

飽和度の違いがコンクリート中の水分浸透速度に及ぼす影響の検討

木更津工業高等専門学校 正会員 ○原田 健二

1. はじめに

コンクリート中の水分浸透は、コンクリート中の鋼材の腐食を予測するために非常に重要になる。この背景のもとに多くの研究者によりコンクリートの水分浸透に関する実験が多く行われている。既往の研究の多くは、炉乾燥により供試体を絶乾にさせた後に水分を浸透する実験を行い、コンクリート中の水分浸透を明らかにしてきた。近年では、短期の水掛かりを受けるコンクリート中の水分浸透速度係数試験方法 (JSCE-G 582-2018) により、水分浸透の速度を評価する手法が構築されてきている。これらの試験の特徴としては、供試体内部の水分量が非常に少ない特徴がある。あらかじめ内部に存在している水分量が少ないと、水分の浸透速度は大きくなると考えられるため、安全側に考えるという点では問題はない。しかし、高湿度環境下では、既往の実験結果等で構築された水分浸透の予測モデルを用いると、コンクリート中への水分が浸透する速度を過大評価する可能性がある。

以上のことから、本研究では、コンクリート中の水分浸透の予測の高精度化に資するために、飽和度の違いがコンクリート中の吸水に及ぼす影響を実験的に検討する。

2. 飽和度の違いがモルタル中の水分浸透に及ぼす影響に関する実験的検討

2.1 実験概要

飽和度の違いがコンクリート中の水分浸透速度に及ぼす影響を検討するために、温湿度の一定の環境下で十分乾燥させたモルタル供試体に水道水を吸水させる実験を行った。

実験に用いた供試体は $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$ の $W/C=50\%$ のモルタルである。実験の詳細を以下に示す。

28 日封かん養生した供試体を温度 20°C 、相対湿度 85% (KCl による飽和塩法)、 75% (NaCl による飽和塩法)、 59% (NaBr による飽和塩法)、 33% (MgCl_2 による飽和塩法) の環境で供試体質量が概ね変化しなくなるまで約 200 日乾燥させる。乾燥終了後、 $40 \times 40 \text{ mm}$ の 2 面以外を気密防水テープで 4 重巻きにする。その後、温度 20°C 、相対湿度 60% の環境下で $40 \times 40 \text{ mm}$ の一面から吸水スポンジにより供試体に吸水をさせ、所定の吸水日数 (1, 3, 7 日) が経過した供試体を各試験片の厚さが $20 \sim 30 \text{ mm}$ 程度になるように切断し、絶乾処理により各試験片の蒸発質量を測定することで供試体中の飽和度分布を測定した。飽和度は蒸発質量を飽水質量で除すことで求めた。

2.2 実験結果

図-1 は吸水による供試体の飽和度分布の経時変化を示したものである。図中の凡例の日数は吸水時間を示

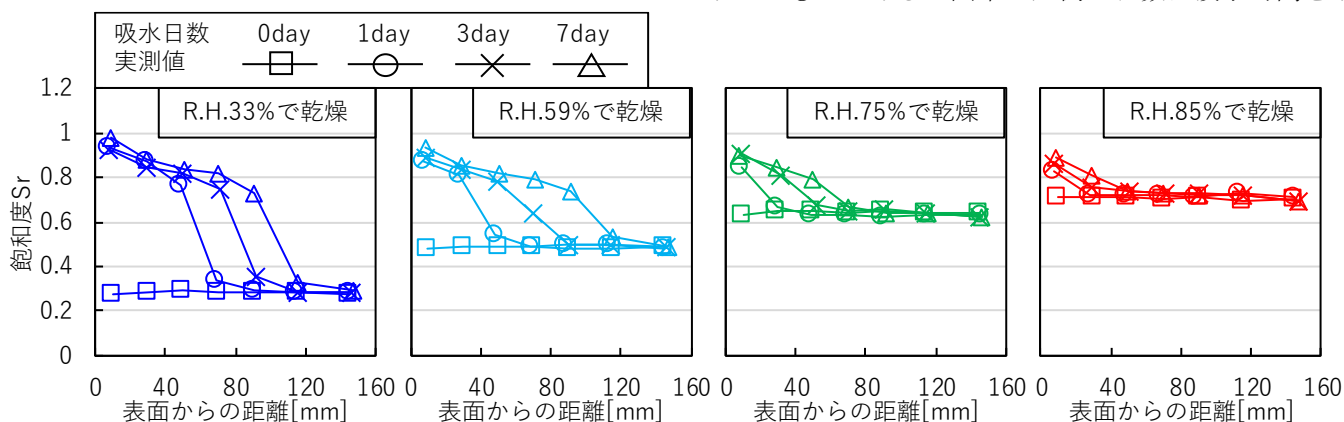


図-1 飽和度分布の経時変化

キーワード 吸水, 水分浸透係数, 浸透速度, 飽和度

連絡先 〒292-0016 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津工業高等専門学校 T E L 0438-30-4164

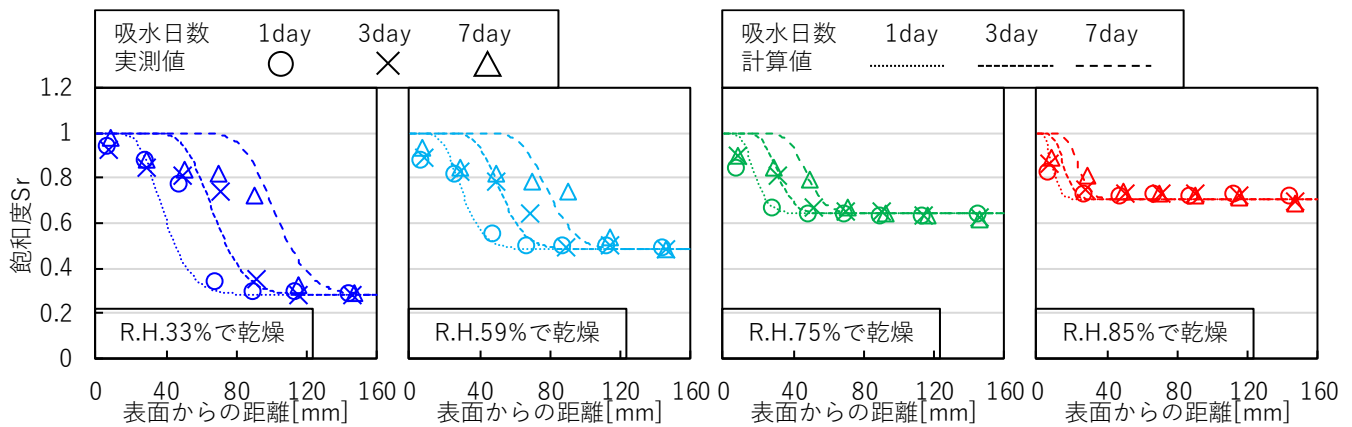


図-2 図-1 の再現計算

す。図-1 より、同一吸水時間の飽和度分布を比較すると、吸水開始時点の水分量が少ないほど水分の浸透する距離が明確に増加していることが確認できる。このことから、コンクリートの水分量の違いが水分の浸透速度に及ぼす影響は無視できないと考えられる。

3. 飽和度の違いがモルタル中の水分浸透速度に及ぼす影響に関する検討

3.1 計算概要

コンクリート中の水分の浸透は、表面張力を駆動力とした毛細管現象によるもので、毛細管の径が小さく、浸透速度が小さいため、式(1)に示すように水分浸透距離は時間の平方根に比例しているといわれている。そのため、式(1)を時間で微分することで、水の浸透速度を式(2)のように表すことができる。

$$x = q\sqrt{t} \quad (1)$$

$$v_w = \frac{\partial x}{\partial t} = \frac{q}{2\sqrt{t}} \quad (2)$$

ここに、 x : 水分の浸透距離[m], t : 水分の浸透時間[s], q : 水分浸透係数[m/s^{0.5}], v_w : 水分の浸透速度[m/s]である。

ここでは、飽和度の違いの影響を受けた水分浸透係数を式(3)に示す移流方程式を用いて2章の実験結果を逆算することで、飽和度の違いが水分浸透速度に及ぼす影響を検討する。

$$\frac{\partial Sr}{\partial t} + v_w \frac{\partial Sr}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

ここに、 Sr : 飽和度である。

計算するにあたり、各実験水準の初期飽和度は実測値を利用し、吸水面については、飽和度 1.0 で固定した。側面の4面については、シーリングをしているため、

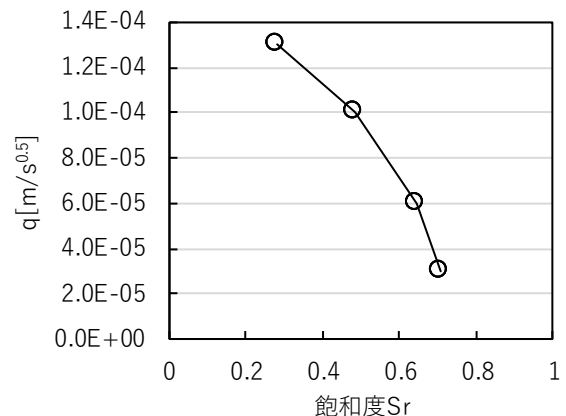


図-3 逆解析により求めた水分浸透係数

側面境界での流束は 0 とした。吸水面の対面は開放しているため、その面では蒸発もしくは吸湿が発生しているが、吸水による水分移動と比較するとその影響は非常に小さいため、本研究では計算を簡便に行うために吸水面の対面の境界での流束は 0 とした。そして、計算は 160mm の厚さ方向に 1 次元に行った。

水分浸透係数は飽和度の分布の実測値と計算値が概ね近似するように同定した。

3.2 水分浸透係数に関する検討

図-2は各供試体の飽和度分布の実測値と同定した水分浸透係数を用いて求めた計算値の比較を示す。

図-3は横軸に吸水前の供試体の初期飽和度、縦軸に逆解析により求めた水分浸透係数を示している。水分浸透係数は、飽和度の増加に伴い低下し、低下量は飽和度が高くなるほど顕著になることが確認できる。このことから、コンクリート中への水分浸透を安全側に評価する際には、飽和度が低い場合の水分浸透係数を用いても問題はないが、より精緻に水分浸透を予測するためには飽和度の違いが水分浸透速度に及ぼす影響を考慮したほうがよい場合があると考えられる。