

1980 年代に施工された PC 橋の振動実験

苦小牧工業高等専門学校専攻科創造工学専攻

学生会員

○岩原 佳吾

苦小牧工業高等専門学校創造工学科

正 会 員

松尾 優子

北海道大学大学院工学研究院

正 会 員

宮森 保紀

北海学園大学工学部社会環境工学科

正 会 員

小幡 卓司

1. 結論

現在、我が国では既設橋梁の老朽化が深刻な問題であり、建設後 50 年が経過する橋梁の割合は 2032 年度には全体の約 59%に急増する^[1]とされている. そのため 5 年に 1 度の橋梁点検が義務付けられているが、PC 橋は外観から耐荷性の評価となる残存プレストレスの把握ができないといった問題が指摘されている. そのため、非破壊かつ簡易的に PC 橋の劣化・損傷を把握するため、予め振動を測定し、その固有振動数の推移より耐荷性の低下を判断する手法が提案されているが、構造物の振動特性は温度や橋梁の諸条件により異なる. 特に初期の PC 橋では、PC 工事を施工できる業者が不足していたため、横締め緊張せずに太径のねじ切り鉄筋の配置により施工されたものも多い.

本研究では苦小牧市内の健全度及び桁の条件が異なる PC 橋を対象に実験を行い、PC 橋における振動特性を把握することを目的とする.

2. 橋梁概要

本研究で実験対象とした橋梁は、苦小牧市内に架かる健全度Ⅱ、建設省桁の「天龍橋」(図-1、写真-1)と、健全度Ⅲ、JIS 桁の「ワッカナイ小橋」(図-2、写真-2)である. 表-1 に各橋梁の諸元を示す. 天龍橋では目立った損傷はないが、ワッカナイ小橋では外側の桁付近の間詰めコンクリートや橋台などに遊離石灰の析出が確認できる.

3. 実験概要

振動実験は、サンプリング周波数を 200Hz として鉛直方向(z 方向)の加速度を計測した. 加振方法は、支間中央にて人間数名が橋軸直角方向に整列し 1 回跳躍を行い、加振後の減衰自由振動を測定した. 加速度計(共和電業製 AS-5GB, No.21~24 のみ 2GB)は、天龍橋(図-1)では路面の中央付近と路肩付近に計 12 基設置した. ワッカナイ小橋(図-3)では、路面に 6 基と桁下に 10 基の計 16 基設置した.

4. FFT 解析結果

センターライン付近と路肩付近に設置した加速度計から
キーワード 橋梁振動実験, 固有振動数, PC 橋

連絡先 〒059-1275 北海道苦小牧市字錦岡 443 TEL 0144-67-8063

表-1 対象橋梁の諸元

	天龍橋	ワッカナイ小橋
構 造 形 式	PC プレテンション単純中空床版桁橋	
建 設 年	1988 年	1980 年
支 間 長 / 幅 員	16.86m/7.0m	12.0m/6.25m
健全度(2015)	Ⅱ(主桁Ⅰ)	Ⅲ(主桁Ⅲ)
PC 桁タイプ	建設省桁	JIS 桁

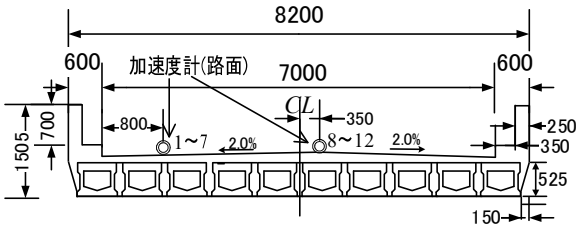


図-1 天龍橋断面図

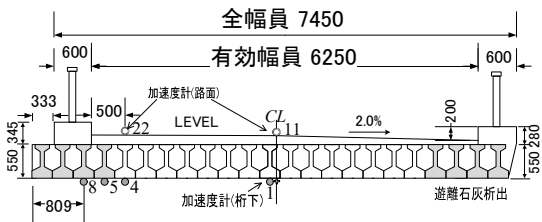


図-2 ワッカナイ小橋断面図

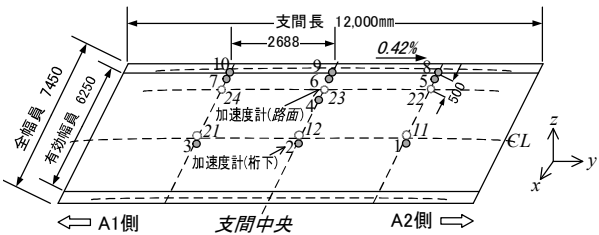


図-3 ワッカナイ小橋平面図



写真-1 天龍橋



写真-2 ワッカナイ小橋

得られた天龍橋、ワッカナイ小橋のFFT解析結果を図-4、図-5に示す。天龍橋(図-4)ではいずれの結果も6Hz付近に曲げ1次のピークが見られ、ワッカナイ小橋(図-5)では10Hz付近であった。また、路肩の解析結果において天龍橋では13Hz付近に、ワッカナイ小橋は17Hz付近にピーク点が見られ、モード形状を確認するといずれもねじれの1次モードであった。特にワッカナイ小橋では、そのピーク点が1次の固有振動数と同程度の大きさとなり、これはワッカナイ小橋が斜橋であることからねじれの影響がより表れたと考えられる。

5. 固有振動数

両橋梁の各加速度計の固有振動数を図-6、図-7に示す。凡例は実験日を示している。実験値は各日に3回行った値の平均値を表している。解析値は、橋梁台帳の寸法よりモデルを作成し有限要素法により求め、拘束条件は回転・移動の単純梁、解析ソフトはAutodesk Inventorを用いた。

図-6の天龍橋では、設置箇所によらずどの加速度計においても2回の実験値と解析値はほぼ一致している。

一方でワッカナイ小橋(図-7)は遊離石灰の有無に関わらず、同一の桁に設置した加速度計の固有振動数さえも大きく異なり、ばらつきが大きかった。

6. 横方向の振動伝搬

次にセンターライン上の橋軸方向に整列し跳躍加振を行い、横方向の振動の伝搬を確認した。その際のワッカナイ小橋のセンターラインと路肩付近の加速度波形を図-8に示す。図よりセンターラインライン上で加振した振動が路肩まで伝搬するのに0.016sを要していた。一方、天龍橋でも同様に計測したところほぼ同一の瞬間に振動しており、加速度波形のずれはほとんどなかった。

7. 結論

一連の実験結果より、天龍橋では桁全体が一体となって振動し、ワッカナイ小橋では各桁がバラバラに振動した。この要因として、ワッカナイ小橋は間詰めコンクリートが劣化により断片的に剥落し、同じ桁でも長さ方向に拘束力が異なることや、天龍橋よりやや年代が古いため横締め緊張による施工ではなかったことが推察される。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP22K02734 の助成を受けました。振動実験に際しては、苫小牧市にご協力をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

[1] 国土交通省：国土交通白書，2020，[2] 藤原稔：道路橋技術基準の変遷，技報堂出版，2009，[3] 濱野谷ら他3名：桁条件の異なるPC橋の振動特性の比較，令和4年度土木学会第77回年次学術講演会，2022

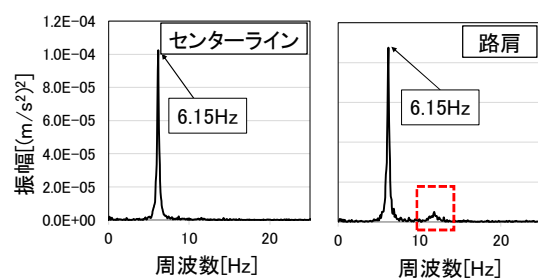


図-4 FFT解析結果(天龍橋)

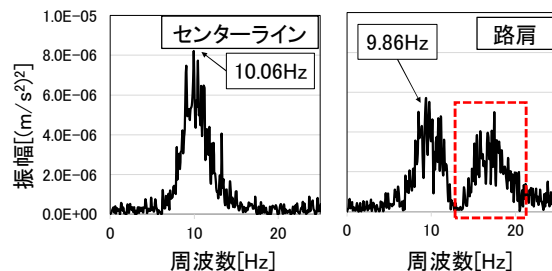


図-5 FFT解析結果(ワッカナイ小橋)

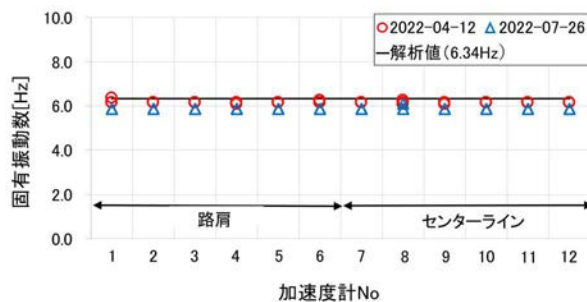


図-6 各加速度計の固有振動数(天龍橋)

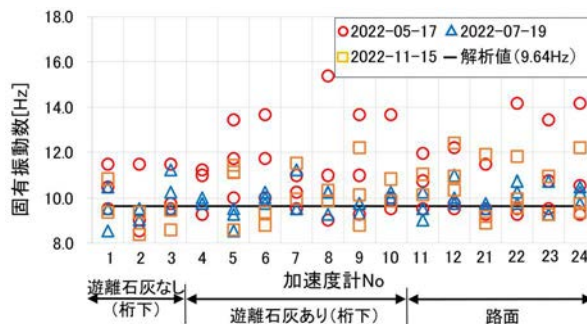


図-7 各加速度計の固有振動数(ワッカナイ小橋)

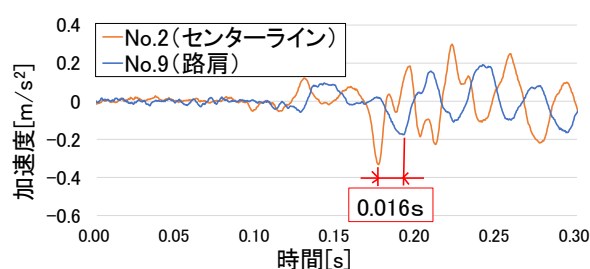


図-8 ワッカナイ小橋の加速度波形