

凍結防止剤散布地域の床版における表面塩化物イオン濃度と塩害耐久性評価

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)	正会員	○ 辻角 学
中日本高速道路株式会社	正会員	稲葉 尚文
		本庄 正樹
		空閑 健作

1. はじめに

北陸地方は積雪寒冷地であり、冬期の主要幹線道路では主に凍結防止剤（塩化ナトリウム）の散布によって道路交通の安全が確保されている。その結果、床版の上面には塩化物イオンが蓄積され、今日までに多くの損傷が報告されている。しかしながら、このような凍結防止剤散布下における塩分調査の報告事例は少なく、実務上の判断には困難を伴うことも多い。その最大の困難は表面塩化物イオン濃度の設定方法である。

本稿は、凍結防止剤散布下の床版における塩分調査結果を報告するとともに、高速道路リニューアル事業において北陸地方の床版取替工事を実施するうえで表面塩化物イオン濃度を設定し、標準的な材料、防錆仕様の決定を行った結果を報告するものである。

2. 塩害による床版耐久性の評価方法

NEXCO 中日本における取替床版（プレキャスト PC 床版）の標準的な配筋例を図 1 に示す。鉄筋、PC 鋼材の防錆の有無および仕様、コンクリート種別を、耐久性 100 年の確保を前提に、式(1)^{1),2)}より決定する。式中 C_0 が表面塩化物イオン濃度(kg/m³)であり、結果に与える影響が大きい。

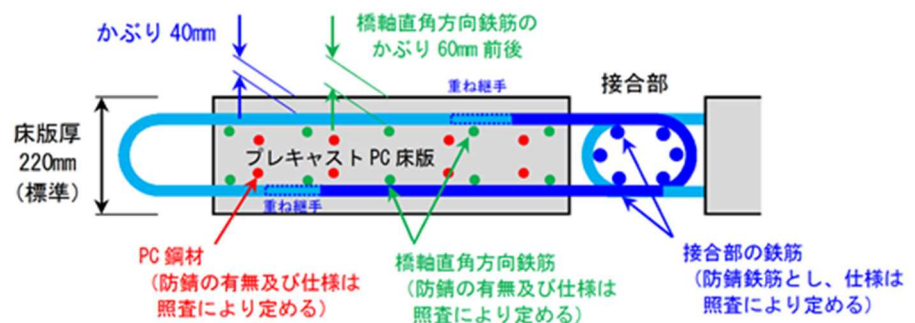


図 1 標準的な配筋例

3. 表面塩化物イオン濃度の設定

北陸自動車道各区分における橋梁床版の塩分量調査結果を表 1 に示す。全ての橋で防水層は設置されていない。調査は路面より $\phi 25\text{mm}$ のコアを抜き、深さ方向に 20mm ごと 5 つのスライス試料を作成し、最上縁の結果をもって表面塩化物イオン濃度とした。

$$C_d = \gamma_{cl} \cdot C_0 \left(1 - \operatorname{erf} \left(\frac{0.1}{2\sqrt{t}} \left(\frac{C_d}{\sqrt{D_d}} + \frac{C_{epd}}{\sqrt{D_{epd}}} \right) \right) \right) + C_i \quad (1)$$

記号の定義は、参考文献 1),2)による

各区分でも比較的多いデータ数が得られているが、調査区分によるばらつきが大きく、また凍結防止剤の散布量との明らかな相関も認められないことから、表面塩化物イオン濃度は全区間の平均値 + 3 × 標準偏差により設定することとした (3.172kg/m³)。このときの超過データは 3% 程度である。

4. 耐久性照査結果

式(1)により耐久性評価（耐久性 100 年を確保できる表面塩化物イオン濃度の限界値算出）を行った結果を表 2 に示す。式中のパラメータは基本的に参考文献 1),2)に基づいて算出しているが、水セメント比は北陸道近隣の PC メ

キーワード 床版, 凍結防止剤, 塩害, エポキシ樹脂塗装鉄筋

連絡先 〒920-0365 石川県金沢市神野町東 170 中日本高速道路株式会社金沢支社 TEL:076-240-4984

一カー工場における過去 5 年間の実績平均から 34.7%とした。また、防水層については、マルチレイヤプロテクションの考え方をうい、塩化物イオンの遮断効果を考えないこととした。

表 2 より、CASE2~CASE4 で表面塩化物イオン濃度 3.172kg/m^3 における耐久性 100 年を満足していることが解る。すなわち、混合セメントを用いない場合には CASE2（主鉄筋：エポキシ樹脂塗装）、混合セメントを用いる場合には CASE3（主鉄筋：普通鉄筋）が選択肢となる。過去に NEXCO で実施

した PC 床版の輪荷重載荷試験では、通常の荷重において押し抜きせん断破壊には至っていないものの、ひび割れの発生が確認されている。2 方向 PC によりひび割れの発生を抑制するなどの方法もあるが、そのような格別の対処を採らない場合には、ひび割れによる急激な塩分浸透に配慮して鉄筋は防錆することが望ましい。よって表面塩化物イオン濃度 3.172kg/m^3 においては、CASE2 の仕様（早強セメント、主鉄筋：エポキシ樹脂塗装）が好ましいと考えられた。

表 1 表面塩化物イオン濃度

IC間	調査箇所数	表面塩化物イオン濃度(kg/m^3)			【参考】 H1~H22 凍結防止剤 累積散布量(t/km)
		平均 μ	標準偏差 σ	特性値 $\mu + 3\sigma$	
敦賀IC~今庄IC	24	0.495	0.103	0.803	1750
今庄IC~武生IC	33	1.010	0.441	2.332	849
鯖江IC~福井IC	78	0.600	0.468	2.005	873
富山IC~立山IC	96	0.781	0.567	2.480	1150
魚津IC~黒部IC	96	0.978	1.209	4.605	1042
全区間	327	0.798	0.791	3.172	1138

表 2 耐久性照査結果

CASE	セメント種別	配力筋	主鉄筋	PC鋼材	耐久性100年を確保できる 表面塩化物イオン濃度 $C_0(\text{kg/m}^3)$ の限界値
1	早強セメント	エポキシ樹脂 塗装鉄筋	普通鉄筋	普通PC鋼材	$C_0 \leq 2.96$
2	早強セメント	エポキシ樹脂 塗装鉄筋	エポキシ樹脂 塗装鉄筋	普通PC鋼材	$C_0 \leq 3.18$
3	高炉セメントB種相当 (フライアッシュセメントB種相当)	エポキシ樹脂 塗装鉄筋	普通鉄筋	普通PC鋼材	$C_0 \leq 12.29(4.02)$
4	高炉セメントB種相当 (フライアッシュセメントB種相当)	エポキシ樹脂 塗装鉄筋	エポキシ樹脂 塗装鉄筋	普通PC鋼材	$C_0 \leq 14.57(4.34)$

5. まとめ

- 北陸道における表面塩化物イオン濃度を調査全区間の平均値 + $3 \times$ 標準偏差より設定した
- 上記により設定された表面塩化物イオン濃度 3.172kg/m^3 においては、主鉄筋をエポキシ樹脂塗装仕様とすることで、100 年の耐久性が満足されることを確認した。
- 塩分調査については今後もデータの拡充を図り、適正な表面塩化物イオン濃度を採用していく必要がある。

参考文献

- 1) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書 設計編，2013.3
- 2) 土木学会：エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針，コンクリートライブラリー112，2003.11