

凍結防止剤の塩害を想定した塩水吸水実験

Saltwater permeation water absorption experiment which assumed salt damage of deice

苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 ○学生員 平 勇太(Taira Yuta)
苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 渡辺暁央(Watanabe Akio)
苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 廣川一巳(Hirokawa kazumi)

1. はじめに

積雪寒冷地域では、車両の安全な走行を確保するために、凍結防止剤が散布されている。凍結防止剤の主成分は塩化物である NaCl や CaCl_2 などであり、塩化物イオンが含まれた水が伸縮装置部から橋脚や橋台の壁面に流出する。凍結防止剤含んだ水が流出する箇所は限られているため、局所的範囲で塩化物イオンの浸透が大きくなり、鉄筋コンクリート内部の鋼材の腐食し、塩害に繋がる。構造物における塩化物イオンの浸透性を理解することが重要である。

既往の研究において橋脚・橋台を模したコンクリート供試体に塩水流下試験(図-1)を行った結果、塩水流下後(図-2)には塩水流下境界線の外側に白華現象、湿潤範囲の拡大と塩化物イオンが多く浸透していることが認められた。その後、同供試体で真水流下を行った結果(図-3)には、塩水流下時に見られた湿潤範囲の拡大が見られなかった。再び、同供試体で塩水流下を行うと塩水流下境界線外側で湿潤範囲の拡大が見られた。

そこで、本研究では既往の研究で塩水流下時のみに見られた湿潤範囲の拡大は塩化物イオン濃度が関係していると考え、塩化物イオン濃度によって毛管現象による浸透に違いがあるのか、あるいはコンクリート内部にすでに塩化物イオンが含有する状態だと浸透に影響があるのかを検討することを目的とする。

2. 実験概要

寸法が直径 50mm×高さ 100mm の円柱で W/C=50% のモルタル供試体を打設した。配合は水:セメント:細骨材=1:2:4 とする。打設後一週間封かん養生を行った後、一週間かけて 100℃の恒温機内に乾燥させた。絶乾状態になったモルタル供試体を塩分濃度 0%、3.5%、10%、飽和状態(26.4%)にした塩水を水深 10mm にしてそれぞれ容器に入れた。一定環境下を保つために 20℃に設定した恒温機内にモルタル供試体が入った容器を入れ塩分濃度の違いによる塩水吸水実験を行った。また、塩水が蒸発しないように容器には蓋を付けて、測定時のみ外して測定した。

2.1 塩水吸水試験

モルタル供試体をガラス容器に投入後 1、3、5、10、15、20、30、45、60、90、120、180 分、20、24 時間ごとにモルタル供試体の質量を測定した。

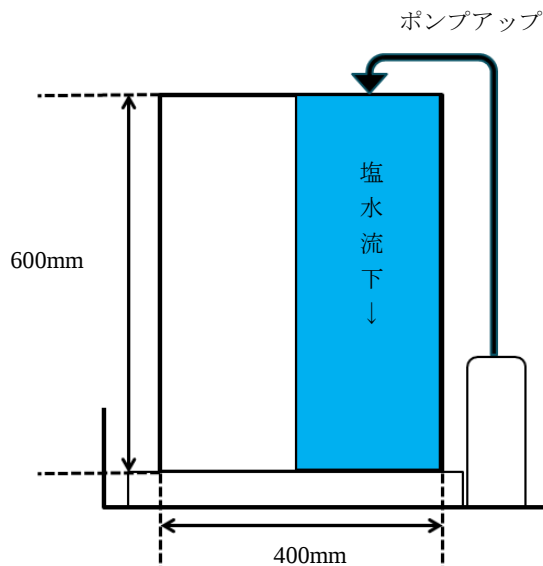


図-1 実験装置概要



図-2 塩水流下

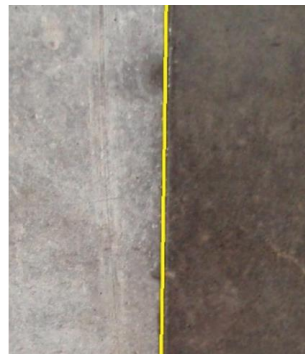


図-3 真水流下

2.2 塩入モルタル供試体を用いた塩水吸水試験

内部に塩化物イオンがある状態の供試体をつくるため塩化物イオン濃度 10kg/m^3 を上の配合に加えた。2.1 と同称の実験を行った。

3. 結果及び考察

図-4 は普通モルタルにおいて塩水吸水試験による時間ごとに塩水がモルタル供試体に吸水した累計量を表に示したものである。図-5 は塩分含有モルタルにおいて、塩水濃度を実施して累計量を示したものである。これらは複数回試験を行い、その結果を平均値にして、図で表している。

3.1. 塩化物イオン濃度の違いによる浸透の検討

図-4 の最終的な浸透累計量は最大で塩水濃度 10%が 20.8 g、最少で塩水濃度 26.4%(飽和)で 16.3 g と最大と最少でおおよそ 5 g も差がある。図の結果から塩分濃度と吸水の明確な関連性が認められないので、塩水濃度の違いが毛管現象による浸透にどう影響を与えているのか不明確である。

3. 2. 塩化物イオン含有モルタルでの吸水の検討

図-5 の浸透累計量は図-4 に比べて半分程度しかないので、塩分含有モルタル供試体だとあまり浸透しないことが分かる。そして、図-5 におけるように各塩水濃度の最終的な浸透累計量は塩水濃度 0%では 9.0 g、塩水濃度 3%で 8.8 g、塩水濃度 10%で 9.0 g、塩水濃度 26.4%（飽和）で 8.4 g となり、おおよそ同等の値となった。しかし、図-4 と比較すると、吸水量は半分程度となっており、モルタル中に高濃度の塩分が含有されていると、吸水量が減少することが明らかとなる。

3.3 塩入コンクリート供試体を用いた塩水流下試験

既往の研究と同じ寸法の供試体について塩水流下部に相当する範囲内に、 5kg/m^3 の塩化物イオンを、境界部に 10 kg/m^3 の塩化物イオン濃度になるように層状にコンクリートを打設して、既往の研究と同様に塩水流下跡を行った。図-6 は流下時の様子である。図-1 では、塩水流下境界線外側で白華現象、湿潤範囲の拡大が見られたが、図-6 では境界線内側に白華現象、境界線外側では湿潤範囲の拡大は観られなかった。したがって、内部に高濃度の塩化物イオンがある場合だと毛管現象による浸透はし難いと考えられる。

4. まとめ

本研究では、凍結防止剤を含む漏水が橋脚等に浸透することを想定して塩水吸水実験を行った。結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 普通のモルタル供試体に対して、塩分濃度の違いによる吸水実験を行った結果、塩分濃度の影響は認められなかった。
- (2) 塩化物イオン濃度 10kg/m^3 が入った供試体と普通のモルタル供試体を比べるとすでに内部に塩分がある供試体は手管現象による浸透がし難い。

よって、既往の研究で真水流下時に流水境界線に湿潤範囲の拡大が見られなかったのは、境界線外側のコンクリート内部の塩分濃度が高かったためと考えられる。

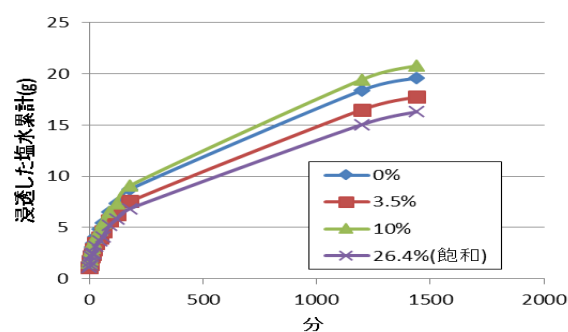


図-4 モルタル供試体の塩水吸水試験結果

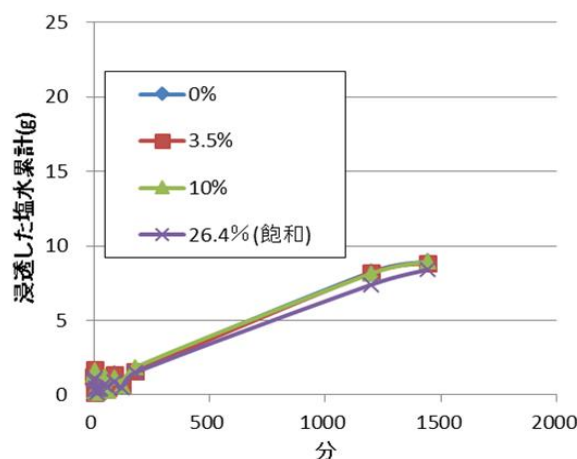


図-5 塩入モルタル供試体の塩水吸水試験結果

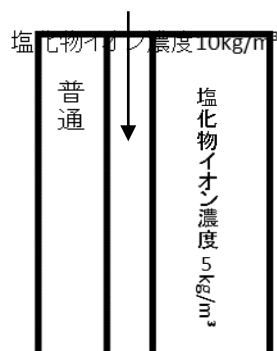


図-6 塩入コンクリート供試体の塩水流下後

参考文献

- 1) 藤川篤司, 渡辺暁央, 廣川一巳, 石川裕一: 塩水流下によるコンクリート中の塩化物イオンの浸透性状に関する研究, プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, Vol. 22, pp173~176, 2013. 10
- 2) 梶原碧, 渡辺暁央, 近藤崇, 石川裕一: 凍結防止剤を含む漏水を想定した供試体中の塩化物イオンの蓄積に関する検討, プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, Vol. 24, pp475~478, 2015. 10