

V-83

マトリックポテンシャルに及ぼす温度および含水率の影響に関する一考察

鉄建建設技術研究所 正会員 柳 博文
 福井大学工学部 正会員 福原輝幸
 鉄建建設技術研究所 正会員 松岡 茂

1. はじめに

コンクリート構造物の多くは、日・年周期的な温度変化や雨水の影響を受けており、こうした外的環境条件に対応してコンクリート中の熱・水分移動が生じる。一般的にコンクリート中の水分移動は、不飽和状態で起こりやすいので、水分移動量を規定するマトリックポテンシャルの熱・水分依存性を明らかにすることは工学的に重要である。そこで、前回の等温吸湿実験をうけて、乾燥過程における含水率とマトリックポテンシャルの関係を求めるための等温乾燥実験と、温度をパラメータにした吸湿実験を行った。

本研究は、この二つの実験から得られた知見を紹介する。

2. 実験方法および実験装置

表-1 コンクリート配合表

W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位体積重量(kg/m ³)			
			W	C	S	G
30	45	4.5±1	165	550	728	901
50	45	4.5±1	165	330	811	1003
70	45	4.5±1	165	236	845	1047

(1) 等温乾燥実験

本実験では、飽和供試体の乾燥過程で得られる目標体積含水率 θ に対して、供試体内の相対湿度 RH(%)および温度 T(°C)を測定する。

コンクリート配合(表-1)、実験方法、養生方法は、前回筆者らが行った実験¹⁾と同様である。実験は、T=25°Cの恒温恒湿室で供試体が熱・水分的に平衡状態になるまで行われる。

(2) 等温吸湿実験

本実験も、前回筆者らが行った実験とほぼ同じ要領で行う。気乾状態の供試体の湿潤過程より目標体積含水率 2, 4, 6, 8, 10%の供試体を作成する。今回は、気温 10°C、25°Cおよび 50°Cの環境の下で、供試体内の RH および T を測定する。

3. 毛管水頭の算定

毛管水頭を直接測定することはできないので、ここでは相対湿度(RH)と温度(T)の測定値からケルビンの関係を用いて、 θ と ψ の関係が決定される。ケルビンの関係より、マトリックポテンシャル水頭 ψ と RH の関係は、式(1)のように求まる¹⁾。

$$\psi = R_v T \ln(RH/100) / g \quad (1)$$

ここで、 R_v ：水蒸気のガス定数、T：温度(K)、g：重力加速度、 ψ ：圧力水頭(<0)である。

4. 実験結果と考察

供試体が熱・水分的に平衡状態になった時点での RH と T が、以下に示すデータとして使用される。

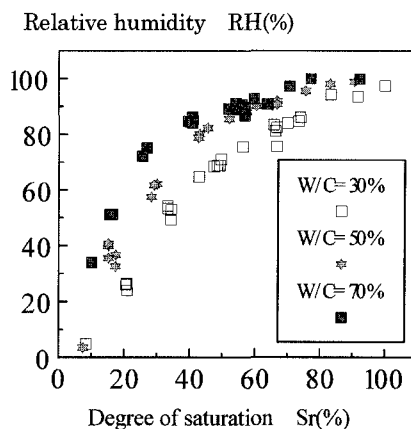
(1) 等温乾燥実験

図-1に水セメント比 W/C の違いにおける飽和度(S_r)と相対湿度(RH)の関係を示す。RH は W/C に関係なく、 S_r の増加と共に上に凸のような分布形状で増大する。 S_r の増大に伴う RH の増加率は、 $S_r \leq 30\%$ の乾燥状態で特に大きく、それ以後は緩やかな増加傾向にある。本実験結果によると、 S_r が小さくなるにつれて、同じ S_r でも W/C が大きいほど RH は大きくなる傾向が明確となる。RH

キーワード：毛管水頭、毛管浸透、飽和度、水セメント比、温度、

〒286-0825 成田市新泉 9-1 TEL: 0476-36-2355 FAX: 0476-36-2380

〒910-0017 福井市文京 3-9-1 TEL: 0776-23-0500 FAX: 0776-27-8746

図-1 RH と S_r の関係

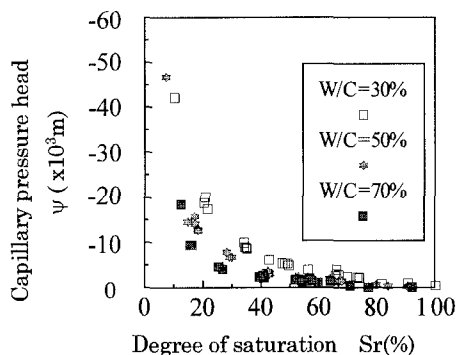


図-2 乾燥過程における水分保水曲線

=100%に達する S_r の値 S_{rs} は $W/C=30\%$ で $S_{rs} \approx 100\%$ 、 $W/C=50\%$ で $S_{rs} \approx 95\%$ 、 $W/C=70\%$ で $S_{rs} \approx 80\%$ であり、 W/C が大きいほど S_{rs} は小さくなる。

図-2は、式(1)によって計算された毛管水頭 (ψ) と飽和度 (S_r) の関係 (水分保水曲線) である。まず、毛管水頭の絶対値 $|\psi|$ と S_r の関係を観ると、 W/C に関係なく気乾状態から $S_{rs} \approx 20\%$ までの間で、 $|\psi|$ は S_r の増加に伴って急激に減少する。特に、この傾向は W/C が小さいほど明瞭となる。その後、 S_r の増大に伴う $|\psi|$ の減少は鈍化する。当然ながら、同じ S_r でも W/C が小さい程 $|\psi|$ は大きい。

図-3に、 $W/C=50\%$ の場合の乾燥過程と吸水過程の保水曲線の比較を示す。 $S_r \geq 30\%$ に関して、 ψ と S_r の関係は乾燥過程、吸水過程で差はないようであるが、 $S_r \leq 30\%$ になると乾燥過程の $|\psi|$ は、吸水過程の $|\psi|$ よりも大きくなる傾向にあり、ヒステリシスが存在すると思われる。

(2) 等温吸湿実験

図-4に温度 (T) の違いによる飽和度 (S_r) と毛管水頭 (ψ) の関係を示す。 S_r の小さな範囲においては、同じ S_r に対して T が大きいほど $|\psi|$ は大きくなりやすい。

図-5は S_r をパラメータとしたときの T と ψ の関係であるが、分布は S_r に関係なく直線的であることから、表-2にそれを直線回帰 ($\psi = a \cdot T + b$) としたときの係数を示す。 T の違いによる ψ の変化量は、 S_r が小さいほど大きい ($|a|$ は大きい) ことが判る。例えば、 $S_r=14\%$ 付近では $T=10^\circ\text{C}$ と 50°C の ψ の差は $9.8 \times 10^3 \text{ m}$ 、 $S_r=65\%$ 付近でも $1.4 \times 10^3 \text{ m}$ となっており、コンクリートのマトリックポテンシャルへ及ぼす温度 T の影響は大きいと思われる。

5. おわりに

今回の実験では、温度をパラメータにした実験データが乏しくまだ完全ではなく、途中経過として報告した。今後データを蓄積して、コンクリート中の熱・水分移動に関するシミュレーションのためのデータにする予定である。

【参考文献】

- 1) 柳ら：等温吸湿実験によるコンクリートの保水性に関する基礎的研究、第52回年次学術講演概要集、V-122、1997.5。

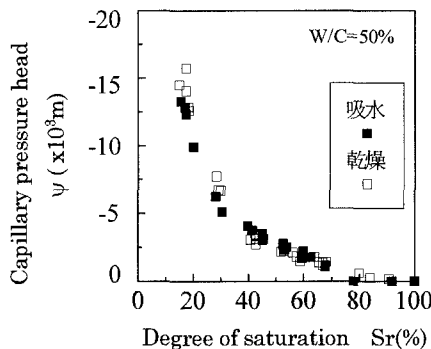


図-3 乾燥、吸水過程の保水曲線の比較

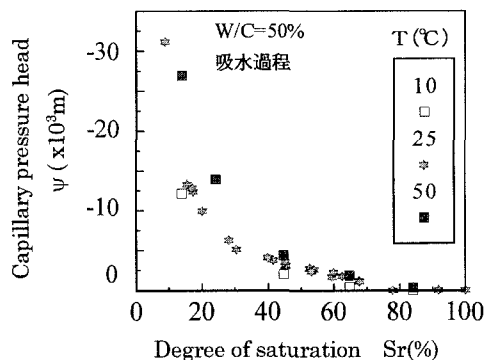


図-4 温度の違いによる保水曲線

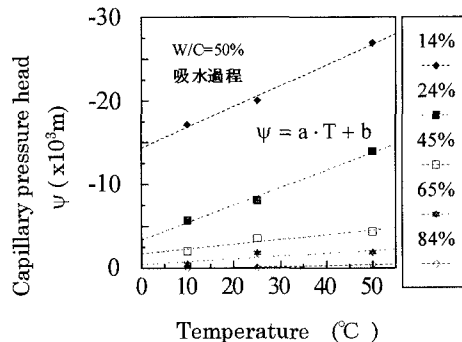


図-5 T と ψ の関係

表-2 T と ψ の関係を規定する係数 a および b

S_r	14%	24%	45%	65%	84%
a	-248	-203	-56	-33	-10
b	-14336	-3332	-1704	-441	-161