

ポーラスコンクリートの二酸化炭素吸収特性に及ぼす養生条件の影響

戸田建設株式会社 正会員 ○久保貴裕
徳島大学工学部 正会員 小川洋二
徳島大学工学部 正会員 河野 清

1. はじめに

これまでコンクリートの炭酸化は、コンクリートにとってマイナスであると考えられてきた。これは、コンクリートが炭酸化することによって、内部の鉄筋が錆びやすい環境下になることに起因した定説であるが、コンクリート自体の性質の変化についてはいまだ十分に説明がすすんでいない。最近では、コンクリートは炭酸化により圧縮強度が増加するという報告もあり¹⁾²⁾、コンクリートに二酸化炭素（以下CO₂と記述する。）を積極的に吸収させることによって、CO₂の有効利用と物性および耐久性などといったコンクリート自身の特性の向上につながる可能性が示唆されている。しかし、コンクリートのCO₂吸収特性は、材料、配合などの内的要因や外的要因により多くの影響を受ける。そこで本研究では、CO₂を効率的に吸収させるためにポーラスコンクリートを対象として、特に実験要因にはコンクリートをとりまく養生条件を挙げ、ポーラスコンクリートのCO₂吸収に及ぼす各要因の影響度の把握を目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントは早強ポルトランドセメントを使用し、骨材は、粒径を5～10mmに限定した硬質砂岩碎石を使用した。また、混和剤は使用しなかった。配合は、水セメント比35%，空隙率20%とすべて一定にした。

2.2 供試体の作製

供試体はすべて、φ10×20cmの円柱型わくに、コンクリートを二層で打ち込んだ。その際、それぞれの供試体において理論空隙率を得るために、あらかじめ示方配合から供試体一本当たりの重量を計り、型わくに打ち込んだ。

2.3 養生方法および試験方法

本実験では、CO₂養生を行う前に、初期養生として蒸気養生、水中養生および、前養生を行わず脱型後直ちに試験を行った即養生を行った。その後、CO₂養生はCO₂槽内温度、CO₂濃度をそれぞれ3種類ずつ設定し、それらを組合わせて、相対湿度95%一定のもとで行った。その組合せを、表-1に示す。

表-1 養生条件の組合せ

		二酸化炭素濃度 (%)		
		1	10	20
二酸化炭素 槽内温度 (℃)	30	水	蒸	即
	40	即	水	蒸
	50	蒸	即	水

即：即養生後二酸化炭素槽
水：水中養生7日後二酸化炭素槽
蒸：蒸気養生後二酸化炭素槽

3. 実験結果と考察

3.1 炭酸化期間とCO₂吸収率との関係

単位セメント量に対するCO₂の炭素換算吸収量，すなわちCO₂吸収率は，炭酸化量と比例関係にあるので，炭酸化深さと時間の関係式と同様，（1）式のような時間のべき乗則にしたがうと考えられる。そこで，本研究においても各実測データを，（1）式の形に回帰してa，bを決定した。

$$Q = a \cdot t^b \quad (1)$$

ここで， Q : CO₂吸収率 (%)

a, b : 定数

t : 時間 (hours)

回帰して得られたbの値には各要因の影響が少なく，いずれの場合においてもb=1/3で表すことができた。この回帰式による値と実測のデータの値との関係を図-1に示す。次に各要因が係数aに与える影響につい

て検討した。

3.2 CO₂吸収率に及ぼす養生条件の影響

最小自乗法で求めた a の値を分散分析した結果、CO₂濃度と初期養生条件の影響には有意差がみられたが、本実験範囲でのCO₂槽内温度の影響には有意差がみられなかった。そこで、係数 a は初期養生条件とCO₂濃度の影響を考慮して、以下のようにして決定した。

それぞれ方法が異なった初期養生条件の影響を表す指標として、初期養生期間中に供試体を受ける積算温度であるマチュリチー (°C・h) を用いた。また、基準とする養生条件を即養生、CO₂濃度20%とした。この基準となる式の係数に対するCO₂濃度を20%と一定にした他の2つの初期養生条件の式の係数の比を縦軸にとり、横軸をマチュリチーにとり、マチュリチーを指標としたこの横軸の値を変化させ回帰を行った。CO₂濃度の影響も同様に行い、横軸は濃度 (%) として回帰を行った。これらの検討結果をまとめると、CO₂濃度20%で即養生を行う場合を基準とすると、これに対する他の養生条件の場合のCO₂吸収率は (2) 式で算定される。

$$Q = a_f \cdot a_{cure} \cdot a_{co2} \cdot t^{1/3} \quad (2)$$

ここで、 Q : CO₂吸収率 (%)

a_f : 材料、配合、施工等の影響を考慮した定数

本実験においては 0.317

a_{cure} : 初期養生条件を考慮した係数

$$a_{cure} = 0.0450 + 7.50M^{-1/3}$$

M : マチュリチー (°C・h)

a_{co2} : CO₂濃度を考慮した係数

$$a_{co2} = 0.147 \log_e (C + 1) + 0.551$$

C : CO₂濃度 (%)

t : 時間 (hours)

この実験式によって求めた吸収率を既往の研究結果²⁾にあてはめて計算値と実測値の比較を行った。その関係を図-2に示す。

4. まとめ

- (1) ポーラスコンクリートのCO₂吸収率に最も大きい影響を及ぼすのは初期養生条件であり、次いでCO₂濃度であった。CO₂槽内温度による影響はほとんどみられなかった。
- (2) ポーラスコンクリートのCO₂吸収率に及ぼす影響度は、初期養生条件において水中養生、蒸気養生、即養生の順に大きくなり、CO₂吸収率もこれにしたがい多くなった。

- 【参考文献】 1) 社団法人 日本コンクリート工学協会；コンクリートの炭酸化に関する研究の現状、炭酸化研究委員会報告書，p.33～p.49，1993
- 2) 島 弘，原田直樹，河野 清；ポーラスコンクリートの二酸化炭素ガス吸収による強度増加，セメント・コンクリート論文集 No.46，p.904～p.909，1992

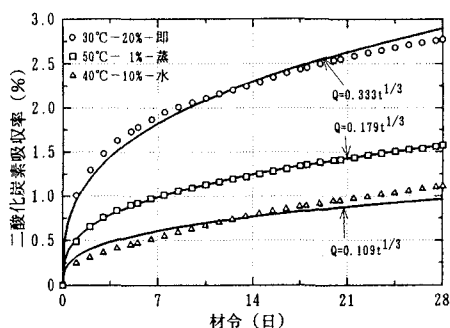


図-1 二酸化炭素吸収率と材令との関係

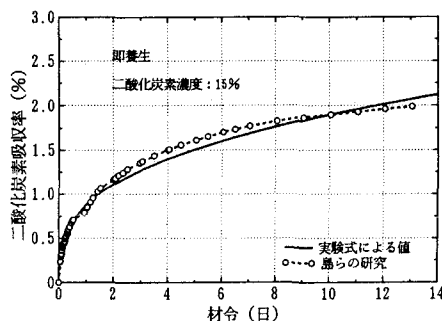


図-2 二酸化炭素吸収率と材令との関係