

フライアッシュを用いたセメントペーストのCO₂吸収効果に関する検討

北海道電力(株) 正会員 ○山城 洋一
北電総合設計(株) 正会員 齋藤 敏樹, 森 大祐

1. はじめに

近年、カーボンニュートラルに向けたCO₂排出削減の取組みが本格化している。電力業界においても火力発電所から排出されるCO₂の削減対策は必須課題である。筆者らは、その検討の一つとして、フライアッシュを用いた人工骨材が養生中にCO₂を吸収する効果について着目している。本報告では、基礎検討としてフライアッシュを用いたセメントペーストをCO₂高濃度の環境で養生し、CO₂の吸収効果について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料・実験ケース

本実験で使用した材料を表-1に、実験ケースを表-2に示す。使用したセメントはセメント協会製の標準セメント(強さ試験用)を使用し、フライアッシュはJIS II種品、練混ぜ水は蒸留水を使用した。実験ケースは、セメントペーストとし、セメントだけの配合とセメントにフライアッシュを80%置換した配合とした。養生中のCO₂濃度は、0.99%とし、フライアッシュを置換した配合では10%についても実施した。

2.2 実験方法

(1) 供試体作製: JIS A 5201に準拠し、モルタルミキサーを使用して練混ぜ後、テーブルバイブレータを用いて幅40mm、高さ40mm、長さ160mmの供試体を3本/1ケース作製した。温度20±2℃、相対湿度95%の養生槽に保管後、24時間後に脱型し、1本は中性化深さ測定用に側面以外の4面をポリエスチルフィルム、アルミ箔およびブチルゴム系粘着剤のテープを使用してシールした。

(2) 供試体養生: 温度20±2℃、相対湿度60±5%の恒温恒湿室にデシケータを置き、デシケータ内に脱型した供試体、CO₂測定器を設置した。CO₂濃度は、各実験ケースの初期濃度になるようにCO₂の注入を繰り返す。材齢28日まで養生した。供試体の養生状況を写真-1に示す。

(3) 中性化深さ: CO₂養生終了後(材齢28日)、JIS A 1152に準拠し、中性化深さを測定した。

(4) CO₂吸収量: CO₂吸収量は、材齢1日におけるCa(OH)₂、CaCO₃を熱分析(TG-DTA)により測定後、CO₂養生(材齢28日)させた供試体の中性化した部分から試料を採取し、熱分析(TG-DTA)を行い、材齢1日と材齢28日のCaCO₃の差分からCO₂吸収量を算出した。熱分析(TG-DTA)はN₂雰囲気(20cc/min)、昇温速度10℃/minで1,000℃まで実施した。

3. 実験結果

3.1 デシケータ内のCO₂濃度の経時変化

養生期間中のCO₂濃度の経時変化の例を図-1に示す。当初、養生期間中におけるCO₂濃度の減少を測定する予定であったが、CO₂吸収量が多く、



写真-1 供試体養生状況の例

キーワード フライアッシュ, 人工骨材, CO₂, カーボンニュートラル, TG-DTA, CaCO₃

連絡先 〒059-1742 勇払郡厚真町字浜厚真 615 北海道電力株式会社 火力部 TEL 0145-28-2145

表-1 使用材料

種 類		諸 元
セメント	OPC	標準セメント(セメント協会製) 密度: 3.15g/cm ³
フライアッシュ	FA	JIS II種灰 密度: 2.32g/cm ³ , 比表面積: 4,350cm ² /g, SiO ₂ : 62.5%, フロー値比: 108%, 活性度指数: 93%(材齢28日), 102%(材齢91日)
練混ぜ水		蒸留水

表-2 実験ケース

実験ケース	配合割合 (mass%)		W/(C+F) (%)	初期CO ₂ 濃度
	C	F		
G	100	—	28	0.99% ^{※1}
FA1	20	80		0.99% ^{※1}
FA2	20	80		10%

※1: 通常環境のCO₂濃度は、計測機器の最大測定値とした。

デシケータ内のCO₂濃度の低下が著しかったことから、適宜、初期CO₂濃度までCO₂の補充を繰り返しながら養生することとした。

3.2 中性化深さ

中性化深さの測定結果を図-2に示す。セメントだけのケースCの中性化深さは0.1mm未満となった。他

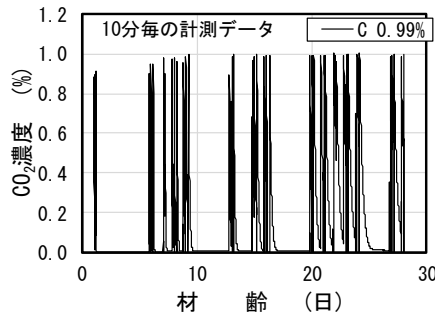


図-1 デシケータ内の

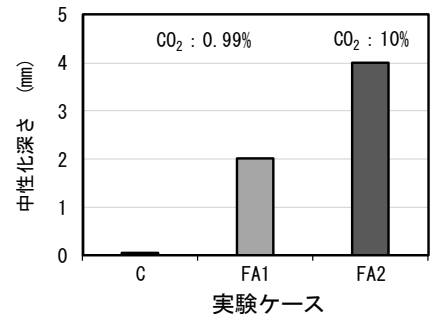


図-2 中性化深さ

3.3 CO₂ 吸収量

供試体の中性化した箇所を熱分析(TG-DTA)した結果の例を図-3に示す。Ca(OH)₂は400~450℃のTGの減少量、CaCO₃は450~750℃のTGの減少量を測定し、CaCO₃のTGの減少量からCO₂量を換算した。Ca(OH)₂、CaCO₃の測定結果を図-4に、材齢1日から材

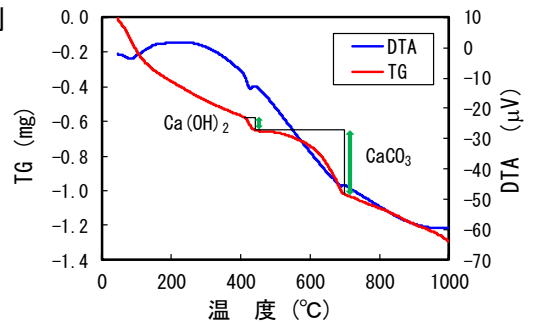


図-3 熱分析(TG-DTA)の例

齢28日の差分量から算出したCO₂吸収率を図-5に示す。図-4より、Ca(OH)₂のケースCは、材齢1日で7.7%となったが材齢28日で1.7%に減少した。ケースFA1, FA2は材齢1日で1.3%程度となったが材齢28日で0%に減少した。他方、CaCO₃のケースCは、材齢1日で

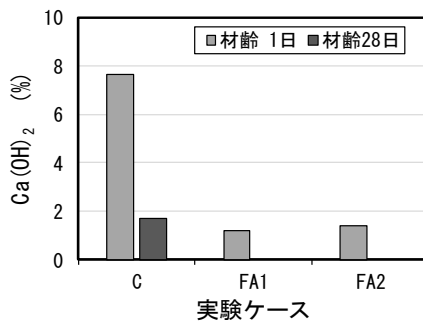
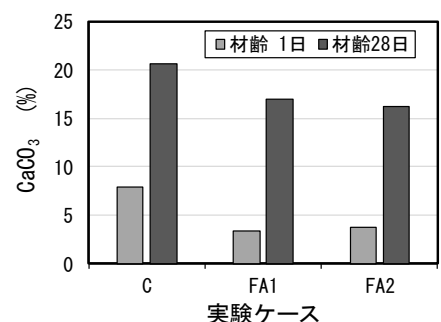


図-4 Ca(OH)₂、CaCO₃の測定結果

7.7%となったが材齢28日では20.7%に増加しており、ケースFA1, FA2のCaCO₃は材齢1日では3.4%となったが材齢28日では16.5%程度に増加した。すなわち、CO₂が吸収されたことが分かる。図-5より、試料のCO₂吸収率は実験ケースに拘わらず概ね6%となった。



中性化深さを基に、各供試体1本当たりの中性化した体積から、CO₂吸収率を乗じて各供試体1本当たりのCO₂吸収率を算出した結果を図-6に示す。供試体1本あたりのCO₂吸収率は、ケースCが0.02%程度に対して、ケースFA1が1.1%、ケースFA2が2.0%となり、フライアッシュを置換した方が供試体の中性化体積が大きいことが影響して、供試体1本当たりのCO₂吸収率が高くなり、さらにCO₂濃度が高い程、その影響が大きい結果となった。

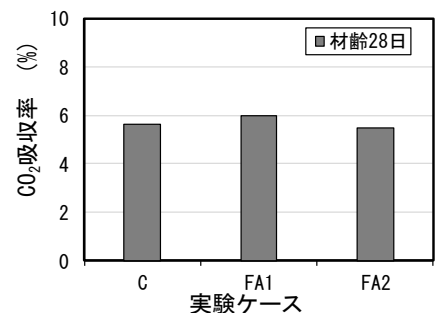


図-5 中性化した部分のCO₂吸収率

4. まとめ

フライアッシュを用いたセメントペーストについて高濃度のCO₂養生により、供試体1本当たりのCO₂吸収率を算出した。その結果、フライアッシュを80%置換したFA1は、中性化が深くなることでフライアッシュ未使用のCの約50倍となった。本検討は、デシケータ内のCO₂濃度の低下が著しかったことから、今後、大容量のCO₂吸収を想定した実験を計画中である。

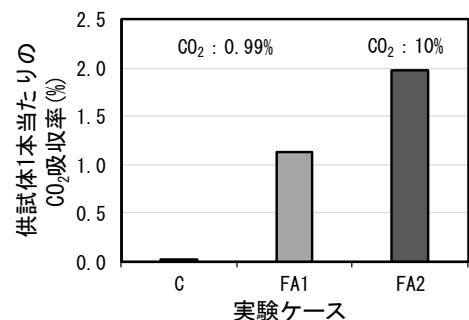


図-6 供試体1本あたりのCO₂吸収率