

建設汚泥の焼成造粒物の特性

千葉工業大学 学生会員 與那嶺 泰輔 小宮山 玲子
 千葉工業大学大学院 学生会員 大濱 章史
 千葉工業大学 正会員 渡邊 勉 小宮 一仁

1. はじめに

我が国の産業廃棄物のうち、建設汚泥は再利用、有効利用の遅れた廃棄物として、その有効利用の促進が強く求められている。環境に影響のない再利用方法として下水汚泥やごみの焼却灰を焼結、熔融させ汚染物質を閉じ込め、また減量化できる焼成処理法に着目した。本研究は焼成する際に、昇温速度、維持時間など条件を変え、力学的特性・物性に及ぼす影響を検討し、建設汚泥を再利用することを目指した。

2. 目的

粘土などを加熱すると、融点よりかなり低い温度で粒子間に結合力が生じ、成形した形で焼き固まる。このような過程を焼結という。

図1, 図2に焼成前後の電子顕微鏡写真(×2000)を示す。図1, 図2から粒子の熔融により焼結していることがわかる。

焼結による、体積変化や色、強度・物理的な性質変化を確認し、建設汚泥の再利用を検討した。

3. 研究に用いた粘性土試料の性質

本研究では4種類の汚泥を用い、それぞれを汚泥A, 汚泥B, 汚泥C, 汚泥Dとした。比較を行うため、定性的な木節粘土も使用した。土質試験結果を表1に示す。

多数の均一な供試体が必要なため、液性状態の粘性土を再圧密装置(21×20×15cm)を用いて圧密する。圧密後、直径3.5cm、高さ7cmの大きさに成形し絶乾状態にした後、焼成処理を行った。その後、供試体を作成し一軸



図1 焼成前の供試体表面

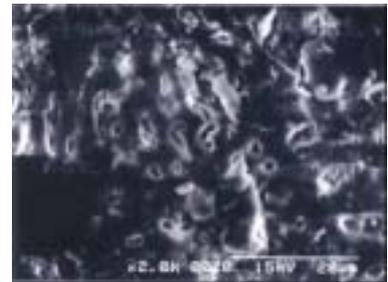


図2 焼成後の供試体表面

表1 土質試験結果

試料の種類	汚泥A	汚泥B	汚泥C	汚泥D	木節粘土
土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.679	2.672	2.689	2.704	2.673
礫分 %	-	-	0.50	-	-
砂分 %	2.00	6.98	19.50	6.00	5.78
シルト分 %	23.70	49.77	41.10	39.70	18.18
粘土分 %	74.30	43.25	38.90	54.30	76.04
最大粒径 mm	0.11	0.85	4.00	2.00	0.21
均等係数 U_c	-	-	-	-	-
液性限界 w_L %	74.34	44.30	39.66	62.44	63.60
塑性限界 w_p %	38.96	28.17	24.22	32.80	23.90
収縮限界 w_s %	35.02	27.45	21.61	30.23	7.18
塑性指数 I_p	35.38	16.13	15.44	29.64	39.70
強熱減量 L_i %	6.43	5.31	4.85	6.55	8.89
pH	9.52	8.13	9.73	9.45	5.99

圧縮試験(JIS A1216)を行った。その結果、最高温度維持1時間の焼成条件では最高温度維持5時間の焼成条件より強度が低く、焼結が不完全であると考えられた。そこで、内部まで焼結し易い、球状で小さな形状の造粒物を作成した。

キーワード：焼成, 建設汚泥, 造粒物

連絡先：〒275-0016 習志野市津田沼 2-17-1 TEL：047-478-0440 FAX：047-478-0474

4. 焼成造粒物

造粒物とは供試体を直径 1cm 程度の球形に成形したものであり、焼成造粒物とはその供試体に焼成処理を施したものである。一軸圧縮試験に用いた円柱形の供試体は、熱の伝わり方が一様ではなく体積収縮に差が生じてしまう。そこで汚泥を造粒化することにより、焼結現象を均一に進行させ、本来の強度を得ることに着目した。また、焼成処理での再利用を考えると大量かつ連続的に均一な焼成造粒物を作ることができる、ロータリーキルン（回転式燃焼装置）による処理が望ましい。そこで本研究では小規模のロータリーキルンを試作し、そのロータリーキルンで造粒物を作成し、有効利用、再利用の検討を行った。また均一な造粒物を作成できる平板回転式整粒機も用いて造粒物を作成した。

平板回転式整粒機による焼成造粒物の作成方法

塑性限界付近に調節した試料を湿式押し出し造粒機で混合・攪拌し、試料を直径 1cm の円柱状に成形する。その後、平板回転式整粒機を用いて球状に整粒し、絶乾状態にし、電気マッフル炉により焼成を行う。なおこの作成方法はバッチ方式である。

試作したロータリーキルンによる焼成造粒物の作成方法

塑性限界付近に調節した試料を、試作したロータリーキルンで焼成を行う。

以上のように作成した焼成造粒物の物性、力学的特性を調べた結果、焼成温度 1000 付近で強度や体積の収縮などの変化が大きく現れた。

5. 焼成造粒物の再利用方法

焼成処理を施す事により造粒物が、高強度性、安定性を発現することが確認出来たので、最も焼成時の造粒物に変化が表れる最高焼成温度 1000 での焼成を施した造粒物をコンクリート用の軽量骨材として使用可能か検討した。なお今回は汚泥 A, B, C, D で作成した焼成造粒物の圧壊強度の差があまり見られなかった事から汚泥 D の造粒物を使用し、定性的な木節粘土も同様に比較し検討した。

実際に軽量骨材を用いたコンクリート供試体と強度を比べた結果、図 3 より平板回転式整粒機による作成方法では強度が高く、ロータリーキルンでの作成方法では低いという結果になった。この要因として、焼成造粒物の強度が平板回転式整粒機を用いた物に比べロータリーキルンを用いた物の方が低いことが原因だと考えられる。次に木節粘土による供試体の強度が低くなった要因として、粘土中のアルカリ成分が少なく焼結の融点が高くなり、造粒物が十分に焼結できず骨材として用いた焼成造粒物の強度が低くなったことが考えられる。また、汚泥 D の焼成造粒物は、単位容積質量が普通骨材に比べ小さいが軽量骨材よりは大きいという結果になった。

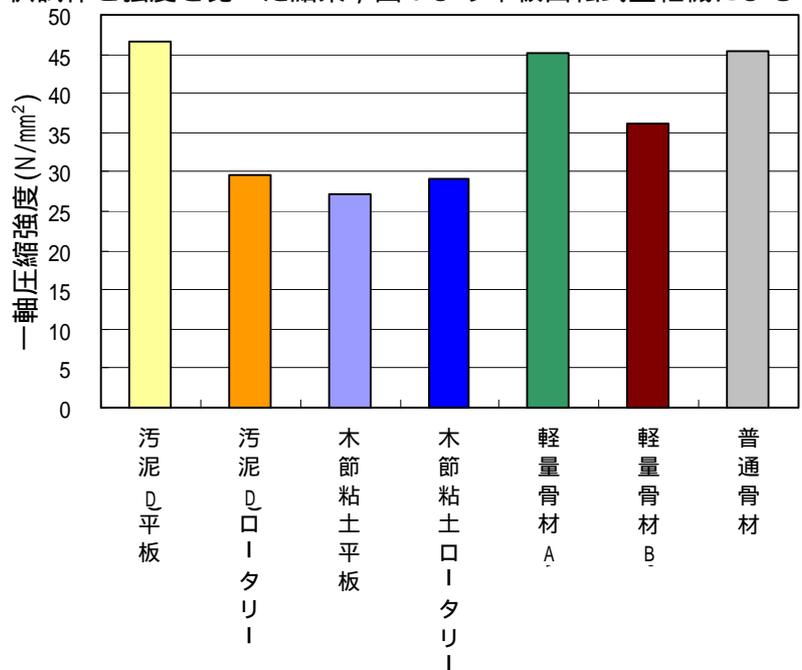


図 3 コンクリート供試体の一軸圧縮強度

汚泥 D, 木節粘土による焼成造粒物は、JIS A5002「構造用軽量コンクリート骨材」の品質基準を満たしている事が確認できた。今後の課題として、焼成造粒物の軽量化, 大量生産化, 高強度化が考えられる。