

モルタル中の水分移動に伴う塩化物イオンの浸透に関する実験的検討

東京理科大学 学生会員 ○町田直輝
東京理科大学大学院 学生会員 池田伊輝
東京理科大学 正会員 加藤佳孝

1. はじめに

本研究では、初期飽和度を変化させたモルタル供試体を用いて塩水吸水試験を行い、初期飽和度が供試体中の水分移動に伴う塩化物イオンの浸透挙動、および飽和度分布に及ぼす影響を検討した。また、海洋環境を考慮して乾湿繰り返しによるモルタル供試体中への塩化物イオンの浸透挙動および飽和度分布も検討した。

2. 塩水吸水試験

2.1 供試体概要

供試体の形状は $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ 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、初期飽和度を調整した。初期飽和度 R_i の調整は供試体の吸水面とその対面をアルミテープでシールした状態で乾燥させ、可能な限り水分分布が一様になるように調整した。初期飽和度調整のために、供試体の飽水状態と絶乾状態の質量を測定した。飽水時の質量は 3 日間水中に静置させた後の質量とし、絶乾時の質量は 105°C 乾燥炉で 3 日間静置させた後の質量とした。なお、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。初期飽和度調整後、供試体の吸水面を除く 5 面にエポキシ樹脂を塗布した。その後、室温 20°C の環境で $\text{NaCl}10\%$ 溶液による塩水吸水試験を行った。

2.2 塩水吸水試験

初期飽和度を 0, 25, 50, 75% に調整した供試体の吸水面を 5mm 程度塩水に漬けることで塩水吸水試験をした。吸水時間は 6 時間, 1 日, 3 日とした。吸水後、供試体を吸水面から 1cm ごとに乾式精密切断機を用いて切断し、飽和度と全塩化物イオン濃度を測定した。

2.3 乾湿繰り返し試験

本試験では、初期飽和度 0% の供試体を 3 日間塩水吸

水した後、温度 60°C の環境での 7 日間乾燥をし、再度 6 時間, 1 日, 3 日と塩水吸水させ、2.2 と同様に飽和度および全塩化物イオン濃度を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 塩水吸水試験結果

測定結果の例として、図-1, 図-2 に初期飽和度 0%, 50% の条件での各吸水時間における全塩化物イオン濃度の結果を示す。なお図中には、飽和度の増分が全て

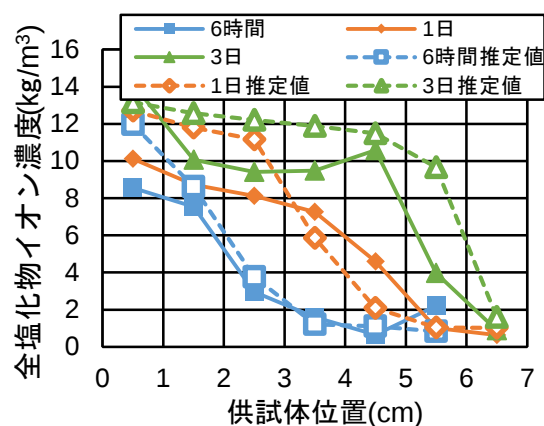


図-1 初期飽和度 0% 全塩化物イオン濃度

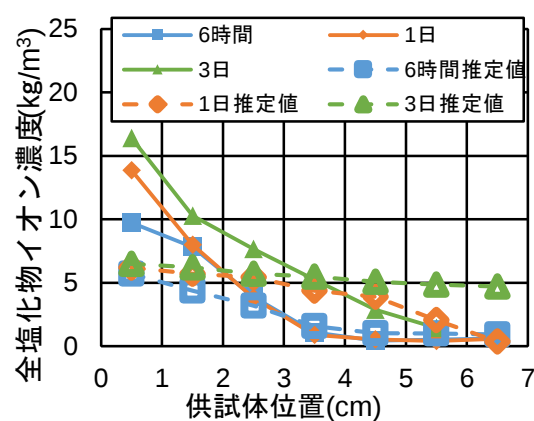


図-2 初期飽和度 50% 全塩化物イオン濃度

キーワード 塩分, 移流, 初期飽和度, 乾湿繰り返し

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7124-150

NaCl 溶液であると仮定した際の全塩化物イオン濃度の推定値を併せて示す。図-1より、各吸水時間で水分と塩化物イオンが浸透している供試体深さは概ね同程度である。また、吸水初期である6時間では、実測値と推定値が概ね等しく、移流による塩化物イオンの浸透が支配的であるが、吸水1, 3日では推定値が実測値を上回っていることから、水分のみが水蒸気拡散によって供試体内部まで浸透していることが推察される。図-2で実測値と推定値の間に主に吸水面付近で大きな差が見られる。吸水面付近では飽和度が100%に近い値となっているため、初期飽和度50%の場合では、吸水面付近における塩化物イオン浸透の駆動力に移流に加え濃度拡散も大きく働いていたと考えられる。

3.2 乾湿繰り返し試験結果

吸水3日、乾燥7日、その後吸水0, 6時間, 1日, 3日後の飽和度分布, および比較のため初期飽和度0%の吸水3日の飽和度分布の結果(図中 0%3日)を図-3に、全塩化物イオン濃度を図-4に示す。図-3の吸水0時間の結果と0%3日を比較すると、乾燥によって供試体内の水分は様な飽和度分布になるように移動していることが分かった。また、吸水6時間, 1日, 3日の結果より、吸水面付近ではすぐに飽和度が100%近くなり、その後徐々に供試体内部に水分が浸透していく傾向となった。ここで、乾燥後の供試体内部の飽和度は表面付近では40~50%程度であることから、初期飽和度50%と乾湿繰り返しの塩化物イオンの浸透を比較する。すなわち、図-4の0時間に図-2の測定結果を足し合わせたものを推定値として、図-4の結果とあわせて図-5に示す。図-5より、特に吸水面付近では、推定値の方が全塩化物イオン濃度は大きくなっている。既に塩化物イオンを含んでいる乾湿繰り返しの比べて、初期飽和度50%の結果を用いて推定した結果の全塩化物イオン濃度が大きいことから、3.1で考察したように移流に加えて濃度拡散が影響していることが推測されるが、詳細については今後検討が必要である。

4. まとめ

- 1) 吸水後に乾燥期間を設けることで、供試体内の水分は供試体内に様な飽和度分布となるよう移動する。
- 2) 供試体の初期飽和度が高い状態から塩水吸水を行

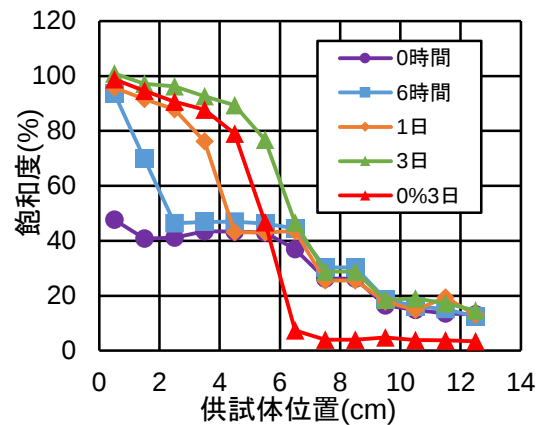


図-3 乾湿繰り返し飽和度分布

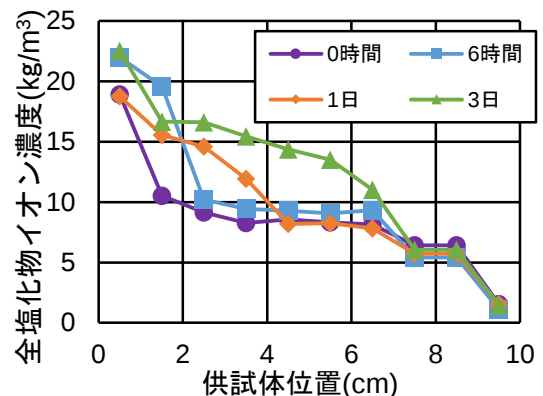


図-4 乾湿繰り返し全塩化物イオン濃度

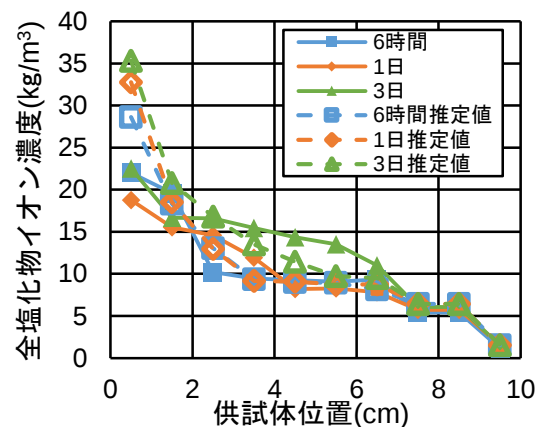


図-5 乾湿繰り返しの結果との比較

うと、吸水面付近で全塩化物イオン濃度が、飽和度の変化から求めた全塩化物イオン濃度を上回る結果となった。また、乾湿繰り返しの結果と比較しても、初期飽和度50%の吸水面付近の全塩化物イオン濃度は大きい結果となった。これらのことから、吸水面付近で濃度拡散が影響していることが推測されるが、詳細については今後検討が必要である。