

フライアッシュを混和材として使用した生コンを 起源とするスラッジの有効利用に関する基礎的研究

徳島大学 正会員 ○牛尾 仁
徳島大学 正会員 橋本 親典
(株)セイア 大賀 教男
(株)四国総合研究所 正会員 石井 光裕

1. はじめに

コンクリートのワーカビリティの向上と資源の有効利用の観点から、四国地区ではフライアッシュをレディミクストコンクリート JISA5308 として、標準化している生コン工場が増えている。また、生コン工場が発生するスラッジは、生コンクリート出荷量の 1.7% がスラッジとして発生し、多額の処理費、CO₂の削減等の環境面および最終処分場の不足という現実的な理由もあり、有効利用が望まれている¹⁾。

本研究は、フライアッシュを混和材として使用した生コンを起源とするスラッジ(以下、スラッジ)とコンクリートポール起源の再生骨材を使用したコンクリートの圧縮強度について実験的検討を行った。

2. 実験の概要

2.1 実験材料

1) スラッジ 本研究に使用したスラッジの成分を表1に示す。

項目	ig・loss	insol	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
試料	29.2	20.1	15	5.25	1.81	26.5	1.95	1.33	0.17	0.16
最大値~ 最小値	23.9~ 11.7	19~ 3.7	-	-	-	47.9~ 30.9	-	-	-	-

参考文献 1) P51表-3 スラッジ固形分の組成に関する調査結果(1996年)より

1996年の調査結果に対して ig・loss および insol が多く、CaOが少ない結果であった。

スラッジの原コンクリートは、細骨材の一部代替として G max40mm 配合で 40kg/m³、G max20mm 配合で 45kg/m³ 使用している。原コンクリートの代表的な配合を表2に示す。

表2 代表的配合

配合名	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	F	S	G	Ad
24-8-40	57.9	38.6	154	266	40	689	1106	1.86

2) 再生骨材 本研究に使用した再生骨材の品質を表3に示す。本再生骨材の原コンクリートは、コンクリートポール(電柱)である。

表3 再生骨材の品質

種類	粗粒率	表乾密度	絶乾密度	吸水率	実積率	単位容積質量
5~0mm	3.14	2.23	2.00	11.6	66.2	1.34
20~5mm	6.65	2.43	2.23	5.15	63.1	1.41

2.2 実験配合

使用した実験配合を表4に示す。配合名は全量スラッジを用いた SL、全量再生骨材の R50、再生細骨材容積内割 20% をスラッジで置換した SL50、SL50 を振動練混ぜした SLV50 とした。

表4 実験配合

配合名	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	スラッジ	S	G	Ad
SL	-	-	-	-	1410	-	-	-
R50	50	48	155	310	-	751	887	3.10
SL50	50	48	155	310	77	601	887	3.10
SLV50	50	48	155	310	77	601	887	3.10

2.3 練混ぜ方法および供試体作製方法

1) 全量スラッジを用いた配合 (SL)

全量スラッジを用いた配合は、こぶし大に砕いたスラッジを鋼製型枠(直径 150mm、高さ 300mm)の中に 3 層に入れ、各層 20 秒間、振動タンパ(重量 11kg、起振力 150kg)でスラッジ脱水後 1~5 日後に振動締固めして供試体を作製し、材齢 28 日まで標準養生した。

2) 再生骨材を用いた配合 (R50、SL50、SLV50)

再生骨材を用いた配合は、振動付与ミキサ(容量 60ℓ、動力 200v、3.7kw、回転数 45rpm)で、90 秒間練

キーワード 再生骨材、フライアッシュ、生コンスラッジ、振動付与練混ぜ

連絡先 〒778-8505 徳島県三好市池田町マチ 2191 (株)セイア 企画開発室 TEL 0883-72-2191

混ぜ (SLV50 は 90 秒間、振動付与練混ぜ) JISA5308 付属書 5 に規定される軽量型枠 (直径 100mm、高さ 200mm) を使用し、JISA1132 に基づき、供試体を作製した。なお、スラッジは、表面乾燥状態で 10mm 以下の大きさに砕き使用した。

3. 実験結果

1) スラッジ全量用いた配合 (SL)

図 1 にスラッジ脱水経過日数と圧縮強度の関係を示す。スラッジを全量用いた配合のスラッジ脱水後の経過日数が 5 日以内であれば、28 日圧縮強度は $5.1 \sim 6.7 \text{ N/mm}^2$ の範囲にある。脱水経過後 2 日が最も大きく、その後は徐々に減少した。これは著者らの研究成果²⁾と同じ傾向を示し、48 時間以内であれば強度増進することが明らかとなった。

2) 再生骨材を用いた配合 (R50、SL50、SLV50)

図 2 に再生骨材を用いた配合の圧縮強度を示す。全量再生骨材 R50 は材齢 7 日で圧縮強度 30 N/mm^2 を得たが、材齢 7 日から材齢 28 日への強度増進率は 3% と小さい。

一方、再生細骨材の容積内割 20% をスラッジで置換した SL50 および SLV50 は、材齢 7 日では 30 N/mm^2 を下回る。しかし、材齢 28 日の強度増進率は 11 ~ 16% と大きく全量再生骨材の R50 と同等以上の圧縮強度が得られた。スラッジを使用した配合の強度増進率が高いのは、スラッジに残存するフライアッシュ (写真 2) のポズラン反応と微粉末充てん効果によるものと考えられる。

また、振動付与した SLV50 は、振動なしの SL50 より材齢 7 日および材齢 28 日における圧縮強度が 10% 以上大きく、スラッジの練混ぜに振動付与の圧縮強度増進効果を確認できた。振動付与練混ぜによる強度増進効果は、著者らの研究成果³⁾を裏付けるものである。

4. まとめ

以下に本研究で得られた知見を示す。

- 1) 脱水経過後 48 時間以内に排出されたスラッジは、十分な振動締固めと養生を行うことにより、コンクリートの強度発現の活性度が大きくなる。
- 2) 全量再生骨材コンクリートの再生細骨材の一部をスラッジに置換した場合、全量再生骨材コンクリートと比較して材齢 7 日から材齢 28 日への強度増進が大きく、材齢 28 日では全量再生骨材コンクリートと同等となる。
- 3) 再生骨材とスラッジの練混ぜ途中に振動を付与した場合、圧縮強度が 10% 程度増進する。

参考文献 1) 畑中重光ほか：技術フォーラム (第 8 回)．資源の有効利用とコンクリート・生コンスラッジと現状と利用の可能性，コンクリート工学，Vol. 34, No. 8, pp. 49-58, 1996. 8 2) 原田貴典ほか：振動締固めによるスラッジ固化体の強度特性に関する基礎的研究，土木学会第 58 回年次学術講演会，pp. 1009-1010, 2003. 9 3) 小野寺誠司ほか：振動付与 2 軸強制練りミキサを用いた低度処理再生骨材コンクリートに関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 28, No. 1, pp. 1481-1486, 2006. 7

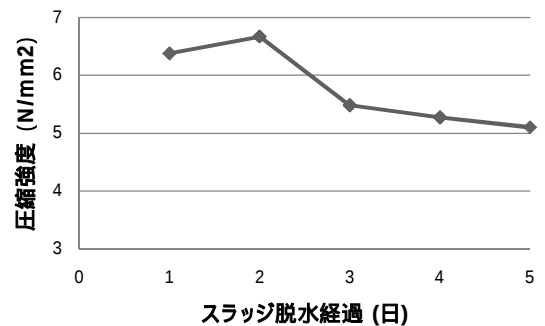


図 1 スラッジ脱水経過日と圧縮強度の関係

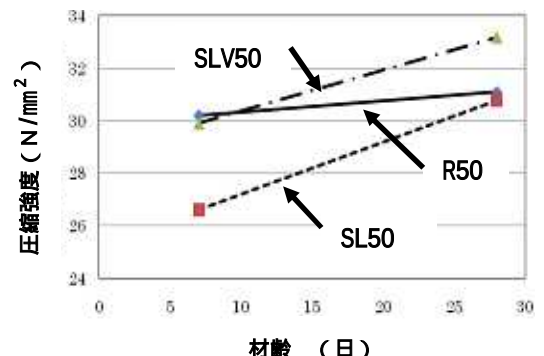


図 2 再生骨材を用いた配合の圧縮強度

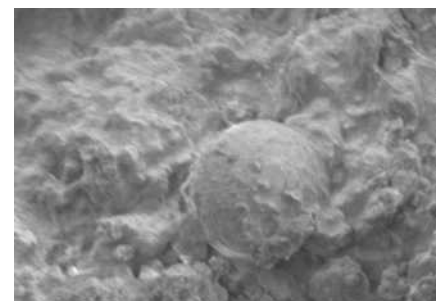


写真 2 スラッジ中のフライアッシュ