

架設実験時の人の歩行に伴うモバイルブリッジの動的特性

広島大学大学院 学生会員 ○近広雄希、
東北学院大学 正会員 中沢正利、
施工技術総合研究所 正会員 谷倉泉、

広島大学大学院 正会員 有尾一郎
広島大学大学院 田中義和
施工技術総合研究所 正会員 小野秀一

1. 背景

近年地震、津波、台風などによる自然災害が多発し、迅速な対応が求められている。例えば、東日本大震災における東北沿岸部の津波被害(2011.3.11) **Fig. 1** では、ライフラインの寸断から、多くの集落が孤立した。しかし、その災害復旧の現状としては、現場ごとに異なる状況や二次災害などの発生も予測されることから、復旧活動に様々な課題が多く存在する。その復旧対策の一つとして、シザーズ機構を用い迅速展開型の緊急仮設橋(以下モバイルブリッジ: MB)を研究開発中である。本研究では、MBを用いた河川での架設実験を通して、MBのフレキシブル構造の基礎的な動的特性とその傾向を把握する。

2. 架設後の動的実験

2.1 実験概要

MBを **Fig. 2** に示す川幅 6.3m の河川上に展開し、架設後、支点部を両端固定とした。架設完了後、**Fig. 3** のように、中央①と L/4 の位置②に、無線加速度センサー2 台を用いて、人が渡橋する際の橋の3次元方向の加速度を計測した。

2.2 動的実験結果

橋の中央位置①で計測した X, Y, Z の3方向の加速度をそれぞれ $\ddot{u}_{x1}(t)$ $\ddot{u}_{y1}(t)$ $\ddot{u}_{z1}(t)$ と示す。それらの実験結果として、ここでは Y 方向について **Fig. 4** に示す。最初の加速度波形は子供が 25 秒かけて、その後の経過時間 100(sec)からの応答波形は大人が 30 秒かけて渡橋した際の加速度の波形である。

鉛直(Y)方向の加速度 $\ddot{u}_{y1}(t)$ は X, Z 方向に比べて、歩行時の加速度変動に大きく影響する結果となった。また、子供より大人の歩行時の変動が大きい結果を示した。

3. FEMによる固有振動数の結果

架設実験時の MB の動的な挙動特性を把握するために、3次元 CAD モデルの固有値解析により固有値振動数を求めた。そのときのモード解析結果として2次振動モード解析結果を **Fig. 5** に示す。この範囲内の解析では、橋軸(X)方向の振動モード



Fig.1 津波被害による落橋被害(2011.3.11)



Fig.2 MB 架設後の渡橋の様子

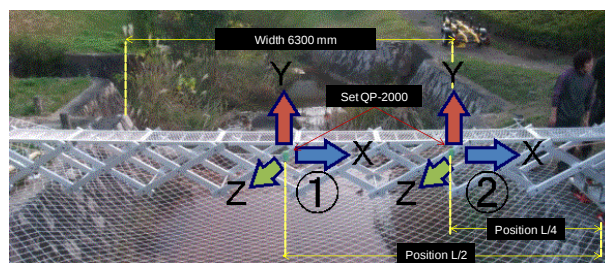


Fig.3 MB の動的実験風景

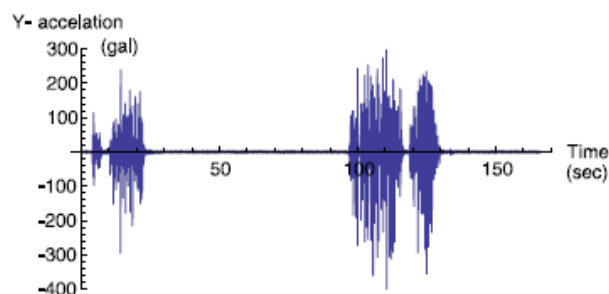


Fig.4 歩行時における橋中央①の鉛直方向の加速度応答

キーワード モバイルブリッジ、動的特性、固有振動数、FFT

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科社会基盤環境工学専攻 TEL 082-424-7792

結果より横(Z)方向に揺れ易い構造体であることが明らかとなった。しかし、実験結果からは人荷重の衝撃によってY方向の加速度応答が大きくなり、2次振動モードの振動形態が確認されたと考えられる。

4. 実験加速度計測値のスペクトル分析結果

橋の中央位置で計測した加速度応答 $\ddot{u}_{x1}(t)$ 、 $\ddot{u}_{y1}(t)$ 、 $\ddot{u}_{z1}(t)$ を高速フーリエ変換(FFT)処理によって、周波数に対する各方向の加速度応答を分析した。MBの固有振動数を第3次モードの周波数まで記載した加速度応答のグラフを Fig.6 に示す。その結果、一般歩行者の歩行の周波数と同様の3～6Hz付近でピークを示した。特に、Y方向の加速度の高い値は、周波数(2～6Hz間)で幾つかに分散していることを確認できる。各方向に対する各図とも、今回解析で得られた固有振動数と比較すると、いずれもスペクトル分布の高い応答値からずれており、歩行時の動的インパクトによって、橋が共振するような特異な動的問題は見られなかった。今回の動的挙動応答の分析によってMBの基本的な動的挙動特性が明らかになった。

5. まとめ

本架設実験とその解析により、以下の点が明らかになった。

- 1) ワイヤレス加速度センサーを用いた架設実験とFEM固有値解析により、シザーズ構造を用いた「モバイルブリッジ」のプロトタイプの振動特性を把握することができた。
- 2) このプロトタイプの仕様では、大人一人までの荷重が限界荷重ではあるが、今後補強方法の改善、使用材料の高強度化によって実現可能であると考えられる。
- 3) このようなシザーズ構造を用いた構造体の開発研究を進めることで将来的に短時間での架設が可能な応急橋として災害復旧ツールを製作するために有効であると考えられる。

謝辞:平成23年度科学研究費補助金 基礎研究(B)「多重折り畳みシザーズ機構を持つアルミ合金実験橋の研究開発」の研究成果の一部であり、深謝申し上げる。また、本件は共同研究の星軽金属工業株式会社、施工技術総合研究所、株式会社アカシンと共同開発中である。

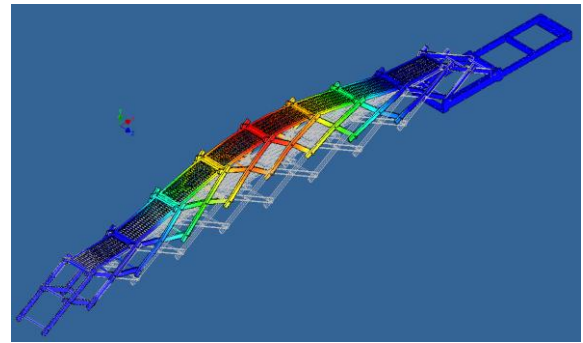


Fig.5 固有値振動解析による2次振動モード(20.48Hz)解析結果

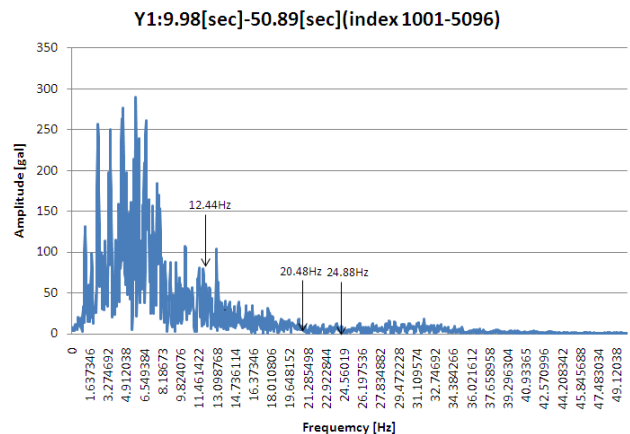


Fig.6 鉛直方向のパワースペクトル分布

参考文献

- 1) 有尾一郎, 田中義和, 中沢正利, 古川祐輔, 近広雄希, 高効率で折畳める橋構造物の開発研究(解析編), 第25回JAXA宇宙構造・材料シンポジウム(2009) 104-107
- 2) I. ARIO, Y. FURUKAWA, Y. TANAKA, Y. CHIKAHIRO, S. MATSUMOTO, M. NAKAZAWA, I. TANIKURA, and S. ONO, Dynamic Vibration of a Prototype Deployable Bridge based on MFM, The proceedings of the 9th World Congress on Computational Mechanics and 4th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (WCCM/APCOM 2010)CD.
- 3) 有尾一郎, 田中義和, 中沢正利, 近広雄希, 作野裕司, 椿涼太, 谷倉泉, 小野秀一, 古川祐輔(2010), 災害復旧・救助を想定した移動して折畳める橋「モバイルブリッジTM」の架設実験, 安全問題研究論文 vol.5(投稿中).