

オンライン並列ハイブリッド実験システムを用いた 異種橋脚を持つ単径間高架橋の地震時応答解析

大阪市立大学大学院 学生員 岸本 吉弘 阪神高速道路公団 正会員 鈴木 英之
 大阪市立大学大学院 正会員 北田 俊行 京都大学大学院 フェロー 渡邊 英一
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司 京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征
 京都大学大学院 正会員 永田 和寿

1. 目的

近年、新しい構造材料の開発や設計・施工技術の進歩に伴い、大型でかつ複雑な構造システムを構築することも可能である。そのため、その力学的挙動は複雑化し、非線形性の強いものとなっており、あらかじめその力学的挙動を把握しておくことは、合理的な構造物の設計のためには、ますます重要となる。さらに兵庫県南部地震の被害経験や、限界状態設計法への移行に伴い、「構造要素単体」、もしくは「構造物単体」での安全性照査だけでなく、「構造システム全体」としての安全性照査が強く求められている。

そこで、本研究では京都大学と大阪市立大学とによって構築されたオンライン並列ハイブリッド実験システム^{1),2)}を用いて、兵庫県南部地震で被害を受けた鋼製橋脚、RC橋脚、および桁からなる単径間高架橋システムを対象に、桁によって連結された橋脚の連成効果が地震時応答にどのような影響を与えるのかを検討する。

2. 実験の概要

対象とした高架橋システムは、兵庫県南部地震で被害のあった阪神高速道路神戸線の鋼製橋脚神 P353、RC橋脚神 P354、および桁からなる単径間高架橋システムである。ここでは、図1に示す2質点系モデルとして扱い、鋼製橋脚およびRC橋脚については実験載荷により復元力特性を求め、桁については図2に示すF.E.Mモデルによって解析し、ある減衰比および解析から得られた剛性を持つものとして、応答計算で用いることとした。各構造要素の諸定数を表1にまとめる。ここで、桁の質量は橋脚神 P353 および神 P354 にそれぞれ分配している。鋼製橋脚供試体およびRC橋脚供試体は、載荷装置の大きさに合わせて、実橋脚をそれぞれ1/6 および1/7 に縮小したものをを用いた。それぞれの供試体の復元力特性(単調載荷時)を実橋脚レベルに直したものを図3に示す。また、地震時の挙動は橋軸直角方向の地震加速度に対してのみを考え、想定した2本の橋脚にさらに隣接する橋脚の影響は無視した。入力した地震加速度は図4に示す兵庫県南部地震の際にJR 鷹取駅で観測されたN-S地震波を使用した。

実験ケースの設定については、対象橋を支える2本の橋脚が及ぼしあう影響を検討するために、橋脚相互の影響がない場合と影響がある場合の2ケースを設定した。具体的なキーワード：ハイブリッド実験、非線形挙動、並列システム、地震荷重

連絡先： 〒558-8585 大阪市住吉区杉本3丁目3-138 大阪市立大学橋梁工学研究室 TEL 06-6605-2765

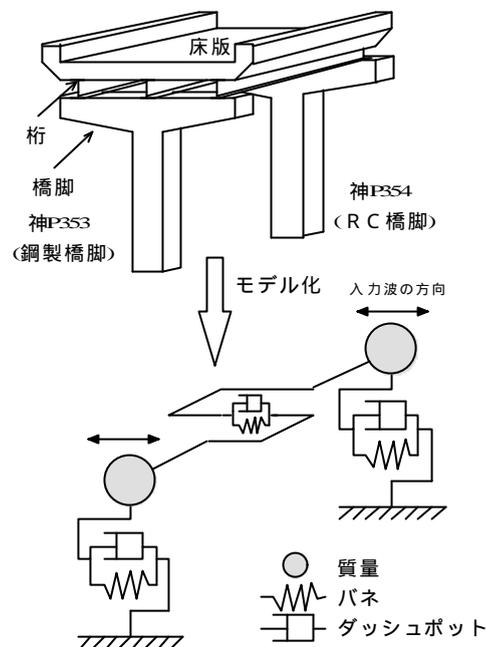


図1 高架橋のモデル化

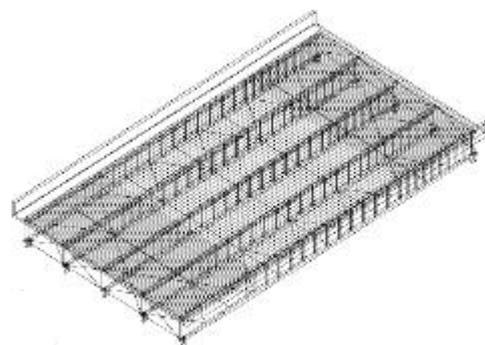


図2 桁のF.E.Mモデル

表1 高架橋モデルで用いた
構造要素の諸定数

構造要素	質量 (kg)	減衰比	弾性剛性 (kN/mm)
橋脚 P353	4.92×10^5	0.02	5.51×10^1
橋脚 P354	5.58×10^5	0.05	5.21×10^1
桁	4.84×10^5	0.03	1.48×10^1

には、桁の減衰比および弾性剛性を0とする（橋脚相互の影響がない）場合と桁の減衰比および弾性剛性を表1に示す値を用いる（橋脚相互の影響がない）場合を設定した。

3. 実験結果および考察

各橋脚の時刻歴変位曲線をそれぞれ図5に示す。また、桁による橋脚の連結を考慮することにより最大応答変位がどのように変化するかを表2にまとめる。これらの結果から、復元力特性が大きく異なる橋脚が隣接されている場合には、剛性の大きな橋脚の応答変位が大きくなり、逆に、剛性の小さい橋脚は応答変位が小さくなるという点で橋脚単体の場合とは挙動が異なっていることがわかる。したがって、このような場合については、橋脚間の相互作用による影響を考慮しておく必要があるものと思われる。

次に、地震波入力後の供試体の変形状況（橋脚基部付近）を写真1に示す。実橋脚と比較すると、鋼製橋脚がパネル全体での局部座屈を起こしており、実橋脚と同じ崩壊モードとなっている。しかし、残留変形の大きさなどについては異なっている。したがって、地震時の橋脚の応答をより正確に把握するためには連結要素、例えば沓、アンカーボルトなどの要素の復元力特性を明らかにし、これらを組み込んだ形でのモデル化について検討する必要があると思われる。

4. 参考文献

- 1) 岸本吉弘，鈴鹿良和，渡邊英一，北田俊行，山口隆司，永田和寿，杉浦邦征：インターネット並列ハイブリッド実験システムの開発，第25回土木情報シンポジウム論文集，pp.111-120，2000年10月
- 2) 渡邊英一，杉浦邦征，永田和寿，鈴鹿良和：並列仮動的実験システムの構築とその検証，第10回地震工学シンポジウム論文集，pp.2205-2210，1998年11月。

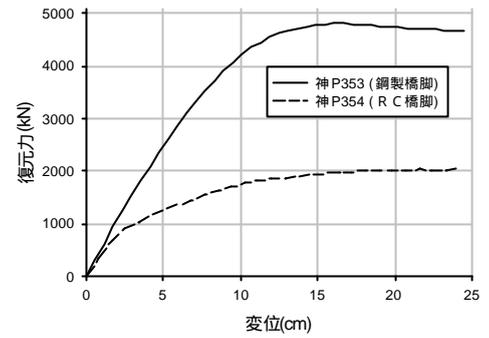


図3 各橋脚供試体の復元力特性

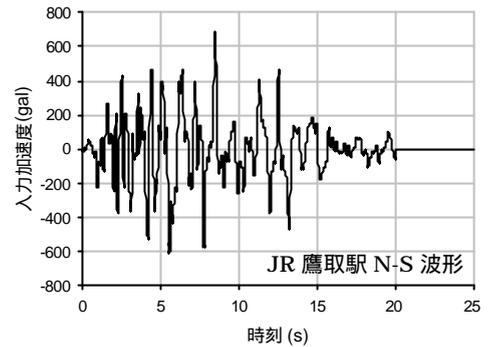
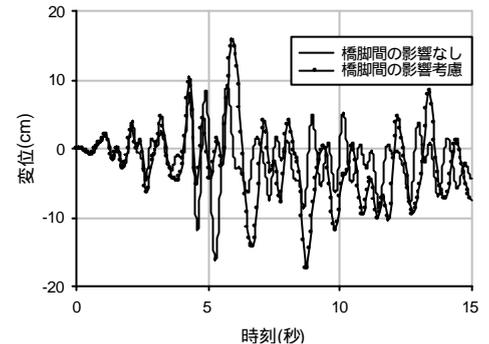
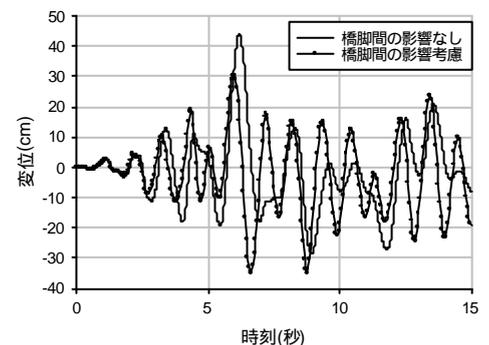


図4 入力地震加速度波形



(a) 橋脚神 P353（鋼製橋脚）



(b) 橋脚神 P354（RC橋脚）

図5 時刻歴変位曲線



(a) 鋼製橋脚供試体の基部付近 (b) RC橋脚供試体の基部付近

写真1 供試体の崩壊状況

表2 橋脚の連結が最大応答変位に与える影響

橋脚	橋脚間の影響	最大値 (+)		最大値 (-)		連結による最大変位の増減(%)
		変位(cm)	時刻(s)	変位(cm)	時刻(s)	
鋼製橋脚神 P353	なし	+9.223	5.72	-16.21	5.27	+8.27
	考慮	+15.78	5.93	-17.55	8.73	
RC橋脚神 P354	なし	+44.03	6.18	-28.37	8.93	-20.6
	考慮	+30.54	5.99	-34.94	6.62	