

モルタル供試体の設置状況が水分移動および塩化物イオン浸透に及ぼす影響

鹿児島大学大学院 正会員 ○小池 賢太郎
 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸

鹿児島大学大学院 非会員 水口 渉
 鹿児島大学大学院 正会員 審良 善和
 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化物イオン浸透予測には、塩化物イオンの拡散係数を用いて、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、実環境での塩化物イオンの浸透には、水分による移流の影響も考慮する必要がある。既往の研究では、セメントの種類や水セメント比の違いにより、水分移動を伴った塩化物イオンの浸透に影響を及ぼすことが確認された。しかし、これらの研究では、水分の移動方向が鉛直上向き方向に限定されているため重力の影響が考えられる。そこで、本研究では、塩分浸透試験を行い、設置方向の違いによる水分移動及び塩化物イオン浸透の特性について整理することを目的に実験的検討を行った。

2. 試験概要

本検討では、表-1 に示す配合で作製した $4 \times 4 \times 12 \text{ cm}$ の角柱供試体を用いた。配合は水セメント比を 50% として目標フロー値が $150 \pm 10 \text{ mm}$ 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塩分浸透試験に供した。なお、初期含水状態は絶乾状態とした。

塩分浸透試験の際には、図-1 に示すように鉛直方向の供試体は、NaCl 溶液に浸透面が完全に浸るように設置する。また、水平方向の供試体は、水深 30cm の NaCl 溶液に浸漬した。浸透面以外は水分の出入りが無いようにあらかじめエポキシ樹脂で被覆している。試験開始後は、所定の試験日数 (0, 1, 3, 7, 14, 28, 56, 91, 181, 365 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。なお今回の検討では、試験日数 56 日までの結果となっている。

表-1 供試体配

呼称	W/C (%)	ペースト容積比	単体量 (kg/m^3)		
			W	C	S
OPC50	50	0.415	254	508	1544

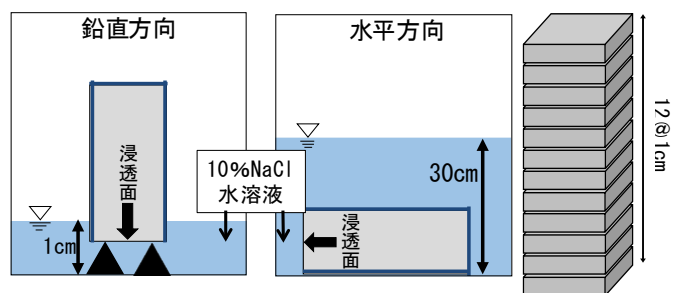


図-1 塩分浸透試験概

図-2 試験片幅

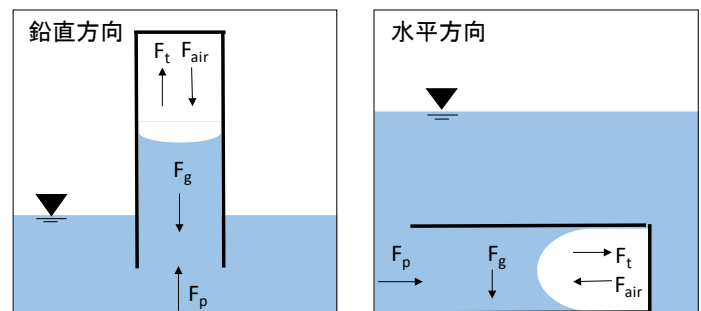


図-3 力の作用の模式図

3. 試験結果

3. 1 水分の移動状況

供試体の設置状況による力の作用の模式図を図-3 に示す。ここで、 F_t :表面張力、 F_{air} :空隙内の気圧、 F_g :水柱が受ける重力、 F_p :静水圧とする。水分の移動に関係する主な要因として、本検討では、供試体内に浸透する水の駆動力となる張力と静水圧、供試体内の空隙に存在する空気が水を押し戻す力があると仮定した。それら

キーワード モルタル, 水分移動, 塩化物イオン浸透, 重力, 圧力

連絡先 (〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 TEL・FAX: 099-285-8480)

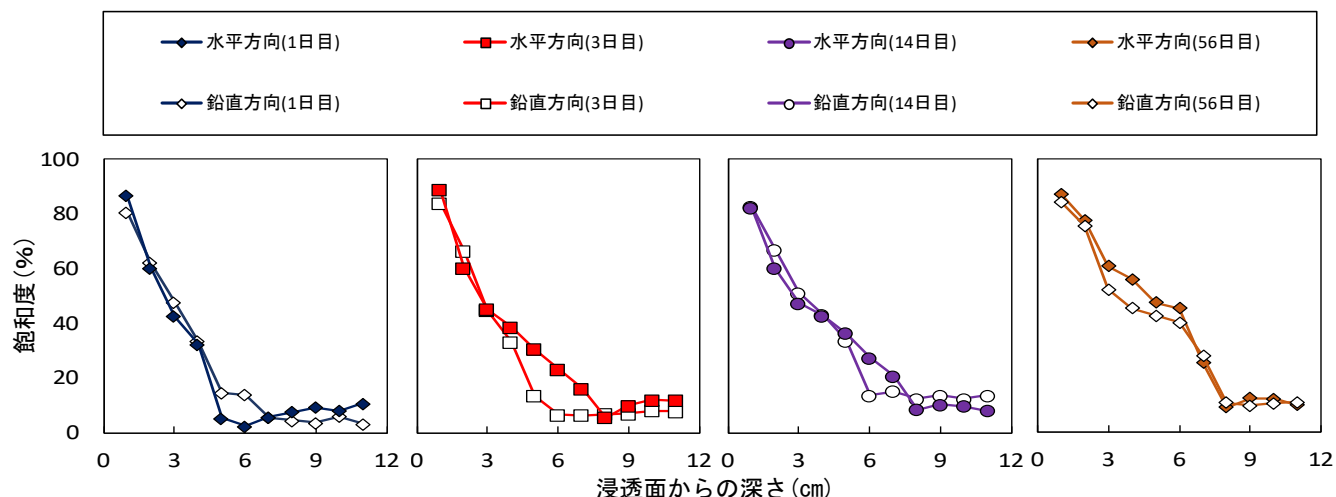


図-4 各試験日数における飽和度分布

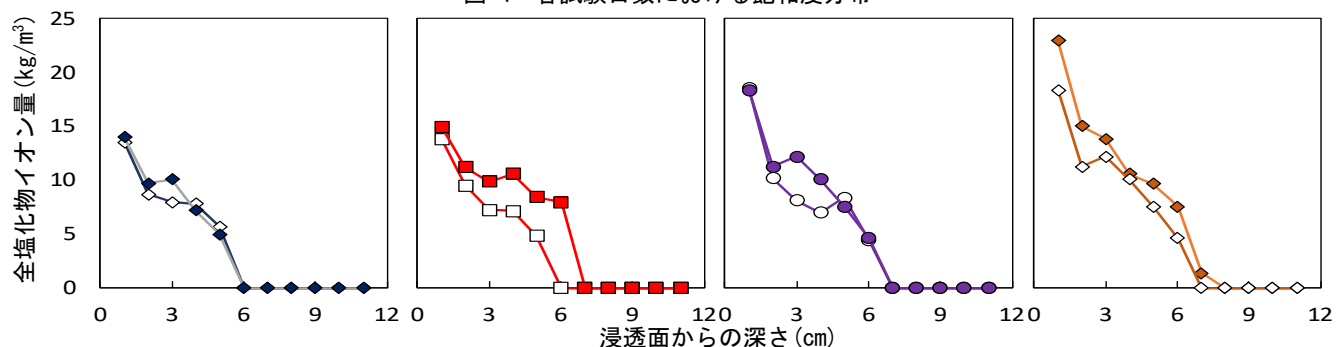


図-5 各試験日数における全塩化物イオン量分布

に加えて、鉛直方向での設置では、張力と逆向きに重力が作用すると考えた。試験期間 56 日目までにおけるモルタルの塩分浸透試験後の飽和度の経時変化を図-4 に示す。試験日数 1 日目においては、設置状況に関わらず、飽和度は深さ 4cm 位置まで線形に減少している事が確認できる。また、4cm から 5cm にかけては水平方向に比べて鉛直方向が大きくなっていることがわかる。試験日数 3 日目においては、水平方向は、水分の移動が深さ 7cm まで到達していることが確認された。一方で、鉛直方向の水分の移動は、6cm 位置まで確認された。この到達位置の違いは、図-3 に示すように、鉛直方向では水平方向に比べて重力の作用が大きく、水平方向では鉛直方向にくらべて静水圧の影響が大きいため、水平方向の方が浸透する水の駆動力が大きくなったことが原因だと考えられる。その後の試験日数 14 日および 56 日の飽和度の経時変化を見てみると、設置状況に関わらず 7cm 位置以降では水分の移動が見られない状況となっており、飽和度は 7cm 位置で徐々に増加していることが確認できる。これは、水の駆動力と空気が押す戻す力が釣り合っている位置だと考えられる。

3. 2 塩化物イオンの浸透状況

塩分浸透試験後の全塩化物イオン量の経時変化を図-5 に示す。水平方向及び鉛直方向いずれの設置状況においても、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。また、濃度拡散を表す Fick の拡散方程式が滑らかな曲線の分布を示すことを考えると、全塩化物イオン量の分布が深さ方向に平行に推移している状況は移流による進行だと考えられる。水平方向と鉛直方向の分布を比較すると、特に浸漬初期には水平方向への塩化物イオンの移動量が多くなっているが、長期的には濃度拡散の作用も加わることでその差が小さくなる傾向が示された。

4. まとめ

- (1) コンクリート中への水分の移動は、初期飽和度はもちろん、内部空隙の空気圧の影響がある。
- (2) 水分の移動方向が、コンクリート中の長期的な飽和度分布に与える影響は大きくない。
- (3) コンクリート中の全塩化物イオン分布は、特に浸漬初期において移流の影響を大きく受ける。
- (4) 移流が生じる環境での塩化物イオン浸透を予測する際は、移流の影響を考慮する必要がある。