

北海道大学工学部	正員	林 川 俊 郎
株式会社測器センター		長 峯 満
株式会社測器センター		合 沢 寛
株式会社愛社エヌ・エム・ビー		阿 部 一 夫
野崎産業(株)		時 松 俊 輔

1. まえがき

最近、都市部の景観を意識した3次元的な振動をもった構造形式の歩道橋が架設されるようになり、その振動使用性に関する検討が重要となってきた¹⁾。吊構造、アーチ構造、曲線桁形式等の歩道橋では鉛直方向(面内)のたわみ振動とともに、橋軸直角方向(面外)および橋軸方向の曲げ振動についても着目した振動測定が必要であると思われる。

本研究は歩道橋の3次元的な振動性状を捉える測定方法の一つとして、エキスパートビジョンによる実験結果について報告する。この方法は、橋梁の適当な場所にターゲットを貼付し、その動的挙動を数台のビデオカメラで撮影し、画像処理した後、所定の変位、速度、加速度波形等を得るものである。

2. 現場振動実験

図-1に示すような上白石橋の側道橋について現場振動実験を行った。側道橋の構造形式は、曲率半径 $R=140\text{m}$ を有する2径間連続曲線鋼床版箱桁橋であり、有効幅員は 2.0m である。既存の道路橋とは同じ下部工を共有しているが、上部工はお互いに独立した構造になっている。現場振動実験は、交通量の少ない早朝4時より開始した。ターゲットは支間長の1/4点と1/2点に着目

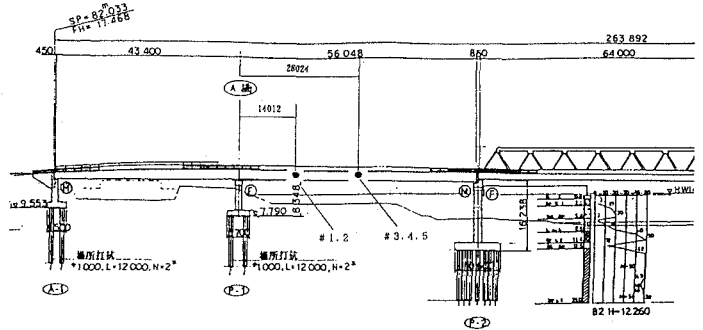


図-1 上白石橋の側面図とターゲットの配置

し、かつ箱桁断面の底部に2ヶ所、図-1のように#1~4と設置した。#5のターゲットは支間中央点のウェブに貼付したものである。ビデオカメラは側道橋の上流側に4台設置した。人力加振法による減衰自由振動波形から、側道橋の鉛直たわみ基本固有振動数を求めた。さらに、歩行者がその固有振動数(共振)に近い歩調で歩いた時の側道橋の強制振動実験を行った。

3. 自由振動測定

橋梁への加振は、人間5人が側道橋の支間中央点で、同時に屈伸運動することにより行った。図-2は中央点#4における鉛直たわみの減衰自由振動波形である。この波形はローパスフィルターとスムージング(窓関数)の処理を行っている。加振する前には、側道橋が約 1mm 前後で常時微動していることが分かる。また、加振時には最大約 5mm 前後の変位振幅があり、その後、徐々に減衰している。この鉛直方向変位をフーリエ・スペクトル解析した結果、側道橋の基本固有振動数は 2.5Hz であると考えられる。また、この固有振動数は、以前筆者の一人がサーボ型センサーを用いて上白石橋の完成時に行った常時微動振動測定による実測値 2.5Hz とよく一致しており²⁾妥当な結果である。

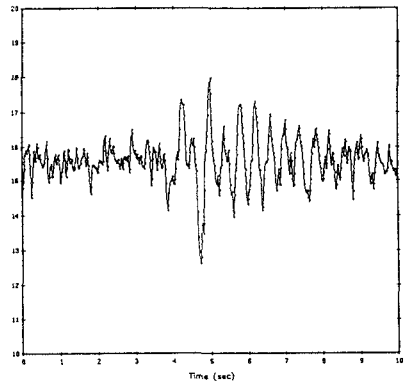


図-2 減衰自由振動波形

4. 強制振動測定

歩行者10人が同一歩調で図-1に示す側道橋の上を右から左へ歩いた時の各点における応答変位を測定した。ここでは紙面の関係上、側道橋の鉛直たわみ基本固有振動数2.5Hzに同調した歩行による強制振動実験結果について述べる。

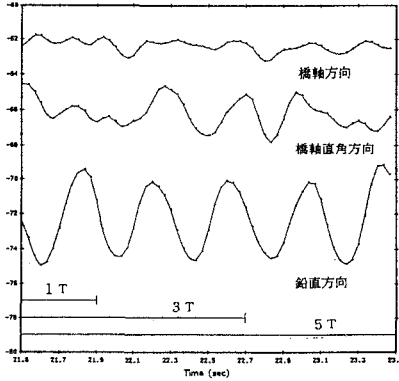


図-3 3方向変位の時系列波形

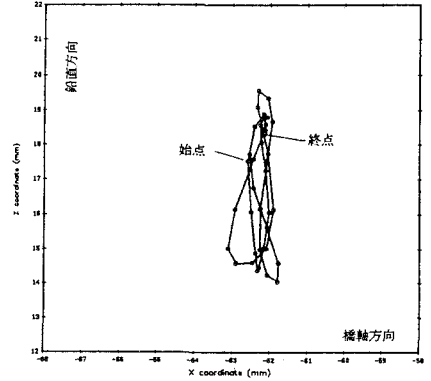


図-4 軌跡図（側面・3サイクル）

次に、測定点#4において測定時刻21.5秒から23.5秒までの2秒間に測定された橋軸方向（X方向）、橋軸直角方向（Y方向）および鉛直方向（Z方向）の時系列応答波形が図-3に示されている。この振動波形からも分かるように、測定点#4は上下方向（Z方向）のみならず、X方向とY

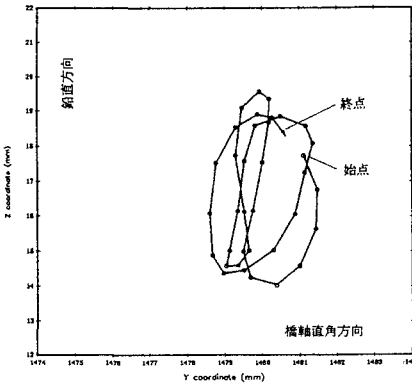


図-5 軌跡図（断面・3サイクル）

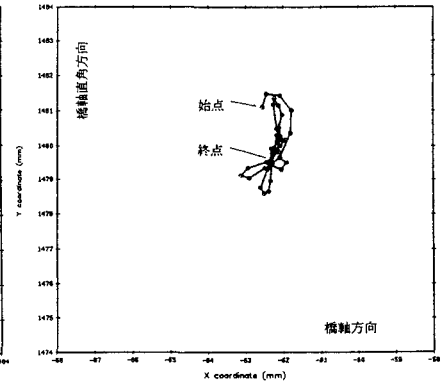


図-6 軌跡図（平面・3サイクル）

方向にも3次的に振動している。その変位振幅は鉛直方向、橋軸直角方向、橋軸方向の順で小さくなっていることが分かる。

この3次的な振動挙動を、さらに詳しく軌跡で示したのが図-4、5、6である。図-3の時系列変位波形から3サイクルの振動、つまり、振動数が2.5Hzであるから周期は0.4秒となり、その3倍の時間にあたる21.5秒から22.7秒までの1.2秒間における測定点#4の3次的な変動軌跡を表している。図-4はY方向から側面の軌跡、図-5はX方向から断面の軌跡、図-6はZ方向から平面の軌跡を表している。これらの図より、測定点の3次的な動きを微視的に見ると、かなり複雑な動的挙動を示していることが分かる。また、エキスパートビジョンによる測定は、これらの動きをよく捉えていると言える。

5. あとがき

本研究は曲率半径を有する2径間連続箱桁形式の歩道橋の動的挙動を、エキスパートビジョンシステムを用いて3次的に測定したものである。得られた歩道橋の鉛直たわみ基本固有振動数は以前測定した結果と同じであり、本測定法の妥当性が確かめられた。また、共振振動数で歩行したときの応答波形をデータ処理することにより、各測定点は3次的にかつ複雑に挙動していることが分かった。

このエキスパートビジョンによる測定は、非接触型の測定方法であることから、今後、座屈問題や塑性変形挙動を3次的に捉えることが可能であり、適用性も広いと考えられる。最後に、本振動実験にご協力頂いた榊長大の関係者ならびに北海道大学橋梁研究室の教職員と大学院生の諸氏に感謝の意を表します。（参考文献）

1) 梶川康男・加藤雅史：歩道橋の振動と使用性設計，振動制御コロキウム，pp.9-14，1991年7月。

2) 田所洋一・林川俊郎：上白石橋歩道添架橋の現場振動実験，北海道支部論文集，pp.71-74，1990年2月。