

## 鋼板接着補強した既設 RC 床版の輪荷重走行試験と余寿命推定

近代設計 正会員 ○ 藤川 守 同 正会員 茂山 博一  
 （独）土木研究所 寒地土木研究所 正会員 安達 優 同 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

近年構造物の維持管理技術の研究開発が進められているが、寿命予測・延命技術はその基本となる課題といえる。道路橋 RC 床版においても載荷実験等により、疲労耐久性・補修補強の延命に関する評価技術は向上している。本研究では、橋梁上を通過する軸重を簡易的に計測できる WIM 法<sup>1)</sup>により交通調査を行った後、鋼板接着が行われてから 30 年以上経過した実橋補強床版を切り出し、輪荷重走行試験を実施した。これより、積雪寒冷地の環境劣化作用を受けている鋼板接着補強した既設床版の破壊メカニズムの確認および補強床版の余寿命を推定した。

### 2. 調査橋梁の概要

軸重測定および床版を切出した橋梁は札幌市の中心部に位置し、旧橋（昭和 26 年架設）と新橋（昭和 44 年架設）のセパレート橋として構成されている。床版形式は RC 床版であるが旧橋は昭和 46 年に鋼板接着補強工法が施されている。表 - 1 に床版を切出した旧橋の諸元を示す。

表 - 1 橋梁諸元（旧橋）

|         |                                     |
|---------|-------------------------------------|
| 橋 長     | 132.66m                             |
| 支 間     | 2@21m+2@27m+1@36m                   |
| 幅 員     | 全幅 13.60m 歩道 2.10m<br>車道有効幅員 8.900m |
| 上部工形式   | 鋼ゲルバー桁                              |
| 架 設 年 次 | 昭和 26 年 6 月（1951）                   |
| 適用示方書   | 昭和 14 年 （一等橋）<br>鋼道路橋設計示方書（案）       |

### 3. WIM法による車両軸重測定

WIM 法は実橋床版のひび割れの挙動を計測することにより、トラックなどの 1.3m 間隔しかないタンデム軸の軸重をそれぞれ単独に測定できる計測方法であり、歪ゲージの応答性から軸重を算定できることが既往の研究<sup>2)</sup>より明らかになっている。旧橋は鋼板の接着より、ひび割れ部にゲージを取り付けられないため、鋼板継目の開閉量に注目し、この位置に  $\pi$  ゲージを貼付けた（写真 - 1）。軸重を推定するために必要な影響線関数を求めるため行った動的載荷試験の終了後、48 時間連続で測定を実施し、走行車両の軸重頻度分布、総重量頻度分布等を推定した。

### 4. 輪荷重走行試験

実験に使用した床版の諸元を表 - 2 に示す。実験の載荷荷重は 130kN から 180kN まで段階的に荷重を増加させる階段荷重漸増載荷とし、任意の走行回数において床版たわみ及び補強鋼板のひずみを計測した。

試験前の打音検査による鋼板のはく離状況は、図 - 1 に示す鋼板面積の約 1/2 に相当する着色部にはく離が生じていた。また、床版上面には水の浸入および凍害の影響と思われる砂利化の発生に伴い、一部に鉄筋の露出が見られた。

輪荷重走行試験（写真 - 2）開始後、走行回数 23 万回で図 - 1 に示す×箇所のアンカーボルト近傍の鋼板端部に縦ずれが生じた。そして、走行回数 26 万回で 付近の鋼板端部の継目に縦ずれが生じ、この位置のたわみ量が急激に増加した。たわみ量が 5mm に達した走行回数 28 万回で実験を終了した。



写真 - 1 ゲージ貼付け状況（旧橋）

表 - 2 床版諸元

|                                     |     |              |
|-------------------------------------|-----|--------------|
| 床 版 厚 ( cm )                        | 160 |              |
| 主鉄筋<br>(mm)                         | 上側  | φ 12@260     |
|                                     | 下側  | φ 12@130     |
| 配力筋<br>(mm)                         | 上側  | φ 9@250      |
|                                     | 下側  | φ 9@250      |
| コンクリート圧縮強度<br>( N/mm <sup>2</sup> ) |     | 42.5 ( 試験値 ) |
| 鋼 板 厚 ( mm )                        | 4.5 |              |

キーワード 既設補強床版，軸重測定，輪荷重走行試験，余寿命予測

連絡先 〒065-0033 札幌市東区北 33 条東 16 丁目 2-1 （株）近代設計 TEL 011-786-5660

補強床版が破壊した走行回数は、鋼板端部のはく離が確認された 23 万回から変位勾配が急変した 26 万回の間と推定される。何れも鋼板端部であり、鋼板のはく離は端部から発生しやすいものと推測される。試験前の鋼板のはく離状況等から、比較的早い段階で破壊すると予想したが、早期破壊には至らなかった。これは、床版と鋼板を接着するために注入した樹脂が、注入時にひび割れ部にも充填され床版剛性の回復やひび割れの動きを抑制し、疲労寿命を延命させたものと推測される。

実験終了後、補強鋼板を撤去し状況を確認した。写真 - 3 は床版と接していた面の補強鋼板の腐食状況であるが、腐食範囲と図 - 1 の着色部とがほぼ一致しているのがわかる。また、付近の床版と鋼板の固定ボルト跡から、樹脂に数ミリの段差が広がっていた（写真 - 4）。

## 5. 余寿命推定

補強床版の余寿命は、交通センサスによる大型車台数と測定した軸重占有率等から、一定荷重に換算した 1 年間 1 車線あたりの等価繰返し輪数を算定し、輪荷重走行試験で床版が破壊した走行回数との比から推定した。

交通センサスの交通量と軸重測定データから、1 日 1 車線あたりの大型車台数を 1068 台・軸数 2396 軸を算定した。この値と軸重頻度分布の割合から輪重ごとの輪数を求め、マイナー則を適用した松井式<sup>3)</sup>より、100kN に換算した 1 年間 1 車線あたりの等価繰返し輪数を約 4.57 万台と算定した。

輪荷重走行試験の階段荷重載荷の走行回数を松井式により、100kN に衝撃係数を乗じた 139kN の一定荷重に、さらに試験機の載荷板幅 12cm を自動車タイヤの接地幅 20cm に換算した走行回数を算定した。鋼板の端部がはく離した換算後の走行回数は約 900 万回、変位勾配が急変した走行回数は約 1600 万回と算定した。

以上より、補強鋼板に約 1/2 のはく離が生じていた床版であったが、補強床版の疲労余寿命は約 200 年～350 年と推定した。これは、床版の疲労寿命に影響する総重量 250 kN を超える車両が少ないことがひとつの要因と考えられる。今後、床版上面のひび割れに浸透する水の影響や凍害・塩害（凍結防止剤散布）等の環境作用による経年劣化により、疲労寿命は低下することから、床版防水工等を施した場合の余寿命と考えられる。

## 6. まとめ

本研究の結果を以下に示す。

- ・ 補強鋼板に約 1/2 のはく離が生じていた床版であったが、疲労余寿命は約 200 年～350 年と推定した。この要因として、床版の疲労寿命に影響する総重量 250 kN を超える車両が少ないこと。また、床版と鋼板を接着するための樹脂が、注入時にひび割れ部にも充填され床版剛性の回復やひび割れの動きを抑制し、疲労寿命を延命させたものと推測される。
- ・ 床版下面の鋼板のはく離は、端部から発生しやすいことが確認された。

## 参考文献

- 1) H.Mitamura, S.Ito, S.Matsui: In - situ Estimation for Fatigue Life of Bridge Deck Slab by WIM Method, ADVANCES IN EXPERIMENTAL STRUCTURAL ENGINEERING July19-21, 2005
- 2) 松井, E 1 - Hkaim: RC 床版のひび割れの開閉量による輪荷重の測定に関する研究, 構造工学論文集 (1989)
- 3) 松井繁之: 橋梁の寿命予測-道路橋 RC 床版の寿命予測-安全工学 Vol. 30 No.6, P.432-444, 1991

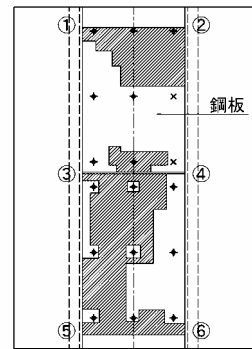


図 - 1 試験前の鋼板附着状況



写真 - 2 輪荷重走行試験状況

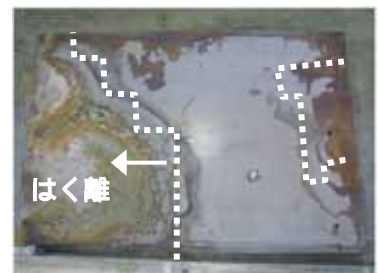


写真 - 3 鋼板の腐食状況



写真 - 4 樹脂の亀裂