

Ⅲ-707

産業廃棄物を用いた建設泥土の固化処理について（その2）

明石工業高等専門学校 正会員 澤 孝平
明石工業高等専門学校 正会員 ○友久誠司

1. まえがき

軟弱地盤の改良、浚渫および掘削の際の泥土・泥水処理において発生する粘性土は非常に高い含水比と有機物の含有により運搬などの取扱いや固化による再利用に問題があり、処分地の確保も困難である。近年、このような建設泥土を改良し、建設材料としての有効利用の促進が「リサイクル法」などで要請されており、これら廃棄物の再資源化は緊急の課題である。本研究は前報¹⁾に続き、このような建設泥土のセメント系固化材を用いた固化と、産業廃棄物を固化助材として用いる有効性について検討した。

2. 試料および実験方法

固化処理の対象として用いた試料は明石市の下水管敷設の推進工法の現場で発生した泥土（密度 2.72g/cm^3 、 $w_L=47.5\%$ 、 $I_p=17.8\%$ 、含水比 1500% 、粒度（砂 7.0% 、シルト 44.7% 、粘土 48.3% ））であり、カオリナイト、イライトとともに石英、曹長石などが確認された比較的風化程度の低いものである。固化材は普通セメントと軟弱地盤改良用のセメント（宇部興産、特殊セメントと呼ぶ）であり、また、固化助材は製紙焼却灰（富士製紙協同組合）とフライアッシュ（㈱神戸製鋼所）の2種類である。製紙焼却灰はペーパースラッジを減量化のために焼却したものであり、特に、 Al_2O_3 と CaO 成分の多い特徴がある。一方、フライアッシュは前報¹⁾で使用したものであり、化学成分は製紙焼却灰と似ているが、特に SiO_2 成分が多い特徴を持っている（表-1）。処理土の配合は、うわ水を除去し含水比を 500% に調整した泥土に、固化材を 3% 、 6% 、 9% 、固化助材を 0% 、 10% 、 20% の各々3通りの組合せの9種類である。直径 5cm 、高さ 10cm の円柱形に締固めないで成形し、樹脂フィルムで密封し、 20°C で恒温養生後に一軸圧縮試験を行い固化効果を検討した。

3. 結果と考察

図-1はセメントだけを添加した処理泥土の養生日数と強度の関係である。普通セメントを用いた場合、添加率 3% では養生に伴う強度増加はほとんどみられない。しかし、添加量を 6% 以上にすると28日までの養生の経過に伴い強度は約 $0.2\sim 0.3\text{MPa}$ 増加する。また、特殊セメントを用いた場合は普通セメントの場合より約 $0.1\sim 0.2\text{MPa}$ 高い強度が得られているが、28日養生後でも 0.5MPa 以下の小さな値である。

図-2は固化助材に製紙焼却灰を用いた処理泥土の養生日数と強度の関係であり、最も固化効果の大きな混合率 20% のものである。固化材添加率 9% でも養生1日後の強度は 0.07MPa と大変小さいが、養生の経過に伴い強度増加がみられる。固化助材無混合の場合と比較すると、いずれの養生日数でも約2～3倍の高い強度を示している。また、特殊セメントの使用は普通セ

表-1 固化助材の主要化学組成 (%)

成 分	製紙焼却灰	フライアッシュ
SiO_2	49.4	41.9
Al_2O_3	18.6	15.9
Fe_2O_3	0.5	3.7
CaO	8.4	9.9
SO_3	—	3.5

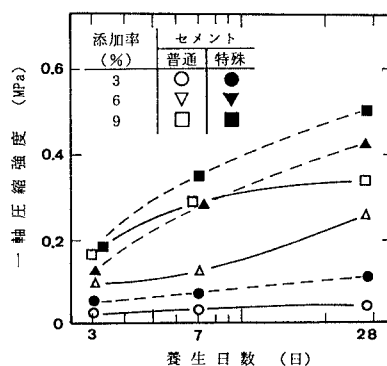


図-1 固化処理土の養生日数と強度

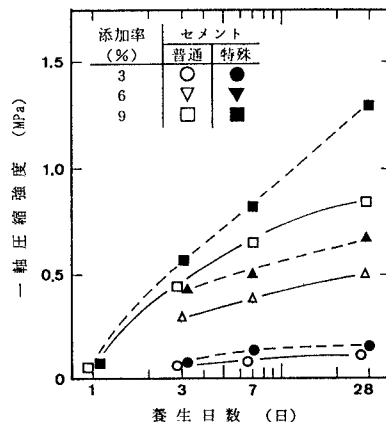


図-2 固化処理土の養生日数と強度（製紙焼却灰混合率20%）

メントに比べ、養生初期からの強度発現が顕著であり、添加率6%以上では約4割以上の高強度を示している。

図-3は製紙焼却灰混合率と強度の関係である。製紙焼却灰の混合率を多くするほど強度は増加し、また、養生日数が経過するほど強度の増加割合も大きくなることわかる。

そして、特殊セメントを用いた場合に製紙焼却灰の混合効果が特に大きくなっている。これは特殊セメント中の SO_3 成分の固化効果であり、電子顕微鏡では多くのエトリンガイトの生成が確認されている。

図-4、5は固化助材にフライアッシュを用いた処理泥土の養生日数およびフライアッシュ混合率と強度の関係である。養生に伴う強度増加は製紙焼却灰の場合とほぼ同様の傾向を示している。しかし、強度は製紙焼却灰を用いた場合の約2倍で、特に7日養生以後の強度発現が顕著となり、フライアッシュの硬化反応が長期にわたり継続することを示している。そして、無混合の処理土との比較ではフライアッシュ混合率20%の処理土は2～5倍の強度となり、フライアッシュの固化助材としての有効性がわかる。しかし、普通セメントに比べ、特殊セメントを用いた場合の強度増加は約3割以下と小さい。これはフライアッシュ表面に付着した無水石膏や遊離石灰が固化に貢献し、普通セメントを使用した場合でもフライアッシュの混合により大きな強度発現が得られたためである。また、フライアッシュの混合は固化処理土の含水比を減少させ、乾燥密度を増加することから強度増加に貢献することがわかる（図-6）。

4. あとがき 高含水比で取り扱いの困難な泥土に2種類の産業廃棄物とセメント系固化材を用いて固化した結果、次のことが明らかになった。(1)製紙焼却灰を固化助材に用いた処理土は無混合のものに比べて約2～3倍の強度発現になる。(2)フライアッシュは SO_3 成分やボゾラン活性のため、製紙焼却灰の2倍の固化効果がみられる。(3)特殊セメントを使用した処理土は養生初期から長期にわたる強度発現が顕著である。

参考文献 1) 澤 孝平他：産業廃棄物を用いた建設泥土の固化処理について、土木学会第49回年次学術講演会講演概要集第3部、pp.1494-5, 1994.

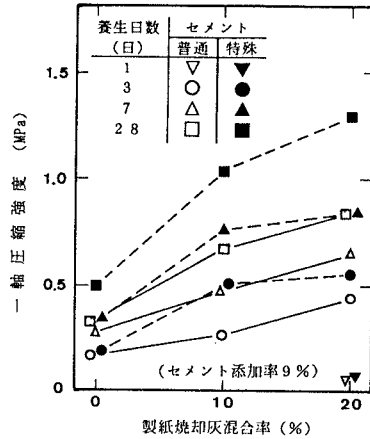


図-3 製紙焼却灰混合率と強度

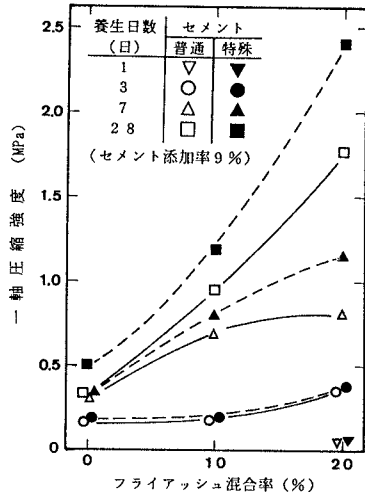


図-5 フライアッシュ混合率と強度

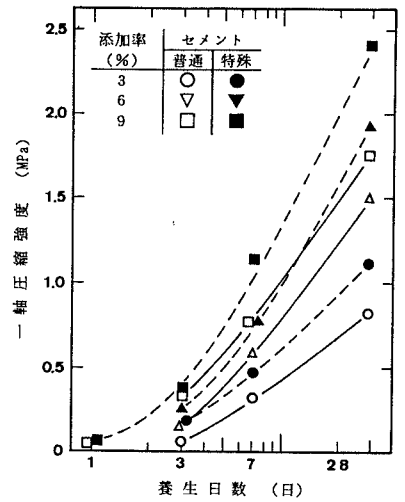


図-4 固化処理土の養生日数と強度 (フライアッシュ混合率20%)

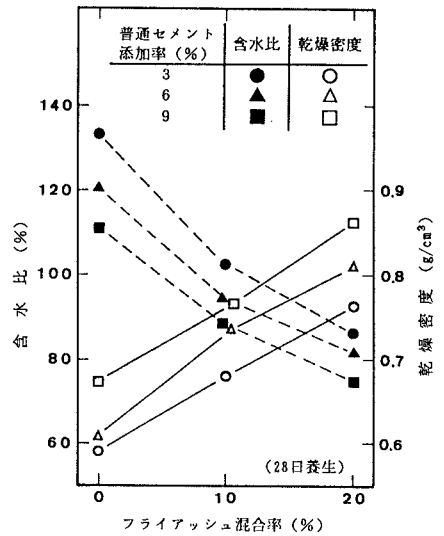


図-6 固化処理土の含水比と乾燥密度