

水分供給量およびモルタル初期飽水率の違いがモルタル内部への水分の浸透に及ぼす影響

東亜建設工業 正会員 ○濱田 洋志, 網野 貴彦
中部電力 正会員 加藤 誠司

1. はじめに

筆者らは、不織布とガラス繊維を互層にした吸水層の毛細管現象によって水を吸い上げ、鋼管杭のモルタル被覆防食の内部を湿潤状態にすることで酸素の供給を抑制し、モルタル被覆防食の機能を延命化させる工法を開発している¹⁾。本稿では、吸水層によって吸い上げられた水が吸水層とモルタル表面の接触面からモルタル内部に浸透する過程において、水分供給量およびモルタル初期飽水率の違いが、モルタル内部への水分の浸透に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

図-1 に実験概要を示す。塩ビ管 (φ 30cm, L=2m) の外周に吸水層 (不織布 3 層とガラス繊維 2 層を重ね合わせたもの) を巻き付け、吸水層下端から 0.3m の範囲を水に浸漬させた。なお、図-1 に示すように、水面から 0.5, 1.0 および 1.5m の高さにおける吸水層表面に 10×10cm の不織布切片を貼り付け、不織布切片の質量が恒量となったときに保水された水量 (保水量) を水分供給量とした。また、気中に露出する範囲の吸水層表面および不織布切片から吸い上げた水が逸散しないように、吸水層外周にポリエチレンシート (PE シート) を巻き付けた。

供試体は、図-2 に示すように、4×4cm、厚さ 1cm のモルタル片 (水セメント比 0.5, 砂セメント比 2.5) を 7 片重ね合わせたものとした。各モルタル片は、材齢 7 日まで 20℃環境で封緘養生し、105℃環境で恒量になるまで炉乾燥させて絶乾質量 W_d を測定した。その後、水中にて脱気処理を行って飽和質量 W_s を測定した。上記質量の測定後、各モルタル片を室内 (20℃) にて乾燥させて質量 W_n の変化を確認し、各モルタル片の初期飽水率 ($= [W_n - W_d] / [W_s - W_d] \times 100$) が 80%±5%および 60%±5%となるように調整した。なお、初期飽水率 80%は、海水面から高さ 1.0m 付近におけるコンクリート構造物の飽水率が概ね 80%程度であったことを参考にし²⁾、60%は比較として設定した。初期飽水率の調整後直ちに、各モルタル片の側面にアルミ箔テープを貼り付けて、モルタル片を重ね合わせ、水供給面以外の面を PE シートで被覆した。その後、供試体の水供給面と吸水層が接する面の PE シートを除去して、図-1 に示すように、水供給面を吸水層表面に押し付けるように設置した。供試体設置から 9, 42, 72 日後に各モルタル片の質量 W_n を測定し、深さ方向の飽水率分布 (水分浸透分布) の変化を確認した。

3. 実験結果

図-3 に初期飽水率 60%および 80%の供試体における設置高さ毎に測定した飽水率分布の経時変化を示す。なお、1.5m の高さに設置した初期飽水率 60%の供試体は、供試体の押付け状態が悪かったためか、吸水層から供試体への水分浸透が全く確認できなかったため、結果を示していない。

設置高さ 0.5 および 1.0m の供試体に関して見ると、初期飽水率 80%の結果は、9 日後の時点で水供給面を有するモルタル片 1 の飽水率が大きく上昇し、モルタル片 2 以深では、時間の経過とともに飽水率が徐々に増加する傾向が見られた。一方、初期飽水率 60%では、設置高さ 0.5m において同様の傾向を示したが、設置高さ 1.0m の結果では、モルタル片 1 の飽水率は 9 日後と 42 日後でほぼ同じ値

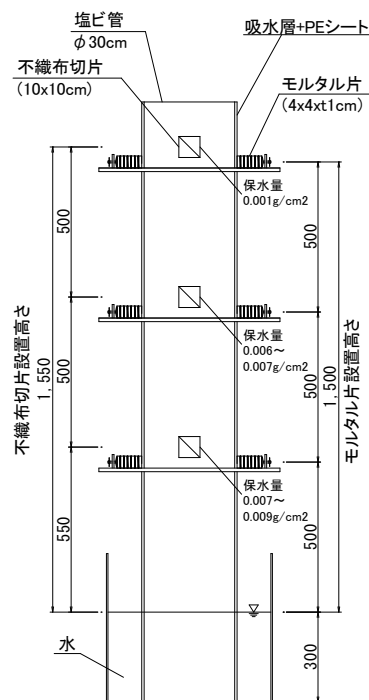


図-1 実験概要 (単位 mm)

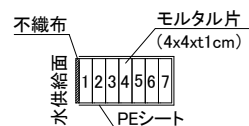


図-2 モルタル供試体

キーワード モルタル被覆防食, 吸水層, 水分浸透, 飽水率

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業技術研究開発センター TEL 045-503-3741

であったが、72 日後では小さくなった。72 日後に小さくなった理由として、72 日後におけるモルタル片 1～3 の飽水率は 42 日後より小さくなったのに対しモルタル片 5～7 の飽水率は上昇していることから、42 日目測定後における供試体再設置時の押付け状態の不良により吸水層からの水分供給が十分になされず、42 日後までに供試体に浸透した水の拡散のみが生じていた可能性が考えられる。

設置高さ 1.5m における初期飽水率 80% の供試体では、9、42 日後においてモルタル片 1 および 2 の飽水率は上昇したが、それ以降では変化が見られなかった。このことから、モルタルの初期飽水率が 60% 程度と低く水分供給量が少ない場合には、モルタル内部への浸透には相当の時間を要するものと考えられる。

次に、水分供給量やモルタル初期飽水率が水分浸透に及ぼす影響を考察するため、吉岡らの文献³⁾を参考にして、本実験により得られた各モルタル片の浸透量 ($=W_n - W_s$) に Fick の拡散方程式の解をフィッティングさせ、見掛けの表面飽水率 H_0 および拡散係数 D を算出した。図-4 に H_0 の算出結果を示す。設置高さ 1.0m における初期飽水率 60% の結果を除き H_0 はほぼ一定の値となった。また、初期飽水率 80% では水分供給量が多いほど H_0 は大きくなること、初期飽水率 60% では初期飽水率 80% に比べて H_0 が小さい値で定常となることがわかった。

図-5 に D の算出結果を示す。なお、図中の点線は、図-6 に示す供試体および方法により算出した、供試体が分割されていない状態 (連続している状態) における拡散係数を表している。これより、設置高さ 0.5m および 1.0m では、全ケースにて D は 9 から 42 日後にかけて小さくなるが、42 日目以降はその変化は小さくほぼ一定の値となった。また、42 日目以降では初期飽水率が大きいと D が大きくなる傾向を示した。なお、初期飽水率 60% における拡散係数は、図-6 に示す連続している供試体における拡散係数とほぼ同じ値であることから、本実験において供試体を分割した影響はほとんどなかったものと考えられる。一方、設置高さ 1.5m では、水分供給量が小さいことから拡散係数が小さい結果となった。

4. まとめ

本稿では、水分供給量が多いほど表層付近の飽水率は大きくなり、モルタル内部へ多く浸透すること、初期飽水率が小さいほど表層付近の飽水率は小さい値で定常状態となり、内部へ浸透する流束は小さいことが確認された。

参考文献

- 1) 西田ら：繊維材料の吸水・保水性及び吸上げ性を利用した鋼管杭モルタル被覆防食の延命化技術に関する検討，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第 17 巻，pp.201-206，2017
- 2) 網野：空間的位置を考慮した栈橋上部工の塩害劣化要因の定量評価と劣化予測に関する研究，博士論文，東京工業大学，2010
- 3) 吉岡ら：せき板除去後のコンクリート中の水分移動に関する基礎実験，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.2，pp.205-210，2008
- 4) 佐伯ら：飛来塩分環境の定量評価に関する研究，土木学会論文集 E Vol.66 No.1，pp.1-20，2010

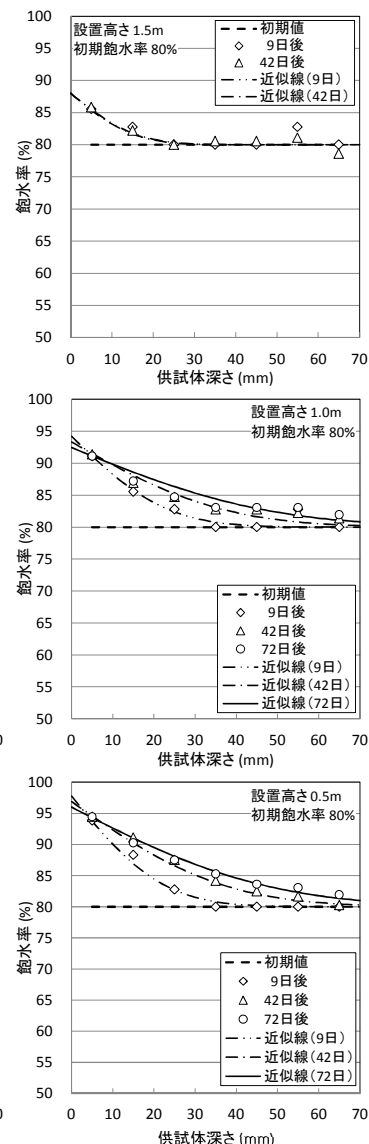


図-3 供試体の飽水率分布の経時変化

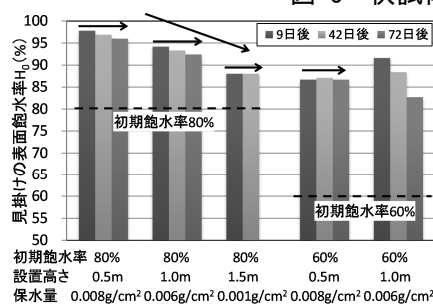


図-4 表面飽水率 H_0 の算出結果

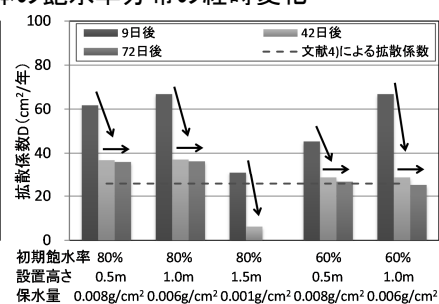


図-5 拡散係数 D の算出結果

$$\frac{M_t}{M_\infty} = 1 - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{8}{(2n+1)^2 \pi^2} \exp\left\{-\frac{D(2n+1)^2 \pi^2 t}{4l^2}\right\} \quad (1) 4$$

飽和水量 $M_\infty = 0.200 \text{ g/cm}^2$
 3時間経過後の浸透量 $M_t = 0.021 \text{ g/cm}^2$
 供試体厚さ $l = 1.0 \text{ cm}$
 拡散係数 $D = 25.7 \text{ cm}^2/\text{年}$

PEシート
 0.5cm
 モルタル片 (初期飽水率 60%)
 4 × 4 × t1 cm, 側面: アルミ箔テープで被覆

図-6 文献 4) に準じた拡散係数の算出