

風の影響を考慮したコンクリート表面からの水分蒸発に関する研究

岐阜大学大学院工学研究科 学生会員 ○堀部 謙
岐阜大学工学部土木工学科 森川友博
岐阜大学大学院工学研究科 伊藤佑樹
岐阜大学工学部土木工学科 正会員 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主要原因となるので、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、湿気移動実験により湿気移動に関する物性値である蒸発率について蒸発面上の風速ならびに境界面と周囲との蒸気圧差の影響を実験的に検討した。

2. 蒸発率の算定法
湿気移動解析において、コンクリート蒸発面における境界条件式として次式を用いることができる。

$$-\lambda_p \frac{dP}{dn} = \alpha (P - P_o) \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、 α : 蒸発率 (g/m²・h・mmHg)、 P : 供試体表面の蒸気圧 (mmHg)、 P_o : 周囲の蒸気圧 (mmHg)、である。

上式 (1) 左辺はコンクリートからの水分蒸発量を表すので、適当な供試体の乾燥に伴う単位時間 Δt 当りの重量減 (水分蒸発量) ΔQ 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。

$$\Delta Q(t) = \int_0^t S \alpha (P - P_o) dt \quad \cdots \cdots (2)$$

ここで、 $Q(t)$: 水分蒸発量 (g)、 t : 時間 (h)
 S : 湿流が通過する面積 (m²) である。

3. 水分移動実験
3. 1 実験概要

蒸発率を測定するために 150×150×150mm の小型角柱供試体を用いた湿気移動実験を行った。供試体には上面から上面近傍、30 mm、および 50 mmの位置に小孔 (φ 10mm) を設けた。

(図 1) 供試体の上面のみを蒸発面とし、側面および底面は封緘処理を施した。供試体は材齢 2 日で脱型し、封緘処理した後、2 日湿布養生 (封緘養生) を行った。材齢 4 日で乾燥を開始し、小孔中の温度と相対湿度を小型電気湿度計で、蒸発量を秤にて測定した。実験の供試体は、20℃及び 50℃の供試体各 2 体ずつ計 4 体とし、うち 20℃及び 50℃の供試体 1 体ずつに風洞実験装置 (図 2) を用いて風の影響 (約風速 2m/s) を与えた。供試体の温度コントロールは、コンクリート中に埋設した温床線より行った。環境条件は、温度 20℃の一定

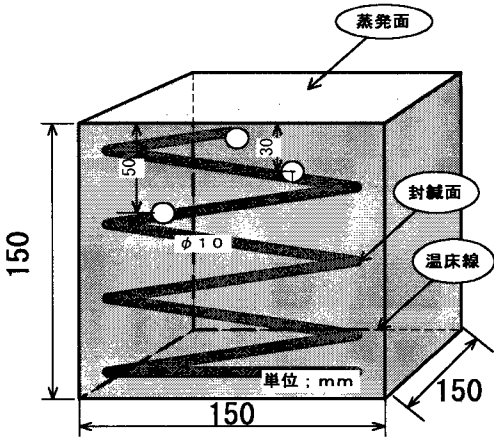


図-1 小型角柱供試体

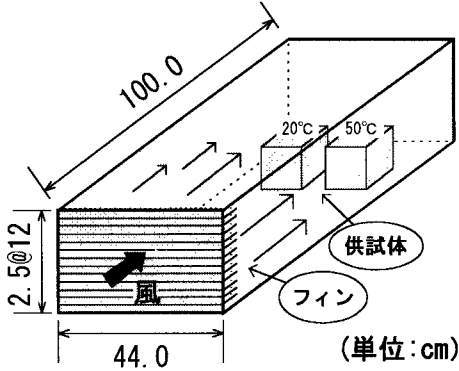


図-2 風洞実験装置

表-1 示方配合

W/C (%)	スランブ (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 ポゾ リスNo.70
			W	C	S	G	
W/C=57	8.0	3.5	169.98	298	780	1034	2.98

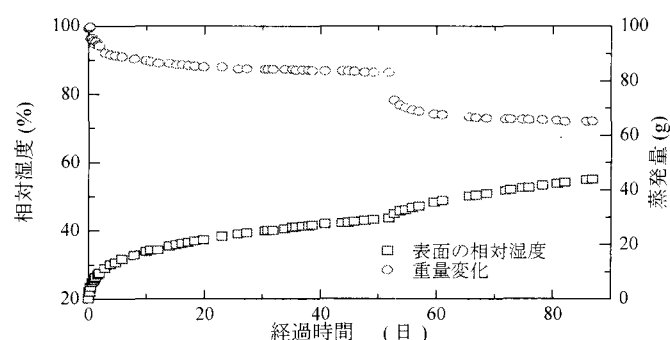
とし、相対湿度は80～30%の間を変動させた。コンクリートの配合を表1に示す。

3. 2 実験結果

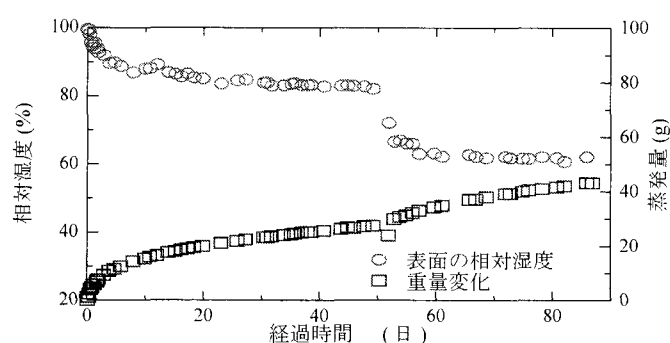
図3～4に、供試体温度20℃の2種類（風なし及び風あり）の供試体についての蒸発量（供試体重量減）と、表面近傍の相対湿度の経時変化を示す。図3～4から、20℃の供試体における重量減と相対湿度の低下は、風を受けることにより大きくなることがわかる。これは、風の影響により供試体の蒸発面の蒸発率が増大したため水分蒸発が促進されるためであると考えられる。図5～6に、供試体温度50℃の2種類（風なし及び風あり）の供試体についての蒸発量（供試体重量減）と、表面近傍の相対湿度の経時変化を示す。供試体温度50℃の場合も風の影響により重量減と相対湿度の低下は、大きくなると考えられる。50℃の供試体は20℃の供試体に比べ風の影響による重量減が大きくあらわれた。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7、8に、式(2)から算出した、供試体表面からの蒸発率算定値を示す。図7から蒸発率は、表面と外気との蒸気圧差 $[P-P_0]$ (mmHg) が2 (mmHg) 以下の場合を除けば0.2～0.5 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$) の範囲内にある。図8から、風の影響で蒸発率は0.3～0.6 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$) と若干大きくなる。

4. まとめ

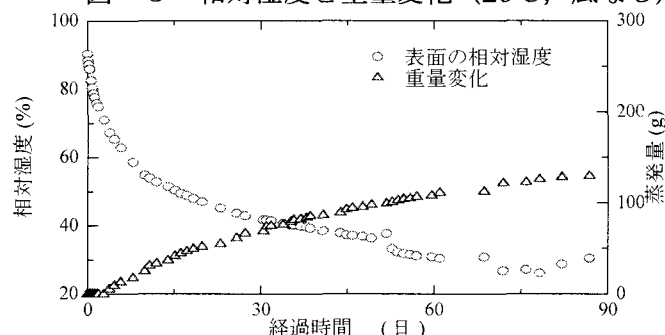
蒸発率は、表面と外気との蒸気圧差が2 (mmHg) 以下の場合を除けば0.2～0.5 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$) の範囲内にある。また風の影響で蒸発率は0.3～0.6 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$) と若干大きくなる。蒸発率は、風の影響によりやや増加する傾向が認められた。今回の実験では約風速2(m/s)でおこなったので、蒸発率への影響が低かったと考えられる。



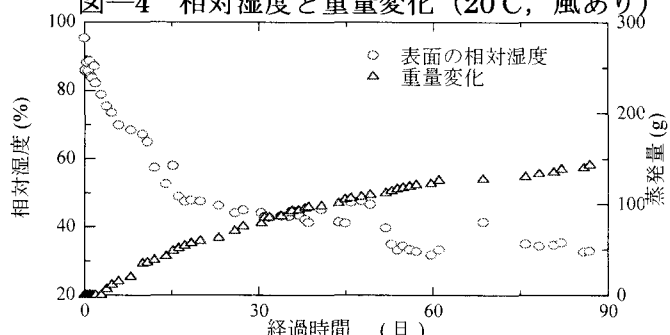
図—3 相対湿度と重量変化 (20℃, 風なし)



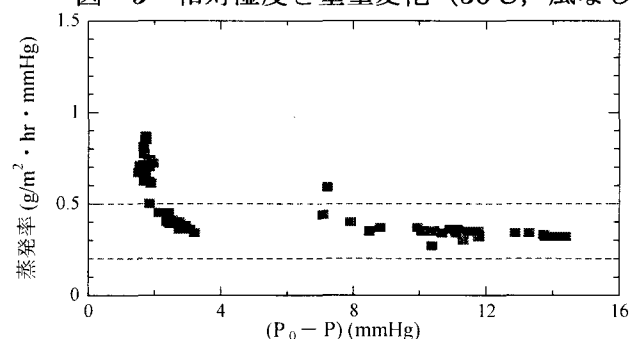
図—4 相対湿度と重量変化 (20℃, 風あり)



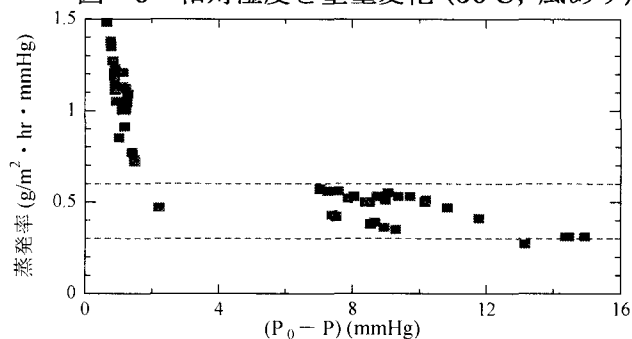
図—5 相対湿度と重量変化 (50℃, 風なし)



図—6 相対湿度と重量変化 (50℃, 風あり)



図—7 蒸発率 (W/C=57%, 風なし)



図—8 蒸発率 (W/C=57%, 風あり)