

コンクリート床版の損傷検知に関する基礎的研究

(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○橘義規
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 梅林福太郎
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 久木留貴裕
 (株)エイテック 正会員 古東佑介

1. はじめに

鋼橋の RC 床版について、車両の大型化や車両走行荷重の繰り返しによる疲労損傷が近年問題となっている。構造物の高齢化と相まって、点検を実施しているにも関わらず、かぶりコンクリートのはく離や抜け落ち等の重大な損傷が発生している。これは、5年に一度の定期点検では急速な損傷の把握が困難であること、目視での損傷把握には限界があることを示唆している。



図-1 床版に発生した損傷例

目視点検以外の RC 床版異常検知手法としては、重錘落下によりたわみや振動特性の変動を把握する手法が提案されているが、専用の試験装置が必要となり、また交通規制が必要となる。

本研究では、取付けが容易で無線によるデータ収集が可能な MEMS センサを用い、計測が簡易で低廉な損傷検知システムの開発を目指している。

2. 検知システムの概要

開発を目指すシステムは、重量が既知で変動が小さく、定期的に一定ルートを走行する車両 (ex.道路巡視パトロール車) が走行したときの車両振動と、その際に床版下面に設置した加速度センサにより計測される床版振動から周波数応答関数を求め、その変化から損傷の進展を検知しようとするものである。

本システムのイメージを図-2 に示す

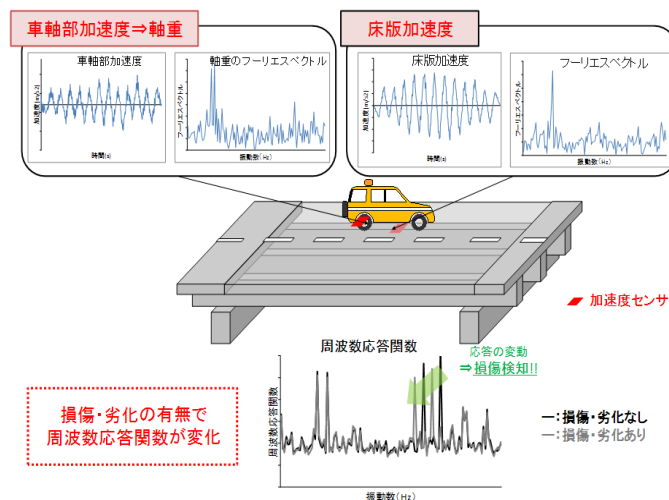


図-2 異常検知システム概要

3. 簡易モデル解析による基礎的な検討

(1) 簡易モデル解析概要

周波数応答関数の変化により損傷の把握が可能か確認するため、床版の一部を取り出した解析モデルを作成し、周波数応答解析を実施した。この際損傷の進展に伴い剛性を変化させて、複数節点の解析応答値の変動を確認した。

(2) 解析モデル

解析モデルは図-3 に示す格子モデルで、床版厚は疲労損傷が特に頻発している昭和45年以前の床版厚 $t=160\text{mm}$ とした¹⁾。車両振動としては 0.02Hz 刻みで $50\sim 250\text{Hz}$ の振動をモデル中央に加振し、周波数応答解析を実施した。モデル内●は応答加速度の抽出点である。

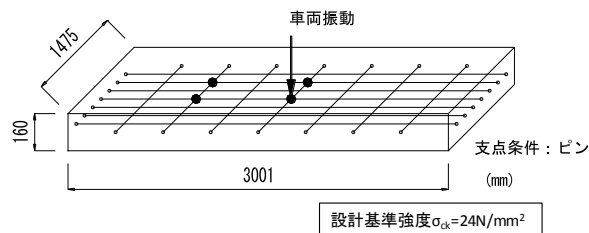


図-3 解析モデル

キーワード: RC 床版, 異常検知, モニタリング, 振動解析

連絡先: 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 (株)オリエンタルコンサルタンツ TEL03-6311-7551

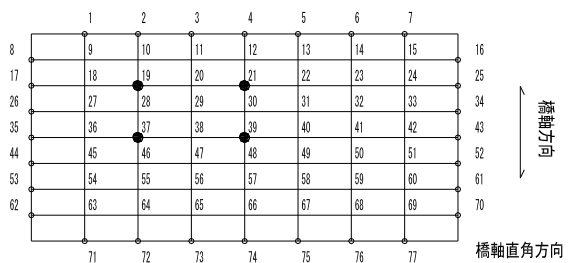
(3) 解析ケース

床版の損傷の進展メカニズムを踏まえて、以下の3ケースのモデルについて解析を実施した。

各ケース間、及び各応答抽出点間の応答解析結果の差異を確認することで、損傷の進展が周波数応答関数にどのように現れてくるか確認した。

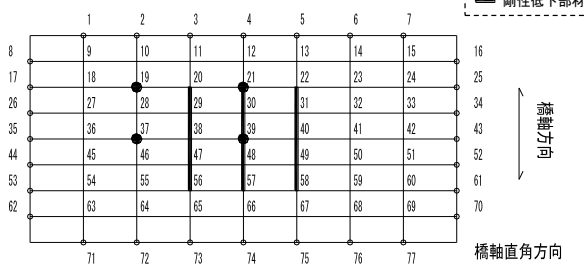
①健全な状態

⇒初期剛性比率100%



②橋軸直角方向に一方向ひび割れが発生

⇒橋軸方向部材の断面剛性が低下 初期剛性比率60%



③格子状ひび割れ

⇒橋軸直角方向部材も断面剛性低下 初期剛性比率60%

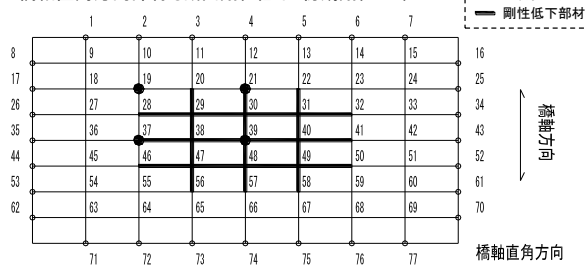


図-4 解析ケース

(4) 解析結果

図-5 に各節点の応答加速度を、図-6 には節点 39 を基準とした加速度応答比率を示す。

これらの結果から、損傷が進展すると、剛性の低下と共に床版に長周期化が発生することが確認できる。この傾向は節点の位置に係わらず、床版全体で確認できる。一方、応答の大きさに着目すると、ひび割れが一方向に発生した場合（ケース 2）で、剛性が低下する範囲にある節点 21, 39 で応答加速度の増加が確認できる。この傾向は図-6 の節点 39 を基準とした節点21の応答比率からも確認することができる。

また、ケース 1 からケース 2 へ損傷が進展した場合よりもケース 2 からケース 3 へ進展した場合のほうが長周期化への変化は大きく、より重大な損傷が

発生した場合は大きく応答比率が変動するものと考えられる。

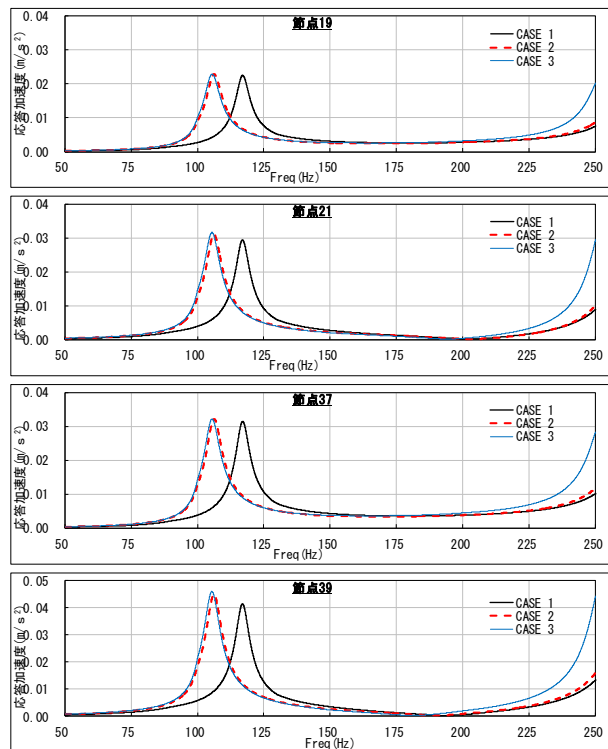


図-5 各抽出点の応答加速度

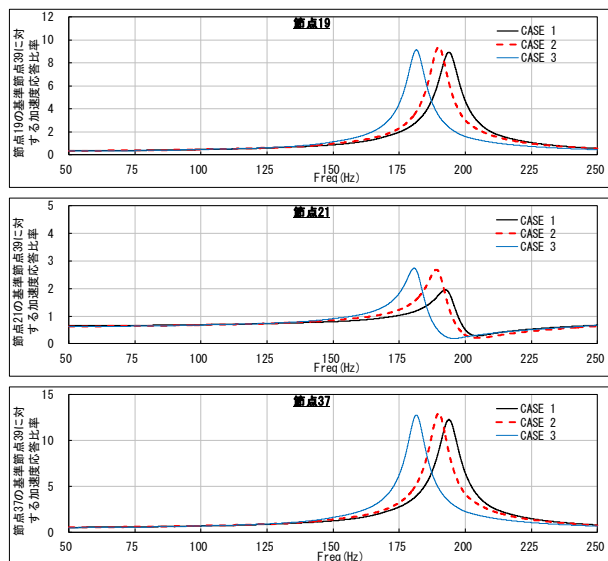


図-6 抽出点 39 に対する各抽出点の加速度応答比率

4. おわりに

本研究では、周波数応答関数を用いて、損傷の有無及び進展状況が把握できる可能性があることが確認できた。ただし、今後は不規則振動での検証や必要最小限のセンサ配置の検討、非線形度等他の指標による把握方法の検証など、詳細な解析、実測による検討を実施する予定である。

参考文献

- 1) 東・中・西高速道路株式会社：設計要領，第二集 橋梁保全編，PP.4-2～3，H24.7