

モルタル供試体の吸水による水分移動予測に関する基礎的研究

東京理科大学 学生会員 ○池田伊輝
 東京理科大学大学院 学生会員 千葉俊也
 東京理科大学 正会員 加藤佳孝

1. 目的

コンクリート中の水分の移動は、構造物の耐久性に重要な影響を及ぼす。既往のコンクリート内部の水分移動の関する研究は、乾燥収縮を対象とするものが多く、コンクリート中の吸水過程における液状水の移動について検討している研究は少ない。本研究は、初期飽和度を変化させたモルタル供試体を用いて、初期飽和度が吸水過程の水分移動に与える影響を把握することを目的とした。液状水の移動の駆動力を毛管張力として考え、Washburn式を用いて水分移動解析を行い、モルタル中の液状水の移動を実験的に検討した。

2. 実験概要

2. 1 供試体概要

表1に供試体の配合を示す。供試体の形状は、4×4×16cmの角柱供試体とし、打設後材齢1日で脱型した。試験中の水和反応の影響を排除するため、91日以上の中水養生後、高さ16cmの供試体を1, 3, 6, 8, 16cmの高さに精密切断機を用いて切断し、吸水面を除く5面にエポキシ樹脂を塗布した。その後、室温20℃環境で吸水試験を行った。初期飽和度 R_i の調整は、エポキシ樹脂を塗布する前に、飽水状態の供試体を吸水面とその対面を防湿性のテープでシールした状態で乾燥させ、できる限り水分分布が一様になるように調整した。

2. 2 吸水実験

図1に示すように吸水面を直接水に接触させて吸水試験を行った。空隙率の測定を行うため、飽水状態、絶乾状態を求めた。飽水時の質量は24時間真空飽水させた後の質量とし、絶乾時の質量は105℃乾燥炉で3日間静置させた後の質量とした。飽水時、絶乾時ともに質量変化が無くなることを確認している。式(1)を用いて平均浸潤深さを算出した。

$$Z_i = \frac{M_i}{\varepsilon \cdot A} \quad \text{式(1)}$$

ここで、 Z_i : 平均浸潤深さ(cm), M_i : 浸潤量(cm^3),
 ε : 供試体の空隙率(%), A : 吸水面の断面積(cm^2)

3. Washburn 式による水分移動の検討

本研究では、モルタル供試体中の空隙を管径一

表 1 示方配合

W/C (%)	S/C	単位量(kg/m^3)		
		W	C	S
40	1.9	276	691	1313
50	2.4	287	575	1380
60	2.9	292	492	1427

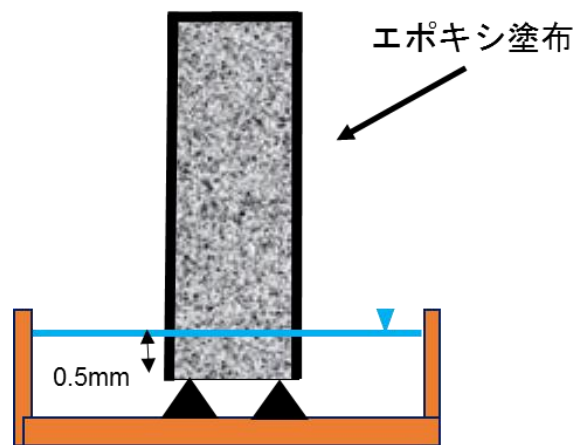


図 1 吸水試験

定の鉛直管と仮定し、モルタル供試体への液状水の侵入は Washburn の法則に従うとした。Washburn 式を式(2)に示す。

$$L = k \sqrt{r \gamma \cos \theta / 2 \mu} \cdot \sqrt{t} \quad \text{式(2)}$$

ここで、 r : 毛管半径(m), γ : 液体の表面張力(N/m),
 θ : 接触角, μ : 粘性係数(m^2/s), t : 吸水時間(t), k : 吸水速度係数(-)

キーワード 水分移動, Washburn式, 初期飽和度, 液状水

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7124-1501

吸水速度係数 k は細孔組織の連結、屈曲および飽和度等のモルタル供試体が吸水速度に与える特性を表現している。

4. 実験結果および考察

4. 1 Washburn式を用いた検討

絶乾状態で供試体長さが16cmの平均浸潤深さと吸水時間の平方根の関係、およびWashburn式の予測値を図2に示す。実験結果を見ると、吸水時間が約 $\sqrt{500}$ s(吸水日数3日)までは、両者の関係が概ね線形であることからWashburn式が成り立つと仮定し、吸水が72時間以内のデータを用いて近似させた。近似に用いた吸水速度係数 k を表2に示す。Washburn式を用いた平均浸潤深さの予測は、毛管現象による水分移動のみを考えており、吸水速度が停滞した後の水分移動は、毛管張力とは異なる駆動力が働いていると考えられる。

4. 2 初期飽和度による影響

図3に初期飽和度が平均浸潤深さの経時変化に与える影響を示し、表3に測定に用いた供試体の初期飽和度に示す。いずれの配合も初期飽和度が低いほど最終的な平均浸潤深さが高い結果となった。しかし、吸水初期である吸水1日目($\sqrt{300}$ s)に注目すると、初期飽和度0、30%では一致しているが、初期飽和度60%には差が見られる。このことより初期飽和度が低い場合は、吸水初期($\sqrt{300}$ s)程度までは影響が少ないが、吸水3日目($\sqrt{500}$ s)では初期飽和度により、浸潤深さが変化することがわかる。

5. まとめ

- (1)吸水初期についてはWashburn式が適用することができ、毛管現象が支配的になることがわかった。
- (2)吸水初期以降の吸水過程では、毛管現象とは異なるメカニズムの水分移動が起こっていると考えられる。
- (3)初期飽和度は高いほど、吸水速度が遅くなり、水分移動予測には初期飽和度を考える必要があることを示した。

参考文献

- 1) 中村兆治, 酒井雄也, 岸利治: コンクリート中の液状水挙動に与える物理的ならびに化学的性質の影響に関する検討, Cement Science and Concrete Technology, Vol.66, 2012

表2 吸水速度係数 k

W/C (%)	40	50	60
k	0.131	0.131	0.157

表3 試験供試体の初期飽和度

W/C (%)	初期飽和度 R_i (%)	
40	31.2	60.7
60	29.7	60.5

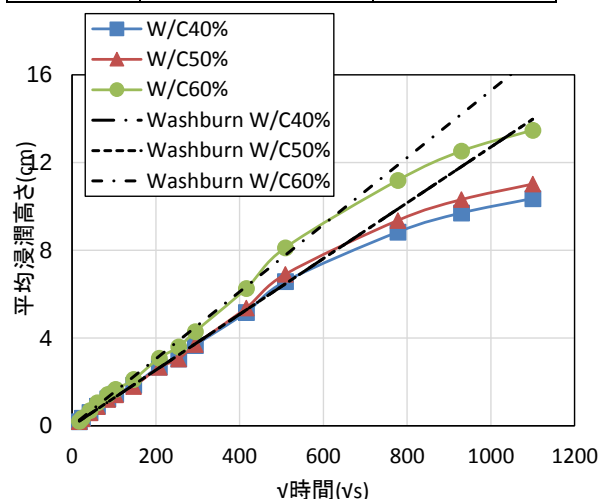


図2 平均浸潤深さの経時変化と Washburn 式による予測値

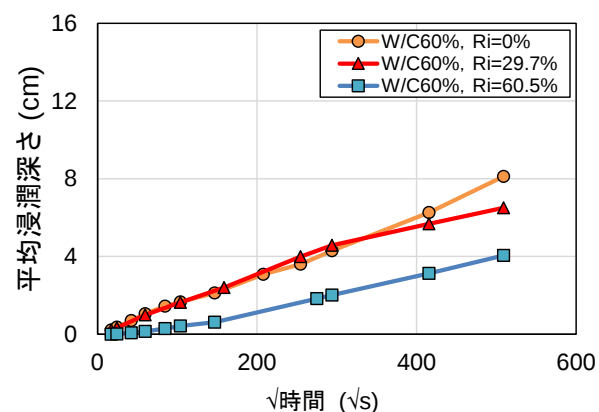
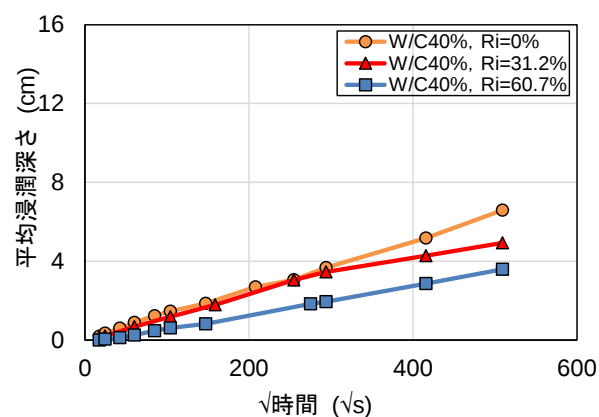


図3 初期飽和度の変化と平均浸潤深さ