

IV-107 周期外力によるレール車輪間の反力を考慮した車輛運動

東京大学工学部 正員 八十島義之助
 全上 学生員 藤澤伸光
 全上 〇学生員 石左 隆

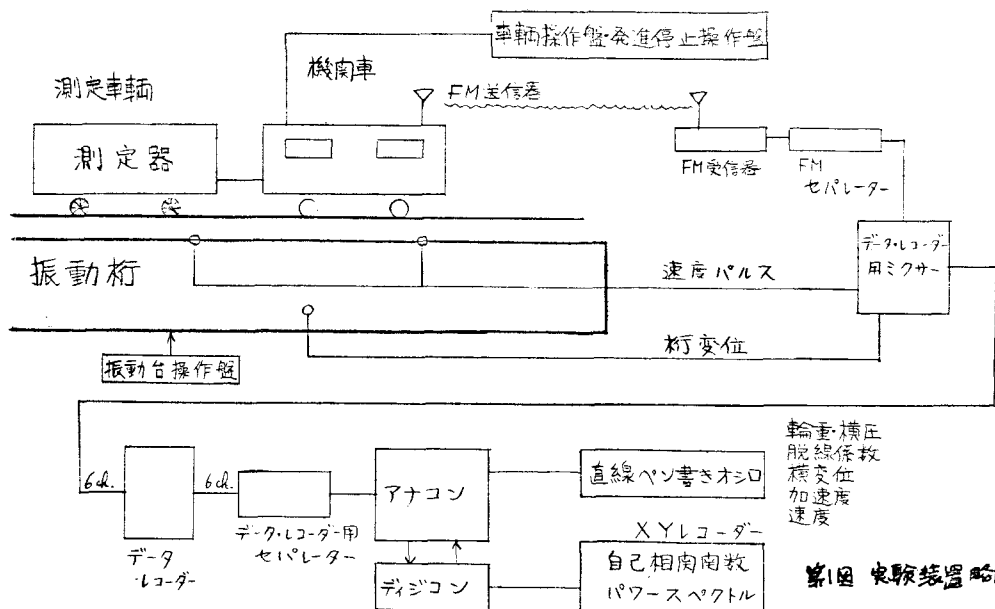
1. まえがき

長大橋の実現が、目前となるにつれて、鉄道併用橋への期待と不安が増大している。本研究に於ては、橋梁の振動に対する車両の運動および、その安全性を検討するため、模型実験を行ない、その結果を、簡便なモデルと照会した。

2. 実験

振動台(長さ36 m)上に縮尺 $1/5$ の軌条を設け、種々の振動数、振中で振動させながら、車両を走行させた。模型車両は、ホキ300形式ボギー無かい車の $1/5$ 模型を用いた。車輪に生ずる横圧、輪重は、スプーク車輪で、車軸横変位、車体横方向加速度は、ストレングースを貼付したピックアップおよび加速度計で、それぞれ測定した。測定量は、FM送信して、桁の振動波形、速度測定用パルス波形と同時に記録した。これらの測定量を、ハイブリット計算機に入力し、それぞれ、最大値、最小値、平均値、標準偏差、周期、桁との位相差等を計算し、タイパーにより打ち出させる。波形は、直線ペン書きレコーダで、直読する。さらに、平均自己相関関数、平均パワースペクトルを、XYレコーダに書くことも可能である。第1図が、この装置の略図である。第2図(a)は測定量の一部である。

実験した振動様式は、第1表に示す通りである。速度は、 $2.5\%/sec$ (実車換算 $18km/h$)および、 $5\%/sec$ (実車換算 $36km/h$)である。実験回数は、各条件ごとに10回、全部で、400回行なった。荷重は花巻状態とした。



第1図 実験装置略図

3. 結果

実験の結果については、再現性もよく、走行開始時の位相の違いによる結果の変化はあまりみられなかった。振動数、振巾、速度の3つのパラメータの中で、振動数による、振動性状の変化が最も大きかった。

0.84Hz (実物換算 0.38Hz) 以下、揺籠内に実物換算の値を示すと、0.96Hz (0.42Hz) においては、振巾の増大とともに、輪重変動、横圧も増加するが、走行は不安定なほどではない。低速において、わずかにヨーイングがみられる程度である。

1.35Hz (0.60Hz) においては、微少な振巾 [全振巾 2.0mm (1.0cm)] でも、揺枕がたふさばびびり、共振を起し、予定していた全振巾 2.5cm (12.5cm) の実験は、危険なため、1回しかおこなえなかった。この振巾においては、停止時においても、車輪が、横にすべり、フランジがたふさびびりあった。走行させると、左右の車輪が交互に完全に浮き上り、ロッキング現象を呈する。

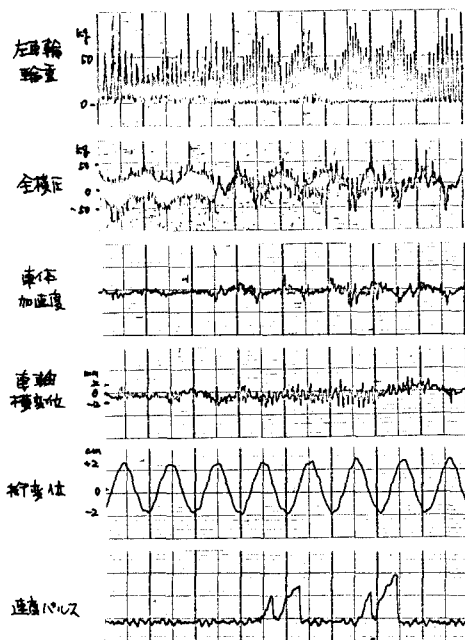
1.80Hz (0.80Hz) 以上では、横バネの共振はおこらず、走行もほぼ不安定ではないが、車輪は、レールとフランジの間の遊びの範囲で、横振動を起している。ローリング、ヨーイングは、低速において、ごくわずかにみられる程度である。これは、3.50Hz (1.57Hz) 程度まで、同じである。

4.80Hz (2.15Hz) はローリングの共振点であるが、振巾が大きくなったため、ローリングはほぼ大きくなるがなかった。吊橋の共振振動数が考慮し、それほど重要でないと思われる。

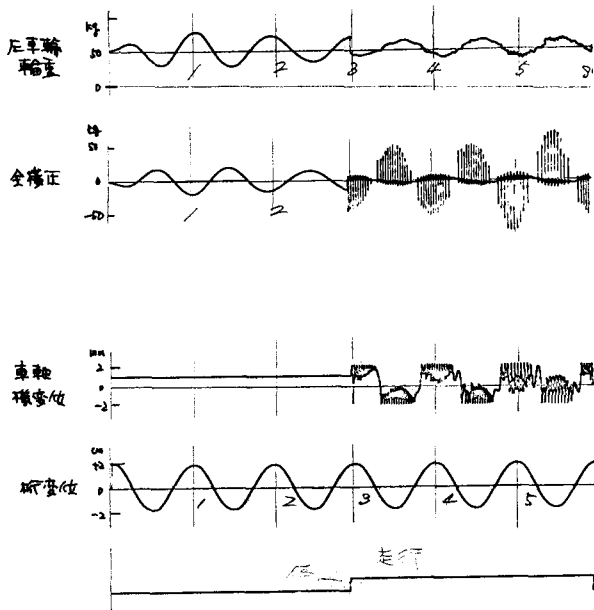
以上の結果をまとめ、横圧と輪重変動の振動数による変化を示したものが、第3図(a)である。

振動数 (Hz)	振巾 (mm)
0	—
0.84	10, 20, 40
0.98	10, 20, 40
1.35	2, 5, 8
1.85	2, 4, 8
2.45	2.5, 5, 10
3.0	3, 7
3.6	1.5, 3, 6
4.8	1, 2

第1表 振動様式

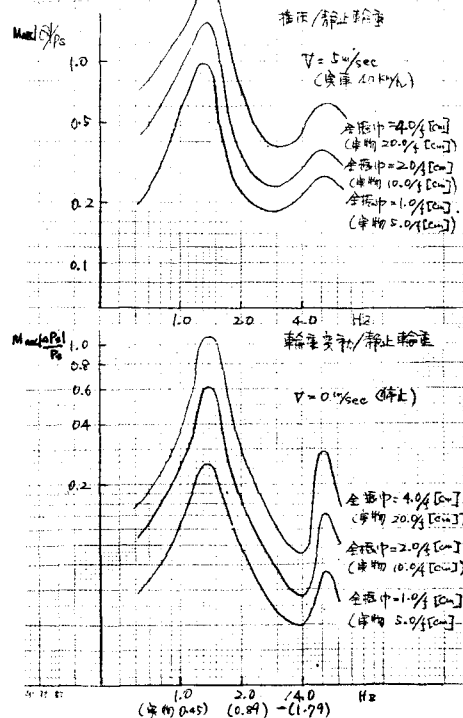
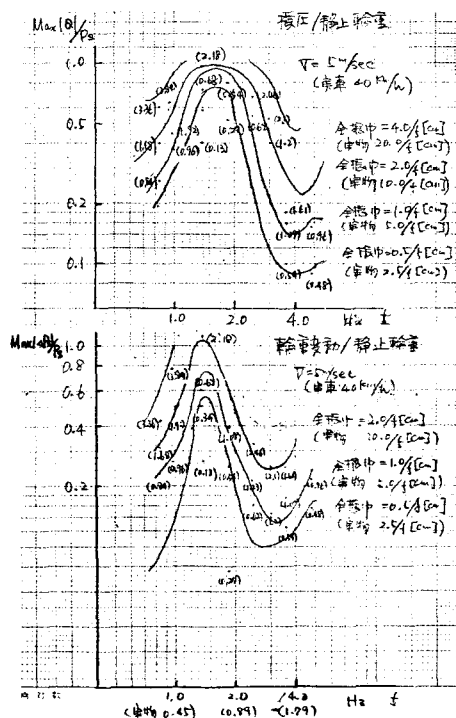
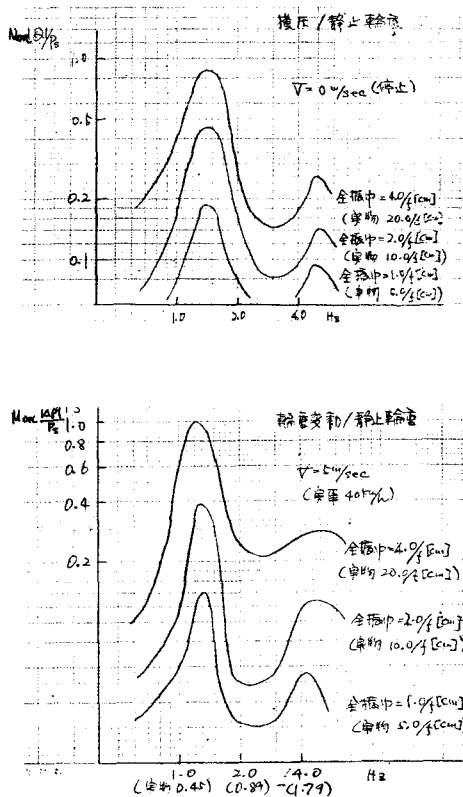
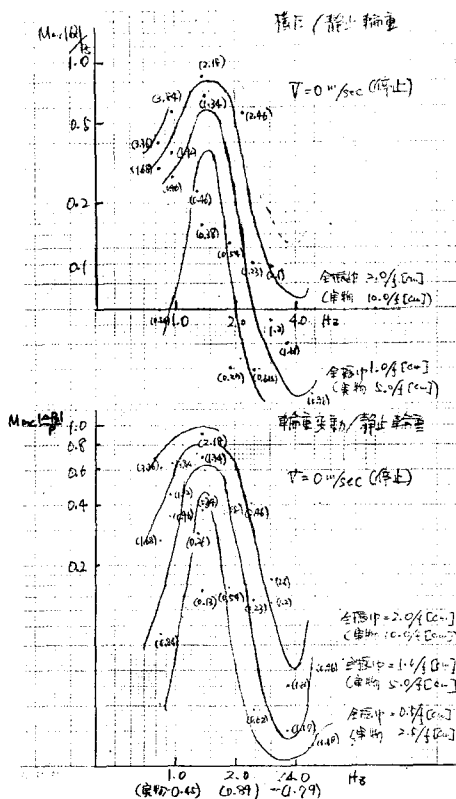


(a) 実験結果



(b) シミュレーション

第2図 輪重・横圧・加速度・横変位・横変位

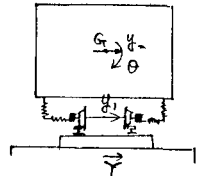


第3図 (A) 実験による輪重・振圧の最大値

第3図 (B) シミュレーションによる輪重・振圧の最大値

4. シミュレーション

実験中の観察から、比較的大きな振動が振動した場合の車両のモデルを考える。まず、ボギー車であることから、車軸、車体のヨーイングを無視し、2次元的に考える。また、車輪と、レール間のすべりを無視し、フランジとレールの遊間は、一種の不慮帯と考え、衝突した場合は、不完全弾性衝突をすると考える。したがって、車輪に加わる力は、車体からのバネの力と、車輪の横変位による半径の変化に伴う転向と、衝突の反発力だけとする。(第4図)



第4図 モデル車両

このようなモデルにより、微分方程式を立て、種々の条件を変えて、解いた。第2図(2)は、振動数1.0Hz(0.43Hz)、全振中4.0cm(20.0cm)速度5%sec(40km/h)、反発係数0.8、レールとフランジの遊間2mm(2cm)とし、解いたものがある。輪重、横圧は、車両全体のつり合いから求めた。

このモデルでは、当然のことながら、振中の小さい場合には、あまりあてはまらないが、交差点附近で、振中の大きい場合には、かなりの程度に実際の現象とあっている。第3図(2)は、振動数と、振中を変化させた場合の横圧と、輪重変動を示したものである。

5. 結論

以上の実験と、シミュレーションから、振動軌道上の車両は、ある振動数で、かなり不安定なこともある。これは、おもに横ばねの振動数から、きま、てくることわかった。複雑なボギー車の運動を解くには、さらにたぐいんの要因を考慮しなければならないであろうが、ここでは、簡単な3自由度の車両に置きかえてしまっただが、車体の横振動とヨーイングについては、ある程度つかめたのみではないかと思う。今後、このような省略のゆきされない場合の検討や、実際の橋梁の振動特性との関係の研究が必要である。