

ホワイトノイズを用いた強制加振試験による RC 床版の損傷評価

東北大学 学生会員 ○杉山涼亮 東北大学 学生会員 八嶋宏幸
東北大学 正会員 内藤英樹 東日本高速道路 正会員 山口恭平
ネクスコ・エンジニアリング東北 正会員 早坂洋平
東北大学 フェロー会員 鈴木基行

1. はじめに

我が国では、高度経済成長期より整備され続けてきた社会基盤構造物の多くが、現在、老朽化を迎えている。このような状況のなか限られた予算等の制約を受けながら、補修等の対応を行い、維持管理していかなければならない。道路橋コンクリート床版（以下、RC 床版）では、主に目視点検により維持管理が行われているが、RC 床版は内部に損傷が進展するため、その検知が非常に難しい。これに対して著者らは、小型加振器を用いた RC 床版の非破壊検査法の開発に取り組んできた¹⁾。本研究は、この従来技術を効率化するものであり、指定した周波数範囲にわたってほぼ均等な強度を持っているホワイトノイズを入力波として、その応答波から共振周波数を得ることで内部損傷の検知ができると考えた。

本研究では、小型加振器を用いてアスファルト舗装や鋼板、繊維シート上からでも RC 床版供試体内部の模擬損傷を探查できるか試みた。さらに、供用後に撤去された実 RC 床版に対して、提案技術の適用可能性を検討した。

2. RC 床版供試体による基礎検討

2.1 実験概要

RC 床版供試体の諸元と概略図をそれぞれ表-1 と図-1 に示す。供試体パラメータはアスファルト舗装の有無、繊維シートもしくは鋼板の有無、床版内部の模擬損傷（厚さ 10mm の発泡スチロール板）の大きさとした。小型加振器を供試体に当て、ホワイトノイズの振動を与えた。この際、加振点付近に加速度ピックアップを厚さ約 1mm の両面テープで貼付し、得られた応答波を高速フーリエ変換することでパワースペクトル密度（以下、PSD）の曲線を得た。本実験の測定周波数範囲は、健全部の理論値を鑑みて、舗装無しで 1000-10000Hz、舗装有りで 1000-8000Hz とした。測定は、図-1 に示すように床版の中心を原点 O として、x 軸上で正負に 50mm 間隔を基本に行った。また、上下面の両面を測定した。

2.2 実験結果

実験により得られた PSD の曲線の一例を図-2 に示す。図-2 は供試体名 slab200 の上面からの健全部および空隙部の測定結果である。健全部と空隙部での共振周波数はそれぞれ 8394Hz と 4037Hz となり、空隙部において共振周波数が大幅に低下している。これは、空隙部で動弾性係数が低下することによるものと考えられる。

表-1 供試体諸元

供試体名	空隙(mm ²)	アスファルト	補強材
slab200	200×200	無し	繊維シート
slab300	300×300	有り	鋼板
slab500	500×500	無し	鋼板

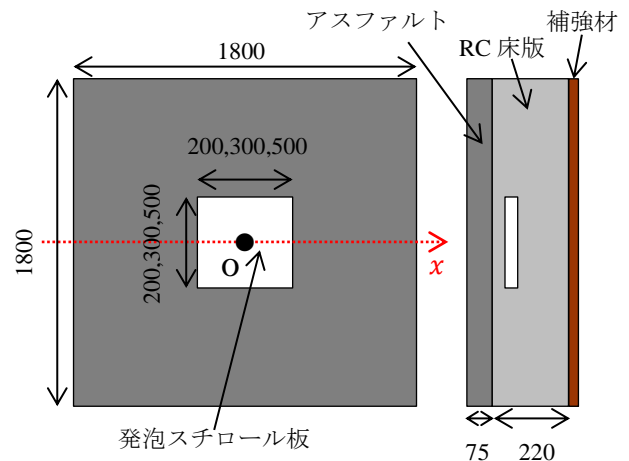


図-1 供試体概要図

(単位：mm)

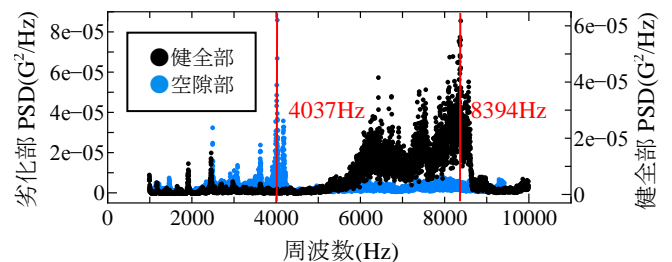


図-2 周波数応答特性曲線

キーワード：RC 床版，非破壊検査，強制振動試験，ホワイトノイズ

連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 TEL：022 (795) 7449 FAX：022 (795) 7448

続いて、それぞれの供試体の上下面での、測定位置と共振周波数の関係を図-3に示す。いずれの供試体についても空隙部において共振周波数が低下していることが分かる。このことから、提案技術は、床版の上下面、アスファルト舗装や補強材の有無に関わらず、RC床版内部の損傷を検知できる可能性が示された。また、空隙の面積が増加するに伴って、空隙部の共振周波数比（共振周波数/健全部の理論値）が低下していることから、この共振周波数比の値より損傷度を評価できる可能性が示された。

3. 撤去床版の測定

3.1 実験概要

実験供試体による基礎検討を踏まえ、実構造物への適用可能性を検討した。対象構造物は、供用後に撤去された高速道路橋のRC床版の一部を橋軸方向に約2m、橋軸直角方向に約5mに切り出したものである。撤去床版の外観と測定状況を写真-1に示す。側面に水平ひび割れが確認され、下面では剥落が生じていた。橋軸方向に4分割、橋軸直角方向に地覆部を除き10分割をして測定を行った。測定周波数範囲は健全部の理論値を鑑みて、1000-10000Hzとした。

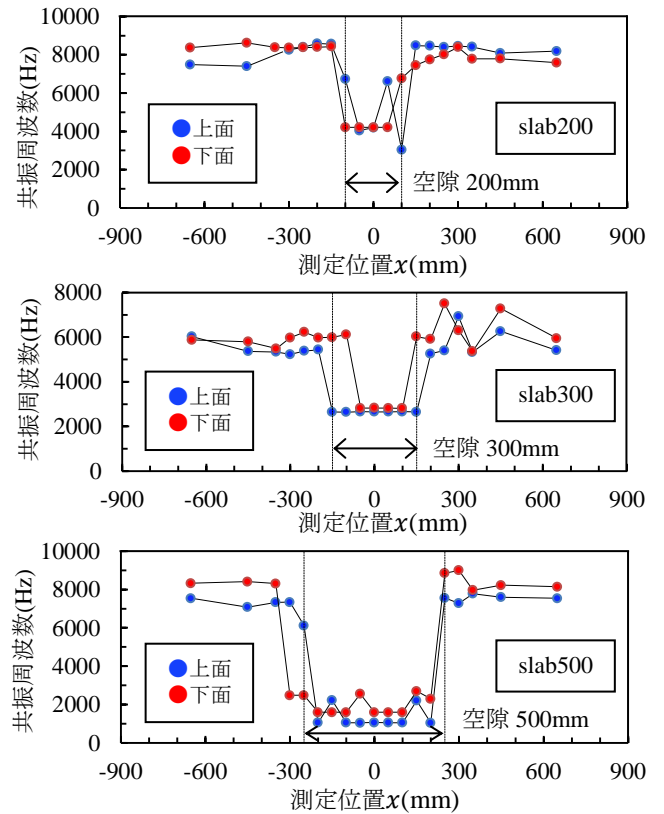


図-3 共振周波数の分布



写真-1 撤去床版測定状況

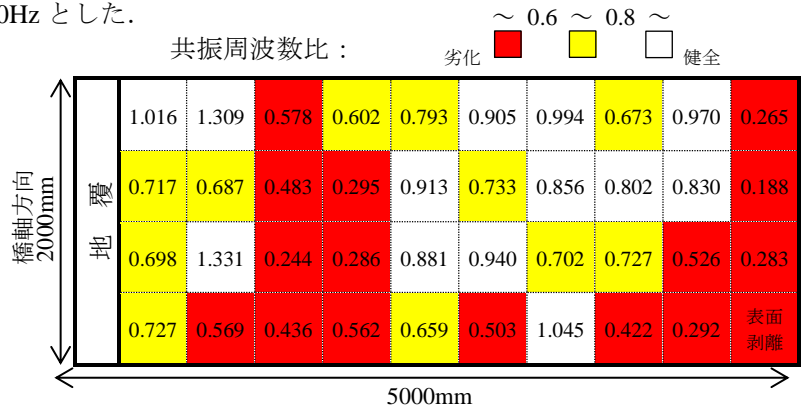


図-4 各測定点における共振周波数比の分布

3.2 実験結果

各測定点における共振周波数比の分布を図-4に示す。側面の水平ひび割れが集中していると思われる箇所では、共振周波数比が低下していた。このような箇所では、車両荷重による疲労や主桁間のたわみ等の影響により、内部損傷が著しかったと思われる。また、一点当たりの測定時間は約14秒（データを保存する時間を含む）と効率的に測定することができた。以上より、実RC床版でも内部損傷が検知でき、劣化分布を把握できる可能性を示した。

4. まとめ

本研究により、RC床版では、ホワイトノイズを用いて内部損傷の検知ができる可能性を示した。提案手法を用いて、車両走行中でも測定が可能であるのか、また、RC床版以外の社会基盤構造物に対しても適用が可能であるのか、今後の検討を予定している。

参考文献：1)内藤英樹，齊木佑介，鈴木基行，岩城一郎，子田康弘，加藤潔：小型起振機を用いた強制振動試験に基づくコンクリート床版の非破壊検査法，土木学会論文集 E2, Vol.67, No.4, pp.522-534, 2011.10