

道路橋RC床版における疲労劣化指標と固有振動数の関係

大阪大学大学院 正会員 ○大西 弘志 大阪大学工学部 学生員 岡田 裕昭
 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 RC 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、床版のたわみや床版下面のひび割れ密度から与えられる劣化度が用いられることが多い。しかしながら、これらの指標を活用するには床版下面への接近・観察などが容易に行えることが必要であるが、現実には容易でない場合が多い。そこで著者らは RC 床版の劣化を示す指標として RC 床版の固有振動数に着目した。本研究では RC 床版を用いた輪荷重走行試験と並行して衝撃振動試験を行うことにより、床版の劣化度と固有振動数との間にどのような関係があるのかを調査することにした。

2. 実験の概要

1) 供試体 本研究では図-1 に示される床版厚 160mm の RC 床版を 3 体使用した。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。試験開始時におけるコンクリートの圧縮強度は 41.9MPa、ヤング係数は 32.3GPa、ポアソン比は 0.189 であった。

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。試験中は適宜、床版に生じるたわみを確認した。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・記録し、試験期間中のひび割れの発生状況を確認できるようにした。

3) 衝撃振動試験 床版の劣化に伴う固有振動数を確認するために衝撃振動試験を実施した。今回は床版の中央付近の 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た。この計測結果から床版の面外方向の振動における固有振動数を求め、試験期間中の床版の固有振動数の変化を確認することにした。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のに合わせて、衝撃振動試験を行った。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。

3. 実験結果

1) 輪荷重走行試験結果 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から算出される活荷重たわみによる劣化度 D_0 の変動を図-4 に示す。試験終了時には No.1, No.2 床版は使用限界状態を超過した状態であり、No.3 床版は押し抜きせん断破壊を生じていた。

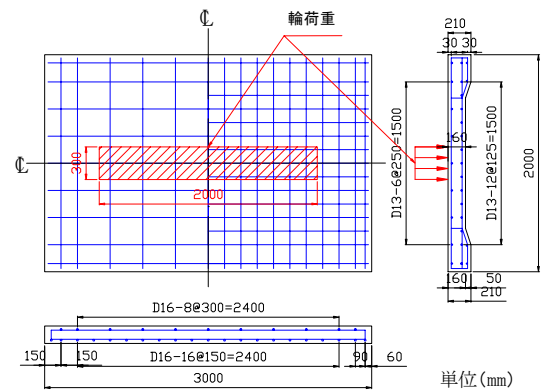


図-1 供試体概要図

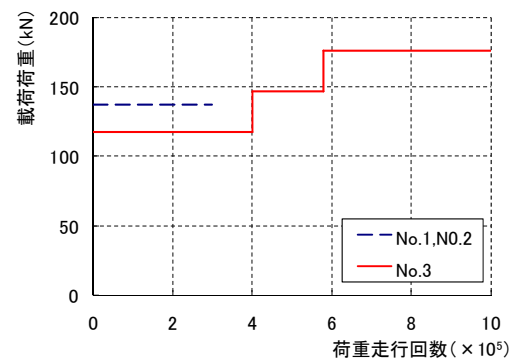


図-2 輪荷重走行試験時の載荷プログラム

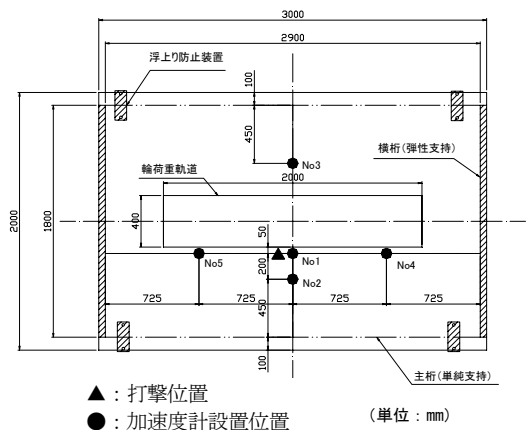


図-3 加速度計の配置

キーワード 道路橋 RC 床版, 疲労, 劣化度, 衝撃振動試験, 固有振動数

連絡先 〒565-0871 吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 tel : 06-6879-7618

表-1 輪荷重走行試験の概要

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)

また、供試体の下面のひび割れ密度 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く¹⁾、ひび割れ密度から与えられる劣化度 (D_c) は実測値 (C_d) と限界値 ($10.0\text{m}^2/\text{m}^2$) の比で表現される。今回確認されたひび割れ密度の変動を図-5 に示す。No.1, 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。

2) 衝撃振動試験結果 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応答を高速フーリエ変換することにより得られるスペクトル分布から固有振動数を求めた。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-6 に示す。今回の試験結果では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. 劣化度と固有振動数の比較

本研究で得られた床版の固有振動数と床版の活荷重たわみから与えられる劣化度 D_o の関係を図-7 に、ひび割れ密度から与えられる劣化度 D_c との関係を図-8 に示す。これらの図を見ると、どちらの図においても床版の劣化が進行し、劣化度が増加すると床版の固有振動数が低下していることが明らかにわかる。このことから、床版の固有振動数を求めることにより、その劣化程度を推定できる可能性があることがわかる。

5. まとめ

RC 床版の輪荷重走行試験において固有振動数を確認することにより、床版の劣化程度を把握できる可能性があることが明らかになった。

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

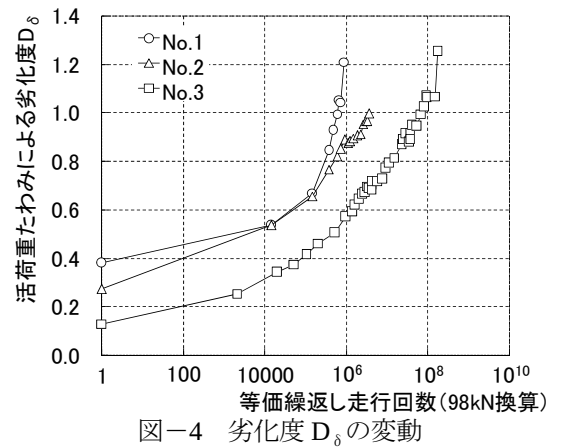
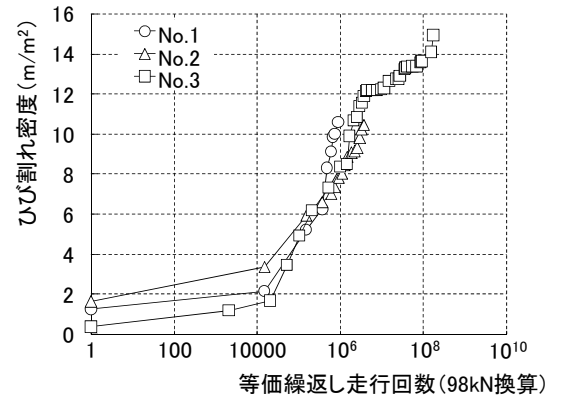
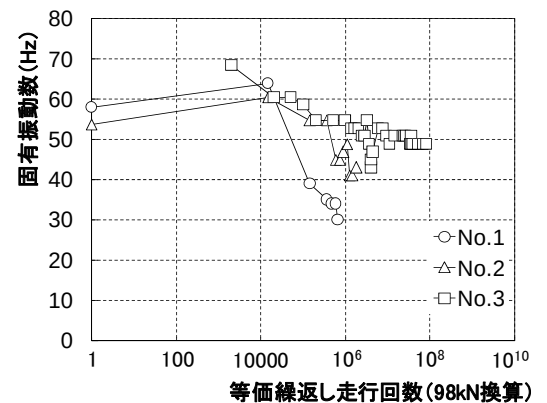
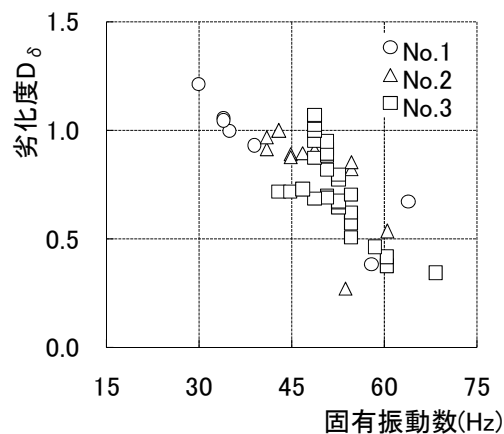
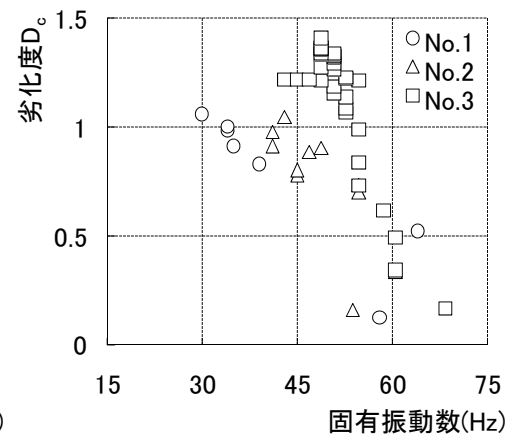
図-4 劣化度 D_o の変動図-5 ひび割れ密度 C_d の変動

図-6 固有振動数の変動

図-7 固有振動数と D_o の関係図-8 固有振動数と D_c の関係