

供試体寸法および初期養生条件がコンクリートの炭酸化深さに与える影響

鹿島建設(株) 正会員 ○小林 聖 横関 康祐

渡邊 賢三 取違 剛

1. はじめに

著者らはこれまでに、炭酸ガスと反応するダイカルシウムシリケート γ 相(以下 γ -C₂S)を添加したコンクリートを炭酸化養生することで、コンクリート表面を緻密化し、耐久性を向上させる手法を見出した¹⁾。このコンクリートは塩分浸透抵抗性や溶脱抵抗性に優れることから、高い耐久性が求められる海岸構造物にプレキャスト部材として適用されている。なお、炭酸化養生により上述した諸物性が著しく改善されることから、炭酸化深さの管理が重要となる。既往の研究から、炭酸化深さは供試体の寸法および初期養生条件等の要因により変化することが報告されており^{2,3)}、本研究では、供試体寸法および初期養生条件が炭酸化深さに及ぼす影響を把握するための実験を実施し、実部材の炭酸化深さを推定する方法の提案を目的とした。

2. 試験概要

使用材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。供試体の寸法を5種類、初期養生条件を5種類、水結合材比(以下W/B)を変化させた2種類の配合にて検討した。表-3に示した初期養生条件のケースにより、初期養生条件が炭酸化深さに及ぼす影響を確認し、Case5については、図-1に示すような供試体を用い、供試体寸法が炭酸化深さに及ぼす影響を確認した。全てのケースで表-3に示した初期養生終了後、温度50℃、湿度50%RH、CO₂濃度20%の環境下で7日間炭酸化養生を行い、JIS A 1152に準じて炭酸化深さを測定した。

3. 試験結果

3. 1 供試体寸法の影響

炭酸化深さの測定結果を図-2に示す。供試体寸法が大きくなるにつれ、炭酸化深さが小さくなる傾向にあることが確認された。この理由として、供試体内部の湿度の影響が考えられる。供試体寸法が大きい場合、供試体表面では環境の湿度に近づくが、内部では湿潤状態が保たれるため、炭酸化深さに差が生じたと考えられる。そこで、体積表面積比V/S(供試体の体積に対する表面積の割合)と炭酸化深さの関係をみると、図-3に示すように、体積表面積比が大きくなると炭酸化深さは小さくなることが確認された。また、W/Bが小さい場合は、供試体寸法が炭酸化深さに及ぼす影響は小さいことが確認された。この理由

表-1 使用材料

材料	記号	概要
セメント	LPC	低熱ポルトランドセメント 密度: 3.22g/cm ³
混和材	P	特殊混和材 密度: 2.33g/cm ³
γ -C ₂ S	γ	ダイカルシウムシリケート γ 相 密度: 2.85g/cm ³
細骨材	S	砕砂, FM: 2.71, 実積率: 66.1% 密度: 2.65g/cm ³
粗骨材	G	砕石, Gmax: 10mm, 実積率: 61.3% 密度: 2.65g/cm ³

表-2 コンクリートの配合

W/B (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	B		γ	S	G
				LPC	P			
30	45	4.5	160	374	160	160	661	807
45			160	249	107	107	756	925

表-3 初期養生条件

Case	養生期間(日)	養生温度(℃)	養生湿度(%)	マチュリティー(℃・日)
1	1	20	80	20
2		40		40
3	2	20		40
4		40		80
5	3	20		60

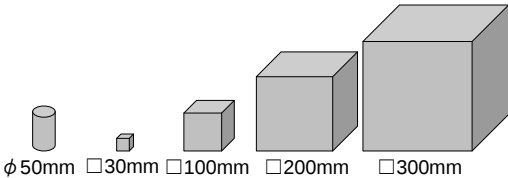


図-1 供試体寸法

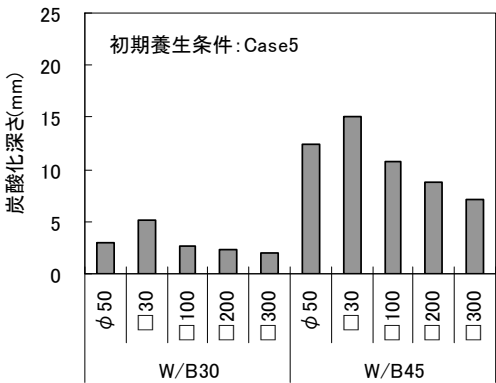


図-2 炭酸化深さ

キーワード 炭酸化養生, 供試体寸法, 初期養生期間, 炭酸化深さ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-8364

として、W/B=30%は45%よりも空隙率が小さく、W/Bが小さい場合はマトリックスが緻密化しているため乾燥や炭酸化反応が進みにくく、供試体寸法の影響は小さくなるものと考えられる。以上の結果から、供試体寸法が炭酸化深さに及ぼす影響は、V/Sで評価可能と考えられる。

3. 2 初期養生条件の影響

初期養生後の圧縮強度と炭酸化深さの関係を図-4に示す。両者には高い相関関係があり、いずれのW/Bにおいても、初期養生後の圧縮強度が大きければ炭酸化深さは小さくなる傾向であった。圧縮強度が大きくなるにつれ、マトリックスが緻密化するために、炭酸ガスの進入が妨げられ、炭酸化速度が低下したものと考えられる。また、W/B=30%においては初期養生後の圧縮強度が炭酸化深さに及ぼす影響は小さいことが確認された。これは、前述の供試体寸法の影響のときと同じ理由によると考えられる。一方、初期養生中のマチュリティーと圧縮強度の関係を図-5に示す。両者には高い相関関係が得られた。以上の結果から、初期養生条件が炭酸化深さに及ぼす影響は、初期養生中のマチュリティーで評価可能と考えられる。

3. 3 炭酸化深さ予測式の算定

上記の実験結果を受け、初期養生中のマチュリティーと供試体寸法の影響を考慮したうえで、炭酸化深さを予測する簡易評価式を算定した。なお、以下の式は温度50℃、湿度50%RH、CO₂濃度20%、7日間炭酸化養生したときの炭酸化深さを評価するものである。

$$W/B=30\% \text{ の場合 : } X = (7.07 - 0.04M) \left(\frac{6.51 - 1.23 \ln(V/S)}{3.68} \right)$$

$$W/B=45\% \text{ の場合 : } X = (21.88 - 0.13M) \left(\frac{20.31 - 3.34 \ln(V/S)}{12.61} \right)$$

ここで、X : 算出炭酸化深さ(mm)

M : 初期養生中のマチュリティー(℃・日)

V/S : 体積表面積比

長さ5400×幅1600×厚さ50mmの大型部材を一面から炭酸化させた結果を用いて、上式の妥当性を評価した。初期養生中のマチュリティーは73(℃・日)であり、V/Sは50である。実測の炭酸化深さと簡易評価式から算出した炭酸化深さの関係を図-6に示す。実測炭酸化深さと算出炭酸化深さはほぼ同等の値を示しており、上式の妥当性が確認された。すなわち、部材寸法(V/S)と初期養生中のマチュリティーを把握することで、上式により炭酸化深さを推定することが可能である。

参考文献

- 1) 渡邊ほか：炭酸化養生によるコンクリートの高耐久化技術-EIENの開発と試験施工ー，コンクリート工学，Vol.45，No.7，pp.31-36，2007.8
- 2) 魚本ほか：コンクリートの中性化速度に及ぼす要因，土木学会論文集，No.451，V-17，pp.119-128，1992.8
- 3) 柳ほか：コンクリートの中性化進行予測に関する実験，日本建築学会大会梗概集，pp.247-248，1987.10

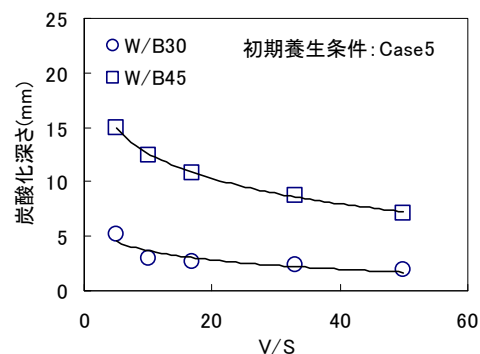


図-3 V/Sと炭酸化深さの関係

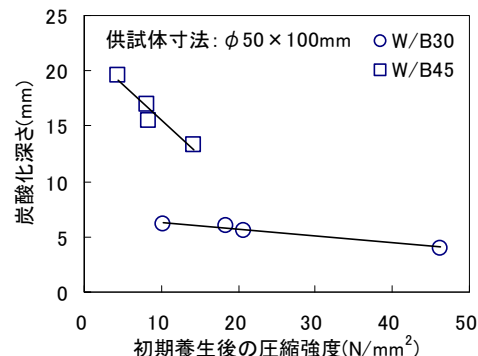


図-4 初期養生後の圧縮強度と炭酸化深さの関係

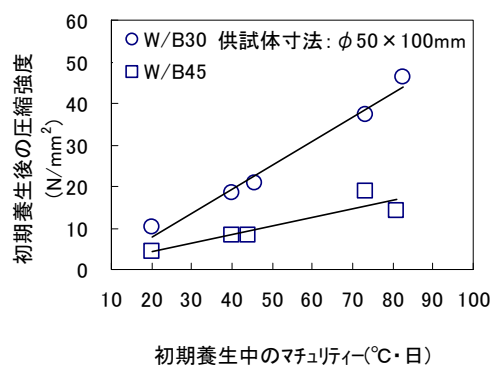


図-5 マチュリティーと初期養生後の圧縮強度の関係

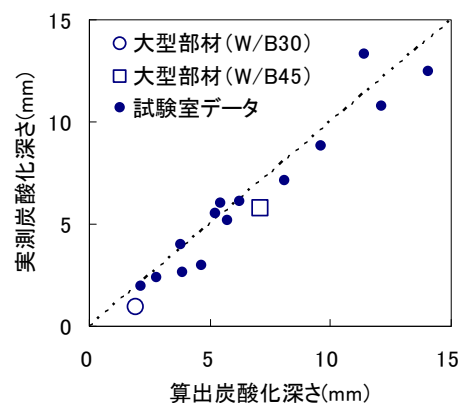


図-6 算出値と実測値の関係