

VII-253

軟弱土の固化処理における下水汚泥焼却灰の有効利用について

横浜市下水道局 技術開発担当 山本 豊
 ○東亜建設工業(株) 技術開発部 正会員 西川正夫

1. はじめに

下水汚泥は、一般に、焼却等により減容化されてから建設資材等として再利用されているが、大半は埋立て処分等により処理されている。しかし、近年環境問題に対するニーズの高まりや処分地の確保が困難になってきている他、処理・処分費用が高騰してきているといった経済的事情もあり、地球環境にやさしい省資源、循環型社会の形成に向けた取組みが求められている。焼却灰の主成分としてCaOを多く含む(30~50%程度)石灰系焼却灰(以下焼却灰という)は、水和反応による自硬性があり、強度発現が期待できることから、横浜市下水道局では、埋戻し土の土質改良材としても有効利用を図っている。

本研究は焼却灰の利用範囲拡大のため、浚渫土等の軟弱土の固化処理に使用する固化材として、焼却灰の利用可能性について調査した。近年、浚渫土等による大規模埋立工事では、用地の早期利用を可能にするために、埋立の段階で浚渫土に固化材を混合する事前固化処理工法の施工例が増加しており、その固化材として焼却灰を利用することにより浚渫土・焼却灰の省資源化が進み、経費節減にも寄与するものと考えられる。

2. 調査概要

浚渫土等の固化処理土を埋立用材として使用する場合、その品質として一般に、「2~3 kgf/cm²」程度の一軸圧縮強度が要求される。今回は、実際の海底浚渫粘土に焼却灰を固化材として添加し、主として一軸圧縮強度試験結果により評価を行った。

(1) 使用材料

調査に使用した焼却灰の化学組成分析結果を表1に、浚渫土の物理特性を表2に示す。また、混合の影響を見るセメント系固化材としては普通ポルトランドセメントを使用した。なお、焼却灰の重金属、塩素系化合物等の溶出の測定を行い、安全性を確認している。

(2) 試験ケース

焼却灰を軟弱土固化処理の固化材として使用するために確認すべき事項としては、①浚渫土の含水状態に応じた強度発現能力、②セメント系固化材と混合した場合の強度発現能力、③焼却灰の保存条件と経時による劣化の有無、④焼却灰の品質の早期確認方法等があり、これらを確認するため表3に示すような試験ケースを設定した。なお、練り混ぜは、JSF T 821 に準じて行い、採取した供試体は室内で密封材被覆養生した後所定材齢で一軸圧縮強度試験に供した。焼却灰の温度上昇量の測定は以下の手順によった¹⁾。

【焼却灰の温度上昇量測定方法】

試料 300g と蒸留水(25℃)400cc を市販の魔法瓶に入れガラス棒でよく攪拌し、一定時間経過後温度上昇量を測定する。測定時間は1,2,3,4,5,10,15,20,25,30 分とする。

キーワード：下水汚泥焼却灰、リサイクル、固化処理

連絡先：横浜市中区港町1-1 横浜市下水道局 技術開発担当 TEL:045-671-2839

千代田区四番町5 東亜建設工業(株) 土木本部技術開発部 TEL:03-3262-5106

表1 焼却灰の化学組成分析結果

項目	CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅
測定値%	39.3	28.0	1.11	4.91	4.31
項目	Al ₂ O ₃	SO ₃	強熱減量	有機物含有量	PH
測定値%	11.8	2.36	7.6	0.6	12.7

表2 浚渫土の物理特性

採取場所	東扇島航路部	液性限界	94.1%
土粒子の密度	2.666	塑性限界	33.0%
自然含水比	128%	強熱減量	10.1%
飽和密度	1.386	有機物含有量	4.5%

表3 固化材としての使用可能性調査試験ケース

	要因(上段) / 水準(下段)		試験材齢
浚渫土の含水比の影響	浚渫土の含水比	焼却灰添加量	7,28 日
	100,128,150,180%	150,350kg/m ³	
セメント系固化材との混合の影響	混合固化材添加量	普通セメント割合	1,7,28,91 日
	80,150kg/m ³	0,5,15,30,100%	
焼却灰保存条件の影響	保存条件(湿度)	保存期間	7,28 日
	65,95%	0,4,12,24 週	

3. 調査結果

(1) 浚渫土の含水比の影響

浚渫土含水比と一軸圧縮強度との関係を図1に示す。浚渫土の含水比が増すと一軸圧縮強度が低下する傾向が確認されたが、自然含水比(128%)程度であれば 150kg/m^3 の焼却灰添加量でも 3kgf/cm^2 程度の強度が発現している。なお、自然含水比での浚渫土のフロー値 153mm に対して焼却灰 150kg/m^3 添加のケースでは 127mm であった。

(2) セメント系固化材との混合の影響

普通セメントとの混合材添加量と一軸圧縮強度との関係を図2に示す(浚渫土含水比 128%)。普通セメントを内割で 15% 混合することにより添加量 100kg/m^3 の水準でも一軸圧縮強度 2kgf/cm^2 が得られている。また、30% 混合では、 80kg/m^3 の添加量(普通セメント 24kg/m^3 、焼却灰 56kg/m^3) で所要の強度を満足できる結果となった。

(3) 焼却灰保存条件の影響

焼却灰保存期間と一軸圧縮強度との関係を図3に、焼却灰温度上昇量と一軸圧縮強度との関係を図4に示す。焼却灰保存期間が長期になると気中の水分との水合が進み強度発現が小さくなる傾向が確認され、12 週では 28% 程度の強度低下となった。この傾向は焼却灰温度上昇量測定結果にもみられ、温度上昇量とその灰を使用した固化処理後一軸圧縮強度には一次の相関がみられこのような温度測定が焼却灰の簡易な早期品質判定の一手法となりうると考えられる。

4. まとめ

今回の調査により以下の知見が得られた。

- ① 自然含水比 128% 程度の高含水比軟弱土の固化処理材として実用的な添加量で石灰系焼却灰を利用することができる。また、同一添加量ではセメント系固化材と比較して発現強度が小さいので、高強度を必要としない配合においては、過剰に強度を上げることなく焼却灰の添加量を増すことができ、品質を安定させる上で有利となる。
- ② セメント系固化材と混合することにより強度発現程度をコントロールでき、固化処理土の配合条件に柔軟に対応できる。
- ③ 焼却灰の保存方法には品質維持のための配慮が必要だが、今回適用した温度上昇量測定法は、焼却灰の固化能力の簡易な評価手法となりうる。

【参考文献】

- 1) 建設省土木研究所汚泥研究室、土質研究室：土木研究所資料「下水汚泥焼却灰の土質改良材としての利用マニュアル(案)」、平成2年11月

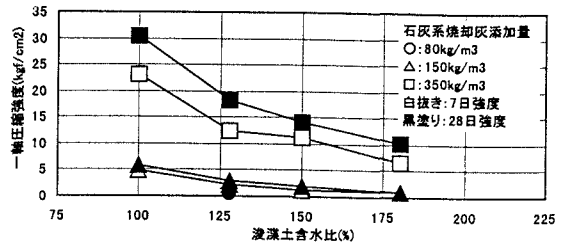


図1 浚渫土含水比と一軸圧縮強度との関係

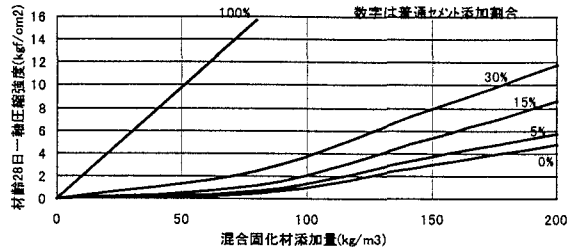


図2 混合材添加量と一軸圧縮強度との関係

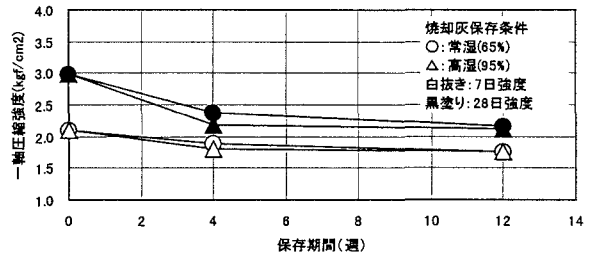


図3 焼却灰保存期間と一軸圧縮強度との関係

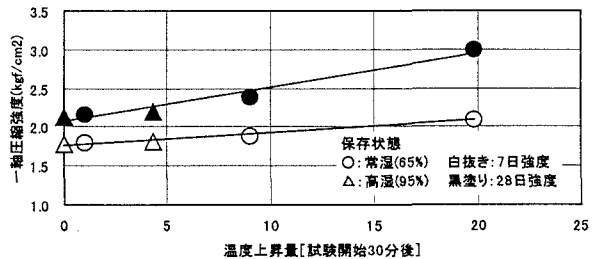


図4 焼却灰温度上昇量と一軸圧縮強度との関係