

I-B 280 鋼製橋脚の地震被害に及ぼす隣接RC橋脚の影響

西松建設 正会員 馬場 正成  
立命館大学理工学部 正会員 伊津野和行

1. はじめに 阪神淡路大震災では、鋼製橋脚の地震被害に関して、隣接するRC橋脚の影響があったと考えられる被害が見受けられた。例えば、RC橋脚が基部で曲げ破壊を受け、支承が破壊して桁が橋脚上に落ちたある地点では、そのRC橋脚と隣接した鋼製橋脚に局部座屈が生じた。また、RC橋脚が連続する地域から、鋼製橋脚が連続する地域へと変化する地点で、RC橋脚と隣接した鋼製橋脚のみに局部座屈が発生した例もあった。鋼製橋脚の地震時挙動には、隣接するRC橋脚の影響が無視し得ない場合があるものと考えられる。RC橋脚と隣接した鋼製橋脚は、設計時に考慮している揺れよりも、大きな地震力が作用する可能性があるのではないかと考え、その検証のために、数値シミュレーションを行なった。

2. 解析モデルと入力地震動 本研究では、一柱式T型RC橋脚および一柱式T型鋼製橋脚で支持された高速道路高架橋をモデルとして用いた。図-1に示すように、RC橋脚が連続する地域と、鋼製橋脚が連続する地域とからなる高架橋を想定した。これらの橋脚は、耐震連結装置または連続桁の使用によって、すべて連結されている状態を考えた。支承部もすべて固定されているものと仮定した。これは、大地震時に設計時と異なる動きをした場合を想定して、解析を行なうものである。橋脚は水平方向に動く非線形バネ、桁は線形梁を用いて有限要素モデルを作成した。橋脚の非線形特性としては、RC橋脚に対しては最大点指向型の劣化型トリリニアモデル、鋼製橋脚に対してはバイリニアモデルを用いた。それぞれの履歴曲線の骨格曲線としては、ある高架橋の、実際に隣接するRC橋脚と鋼製橋脚を例として、荷重-変位曲線を求めた。参考とした場所では、橋脚の高さは7.2m、支間長は30m、単体の橋脚が受け持つ死荷重は476tonfであった。設計図から求めた橋軸直角方向の荷重-変位曲線を、図-2に示す。RC橋脚に対しては、クラック発生点、主鉄筋降伏点、かぶりコンクリート圧壊点、コアコンクリート圧壊点を求め、各点を直線で結んだ。鋼製橋脚に対しては、鋼板の降伏点と終局点を求めて、同様に直線で結んだ。初期剛性はRC橋脚の方が高いが、降伏点で比較すると、鋼製橋脚の方が剛性は高くなっている。入力地震動は、1995年兵庫県南部地震における神戸海洋気象台記録のNS成分を、橋軸直角方向に入力した。

3. 隣接異種橋脚の相互作用がない場合の応答

まず、RC橋脚と鋼製橋脚それぞれが、単独で存在する場合について、橋軸直角方向の入力地震動に対する地震応答波形を図-3に示す。実線で示されたRC橋脚の応答は、地震波入力後6秒で最大応答変位を示し、正負に10~15cmの大きな応答が数回見られる。点線で示された鋼製橋脚の応答は、地震波入力後7秒で5cm程度の最大応答変位を示す。その後、振動の軸は10秒以降片側にずれたままになり、残留変形が約1.5cm残る。残留変形については、RC橋脚の劣化型トリリニアモデルと、鋼製橋脚のバイリニアモデルという、仮定した履歴モデルの影響が大きいと考えられる。本解析では、RC橋脚の方が、鋼製橋脚より、変形が大きい結果となった。これは、RC橋脚の質量が大きいことと、降伏

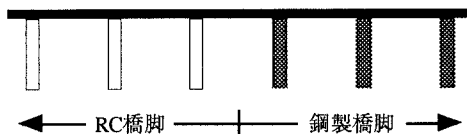


図-1 高架橋モデル

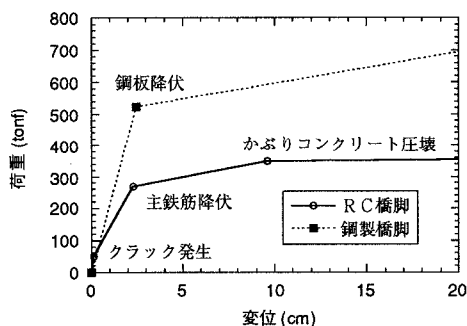


図-2 RC橋脚と鋼製橋脚の荷重-変位曲線

点を越えるような大きな変形があった場合の固有周期が、鋼製橋脚より長くなることの影響が大きい。この場合の、履歴吸収エネルギーの累積値の時刻歴を図-4に示す。RC橋脚では、地震波入力後4~10秒の間に総吸収量の大部分を吸収している。鋼製橋脚では、地震波入力後4秒で少し吸収するものの、総吸収量の大部分を占めているのは、7~10秒の3秒間である。

4. RC橋脚と鋼製橋脚とが連結された場合の応答

次に、数本のRC橋脚と数本の鋼製橋脚とが連結された場合の解析結果として、それぞれ隣接するRC橋脚と鋼製橋脚の応答変位波形を図-5に示す。連結した場合には、RC橋脚も鋼製橋脚も、ほぼ同じ波形になっている。これは、RC橋脚単独で解析した波形と、大きさは小さいものの相似形であり、鋼製橋脚がRC橋脚の影響を強く受けたと言える。それぞれの橋脚単独で解析した場合よりも、RC橋脚は応答変位が抑えられたが、鋼製橋脚の応答変位は大きくなった。累積履歴エネルギー吸収量を示した図-6でも、RC橋脚は単独で解析した場合より小さな吸収量を示したが、鋼製橋脚は、単独で解析した場合より大きな値となった。さらに、鋼製橋脚がエネルギーを吸収する時刻歴も、図-4のRC橋脚単独の場合と同様な傾向を示し、隣接RC橋脚の応答の影響を、大きく受けていることがわかる。最後に、RC橋脚と鋼製橋脚との境界部付近における、それぞれの橋脚の履歴エネルギー吸収量を、図-7に示す。鋼製橋脚に隣接しているRC橋脚（RC-1）では、単独の解析値の約2/3に小さくなった。しかし、RC橋脚に隣接している鋼製橋脚（Steel-1）では、鋼製橋脚単独の解析値の約1.5倍に大きくなった。さらに隣の鋼製橋脚（Steel-2及びSteel-3）では、単独で解析した値よりも小さくなった。隣接する鋼製橋脚1本のみ、注意が必要である。

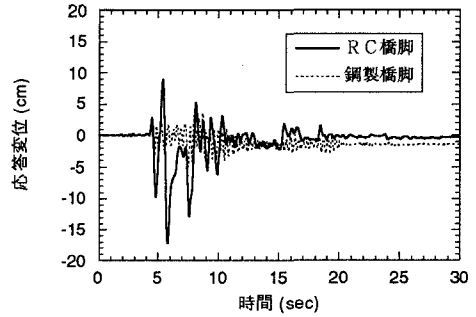


図-3 相互作用がない場合の変位応答波形

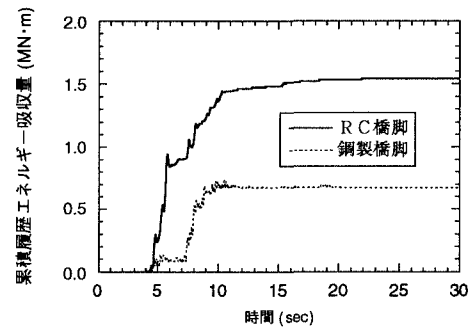


図-4 相互作用がない場合の累積履歴エネルギー吸収量

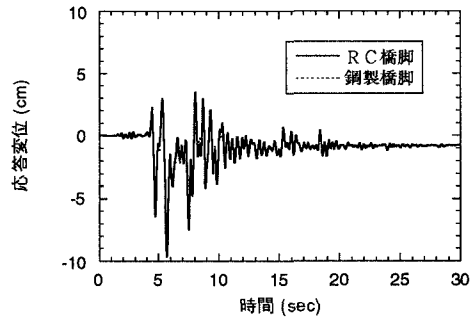


図-5 相互作用がある場合の変位応答波形

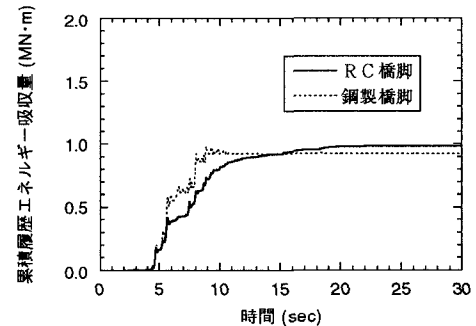


図-6 相互作用がある場合の累積履歴エネルギー吸収量

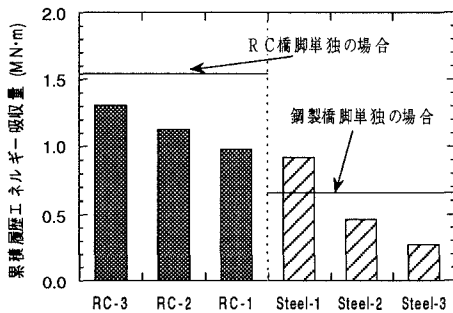


図-7 各橋脚の累積エネルギー吸収量の比較