

Ⅶ-240

低温焼成した建設汚泥ケーキの植生用土等への適用性について

前田建設工業(株) 正 小口 深志 正 林原 茂 正 田窪 祐子

1. はじめに

建設工事で発生する汚泥ケーキについては利用率向上の気運が高まっており、土木用資材等への利用技術の開発に余念のない状況である。汚泥ケーキはこれまで土質材料への利用に向けたセメント系の改良技術を中心に開発が進められてきた。一方で、緑農地などへの大量利用の需要も大きく、植生用の土壌化技術の開発が切望されている。

汚泥ケーキを植生用土として利用する場合、セメント系改質ではその固結性などによる生育阻害が懸念される。また、造粒し1000℃以上の高温で焼成する方法では、製品が単一粒径の骨材状となるため、植生用土としての物理・力学的品質には適合せず、改質エネルギー・コストも見合わないケースが多い。

そこで、熱的改質において、植生用土としての品質を確保し、エネルギー・コストを低減する目的で、造粒工程の省略や低温焼成による利用を考え、室内試験により600～800℃の焼成物の適用性を確認した¹⁾。

今回は実際の焼成キルンによる低温焼成試験を行い、焼成物の諸特性についてさらに詳細に検討したのでその内容について報告する。

2. 試験方法

(1) 供試材料

汚泥ケーキにはダム骨材プラントにおける濁水処理工程で発生した脱水ケーキを用いた。ケーキ原土の物性については後掲の表2中に示す。

(2) 焼成方法

ケーキをそのまま焼成キルンに投入し、排出された焼成物の物性を調査した。焼成温度は650℃と800℃の2水準とした。焼成キルン及び運転の諸元を表1に示す。

表1 焼成キルンと運転の諸元

キルン内径×胴長	φ397mm×5,600mmL	
キルン傾斜角	2.5/100	
キルン回転数	2 rpm	
焼成温度	650℃	800℃
原料投入速度	60 kg/h	
滞留時間	55 min	
総製品量	130 kg	190 kg
ダスト率	7.2%	7.7%

3. 試験結果

ケーキ原土と焼成材の物性を表2に示す。

(1) 物理特性及び力学的特性の改良効果

最適含水比($w_{opt}=32\sim34\%$)に調整し、締め固めた際のコーン指数は、ケーキ原土で17kgf/cm²であるのに対し、焼成材では60kgf/cm²を超えており、焼成材は粗粒物が適度に混合された用土としての外見を呈した。これより、焼成材が埋戻し土・盛土等への土質材料として利用でき得ることが示された。また、有効水分保持量、飽和透水係数、及び耐水性粒度分布において、ケーキ原土は植生用土としての基準値の範囲外であったものが、低温焼成土は基準値の範囲内となることが確認された。耐水性粒度の結果が示すように、低温焼成材の場合はキルンで回転させながら焼成することにより、適度に粗粒状の団粒体が生成され、このために透水性が高まったものと考えられる。なお、一般に1000℃以上の高温で焼成した材料の吸水率は約20%であるのに対し、低温焼成材の吸水率は50%以上と高かったのは、1000℃以上の高温焼成では粗粒材の焼結強度が高く、粗粒材内部への浸水が阻まれるのに対し、低温焼成では焼結強度が低く、粗粒材の内部にまで浸水したためであり、このことが低温焼成材の有効水分保持量を高めている一因でもあると考えられる。なお、650℃と800℃の焼成材を比較すると、物理特性や力学的特性においては、いずれも大差はないことが判明した。

キーワード／建設汚泥ケーキ、低温焼成、植生用土

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16 TEL 03-3977-2453 FAX 03-3977-2251

(2) 理化学的特性

植生用土壌としての理化学的特性には、植生生理への影響や肥効に関するpH、有機物、窒素、リン、交換性陽イオンの諸量が挙げられる。

pHについては、前報¹⁾の場合と同様に焼成温度の上昇に従って炭酸カルシウムの脱炭酸に伴う生石灰化が進み、pHが高くなる傾向があるため、焼成温度が低い方が植生生理への影響は小さいと考えられた。

強熱減量、腐植、全窒素、有効態リン酸については、本試験に供したケーキが無機性の石粉を主体としたものであるため、ケーキ原土、低温焼成土のいずれにおいても植生用土としての基準値を下回った。大半の建設汚泥ケーキが無機性の汚泥であることを考慮に入れば、建設汚泥ケーキの低温焼成材を植生用土として利用するには所要の肥料を添加する必要があるといえる。

また、陽イオン交換容量については焼成温度の増加に伴い減少する傾向がみられたが、これは鉱物学的な熱変質に伴うものと考えられる。

4. おわりに

実際の焼成用キルンによる、建設汚泥ケーキの低温焼成材の物性が明らかにされた。その結果、650～800℃の低温焼成材において植生用土としての物理・力学的特性の向上が認められたが、理化学的特性を考慮すると、なるべく低温側で焼成し、さらに肥料成分等の添加によって、植生用土への適用が可能であることが示唆された。

今後は、低温焼成材による植生試験を実施する予定である。

最後に、キルン焼成設備の提供と運転の協力を頂いた日立造船株式会社 環境事業本部の各位に深謝いたします。

（参考文献） 1) 田窪, 小口：建設汚泥ケーキの低温焼成材の物性について, 土木学会53回年講VII, pp110-111, 1998

表2 ケーキ原土と低温焼成材の諸物性

測定項目	ケーキ 原土	低温焼成材		植生用土 基準値*1
		650℃	800℃	
土粒子密度 [g/cm ³]	2.700	2.710	2.730	—
含水比 [%]	45	0.3	0.0	—
粒 2～75mm [%]	2	—	—	—
度 75μm～2mm [%]	20	—	—	—
分 5～75μm [%]	67	—	—	—
布 <5μm [%]	11	—	—	—
物理 液 液性限界 [%]	NP	—	—	—
理 塑 塑性限界 [%]	NP	—	—	—
・ 性 塑性指数 [%]	—	—	—	—
力 コーン指数*2 [kgf/cm ²]	17	62	66	—
学 吸水率 [%]	—	54	56	—
的 最大含水量 [%]	44	63	57	—
特 有効水分保持量 [l/m ³]	74	183	235	≥80
性 飽和透水係数 [cm/s]	3×10 ⁻⁵	4×10 ⁻⁴	7×10 ⁻⁴	10 ⁻³ ～10 ⁻⁴
*3 ≥2mm [%]	0	37	37	20～40
耐 1～2mm [%]	0	9	11	30～80
水 0.5～1mm [%]	1	6	9	
性 0.25～0.5mm [%]	2	12	7	
粒 0.1～0.25mm [%]	13	5	8	
度 <0.1mm [%]	84	31	28	—
pH (H ₂ O)	7.9	8.9	12.1	4.5～8
強熱減量 [%]	2.4	0.6	0.2	—
腐植 [%]	0.7	0.1	0.1	—
全窒素 [%]	0.03	<0.01	<0.01	≥0.06
有効態リン酸 [mg/100g]	0.8	0.6	2.5	≥10
リン酸吸収係数 [mg/100g]	880	840	490	—
陽イオン交換容量 [me/100g]	9.0	4.3	1.5	≥6
交換性 CaO [me/100g]	23	18	15	≥2.5
陽イオン MgO [me/100g]	0.5	4.0	1.9	—
K ₂ O [me/100g]	0.6	0.8	0.5	—
Na ₂ O [me/100g]	0.2	0.3	0.2	—

*1 植生用土基準値：日本造園学会「緑化事業における植栽基盤整備マニュアル(1984)」において「優・良」の場合を参考

*2 コーン指数：最適含水比で締固めた供試体について実施

*3 耐水性粒度：水中で篩い分けを実施し、浸水による団粒性保持能力を評価するための試験