

種々の乾湿条件下におけるモルタル中での水分移動

岩手大学 学生員 ○ 小西 俊之
 岩手大学 学生員 佐藤 嘉一郎
 岩手大学 正 員 藤原 忠司

1. まえがき

本研究では、種々の乾湿条件下におけるモルタル内部での含水率分布を求め、水分の移動過程を明らかにしようとしている。さらに、拡散方程式を用いて内部の含水率分布を算出し、実測値との比較によって、水分移動の一般化についての若干の検討を行なっている。

2. 実験概要

表-1に、本実験で設定した乾湿の条件を示す。この条件が、供試体にとっての境界条件となる。モルタル供試体は、 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ の角柱であり、 $4 \times 4\text{cm}$ の面からのみ、乾燥・吸湿（吸水）を許した。含水率分布の測定は、表面から順次薄片に割裂する方法⁽¹⁾に従った。セメントには早強セメント、細骨材には川砂を使用し、水セメント比を53%、細骨材容積率を53%とした。

表-1 供試体の乾湿条件

供試体	条 件	湿 度	温 度
A	乾 燥	60%	20℃
B	"	0%	"
C	恒 乾 燥	-	50℃
D	吸 湿	100%	20℃
E	吸水 吸湿	60%	"

3. 実験結果および考察

図-1および図-2は、雰囲気相対湿度をそれぞれ60%および0%としたときの飽和状態からの乾燥過程を含水率分布で表わしたものである。乾燥の進行にともない、乾燥面近傍における曲線の勾配が大きく、とくに相対湿度0%の条件下でその傾向が著しい。乾燥速度に、雰囲気相対湿度が大きく関わるのは明らかである。

温度50℃、湿度不定の条件下における含水率分布を図-3に示す。乾燥の進行は、温度20℃の条件下にある図-1、2よりもきわめて早く、乾燥は内部にまで速やかに及ぶ。したがって、水分の移動速度は温度に強く依存していると言える。次に、雰囲気相対湿度を100%とした場合の吸湿過程における含水率の分布を図-4に示す。供試体は吸湿開始前に絶乾状態としてある。吸湿は境界面の比較的近い位置にとどまり、内部の方は長時間を経てもほとんど吸湿しない。したがって、この条件下における吸湿の速度は、きわめて緩慢である。

これに対して、絶乾状態の供試体を一面から吸水させ、他の一面を相対湿度60%のもとで吸湿させた場合の含水率分布が図-5であり、吸水面からの湿潤がきわめて速い。これは、内部

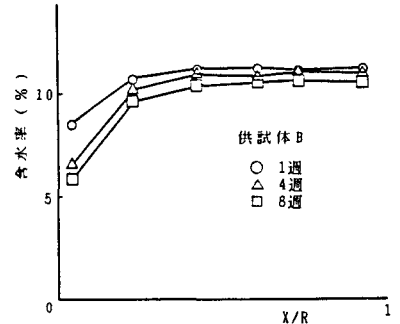


図-1 一面乾燥(R.H.60%)

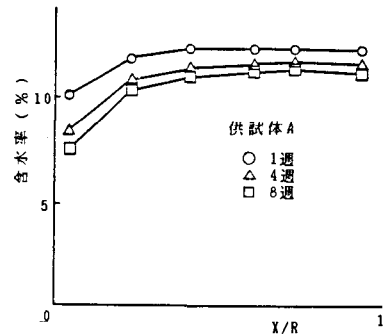


図-2 一面乾燥(R.H.0%)

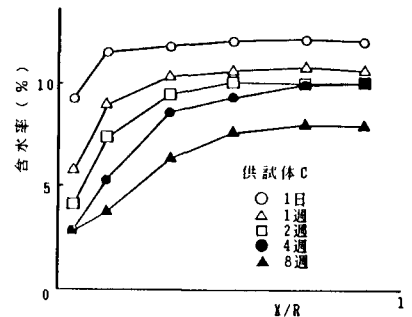


図-3 一面乾燥(50℃)

での水分移動が、液相と気相とで大きく異なるのを端的に示している。

4. 水分移動の一般化に関する検討

Bazant らは、一次元の拡散を相対湿度Hに関して次のように表示した⁽²⁾。式を一般化するため、無次元で表わしている。

$$\frac{\partial H'}{\partial t'} = \frac{\partial}{\partial x'} \left(C' \frac{\partial H'}{\partial x'} \right)$$

$$x' = \frac{x}{R}, \quad t' = t \frac{C_1}{R^2}, \quad H' = \frac{H - H_{en}}{1 - H_{en}}, \quad C' = \frac{C}{C_1}$$

ここで、H:物質内部での相対湿度、 H_{en} :雰囲気気の相対湿度、 x :座標、 t :時間、 C :拡散係数、 C_1 :飽和状態での拡散係数、 R :供試体の全長であり、ダッシュ「'」は無次元化を意味している。

相対湿度を含水量に変換するため、両者の関係を次のように仮定した。乾燥過程については、

$$W = \left(-\frac{H}{100} \right)^{1/3} + \left(1 - \frac{1}{100^{1/3}} \right) H$$

吸湿過程については、

$$W = \left(-\frac{H}{100} \right)^{1/3} - 2 \left(\frac{1-H}{100} \right)^{1/3} + \left(0.9 - \frac{3}{100^{1/3}} \right) H + \frac{2}{100^{1/3}}$$

乾燥過程の計算結果を図-6に示す。これに対応する図-1～3と比較すると、計算値の全体的な傾向は、実測値にほぼ類似していることが認められる。ただし、乾燥面近傍に着目すると、計算値の含水率勾配が相対的にきつい。これは、計算において、表面の含水率が乾燥開始と同時に周囲の湿度に平衡すると仮定した境界条件によると考えられる。実際には、表面の含水量は経時的に平衡値に達すると思われ、計算手法に改良の余地があると判断される。

図-7は、吸湿過程の計算結果を示している。吸湿の初期の含水率分布は図-4に、またそれが進んだときの分布は図-5によく対応しており、本拡散方程式は、吸湿および吸水過程にも適用の可能性があると考えられる。

5. あとがき

本研究の範囲内では、拡散係数や境界条件などの取扱いに曖昧な点があるため、拡散方程式による計算結果を実測値と定量的に比較する段階にまで至っていない。水分移動を一般化するためには、解決すべき点が多く残されているように思われる。

含水率と相対湿度の関係については、東北工業大学の秋田宏先生が導かれた式を借用させて頂きました。本研究は秋田先生および東北大学の尾坂芳夫先生の懇切なる御指導のもとに遂行したものであり、両先生に深甚の謝意を表します。

〈文献〉(1)椎子他：土木学会東北支部技術研究発表会、1987

(2)Bazant, Z.P.: Materials and Structures, V.5, No.25, 1972

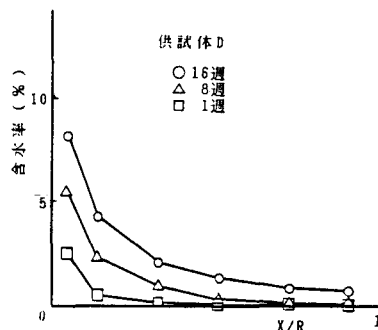


図-4 一面吸湿(R.H.100%)

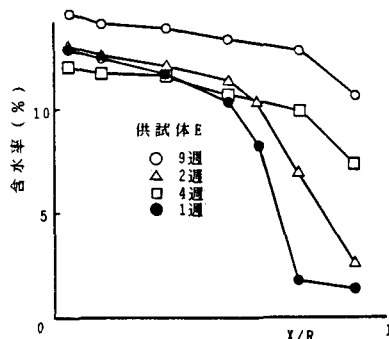


図-5 一面吸水、一面吸湿

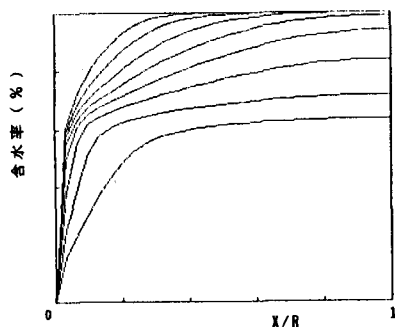


図-6 一面乾燥(計算値)

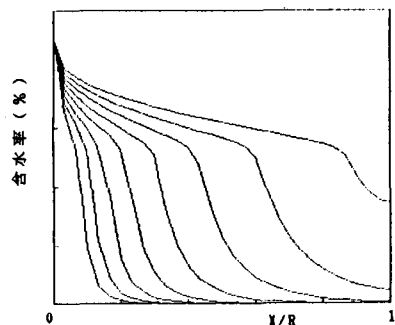


図-7 一面吸湿(計算値)