

千葉工業大学 学生会員 ○四方 克明

千葉工業大学 正会員 清水 英治

千葉工業大学 正会員 渡辺 勉

1. はじめに

建設現場より発生する残土のなかでも、特に粘性土はその処分が困難である。また自然保護や公害問題などにより、発生土の処分地を確保することが困難になってきている。このような現状に対処するため、発生土になんらかの処理を施し、土木材料として有効利用することが重要である。

本研究は、粘性土に安定材を加え造粒(造粒とは文字どおり、原料となる物質を粒にする操作をいう。)し、砂礫化することによって、土木材料への有効利用をはかろうとするものである。(本報では、造粒物とは、造粒工程でダイスを通過させた短い円柱形のものをいい、造粒土とは、整粒工程で造粒物を球形にしたものを表現する。)図-1に土の造粒方法を示す。

本報では整粒機の回転数を変化させ、3種類の粒度分布の造粒土を作製し、耐圧強度試験、CBR試験などを行い、土木材料としての適性を検討したことを報告する。

2. 試料の物理・化学的性質

千葉県C市の開発現場より発生する粘性土を、試料として用いた。試料の物理・化学的性質を表-1に示す。

3. 安定材の選定

造粒土を有効利用するためには、ある程度の強度と安定性が必要である。そのために、造粒に用いる土に有効な安定材を選定した。安定材としては、普通ポルトランドセメント(以下OPC)、消石灰、消石灰2%+OPCの3種類を選定し、JSF T 821-1990の方法により軸供試体($\phi=5\text{cm}$ 、 $h=10\text{cm}$)を作製し、27日養生後、1日水浸させ、一軸圧縮試験を行った。その結果を図-2に示す。これより、安定材の添加割合を、消石灰2%+OPC13%と決定した。

4. 造粒化するための最適条件の選定

造粒に適した含水比の決定：土を造粒する際、試料の含水比が造粒土の形状に大きく影響する。整粒工程(本試験に用いた整粒機は、縦型スクリー式整粒機でスクリー直径49.6cm、ピッチ4cm、17段、回転数0~400rpm)において、希望する粒径(ダイス径 $\phi=16\text{mm}$)の造粒土が多くできる含水比を最適含水比とすれば、作製時の含水比が高い場合には、粒同士が付着してダイス径より大きな粒径の造粒土となる。また、含水比が低ければ、整粒機の周壁との摩擦により破碎して、小さな粒径の造粒土となる。今回用いた試料の、安定材添加後の最適含水比の選定を行うため、整粒機の回転数を116rpm(スクリー端の線速度300cm/sec：以下回転数後の数字は線速度を表す。)とし試験を行っ

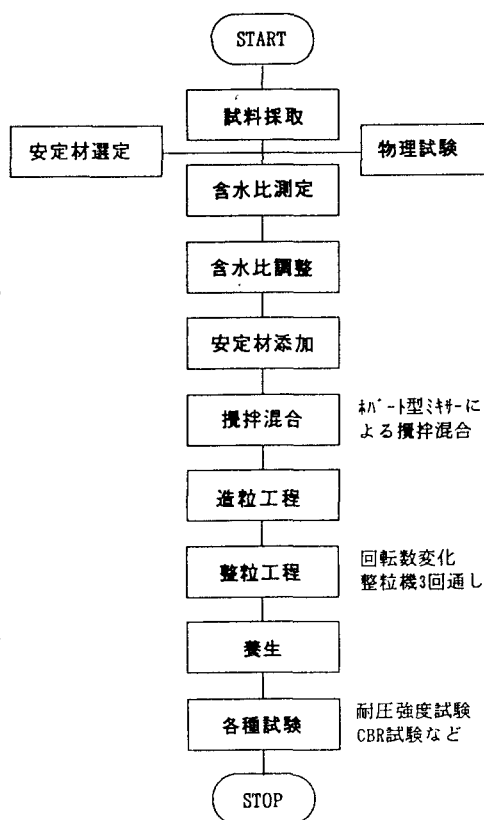


図-1 土の造粒方法

た。その結果、最適含水比を30%と決定した。

整粒機通過回数の決定：造粒物を整粒機により球形に成形するが、整粒機的能力、投入する造粒物の形状などにより、整粒機を通過させる回数を決定する。整粒機通過後の造粒土の形状から判断して、整粒機3回通しと決定した。

5. 整粒機の回転数変化による造粒土の粒度分布の変化

整粒機の回転数を変化させることにより、造粒土の粒度分布を変えることができる。そのために、回転数を116rpm(300cm/sec)、231rpm(600cm/sec)、347rpm(900cm/sec)の3段階に変化させた。各回転数の粒径加積曲線を図-3に示す。図より回転数116rpmのときダイス径($\phi=16\text{mm}$)付近の粒径の造粒土が多くできることが分かる。また整粒機の回転数231rpmでは他の2つに比べ比較的、大粒径から小粒径の造粒土が分布し、347rpmでは小粒径に集中している。

6. 造粒土の基礎実験

造粒土の単粒を用いて、次の基礎実験を行った。

造粒土の耐圧強度試験：28日間密閉養生した造粒土の耐圧強度を木屋式硬度計によって測定した。各回転数の造粒土の耐圧強度は、表-2に示す通りである。(試験を行った造粒土の粒径は、各回転数に多く分布するものとし、116rpmでは10~11mm、16~19mm、231rpmでは5~6mm、10~11mm、16~19mm、347rpmのものは5~6mm、10~11mmの粒径の造粒土について耐圧強度を測定した。)試験結果より、整粒機の回転数に関係なく、粒径が同じであれば、耐圧強度は、ほぼ等しいことが分かる。

7. 修正CBR試験

土木材料としての造粒土の品質を検討するために、造粒土を用いて修正CBR試験を行った。回転数116rpm、347rpmの造粒土は、作製時の粒度分布でCBR試験を行い、回転数231rpmのものについてはFuller式($D=19\text{mm}$)により粒度調整を行ってCBR試験を行った。(ただし、作製した造粒土には、細粒分に相当するものがほとんど含まれないため、完全に調整することはできない。)結果を表-3に示す。表より、乾燥密度は、粒度調整を行ったものが他のものに比べ高い。またCBR試験の結果は、造粒土単粒の強度が大きい、大粒径の造粒土を多く含む、116rpmのCBR値が一番大きくなっていることが分かる。膨張比を92回/3層の供試体で見ると、3種類ともほとんど膨張せず安定している。

8. 考察

適切な砂礫化の条件が分かり、その条件で作製した造粒土は、修正CBR試験の結果より、埋戻し材、裏込め材、路床材などの土木材料として有効利用出来ることが分かった。

表-1 物理・化学的性質

粒度特性	礫分 %	5
	砂分 %	33
	シルト分 %	24
	粘土分 %	38
	均等係数 U_c	--
コテンシンシス	曲率係数 U_c'	--
	液性限界 $w_l\%$	49.0
	塑性限界 $w_p\%$	26.3
	塑性指数 I_p	23.7
土粒子の密度 ρ_s g/cm ³		2.728
自然含水比 $w_n\%$		45
強熱減量試験 $L_t\%$		5.4
pH 値		7.9

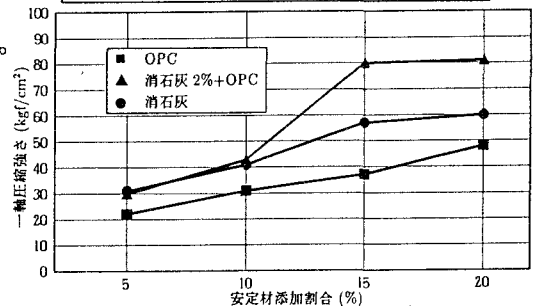


図-2 一軸圧縮試験結果

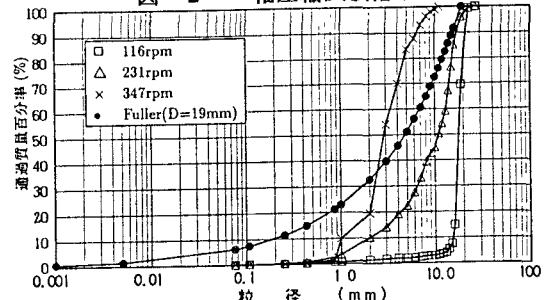


図-3 粒径加積曲線

表-2 造粒土の耐圧強度 (単位: kgf)

回転数	造粒土粒径		
	$\phi 16\text{mm} \sim \phi 19\text{mm}$	$\phi 10\text{mm} \sim \phi 11\text{mm}$	$\phi 5\text{mm} \sim \phi 6\text{mm}$
116rpm	87	53	—
231rpm	85	53	12
347rpm	—	55	8

表-3 修正CBR試験結果

回転数	最大乾燥密度 ρ_d g/cm ³	膨張比 r_e %	CBR 値% (締固め度 95%)
116rpm	1.040	0.08	16
231rpm	1.205	0.03	11
347rpm	1.170	0.07	12