

乳酸を用いたコンクリート用再生骨材の生産に関する実験的検討

東京都市大学 学生会員 ○千葉卓飛
正会員 栗原哲彦

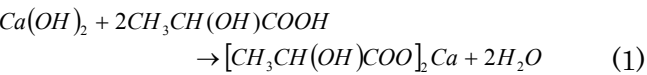
1. はじめに

再生骨材の生産に関する研究が盛んにされている¹⁾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、破碎方法では処理を行う際にエネルギーを使用し、さらに、微粉が発生してしまうという欠点がある。

そこで、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た。

2. 実験概要

実験は小型の薄型コンクリート片をコンクリートカッターで作製して行った。試験片は、寸法約 10×40×40mm で、コンクリート、モルタル、セメントペーストの 3 種類を 1 種につき 2 片ずつ作製した。示方配合を表-1に、圧縮強度、試験片の体積、質量を表-2に示す。また、骨材への影響を調べるために、骨材も乳酸水溶液に浸した。試験片 1 片につき 1 つのガラスビーカーを用意し、濃度 10%の乳酸水溶液とともに試験片を入れた。また、乳酸は 85～92% 一級 500ml CH₃CH(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試験片 1 片に使う乳酸量を決定した。

予備実験の際に冷蔵庫にて実験期間を経過させたものが、室温で経過させたものより早期に溶解したので、実験期間は恒温恒湿室にて 1℃に設定をして期間を経過させた。

3. 結果および考察

乳酸水溶液中の試験片のセメント部分が目視で確認
キーワード 再生骨材, 乳酸, カルシウム

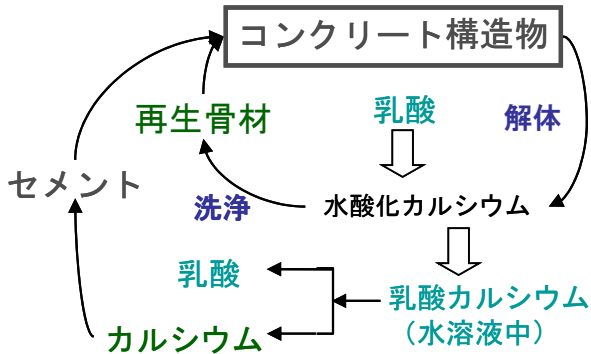


図-1 目標とするリサイクルシステム

表-1 示方配合

種類	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	S	G	Ad ₁	Ad ₂
コンクリート	50	184	369	851	854	0.923	0.037
モルタル		280	560	1293	-	1.423	0.057
セメントペースト		597	1159	-	-	2.898	0.116

W:練混ぜ水 C:早強セメント S:細骨材 G:粗骨材
Ad₁:AE 減水剤 Ad₂:AE 助剤 Gmax=13mm

表-2 試験片の概要

種類	圧縮強度 (N/mm ²)	体積 (mm ³)	質量 (g)
コンクリート1	43.2	19.6×10 ³	45.63
コンクリート2		16.1×10 ³	37.34
モルタル1	30.5	20.2×10 ³	40.33
モルタル2		19.3×10 ³	39.13
セメントペースト1	42.9	20.5×10 ³	36.36
セメントペースト2		14.0×10 ³	24.84

出来なくなるまで溶解するのに約 2 ヶ月の期間を要した。骨材は約半年間乳酸水溶液に浸して様子を観察した。実験後の骨材の様子は特筆すべき変化は目視では確認できなかった。試験片を乳酸溶液に浸すと直後から試験片表面に気体が発生しているのを確認した。また、試験片、骨材を浸した溶液の色が無色透明から黄色く変色した(写真-1)。この理由を探るために蛍光 X線分析²⁾における定性分析をそれぞれ行い溶液中に溶け込んだ原子を調査した。結果を図-2～6 にそれぞれ示す。図に示す結果は定性分析結果であるため化学組成に言及することはできないが、水溶液で黄色を示していたものは、S(硫黄)と Fe(鉄)であると考えられる。すべての試験片を浸した溶液において 8 割以上がカルシウムとケイ素で占められており、これらはセメ

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 TEL03-3703-3111 (内線 3242)

ントの主成分であることからそれぞれの試験片のセメント部分が水溶液中に溶解していると判断できる。図-2, 3 の細骨材, 粗骨材ともに含まれている元素は同様で, 主に鉄やケイ素, カルシウム, アルミニウム等で構成されている。細骨材(砂)はケイ素の割合が大きく, 粗骨材(砂利)は鉄とカルシウムの割合が大きいことが分かる。図-4, 5 は図-6 と比較すると Fe や Al (アルミニウム) などの金属の割合が増加していることから骨材が多少溶解しているのではないかと推測できる。

骨材の回収結果を表-3 に示した。回収率とは, 試験片内に初めに入っていた骨材の質量(示方配合より算出)に対し, 回収できた骨材の割合を示した数値である。コンクリートからは, 細骨材・粗骨材それぞれの回収率を算出した。骨材の回収率は, 全て 100%を超えた。これは細骨材以外の粒度に近い物質が回収された可能性や, 粗骨材(写真-2)を見ると周囲の凹凸部分に少量のセメントペーストが付着していたことや, 試験片を作製する際にコンクリートカッターを用いたために骨材が切断されたこと等が理由として考えられるが, 骨材がほぼ 100%回収することができたと考えられる。

水溶液中にカルシウムが溶け出していることは図-4, 5, 6 から明らかである。そこで, 水溶液に水酸化ナトリウムを入れ乳酸水溶液中でイオン化しているカルシウムを沈下させて乳酸水溶液から分離した。このことからカルシウムの回収が可能であることを確認した。

4. まとめ

本実験の結果から図-1 に示したリサイクルが可能であることが確認できた。しかし, 乳酸水溶液に浸した骨材の吸水率や密度や強度の物理的特性の調査や, 粗骨材へ付着しているセメントの完全除去方法や, 溶解期間が長くまた冷却しなければならないことや, カルシウムを分離した後の乳酸を再利用するためにはどのようにカルシウムを分離したらよいのかなどの課題が明らかになった。また, 今回は混和材の含まれない普通コンクリートで実験を行ったが, 混合材を含んだコンクリートでも溶解させることは可能なのかという点についてもさらに研究を続けて解明していきたいと考えている。

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) 加藤忠：分析化学 理論と機器分析, p143

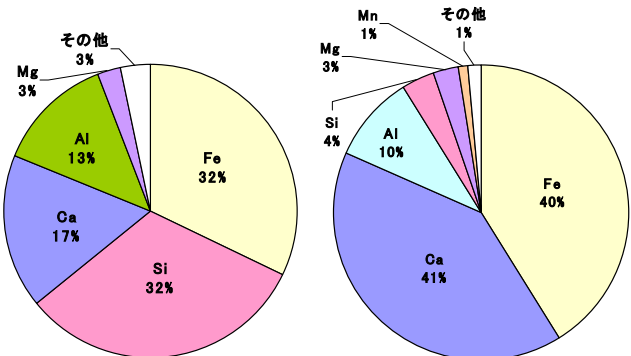


図-2 分析結果
(細骨材)

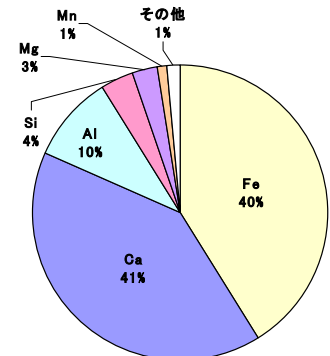


図-3 分析結果
(粗骨材)

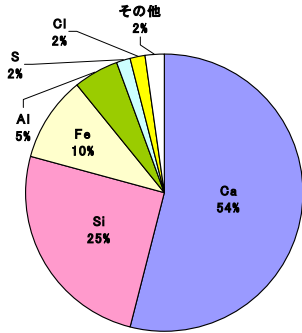


図-4 分析結果
(コンクリート溶解液)

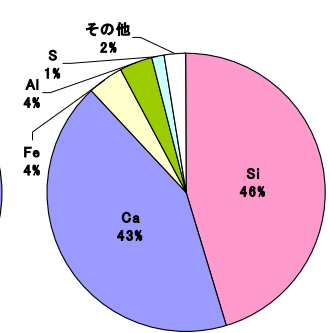


図-5 分析結果
(モルタル溶解液)

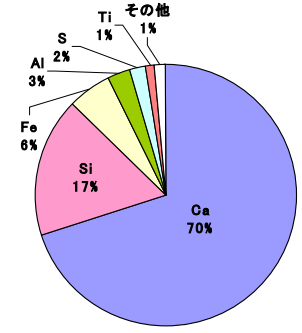


図-6 分析結果
(セメントペースト溶解液)



写真-1 試験片の溶解時



写真-2 回収された粗骨材, 細骨材

表-3 骨材回収結果

	試験片質量 (g)	試験片中の 骨材質量(g)	回収骨材量 (g)
コンクリート 1	45.63	34.45	37.47
コンクリート 2	37.34	28.19	33.26
モルタル 1	40.33	24.45	25.89
モルタル 2	39.13	23.72	27.96
	回収率(%)	細骨材回収率 (%)	粗骨材回収率 (%)
コンクリート 1	108.75	106.18	111.31
コンクリート 2	117.96	120.8	101.15
モルタル 1	105.89	—	—
モルタル 2	117.87	—	—