

支承取替後の既存 PC 橋梁の振動特性変化に関する実験および数値解析的検討

長崎大学 学生会員○原田聡一郎 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博
長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 正会員 西川貴文

1 はじめに

PC (プレストレストコンクリート) は耐ひび割れ構造で耐久性の優れたものであるが、我が国で初めて建設されてから 50 年近くになり、既存構造物の中には長期間供用されてきたものが増えている。そのため、今後補修や補強を必要とするものが増えると予想される¹。既往の研究で、PCT 桁橋において支承固着が固有振動数に与える影響は低次の方が大きいと示されている。また、鋼材腐食やプレストレス低下による要因だけでは健全時と比較して、振動特性に有意な差が生じないことが示されている。そこで、本研究では支承 (鋼製支承) の腐食が著しく、支承取替工事が行われた PC 橋に対して橋梁振動計測を実施した。本報告では、計測の概要および取替後のゴム支承の物性を考慮して実施した FE 解析結果について示す。

2 対象橋梁の計測概要

対象橋梁は、長崎市にある 3 径間連続 PC 箱桁部と 2 径間ポステン PCT 桁部から成る橋長 186m 幅員 11m の橋梁である。前年度に実施した支承取替前と、本年度実施されている支承取替直後の振動特性について比較検討することが本計測の目的である。工事は現在も実施されているため、本報告の内容は、特に数値解析を主としている。計測内容は桁鉛直方向の加速度に加え、以後の検討のために、ビデオによる支承挙動の撮影、また桁部の温度観測を行った。図-1 に対象橋梁および計測装置設置位置を示す。各計測装置は、サーミスタを P4 支承付近の桁上地覆・床版下面・桁下の計 3 点、サーボ加速度計および圧電式加速度計を図-1 に示す箇所を設置、ビデオは P4 地点の橋脚上に 2 点設置した。加速度計測に関してはサンプリング周波数を 200Hz とし、10 分間毎にデータを蓄積する連続計測を行った。

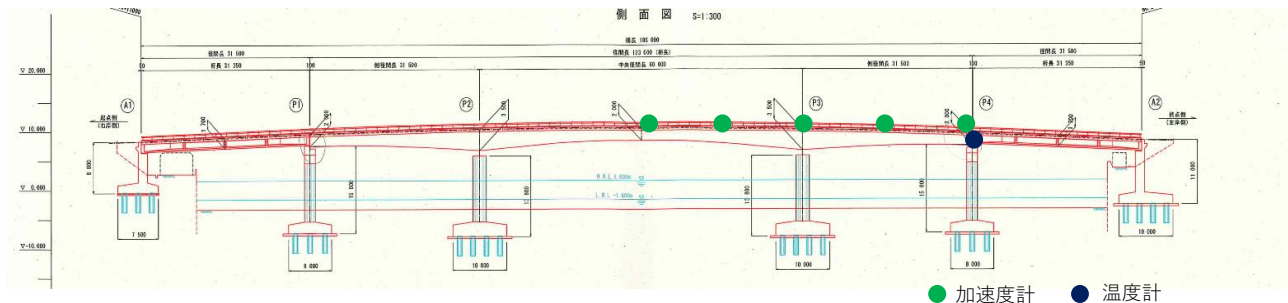


図-1 対象橋梁の側面図および計測装置設置位置

3 温度分布

温度計測は 11 月 18 日 14 時 50 分～21 日 13 時まで行った。ch1…桁上地覆 ch2…床版下面 ch3…桁下とする。1 日ごとの温度変化に着目すると、図 2 より平均して桁上地覆部の温度低下は 8.0°C、床版下面の温度低下は 5.3°C、桁下の外気温の低下は 3.4°Cであった。また、計測日の長崎市の最高気温と最低気温と計測データには大きな差がないことを確認した。

4 振動計測結果

支承取替前(2021 年)と支承取替後 (2022 年 11 月) に実施した橋梁地覆部の加速度計測に基づいて得られた、支間中央および P4 支承上部の振動数の比較を行った。図-3 の橙色・緑

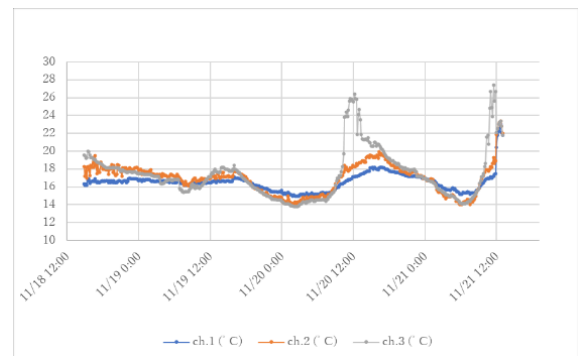


図-2 橋体温度および外気温分布

色の各ヒストグラムは、それぞれ支
取替前と取替後について鉛直方向お
よび橋軸方向の、各振動数における頻
度を表したものである。鉛直方向にお
いて、P4 支点上では 11Hz 辺りにピー
クが集中するようになっている。これ
は鋼製支承からゴム支承(弾性体)に変
わったためと思われる。P2-P3 では支
間中央部の周波数が、わずかながら上
昇しているように読み取れる。また橋
軸方向において、橋軸方向の変化は全
般的に卓越周波数の変化の傾向がつか

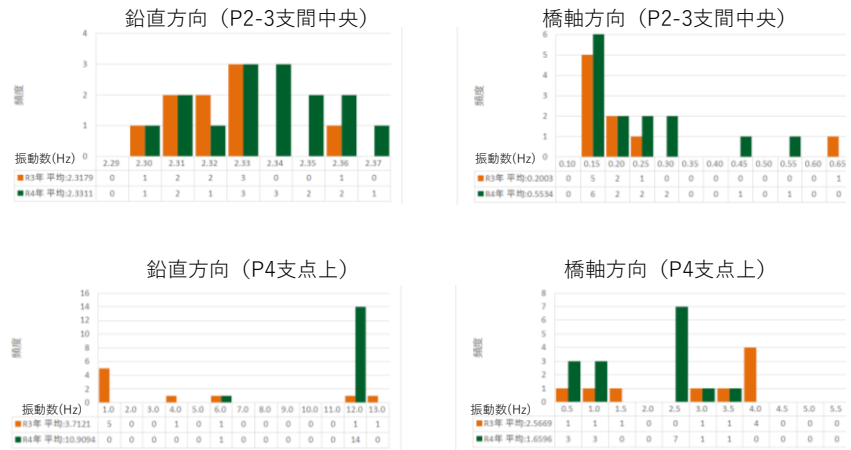


図-3 支間中央および P4 支承上部の固有振動数の分布

かみづらく、現時点では特徴を見出せていない。弾性体の支承に交換されたことによる変化は見取れるが、今回の計測においては、固着した支承を正常化したことによる変化は顕著に表れていない。

5 梁要素モデルを用いた振動数変化

FE 解析ソフト MIDAS Civil を使用し、対象橋梁を梁要素
でモデル化し、ゴム支承の弾性に伴う固有振動数の変化を
求めた。今回のモデルでは地覆、高欄、せん断鉄筋、床版横
縮および斜鋼棒は考慮していない。緊張応力として
600N/mm² (設計荷重時の許容引張応力度) を与えた。支承
に関しては、腐食が著しい P4 支点の支承の拘束条件は表-1
のようにし、ゴム支承は圧縮バネ定数を 710kN/mm、せん断
弾性係数を 1.23kN/mm とした。解析結果としては、P4 支
承がローラー支承の時と比べてゴム支承での固有振動数は
全体で下がり、低次のほうが高次と比べて大きな変化が現
れる結果となった。

表-1 解析モデルの拘束条件

	X	Y	Z	RX	RY	RZ
ピン	固定	固定	固定	固定	自由	固定
ローラー	自由	固定	固定	固定	自由	固定
ゴム	自由	自由	固定	固定	自由	固定

表-2 支承条件の違いによる固有振動数変化

	ローラー支承	ゴム支承	変化率
1次	2.385	2.352	1.384
2次	5.315	5.193	2.295
3次	6.755	6.731	0.355
4次	8.712	8.692	0.230
5次	13.622	13.570	0.382
6次	18.592	18.591	0.005
7次	19.815	19.777	0.192

6 まとめ

本研究では、腐食が進行していた支承の取替を行った PC 橋の振動特性の変化を比較するために加速度計測を実
施した。その結果、支承取替前後の振動特性として、鉛直方向の振動数は取替前と比べて高い振動数が高い頻度
が計測された。しかしながら橋軸方向の振動数では周波数の変化の傾向がつかみづらく、変化の特徴を見出せない結
果となった。支間中央においては鉛直・橋軸成分とも、振動数が大きくなる傾向にあることが分かった。また解析
モデルによる結果からは、鋼製支承と比べてゴム支承のほうが鉛直方向の固有振動数は全体で下がり、低次では高
次よりも大きな変化となる結果となった。解析値では振動数が下がる結果となっているが、実測値では上がる結果
となっており、振動数の変化に違いが生じていることがわかった。なお本計測は支承取替後であるが、橋梁舗装工
などが並行して行われている状況において実施されたものである。橋梁単体以外の様々な外力が包含されているた
め、より正確な振動特性を同定するための計測を、工事終了後に改めて実施する予定である。

最後に、本橋における計測に際し、長崎県道路維持課、長崎振興局の関係各位、また TSE(株) 藤吉様に多大なる
ご協力を頂いたことを記して謝意を表す。

参考文献

- 1)田中良治: PC 橋梁の振動特性推定および設計図書情報に基づく構造解析, 令和 4 年 土木学会西部支部原稿
- 2)国立研究開発法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター 一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会: 撤去橋梁を用いた既設 PC 橋の診断技術高度化に関する共同研究報告書—振動測定による既設 PC 橋の異状検知に関する研究—, 平成 27 年