

46 年間供用した寒冷地における道路橋 RC 床版の劣化損傷状況

(独) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 〇澤松俊寿, 岡田慎哉, 西弘明
災害科学研究所 正会員 三田村浩
大阪工業大学 フェロー 松井繁之

1. はじめに

近年, 道路橋の RC 床版では, 疲労劣化以外の要因, 例えば塩害や ASR 等が関連した劣化損傷が認められるようになってきている. 積雪寒冷地においては, 都市部の重交通路線と比較して交通量が少ないにも関わらず床版コンクリート上面部の劣化損傷が散見され, 陥没に至った事例も認められる. これらは, 寒冷地特有の気象条件や環境条件に起因する凍害と疲労の複合劣化と考えられ, この現象は道路の規格に関係なく北海道の全域においてみられることが調査結果¹⁾より確認されている. また既往の実験によると, 凍害等により床版上面が劣化したと想定して上面のかぶりコンクリートを 1cm 程度薄くした場合においても, 床版の疲労耐久性が著しく低下することが示されている²⁾.

今後, 膨大な数の道路橋床版ストックを効率的・効果的に維持管理していくためには, 凍害と疲労による劣化損傷の形態や進展の特徴, 疲労耐久性との関係等を考慮した維持管理手法を確立していく必要がある. 本研究ではこれらの維持管理手法を確立していくための基礎資料を得ることを目的に, 供用開始から 46 年が経過して原位置から撤去された積雪寒冷地の RC 床版について切断面の劣化損傷状況を調査するとともに, 各種材料試験結果に基づき劣化損傷の要因について検討した.

2. 調査対象橋梁の設置環境および構造の緒元

調査を実施した橋梁の設置環境および橋梁構造について表-1 に示す. 対象橋梁は 3 径間単純非合成鋼桁の河川橋である. 積雪寒冷地に位置しており, 最寄りのアメダスの観測記録によると, 観測記録のある 1976 年からの年最低気温の平均は -22.5℃である. 大型車交通量は少ないものの, 積雪寒冷地特有の凍結融解作用を受ける環境下の橋梁といえる.

架橋年次は昭和 40 年であり供用開始から本調査の実施までに 46 年間供用されている. 昭和 39 年の鋼道路橋設計示方書に基づいて設計されているが, 当設計基準で設計された床版は配力鉄筋量が主鉄筋量の約 25%程度しか配置されないために, 疲労耐久性が低いとされている. 図-1 は調査対象橋梁の平面図および断面図である. 昭和 62 年には, 床版の劣化損傷が進行していたことを受け, 版の曲げモーメント低減を目的として縦桁 (ST) が増設されている. 合わせて, 床版の配力筋不足を解消するために, 床版下面に対して配力筋方向へ鋼板接着による補強が実施されている. また, 平成 19 年には床版上面の劣化損傷部の部分的な補修と合わせて, 橋面全体に床版防水層が施工されている.

3. RC 床版の劣化損傷状況および劣化損傷要因の調査方法

本 RC 床版の劣化損傷状況を確認するために, 現地から撤去された床版を切断し, 切断面の目視調査を実施した. 切断は図-1 に示す G4 桁と縦桁 (ST) の間を約 4m にわたって実施した. 切断位置は舗装の損傷状況や補修跡, 床版下面のひび割れやエフロレッセンスの滲出状況を考慮し, 床版コンクリートの健全部および劣化損傷部を含む範囲とした. また, 劣化損傷要因を特定するために第 1 径間で採取した床版コンクリートのコアに対して中性化深さ測定, 塩化物イオン含有量測定を実施した.

4. 床版断面の劣化損傷の状況および要因に関する調査結果

図-2 には床版切断面の状況を示す. 図-2 (a)は切断面の全景であるが, 写真右側部分にはコンクリートのひび割れ等は認められず健全と判断される. 一方で写真の左側, すなわち伸縮装置 (P-2) へ向かうにつれてコンクリートの損傷が認められ, その程度も顕著になっている. 図-2 (b)~図-2 (d)は図-2 (a)に赤色の破線で示した部分を拡大したものである. I 部 (図-2 (d)) では, 上

表-1 橋梁設置環境および橋梁構造

交 差 物 件	河川
大型車交通量	778 台/日 (上下線合計)
設 置 環 境	積雪寒冷地
最 低 温 度	-22.5℃ (1976 年からの年最低気温の平均)
上 部 工 形 式	単純非合成鋼桁 ・ 橋長: 22.50m×3 連 ・ 幅員: 車道 8.25m+歩道 2.5m
架 橋 年 次	昭和 40 年 (46 年間供用)
適 用 基 準	昭和 39 年鋼道路橋設計示方書
設計床版厚さ	18cm
補 修 履 歴	昭和 62 年 ・ 橋軸方向に短冊状の鋼板接着 ・ 縦桁増設 平成元年 ・ 歩道橋拡幅 (既設床版と一体) 平成 19 年 ・ 床版上面コンクリートの部分補修 ・ 床版防水層

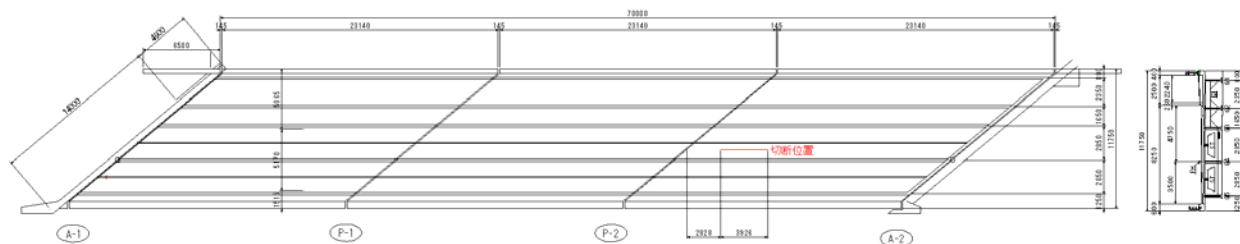


図-1 調査対象橋梁の平面図と床版の切断位置



(a)切断面の全景



(b) III 部の範囲の拡大



(c) II 部の範囲の拡大



(d) I 部の範囲の拡大

図-2 床版切断面の状況

側のかぶりコンクリート部分に水平方向のひび割れが発生しておりコンクリートが層状に剥離した状態（以後、「層状剥離」という。）であった。さらにI部からII部へ向かうにつれて層状剥離の箇所が増加し、II部（図-2 (c)）でかぶりコンクリート程度の厚さの範囲において多数の層状剥離が発生している。その間隔は概ね粗骨材の寸法程度であった。さらにII部からIII部へ向かうと上縁付近において粗骨材とモルタル分が分離しコンクリートの砂利化が認められる。III部（図-2 (b)）では床版コンクリート上面から深さ5cm程度に砂利化が生じており、下側鉄筋程度の範囲にまで層状剥離が発生していた。

コンクリートの材料試験の結果、中性化深さは床版上面側が0mm、下面側が平均8.7mm、最大14.3mmであった。また、コンクリート中の全塩化物イオン量Clは 0.2kg/m^3 程度であり鉄筋の腐食発生限界 1.2kg/m^3 には達していない。コンクリートコアや床版切断面の目視観察結果によるとアルカリシリカゲルの滲出は認められなかった。このことから、劣化損傷要因として中性化、塩害、ASRの可能性は小さく、設置環境を考慮すると凍害が要因の1つとして有力と考えられる。ただし、スケーリングやポップアウトといった従来から示されている凍害によるコンクリートの劣化形態とは異なるものであり、床版としての形状、温度条件や荷重条件を踏まえて劣化損傷メカニズムを検討していく必要がある。

5. まとめ

- (1) RC 床版切断面を観察した結果、床版上面付近のコンクリートの砂利化だけでなく水平方向のひび割れ、すなわち層状剥離が多数認められた。
- (2) 調査結果を踏まえると、本RC床版の劣化損傷は、層状剥離の発生（第1段階）、層状剥離の進展・増加（第2段階）、かぶりコンクリートの砂利化（第3段階）の順で進行したものと推測される。
- (3) コンクリートの材料試験およびコアや切断面を目視調査した結果、本RC床版の劣化損傷要因として凍害が有力である。

今後は層状剥離の発生メカニズム、実床版において層状剥離の有無や程度を調査できる手法および層状剥離と疲労耐久性の関係等について検討を行っていく予定である。

参考文献：1)三田村浩，佐藤京，本田幸一，松井繁之：道路橋 RC 床版上面の凍害劣化と疲労寿命への影響，構造工学論文集 Vol.55A, pp.1420-1431, 2009 2)三田村浩，佐藤京，西弘明，渡辺忠朋：積雪寒冷地における既設 RC 床版の延命化手法について，構造工学論文集，Vol.56A, pp.1239-1248, 2010