

湾内へドロの焼結体の性質

福山大学大学院 学生会員 ○水口勝昭
福山大学工学部 正会員 富田武満
福山大学工学部 正会員 田辺和康

1. はじめに

1996年度の産業廃棄物の総量は4億500万トンにも達することがわかった。容積換算で東京ドーム327杯分の計算となる。排出された産業廃棄物の種類をみると、污泥が(47.7%)を占め、動物のふん尿(17.8%)、建設廃材(15.2%)、その他(19.3%)となっている。産業廃棄物の約半分を污泥と建設廃材が占めており、これらの処理処分が深刻化してきている。本報では、污泥のなかでも湾内のへドロに着目して、焼結による減量化法について検討を行った。

2. 実験方法

試料は児島と松永の底着へドロを対象とした。基準試料には木節ハロイサイトとクニゲルV1を用いて比較した。理化学的な性質は示差熱分析と蛍光X線により検討を行った。試料作成は一軸成型機により300kg/cm²の圧力で錠剤成形した。焼成条件の加熱温度は800℃、1000℃、1200℃、1400℃とした。昇温時間は4〜7時間に設定してピーク温度から2時間の焼成とした。焼成後の物理的性質については、かさ密度、開気孔率、閉気孔率、吸水率を求めて

検討した。

3. 結果及び考察

表-1は、示差熱分析より得られた値を示したものである。表中の↑は発熱ピークを示し↓は吸熱ピークを示す。木節ハロイサイトの83.7℃は吸着水の脱水、544℃は2層構造系の構造水の脱水を示し、982℃では再結晶のピークを示した。クニゲルV1は101℃で吸熱ピークを示し、引き続き489℃で発熱ピークが起こり、706℃で吸熱ピークが起こっていることから、モンモリナイト複合体の鉱物と同定した。対象試料の児島へドロと松永へドロのDTA曲線のピークを基準試料と比較してみると、クニゲルV1と近似したDTA曲線を示していることから、両へドロともにモンモリナイト系鉱物と同定した。

表-2は、蛍光X線分析より得られた全成分の含有量を示す。4試料とも多種多様

成分を含有しているが、SiO₂を最も多く含有していた。ここで、SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃の3成分について着目してみると、木節ハロイサイトは他の3試料と比べてみて、Al₂O₃の含有量が多くFe₂O₃含有量の少ない試料であることが認められた。そこで、焼結試験による形状変化をみると次のようであった。木節ハロイサイトは1400℃の加熱においても溶融化現象はみられないが、クニゲルV1とへドロ試料は800℃の加熱で溶融化が始まり1200℃の加熱では全体がガラス化した。つまり、Al₂O₃の含有量が溶融化現象に影響をおよぼし

表-1 示差熱分析結果

試料名	DTA/ピーク温度		
木節ハロイサイト	↓/83.7	↓/544.0	↑/982.0
クニゲルV1	↓/101.1	↑/489.7	↓/706.3
児島へドロ	↓/91.1	↑/343.7	↓/516.9
松永へドロ	↓/78.8	↑/423.3	↓/959.9

表-2 試料の全成分の含有量(%)

成分	木節	クニゲル	児島へドロ	松永へドロ
SiO ₂	58.510	73.629	62.278	67.414
Al ₂ O ₃	35.871	14.932	20.421	17.085
Fe ₂ O ₃	1.718	2.357	7.707	5.705
TiO ₂	1.159	0.187	0.743	0.600
MnO	0.007	0.101	0.158	0.074
CaO	0.313	2.738	1.532	1.125
MgO	0.314	2.480	2.038	1.625
Na ₂ O	0.171	2.768	1.660	3.265
K ₂ O	1.143	0.385	2.411	2.962
P ₂ O ₅	0.014	0.033	0.546	0.106
Cr ₂ O ₃	0.008	0.013	0.019	0.014
Zr ₂	0.023	0.021	0.004	0.019

ている。ちなみに SiO_2 と Al_2O_3 および Fe_2O_3 の3成分の融点を調べると、 SiO_2 は 1410°C 、 Al_2O_3 は 2050°C 、 Fe_2O_3 は 1570°C である。

表-3は加熱温度と気孔率の関係を示す。各試料とともに加熱温度が上昇するに伴い開気孔率は減少し、閉気孔率が増加する傾向がみられた。加熱温度 800°C では各試料とも開気孔率が高く、閉気孔率はほとんどなかった。加熱温度 1000°C の木節ハロイサイトと松永ヘドロは開気孔率の割合は他の2試料と比べると高いが、閉気孔率をみると木節ハロイサイトは0%で、クニゲルV1と両ヘドロにはわずかな閉気孔が存在していることがわかる。つまり、外見は緻密に焼結しているようにみえるが、多くの気孔が存在していることになる。

表-4は試料の密度と吸水率の関係を示す。吸水率も開気孔率と同様に温度が上昇すると共に吸水率が減少する傾向を示した。各試料の 800°C 加熱の吸水率をみると、木節と児島・松永ヘドロの吸水率は非常に高いが、クニゲルV1は他の試料と比べて低い値を示す。 1000°C 加熱についても同様な傾向を示すが、児島ヘドロと比べて松永ヘドロの方が吸水率の高い試料であることが認められた。 1200°C 以上の加熱では木節試料を除く他の試料は全て溶融化している。

松永ヘドロの破面を SEM 写真-1 よりみると、 800°C 加熱では粒子間の結合がみられないが、 1000°C 加熱では粒子間結合が生じて固化現象がみられる。また、微細な気孔を有する焼結体となっている。

4. まとめ

本研究では湾内ヘドロの焼結特性について検討を行った結果を整理すると次のようである。1) 対象としたヘドロはモンモリナイト鉱物と同定した。2) アルミナの含有量が焼結温度に左右する。3) 対象ヘドロの焼結温度は 1000°C の加熱を必要とし、 1200°C 加熱では溶融化現象がみられた。この焼結処理法は産業廃棄物の減量化処理対策として検討されているところだが、ヘドロ処理にも有効である。今後は建設資材としての利用について検討する。

表-3 加熱温度と気孔率の関係

試料名	加熱温度 ($^\circ\text{C}$)	開気孔率 (%)	閉気孔率 (%)
木節 ハロ イサ イト	800	22.7	0
	1000	18.3	0
	1200	0.4	0
	1400	0.3	2.4
クニゲル V1	800	11.8	0.9
	1000	8.1	4.1
児島 ヘドロ	800	28.8	1.8
	1000	9.1	6.4
松永 ヘドロ	800	28.1	1.4
	1000	21.8	3.1

表-4 各試料の密度と吸水率の関係

試料名	加熱温度 ($^\circ\text{C}$)	密度 (g/cc)	吸水率 (%)
木節 ハロ イサ イト	800	2.56	11.4
	1000	2.64	8.5
	1200	2.64	0.1
	1400	2.64	0.1
クニゲル V1	800	2.48	5.4
	1000	2.50	3.7
児島 ヘドロ	800	2.62	15.8
	1000	2.69	4.0
松永 ヘドロ	800	2.63	15.1
	1000	2.66	10.9



(a) 800°C 加熱



(b) 1000°C 加熱

写真-1 松永ヘドロ