

宇都宮大学 学生員 庄司 泰啓
宇都宮大学 正会員 中島 章典

1. はじめに

1995年の阪神・淡路大震災では、高架橋が種々のタイプの甚大な被害を受けた。したがって、高架橋を構成する各構造要素の耐震設計にあたっては、構造要素が必要な強度を満足するだけでなく、高架橋全体系として地震に耐えるようにしなければならないという考え方が提示されている¹⁾。

そこで本研究では、支承条件、地盤の非線形挙動を考慮した高架橋システムが大地震を受ける場合について弾塑性地震応答解析を行い、高架橋のシステムとしての大地震時挙動を検討した。

2. 解析方法と解析モデル

本研究では、図-1に示すような3径間の単純桁と2本の鋼製橋脚からなる高架橋を対象として、材料非線形性と幾何学的非線形性を考慮した平面骨組のための弾塑性地震応答解析プログラムを用いて、高架橋システムの橋軸方向大地震時挙動を解析した²⁾。

上部構造は1スパン当たり40mとし、その重量は300tfとした。橋脚は高さ10mの単柱形式の鋼製橋脚とし、その断面は幅1.5m、厚さ25mmの正方形箱形断面とした。

高架橋全体系を次のようにモデル化する。

1. **高架橋システム** 全体系モデルのうち、橋脚は1橋脚当たり10要素、上部構造は1スパン当たり4要素とした。また、桁端と支承および支承と橋脚天端の間には、長さ1.2mおよび50cmのオフセット部材を配置した。
2. **支承** 支承は鋼製の固定支承と可動支承を対象とし、1つの支承を水平、鉛直、回転の3方向ばね要素にモデル化した。可動支承に対しては摩擦および移動制限を考慮しないモデルと水平ばねに対して図-2に示すような復元力特性を持つ移動制限(5cm)を考慮したローラー支承モデルを用いた。支承の諸定数は文献²⁾を参考にした。
3. **地盤ばね** 橋脚基部に地盤の影響を考慮するため、水平、鉛直、回転の3方向のばね要素を配置し、回転ばねに対して図-3に示すような非線形性を考慮した。地盤ばねのばね定数は、道路橋示方書・同解説V耐震設計編³⁾を参考にして、水平方向、鉛直方向、回転方向に対してそれぞれ2.38GN/m、7.13GN/m、59.41GN・mとした。回転方向ばねの2次剛性は5.94GN・m(1次剛性の0.1倍)とした。

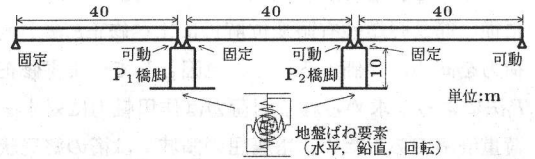


図-1 高架橋システム

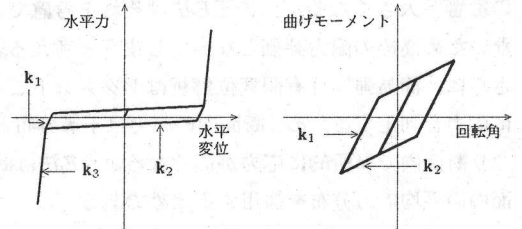


図-2 鋼製可動支承モデル

図-3 地盤ばねの回転ばねモデル

入力地震波は、兵庫県南部地震時の神戸海洋気象台観測記録のN-S成分を使用し、これを高架橋システムの橋軸方向に作用させるものとした。

ただし、地盤ばねは弾性で、可動支承は通常の場合とした場合の高架橋システムの固有周期は0.64秒であり、また、1次振動モードに対する減衰定数は2%とした。

3. 解析結果

P1およびP2橋脚天端の水平変位時刻歴曲線を図-4に示す。図-4-a、図-4-bはそれぞれ、可動支承および地盤に非線形性を考慮しない場合と、考慮した場合である。非線形性を考慮した場合に対して、それを考慮しない場合には、水平変位の最大値および残留変位が非常に大きくなっていることがわかる。

一方、図-5は橋脚基部の曲げモーメント-曲率関係を示している。図-5-a、図-5-bはそれぞれ、可動支承および地盤に非線形性を考慮しない場合と考慮した場合である。この場合も、可動支承および地盤に非線形性を考慮した場合と比較して、それを考慮しない場合には、橋脚基部が大きく塑性化していることがわかる。

次に、図-6は可動支承および地盤に非線形性を考慮した場合についてP1橋脚上の可動支承の水平力-水平変位関係を示している。また、図-7には同じ場合について、地盤の回転ばねの曲げモーメント-回転角の関係を示している。両方の図からわかるように、

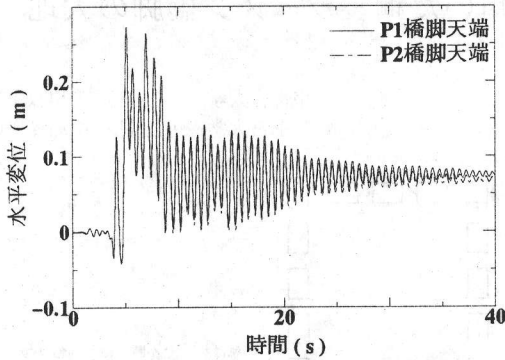


図-4-a 可動支承および地盤の非線形性無視

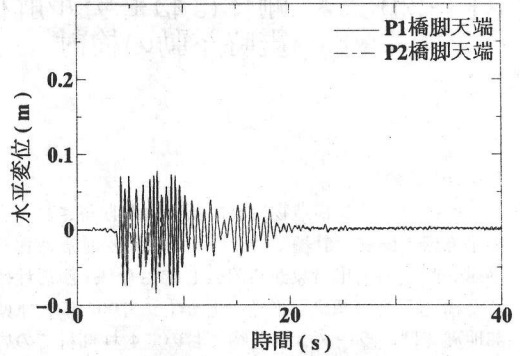


図-4-b 可動支承および地盤の非線形性考慮

図-4 水平変位の時刻歴曲線

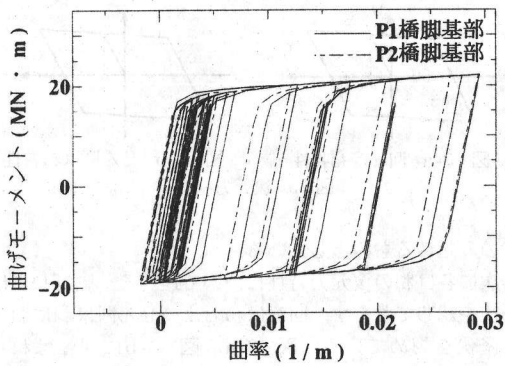


図-5-a 可動支承および地盤の非線形性無視

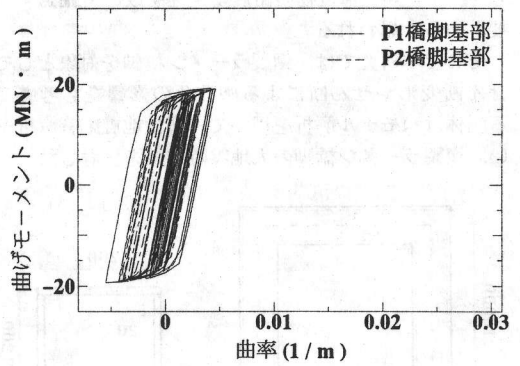


図-5-b 可動支承および地盤の非線形性考慮

図-5 橋脚基部の曲げモーメント-曲率関係

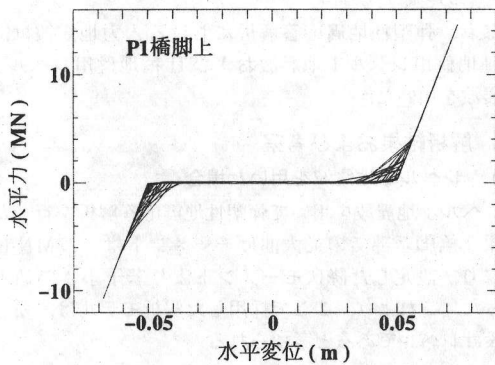


図-6 鋼製可動支承の水平力-水平変位関係

可動支承や地盤ばねが非線形挙動示すことによって、結果的に上部構造の水平変位や橋脚基部の塑性化の程度が大きく変化したと言える。

4. おわりに

可動支承の移動制限や摩擦力と地盤の非線形性が高架橋システムの大地震時挙動に大きく影響することがわかった。

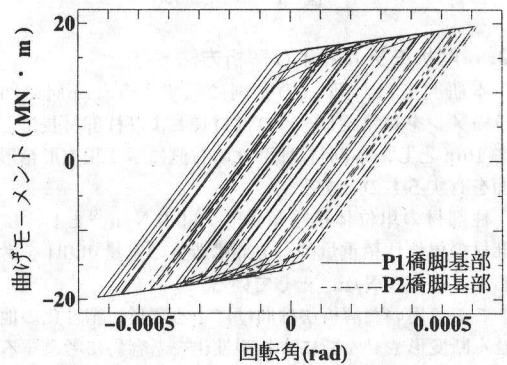


図-7 地盤の曲げモーメント-回転角関係

さらに、落橋防止装置や桁間の連結などの影響を考慮した解析結果は当日発表する予定である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様および復旧仕様の解説(案)，1996
- 2) 中島・大嶽他：上部構造の支承条件を考慮した...，鋼構造年次論文報告集第4巻，pp9-16，1996.11
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V 耐震設計編，1990.2