

I - B148

橋脚を剛結した連続桁の耐震性の照査

釧路製作所 正会員 佐藤 孝英 釧路製作所 正会員 井上 稔康
J H東北支社 小林 勝 北見工業大学 フェロー 大島 俊之
北見工業大学 学生員 福田 幸士郎

1. はじめに

連続桁と橋脚とを二つの中間支点で剛結したラーメン構造は、支承が不要となり維持管理の上で有利であることや落橋防止にもなるといった特徴が挙げられる。

本研究では山形自動車道の阿古耶橋を対象モデルとして、中間支点上を剛結した場合と剛結しない場合（本研究ではヒンジモデルと呼んでいる）とを比較することでラーメン構造の耐震性を評価する。3径間連続桁の2本の橋脚を1本の橋脚で代表して計算する簡略化モデルとの比較も行っている。

2. 動的応答解析

2.1解析方法 橋脚部は非線形要素とし、橋脚の各段落し部ごとに曲げモーメント-曲率曲線を断面の弾性限界 e 、引張側鉄筋の降伏点 y 、圧縮側降伏点 u 、圧縮側コンクリートが終局ひずみに達する点 t の4点を結んだ直線でモデル化した¹⁾。次に各計算モデルに対して平面骨組構造によるマトリクス構造解析を行い増分法によりWilsonの θ 法を用い（ $\theta=1.4$ ）、応答変位、速度及び加速度を求めた。入力波形はI種地盤用標準波形である。

2.2解析モデル 本解析には橋脚と連続桁とを剛結したラーメン構造、ヒンジ結合した構造をそれぞれ図1、2に示すようにモデル化した。橋脚部の要素は2モデルとも同一なので剛結モデルのみ全体モデルを表し、ヒンジモデルについては桁部分と支持条件のみを表している。このうち橋脚要素のみ非線形要素とし他の要素は線形とした。

2.3解析結果 図3、4には剛結モデルおよびヒンジモデルの場合の橋脚天端の水平変位の位相平面、橋脚基部のM- ϕ 履歴を示している。これによれば剛結モデルの場合は最大水平変位12cm、橋脚基部の発生曲げモーメントが4000tfm程度となっている。ヒンジモデルの場合は最大水平変位27cm、橋脚基部曲げモーメントは4400tfm程度となっている。設計計算書では最大水平変位27cm、曲げモーメントの値は4124tfmとなっている。応答変位はヒンジモデル、橋脚基部の曲げモーメントについては剛結モデルが設計値に近い結果となった。

3. その他の比較検討

3.1単柱橋脚モデルとの比較 その他の比較検討として図1の

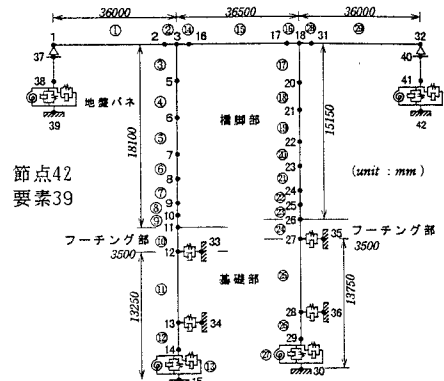


図1 解析モデル（剛結モデル）

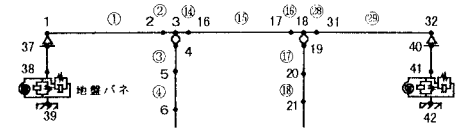


図2 解析モデル（ヒンジモデル）

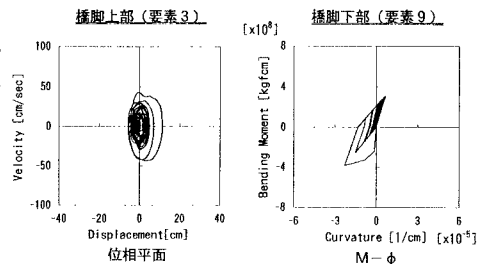


図3 剛結モデル応答結果

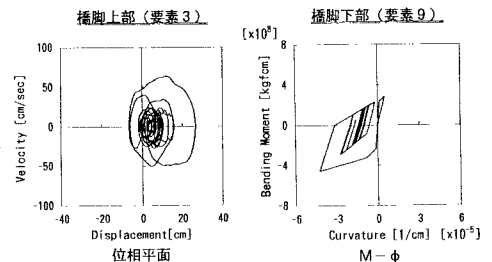


図4 ヒンジモデル応答結果

ラーメン橋、非線形振動解析

〒085-0003 北海道釧路市川北町9番19号 ㈱釧路製作所 TEL 0154-22-7135 FAX 0154-24-6949

解析モデルを図5のように簡略化した単柱橋脚モデルによって計算した結果を示す。図5では上部工重量を橋脚上部に集中させ、基礎部の質量を含めて合計10個の質量と9個の柱要素によってモデル化している。入力地震波は水平加速度波形として前章と同様に1種地盤用標準波形を最大加速度408galに調整して用いた。図6(a), (b)には剛結モデルの場合とヒンジモデルの場合について橋脚天端の水平応答変位の結果を比較している。図中細線が単柱橋脚の場合であり、橋脚のM- ϕ 関係の計算方法は前述と同様である。これによれば最大応答変位の結果としては単柱橋脚モデルは図6(b)のヒンジモデルと一致する結果となっている。剛結モデルとの比較では単柱モデルとの差は大きい。

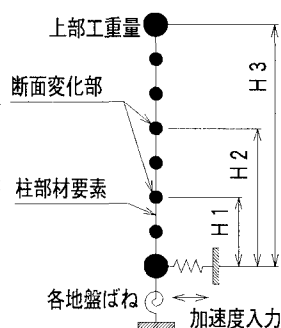
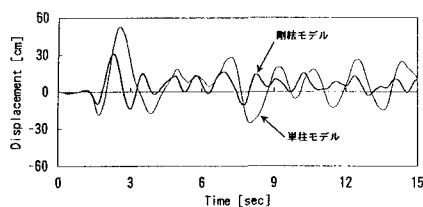
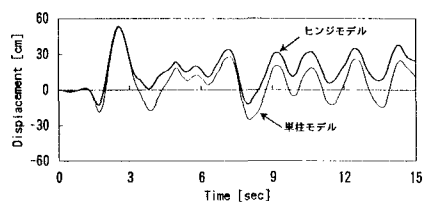


図5 単柱橋脚モデル

3. 2制振対策の検討 動的応答を減少させる目的から桁左右支点部に免震支承を設置して水平振動を制振する場合の効果について検討した²⁾。すなわち免震支承の等価剛性として 1102tf/mを用いて計算した結果を制振対策しない剛結モデルの結果と比較して図7および図8に示した。入力地震波は前述と同様最大408galの標準波である。これによれば最大応答変位は28cmから18cmに減少している。また上記の制振対策をした場合、橋脚の塑性化は生じているものの設計当時想定した程度の塑性化である。



(a) 剛結モデルとの比較



(b) ヒンジモデルとの比較

図6 単柱橋脚との比較

5. まとめ

平成2年に完成した阿古耶橋を対象として橋脚と連続桁とを剛結したラーメン橋の耐震性について検討した。動的応答解析の結果、設計当時の数値を検討することができた。しかし制振対策を含めて本格的に耐震性を向上させるには至らなかった。高橋脚の場合は変位拘束型の減衰機構の設置などかなり根本的な制振対策が必要である。

参考文献

- 1) 大島俊之、三上修一、小倉祐介、佐藤昌志：段落とし部を有するRC橋脚の強震時非線形挙動とエネルギー分布、構造工学論文集 Vol141A、pp. 745-754, 1995
- 2) 青地知也、松井義孝、大島俊之、三上修一、山崎智之：免震支承を用いた連続橋の振動軽減効果の検討、土木学会第51回年次学術講演会講演概要集、第I部、pp. 70-71, 1996

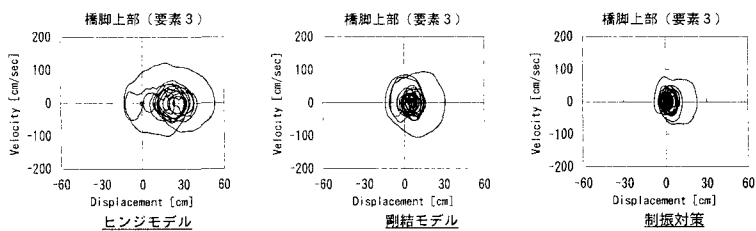


図7 橋脚天端の水平変位の位相平面

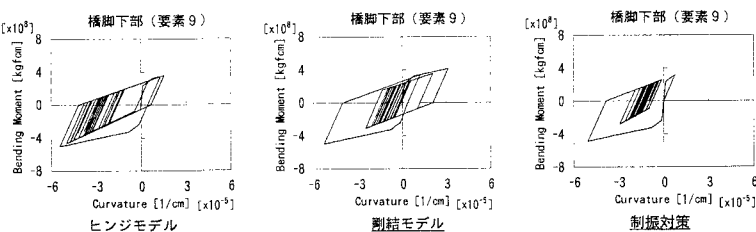


図8 橋脚基部のM- ϕ 曲線