

京都大学工学部 フェロー 渡邊 英一 京都大学工学部 正員 杉浦 邦征
 京都大学工学部 正員 宇都宮智昭 JR 東日本(株) ○正員 上村 龍作

はじめに

高架橋梁の設計においては、経済性から RC 橋脚、地盤条件及び幾何形状などの立地条件から鋼製橋脚という選択がなされてきた。兵庫県南部地震における RC 橋脚・鋼製橋脚が混在する高架橋梁の損傷は、力学的特性が異なるこれらの橋脚の相互作用に基づくものであると考えられる。本研究では、高架橋を異種橋脚とこれらをつなぐ桁による 1 つの大規模構造システムとして捉え、その地震時応答性状を弾性及び弾塑性解析により明らかにした。

解析手法

本研究では Fig.1 に示すような異種橋脚群を研究対象としている。Fig. 2 (a) に示すような基礎を固定とした 1 自由度系モデルを基本モデル CASE1 とし、基礎のみを考慮に入れた CASE2 (Fig.2(b))、支承のみを考慮に入れた CASE3 (Fig.2(c))、基礎・支承の両方を考慮に入れた CASE4 (Fig.2(d)) の計 4 モデルに対して橋軸直角方向の応答解析を行う。なお、モデル化にあたり各自由度に対する動的特性をバネとダッシュポットで表現し、応答解析手法には Newmark の β 法 ($\beta=1/6$) を用いた。入力地震波としては、兵庫県南部地震の神戸海洋気象台記録の NS 成分波を用い、橋脚数・桁の剛性・鋼製橋脚の配置・解析モデル (CASE1~CASE4) を変化させて応答性状を検討する。この際、各構造要素の基本復元力モデルとして、鋼製橋脚にはバイリニア型、RC 橋脚には D-トリリニア型、基礎にはバイリニア型、支承にはバイリニア型を用いた。各諸元については Table1~Table7 に示す。

解析結果

まず、RC 橋脚と鋼製橋脚の相互作用を定性的に調べるためにそれぞれ同数の橋脚を並べてその隣接付近の応答を調べた。Fig.3 は CASE1 における弾性解析の結果で各 24 橋脚の場合を表している。異種橋脚隣接付近からそれぞれの 10 脚目付近で応答が落ち着いている。また、橋脚数によって高架橋の最大応答にはそれほどの差はないが、橋脚数が小さい場合、相互作用が顕著に現れる。次に、同様のケースで弾塑性解析の結果を Fig.4 に示す。弾性解析時と比べると、異種橋脚隣接付近の RC 橋脚が単独橋脚に

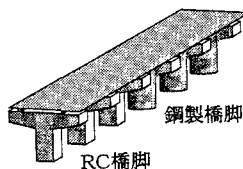
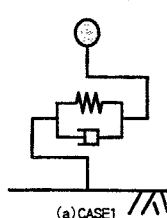


Fig.1 研究対象

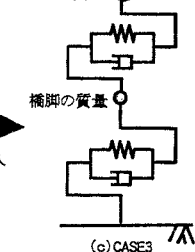
基礎固定

上部工と橋脚の質量



(a) CASE1

上部工の質量

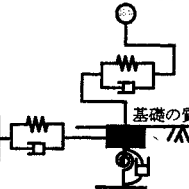


(c) CASE3

基礎導入

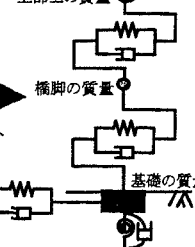
基礎導入

上部工と橋脚の質量



(b) CASE2

上部工の質量



(d) CASE4

Fig.2 解析モデル

Table1 上部構造物の諸元

	桁	Steel 橋脚	RC 橋脚
重量 (tonf)	528	30	225.7
橋脚高 (cm)	—	900	900
回転慣性 (tonf*cm*s ²)	—	4.27×10 ⁴	6.21×10 ⁴

Table2 基礎構造物の諸元

	Steel	RC
重量 (tonf)	925	678
橋軸方向の長さ (cm)	1450	1160
橋軸直角方向の長さ (cm)	700	600
回転慣性 (tonf*cm*s ²)	4.39×10 ⁴	2.71×10 ⁴

対して大きな応答を示している。鋼製橋脚に関しては、隣接付近から 2 本目の橋脚ではじめて単独橋脚時の応答に到達した弾性解析時と比較すると、弾塑性では 5 本目あたりとなっており隣接付近の応答が抑制された形となっている。次に、桁の剛性変化が応答に与える影響について調べた。基本の剛性 ($k=43.3$) に対して 10 倍、100 倍のケースにつ

いて CASE1 の弾塑性解析を行った。Fig.5 に示すように、桁の剛性が上がることによって各橋脚がそれぞれの応答を示すことが難しくなり、異種橋脚隣接付近での顕著な応答差がみられなくなった。次に連続した RC 橋脚に鋼製橋脚を数カ所配置して、より現実に近い形で解析を行った。Fig.6 に示すように隣接付近で鋼製橋脚の最大応答は低減するが、逆に RC 橋脚の最大応答は大きくなる結果を得た。なお、CASE2～CASE4 については講演当日報告する。

まとめ

異種橋脚隣接付近では鋼製橋脚の応答は抑制され、逆に RC 橋脚は大きな応答を示す。橋脚数、桁の剛性、鋼製橋脚の配置、基礎・支承の考慮などによって示す応答は変わる。よって実際の設計においてもこれらを十分考慮し橋梁を全体系として捉えた設計が必要である。

参考文献

- 1) 柴田明徳：最新耐震構造解析，1981 年 6 月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書 V 耐震設計編 平成 2 年 2 月

Table3 杭基礎の諸元

杭径 (cm)	100
杭長 (cm)	900
杭体の弾性係数 (tonf/cm ²)	250
断面 2 次モーメント (cm ⁴)	4.9×10^6
杭の種類	場所打ち杭

Table4 橋脚・桁の復元力モデルに関する諸元

	桁	Steel 橋脚		RC 橋脚	
1 次勾配 (tonf/cm)	43.3	43.3	49.2	81	39.3
2 次勾配 (割合)	—	0.05	0.85	0.372	0
クラック復元力 (tonf)	—	—	77.2	56.7	—
降伏復元力 (tonf)	—	339.4	339.4	152.5	152.5
復元力モデル	線形	バイリニア	劣化型バイリニア	D トリリニア	原点指向型
減衰定数 (割合)	0.03	0.05		0.05	

Table5 基礎の復元力特性に関する諸元

	Steel 橋脚	RC 橋脚
水平方向のバネ定数 (tonf/cm)	6.09×10^3	6.09×10^3
回転方向のバネ定数 (tonf・cm)	4.52×10^8	4.03×10^8
2 次勾配 (割合)	0.1	
減衰定数 (割合)	0.1	

Table6 地盤の物性値

単位体積重量	2.0
せん断波速度	219
動的ポアソン比	0.45

Table7 支承(ゴム支承)の復元力モデルに関する諸元

	線形型	バイリニア型
1 次勾配 (tonf/cm)	600	184.02
2 次勾配 (割合)	—	0.154
降伏復元力 (tonf)	—	97.2
減衰定数 (割合)	0.24	0.24

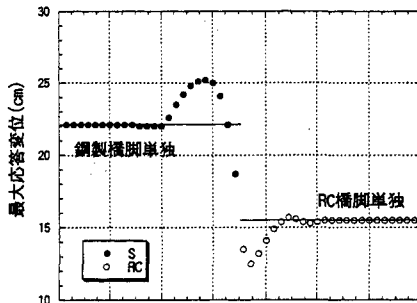


Fig3 応答解析結果(弾性)

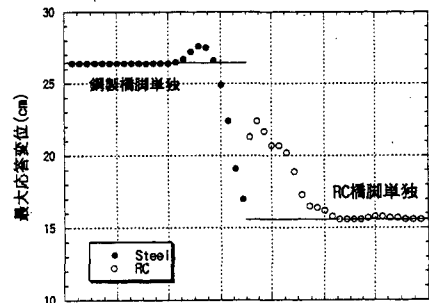


Fig4 応答解析結果(弾塑性)

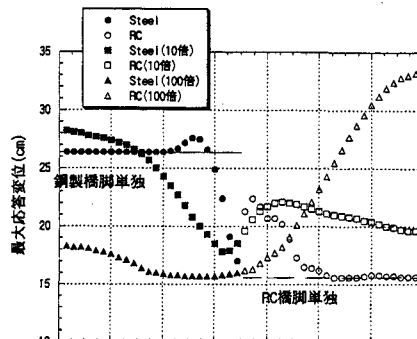


Fig5 桁の剛性による比較(弾塑性)

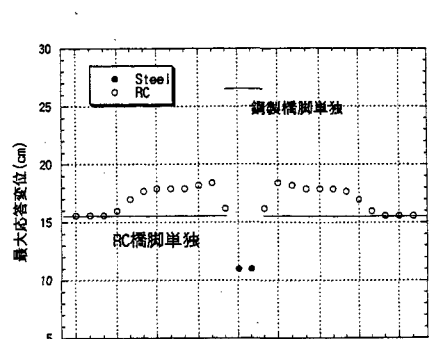


Fig6 応答解析結果(弾塑性)