

コンクリートがれきを用いたセメント硬化体の配合選定方法について

大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 ○松元 淳一
 大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 堀口 賢一
 大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 坂本 淳
 大成建設(株) 土木技術研究所 フェロー会員 丸屋 剛

1. はじめに

著者らは、東日本大震災で発生したコンクリートがれきを大量に活用することを目的とし、粗く破碎したコンクリートがれきを母材としてセメントと水を混合し、セメント硬化体として利用する技術を開発した¹⁾。このセメント硬化体は、振動ローラによる転圧施工とするため、単位セメント量と単位水量が比較的少ない超硬練り仕様である。本稿では、コンクリートがれきを用いたセメント硬化体が適切な締固め性を有するための最適な配合の選定方法について報告する。

2. 実験概要

本研究で対象としたセメント硬化体は、土木学会規準 JSCE-F 508「超硬練りコンクリートの締固め性試験方法」において充填率が98%以上、すなわち完全充填となる配合として検討を行った。

使用材料としては、セメントは高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm³)、コンクリートがれきは目視の状態でコンクリートに海砂などの津波堆積物を含むものを採取し、移動式破碎機(刃間隔を 50mm)により、最大寸法を 80mm 以下に破碎して使用した。コンクリートがれきの材料特性として、レディーミクストコンクリート用骨材の規格値と比較した場合、微粒分量はコンクリート用細骨材が 3.0%以下の規格値であるのに対し、5mm 以下のコンクリートがれきでは 22.5%と多い。また、吸水率についても、コンクリート用細骨材が 3.5%以下の規格値であるのに対し、5mm 以下のがれきでは 11.0%と大きかった。そのため、練混ぜ試験時の 5mm 以上のがれきの含水率は、5~10%程度、5mm 以下のがれきの含水率は 15~20%程度と通常のコンクリートよりも多いが、表面水率の補正により、セメント混合物としての練混ぜは可能であった。

セメント混合物の練混ぜは、単位水量、単位セメント量、“S/A”(練り混ぜたコンクリートがれきの全質量 A に対する、5mm ふるいを通過するがれきの質量 S の比率で、通常のコンクリートの細骨材率 s/a に相当する値)を変化させて行った。練り混ぜた後のセメント混合物は、呼び寸法 40mm のふるいでウェットスクリーニングを行い、スランプ試験ならびに JSCE-F 508 に準拠した締固め性試験によりコンシステンシーを評価した。

セメント混合物の代表的な配合、および締固め性試験の結果を表-1に示す。配合設計に際しては、骨材の実積率に基づく間隙充填の指標を参考にした²⁾。この指標は α 、 β として表わされるものであり、 α は粒径 5mm 以下の細骨材の実積率から求まる間隙体積と、それを充填するセメントペースト体積との比率である。一方、 β は粒径 5mm を超える粗骨材の実積率から求まる間隙の体積と、それを充填するモルタル体積との比率であり、いずれも配合理論上は 1.0 を上回らなければ、完全充填が得られないことを意味する。

表-1 代表的な配合とその締固め性試験結果

配合 番号	W/C (%)	S/A (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	単位 ペースト量 (kg/m ³)	α	β	E (J/L)	充填率 (%)	表面の 状態
	100	26.4	135	135	270	1.56	1.32	4.3	100.2	分離
	100	27.8	135	135	270	1.14	1.99	5.1	101.1	分離
	100	32.4	150	150	300	1.22	1.68	22.4	99.5	良好
	105	27.5	131	125	256	1.24	1.10	149.6	88.7	あばた
	100	36.7	150	150	300	1.12	1.61	133.6	93.2	あばた

3. 試験結果および考察

図-1に締固め性試験により得られた締固めエネルギーと充填率の関係を、締固め性試験終了後のセメント

キーワード 東日本大震災、コンクリートがれき、セメント硬化体、締固め性試験、締固めエネルギー

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所土木構工法研究室 TEL045-814-7228

混合物の表面性状の目視評価結果と併せて示す。また、写真-1には、それぞれの評価結果に対応するセメント混合物の表面状況の一例を示した。適切なコンシステンシーを有する超硬練りコンクリートの充填率が98%以上となる締固めエネルギーは、100~200 J/L程度以下であるとされている³⁾。今回のセメント硬化体においては、締固めエネルギーが100 J/L以下で充填率98%以上となった(写真-1(B))。ただし、締固めエネルギーが10 J/L以下と小さくなると、充填率は100%以上と大きくなり、セメント混合物表面は分離した状態であった(写真-1(A))。これは、表-1に示した配合①、②のように、 α 、 β のどちらか一方の値が過大なため、5mm以下の骨材間の間隙体積を埋めるセメントペースト、あるいは5mm以上の骨材間の間隙体積を埋めるモルタルの量が過剰であるためと考えられる。これに対して、締固めエネルギーが100 J/L以上となる場合においては、充填率98%以上を得ることはできず、締固め性試験後のセメント混合物の表面はあばたが多く認められた(写真-1(C))。これは、配合④のように β の値が過少で、5mm以上の骨材間の間隙体積を埋めるモルタルの量が不足していたことが要因であると考えられる。

一方、配合⑤のように、 α 、 β の値は締固め性が良好な配合③と同等程度であるにも拘らず、セメント混合物表面の性状は明らかに異なり、あばたが多く観察される結果であった。図-2にS/Aを変化させたセメント混合物の単位ペースト量と充填率の関係を示す。S/Aの如何に拘らず、単位ペースト量が多くなると、充填率は高くなり、S/Aによって完全充填(充填率98%)できる単位ペースト量は異なることがわかる。これは、S/Aの水準に応じて、がれきの間隙を充填するのに必要な適正単位ペースト量が存在することを示しており、配合⑤では単位ペースト量がやや少ないために良好な締固め性が得られなかったものと推察される。

4. まとめ

コンクリートがれきを用いたセメント硬化体の配合は、完全充填するのに必要な単位ペースト量をS/Aに応じて定めることで決められる。また、このときの充填性は締固め性試験により評価し、得られる締固めエネルギーや、充填性に関する指標 α 、 β の範囲を適切に設定して、品質管理の基準とする。

なお、本研究では、東日本大震災で発生したコンクリートがれきを対象として評価したものであるが、この配合選定方法は解体されたコンクリート構造物等から発生するコンクリートがらを有効に利用することにも適用できる。

【謝辞】本実験に関しては、国土交通省の平成23年度建設技術研究開発助成制度「震災対応型技術開発公募」のもとに設立した産学官テーマ推進委員会の各委員から適切な助言と評価をいただきました。ここに厚く感謝申し上げます。また、コンクリートがれきと実験ヤードは、釜石市のご厚意によりご提供いただきました。重ねて御礼申し上げます。

【参考文献】1) 丸屋剛ほか：コンクリートがれきのセメント硬化体としての有効活用技術開発，建設リサイクル，Vol. 61, pp18-22, 2012年秋号 2) 砂防ソイルセメント活用研究会編：砂防ソイルセメント活用ガイドライン，2002. 1 3) 村田二郎監修：コンクリート施工設計学序説，技報堂出版，2004

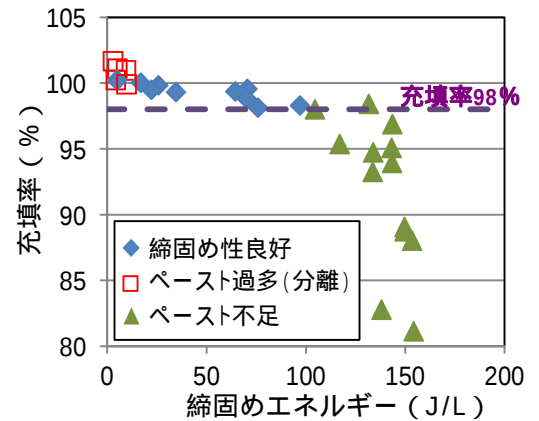


図-1 締固めエネルギーと充填率の関係

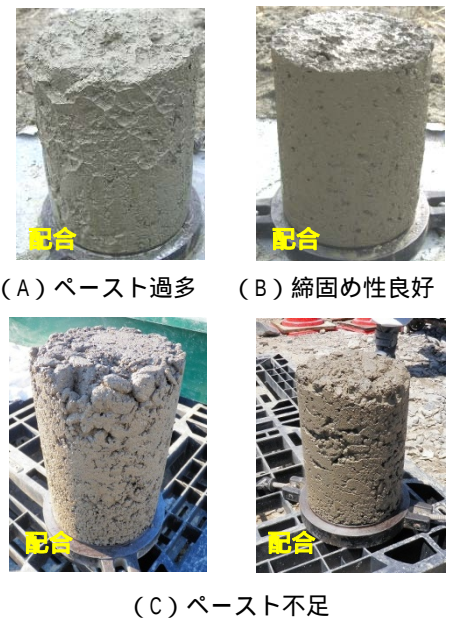


写真-1 締固め性試験後の表面状況

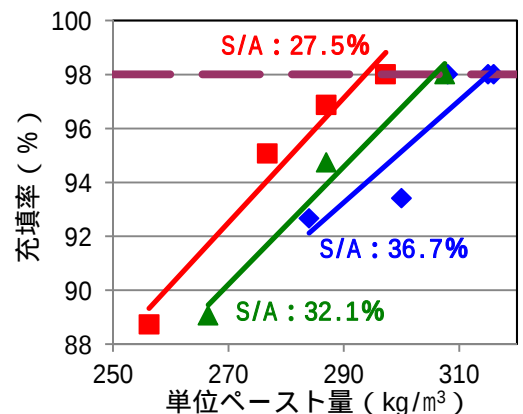


図-2 単位ペースト量と充填率の関係