

I-22

積雪寒冷地における橋梁床版劣化に
及ぼす塩化物供給の影響について

岩手大学工学部 正会員 ○出戸 秀明
(株) 土木技研 正会員 新銀 武
岩手大学工学部 竹内 栄太郎

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ため、既設橋梁を補修・補強しながら、いかに長く有効に維持・管理していくかが課題になっている。鋼道路橋の床版は、劣化が段階的に進行する橋梁の代表部材と言え、劣化を早期に発見・対処することが重要である。コンクリート床版の主な劣化要因としては、活荷重による疲労・塩害・中性化・凍害などがある。中でも積雪寒冷地における塩害は、飛来塩分による劣化に比して融雪剤から供給される塩化物による劣化が主要因であり、凍害などの他の劣化要因と複合され、深刻な劣化となっている場合が多い。

図-1に積雪寒冷地における塩害・凍害等により、床版上面コンクリートが土砂化し鉄筋の腐食が進行している事例を示す。本論文では積雪寒冷地におけるコンクリート床版の塩害に着目し、道路上面からの塩化物供給による橋梁床版劣化への影響を明らかにするため、岩手県内の国道106号線の橋梁3橋を対象に床版の損傷と床版上面の塩化物イオン濃度を測定することにより、床版劣化と塩害との関係について検討する。

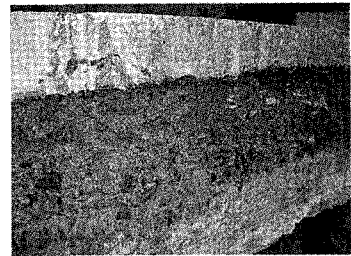


図-1 床版劣化(コンクリート土砂化)

2. 塩化物イオン濃度調査

2-1 調査橋梁と調査内容

調査橋梁は、床版が劣化している岩手県内国道106号線（盛岡市～宮古市）川井村の新松草橋・栃渕橋・箱石大橋とした。調査は橋梁舗装下面の床版コンクリート部に含まれる塩化物イオン濃度に着目して実施した。床版コンクリート部からコアを採取し、床版上面から1cm毎の塩化物イオン濃度の測定を行った。

2-2 調査結果と考察

図-2に対象橋梁の最大塩化物イオン濃度と竣工年度の関係を示す。参考までに昨年度に報告した同様の管理状態である岩手県内の他の国道の橋梁における調査結果も図中に示す。本年度の調査橋梁では同路線であるにも関わらず塩化物イオン濃度に差があることが判る。図-3は最大塩化物イオン濃度測定深さと竣工年度の関係を示したものである。竣工年度が古いほど最大塩化物イオン濃度深さが深くなる傾向が見られる。しかし、同路線の竣工年度が同じ橋梁であっても、土砂化していない試料を用いた箱石大橋は比較的浅い表面付近で最大塩化物イオン濃度となっているのに対して土砂化している試料を用いた栃渕橋では深い位置で最大塩化物イオン濃度となった。

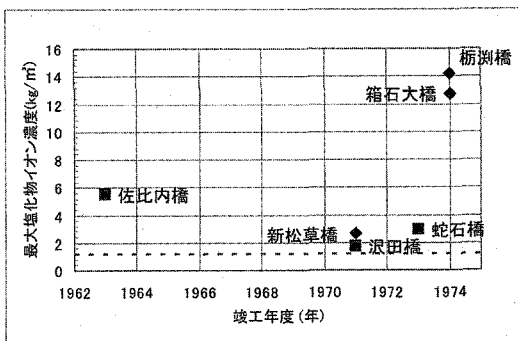


図-2 最大塩化物イオン濃度と竣工年度の関係

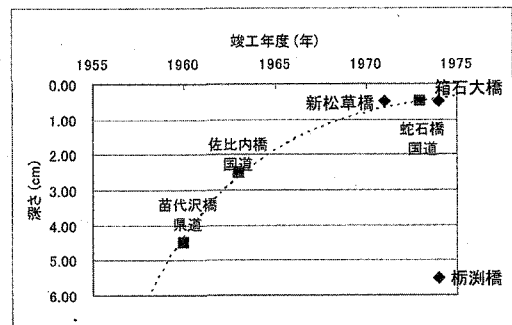


図-3 最大塩化物イオン濃度深さと竣工年度の関係

図-4,5 は新松草橋・箱石大橋において、床版上面からの塩化物イオン濃度を 1cm 毎に測定した結果を、独立行政法人土木研究所が提案²⁾している塩化物濃度分布分析シートを用いて塩化物イオン濃度の拡散状態を推定した結果である。これらの結果をフィックの拡散法則（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が推定できるので、床版上側主鉄筋位置（床版表面から 35mm 程度の位置）で鉄筋の発錆限界値である塩化物イオン濃度 1.2kg/m^3 に達するまでの寿命を推定した。

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

ただし、 $C(x,t)$: t 年経過後の、表面から $x(\text{mm})$ 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($\text{cm}^2/\text{年}$)
 $\operatorname{erf}()$: 誤差関数

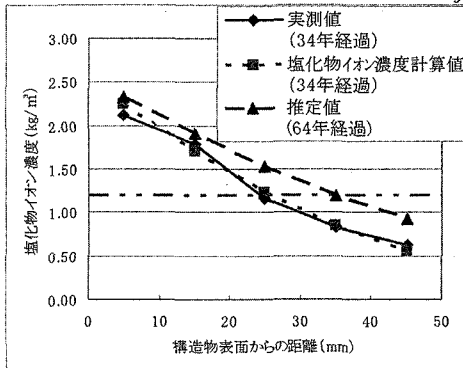


図-4 計算値と実測値の比較（新松草橋）

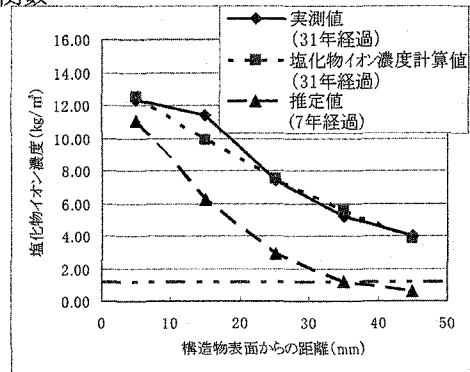


図-5 計算値と実測値の比較（箱石大橋）

図-4,5 より新松草橋（図-4）では、架設後約 60 年で床版上側主鉄筋位置において塩化物イオン濃度に対する管理限界値である 1.2kg/m^3 を超過することが推定された。従って塩化物供給に対する床版余寿命は 60 年であると推定される。それに対して、箱石大橋（図-5）においては土砂化していない試料を用いたにも関わらず架設後約 10 年経過後に管理限界を超過しており、床版架け替え工事中の調査により試料採取場所以外での床版上面の土砂化が見られた。

以上のことから、床版上面の塩化物供給に対する劣化の特徴として、床版の土砂化していない部分の測定結果では、同様の管理状態の橋梁においても構造形式、道路線形や部位によって床版の塩化物供給に対する寿命推定値は大きく変動するようである。また、床版上面が土砂化している場合にはその土砂化最深部に非常に高濃度の塩化物が濃縮されることが判った。従って、塩化物供給に対する損傷判定では土砂化している床版が最も危険といえ、積雪寒冷地におけるコンクリート床版の劣化判定に土砂化の有無や土砂化部の塩化物イオン濃度の測定が重要といえる。また、その他の部分では道路線形が測定結果に大きく影響することから線形的に雨水がたまり易い部位の測定を重点的に行うことが重要と言える。

3. まとめ

本論文では、既設橋梁の床版寿命を評価していく上で床版上面からの塩化物供給程度の判定は、積雪寒冷地では特に重要であることを示し、更に最も危険な床版劣化はコンクリートの土砂化であることを提示した。土砂化の要因は、一般には活荷重による疲労と考えられるが積雪寒冷地では路面の凍結も大きな影響があると想定される。今後、床版の維持管理においては、土砂化の発見と土砂化が発生する原因推定が課題と言える。試案としては、赤外線や超音波測定などが考えられ今後の研究課題としたい。

【参考文献】

- 1) 出戸秀明・新銀武・佐々木佑太：積雪寒冷地の塩化物供給を考慮した橋梁 LCC に関する研究，平成 16 年度土木学会東北支部技術研究発表会議講演概要
- 2) 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