

阪神高速道路公社 正会員 金治英貞\*  
 ハザマ技術研究所 正会員 浦野和彦\*\*  
 ハザマ技術研究所 正会員 坂田英一\*\*

1. はじめに

常時から偏心荷重が作用するようなT型RC橋脚では、阪神・淡路大震災の被害調査報告や振動台による加振実験<sup>1)</sup>等から、地震時において通常の橋脚と比較して大きな残留変位を生じることが既に指摘されている。

本報では、被災時において撤去・復旧の判断基準となる橋脚の残留変位について、偏心量との関係を明らかにするために実施した、橋脚の偏心量、固有周期及び入力地震波をパラメータとした解析結果について報告する。

2. 解析概要

2.1 解析対象橋脚

検討橋脚は、図-1に示すように、橋軸直角方向に偏心荷重を有するT形RC橋脚とした。

解析橋脚の諸元を表-1に示すが、固有周期Tと偏心量eを橋脚高さHで割った値e/Hをパラメータとする12種類の橋脚を解析対象とした。ここで、表中の諸元は一般的な都市部の単柱高架橋を想定して設定した。

2.2 解析モデルと解析手法

橋脚を図-1中に示すような梁-質点系モデルでモデル化し、橋脚下端は固定とした。また、橋脚柱のモーメントM-曲率φの履歴特性は剛性低下型トリリニアモデル(武田モデル)を用い、上部工及び橋脚張り出し部の偏心荷重を初期条件として考慮した。ここで、履歴特性におけるひびわれ、鉄筋降伏、終局点は道路橋示方書<sup>2)</sup>に基づき算定し、橋脚の減衰定数は5%とした。

地震応答解析はNewmark-β法による直接積分法により、計算時間は30秒、時間間隔は0.002秒とした。

2.3 入力地震波

入力地震波としては、地盤特性をパラメータとして考慮するために、表-2に示すように、道路橋示方書の地盤種別毎に3種類の地震波を選定した。

表-2 入力地震波諸元

地盤種別	I種	II種	III種
地震波名	JMA神戸	JR鷹取	東神戸大橋
最大加速度(gal)	812	687	591

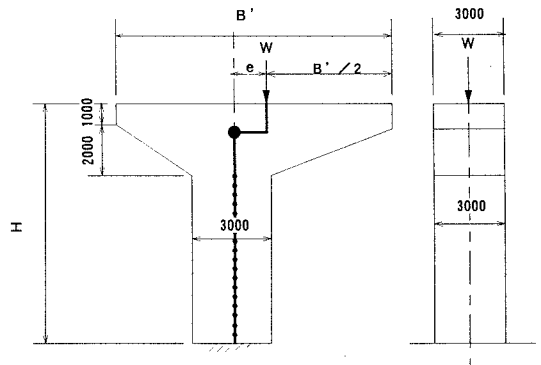


図-1 解析橋脚概要

単位: mm

表-1 解析橋脚諸元

No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
偏心量 e/H	0.0	0.05	0.1	0.2	0.0	0.05	0.1	0.2	0.0	0.05	0.1	0.2
固有周期 T(sec)	0.3			0.5			1					
橋脚高さ H(m)	10			15			20					
上部工重量 W(tf)	1000			1000			1500					
断面寸法 幅×奥行(m)	幅3.0×奥行3.0											
張出部幅 B'(m)	11			15			19					
軸方向鉄筋比 (%)	1.8(2段D35)			2.2(2段D38)			3.6(3段D38)					
帯鉄筋比 ρs(%)	1.03(D22,間隔s=15cm,有効長d=100cm)											

キーワード: 偏心橋脚、残留変位、地震応答解析

\* 〒559-0034 大阪市住之江区南港北1-14-16 TEL 06-6615-7464 FAX 06-6615-7449

\*\* 〒305-0822 つくば市刈間字西向515-1 TEL 0298-58-8813 FAX 0298-58-8829

これらの地震波は道路橋示方書におけるタイプⅡ（内陸直下型）地震波であり、図-2に3種類の地震波の加速度応答スペクトルを示す。また、残留変位の検討においては、最初にどちらの方向に大きく変位するかという地震波の方向性が非常に重要であるため、入力方向を橋軸直角方向の正負2方向とした。

3. 解析結果

図-3に、全解析ケース（解析モデル 12×地震波 3×入力方向 2=72 ケース）における偏心量  $e/H$  と残留変位の関係を示す。全体的傾向としては、偏心量が大きくなると残留変位も増加している。また、固有周期  $T=0.5$  秒の橋脚が大きな残留変位を生じているが、これは応答スペクトルのピーク周期に起因していると考えられる。

$T=0.5$  秒で正方向入力の場合の偏心量と最大応答値及び残留変位の関係を図-4に示す。ここで、JMA 神戸入力の場合、偏心量が大きい  $e/H=0.2$  で最大変位及び残留変位が減少している。これは地震波の方向性が原因であり、逆方向（負方向）に入力した場合には、残留変位は偏心量に比例して増加を示した。

参考までに、橋脚諸元及び入力条件がほぼ同様である兵庫県南部地震における被災橋脚<sup>3)</sup>を図中に示した。

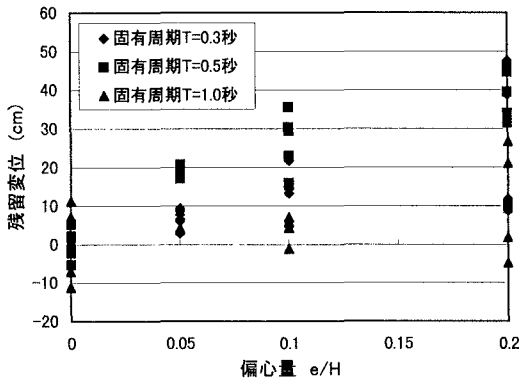


図-3 偏心量と残留変位の関係

4. おわりに

今回の解析結果より、偏心橋脚の偏心量と残留変位の関係について、ある程度傾向を確かめることができた。しかし、今回解析に用いた地震波は3種類のみであるため、さらに周波数特性や位相が異なる複数の地震波についても検討が必要であると考えられる。また、偏心量が大きくなった場合のP-△効果を考慮するため、幾何学的非線形を取り入れた解析も必要であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 蓮上茂樹, 向秀毅: 偏心曲げを受ける鉄筋コンクリート橋脚の地震時振動特性, 土木技術資料, 1995
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編, 1996
- 3) 吉川実, 金治英貞, 下田努, 坂田英一, 浦野和彦: 塑性ヒンジを生じて傾斜したT形RC橋脚の傾斜復旧技術, 土木学会論文集, 1998. 12

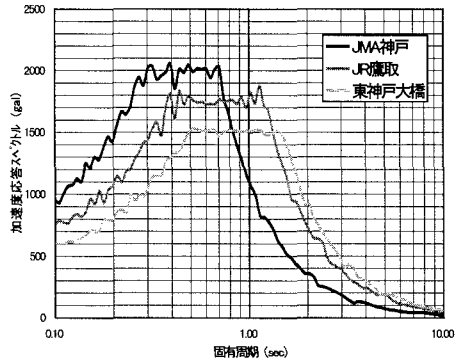
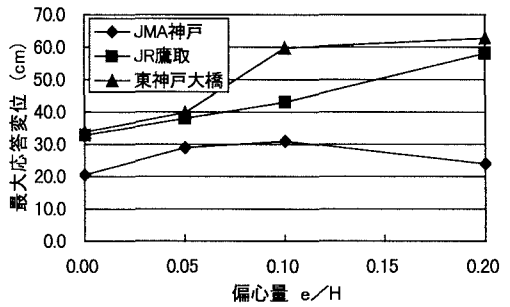
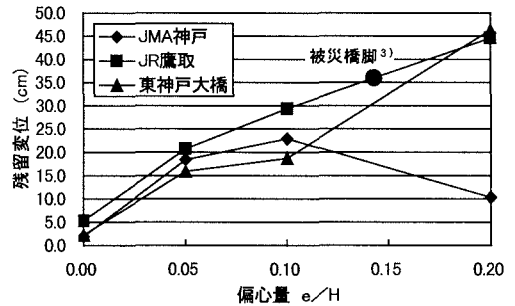


図-2 入力地震波の加速度応答スペクトル(h=5%)



(a)最大応答変位



(b)残留変位

図-4 固有周期  $T=0.5$  秒、正方向入力の解析結果