

1. 研究目的

現在、建設汚泥は年間約 1000 万 t 排出されているが 36.8%（平成 10 年度）しか再利用が進まず、その他は埋め立て処分・廃棄処分されており再利用の推進が求められている。一方、産業廃棄物であるフライアッシュは年間約 700 万 t 排出されており、その内約 4 割が埋め立て処分されている。また、解体したコンクリート塊を破碎して再生骨材製造時に発生するコンクリート微粉末も大量に発生し、再利用化が大きな課題となっている。それらの廃棄物の有効利用量を増やすには、コンクリート用混和材としての使用量を増加させることが有効な方法である。そこで本研究では、建設汚泥や粉体廃棄物にセメント系固化材を添加し、流動化土として、地下埋設管埋め戻し材やシールド工法の裏込め材等に再利用する方法を検討する。

2. 実験概要

2-1 使用材料

掘削土(S):Sg.=2.61(東大阪市大蓮北四丁目地内地下4mから採取)、普通ポルトランドセメント(C):Sg.=3.16(住友大阪セメント社製)、フライアッシュ(F):Sg.=2.22(優良電発フライアッシュ)、廃コンクリート粉末(Pr):Sg.=1.95(奈良県柏原市内破碎プラント A 社製 0.3mmふるい通過分)、水(W):Sg.=1.00(一般水道水)、ベントナイト(250mesh)(B):Sg.=2.48(群馬県赤城産豊順鉱業社製)、掘削泥水(W:B=10:1):ベントナイトを含んだ高含水比汚泥と仮定

2-2 配合及び試験方法

$S/(W+B)=75\sim150\%$ 、 $(W+B)/(C+F)=300\sim600\%$ 、 $(W+B)/(C+Pr)=300\sim600\%$ 、 $(W+B)/(C+F+Pr)=300\sim600\%$ 、 $F/C=0\sim200\%$ 、 $Pr/C=0\sim200\%$ 、 $(F+Pr)/C=0\sim200\%$ に変化させた配合を、以下の試験方法に準じて試験を行なった。

- 1) 土の粒度試験：(JIS A 1204)
- 2) 土粒子の密度試験：(JIS A 1202)
- 3) コーン貫入試験：(JGS T 716)
- 4) 土の液性限界・塑性限界試験：(JIS A 1205)
- 5) プリージング試験：(USCE - 1986)
- 6) 一軸圧縮試験：(JIS A 1216)
- 7) 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 313)」のコンシステンシー試験方法のシリンダー法を準用する。

3. 実験結果と考察

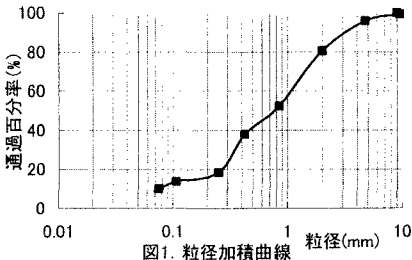
3-1 掘削土の物理的性状に関する試験

表 1 は掘削土の物理的性状を示す。また図 1 は掘削土の粒径加積曲線を示したものである。これより掘削土の粒度分布は、レキ分 19.3%、砂分 70.3%、シルト・粘土分 10.1%であり、土質区分は砂混じりシルトに分類される。

3-2 プリージング試験

プリージング率は施工性や乾燥収縮を考慮すると 1.0%未満であることが望ましい。プリージング率は $S/(W+B)$ 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確認できた。またプリージング率は、廃棄物の置換率に対し比例して増加したが、いずれの配合においてもプリージング率は 0.01~0.5%程度と微量であり 1.0%を超えるものはなく、乾燥収縮による影響は少ない。

表1. 掘削土の物理的性状	
試料土	
物性	液性限界(%)
	41.6
	塑性限界(%)
	19.1
	塑性指数
	22.5
粒度試験	含水比(%)
	31.1
	pH
	12.4
	コーン指数
	0.27
粒度試験	D10
	0.08
	D30
	0.35
	D60
均等係数	1.10
曲率係数	13.8
	1.39



3-3 フロー試験

図2はフライアッシュ置換率とフロー値の関係を、図3はコンクリート微粉末置換率とフロー値の関係を示したものである。流動化土は施工の際のポンプ圧送性や、流動性を考慮するとフロー値は160mm以上必要である。図よりフロー値は、水粉体比に比例して上昇していることがわかる。また、フライアッシュの置換率が上がるにつれフロー値は上昇し流動性が増した。このことよりフライアッシュ混入量を調整することにより、必要とする流動性を得ることが可能である。しかし、コンクリート微粉末を混入するとフロー値が下がる結果となった。これは、今回用いたコンクリート微粉末は、セメントやフライアッシュに比べ粒径が大きく、また表面に凹凸がある為、ボールベアリング作用が円滑に行われず流動性が減少したためだと考えられる。

3-4 一軸圧縮試験

流動化土を埋設管の埋め戻し材として再利用する場合、人力やバックホウ等で再掘削が可能なように、材齢28日における一軸圧縮強度は0.5~1.0MPa程度が望ましい。グラフより、圧縮強度は水粉体比に反比例していることがわかる。また、フライアッシュに置換することにより強度を抑えることはできるが、置換率200%では0.5MPaを下回る結果となった。しかし、コンクリート微粉末で置換した配合はフライアッシュの場合に比べ、強度をやや上げることができ、置換率200%の配合においても圧縮強度を0.5~1.0MPa程度にすることができた。その原因としては、廃コンクリート粉末に15%程度含有している $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が掘削土に含まれる粘土鉱物とポゾラン反応を起こし、CSHgel及びCAHgelを生成し固化したためであると考えられる。また、コンクリート微粉末とフライアッシュを同量混入した配合においては、フライアッシュのみ置換の配合と強度はほぼ変わりがなかった。その原因としてコンクリート微粉末の混入量が減ったためほぼ変化がなかったと考えられる。

4. まとめ

建設汚泥とフライアッシュ及び廃コンクリート粉末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及び廃コンクリート粉末の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、流動性を必要とする場合にはフライアッシュの混入を、より強度を必要とする場合にはコンクリート粉末の混入が効果的である。今後の課題としては、分散剤の添加による効果、粉末X線回折試験等による化学的調査が望まれる。

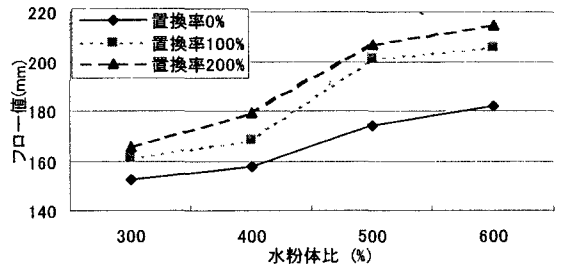


図2. フライアッシュ置換率とフロー値の関係

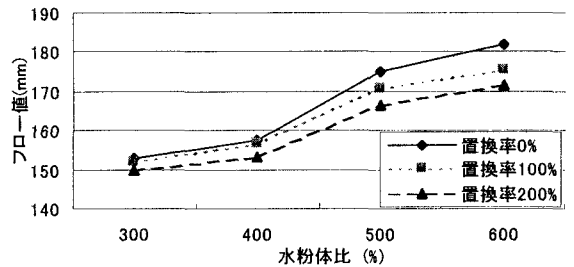


図3. コンクリート微粉末置換率とフロー値の関係

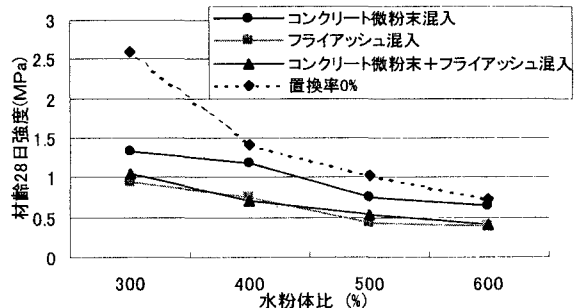


図4. 置換率100%における材齢28日強度

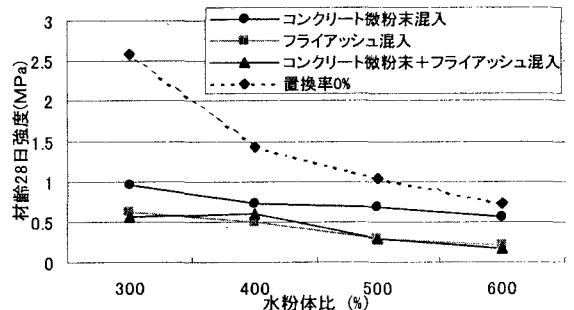


図5. 置換率200%における材齢28日強度