

## I-A304

## 鋼 2 主桁橋の交通荷重振動特性について

八千代エンジニアリング\* 正会員 小 倉 裕 介  
 J H試験研究所 橋梁研究室\*\* 正会員 安 松 敏 雄  
 同 上 正会員 長 谷 俊 彦  
 八千代エンジニアリング\* 正会員 御園生 静 栄

## 1. 概 要

J Hの高速道路橋では、鋼橋の省力化及び経費縮減を可能とする鋼少数主桁橋の本格採用を目指している。鋼少数主桁橋の構造上の特徴として、床版支間が長く活荷重たわみが大きいため、構造系全体の活荷重振動特性が従来の鋼多主桁橋と異なることが予想される。そこで、J Hで施工された鋼 2 主桁橋と鋼多主桁橋を対象に振動解析を行い、両形式の比較検討を行った。対象橋梁は、鋼 2 主桁橋は支間53mの2 径間連続橋、鋼多主桁橋は支間42mの斜角を有する単純桁橋である（図 1 参照）。図 2 に示すように対象とした鋼 2 主桁橋の橋梁端部は、高さ約1.8mの横桁と張出部の鋼製ブラケットからなり、それらはコンクリート床版と合成された構造である。

## 2. 検討内容

検討は、まず、対象の2 橋と車両をそれぞれモデル化して各々の固有振動解析を行った。更に、4 自由度系の大型車<sup>1)</sup>が一定速度で橋梁上を走行した時の応答を動的応答解析により求めた。得られた橋梁代表位置の応答加速度波形の周波数分析を行い、加速度レベルのオールパス値を比較し、1/3オクターブバンドスペクトルの卓越する周波数と固有振動モードの関係を検討した。対象とした2 橋は、実橋梁に試験車を走行させた振動実験が行われていたため、解析結果が計測結果とできる限り一致するようなモデル化と走行条件の検証も行っている。解析は、以下の5 ケースについて報告する。

【形式による比較】 ①鋼多主桁橋、②鋼 2 主桁橋

【鋼 2 主桁橋の検討】 ③端横桁の R C 巻き、④端横桁の R C 巻きと支承の変更、⑤床版厚を一律に -10cm

## 3. 解析条件

橋梁解析モデルは図 1 のような平面格子モデルとした。鋼 2 主桁橋の端支点以外の横桁は床版と一体ではなく、平面モデルでは厳密に評価することはできない。本解析では、横桁の想定した変形に対しては、その拘束効果を平面格子モデルで評価できるように2 主桁間を結ぶ仮想部材を設けた。この部材の剛性については、静的フレームの検討を行い決定した。橋梁の路面凹凸は、高速道路の良好な舗装面<sup>2)</sup>としてパワースペクトル密度  $S(\Omega) = 0.001\Omega^{-1.792}$  を仮定した。ジョイント部の段差は、実橋のジョイント部付近の路面凹凸の測定結果より段差高さを求めてモデル化した。なお、走行車輛の速度は、100km/hとした。

キーワード：鋼 2 主桁橋、活荷重振動、振動解析、固有値解析、動的応答解析

\* 〒153-8639 東京都目黒区中目黒1-10-21 八千代エンジニアリング TEL03-3715-9947(FAX3715-2055)

\*\* 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 J H試験研究所道路研究部橋梁研究室 TEL0427-91-1621(FAX92-8650)

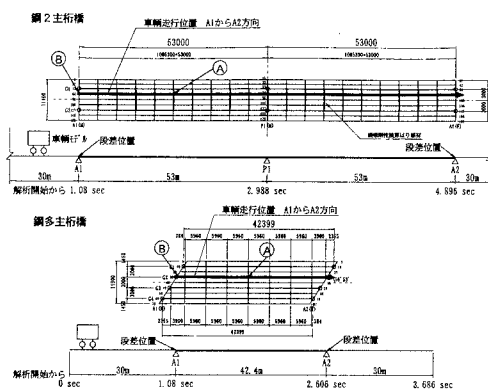


図 1 解析モデルと車輛走行解析

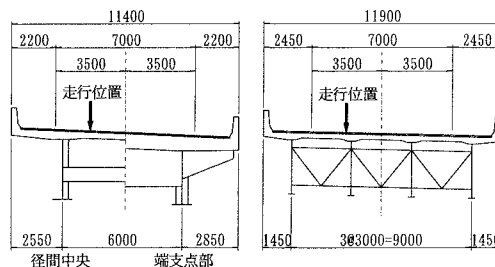
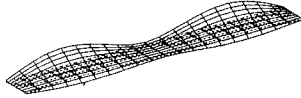


図 2 鋼 2 主桁橋と鋼多主桁橋の断面図

## 鋼 2 主桁橋

曲げとねじりの連成振動（3.161Hz）4次振動モード

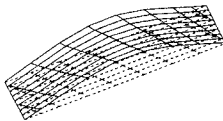


床版横軸直角方向曲げ振動（9.227Hz）9次振動モード



## 鋼多主桁橋

曲げ振動（4.572Hz）1次振動モード



床版横軸直角方向曲げ振動（15.13Hz）5次振動モード

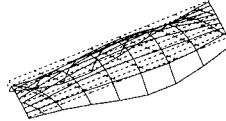


図 3 固有振動解析結果

## 4. 解析結果

図 3 に固有振動解析結果を、図 4 に応答加速度と応答変位の時刻歴波形を示す。橋梁の振動は、車輛が橋梁上を走行している時にスパンの中央部に生じる振動と、車輛がジョイントを通過する時に橋梁端部に生ずる振動に大別される。この 2 つ振動に対する分析として、A 点と B 点（図 1 参照）の加速度レベルの 1/3 オクターブバンド分析結果を図 5 に示す。また、この位置のオールパス値を表 1 にまとめた。図 5 で鋼 2 主桁橋①と鋼多主桁橋②の結果を比較すると、以下のところが分かった。

- 1) A 点の振動は、鋼 2 主桁橋 3Hz 付近、鋼多主桁橋 5Hz 付近にピークがあり、これは図 3 の両橋梁の曲げ固有振動数である。
- 2) オールパス値を比較すると、A 点で約 4dB、B 点で約 21dB、鋼 2 主桁橋の方が大きい。

鋼 2 主桁橋の端部の振動が大きいいため、端横桁の RC 巻きや支承条件を変更した解析を行い、以下のような結果が得られた。

- 3) 端横桁 RC 巻き③は、オールパス値が約 5dB の減少である。
- 4) 端横桁 RC 巻きと支承変更（ゴム支承→鋼製支承）④は、オールパス値が 30dB 減少し、鋼多主桁と同レベルとなる。

この他に、床版厚が交通振動に影響を検討するために、床版厚を一様に 10cm 薄くした解析⑤を行い、A 位置のオールパス値が約 3dB 増加することが分かった。

## 5. まとめ

- 1) スパン中央部の振動は、鋼 2 主桁橋の構造上の振動特性が影響して鋼多主桁橋に比べ、加速度レベルが大きくなることはないと考えられる。16Hz で鋼 2 主桁橋の振動がやや大きいのが、これは対象とした 2 橋梁でスパン割りや斜角等の条件等の違いが影響している可能性がある。
- 2) 橋梁端部の振動は、鋼多主桁橋に鋼製支承、鋼 2 主桁橋にはゴム支承が使用されていたために違いが生じたが、支承条件の違いを除けば、鋼多主桁橋と比べても交通振動の加速度レベルは大きくならない。
- 3) 床版厚を設計の 31cm から一様に 10cm としても、スパン中央部の振動は、約 3dB の増加であった。

（参考文献） 1) 橋梁振動研究会編：橋梁振動の計測と解析，技報堂出 p. 366

2) 小堀為雄：応用土木振動学，森北出版 p. 138

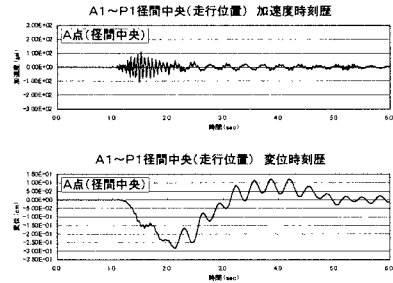
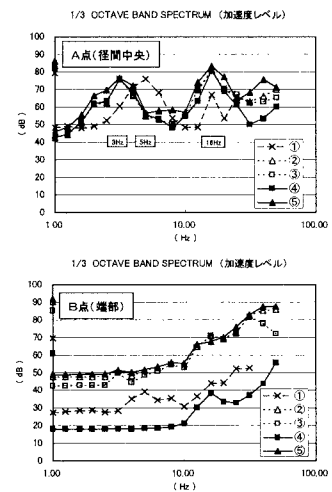


図 4 鋼 2 主桁橋の応答時刻歴



図中①～⑤は表 1 の解析モデルに対応（加速度レベルの 1/3 オクターブバンド分析）

図 5 応答加速度の周波数分析

表 1 加速度レベルオールパス値比較

| 橋梁      | 着目位置     | 解析モデル           | オールパス値   |
|---------|----------|-----------------|----------|
| 鋼多主桁橋   | 径間中央 A 点 | ① 現況            | 79.32 dB |
|         |          | ② 現況            | 83.28 dB |
|         |          | ③ RC 巻き         | 83.10 dB |
|         |          | ④ RC 巻き + 支承の変更 | 82.65 dB |
|         |          | ⑤ 床版厚 -10cm     | 86.24 dB |
| 鋼 2 主桁橋 | 端部 B 点   | ① 現況            | 69.45 dB |
|         |          | ② 現況            | 90.26 dB |
|         |          | ③ RC 巻き         | 85.11 dB |
|         |          | ④ RC 巻き + 支承の変更 | 60.75 dB |
|         |          | ⑤ 床版厚 -10cm     | 91.72 dB |

+4dB

+21dB

-5dB

-30dB