

セメント硬化体表面からの水分蒸発量について

岐阜大学 正 員 大浜文彦

シ 森本博昭

学生員 〇石橋悦治

1. まえがき

モルタル・コンクリートなどに、しばしば発生する表面的なひびわれの主要原因である収縮応力はモルタル・コンクリートなど、いわゆる、セメント硬化体の収縮挙動と、それに対する、外的あるいは内的な力学的拘束条件により発生するものと考えられる。従って、収縮応力を算定する場合、まず部材内の収縮歪の分布を知る必要がある。この収縮歪の分布を直接に測定することは困難であるから現在では、部材内の湿度分布から歪分布を推定する方法が、一般にとられているようである。セメント硬化体内の湿度分布を知る方法としては、微分方程式による解析的方法、あるいは、微分方程式から導入された相似律による模型実験などが考えられる。本研究は、セメント硬化体からの水分蒸発の状態を記述する合理的な境界条件式について、検討を行なったものである。

2. 境界条件について

表面における湿度勾配が、周囲の湿気密度と、セメント硬化体表面の湿気密度との差に、比例しなから、水分蒸発が進行するものと考え、境界条件として、次式を設定した。

$$\lambda(\partial H/\partial n)_r = h(Q_0 - Q_r)^\alpha F(w)^\beta \quad \text{①}$$

λ ；透湿率， $(\partial H/\partial n)_r$ ；境界における湿度勾配， $Q_0 = (W - W_0)/V$ ；ある湿度における物質表面の湿気密度， W ；物質の重量， W_0 ；湿度0%における物質の重量， V ；物質の体積， Q_r ；周囲の湿度における物質の湿気密度， $F(w)$ ；空気の流動を表わす係数。なお、湿気密度は、湿度に比例しているものと考え、 Q と H との間に線型関係を仮定する。

$$Q = AH \quad \text{②}$$

ただし、式②において、 A は実験より定まる定数で物質固有のものである。

②式を①式へ代入する。

$$\lambda(\partial H/\partial n)_r = hA(H_0 - H_r)^\alpha F(w)^\beta \quad \text{③}$$

なお、ある湿度における湿気密度 Q_0 は、時間により変化するものであるから、 $Q_0(H_0)$ は、時間の関数と考えられる。

①式の係数 h ， α ， β の求め方は次のようである。実験により、重量(W)—時間(t)曲線(図2-1)及び、湿気密度(Q_0)—時間(t)曲線(図2-2)を求め、さらに、こ

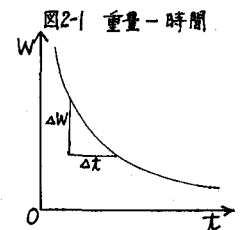


図2-1 重量-時間

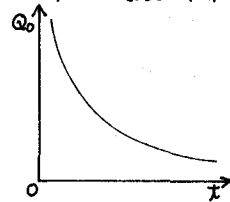


図2-2 湿気密度-時間

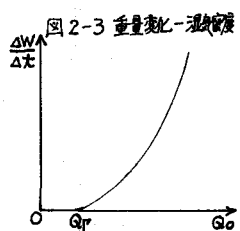


図2-3 重量変化-湿気密度

れらの結果から、図2-3に示すような、重量変化($\Delta W/\Delta t$)—湿気密度(Q_0)を求める。図2-3において Q_0 に対する、 $\Delta W/\Delta t$ を適当間隔を置いて求め、それぞれを、水準値、特性値とする。①式は、乗積模型であるので、両辺の自然対数を取り、線型式を得ることによって、標準線型回帰手続で解析できる。

なお、図2-1～図2-3は、一般的な予想の下に描かれたものである。式中の α 、 β を推定するために、次のような実験を行なった。

3. 実験概要

供試体構成材料は、コンクリート1種及び、エアーモルタル2種とし、配合は表1に示した。水分蒸発による重量測定用供試体と湿気密度測定用供試体の寸法は、それぞれ、図3-1に示した。おのこの構成材料について、重量測定用供試体3体ずつ、湿気密度測定用供試体30体ずつを作製した。実験要因とその水準値は、風速については、0%, 4%, 7%, 供試体周囲の湿度は、70%, 温度を、20°Cとし、実験に際しては、気流の安定のため整流格子を設けた風洞を作り、各供試体と所定の風速の個所に放置し、通時、重量と湿気密度の測定を約2ヶ月間行なった。なお供試体の乾燥面は、上面だけとした。重量測定は、通時、0.05gまで計量できる天秤を使用して、減少量を測定し、また湿気密度についても通時、表面付近から、薄片に切り取り、それについて切り取った直後の重量と、絶乾状態の重量及び、体積を測定することにより求めた。

4. 実験結果と考察

コンクリートについて、各風速ごとに、W- α 図、Q- α 図、 $\frac{\Delta W}{\Delta t}$ -Q図を、それぞれ、図4-1、図4-2、図4-3に示した。図4-1、図4-2は、実験値をプロットしたものであり、図4-3は、これら2つから、時間に対応させて得たグラフである。これらのデータに、前に述べたように、多変量解析手法を適用して、①式の係数 α 、 β を求めることが可能である。また①式を簡便化して、 α 、 β が入らない式についても、解析、検定を行なう予定である。このようにして決定した境界条件式を使用して、湿気拡散現象に関する基礎式を、解析的方法により、解くことを考えている。詳細は、当日、発表する予定である。

表1 コンクリートとエアーモルタルの配合表

コンクリート	最大粒径 (mm)	スランパ (cm)	W/C (%)	S/A (%)	C (kg/m^3)	W (kg/m^3)	S (kg/m^3)	G (kg/m^3)
	10	13.9	5.9	4.6	279	164	837	967
エアーモルタル	空気量 (g)	W/C (%)	S/C (%)	AE/C (%)	C (kg/m^3)	W (kg/m^3)	S (kg/m^3)	AE (kg/m^3)
	10	5.5	0.5	0.3	837	460	430	2.8
	30	5.5	0.5	0.9	837	460	430	2.4

(AE剤としてビソールを用いた)

図3-1 (単位: mm)

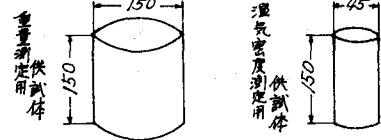


図4-1 重量-時間

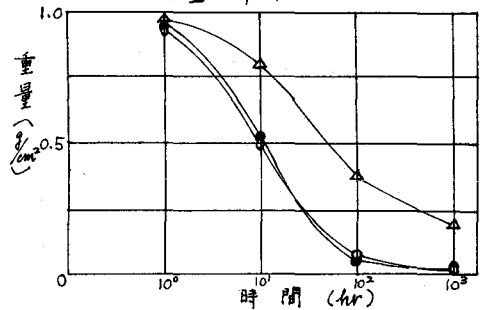


図4-2 湿気密度-時間

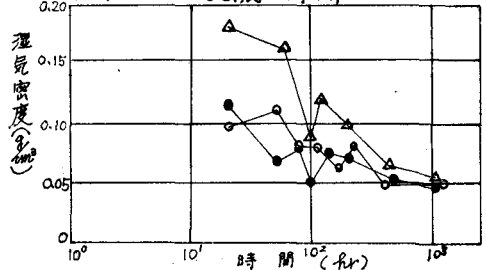
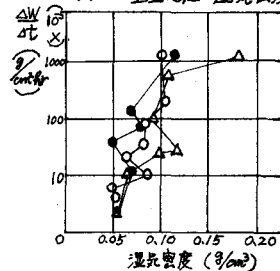


図4-3 重量変化-湿気密度



参考文献

1. 松本嘉司著; 土木解析法1 技報堂
2. N.R. ドレーバ, H. スミス著, 中村慶一訳
応用回帰分析 森北出版