

スラッジ水のミスト噴霧による CO₂ 固定化に関する研究

株式会社銭高組 正会員 ○ 角田 晋相 相羽 均修

株式会社銭高組 正会員 原田 尚幸 榊原 弘幸

住友大阪セメント株式会社 上河内 貴 田淵 亮丞

住友大阪セメント株式会社 正会員 小堺 規行 金井 謙介

1. はじめに

2050 年カーボンニュートラル実現に向け、CO₂ 排出量の削減について具体的な行動が求められる中、建設分野では環境配慮型コンクリートなど、材料面での CO₂ 排出量削減に向けた取り組みが多く実施されている。一方、建設現場では内燃機関による建設機械への依存が高く、施工段階における CO₂ 排出量 (Scope1,Scope2) では建設機械からの排ガス由来の CO₂ が大部分を占めている。

そこで、排ガスに含まれる CO₂ をコンクリートの洗い水等のスラッジ水に含まれる酸化カルシウム (CaO) に炭酸カルシウム (CaCO₃) として固定化し、コンクリート材料として再利用することを検討した。

ここでは、CO₂ の固定化方法としてコンクリートスラッジ水のミスト噴霧による室内実験を行い、CO₂ の反応効果と反応による生成物の成分について確認した。

2. 実験概要

室内実験の概要を図-1 に示す。実験は、排ガスを充満した密閉空間内に酸化カルシウム水 (CaO 水) をミスト噴霧し、空間内の CO₂ 濃度推移を計測した。実験用の密閉空間は、幅 0.9m、高さ 0.9m、長さ 1.8m の大きさで、ミストの噴霧状態が確認できるよう 3 面を透明アクリル板で製作した。

CO₂ の濃度計測は、非分散型赤外線吸収法 (NDIR 方式) のセンサを使用し、センシング部はミスト噴霧による水滴の侵入を防止するため透気防水シートで養生を行った。CO₂ 濃度計は、密閉空間内の天端部と側面にそれぞれ 2 箇所ずつ計 4 点に配置した。充満させる排ガスは小型のディーゼル発電機からの排ガスをを用いた。噴霧する CaO 水には、スラッジ水として材齢 3 日のセメントペースト上澄水を使用した。写真-1 にスラッジ水の作成と抽出した上澄水の状況を示す。

実験は、密閉空間内に排ガスを送り込み、内部の CO₂ 濃度を 5,000ppm 程度にした状態で 10 分間のミスト噴霧を行った。実験ケースを表-1 に示す。実験にはミストの平均粒子径が異なる 2 種類の噴霧ノズルを用いた。ミスト噴霧終了後は反応水を採取し、噴霧前のスラッジ水の pH との比較および反応による生成物の分析を実施した。

表-1 実験ケース

ケース	噴霧ノズル		10分間の 噴霧量	吐出量 (実測値)
	平均粒子径	数量		
Case1	300 μm	4	35.7 L	3.57 L/min
Case2	7.5 μm	1	0.27 L	0.027 L/min



写真-1 スラッジ水

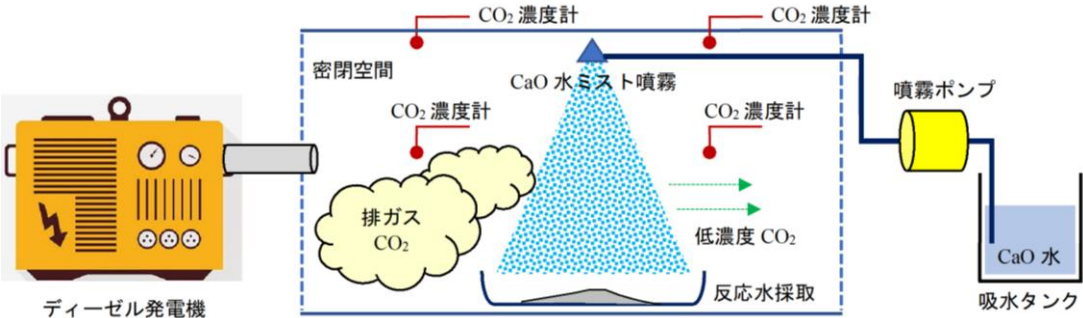


図-1 室内実験の概要

キーワード カーボンニュートラル, ミスト噴霧, コンクリートスラッジ, CO₂ 固定化

連絡先 〒102-8678 東京都千代田区一番町 31 (株) 銭高組 TEL:03-5210-2440 FAX:03-5210-2461

3. 実験結果

3.1 CO₂の反応効果

密閉空間に排ガスを充満させた状態で放置した場合を基準ケースとし、計測したCO₂濃度の経時変化を図-2に示す。各計測点でCO₂濃度にばらつきがあるため、密閉空間内のCO₂濃度は4点の平均値で評価することとした。

各実験ケースのCO₂濃度の経時変化を図-3に示す。いずれのケースもミスト噴霧開始直後から線形的にCO₂濃度が低下することを確認した。ここで、基準ケースとの勾配差をミスト噴霧によるCO₂反応効果と捉えると、Case1では単位時間当たり87ppm/min、Case2では53ppm/minのCO₂濃度低下がミスト噴霧による反応効果と考えられる。CO₂反応効果はCase1がCase2の約1.6倍となっているが、これはCase1のミスト噴霧量がCase2に比べて非常に多いためである。

ミスト噴霧後に採取した反応水のpH測定結果を図-4に示す。Case1では噴霧するスラッジ水のpHが12.5に対し、反応水は12.1とpHの低下は微小であるが、Case2ではほぼ中性域の8.2まで大幅に低下しているため、排ガス中のCO₂はかなり反応していると考えられる。

実験時のミスト噴霧状況を写真-2(Case1)、写真-3(Case2)に示す。ミストの粒径が大きいCase1は、噴水状態で水滴が直ぐに落下してしまう状況であったが、Case2ではミスト粒子が空間内に滞在し、噴霧後もしばらく濃霧の状態が続いた。

よって、ミスト粒子が小さい方が気中に長く滞在し、また気体と接する表面積も多くなるため、CO₂との反応効率が高いと考えられる。

3.2 生成物の分析結果

実験後に回収した反応水には、白い結晶の生成が確認できた。X線回折により生成物中の鉱物は炭酸カルシウム(CaCO₃)であることを確認した。

図-5に元素の分析結果を示す。生成物には、炭酸カルシウム中の炭素以外に硫黄や煤由来炭素が含まれていることから、ミスト噴霧することで排ガス中の煤、SO_xも回収していることが示唆された。

4. まとめ

今回行った室内実験の結果から、スラッジ水のミスト噴霧により、排ガスに含まれるCO₂の固定化に期待できることが確認できた。

排ガスとスラッジ水の反応により生成した物質は炭酸カルシウムであり、コンクリート材料として再利用可能であることを確認した。

また、ミスト噴霧による効果として、排ガスによる大気中の汚染物質の清浄効果にも期待できると考えられる。

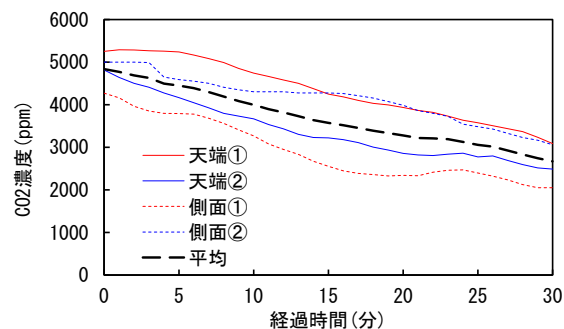


図-2 基準ケースのCO₂濃度経時変化

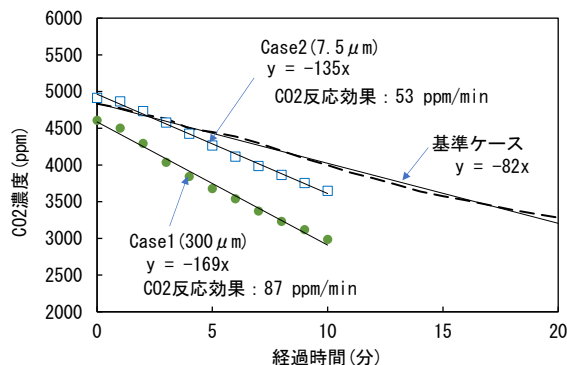


図-3 各実験ケースのCO₂濃度経時変化

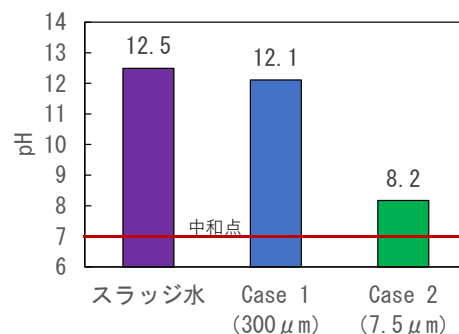


図-4 反応水のpH測定結果

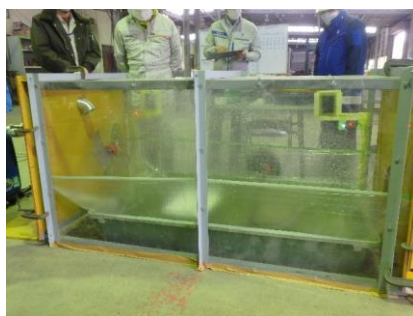


写真-2 ミスト噴霧状況(Case1)



写真-3 ミスト噴霧状況(Case2)

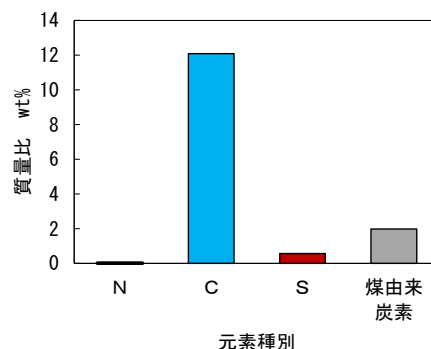


図-5 元素の分析結果