

塩水浸透に伴うモルタル中の塩化物イオンの浸透特性

鳥取大学大学院 正会員 ○金氏 裕也 鳥取大学大学院 正会員 黒田 保
鳥取大学大学院 正会員 吉野 公 鳥取大学 稲田 圭祐

1. はじめに

塩害に関する耐久性照査では、Fick の拡散方程式による濃度拡散モデル¹⁾が用いられる。濃度拡散はコンクリート中の内在水と外来塩分との濃度勾配に基づく塩分浸透を対象としているため、暗に飽和状態を仮定したコンクリート中の塩化物イオンの浸透を対象としている。しかし、塩害環境下において乾湿繰返しに伴う塩水の吸水現象が生じるため、塩水の浸透に伴い、塩化物イオンがコンクリート中に浸透することが考えられる。したがって、コンクリート中の塩化物イオンの浸透を濃度拡散で評価することは必ずしも適当とは言えない。

本検討では、コンクリート中の塩水の浸透に伴う塩化物イオンの浸透に着目し、モルタルを用いた塩水浸漬試験の結果から、塩水の浸透と塩化物イオンの浸透との関係を実験的に把握する。そこで、モルタル中の塩水の浸透挙動はモルタルの乾燥程度により変化すると考えられるため、2種類の乾燥状態（絶乾状態、半乾燥状態）を設定し、塩水浸漬試験を行った。

2. 塩水浸漬試験

(1) 試験概要

モルタルの配合を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ 、スランプ $8.0 \pm 1.5\text{ cm}$ の基準を満足するコンクリートの配合をモルタルに換算した値を設定した。また、モルタル形状は $\phi 100 \times 200\text{ mm}$ とし、打設後の型枠養生を1日、脱型後は27日間の水中養生を実施した。さらに、水中養生終了後に、モルタルを 105°C の乾燥炉で前日との質量差が 0.1% 以内になるまで乾燥した。乾燥後、モルタルが気中の水分を吸水しないように防水性被覆材（エポキシ系樹脂）によりモルタル側面を被覆した。

モルタル中の内在水が塩水の浸透に及ぼす影響を確認するため、塩水浸漬試験開始直前のモルタルの初期の乾燥状態は「絶乾状態」、「半乾燥状態」の2ケースとした。ここで、「絶乾状態」は被覆前のモルタルを 105°C の乾燥炉で乾燥して前日との質量差が 0.1% 以内となった状態と定義し、図-1(a)に示すようにモルタル中の連続空隙が塩水の浸透経路となる状態を考えている。また、

「半乾燥状態」は図-1(b)に示すように、塩水の浸透面と反対となる面（以下、吸水面）から水道水を吸水させ、浸透面から約 100 mm 以深のモルタル中の空隙を内在水で満たした状態と定義する。半乾燥状態とした後、モルタルの吸水面を被覆する。

塩水浸漬試験の概要を図-2に示す。塩水には $10\%\text{NaCl}$ 水溶液を使用し、塩水浸漬期間は1, 3日とした。所定の浸漬期間後に、塩化物イオン量の測定および飽和度の測定を行った。

(2) 塩化物イオン量の測定

所定の浸漬期間経過後に、モルタルを 10 mm 厚に切断し、切断した試験片を用いて JIS A 1154 に準じて塩化物イオン含有量試験を行った。

表-1 モルタルの配合

W/C (%)	Air (%)	単位量 (kg/m^3)		
		W	C	S
45	7.4 ± 1.5	271	602	1236

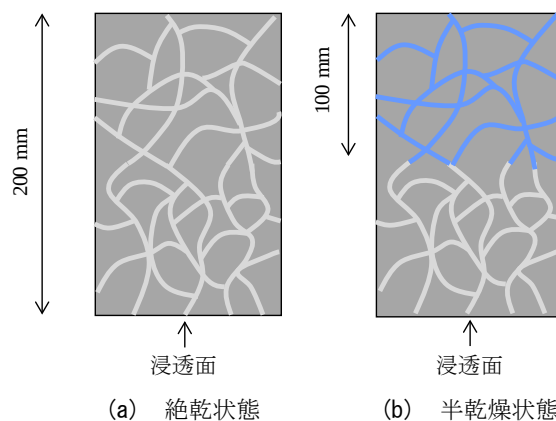


図-1 モルタルの乾燥程度

キーワード 塩水浸透速度, 塩化物イオン浸透速度, モルタル乾燥程度

連絡先 〒680-8552 鳥取大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 TEL 0857-31-5281

(3) 飽和度の測定

モルタル中の液状水の浸透挙動を把握するために、水道水を用いた浸漬試験を行った。所定の浸漬期間経過後に、モルタルを 15 mm 厚に切断し、切断した試験片の質量 m_a [g] を測定する。測定後、試験片を乾燥し、絶乾状態の試験片の質量 m_d [g] を測定する。さらに、絶乾状態の試験片を吸水させ、飽和状態の試験片の質量 m_s [g] を測定する。各試験片の飽和状態における水分量と浸漬試験後の水分量から飽和度 S_r [%] を次式に従い算出する。

$$S_r = \frac{m_a - m_d}{m_s - m_d} \times 100 \quad (1)$$

半乾燥状態のモルタルの初期飽和度に関しても同様に式(1)から飽和度を算出する。

3. 試験結果および考察

図-3 より絶乾状態のモルタル中の塩化物イオンの浸透前面は液状水の浸透前面とほぼ一致することを確認した。また、液状水より塩化物イオンの浸透距離が短い原因として、塩化物イオンがセメント水和生成物に吸着あるいは固定化が生じたためであると考えられる。図-3、図-4 より内在水の影響による液状水の浸透の抑制に伴い、塩化物イオンの浸透が抑制されることを確認した。これは、モルタルの空隙中に液状水が存在する場合、不連続空隙部が生じるにより気体の排出が制限されて、それに伴い液状水の浸透が抑制され、塩化物イオンの浸透が抑制されたためであると考えられる。

4. まとめ

以下に本検討のまとめを示す。

- (1) モルタル中の塩化物イオンの浸透は、モルタル中の塩水の浸透に依存することを確認した。
- (2) 内在水の影響による液状水の浸透の抑制に伴い、塩化物イオンの浸透が抑制された。

参考文献

- 1) 土木学会 コンクリート委員会ほか：2017 年 制定コンクリート標準示方書[設計編]，公益社団法人土木学会，pp.148-164，2017

謝辞

本試験を実施するにあたり、公益財団法人鳥取県建設技術センターにご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

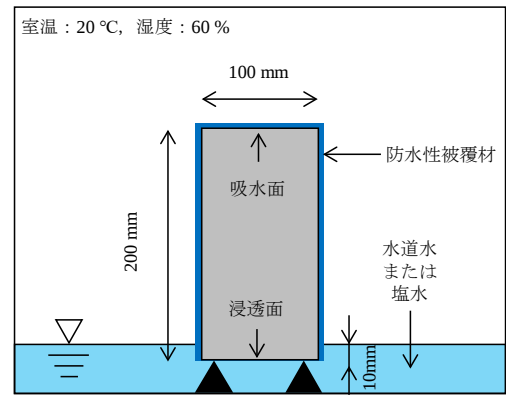


図-2 塩水浸漬試験概要

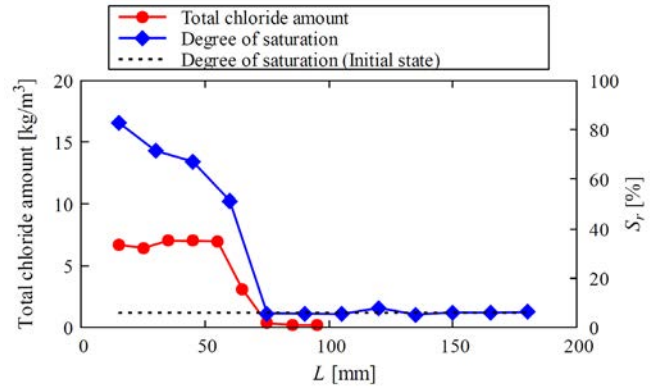


図-3(a) 塩化物イオン量（絶乾状態，1 日浸漬）

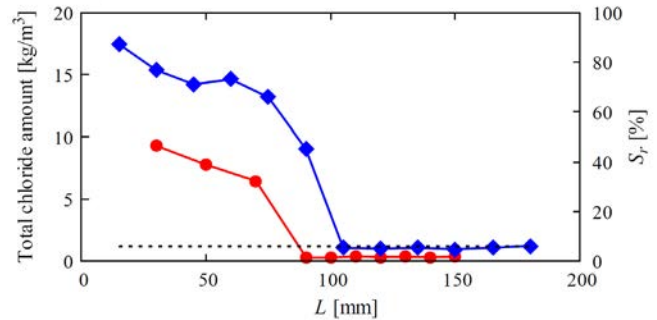


図-3(b) 塩化物イオン量（絶乾状態，3 日浸漬）

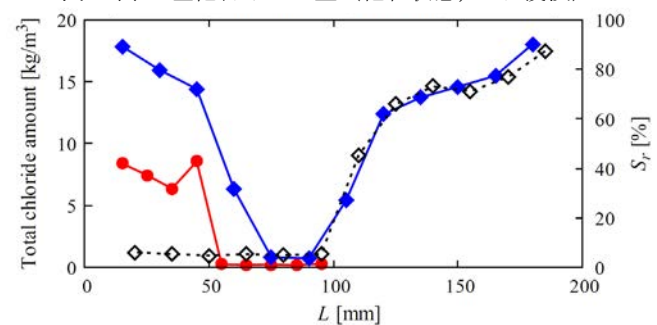


図-4(a) 塩化物イオン量（半乾燥状態，1 日浸漬）

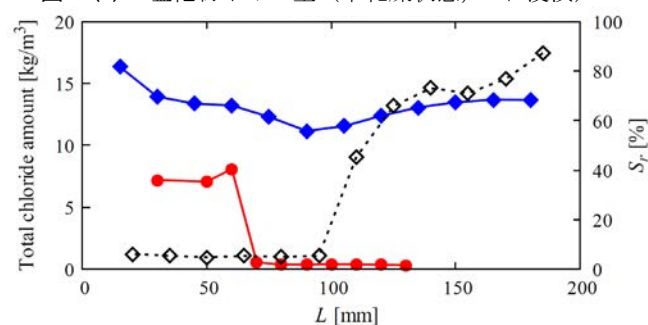


図-4(b) 塩化物イオン量（半乾燥状態，3 日浸漬）