

近畿大学大学院 学生員 ○野津 恭男
近畿大学理工学部 正 員 玉井 元治

1. 研究目的

現在、建設汚泥は年間約 1000 万 t 排出されており、そのうち再利用は約 14%と低く、その他は廃棄処分されており再利用の推進が求められている。また、石炭火力発電所より副産物であるフライアッシュが大量に発生しており、有効利用促進が大きな課題となっている。本研究は、埋設管の埋め戻し材や、シールド工法の裏込め材等に再利用できるように、建設残土に調整泥水(ベントナイト水)を混入したものを仮想汚泥とし、セメント系固化材及びフライアッシュを混入し、流動化土としての再利用方法を検討する。

2. 実験概要

2-1 使用材料

掘削土(S)：(砂質土) 大阪市寝屋川南部地下河川久宝寺工事現場より採取、(粘性土) 門真市北巣本町工事現場より採取、普通ポルトランドセメント(C)：住友大阪セメント社製、フライアッシュ(F)：優良電発フライアッシュ、水(W)：水道水、ベントナイト(B)：群馬県赤城産豊順鉱業社製(250mesh)、掘削泥水(W+B)：ベントナイトを含んだ高含水比汚泥と仮定(W:B=10:1)。

2-2 配合設定及び試験方法

試験配合の設定は(W+B)/(C+F)=250~500%、S/(C+F)=10~75%、F/C=0~200%に変化させた配合とする。試験方法は、以下の方法に準じて行なった。

- 1) 粒度試験：(JIS A 1204) 2) 土の液性限界・塑性限界試験(JIS A 1205) 3) ブリージング試験：(JSCE-1986)
- 4) フロー試験：日本道路公団「エアモルタル及びエアミルクの試験方法 (JHS A 313)」のコンシステンシー試験方法のシリンダー法 5) 一軸圧縮試験：(JIS A 1216) 6) 体積変化率試験：φ5×10cmの円形型枠に十分に練り混ぜた試料を流し込み、面を平らにし湿潤養生を行う。打設翌日脱型を行い引き続き湿潤養生し、7日、14日、28日の各供試体の体積変化量を測り、それらを型枠の体積で除し百分率表示。

3. 実験結果と考察

3-1 土の粒度試験及び液性限界・塑性限界試験

図1に、掘削土の粒径加積曲線を表す。これより、砂質土では最大粒径 7.5mm、均等係数 5.67、シルト分 3.0%、粘性土では、最大粒径 5.0mm、均等係数 2.82、シルト分 24%、粘土分 46%であることがわかる。また液性限界・塑性限界試験より、砂質土では液性限界 26.0%、塑性限界 15.0%、塑性指数 11.0%となり、粘性土では液性限界 74.5%、塑性限界 44.4%、塑性指数 30.1%となった。

3-2 ブリージング試験

図2に、粘性土(W+B)/(C+F)=300%、F/C=100におけるブリージング率を示す。これより、ブリージング率は S/(W+B)の割合に反比例の関係を示し、掘削泥水(W+B)に左右されることが分かる。粘性土より砂質土の方が若干値を上回ったが、これは掘削土の粒径の違いによるものと考えられる。またブリージング率は施工性を考慮すると 1.0%未満が望ましく、全ての配合においてこの値を下回る結果が得られた。

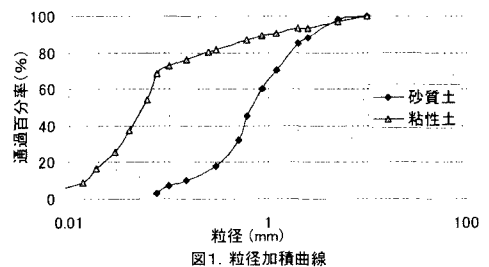


図1. 粒径加積曲線

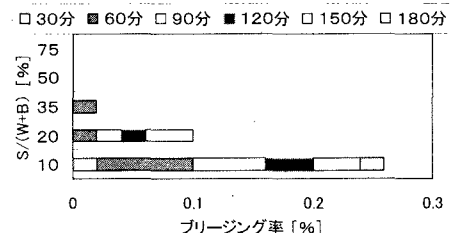


図2. 粘性土 (W+B)/(C+F)=300%、F/C=100% におけるブリージング率

3-3 フロー試験

図3、図4にそれぞれ粘性土、砂質土、 $F/C=0\%$ の各配合のフロー試験結果を示す。フロー値は $S/(W+B)$ に反比例の関係を示し、掘削泥水($W+B$)に左右されていることが分かる。また、流動化土は施工の際のポンプ圧送性や、流動性を考慮してフロー値は160mm以上必要であり、砂質土では全ての配合が、粘性土では、 $S/(W+B)=10\sim35\%$ の範囲内で大体の配合が条件を満たした。また図5には、粘性土 $(W+B)/(C+F)=250\%$ 、 $F/C=0\sim200\%$ の各配合におけるフロー試験結果を示す。セメントの代替としてフライアッシュを混入することにより流動性の増加が確認された。

3-4 体積変化率試験

図6に、粘性土 $F/C=0\%$ の各配合の28日後における体積変化率を示す。 $S/(W+B)$ が大きくなるほど体積変化率は小さくなる傾向を示した。これは、掘削土(S)の量が増加することにより水の材料分離が抑えられたと考える。図7は、粘性土 $S/(W+B)=10\sim75\%$ 、 $(W+B)/(C+F)=250\%$ 、 $F/C=0\sim200\%$ の各配合における28日目の体積変化率を示したものであるが、セメントの代替としてのフライアッシュ混入による大きな影響はみられない。体積変化率は施工性や乾燥収縮に伴うひび割れを考慮すると15%以下に抑制することが望ましいが、全ての配合において条件を満たす結果となった。

3-4 一軸圧縮試験

図8は、粘性土 $F/C=0\%$ の各配合の28日強度を比較したものである。圧縮強度は $S/(W+B)$ の割合に正比例し、 $(W+B)/(C+F)$ の割合に反比例の関係を示す。図9は、粘性土 $S/(W+B)=10\sim75\%$ 、 $(W+B)/(C+F)=250\%$ 、 $F/C=0\sim200\%$ の各配合における28日目の一軸圧縮強度を示したものである。流動化土を埋設管の埋め戻し材として再利用する場合再掘削が可能なように、一軸圧縮強度(σ_{28})は0.5～1.0MPa程度が望ましく、セメントの代替としてのフライアッシュ混入により、条件の範囲内で低強度に抑えることが可能である。

4 X線回析による科学的性状調査

X線回析装置を用いてセメントの水和に伴い生成される $Ca(OH)_2$ と、粘土鉱物とのポゾラン反応としての強度増進過程の主要因となる低結晶性 $C-S-H$ 系の生成状態と、 $Ca(OH)_2$ の変動状態を定性的に確認することができた。

5. まとめ

建設汚泥とフライアッシュを流動化土として再利用する方法について検討を行った結果、セメントの代替としてのフライアッシュ混入は、施工性を向上させ、施工コストを低減させることから有効である。また、流動化土の単位水量を下げることは物理的性状において非常に重要であり、今後適正な混和剤(分散剤)の添加による効果についての研究が望まれる。

【参考文献】1) 土木学会 コンクリート・ライブラリー 96:資源有効利用の現状と課題

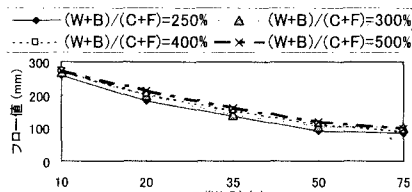


図3.フロー値(粘性土 $F/C=0\%$)

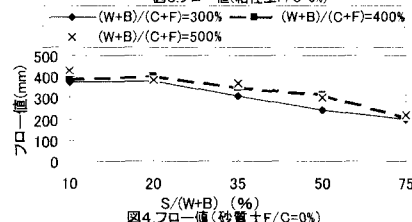


図4.フロー値(砂質土 $F/C=0\%$)

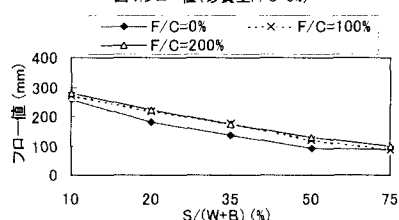


図5.フロー値(粘性土 $(W+B)/(C+F)=250\%$)

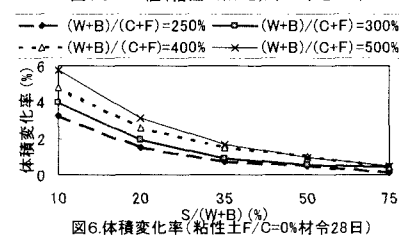


図6.体積変化率(粘性土 $F/C=0\%$ 材令28日)

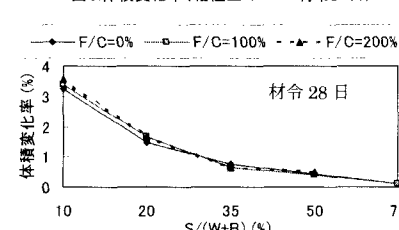


図7.体積変化率(粘性土 $(W+B)/(C+F)=250\%$)

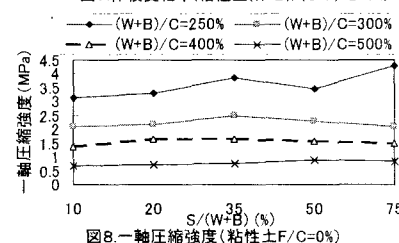


図8.一軸圧縮強度(粘性土 $F/C=0\%$)

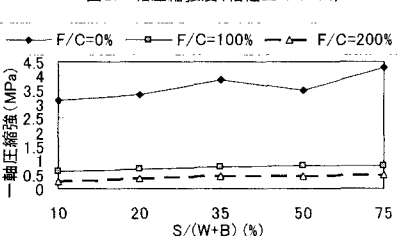


図9.一軸圧縮強度(粘性土材令28日)