

各種セメントを用いた気泡モルタルの炭酸化による圧縮強度および長さ変化

株式会社鴻池組 正会員 ○渡川義則
秋父小野株式会社 正会員 小川洋二
徳島大学工学部 正会員 島 弘
徳島大学工学部 正会員 河野 清

1. はじめに

現在までに各種の多孔質コンクリートを促進炭酸化することによって、炭酸化の進行速度・進行分布および炭酸化により強度が増加することなどは一部で確認されている¹⁾。しかし、炭酸化後のコンクリートの長さ変化や、炭酸化による強度の増進割合が最も大きくなる条件についての検討は全くされていない。特にこの種の研究については、中性化深さとの関連を検討したものが多いが、どの程度炭酸ガスを吸収したら物性にどのような影響を与えるかという視点からの研究例はない。そこで本研究では、モルタル供試体を用いて、材料、配合、養生条件を変化させて実験を行い、これらの要因が炭酸化および炭酸化による強度増進と長さ変化におよぼす影響度について、二酸化炭素（以下CO₂と記述する。）の吸収程度との関係に注目して検討することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本実験では、水セメント比35%の水準はセメント：細骨材を質量比で1：1とし、水セメント比65%の水準は1：3とした。目標空隙率は20～30%に定め単位容積質量試験を行い、全空隙率を求めた。セメントには早強ポルトランドセメント、普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種を使用し、骨材は豊浦標準砂を使用した。混和剤は水セメント比35%の水準に限り高性能減水剤を使用した。また所要の空隙率は、気泡剤の添加量を調節することによって得た。

2.2 供試体の作成

供試体はすべて、4×4×16cmのモルタル供試体成型用3連型枠に打ち込んだ。その際、それぞれの供試体においてあらかじめ示方配合から計算した単位容積質量と実際に測定した単位容積質量との差より、空隙率を求めた。

2.3 養生方法と試験方法

本実験では、CO₂養生と気中養生を行う前に、前養生として脱型後直ちに養生する1日養生と水中7日養生を行った。その後、CO₂養生（温度20℃、湿度50%、CO₂濃度20%）と気中養生（温度20℃、湿度60%）に振り分けて養生を行い、各材齢ごとに試験を行った。実験水準を表-1に示す。

表-1 実験水準

セメント	W/C (%)	空隙率 (%)	前養生 (日)	養生期間 (日)	
早強	35	20	1, 7	CO ₂	0, 7, 28, 91
			7	Air	7, 28, 91
普通	65	20, 30	1, 7	CO ₂	0, 7, 28, 91
		20, 25, 30	7	Air	28

3. 実験結果と考察

3.1 水酸化カルシウムとCO₂吸収割合との関係

図-1は、化学分析による炭素量の定量から求まるCO₂吸収割合と、水酸化カルシウムの減少量から計算で求まるCO₂吸収割合を水セメント比35%について、セメント別に比較したものである。この図より、炭酸化に関与する水和生成物が水酸化カルシウムだけでなく、他の水和生成物（C-S-H、エトリンガイト、モノサルフェート水和物等）の分解によっても炭酸化が生じていることがわかる。C-S-H等の水和生成物の炭酸化は水酸化カルシウムの炭酸化と同時期に始まり平行して進行す

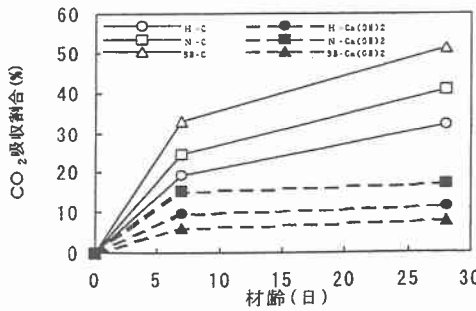


図-1 材齢とCO₂吸収割合との関係

るとされている²⁾が、水酸化カルシウムの炭酸化によるCO₂吸収割合は7日以降ほとんど横ばい状態であることより早期に炭酸化にかかわり、長期材齢においては他の水和生成物の炭酸化による比率が高いことを示している。高炉セメントB種の場合、生成された水酸化カルシウムはほとんどセメント中の高炉スラグと反応し、結合するため水酸化カルシウムの炭酸化によるCO₂吸収割合がきわめて低くなったことが考えられる。

3.2 圧縮強度に及ぼすCO₂吸収割合

図-2は、セメントと水セメント比が異なるときの材齢28日のCO₂吸収割合と圧縮強度比との関係である。圧縮強度比とは、CO₂養生の材齢28日の圧縮強度を気中養生の材齢28日の圧縮強度で除した値である。この図から、水セメント比の違いによりCO₂吸収効果は異なっているにもかかわらず圧縮強度比は似かよった値を示していることがわかる。このことより、CO₂を吸収することによる強度増進性に対する水セメント比の影響はあまり認められなかった。またセメントの違いでは、高炉セメントB種が早強、普通セメントに比べ吸収割合が高いにもかかわらず強度増進性は低くなっていることがわかる。これは、高炉セメントB種はもともと強度発現性の高いカルシウム量が少なく、炭酸化反応においても水酸化カルシウム以外の水和生成物の分解による比率が高いことなどが、強度増進に影響したためと考えられる。

3.3 CO₂吸収が長さ変化に及ぼす影響

図-3は、水セメント比35%においてセメントの種類、養生条件を変化させたときの材齢と長さ変化率との関係である。この図より、材齢7日まではセメントの種類に関係なく似かよった勾配を示しているが、それ以降炭酸ガス吸収により、長さ変化に顕著な相違が表れている。そして91日でのCO₂養生の長さ変化は気中養生の長さ変化の約5割程度大きくなって収束した。

4. まとめ

- (1) 促進炭酸化養生では、水酸化カルシウムの炭酸化は早期において、C-S-H等の他の水和生成物の炭酸化は長期材齢においておこる比率が高い。
- (2) セメントの違いによって、CO₂吸収による強度増進率は異なる。
- (3) 促進炭酸化をさせた気泡モルタルの収縮率は、炭酸化をさせない気泡モルタルの約5割増であった。

【参考文献】

- (1) 小川洋二、河野清、尾畑真由美、中村秀三；各種多孔質コンクリートの炭酸ガス吸収特性と物性変化、コンクリート工学年次論文報告集，Vol.16，No.1，pp.717～722，1994
- (2) 松尾広昭、船戸已知雄、山崎之典；炭酸化したセメント硬化体の微細構造，第46回セメント技術大会講演集，pp.630～635，1992

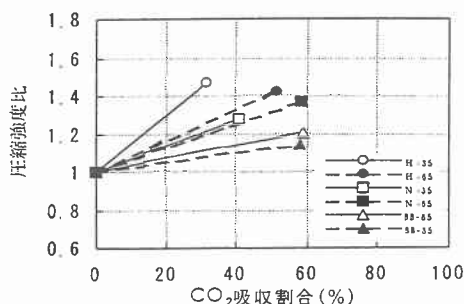


図-2 CO₂吸収割合と圧縮強度比との関係

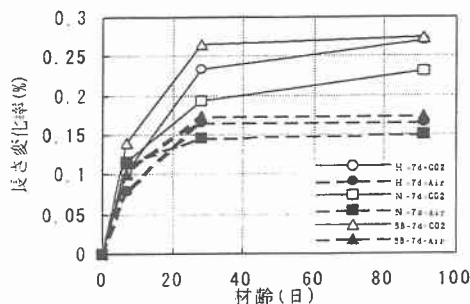


図-3 材齢と長さ変化率との関係