

製鋼スラグを用いた炭酸カルシウム製造に関する基礎的研究

(株)大林組 正会員 ○甚野 智子
 (株)大林組 正会員 田島 孝敏
 (株)大林組 正会員 新村 亮

1. 目的

製鋼スラグから炭酸カルシウム(以下、炭カル)を製造し、その炭カルをコンクリート混和材(石粉の代替)などに利用することを考えている。ここでは製鋼スラグを水に浸漬して炭酸ガスを吹き込み、炭カルを生成した。生成量を増やすため、粒径や温度などの条件を変えた実験を行った。

2. 使用材料

製鋼スラグは、蒸気エージングを行っていない脱炭スラグを使用した。化学組成と構成鉱物を表-1に示す。化学組成はCaが5割、Feが3割、Siが2割程度であった。構成鉱物は酸化鉄やカルサイト(Calcite)などのCa結晶鉱物等が検出された。

スラグを9.5mm以上、9.5~2mm、および2mm以下に篩分けしたものを実験に用いた。

表-1 脱炭スラグの性状

化学組成	(%)	構成鉱物	化学式	スラグ(%)
CaO	47.1	Wustite	FeO	4.8
Fe ₂ O ₃	26.8	Magnetite	Fe ₃ O ₄	4.9
SiO ₂	15.1	brownmillerite	Ca ₂ (Fe ₂ O ₅)	13.9
MgO	3.62	Larnite	Ca ₂ (SiO ₄)	12.2
P ₂ O ₅	2.38	Calcite	CaCO ₃	4.9
Al ₂ O ₃	2.13	Portlandite	Ca(OH) ₂	6.1
MnO	2.01	Lime	CaO	0.5
TiO ₂	0.44	Hematite	Fe ₂ O ₃	1.4
Cr ₂ O ₃	0.17	結晶質		48.5
SO ₃	0.08	非晶質		51.5

3. 実験方法

3.1 カルシウム溶出実験

3種類の粒径ごとに試料100gに脱イオン水1Lを入れ、攪拌機(スリーワンモーター)を用いて100~500rpmで攪拌し、Caを溶出させた。溶出時間は24時間とし、0.5, 1, 2, 3, 6, 24時間で溶出液のpH、電気伝導度(以下、EC)、およびCaイオン濃度を測定した。

3.2 炭酸カルシウムの生成

攪拌24時間後に溶出液を0.45μmメンブランフィルターでろ過し、ろ液に炭酸ガスを曝気して炭カルを生成した。一定時間曝気した後、沈殿物を回収して質量を測定し、X線回折分析で構成鉱物を調査した。

4. 実験結果

4.1 粒径の影響

溶出時間による溶出液の性状変化を図-1に示す。溶出時間が長いほど、溶出液のpH、ECおよびCa濃度が増加し、粒径2mm以下のCa溶出量が最も多かった。

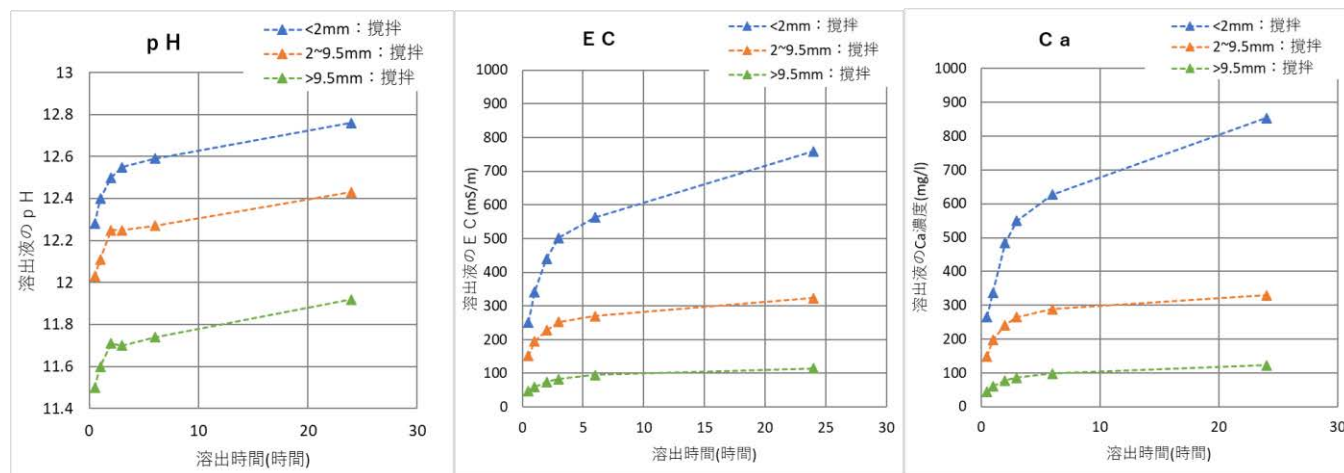


図-1 溶出時間と溶出液のpH、EC、Ca濃度の変化

キーワード 製鋼スラグ、炭酸ガス、カルシウム溶出、炭酸カルシウム、コンクリート混和材

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 株式会社大林組 技術研究所 TEL 042-495-9586

4.2 溶出方法の影響

静置，往復振とう機による振とう，攪拌機で攪拌(100, 300, 500rpm)した場合の溶出液の Ca 濃度を図-2 に示す。静置，振とうに比べて，攪拌 300rpm, 500rpm の Ca 濃度が高かった。

攪拌 100rpm の初期 Ca 濃度は低いものの，時間の経過とともに高くなった。

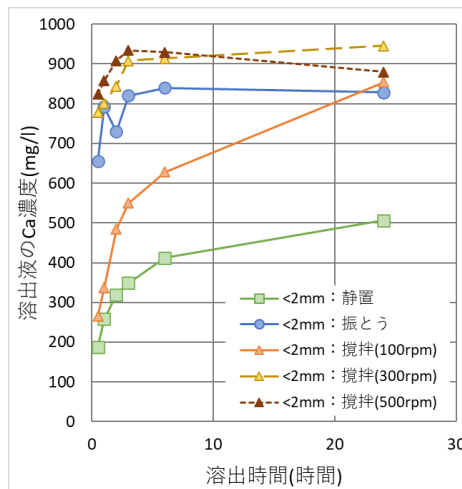


図-2 溶出方法による Ca 溶出量

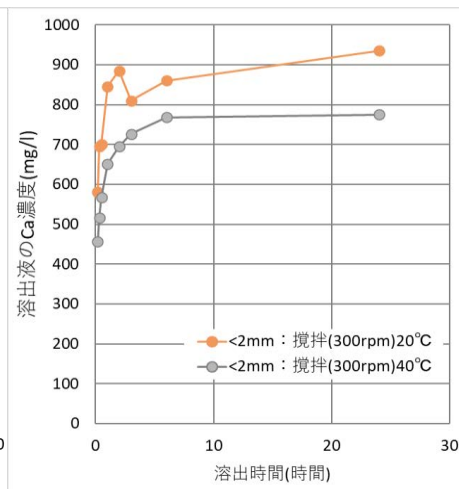


図-3 温度による Ca 溶出量

4.3 溶出温度の影響

20°Cと40°Cで溶出した時の Ca 濃度を図-3 に示す。溶出温度が低い20°Cの方が Ca 濃度の増加が顕著で，40°Cに比べて1.2倍ほど高かった。

4.4 炭酸カルシウムの生成

溶出24時間後のろ液に炭酸ガスを曝気した。曝気中の溶出液の pH と Ca 濃度を図-4 に，EC と Ca 濃度の関係を図-5 に示す。

曝気開始時は pH 12.7 で，曝気とともに pH, EC が低下した。図中 A 点において pH 11.3 で Ca 濃度が極小になり，EC は 0 に近づいた。この時，ろ液は白濁しており，曝気を続けると pH 8 程度まで低下し，Ca 濃度が増加した。これは溶液の pH 変化に伴う炭酸物質の存在比が変化したためで，溶液中の CO_3^{2-} が HCO_3^- に変化し，化学平衡を維持するため CaCO_3 が再溶解して Ca^{2+} と CO_3^{2-} が解離したと考えられる。

4.5 溶出同時曝気の効果

脱炭スラグを水に浸漬したろ液に炭酸ガスを曝気した場合と，スラグを水に入れて攪拌しながら炭酸ガスを曝気した場合(以下，溶出同時曝気)に生成した沈殿物の炭カル量を表-2 に示す。「溶出同時曝気」の炭カル量は沈殿物を含むスラグから未処理スラグの炭カル量を差し引いた値である。いずれの沈殿物も X 線回折分析の結果，100% CaCO_3 (炭カル，Calcite)であった。炭カル生成量は「溶出同時曝気」が 7.68g で，「ろ過後曝気」に比べて約 4.5 倍多かった。曝気中の溶液の pH は 6 程度と中性～弱酸性になり，スラグからの Ca 溶出が促進されたことが示唆される。

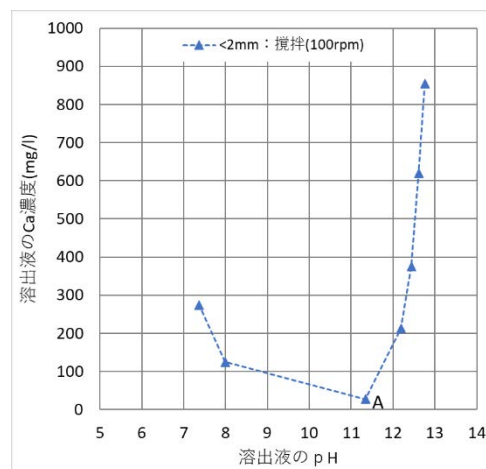


図-4 pH と Ca 濃度の関係

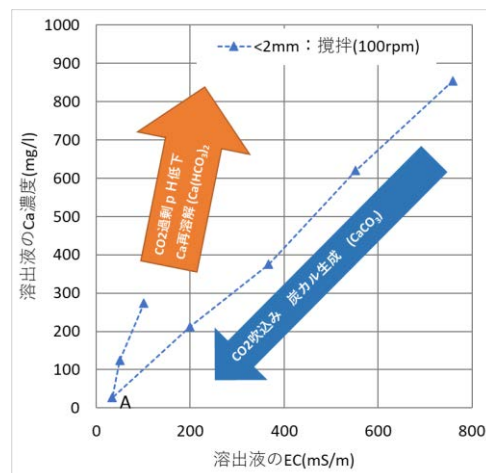


図-5 電気伝導度 EC と Ca 濃度の関係

5. まとめ

実験条件を変えて炭カル回収の影響を調べた結果を以下に示す。

- 1) 粒径：2mm 未満のスラグからの Ca 溶出量が多かった
- 2) 溶出温度：40°C よりも 20°C での Ca 濃度が高かった
- 3) 炭カル回収量：2mm 未満のスラグ 100g を 1L 水で溶出した場合，

ろ過後曝気で 1.7g の炭カルを回収でき，溶出と同時に炭酸ガス曝気すると 7.7g の炭カルを回収できた

謝辞

JFE スチール(株)殿に製鋼スラグの提供ならびに助言を賜りました。ここに謝意を表します。

表-2 炭酸カルシウムの生成

実験条件	炭カル生成量 (g/100gスラグ)	X線回折分析 結果
ろ過後曝気	1.68	Calcite 100%
溶出同時曝気	7.68	Calcite 100%