

分割練混ぜが再生骨材コンクリートの強度及びそのバラツキに与える影響

(株)I H I 正会員 ○木作 友亮
(株)I H I インフラシステム 正会員 戸田 勝哉
リブコンエンジニアリング(株) 正会員 伊藤 祐二

1. 背景と目的

近年、老朽化した構造物から大量に排出されるコンクリート塊の有効利用が求められており、コンクリート塊から製造される再生骨材や再生骨材を用いたコンクリートの JIS 規格が整備されてきた¹⁾。このうち、再生骨材 M 及び L を用いたコンクリートは、骨材表面に残存した付着モルタル分の影響により、普通骨材を使用したコンクリートに比べて強度や耐久性が低下することが知られている²⁾。また、様々な構造物のコンクリート塊から製造されるため、コンクリート強度のバラツキが大きく、信頼性に劣るという問題がある。そこで本研究では、再生骨材コンクリートに分割練混ぜ工法の一つである SEC (Sand Enveloped with Cement) 練混ぜ³⁾を適用し、練混ぜ方法の変更による品質改善の効果(強度及び強度のバラツキの改善効果)を検討することを目的とした。

2. SEC コンクリートの概要

SEC 練混ぜで製造する SEC コンクリートは、図-1 に示すように練混ぜ水を一括投入する従来方式に対し、練混ぜ水を 2 回に分けて投入する。これにより、保水性の高いキャピラリー状態のセメントペースト⁴⁾となり(以下、キャピラリーペーストと記す)、かつ骨材表面に低水セメント比のセメントペースト層が形成される(以下、造殻と記す)ことで、ブリーディング量が減少し、強度が向上・安定する特徴を有している。SEC コンクリートの練混ぜ方法は複数あるが、本研究では最も品質改善の効果が高いとされる、全骨材造殻方式で練り混ぜた。

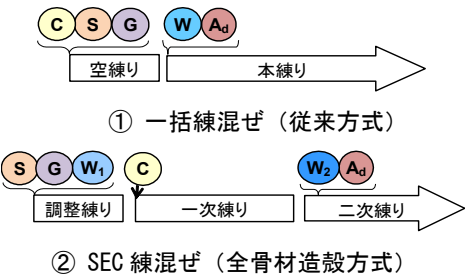


図-1 練混ぜ手順(記号は表-2 参照)

3. 実験概要

試験ケースを表-1 に示す。使用する骨材は、普通骨材、再生骨材 M 及び再生骨材 L の 3 種類とした。普通ポルトランドセメントを使用した呼び強度 24N/mm²、水セメント比 55%の配合とし、それぞれ一括練混ぜ(N シリーズ)と SEC 練混ぜ(S シリーズ)で供試体を作製した。また、目標スランプは 8.0cm、目標空気量は 4.5%とし、混和剤添加量によって調整した。再生骨材 L については、吸水率が JIS 規格を上回る材料を使用している。試験項目は、ブリーディング試験、圧縮強度試験(材齢 7 日、28 日に 3 体ずつ)、直接引張試験(材齢 7 日、28 日に 3 体ずつ)とした。直接引張試験は、図-2 に示す方法で行った。

4. 実験結果および評価

(1) ブリーディング試験

図-3 にブリーディング量の推移を示す。S シリーズは N シリーズに比べて、再生骨材を使用したコンクリートの

表-1 試験ケース

ケース名	練混ぜ方式	細骨材・粗骨材の種類	絶乾密度 [g/cm ³]		吸水率 [%]	
			粗骨材	細骨材	粗骨材	細骨材
N-N	N シリーズ : 一括練混ぜ (従来方式)	N : 普通骨材 (砂岩系)	2.63	2.51	0.85	2.77
S-N	S シリーズ : SEC 練混ぜ (全骨材造殻方式)					
N-M	N シリーズ : 一括練混ぜ	M : 再生骨材 M	2.41	2.31	4.24	6.20
S-M	S シリーズ : SEC 練混ぜ					
N-L	N シリーズ : 一括練混ぜ	L : 再生骨材 L	2.24	1.95	7.40	13.99
S-L	S シリーズ : SEC 練混ぜ					

キーワード 再生骨材, SEC コンクリート, ブリーディング, 直接引張試験, 変動係数
連絡先 〒235-8501 神奈川県横浜市磯子区新中原町 1 番地 (株)I H I 基盤技術研究所 構造研究部 TEL045-759-2864

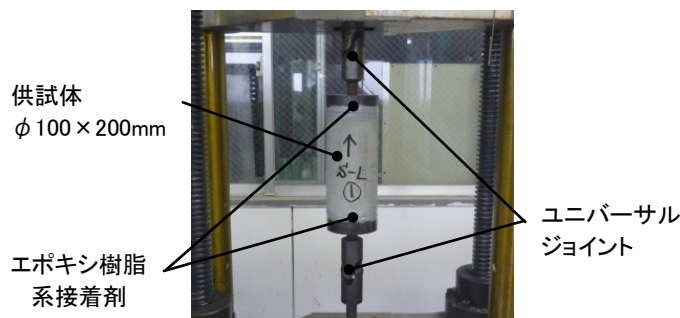


図-2 直接引張試験の試験方法

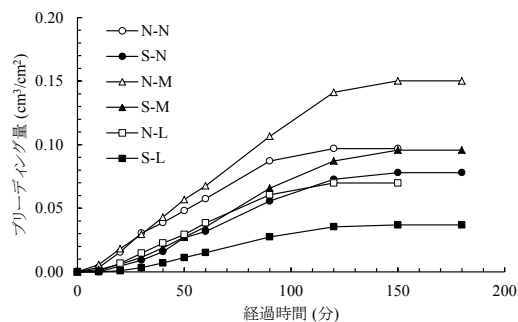


図-3 ブリーディング量の推移

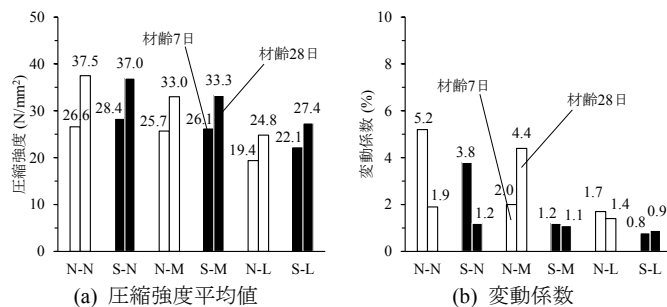


図-4 圧縮強度試験の結果

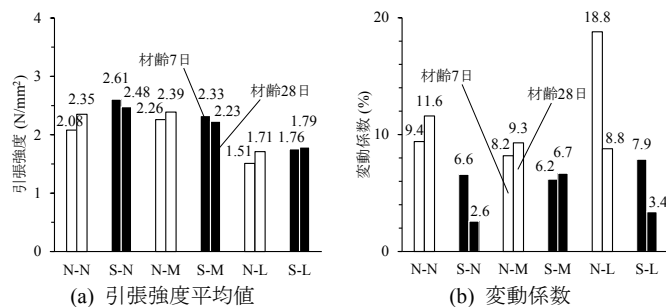


図-5 直接引張試験の結果

ブリーディング量が 36～47%減少した。この結果は、再生骨材に対しても、SEC 練混ぜによる骨材表面の造殻や、保水性の高いキャピラリー状態のペーストの生成が期待できることを示唆している。また、再生骨材 L を使用したケースは、最もブリーディング量が少なかった。これは、骨材自体が多くの微粒分を含んでいることや、骨材の吸水率が高く、表面水率による水量調整の誤差が大きかったためだと考えられる。

(2) 圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果を図-4 に示す。再生骨材を使用した S シリーズは、N シリーズに比べ、材齢 7 日の圧縮強度が 1.6～14%上昇した。材齢 28 日の圧縮強度は、再生骨材 L のみに有意な差が見られ、SEC 練混ぜにより 10%上昇した。さらに注目すべきは強度のバラツキであり、SEC 練混ぜにより変動係数が 36～75%減少した。

(3) 直接引張試験

直接引張試験の結果を図-5 に示す。SEC 練混ぜにより、材齢 7 日の引張強度は 3.1～17%上昇するが、材齢 28 日の強度に優位性は見られない。しかし、材齢によらず強度のバラツキに差があり、S シリーズの変動係数は 24～61%小さい。これは、SEC 練混ぜが、強度上の弱点となる骨材界面とセメントマトリクスの付着特性を改善する⁵⁾ためだと考えられる。以上の結果より、SEC 練混ぜは、再生骨材 M 及び L を使用したコンクリートの材齢初期の強度を上昇させ、かつバラツキを低減する効果があることが明らかとなった。そしてこの効果は、低品位な再生骨材 L で特に顕著であった。

5. まとめ

再生骨材 M 及び再生骨材 L を使用したコンクリートに関して、本研究の範囲で得られた知見を以下に述べる。

- (1) SEC 練混ぜで混練した場合、ブリーディング量が 36～47%減少する。
- (2) SEC 練混ぜの適用により、初期材齢（材齢 7 日）の圧縮強度及び引張強度が 1.6～17%の範囲で増加する。
- (3) SEC 練混ぜの適用により、強度上のバラツキが低減され、変動係数が 24～75%の範囲で減少する。

参考文献

- 1) 寒地土木研究所: コンクリート用再生骨材の品質基準・規格について, 寒地土木研究所月報, No.642, pp56-62, 2006.11
- 2) 北海道開発土木研究所: 再生骨材の最近の動向について, 北海道開発土木研究所月報, No.632, pp29-33, 2006.1
- 3) 一般財団法人土木研究センター: 性能向上のために分割練混ぜをしたコンクリート「SEC コンクリート」, 建設技術審査証明報告書(建技審証 第 0309 号), 2003.8
- 4) 魚本健人: コンクリートと練混ぜ, ダム技術, No.84, 1993.9
- 5) 塩永亮から: 練混ぜ工法を変えたコンクリートの微細構造の分析と評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp610-615, 2014.7