

VII-121 建設汚泥の焼成による有効利用（その5）

－セメント混入汚泥の適性－

五洋建設(株) ○正会員 徳永 豊
 建設省土木研究所 小川 伸吉
 (財)先端建設技術センター 鮑本 一己
 (株)大林組 正会員 炭田 光輝

1. まえがき

建設省土木研究所と(財)先端建設技術センターおよび民間企業22社では、共同研究『建設汚泥の高度処理・利用技術の開発』を実施している。この共同研究の一環として、建設汚泥を造粒してから焼成することによって、粗粒材料としてドレーン材等に利用する技術について研究を行っている。本文は、原料汚泥のセメント混入量が焼成物の性状及び安定性に及ぼす影響を調査した室内試験結果の一部をまとめたものである。

2. 試験目的

建設汚泥にはセメントが多量に含まれる場合があるため、セメント混入量による焼成物の品質と長期安定性を評価することを目的として焼成物の強度試験や溶出試験等を実施した。

3. 試料

原料には、地中連続壁工法より発生したベントナイトを含む泥水とSMW工法より発生した汚泥（以下SMW）を用いた。泥水には普通ポルトランドセメント（以下NP）を無添加、乾土量当り20%および40%添加したものを脱水したケーキを試料とし、SMWはそのまま試料とした。なお、フィルタープレスで脱水する際には、無機凝集剤のPACを泥水容積当り2%添加した。

表－1と表－2に、試料の化学組成と脱水ケーキの土質性状を示す。泥水の主成分は、シリカとアルミナであった。SMW試料は、カルシウム量でセメント40%添加と同等であった。

表－1 試料の化学組成（単位%）

組成	泥水	脱水ケーキ			SMW
		NP0%	NP20%	NP40%	
SiO ₂	60.2	54.0	51.7	46.8	54.0
Al ₂ O ₃	22.5	29.2	24.7	21.8	16.6
Fe ₂ O ₃	5.6	5.0	5.0	4.6	2.3
MgO	2.6	2.1	2.3	2.2	2.8
CaO	2.6	0.5	10.0	18.4	19.5
K ₂ O	2.4	2.0	1.9	1.6	1.7
SO ₃	1.7	4.5	2.1	2.7	2.0
Cl	0.7	1.5	1.2	0.8	0.1
その他	1.7	1.2	1.1	1.1	1.0

表－2 脱水ケーキの土質性状
（セメント無添加）

濕潤密度	(g/cm ³)	1.299
含水比	(%)	234.8
土粒子の密度	(g/cm ³)	2.521
液性限界	(%)	340.2
塑性限界	(%)	130.1
塑性指數		208.6
粒度組成	砂 (%)	0.4
	シルト (%)	8.9
	粘土 (%)	90.7

4. 試験方法

試験方法を表－3に示す。試料は110℃で48時間乾燥した後、ジョークラッシャを用いて2mm～5mmに粒度調整した。焼成条件は、焼成温度を1000℃、焼成時間を1時間とした。また、溶出試験の浸漬水には蒸留水と塩分濃度1.5%の人工海水を用い、所定の期間浸漬したのち溶出量と成分を分析した。

5. 試験結果

表－4に焼成直後および浸漬60日後の圧壊試験結果を示す。無添加試料焼成直後の圧壊強度は37.7kgf/P（粒強度）であり、セメント添加量の増加に伴い低い値を示した。また、各NP添加量の焼成直後と60日浸漬後との強度比較では、顕著な差は認められなかった。一方、SMWの圧壊強度は1.07kgf/Pと著しく低い値を示した。SMWは採取した試料をそのまま乾燥したのち粒度調整して焼成しているのに対して、泥水はフィルタープレスで脱水したのち以後同様に焼成している。焼成前の試料調整の違いも、強度差の一因と考えられる。図－1に焼成物断面のSEM写真を示す。セメント添加量の増加に伴い、空隙が増加している。また、SMW焼成

物は空隙の径が大きく、さらに量も多くみられる。

表－5に溶出試験結果を示す。溶出量(%)は、溶出重量／試料重量×100(%)とした。10日、30日および60日の溶出量の経時変化をみると、蒸留水では増加傾向にあり、海水では平衡状態にある。溶出量はセメント添加量が多いほど増加する傾向にある。しかし、その最大はNP40%添加試料蒸留水60日浸漬後の1.6%と少量であった。浸漬水に用いた蒸留水および海水のpHは、それぞれ5.9、7.1であった。浸漬水pHは、セメント添加量の増加に伴い高くなる傾向にある。NP40%添加焼成物の溶出主成分は、硫酸カルシウムであり、少量の炭酸カルシウムが含まれていた。

NP無添加とNP40%添加の焼成直後の透水係数はそれぞれ $3.0 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 、 $2.9 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ であり、60日蒸留水および海水浸漬後においては $3.1 \times 10^{-1} \sim 3.2 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ であり、浸漬前後にほとんど変化がなかった。粒度試験においても、焼成直後と60日浸漬後とは、変化がみられなかった。

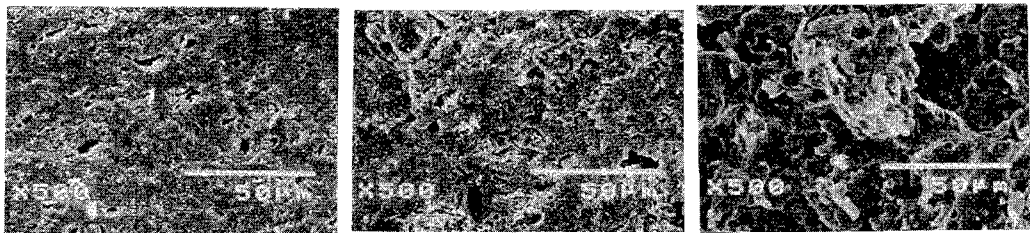
これらのことより、地中連続壁工法より発生する泥水においては、焼成物をドレーン材等に有効利用する場合、強度・透水性・粒度については長期安定性が確保できると思われる。しかし、セメント含有量が増加すると焼成物の強度が低下する傾向にあるため、原料の受け入れ基準にセメント含有量の項目を設定することが望ましい。

表－3 試験方法

試料	NP0%、NP20%、NP40%、SMW
乾燥	炉乾燥、110℃、48時間
粒度調整	ジョークラッシュ粉砕、2mm～5mm
焼成	焼成温度1000℃、1時間
焼成後の試験	圧壊試験（JIS Z 8841） 粒度試験（JSF T 131） 透水試験（JSF T 311） 蛍光X線分析、SEM分析
浸漬水	蒸留水、人工海水
浸漬後の試験	圧壊試験（JIS Z 8841） 粒度試験（JIS T 131） 透水試験（JIS T 331） 溶出試験、蛍光X線分析

表－4 圧壊試験結果

試料	試験条件	平均粒径 (mm)	平均強度 (kgf/P)
無添加	焼成直後	3.62	37.7
	60日蒸留水浸漬後	3.58	26.5
	60日海水浸漬後	3.52	34.1
NP20%	焼成直後	3.44	26.9
	60日蒸留水浸漬後	3.37	24.6
	60日海水浸漬後	3.46	25.0
NP40%	焼成直後	3.18	20.9
	60日蒸留水浸漬後	3.54	23.7
	60日海水浸漬後	3.62	18.8
SMW	焼成直後	4.04	1.07



無添加

NP40%

SMW

図－1 SEM分析結果（500倍）

6. あとがき

本報告は、冒頭に述べた建設省総プロの共同研究におけるドレーン材グループ（建設省土木研究所、(財)先端建設技術センター、(株)大林組、(株)熊谷組、五洋建設(株)、大豊建設(株)で構成）の研究成果の一部をとりまとめたものである。

表－5 溶出試験結果

浸漬水	試料	溶出量(%)			pH		
		10日	30日	60日	10日	30日	60日
蒸留水	無添加	0.36	0.20	0.41	6.1	6.7	6.0
	NP20%	0.77	0.97	1.34	10.1	10.2	9.1
	NP40%	1.03	1.23	1.60	11.0	11.1	10.5
海水	無添加	0.54	0.04	0.12	6.3	6.7	6.5
	NP20%	1.30	0.94	0.85	9.1	9.1	10.3
	NP40%	1.14	0.57	0.92	10.4	10.2	11.1