

○ 国鉄技研 正員 川上博道
 国鉄技研 正員 松浦章夫
 国鉄技研 正員 浅川和夫

1. まえがき 列車が橋梁を走行する際に車両の振動を誘発するものとして、活荷重による桁のたわみ、軌道の高低狂いなどがある。鋼桁では、本報告（その1）に示されるように、プレートガーター形式において、上フランジと下フランジに温度差が生じ桁が上にそり上がる場合がある。このそり上がり量がある範囲内であれば、活荷重によるたわみを打ち消す方向になるので、車体振動が軽減される。しかし、そのそり上がり量があまりに大きいと、列車の乗心地を害することになる。したがって、このような場合のそり上がりに対する車両の振動加速度を推定し、旅客サービスの面から現象を究明する必要がある。本報告は桁のたわみ、軌道の高低狂い及び温度等によるそりにより、列車が走行する軌道形状が車両の乗心地（車体振動加速度）に及ぼす影響をシミュレーション解析より検討した結果を述べる。

2. 解析方法

シミュレーション解析における車両及び橋梁上の軌道形状を次のようにモデル化する。

(1) 車両モデル 新幹線の1車両を図1に示すようにモデル化する。解析では、最長50mの桁を考慮し、3両のモデルが連行走行するものとした。

(2) 走行する軌道形状 走行する区間は実在する橋梁の桁7連分（延長330m）とし、桁上の軌道形状は、以下のものが合成されたものである。

①「活荷重による桁のたわみ」一列車荷重による桁のたわみ分布曲線である。各桁の列車荷重による最大たわみを表1に示す。

②「温度による桁のそり」一実測に基づく値を適用し、その形状は、半正弦波曲線とする。

③「軌道に施した人為的そり」一軌道の形状は通常レベルで設定されるが、列車の橋梁通過中の乗り心地を改善するため、軌道にあらかじめ与えた人為的そりで形状は半正弦波曲線で、その量は活荷重による最大たわみの80%程度とした。なお、この「軌道に施した人為的そり」の効果及び適正值については、以前に発表した¹⁾のでここではその詳細は省略する。①～③の軌道形状を図2に示す。

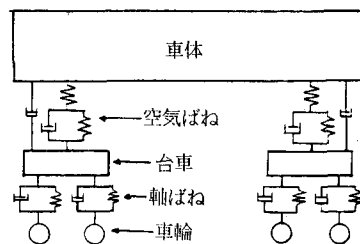


図1 車両モデル

表1 各桁の活荷重による静的最大たわみ

	L1	L2, L3	L4~L7
桁長 (m)	4.0	4.5	5.0
最大たわみ (mm)	12.0	14.2	16.4

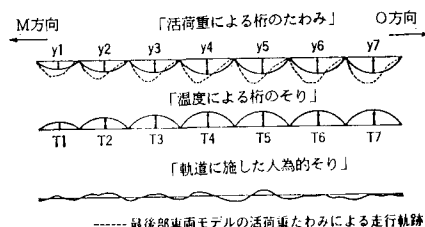


図2 解析で考慮した軌道形状

3. 解析結果

(1) 実測波形との比較 車両振動加速度の実測波形とシミュレーション波形の比較を図3に示す。実測及び解析とも最後部車両の後部台車で波形である。解析値は実測値に比べやや大きめの値となっており、波形は「温度による桁のそり」が小さいA列車についてはあまり似かよっていないが、「温度による桁のそり」が大きいB列車については比較的良好に似ている。値が大きいこと及び波形が一致しないことについては、

「軌道に施した人為的そり」として、便宜的に試験列車が走行する1カ月ほど前の形状を用いたこと、また、車両の初期振動を考慮していないこと、軌道の短周期の凹凸の影響を含んでないことがあげられる。

(2) 「軌道に施した人為的そり」がレベルの場合 前述でシミュレーション波形と比較した試験列車の波形は、「軌道に施した人為的そり」がついた条件下のものであり、そりが無い状態での測定は作業上の制約から行っていない。

あらかじめ軌道にそりをつけておいて車両振動加速度を軽減する試みは「温度による桁のそり」が大きく生じるときにそりが大きすぎる状態となって、車体振動加速度を増加させる傾向を招くことが考えられる。ここでは実測値との比較はできないが、「軌道に施した人為的そり」をレベルとした場合の解析を行い、「温度による桁のそり」が列車動揺に与える影響について、解析上の検討を行った。結果は図4に示されるが、「温度による桁のそり」が大きい方が、活荷重によるたわみを打ち消す方向に働くので、B列車がA列車より振動加速度は小さくなっている。

(3) 「温度による桁のそり」が生じない場合 「温度による桁のそり」が生じない場合、すなわち、「活荷重による桁のたわみ」と「軌道に施した人為的そり」のみを軌道形状として解析した結果を図5に示す。最大値は図3に示すA列車のシミュレーション

結果と近い。これは、次の項で触れるように235 km/hの速度では「温度による桁のそり」が0~8 mmまでの間で振動加速度がほとんど変わらないためである。

(4) 列車速度と「温度による桁のそり」の関係 「活荷重による桁のたわみ」と「軌道に施した人為的そり」を考慮

して「温度による桁のそり」が変化した場合の列車速度と車体最大振動加速度の関係を図6に示す。速度200 km/h前後で「温度による桁のそり」が付きはじめると、10 mmまでは「活荷重による桁のたわみ」を打ち消す方向に働くので、振動は減少する。しかし、それ以上つくと全体的に増加する傾向にある。また、この橋梁では200~250 km/hの速度範囲において車体振動加速度が大きい傾向がある。

4. あとがき 列車が走行する軌道にあらかじめそりを施すと、活荷重による桁のたわみから生じる軌道の変位を打ち消すために、列車振動が軽減され乗り心地に有利であるが、「温度による桁のそり」がつくと条件が変わる。このような現象が実際の橋梁で生じた。この報告では、試験列車による実測値との対比としてのシミュレーション解析の一部を紹介した。その結果、「温度による桁のそり」が生じると、車体振動に影響を及ぼすこと、本解析は実測値と比較的一致することが明らかにされた。なお、シミュレーション解析としては、軌道の短周期の凹凸及び列車と橋梁の相互作用の影響も考慮し、さらに深度化する予定である。

文献1) 松浦, 川上; 橋梁における桁上軌道の適正キャンパーに関する試算(第38回年次学術講演会概要集I)

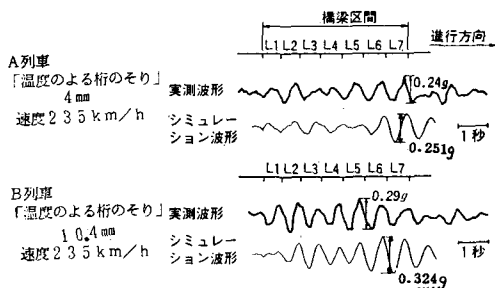


図3 実測値と解析値の比較

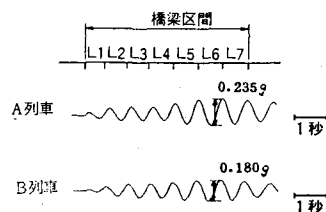


図4 「軌道に施した人為的そり」が0の時のシミュレーション波形

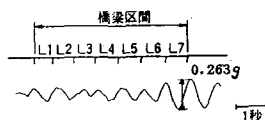


図5 「温度による桁のそり」が0の時のシミュレーション波形

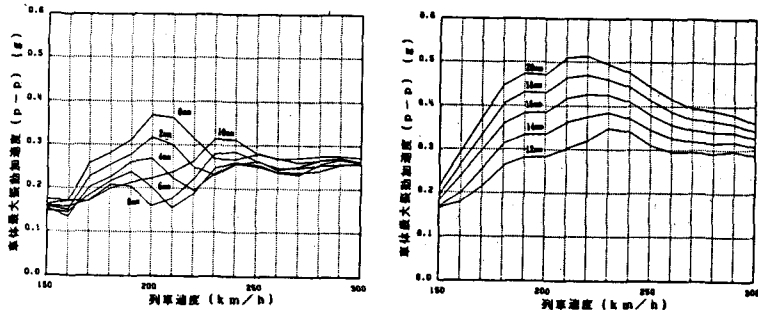


図6 列車速度と車体振動加速度の関係
(「温度による桁のそり」が変化する場合)