

岡山大学 正員 ○阪田 憲次
岡山大学 学生員 蔵本 修
岡山市 正員 市川 浩

1. まえがき

コンクリートの乾燥収縮の生成機構を考える場合、乾燥に伴うコンクリート中の水分の挙動に着目すべきことは、すでに指摘されていることである。一般には、コンクリート中の水分の挙動が拡散方程式に従うものと仮定して解析する方法がとられている。筆者は、図-1に示すような、3次元モデルに対し、式(1)で示す線形の拡散方程式に従うと仮定し、境界値問題として解析し、逸散水量と乾燥収縮ひずみとの関係を求め、乾燥収縮の生成機構について検討した¹⁾。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = K \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right) \quad \text{---- (1)}$$

図-2に、実験値と式(1)で計算した結果と比較した一例を示す。すなわち、Kを一定とするのは妥当ではなく、Cの関数として考えるべきである。

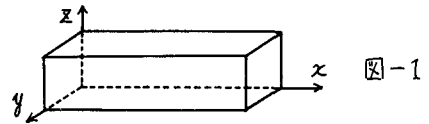


図-1

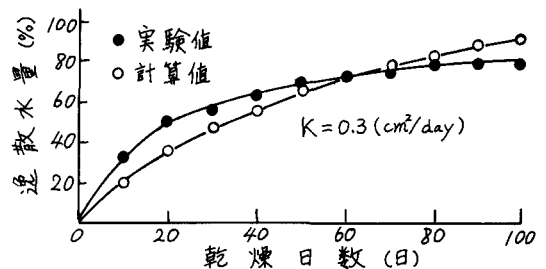


図-2 逸散水量～時間曲線

2. 非線形拡散方程式の拡散係数の決定

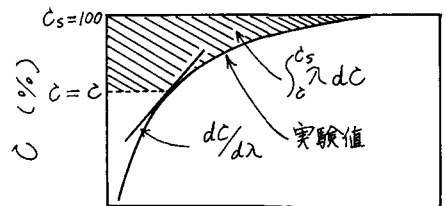
乾燥に伴うコンクリート中の水分の逸散が、非線形の拡散方程式に従うと仮定すると、1次元の場合、次式のように表わされる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K(C) \frac{\partial C}{\partial x} \right) \quad \text{---- (2)}$$

今、 $\lambda = x \cdot t^{-\frac{1}{2}}$ と置き、ある境界条件のもとで、式(2)を変換(Boltzmann変換²⁾)すると、拡散係数K(C)は次式のように表わされる。

$$K(C) = \frac{\int_C^{C_s} \lambda \cdot dC}{2(dC/d\lambda)} \quad \text{---- (3)}$$

図-3に示したような実験曲線が求められれば、式(3)により、K(C)が求められる。



$$\lambda = x \cdot t^{-\frac{1}{2}} \text{ (cm/day}^{\frac{1}{2}}\text{)}$$

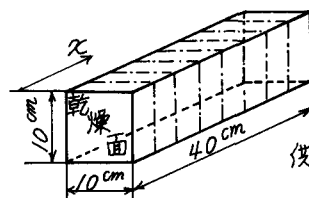
図-3 Cとλとの関係

表-1 コンクリートの配合

配合	σ_{28} (kg/cm ²)	W/C (%)	C (kg/m ³)	W (kg/m ³)	S/a (%)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)
A	338	56	363	203	44	756	983
B	420	48	423	203	42	702	988

3. 拡散係数を決定する実験の概要

表-1に示した配合のコンクリートを用いて、図-4に示した、10×10×40cmの角柱供試体を同時に多数打設する。脱型後は枚令28日目まで標準水中養生を施した。枚令28日目に供試体を水中よりとり出し、図-4に示した、乾燥面を残し、他の5面をすべてパラフィンフィルムで被覆し、

図-4
供試体寸法

水分の逸散が、乾燥面のみより行なわれるように考慮した。その後、供試体をすべて、温度20°C、湿度60% R.H.の恒温、恒湿室に搬入し、乾燥を開始した。

含水率の測定は、乾燥を開始した最初の2週間は1日おきに、2週目から5週目までは1週間おきに、それ以後は2週間おきに、15週目まで行なった。すなわち、測定日に供試体を恒湿室よりとり出し、あらかじめもうけたノッチにより供試体を8個の部分に分割し、各個の重量を上皿直視天秤(秤量: 2kg, 感量: 0.01g)で測定した。

次にその供試体を乾燥炉(80°C)の中で重量が変化しなくなるまで乾燥し、そのときの重量を測定した。以上の測定より、各材令(t)および各英(X)の含水率を求めた。

4. 拡散係数 $K(c)$ と含水率 c の関係

図-5に上述のような方法によって求めた含水率と $\lambda = X \cdot t^{-\frac{1}{2}}$ との関係を示した。図-5によれば、A、Bいずれのコンクリートにおいてもほぼ同様の曲線が表わされる。

図-6は、図-5をもとにして、式(3)を用いて計算した、拡散係数 $K(c)$ と c との関係を示したものである。図より明らかなように、 $K(c)$ と c との関係は、ほぼ双曲線で表わされる。

$$A \text{ 配合: } K(c) = \frac{53.7}{100.4 - c} - 1.75 \quad \text{---- (4)}$$

$$B \text{ 配合: } K(c) = \frac{35.4}{100.3 - c} - 1.38 \quad \text{---- (5)}$$

含水率が高くなるにつれて拡散係数は大きくなり、とくに94%程度以上に入れば急激に大きくなる。また、90%程度以下では、拡散係数の c による相違は小さく、ほぼ一定と考えてもそれほど大差はないと思われる。

5. あとがき

Pikette³⁾は、図-2に示したような現象を説明するため、 K は時間 t の関数であると考えている。そのときには、 K は c の関数ではないので、拡散方程式は線形になるとしている。しかし、本研究によれば、 K は t の関数と考えるよりも、むしろ c の関数と考え、拡散方程式は非線形のものを考えるべきであると考えらる。

< 参 考 文 献 >

- 1) 阪田憲次; 持続および繰返し荷重下におけるコンクリートの塑性挙動に関する基礎的研究, 51年6月
- 2) J. Crank; The Mathematics of diffusion, Oxford at the Clarendon Press, 1955
- 3) G. Pikett; Shrinkage Stress in Concrete, Journal of A.C.I. Vol. 17, No. 3, 1946

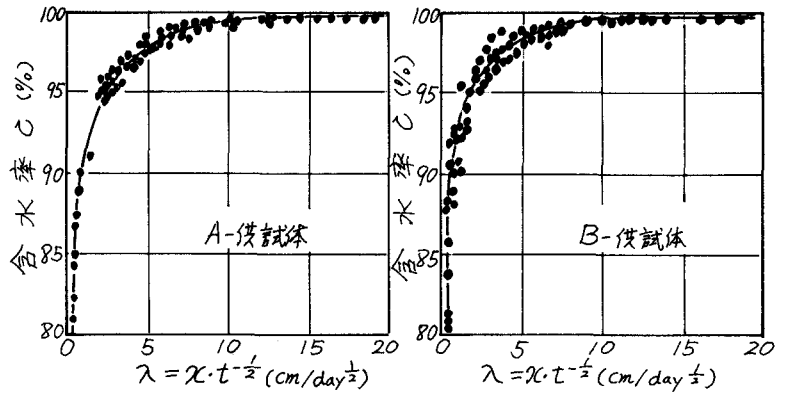


図-5 含水率 c と λ との関係

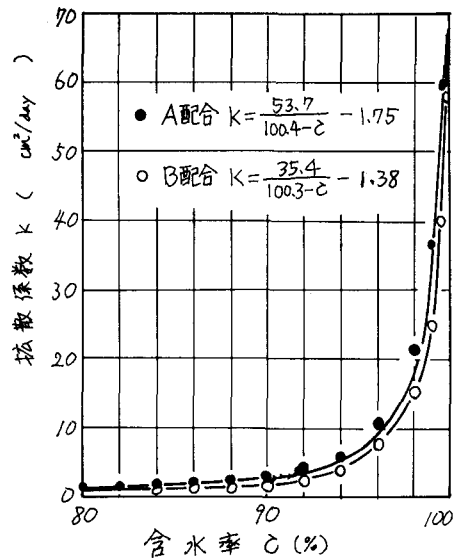


図-6 K と c との関係