

積雪寒冷地の塩化物供給を考慮した RC 床版の寿命診断

(株)土木技研 正会員 新銀 武

千葉大学大学院 工学研究科 建築・都市科学専攻 学生会員 ○鈴木 大輔

岩手大学 工学部 建設環境工学科 正会員 出戸 秀明, 岩崎 正二

1. まえがき

経済や社会情勢の変化に伴い、社会資本の更新はより難しくなることが予想される中、既設橋梁を補修・補強しながら、長く有効に維持・管理していくことが課題となっている。鋼橋の鉄筋コンクリート(以下 RC)床版は劣化が段階的に進行する橋梁の代表的部材であり、劣化を早期発見し対処することが橋梁全体の健全性確保の上からも重要といえる。RC 床版の主な劣化の原因は、自動車活荷重による疲労損傷が挙げられるが、積雪寒冷地では、冬期に散布される融雪剤から供給される塩化物による塩害も顕著化しており、凍結融解作用などの他の要因と複合され、深刻な劣化状態となっている場合が多い。図-1 に塩害により RC 床版の鉄筋腐食が進行した状況を示す。本論文では積雪寒冷地における RC 床版の融雪剤による塩害に着目し、岩手県内の国道に位置する橋梁を対象に道路上面から RC 床版に供給される塩化物イオン濃度の測定を行い、塩化物に対する RC 床版の寿命評価を行うとともに床版劣化と塩害との関係を明らかにする。



図-1 床版劣化事例

2. 塩化物イオン濃度調査

2.1 調査対象橋梁と調査内容

調査対象橋梁は岩手県内の国道 106 号線に位置する川内橋とした。冬季は融雪剤散布などの管理が行われており、床版劣化が進行し床版打ち換え補修工事が施工されている。調査は橋梁舗装下の床版コンクリート部に含まれる塩化物イオンに着目して実施した。図-2 に示すようにして、床版コンクリート部からコアを採取し、床版上面から 1 cm 毎にコアを切断して塩化物イオン濃度の測定実験を行なった。

2.2 調査結果と考察

図-2,3,4 に床版上面から 1 cm 毎に塩化物イオン濃度を測定した結果を示す。塩化物イオン濃度の拡散状態の推定は独立行政法人土木研究所が提案している塩化物イオン濃度分布簡易分析シート¹⁾を用いた。実測された塩化物イオン濃度をフィックの拡散方程式(式(1))に当てはめることで、任意の時点における任意深さの塩化物イオン濃度の推定が可能である。本論文では任意深さを床版上側主鉄筋位置(床版表面から 35 ~ 45mm の位置)で設定し、鉄筋の発錆限界値である 1.2kg/m^3 に達するまでの寿命推定を行なった。

ここで、

$$C(x,t) = C_0 \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{0.1 \times x}{2\sqrt{D \cdot t}} \right) \right\} + C_1$$

$C(x,t)$: t 年経過後の、表面から x(mm)の塩化物量(kg/m^3)
 C_0 : 表面塩化物量(kg/m^3)
 C_1 : 初期塩化物量(kg/m^3)
 D : 拡散係数
 $\operatorname{erf}()$: 誤差関数

..... (1)

キーワード：塩害 積雪寒冷地 塩化物イオン濃度 寿命評価

連絡先：〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33 Tel:043-290-3528 Fax:043-290-3558

図-2 は路肩付近の塩化物イオン濃度分布である。床版上面から 5 cm の範囲全体で管理限界値を超えている。川内橋が曲線橋で横断勾配が片勾配であることから、路肩付近は線形的に雨水とともに塩化物イオンも溜まりやすい場所といえる。路肩付近では塩害の他に、試料採取付近で床版の土砂化が確認できた。図-3 はセンターライン付近の塩化物イオン濃度分布である。路肩付近よりも全体で管理限界値を大きく上回る結果となった。線形的に勾配の低い路肩付近よりも勾配の高いセンターライン付近の方が高濃度の塩化物イオンが溜まった原因として、道路面上の轍が考えられる。自動車の繰返し走行で生じた轍によって路面に凹凸が出来たことでセンターライン付近にも雨水が溜まりやすくなり、塩化物が溜まったものと考えられる。図-4 は歩道付近の塩化物イオン濃度分布である。先の二箇所とは異なり、全体で管理限界値を下回っている。

(1)式から寿命評価を行なったところ、塩化物供給に対する寿命は路肩付近で 10 年、センターライン付近で 8 年、歩道付近で 100 年以上という結果となった。このことから、路肩・センターライン付近では架設後早期に塩害が発生した可能性が高い。それに対し、歩道付近では 100 年が経過しても鉄筋の位置で管理限界値を超えないという結果を得たことから、歩道付近の塩害は他と比べて被害が小さいと考えられる。上側鉄筋の腐食が耐久性的に問題となる路肩付近やセンターライン付近の評価結果から、橋梁全体としては川内橋の塩化物供給に対する寿命は 10 年程度と考えてよい。融雪剤の供給が過去 15 年前程度から増えだしたことを考慮すると、川内橋は既に塩害が発生している可能性が非常に高く、その寿命は 10 年以下であることが言える。さらに、川内橋の床版打ち換え時に鉄筋の腐食が確認できたことから、今回の解析結果と同様の損傷が確認された。また、路肩のコア採取位置付近で床版の土砂化も確認できたことから、塩害に加えて凍結融解作用などとの複合劣化により床版劣化は更に深刻化しているといえる。

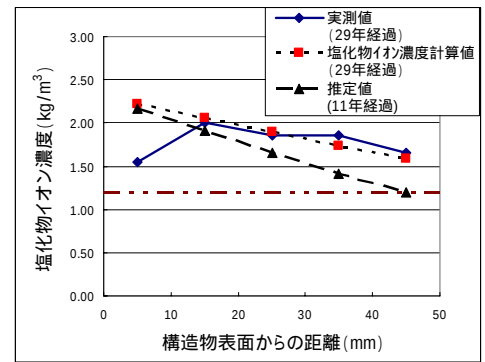


図-2 塩化物イオン濃度分布

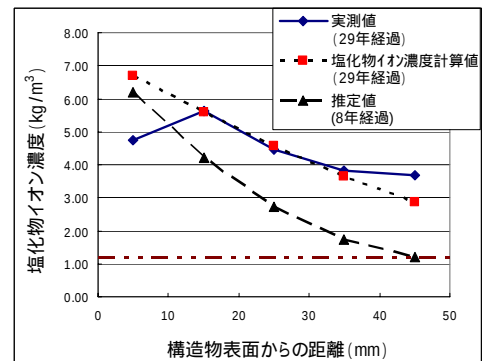


図-3 塩化物イオン濃度分布

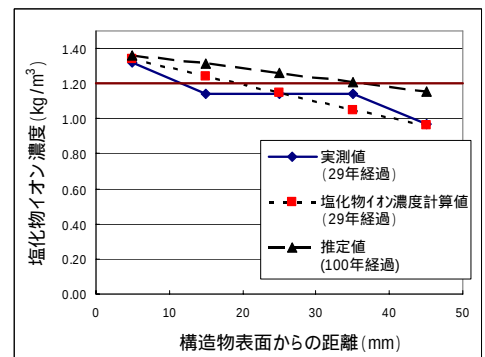


図-4 塩化物イオン濃度分布

3. まとめ

本論文では、積雪寒冷地における既設橋梁を維持管理していくには RC 床版上面からの塩化物供給に対する寿命推定が重要であることを示している。ひとつの橋梁でも場所によって塩化物イオン濃度は大きく異なるので、塩害の被害も場所によって差が出てくる。塩化物イオン濃度が高い場所では塩害の他にも土砂化の可能性が高い。土砂化は床版耐荷力の大幅な低下を招く危険な劣化要因であるため、定期的な点検・補修が必要である。

今回、塩害と土砂化には関連性があることがわかったが、土砂化の原因は未だはっきりと解明されていない。土砂化によって塩害はさらに拡大していくことも考えられるため、今後両者の関連性について解明していきたい。

【参考文献】 1) 独立行政法人土木研究所構造物マネジメント技術チーム：コンクリート中の塩化物濃度分布簡易分析シート使用マニュアル