

V-232 コンクリートの乾燥の数値シミュレーション

横浜国立大学工学部 正会員 椿 龍哉
 横浜国立大学大学院 学生員 下場 和重

1. まえがき

コンクリートの乾燥にともなう収縮は、コンクリート構造物の力学的性能、使用性および耐久性に影響をおよぼす要因の一つであり、その機構を把握することは重要である。本研究では、乾燥収縮の機構を明らかにするために、まず、乾燥にともなうコンクリート内の水分移動を数値シミュレーションにより調べた。

2. コンクリートの水分拡散の解析

コンクリートはモルタルと粗骨材から成る複合材料として考えられ、乾燥による水分移動は複合材料中の拡散現象としてとらえられる。コンクリートをこのように粗骨材のレベルの構造で考え、その種々の特性を数値シミュレーションする場合、コンクリート要素[1]を用いた有限要素解析が有効である。コンクリート要素は複数の要素から構成される複合要素の一種であり、モルタル、粗骨材、およびそれらの界面部分に相当する領域を複数の有限要素で表したものである。ここで使用する、粗骨材の粒径(D)とコンクリート要素の1辺の長さ(L)の比が4種類のコンクリート要素を図-1に示す。これらのコンクリート要素の外部節点は16個、内部節点は77個であり、内部要素28個から構成される。これらを与えられた骨材の粒径分布に応じた個数で組合せ、乱数を用いてランダムな粗骨材分布の数値コンクリート供試体を作成する。多数の数値供試体について、水分拡散の有限要素解析を行ない、その結果を統計解析することにより、乾燥にともなう水分拡散の現象の平均値と変動係数、すなわち統計的性質が得られる。

3. 数値解析例

ここでは、1辺の長さが10cmの正方形のコンクリート平板について、その2次元的な水分の拡散を検討する。数値供試体の要素分割例を図-2に示す。この場合、全要素数は700個、全節点数は2141個である。初期の水分は相対湿度に換算して100%、供試体周囲の相対湿度は70%に保たれると仮定した。モルタル部分の水分の拡散係数は $0.3\text{cm}^2/\text{s}$ とし、拡散係数の非線形性は文献[2]のモデルを用いた。粗骨材は不透水とした。水分の分布の時間変化を図-3に示す。この図は粗骨材のランダムな分布による水分の分布の不均一性を示す。また、図-4には、ランダムな粗骨材分布の数値供試体30体について解析した結果から得られた水分逸散量の平均値と変動係数の時間変化を示す。図-4(a)は水分逸散量の平均値の時間変化が均質材料中の拡散と同様な傾向であることを示している。図-4(b)はコンクリートの粗骨材レベルの内部構造のランダム性が水分逸散量におよぼす影響は、初期に最大になり、乾燥時間が長くなると小さくなる傾向があることを示している。

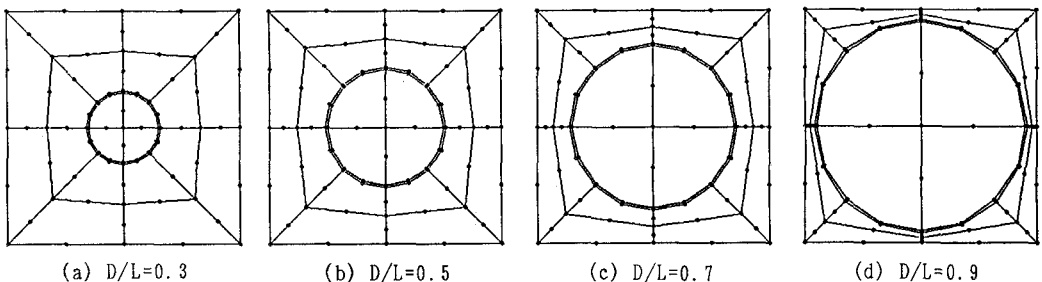


図-1 コンクリート要素

4. あとがき

コンクリート要素を用いた数値シミュレーションで、コンクリートを粗骨材レベルの構造としてとらえた場合の乾燥にともなう水分拡散の特性が把握できた。乾燥収縮に含まれる統計的変動の要因を特定するためにこのような数値シミュレーションが有効であることが確認された。乾燥収縮ひずみについても同様なシミュレーションが可能である。

【参考文献】

- [1] 椿・下場：コンクリートの材料特性の有限要素シミュレーションに関する一考察、構造工学における数値解析法シンポジウム論文集、Vol.14、pp.425-430、1990.7
- [2] Bažant, Z.P. and Najjar, L.J.: Nonlinear Water Diffusion in Nonsaturated Concrete, Materials and Structures, Vol.5, pp.3-20, 1972

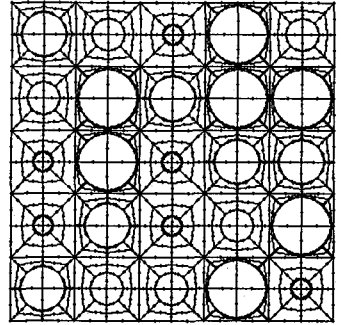
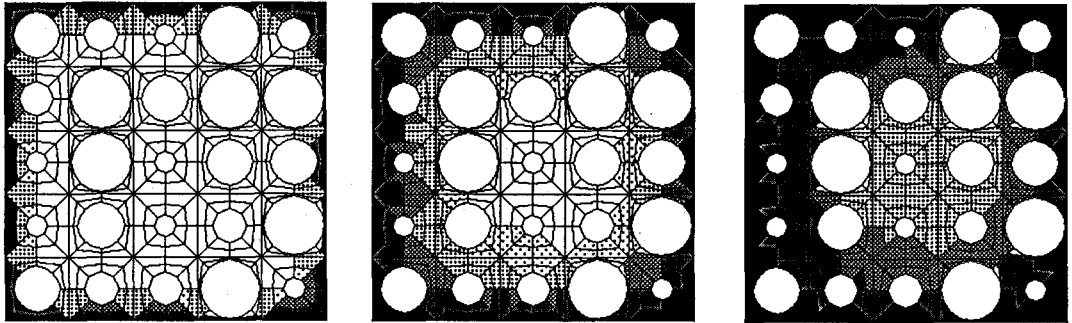


図-2 要素分割図



(a) $t-t_0=1\text{day}$

(b) $t-t_0=10\text{days}$

(c) $t-t_0=30\text{days}$

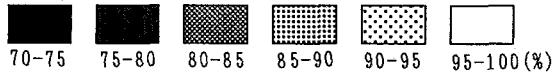
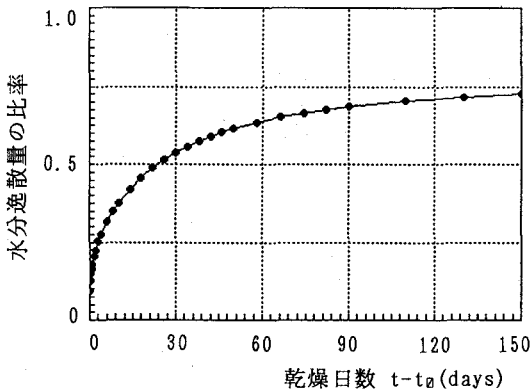
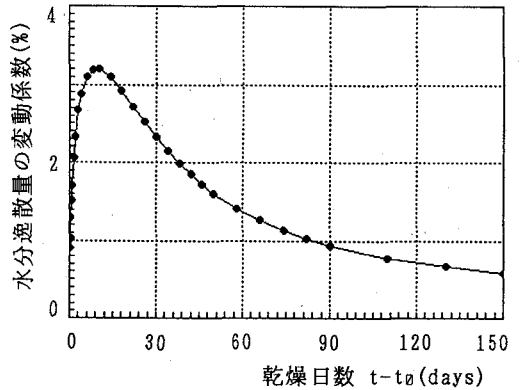


図-3 コンクリート内の水分の分布



(a) 水分逸散量の平均値



(b) 水分逸散量の変動係数

図-4 コンクリート内の水分の逸散