

## 既設橋梁の安全性評価における動的解析の適用

大日本コンサルタント 正会員 原田 政彦 金沢大学大学院 正会員 梶川 康男  
 中部復建（元金沢大学大学院生）初田 大成 金沢大学大学院 久保 修平

### 1. はじめに

既設橋梁の維持管理を行う上で、耐力や耐久性などの安全性を的確に評価することが重要となっている。従来、これを評価する方法として、実橋における応力測定や数値解析が行われている。静的载荷試験や応力頻度測定などの応力測定は、ひずみゲージなどの測定装置の設置や交通規制、安全対策など多大な労力と時間を要している。数値解析においては、一次応力についてはある程度の把握は可能となっているが、疲労に影響の大きい局部応力や応力集中などの二次応力については算出するのが困難とされてきた。特に、動的応答となると橋梁と走行車両の振動特性や路面凹凸、走行速度などの因子によって、部材ごとに時間によって変化することから把握するのが困難とされてきた。そこで、著者らは、走行車両によって橋梁部材に生じている応力を把握する方法として、立体モデルを利用した数値解析を適用することを研究し、実橋による载荷実験によりその妥当性を検証したので報告する。

### 2. 解析概要

対象橋梁は、図 - 1 に示すような昭和43年竣工の単純活荷重合成 I 桁橋で、平成11年に車両の大型化対策として外ケーブル補強を行っている。本解析では、その補強前の構造条件で、総重量196kNのダンプトラックが走行する状態をシミュレーションするものとした。着目は、図 - 2 に示すように一次応力として支間中央の上下フランジ、二次応力として疲労損傷事例が多く報告されている、垂直補剛材上端とした。なお、外側から3本目のG2主げたは、左車線走行時で垂直補剛材において最も大きな応力が発生した箇所である。解析モデルは、図 - 3 に示すような、はりとシェル要素から構成される立体モデルとした。走行車両は、前軸、後軸のばね上、ばね下を考慮した3軸の11自由度の立体モデルを用い、0km/h（静的载荷）、20km/h、40km/h、60km/hの4ケースの载荷とした。この解析モデルを使用し、路面凹凸を考慮して直接積分法のNewmark法（ $\gamma = 1/4$ ,  $\Delta t = 0.01$ ）により、車両-橋梁系の運動方程式を逐次積分して動的応答値を求めた。なお、減衰マトリックスはReyleigh型とし、各部材の減衰定数を $\eta = 2\%$ とした。路面凹凸に関しては、実測値がないため、別途計測した実際の高速道路における路面凹凸を用いた。その採用路面のMEM法によるパワースペクトル密度を図 - 4 に示す。

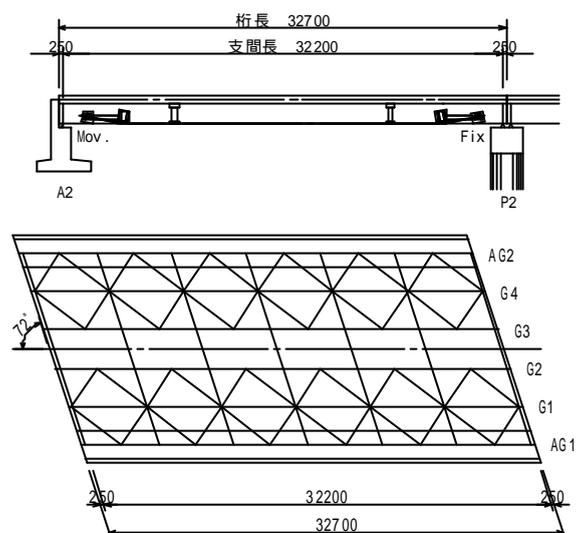


図 - 1 一般図

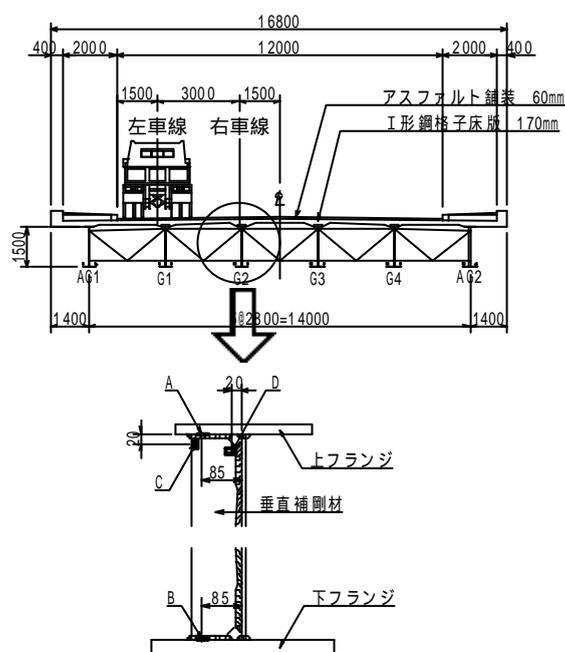


図 - 2 着目点（計測点）

キーワード：既設鋼 I 桁、動的応答解析、二次応力、载荷試験

連絡先：〒930-0175 富山市願海寺 633 TEL 076-436-7855 FAX 076-436-7997

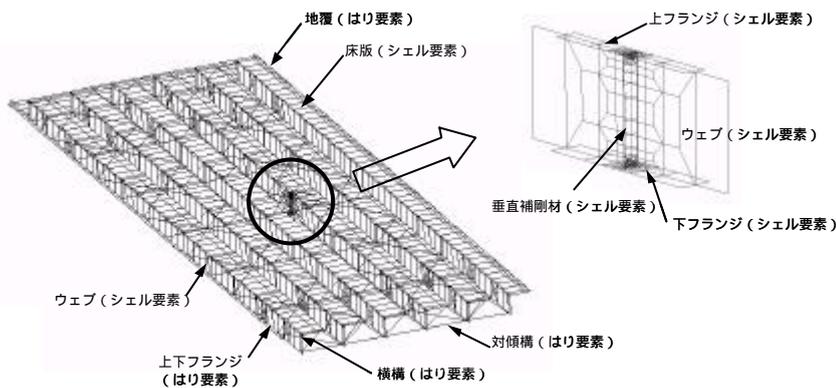


図 - 3 解析モデル

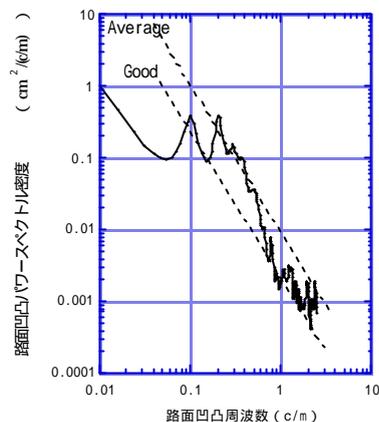
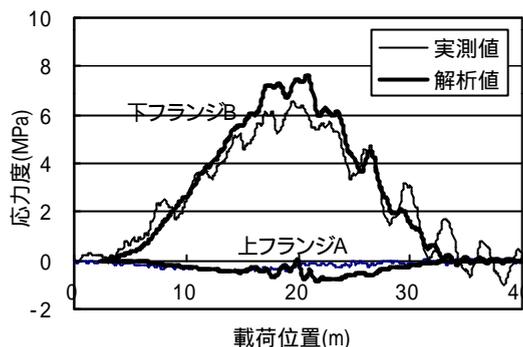


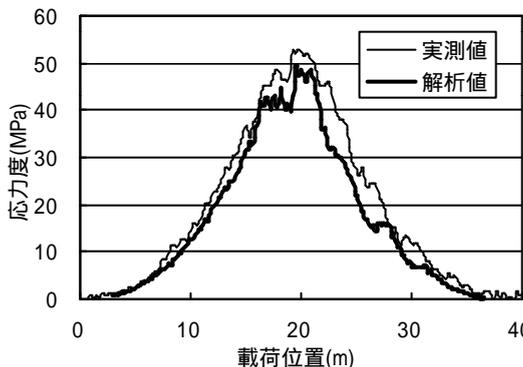
図 - 4 路面凹凸パワースペクトル密度

表 - 1 着目点の応力度 (MPa)

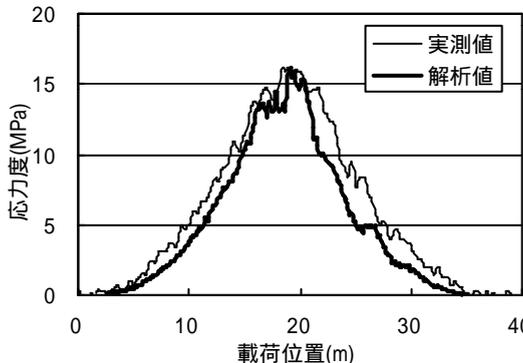
	走行速度	上フランジ A	下フランジ B	垂直補剛材 C	垂直補剛材 D
実測値	0km/h	-0.6	6.4	56.4	17.5
	20km/h	-0.7	6.5	57.0	17.7
	40km/h	-0.5	6.8	55.1	16.8
	60km/h	-0.7	9.0	56.9	17.9
解析値	0km/h	-1.0	7.2	47.1	15.1
	20km/h	-1.0	7.6	51.2	16.6
	40km/h	-0.9	7.6	49.6	16.2
	60km/h	-0.9	7.7	51.2	16.7



(a) 上下フランジ A・B



(b) 垂直補剛材 C (鉛直方向応力)



(c) 垂直補剛材 D (水平方向応力)

図 - 5 40km/h 走行時の応力波形

3. 解析結果および考察

動的解析の結果と実橋による载荷実験結果を表 - 1 に示す。解析値は、どの数値も実測値に近似しており、動的成分で 20km/h、60km/h より 40km/h が小さくなる傾向も一致している。応力度の絶対値に着目すると、一次応力である上下フランジの応力度は、実測値より解析値が若干大きな値を示している。これは、モデル化をしていないハンチ、高欄、舗装などが実橋では抵抗断面として作用していること、および可動支承の摩擦抵抗が原因と考えられる。二次応力である垂直補剛材上端の応力度では、実測値が解析値より大きくなる傾向にある。この部分は、応力集中を起こしており、要素の分割数が影響することから、さらに細分化することによって精度を高めることが可能と考えられる。時刻歴による応力度の変化を、図 - 5 に示す。解析値では、実測値ほど細かな変化はしていないものの、最大値付近から以降の応力度の変化はよく一致している。

4. まとめ

今回の動的解析によって、既設橋梁の各部位の応力度を把握することが確認できた。従来、動的応答値は、静的な結果に各部位材一様な衝撃係数を乗じることで算出していたが、本解析では部材ごとの動的な値が算出できる。これをもとに、対象とする橋梁の交通量や通行車両の大きさの調査結果と合わせることで、現有する耐荷力、耐久性などの安全性の評価が可能と考えられる。疲労によるダメージを受けやすい二次応力についても把握が可能であり、実交通荷重下での損傷度の程度も的確に評価することができる。

【参考文献】日本道路協会：鋼橋の疲労、1997.3 など