

流動化処理土の力学特性に及ぼす砂分含有量の影響

福岡大学大学院 学生員 ○大中 規行
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一
 太平商工株式会社 竹原 靖

坂井 隆志
 正会員 吉田 信夫

1.研究目的 近年、建設副産物対策が社会的な問題となっている。建設発生土は中でも発生量が膨大である為、その処理が重要な課題となっている。その為、建設発生土の抑制や再利用の観点から流動化処理工法¹⁾²⁾が注目されている。流動化処理工法は砂、シルト、粘土が複雑に混合し、含水比の一定しない発生土に対しても配合を調整することにより用いることができる。現在、福岡市は地下鉄工事をはじめとする地下掘削工事が盛んに行われており、建設発生土の処分については十分な有効利用法を検討する必要があると思われる。また、福岡市を中心とする浅層地盤における掘削土には砂分を多く含むまさ土系が中心とする土質材料が多いことがこれまでの研究³⁾により明らかにされている。そこで本研究では、福岡市の発生土の有効利用を考え、流動化処理土の材料特性に大きな影響を及ぼす砂分含有量に着目し、流動化処理土の力学特性について実験的に検討を行った。

2.実験概要 表-1 に流動化処理土の一般的な基準値¹⁾を示す。ここでフロー値は処理土の流動性を示し、ブリーディング率は処理土の材料分離抵抗性を示す指標として用いられる。本研究で使用した土質材料は 2mm ふり通過した筑紫野まさ土と建設汚泥を脱水処理した脱水ケーキである。実験では、これら 2 つの材料を一定の割合で混合して砂分含有量をコントロールして用いた。図-1、表-2 及び表-3 に実験試料の粒径加積曲線、物理特性及び配合条件と各材料の砂分含有量 Sc を示している。また、各配合における粒度分布も図-1 中に示している。処理土の品質管理は、処理土作成後にフロー試験及びブリーディング試験を行った。供試体は、セメント系固化材添加量を 80kg/m^3 とし、目標フロー値 200、250、300mm に設定し、作成した。養生方法は供試体の水分の発散を抑制する為にラップで包み、 20°C 一定の養生箱に入れ養生を行った。表-4 に実験条件と実験に用いた流動化処理土の基本特性を示す。

表-4 実験に用いた流動化処理土の基本特性

	Type1			Type2			Type3			Type4		
固化材添加量(kg/m^3)	80			80			80			80		
脱水ケーキ湿潤重量(g)	4850	4850	4616	3215	3215	3215	2868	2868	2868	1926	1916	1913
筑紫野まさ土湿潤重量(g)				1149	1149	1149	1428	1428	1428	2308	2298	2288
水(ml)	3500	3800	4200	2500	3000	2750	1850	2000	2500	2000	2500	2300
固化材添加量(g)	503	529	541	382	423	403	322	335	376	332	369	354
目標フロー値(mm)	200	250	300	200	250	300	200	250	300	200	250	300
フロー値(mm)	198	252	299	201	248	298	198	248	302	198	252	298
処理土比重(g/cm^3)	1.60	1.58	1.56	1.65	1.63	1.63	1.70	1.67	1.62	1.74	1.70	1.68
ブリーディング率(%)	0.31	0.87	1.20	0.69	1.08	1.44	0.98	1.21	1.56	1.03	1.23	1.65

3.実験結果及び考察

3.1 基本特性の把握 図-2 に砂分含有量と処理土比重の関係を示す。処理土比重に若干、誤差はあるものの砂分含有量の増加に伴い、処理土比重は増加していることが分かる。また、フロー値の増加に伴い、処理土比重は低下している。図-3 に砂分含有量とブリーディング率の関係を示す。砂分含有量及びフロー値の増加に伴いブリーディング率は増加し材料分離が大きいたことが分かる。これは、砂分含有量の増加により粒子間の空隙が

表-1 一般的な流動化処理土の特性

土質材料	建設発生土
固化材添加量	100kg/m^3 程度
一軸圧縮強さ	$0.5\sim 3.0\text{kgf/cm}^2$ (7日養生)
フロー値	150mm以上
ブリーディング率	1%以下

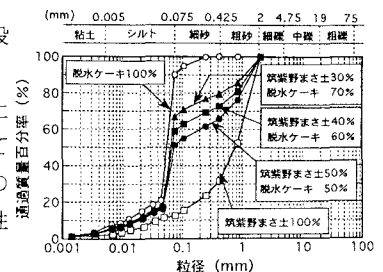


図-1 実験試料の粒径加積曲線

表-2 実験試料の物理特性

	脱水ケーキ	筑紫野まさ土
密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$	2.72	2.73
均等係数 U_c	13.57	14.00
曲率係数 U_c'	1.27	6.43
10% 粒径 $D_{10}(\text{mm})$	0.004	0.010
50% 粒径 $D_{50}(\text{mm})$	0.036	1.000

表-3 各配合における砂分含有量

Type	配合条件	砂分含有量 Sc
1	脱水ケーキ 100%	10%
2	筑紫野まさ土 30% 脱水ケーキ 70%	33%
3	筑紫野まさ土 40% 脱水ケーキ 60%	41%
4	筑紫野まさ土 50% 脱水ケーキ 50%	49%
	筑紫野まさ土 100%	87%

増大した為だと考えられる。また、 $Sc=33\%$ 以上ではブリーディング率は1%を超えている。これまでの実施例ではブリーディング率1%以下されることが多いが、若干緩和しうるのであるとされており、十分に施工可能であると思われる。次に、フロー値と一軸圧縮強さの関係を砂分含有量別にまとめた結果を図-4に示す。フロー値の増加に伴い、強度は低下していることが分かる。しかし、脱水ケーキのみの処理土 $Sc=10\%$ の一軸圧縮強さにおいても表-1の基準値を十分に満たしていることが分かる。

3.2 砂分含有量に着目した力学特性

砂分含有量に着目したフロー値 200mmの一軸圧縮試験結果を図-5に示す。 Sc の増加に伴い、強さは一端増加しているが、 $Sc=33\%$ 以上では強度変化は見られないことが分かる。また、ピーク時のひずみは Sc の増加とともに大きくなっている。次に、フロー値の違いによる砂分含有量と一軸圧縮強さの関係を図-6にまとめている。これまでの研究⁴⁾によると泥水比重及び固化材添加量の如何にかかわらず、粗粒分の増加に伴い強度は増加する傾向を示すとされている。しかし、砂分含有量の増加に伴い強度は一端上昇するが、 $Sc=33\%$ を境に強度は一定あるいは低下する傾向を示した。これは、図-3のブリーディング率の増加からも分かるように $Sc=33\%$ 以上において材料分離が生じて強度が低下した為だと考えられる。

今後、砂分含有量による材料分離についてさらなる検討が必要であると思われる。図-7は砂分含有量に着目した一軸圧縮強さと変形係数の関係を示した結果である。剛性はほぼ等しく、一義的な関係をした。

4. 結論及び課題

(1) 砂分含有量の増加とともに、処理土比重とブリーディング率が増加し、材料分離が大きくなった。(2) 砂分含有量の増加に伴い強度は上昇するものの、 $Sc=33\%$ を境に強度は一定あるいは低下する傾向を示した。また、フロー値の増大に伴い、強度は低下することが明らかになった。(3) $Sc=33, 41, 49\%$ における剛性はほぼ等しく、一義的な関係を示すことが分かった。(4) 筑紫野まさ土と脱水ケーキを混合した流動化処理土は一般的な流動化処理土の基準値を満たしており、脱水ケーキの再生利用を図ることができることが明らかになった。

今後は、砂分含有量が材料分離に与える影響及びシラスを用いた流動化処理土の強度特性について検討を行う。

参考文献

- 1) 久野悟郎編, 日本建設業経営協会中央技術研究所, 流動化処理工法研究委員会著: 土の流動化処理工法
- 2) 建設発生土利用促進検討委員会編: 発生土利用促進のための改良工法マニュアル, pp. 84-103, 1997
- 3) 吉田信夫, 井久保均, 斎藤健男, 網中光記: 福岡市における掘削土の土質改良の基礎的研究 (第1報), 土木学会第41回年次学術講演会講演概要集 第3報, pp. 229-230, 1986
- 4) 久野悟郎, 吉原正博: 流動化処理土の一軸圧縮強さに関する2, 3の考察, 第33回地盤工学研究発表会, pp. 2281-2282, 1998

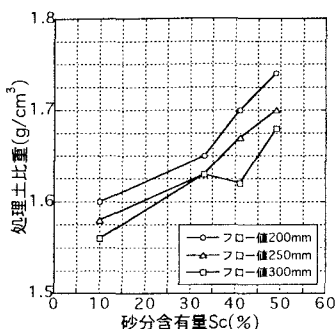


図-2 砂分含有量と処理土比重

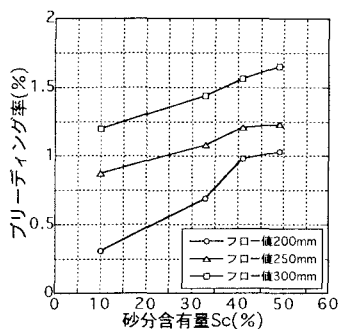


図-3 砂分含有量とブリーディング率

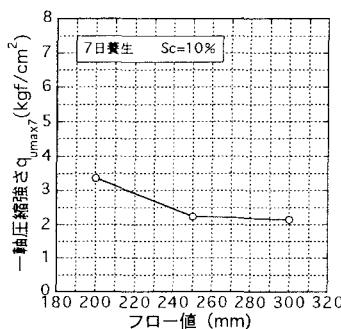


図-4 フロー値と一軸圧縮強さ

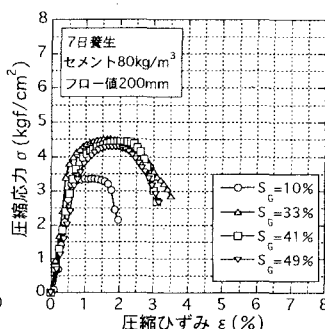


図-5 圧縮ひずみと圧縮応力

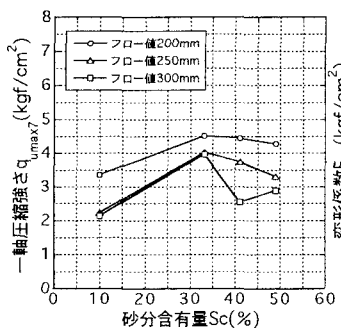


図-6 砂分含有量と一軸圧縮強さ

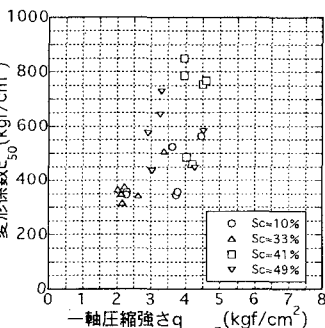


図-7 一軸圧縮強さと変形係数