

スラッジケーキの炭酸化過程における組成変化とCO₂固定量に関する一考察



Study on compositional changes and CO₂ fixation in sludge cake during carbonation process

谷田貝敦 Atsushi YATAGAI *1・鈴木好幸 Yoshiyuki SUZUKI *1
坂本 守 Mamoru SAKAMOTO *1・石川伸介 Shinsuke ISHIKAWA *2

研究の目的

カーボンニュートラルの実現に向けた対応が世界的な潮流となっており、2050年までのカーボンニュートラルの達成には、全世界で排出されるCO₂の8%程度に相当するセメント・コンクリート分野におけるCO₂削減に向けた革新的な取組みが急務である。一方で、セメント系材料やその副産物は、自然にCO₂を吸収することが知られており、こうした特性を用いて人為的な炭酸化養生を行うことでセメント系材料中にCO₂を固定化させる炭素回収利用技術(CCU)に関する検討が進められている。その一つに、生コンクリート工場で生じるスラッジケーキがあり、原料に残コンクリート、戻りコンクリート、トラックアジテータの洗い水などから排出されるスラッジ水を脱水して製造されるため、セメント分が多量に含まれることでセメント水和物の炭酸化反応によりCO₂を固定化できる。本研究は、スラッジケーキの炭酸化過程における炭酸化に寄与するセメント水和物の組成変化からスラッジケーキのCO₂固定量を定量的に把握することを目的とし、スラッジケーキを雰囲気中のCO₂の濃度を变化させた環境で養生した際に生成されるセメント水和物について各種分析を行った。

研究の概要

本研究では、生コン工場の1日の出荷が終了した時点のスラッジ水をフィルタープレスにより脱水して製造したスラッジケーキを対象に各種分析を行った。試験に用いたスラッジケーキは、表-1に示す通りに採取時の含水率は45.1%となり、固形分中のCaO含有率は66.5%のものである。このようなスラッジケーキを製造後に採取し、写真-1に示す50mmまたは5mm以下の寸法・形状で平均CO₂濃度が467ppmの室内で39日間の養生を行った(以下、室内養生)。また、室内養生後にCO₂濃度が17%の促進養生槽にて最大で2日間の養生を行った(以下、促進養生)。上記の養生を行い、所定の材齢となったスラッジケーキを採取してアセトンにより水和停止を行い、分析用サンプルとした。分析サンプルを用いて示差熱重量分析、X線回折分析およびリートベルト解析を行いスラッジケーキ中のCa(OH)₂、CaCO₃およびC-S-Hなどのセメント水和物の把握を行った。

結論

スラッジケーキについて室内養生および促進養生を実施した際のCa(OH)₂率、CaCO₃率およびC-S-H率の組成変化を図-1および図-2に示す。室内養生を行ったスラッジケーキは、養生期間が5日でCa(OH)₂率およびC-S-H率が最大となり、その後は、主にCa(OH)₂率が減少してCaCO₃率が増加した。このように、室内養生では、C-S-Hと比べてCa(OH)₂由来の炭酸化が顕著となった。一方で、促進養生では、Ca(OH)₂率およびC-S-H率ともに減少してCaCO₃率が増加した。このことから、養生環境の違いにより炭酸化するセメント水和物が異なることが認められた。また、促進養生では、スラッジケーキの寸法が大きいほどCaCO₃の生成量が大きくなり、促進養生槽内の空気循環により寸法が小さいほど乾燥が進むことで水分不足となり、炭酸化が遅延したと推測される。このような分析結果を整理し、スラッジケーキに含まれるセメント水和物が完全に炭酸化した場合に換算されるCO₂固定量は、約419kg/tと推定された。以上のことから、スラッジケーキは、CO₂固定量が非常に高い材料であることが認められた。

表-1 スラッジケーキの基礎性状

プレス後の含水率(%)	45.1
CaO含有率(%)	66.5
スラッジケーキ中に含まれる主な原材料	普通ポルトランドセメント, 石灰系膨張材, 山砂, 石灰岩砕石粉, 珪岩砕石粉

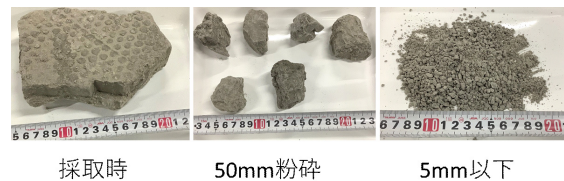


写真-1 スラッジケーキの状態

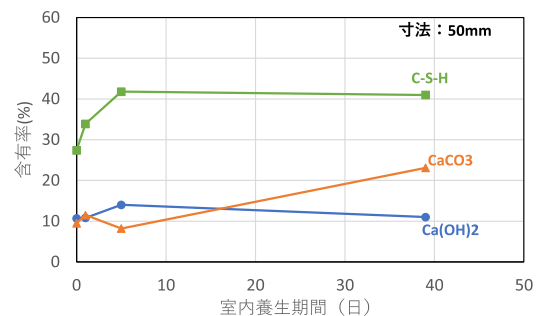


図-1 室内養生時の組成変化

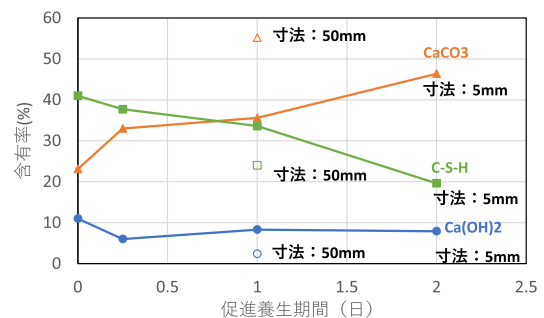


図-2 促進養生時の組成変化