乾湿繰り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 〇福重 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 鹿児島大学 学生会員 按 貴彰

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、コンクリート中での塩化物イオンの移動を、濃度勾配を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浸透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干満帯などの環境下では、予測精度が大きく低下することが問題となっている。干満帯は乾湿繰り返し環境下であり、湿度条件が構造物の乾燥状態に影響し、それに伴い水分移動および塩分の浸透にも差が生じると考えられる。

そこで、本研究では高炉スラグ微粉末を含有したモルタル供試体を準備し、湿度条件の異なる環境で乾湿繰り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. なお, セメ ントには普通ポルトランドセメントを用い, 50%を高炉スラグ微粉末(内割り 2%の無水石 こう含む)で内割り置換し、高炉スラグセメン トB種を想定している. 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,乾湿繰り返し試験に供し 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. 乾湿繰り 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. また乾燥条件は, 室温 20℃, 相 対湿度 20,50,80%とした. なお,相対湿度を管 理するために、表-2に示すような、任意の相対

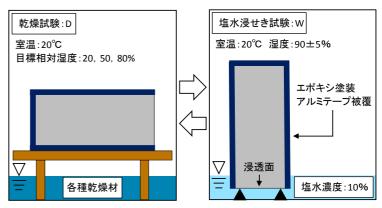


図-1 試験概要図

表一】供試体配合						
呼称	W/B	単位量(kg/m³)				
中丁州	(%)	W	С	BFS	Gyp	S
BB	50	253	253	248	5	1525

表一2 哲慢冬供

式 2 七从木门						
呼称	目標相対湿度	無機塩名				
RH20	20%	酢酸カリウム				
RH50	50%	硝酸マグネシウム				
RH80	80%	塩化ナトリウム				

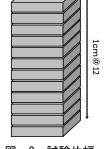


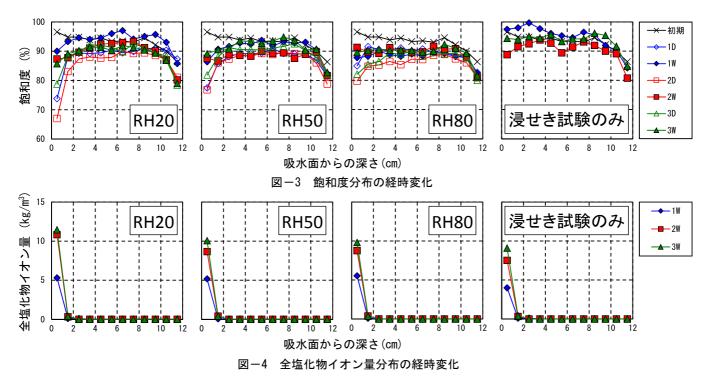
図-2 試験片幅

湿度が得られる各種無機塩の飽和水溶液を乾燥剤に用いた.浸せき試験の際には、吸水面を濃度 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 サイクル)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。なお、全塩化物イオン量には各試験片を 150µm に粉砕した試料を用い、JCI-SC4 に準拠して実施した。

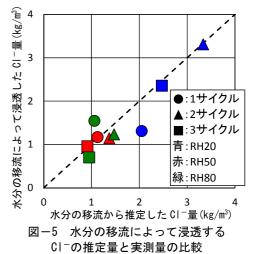
キーワード: 塩害, 乾湿繰り返し, 高炉スラグセメント, 飽和度, 全塩化物イオン量

連絡先: 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 (鹿児島大学工学部) TEL 099-285-8480



3. 結果と考察

各測定時の飽和度分布の経時変化を、試験条件ごとに図-3に示す。1 サイクル目の乾燥試験終了時を1D、浸せき試験終了時を1Wと示す(2、3 サイクルも同様)。当然ながら、乾燥試験時の目標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ることが予想された。ただし、乾燥試験をいずれの湿度レベルで実施した場合でも、乾燥後と浸せき後の飽和度の違いが明確に現れているのは浸透面から深さ約2 cm 以下の範囲であり、それ以深での乾湿繰り返しによる飽和度の変化が急激に小さくなっており、移流の影響が及んでいないことが推察できる。このときの各測定時の全塩



化物イオン量分布の経時変化を、試験条件ごとに**図-4** に示す.浸せき試験のみの場合は濃度拡散のみによって浸透すると考えられるが、乾湿繰り返し試験の場合は水分の移流の影響が加わり、全体の塩化物イオン量が増加する様子が確認された.ただし、いずれの条件でも塩化物イオンの増加現象が認められる範囲は水分の移流が生じている表層から 2 cm の範囲内にある.OPC や BB 相当(置換率 50%)のセメント使用したモルタル供試体を用いて、絶乾状態からの塩水浸せきを行った既往の研究においても、液状水と塩化物イオンの移動範囲は極めて良く合致しており、BB の有する高い遮塩性は液状水の浸透抑制効果によることを指摘している.一方、移流によって浸透する塩化物イオン量の実測量を、飽和度の経時変化からの推定量と比較した結果を図-5 に示す.図のように、多少のバラツキはあるものの水分の移流によって浸透する塩化物イオンの推定量と実測量は良く一致しており、水分移動を考慮することで塩化物イオンの浸透量を評価することが可能であることが確認できた.

4. まとめ

濃度拡散による塩化物イオンの浸透に加え、水分の移流現象が塩分浸透特性に及ぼす影響を実験的に評価した。その結果、液状水と塩化物イオンの移動範囲は極めて良く合致しており、乾湿繰り返しにおける BB の有する高い遮塩性は、BB の液状水の浸透抑制効果と深く関連していることを確認した。

参考文献 1) 按貴彰ほか: コンクリート中の空隙構造が水分移動および塩化物イオン浸透特性に与える影響に関する検討,平成 26 年度土木学会西部支部研究発表会, V-33, pp663-664, 2015