

コンクリート溶解後の廃硫酸廃液からの成分分離実験

東京都市大学 学生会員 ○神山健太 南 梨佳
正会員 栗原哲彦

1. はじめに

著者らは、廃酸を使用したモルタル溶解実験や、各種酸が粗骨材に及ぼす影響の検討実験¹⁾などを行ってきたが、廃酸を用いた複数回リサイクルが骨材に及ぼす影響や、溶解後の廃液からの成分分離については検討を行っていない。

そこで本研究では既往の研究²⁾を参考に濃度13%の廃硫酸を用いてコンクリートを溶解し、骨材回収後の廃液からの成分分離を検討した。特に本研究では、溶解後の廃液および沈殿分を分析し、どのような物質が回収可能かについて実験により検討した。

2. 実験概要

バージン材を粗骨材として用いた示方配合を表1に示す。この配合に従い円柱供試体を15本作製し、14日間養生の後圧縮試験を行った。試験後の供試体をハンマーで25mm以下のコンクリート片になるまで破碎した。破碎したコンクリート片のうち5mm以上のものに対し透明ポリタンク12個を用いて溶解を行った。モルタル:廃酸の質量比が1:11になるよう各タンクの廃酸量を調節した。溶液の循環を促すため、2日おきにタンクを揺らして攪拌した。発生した溶解後の廃液および不溶残分を蛍光X線分析器にて成分分析にかけた後、廃液内に残留している成分について、図1に示すプロセスを経て中和と炭酸化を施し各種成分を分離する実験を行った。中和には質量濃度30%のNaOH水溶液を用いて滴定を行った。中和後の残液への炭酸化では、残液50gに対し2gのクエン酸一水和物と2gの重曹を混ぜ炭酸化させた。中和後に生じる液体と沈殿分および炭酸化後に生じる液体と沈殿分をそれぞれ吸引ろ過で分離した後、蛍光X線分析器にて成分分析した。

3. 溶解実験

3.1 溶解時の様子と物性試験結果

溶解前後の粗骨材を写真1,2に示す。溶解開始1

週間ほどで硫酸カルシウムとみられる沈殿が急激に発生し、反応速度が大きく低下する現象がみられた。白色沈殿によって反応速度の低下がみられたため、溶解中の粗骨材を洗浄後別容器に移し替え、新規廃酸を用いて全溶解に至るまで再度溶解を行った。

回収した粗骨材の物性試験結果を表2に示す。回収した粗骨材を使用したコンクリートの圧縮強度はバージン材使用のそれとほぼ同等となり、酸溶解が強度に及ぼす影響は少ないと言える結果が得られた。回収骨材の吸水率が高い原因として付着モルタルの存在が考えられ、それが吸水率を上昇させていることが考えられる。

3.2 各処理後の成分分析結果

溶解により発生した沈殿物の定性分析結果を表3に示す。沈殿物からはCa,S,Si元素を多く検出した。

表1 バージン材 示方配合

W/C (%)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	S	G	Ad ₁	Ad ₂
50	5	179	358	686	1011	3.58	3.58

W:水
C:普通ポルトランドセメント (表乾密度3.14/cm³)
S:相模川水系産川砂 (表乾密度2.46g/cm³, 粗粒率3.22)
G:八王子産砕石 (表乾密度2.67g/cm³)
Ad₁:AE減水剤 (25%水溶液)
Ad₂:補助AE剤 (1%水溶液)

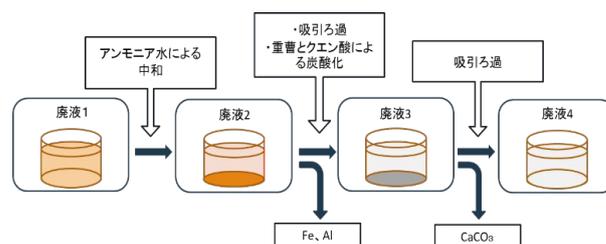


図1 炭酸カルシウムの分離



写真1 溶解前



写真2 溶解後

キーワード: コンクリート, 硫酸, リサイクル

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL: 03-5707-0104 (代) E-mail: nkuri@tcu.ac.jp

表2 各種試験結果の比較

	吸水率 (%)	密度試験		圧縮強度 (N/mm ²)
		表乾密度 (g/cm ³)	絶対乾密度 (g/cm ³)	
バージン材	0.863	2.68	2.71	33.0
1サイクル目	1.25	2.60	2.56	35.6

表3 溶解後の沈殿物

成分名	O	Ca	S	Si	C	Fe	B	Al	その他
X線強度(kcps)	7.91	575	528	60.8	0.45	13.3	0.11	3.71	—
含有率(Wt%)	45.8	21.4	17.5	5.01	3.70	3.63	2.23	0.32	0.41

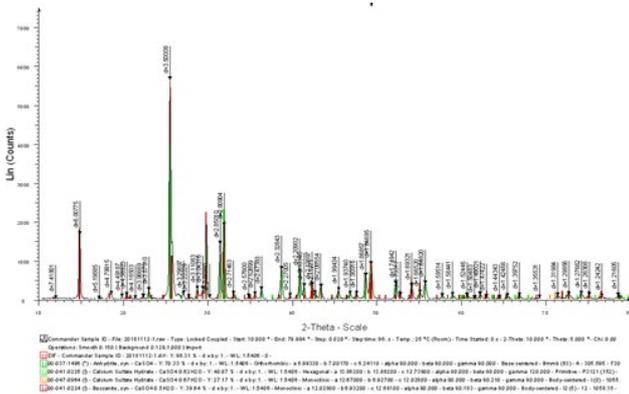


図2 溶解後の沈殿物の分析結果

溶解後の廃液からはFe,S元素を多く検出した。沈殿物についてX線回折装置を用いて分子構造を調べた結果を図2に示す。回折強度が強く出ている回折角の分布及び強度が硫酸カルシウムのものとほぼ一致しているため沈殿物の主成分は硫酸カルシウムである可能性が非常に高いと考えられる。

中和後の廃液と沈殿物および中和後の炭酸化後の廃液と沈殿物の成分分析結果を表4,5,6に、沈殿物の写真を写真3,写真4に示す。中和により生じた沈殿物の分析結果(表5)を見ると、Fe元素が多く含まれていた。また、沈殿物は析出直後は緑色であったが、その後徐々に赤褐色へと変化した。これより、中和による沈殿物は酸化鉄であると推測した。

炭酸化後の沈殿物の分析結果(表7)と見ると、SやNa元素が比較的多く含まれている。これより、硫酸ナトリウム等の化合物が主成分であると推測した。

以上より、廃硫酸によりコンクリートを溶解すると、カルシウム分のほとんどは溶解時に硫酸カルシウムとして沈殿し、その後、中和により鉄分の分離、炭酸化によりS、Na元素の一部分離を行えることが分かった。



写真3 沈殿物(中和後) 写真4 沈殿物(炭酸化後)

表4 中和後の溶液

成分名	O	C	Na	S	Fe	B	Mg	Ca	その他
X線強度(kcps)	7.70	5.89	4.17	114	15.8	0.03	0.19	5.07	—
含有率(Wt%)	55.1	30.5	9.37	3.57	0.68	0.47	0.19	0.11	0.009

表5 中和後の沈殿物

成分名	O	Fe	S	Na	C	B	Al	Zn	その他
X線強度(kcps)	24.4	299	403	3.98	0.67	0.17	0.11	3.71	—
含有率(Wt%)	40.1	35.0	10.0	6.80	2.99	1.82	1.24	1.00	1.05

表6 炭酸化後の溶液

成分名	O	C	S	Na	B	Fe	Mg	Al	その他
X線強度(kcps)	9.46	4.46	248	2.23	0.08	29.6	0.16	4.00	—
含有率(Wt%)	52.9	30.9	8.22	5.48	1.52	0.62	0.16	0.11	0.09

表7 炭酸化後の沈殿

成分名	O	S	Na	C	B	Fe	Si	Ca	その他
X線強度(kcps)	16.1	496	7.76	0.30	0.10	3.98	0.52	1.28	—
含有率(Wt%)	57.9	19.6	16.6	3.10	2.58	0.12	0.06	0.05	-0.01

4. まとめ

本研究より、廃硫酸によりコンクリートを溶解した場合、カルシウム分のほとんどが硫酸カルシウムとして析出し、その後、中和により鉄分を分離できることが分かった。今後は沈殿分から骨材由来のケイ酸や鉄などの成分を分離する方法を検討していく必要があると考える。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP16K06448 の助成により実施され、成分分析の調査には東京都市大学ナノテクノロジー研究推進センターの支援を受けた。ここに記し謝意を表す。

参考文献

- 1)辻 駿, 内藤裕司:2種の酸を混合した酸溶液及び廃酸溶液を使用したモルタル溶解実験と酸溶解による骨材への影響, 東京都市大学卒業論文, 2016年度
- 2)竹本喜昭, 橋田浩, 黒田泰弘, 榎本尚也, 赤津隆, 田中亨二:骨材除去後の廃コンクリート微粉末からの素材分離,日本建築学会構造系論文集, 第73巻, 第633号, pp1891-1898, 2008年