

III-531

セメント系安定処理ヘドロの強度・溶出・臭気特性

京都大学 防災研究所 勝見 武
 京都大学 防災研究所 嘉門雅史
 京都大学 大学院 今西秀公

1. 緒言

都市部での環境整備事業や建設工事の際には河川や港湾等に堆積した底質汚泥の取り扱いが問題となる場合が多く、「建設廃棄物処理ガイドライン」の通知と相まってこれらの底質ヘドロがセメント系固化処理されるケースが増加するものと考えられる。このような汚泥を対象とした場合、固化処理により所定強度を確保することだけでなく、有害物質の拡散や悪臭公害の軽減が望まれる。本研究は原位置固化やトラフィカビリティ確保を目的としてセメント系安定処理したヘドロの、強度特性および臭気・溶出特性といった環境影響面の改良効果を検討したものである。

2. 試料および実験方法

用いた試料は大阪市内某所より採取された河川堆積ヘドロであり、その諸元を表1に示す。430%と高含水比であるほか、硫化水素およびアンモニアの刺激臭を発生し、有害重金属である鉛を含有するなど環境影響面も考慮すべきものである。

固化材は表2に示す4種類をセメント水比1:1のミルクにして用いており、土質工学会基準に基づいて供試体を作製した後、恒温恒湿室で所定材令養生し、一軸圧縮試験、臭気試験、溶出試験を行った。溶出試験の検液は材令7日および28日の試料を2mmふるいにより粉碎して30g計量し、イオン交換水250gとの混合・攪はん後濾過したものであり、原子吸光度計によりこの検液の鉛量を測定した。臭気試験はセメント系固化で増大する傾向のアンモニア臭気に着目し、同様の粉碎試料50gを粉碎後直ちにポリエチレン製のビニール袋(縦24cm, 横16cm)に入れ、これに次亜塩素酸ソーダを1mlずつ滴下するごとに袋の外から試料をよく混合し、袋を開いてアンモニア臭気強さを確認する作業を消臭するまで繰り返し行った。

3. 結果と考察

図1の安定処理ヘドロの一軸圧縮強さによるとHC, HCG, HCSの強度増加傾向は類似しており、これらの強度特性はセメント添加量に依存すると考えられる。この3種類と強度増加特性が異なるHCLは、長期強度が非常によく伸びるのが特徴である。原位置固化の一軸

圧縮強さ目標値を0.5kgf/cm²として、安全率3を仮定した上での室内強度1.5kgf/cm²を材令28日でほとんどの固化材で満たしている。しかしながら、固化後の再掘削等を考慮すれば長期強度が高すぎるものは好ましくなく、セメントのほかに、長期強度が比較的抑制されるHCGや、セメントと同程度の強度増加傾向をもつHCSの適用が考えられる。なおHCS中の使用S-スラグはヘドロ固化材としての有効性が確認されているものであり、珪酸三石灰の反応活性の向上と珪酸石灰水和物の生成促進および初期強度発現との関連が明らかにされている¹⁾。またX線回折により、HCGはエトリンタイトの、HCLは加水ゲーレンタイト水和物の生成量がそれぞれ多いことが確認されており、強度発現に貢献していると考えられる²⁾。

表1 ヘドロの諸元

含水比 (%)	430.3	
湿潤密度	1.105	
塑性限界 (%)	76.2	
液性限界 (%)	215.5	
粒度 (%)	砂分	1.6
	シルト分	62.4
	粘土分	36.0
強熱減量 (%)	24.11	
SiO ₂ (%)	67.7	
Al ₂ O ₃ (%)	26.1	
Fe ₂ O ₃ (%)	4.77	
CaO (%)	1.43	
鉛 (mg/kg)	216	
硫化物 (mg/kg)	2930	
アンモニア性窒素 (mg/kg)	905	

表2 固化材の配合

略号	セメント	石膏	セラメント	Sスラグ*
HC	100	—	—	—
HCG	90	10	—	—
HCS	95	—	—	5
HCL	50	—	50	—

単位は質量%

*ステンレススチールスラグ

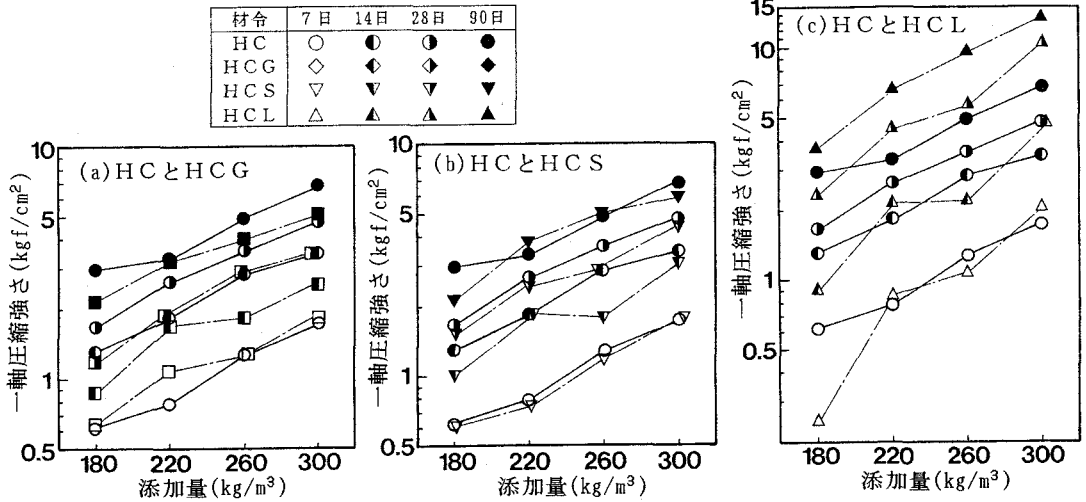


図1 安定処理ヘドロの一軸圧縮強さ

表3によると鉛溶出量は材令の経過に伴い減少しており、いずれも原汚泥よりも少なくなっていることから、セメント系固化により鉛の固定化が有効に行われうると考えられる。固化材の種類に着目すると、HCL, HCS, HC, HCGの順に溶出量の増大が認められる。エトリンガイトは各種複塩化合物の生成により重金属固定化に貢献すると考えられているが、エトリンガイト生成の盛んであったHCGの鉛溶出量が最も多いことなどから、使用ヘドロの鉛の固定化については他の化学反応メカニズム(例えば石灰凝集沈澱効果)が予想される。

図2に臭気試験の結果を消臭するまでの次亜塩素酸ソーダ滴下量として示す。消臭までの次亜塩素酸ソーダ滴下量は臭気試験前試料の大略の臭気強さと概ね一致しているようであり、実施した臭気試験方法の妥当性が考えられる。臭気特性は固化材の種類によって顕著に異なるものであり、材令7日ではHCによるものが他と比較して臭気が強く、セメント系固化材の臭気低減への有効性が明らかである。材令28日では、HCS処理土が次亜塩素酸ソーダ滴下量にして1~2mlとほぼ無臭であり、添加量によって臭気強さにばらつきのあるHCG, HCLと比較して悪臭防止効果が期待できるものである。

4. 結言

上述のように、セメント系安定処理ヘドロの強度特性はセメント含有固化材を除いてほぼセメント添加量に支配されるが、環境影響面も考慮するとセメント系固化材の利用が望ましく、特にS-スラグ含有固化材の適用が最適と考えられる。

[参考文献] 1) 嘉門雅史・Supakij Nontananandh: Soils and Foundations, Vol.30, No.4, pp.63-72, 1990. 2) 勝見武: 地盤改良技術を用いた産業廃棄物の再利用に関する研究, 京都大学修士論文, 1991.

表3 安定処理ヘドロの鉛溶出量

固化材略称	添加量 kg/m³	材令(日)	
		7	28
HC	180	0.19	0.05
	220	0.09	0.08
	260	0.14	0.05
	300	0.14	0.21
HCG	180	0.20	0.11
	220	0.06	0.11
	260	0.26	0.15
	300	0.18	0.13
HCS	180	0.82	0.03
	220	0.09	0.16
	260	0.05	0.07
	300	0	0.04
HCL	180	0.15	0.10
	220	0	0.02
	260	0	0.01
	300	0.01	0.01

(単位ppm, 原汚泥 0.26)

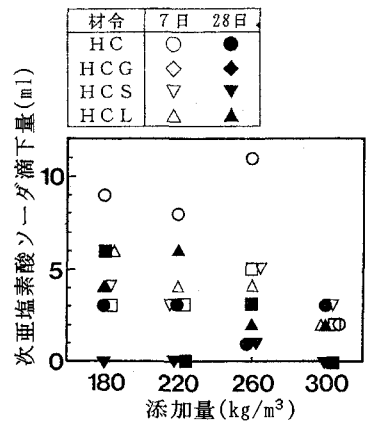


図2 安定処理ヘドロの臭気試験