

近畿大学理工学部 正員 ○玉井元治
同 上 正員 川東龍夫

1. まえがき

下水道整備の進行に伴い排出汚泥量も毎年増加の一途をたどり、これらは、環境保全と嵩の縮小を計る目的で焼却する方向にある。一方、都市河川の底質は、河川流域の宅地化により流出係数の上昇が著しく、降雨時の泥濘防止と衛生面から浚渫することが急務となっている。

本報告は、粉体系廃棄物のうち性状が比較的安定な下水焼却灰を用いた都市河川底質の処理とその有効利用が可能なることを示すとともに、粉体系廃棄物（都市ゴミ焼却灰、石炭灰等）と高含水系廃棄物（ヘドロ、ベントナイト泥水、工場汚泥等）との複合処理の可能性につき示唆するものである。

2. 実験方法

2. 1. 下水焼却灰の性質

汚泥の脱水ケーキを700～900℃のキルンまたは多段炉で焼却すると、自由水は蒸散し、有機物は燃焼し、無機物だけが残留する。特に粘土系物質に吸着している結晶水は400～500℃で発散し、活性化し易い SiO_2 と Al_2O_3 に変化するようであり、また凝集剤に $Ca(OH)_2$ を用いた場合には、それは580℃で CaO と H_2O に分解し、800℃以上の温度領域になると、 CaO を含むシリケートまたはアルミネート系化合物に変化し、弱水硬性を示すようになる。本実験には大阪府内の3ヶ所の下水処理場から排出されている焼却灰を用いたが、それらの化学分析結果と物理的試験結果を表-1に示し、また、粉末X線試験結果を図-1に示す。

表-1. 焼却灰の化学分析結果と物理試験結果

化合物または 試験項目	単位	試料名		
		A	B	C
SiO_2	%	12.8	23.1	12.1
Al_2O_3	"	5.8	11.1	6.1
CaO	"	38.2	1.0	39.9
Fe_2O_3	"	21.3	10.2	20.2
MgO	"	1.13	0.83	1.19
Na_2O	"	0.52	0.66	0.46
pH(16℃)	-	13.1	8.3	13.1
比重	-	3.26	2.71	3.19
嵩比重	-	0.676	0.596	0.741
保水量	%	85	72	83

試料A, Cは、汚泥凝集剤として塩鉄と石灰を用い酸化雰囲気焼却され、試料Bは、汚泥凝集剤に高分子系のものを用い還元雰囲気焼却されている。

2. 2. 河川底質の性質

都市河川の底質中には、一般に木片、鉄クズ、プラスチック、ゴム類、ガラス、陶器等が10数%含まれており、それらを除去した後、処理することが望ましい。本実験には大阪府寝屋川の2地点における底質を用い、それらの土質試験結果は表-2に示す。

図-1. 焼却灰のX線回折試験結果

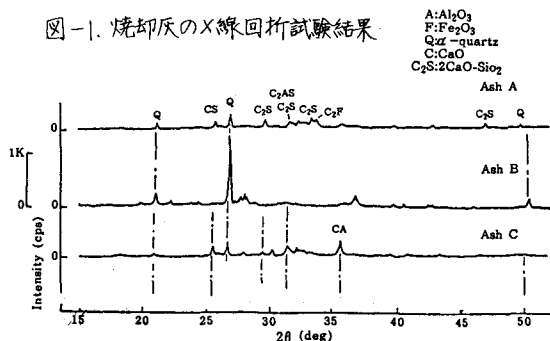


表-2. 底質の土質試験結果

項目	試料	底質A	底質B
粒度特性	礫分(2000 μ m以上) %	2	0
	砂分(75~2000 μ m) %	51	8
	シルト分(15~75 μ m) %	24	48
	粘土分(5 μ m以下) %	23	44
	最大粒径 mm	4.76	0.84
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %	68.4	94.9
	塑性限界 w_p %	33.7	46.4
	塑性指数 I_p	34.7	48.5
	日本統一土質分類	SC	OH
分類	土質名	粘土質砂	有機質粘土
	土粒子の比重 G_s	2.576	2.571
	含水比 w_n %	103.4	134.7

2. 3. 各種試験方法

- 1). 運搬性能試験 JIS R 5201 のフロー試験を行いフロー値が105以下を運搬可能とした。
- 2). 一軸圧縮強度試験 $\phi 5 \times 10 \text{ cm}$ 供試体を作成し、JIS A 1216 に準じ実施した。
- 3). CBR試験 JIS A 1211 により実施した。

3. 室内試験結果 室内実験には焼却灰Aを用いて底質A、Bを処理した。

3. 1. 運搬性能試験

底質Aを運搬可能とするには焼却灰を25%以上添加すればよく、また、CaOを焼却灰に対し5%添加したものでは18%以上添加すればよいようであり、底質Bではそれぞれ38%、および30%混入すればよい。(図-2 参照)

3. 2. 一軸圧縮強度

配合は底質が運搬可能な混合比とし、底質Aでは、焼却灰を30%と40%、底質Bでは、焼却灰を40%と50%混合し、湿潤養生を行うと材令と強度の関係は、図-3に示すように、底質Aでは、2~5 kgf/cm^2 となり、底質Bでは1~5 kgf/cm^2 となる。なお、空中養生を行うと材令の進行に従い急激に上昇し、材令28日では湿潤養生下の3~4倍になる。また、セメントや石灰を焼却灰に5~10%添加したものを用いると一層強度を増加することができる。

3. 3. CBR

各試料は、材令7日以上経過したものを、CBR締固法で求めた最適含水比の水量に調整し、92回3層として供試体を作成し、CBR試験を実施した。各CBR 2.5は底質Aを焼却灰30または40%で処理すると5~9%となり底質Bを焼却灰40または50%で処理すると12~16%となる。

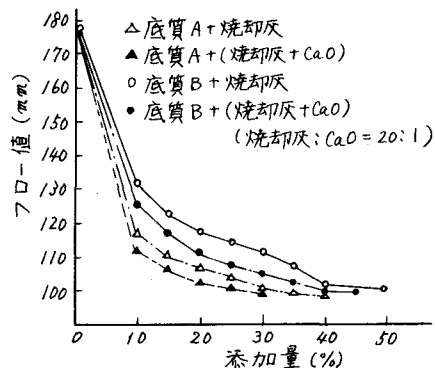


図-2. 焼却灰の添加量とフロー値の関係

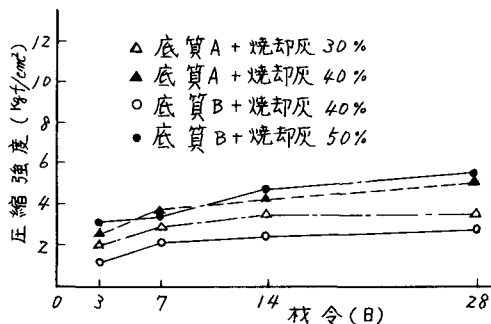


図-3. 底質処理物の一軸圧縮強度

4. 屋外実験

底質Aを図-4の処理システムを用いて、焼却灰Cにより、現場規模の底質処理実験を実施した。実験は5区画とし、処理物を挿入する各区画の大きさは4×4×0.5mとした。

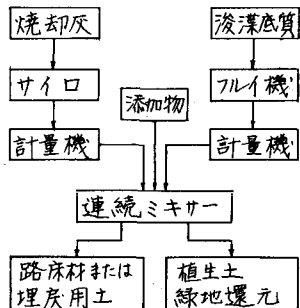


図-4. 底質処理システム
のフローシート

表-3. 各区画の配合と混合物の性状(材令 7日)

項目 区画	A	B	C	D	E
配合	Ash 30%	Ash 40%	Ash 30% + CaO	Ash 30% + Cement	Ash 40% + CaO
CBR 2.5	5.0	15.0	43.6	14.3	4.2
CBR 5.0	7.1	20.0	48.1	18.5	48.6
$q_c \text{ kgf/cm}^2$	25	30	10	27	8

本処理法の特徴は、従来困難とされていた底質と粉体の混合に流動化コンクリート用のレミキサーを改良した連続ミキサーを使用した点と、混合物は即時運搬し埋戻材および植生土として利用できる点にある。また植生土として利用する場合には焼却灰の混合量を20~25%に低下させることができる。

なお、有害重金属等、健康9項目の溶出試験を行っているが全て安全側である。

最後に、本研究に御援助、御協力をしていただいた大阪府土木部に対し感謝いたします。

但し、

Ash: 焼却灰

添加物はAshの
各5%とした。