

コンクリート硬化体におけるCO₂吸収固定による炭酸化反応の分析

1 金城学院大学、2 (株)安部日鋼工業

朴 相俊¹、藤本 真世^{1,2}、宮島 朗²、辛 軍青²、石井 豪²

緒言

近年、世界的に地球温暖化対策に関する取組みが加速しており、日本でも2020年12月に経済産業省より「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定され、カーボンニュートラル社会の実現に向けたCO₂削減・有効利用技術の研究開発が加速されている。

コンクリートは、その構成材料の一つであるセメントの製造時に大量のCO₂を排出する一方で、硬化後コンクリート中の水酸化カルシウム (Ca(OH)₂) などがCO₂を吸収して炭酸カルシウム (CaCO₃) になることで、CO₂を再び固定できる特徴があり、CO₂削減の有効利用策として注目されている。

そこで本研究は、廃ガラスを使用したモルタルの炭酸化進行を従来の手法に加え、シンクロtron光による高精度の分析を行い、定量的に測定することで、CO₂吸着のプロセスを評価することを試みた。

実験内容

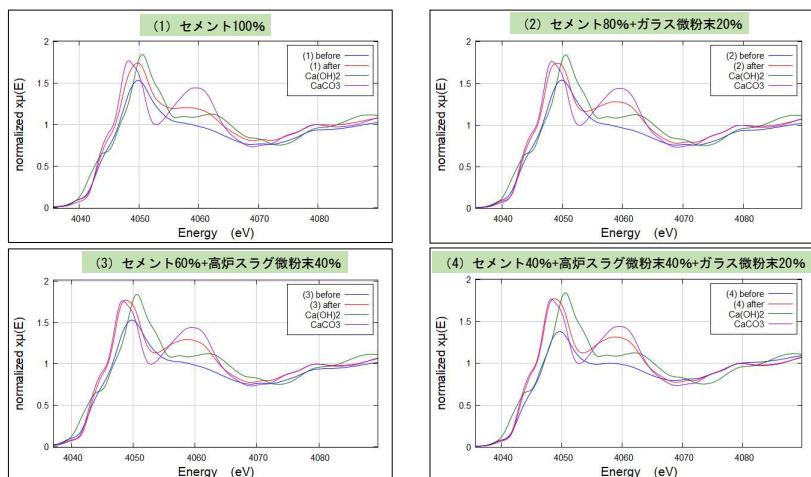
- セメントとガラス微粉末や高炉スラグ微粉末、ガラス骨材など材料の組合せにより、JIS試験方法に準じて計12種類のモルタル供試体を作成した。
- その後、濃度95%以上のCO₂ガスで満たした環境に供試体を保存し、炭酸化促進試験を行った。
- 促進試験開始前、促進試験4週後にモルタル供試体の表層部から試料を切り出しあいちシンクロtron光センターにて各種試験分析を実施した。

試験名	ビームライン名	試験内容	試料の種類
蛍光XAFS試験	BL6N1	炭酸化したモルタルの化学状態の分析	炭酸化促進試験開始前と4週後
XRD試験	BL8S1	炭酸化したモルタルの結晶構造の分析	
小角散乱試験	BL8S3	炭酸化カルシウムの結晶成長の計測	

結果と考察

蛍光XAFS試験による炭酸化したモルタルの化学状態分析

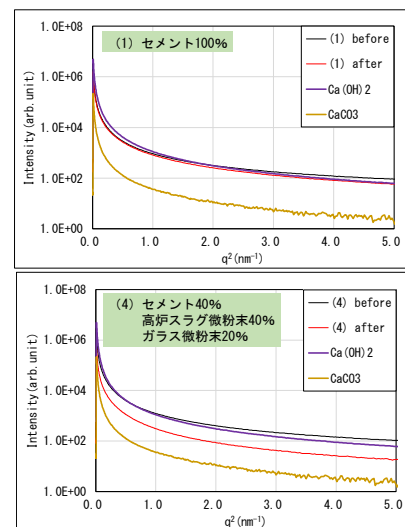
- 各ケースの比較結果では、炭酸化によって発生したと見られる波形の変化が確認できた。
- (1) セメント100%のケースでは、4,050eV付近の波形は強度が減少したものの、ピーク位置の変化はあまり見られない。
- (2) と (4) の混和材組合せのケースは波形の変化が大きく、4,050eV付近の波形がCaCO₃に近い位置に移動している。また、4,055~4,070eVあたりの波形の変化からも、CaCO₃に近づいていることが分かり、CaCO₃が増加していると確認された。



XAFS試験の測定結果例 (炭酸化促進試験前、4週後の比較、ガラス細骨材0%)

小角散乱試験によるCaCO₃の結晶成長の計測

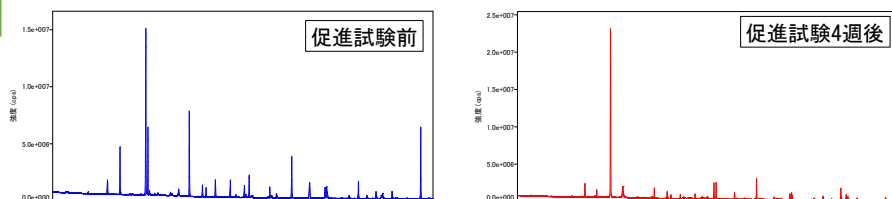
- 試薬のCaCO₃と比較して、促進試験後の傾きが小さくCa(OH)₂に近いことから、炭酸化によりCa(OH)₂が減少したが、CaCO₃の生成など一部化学組成の変化が生じていない可能性があるかと推定される。



小角散乱試験の測定結果例 (炭酸化促進試験前、4週後の比較、ガラス細骨材0%)

XRD試験によるモルタルの結晶構造の分析

- CaCO₃の変化のばらつきが大きい結果となり、炭酸化が起こりCa(OH)₂が減少したが、CaCO₃など炭酸化生成物の変化が一部進んでいない可能性が示された。
- 今後は促進試験を継続して、より炭酸化を進行させ、併せて計測を行う予定である。



XRD試験の測定結果例 (炭酸化促進試験前、4週後の比較) (セメント40%+高炉スラグ微粉末40%+ガラス微粉末20%、ガラス細骨材0%)

結論

1. 各種材料を組合せたモルタルの炭酸化促進試験を行い、あいちシンクロtron光センターにてCO₂吸収固定効果の各種試験分析を実施した。
2. 蛍光XAFS試験による炭酸化したモルタルの化学状態分析では、モルタルの炭酸化進行によりCaCO₃が増加していると確認された。
3. XRD試験による結晶構造の分析では、Ca(OH)₂が減少したことが確認されたが、炭酸化生成物の変化が一部進んでいない可能性が示された。
4. 小角散乱試験では、炭酸化の進行に伴いCa(OH)₂が減少したが、CaCO₃の生成など一部化学組成の変化が生じていない可能性がある。