

長支間 PC 床版 3 主桁鈑桁橋の低周波振動に着目した解析的検討

高田機工株式会社
高田機工株式会社
中日本高速道路株式会社

正会員
正会員

山田 貴男
廣門 公二
中筋 由佳

エム・エム ブリッジ株式会社
エム・エム ブリッジ株式会社

○上野 慶太
坂下 悟

1. はじめに

近年、構造の省力化による工期短縮および建設コストの縮減等の観点から、2～3 主桁の少数鈑桁橋の採用が増えている。しかし、これらの少数鈑桁橋では、床版支間が大きいために、車両走行時の床版の振動に起因すると考えられている低周波振動が発生することがあり、その騒音や振動による近隣住民の生活環境の悪化が問題となる事例が発生している。これらの低周波問題は、既往の研究^{1)～3)}では、①車両のバネ上振動数と橋梁の基本振動数帯で共振する 3Hz～5Hz 帯のスパン音に起因する主桁スパン方向の鉛直 1 次モードの低周波振動と、②車両のバネ下振動数と橋梁の伸縮継手や床版の振動数帯と共振する 10Hz～20Hz 帯のジョイント音に起因する橋軸直角方向の鉛直 2 次・3 次モードの低周波振動の 2 種類が主要因と考えられている。

本稿では、新東名高速道路の一区間に建設される長支間 PC 床版 3 主桁鈑桁橋を対象として、主桁本数や縦桁本数、横桁間隔や横桁剛性を変化させた 3 次元 FEM 固有値解析を実施し、低周波振動の特性を検証したのでこれを報告する。

2. 解析ケース

3 次元 FEM 固有値解析は、上部工の剛性を向上させたときの床版の振動モードや振動数の変化に着目し、表-1 に示す 6 ケースを行った。解析モデルは、ケース①を基本構造とした。ケース②は主桁本数を増やし、床版支間を小さくした。ケース③は縦桁を追加し、ケース④は縦桁追加と横桁の剛性を上げる構造とした。ケース⑤は横桁間隔を小さくし、ケース⑥は横桁の剛性を上げた構造と

した上で、横桁間隔を小さくした。図-1 に各断面図を示す。なお、解析は、床版の振動モードに着目することから、鋼断面の断面は一定とし、各主桁の板厚は、スパンごとの平均板厚とした。ただし、橋長および支間長は、実橋梁を忠実に再現した。

表-1 解析ケース

	主桁本数	床版支間	横桁形状	縦桁	横桁間隔
ケース①	3本	8.1m	H形鋼(400x900)	なし	約8m
ケース②	4本	5.4m	H形鋼(400x900)	なし	約8m
ケース③	3本	8.1m	H形鋼(400x900)	I断面(220x1500)	約8m
ケース④	3本	8.1m	I断面(400x2050)	I断面(220x1500)	約8m
ケース⑤	3本	8.1m	H形鋼(400x900)	なし	約5m
ケース⑥	3本	8.1m	I断面(400x2050)	なし	約5m

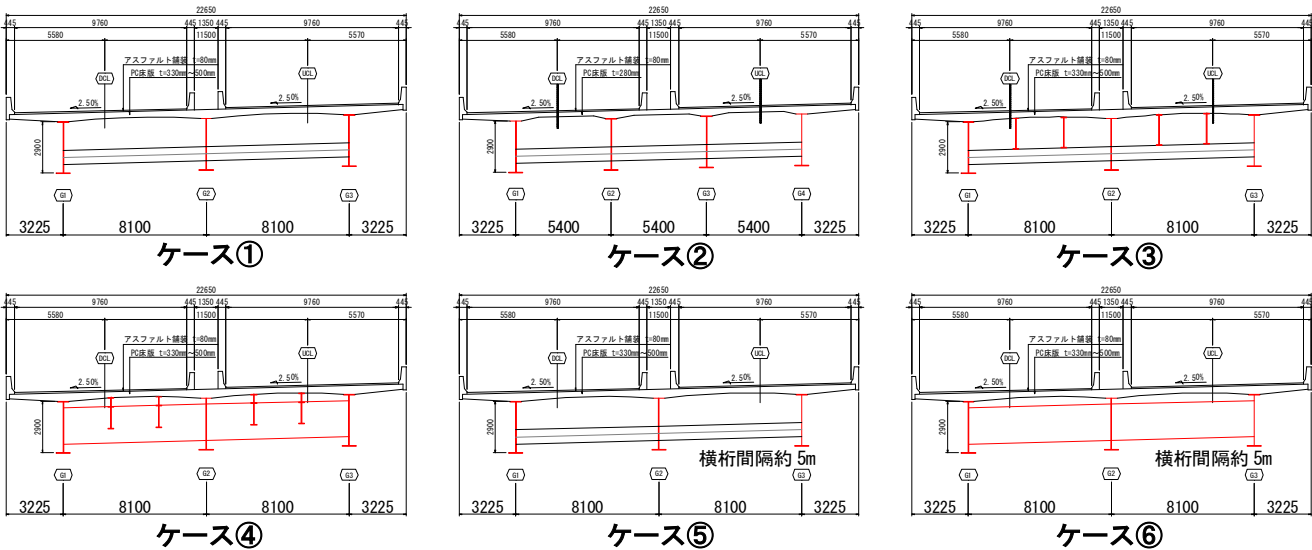
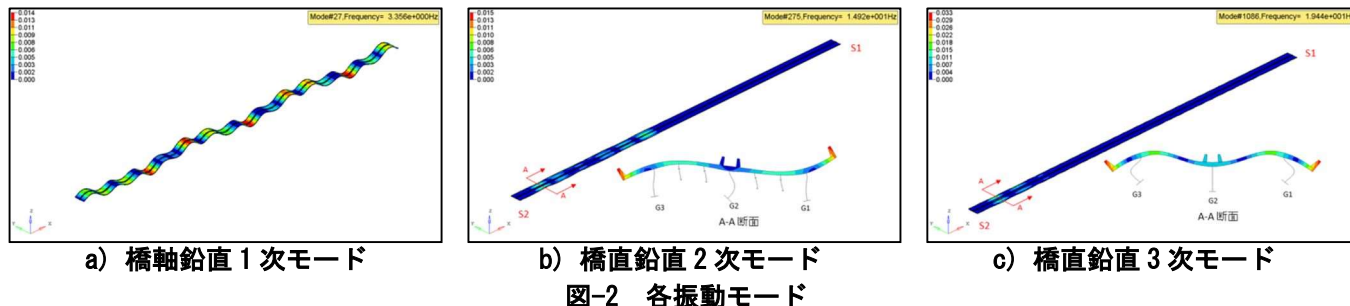


図-1 各解析ケースの断面図

キーワード：長支間 PC 床版，低周波振動，振動特性，高架道路

連絡先：〒733-0036 広島市西区観音新町 1-20-24 エム・エム ブリッジ(株) 082-292-1111

3. 振動モードの比較と考察



振動モードは、主桁支間中央部の橋軸方向振動が最大となる 3Hz～5Hz 帯の鉛直振動（鉛直 1 次モード）と、床版の橋軸直角方向の支間中央部の振動が最大となる 10Hz～20Hz 帯の鉛直振動（鉛直 2 次モード、鉛直 3 次モード）を抽出し、そのときの振動数を比較する。図-2 は、鉛直 1 次～鉛直 3 次モードの代表モード図を示す。図-3～図-5 は、各ケースにおける各鉛直モードの振動数帯を比較したものである。以下に考察を述べる。

- いずれのケースでも、3～5Hz 帯における主桁の支間中央の変位が最大となる鉛直 1 次モード（図-3）が発生しており、スパン音に起因する低周波問題が発生する可能性がある。
- いずれのケースでも、10～20Hz 帯において、床版の橋軸直角方向の鉛直 2 次・3 次モード（図-4、図-5）が発生しており、ジョイント音に起因する低周波問題が発生する可能性がある。
- 6 ケースの比較において、周波数と振動モードの関係は、3～5Hz 帯の振動数（図-3）は、顕著な変化ではない。これは、一般的な桁橋において、主桁の鉛直 1 次モードが $f=100/L$ で示されるように、橋梁支間長が支配的であるためと考えられる。
- 10～20Hz 帯（図-4、図-5）では、鉛直 3 次モードのケース②を除き、基本ケースに比べて、全てのケースで高い周波数帯に移行していることが確認できる。また、横桁配置を密にしたときの効果を確認（ケース①と⑤の比較）すると、顕著な変化ではないことがわかる。一方、横桁剛性を上げたときの効果を確認（ケース③と④、ケース⑤と⑥の比較）すると、高い周波数帯に移行していることが確認できる。

4. まとめ

本解析結果より、主桁の支間長に支配的な鉛直 1 次モードに顕著な変化は確認できなかったが、縦桁の追加や横桁剛性を上げることで、床版の拘束力が大きくなり、鉛直 2 次・3 次モードでは、高い周波数帯に移行することが確認できた。なお、本稿で検討した縦桁の追加や横桁剛性の変化が、橋梁の低周波振動につながる振動の抑制にどの程度寄与するかが今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 鳥部，中村他：鋼桁橋の振動に伴う低周波音の発生部位とその要因に関する研究，第 71 回年次学術講演会，2016.9.
- 2) 川谷，河田他：境界要素法による鋼床版連続桁橋からの低周波音理論解析，第 61 回年次学術講演会，2006.9.
- 3) 川谷，金他：鋼床版連続桁橋における交通振動の TMD 制御解析，第 61 回年次学術講演会，2006.9.

