

VI-323

建設汚泥の焼成による有効利用（その2）

－室内試験による焼成条件の検討－

五洋建設(株)

正会員 徳永 豊

〃

川崎 喜孝

(株)大林組

正会員 黒木 泰貴

建設省土木研究所

小川 伸吉

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、実機プラントでの焼成条件を検討するために実施した室内焼成試験の結果の一部をまとめたものである。

2. 試験目的

室内焼成試験は、最適な焼成温度や焼成時間等の条件のほか、焼成前の粒径の影響や焼成助剤の効果について検討するために実施した。また、最適と思われる焼成条件による焼成物について、ドレーン材等に用いる粗粒材料としての適用性を検討するため、破壊強度や耐久性等の試験を実施した。

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を脱水した脱水ケーキを用いた。その物理・化学特性を表-1に示す。なお、脱水時には、凝集剤として硫酸バンドを使用した。試験には、脱水ケーキを乾燥機（110℃）で48時間以上乾燥した後、木ハンマーで粉碎・粒度調整した試料を用いた。

表-1 原料汚泥の物理・化学特性

土粒子の密度 (g/cm³)			2.687		強熱減量 (%)				9.5		
粒度組成 (%)	砂		18		コンシステンシー (%)				液性限界		85.5
	シルト		40						塑性限界		38.7
	粘土		42						塑性指数		46.8
化学組成 (%)	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO	MgO	K₂O	SO₃	P₂O₃	TiO₂	Na₂O	
	62.5	22.5	3.6	3.6	2.4	2.3	2.1	0.6	0.4	0.3	

4. 試験方法

焼成には左右対称に発熱体をもつ電気炉（炉内寸法250×300×700mm）を使用し、炉内温度が所定の温度に達した後、試料を入れ再び所定の温度に達した時点（約10分）を焼成開始時刻とした。なお、焼成後は炉から出して室温で自然冷却とした。焼成助剤には水ガラスとホウ砂を用い、試料1kgに対して水ガラスは2ml、ホウ砂は3gをそれぞれ200mlの水に薄めた液を、霧吹きで吹き付け、乾燥を繰り返して表面に均一に添加した。

5. 試験結果

焼成条件と試験結果を表-2に示す。

1) 焼成温度 最適焼成温度を得るために、焼成時間を1時間とし、3条件の焼成温度で焼成した。1200℃で焼成した試験No1は、溶融して固結した。1000℃で焼成したNo2の圧壊強度が161.7kgf/cm²に対し、800℃で焼成したNo3は47.6kgf/cm²と低い値であった。また吸水率においても、No3はNo2より10%ほど高い値を示しており、800℃では焼成が不完全と判断し、最適焼成温度を1000℃とした。

2) 焼成温度 最適焼成温度1000℃で、焼成時間を0.5h, 1h, 1.5hとした試験No4, 2, 5を比較すると、圧壊強度は141.8kgf/cm², 161.7kgf/cm², 216.2kgf/cm²と焼成時間が長くなるにつれて高くなった。0.5hで焼成した焼成物においても十分の圧壊強度を示したが、実機での効率を考慮して、最適焼成時間を1時間と設定した。

3) 粒径 焼成時の粒径を2～5mmと小さくした試験No6の圧壊強度は111.1kgf/cm²と、粒径5～10mmの試験No2の161.7kgf/cm²より幾分低い値を示した。また吸水率は粒径2～5mmでは26.7%、粒径5～10mmでは27.2%とほぼ同

様な値であった。これらのことから粒径の違いは、焼成物の品質にはほとんど影響がないと考えられる。

4) 助剤 比較的低い融点をもつ物質を助剤として焼成前の粒状物の表面に塗付することによって最適焼成温度の低下、または焼成物の強度増加を図ることをねらいとして試験No7,8を実施した。圧壊強度は水ガラスにおいては45.8kgf/cm²、ホウ砂においては35.9kgf/cm²で共に試験No3と同程度であり、今回設定した試験条件では助剤の効果は認められなかった。

表-2 焼成条件と試験結果

試験 No.	焼 成 条 件				検討項目	試 験 結 果		
	温度 (°C)	時間 (hr)	助 剤	粒 径 (mm)		重量減 (%)	圧壊強度 (kgf/cm ²)	吸水率 (%)
1	1200	1.0	無添加	5~10	最適温度	(溶融のため試験不能)		
2	1000					9.1	161.7	27.2
3	800					8.1	47.6	37.0
4	1000	0.5	無添加	5~10	最適時間	9.7	141.8	24.7
5		1.5				9.9	216.2	22.8
6	1000	1.0	無添加	2~5	粒度	9.6	111.1	26.7
7	800	1.0	水ガラス	5~10	助剤	7.6	45.8	36.5
8			ホウ砂			8.7	35.9	35.5

5) 焼成物の特性 最適条件（1000℃，1時間，助剤無添加）で焼成した焼成物を用いて、ドレーン材適用性の品質試験を行った。その試験法と試験結果を表-3に示す。荷重20kgf/cm²載荷後の破砕率は4.6%と低い値であった。CBR値は31.6%で、日本道路公団の材料規定路床上部10%以上および路盤下層30%以上を満たしている。また、炉乾燥・水浸を5サイクル行うスレーキング率試験では、スレーキング率0%と細粒化は認められなかった。表-4に、グラベルドレーン材として一般的に使用される6号・7号砕石と焼成物の粒度を示す。今回焼成したものは、焼成による割れがなく焼成前の粒度と同じ6号砕石と7号砕石に近い粒度で焼成された。このように焼成物は、強度、破砕抵抗性、安定性および粒度などの試験結果では、ドレーン材として使用できる可能性を示している。

表-3 試験結果

試 験 項 目	試 験 法	試験結果
圧壊強度(kgf/cm ²)	JIS Z8841	145.9
吸水率 (%)	JIS A1110	25.9
破砕率 (%)	JHS 109 *1	4.6
CBR 膨張比 (%)	JIS A1211	31.6 0.085
スレーキング率 (%)	JHS 110 *1	0

*1 ふるいは2mmを使用

表-4 単粒度砕石と焼成物粒度

ふるい呼寸法 mm 呼び名		ふるい通過質量百分率 (%)				
		20	13	5	2.5	1.2
砕石	S-13(6号)	100	85~100	0~15		
	S-5 (7号)		100	85~100	0~25	0~5
焼成物 2~5mm				100	19	4
焼成物 5~10mm			100	16	3	0

6. まとめ

- (1) 試験結果から焼成温度1000℃，焼成時間1時間の最適焼成条件を見いだした。
- (2) 2~10mmの焼成前粒度による焼成物は、粒径が小さい程強度が低い、実用上の差はないと考えられる。
- (3) 水ガラスおよびホウ砂の助剤としての効果は、今回の試験条件では認められなかった。
- (4) 焼成温度1000℃，焼成時間1時間で焼成した焼成物は、強度、破砕抵抗性、安定性、粒度の試験結果より、ドレーン材に適用できると考えられる。

なお、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ことを付記する。