

I - B363 鋼製橋脚・RC橋脚からなる高架橋の地震時応答性状

京都大学大学院 学生会員 永田 和寿 京都大学工学研究科 フェロー 渡邊 英一
 京都大学工学研究科 正会員 杉浦 邦征 京都大学工学研究科 正会員 宇都宮智昭

はじめに

兵庫県南部地震により、様々な土木構造物が甚大な被害を受け、中でも阪神高速道路・3号神戸線のピルツ形式高架橋の倒壊にみられるように高架橋の被害が目立った。高架橋の被害として鋼製橋脚とRC橋脚の隣接部付近の損傷が挙げられるが、その損傷は振動特性が異なる橋脚間の相互作用に基づくものであると考えられる。したがって本研究では、鋼製橋脚・RC橋脚からなる高架橋を1つの大規模構造システムとして捉え、地震時応答性状を明らかにすることを目的とした。

解析方法

本研究では、図-1に示すような鋼製橋脚とRC橋脚の異種橋脚からなる高架橋の橋軸直角方向の応答を対象とし、橋脚と桁のモデル化を行った。橋脚を図-2(a)に示すように質点系によりモデル化し、その動的特性をバネとダッシュポットにより表現した。同様に桁のモデル化にも図-2(b)に示すようなバネとダッシュポットを用い、橋脚間の相互作用を伝達させた。

本解析では鋼製橋脚とRC橋脚が各12橋脚ずつ設置された異種橋脚からなる高架橋を設定した。この高架橋を用いて固有値解析、弾性および弾塑性応答解析を行った。なお、応答解析はNewmarkのβ法(β:1/6, 時間増分:0.002秒)により行った。

解析モデル

阪神高速道路・3号線神戸線において鋼製橋脚とRC橋脚が隣接している神p353(鋼製橋脚)と神p534(RC橋脚)に着目し、これらの橋脚および桁の諸元を解析に用いた。その高架橋の概形を図-3に示し、鋼製橋脚およびRC橋脚と桁の諸元を表1に示す。鋼製橋脚とRC橋脚の固有周期はそれぞれ0.720秒、0.612秒であった。

鋼製橋脚の復元力モデルは降伏復元力の1.1倍で橋脚基部に局部座屈が生じると想定し劣化直線部を有するTri-linear型の復元力モデル(図-4(a))を用いた。

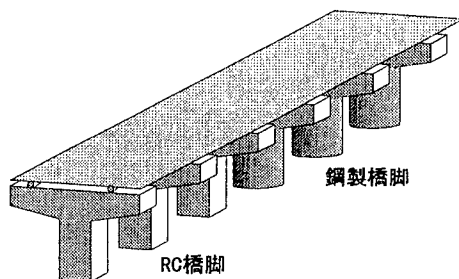


図-1 研究対象

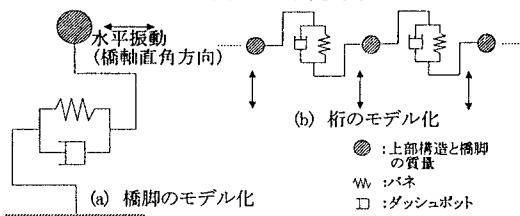


図-2 高架橋のモデル化

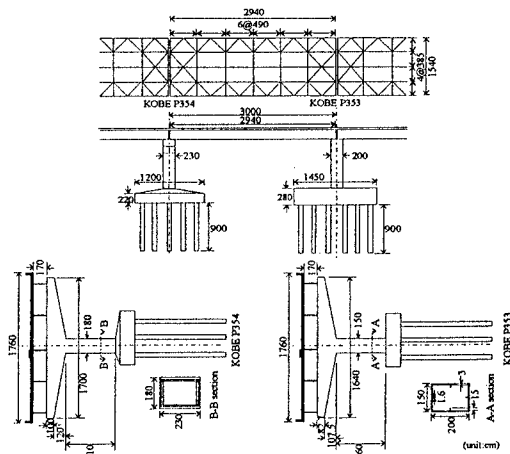


図-3 解析対象とした高架橋

表-1 解析諸元

	桁	鋼製橋脚	RC橋脚
重量 (tonf)	528	30	225.7
バネ定数 (tonf/cm)	43.3	43.3	81
減衰定数 (%)	3	5	5
復元力 (tonf)	ひび割れ	-	56.7
	降伏	-	152.5

キーワード: 高架橋, 鋼製橋脚, RC橋脚, 地震時応答性状

連絡先: 〒606-01 京都市左京区吉田本町 TEL 057-753-5079 FAX 057-753-5130

また、RC橋脚は繰り返しによる剛性の劣化を表現することができる Degrading Tri-linear モデル(図-4(b))を用いた。なお、桁は降伏しないものとした。入力波形は、兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で観測されたNS成分(最大加速度:818gal)を用いた。

解析結果および考察

(1) 固有値解析

鋼製橋脚とRC橋脚からなる高架橋の振動特性を明らかにするため、固有値解析を行った。その結果得られた1次から5次の固有周期と振動モードをそれぞれ図-4と図-5に示す。なお、各振動モードの最大値で正規化を行った。低次の振動モードではRC橋脚の振動モードが現れていない。また、RC橋脚はその単独橋脚の固有周期に近い4次モードで初めて振動モードを現している。このように振動モードは単一種類の高架橋と明らかに異なっており、異種橋脚連結の影響が固有値解析からうかがえる。

(2) 応答解析

はじめに鋼製橋脚単独とRC橋脚単独の応答解析を行った。その結果、弾性および弾塑性応答においても鋼製橋脚の応答がRC橋脚の応答を上回ったり、RC橋脚にくらべ鋼製橋脚は大きな残留変形を生じていた。

次に、このような異種橋脚からなる高架橋に対し応答解析を行った。弾性応答解析および弾塑性応答解析により得られた各上部構造物の最大応答変位をそれぞれ図-7と図-8に示す。鋼製橋脚とRC橋脚の隣接部から数えてそれぞれ10橋脚目あたりでそれぞれ単独橋脚の最大応答変位に漸近していることがわかる。また、弾塑性応答では隣接部付近において鋼製橋脚の応答は弾性応答にくらべさらに低減し、RC橋脚の応答は弾性応答とは逆に増加している。したがって、異種橋脚からなる高架橋の応答性状は特に隣接部付近においてそれぞれの単独応答と大きな差異を生じるといえる。

まとめ

本研究は、鋼製橋脚とRC橋脚の異種橋脚からなる高架橋の地震時応答性状を明らかにした。応答性状は、異種橋脚の組み合わせ方、橋脚数などによっても変化すると考えられる。したがって、実際の高架橋の設計においてもこれらを十分考慮し、高架橋を全体系として捉えた設計が必要である。

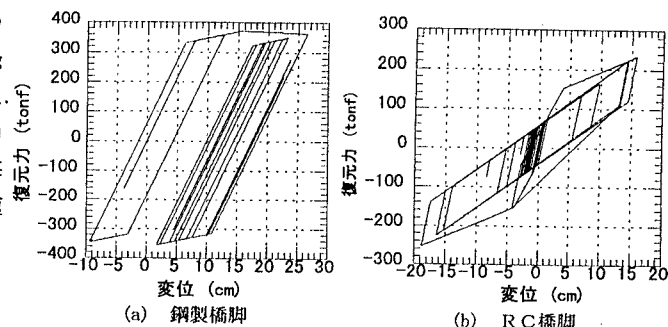


図-4 復元力特性

表-2 固有周期(sec)

1次	2次	3次	4次	5次
0.715	0.681	0.629	0.609	0.592

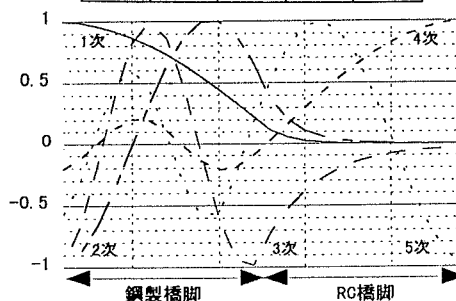


図-5 振動モード

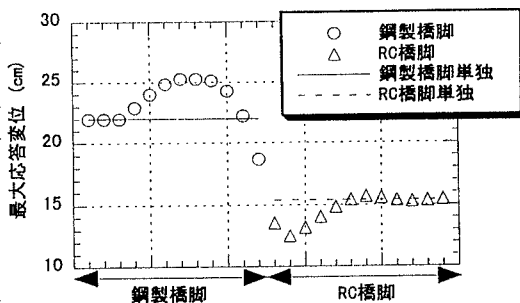


図-6 弾性応答解析結果

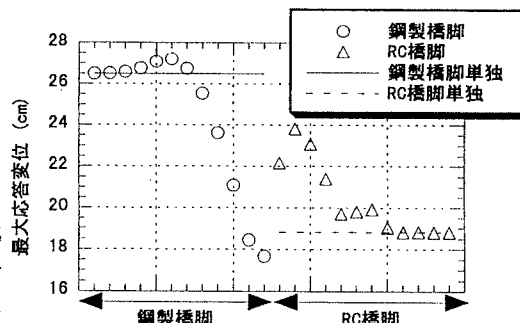


図-7 弾塑性応答解析結果