

## 廃硫酸溶解にて回収された再生粗骨材の複数回利用

東京都市大学 学生会員 ○南梨佳 神山健太  
東京都市大学 正会員 栗原哲彦

### 1. はじめに

近年は環境負荷低減のためコンクリート塊をリサイクルする動きがあり、これにより現状の廃コンクリートの再資源化率は98%である。路盤材料や盛土材料といった要求強度の低い箇所での適用事例が多い中、高品質の再生骨材を用いた建築物事例も増えている。今後安定して高品質の再生骨材が回収できれば、再生骨材の使用用途が広がると考えられる。また、国内の無機化学薬品の中でも硫酸は生産量・消費量がともに多い。そこで他産業にて排出された硫酸によって高品質の再生骨材を回収できれば、環境負荷の低い再資源化システムが構築できると考えた。本研究では廃硫酸を用いて高品質な再生粗骨材を複数回収することを目的とする。また、回収した再生骨材の物性から廃硫酸の溶解作用を利用した再資源化システムの有効性を検討する。

### 2. 実験概要

本実験のフローを図1に示す。実験手順については小川らによる研究<sup>1)</sup>を参考に行った。表1の示方配合(W/C=50%)により円柱供試体(φ100×200mm)を15本作製し14日間養生した。養生終了後、コンクリートの圧縮強度試験(JISA1108)を行った。試験後の供試体は金槌で25mm~5mmになるまで破碎し、ろ過(鉄粉を除去)した廃硫酸の入ったプラスチック容器内で溶解した。溶解開始から30日間は容器を振ることで攪拌した。30日目で溶け残ったコンクリート塊はコンテナに移し、木製のへらで攪拌しながらさらに5日間溶解した。溶解後、回収した粗骨材を水で洗浄した。洗浄した粗骨材について表乾密度試験・絶乾密度試験・吸水率試験を行った。回収した粗骨材は再度コンクリートの作製に使用した。なお、粗骨材以外は新しい材料を使用した。

### 3. 結果と考察

#### 3-1. 溶解時の様子

骨材が溶液に触れた瞬間に細かい気泡が現れ、溶液

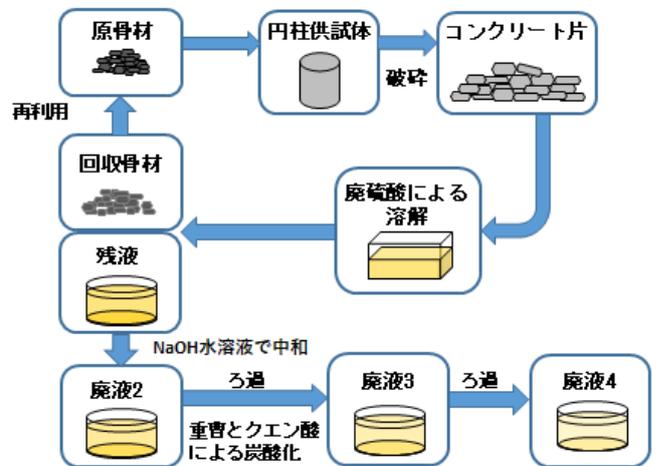
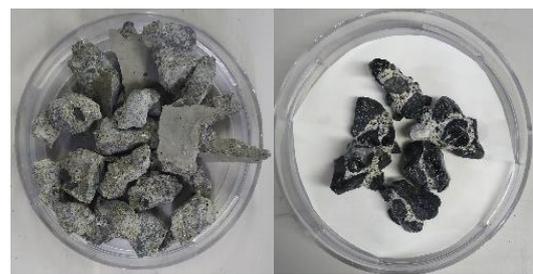


図1. 実験フロー

表1. コンクリート示方配合

使用骨材	Air (%)	kg/m <sup>3</sup>				cc/m <sup>3</sup>	
		W	C	S	G	Ad <sub>1</sub>	Ad <sub>2</sub>
バージン材	5	179	358	686	1011	3577	3577
1サイクル目	5	179	358	686	984	3577	3577
2サイクル目							

W : 水道水 (含 混和剤)  
C : 早強ポルトランドセメント (密度 : 3.14g/cm<sup>3</sup>)  
S : 君津市 市宿産 (表乾密度 : 2.46g/cm<sup>3</sup>)  
G : バージン : 奥多摩町産 硬質砂岩 (表乾密度 : 2.68g/cm<sup>3</sup>, Ca含有率10%)  
1・2サイクル目 : (表乾密度 : 2.60g/cm<sup>3</sup>)  
Ad<sub>1</sub> : AE減水剤 (25%水溶液)



(c) 1サイクル目 再生粗骨材 (d) 2サイクル目 再生粗骨材

写真1. 骨材溶解の様子

キーワード 廃硫酸 再生粗骨材 複数回リサイクル

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, E-mail:nkuri@tcu.ac.jp

につかると静かに反応をはじめた。溶解終了までの過程で回収した粗骨材を写真1に示す。溶解中のコンクリート表面には硫酸カルシウムが析出し、白く硬くなっていた。溶解30日目にはモルタルの外側に骨材が付着した塊が解け残った。1, 2サイクル目ともに溶解を終了し乾燥させると多少の付着モルタルが見られた。

### 3-2. 圧縮強度試験結果

圧縮試験結果を表2に示す。バージン材を使用した供試体に対し1サイクル目は同等、2サイクル目は7%圧縮強度が低下した。試験後に供試体を破砕した際、バージン材を破砕した時と比べ、コンクリートと骨材の付着が弱くなっている印象を受けた。これは骨材表面の溶け残ったセメントペーストによる影響と、骨材に浸透した酸や金属イオンがコンクリート中に染み出し、骨材とセメントの付着が弱まったことが原因と考えられる。また使用骨材は硬質砂岩であるが含有カルシウム分がやや多く、繰り返し酸に浸すことで骨材中のカルシウムが反応し劣化した影響も考えられる。

### 3-3. 再生粗骨材の物性

各サイクルにおける粗骨材の吸水率、表乾密度、絶乾密度を表2に示す。バージン材に対し再生粗骨材では表乾密度および絶乾密度どちらも約3%減少した。吸水率はバージン材に対し1サイクル目は1.45倍、2サイクル目は1.94倍であった。

絶乾密度と吸水率の関係を図2に示す。1, 2サイクル目で回収した再生粗骨材は品質低下が見られたが、いずれも再生骨材規格H (JIS A 5021) の基準を満たした。品質低下の原因は、再生粗骨材の表面に付着したセメントペーストが水分を吸収したことが考えられる。

### 3-4. 廃硫酸を利用した再資源化システムの有効性

廃硫酸の溶解作用による再生粗骨材回収システムは他の回収方法<sup>1,2)</sup>(図3)における骨材品質の変化と比較すると、ギ酸水溶液に次いで絶乾密度減少率、吸水率上昇率ともに小さかった。骨材の物性だけに着目すればシステムは有効であるが、溶解期間や作業効率化の面で改善が必要と考える。また、骨材洗浄時水面に光沢のある膜ができていた。廃硫酸に含まれる金属イオンが粗骨材に浸透した可能性が高く、コンクリートとの付着に影響があるか別途調査する必要がある。

## 4. まとめ

1, 2サイクル目ともに再生骨材Hの規格を満たす粗骨材を回収できた。圧縮強度については各サイクル

表2. 各サイクルにおける再生粗骨材の物性

	吸水率 (%)	密度試験		圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
		表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	
再生骨材規格H	3.0以下	2.5以上	2.5以上	
バージン材	0.86	2.68	2.64	34.8
1サイクル目	1.25	2.60	2.56	35.6
2サイクル目	1.68	2.60	2.56	32.3

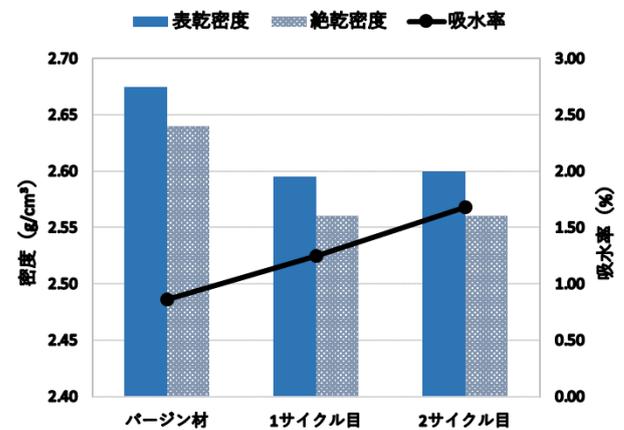


図2. 骨材物性の変化

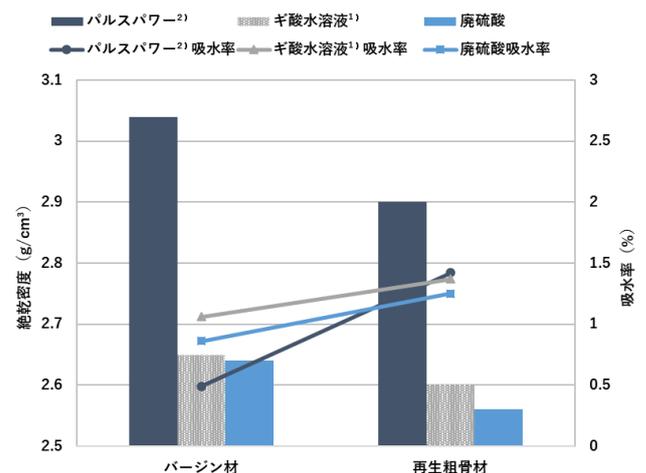


図3. 再生粗骨材回収方法の比較

で普通コンクリートとして十分な強度が確認できた。今後、溶解期間の短縮や粗骨材内に浸透した廃硫酸がコンクリート強度に与える影響について検討を進めていきたい。

## 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP16K06448 の助成により実施されたものである。ここに記し謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 小川智彦ほか：ギ酸溶解にて回収された再生粗骨材の複数回利用，第68回土木学会年次学術講演会講演概要集，No.5-311，pp.621-622，2012
- 2) 重石光弘ほか：パルスパワーによるコンクリートからの粗骨材の分離回収，コンクリート工学会年次論文集，Vol.28，No.1，pp.1475-1480，2006