

国鉄技研 ○正員 川上博道
国鉄技研 正員 松浦章夫

1. まえがき

車両が橋りょう上を走行する際、けたに鉛直たわみが生じることにより車両は車両下部からの強制変位をうけることになる。これが車両に上下方向の振動を誘発し、列車の乗心地や走行安全性を左右する原因となる。もちろん、けたには剛性面及び安全面よりたわみの制限值が設計上定められており、その範囲内であれば着しい振動が生じることはない。しかし、制限值付近のたわみを有するけたを走行する際、車両振動が許容限度内であってもそれが人体に感じられることもまれにあり、乗心地上の配慮が望まれる場合がある。また、車両の高速化に際し厳しいたわみ制限值を設けることは、経済設計上必ずしも有利ではない。したがってそのようなけたに対しては、けた上軌道に若干のキャンバーをつけることにより車両振動の軽減及び走行安全性の向上をはかる方法が考えられる。しかしながら、乗心地を決定するけた上軌道キャンバーの効果について現在では明確になっておらず、車両振動を軽減するその通正值について検討する必要がある。

この報告では、東北新幹線の車両及びけた、ならびに特に剛性の低いけたを対象として車両とけたの動的相互作用を考慮した解析を行い、乗心地及び走行安全性を向上するけた上軌道キャンバーの最適値を見出す試みを行った。

2. 解析モデル

(1) 車両一橋げたの相互作用モデル：車両はボギー車の質量一ばね系であらわされる新幹線車両モデルを用いた。解析のモデルを図1に示す。なお、車両の連結数は4両とした。また車両の諸元の表示は省略した。

(2) 解析の対象した橋りょうモデル：解析の対象とした橋りょうは、2箇所の実在する橋りょうと作為的に想定した試験けたである。前者の実在する橋りょうにおいては、たわみ等の実測を行っており、その諸元を用いた。また後者の試験けたは、新材料の使用や新工法の採用、さらに新しい解析法の採用に伴い、フレキシブルな構造物の設計が可能な現在の状況を考慮して、実在する橋りょうの剛度を修正したものである。3例のけたの諸元を表1に示す。

表1 橋りょうモデルの諸元

項目 橋りょう名	支間長 (M)	けた質量 (ton)	減衰定数 c	固有振動数 (Hz)	車両モデル による静的 最大たわみ
沼辺 B	39.0	375	0.046	2.81	1.06 cm
石橋 B1	34.2	282	0.020	3.90	0.67
試験けた	30.0	34	0.016	4.76	3.69

(3) けた上軌道キャンバー：走行車両とけたの動的相互作用解析においては、車輪とけた上軌道が接する軌道面形状を軌道の不整及び継目などで評価することが可能であるが、ここでは軌道面形状としてけた上軌道キャンバーを正弦曲線として解析した。

3. 解析結果

(1) 車体最大振動加速度：

解析は、けた上軌道キャンバーを下方から上方にかけて数mm/向隔毎に設定し、その値に対して車両の各応答値(車体最大振動加速度、車体平均振動加速度、輪重減少率等)を求める。その

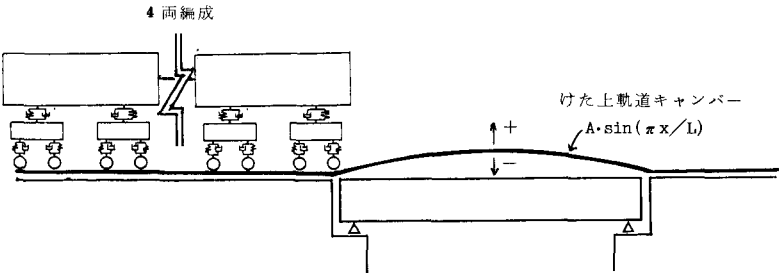


図1 車両一橋りょう系の解析モデル

応答値の極値付近では、キャンパー量の間隔をさらに細かくした。このような作業を各々の列車速度に対して行った。ここでは200km/hの列車速度に対しての結果について述べる。

表1の各々のけたに対してけた上軌道キャンパーと乗心地に影響する車体最大振動加速度的関係を表わしたものを図2に示す。これによると各けたとも軌道キャンパーを上方につけるにしたがって車体最大振動加速度は減少し、その最小値は沼辺Bで0.85cm、石橋B1で0.45cm、試験けたでは3.2cmで生じる。また、これらよりさらにキャンパーを上方につけても車体最大振動加速度は増加する。これらの適正キャンパー量の値はまあまあのので、静的最大たわみに対する比率を求めるとそれぞれ80%、67%、87%となり、概ねではあるが各けたとも80%前後の値となる。また、このキャンパー量をつけることにより最大振動加速度はつけない場合に比べてそれぞれ52%、57%、61%と半分以上軽減することができる。

(2) 適正キャンパーにおける速度の影響：前項で200km/hの最適キャンパー量を求めた。車体最大振動加速度を最小にする最適キャンパー量は、列車速度に応じて若干異なってくるが、実際営業列車が各橋りょうを通過する際、極端に変化することはないと考えられ、キャンパー

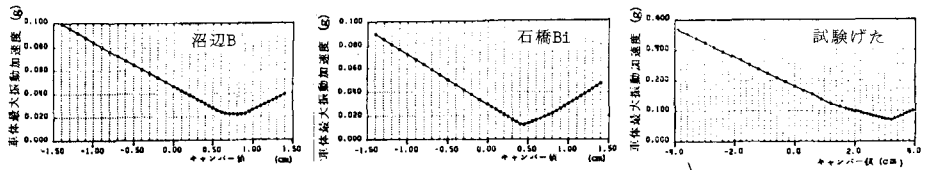


図2 キャンパー量と車体最大振動加速度

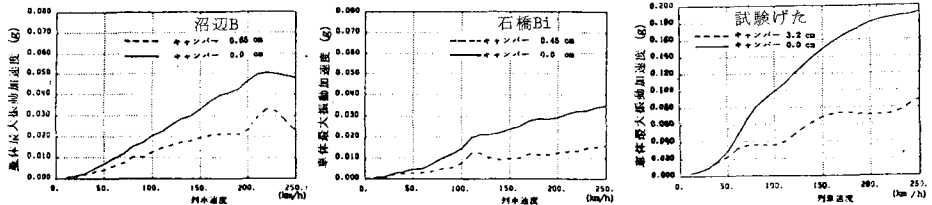


図3 列車走行速度と車体最大振動加速度

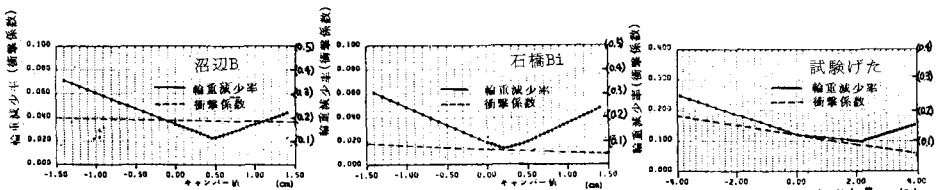


図4 キャンパー量と輪重減少率

量は特定の速度に対して設定すれば十分であるといえる。しかし、このキャンパー量をつけた場合、他の速度に対しても効果があるかどうかみるため、キャンパーをつけない場合と比較した。結果は図3に示すとおり他の速度に対しても十分効果が期待できる。

(3) 輪重減少率、けたの衝撃率：けた上軌道キャンパーをつけることにより輪重減少率及びけたの衝撃率が増加することが懸念されるが、前者について図4に示すように、最小値をとる値は最大振動加速度の場合と若干異なるが、その周辺においても極端に増加することはないようである。また後者については、影響はほとんどなく、わずかながらキャンパー量を上方につけるにしたがい減少する傾向が見られる。

4. まとめ

乗心地を左右する車体最大振動加速度を軽減するための軌道上キャンパーをつけるにも最適値が存在することを明らかにした。今回の解析では例のけたについてのみ行なったが、これらでも適正キャンパーは列車速度及びけたの特性により変化する。したがって軌道キャンパーをつけるには、その橋りょうにあったものとしなくてはいいけないと思われる。また、適正キャンパー量についてはけたの静的最大たわみを基準とした比率であらねば適当と思われる。なお、今回は解析において適正値を求めたが、今後は実験などにより明らかにする必要があると考えられる。