

高架橋の防振対策シミュレーションについて

金沢大学大学院 学生員 ○村田幸一

金沢大学工学部 正会員 梶川康男

1 まえがき

都市内高架橋は都市部の交通網として、多くの交通量がある。このために時として、高架橋が車両振動と連成振動をおこし、高架橋沿道に振動が伝達し環境振動問題が発生している。高架橋の振動伝達経路は複雑であり、現在までにいろいろな交通振動対策が考えられており、実験されている。本研究では、現在考えられている振動軽減対策に対して三次元のモデル化を行い、どの対策が環境振動問題に対して有効であるか数値解析を行い、比較検討した。

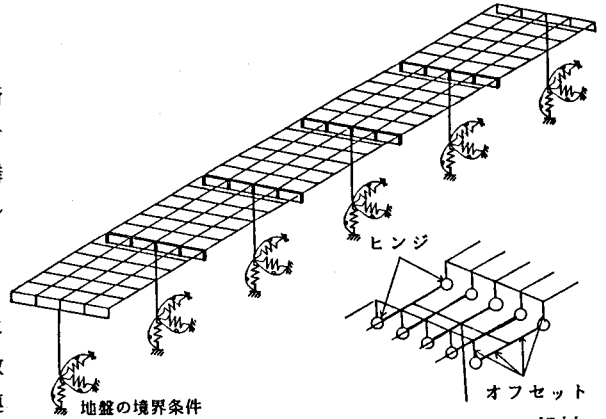
2 対象橋梁と対策モデル

(1)対象橋梁;高架橋のモデルとしては単純桁5連を対象橋梁とし、床版の合成効果を考慮するため板要素を含む立体骨組モデルを用い、隣接した橋梁と橋脚の影響を考え、5径間モデル(図-1)を用いた。なお、桁と橋脚はオフセット部材で連結した。(図-2参照)

(2)振動軽減対策モデル;以下に挙げる対策に対してモデル化を行った。(a)交通荷重を分散させるための横桁剛性を高めたモデル、(b)桁連結を行い隣接する桁に荷重を分散させるモデル、(c)TMD(Tuned Mass Damper)を設置したモデル、(d)高架橋の面外の振動を制御する橋脚柱部の断面増加させたモデル。(図-3参照)

3 応答解析結果および考察

応答解析はモーダル解析を用い、また車両モデル(20t, 4質点5自由度モデル)を時速60kmで走行させ、主桁と橋脚の応答を調べた。着目点は図-4で示すように上部工2点、下部工1点とし、図-5は各振動軽減モデルでの加速度の実効値を改良前と改良後について示した図である。図-5で解ることは、(a)の横桁剛性を高めたモデルでは、荷重を他の桁に分散させて振動軽減をはかるモデルであるため、荷重が分散され上部工の場合、主桁着目点bの実効値は下がったが、主桁着目点aはあがる結果がでた。下部工も上部工同様、橋脚梁端部の実効値が上昇する結果となった。(b)の桁連結したモデルは、上部工の実効値がかなり軽減する結果がでた。これは、桁を連結することによって桁のたわみ角を抑制させるのと同時に、荷重が隣接する径間



水平方向バネ定数 $3.00 \times 10^4 \text{ t/m}$
鉛直方向バネ定数 $3.67 \times 10^5 \text{ t/m}$
回転バネ定数 $2.42 \times 10^8 \text{ tm/rad}$

図-2 オフセット部材
拡大図

図-1 高架橋モデル(支間長 27.0m 幅員 17.6m)

横桁剛性増加	弾性支承 連結部
(a) 横桁剛性増加モデル 断面2次モーメント I_y 1.3倍	(b) 桁連結モデル 断面諸量は主桁の剛性を流用
TMD設置点	
(c) TMD設置モデル TMD質量 2.0 t バネ定数 $K=104.31 \text{ t/m}$ 減衰定数 $C=1.107 \text{ t*sec/m}$	(d) 橋脚柱部断面増加モデル 断面2次モーメント I_y, I_z 1.8倍

図-3 振動軽減対策モデル一覧

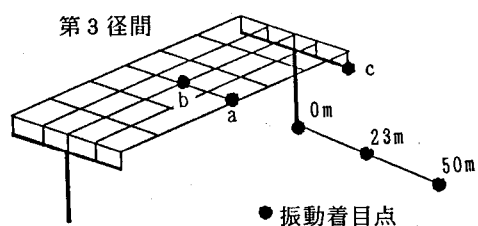


図-4 応答加速度着目点と地盤振動着目点図

に分配され、その結果、振動も軽減されたためと思われる。しかし、下部工の橋脚端部については上昇するという解析結果となった。(c) TMDを設置したモデルは、着目点3点とも振動軽減している解析結果となった。特に主桁の着目点a, bの振動が軽減された。この事により、TMDは振動軽減に効果的であると予想される。(d) 橋脚柱部の断面増加モデルは対策モデルの中で、下部工の実効値を最もよく低下する結果となった。これは、橋脚柱部を断面増加することにより、質量と剛性が増加し、柱の曲げ変形が抑制されたためと思われる。

4 地盤振動による対策効果の比較

環境振動問題に対して、各振動軽減モデルがどのように効果があるか調べるため、地盤振動を調べた。解析手順は、橋脚の支点反力をフーチングの分割に従って分散し、地盤への入力を行い、地盤の伝達関数を乗じて、着目点の応答値を求める解析方法を採用した。着目地点は0m地点（橋脚付近）、23m地点（官民境界線）、50m地点とし、図-6はそれぞれの対策モデルの結果を示している。(a) 横桁の剛性を増加したモデルでは3成分とも加速度レベルが十分に低減していることがわかった。(b) 桁連結モデルも横桁剛性増加モデルと同様各方向成分とも十分に低下した結果となった。(c) TMD設置モデルは、官民境界線である地点で振動レベルが、鉛直方向、橋軸直角方向について軽減できたが橋軸方向については有効に軽減していない結果となった。(d) 橋脚梁断面増加モデルは3成分とも2dB前後振動レベルが低減していることが解析結果でわかった。

あとがき 本研究の解析結果では、横桁の剛性増加と桁連結モデルが、今回の対策モデルの中では環境振動問題に対して有効な対策であることがわかった。

<参考文献> 1) 梶川・上中・服部：高架橋の振動制御と橋梁環境問題，土木学会振動制御に関するコロキウム講演論文集，1991。2) 澤田・横山・金子・久保：高架橋の交通振動解析における振動軽減対策効果の検討，土木学会第46回年次学術講演会（平成3年9月）

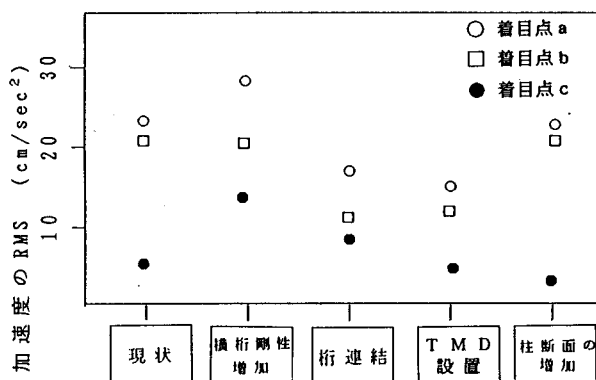


図-5 加速度実効値による対策効果の比較

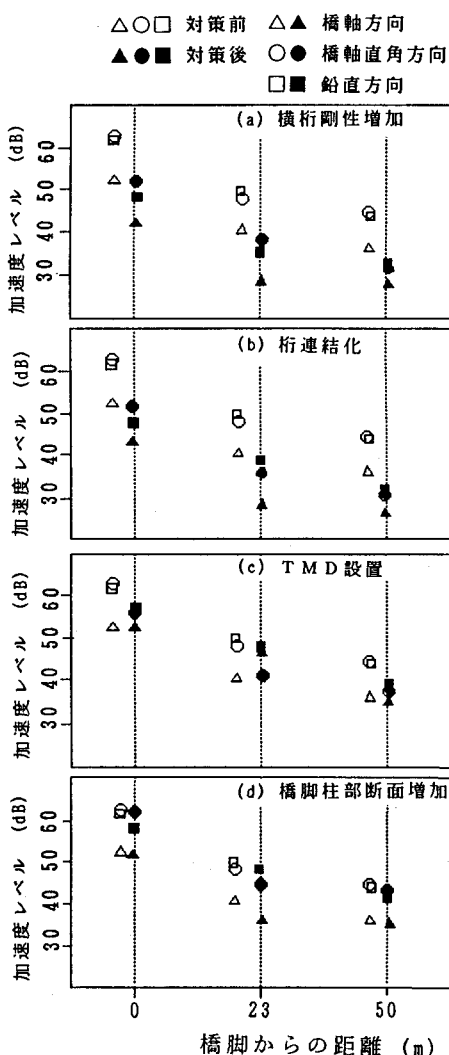


図-6 橋脚からの距離と加速度レベルの関係