

水蒸気拡散を伴うモルタル硬化体中の水分移動特性について

鳥取大学大学院 学生会員 ○原田 遼河
 鳥取大学大学院 正会員 金氏 裕也
 鳥取大学大学院 正会員 黒田 保
 鳥取大学 正会員 畑岡 寛

1. はじめに

コンクリート構造物は降雨等の一時的な水分供給を受け、内部に浸透する。常に水分が供給される場合、毛細管現象による浸透が支配的であるのに対し、水分の供給が停止した場合、保持した水分は水蒸気拡散現象によって内外に移動すると考えられる。水蒸気拡散現象と毛細管浸透では水分の移動特性が異なる¹⁾と考えられ、乾湿繰返し作用による水分の移動を適切に評価する上で、水蒸気拡散現象の把握は非常に重要である。本研究では、所定の期間、一面吸水を行ったモルタル硬化体を用いて、水蒸気拡散を単独で生じさせることで、飽和度分布の変化から、水蒸気拡散を伴う水分移動特性の検討を行った。

2. 実験概要

供試体は、Φ100×200mmの円柱状のモルタルを利用した。水セメント比は0.45、0.65とし、空気量は4.5±1.5%、スランプ8.0±1.5cmを満足するコンクリートの配合をモルタル換算し、設定した。示方配合を表1に示す。材齢1日に脱型後、材齢28日まで水中養生を施した。養生終了後、型枠に用いた剥離剤の影響を除去するために打設底面から15mm部分を切断除去し、乾燥炉(乾燥温度105°C)で24時間の質量変化が0.1%以下となるまで乾燥させた。乾燥後、室温20°Cの恒温室に1日静置した供試体に対し、JSCE-G582-2018を適用して液状水浸透実験を行った。なお、切断面を吸水面とし、吸水面以外からの液状水の浸透および空気中の水分吸収を防ぐため、防水性被覆材(エポキシ系樹脂)を吸水面と対の面および側面に塗布した。吸水期間は1、3日とし、吸水停止後、吸水面を他の面と同様に防水性被覆材で被覆することで、外気との接触を遮断した。被覆材の硬化後、吸水

面を下面とした状態で1、7、28、56、84日まで室温20°Cの恒温室に静置し、以下の分析を行った。

JIS A 1113:2018を適用し、供試体を割裂することで、得られた2つの試験体のうちどちらか一方を選定し、モルタルの飽和度を測定した。飽和度の定義および測定手順は以下の通りである。①割裂した供試体を浸透面から厚さ17.5mmごとに切断し、各試験片の質量 m_a [g]を測定する。②試験片を炉乾燥(乾燥温度105°C)し、1週間程度乾燥させた状態を絶乾状態と仮定し、質量 m_d [g]を測定する。③試験片を水に浸し、1週間程度吸水させた状態を飽和状態と仮定し、質量 m_s [g]を測定する。④式(1)を用いて、各試験片の飽和度 S_r [%]を算出する。

表1 モルタルの配合

W/C (%)	Air (%)	単位量(kg/m ³)		
		W	C	S
45	7.4±1.5%	271	602	1236
65	7.3±1.5%	268	412	1408

$$S_r = \frac{m_a - m_d}{m_s - m_d} \times 100 \quad (1)$$

3. 結果と考察

図1はモルタルの水蒸気拡散実験から得られた飽和度の分布を示す。(a)がW/C=0.45、吸水期間1日、(b)がW/C=0.65、吸水期間1日、(c)がW/C=0.45、吸水期間3日の測定結果である。縦軸は飽和度 S_r 、横軸は吸水面からの距離であり、吸水面を0mmとしている。なお、吸水停止直後の飽和度分布も併せて図上に示した。吸水停止直後のモルタル中の浸透前面は、飽和度分布において、飽和度が急激に減少する前後のいずれかに位置すると考えられる。したがって、飽

キーワード 水分移動特性 水蒸気拡散 毛細管浸透

連絡先 〒680-8522 鳥取市湖山町南4-101 鳥取大学大学院 持続性社会創生科学研究科 工学専攻

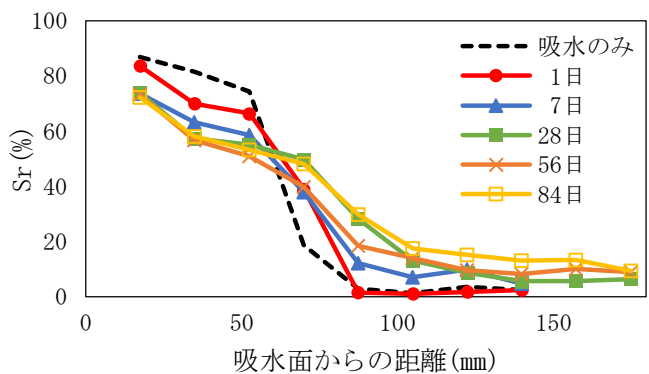
TEL 0857-31-5281

和度が時間の経過に伴い、モルタル中の高飽和度領域(本実験では $S_r > 60\%$)で減少し、低飽和度領域($S_r < 60\%$)で増加したことから、吸水により保持した水分が拡散現象によって移動したと考えられる。また、いずれの条件においても、浸透前面付近の飽和度変化が大きく、浸透前面からの距離が大きくなると変化が小さい。これは、相対湿度の差が大きい浸透前面付近において、モルタル内部の飽和度が平衡になるように、吸水により保持した水分が水蒸気として移動したためであると考えられる。

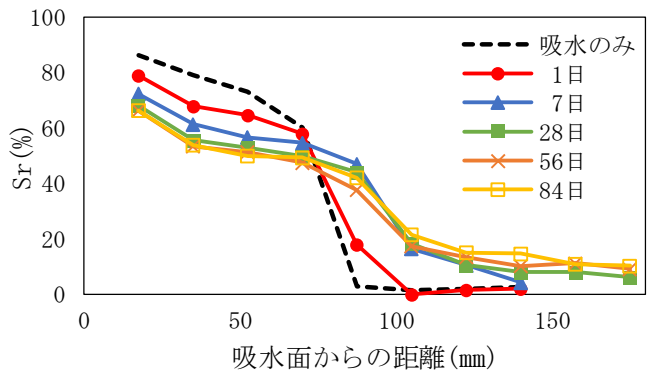
次に、拡散期間が水蒸気拡散現象に与える影響について考察する。図1より、吸水停止直後から拡散期間1日程度の短い期間の浸透前面付近の飽和度の勾配は、拡散期間28日以降の飽和度の勾配より大きいことを確認した。したがって、拡散速度は、吸水停止直後が最も大きく、時間の経過に伴い、小さくなると思われる。また、本実験の設定期間内ではモルタル全体の飽和度分布が均一にならず、ある時点で、飽和度がほとんど変化しない、準定常状態となることを確認した。これは、水蒸気拡散による水分の移動が生じることによって、飽和度勾配が緩やかになり、水分の移動が抑制されたことで、拡散速度が非常に小さくなったためであると考えられる。

次に、水セメント比が水蒸気拡散現象に与える影響について考察する。図1の(a)と(b)より、拡散期間7日と28日の飽和度分布を比較すると、(a)の $W/C=0.45$ で、期間内に境界面付近を中心として飽和度の変化が見られるのに対し、(b)の $W/C=0.65$ では、飽和度分布が概ね等しい。したがって、水セメント比が小さいと、水蒸気拡散による水分の移動速度が小さくなると思われる。これは、水セメント比が小さい程、モルタル中の空隙構造が緻密になり、連続する空隙間の水分の移動抵抗が大きくなるためであると考えられる。

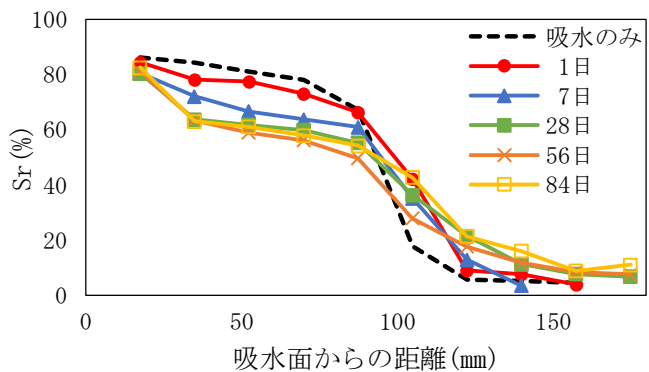
次に、初期水分量が水蒸気拡散現象に与える影響について考察する。図1の(a)と(c)より、吸水停止直後の浸透前面以深の飽和度分布の変化に着目すると、同様の勾配を有し、内部に水分の移動が生じていることを確認した。この結果より、水分拡散速度は同程度であると考えられ、初期水分量の違いによる拡散速度の差は確認されなかった。



(a) $W/C=0.45$, 1日吸水



(b) $W/C=0.65$, 1日吸水



(c) $W/C=0.45$, 3日吸水

図1 モルタルの飽和度

4. まとめ

所定期間の一面吸水を経て、水蒸気拡散実験を行った結果、以下の知見を得た。

- (1) 水分拡散速度は吸水停止直後が最も大きく、時間の経過に伴い小さくなることを確認した。
- (2) 本研究の設定期間内では一様な飽和度分布とならず、準定常状態に達した。
- (3) 水セメント比が小さい程、水分拡散速度が小さくなることを確認した。

参考文献

- 1) 秋田宏ほか：モルタルの乾燥、吸湿、吸水過程における水分移動，土木学会論文集，No420， V-13， pp.61-69， 1990