

セメント系固材による下水汚泥処理

佐賀大学 理工学部 石川 達夫
 佐賀大学 理工学部 持田 浩
 近代技術コンサルタント 築城 永
 近代技術コンサルタント 長野 輝和

1. まえがき

下水から生じる汚泥(スラッジ)の処理方法として、セメント系固材による固形化の方法が、その低コストや環境上の問題より注目をあがっている。しかし、固材として普通ポルトランドセメント(NPC)を用いたのでは、セメント粒子から析出するカルシウムイオンと、汚泥中の有機物とが石灰塩結晶を形成してセメント粒子表面を覆ってしまい、セメントの水和が進まず硬化しない。これらの固材阻害要因を取り除いた下水汚泥固材用特殊セメント(C-1)が開発された。このNPCとC-1の2種類の固材を用いて固形化の実験を行なった。固材を添加する前に石灰粉末を添加することも固材処理には有効な方法と考えられるので、石灰粉末も添加した実験も行なった。

2. 下水汚泥

図-1は、標準活性汚泥法による下水処理行程の簡単なフローチャートである。本実験では、真空脱水機による脱水ケーキを使用した。この汚泥の含水率は次式で表わすと76.4(%)であった。

$$\text{含水率} = \frac{\text{汚泥中の水の重量}}{\text{汚泥の重量}} \times 100 (\%)$$

3. 実験内容

使用した固材の主な成分を表-1に示す。C-1の特徴は、NPCに比べて Al_2O_3 と SO_3 が多いことである。これは汚泥中の有機物のセメント水和反応阻害効果の及ぶ前に、水和中に析出するエトリンガイトを多量につくるためである。NPC、C-1を汚泥の重量比で10(%)から50(%)まで10(%)おき、あと75(%)、100(%)と添加率を変化させた。練り混ぜ

では、セメントの強度試験と同じように行ない、1分間練り混ぜ、練りばさむパドルに付着した混練物をかき落とし、1分間練り混ぜさらに同様の操作を行ない、その後2分間練り混ぜた。こうして作った混練物をφ5×10(cm)の円柱型枠につめ、3、7、28日に一軸圧縮強度試験を行なった。試験結果をそれぞれ図-2、3、12

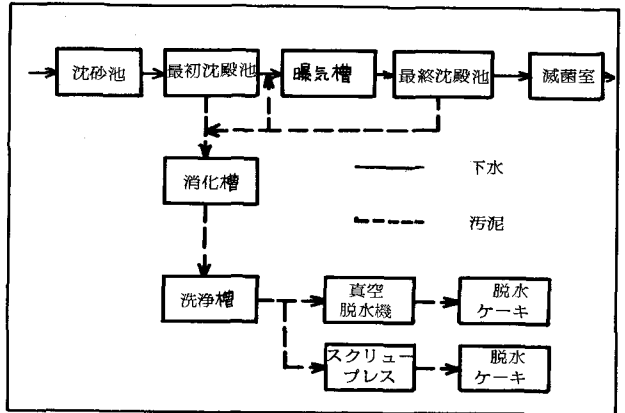


図-1 下水処理行程フローシート

表-1 固材の主な成分 (%)

	強熱減量	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃
NPC	2.0	63.0	20.0	6.0	3.0	1.5	2.0
C-1	1.6	61.7	18.1	6.6	2.4	1.9	7.7

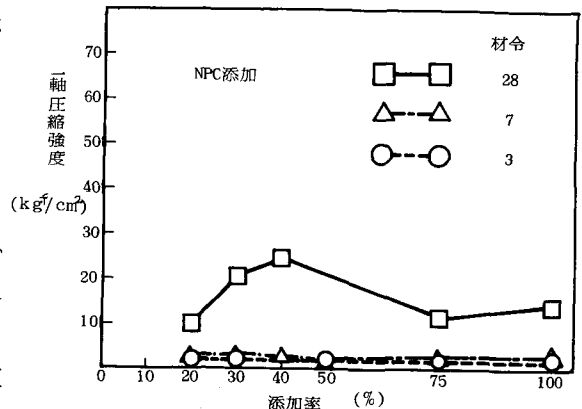


図-2 添加率と一軸圧縮強度との関係

示す。汚泥を固化処理して埋め立て用材料として用いる場合、初期(材令1~3日)で搬入、転圧等の外力に耐える支持力は、コーン指数で2以上で、一軸圧縮強度 $0.5(\text{kg}/\text{cm}^2)$ 以上であり、長期(材令28日以後)でコーン指数12以上、一軸圧縮強度 $3(\text{kg}/\text{cm}^2)$ 以上 (kg/cm^2) 必要である。長期強度はNPC、C-1どちらを添加しても、添加量10(%)以内で満足できるが、初期強度はNPCの場合、100(%)添加してもほとんど強度の発現はなく、C-1でも10~20(%)の添加量が必要である。固化効果をより高めるために、固化材添加の前処理として石灰粉末を添加した。この場合、固化材はC-1のみを使用し、C-1の添加率は5、10、15(%)の3種類、石灰粉末は固化材の重量比で10、15、20、25、30(%)の5種類添加した。石灰粉末添加より固化材添加までの時間は、同時添加、1日後添加、3日後添加とした。これらの試験結果を図-4、5、6に示す。C-1の添加量が汚泥の5(%)と少ないと、石灰粉末の添加量を増やしても強度の伸びはさほどみられない。これはC-1の量が汚泥の5(%)と根本的に少なく、石灰粉末の添加量がこのC-1の10~30(%)なのでその効果があまり現れていないと考えられる。C-1の添加量を15(%)とすると、石灰粉末の添加量も多くなり強度の伸びがみられる。石灰粉末を添加することにより、処理期間が3日までであれば、強度は上昇している。石灰粉末によるカルシウムイオンと汚泥中の有機物による石灰塩結晶の形成、石灰粉末自体の吸水などによるものと思われる。C-1を15(%)混入させたものは、強度 $1(\text{kg}/\text{cm}^2)$ をこえている。実用的、経済的見地からは、固化材の使用量は、汚泥重量の10(%)以内としたい。下水汚泥固化用特殊セメントC-1は、その点からは十分実用性があると考えられる。石灰粉末による前処理も有効と思われるが、量が少なく効果はみられない。汚泥処理として多量の石灰粉末を混入することは、それだけ汚泥の量が増加することになるわけであり、石灰粉末の吸水性などを考慮するとかなり添加量を増やして良いと思われる。

参考文献

木次 恭一：下水汚泥の固化処理 最近における研究の動向，セメント・コンクリート No.416 (1981)
石川 達夫，持田 浩，山内 直利：下水汚泥固形化の問題点，佐々理工学部集報 11号 (1983)

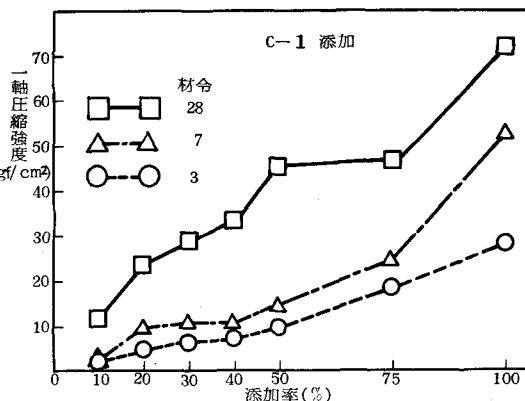


図-3 添加率と一軸圧縮強度との関係

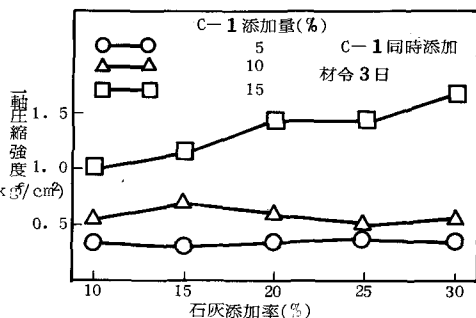


図-4 C-1添加量と石灰添加率と一軸圧縮強度との関係

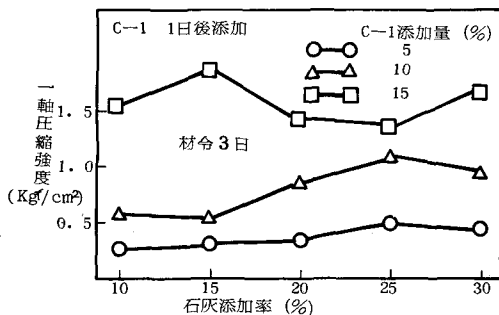


図-5 石灰添加率と一軸圧縮強度との関係

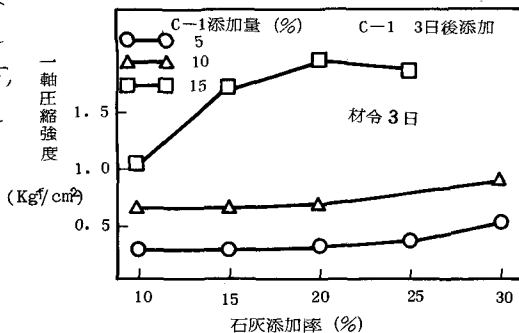


図-6 石灰添加率と一軸圧縮強度との関係