

コンクリートの二酸化炭素吸収量の測定方法に関する基礎研究

東北学院大学 学生会員 ○海沼 飛鳥

東北学院大学 正会員 武田 三弘

1. はじめに

近年、世界各国でカーボンニュートラルの取り組みが進められている。カーボンニュートラルの取り組みの一つとしてセメントの生産時に発生する二酸化炭素を取り戻すために、コンクリートに二酸化炭素を固定化させる研究が進められている。しかし、コンクリートが固定化する二酸化炭素濃度の測定方法や評価方法について実測されたデータは少なく、その測定方法についても確立されていないものと思われる。そこで、本研究室では、コンクリートの中性化によって吸収される二酸化炭素の吸収・吸着量の簡易的な測定方法を提案するため、装置の開発と測定条件について検討を行った。また、作製した環境装置を用いてモルタル供試体の二酸化炭素の吸収・吸着量の測定を行い、吸収・吸着量の測定が可能か確認を行った。

2. 実験概要

2.1 環境装置概要

本研究室では、コンクリートの炭酸化による二酸化炭素の吸収・吸着量を測定するため、内部空間が 1m^3 となるよう厚さ 10mm のアクリル板を 6 枚組み合わせた環境装置 ($1000\times 1000\times 1000\text{mm}$) を作製した。環境装置内の空気を循環させるために、装置内の上面には 3 段階（弱、中、強）の風速調整ができるファンを設置した。

図-1 は、環境装置を示したものである。環境装置の片側面には二酸化炭素検知機を挿入し、装置内部の二酸化炭素濃度を測定するための穴が上面から 250mm 間隔で 3 箇所（上段、中段、下段）空けてある。これらの穴は普段は蓋をしており、測定を行う際に蓋を開けて二酸化炭素検知機を挿入して測定を行った。また、環境装置内で作業を行うための穴（ $\phi 100\text{mm}$ ）の加工や供試体を入れるための扉が取り付けられてあるが、隙間にはいずれも目張りがされており、作業中および測定中の環境装置内の空気の漏れは無い状況となっている。

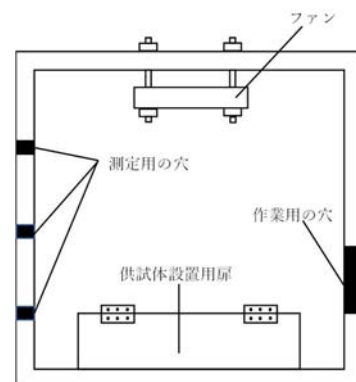


図-1 環境装置（正面図）

2.2 測定条件および供試体概要

事前に行った測定条件の検討では環境装置内の風速や風向の測定、環境装置内の二酸化炭素の攪拌までの時間の計測を行った。環境装置内の底面ではファンの風速を測定することができなかったため、装置内の二酸化炭素濃度を測定するために片側面の上段および中段の穴に二酸化炭素検知機を挿入することにした。また、環境装置内の二酸化炭素濃度はどのファンの強度でも 70 秒程度で攪拌したことから、2 分間攪拌してから環境装置内の二酸化炭素濃度の測定を行うことにした。

以上の測定条件を踏まえ、モルタル供試体 ($300\times 300\times 20\text{mm}$) を用いて環境装置内の二酸化炭素濃度 800ppm からの二酸化炭素の吸収・吸着量の測定を行った。試験面となる $300\times 300\text{mm}$ の打設底面は、予めビニールで被覆し、環境装置内での二酸化炭素濃度測定の開始と同時にビニールを外して炭酸化反応が始まるようにした。また、試験面以外は炭酸化反応が進行しないように被覆している。

キーワード 炭酸化, 二酸化炭素, 吸収・吸着量, 温度

連絡先 〒984-8588 宮城県仙台市若林区清水小路 3 番地 1

東北学院大学大学院工学研究科 TEL022-354-8701

3. 実験結果および考察

図-2 は、モルタル供試体を環境装置内に入れて3日間二酸化炭素濃度の推移を測定した結果から求めた、モルタル供試体が吸収・吸着で固定化した二酸化炭素の累積濃度と時間の関係を示したグラフである。グラフ中の青線は測定値を表しており、二酸化炭素の吸収・吸着は3日程度で収束に向かう傾向となった。さらに、測定開始から約2日でモルタルの二酸化炭素の吸収・吸着量は460ppmとなった。この結果より、環境装置1m³中に含まれる二酸化炭素の体積を $460 \times 10^{-6} \text{m}^3$ と換算することができる。便宜的に標準状態の気体としてこの時の二酸化炭素の質量を求めるために、換算した体積とこの時の温度を用いてボイル・シャルルの法則に則り標準状態時の体積を求め、気体としての二酸化炭素の密度1.96kg/m³との積から質量は836.2mgとなった。同様に測定開始時の二酸化炭素濃度である800ppmを質量にすると1456mgとなったため、吸収された二酸化炭素は初期値の57.5%であると計算から求めることができた。グラフ中の赤線は近似値を表しており、二酸化炭素の累積濃度とよく一致していることが分かる。そのため、近似式の係数を変えることで他の条件のコンクリートの累積濃度を予測できると考えられる。しかし、グラフの測定値において多少の変化が見られる。この原因について比較したのが図-3のグラフである。

図-3 は、モルタル供試体が吸収・吸着で固定化した二酸化炭素の累積濃度と環境装置内の温度と時間の関係を示したグラフである。グラフから分かるように、環境装置内の温度が上昇すると二酸化炭素濃度が増加し、温度が低下すると二酸化炭素濃度が低下する傾向がある。また、環境装置内の温度が1℃変化すると、二酸化炭素濃度が約4.5%変化することがグラフから読み取れる。環境装置内の二酸化炭素濃度は温度の変化に依存すると考えられることから、温度の影響を取り除いて測定する必要があるため、恒温の環境で測定を行っていく予定である。今後は温度の変化による二酸化炭素濃度の補正方法も検討する予定である。

4. まとめ

- (1) 本研究室で作製した簡易的な環境装置を用いてモルタル供試体の二酸化炭素の吸収・吸着量を測定した結果、モルタル供試体の脱型時から収束に向かうまでの二酸化炭素の吸収・吸着の傾向が明らかになり、二酸化炭素の吸収・吸着量を質量で表すことができた。
- (2) モルタル供試体を用いて環境装置内の二酸化炭素濃度の測定を行った結果、二酸化炭素の累積濃度と時間との関係を求めることができ、この関係は近似式を用いて求められることが分かった。また、二酸化炭素濃度は温度の変化に影響されることから、温度の影響を考慮して測定する必要があることが分かった。

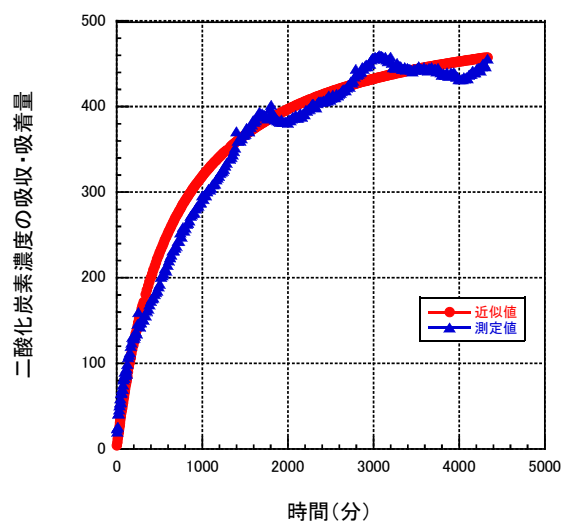


図-2 二酸化炭素濃度の吸収・吸着量の推移

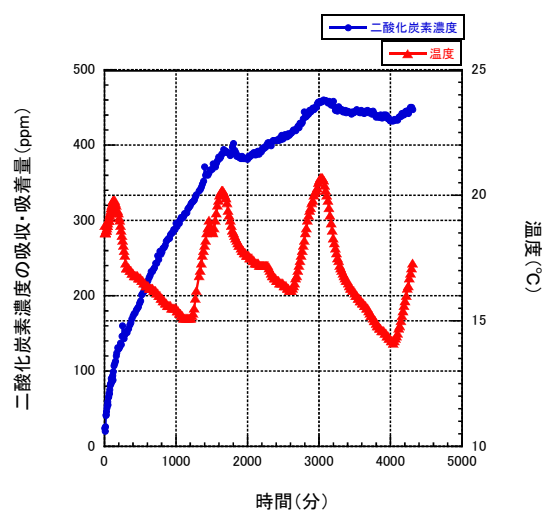


図-3 二酸化炭素濃度と温度の推移