日本大学工学部 学生員 〇園部 祐樹

日本大学工学部 正会員 子田 康弘

日本大学工学部 正会員 岩城 一郎

1.はじめに

近年、我が国の道路橋では交通量の増大、車両の大型化に加え、寒冷地では融雪剤の散布により RC 床版の早期劣化が顕在化¹⁾しており、その適切な維持管理の重要度が増している。しかし、実 RC 床版の点検は、床版下面のひび割れ調査が主であり、疲労寿命に直接的な影響を及ぼす床版上面 に発生する水平ひび割れ及び砂利化といった疲労損傷に着目した研究例は少ない。また、疲労損傷の 著しい RC 床版に対する補強による延命効果についても不明な点が多い。本研究では、浸漬試験によ り塩害を与えた RC 床版(以下、浸漬供試体)と健全な RC 床版(以下、健全供試体)を用いて輪荷 重走行試験を実施し、従来の活荷重たわみとひび割れ密度による疲労耐久性の評価に加え、水平ひび 割れの検出による損傷度の評価を行った。また、疲労限界に達した塩害を受けた RC 床版に対し、炭 素繊維シートによる下面補強を施し、その延命効果についても検討した。

2.実験概要

図-1に、輪荷重走行試験で使用した供試体の形状を示 す。図より、供試体の寸法は、長さが3000mm、幅が2000mm、 床版の厚さが160mmである。なお、スパン長は、1800mmで ある。浸漬供試体は、10%NaCl水溶液を用いた外気温下で の乾湿の繰り返しを730日間行った供試体である。また、 炭素繊維シート(以下、シート)による下面補強は、浸漬 供試体が疲労限界に達したと判断されるもので(以下、シ ート補強供試体)、既往の補強方法を参考にシートを格子 状に配置して補強した²⁾。なお、供試体の圧縮強度は、浸 漬供試体(シート補強供試体)が34.1MPa(材齢830日)、 健全供試体が26.7MPa(材齢73日)である。

輪荷重走行試験は、基本荷重を 98kN に設定し、20万回 毎に荷重を増加させる段階荷重方式で実施した。写真-1 には輪荷重走行試験装置を示した。供試体の支持条件は、 走行方向の2辺(3000 mm)を単純支持、他の2辺を弾性支 持とした。計測項目は、目標回数終了時点で供試体中央に 静的載荷した際の活荷重たわみ(弾性変形成分のたわみ) の測定と供試体下面のひび割れ観察、水平ひび割れの検出 を目的としたシュミットハンマーによる床版上面の反発度 計測である。

3.実験結果および考察

図-2は、活荷重たわみと等価繰返し走行回数の関係を 示した図である。図より、活荷重たわみが立ち上がる等価 繰返し走行回数に着目すると、浸漬供試体は180万回と明



図-2 活荷重たわみ-走行回数

らかに健全供試体の 350 万回に比べ早期に疲労限界に達する結果となり、塩害の影響で疲労寿命が低下したことがわかる。また、健全供試体は走行回数の増加と共に徐々に活荷重たわみが大きくなる傾向を示すが、浸漬供試体の活荷重たわみははじめは変化が小さく、疲労限界が近づくと急激に増加す

キーワード:輪荷重走行試験 活荷重たわみ ひび割れ密度 水平ひび割れ 炭素繊維シート 日本大学工学部(福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 024-956-8721) る傾向であった。また、シート補強供試体の活荷重たわみ は、当初健全供試体と同程度の増加傾向で、走行回数10万 回過ぎより増加が顕著になり、等価繰返し走行回数 120 万 回で疲労限界に達した。その後、試験を続行し、終局状態 を確認したが、その際の活荷重たわみは 5.74mm で、破壊 モードは押抜きせん断破壊であり、シートのはく離に起因 するものではなかった。

図-3は、ひび割れ密度と等価繰返し走行回数の関係を 示した図である。図より、浸漬供試体の試験直後のひび割 れ密度は健全供試体よりも大きいが、これは腐食ひび割れ の発生が要因になっている。ひび割れ密度の増加傾向は、 値そのものには違いがあるものの、走行回数が約1千回ま では緩やかな増加区間で、その後約10万回までが急激区間、 そして、疲労破壊に近づくに連れて再び増加が緩やかにな り、両供試体ともにひび割れ密度15m/m²に達し疲労破壊し た。この傾向は、昨年度の当研究室での実験結果と同様で、 疲労限界の一つの目安はひび割れ密度が15m/m²になること を確認した。

図-4は、浸漬供試体試験終了時(25.6万回)の反発度の 分布図(コンター)である。図より、載荷範囲内中央部が 反発度の低い範囲で、この範囲に水平ひび割れが発生した と推定された。実際に試験終了後、確認のためのコア抜き を行い目視でも確認した。なお、健全供試体においても同 様の結果を得た。写真-2は、シート補強供試体の試験終 了後の上面の様子である。図-4に示した水平ひび割れ発 生範囲は特に激しくコンクリートが破壊しており、砂利化 も確認された。すなわち、水平ひび割れは疲労耐久性上重 大な損傷で砂利化を誘発する箇所と示唆された。

図-5は、S-N曲線の推定式¹⁾と今回の実験結果および 当研究室で行った既往の結果を比較した図である。図より、 既往の推定式は、健全供試体の疲労寿命を精度良く予測し 得ることがわかる。一方、材料劣化した供試体は、今回の 結果からも S-N曲線の下に位置し、疲労寿命が低下したこ とがわかる。また、補強した供試体は疲労寿命が増加する



ものの、推定式で予測される寿命までは達しないという結果であった。

4.まとめ

(1) 塩害による鋼材腐食は、 RC 床版の剛性を低下させ、健全な RC 床版と比べ、早期に疲労限界 に達することを確認した。 (2) 疲労限界に達した際のひび割れ密度は15m/m²と条件によらず共通であ った。 (3) 水平ひび割れの発生が RC 床版の疲労限界の支配的要因になることが示唆された。 (4) 既 往の推定式により健全な RC 床版の疲労寿命の予測が可能であり、材料劣化した RC 床版は疲労寿命 が低下することを確認した。 (5) シートによる補強によって疲労限界に達した RC 床版の顕著な延命 効果を確認した。

謝辞:本研究は科学研究費基盤研究 (B)20360205(研究代表者:岩城一郎)を受けて行われたものである。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】1)松井繁之:道路橋床版-設計・施工と維持管理-,森北出版 (2007)

2)岡田昌澄、大西弘志、松井繁之、小林朗:格子配置された炭素繊維シートによる床版 補強効果,道路橋床版シンポジウム講演論文集, pp.175-180(2003)