

V-1

コンクリートの不飽和浸透特性 その2

— 毛管浸透試験 —

(株)ホクコン 正員 市村徹也
 福井大学 正員 福原輝幸
 (株)ホクコン 正員 田中 彰

1. はじめに

我が国のように比較的地下水位の高い所では、地下のコンクリート構造物は地下水および地温の影響を受けて結露し易い。この場合、コンクリート母材中の水分移動は高含水域から低含水域に渡る不飽和浸透となる。しかし、コンクリート中の不飽和浸透の挙動についてはなお不明な点が多い。その理由は力学面に比べて透水性の研究は歴史が浅く、基本的な物理量（含水量、毛管力、透水係数）の測定の難しさに起因していると考えられる。その中で、藤原ら¹⁾および秋田ら²⁾による不飽和浸透の研究は興味深く、水分拡散係数が含水率に依存することを指摘している。筆者等もコンクリートの不飽和透水係数を求めるために、先ず浸透過程を精度良く求めるための方法を検討している³⁾。その結果、毛管浸透試験は不飽和浸透特性を知る上で有効な方法であることが確かめられた。

本研究は前報³⁾よりも試験精度を向上させ、毛管浸透試験を引き続いて行い、不飽和透水係数を評価するための基礎データを得たので、ここに報告する。

2. 試験装置および試験方法

割製法では供試体の数が多くなり供試体間の物性がばらつきやすくなること、および割製の際の水分散逸が、含水率分布の経時変化に影響することを懸念して、基本的にはここでも前報³⁾と同様な試験手順に従った。毛管浸透試験は絶乾状態に近い4つの角柱供試体（ $0.1 \times 0.1 \times 0.1 \text{ m}$ ）を用いて、恒温恒湿室（RH=50%:T=25℃）内で行われる。その際、4つの供試体の性質はできるだけ同じである必要があるから、前報³⁾よりも吸水量の経時変化および空隙率が同じになるような供試体を選んでいく。試験装置はFig.-1の通りであり、前報³⁾と同様にアクリル製水槽の中に棚を設け、その上

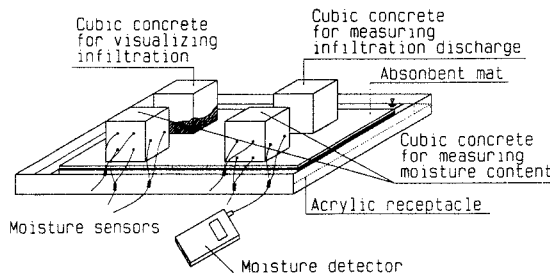


Fig.-1 毛管浸透試験装置

に吸水マットを敷き、供試体を鉛直に立てる。水面は供試体の底面に一致するように調整され、浸透高さ、重量および、体積含水率が所定の時間間隔でそれぞれ測定される。

体積含水率 θ は独自にキャリブレーションを行った電気抵抗式水分計（ケット製、probe $\phi 7 \times 76 \text{ mm}$ ）により測定される。キャリブレーションは各供試体毎に、水分計のカウント値と θ の関係として求められる。 θ の鉛直（ z ）分布 $\theta(z)$ を測定するために2つの供試体が使用される。測定高さは前報³⁾の結果を参考にして、より忠実に $\theta(z)$ を求めるように調整され、1つの供試体に対しては底面から0.5, 2.5, 4.5 cmとし、もう1つの供試体に対しては底面から1.5, 3.5, 5.5 cmとする。上述した各測定は浸透の進行に応じて30分から24時間間隔で実施される。

3. 試験結果とその考察

先ず、毛管浸透の概要を理解して頂くために、毛管浸透過程の状況をPhoto.-1に、目視観察による浸透高さ H （底面から浸透前線までの距離）の経時（ t ）変化をFig.-2にそれぞれ示す。 H は吸水直後急激

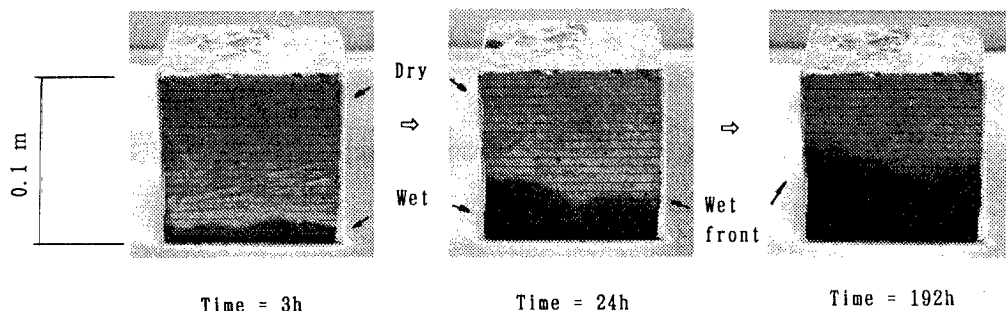


Photo.-1 毛管浸透過程

に増大する。その後、浸透はゆっくりとなり浸透前線は不明瞭になる。

Fig.-3は体積含水率の鉛直分布 $\theta(z)$ の経時変化を表す。初期の水分状態は $\theta=0.014$ であり、前報³⁾よりも $\theta(z)$ は一樣である。24時間以降、底部付近は飽和となり、毛管浸透は上方へ進行する。その後、 $\theta(z)$ は時間の経過と共に明確なS字型を呈するようになる。

重量計により測定された単位底面積当りの浸透量 Q の経時変化がFig.-4の(△)で示される。Fig.-4より $Q(t)$ は式(1)のように表される。

$$Q(t) = t^a \quad (1)$$

ここに、 a ：時間に掛かる係数であり、 $a=0.20$ となる。図中には、 $\theta(z)$ を z で積分して求めた Q の経時変化が(○)で与えられている。両者の値は前報³⁾よりも良好に一致することから、 $\theta(z)$ の経時変化は前報³⁾よりも精度高く求めることが出来たと考える。

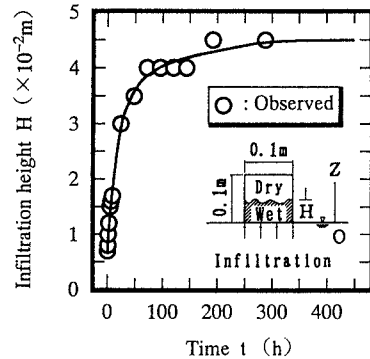


Fig.-2 浸透高さの経時変化

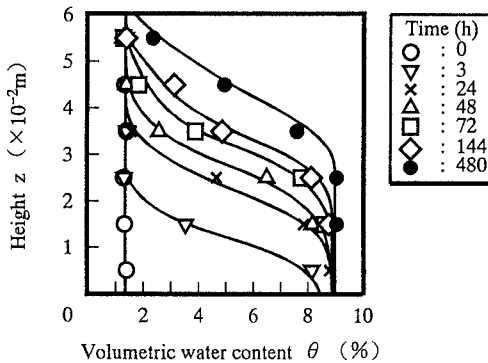


Fig.-3 体積含水率分布の経時変化

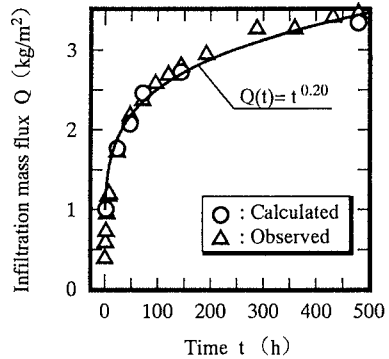


Fig.-4 浸透量の経時変化

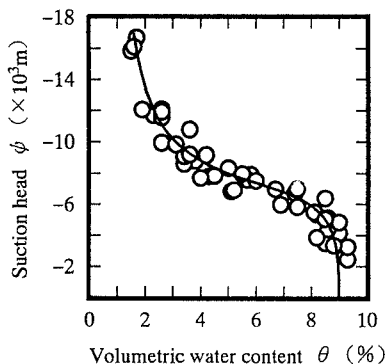
4. 不飽和浸透の基礎方程式に基づく今後の検討

コンクリート中の不飽和浸透過程を予測することが今後重要になる。この水分移動方程式は式(2)のように書き表される。

$$\partial \theta / \partial t = \partial (k \partial \phi / \partial z) \quad (2)$$

ここで、 k ：不飽和透水係数、 ϕ ：マトリックポテンシャル、で共に θ の関数である。この内、 ϕ と θ の関係は等温水蒸気吸着実験とケルビンの関係より求めることができ⁴⁾、Fig.-5のようになる。従って、不飽和透水係数 k が式(2)の中で唯一未知量となる。

今後は、今回得られたデータに基づいて k と θ の関係を求め、コンクリート不飽和浸透のシュミレーションを行う予定である。

Fig.-5 水分保水曲線⁴⁾

参考文献

- 1) 藤原ら：コンクリート中の水分移動に及ぼす環境条件および配合の影響、コンクリート工学論文報告集、1989
- 2) 秋田ら：コンクリート中の水分移動における水分伝導率の評価、コンクリート工学論文報告集、1990
- 3) 市村ら：コンクリートの不飽和浸透特性、土木学会第49回年次学術講演会、1994
- 4) 田中ら：コンクリートの毛管力に関する一考察、土木学会第49回年次学術講演会、1994