

I - B149

長大橋と隣接中小橋の地震時相互応答に及ぼす移動制限装置の影響

立命館大学 大学院 学生員 ○武野志之歩

立命館大学 理工学部 正会員 伊津野和行

大阪市立大学 工学部 正会員 中井 博

1. はじめに

沿岸部高架橋で長大アーチ橋に中小橋が隣接する場合、大地震時には設計で考慮しなかった大きな外力が中小橋に作用し、大きな被害が生じると考えられる。固有周期が著しく異なる構造系が隣接して存在するため、その連結部には大きな外力が作用し、相対変位が予想以上に生じる可能性がある。さらに、軟弱な支持地盤を想定すると、地盤の液状化による側方流動も考慮しなければならない。本研究では、数値シミュレーションを行い、地盤流動を含めた橋梁の三次元的な地震応答解析を試みる。

2. モデル化

解析に用いたモデルを図1に示す。モデルは、長大アーチ橋に隣接して本線の側径間と側道を設け、その重量等の違いが応答に及ぼす影響についても検討した。桁・橋脚・及び基礎構造はすべて線形部材とした。これらに比べ、非線形性が卓越すると思われる支承部分と地盤に関してはバネで表現し、非線形部材として扱った。

固定支承はそれぞれの橋脚上端部と同様の特性を有する梁部材とみなし、部材にかかる荷重を調べることで破壊の有無を判断する。一方、可動支承は橋軸方向に軸方向バネを用い、バイリニアモデルと非線形弾性モデルとを併用して移動制限も考慮する。図2に可動支承のモデルを、図3に可動支承の履歴特性をそれぞれ示す。 p_0 の値は μ (摩擦係数) $\times M$ (桁の質量)/2より求め、また k_2 の値は k_1 の 10^6 倍とした。

長大アーチ橋が埋立地間の水路を超えるために設けられた場合、地盤の水路側への側方流動の影響を考慮する必要があるが、地震応答解析への取り込みは容易なことではない。ここでは、地盤バネの非対称性を簡易に表現するため、図4に示す非対称バイリニア型履歴特性を仮定した。降伏点ひずみ ε は0.05、剛性低下率 α は陸側0.5・水路側0.1として地盤が水路側に流動しやすいよう設定しており、軟弱地盤における地盤の方向依存性を表現するため便宜的に値を設定した。

以上の条件で、部材をすべて線形として扱った線形解析（Case1）、地盤の方向依存性を考慮した解析（Case2）、及び支承の移動制限を考慮した解析（Case3）を行い、それぞれの影響を調べた。なお、入力地震波としては、1995年の阪神・淡路大震災時の東神戸大橋近傍地盤における観測結果を用いた。

キーワード：異種橋梁・地震時相互作用・移動制限・相対変位・長大アーチ橋

連絡先：〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 TEL：077-561-2728 FAX：077-561-2728

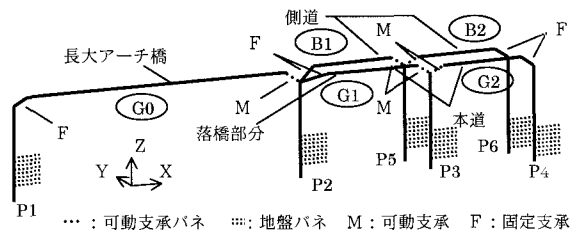


図1 解析モデル図

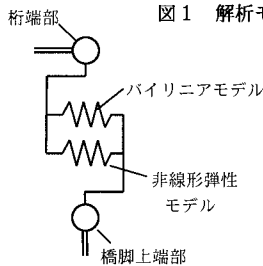


図2 可動支承モデル

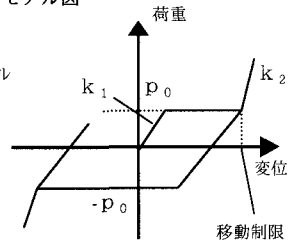


図3 可動支承の履歴特性

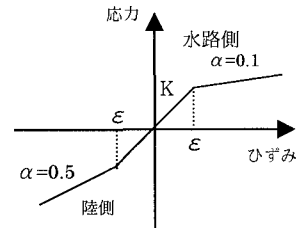


図4 剛性低下率の設定値

3. 応答解析結果

応答解析を行った結果、地盤の方向依存性が構造物に与える影響は小さく、またモデルの挙動は支承の移動制限の有無によって著しく変化する傾向がみられた。表1に各ケースにおいてモデルの固定支承にかかる荷重を示す。Case1とCase2ではほとんど変化がなく、Case3で大きく変化しているのがわかる。ここで、推定許容耐荷力は水平震度（0.3）×上部構造重量×安全率（1.5）として求めた。

図5に側径間本道とその側道の固定支承に作用する荷重の時刻歴応答波形を示す。Case1では側道側に生じる荷重が本道側より大きかったが、Case3では波形がパルス波の形状を呈し、本道側にかかる荷重が側道側を上回る結果となっている。また、ともに推定許容耐荷力を上回る荷重を示している。可動支承の移動制限を考慮すると、側径間側道側の固定支承が本線の固定支承よりも先に破壊する可能性がある。

図6に地盤の側方流動と支承の移動制限を考慮した場合の、橋脚上端部水平平面内の挙動を示す。全体の挙動はニールセン固定支承端を支持するP1橋脚の振動が支配的であるが、アーチ橋から最も遠いP4・P6橋脚は、独立した挙動を示していた。また、側径間可動端を支持するP3・P5橋脚の橋軸方向の挙動は、固定端のP2橋脚の影響を受けていたのがわかる。P3・P5橋脚は、ともに可動支承のみを支持しており、一側から受けた外力を＋側へ伝達できず、挙動が拘束されてしまった可能性が高い。

4. まとめ

以上、長大アーチ橋可動支承の移動制限装置が働いた場合、側径間固定支承に大きな荷重が作用する可能性を示した。地震による応答加速度が小さくても、応答変位が大きくなって移動制限装置が働くと、大きな荷重が作用することになる。適切な移動制限量の設定について、さらに検討することが重要である。また、設計段階において、移動制限装置が働いて発生する瞬間的な荷重が、全ての構造部材に及ぼす影響を考慮する必要がある。一方、地盤振動の方向依存性を考慮するため、地盤バネに非対称バイリニア型履歴特性を仮定したが、モデルの挙動に与える影響は少なく、地盤の側方流動を表現するには至らなかった。軟弱地盤の評価方法を改めて検討する必要がある。

表1 固定支承に作用する荷重（最大値）

桁	G0	G1	G2	B1	B2
推定許容耐荷力	5,100tf	850tf	1,000tf	400tf	480tf
Case1	5,300tf	390tf	250tf	810tf	260tf
Case2	5,000tf	330tf	240tf	850tf	260tf
Case3	4,500tf	5,590tf	260tf	4,100tf	700tf

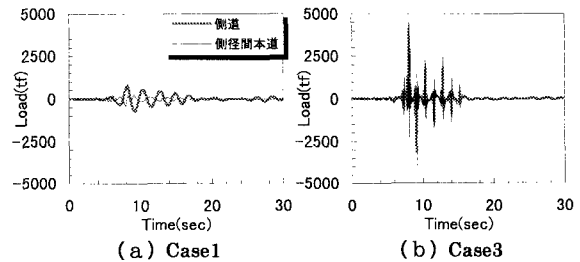


図5 固定支承に作用する荷重の時刻歴応答波形

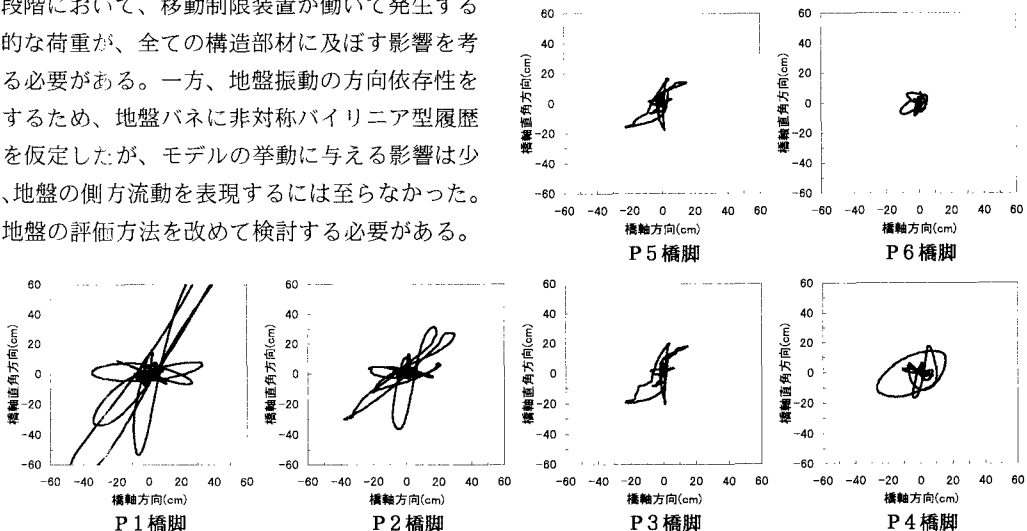


図6 各橋脚上端部の水平平面内挙動