

水平反力分散率に着目した 多径間連続橋の大地震時応答*

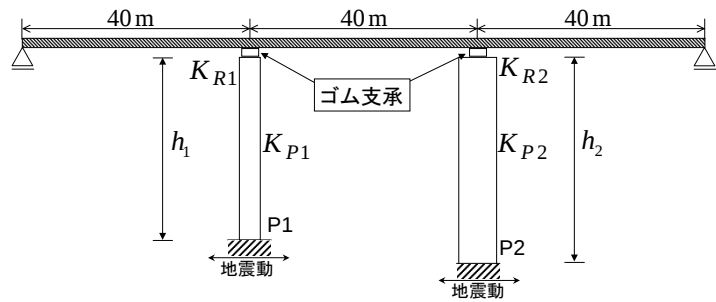
日本車輛 正会員 本間大介[†]
名古屋大学 フェロー会員 宇佐美勉[‡]

1. 緒言

本研究は、水平反力分散率が橋梁システムの地震時挙動に与える影響の把握を目的としており、対象とする橋梁システムは、剛性の異なる鋼製橋脚をもつ多径間連続橋である。支承形式としては水平反力分散ゴム支承を導入したモデルを想定した。これらの解析により、水平反力分散率が橋梁システムに与える影響の検討を行った。

2. 解析概要

本研究では解析モデルとして図-1のような、2本の鋼製橋脚をもつ支間長40mの3径間連続橋を考える。上部構造は橋長1mあたりの重量が $1.13 \times 10^5 \text{ N/m}$ の4本の鋼製主桁とコンクリート床版からなる合成桁¹⁾を想定し、これを断面2次モーメントと断面積が等価な鋼断面に換算しモデル化した。橋脚については、断面形状を正方形補剛箱形断面とし、橋梁システム全体の固有周期 T と橋脚の弾性曲げ剛性の比 $\alpha (= K_{P2}/K_{P1})$ を設定し、震度法²⁾によって設計を行った。橋脚の寸法を表-1に示す。水平反力分散ゴム支承は固定支承モデルとして設計したモデルの支承部を置き換えることによって設計した。具体的には、ゴム支承を導入した場合の橋梁全体の固有周期 T および[橋脚+支承]の剛性比 $\beta (K_{P2+R2}/K_{P1+R1})$ を仮定することでゴム支承の剛性を決定する。つまり[橋脚+支承]の剛性比を変化させることで各橋脚に作用する水平力の分散率を設定した。本研究では後述するように入力地震動としてII種地盤用の地震動を用いるため、解析モデルはすべてII種地盤用に設計を行った。上部構造および橋脚はTimoshenkoのはり理論に基づくはり要素によってモデル化し、上部構造は1支間長40mを4要素に分割し、橋脚は5要素に分割した。橋脚はSM490とし、材料構成則には名古屋大学で開発された修正二曲面モデルを用いた。また、上部構造は弾性材料を仮定した。減衰マトリクスについては質量比例型減衰を仮定し、弾性1次固有振動モードに対する減衰定数5%を用いた。入力地



K_{Pi} : 橋脚の剛性 K_{Ri} : ゴム支承の剛性

$$\alpha = K_{P2} / K_{P1}$$

図-1 解析モデル

表-1 橋脚の諸元 ($\delta_{y,Pi}$:降伏変位, $H_{y,P1}$:降伏荷重) 鋼材: SM490

T (sec)	α	P1 ($B_1 \times t_1$ Box, 3 stiffeners)					P2 ($B_2 \times t_2$ Box, 3 stiffeners)				
		B_1 (m)	t_1 (mm)	h_1 (m)	$H_{y,P1}$ (kN)	$\delta_{y,P1}$ (m)	B_2 (m)	t_2 (mm)	h_2 (m)	$H_{y,P2}$ (kN)	$\delta_{y,P2}$ (m)
1.4	1.0	1.40	0.0205	7.22	1976	0.0354	1.40	0.0205	7.22	1976	0.0354
	3.0	1.13	0.0166	6.94	1003	0.0359	1.60	0.0234	7.49	2946	0.0352
	5.0	1.01	0.0149	6.88	678	0.0364	1.66	0.0243	7.57	3270	0.0352
	8.0	0.923	0.0135	6.95	466	0.0375	1.69	0.0248	7.61	3485	0.0350

震動は道路橋示方書・V耐震設計編²⁾に規定されるレベル2タイプII地震動に適合するように調整された地震動の中でJR(鷹取)観測地震動(NS成分)を用いた。

3. 解析結果

(a) [橋脚+支承]の剛性比による影響

固有周期 $T=1.4$ 秒、橋脚の剛性比 $\alpha=1.0$ と固定して[橋脚+支承]の剛性比 β を0.125~8.0と変化させた場合の地震応答解析結果を図-2に示す。(a)~(c)がP1橋脚、P2橋脚、上部構造の最大応答変位の結果、(d)~(f)が残留変位の結果である。図の縦軸に応答変位、横軸に[橋脚+支承]の剛性比 β をとっている。上部構造の最大応答変位について見て

* **Key Words** : multi-span continuous bridge, ratio of horizontal force, steel bridge pier, earthquake response analysis

[†] 〒456-8691 名古屋市熱田区三本松町1-1 TEL 052-882-3321

[‡] 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-4617

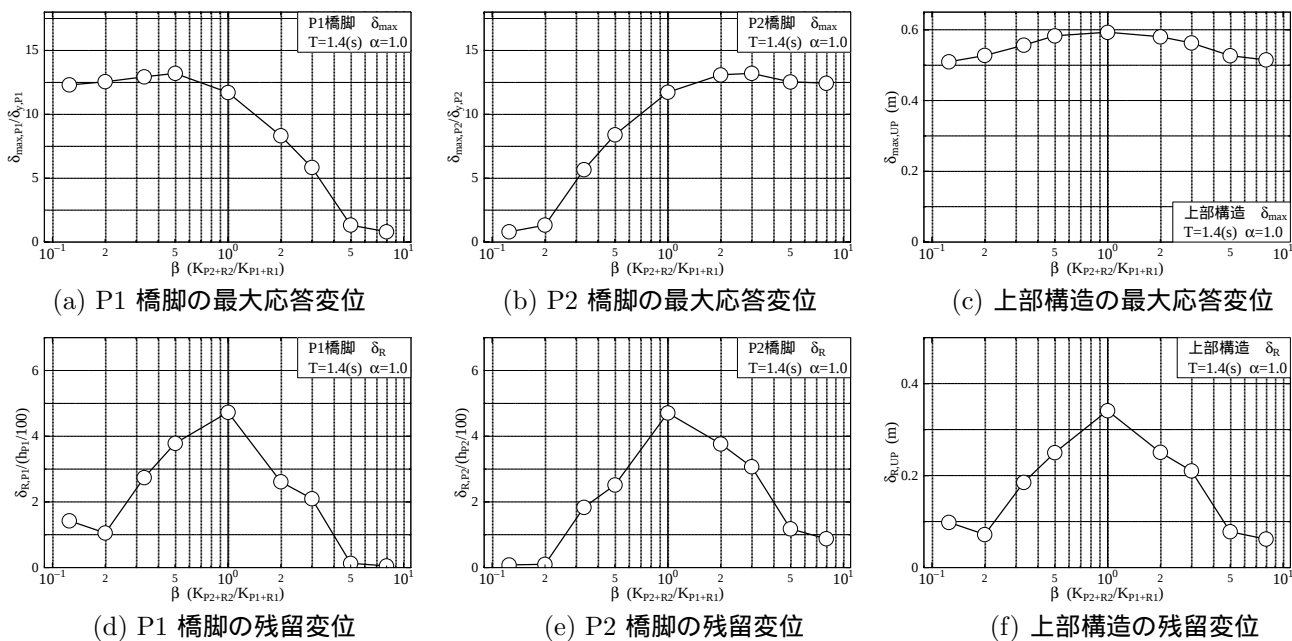


図-2 [橋脚+支承]の剛性比による影響

みると[橋脚+支承]の剛性比を変えても最大応答変位はほとんど変わっていない。この結果より、橋梁全体を一つのシステムとして考えたとき[橋脚+支承]の剛性比による影響は小さいと言える。残留変位については[橋脚+支承]の剛性比 β が1.0の結果を頂点として山型の結果となり[橋脚+支承]の剛性の差を大きくすることで残留変位が低減されている。つまり、水平反力をどちらかの橋脚に集中させることで残留変位が低減される。これは、片側の橋脚に損傷が集中するがもう一方の橋脚はほぼ健全な形で残るため、結果として残留変位が抑制されることによる。ただ、注意すべきなのは、あまり[橋脚+支承]の剛性比を大きくするとかえって残留変位が大きくなるという点である。

(b) 橋脚の剛性比による影響

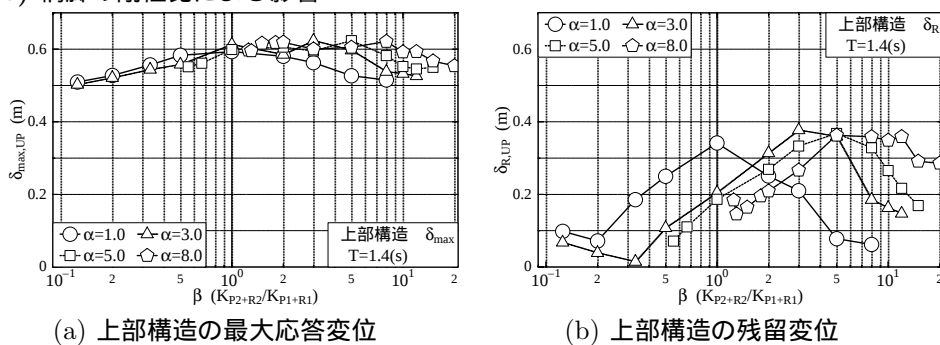


図-3 橋脚の剛性比による影響

ここでは、橋脚の剛性比による影響を見るために、固有周期 T を1.4秒と固定し、橋脚の剛性比 α を1.0, 3.0, 5.0, 8.0と変化させて地震応答解析を行った。図-3に、解析結果の内、上部構造の最大応答変位、残留変位の結果を示す。最大応答変位に関しては、橋脚の剛性比による影響は見られず、どのケースともほぼ同じ結果となった。

残留変位については、橋脚、上部構造とも同様の傾向が見られた。どの結果を見ても[橋脚+支承]の剛性比 β が橋脚の剛性比 α と等しい結果の点を頂点として山型になっており、 α が大きくなるほど右側にシフトしている。つまり、水平力分散の比率を変化させるために[橋脚+支承]の剛性比を変化させる場合、元の橋脚の剛性比と同じ比率にするとかえって残留変位が大きくなるという結果となった。

5. 結言

本研究では、水平反力分散支承を導入した多径間連続橋に対して、水平反力分散率を変えることでパラメトリック解析を行い、水平反力が橋梁全体および橋脚単体の応答に与える影響について検討を行った。残留変位に関して、橋脚の剛性比と[橋脚+ゴム支承]の剛性比が等しくなると残留変位が大きくなるという結果が得られた。つまり、橋脚の剛性比と[橋脚+ゴム支承]の剛性比が等しくなる事を避け、水平反力を片側の橋脚に集中させることで残留変位が抑制される。

参考文献

- 1) 川島一彦, 大志万和也, 長谷川金二, 運上茂樹, 桶田憲一, 前原康夫(1992): 道路橋の耐震設計計算例, 山海堂。
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説(V 耐震設計編), 丸善, 1996。