

橋脚高 60m級の耐震補強および塩害対策について (関越自動車道 渋川伊香保 IC ~ 月夜野 IC)

東日本高速道路(株) 高崎管理事務所	正会員	鈴木 永之
東日本高速道路(株) 関東支社	非会員	杉崎 幸樹

1. はじめに

東日本高速道路(株)では昭和 55 年の道路橋示方書(以下「道示」)以前の基準で設計された高速道路橋について耐震補強事業を行っており、関東支社高崎管理事務所では群馬県内の関越自動車道渋川伊香保 IC ~ 月夜野 IC 間の耐震補強工事を進めている。当該区間の工事の特徴として、写真 1 に示す各橋梁などは橋脚高さ 60m を超える高橋脚であるとともに、凍結防止剤等の影響による塩害を受けているため、耐震補強と併せて塩害損傷部の補修も実施している。本稿は、現在施工中の橋脚耐震補強および塩害補修の取り組みについて概説するものである。

2. 耐震補強橋梁の概要

現在耐震補強を行っている橋梁は関越自動車道渋川伊香保 IC ~ 月夜野 IC 間(昭和 60 年供用)に位置する 9 橋(上下線別 34 橋脚)である。本区間は赤城山麓の据野を通過しており、この据野には放射状に侵食された字谷または U 字谷が数多く発達している。これらの谷は幅が広く、その深さは約 100m にも及ぶものもあり、橋梁規模は必然的に大規模なものとなっている。代表橋梁として沼尾川橋、永井川橋および片品川橋が挙げられるが、各橋梁とも東日本高速道路(株)有数の高橋脚を有する長大橋である(写真 1)。

3. 耐震補強設計の概要

橋脚耐震補強の基本方針として、せん断破壊を防止し、じん性の向上を原則とし、軸方向鉄筋段落し部の補強、せん断補強、じん性補強、曲げ耐力補強に着目し、平成 14 年道示等の基準により基礎・下部構造、上部構造、落橋防止システムの照査を行い、橋梁全体の構造系で現橋の耐震性を評価したうえで、補強計画を立案し、耐震性(構造的)・経済性および施工性等を考慮し補強工法の選定・設計を行った。当該区間の耐震補強工法は、高橋脚のため補強後の死荷重増による基礎および基部への影響を考慮したうえで、RC 巻立て工法($t=25\text{cm}$)または炭素繊維巻立て工法(目付け量 $200\text{g}/\text{m}^2 \sim 600\text{g}/\text{m}^2$)を採用した。

4. 橋脚の塩害補修

耐震補強を行う橋脚は、伸縮装置の劣化、排水管の劣化に伴い冬期に散布する凍結防止剤を含む路面からの排水が橋脚へ漏水しており、橋脚コンクリート面への塩化物イオンの浸透・付着からコンクリートの浮き・剥離および鉄筋の錆等の塩害劣化が発生していた(写真 2)。劣化した状態のまま耐震補強を行うと構造物の耐久性が確保されず、十分な補強効果が期待できないことから補強に先立ち塩害劣化部の補修を行うこととした。

キーワード 関越自動車道, 耐震補強, 高橋脚, 塩害, 塩化物イオン, 塩分移動

連絡先 〒370-0015 群馬県高崎市島野町 831 高崎管理事務所 TEL 027-353-0211



最大橋脚高さ 66.9m
沼尾川橋 L=606.7m(鋼 6 径間連続箱桁橋)



最大橋脚高さ 75.7m
永井川橋 L=487.5m(PC5 径間連続箱桁橋)



最大橋脚高さ 69.4m
片品川橋 L=1,033.85m(鋼 3 径間連トラス橋×3)

写真 1 代表橋梁(耐震工事施工中)



写真 2 塩害状況

4.1 塩害状況の詳細調査

耐震補強設計と併せて塩害劣化部の詳細調査も実施しているが、各橋脚が高橋脚であることから事前の詳細調査点数には限度がある。そこで、耐震補強工事で設置する全面足場を利用し、改めて橋脚全面を対象とした詳細調査を実施し劣化部の再評価をすることとした。詳細調査の項目として、橋脚表面の目視調査、打音検査、橋脚表面のはつり出しによる鉄筋かぶり深さおよび鉄筋発錆状況等、中性化深さ調査、塩化物イオン量調査等を行い補修範囲・規模を決定する基礎データとした。

4.2 塩害補修範囲・規模等の考え方

塩害補修のはつり深さ等の範囲・規模はコンクリート標準示方書[維持管理編](土木学会)、設計要領第二集(東日本高速道路株)等の基準をもとに塩分移動等を考慮し設定することとした。これは、現況の橋脚において多くの塩分が浸透しており、例えば RC 巻立てによる耐震補強を実施する場合、既設の躯体から RC 巻立てへの逆拡散により RC 巻立ての鉄筋位置への塩分浸透に伴う鉄筋腐食等の再劣化が懸念されるからである。詳細調査で実施した塩化物イオン量の測定結果を用いて、将来の塩化物イオン分布を予測することとし、予測手法は、Fick の拡散方程式(式1)を適用し、はじめに最小二乗法により表面塩分量および見掛けの拡散係数を算定、さらに内部に蓄積された塩分総量は変わらないと仮定した差分法モデルにより行った(図1)。はつり深さの検討は、この手法を用いて、塩化物イオンを含んだ既設コンクリートを除去(はつり)し、断面修復を行った後の既設断面および増厚補強する断面内への移動予測を行い、鉄筋位置での塩化物イオン濃度が腐食発生限界以下(1.2kg/m³)になることを第一の指標とした。また、鉄筋位置での塩化物イオン濃度が腐食発生限界を超えても、断面修復材には鉄筋防錆材(亜硝酸リチウム)を混合させ、亜硝酸イオン(NO₂⁻)と塩化物イオン(Cl⁻)のモル比が0.8以上になる防錆雰囲気を生成することを第二の指標とした。はつり深さは、これら2つの指標に基づき、3年後、5年後、10年後、15年後および75年後の予測結果からはつり深さを求め、両者のうち少ないはつり深さを設定はつり量とした。

5. 工事の施工

塩害対策である塩分除去のはつり作業は、マイクロクラックの影響の緩和と鉄筋錆の除去を目的に WJ 工法を採用した。これにより既設コンクリートに残る小さなマイクロクラックが耐震性能に及ぼす影響は小さいと考えられる。なお、供用中の路線であることから、はつり後の構造系の安全性照査を行い、一度に実施するはつりの施工範囲を限定し選別しながら実施している。

6. おわりに

現在施工中の耐震補強工事は、凍結防止剤等の影響により、排水管等の橋梁付属物が損傷し、橋梁本体に塩害劣化を発生させているため、耐震補強を行う前に塩害補修を行った例であり、橋梁付属物を含めたトータルデザインの重要性が再認識される事例である。高橋脚に対して全面足場を設置することは極めて稀であることから、本工事で、水の供給源である排水管の取替とともに足場等から確認できるその他の劣化部も同時に補修するなど確実な耐震性の確保および劣化の再発防止を目指しているところである。

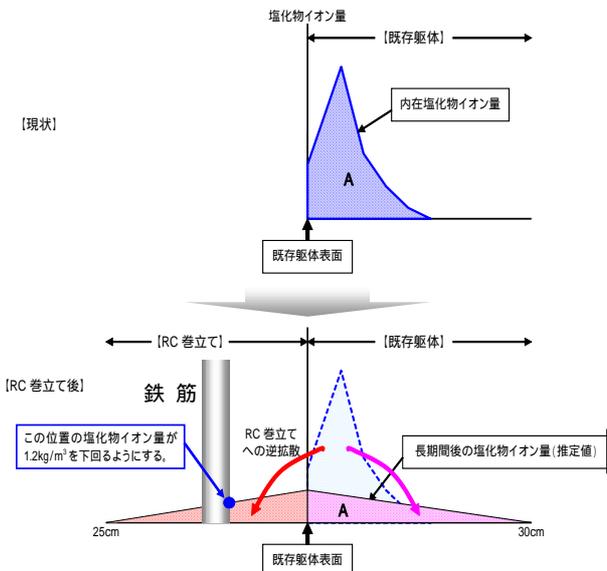


図1 塩分移動の概念 (RC 巻立て時)

$$C = C_0 \left(1 - \operatorname{erf} \frac{X}{2\sqrt{DcT}} \right) + C_i \quad \text{式1}$$

ただし、C: T年経過時のコンクリート表面からのX位置の全塩分量(kg/m³)

X: コンクリート表面からの深さ (cm),

T: 供用後の経過時間 (sec)

C₀: 表面塩分量(kg/m³)

erf: 誤差関数

Dc: 塩分の見掛けの拡散係数 (cm²/sec)

C_i: 海砂等に含まれる初期塩分量 (kg/m³)