

乳酸を用いて製造したコンクリート用再生骨材の品質調査

東京都市大学 学生会員 ○千葉卓飛 香川裕幸
正会員 栗原哲彦

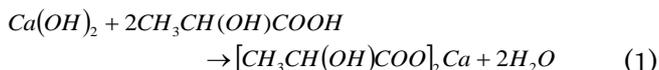
1. はじめに

再生骨材の生産に関する研究が盛んにされている¹⁾²⁾が、それらのほとんどが破碎により付着モルタルを除去する方法である。しかし、破碎方法では処理の際にエネルギーを使用し、さらに、微粉が発生するという欠点がある。

そこで、著者らは新たな高品質な再生骨材の生産方法として酸性溶液である乳酸水溶液を用いて、図-1のようなカルシウムもリサイクルできる再生骨材の生産サイクルについて実験的検討を行っている。今回は実際に回収した骨材の品質調査の結果についてまとめる。

2. 実験概要

実験は直径 100 mm で高さ 200 mm の円柱試験体を用いて行った。養生は水中養生で 28 日行った。圧縮強度を測定したのち、20 mm ふるいを通るようになるまで試験体をハンマーで砕きその後乳酸溶解した。溶解に使用した乳酸濃度は既往の実験結果⁴⁾から 20% とした。示方配合及び圧縮強度を表-1 に示す。粗骨材の採取を念頭に置いたため、2.5 mm のふるいに留まる試験片を対象に溶解を行った。乳酸は JIS 一級濃度 85~92% $CH_3CH(OH)COOH=90.08$ のものを使用した。



式(1)は、コンクリートの主成分である水酸化カルシウムと乳酸の化学反応式である。式(1)から水酸化カルシウム 1mol に対し乳酸 2mol の割合で反応することが分かる。試験片中のセメントの全質量が水酸化カルシウムであるとして各試験体に使用する乳酸量を決定した。溶解実験中のガラス瓶は室内環境下におき、恒温状態ではない環境で溶解実験を行った。

ペースト溶解後に回収した骨材は J I S で定められている再生骨材 H の試験項目 (表-2 参照) に則って性能評価試験を行った。なお、実積率試験とアルカリシリカ反応性試験については今回の試験では骨材の必要

キーワード 再生骨材, 乳酸, 有機酸, 骨材品質

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 栗原研究室 TEL03-5707-0104 (内線 3242)

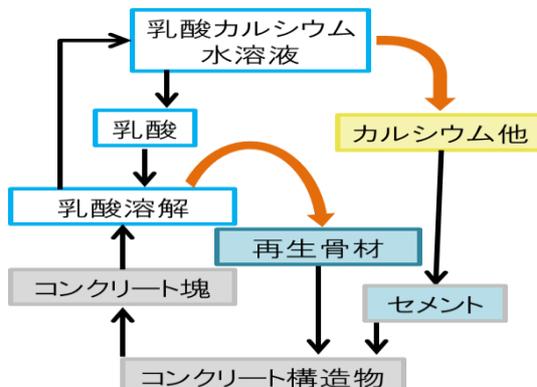


図-1 目標とするリサイクルシステム

表-1 原コンクリートの示方配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)						圧縮強度 (N/mm ²)
	W	C	S	G	Ad ₁	Ad ₂	
60	170	283	819	983	0.707	0.028	29.4

W:練混ぜ水 C:セメント S:細骨材 G:粗骨材
Ad₁:AE 減水剤 Ad₂:AE 助剤 Gmax=20mm

表-2 コンクリート用再生骨材の性能評価項目と規格値の一覧 (一部抜粋)³⁾

試験項目	既存粗骨材	再生粗骨材H	再生粗骨材M	再生粗骨材L
絶対密度 (g/cm ³) (JIS A 1110)	2.5以上	2.5以上	2.3以上	-
吸水率 (%) (JIS A 1110)	3.0以下	3.0以下	5.0以下	7.0以下
微粒分量 (%) (JIS A 1103)	1.0以下	1.0以下	1.5以下	2.0以下
すりへり減量 (JIS A 1121)	40以下	35以下	-	-
アルカリシリカ反応性 (JIS A 1145) (JIS A 1146) (JIS A 1804)	無害 無害 -	無害 無害 無害	無害 無害 無害	無害 無害 無害
不純物量 (JIS A 5021)	-	合計 3.0以下	合計 3.0以下	-

量などの理由によって行っていない。ASR試験については原骨材が問題ないものを使用しているので大きな影響はないものと考えられる。表-2のこれらの試験に加え再生骨材のふるい分け試験と、乳酸溶液を用いてセメントペースト部を溶解して製造をした再生骨材 (以下 laRG) で作製した試験体の圧縮強度試験を追加して行った。理由としては、粗骨材の回収を念頭に置いて回収を行ったので回収した骨材の粒度分布を調べる必要があることと、乳酸が骨材にどのような影響をあたえるのかを見るためである。再生骨材を使用したコンクリートの示方配合を表-3 に示す。使用材料は

表-1と同じである。圧縮強度試験は、直径100mmで高さ200mmの円柱試験体を使用し、28日間の水中養生を行った。また、比較対象として原コンクリートに使用したバージン粗骨材（以下VG）、A社で磨砕処理された再生粗骨材H（以下HRG）に対しても同様の骨材試験および圧縮強度試験を行った。

3. 結果および考察

骨材試験結果を表-4に示す。図-2は絶乾密度と吸水率の関係を示したものである。laRGとVGを比べると吸水率、絶乾密度、ともに大きくなっているが、再生骨材Hの規格の範囲内に収まった。また、HRGと比較するとほぼ同等となっていることが分かる。微粒分量とすりへり減量については、laRGは他の2つの骨材に比べて若干高いことが分かる。これは製造した骨材に付着している未溶解のセメントペーストの影響が大きいと考えられる。

ふるい分け試験の結果を図-3に示す。laRGは10mm以下において標準粒度の範囲を超える結果となった。この結果により今回の溶解方法では粒度調整が必要ながことが分かった。

圧縮強度試験の結果を表-5に示す。laRGは圧縮強度、ヤング率共にVGと比べて大きな変化はなく、骨材の強度への影響が小さいことが分かった。また、HRGとの比較では圧縮強度、ヤング率共に良い結果を示し、現在市販されている再生骨材Hと遜色の無い骨材が製造できたと言える。スランプを見ると、VGに比べて小さいことが分かる。これは付着している未溶解のセメントペーストの影響で吸水率が高くなったためと考えられる。HRGとの比較ではlaRGのスランプの方が高い数値となった。理由として考えられるのは、HRGはlaRGより吸水率が高いこと、さらにHRGにはコンクリートの塊も骨材として混ざっていることも理由の1つであると考えられる。

4. まとめ

今回製造した再生骨材laRGは、骨材試験を行った項目に関しては再生骨材Hの規格を満たす結果となったが、絶乾密度と吸水率はH規格の限度に近い値となった。さらに、再生骨材laRGを使用したコンクリートの強度は、バージン骨材VGを使用したコンクリートとほぼ同等であった。これにより、再生骨材laRGはバージン骨材VGと同様に使用できる可能性を示した。

表-3 各試験体の示方配合

W/C(%)	骨材種類	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	S	VG	Ad ₁	Ad ₂
60	VG	170	283	818	983	0.707	0.028
		170	283	818	957	0.707	0.028
	laRG	170	283	818	957	0.707	0.028
		170	283	818	957	0.707	0.028
	HRG	170	283	818	957	0.707	0.028
		170	283	818	957	0.707	0.028

表-4 各骨材の骨材試験結果

特性値	使用骨材の種類			
	再生骨材H規格	VG	laRG	HRG
密度(絶乾)(g/cm ³)	2.5以上	2.65	2.50	2.50
吸水率(%)	3.0以下	0.42	2.62	2.69
微粒分量(%)	1.0以下	0.1	0.8	0.4
すりへり減量(%)	35以下	13.6	17.4	15.8

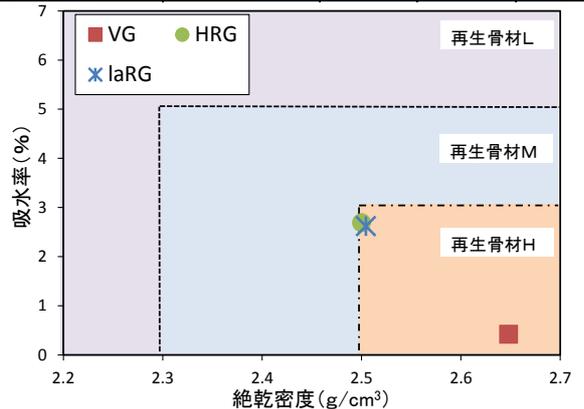


図-2 絶乾密度と吸水率の関係

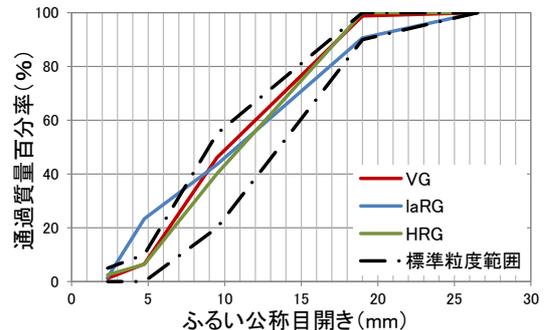


図-3 骨材粒度曲線

表-5 圧縮試験結果

使用骨材	圧縮強度 (N/mm ²)		ヤング率 (kN/mm ²)	スランプ (cm)
VG	31.1	29.6	27.8	20.2
	27.7			
	30.1			
laRG	29.3	28.4	28.5	18.0
	27.9			
	27.9			
HRG	24.2	24.6	26.4	13.6
	23.8			
	25.7			

〈参考文献〉

- 1) 立屋敷久志：解体の現状とその将来，セメント・コンクリート No.717, pp.25-33, 2006
- 2) 土木学会コンクリート委員会：環境調和型コンクリート材料学の創造，土木学会平成22年度全国大会研究討論会 研-09 資料, 2010
- 3) 棚野博之：再生骨材コンクリートの物性，コンクリート工学 vol.46, pp.77-81, 2008
- 4) 千葉卓飛ら：コンクリート用再生骨材製造に使用する最適乳酸濃度の実験調査，第38回土木学会関東支部技術研究発表会, V-33, 2011