

PC3 径間連続合成桁の固有振動モードの推定

東日本高速道路(株) 東北支社 建設事業部 正会員 ○高久 英彰
 日本電気(株) 正会員 葛西 茂
 日本電気(株) 正会員 清川 裕
 日本電気(株) 正会員 木下 翔平

1. はじめに

NEXCO 東日本が管理する約 3,871km(2017.3 末現在)の高速道路のうち約 4 割が供用から 30 年を超えており、老朽化や劣化が顕著となっている。高速道路の老朽化対策として、2014 年より最新の技術を取り入れた高速道路リニューアルプロジェクトを展開している。本プロジェクトは損傷した構造物の構造性能の向上や回復を目指す事業であるが、一方で、国内外においても構造性能を定量的に評価する手法は未だ確立されていない現状にある。

著者らは構造性能の評価手法として、固有振動モードの発現に着目している。この固有振動モードは、単純桁橋については報告例があるものの¹⁾、多径間連続のコンクリート橋に関する報告例は少ない。そこで、今回、一次床版を取り換えた PC3 径間連続合成桁を対象に固有振動モードの抽出に取り組んだ内容について報告する。

2. 対象橋梁

八戸自動車道の楢山橋 (PC3 径間連続合成桁橋、昭和 61 年 11 月供用開始) は八戸道の一戸 IC~九戸 IC に位置する橋梁 (図 1~2) であり、ASR に起因した劣化が生じていた。平成 29 年 3 月から設計に着手し、前述の IC 間にて終日対面規制によるリニューアル工事にて、橋軸方向に PC 鋼材が配置されプレストレスが導入された一次床版の撤去・再構築、外ケーブル配置等を行い、平成 30 年 12 月に橋梁本体工事を完了している。^{2),3)}



図 1 楢山橋の外観

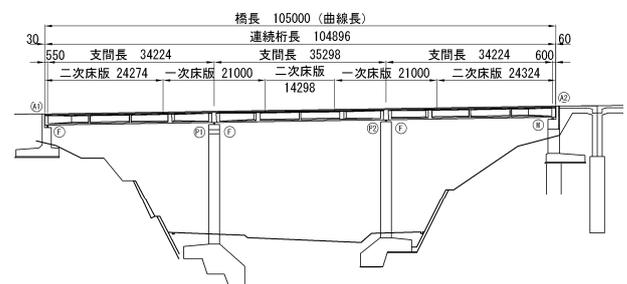


図 2 橋梁側面図

3. 計測方法および解析方法

多点同時計測が可能な有線型解析システムを用いて、一次床版交換後の床版の振動を計測した。解析システムは、加速度を計測するための加速度センサ、FFT アナライザ、制御用 PC で構成させた。図 3-(a) と図 3-(b) にセンサ配置を示す。使用した FFT アナライザのチャンネル数に限りがあるため、橋台 A1~橋脚 P2 間、橋脚 P1~橋台 A2 間の 2 回に測定箇所を分けて計測した。センサは橋軸方向に 1 列とし、各径間毎に概ね等間隔で 7 点設置した。

道路上の車両走行状態を目視で確認し、大型車 1 台が走行車線を通じた際に、床版の鉛直方向に生じる加速度応答を計測した。計測した加速度の時刻歴波形から減衰自由

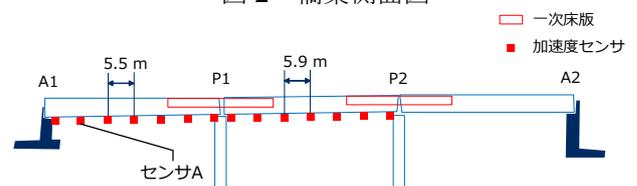


図 3-(a) A1 - P2 測定時のセンサ配置

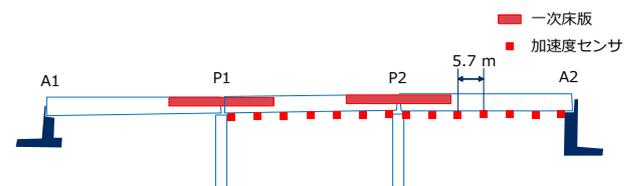


図 3-(b) P1 - A2 測定時のセンサ配置

キーワード 固有モード, 損傷評価

連絡先 〒980-0021 宮城県仙台市青葉区中央 3-2-1 東日本高速道路(株)東北支社 TEL 022-217-1829

振動区間を選定し、続いて周波数変換処理した後、各卓越周波数における加速度振幅と位相情報から振動姿態を描画させて固有振動モードを推定した。

4. 結果

4.1 加速度の時刻歴波形解析

代表例として、図 3-(a)のセンサ A における加速度の時刻歴波形を図 4 に示す。大型車がセンサへ接近するにつれて、加速度振幅は大きくなった。そして、大型車がセンサ付近を通過した際に、加速度振幅は最大となった。その時の加速度振幅は約 1.5 m/s^2 であった。その後大型車がセンサ A 付近を通過すると、加速度振幅は減少した。

4.2 加速度の周波数解析

次に、図 4 の時刻歴波形において、橋梁上に車両が存在しない減衰自由振動区間を対象に、周波数解析を試みた。代表例として、センサ B における加速度の周波数スペクトルを図 5 に示す。図から、(a)4Hz、(b)7Hz、(c)15Hz に卓越を確認できた。

4.3 固有振動モードの推定

(a)4Hz、(b)7Hz、(c)15Hz の卓越周波数のうち、(a)4Hz について、各センサ位置の加速度振幅と位相情報から、振動姿態を描画した。図 6 に結果を示す。また、比較のために、既往の理論解析による連続梁の固有振動モード形状 ψ を図 7 に示す。図 6 と図 7 との比較から (a)4Hz における振動姿態は、対称 1 次振動の形状に近いことが判った。

5. まとめ

本検証を通じて、床版工事後の PC3 径間連続合成桁の固有振動モードの抽出に成功した。固有振動モードの発現は、床版工事後の PC3 径間連続合成桁が連続構造物として機能していることを示唆している。なお、他の固有振動モードなどを含めた解析の詳細は、別報の PC3 径間連続合成桁の固有振動モードの数値解析と実証解析との比較検証で報告する。

参考文献

- 1) 木下,葛西,清川,藤野,本間,寺田:土木学会第 72 回年次学術講演会概要集,p.33-34,2017
- 2) 高久,小野塚,羽柴,安川:土木学会第 73 回年次学術講演会概要集,p.693-694,2018
- 3) 花房綱川,山口,藤田:土木学会第 73 回年次学術講演会概要集,p.695-696,2018
- 4) 中井,小林:土木構造物の振動解析,森北出版,p135,1999

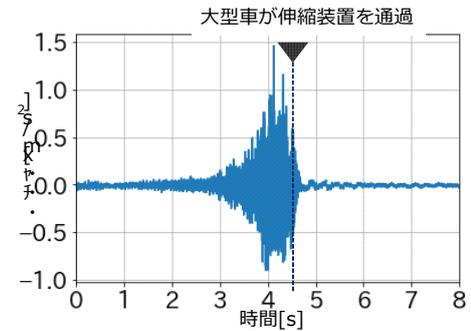


図 4 時刻歴波形例 (センサ A)

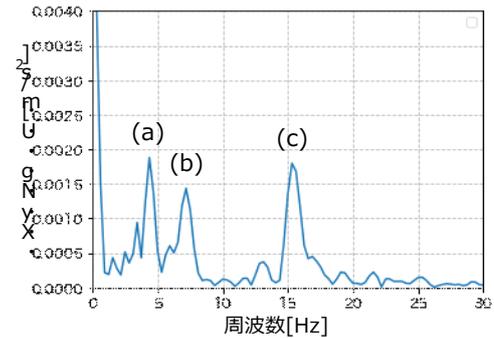


図 5 加速度の周波数スペクトル例 (センサ A)

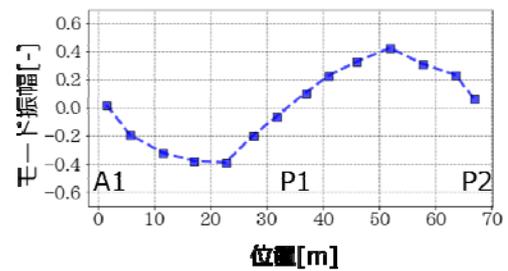


図 6 4Hz の振動姿態

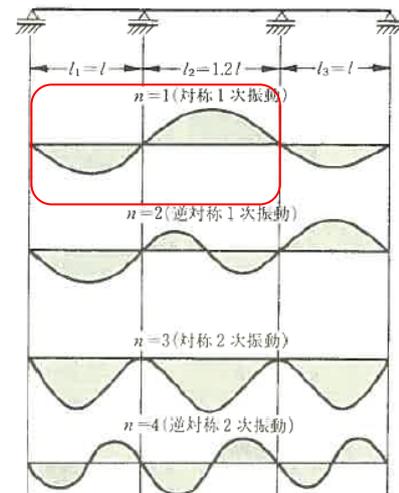


図 7 連続梁の振動固有モード