

# 含水率に依存するコンクリートの拡散係数の決定

岡山大学 学生員 久住 武司  
岡山大学 正 員 阪田 憲次  
岡山大学 学生員 蔵本 修

## 1. まえがき

コンクリートの乾燥収縮は、コンクリートが有する重要な性質の一つであるにもかかわらず、従来の設計においてはほとんど大まかに問題として取扱われていないようである。レソレ海洋構造物や合成断面を有する構造物の登場に伴い、コンクリートのひびわれ発生の一要因である乾燥収縮に対する十分な検討が必要となつてきている。

従来、コンクリートの乾燥収縮に伴う水分の挙動を明らかにするために拡散方程式が適用されてきた。レソレ二小の研究ではコンクリートの拡散係数を便宜的に定数あるいは時間へ関数として解析されてきたが、実際には拡散係数は含水率の関数として考えらるべきである。

そこで本研究では、コンクリートの乾燥収縮に伴う水分の挙動が拡散方程式に従うものとして解析するためにコンクリートの拡散係数を含水率の関数として表すことを試みた。また、逸散水量と乾燥収縮ひびの関係を求め乾燥収縮の生成機構について検討した。

## 2. 含水率に依存する拡散係数の決定法

拡散係数が含水率に依存する場合の一次元非線形拡散方程式は次式で表わされる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ K(C) \frac{\partial C}{\partial x} \right\} \text{-----}(1)$$

ここに  $C$  はコンクリートの含水率(%),  $K(C)$  は拡散係数 ( $\text{cm}^2/\text{day}$ ) である。

今、 $\lambda = x \cdot t^{-\frac{1}{2}}$  と置き、ある境界条件の下で、式(1)を Boltzmann 変換すると、拡散係数  $K(C)$  は次式のようにならされる。

$$K(C) = \frac{\int_C^\infty \lambda \, dC}{2 \left( \frac{dC}{d\lambda} \right)} \text{-----}(2)$$

ここに  $C_0$  は  $\lambda = \infty$ 、すなわち初期の含水率である。

図-1 に示したような  $\lambda \sim C$  の実験曲線が求まれば、

式(2)により  $K(C)$  が求められる。

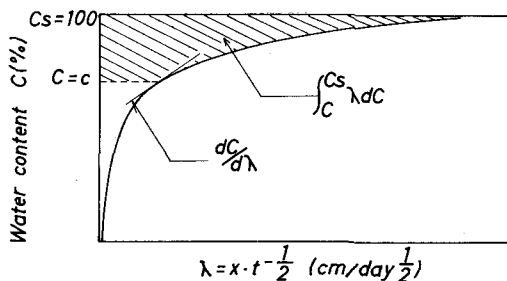


図-1  $\lambda \sim C$  の関係

表-1 骨材の物理特性

| Kind of aggregate | specific gravity | absorption (%) | unit weight ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | F.M. |
|-------------------|------------------|----------------|----------------------------------------|------|
| coarse agg.       | 2.57             | 0.71           | 1520                                   | 7.06 |
| fine agg.         | 2.58             | 1.66           | 1570                                   | 2.17 |

表-2 配合表

| Kind of concrete | W/C (%) | C ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | W ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | S/a (%) | S ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | G ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) |
|------------------|---------|------------------------------|------------------------------|---------|------------------------------|------------------------------|
| A                | 55      | 364                          | 200                          | 46      | 871                          | 1018                         |
| B                | 48      | 417                          | 200                          | 44.5    | 820                          | 1018                         |
| C                | 42      | 478                          | 203                          | 42      | 740                          | 1018                         |

## 3. 実験の概要

本実験に用いたセメントは住友セメント社製普通ポルトランドセメントで比重 3.15 である。また骨材は天然骨材で、その物理特性を表-1 に示す。

表-2 に示した配合のコンクリートを用いて、含水率測定用は  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 、収縮ひび測定用は  $10 \times 40 \times 40 \text{ cm}$  の供試体を打設した。打ち後 28 日目に  $10 \times 10$ 、

および  $10 \times 40$  の相対する2面を残し他の面を全て11 $\mu$ フィルムで被覆し、温度20℃、湿度60%の恒温恒湿室内に放置した。

含水率の測定は測定日に供試体を10個に細分割し、各々の重量( $W_t$ )を測定した後、乾燥炉内(80℃)で絶乾状態にしたの重量( $W_0$ )を測定した。

乾燥収縮ひずみの測定は、ゲージ7 $\mu$ 7 $\mu$ 間をひずみ計を用いて測定した。

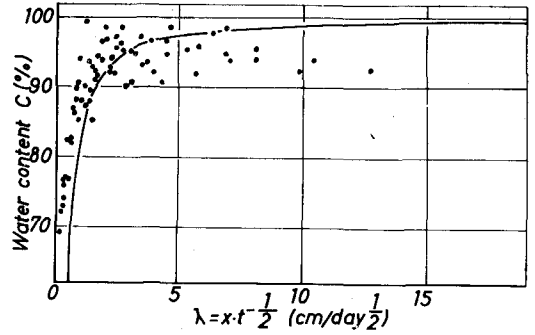


図-2 実験による  $\lambda \sim C$  の関係

#### 4. 実験結果と考察

コンクリートの含水率は次式によって求めた。

$$C = \frac{W_t - W_0}{W_0} \div \frac{W_s - W_0}{W_0} \times 100 (\%) \quad \text{--- (3)}$$

$W_t$ : 乾燥時間  $t=0$  のときの細分割された供試体重量

$W_0$ : 乾燥時間  $t=0$  の供試体の絶乾重量

実験により求めた  $\lambda \sim C$  の関係を図-2に示す。二

の図は配合Bのものであるが、他配合の場合もほぼ同様の結果が得られた。また式(2)より求めた含水率と拡散係数の関係を図-3に示す。また図-3中に示した式は最小二乗法を用いて得られた曲線の近似式である。

図-3より、含水率が高くなるに従い、拡散係数は高い値を示すようになる。特に含水率が95%を越えたとこの傾向は顕著である。また含水率85%以下では拡散係数はほぼ一定であると言える。よって含水率の高いコンクリート内においては拡散係数は含水率の変化によって大きく左右されることになる。

さらに同一の含水率に対する拡散係数の値は、単位セメント量の少ない供試体の方が高い。これは  $S/A$  が高いため供試体内がより多孔質になり、水分の逸散が生じ易い構造になっているものと思われる。

また、配合Bの逸散水量と収縮ひずみの関係を図-4に示す。これによれば乾燥初期においては逸散水量が多い割には収縮ひずみ小さい。これは従来の研究で述べられている水分逸散機構と裏付け合っているものである。また、乾燥表面に近いところと水分逸散率や大きい割には収縮ひずみ小さい。これは、乾燥表面近傍と内部との間には含水率の差があるため、表面近傍の収縮に対して内部が抵抗するものと思われる。

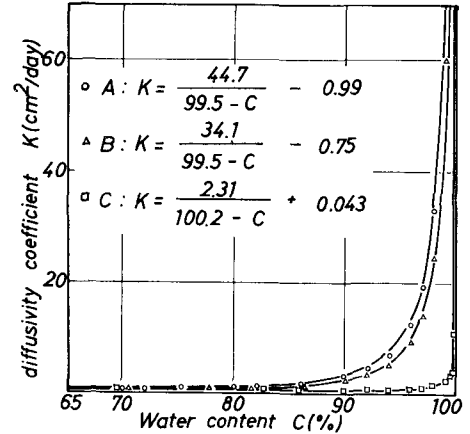


図-3 含水率と拡散係数の関係

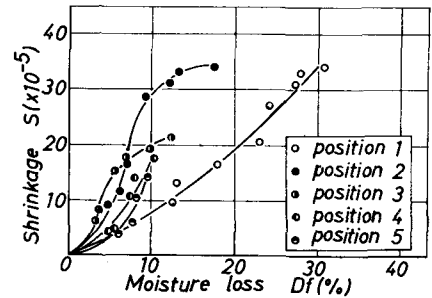


図-4 逸散水量と収縮ひずみの関係

#### 5. おわりに

本研究では、コンクリートの乾燥収縮機構を明らかにするための前段階として、コンクリートの拡散係数を含水率の関数として表すことを試みたが、その結果、両者の関係はほぼ双曲線に近似でき、含水率が95%を越えたとこの拡散係数は急激に増大し、85%以下ではほぼ一定であるという結果を得た。