

日本道路公団 試験所 正員 中村正人

同上 正員 藤原 博

八千代エンジニアリング(株)○正員 前原康夫

1. まえがき

鋼板桁を車両が走行する際に発生する低周波空気振動の性状を調査するため、模型実験が実施された(参考文献1, 2.)。その結果によると橋梁の各種の固有振動が車両の振動性状や走行状況によって励起され、低周波空気振動に影響を及ぼしている事が確認された。本報告は模型橋の走行実験結果をシミュレーション解析し、その手法が橋梁振動の発生メカニズムの解明にあたって有効な検討手段となりうるか調べたものである。

2. 解析手法

シミュレーション解析は図1に示すように、車両を4自由度モデルとし、路面の凹凸も考慮した。模型橋の固有振動性状は、正弦波加振実験・走行実験の周波数分析・FEMによる固有振動解析によって把握されているので、これらの結果を利用して、1次から5次までの固有振動を考慮する事とした。各固有振動の諸値は表1の通りである。車両や路面に関するデータは段差走行実験と振動しない床面での走行実験の車両振動のパワースペクトル等から推定した。各解析ケースにおける車両の特性は表2に示す通りである。路面・タイヤ間の凹凸はパワースペクトル $S(\Omega)$ を下式のように設定して、5cmから200cmの波長の正弦波を合成して求めた。

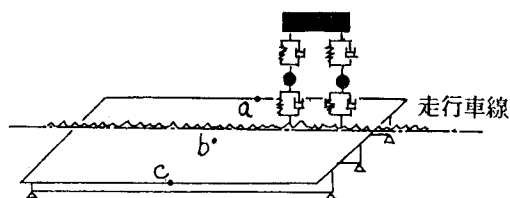


図1 振動モデル

$$S(\Omega) = a \times \Omega^{-2} \quad \text{但し } \Omega: \text{路面円周波数}$$

$$a: A \text{路面では } 0.5 \times 10^{-4} \quad B \text{路面では } 8 \times 10^{-4}$$

表1 橋梁の固有振動

次数	周波数	振動形
1	9.9	主桁の曲げ1次振動
2	11.1	振り1次振動
3	25.7	中桁と耳桁が逆位相の形
4	31.5	主桁の曲げ2次振動
5	35.0	床版の曲げ振動

表2 各解析ケースの車両と路面の条件

CASE	車両重量 (Kg)	固有振動数(Hz)		路面
		1次	2次	
1	24.1	10.1	35.6	A
2	35.1	8.1	33.7	A
3	35.1	6.1	22.5	A
4	35.1	6.1	22.5	B

3. 解析結果

走行実験と振動解析の応答波形を図2~4に比較して示す。模型実験では図2に示す様に単純桁のスパン中央でも中桁上(b点)と床版張り出し部(a, c点)で振幅や卓越する振動数が非常に異なる場合があるが、シミュレーションの結果でも車両が走行する位置によっては同じ傾向が認められる。図2は中桁と耳桁の間を走行させた解析結果であるが、c点では1次と2次が打ち消しあって、10Hz前後の振動が小さくなって、5次の35Hzの床版振動がめだつ。

図3, 4に車両のバネ・路面条件を変えたとき時のスパン中央の中桁(c点)での加速度・変位波形を比較して示す。この例ではバネを小さくして、車の1次振動数を8.1Hz(CASE 2)から6.1Hz(CASE 3)にすると橋の1次振動数と離れるため応答値が減少している。又、当然の事ながら粗い路面(CASE 4)では応答も大きくなる。

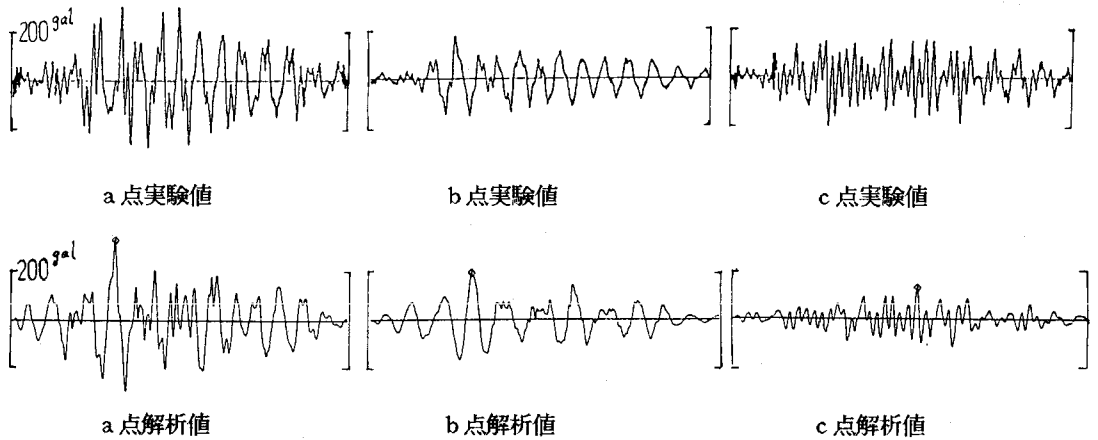


図2 CASE 1 実験 加速度波形の比較

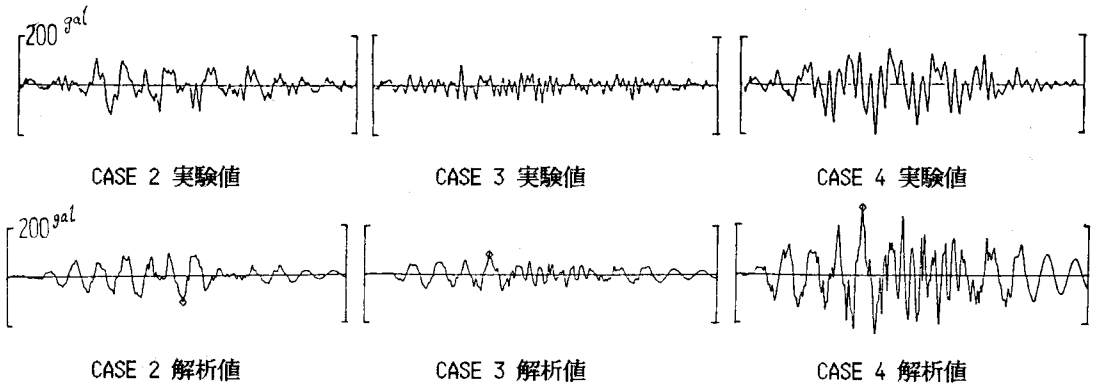


図3 b 点の加速度波形比較

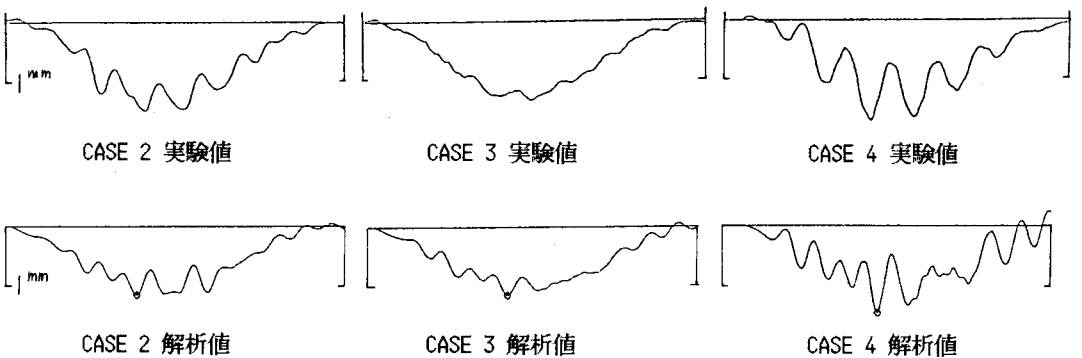


図4 b 点の変位波形の比較

4. まとめ

車両振動に伴う橋梁振動の性状を調べるには応答加速度まで把握する必要がある、従来行われてきた衝撃係数に主眼をおく振動解析より、橋梁モデル・車両モデルをより詳しく検討する必要がある。今回のシミュレーション解析でも実験結果とほぼ同様の傾向を得る事ができたが、床版振動の影響が大きい場合には前後の車輪だけでなく左右の車輪の違いまで考慮する必要があるし、継手部での衝撃的振動も考えねばならない。

参考文献

- 1) 2) 単一走行車両による道路橋の低周波振動に関する模型実験(その1, その2)