

溶液種類および乾湿繰返し条件の違いがモルタルの飽和度分布に与える影響

東京理科大学大学院 学生会員 ○金子 泰明 東京理科大学 正会員 江口 康平
東京理科大学 正会員 加藤 佳孝 東京理科大学大学院 学生会員 池田 伊輝

1. はじめに

厳しい塩害環境下にある海洋鉄筋コンクリート構造物は、位置によって飛沫部、干満部、海中部に区分される。水が飛沫として供給される飛沫部や、乾燥と吸水が繰り返す作用する干満部は、箇所によって、乾燥期間と吸水期間の比率の差が生じることで、コンクリート内部の水の分布（飽和度分布）が変化し、結果として塩害の主因である塩化物イオンの浸透性状も変化している可能性がある。また、原田ら¹⁾によると、コンクリートに供給される水に塩化物イオンが存在すると、純粋な水と移動挙動が異なるとの報告もあり、海水の様にイオンが存在している場合の水の移動性状についてはより詳細に検討する必要がある。

そこで本検討では、溶液種類および乾湿繰返し条件が飽和度分布に与える影響の基礎的検討として、蒸留水と塩水、乾燥期間に着目し実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 実験供試体

実験には普通ポルトランドセメントを用いて作製した W/B=50% のモルタル供試体を使用した。供試体寸法は 4×4×16cm とし、試験中の水和反応による影響を極力排除するために、打設後材齢 1 日で脱型し、91 日間以上の十分な水中養生を施した。水中養生完了後、105℃環境で供試体を絶乾状態に調整した後、吸水面以外からの溶液の浸透を防ぐために、5 面にエポキシ樹脂を塗布した。また、供試体の初期条件は飽和度 0% とした。

2.2 乾湿繰返し試験

供試体は、図-1 に示すように鉛直方向に設置し、供試体下面から吸水と乾燥が生じるようにした。本検討では、溶液中の塩化物イオンの存在が水の挙動に与える影響を検討するものに加え、塩化物イオンが乾燥時の挙動に与える影響についても検討した。乾湿試験条件を取り纏めたものを表-1 に示す。吸水試験はいずれも 20℃一定で行い、乾燥試験は条件①、②は 20℃環境下で、条件③は乾燥の影響を大きくするため 40℃環境

表-1 乾湿のサイクル

条件	1 サイクルの条件		
	1日吸水 →1日乾燥	蒸留水吸水 乾燥20℃	1日 1日
①	1日吸水 →1日乾燥	塩水吸水 乾燥20℃	1日 1日
②	1日吸水 →3日乾燥	塩水吸水 乾燥40℃	1日 3日
③			

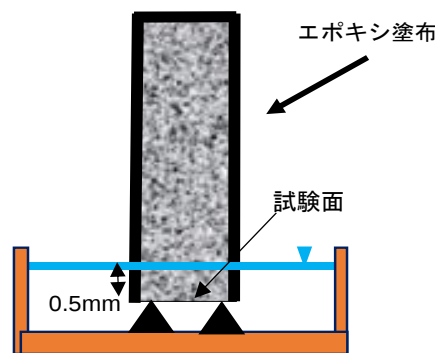


図-1 吸水試験概要

下で行った。また、乾湿繰返しは 20 サイクルまで実施し、1 サイクルごとに供試体の飽和度を質量差法により算出した。さらに、所定のサイクル数が経過した供試体を乾式切断機で 1cm ごとに切断し、得られた供試体片の飽和度を測定し、深さごとの飽和度分布を得た。

3. 実験結果および考察

図-2 に供試体全体の飽和度の変化を示す。すべての供試体で、サイクル数の増加に伴い乾燥と吸水による飽和度の変化が小さくなり、一定値に収束する傾向が確認された。いずれの試験条件でも、乾燥による飽和度の減少量よりも、吸水による飽和度の増加量の方が大きい。また、蒸留水を使用した条件①に比べて、塩水を使用した②、③は初期の吸水量が多くなっている。試験条件①と②を比べると、8 サイクル程度までは②の方が乾燥による飽和度の減少量が小さく、また、20 サイクル終了時の飽和度も高い。これは、既往の検討で報告されているように、塩化物イオンがコンクリート中の細孔溶液に存在することで、飽和水蒸気分圧が低下したため、乾燥しにくくなったと考えられる¹⁾。

キーワード：水分移動、乾湿繰返し、飽和度分布、塩化物イオン、乾燥条件

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7124-1501 Email:7612030@alumni.tus.ac.jp

次に、乾燥条件の違い(②と③)に着目すると、サイクル初期には差が見られないが、5サイクル以降では乾燥3日とした③の方が飽和度は低くなった。また、先述したように、塩化物イオンが存在することで、水の逸散が抑制されたことも作用していると考えられる。図-3に各条件の深さごとの飽和度分布を示す。まず、4サイクル終了後の飽和度分布を見ると、いずれの供試体も深さ毎の飽和度変化が緩やかな箇所と、変化が大きい箇所、飽和度がほぼ一定になっている箇所の3区分が確認できる。次に、9、20サイクルの結果について、溶液種類が違う①と②を比較すると、表層部では同程度の飽和度となっているが、塩水を使用した②の方がより内部まで飽和度の増加が確認できる。これは、図-2で示した様に、塩化物イオンが存在すると、1サイクルでの吸水量が蒸留水よりも多くなるためと考えられる。次に、乾燥条件の違いに関して②と③を比べると、20サイクル終了時では乾燥期間が短い②の方が5~10cmの飽和度は高いが、10cmより奥では③の方が飽和度は高くなっている。これは、同じ20サイクルでも③の総試験期間が長いので、供試体中央部に存在した水が、飽和度の低い深部方向へと水蒸気となって水分が移動し、一様に飽和度を増加させたためと考えられる。

4. まとめ

本研究の結果より、次の知見が得られた。

- (1) 同じ時間吸水させた場合でも、蒸留水に比べ塩化物イオンを含む溶液の方が吸水量は多くなる。
- (2) サイクル数の増加に伴い、飽和度は一定値に収束する傾向が確認され、また、蒸留水よりも塩化物イオンを含む溶液の方が、最終的な飽和度は高い。
- (3) 乾燥期間が長い場合、供試体深部では水蒸気となって水が移動する。

謝辞：本研究の一部は、SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術の「港湾構造物のライフサイクルマネジメントの高度化のための点検診断および性能評価に関する技術開発」の一環として実施したものである。この場を借りて深く感謝致します。

参考文献：

- (1) 原田健二，佐藤駿介，下村匠：塩分がコンクリートの乾湿挙動に及ぼす影響の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp745-750，2015。

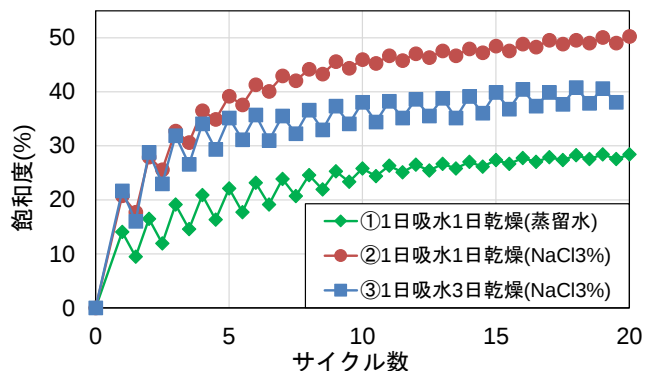
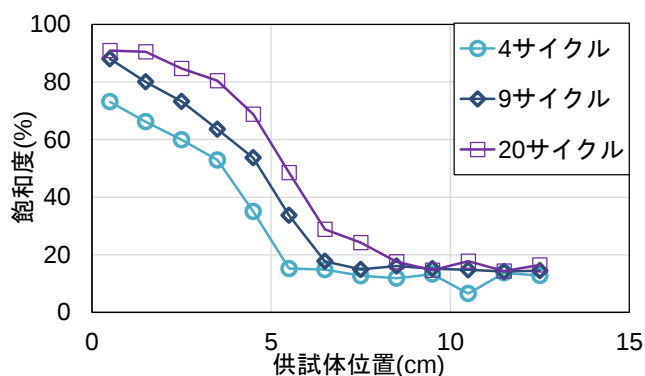
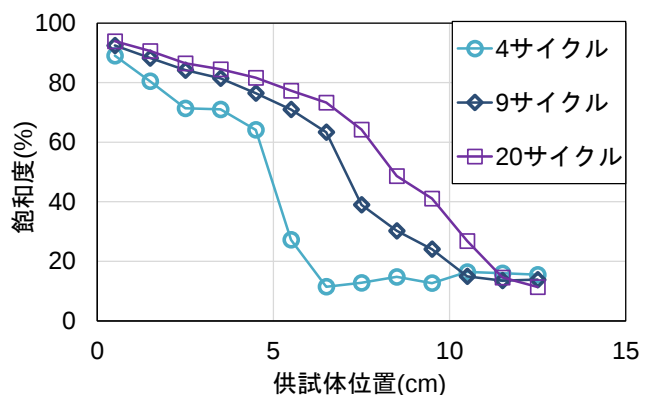


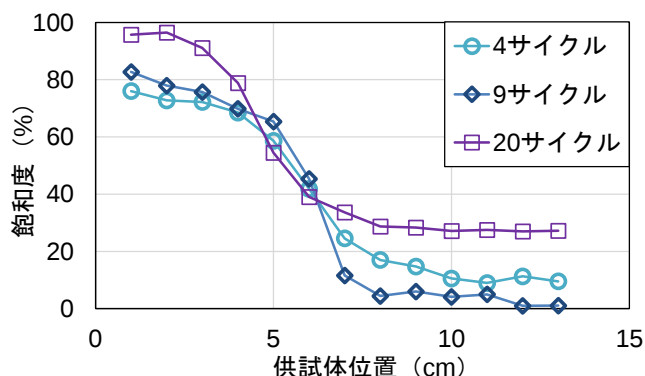
図-2 各サイクルでの全体飽和度



①1日吸水1日乾燥(蒸留水)



②1日吸水1日乾燥(NaCl3%)



③1日吸水3日乾燥(NaCl3%)

図-3 サイクルごとの飽和度分布