

熊谷組技術研究所 正会員 金子 誉, 勝川 藤太, 鈴木 猛康

1. はじめに

桁橋では、ゴム系の免震支承を用いた免震橋梁が多数建設されており、そこでは減衰性の向上と地震力の分散に重点を置いた免震設計法¹⁾に基づいた設計が行われている。さらに、ゴム系の免震支承(LRB)を鋼立体ラーメン橋の橋脚基部に採用した例もあり²⁾、変動軸力や回転変形が免震支承の復元力特性に与える影響が小さいことも実験的に確かめられている³⁾。ただし、これは橋脚高が約8m、スパンが約20~50mといった橋梁での使用であり、PCラーメン橋のように橋脚高が20~100m、スパンが60~100mとなると、ゴム系の免震支承の適用には困難が伴うものと考えられる。なお、ニュージーランドでは、背の高いRCラーメン橋脚の橋軸直角方向を対象として、引張り側の柱の基部を浮き上げ可能とし、かつねじり梁タイプのダンパーを用いたユニークな免震構造も存在する⁴⁾。

筆者らは、PCラーメン橋の橋脚基部を回転変形が可能な構造とし、そこに適当な回転剛性と回転減衰を与えれば、桁橋に準じた免震設計が可能になると考えた。そこで、このような回転変形型免震構造の適用性を検討するにあたり、まず地震力の分散性に着目した地震応答解析を行ったので、その結果について報告する。

2. 解析概要

解析の対象とした橋梁⁵⁾の一般図を図-1に示す。P1、P2橋脚はP3橋脚と比較して橋脚高が小さいため、前者への地震力の集中が予測される。そこで、P1、P3橋脚の基部に回転変形型免震装置を置くことを考え、その回転剛性を $K_{\theta} = 10^6 \sim 10^9 \text{tf}\cdot\text{m}$ 、回転減衰を $h_{\theta} = 0 \sim 0.3$ に変化させて地震応答解析を行い、これらのパラメータが地震力の分散性に与える影響について検討した。橋梁部材は全て線形の梁要素でモデル化し、免震構造の部分は、前記の剛性と減衰定数を与えた回転バネと十分剛で減衰0のせん断バネと鉛直バネとでモデル化した。なお、入力地震動には、道路橋の標準加速度波形⁶⁾のタイプI-I種地盤-No.2を用いた。

3. 解析結果

図-2は、横軸に免震装置の回転剛性をとり、縦軸に解析結果から得られたP1、P2橋脚の最大断面力をとって、免震装置の減衰定数毎にプロットしたものである。ここで、(a)、(b)はそれぞれ橋脚頂部と橋脚基部のせん断力について、同様に(c)、(d)は曲げモーメントについて示している。免震構造部が剛($K_{\theta} = 10^9 \text{tf}\cdot\text{m}$)なケースでは、P1橋脚にはP2橋脚の1.5倍~3倍の断面力が作用していることがわかる。

次に、免震構造部の回転剛性 K_{θ} を小さくしていったときのP1橋脚の断面力の変化をみると、(a)、(b)、(d)では回転剛性と伴に小さくなっていくが、(c)の橋脚頂部の曲げモーメントについては、回転剛性 K_{θ} が $10^9 \rightarrow 10^7 \text{tf}\cdot\text{m}$ の範囲では回転剛性と伴に減少するが、さらに K_{θ} を $10^6 \text{tf}\cdot\text{m}$ まで小さくすると増大してしまう。同様にP2橋脚の断面力についてみると、回転剛性 K_{θ} が $10^9 \rightarrow 10^7 \text{tf}\cdot\text{m}$ の範囲では回転剛性の影響をほとんど受けないといえ、免震構造部の減衰定数 h_{θ} が小さいケースでは漸増、 h_{θ} を0.02以上のケースでは漸減している。また、回転剛性を $10^6 \text{tf}\cdot\text{m}$ まで小さくすると断面力は増大してしまう。

以上の結果から、P1橋脚の断面力を大きく減少させつつ、P2橋脚の断面力の増大を防ぐためには、免震構造部の回転剛性を $K_{\theta} = 10^7 \text{tf}\cdot\text{m}$ 、減衰定数を $h_{\theta} = 0.02$ 程度に設定すれば良く、またこれらは実現可能な値である。

4. まとめ

PCラーメン橋の橋脚基部に回転変形型免震構造を設置することを想定した地震応答解析を実施した結果、地震力の分散性からみて適切な剛性と減衰の組合せが存在することが明らかになった。なお、橋梁系の中での最適な配置やL2地震時における橋脚の非線形化に伴う断面力の再分配の影響等の重要な課題が残されており、今後さらに検討を進めていく予定である。

キーワード: 免震構造・回転変形・ラーメン橋・地震力分散

連絡先: 〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪1043・TEL 0298-47-7504・FAX 0298-47-7480

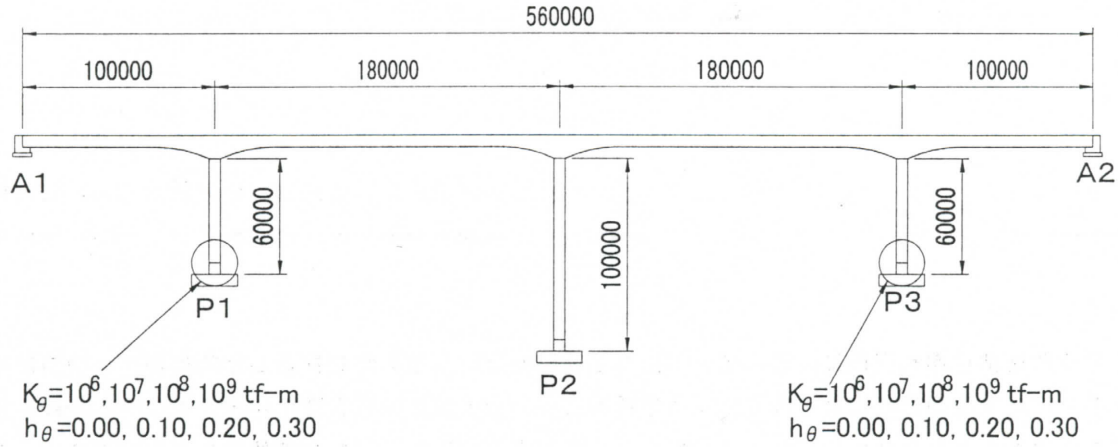


図-1 解析対象橋梁

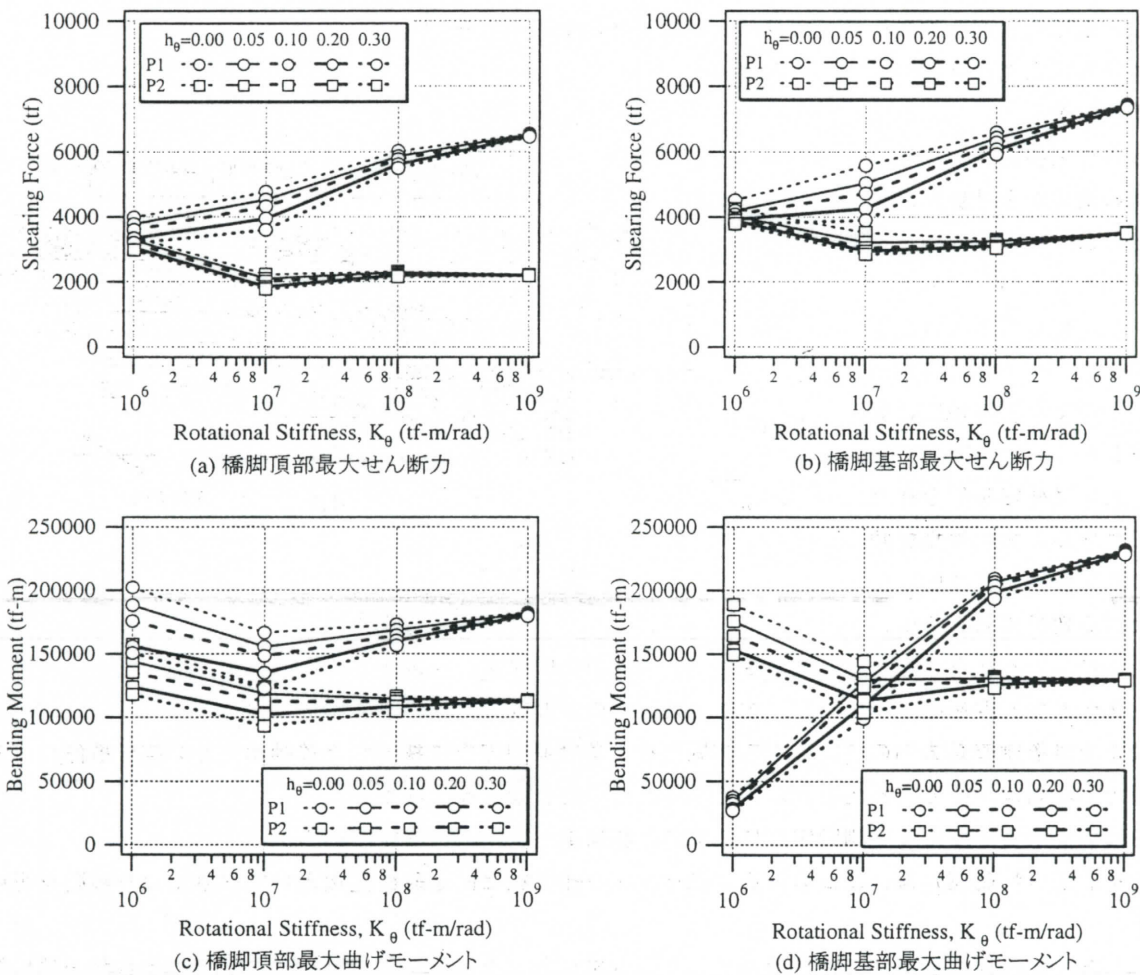


図-2 免震構造部の回転剛性・減衰と橋脚の最大断面力の関係

参考文献

- 1) 日本道路協会: 道路橋示方書, V耐震設計編, pp.98-101, 1996.
- 2) 林秀侃・川北司郎・中東剛彦・真田健司・浜博和: 19径間連続立体免震橋の振動実験, 第1回免震・制震コロキウム論文集, pp.63-70, 1996.
- 3) 家村浩和・五十嵐晃・陳友真・中島裕之: 曲げ・変動軸力載荷条件下における免震支承の復元力特性, 第1回免震・制震コロキウム論文集, pp.305-312, 1996.
- 4) 川島一彦: ニュージーランドにおける橋梁の免震設計技術, 土木技術資料, Vol.30, No.9, 1988.
- 5) 建設省土木研究所・他: 高減衰材料を用いた長大橋の免震技術の開発に関する共同研究報告書(その2), pp206-227, 1995.
- 6) 日本道路協会: 道路橋の耐震設計に関する資料, 1997