

ときほぐした流動化処理土の力学特性

福岡大学大学院 学生会員 ○石田博揮 福岡大学 学生会員 大住隼斗
福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 藤川拓朗

1.はじめに 建設発生土とは、建設工事に伴い副次的に発生する土砂や泥土のことを指す。現在、建設発生土の場外搬出量は、約1億9500万 m^3 (平成17年度)に及んでいるが、工事間で利用されているものはわずか約3割であり、これは建設工事における土砂利用量である約1億730万 m^3 の約6割にすぎない¹⁾。この様な背景の中、各種建設発生土を用いた流動化処理土の施工が増加している²⁾。流動化処理工法が埋設管等の埋戻し材として施工された場合、水道管、ガス導管等といったライフラインの維持修繕に伴い、再び掘削される可能性が十分に考えられる。その場合、掘削土は産業廃棄物として処分される可能性が高い。この掘削土を循環利用しなければ、単なる処分場延命化のための一時的な回避にしか過ぎないと言える。そこで本研究では、**図-1**に示す流動化処理土の循環利用を考える上で、掘削された流動化処理土の力学特性を把握し、循環利用法の検討をするにあたりコーン試験とCBR試験から力学特性の把握を行なった結果について報告する。

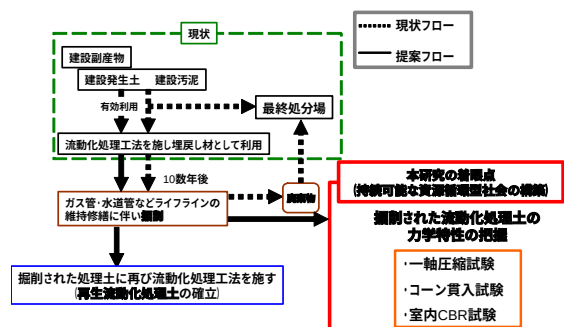


図-1 本研究の着眼点

表-1 建設発生土の土質区分

区分	性状、強度
第1種建設発生土	礫及び砂状
第2種建設発生土	コーン指数 800 KN/m^2 以上
第3種建設発生土	コーン指数 400 KN/m^2 以上
第4種建設発生土	コーン指数 200 KN/m^2 以上
泥土	コーン指数 200 KN/m^2 未満

表-2 試料の物理試験結果

試料名	密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	含水比(%)	コーン指数
泥土	2.664	34.2	103.95

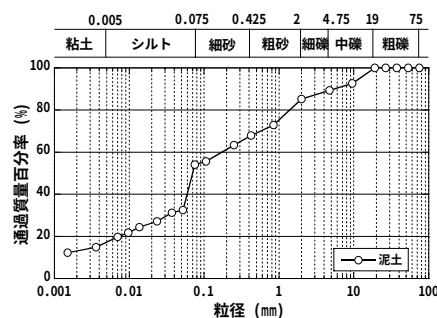


図-2 粒径加積曲線

2.実験概要

2-1 処理土作製方法 流動化処理土の土質材料として、建設発生土(泥土)を使用した。**表-1**に建設発生土の土質区分を示し、**表-2**に試料の物理試験結果を、**図-2**に粒径加積曲線を示す。この物理試験結果から配合計算と予備練り試験を行い、流動化処理土作成の配合を決定し、流動化処理土の設計基準³⁾に準拠し供試体を作製した。作製した供試体は室温20℃一定恒温室のもと7, 28日間養生させた。

2-2 実験条件 **表-3**に流動化処理土の埋戻し品質規定を示し、**表-4**に予備練り試験より決定した配合表を示す。高炉セメントB種を添加量50, 100, 150, 200, 250 kg/m^3 と変化させ、フロー値を250 $\pm$ 30mmに設定し、供試体を作製した。

2-3 実験方法 本研究では、まず、最初に打設された流動化処理土の力学特性の把握のために一軸圧縮試験(JIS A 1216)を行い、埋戻し基準の判定を行なった。その後試料を4.75mm以下にときほぐし(以降掘削処理土と呼ぶ)コーン貫入試験(JIS A 1228)を、また37.5mm以下にときほぐし室内CBR試験(JIS A 1211)を行なった。

3.実験結果及び考察

3-1 流動化処理土の品質及び力学特性 **表-4**より全ての条件において流動化処理土の湿潤密度、ブリーディング率ともに品質規定を満たしていることがわかる。**図-3**に泥土を用いた場合の流動化処理土のセメント量

表-3 流動化処理土の品質規定³⁾

用途	適用対象	試験項目	基準値
埋設管の埋戻し	ガス管 上下水道管 など	一軸圧縮強さ	130 kN/m^2 以上500 kN/m^2 以下
		フロー値	160mm
		ブリーディング率	3%未満
		湿潤密度	1.35 g/cm^3 以上

表-4 配合表

セメント量 (kg/m^3)	発生土 (kg/m^3)	水 (kg/m^3)	密度 (kg/m^3)	フロー値 (mm)	泥水比重 (kg/m^3)	S/C	W/C	ブリーディング率 (%)
50	773	694	1.518	230	1.492	15.46	13.88	0.13
100	750	686	1.536	250	1.484	7.50	7.50	0
150	730	678	1.557	230	1.480	4.87	4.87	0
200	702	672	1.573	220	1.469	3.51	3.51	0
250	666	670	1.584	220	1.453	2.66	2.66	0

と一軸圧縮強さの関係を示す。図中の色枠部分は一般的な流動化処理土の埋戻し基準範囲³⁾を示したものである。図よりセメント量、養生日数の増加に伴い一軸圧縮強さは増加しており、セメント量 60～70kg/m³ の範囲では埋戻し基準値を満たすことがわかる。

3-2 掘削土の力学特性 表-5 に例として福岡市における建設発生土の埋戻し材としての品質基準値を示す。また、表-6 に泥土及び掘削処理土のコーン指数を、図-4 に掘削処理土のセメント量とコーン指数の関係を示す。セメント量 50kg/m³ で作製した流動化処理土の掘削処理土において、土質区分は泥土と判定される。さらにセメント量を増加させるとコーン指数は増加し、セメント量 75kg/m³ 以上の掘削処理土においては第2種と判定されることが分かる。また、図-5 にセメント量と室内 CBR 値の関係を示す。セメント量 50kg/m³ の掘削処理土では締固め試験を行なうことができず CBR 値は求められなかった。セメント量 100kg/m³ 以上では室内 CBR の値がいずれの条件においても福岡市における埋戻し基準である設計 CBR12%以上を示していることが分かる。これらのことから、泥土を用いた場合においてはセメント量 100kg/m³ 以上の条件において流動化処理土の循環利用が可能であることが示された。流動化処理土の埋戻し基準強度を満たした条件においては土質区分で泥土と判定されるとともに、室内 CBR の値が測定不可能であった。循環利用のためには掘削処理土に再び流動化処理などの固化処理を施すことが必要であることが伺える。また、福岡市において建設発生土の使用基準値を満たすには埋戻し基準を満たす条件の上限を超えるセメント量が必要であることがわかる。また図-6 に室内 CBR 値と一軸強さの関係を示す。相

関係数が 0.98 と非常に相関性が良いことから、流動化処理土の埋戻し基準値を満足する条件では、福岡市における使用基準値を満足しないことがわかる。流動化処理土の埋戻し基準強度は、数年後の維持修繕に向けて掘削を容易に行なえるように設定されているが、循環利用を確立させるためには埋戻し基準強度範囲の見直しが必要であると思われる。

4.まとめ ①流動化処理土の埋戻し強度基準を満たすセメント量で打設した場合、掘削処理土をそのまま埋戻し土として使用することが難しいことが示された。そのため循環利用を行うには掘削処理土に再び流動化処理を施す等の対策が必要である。②流動化処理土の循環利用のためには埋戻し基準強度範囲の見直しが必要と思われる。

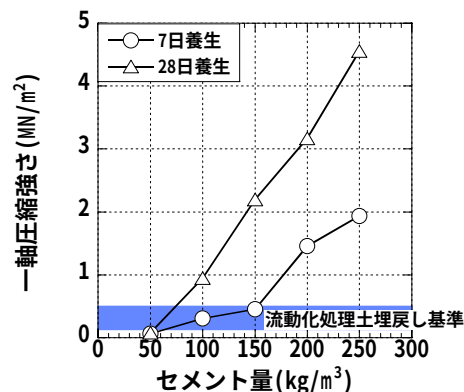


図-3 セメント量と一軸強さの関係 (泥土)

表-5 品質基準値(福岡市)

品質管理項目	建設発生土の埋戻し基準値	
使用箇所	管周り	路床及び路体
最大粒径(mm)	13	50
細粒分含有率(%)	10以下	25以下
CBR(%)	設計CBR12以上又は修正CBR20以上	

表-6 泥土、掘削処理土の物理特性

試料名	土質区分	含水比(%)	コーン指数(kN/m²)
掘削土作製に用いた試料	泥土	34.2	103
掘削処理土 (C=50kg/m³)	泥土	80.0	122
掘削処理土 (C=100kg/m³)	第2種	76.5	4957
掘削処理土 (C=150kg/m³)	第2種	68.3	5829
掘削処理土 (C=200kg/m³)	第2種	63.3	6105
掘削処理土 (C=250kg/m³)	第2種	62.2	11670

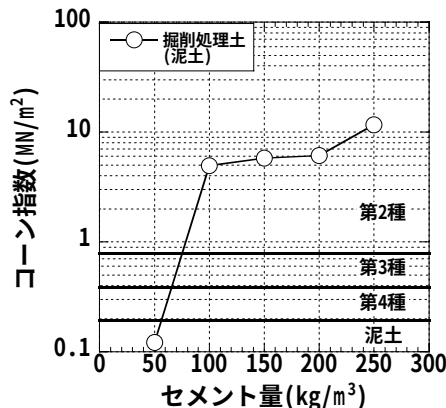


図-4 セメント量とコーン指数の関係

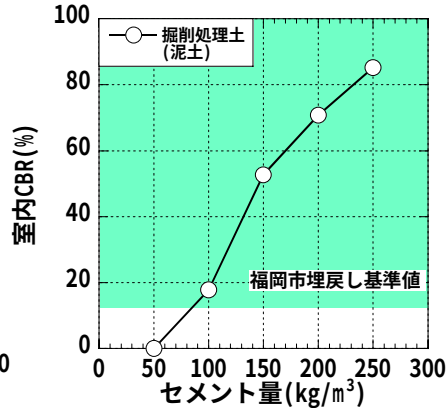


図-5 セメント量と室内 CBR 値の関係

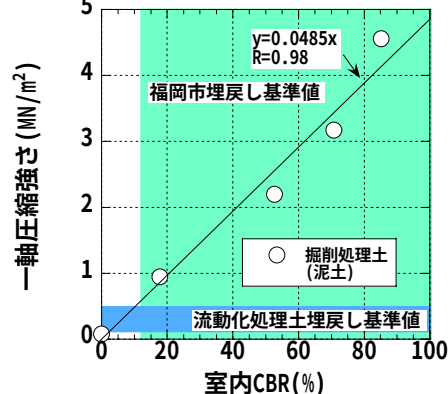


図-6 CBR 値と一軸強さの関係

【参考文献】 1)国土交通省：平成 17 年度建設副産物実態調査結果について http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/011208_2_.html 2) たとえば、小林学：流動化処理土製造における粘性管理に関する一考察，第 42 回地盤工学研究発表会，pp.625-626，2007. 3)久野悟郎：「土の流動化処理工法」技報堂出版，pp.204-205，1997.