

コンクリート表面からの水分蒸発に関する研究

岐阜大学工学部土木工学科
岐阜大学工学部土木工学科
岐阜大学大学院工学研究科 学生会員
岐阜大学工学部土木工学科 正会員

○堀部 謙
伊藤佑樹
竈橋 忍
森本博昭

1. はじめに

コンクリートに生じる乾燥収縮はひび割れの原因となったり、あるいは先に生じた温度ひび割れの挙動に大きく影響するなどコンクリート構造物の耐久性及び機能性を検討する上で重要な位置を占める。乾燥収縮応力・ひび割れ幅解析を行うためには、まず初めに、コンクリート中の水分の移動を明らかにする必要がある。コンクリート中の水分移動は、湿気移動解析により推定することが可能である。解析では、透湿率、湿気容量などの湿気流れ特性の他に、境界面における蒸発率を適切に設定する必要がある。しかし、蒸発率についての実験データはほとんど見当たらないのが現状である。そこで本研究では、コンクリート表面における蒸発率を得るために、小型供試体を用いた水分移動実験を行った。

2. 蒸発率の測定方法

湿気移動解析において、コンクリート表面（蒸発面）では次式の境界条件式を用いることができる。

$$-\lambda_p \frac{dP}{dn} = \alpha(P - P_C)f_\omega \tag{1}$$

上式左辺はコンクリートからの水分蒸発量を表すから、適当な供試体の乾燥に伴う単位時間Δ*t* 当りの重量減（水分蒸発量）Δ*Q* を測定すれば、蒸発率αは次式により算出することができる。

$$\Delta Q(t) = \int_{t_1}^{t_2} S\alpha(P - P_0)dt \tag{2}$$

ここで、λ_{*p*}:湿気容量(g / m³mmHg),
α:蒸発率(g / m²hmmHg),
P:供試体表面の蒸気圧(mmHg),
t:時間(h),
*P*₀:周囲の蒸気圧(mmHg),
*f*_ω:空気流動に関する係数,
Q(*t*):水分蒸発量(g),
S:供試体表面の面積(m²) である。

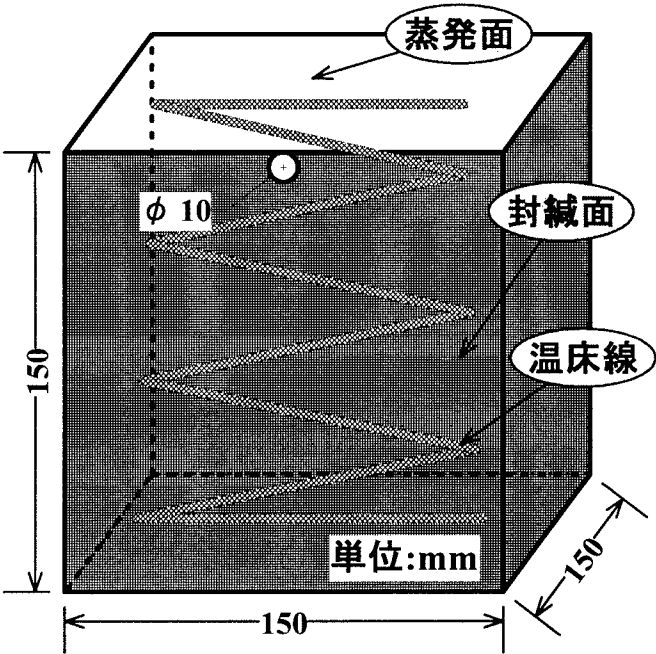


図-1 蒸発量供試体

3. 水分移動実験

3. 1 実験概要

蒸発率αを同定するために小型供試体を用いた水分移動実験を行った。図1に示すように、150×150×150mmの小型角柱供試体側面の上面近傍に小孔を設けた。供試体の上面のみを蒸発面とし、側面及び底面はシール（封緘処理）を施した。供

表-1 示方配合

W/C	スランプ (cm)	空気量 Air(%)	単位量(kg/m ³)					
			水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤 ボソリス No.70	高性能 AE減水剤 レオパルト SP8S-3X
			W	C	s	G		
30	18	3.8	132	440	840	1060	—	22.0
65	8	4.5	189	292	770	976	0.73	—

試体は材齢1日で脱型し、封緘処理した後、乾燥開始材齢まで湿布養生及び封緘養生を行った。乾燥開始後の小孔中の温度・相対湿度を小型電気湿度計（S社、SK-80P4型）で測定し、水分蒸発量を秤にて測定した。供試体は、乾燥中の温度を20℃（一定）に保つものと、20℃から50℃まで1℃/hrで上昇させ50℃に達した後は温度を50℃（一定）に保つものの2種類を作製した。供試体の温度コントロールは、図1に示すように、コンクリート中に埋設した温床線で行った。環境条件は温度を20℃として、相対湿度を80%から30%の間を変動させた。コンクリートの配合を表1に示す。

3. 2 実験結果

図2～3に、W/C=65%の2種類（供試体温度20℃及び50℃）の供試体についての蒸発量（供試体重量減）と、表面近傍の相対湿度の経時変化を示す。図2～3から、高温供試体における蒸発量と相対湿度は、20℃の供試体に比べて著しく大きくなることがわかる。これは、供試体中の蒸気圧が高温となることより増大し、水分移動（乾燥）が促進されるためであると考えられる。図4～5に、図2～3の実測値に式(2)を適用することにより算出した、供試体表面からの蒸発率算定値を示す。図4から高温供試体における蒸発率は、表面と外気との蒸気圧差 $[P-P_0]$ (mmHg)にかかわらず0.1～0.4 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$)の範囲内にある。配合(W/C=30%とW/C=65%)の影響は認められない。図3から、20℃供試体における蒸発率も高温供試体とほぼ同様の0.1～0.4 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$)の範囲内にある。以上の結果から、コンクリート表面からの蒸発率は配合及び蒸気圧差にかかわらず0.1～0.4 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$)の範囲にあると考えてよい。

4. まとめ

コンクリート表面からの蒸発率は、配合及び蒸気圧差にかかわらず0.1～0.4 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$)の範囲内にあり、実用的には0.3 $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$ 前後の値を用いればよいことが明らかになった。蒸発率は周囲の風速の影響を大きく受けることが考えられるので、これについての検討は今後の課題としたい。

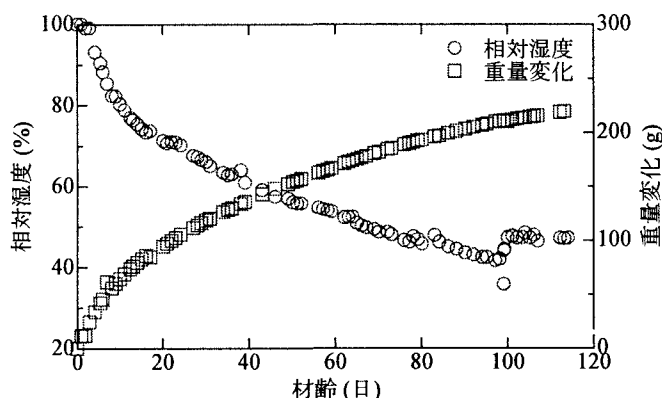


図-2 相対湿度変化と重量変化 (65%, 50℃)

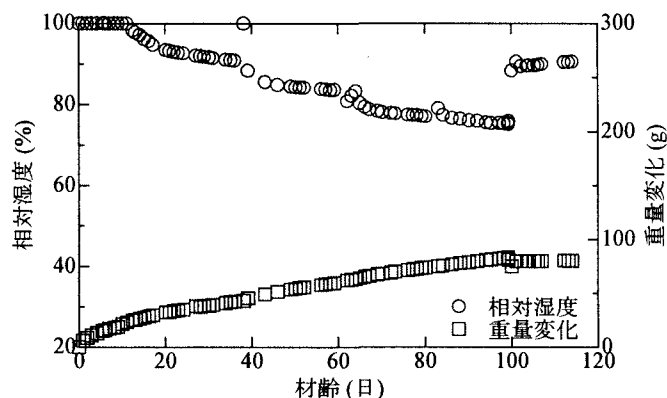


図-3 相対湿度変化と重量変化 (65%, 20℃)

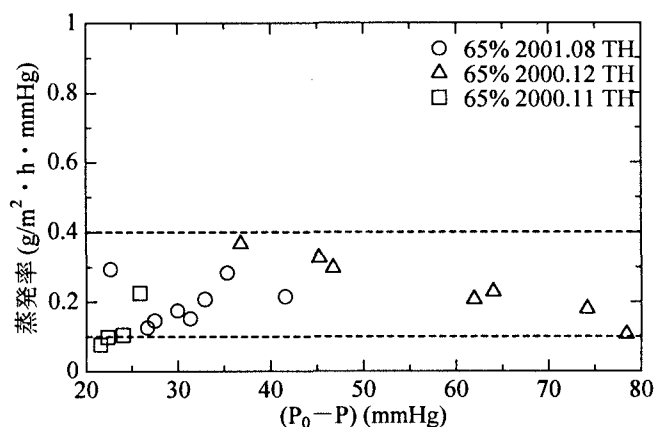


図-4 蒸発率算定値 (50℃)

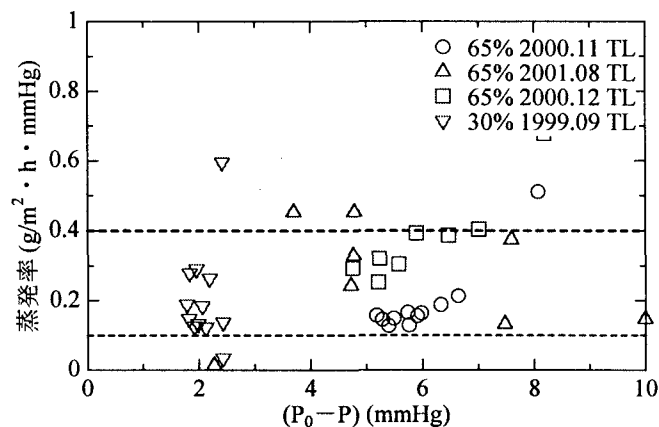


図-5 蒸発率算定値 (20℃)