%はF分布表より

$$F(2, 16 : 0.01) = 6.23$$

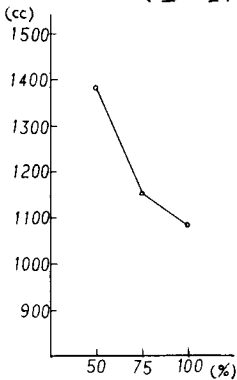
F分布の5%はF分布表より

$$F(2, 16 : 0.05) = 3.63$$

となるから、要因B(赤泥)が危険率1%で有意となり、要因A(汚泥)は危険率5%で有意となる。他の要因は危険率5%でも有意とならな

い。

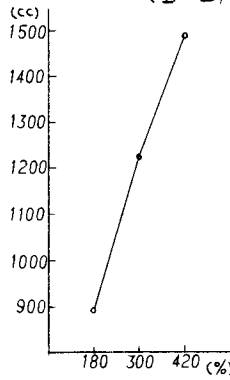
(図-1)



水と汚泥の主効果グラフ

信頼区間は±132, 48(cc)

(図-2)



水と赤泥の主効果グラフ

信頼区間は±173, 56(cc)

NO	実験 I	
	圧縮強度(%)	水量(cc)
1	138.40	1020
2	19.97	1480
3	108.74	760
4	102.81	1660
5	118.33	1020
6	121.43	1360
7	87.89	1660
8	87.04	1620
9	59.60	1900
10	81.02	1600
11	63.93	1500
12	72.36	1300
13	64.17	740
14	60.60	1280
15	64.61	740
16	90.51	1380
17	58.93	810
18	111.22	1120
19	91.72	1100
20	74.80	1420
21	70.66	1180
22	80.86	1300
23	88.38	1000
24	55.31	1580
25	66.38	760
26	44.35	800
27	35.43	580

表6 実験結果

NO	実験 I	
	圧縮強度(%)	水量(cc)
1	108.47	1620
2	58.13	1700
3	30.01	1340
4	112.64	1800
5	85.33	1800
6	80.12	1640
7	70.95	1660
8	84.15	2020
9	58.01	2220
10	76.25	1580
11	73.27	1620
12	60.52	1880
13	107.08	1360
14	83.36	1400
15	47.64	1180
16	78.00	1520
17	85.97	1580
18	81.36	1000
19	78.05	1340
20	77.45	1600
21	88.69	1420
22	77.36	1340
23	58.63	1580
24	60.06	1660
25	108.36	1060
26	37.74	880
27	24.32	1340

表7 実験結果

表4 分散分析表 II-圧縮強度

要因	S^2	ϕ	V	F	P
A 汚泥	476	2	238	2.36	4
B 赤泥	1781	2	891	8.82	13 **
C 軽量骨材	4623	2	2312	22.89	35 **
AxB 交互作用	622	4	156	1.54	5
AxC 交互作用	674	4	169	1.67	5
BxC 交互作用	4337	4	1084	10.73	32 **
e 残差	811	8	101		6

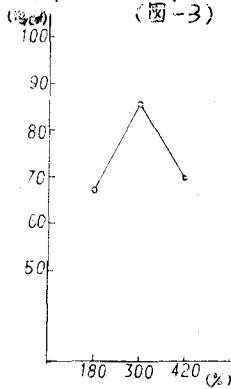
F分布の1%はF分布表より

$$F(2, 8; 0.01) = 8.65$$

F分布の5%はF分布表より

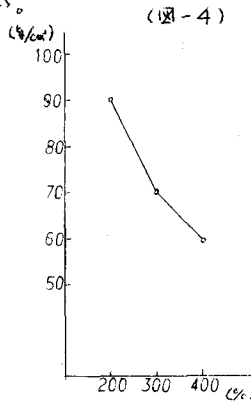
$$F(2, 8; 0.05) = 4.46$$

となり要因B(赤泥)、要因C(軽量骨材)と要因B×C(交互作用)が危険率1%で有意となり、他の要因は危険率5%でも有意とはならない。



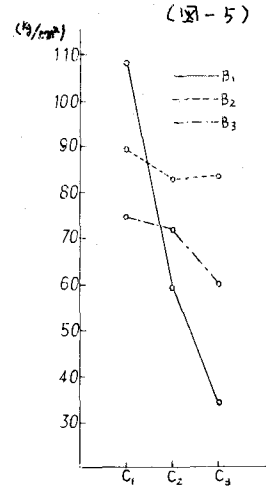
赤泥の主効果グラフ

信頼区間は±9.85 (kg/cm²)



軽量骨材の主効果グラフ

信頼区間は±9.85 (kg/cm²)



赤泥と軽量骨材の交互作用図

信頼区間は±17.07 (kg/cm²)

表5 分散分析表 II-水量

要因	S^2	ϕ	V	F	P
A 汚泥	770717	2	385356	14.89	33 **
B 赤泥	752386	2	376193	14.54	32 **
C 軽量骨材	45185	2	22593	0.83	2
AxC 交互作用	118800	4	29700	1.18	5
BxC 交互作用	338459	4	84615	3.27	15
e 残差	310448	12	25874		13

F分布の1%はF分布表より

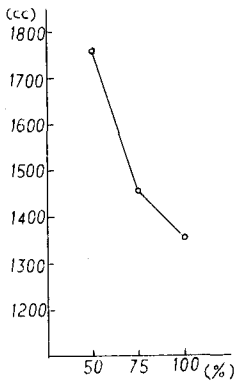
$$F(2, 12; 0.01) = 6.93$$

F分布の5%はF分布表より

$$F(2, 12; 0.05) = 3.88$$

となるから要因A(汚泥)、要因B(赤泥)が危険率1%で有意となる。他の要因は危険率5%でも有意とはならない。

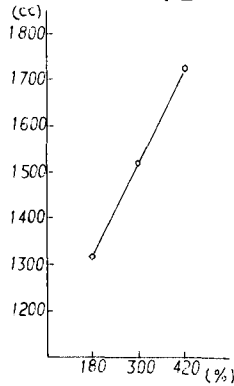
(図-6)



汚泥の主効果グラフ

信頼区間は±141.15 (cc)

(図-7)



赤泥の主効果グラフ

信頼区間は±141.15 (cc)

5 考察

実験Ⅰにおいては水の混入量を適当量とし、フロー値を一定とせず実験を行なった。その結果の分散分析については圧縮強度に関して危険率5%においても有意となる因子は存在しなかった。又水の混入量に関しては危険率1%、5%において、汚泥と赤泥の2つの要因が有意となった。以上のことを基礎として実験Ⅱを行なった。実験Ⅱに関しては水の混入量はフロー値を一定(30cc)とすることにより決定した。又圧縮強度では危険率1%で3つの要因が有意となり、交互作用においても有意となるものも出てきた。水の混入量に関しては危険率1%で汚泥と赤泥の2つの要因が有意となった。以上の分散分析をまとめた結果、汚泥については有意となったものは水の混入量だけで、汚泥量が増加すると水の混入量が減少することになった。(図-1、図-6)又、赤泥においては赤泥量が増加すると水の混入量は増加し、上限は得ることはできなかった。(図-2、図-7)圧縮強度に関しては30%の限度でそれを越えると強度は図-3のように低下した。軽量骨材においては水の混入量に関して有意ならなかったが軽量骨材の混入量が増加するにしたがい、水の混入量も増加し300%を過ぎると減少することになった。圧縮強度は200%の限度でそれを越えると圧縮強度は図-4のように低下し、もろくなった。

6 参考文献

- 1) 犬塚雅生、堀口敬、土木学会北海道支部 論文報告集 昭和51年度 第33号P219
- 2) 犬塚雅生、堀口敬、土木学会北海道支部 論文報告集 昭和51年度 第33号P383