

日本鉄道建設公団 正員 ○宮崎 武雄
日本鉄道建設公団 正員 中山 範一
(株) 福山コンサルタント 正員 丸山 泉

1.はじめに

鉄道橋の振動特性を論ずる場合は、地震時の応答特性だけでなく、列車走行時の応答特性についても着目する必要があり、本稿は、上越新幹線吾妻川橋梁について耐震性と列車走行時の振動特性の両面から検討を行った結果を報告するものである。

本橋梁は、図-1に示すように、スパン109.52m、橋長220.44mの2径間連続T型ラーメン構造の複線1室箱形PC橋であり、昭和53年度土木学会田中賞(作品部門)を受賞している。また本橋梁の新潟方は中山トンネル坑口に隣接し、大宮方はスパン25mのPC橋(川島高架橋)が25径間にわたり連続している。

2.耐震性の検討

本橋梁は、設計にあたり耐震性の検討として地震応答解析を行った。採用したモデルは図-2に示す多質点系モデルであり、地震波としては、EL Centro

NS成分波および San Fernando地震波(max 200 gal)を採用した。また、この地震応答解析の検証、すなわち採用した振動モデルの妥当性を確かめる目的で、橋梁本体完成時に起振被による強制振動試験を行った。試験で得られた共振曲線および振動モードの一部を図-3および図-4に計算値と対比して示すが、計算値と実測値はほぼ一致していると言える¹⁾。

3.列車走行時の振動特性

新幹線の列車速度帯域を70~260km/hとすると、列

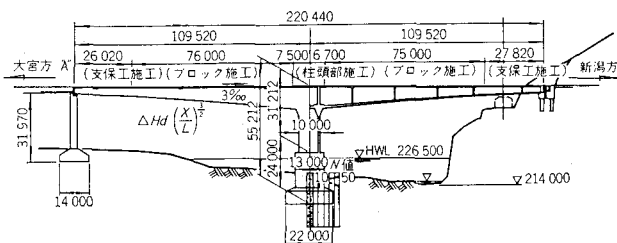


図-1 上越新幹線 吾妻川橋梁一般図

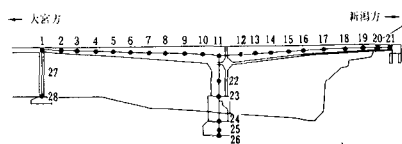


図-2 解析モデル

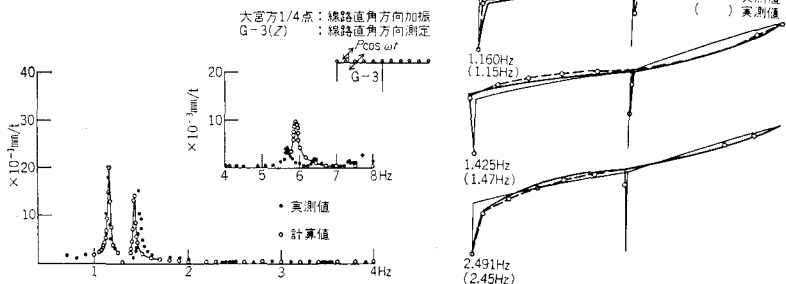


図-3 主な共振曲線および振動モード(面外)

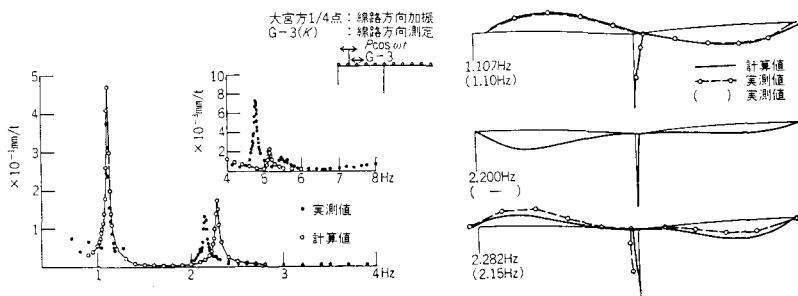


図-4 主な共振曲線および振動モード(面内)

車荷重が橋梁によぼす卓越振動数は0.78~2.89Hzにあると推定できる。²⁾したがって本橋梁は図-4からわかるように面内振動の固有振動数として、1次から3次までが、列車荷重の卓越振動数の帯域内に入ることになる。そこで列車荷重が橋梁に及ぼす影響を把握するために、橋脚橋台の列車走行時の振動変位、および桁の応力などの測定を行った。測定波形の一部を図-5に示すが、下り列車が川島高架橋上を走行中に、すでに本橋梁に反応がみとめられる。これは、計算によれば、列車速度約200km/hでの卓越振動数が2.2Hz付近であり、橋梁の3次の固有振動数に近いにめと思われる。

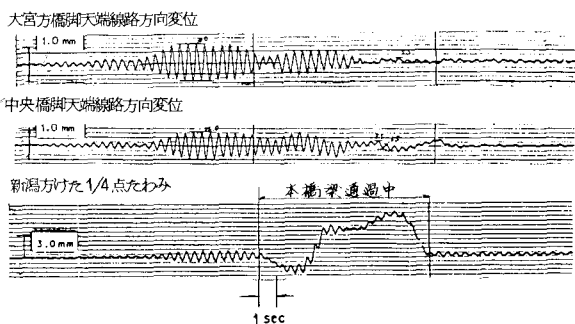


図-5 測定波形例(下り列車、速度199km/h)

また、上り列車についても、下り列車とは多少値は異なるものの、同様の傾向がみとめられる。しかしながら、列車走行による橋脚の変位量、桁のたわみ量および応力度の最大値は、設計値の1/5~1/8程度の値であった。

次に、川島高架橋の影響を考慮し、乗客満員の状態(輸重15t)を想定して、速度70~260km/hにおける列車走行時の応答の予測を行った。その結果を図-6に示すが、本橋梁の1次固有振動数と列車荷重の卓越振動数が一致する列車速度95km/hでは、上下線に列車が同時に走行した場合でも、桁の最大たわみ量は、設計値の8割程度であると推定された。

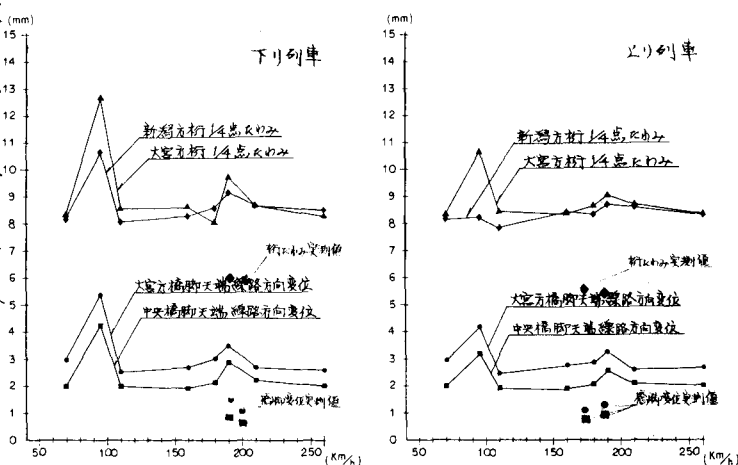


図-6 列車速度の変化にともなう応答値の変化(計算値)

さらに桁の曲げ応力度の変動について検討した結果を図-7に示すが、最大にたわみを生ずる桁各点の断面については、最大で、活荷重時(最大)の設計応力度の7~8割程度であり、許容応力度(+170~-15kg/cm²)からみて十分に安全な値であった。

4. まとめ

吾妻川橋梁の地震応答解析

桁で用いた振動モデルは、

強制振動試験結果から判断

して、妥当であると思われる。また実橋における振動測定結果、および上記の振動モデルを用いたシミュレーションの結果から橋梁は強度上十分に安全であることがわかった。しかしながら列車走行時の検討を行った過程から、今後、長大スパンの橋梁を設計する上で、活荷重の大きさを、衝撃力と共に、動的効果をも考慮に入れて設定しなければならない場合も生じ得ることが推察できた。

5. 参考文献

- 1) 中村, 宮崎, 佐藤「PC長大鉄道橋の振動試験」, 橋梁と基礎, 1980.2
- 2) 松浦章夫「車両走行による鉄道橋の動的応答の基本式」, 鉄道技術研究報告, No.691

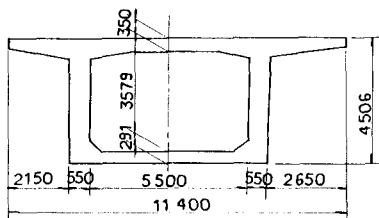


図-7 列車走行時の最大応力度変動の予測(計算値)

