

砕石スラッジの固化材攪拌粒状化実験と粒状物の性状

大阪市立大学大学院 正会員 ○西 元央
大阪市立大学大学院 正会員 山田 優

1. はじめに

砕石や砕砂の製造に伴い、多量の産業廃棄物である砕石スラッジを発生させ、その大部分が自社内投棄あるいは多大な処分費を費やして処分されている。砕石スラッジを地盤材料として有効利用するために特別な改良が必要である。その改良方法は種々あるが、経済性、利用用途、ハンドリングなどを考えると、固化材を用いて粒状物にする方法が有望である。本研究では、固化材を用いてスラッジと攪拌しながら粒状化を行い、攪拌回転数や攪拌時間などの粒状化条件と粒度分布の関係と、それを締固めたときの強度、透水性を調べた。

2. 固化材攪拌粒状化実験

(1) 概要

スラッジの固化材攪拌粒状化はソイルミキサを用い、スラッジの含水比、固化材量、攪拌回転数、攪拌時間の粒状化条件を変えて行った。

(2) 砕石スラッジ

実験に用いた砕石スラッジは大阪府高槻市の砕石プラントで調達した。その性状を表1に示す。

(3) 固化材および粒状化助剤

固化材は普通ポルトランドセメント（以下、セメントと呼ぶ）を用い、粒状化するために助剤として高分子凝集剤を主剤とする高分子改良剤を用いた。高分子改良剤がスラッジ中の水分を吸水してゲル状となり、塑性状態になったスラッジは、ミキサの攪拌羽根のせん断作用によって粒状化される（写真1）。

(4) 粒状物の定義

粒状物の定義を以下のとおり定めた。

- ・ 平均粒径 D50=2.0～19.0mm
- ・ 粒径 0.85～31.5mm が全体の 50%以上

(5) 実験結果および考察

図1にスラッジ含水比の違いによる粒径加積曲線、図2に高分子改良剤量の違いによる粒径加積曲線を示す。w=50.3%、C=100kg/m³では粒状化できなかったが、含水比が低くなると、全体的な粒度、平均粒径が小さく

表1 砕石スラッジの土質性状

土粒子密度 ρ_t (g/cm ³)	2.75
液性限界 w_L (%)	33.5
塑性限界 w_p (%)	19.0
塑性指数 I_p (%)	14.5
粒度分布	
砂分 (%)	5.5
シルト分 (%)	43.5
粘土分 (%)	51.0



写真1 粒状物

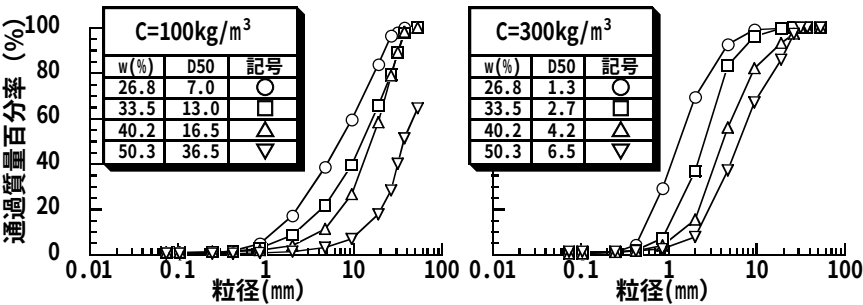


図1 スラッジ含水比の違いによる粒状物の粒径加積曲線

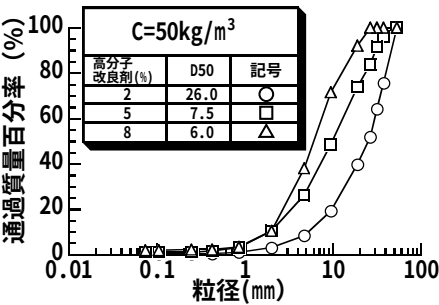


図2 高分子改良剤量の違いによる粒径加積曲線

キーワード 砕石スラッジ、固化材攪拌粒状化、粒度分布、CBR、透水性、粒子強度

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科 Tel.06-6605-3048

なり、粒状化できた。
またセメント、高分子改良剤を増量することで粒状化することができた。元の含水比が低い場合やセメント、高分子改良剤の増量は、含水比低下や高分子による吸水が大きくなり、

せん断作用を受けやすくなるので、粒径が小さくなると考えられる。図3、図4に攪拌時間、攪拌回転数の違いによる粒径加積曲線を示す。攪拌回転数が大きく、攪拌時間が長くなると大きい粒径の粒状物が減少し、粒径が小さくなる傾向がみられた。これは攪拌羽根によるせん断作用が大きくなることやその作用時間が長くなるためである。

3. 粒状物の性状

(1) 試験

粒状物を 28 日間養生して圧壊試験（JIS Z 8841）、CBR 試験、透水試験を行った。

(2) 実験結果および考察

実験結果を表 2 に示す。

C=100kg/m³ の粒状物について、含水比が高くなるにつれて圧壊強度すなわち粒子強度が小さくなり、それを締固めた CBR、透水係数ともに減少した。粒子強度が小さくなるので、CBR は下がり、透水性が低くなるのは分かる。一方、C=300kg/m³

では、粒子強度の低い粒状物ほど透水係数は低い値を示したが、CBR は増加した。w=26.8%、C=300kg/m³ の粒状物は、粒度分布、含水比などの影響もあるが、粒はほとんどつぶれることなく、うまく締固まらなかった。そのため低い CBR を示した。含水比が高くなると、粒子強度は少し小さくなる。w=40.2%、C=300kg/m³ では、粒が適当につぶれて密に締固まり、ある程度の粒子強度を持っているので、粒子間の接触摩擦と粘着力で CBR は増加したと考えられる。図 5 に圧壊強度と CBR、透水係数の関係を示す。圧壊強度の増加に伴い、透水係数は増加するが、CBR はある圧壊強度を境に減少した。圧壊強度 29～56N の範囲の粒状物を締固めると、最大 CBR が得られそうである。

4. まとめ

- (1)セメント、高分子改良剤の増量や攪拌時間、回転数が増すと、含水比低下やせん断作用が大きくなるなどで粒径が小さくなる。
- (2)粒状物を締固めたときの CBR、透水性は粒子強度の影響が大きく、粒子強度が弱いと CBR、透水性共に低い、粒子強度が高いと透水性は高く、CBR は低くなる。

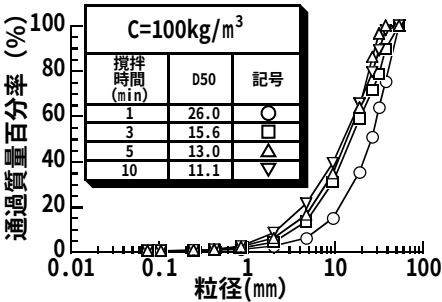


図3 攪拌時間の違いによる粒径加積曲線

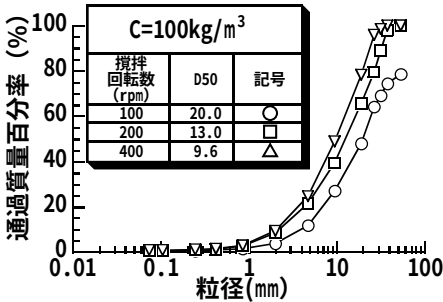


図4 攪拌回転数の違いによる粒径加積曲線

表 2 粒状物の性状

項目	26.8%		33.5%		40.2%	
	100kg/m³	300kg/m³	100kg/m³	300kg/m³	100kg/m³	300kg/m³
吸水率 (%)	28.6	22.8	31.3	27.9	35.6	33.0
絶乾密度 (g/cm³)	1.52	1.61	1.48	1.52	1.37	1.43
圧壊強度 (N)	29.0	83.5	23.9	59.6	15.7	56.4
CBR (%)	51.4	7.6	38.1	38.1	22.9	54.8
透水係数 (cm/sec)	6.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻²	3.4×10 ⁻³	9.0×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	6.0×10 ⁻³

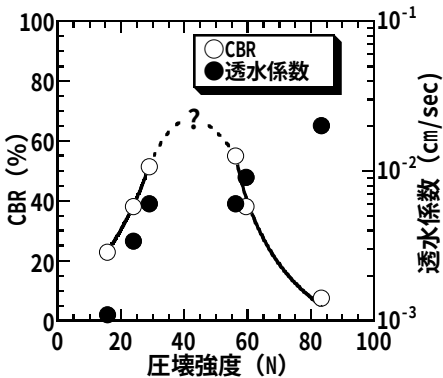


図5 圧壊強度と CBR、透水係数の関係