

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	環境建設工学科	学生会員	○海沼	飛鳥
東北学院大学	環境建設工学科	正会員	武田	三弘
東北学院大学	環境建設工学科	非会員	櫻庭	稜大

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・吸着量の測定方法を確立するための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・吸着量の測定を行った。

2. 実験概要

2.1 環境装置概要

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。環境装置内の上面には空気循環のため、3段階（強、中、弱）の風速調整が出来るファンを設置した。環境装置の片側面には二酸化炭素検知機を挿入して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、中絶、下段)に空けてある。そ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、環境装置内の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いるが、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は環境装置を示したものである。

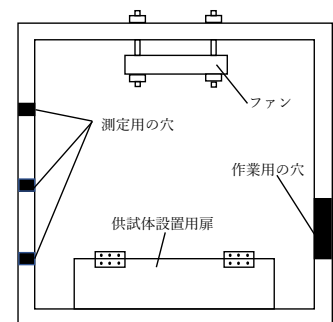


図-1 環境装置（正面図）

2.2 測定条件および供試体概要

測定条件を確認するために、環境装置内の空気の流れと風速の確認を行った。空気の流れはスモークマシンを用いて実施した。また、風速計を用いて二酸化炭素検知機の挿入口を利用して環境装置内の風速を求めた。さらに、環境装置内の平均的な二酸化炭素を測定するための測定時間を決める為、環境装置内に二酸化炭素を噴射し、一定の濃度になるまでの時間を測定した。

環境装置の測定条件が決まった後、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が 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 $300\times 300\text{mm}$ の打設底面には、予めビニールで被覆してあり、環境装置内に入れてからそのビニールを取り除き炭酸化反応を始めるように工夫している。なお、供試体は、試験面以外はすべて空気に触れないように被覆している。

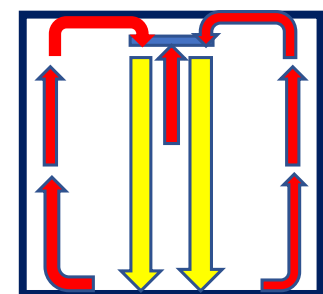


図-2 環境装置内の空気の動き

3. 実験結果および考察

図-2 は、スモークマシンを用いて環境装置内の空気の流れを調べた結果である。上面に取り付けたファンから下に向かって空気が流れ、両側面を上昇する様なドーナツ状の循環になっていることが分かった。風速を測定したところ、ファンから 50cm の位置で 0.8~1.0m/sec、最大風速は 1.3~2.3m/sec であった。底面では風速が測定できなかったことから、測定は上段および中段において測定することが望ましいことが分かった。

図-3 は、環境装置内の初期値に対する測定結果の比率について、二酸化炭素を噴射してから 300 秒まで中段で、ファンの強さ毎に計測した結果である。初期濃度の影響で「弱」の条件で測定した結果が低い値になっているが、いずれも環境装置内の二酸化炭素濃度が一定となるのは、ファンの強度別に比較しても、ファンを起動させてから 70 秒程度であることが分かった。この結果から、環境装置内の二酸化炭素濃度の測定は、ファンを起動してから 2 分間攪拌してから測定することで、平均的な測定が可能になるものと思われる。

図-4 は、モルタル供試体を環境装置の中に入れて 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との関係である。この図より、モルタル面が空気に触れた直後から二酸化炭素の吸収・吸着が急激に進行し、3 日程度で収束に向かう傾向となった。また、図中の赤線は近似式であるが、二酸化炭素の累積濃度とよく一致しており、この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ものと思われる。しかしながら、測定値において多少の変化が見られている。この原因について、比較したのが図-5 となる。

図-5 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時間との関係に、環境装置内の温度データを重ねたものである。グラフから読み取れるように、温度が上昇すると二酸化炭素濃度が増加し、温度が低下すると減少する傾向が見られた。この図より、温度が 1℃変化すると、二酸化炭素濃度は約 4.5% 変化する結果となった。これより、二酸化炭素の測定には温度による影響があることから、温度の影響を取り除く必要がある場合は、恒温の条件で測定をする必要があると思われる。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) コンクリートの二酸化炭素の吸収・吸着量を測定する目的で環境装置を作製し、装置内の空気の流れや風速、適切な測定時間を求めることが出来た。

(2) モルタル供試体を用いて、環境装置内で二酸化炭素の吸収・吸着量を測定した結果、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、その傾向が近似式で求められることが分かった。また、二酸化炭素の測定には温度の影響があることから、その影響を考慮して測定を行う必要があることを明らかにした。

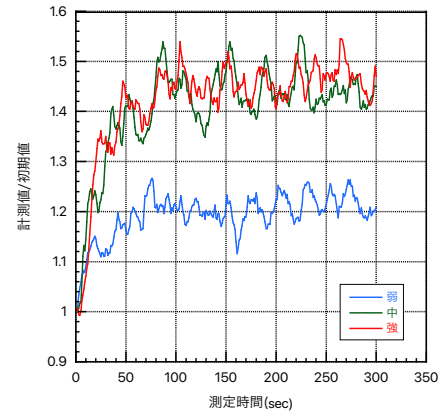


図-3 二酸化炭素濃度と経過時間の関係

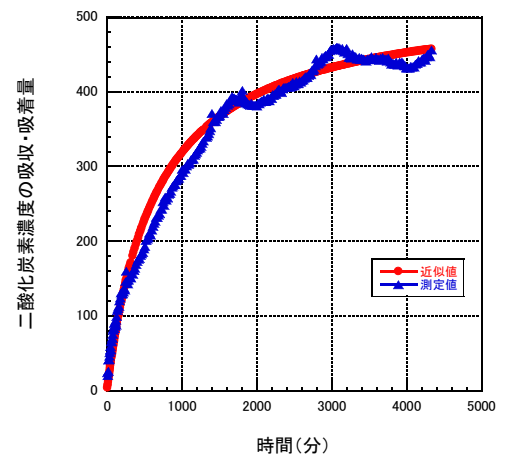


図-4 二酸化炭素の吸収・吸着量の推移

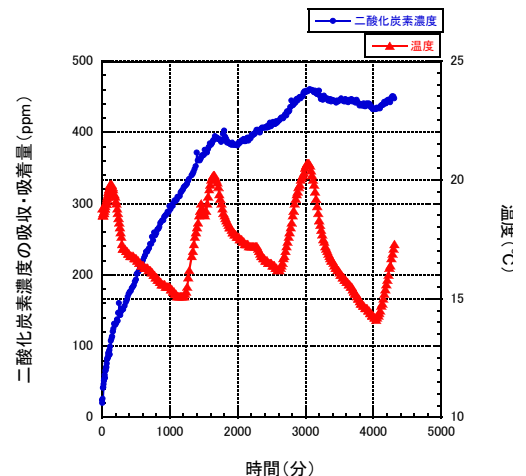


図-5 二酸化炭素濃度と温度の推移