

CS-5

多径間高架橋システムの大地震時応答性状について

宇都宮大学 学生員 庄司 泰啓 宇都宮大学 正会員 中島 章典
新日本製鐵 正会員 安波 博道 宇都宮大学 学生員 小野寺 理

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震を契機として、高架橋の耐震設計に際しては、システムとしての挙動を考慮することの必要性が指摘されている¹⁾。しかし、都市高速道路高架橋等では、システムとしての挙動に加えて、隣接した高架橋の挙動も考慮する必要がある。

そこで本研究では、高架橋の支承条件、落橋防止装置と桁の衝突、橋脚の非線形性を考慮した高架橋システムに、隣接高架橋の影響を簡易に考慮できる解析モデルを考案し、これ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、多径間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

ここでは、図-1に示すような多径間の単純桁が連続した高架橋の1部分を取り出し、図-2に示すように、隣接径間の中央で切断した上部構造両端部を剛な水平および鉛直ばねで連結し、その点の鉛直方向を拘束することによって、多径間の高架橋の挙動を模擬し、その橋軸方向の大地震時挙動を弾塑性地震応答解析法を用いて検討した。上部構造の1スパンを40m、その重量を2.94MNとした。つまり、2本の橋脚には、それぞれ2.94MNの支点反力が作用する。まず、2本の橋脚高さを10mとした場合を検討し、次に、橋脚高さが異なる場合には、設計レベルが同程度になるように橋脚断面を表-1のように設計して検討した。さらに、高架橋全体を次のようにモデル化する。

表-1 橋脚の諸元

	B(m)	t(cm)	橋脚高さ (m)
P ₁ 橋脚	1.5	3	L ₁ = 10
P ₂ 橋脚	1.5	3.5	L ₂ = 12

上部構造・橋脚 全体系モデルのうち、橋脚は鋼製橋脚とし、鋼材の応力-ひずみ関係はバイリニア型とした。また、桁端と支承および支承と橋脚天端の間にはオフセット部材を配置した。

支承 支承は鋼製の可動支承と固定支承を対象とし、水平、鉛直、回転の3方向のばね要素にモデル化した。そして、水平方向のばね特性により、可動支承および固定支承を模擬し、可動支承の水平方向ばねには移動制限（移動制限量5cm）等を考慮した図-3-aに示すような復元力特性を仮定した²⁾。

地盤ばね 基礎地盤の影響は水平、鉛直、回転の3方

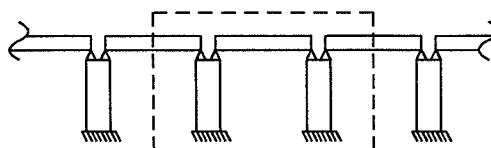


図-1 多径間高架橋

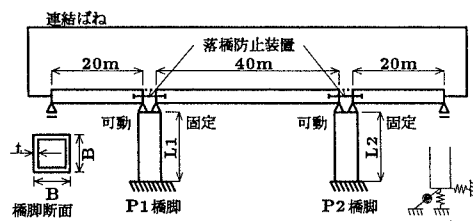


図-2 高架橋システムの解析モデル

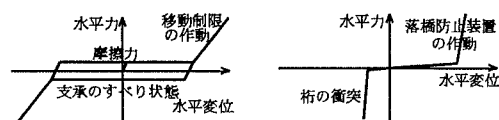


図-3-a 鋼製可動支承モデル 図-3-b 落橋防止装置と桁の衝突のモデル

図-3 各構造要素の復元力特性

向のばね要素にモデル化して考慮した。ただし、地盤ばねはすべて弾性ばねとし、各地盤ばね定数は道示V³⁾を参考にして決めた。

落橋防止装置および桁の衝突 落橋防止装置および桁の衝突のモデル化も水平、鉛直、回転の3方向のばね要素を用いて行った。このうち鉛直、回転方向のばねは弾性ばねとし、水平方向のばねを図-3-bに示すようにモデル化し、圧縮側の剛性変化で桁の衝突を、引張側の剛性変化で落橋防止装置の作動を考慮した。ここでは、桁の衝突も落橋防止装置の作動も桁間の水平方向の相対変位が6cmで起きるものとした。

橋脚の高さが同じで、可動支承が滑る状態の全体系解析モデルの1次固有周期は0.59秒、橋脚高さが異なる場合の全体系解析モデルの1次固有周期は0.69秒となった。また、弾性状態の1次振動モードに対して2%の減衰定数を考慮した。

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、これを解析モデルの橋軸方向に作用させるものとした。

3. 解析結果

図-4は橋脚高さが同じ場合の解析結果を示してい

多径間高架橋システム、非線形地震応答解析、支承条件、桁の衝突、落橋防止装置

〒321 宇都宮市石井町 2753 TEL 028-689-6208 FAX 028-662-6367

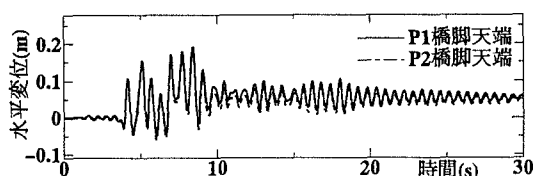


図-4-a 橋脚天端の水平変位時刻歴曲線

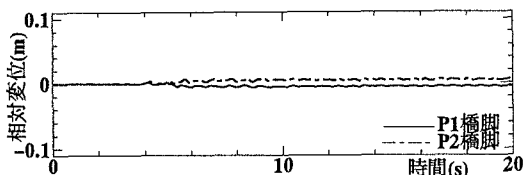


図-4-b 可動支承の相対変位時刻歴曲線

図-4 橋脚高さが同じ場合

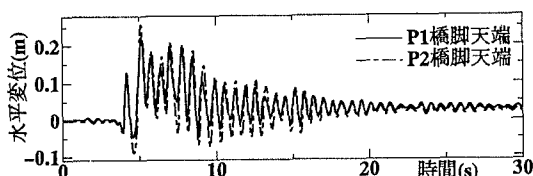


図-5-a 橋脚天端の水平変位時刻歴曲線

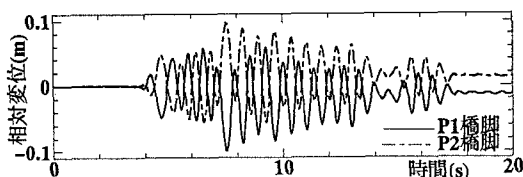


図-5-b 可動支承の相対変位時刻歴曲線

図-5 橋脚高さが異なる場合

る。図-4-aは橋脚天端の水平変位時刻歴曲線を、図-4-bは可動支承の水平方向相対変位時刻歴曲線を示している。両方の橋脚天端の水平方向変位はほぼ同じ時刻歴を示しており、結果的に可動支承の相対変位は移動制限量よりもかなり小さく、もちろん桁の衝突、落橋防止装置の作動も起こらない。つまり、橋脚高さが同じで、高架橋全体に非対称性がない場合には、可動支承の相対変位は小さく、桁の衝突あるいは落橋防止装置の作動も起こらないことがわかる。

次に、橋脚高さが異なり、可動支承の移動制限、落橋防止装置および桁の衝突を考慮しない場合の解析結果を示す。図-5-aは橋脚天端の水平変位時刻歴曲線を、図-5-bは可動支承の水平方向相対変位時刻歴曲線を示している。両方の橋脚天端の水平変位時刻歴曲線の振幅は異なっており、したがって、支承の相対変位が10cm程度になり、支承の移動制限や落橋防止装置の作動および桁の衝突が起こりうると考えられる。そこで、可動支承の移動制限に加えて、落橋防止装置の作動と桁の衝突を考慮した場合の解析結果を図-6に示す。図-6-aは橋脚天端の水平変位時刻歴曲線

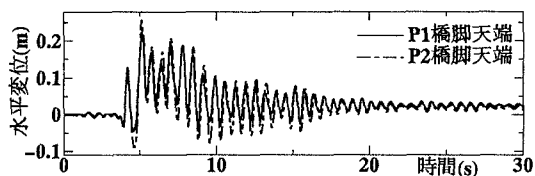


図-6-a 橋脚天端の水平変位時刻歴曲線

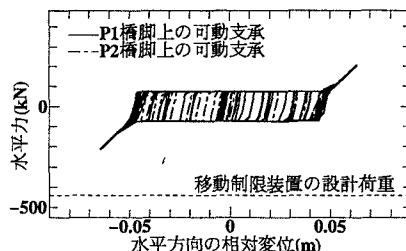


図-6-b 可動支承の水平力-相対変位関係

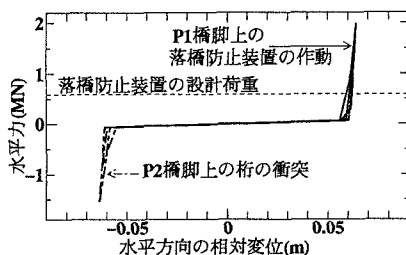


図-6-c 落橋防止装置と桁の衝突をモデル化したばねの水

平力-相対変位関係

図-6 落橋防止装置と桁の衝突も考慮した場合

を、図-6-bは可動支承の水平方向の相対変位時刻歴曲線を、図-6-cは落橋防止装置と桁の衝突をモデル化したばねの水平力-相対変位関係を示している。図-6-bおよび図-6-cから、可動支承の移動制限および落橋防止装置の作動や桁の衝突が起こっており、このために図-6-aに示す両方の橋脚天端の水平変位時刻歴曲線の差異は図-5-aの場合よりも小さくなっていることがわかる。図-6-b、6-cには可動支承の移動制限装置および落橋防止装置の設計荷重も示しているが、ここで用いた解析モデルでは落橋防止装置が先に破壊される可能性を示唆している。

4. おわりに

多径間高架橋システムの大地震時挙動を検討した結果、可動支承の移動制限装置、落橋防止装置の作動あるいは桁の衝突は高架橋システムの非対称性に大きく依存することがわかった。

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・安波：上部構造の支承条件を...，鋼構造年次論文報告集第4巻，pp. 9-16，1996.11.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，1996.12.