

## 異なる断面諸元のRC橋脚に対する地震応答解析

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○友竹 幸治  
 東日本旅客鉄道株式会社 フェロー会員 小林 將志

### 1. はじめに

RC橋脚の地震作用による損傷は、円形断面を有する単柱式RC橋脚が多くを占め、く体の一部において全周にわたる曲げ破壊によりコンクリートが圧壊し、軸方向鉄筋が柱の外側に大きくはらみ出す損傷が生じている<sup>1),2)</sup>。本稿では、地震時に損傷を受けやすい橋脚く体断面形状の検証を目的に、異なる断面諸元に着目して、ファイバー要素を用いたRC橋脚の地震応答解析を行ったので、その結果について示す。

### 2. 解析の概要

地震応答解析では、東北地方太平洋沖地震で損傷を受けた円形断面のく体形状を有する単柱式RC橋脚を基本ケースとし、く体断面諸元をパラメータとしたパラメータスタディを実施した。解析における断面諸元を表-1に示す。CASE1は、縦横比1.0の正方形断面で基本ケースと等価等積断面としたケースである。CASE2は、縦横比3.0の矩形断面で、断面積と橋軸方向の曲げ耐力を基本ケースにあわせ、剛性および橋軸直角方向の曲げ耐力をパラメータとしたケースである。CASE3は、縦横比1.0の正方形断面で、橋軸直角方向の曲げ耐力をCASE2と同程度に大きくしたケースである。

解析に用いる地震動は、兵庫県南部地震における神戸海洋気象台(JMA神戸)観測記録の主要動のNS成分およびEW成分をとりだし、水平2方向地震動として作用させて解析を行った。解析に用いた地震動の加速度応答スペクトル(減衰5%)を図-1に、解析モデル(円形断面の場合)を図-2に示す。橋脚く体の破壊形態は、曲げ破壊モードであり、上部工の反力は全ての解析ケースで一定とした。なお、本解析においては、周辺地盤の影響は考慮していない。

表-1 地震応答解析における断面諸元

断面図	基本ケース	CASE1	CASE2	CASE3
	円形断面	縦横比1.0 (正方形)	縦横比3.0	縦横比1.0 (正方形)
断面半径(mm)	1900	-	-	-
断面幅B(mm)	-	3368	5832	3368
断面高H(mm)	-	3368	1944	3368
軸方向鉄筋	D32-72本	D32-18本 (側鉄筋D32-14本) D32-18本	D32-68本 D32-68本	D32-18本 (側鉄筋D32-98本) D32-18本
断面積A(m <sup>2</sup> )	11.34	11.34	11.34	11.34
断面二次モーメントIx(m <sup>4</sup> ) 【橋軸直角方向】	10.23	10.72	32.13	10.72
断面二次モーメントIy(m <sup>4</sup> ) 【橋軸方向】	10.23	10.72	3.57	10.72
曲げ降伏耐力My(x)(kN・m) 【橋軸直角方向】	28891	28771	55559	93762
曲げ降伏耐力My(y)(kN・m) 【橋軸方向】				
曲げ耐力Mu(x)(kN・m) 【橋軸直角方向】	36256	36105	104304	105393
曲げ耐力Mu(y)(kN・m) 【橋軸方向】			36859	91822

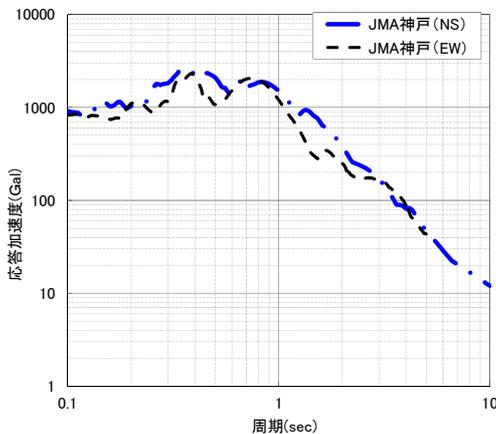


図-1 加速度応答スペクトル(減衰5%) (兵庫県南部地震)

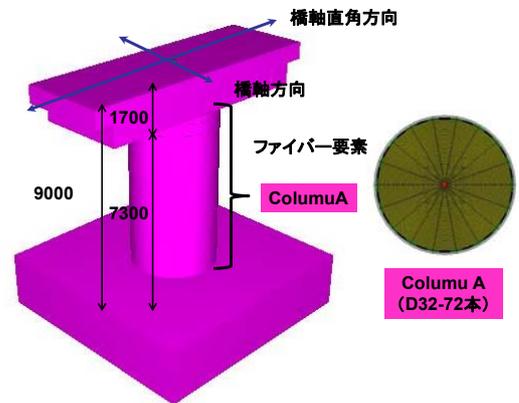


図-2 解析モデル(円形断面)

キーワード RC橋脚, 縦横比, 地震応答解析, 振動特性

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 03-5334-1288

3. 解析の結果

橋脚く体の断面諸元の違いがRC橋脚の最大応答変位および最大応答加速度に及ぼす影響について以下に記す。

橋脚天端の応答変位の軌跡について、兵庫県南部地震におけるJMA神戸のNS成分(最大加速度 820gal)を橋軸方向に、EW成分(最大加速度 619gal)を橋軸直角方向に作用させた結果を図-3に示す。円形断面および縦横比 1.0 の正方形断面は、水平2方向地震動の作用による影響により、応答変位が全方向に連続した軌跡を描くように応答する結果となった。縦横比を 3.0 としたCASE 2は、曲げ耐力が大きい橋軸直角方向には応答しにくい結果となり、断面剛性が小さい橋軸方向の応答変位量が大きくなった。縦横比 1.0 の正方形断面で曲げ耐力を大きくしたCASE 3は、部材の塑性化が生じにくくなるため、応答変位量が小さくなった。

最大応答加速度と最大応答変位の結果一覧を表-2に示す。円形断面と等価等積な縦横比 1.0 の正方形断面を比較すると、最大応答変位は、ほぼ同等で大きな差異がみられず、最大応答加速度は、正方形断面の方がやや小さくなった。縦横比を 3.0 としたCASE 2は、橋軸方向の断面剛性が小さいため最大応答変位が大きくなり最大応答加速度は小さくなった。縦横比 1.0 の正方形断面で曲げ耐力を大きくしたCASE 3は、部材の塑性化が生じにくくなるため応答変位が小さくなるが、橋軸方向の最大応答加速度が大きくなった。

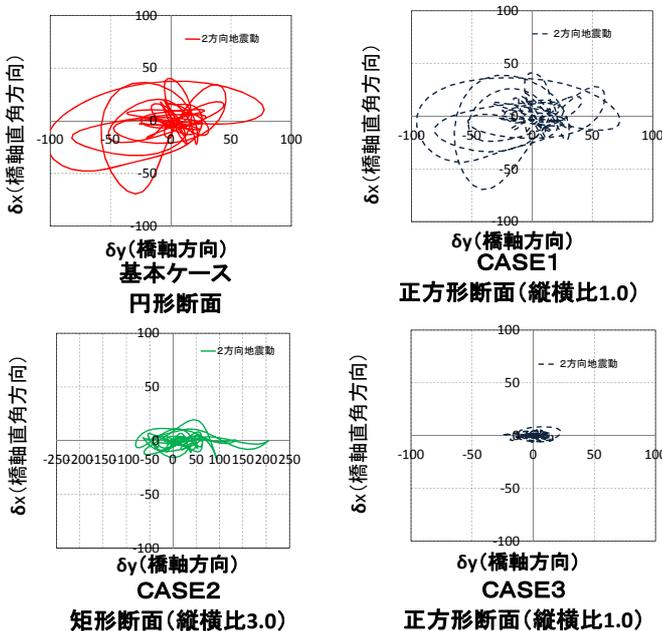


図-3 橋脚天端の応答変位の軌跡[JMA 神戸]  
(NS成分を橋軸方向とした場合)

表-2 最大応答加速度・最大応答変位の結果一覧

基本ケース	CASE1	CASE2	CASE3		
	矩形断面				
円形断面	縦横比 1.0 (正方形)	縦横比 3.0	縦横比 1.0 (正方形)		
断面形状図					
入力地震動	兵庫県南部地震 JMA神戸				
最大加速度 (gal)	619.2 (EW成分)				
	820.6 (NS成分)				
曲げ降伏耐力 My (kN・m)	x	28891	28771	55559	93762
	y			22439	46412
曲げ耐力 Mu (kN・m)	x	36256	36105	104304	105393
	y			36859	91822
最大応答加速度 (gal)	2方向載荷				
	x	943	872	1136	787
	y	1013	891	764	1303
最大応答変位 (mm)	2方向載荷				
	x	69	69	19	8
	y	103	95	205	25

4. まとめ

本稿では、異なる断面諸元に着目したRC橋脚に対する地震応答解析を行うことにより、今回の解析ケースにおいて基本ケースと比較し、以下の結果を得た。

- ・円形断面と等価等積な正方形断面の解析結果を比較すると、最大応答変位は、同程度であり、最大応答加速度は、正方形断面の方がやや小さくなる傾向を示した。
- ・円形断面と橋軸直角方向の耐力が大きくなる縦横比 3.0 の矩形断面の解析結果を比較すると、耐力が大きい橋軸直角方向は、最大応答変位が小さくなり最大応答加速度が大きくなった。橋軸方向は、最大応答変位が大きくなり最大応答加速度が小さくなる傾向を示した。
- ・円形断面とく体断面の耐力をあげた正方形断面の解析結果を比較すると、最大応答変位は、耐力をあげた方が小さくなるが、橋軸方向の最大応答加速度は大きくなる傾向を示した。

参考文献

1) 土木学会：阪神・淡路大震災調査報告 土木建造物の被害 第1章 橋梁, 1996.12  
 2) 土木学会：コンクリートライブラリー第114号：2003年に発生した地震によるコンクリート建造物の被害分析, 2004.11