

乾湿繰返し試験における水分の移流が塩化物イオンの浸透特性に及ぼす影響

鹿児島大学大学院 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 正会員 武若 耕司 鹿児島大学大学院 正会員 審良 善和
 鹿児島大学大学院 学生会員 小池 賢太郎

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、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が、見かけの拡散係数には水分移動に伴う塩化物イオンの浸透などの影響も包含されている。そこで、本研究ではモルタル供試体を用いた乾湿繰返し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について検討した。

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。普通ポルトランドセメントのみを用いた OPC、OPC の 50% を高炉スラグ微粉末（内割りで 2% の無水石こうを含む）で内割り置換した BB、OPC の 20% をフライアッシュで内割り置換した FB の三種類の配合を用いて検討した。また、水セメント比は 50% とし、目標フロー値 150±10mm となるようペース

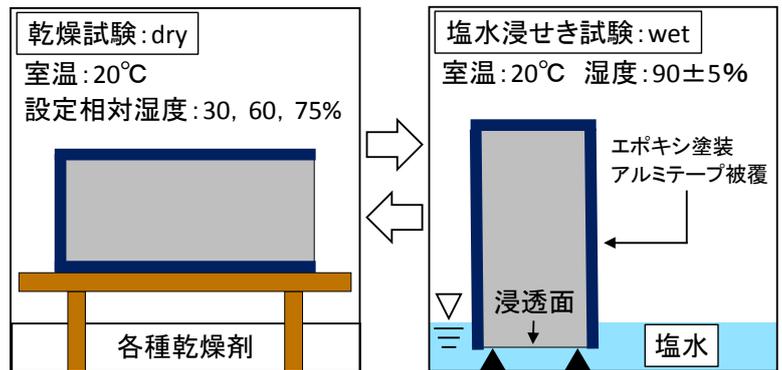


図-1 試験概要図

表-1 供試体配合

呼称	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	BFS	F	Gyp	S
OPC	50	254	508	—	—	—	1544
BB		256	256	251	—	5.11	1518
FB		252	404	—	101	—	1518

ト容積比を調整した。脱型後は、供試体を 28 日間水中養生し、乾湿繰返し試験に供した。供試体側面および背面は水分の出入りが無いようにあらかじめエポキシ樹脂を塗布し、その上にアルミテープを被覆している。乾湿繰返し試験は、乾燥期間 7 日

間、浸せき期間 7 日間の計 14 日間を 1 サイクルとした。試験概要図を図-1 に示す。乾燥時の暴露条件は、室温を 20°C とし、相対湿度が 30, 60, 75% の場合についてそれぞれ検討した。なお、相対湿度の管理には、それぞれの相対湿度が得られる無機塩の飽和水溶液を乾燥剤として用いた。浸せき時は、浸透面を濃度 10% の塩化ナトリウム水溶液に完全に浸せきさせた。また、比較用に塩水浸せきのみの試験も同時に行った。試験開始後は、所定の試験サイクル (0, 1, 2, 3, 5, 10 サイクル) 経過後に、供試体を厚さ 1cm の試験片に切断し、それぞれの試験片の水分の飽和度を測定し供試体内部の飽和度分布を求めた。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。なお、全塩化物イオン量は JCI-SC4 に準拠して測定した。

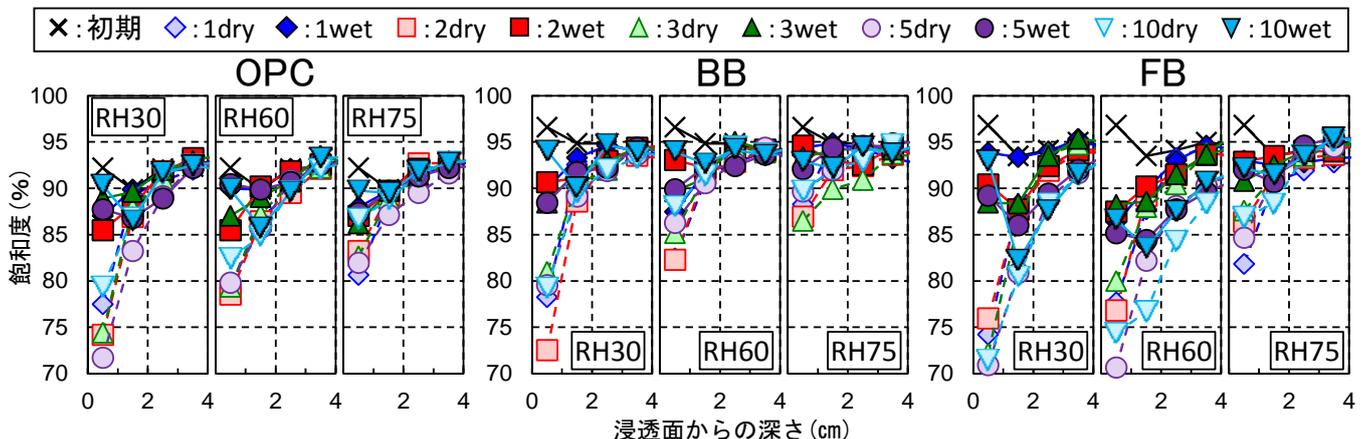


図-2 飽和度分布の経時変化

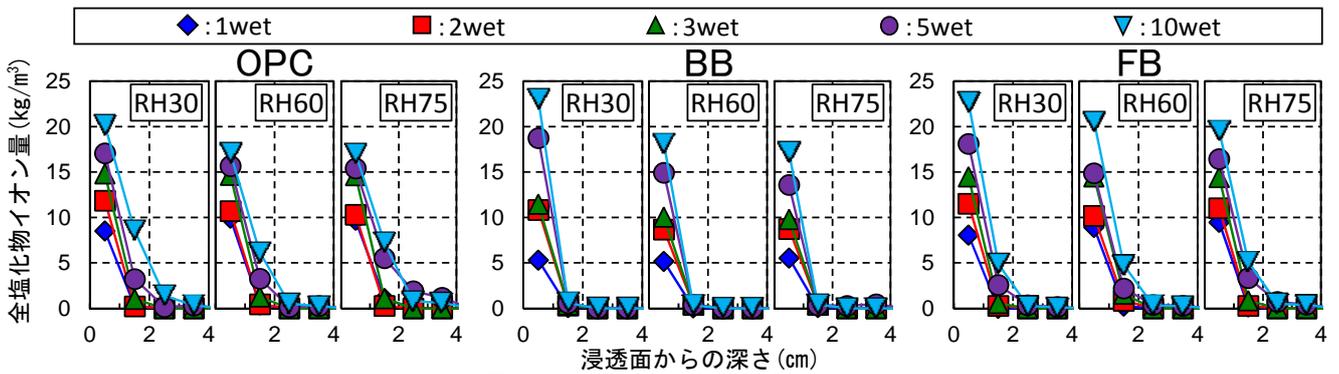


図-3 全塩化物イオン量分布の経時変化

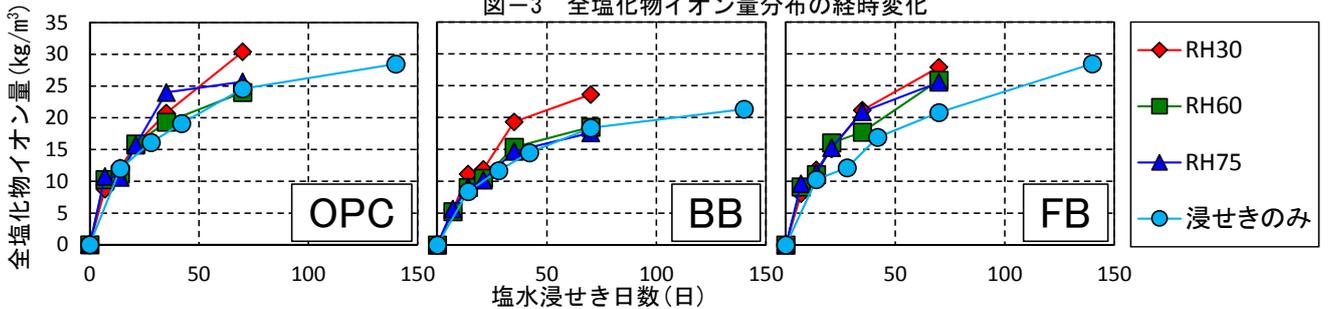


図-4 乾湿繰返しと浸せきをみの塩化物イオン浸透量の比較

3. 結果と考察

各測定時の飽和度分布、全塩化物イオン量分布の経時変化を、試験条件ごとに図-2、図-3に示す。1サイクル目の乾燥試験終了時を1dry、塩水浸せき試験終了時を1wetと示す(2サイクル以降も同様)。乾燥試験時の設定相対湿度が小さいほど乾燥後の飽和度の低下量が大きくなっており、その結果、その後の浸せき時に生じる飽和度の上昇、すなわち水分移流の影響も大きくなった。また、全塩化物イオン濃度分布の結果から、乾燥時の湿度が低くなるにしたがって水分移流の影響が大きくなり、塩化物イオンの浸透量も多くなることが確認された。内部に浸透した総塩化物イオン量(コンクリート内部に存在する全ての塩化物イオン量)の経時変化を、塩水浸せき試験のみの総塩化物イオン量の経時変化と比較した結果を図-4に示す。塩水浸せきをみの結果と比較すると、乾湿繰返しを行っている方が総塩化物イオン量が多くなっている傾向が確認できる。これは塩水浸せきのみでは濃度拡散による浸透のみが生じるが、乾湿繰返し環境では水分の移流による塩化物イオンも加わっていることが原因だと考えられる。また、乾湿繰返しによる総塩化物イオン量の増加割合は、いずれのセメントを用いた場合も乾燥時の湿度が低くなる程大きくなる傾向にあった。さらにこの状況は、図-2で示した飽和度分布において、乾湿変動の程度の違いによりコンクリート中の水分量が異なってくる傾向と一致していることから、水分移流に伴う総塩化物イオンの浸透に影響すると推察される。コンクリート中の総塩化物イオン量から濃度拡散によって浸透した塩化物イオン量を減じた塩化物イオン量、すなわち、移流によって侵入した塩化物イオン量の経時変化を図-5に示す。BB、FBにおいて、試験日数の経過に伴い水分移流に伴う塩化物イオンの浸透は収束する傾向が確認できる。これについては、試験サイクルの増加に伴って表層の塩化物イオン濃度が上昇し、水分移動による塩分の浸透が収束したこと、また高炉スラグ微粉末やフライアッシュセメントを使用したコンクリート内部で組織の緻密化が進み、水分の移流が抑制されたことなどが考えられる。

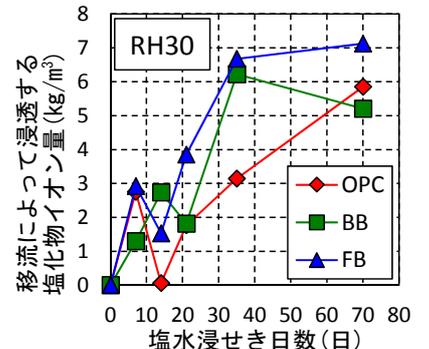


図-5 水分の移動によって浸透する塩化物イオン量の経時変化

4. まとめ

乾湿繰返し環境での水分移動が塩化物イオン浸透特性に及ぼす影響を実験的に評価した結果、乾湿繰返し環境では、水分の移流に伴って塩化物イオンが浸透することが確認でき、その影響は乾燥湿度が低いほうが顕著であった。

参考文献 1) 福重耕平ほか：乾湿繰返し試験における水分の移流が塩化物イオンの浸透特性に及ぼす影響，土木学会第70回年次学術講演会，V-33，pp113-114，2015