

鹿島建設 正会員 浅村忠文 京大工学部 正会員 梶田弘行
京大工学部 正会員 後藤尚男

1. はじめに 橋梁の隣接橋脚に異なる地震動が作用すると、通常の設計で扱われる荷重状態とは異なる地震力が発生する。単純桁橋のような簡単な構造でもそれは例外ではない。橋軸方向の異入力の影響については、桁がかり長などとの関連で検討が行われてきたが、橋軸直角方向の異入力地震動の影響としては、主として上部工の拘束の効果として、水平面内の剛体的拘束による橋脚の応答の減少とその代償として支承水平反力の増加と橋脚のねじりモーメントの発生、ねじり拘束による支承の鉛直反力の増加などが考えられる。本研究は、単純合成桁橋を詳細にモデル化し、地震応答解析を行って、上記のような諸現象が現れる程度を調べたものである。橋軸直角方向入力による弾性応答解析の結果はすでに報告したが¹⁾、ここでは引続行った水平2方向地震動に対する非弾性応答解析の結果について述べる。

2. 振動モデル

本解析で用いた振動モデルを図-1に示した。想定したプロトタイプはスパン 23 m、幅員 17.6 m の単純合成桁高架橋の1スパン分で、橋脚は単柱式RC製、場所打RC杭（φ1000）9本に支持されるフーチング基礎を有する。橋脚の復元力は剛性低T型 tri-linear、基礎の復元力は bi-linear 型の履歴特性を持つものとした。入力は一橋脚で水平2方向の異なる地震動が作用する。モデルの自由度は 32 である。主要な振動モードを図-2に示した。

3. 入力地震動

1978年6月宮城県沖地震の板島橋における記録に対してプロトタイプ地震の振動数特性による修正を加え、さらに全パワー最大、最小の主軸方向に分解したものをを用いた。入力の方法は次の3種類とした。(1)入

力A：最大パワーが橋軸方向と一致、最大加速度を示す成分の $A_{max} = 200 \text{ gal}$ 、両橋脚間で全振動数において一様な位相差を持つ入力とし、位相差をパラメータとして変化させる。

(2)入力B：最大パワーの軸が橋軸直角方向であるほかは入力Aと同様。(3)入力C：最大パワーは橋軸方向、最大加速度を示す成分の $A_{max} = 440 \text{ gal}$ 、プロトタイプ地震での分散特性を考慮した位相差入力として作成した。

4. 計算結果

(1)入力位相差の影響：図-3～6に、入

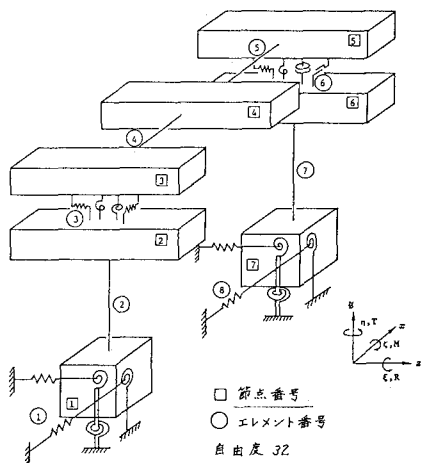
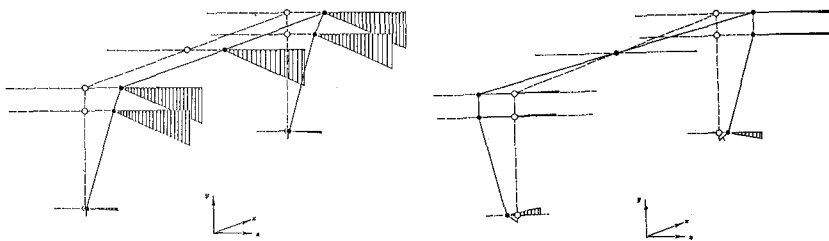
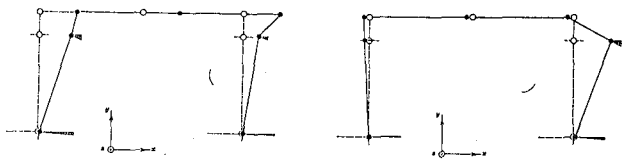


図-1 振動モデル



(a) 1次、橋軸直角方向同位相 ($T = 0.675 \text{ sec}$)

(b) 4次、橋軸直角方向逆位相 ($T = 0.218 \text{ sec}$)



(c) 2次、橋軸方向同位相 ($T = 0.651 \text{ sec}$)

(d) 3次、橋軸方向逆位相 ($T = 0.362 \text{ sec}$)

図-2 振動モード

力Bによる固定側橋脚（一部については上部工中央部も）における最大応答を示した。図-3の変位応答では、橋軸方向応答は、位相遅れが半分のときに大きくなるが、橋軸直角方向応答は、上部工のねじり拘束の影響が強く、位相遅れとともに一様に減少する。これとは逆に、図-4の加速度応答では、橋軸方向に上部工の拘束が強く、橋軸直角方向では4次周期の半分の位相差のとき橋脚の応答が大きくなる（ただし、上部工中央部はやはり位相遅れとともに減少）。図-5のモーメント応答では、曲げモーメントは変位応答と同様の傾向を示している。ねじりモーメントは位相遅れとともに急激に増加し、4次周期の半分の位相遅れで最大値をとる。図-6の支承反力も、位相遅れがあることによって大きな値をとる。特に鉛直方向反力の増加は著しく、上部工の自重による静的反力（約33トン）よりはるかに大きい値を示す。

(2) 支承の破壊強度と橋脚の応答について：支承部は変形性能が小さいことなどから耐震上の弱点とされるが、一方支承の破壊によって上・下部間の地震力の伝達が遮断されるため、別途に落橋防止の方策を講ずれば、強大な地震動のもとでは、かえって橋全体の崩壊が免れる可能性も議論されている。

そこで、固定支承における反力が支承強度（震度 K_{km} で表現）に達した後は橋脚の断面力は増加しないとすると、支承強度と橋脚のモーメント応答の関係は図-7のようになる。橋軸方向の応答による曲げモーメントで非線形性の影響がみられる。

1) 佐藤・植田・坂野：第17回自然災害科学総合シンポジウム，1980。

図-7 支承の強度と橋脚の応答の関係

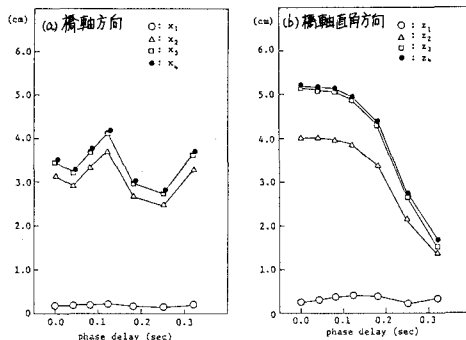


図-3 最大応答変位と位相遅れの関係

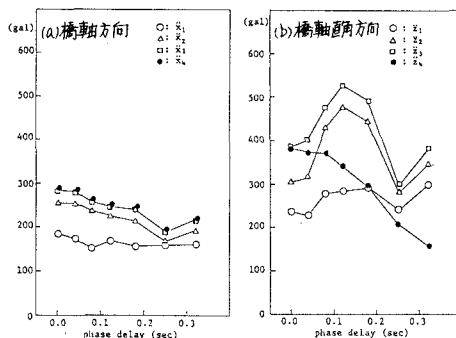


図-4 最大加速度応答と位相遅れの関係

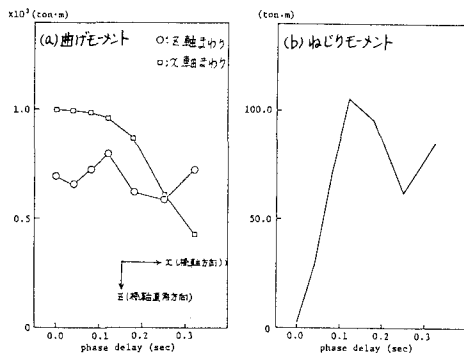


図-5 橋脚のモーメント応答と位相遅れの関係

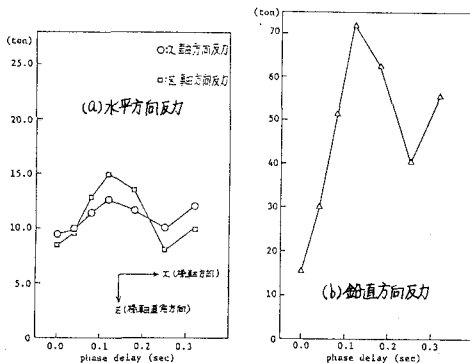


図-6 支承反力と位相遅れの関係