

バタフライウェブ橋の動的挙動の把握を目的にした振動試験について

西日本高速道路（株） 正会員 ○山本 泰造
三井住友建設（株） 正会員 紙永 祐紀

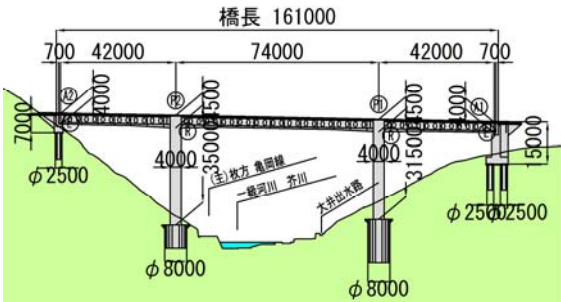
1. 目的

NEXCO 西日本が管理する高速道路約 3,400km の内、約 3 割は供用後 30 年以上が経過しており、既に老朽化した橋梁の架替え等の大規模更新工事が実施されている。橋梁においては 10 年後には約 6 割が供用 30 年以上を経過する状況であり、構造物が破壊や致命的な変状に至らないための予防保全が重要となっている。

目視点検で確認できる程度の変状が生じる前の健全度評価に用いる管理指標として部材のひずみ、たわみや固有振動があり、現在建設が進む新名神高速道路芥川橋（上り線）において橋梁挙動の確認のために载荷試験を実施し、これらの数値を計測している。今後の効率的な維持管理に寄与する事例として紹介する。

2. 芥川橋（上り線）の概要

芥川橋は、新名神高速道路 高槻 JCT～神戸 JCT に位置する PRC3 径間連続ラーメンバタフライウェブ箱桁橋である（図－1、写真－1）。



図－1 橋梁側面図



写真－1 橋梁全景

本橋は世界で 2 例目のバタフライウェブ橋であり、構造物としての妥当性及び維持管理に用いる初期データの収集を目的として以下の静的・動的载荷試験を実施した（表－1）。

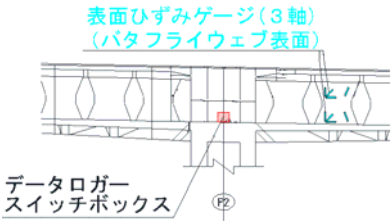
表－1 実験項目一覧

No.	実験項目	実施時期	目的
①	静的载荷実験	重ダンブ走行前後	・ 静的荷重による挙動の確認 ・ 車両走行後の健全性
②	振動実験	重ダンブ走行前後	・ 動的荷重による挙動の確認 ・ 車両走行後の健全性

3. 静的载荷試験の概要

3. 1 計測項目

①バタフライウェブパネルひずみ
測定位置はせん断力が大きくなる柱頭部付近とし、ゲージ貼付け位置は、応力度が最大となる上下床版近傍の縁端付近とした（図－2）。

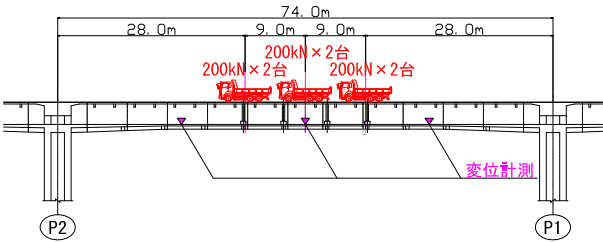


図－2 ひずみゲージ測定位置

②上下床版ひずみ、支間中央たわみ
計測位置は载荷荷重による発生応力、たわみが大きくなる支間中央位置とした（図－3）。

3. 2 载荷方法

载荷には 10ton ダンプを計 6 台、総重量 120tf を使用し、図－3 に示す要領で载荷・計測を行った。



図－3 载荷要領図

4. 振動実験の概要

4. 1 計測項目

①固有振動数

構造の剛性と質量によって定まる固有の値であり、その橋梁の特性を表す量である。計測した応答加速度波形を周波数分析することで算出した。

②振動次数

計測された加速度の符号と、周波数分析におけるパワースペクトルの大きさをモード図を作成して振動次数を特定した。

③減衰定数

載荷試験で得られた振動波形から、各振動モードの減衰定数を推定した。

4. 2 測定位置及び載荷方法

加振位置はP1-P2の支間中央と4分割した位置とした(図-4)。加振は10ton ダンプを踏台から落下させることで行った(図-5)。

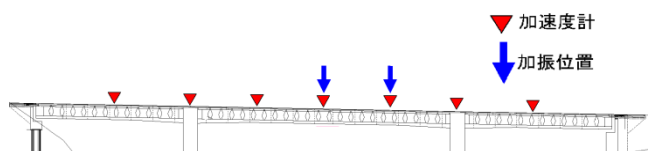


図-4 加速度計設置位置と加振位置



図-5 加振方法

5 測定結果

5. 1 静的載荷試験

支間中央たわみと設計で用いた骨組解析値及び FEM 解析値を図-6に示す。

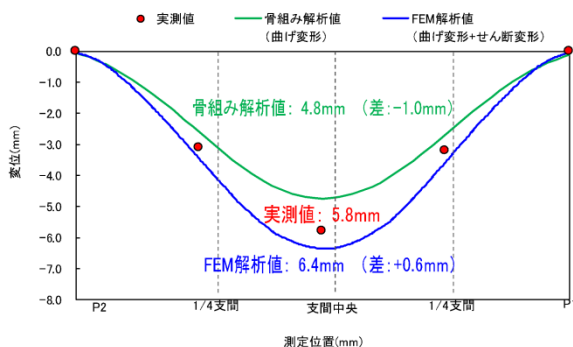


図-6 支間中央たわみ

骨組解析は上下床版の曲げ剛性のみを評価しており、打設済みの壁高欄の剛性は見込まれていないことから

実測値より小さい値となった。この傾向は上下床版のひずみにも見られた。また、せん断変形を見込んでいる FEM 解析は実測値よりも大きい値となった。

5. 2 振動試験

各次数における固有振動数を表2に、モード図を図-7に示す。次数1は地震動によって橋脚が水平に揺れる状態を示しており、鉛直方向に加振した今回の載荷ではほとんど見られなかったモードとなり、固有振動数の解析値との比も1.5程度となっている。次数2、3においては、橋脚支点がほとんど動かず、明らかなピークが見られた。固有振動数の比もほぼ1.0であり、よく一致している。

表-2 固有振動数と解析値との比較

次数	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)	固有振動数 解析値(Hz)	固有振動数 実測/解析
1	1.675	0.597	1.132	1.479
2	2.763	0.362	2.658	1.040
3	5.269	0.190	5.364	0.982

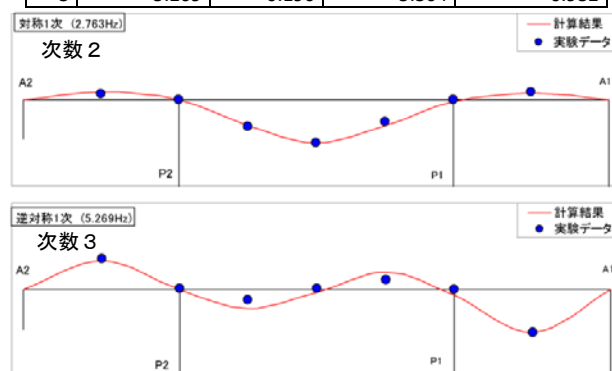


図-7 モード図

6. まとめ

静的載荷実験・振動実験の計測結果から、以下の知見が得られた。

①P1-P2間のたわみは解析値に対しては大きく、FEM解析値に対しては小さい値を示す結果が得られた。

②上部工のたわみ、ひずみ、実測固有振動数、振動モードは実測値と解析値でよく一致している。

③本実験で得られた各指標の初期値と供用中の数値を比較することで本橋に生じた変状の推定に用いることができると考えられ、今後の維持管理に用いる基礎データとなることを確認した。

参考文献

- 香川仁志、紙永祐紀：新名神高速道路芥川橋におけるバタフライウェブ構造の採用，土木学会年次講演会,2014.9