

モルタル板による凍結防止剤由来の浸透塩分量の評価に及ぼす諸要因の影響

東北大学 正会員 ○皆川 浩 宮本 慎太郎 久田 真
 ネクスコ・エンジニアリング東北 正会員 早坂 洋平 羽柴 俊明 佐々木 楓
 東日本高速道路 正会員 曾田 信雄 鈴木 貴洋

1. はじめに

凍結防止剤の散布量が多い地域において、モルタル板の暴露試験などで環境作用となる塩分量を評価し、RC部材の鋼材腐食リスクを定量化することは、構造物の維持管理において有用である。評価においては統一された試験方法が望ましいが、試験方法の諸要因が結果に及ぼす影響が不明確なため、まずは試験方法の確立に資するデータの蓄積が必要である。本研究では、橋梁RC製壁高欄を対象部材とし、厚さ15 mmのモルタル板を暴露することで、モルタル板による凍結防止剤由来の浸透塩分量の評価に及ぼす設置回収時期・暴露面の粗度・養生の影響を実験的に評価した。

2. 測定概要

(1) 飛散塩分量計測方法

既報¹⁾と同じ装置にてモルタル板(直径100 mm×厚さ15 mm)を対象部材に設置した。回収に際しては、乾いた紙ウェスでモルタル板に付着した汚れを取り除いた。所定の期間で回収したモルタル板の内部の塩分量をJIS A 1154にて定量し、モルタル体積あたりの塩分濃度を算出した。なお、JIS A 1154の分析に供したのは、モルタル板の中央4 cm四方の部分である。さらに、式(1)によって塩分浸透量に換算し、評価に用いた。

$$J_{Cl} = \frac{(C_{Cl,T} - C_{Cl,0}) \cdot t}{T} \times 10 \quad (1)$$

ここで、 J_{Cl} : 塩分浸透量 (mg/(dm² day)), $C_{Cl,T}$: 回収時のモルタル板中の塩分濃度 (kg/m³), $C_{Cl,0}$: 暴露開始前のモルタル板中の塩分濃度 (kg/m³), t : モルタル板の厚さ (mm), T : 暴露期間 (day) である。

(2) モルタル板の作製方法

使用したモルタルはJIS R 5201に従って製造した。練混ぜたモルタルはプラスチック製シャーレに投入し、テーブルバイブレータで締め固めを行い、打込み面をコテで成型した。その後、表-1の注釈に示す方法で養生した。

暴露開始材齢は115日である。

暴露面はシャーレと接する打設底面部(以下、型枠仕上げ)またはコテで成型した打込み面(以下、コテ仕上げ)である。さらに、型枠仕上げの面に鉛直あるいは水平方向に深さ2 mm、幅1 mmのスリットを1 cm間隔で切削するものを用意した(それぞれ、型枠/溝あり/鉛直、型枠/溝あり/水平)。暴露面以外はアルミテープでシールした。

(3) 設置対象部材と暴露条件

設置対象部材は、東北自動車道・大衡IC～古川IC間の橋梁(橋長: 403.950 m, 有効幅員: 上り線・下り線ともに10.000 m)のRC製壁高欄である。立地環境は内陸部で、海洋からの飛来塩分の影響はない。装置は舗装面から0.7 mの高さで壁高欄の内側または外側に設置した。表-1に実験要因・水準と暴露条件を示す。

3. 測定結果と考察

(1) 設置・回収時期が浸透塩分量に及ぼす影響

図-1の縦軸は2015年度10月から半年間曝露したデータ(秋冬期・約0.5年暴露)と2016年度4月から半年間曝露したデータ(春夏期・約0.5年暴露)を、横軸は2015年度10月から1年間暴露したデータを示している。図-1より、浸透塩分量のほとんどは秋冬期にモルタル板内部へ浸透し、春夏期にはほとんど浸透しないことが認められる。さらに、秋冬期・約0.5年暴露の浸透塩分量は約1.0年間曝露したものよりも2倍以上大きくなることが認められる。これらより、飛散塩分は冬季にモルタル板内部に浸透するが、一部の塩分は春夏期にかけて雨水で洗い流され则认为られる。

(2) 暴露面の粗度が浸透塩分量に及ぼす影響

図-2に同一位置・同一暴露期間に暴露した表面粗度の異なるモルタル板の浸透塩分量の測定結果を示す。図-2より、表面粗度が最も小さい型枠/溝無しがもっとも浸透塩分量が小さいことがわかる。コテ仕上げと比

キーワード 塩害, 凍結防止剤, 環境外力評価, 飛散塩分, 飛来塩分, 表面塩化物イオン濃度

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL 022-795-7430

表-1 実験要因・水準と暴露条件

シリーズ名	設置箇所数	暴露面の状態	養生方法※	曝露期間	暴露時期
設置・回収時期の影響評価	上り@0 下り@6	型枠/溝無し	水中	約0.5年 約1.0年	10～11月中旬に設置，翌年の同時期に回収 10～11月中旬に設置，翌年4～5月中旬に回収 4～5月に設置，同年10～11月中旬に回収
暴露面の粗度の影響評価	上り@2 下り@2	型枠/溝無し コテ/溝無し 型枠/溝あり/鉛直 型枠/溝あり/水平	水中	約1.0年	10～11月中旬に設置，翌年の同時期に回収
養生の影響評価	上り@2 下り@2	型枠仕上げ	水中，CH 封緘，気中	約1.0年	10～11月中旬に設置，翌年の同時期に回収

※1日間は湿気箱内にて養生し，その後，暴露開始まで次のように実施した．水中：水中養生，CH：Ca(OH)₂飽和溶液中養生，封緘：ラップにて封緘してR.H.90%の湿気箱内にて保管，気中：5日間封緘養生後にR.H.60%環境下での気中養生．養生温度は20℃一定．

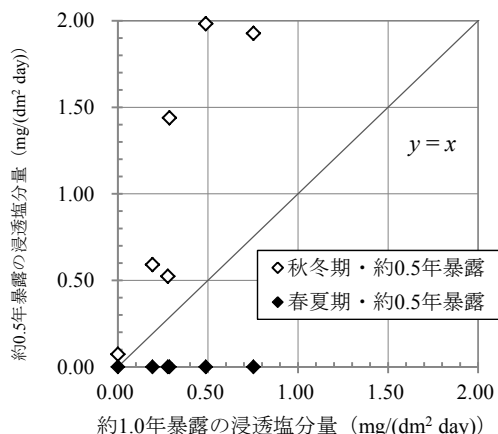


図-1 暴露時期の影響

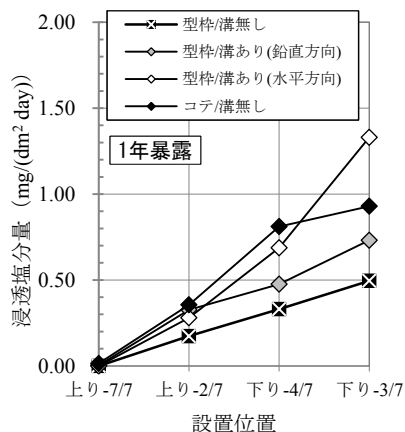


図-2 暴露面の粗度の影響

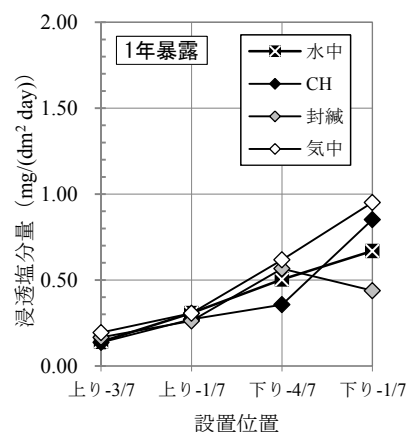


図-3 養生の影響

較して，型枠仕上げの方が極めて表面が平滑で，かつ，水滴を垂らすと目視で確認できるレベルで接触角が大きく，濡れにくかった．このことから，材料が同一であっても供試体の濡れ性状によって試験結果が変化すると考えられる．

さらに，図-2で溝ありの供試体の試験結果を比較すると，鉛直方向よりも水平方向の溝がある供試体の方が浸透塩分量は大きくなった．これは，溝が鉛直方向にあると，溝に入った液状水は重力で下に垂れ，モルタル板表面に接触している時間が短くなるのに対し，溝が水平方向にあると，液状水は供試体表面に留まりやすいことが原因であると考えられる．つまり，溝に入り込んだ液状水が長く留まるほど，冬季においては液状水に含まれる塩分はモルタル中へ多く浸透することになる．一方，冬季以外の季節では，液状水がモルタル板表面に留まることで雨水による洗い流し効果が低下したと考えられる．

(3) 養生が浸透塩分量に及ぼす影響

図-3より，R.H.60%気中養生したモルタル板が最も浸透塩分量が大きくなる傾向が認められる．しかし，その差は図-1や図-2に示した暴露時期や表面粗度の違いと比較すると小さい．ただし，本研究における気中

養生は初期に5日間の封緘養生を施しているため，初期の養生条件が著しく悪い場合は，浸透塩分量は大きくなる可能性がある．一方，本研究の範囲では，浸透塩分量に養生の差は見出し難かったことから，適切な養生が施された構造物であれば，実験室で製作したモルタル板との浸透塩分量の差異は，養生よりも表面粗度の違いが支配的になると考えられる．

4. まとめ

凍結防止剤散布環境下の橋梁のRC製壁高欄にモルタル板を設置して浸透塩分量を評価した．その結果，次の知見が得られた．

- 1) モルタル板への塩分浸透のほとんどは冬季に発生し，浸透塩分の一部は春夏期に雨水で洗い流される．
- 2) モルタル板の表面粗度の違いは試験結果に影響する．
- 3) 良質な養生であると浸透塩分量が小さくなる傾向が確認されたが，その傾向は暴露時期や表面粗度の違いと比較すると小さい．

参考文献

- 1) 山口ら：モルタル板供試体による凍結防止剤由来の飛散塩分量の評価，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol. 70，pp. 141-142，2015.9.

謝辞 本研究の遂行に際し，弘前大学教授・上原子晶久氏，秋田大学教授・徳重英信氏，岩手大学准教授・小山田哲也氏にご協力いただきました．ここに謝意を表します．