

加速度センサを用いた模擬橋梁における支承と主桁損傷の振動と傾きへの影響評価

能美防災(株)

群馬大学

植野インフラマネージメントオフィス

正会員 ○辻本圭亮 井関晃広 遠藤義英 山岸貴俊

正会員 岩崎篤

正会員 植野芳彦

1. はじめに

橋梁の老朽化問題に対処するにあたり、モニタリング技術の開発は急務である。その一方策の実証実験として、橋梁の支承と主桁損傷に着目した。著者らは、橋梁のモニタリング技術の確立を目指し、加速度センサを用いて様々な実橋梁の長期計測実験等を進めてきた。橋梁は、その環境や構造の違い等によって、損傷の発生箇所や発生状況が異なり、計測値への現れ方も異なる為、損傷の検知は難しい問題である。

本稿では、支承や主桁の損傷が固有振動数や傾斜角にどのような影響を与えるのかを、模擬橋梁による実験的検討から明確にすることを目的とする。屋内に9mの模擬橋梁を製作し、損傷を加え、複数点に設置した加速度センサで計測を行い、物理量の変化を調査した。

2. 実験概要

(1) 模擬橋梁の概略

1~1.5mのH形鋼(200×200×8×12mm, 55kg/m)を7本つなげて9mの模擬橋梁を製作し(図1)、当社屋内施設内に水平に設置した(図2)。支承は地面へアンカーで固定しており、水平移動機能、回転機能を有する機構をプレートで固定することで固着を再現した(図3)。また、図4のようにプランジャーを用いて段階的な損傷も模擬したが、その結果については本稿では割愛する。

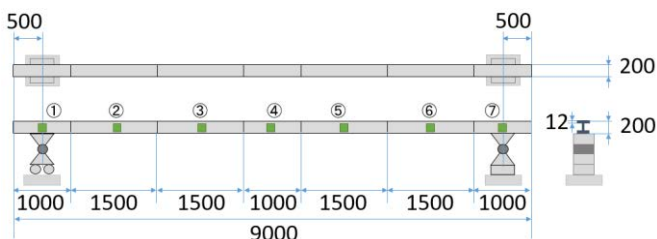


図1：模擬橋梁の概略図



図2：製作した模擬橋梁写真



無損傷



固着

図3：模擬支承写真



図4：プランジャー

(2) 実験条件

加速度の計測は、7つのセンサを図1のように橋軸方向の①～⑦の位置に並べて設置して行った。

加速度センサには、当社製3軸加速度センサ(周波数範囲: DC~20 Hz(-10dB), 分解能: 0.06μG)を用い、サンプリング周波数は100 Hzとした。

模擬橋梁に加える損傷は、支承部の水平固着/回転固着/どちらも固着させた全固着の支承部固着損傷の3種、および水平固着の状態でセンサ⑤-⑥間の接合部のボルトを緩めた桁損傷1種の計4条件とした。

加速度値からは複数の物理量へ変換が可能であるが、本稿では固有振動数、減衰比および傾きについて評価を行った。固有振動数、減衰比は、高さ20cmからゴムボールを落下させることでインパクトを与え、インパクトから90秒間の残留振動より評価した。傾きは8kgの重りを桁中央に設置した時の重りの有無による主桁の傾き変化量を評価した。

キーワード 橋梁, 模擬橋梁, 加速度センサ, 固有振動数, 減衰比, 傾き

連絡先 〒341-0038 埼玉県三郷市中央1-18-13 能美防災(株) 研究開発センター先進技術研究室 TEL048-954-2374

3. 実験結果

各条件で計測した加速度値に対して分析を行い、固有振動数、減衰比および傾き変化量を算出した。図5、図6にそれぞれ、センサ④における固有振動数と減衰比の変化を示す。横軸は条件、縦軸は固有振動数、減衰比を表す。図7にセンサ①における傾き変化量の変化を示す。横軸は条件、縦軸は重りの有無による傾き変化量を表す。

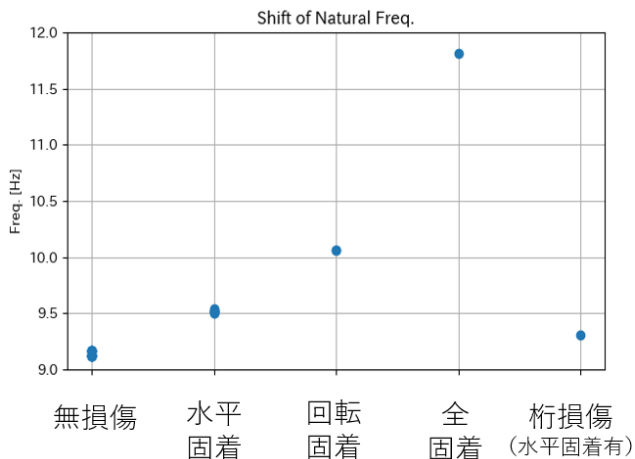


図5：固有振動数(鉛直1次)

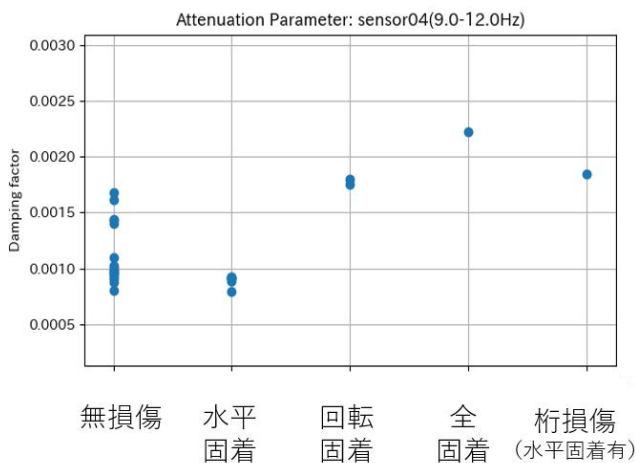


図6：減衰比

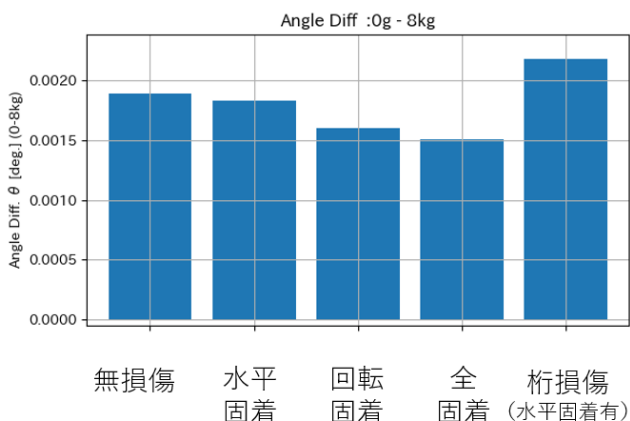


図7：傾き変化量

4. 考察

(1) 支承損傷と桁損傷

図5、図7より、支承を固着させた場合、無損傷時と比較すると固有振動数は高く、傾き変化量は小さくなることがわかり、全固着の状態では、最も変化が大きくなることがわかった。また、水平固着の状態では、桁を損傷させると、剛性が低下し、固有振動数は低くなり、傾き変化量は大きくなることがわかった。

(2) 支承損傷と桁損傷が同時に発生した場合

支承損傷と桁損傷が同時に発生した場合、固有振動数・傾きの変化が逆方向に進む為、互いに打ち消し合い、値が大きく変化しない可能性も有り得る。その場合は、複数のセンサの傾きを見て、左右のバランスの崩れ等を見ることで損傷の推定が可能と考える²⁾。

また、図6より、支承損傷・桁損傷いずれの場合も減衰比が大きくなることが確認された為、減衰比の観測により支承を含む損傷の判別が可能と考えられる。しかしながら、実橋梁では、その構造や交通量等の影響で正確な減衰比の算出が困難な事態も有り得る。実際に、図6より減衰比のばらつきは模擬橋梁実験で最も多く計測した無損傷でも見られた。

5. おわりに

本稿では、模擬橋梁の支承・桁に損傷を加え固有振動数や減衰比、傾きへの影響を、加速度センサを用いて調べた。その結果、固有振動数と傾きは支承損傷と桁損傷で逆の推移となることがわかり、減衰比は損傷箇所にかかわらず大きくなることがわかった。複数の加速度センサかつ複数の物理量を同時に用いることで、ある程度、損傷の要因(部位)を推測できる可能性が示された。

今後は損傷検知アルゴリズムを用いて、それらの変化(損傷)の検知可能性を検証していく。

参考文献

- 1)井関ら：低周波加速度センサを用いた6つの実橋梁における活荷重変位と振動の長期モニタリング，土木学会第74回年次学術講演会概要集，CS9-046，2019。
- 2)井関ら：加速度センサを用いた模擬橋梁の固有振動数と傾斜角における損傷位置の影響評価，土木学会第76回年次学術講演会概要集，CS9-03，2021