

コンクリートの水密性に及ぼす乾燥の影響

石川島建材工業(株) 正会員 ○長谷川 聖史
 同 上 正会員 松浪 康行
 同 上 正会員 室賀 陽一郎
 同 上 正会員 伊達 重之

1. はじめに

コンクリート構造物の水密性は、配合（水セメント比）や使用材料（高炉スラグやシリカフェーム）の面からの影響のみならず、養生状態によっても大きく変化する。とりわけ急激な乾燥は、水密性を著しく低下させる。このようことから、水密性を向上させるためには初期の養生が重要であり、また、打ち込み温度および脱型後の養生温度が水密性に及ぼす影響については明らかにされている¹⁾。しかしながら、水中養生を十分に行ったコンクリートのその後の乾燥状態が水密性に及ぼす影響については、定量的な評価が充分とは言えない。

そこで本研究では水密性に及ぼす各種養生条件（温度、湿度、および乾燥時間）の影響を調査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

使用材料および配合を表－1および2にそれぞれ示す。セメントは早強ポルトランドセメントを用いた。単位粉体量は 420 kg/m^3 ($W/C=31.9\%$) とし、 s/a は 41% とした。

2.2 練混ぜおよび養生

練混ぜは60リットル2軸強制練りミキサーを用いて60秒間行った。また、練上りのスランブが $3 \pm 1.5 \text{ cm}$ となるよう、減水剤の添加率を調整した。透水試験用に $\phi 100 \text{ mm}$ 円柱供試体を採用した。

養生については、前置き2時間ののち、 40°C で4時間の蒸気養生を行った。打設後18時間経過時点で脱型したのち、材齢28日まで 20°C 水中養生を行った。

2.3 実験条件と割付け

実験条件と割付けを表－3および4にそれぞれ示す。温度は、 20°C 、 45°C 、 70°C 、湿度は 35% 、 65% 、 95% 、乾燥日数は3日、7日、14日のそれぞれ3水準とした。割付けにはL9直交表を用いた。

2.3 透水試験の概要

水密性について、インプット法による拡散係数で評価した。水圧は 1 N/mm^2 とし、時間は実験条件により調整した。透水試験機の概略図を図－1に示す。

供試体は、材齢28日まで水中養生した $\phi 100 \text{ mm}$ 円柱供試体の上下 10 mm をスライスして取り除き、さらに厚さ 40 mm にスライスしたものをを用いた。そして、所定の条件（表－3参照）で養生を行った後、打設方向を加圧面として透水試験を行った。

表－1 使用材料

材料	種類
セメント	早強ポルトランドセメント
細骨材	茨城県産陸砂
粗骨材	茨城県産碎石
混和剤	ポリカルボン産系減水剤

表－2 配合

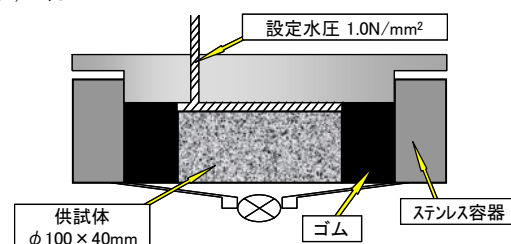
W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)			
		W	C	S	G
31.9	41	134	420	771	1122

表－3 実験条件

要因	水準		
	1	2	3
温度($^\circ\text{C}$)	20	45	70
湿度(%RH)	35	65	95
乾燥日数(日)	3	7	14

表－4 割付け表

No.	温度($^\circ\text{C}$)	湿度(%RH)	乾燥日数(日)
1	20	35	3
2	20	65	7
3	20	95	14
4	45	35	7
5	45	65	14
6	45	95	3
7	70	35	14
8	70	65	3
9	70	95	7



図－1 透水試験機の概略図

キーワード 水密性、養生、乾燥、温度、湿度

連絡先 〒252-1121 神奈川県綾瀬市小園720 石川島建材工業(株) TEL 0467-77-8554 FAX 0467-77-4314

3. 実験結果と考察

各々の条件で養生を行った後の透水試験結果を表－5に示す。試験結果の変動係数は、6%～34%であったが、過去の文献等の試験結果を見ても、この変動係数は試験の性能上、充分起こりうる変動の範囲にあると思われる。コンクリートの水密性に及ぼす乾燥の影響について、材齢 28 日まで標準水中養生を行った供試体を用いて透水試験を行った結果、乾燥時の温度、湿度および乾燥日数の影響に関して以下の知見を得た。

3.1 温度の影響

拡散係数に及ぼす乾燥温度の影響を図－2に示す。20℃と比較して45℃で約5倍、70℃では約20倍の拡散係数を呈した。乾燥が激しいほどコンクリート中の水分の消失や乾燥ひび割れが著しくなるため、コンクリートの水密性は、乾燥温度が高くなるに従い劣る傾向にあった。

3.2 湿度の影響

拡散係数に及ぼす湿度の影響を図－3に示す。湿度が低くなるほど水密性は低下する傾向にあり、温度の場合と同様、十分水和が進行したコンクリートでも乾燥の影響は大きい結果となった。このことは、乾燥によりセメント粒子周囲にくもの巢上に存在するゲルが破壊され、水が通りやすくなると説明されている³⁾ことから明らかである。細孔量と相対湿度の関係について、雰囲気相対湿度が80%を下回る場合に、コンクリートの水密性を低下させると考えられる細孔径37nm以上の細孔量が高くなることが報告されているが²⁾、今回のケースでは相対湿度65%以上では、水密性の著しい低下は見られなかった。

3.3 日数の影響

拡散係数に及ぼす乾燥日数の影響を図－4に示す。乾燥日数が長くなるに従い、水密性は劣る結果となった。初期養生を十分行った場合でも、その後の乾燥時間が長くなるほど水密性は低下することが確認された。

4. まとめ

今回の実験から以下の知見を得た。

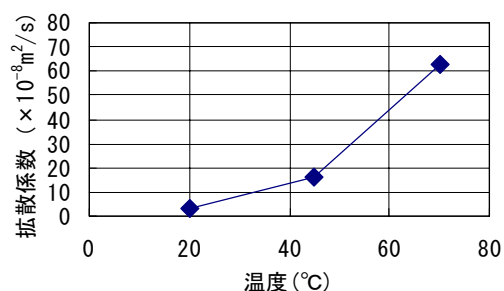
- 1) 硬化後の温度、湿度、ならびに乾燥時間の違いに水密性は大きく影響を受けた。
- 2) 乾燥温度が高いほど、湿度が低いほど、かつ乾燥日数が長いほど拡散係数は大きくなる傾向にあり、水密性は劣る結果となった。

参考文献

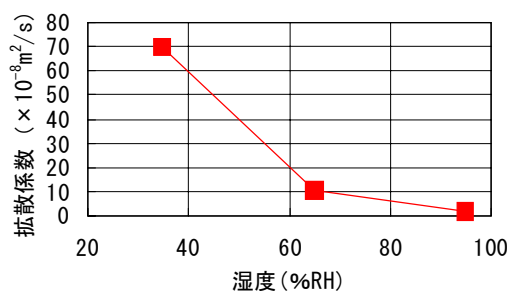
- 1) コンクリートの水密性の研究，土木学会論文集，第77号，1961.11
- 2) Influence of Curing at Different Relative Humidities upon Compound Reactions and Porosity in Portland Cement Paste, Materials and Structures, Vol. 21, No. 123, pp. 192～197, May 1988
- 3) コンクリートの水密性とコンクリート構造物の水密性設計，技報堂出版

表－5 透水試験結果

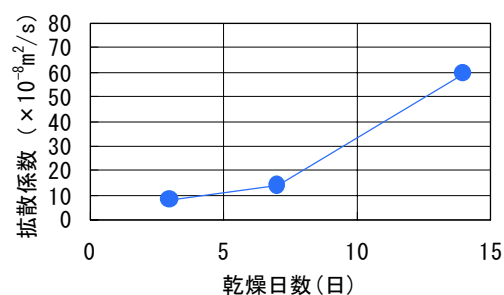
No.	温度 (°C)	湿度 (%RH)	乾燥日数 (日)	拡散係数 ($\times 10^{-8} \text{m}^2/\text{s}$)	変動 係数
1	20	35	3	5.1	11%
2	20	65	7	4.7	19%
3	20	95	14	1.7	17%
4	45	35	7	18.2	11%
5	45	65	14	8.7	6%
6	45	95	3	4.0	32%
7	70	35	14	83.9	32%
8	70	65	3	14.9	34%
9	70	95	7	1.8	30%



図－2 拡散係数に及ぼす温度の影響



図－3 拡散係数に及ぼす湿度の影響



図－4 拡散係数に及ぼす養生日数の影響