

異なる環境作用の繰返しを受けるモルタル中の塩分移動の予測

金沢工業大学 学生会員 ○手嶋 優佑

金沢工業大学 正会員 宮里 心一

1. はじめに

北陸地方では、冬季のみに道路へ凍結防止剤が散布される。また、季節風により、冬季は多量の塩分が海から飛来する。したがって、特定の季節だけに多量の塩化物イオンがコンクリートに供給され、残りの時期の供給量は少ない。

本研究では、この様な異なる環境作用を屋内促進暴露と屋外暴露の繰返しで模擬して、所定の期間が経過後の塩化物イオン濃度分布を測定した。また、同一の環境中のみにて暴露された場合の塩化物イオン濃度分布を測定し、表面塩化物イオン濃度(以下 C_0 と称す)および見かけの拡散係数(以下 D_c と称す)を算出した。これらの C_0 および D_c を用いて、異なる環境作用が繰返される場合の塩化物イオンの浸透を Fick の拡散則により計算し、測定値と比較した。

2. 実験手順

2.1 供試体

φ50×100mm のモルタルで、W/C=55%の円柱供試体を作製し、打設面以外の底面および側面をエポキシ樹脂で被覆した。

2.2 暴露環境と実験ケース

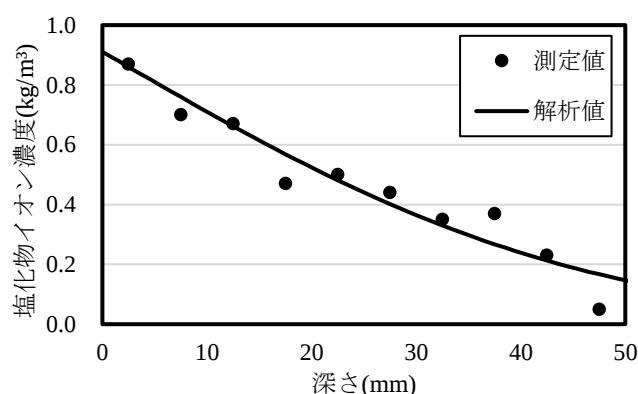
表-1 に実験ケースを示す。ケース A では、春～秋に掛けて、石川県内灘町の海から 100m にて屋外暴露した。ケース B では、屋内にて塩害促進暴露(塩水浸漬・ Cl^- 濃度 3%・65℃中に 0.5 日+気中乾燥・RH50%・65℃中に 3.0 日を 1 サイクル)した。ケース C では、屋外暴露と屋内促進暴露が 16 週まで 4 週毎に繰返された。このケース C は、凍結防止剤を散布する時期と散布しない時期や、季節風を受ける時期と受けない時期をモデル化した。

2.3 測定方法と C_0 および D_c の逆解析方法

暴露終了後、供試体の暴露面から 50mm までは 5mm 毎に、ドリル法により粉末を採取し、可溶性塩化物イオン濃度を測定した¹⁾。その後、Fick の拡散則により、 C_0 および D_c を逆解析で求めた。

表-1 実験ケース

ケース	暴露環境
A	【屋外暴露】 春～秋の石川県内灘町 における海から 100m
B	【屋内促進暴露】 塩水浸漬・ Cl^- 濃度 3.0%・65℃中に 0.5 日 + 気中乾燥・RH50%・65℃中に 3.0 日
C	【異なる環境作用の繰返し】 屋外暴露 4 週→屋内促進暴露 4 週 →屋外暴露 4 週→屋内促進暴露 4 週

図-1 ケース A の 12 週目における Cl^- 濃度分布

3. 結果

3.1 同一環境下における C_0 と D_c の算出

図-1 にケース A の 12 週目における塩化物イオン濃度分布の測定値を示す。これより、 C_0 と D_c を逆解析すると、 0.8kg/m^3 と $11.3\text{cm}^2/\text{年}$ が算出された。

また、図-2 にケース B の 16 週目における塩化物イオン濃度分布の測定値を示す。これより、 C_0 と D_c を逆解析すると、 33.2kg/m^3 と $81.3\text{cm}^2/\text{年}$ が算出された。

3.2 異なる環境が繰返される場合における塩化物イオン濃度分布

表-2 に予測のフローと、比較した測定値を示す。

図-3 では、多量の塩化物イオンが供給された直後の濃度分布をベースに、少量の供給時期の C_0 と D_c

で、将来を予測できるかを検討する。この図より、ケース C の 12 週目における測定値と解析値は、概ね同等であることが認められる。

また、図-4 では、少量の塩化物イオンが供給された直後の濃度分布をベースに、多量の供給時期の C_0 と D_c で、将来を予測できるかを検討する。この図より、ケース C の 16 週目における測定値と解析値は、概ね同等であることが認められる。

4. まとめ

屋外暴露と屋内促進暴露が繰り返される場合の塩化物イオンの浸透を予測できた。したがって、図-5 に示すとおり、塩化物イオンの供給量の多少の時期における C_0 と D_c を入力値として求めれば、凍結防止剤の散布や季節風の影響を受ける環境下のコンクリートにおける、塩分移動も予測できると考えられる。なお、 C_0 は時間の経過とともに増加する²⁾ので、その導入方法は今後の課題である。

謝辞

本研究は、SIP「コンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発 (B1602)」にて実施した。

参考文献

- 1) 後藤年芳ら：硬化コンクリートの全塩化物イオン濃度迅速測定法の開発，コンクリート工学年次論文集，Vol.32，No.1，pp.785～790，2010
- 2) 井口重信，松田芳範：フライアッシュを混和材に用いたコンクリートの塩分浸透予測式に関する実験的検討，セメント・コンクリート論文集，Vol.70，pp.428～434，2016

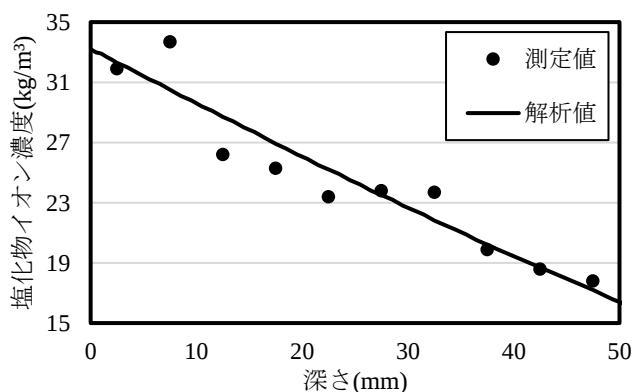


図-2 ケース B の 16 週目における Cl^- 濃度分布

表-2 異なる環境の繰返し作用下の Cl^- 浸透予測と比較対象の測定値

	図-3	図-4
Cl^- 浸透予測フロー	ケース C の 8 週目の Cl^- 濃度分布の測定値 ↓ ケース A の 12 週目の C_0 と D_c を用いて 4 週後の Cl^- 濃度分布の測定値	ケース C の 12 週目の Cl^- 濃度分布の測定値 ↓ ケース B の 16 週目の C_0 と D_c を用いて 4 週後の Cl^- 濃度分布の測定値
比較対象	ケース C の 12 週目の Cl^- 濃度分布の測定値	ケース C の 16 週目の Cl^- 濃度分布の測定値

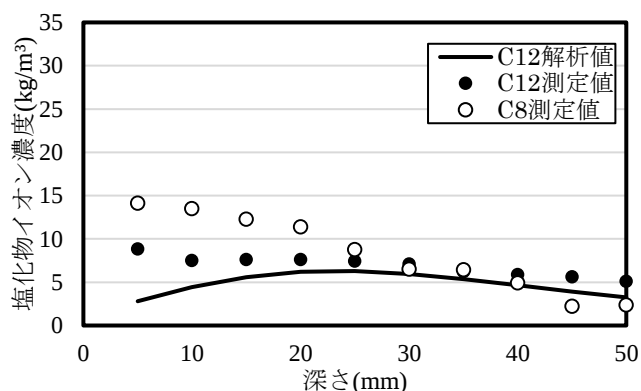


図-3 ケース C の 12 週目における予測値と測定値

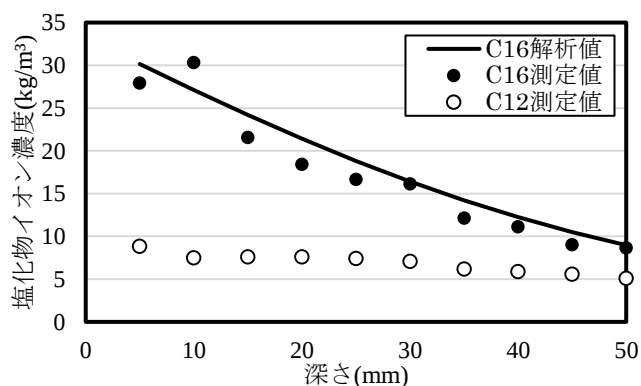


図-4 ケース C の 16 週目における予測値と測定値

s : 夏の値 w : 冬の値					
入力値	C_{0s}	C_{0w}	C_{0s}	C_{0w}	...
	D_{cs}	D_{cw}	D_{cs}	D_{cw}	...
解析期間	→ 9 カ月 間	→ 3 カ月 間	→ 9 カ月 間	→ 3 カ月 間	...

図-5 本研究の活用方法