

## 循環利用を考えた再生流動化処理土の力学特性

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

**1.はじめに** 近年、建設発生土のリサイクルが進められ、流動化処理工法が広く用いられるようになってきている。流動化処理工法は、締固めを必要とせず、複雑な管路や狭小な場所に利用でき、高含水比の粘性土や泥土などあらゆる土質区分の建設発生土を原料とすることが出来るため、建設発生土の大量リサイクルが期待できる工法<sup>1)</sup>である。流動化処理土の主な利用分野は、地下鉄、共同溝、埋設管等の埋戻しであり、今日、流動化処理工法が現場で施工され、その実績は十数年が経過<sup>2)</sup>しようとしている。しかしながら、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今後十分に考えられる。そのためにも、再掘削された流動化処理土の土質区分や力学特性を把握しておくことが重要である。そこで、本研究は図-1に示す流動化処理土の循環利用に着目し、一度流動化処理を施して固化させた処理土を掘削してときほぐし、再び流動化処理を施す、循環利用の可能性を力学特性の面から探ることを目的とする。

### 2.実験概要

**2-1 実験条件** 流動化処理土の土質材料として、泥土及び第2種建設発生土に分類される2種類の建設発生土を用いた。図-2に粒径加積曲線を、

表-1に試料の物理試験結果を示す。この結果より配合計算と予備練り試験を行い、流動化処理土作製の配合を決定した。

表-2に流動化処理土の埋戻し品質規定<sup>3)</sup>を示し、表-3に予備練り試験より決定した配合表を示す。供試体の作製にはこの配合をもとに各種建設発生土、高炉セメントB種、水を混合攪拌した。その後、処理土のフロー値(250±20mmに設定)、湿潤密度を測定し、ブリーディング試験を行った。処理土をモールドに打設後、翌日に整形、翌々日に脱型を行い

ラップで包み、20℃一定の恒温室で7,28日養生し、それぞれ一軸圧縮試験を行った。

**2-2 再生流動化処理土作成条件** 表-3に示す配合条件のうち、一軸圧縮試験を用いて流動化処理土の品質規定を満たしたのものについては、数年後の再掘削を想定し、28日後に掘削しときほぐした。ときほぐされた処理土を、以後掘削処理土とする。その後、再び水とセメントを混ぜ流動化処理を施した。この処理土のことを、再生流動化処理土と定義する。再生流動化処理土の作成に使用した掘削処理土の物理試験結果を表-4に示す。その結果をもとに表-5のように配合を決定し、供試体を作成して7,28日養生し一軸圧縮試験を行った。

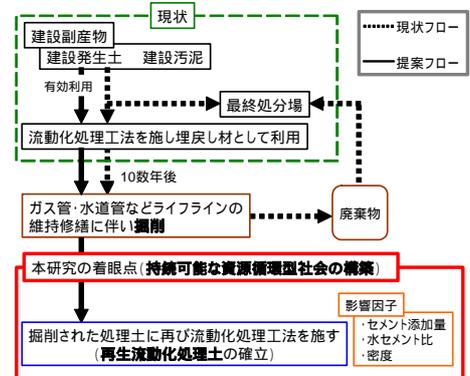


図-1 本研究の着眼点

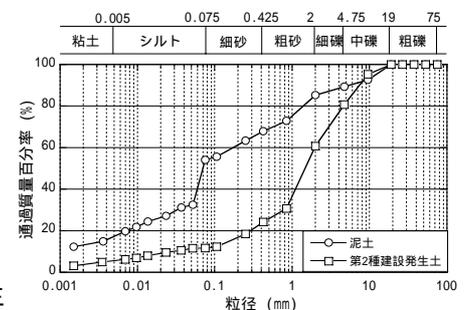


図-2 粒径加積曲線

表-1 発生土の物理試験結果

試料名	密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 (%)	塑性指数 $I_p$	コーン指数 (kN/m <sup>2</sup> )
泥土	2.664	34.2	25.25	103.95
第2種	2.712	12.52	14.56	814.91

表-2 流動化処理土の品質規定

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

表-3 配合表

発生土の種類	セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	発生土量 (kg/m <sup>3</sup> )	水 (kg/m <sup>3</sup> )	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	フロー値 (mm)	W/C	ブリーディング率 (%)
泥土	50	773	694	1.517	230	13.88	0.13
	75	780	683	1.538	250	9.11	0.13
第2種建設発生土	50	1245	525	1.820	260	10.5	0.79
	75	1250	515	1.839	270	6.97	0.61

表-4 掘削しときほぐした流動化処理土の物理試験結果

掘削しときほぐした流動化処理土	土粒子密度 (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 (%)
掘削処理土a (泥土 C=75kg/m <sup>3</sup> )	2.719	76.6
掘削処理土b (第2種発生土 C=50kg/m <sup>3</sup> )	2.733	60.5

表-5 再生流動化処理土の配合表

掘削しときほぐした流動化処理土の条件	セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	発生土量 (kg/m <sup>3</sup> )	水 (kg/m <sup>3</sup> )	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	フロー値 (mm)	W/C	ブリーディング率 (%)
掘削処理土a (泥土 C=75kg/m <sup>3</sup> )	100	547	766	1.433	250	7.66	0.21
	150	513	762	1.448	250	5.08	0.19
	200	508	749	1.546	230	3.74	0.18
掘削処理土b (第2種発生土 C=50kg/m <sup>3</sup> )	100	750	693	1.563	250	6.93	0.30
	150	720	687	1.577	250	4.58	0.00
	200	708	677	1.644	250	3.38	0.00

3.実験結果および考察

3-1 流動化処理土の品質及び力学特性について

表-3 より湿潤密度及びブリーディング率共に全ての条件において、流動化処理土の埋設管の埋戻し基準値を満たしていることが分かる。図-3 に一軸圧縮強さとセメント量の関係を示す。図より7日と28日養生ともに基準値を満たしている条件は、泥土の  $C=75 \text{ kg/m}^3$  (以後掘削処理土 a とする) 第2種発生土の  $C=50 \text{ kg/m}^3$  (以後掘削処理土 b とする) であることが分かる。この2つの条件を用いて再生流動化処理土を作成した。

3-2 再生流動化処理土の力学特性

図-4 に一軸圧縮強さとセメント量の関係を示す。図より、掘削処理土 a を再生流動化処理すると  $C=150 \text{ kg/m}^3$  で、掘削処理土 b の場合には  $C=100 \text{ kg/m}^3$  で埋戻し基準を満たすことが分かる。図-5 に再生流動化処理土の一軸圧縮強さと流動化処理土作成に用いたセメント添加量の関係を示す。図より、再生流動化処理土の一軸圧縮強さは、いずれの条件においても少ないセメント添加量 ( $C=50 \text{ kg/m}^3$ ) において著しい強度発現が見られた。このことから再生流動化処理土の一軸圧縮強さは、流動化処理土作成時の初期のセメント添加量よりも、発生土の土質区分に依存していると考えられる。図-6 に流動化処理土と再生流動化処理土の28日養生における一軸圧縮強さと水セメント比の関係を示す。図より再生流動化処理土は流動化処理土に比べ水セメント比が小さいにもかかわらず強度発現があまり期待できないことが分かる。このことから、再生流動化処理土が流動化処理土と同程度の一軸圧縮強さを得るためにはセメント添加量を増やさなければならないことが分かる。この原因は、図-7 に示すフロー値と単位水量の関係より、再生流動化処理土作成にあたり、一度固化したものを解泥するため、所定のフロー値を得るために単位水量が増加するためである。図-8 に流動化処理土と再生流動化処理土の湿潤密度とセメント量の関係を示す。再生流動化処理を施すことによって単位水量が増加するため、再生流動化処理土の湿潤密度は低下していることが分かる。

図-3 より7日と28日養生ともに基準値を満たしている条件は、泥土の  $C=75 \text{ kg/m}^3$  (以後掘削処理土 a とする) 第2種発生土の  $C=50 \text{ kg/m}^3$  (以後掘削処理土 b とする) であることが分かる。この2つの条件を用いて再生流動化処理土を作成した。

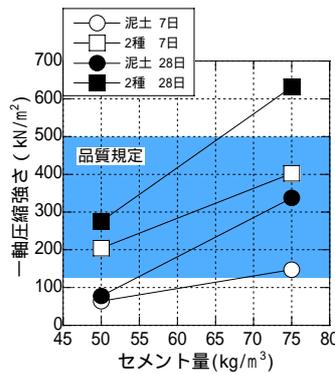


図-3 一軸圧縮強さとセメント量の関係

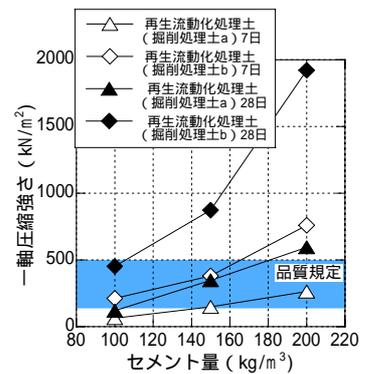


図-4 一軸圧縮強さとセメント量の関係 (再生流動化処理土)

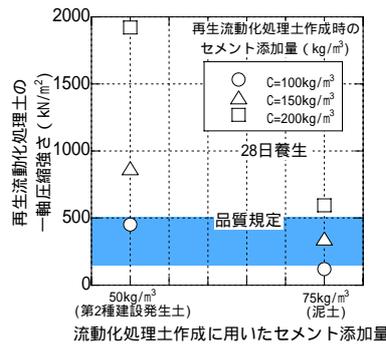


図-5 一軸圧縮強さと再生流動化処理土作成に用いたセメント添加量の関係

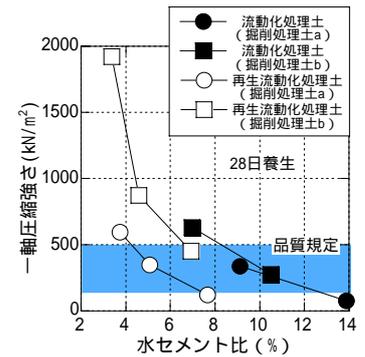


図-6 一軸圧縮強さと水セメント比の関係

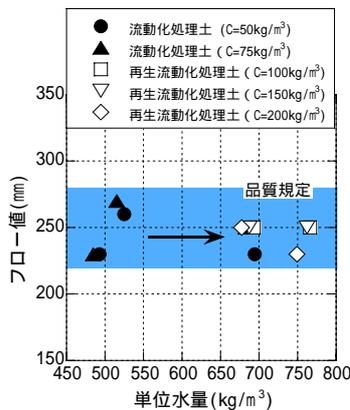


図-7 フロー値と単位水量の関係

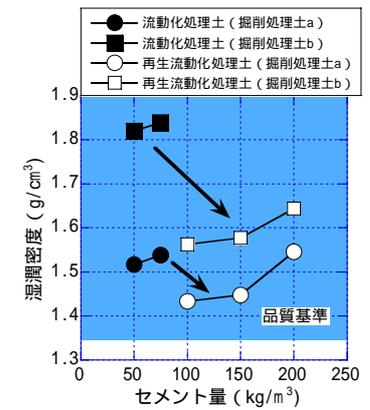


図-8 湿潤密度とセメント量の関係

4.まとめ

- 1) 流動化処理土の強度発現は、流動化処理土作成に用いる土の土質区分に依存する。
- 2) 再生流動化処理土は単位水量が多いため、埋戻し基準強度を満たすためには、流動化処理土の作成時よりもセメント添加量を増やす必要がある。
- 3) 力学特性の面から、流動化処理土の循環利用は十分に可能である。

【参考文献】1) 財団法人日本建設情報総合センター：<http://www.jacic.or.jp/> 2) 株式会社建設資源広域利用センター：<http://www.ucr.co.jp/> 3) 久野悟郎：「土の流動化処理工法」技報堂出版，pp.205，1997