

橋脚・橋台を模したコンクリート供試体における塩害に関する実験的検討

Experiments on Chloride Induced Deterioration in Concrete Specimen Modelled like Piers and Abutments in Bridges

苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 ○学生員 藤川篤司 (Atsushi Fujikawa)
 苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 正 員 渡辺暁央 (Akio Watanabe)
 苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 正 員 廣川一巳 (Kazumi Hirokawa)

1. はじめに

本研究は、凍結防止剤によるコンクリートの塩害劣化に関する研究である。積雪地域では冬期に凍結防止剤が散布されることにより塩害が発生する。塩害は凍結防止剤が飛散する箇所あるいは、凍結防止剤を含む路面排水が、橋脚や橋台の壁面に流出(漏水)する局所的範囲に限られる。そのため、鉄筋コンクリート構造物の局所的範囲のみ劣化するため、維持管理の効率が良くない。また、塩分が供給されている範囲より外側において劣化の進行が速く、問題視されている。これは、塩分供給範囲の境界において、コンクリート中の塩分濃度差によるマクロセル腐食に伴う劣化であると考えられている。しかし、著者らも、塩分供給側から乾燥側への毛管現象による塩分移動原因の1つと考えている。すなわち、凍結防止剤の塩害では、深さ方向の一次元の塩分拡散のみでなく、二次元の拡散を考慮する必要があると思われる。

本研究では、橋脚・橋台の凍結防止剤による塩害を模擬するため、供試体の一部に塩水を定期的に供給させる実験を行った。塩分の供給範囲の境界における塩化物イオンの浸透状況を把握し、二次元的な塩分拡散の状況を把握することを目的とする。

2. 実験概要

寸法が高さ 600mm×幅 400mm×厚さ 120mm で、W/C=55%のコンクリート供試体を打設した。配合を表-1に示す。打設後1週間の湿潤養生を行った後、3ヶ月間、屋外にシートを覆って放置した。図-1に示すように、供試体の型枠脱型面(600mm×400mmの面)の半分に濃度3.5%の塩水を流下させる装置を作製した。塩水の流下頻度は、1日の塩水流下と6日間の放置(室内での自然乾燥)を繰り返すものとする。

塩水流下実験開始後は、塩水流下停止後に外観観察を実施するとともに、塩水流下の境界付近での数ヵ所において、JSCE-G 573-2003に従いφ20mmのドリルを使用して、深さ0-20mm、20-40mm、40-60mm、60-80mmで粉末試料を採取し、JIS A 1154に従い塩化物イオン電極を用いた電位差滴定法による塩分濃度試験を実施した。なお、塩分浸透の経時変化を比較するために、1ヵ月および3ヵ月での2回の試料採取を行った。採取位置は垂直方向の位置を変化させず、水平方向の位置を供試体の下部の方から順に変化させて削孔した。また、削孔後は補修を行い、削孔を通じて塩分が浸透しないようにした。

表-1 配合

単位量(kg/m ³)				
セメント	水	細骨材	粗骨材	AE 減水剤
250	138	817	1189	2.5
W/C (%)	s/a (%)	スランブ (cm)		空気量(%)
55	41	8		5

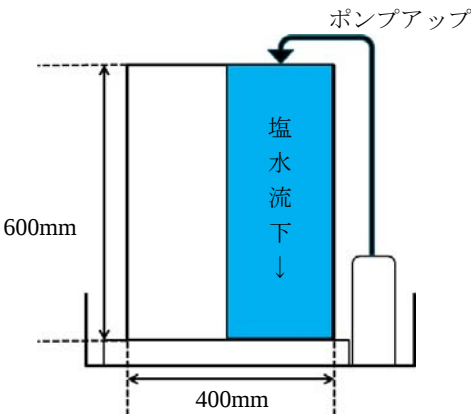


図-1 実験装置概要

3. 結果および考察

写真-1は、塩水流下実験開始から1ヵ月および3ヵ月経過し塩水流下の停止後、塩水流下境界付近の外観を示したものである。1ヵ月間の塩水流下後には、境界線(点線)より乾燥側に塩水が浸透し濡れていることが分かる。また、濡れている部分と乾燥部分との境界線上に白華現象が確認された。塩水流下によって生じた濡れの範囲は、1ヵ月のものより3ヵ月塩水流下を行ったものの方が、2倍以上外側(乾燥側)に拡大し、それに伴い白華現象も移動した。

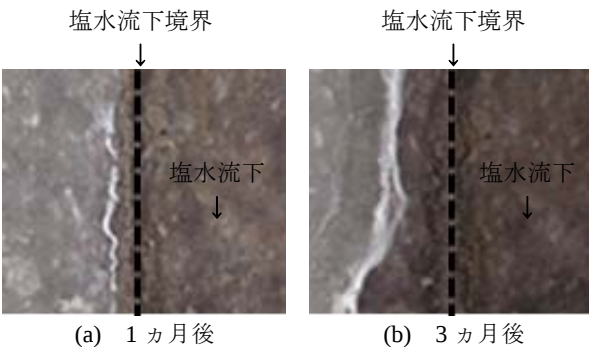


写真-1 塩水流下境界付近の外観

図-2は、塩水流下による塩化物イオン濃度浸透実験の結果を示したものである。塩水流下を繰り返すことにより、0-20mmの範囲内で塩化物イオンが蓄積されていることが確認される。塩水流下境界内側と塩水流下部においては塩化物イオンの浸透量はほぼ変わらない。また、深さ20mmより深いところにおいては、ほとんど塩化物イオンは浸透していないことが分かる。一方、塩水流下境界外側においては、20mmより深いところでも浸透量は多く、1ヵ月よりも3ヵ月の方が浸透量が多いことが顕著に表れている。鋼材の腐食は、外部から内部コンクリート中へ塩化物イオンの浸透が発生する場合、単位体積当たり $1.2\sim 2.4\text{kg/m}^3$ 程度から、鋼材の腐食が始まるとされている。塩水流下境界外側では、40-60mmの範囲で 1.2kg/m^3 を超えており、かぶりがその範囲で設計された構造物は、3ヶ月の塩水流下のサイクルで、鋼材の腐食が深度に達し構造物に影響を与える可能性がある。また、表層(0-20mm)付近でのデータは、浸透量が非常に多くなっている。この要因として考えられることは、本実験で試料の採取を行う際に、写真-1にある白華現象によって生成された白華を除去しなかったため、つまり、単に供試体表面に付着した塩分が多く、試料採取の際にこの塩分が混入したことが原因と判断される。

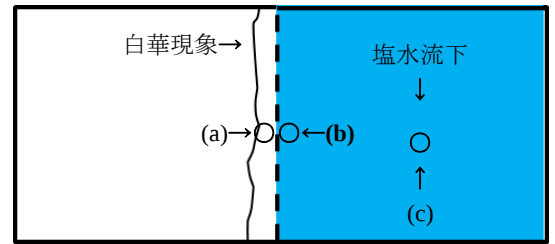
これらのことから、塩水が流出している範囲内では塩化物イオンの浸透量はほとんど変化せず、塩水流下境界外側のみ多く浸透しているので、凍結防止剤を含む水が流出(漏水)した場合でも同様の結果が得られると予想される。しかし、実際の橋脚や橋台では夏期に雨水が流出している。この現象によりコンクリート構造物の表面に付着している塩分や、含有されている塩分を溶出させる効果があるかどうかを調査し、塩化物イオンの浸透状況がどのようになっているかを検討する必要があると考える。

4. まとめ

- (1) 塩水を流下させた場合、1回の流下後からすぐに白華現象は見られた。その後も濡れの範囲は徐々に拡大していき、白華現象もそれに伴い外側(乾燥側)に移動した。白華そのものも幅広く、厚みのあるものへと変化していった。
- (2) 塩水流下による塩化物イオンの浸透量は、塩水流下部と塩水流下境界内側ではほぼ同じであった。一方、塩水流下境界外側では白華が発生している表面の部分だけでなく、20mm-40mmの深さでも塩化物イオンが多く浸透していることが確認された。

【参考文献】

- 1) 青山實伸：現場技術者のための塩害対策ノート、pp.20、2012
- 2) 渡辺暁央、小保田剛規、河野成弘：凍結防止剤による下部工の塩化物イオンの浸透性に関する考察、コンクリート工学年次論文集、Vol.30、No.1、pp.741-746、2008



◎：試料採取位置

(a)塩水流下境界外側

(b)塩水流下境界内側

(c)塩水流下部

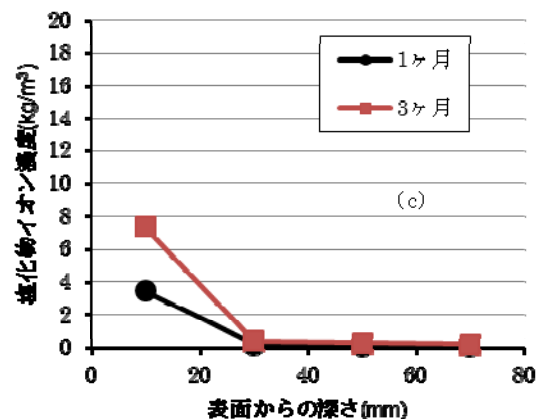
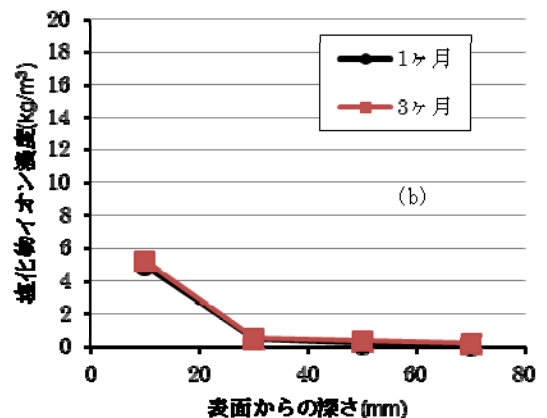
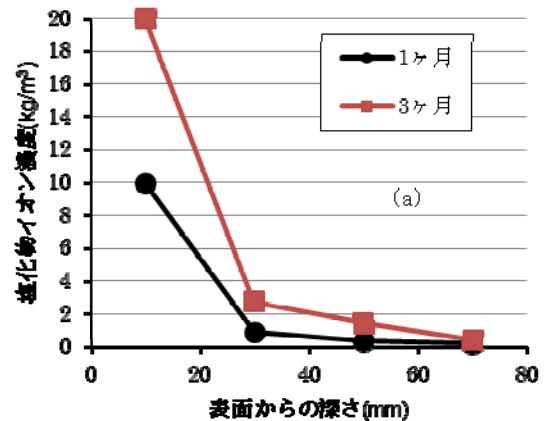


図-2 塩化物イオン濃度試験結果