

PC 単純中空床版桁橋の温度変化による振動特性

苫小牧工業高等専門学校創造工学科

正 会 員 松尾 優子

苫小牧工業高等専門学校環境システム工学専攻

学生会員 ○三上 颯太

北海道大学大学院工学院北方圏環境政策工学専攻

森下 傑彦

北見工業大学工学部環境系

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

株式会社 安藤・間

正 会 員 澤田 純之

1. はじめに

既設橋梁の老朽化は深刻な問題であり、2029年には建設後50年を越える橋梁が全体の52%を占めると言われている。そのため、5年に1度の橋梁点検が義務づけられているが、近接目視等では劣化がある程度まで進まなければ橋梁の状態を判断し難いことが指摘されている。特に市町村などの地方自治体が管理する橋梁はPC橋が多く、外観からはPC鋼材の状態やプレストレスや耐荷性の判断が困難である。そこで現在、構造物内部の劣化・損傷を把握するため橋梁にセンサを取付け、継続的に監視する橋梁モニタリングシステムが提案されているが、維持管理業務への実用化にあたり計測データから劣化損傷等を判断するにはデータの蓄積等が必要であるといわれている。

そこで、本研究では苫小牧市内の橋梁(PC橋)を対象に、定期的に振動実験を行い一年を通じた振動特性の推移と健全度の違いによる影響を把握することを目的とする。本稿では、苫小牧市内の2橋の振動実験結果と温度変化による固有振動数の解析結果について報告する。

2. 橋梁概要

本研究の対象とした橋梁は苫小牧市内の市道「天龍橋」と「ワッカナイ小橋」で、構造型式はいずれもPCプレテンション単純中空床版桁橋である。天龍橋(図-1、図-2)は縦断勾配6%を有し、竣工は昭和63年である。2015年の橋梁点検では判定区分Ⅱ(予防保全段階)であり、現在は避難路として使用されているため普段は車両の通行がほとんどない。ワッカナイ小橋(図-3、図-4)は斜橋で、竣工は昭和55年、2015年の橋梁点検では判定区分Ⅲ(早期措置段階)である。

3. 実験概要

振動実験は2021年3月に実施し、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。

キーワード 橋梁振動実験, 固有振動数, 振動特性

連絡先 〒059-1275 北海道苫小牧市字錦岡443 苫小牧工業高等専門学校 e-mail:ms20906@tomakomai.kosen-ac.jp

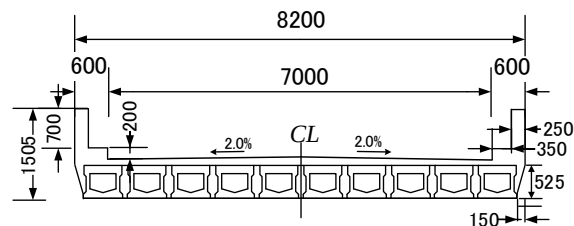


図-1 天龍橋断面図

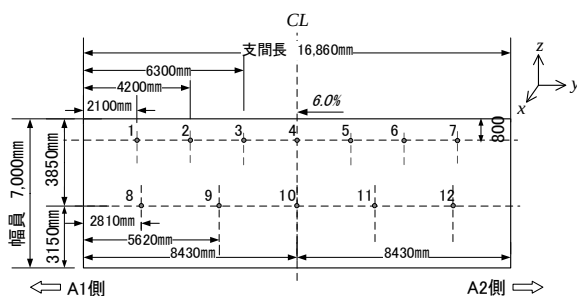


図-2 加速度計設置箇所(天龍橋)

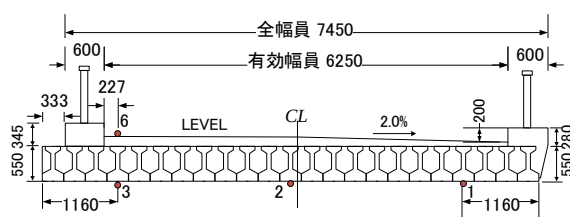


図-3 ワッカナイ小橋断面図

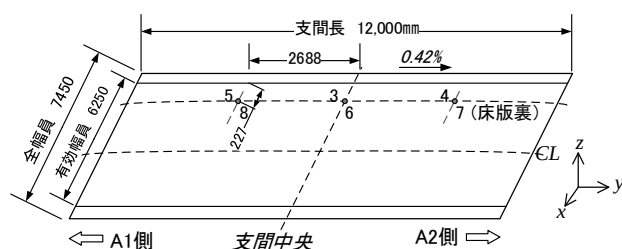


図-4 加速度計設置箇所(ワッカナイ小橋)

加振方法は跳躍加振と強制加振で、跳躍加振は支間中央付近で人間による跳躍 1 回とし、強制加振はメトロノームの音 (3Hz) に合わせて駆け足を行い、加振後の減衰自由振動を測定した。

加速度計 (共和電業 AS-5GB) は、天龍橋では図-2 に示すように路肩付近に番号 1～7、中心付近に 8～12 を設置した。ワッカナイ小橋では、床版裏に番号 1～5、路面の路肩付近に 6～8 を設置した (図-4)。

4. 実験結果

振動実験から得られた加速度波形より、1024 個のデータ (5.12 秒間) を使用し FFT 解析を行った。表-1、表-2 に各橋梁の FFT 解析より得られた固有振動数を示す。天龍橋では、跳躍・強制加振ともに 6Hz 付近に確認できた。ワッカナイ小橋では、跳躍加振では床版裏、路面ともに 9.38Hz 付近で 1 次のピークが表れたが、強制加振では明確なピーク値は確認できなかった。2 橋の得られた固有振動数のモード形においても単純梁の 1 次モードと同様の形が確認できた。

次に固有振動数を次式の島田式¹⁾を用いて予測値を算出する。

$$F = 86.65L^{-0.8869}$$

ここで、F は固有振動数[Hz]，L は支間長[m]を表す。

この予測式から得られた固有振動数は、天龍橋は 7.07Hz、ワッカナイ小橋は 9.56Hz であり、実験値とほぼ近い値となった。

5. 有限要素法による解析

温度変化による固有振動数の変化について検討するため、本研究では解析ソフト FreeCAD を用いて有限要素法により解析を行った。解析モデルは、要素数 37,282、節点数 141,536 節点、拘束条件は回転-移動の単純梁とした。温度の変動範囲は、北海道の 1 年間の気温-20℃～40℃と想定し、温度によるヤング係数の年間変動²⁾をパラメータとして用いた。図-5 に解析した結果を示す。ここでは、実験時 (天龍橋) の気温 8.27℃を基準とし各温度の固有振動数との比率を求めた。解析結果より 60℃の温度変化の中で固有振動数は 7%程度変化した。

6. おわりに

本研究では、以下の知見が得られた。

- ・各橋梁の実験で得られた固有振動数は、天龍橋は跳躍加振で 6.6Hz、強制加振で 6.4Hz、ワッカナイ小橋は 9.38Hz であり、島田式から算出した値と近似した。
- ・温度変化による固有振動数の影響は、北海道では 1 年を通じて約 7%の範囲で変動すると予想される。

今後は、定期的な計測を継続し、通年における振動特性を把握するとともに、振動特性と健全性の関係性について検討していきたい。

謝 辞 本研究の振動実験に際しては、苫小牧市にご協力を頂きました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

1) 加藤雅史・島田静雄：橋梁実測振動特性の統計解析，土木学会論文集，第311号，pp49-58，1981.7。
2) 宮森保紀，小川大智，齊藤剛彦，山崎智之：部材温度と振動振幅が単純PC梁の固有振動特性へ与える影響，土木学会北海道支部，論文報告集，第73号，A-1
3) 玉田和也，小島善明，西島久勝：舞鶴市の橋梁を対象とした固有振動数による健全度評価の検討，土木学会第64回年次学術講演会，2009年9月

表-1 天龍橋 FFT 解析結果

加速度計 No	跳躍加振 (Hz)	強制加振 (Hz)	島田式 (Hz)
1～12	6.64	6.44	7.07

表-2 ワッカナイ小橋 FFT 解析結果

加速度計 No	跳躍加振 (Hz)	島田式 (Hz)
1	9.38	9.56
2	8.98	
3	9.38	
4	9.38	
5	9.38	
6 (路面)	9.38	
7 (路面)	9.38	
8 (路面)	9.38	

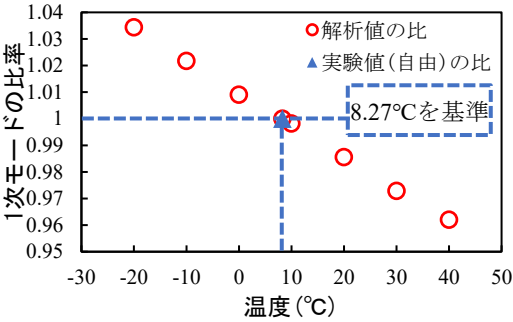


図-5 温度変化による固有振動数の変化