

鋼桁とRC橋脚を剛結した複合ラーメン橋による耐震性向上

釧路製作所 正会員 佐藤 孝英 釧路製作所 正会員 井上 稔康  
 JH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 正会員 山崎 智之

1. はじめに

鋼・コンクリート複合ラーメン橋は連続鋼桁とコンクリート橋脚とを二つの中間支点で剛結することによって上・下部工を一体とした構造であり、主な特徴として支承が不要となり維持管理の上で有利であることやコンクリートラーメン橋よりも上部工の重量が軽く下部工への負担の軽減、耐震性向上などがあげられる。本研究ではその内の耐震性に着目し、山形自動車道の阿古耶橋(1990年竣工)を対象モデルとして振動解析を行い、従来形式の橋の地震時の挙動と比較することにより鋼・コンクリート複合ラーメン橋の耐震特性を評価し、更に端支点に免震支承を設けることによる耐震性の向上について検討する。

2. 阿古耶橋の構造

阿古耶橋は橋長 251mで鋼4径間連続鋼桁と鋼・コンクリート複合3径間ラーメン橋からなっている。その内の後者を図1に示す。本研究のモデルとなる鋼・コンクリート複合ラーメン橋は二つの中間支点部に箱桁状の横梁を設け、横梁内にコンクリートを打設し、橋脚にあらかじめ埋め込んでいたPC鋼棒とで緊結することにより剛結合となっている(図2)。

3. 動的応答解析

3.1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-曲率曲線を図3に示すように断面の弾性限界 $e$ 、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<sup>1)</sup>。橋脚の断面は縦2000mm、横11000mmの長方形で鉄筋は158本配置され、橋脚上部からPC鋼棒、D29鉄筋、D32鉄筋と変化している。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 $\theta$ 法を用い( $\theta=1.4$ )、応答変位、速度及び加速度を求めた。入力波形は加振周期0.6~1.6sec振幅100galのsin波で、それぞれのケースについて基礎要素の各節点部分に刺激係数を乗じた力の量で入力した。解析時間は6sec、解析時間間隔は1msecとした<sup>2)</sup>。

3.2解析モデル 本解析には従来の構造形式(中間支点上-ヒンジ)、複合ラーメン橋(中間支点上-剛結)、免震構造を付加した複合ラーメン橋の3パターンを桁、橋脚、基礎の3要素を組み合わせる図4(a)~(c)のようにモデル化した。このうち橋脚要素のみ非線形要素とし各基礎と地盤の間には地盤バネを用いた。

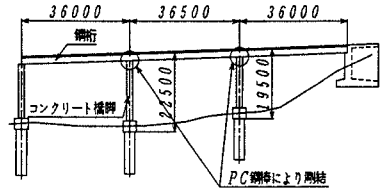


図1 一般図

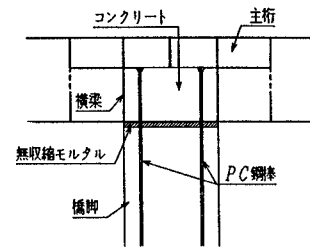


図2 剛結部

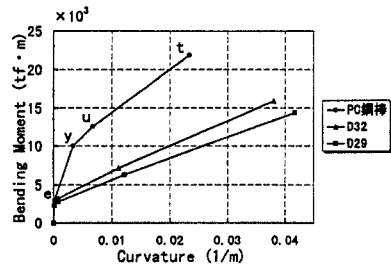


図3 曲げモーメント-曲率曲線モデル

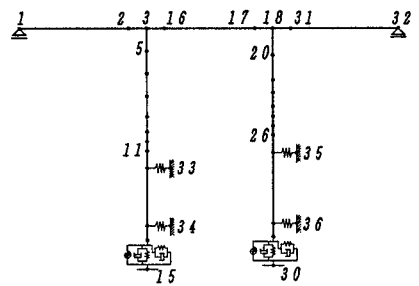


図4(a) 解析モデル1(剛結)

複合ラーメン橋、免震支承

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

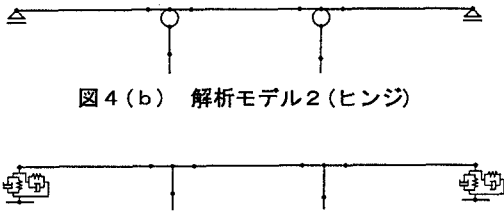


図4 (b) 解析モデル2 (ヒンジ)

図4 (c) 解析モデル3 (免震)

4. 解析結果

周期1.2sec振幅100galのsin波を入力したときの節点3の水平方向の時刻歴応答変位を図5に示す。太線が複合ラーメン橋のモデル1で破線がヒンジの場合のモデル2、細線が複合ラーメン橋に免震支承を付加したモデル3を表す。中間支点上をヒンジとしたモデル2よりも変位が小さく現れていることがわかる。モデル1と複合ラーメン橋に免震支承を設けたモデル3とで比較した場合、その制振効果により水平変位が1/2程度の変位に抑えられていることがわかる。縦軸を速度、横軸を変位とした位相平面を図6に示す。モデル2では解析時間の初期で一度マイナス側に大きく膨らみ変位の中立軸が移動した状態で振動しているのに対し、モデル1では中立軸が変わることなく線形的な挙動を示している。また周期0.6~1.6secにおける各モデルの水平方向の最大の絶対変位をとった応答スペクトルが図7である。これからわかるように複合ラーメン橋の方が中間支点上をヒンジとしたモデルよりも変位が小さい傾向にある。橋脚基部の曲げモーメント-曲率曲線を図8に示す。これによるとモデル1, 2は塑性化しているが免震支承を設けたモデル3では弾性範囲内におさまっていることがわかる。

5. まとめ

以上により、今回解析により得られた結果をまとめると、

- (1) 複合ラーメン橋の端支点到免震支承を設けることで水平変位が抑えられることが確認できた。
- (2) 応答スペクトルより、剛結の場合の方がヒンジの場合よりも水平変位が小さい傾向にある。
- (3) 橋脚基部において剛結の場合塑性化がみられたが免震支承を設けた場合は弾性範囲内におさまることがわかった。

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

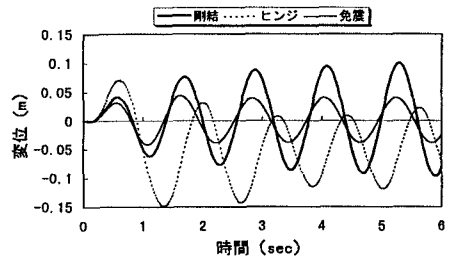
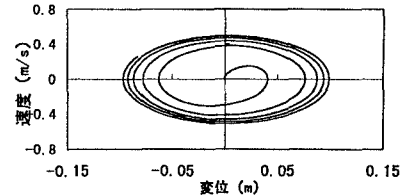
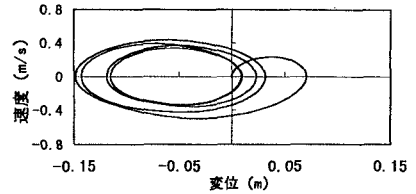


図5 時刻歴応答変位(節点3)



(a) モデル1 (剛結)



(b) モデル2 (ヒンジ)

図6 位相平面(節点3)

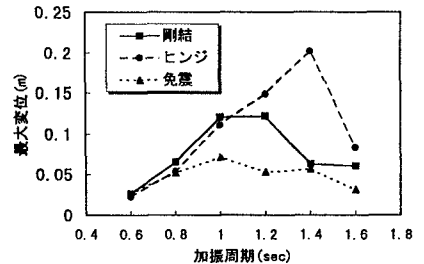
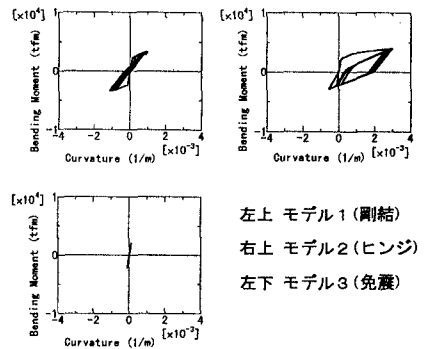


図7 応答スペクトル



左上 モデル1 (剛結)  
 右上 モデル2 (ヒンジ)  
 左下 モデル3 (免震)

図8 曲げモーメント-曲率曲線