

VI-91

列車動揺と鋼トラス橋動的特性の一考察

J R西日本鉄道本部施設部工事課

正○三宅 洋

〃 大阪構造物検査センター

境 秀光

〃 〃

依藤 平一

〃 〃

喜久田栄次

1. 調査の目的と内容

交通輸送手段の多様化に伴い、列車の安全性、スピードアップ、乗り心地の改善が重要な課題となっている。列車動揺については、軌道状態、車両性能、列車速度等の相互作用によって生じるといわれているが、この他の要因として土木構造物によるものが考えられる。列車動揺試験の結果によれば、特に橋りょう部で目標値を越える列車動揺値を示すことから、その動的特性を把握しておく必要が生じた。今回は多径間鋼トラス橋（ $L=789.6\text{m}$ ・支間 64.2m ・複線スルートルス・建設S・42）において構造物の影響がどの程度あるかに着目し調査を実施したので、その測定結果について報告する。なお、想定される振動モデルを図-1に、調査内容を表-1に示す。

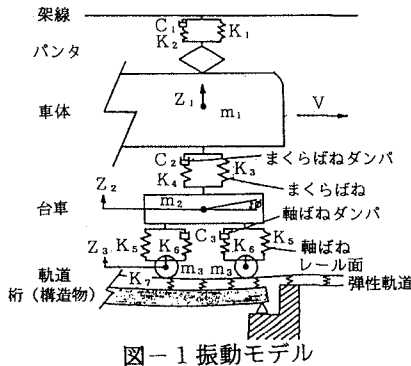


図-1 振動モデル

表-1 調査内容

調査実施項目	
列車動揺と構造物の動的特性の把握	車両
	列車動揺形式・スピード 固有振動数 車体振動数 軌道狂い レールの偏摩耗 レール面での上下動 軌道構造 線形(平面・縦断) 線形たわみ 横振れ 支点沈下・左右動 固有振動数 部材動揺 構造物材質 地形・地質・土質
	軌道
	構造物

2. 調査結果と考察

1) 線形の影響

列車動揺試験を実施した結果、図-2に示す分布図の通り4連目・5連目に左右動0.1g以上の値が、集中して測定された。この区間は $R=2000\text{m}$ の全緩和曲線区間（つき合わせ）であり直線区間と比較すると列車動揺値の発生率の高い事がわかる。

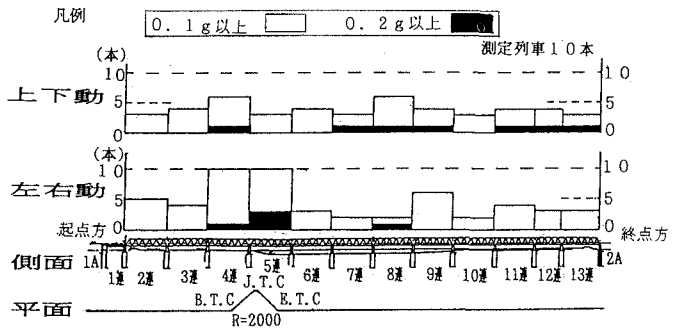


図-2 列車動揺分布図

2) 車両の影響

車両形式・スピード・車両の経年・車両の個体差による動揺値にバラツキの傾向が大きい事がわかる。（図-3）

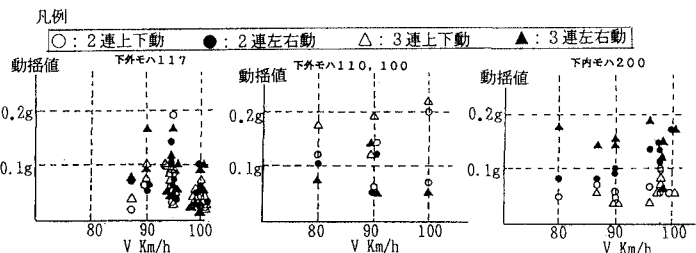
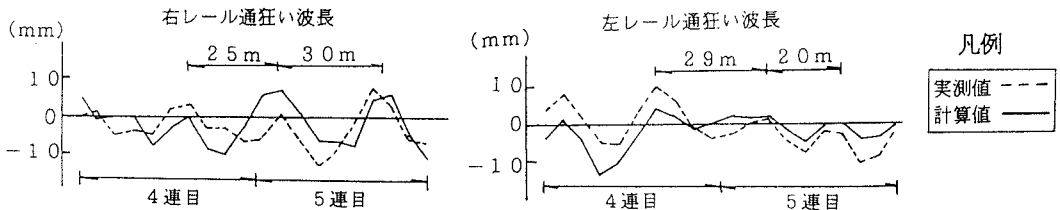


図-3 速度・形式による分布図

3) 軌道の影響

従来より軌道の検測・整備には10m弦が用いられてきたが、乗り心地の観点から見れば20m弦による管理が有効である。そこで、マヤチャートの通り波形を20m弦に換算し、橋りょう上で20m弦による静的軌道狂いと比較すると波長はほぼ一致している。これにより、列車速度100 Km/h前後ではこの軌道狂い波長が左右動に影響していると推測できる。(図-4)

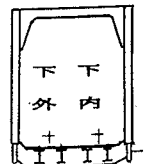


4) 構造物の影響

図-4 通り狂い波長図

①たわみ

下弦材の最大たわみ $\delta/L=1/2$ 、1mmが測定され、 $\delta/L=1/2$ 、 $1/64$ 、 $200=1/5300$ である。また、片線載荷時には左右下弦材にたわみ差が生じており、従って回転モーメントが働いていると考えられる。この回転モーメントが列車動揺にどの程度影響があるか、詳細は今後の課題である。



断面図

②縦桁とレールの上下動

荷重を直接受ける縦桁とレールの上下方向の関係を列車軸距(15m)を考慮し調査した結果、4測点とも10mm程度であり全体的にほぼ同一量が上下しているの、この測点においては列車からの動揺が均等的に下部へ伝達されていると思われる。

③桁の横振れ

実測変位で2~3mmであり、列車速度100km/hでの安全走行上の許容値は当然ながら満足していた。しかし、横振れ量が増大すると列車動揺(左右)に影響を与えることが予測されるのでこの点を今後の構造物管理の着眼点としていくべきだろう。また、この変位振幅を加速度に変換するとおおむね0.02gの計算値であり、実測値とほぼ同一の結果であった。

④振動数

桁における衝撃振動試験の結果、上下方向4.4Hz、左右方向3.4Hzの固有振動数が得られた。(図-5) また、列車の強制振動により桁の固有振動数と合致し一部共振は現われたが、桁と列車の振動数(1Hz)は一致せず列車と桁の共振現象は見られなかった。このように、列車と桁の振動数を把握し、共振性の有無についても着目していくことが大切と考える。

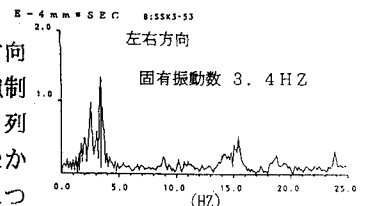


図-5 フーリエスペクトル図

3. まとめ

一般的に列車動揺は、車両・軌道・構造物の要因が複合的に作用し発生しているといわれている。今回は、列車動揺と多径間トラス橋の動的特性との関連性について調査を行なった結果、それぞれの要因がどの程度影響しているか総合的にとらえることは容易ではなく、今後の課題も数多く残った。しかし、たわみ・横振れ・振動数等が列車動揺に少なからず影響を与えていると思われ、今後とも他の形式の橋りょう等においてもその特性を把握しながら、動揺を抑制する対策に生かし、お客様への快適な乗り心地の提供を目指していきたい。

《文献》

- 1) 佐藤吉彦、梅原利之「線路工学」日本鉄道施設協会 1987年2月
- 2) 佐藤吉彦、高井秀之「軌道狂い設定試験結果による軌道検測特性の提案」鉄研報告 NO.1283