

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

苫小牧工業高等専門学校 学生員 ○藤川 篤司

苫小牧工業高等専門学校 正会員 渡辺 暁央

苫小牧工業高等専門学校 正会員 廣川 一巳

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 正会員 石川 裕一

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 であり、凍結防止剤を散布することにより、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が進む。また、塩水が常に流出している範囲の乾燥側で塩化物イオン浸透量が大きくなっており、一様に塩化物イオンがコンクリート構造物へと浸透していないことも、老化を複雑化させている。

そこで、本研究では冬季に凍結防止剤を含んだ水が伸縮装置部から流出する現象を再現するため、橋脚・橋台を模したコンクリート供試体に塩水を流下させる実験を行った。塩水を流下させている範囲の各箇所において、塩化物イオンの浸透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)を繰り返すものを 1 サイクルとし、12 サイクル行う。

塩水流下実験開始後、1 サイクル毎に外観の目視観察を実施し、4 サイクル毎に塩水流下の境界付近での数か所において、JSCE-G 573-2003 に従い $\phi 20\text{mm}$ のドリルを使用して、深さ 0-20mm, 20-40mm, 40-60mm,

60-80mm で粉末試料採取し、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化物イオン濃度実験を実施した。なお、塩分浸透の経時変化を比較するために、1 ヶ月(4 サイクル)、2 ヶ月(8 サイクル)および3 ヶ月(12 サイクル)での3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 (%)	スランプ (cm)		空気量(%)
55	41	8		5

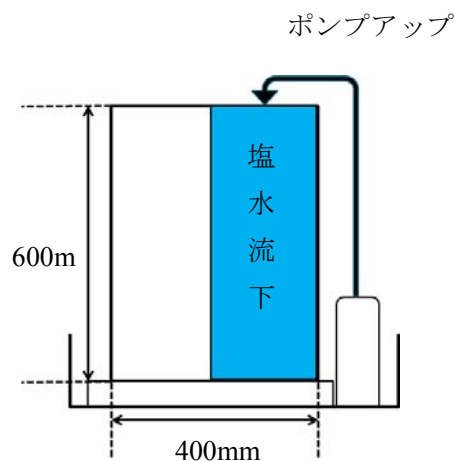


図-1 実験装置概要

3. 結果及び考察

図-2 は、塩水流下によりコンクリート供試体内の塩化物イオンの量がどのように変化したかを、採取場所別に示したものである。塩水流下境界内側と塩水流下中心部においては、塩化物イオンの浸透量は

キーワード 塩害、凍結防止剤、電位差滴定法、塩化物イオン濃度

連絡先 〒059-1275 北海道苫小牧市字錦岡 443 TEL 0144-67-8057

ほぼ変わらない。また、深さ 20mm よりも深いところにおいては、塩化物イオンの浸透はほとんど確認されなかった。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 ヶ月よりも 3 ヶ月の方が浸透量が多いことが顕著に表れている。これは、塩水流下部ではコンクリートの内部が水により飽和されているため塩化物イオンが浸透しにくくなっており、塩水流下境界外側では乾燥しているので塩水が浸透しやすい状況になっていると考えられる。また、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 $1.2\text{--}2.4\text{ kg/m}^3$ 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 1.2 kg/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、鋼材の腐食深度に達し構造物に影響を与える可能性がある。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、乾燥側(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した場合でも同様の結果が得られると予想される。

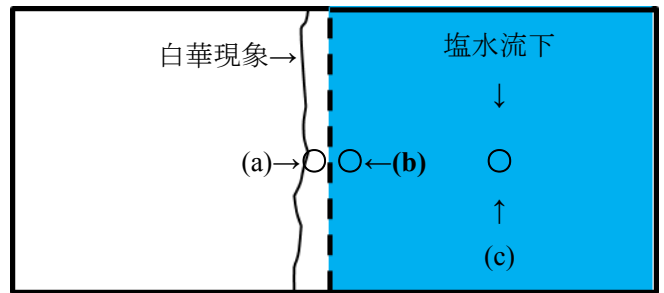
4. まとめ

本研究では、コンクリート供試体に冬期間を想定して塩水を流下させ、供試体中の塩化物イオン濃度を塩化物イオン電極を用いた電位差滴定法により測定した。結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 塩水流下による塩化物イオンの浸透量は、塩水流下中心部と塩水流下境界内側では近似していることが確認された。
- (2) 塩水流下境界外側で 20mm よりも深い領域でも塩化物イオンが多く浸透しており、40-60mm の範囲では内部コンクリート中の鋼材の腐食が始まる塩化物イオン濃度に達している。

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.8 - 30, 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, pp741-746, 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

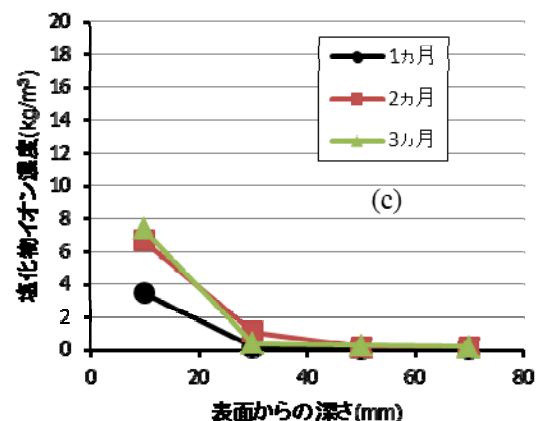
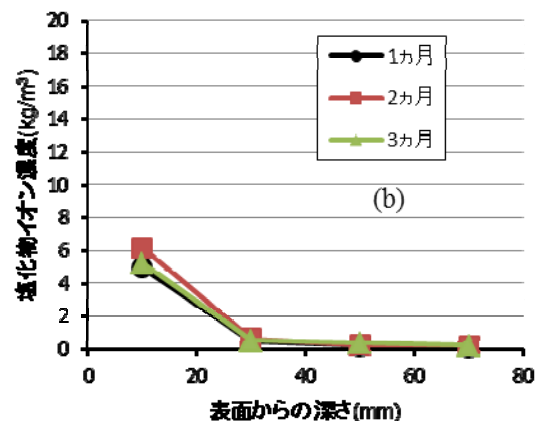
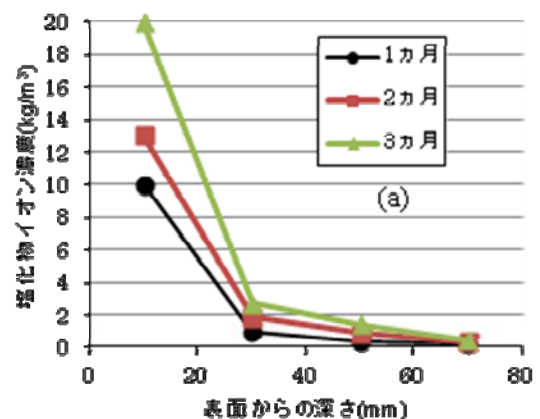


図-2 塩化物イオン濃度試験結果