

第V部門 道路橋RC床版における疲労劣化と振動特性

大阪大学工学部 学生員 ○岡田 裕昭 大阪大学大学院 正会員 大西 弘志
 大阪大学大学院 学生員 内田 慎哉 大阪大学大学院 正会員 鎌田 敏郎

1. はじめに

道路橋床版の維持管理において、その劣化の程度を知るための簡便な指標として、鉄筋コンクリート床版（RC床版）の振動特性（固有振動数）に着目することを考えた。荷重の走行に伴う床版の疲労劣化が進行するに伴い、床版の振動特性がどのように変化するかを知るため、RC床版のモデルを用いた輪荷重走行試験と並行して衝撃振動試験を行い、床版の劣化過程と振動特性の変化がどのように関係しているのかを調査してみることにした。

2. 実験の概要

2.1 実験供試体

本研究では図-1に示される厚さ160mmのRC床版を3体使用する。この供試体の橋軸方向長さは3000mm、橋軸直角方向長さは2000mmであり、床版支間は1800mmである。本実験では便宜上これらの供試体をNo.1, No.2, No.3床版と呼ぶ。

2.2 輪荷重走行試験

本研究では床版に疲労損傷を与えるための手法として輪荷重走行試験を実施した。今回の試験で採用した載荷プログラムを図-2に示す。本研究では3体の供試体のうち2体は使用限界まで、残りの1体については押し抜きせん断破壊を生じるまで走行載荷を実施した。

走行試験中は適宜走行を中断して荷重の静的載荷を行い、床版に生じるたわみを確認することにした。たわみを計測するための変位計は床版中央から橋軸方向、橋軸直角方向にそれぞれ200mmの間隔で配置した。さらに、輪荷重の走行を開始した直後に供試体下面に発生するひび割れを目視観測し、ひび割れの長さを計測した。

2.3 衝撃振動試験

本研究では、床版の劣化状態を把握するための非破壊検査として衝撃振動試験を実施した。この検査方法は床版の1ヶ所に衝撃力を与え、その力によって発生する振動を計測し、床版の面外方向の振動における固有振動数を求め、床版の剛性低下を把握することを目指したものである。今回の実験では、輪荷重走行試験中に適宜荷重走行を停止させ、静的載荷試験を実施しているため、その時点で試験を行う。なお、今回の試験では図-3に示す位置に打撃位置と加速度計設置位置を設定した。1回の試験で10回の打撃を行い、打撃力の違いによる誤差を考慮できるように試験を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 輪荷重走行試験

輪荷重走行試験で床版上に荷重を走行させた結果の概要を表-1に示す。試験により得られた床版中央における活荷重たわみの変動を

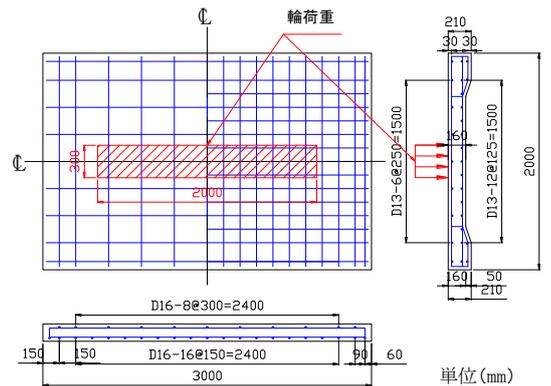


図-1 供試体概要図

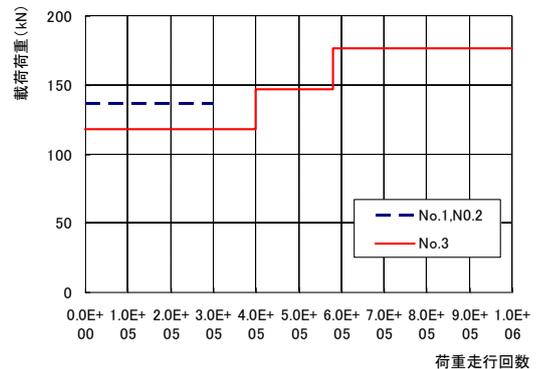


図-2 輪荷重走行試験時の載荷プログラム

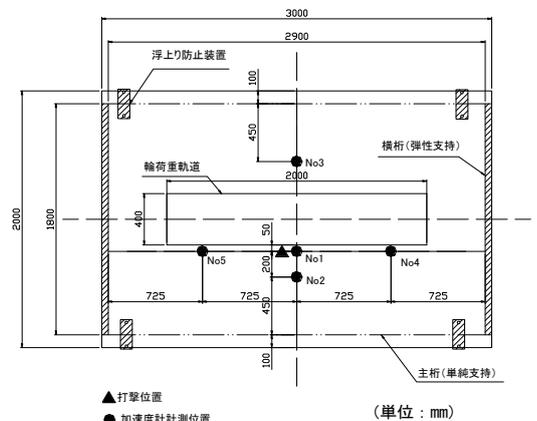


図-3 加速度計の配置

表-1 輪荷重走行試験 走行結果

供試体	走行回数(回)			最終状態
	荷重1	荷重2	荷重3	
No.1	12000 (137kN)			使用限界 (未破壊)
No.2	50000 (137kN)			使用限界 (未破壊)
No.3	400000 (117.6kN)	180000 (147kN)	74556 (176.4kN)	終局限界 (破壊)

図-4 に示す。この図では供試体間の比較を行いやすくするために、縦軸に荷重を 98kN に換算した活荷重たわみを取り、横軸には既往の研究で示されている S-N 曲線により与えられる、荷重を 98kN に換算した場合の走行回数（等価走行回数）を用いている。床版中央の活荷重たわみが No.1 床版は 1.97mm、No.2 床版は 1.68mm、No.3 床版は 2.02mm になるまで劣化損傷を与えた。試験終了時には No.3 床版は押抜きせん断破壊を生じていた。

供試体の下面に発生したひび割れの程度を確認するために、ひび割れ密度 C_d を求めた。通常は $C_d=10.0\text{m}^2/\text{m}^2$ を使用限界状態が規定される場合が多い¹⁾。本実験におけるひび割れ密度の変動を図-5 に示す。No.1 および No.2 床版は使用限界状態まで損傷を与えたところで試験を終了しているため、No.3 床版の終局状態のひび割れ密度には至っていないが、ひび割れの発生過程はいずれの床版も同様であることが確認できた。

3.2 衝撃振動試験

輪荷重走行試験と並行して実施した衝撃振動試験において、加速度計より得られた加速度応答を高速フーリエ変換 (FFT) し、スペクトル分布を求めた一例を図-6 に示す。一般にピーク周波数が振動体の固有振動数を表すとみなすことができるので、今回の試験においてもピークに当たる周波数を調べることにした。なお、今回確認できた固有振動数は位相差スペクトルを確認することにより、2 次のモードに対応した振動数であることが確認できている。

輪荷重走行試験の進行に伴う 2 次の固有振動数の変動を図-11 に示す。この図に示されるように、今回の FFT 計算結果では 2 次の固有振動数を 30Hz~70Hz の範囲で確認することができ、またその値が試験の進行と共に低周波側へ移動する傾向があることが確認できた。

4. まとめ

輪荷重走行試験により RC 床版に損傷を与え、床版の損傷の進行に伴う固有振動数の変化を衝撃振動試験によって捉えることができた。

参考文献

1) 土木学会コンクリート委員会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕，土木学会，2001

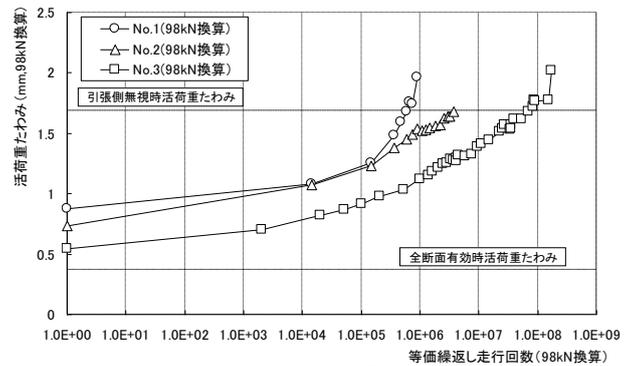


図-4 床版中央の活荷重たわみの変動

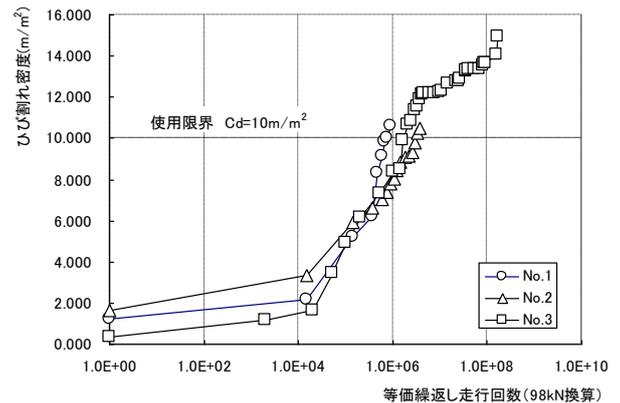


図-5 ひび割れ密度の変動

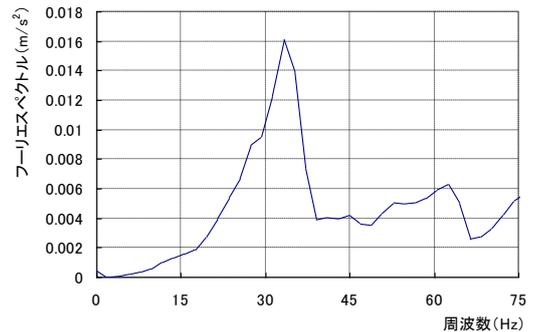


図-6 スペクトル分布例 (No.1, 9000 回走行時, 1 回目計測)

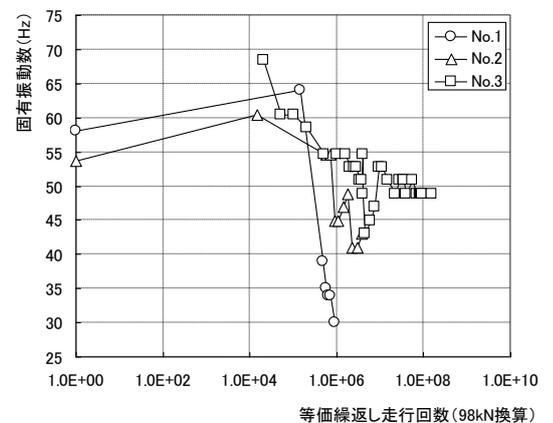


図-7 固有振動数の変動