

微粉砕した遠心力成形コンクリートスラッジの活性度

日本コンクリート工業(株) 正会員○本間雅人
正会員 土田伸治

1. まえがき

遠心力成形コンクリート製品の製造時に排出されるコンクリートスラッジは、生コンプラントで生じるスラッジ水と同様に、処理が困難になりつつあり、その再利用法を検討する必要がある。しかし、このスラッジは、生コンプラントで生じるものとは、固形分率が大きく異なり¹⁾、含水率の変動も大きいいため、練り混ぜ水として用いるのは困難である。そのため、スラッジを乾燥・粉砕した方が利用は容易であると考えられる。そこで、乾燥・粉砕した遠心力成形コンクリートスラッジの活性度について検討した。

2. 実験方法

2.1 スラッジの乾燥・粉砕方法

排出されたスラッジ及び脱水したスラッジケーキの性状を表-1に示す。このスラッジケーキは、自然乾燥（屋外に3日間放置）または強制乾燥（60℃に熱した鉄板上に1日間放置）し、ケーキ解砕機で粗砕した後、ロサンゼルス試験機を用いて粉砕した（2000回転/時間）。粉砕したスラッジは、粉末度（88μmふるいに留まる量）及び密度を測定した。

2.2 活性度の測定方法

水結合材比65%、結合材細骨材比1:3（体積比）のモルタルにおいて、乾燥・粉砕したスラッジを結合材と置換して、フロー値及び圧縮強度を測定した。供試体の寸法はφ5×10cmで、標準養生を行った。活性度は、試験モルタルの強度を基準モルタルの強度で除したものである。使用材料を表-2、モルタルの配合を表-3に示す。

3. 実験結果

3.1 スラッジの粉末度及び比重

乾燥・粉砕したスラッジの粉末度及び密度を表-4に示す。ロサンゼルス試験機で2時間粉砕したところ、強制乾燥したスラッジはほぼ完全に粉砕されたが、自然乾燥したスラッジは数cm大の塊が残った。これは、自然乾燥したスラッジの水和反応が進行し、強度が増進したためと考えられる。また、粉砕時間に伴って粉末度は向上するが、2時間経過以降の差は小さい。スラッジの密度は2.44で、普通ポルトランドセメントに比べて相当に小さいが、生コンプラントで生じたスラッジに比べてやや大きい²⁾。これは、スラッジにはセメント水和物及び骨材が含まれておりセメントに比べて密度が小さい反面、遠心力成形コンクリートは一般に生コンより富配合であるため、生コンスラッジより密度が大きくなったと考えられる。

表-1 遠心力成形コンクリートのスラッジの性状

	排出スラッジ	スラッジケーキ
サンプル数	20	40
密度 (g/cm ³)	1.15 ~ 1.56(1.37)	1.40 ~ 2.42(1.92)
含水率 (%)	66 ~ 355(149)	13 ~ 69(25)
セメント砂比	(67:33)	

()内は平均値

表-2 使用材料

使用材料	特性値
普通ポルトランドセメント	密度:3.16 g/cm ³ 、比表面積:3310cm ² /g
高炉スラグ粉末	密度:2.89 g/cm ³ 、比表面積:4300cm ² /g
細骨材（川砂）	密度:2.61 g/cm ³ 、FM:2.76

表-3 スラッジ混入モルタルの配合

スラッジ置換率 (vol%)	スラグ置換率 (vol%)	単位量 (kg/m ³)				
		水	セメント	スラッジ	スラグ	細骨材
0%	0%	340	521	-	-	1292
50%	0%	314	271	209	-	1343
100%	0%	285	-	436	-	1400
0%	50%	330	265	-	242	1312
50%	50%	308	137	211	125	1355

表-4 スラッジの粉末度及び密度

乾燥方法	粉砕時間 (時間)	粉末度 (%)	密度 (g/cm ³)	塊の有無
強制乾燥	1	57.1	2.44	×
	2	50.6		○
	4	50.4		○
自然乾燥	2	54.3	-	×

キーワード：遠心力成形コンクリート、コンクリートスラッジ、活性度

連絡先 〒308-8522 茨城県下館市伊佐山 218-3 TEL0296-28-3396 E-MAIL m_honma@star.ncic.co.jp

3.2 スラッジ混入モルタルのフロー

スラッジを混入したモルタルのフロー値を図-1に示す。乾燥・粉砕したスラッジは、2.5mmふるいを通すものを使用した。スラッジ置換率が高いほどフロー値は低下し、置換率50%の場合、粉末度の高いスラッジほどフロー値は大きい。これは、スラッジの保水性が高く、モルタルの粘性が高くなること、粉末度の高いスラッジほど表面の角が取れて丸くなり、ベアリング効果が発揮されるためと考えられる。

3.3 スラッジの活性度

図-2に置換率50%、図-3に置換率100%のスラッジ混入モルタルの活性度を示す（規準モルタル：スラッジ置換率0%）。強制乾燥したスラッジの方が、自然乾燥したスラッジより活性度は高くなり、材令の経過に伴い活性度は高くなった。これは、強制乾燥したスラッジの方が未水和セメントが多く残されていること、スラッジ表面はセメント水和物で覆われており、これを通して水和が進行するまでに時間を要するためと考えられる。また、置換率が高いと活性度は低下し、置換率100%のとき、材令7日で約13%、材令28日で約20%であった。これは、スラッジのセメントに対する強度寄与率と考えられる。

図-4にセメントの50%を高炉スラグで置換した置換率50%のスラッジ混入モルタルの活性度を示す（規準モルタル：スラッジ置換率0%、スラグ置換率50%）。材令7日及び材令28日において、高炉スラグを用いないスラッジ混入モルタルより高い活性度を示した。これは、生スラッジと同様に、乾燥スラッジのアルカリ刺激によって、高炉スラグの潜在水硬性が発揮されたためと考えられる³⁾。

4. まとめ

今回の検討で得た知見は、以下の通りである。

- (1) 強制乾燥させたスラッジは、自然乾燥させたスラッジに比べて、粉砕効率が高く、活性度も高い。
- (2) 遠心成形コンクリートのスラッジの密度は、生コンプラントで生じたスラッジに比べてやや大きい。
- (3) スラッジ置換率が高いほど、スラッジ混入モルタルのフロー値は低下した。
- (4) スラッジの強度寄与率は、材令28日でセメントの20%程度と考えられる。
- (5) スラッジ混入モルタルは、高炉スラグを混入することによって、より高い活性度を示した。

参考文献

- 1)例えば、佐藤、他「スラッジ水を積極的に使用したコンクリートの特性」、コンクリート工学年次論文集、Vol.19,1997
- 2)吉見、他「スラッジの細砂としての有効活用に関する基礎実験」、第7回生コン技術大会研究発表論文集、1993
- 3)畑中、他「生コンスラッジの強度発現性状に及ぼす混和材の影響」、セメントコンクリート論文集、No.49、1995

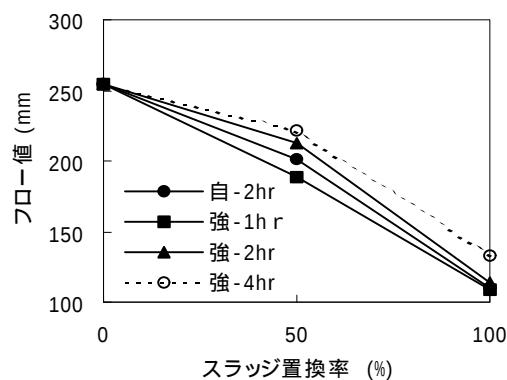


図-1 スラッジ混入モルタルのフロー値

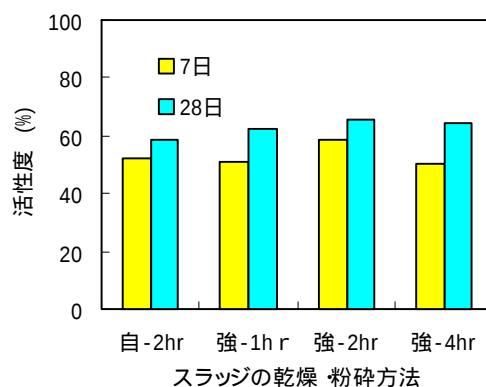


図-2 スラッジ混入モルタルの活性度(スラッジ置換率50%、スラグ置換率0%)

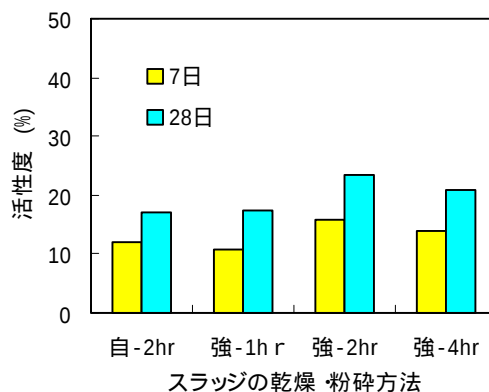


図-3 スラッジ混入モルタルの活性度(スラッジ置換率100%、スラグ置換率0%)

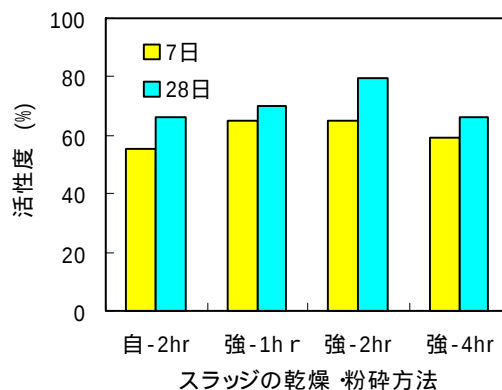


図-4 スラッジ混入モルタルの活性度(スラッジ置換率50%、スラグ置換率50%)