

横断歩道橋の固有振動特性と動的応答量の経年比較

Secular changes of dynamic characteristics and dynamic response of a pedestrian bridge

北見工業大学 学生員 ○白川 雄太
 北海学園大学 正会員 小幡 卓司
 北見工業大学 学生員 張 友奇

北見工業大学 正会員 宮森 保紀
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 門田 峰典
 北見工業大学 正会員 齊藤 剛彦

1. まえがき

近年、高度経済成長期に建設された社会インフラの老朽化が進み、安全性や利便性を損なう事例が発生するようになってきた¹⁾。

現在の維持管理を行うための診断方法は人による目視が主流である。そのため、構造欠陥の見落としや検査者の主観により診断結果が一貫しないなどの問題が報告されている²⁾。このような課題に対して、センサーにより構造物の振動や応答などを計測し、解析することで損傷の程度や位置を検出する構造ヘルスモニタリング(Structural Health Monitoring : SHM)に関する研究が盛んに行われている。

横断歩道橋は社会インフラを構成する一つであり、都市内に交通安全施設として整備されてきたが、周辺環境の変化や老朽化により取り扱いを見直す自治体が増加している。供用を続ける際の老朽化対策は必須であり、供用の可否を判断する新たな指標が必要である。しかし、横断歩道橋のSHMに関する研究は少ないうえ、構造物が通常の供用下で劣化が顕著になる以前より振動測定を行った例は少ない。

本研究は、札幌市内で供用されている横断歩道橋を対象に振動測定実験を行い、2000年³⁾、2002年⁴⁾に行われた実験結果と比較する。経年による固有振動特性と動的応答量の変化について検討することで、劣化による影響を実験的に明らかにすることを目的とした。

2. 対象橋梁

本研究の対象橋梁は、札幌市内に1968年に架設された支間長21.6m、幅員1.5mの横断歩道橋である。図-1のように階段は交差道路と平行に設置されており、鋼管製の橋脚が主桁端部と階段の踊り場に設置されている。

歩道橋の状態は、橋脚で塗装の剥離、滞水による腐食、階段蹴上げ部で孔状の腐食を確認した。

3. 振動計測実験

実験は2016年11月1日に行った。天候は曇天で、実験中の最低気温は3℃、最高気温は6℃であった。

本実験は図-3に示すセンサー配置で行った。また、構造全体の3次元挙動を把握できるように階段踊り場と橋脚



図-1 実験対象橋梁



図-2 橋脚の腐食状況

にもセンサーを配置したが、ここでは主桁部の固有振動特性、2000年、2002年の測定結果との比較、半共振歩行による動的応答量について検討する。測定に用いたセンサーは橋面上にMEMSIC製Imote2無線センサー(SHM-H)、橋脚にMEMSIC製Imote2無線センサー(SHM-A)、階段踊り場には共和電業製のAS-5GBを設置した。サンプリング周波数はImote2:280Hz、AS-5GB:500Hz、計測時間は60秒間とした。

加振パターンは跳躍加振実験では主桁の曲げ、ねじれ1次、2次モードを励起するよう支間中央点、支間1/4点にて人間2名が同時に跳躍し、跳躍後の減衰自由振動を測定した。強制加振実験では本橋の1次モードである約4Hzの1/2となる2Hzの一定歩調で人間1名が電子メトロノームの発音に合わせて歩行した。

キーワード 横断歩道橋, 固有振動特性, 動的応答量, 経年比較

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町165番地 TEL0157-26-9472 (宮森保紀)

4. 実験結果と考察

データの解析は簡易な振動特性同定法として用いられるピーク法を用いる。測定した加速度データのパワースペクトルから卓越振動数を求める。減衰定数は計測した減衰自由振動波形に対しピークの振動数周辺の帯域を通過させるバンドパスフィルターによるフィルタリング処理を行い、抽出した波形から対数減衰率を算出し減衰定数を求める。

跳躍加振実験の結果として図-4に1次、2次モードに関する2000年、2002年、2016年の結果の一覧を示す。固有振動数は2000年、2002年の実験結果と比較し変化はあまりない。本橋に発生していた階段蹴上げ部の腐食や塗膜の剥離などは、構造全体や主桁部の剛性には変化を生じさせず、固有振動数に影響はないと考えられる。減衰定数は1次モードではほぼ一定値となっているが2次モードでは2000年の値が大きい。これは、解析対象とする振動波形の振幅、損傷の影響や測定時の条件が影響していると考えられるが、これらの影響を明示するのは現時点では容易ではない。

強制加振実験の2000年、2002年、2016年の測定結果を表-1に示す。応答加速度の最大値と実効値の差異は固有振動特性の変化と比べて大きい。歩行振動数を電子メトロノームで管理しており、橋梁の固有振動特性がほとんど変わらないことを考えると、歩行による起振力や歩き方の違いが大きいと考えられる。

5. おわりに

本研究では2000年、2002年に振動測定実験を行った横断歩道橋を対象とし2016年に再度測定を行い、測定値の比較を行った。固有振動特性にはあまり変化がなく、主構造に影響を与えない緩やかな劣化の進行では、明瞭な変化が生じないことを確認した。強制加振実験における動的応答量はやや異なったが、歩行外力の個体差の影響を受けていると考えられる。今後は、構造全体の3次元挙動を詳細に把握し、どの程度の損傷が固有振動数や動的応答量に変化を与えるかを数量的に把握することが課題である。

【謝辞】

本研究の一部は、科学研究費 基盤研究(C) 15K06176によって実施されました。また、実験に際しては札幌市、株式会社エーティックならびに研究室の学生諸氏に協力をいただきました。ここに記して感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 日経コンストラクション (編) : インフラ事故, 日経BP社, 2013.

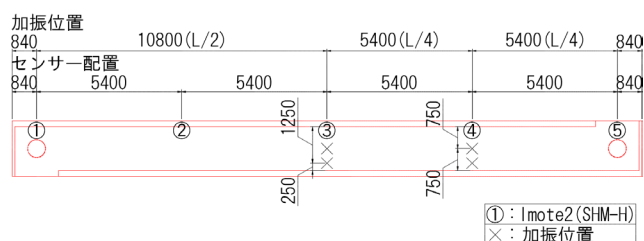
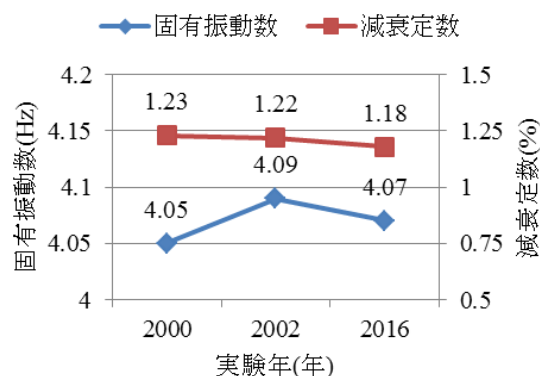
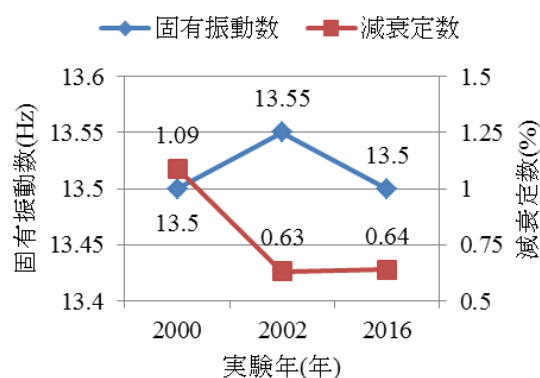


図-3 主桁部の平面図



(a) 1次モード



(b) 2次モード

図-4 固有振動特性の比較

表-1 強制加振の実験結果

年	歩行時間(sec)	歩行速度(m/s)	最大値(gal)	実効値(gal)
2000	13.55	1.528	-54.14	19.75
2002	12.17	1.701	-57.28	17.28
2016	12.12	1.782	-43.73	14.41

- 2) 大島俊之, 三上修一, 山崎智之, 丹波郁恵: 橋梁健全度評価に用いる評価方法の検討と影響要因の解析, 土木学会論文集, No.675/I-55, pp.201-217, 2001.
- 3) 宮森保紀, 小幡卓司, 林川俊郎, 佐藤浩一: 歩道橋の動的応答に基づいた歩行外力モデルの同定に関する研究, 構造工学論文集, Vol. 47A, pp.343-350, 2001.
- 4) 宮森保紀, 小幡卓司, 広岡勉, 林川俊郎, 佐藤浩一: GAを用いた身体運動学的歩行外力モデルの同定について, 土木学会北海道支部平成14年度論文報告集, 第59号, I-4, pp.14-17, 2002.