

モルタル中の水分の移流と蒸気拡散が塩化物イオンの浸透特性に及ぼす影響

鹿児島大学 学生会員 ○福重 耕平 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸
鹿児島大学大学院 学生会員 小池 賢太郎 鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司

1. はじめに

現在、コンクリート構造物の塩分浸透予測には、塩化物イオンの見かけの拡散係数を用い、コンクリート中で塩化物イオンの移動を濃度勾配の駆動力とする拡散現象として捉え、Fick の拡散方程式を利用して評価する手法が一般に用いられている。しかし、見かけの拡散係数には、濃度拡散だけでなく水分移動に伴う塩化物イオンの移動などの影響も包含されているため、水分移動の影響が顕著となる乾湿繰返し環境下では予測精度が大きく低下することが問題となっている。そこで本研究では、含水状態の異なるモルタル供試体を準備し、これらに塩水を吸水させる試験を行うことにより、モルタル中の水分移動が塩化物イオンの浸透特性に及ぼす影響を検討した。

2. 試験概要

検討には、表-1 に示す配合で作製した 4×4×12cm の角柱供試体を用いた。配合決定に際しては、水セメント比を 50% として目標フロー値が 150±10mm となるようにペースト容積比を調整した。また、脱型後は供試体を 28 日間水中養生し、その後、所定の初期含水状態に調整して吸水試験に供した。なお、初期含水状態は飽水状態、絶乾状態、表面乾燥状態の 3 種類とした。

吸水試験の際には、図-1 に示すように吸水面を濃度 10% の塩化ナトリウム水溶液に完全に浸し、反対面は気中位置となるよう設置した。さらに、同図中に示したように、気中に位置する反対面（以下、背面）については、この面をエポキシ樹脂で被覆し完全に封鎖する「背面封鎖」の場合と、被覆せず開放状態のままとする「背面開放」の場合の 2 ケースについて検討を行った。なお、供試体側面は水分の出入りが無いようあらかじめエポキシ樹脂で被覆している。吸水開始後は、所定の吸水日数（0, 1, 3, 7, 14, 28, 56, 91 日）経過後に、図-2 のように供試体を厚さ 1cm に切断し、それぞれの試験片の飽和度を算出し供試体内部の飽和度分布とした。さらに、供試体内部への塩化物イオン浸透状況を、各試験片に含まれる全塩化物イオン量を測定することにより評価した。

3. 試験結果

3.1 水分の移動状況

モルタルの吸水後の飽和度の経時変化を、初期含水状態および開放条件ごとに図-3 に示す。まず、飽水状態から試験を開始した場合は、背面条件に関わらず、日数が経過しても初期の飽和度分布からの変化がほとんど見られなかった。一方、絶乾状態から試験を開始した場合は、背面封鎖、背面開放ともに試験日数に伴って供試体内部に向かう水分移動が生じている状況が確認された。ただし、背面条件が異なると、吸水面付近の表層部ではほぼ同じ状況となっているが、深部では背面開放での水分移動が速くなっている状況が確認される。これは、背面封鎖により内部に拘束された空気の影響で水分移動が抑制されたことが原因と考えられる。さらに、表面乾燥状態から吸水を開始した場合は、初期から 1 日目にかけて水分移動は確認できたものの、その後の水分移動は確認できず、飽水状態から吸水したものとほぼ同じ分布を示した。また、飽水状態から吸水を開始した場合と同様に、背面条件による飽和度の違いも確認されなかった。

表-1 供試体配合

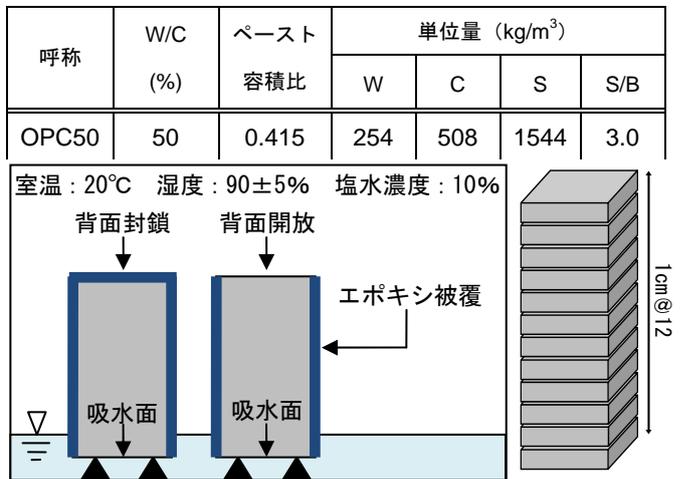


図-1 吸水試験概要図

図-2 試験片幅

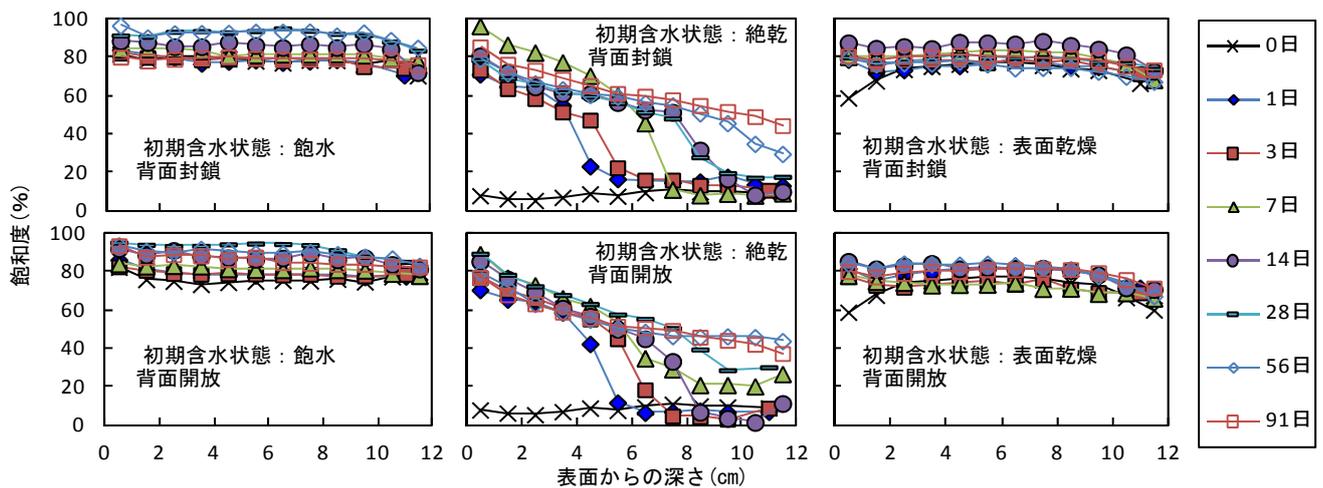


図-3 飽和度の経時変化

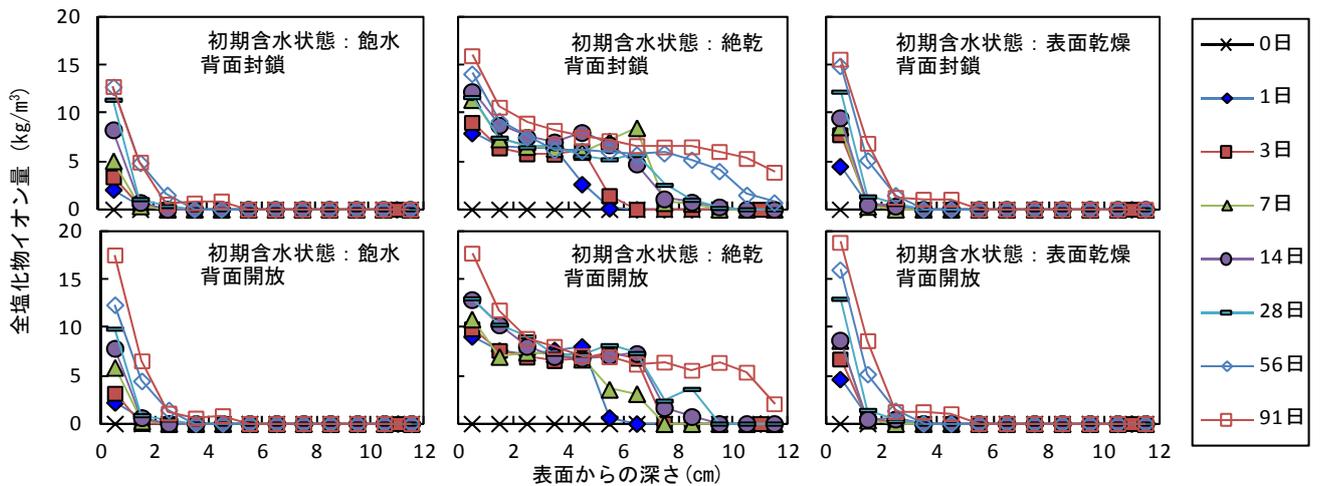


図-4 全塩化物イオン量の経時変化

3.2 塩化物イオンの浸透状況

吸水後の全塩化物イオン量の経時変化を初期含水状態、ならびに開放条件ごとに図-4 に示す。まず、飽水状態から開始した場合は、時間経過に伴って、塩化物イオンが濃度拡散的に内部に浸透している状況が確認できる。一方、絶乾状態から吸水した場合は、水飽和度分布から含水が確認できる位置まで塩化物イオンの浸透が急激に進行しており、水分移動に伴った浸透が生じていることが確認された。しかし、吸水面付近に着目すると、全塩化物イオン量分布は、水分の直線的な分布状況とは異なっており、吸水に伴う水分移動のほかに、濃度拡散、塩化物イオンの吸着、固定化などが影響していると予想された。一方、表面乾燥状態から吸水を開始した場合は、飽水状態から開始した場合とほぼ同様の、濃度拡散現象が確認できるものの、表層部における全塩化物イオン量は飽水状態から開始した場合と比較して多いことが確認できる。これは、飽和度分布でも明らかのように、表層 1cm 付近が乾燥状態にあり、この部分では濃度拡散のみならず水分移動に伴う塩化物イオンの浸透も加わったことが原因と考えられる。

4. まとめ

- (1) 飽水状態から吸水試験を開始した場合、塩化物イオンは濃度拡散的に浸透した。
- (2) 絶乾状態から吸水試験を開始した場合、塩化物イオンは水分移動に伴う急激な浸透が認められたが、表層部では濃度拡散現象も確認できた。
- (3) 表面乾燥状態から吸水試験を開始した場合、塩化物イオンの浸透は主として濃度拡散的な浸透が認められたが、表面付近においては水分移動の影響を受けて、飽水状態の場合よりも塩化物イオン量は多くなることが確認できた。