

巡回車を利用した鋼製フィンガージョイント変状検知手法に関する基礎的研究

株式会社 構造計画研究所 ○正会員 矢部 明人
 株式会社 高速道路総合技術研究所 正会員 岩吹 啓史
 株式会社 高速道路総合技術研究所 正会員 中崎 邦夫

1. はじめに

鋼製フィンガージョイントは、「損傷Ⅰ：アンカー破断」、「損傷Ⅱ：アンカー破断およびリブ溶接破断」、「損傷Ⅲ：アンカー破断、リブ溶接破断およびウェブ破断」と段階的に進む¹⁾過程において構造的な変化が生じ、その変化に起因して動的な特性、すなわち卓越振動数が変化することが示された。また、路面の凹凸等により起振された車両が構造物上を走行すると、車両と構造物の双方に振動が発生する。それらの振動は、動的相互作用により構造物の振動は車両側に伝播する²⁾³⁾。損傷などにより構造物に構造的な変化が生じた場合、その変化による振動の変化も車両側に伝播することが推察される。このような動的相互作用の原理に基づき、巡回車が鋼製フィンガージョイントのフェースプレートを通過した瞬間の巡回車に伝わる振動から、鋼製フィンガージョイントの卓越振動数の変化を捉えられるか否かについて実験的に確かめる必要がある。本研究では、損傷に伴う卓越振動数の変化が、鋼製フィンガージョイント直上の車軸に伝達されることを実験的に確認し、さらに走行中における巡回車の車軸にどのように伝達されるか考察し、走行中の巡回車から鋼製フィンガージョイントの変状を捉えられる可能性について検討した。

2. ジョイント位置の検知手法

図1に、80km/h 相当で走行中の巡回車の後輪が、フェースプレート直上を通過する瞬間の車軸の振動データを抽出する手法について示す。巡回車の後輪前方にレーザー変位計を所定の間隔で2台設置し、走行中の路面の凹凸を計測する値から鋼製フィンガージョイントの遊間通過の瞬間をとらえる。次に、2台のレーザーの遊間通過時刻を読み取り、正確な走行速度を計算し、レーザー変位計と後輪の位置関係からレーザー変位計通過後に後輪が遊間を通過する時刻を推定する。80km/h 走行時、約0.2mのフェースプレート通過時間は約0.01秒であることから、推定通過時刻から0.01秒分を抽出し検知データとして使用する。

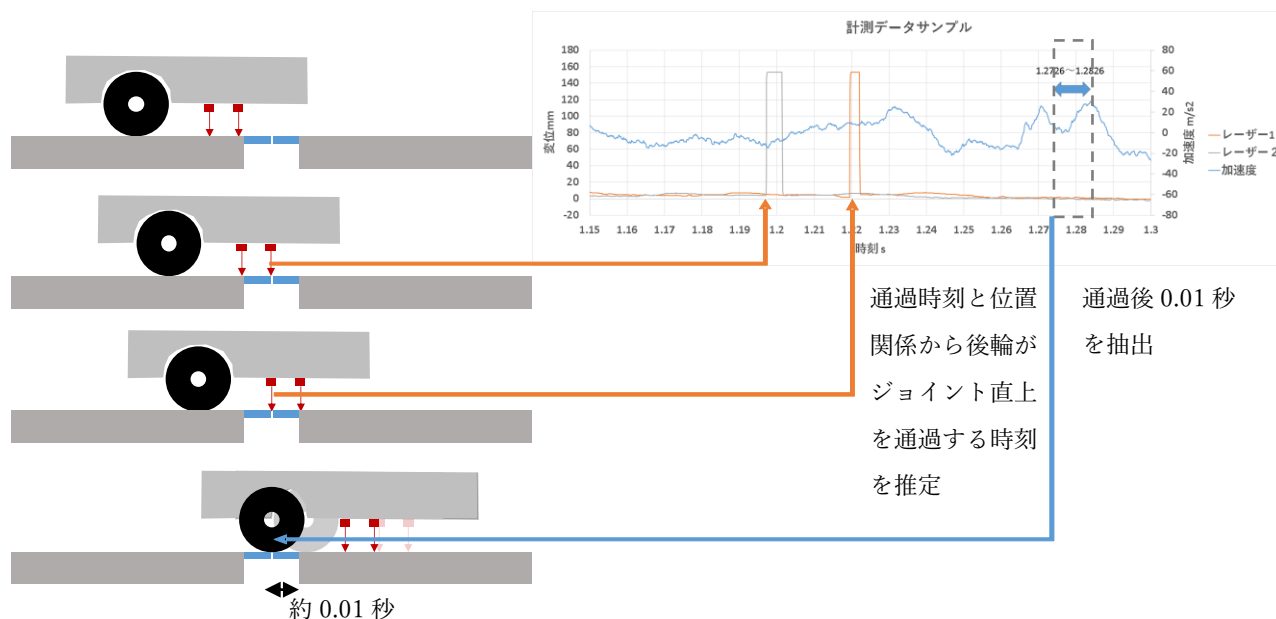


図1 後輪がフェースプレート直上を通過する瞬間を検知する手順

キーワード 巡回車, 鋼製フィンガージョイント, 変状検知, 非破壊検査

連絡先 〒164-0011 東京都中野区中央4丁目5番3号 株式会社 構造計画研究所 TEL 03-5342-113

3. 実験概要

後輪車軸に加速度センサ(サンプリングレート 10kHz)を設置し(図 2),テストコース上に敷設された健全,および損傷Ⅰ～損傷Ⅲの4つの試験体の後輪通過位置にあたるフェースプレート下面にも加速度センサ(サンプリングレート 10kHz)を設置する(図 3).まずは,図 4 に示すようにセンサが設置された後輪を各試験体フェースプレート上に載荷してその近傍を打撃し,フェースプレートから車軸に伝わる加速度を計測する打撃実験を行った.次に,テストコースを周回しながら,試験体の各損傷位置を約 80km/h で走行し,各フェースプレート直上通過時の車軸の加速度を計測する走行実験を行った.



図 2 車軸上のセンサ



図 3 テストコース上の試験体とセンサ



図 4 打撃実験の様子

4. 打撃実験結果

打撃実験の結果を図 5 に示す.各試験体それぞれ 100 回打撃し,平均フーリエスペクトルを算出した.800Hz～1500Hz の帯域において,フェースプレート直上の車軸に伝わる振動も,フェースプレートの振動と同様に,健全で見られる卓越が,損傷Ⅰや損傷Ⅱでは見られず損傷Ⅲでは新たな卓越が見られた.

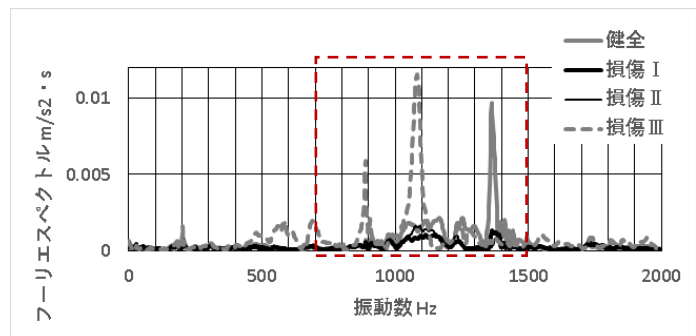


図 5 打撃実験の結果

5. 走行実験結果

打撃実験により,健全と損傷Ⅲの部材において 800Hz～1500Hz の帯域に発現する卓越振動数に変化が見られたことから,走行実験では 800Hz～1500Hz の帯域について分析と比較を行った.分析にあたっては抽出誤差の影響を鑑みて,後輪通過推定時刻から 0.01 秒遡り,0.001 刻みでスライドしながらデータを抽出し,平均フーリエスペクトルを比較した.10 周分の分析結果を図 6 に示す.打撃実験結果に見られたような損傷Ⅲの卓越振動の変化に起因すると考えられる卓越振動数の変化が見られた.

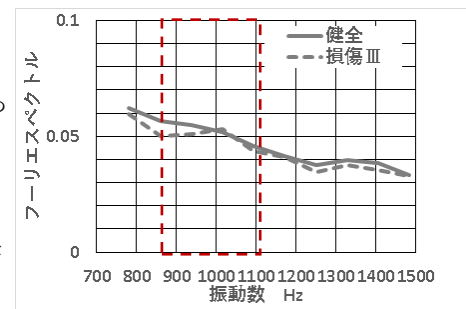


図 6 走行実験の結果

6. 考察・まとめ

本実験結果から,当該試験体における損傷Ⅲ程度の鋼製フィンガージョイントの変状を,走行中の巡回車から捉えられる可能性を示すことができたと考えられる.

7. 謝辞

本研究の実験に多大なご協力を頂いた(一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所の小野氏,田中氏,ミカサ金属(株)の田仲氏をはじめ関係する皆様に感謝します.

参考文献

- 1)酒井修平,小野秀一,舘石和雄,道路橋の鋼製フィンガージョイントの損傷メカニズム,鋼構造論文集第 21 巻第 84 号 p.9-21、2014.12
- 2)川谷充郎,大阪大学大学院工学研究科,道路橋の走行荷重による不規則振動と衝撃係数に関する研究,1987.12
- 3)矢部明人,宮本文穂,磯田聡史,谷信幸,路線バスによる中小橋梁モニタリング手法の開発,土木学会論文集 69 巻 (2013) 2 号 p.102-120、