

I-B 316

強震動を受ける橋脚の非線形地震応答特性

東京工業大学工学部 学生会員 ○堺 淳一

東京工業大学工学部 正会員 川島 一彦

東京工業大学工学部 正会員 武村 浩志

1. まえがき

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、高速道路をはじめとした多数の橋梁において倒壊や落橋という甚大な被害を及ぼした。地震後の詳細な調査により旧耐震基準で設計された橋脚に著しい被害が多かったことが報告されている。ここでは、旧耐震基準及び現耐震基準に基づいた鉄筋コンクリート橋脚の試設計を行い、これに対する非線形動的解析から橋脚の振動特性を検討した。

2. 解析対象とした橋脚

解析には、A地域のⅢ種地盤上にある1級の道路橋の中から、上部構造重量が橋軸方向には2409.3tf、直角方向には1749.0tfの橋脚を1基だけ取り出し、昭和39年鋼道路橋設計示方書、昭和55年道路橋示方書、平成2年道路橋示方書、平成7年兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様（以下、復旧仕様と呼ぶ）の4基準で試設計した橋脚を対象とした。以下、これらをそれぞれS39橋脚、S55橋脚、H2橋脚、H7橋脚と呼ぶ。表1に復旧仕様による地震時保有水平耐力法からみた解析対象橋脚の評価を示す。また、図1は橋軸直角方向における耐震基準の違いによる橋脚の変形性能の比較を示したものである。S39橋脚ではじん性と同時に水平耐力も低いこと、耐震設計にはきりとじん性が考慮されだしたH2橋脚から大きな変形を許す設計になっていることが分かる。橋軸方向も同様の傾向である。

3. 非線形動的解析結果

解析には兵庫県南部地震で記録された東神戸大橋の橋軸直角成分（地表）をさらに1.5倍した地震動を入力として用いた。1.5倍した理由は、同じⅢ種地盤であっても地盤の軟化のため地表での加速度が抑えられた東神戸大橋地点よりももう少し地盤条件が良好であれば、観測値よりさらに大きな加速度となった可能性もあることを考慮するためである。

図2に履歴曲線を、また表2に最大応答値を示す。これより、以下の点が指摘される。

- (1) S39橋脚では、橋軸方向にはせん断破壊が曲げ破壊に先行すると判定される。橋軸直角方向には16.5cmの応答変位が生じるが、これは終局変位の11.6cmを上回り、著しい損傷が生じることが予想される。
- (2) H7橋脚では、橋脚天端で、橋軸方向には10.4cm、橋軸直角方向には7.6cmの応答が生じる。これは、許容変位の10.2cm（橋軸方向）、16.4cm（橋軸直角方向）を一部上回るが、終局変位14.3cm（橋軸方向）、23.1cm（橋軸直角方向）に対しては余裕があり、じん性を向上させた効果ははっきりと表れている。同様のことは、H2橋脚についてもいえる。

4. まとめ

S39、S55、H2、H7の各橋脚を1.5×東神戸大橋のTR成分記録を入力として用いて非線形動的解析した結果、以下の結論が得られた。

- (1) H7橋脚、H2橋脚ともに、わずかに許容変位を越える場合があるが終局変位に対しては十分な余裕がある。
- (2) S55橋脚は、橋軸直角方向には終局変位を見込めば余裕があるが、橋軸方向には終局変位を見込んでも余裕がない。
- (3) S39橋脚は橋軸方向にはせん断耐力が小さく、曲げ破壊よりもせん断破壊が先行すると判定される。橋軸直角方向も曲げ耐力、じん性率ともに小さい。

表1 復旧仕様による地震時保有水平耐力法からみた解析対象橋脚の評価

		S39 橋脚		S55 橋脚		H2 橋脚		H7 橋脚	
		橋軸	直角	橋軸	直角	橋軸	直角	橋軸	直角
設計水平震度（震度法）		0.20		0.27		0.30		0.30	
断面寸法		3.0m×3.5m		3.5m×4.0m		3.5m×4.0m		3.5m×4.0m	
配筋	主鉄筋比（%）	1.21		1.25		1.36		1.36	
	帯鉄筋比（%）	0.22		0.32		0.64		1.03	
先行する破壊形態		せん断	曲げ	曲げ	曲げ	曲げ	曲げ	曲げ	曲げ
地震時保有水平耐力（tf）		772	459	1233	1133	1308	1202	1309	1203
許容塑性率		1.00	2.63	2.97	3.15	3.86	4.01	5.17	5.33
等価水平震度		1.50	0.73	0.61	0.65	0.52	0.56	0.44	0.48
慣性力（tf）		4263	1429	1628	1305	1395	1128	1178	968
安全性の照査結果		危険	危険	危険	危険	危険	安全	安全	安全

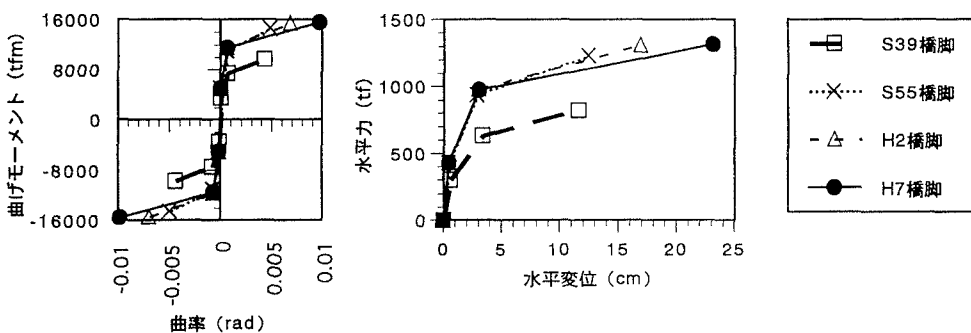


図1 準拠基準の違いによる橋脚の変形性能の比較（橋軸直角方向の場合）

表2 動的解析からみた解析対象橋脚の評価

		S39 橋脚		S55 橋脚		H2 橋脚		H7 橋脚	
		橋軸	直角	橋軸	直角	橋軸	直角	橋軸	直角
橋脚 天端	(1) 応答変位(cm)	-----	16.52	9.53	7.01	9.19	6.55	10.40	7.63
	(2) 許容変位(cm)	-----	8.88	5.61	9.28	7.54	12.29	10.20	16.44
	(1)/(2)	-----	1.86	1.70	0.76	1.22	0.53	1.02	0.46
	(3) 終局変位(cm)	-----	11.63	7.47	12.45	10.33	16.90	14.31	23.13
	(1)/(3)	-----	1.42	1.28	0.56	0.89	0.39	0.73	0.33
	(4) 残留変位(cm)	-----	3.21	2.37	1.15	2.37	0.98	2.55	1.12
橋脚 基部	(5) 曲げによる水平力(tf)	-----	938	1355	1124	1360	1131	1321	1107
	(6) 地震時保有水平耐力(tf)	-----	759	1233	1133	1308	1202	1309	1203
(5)/(6)		-----	1.24	1.10	0.99	1.04	0.94	1.01	0.92

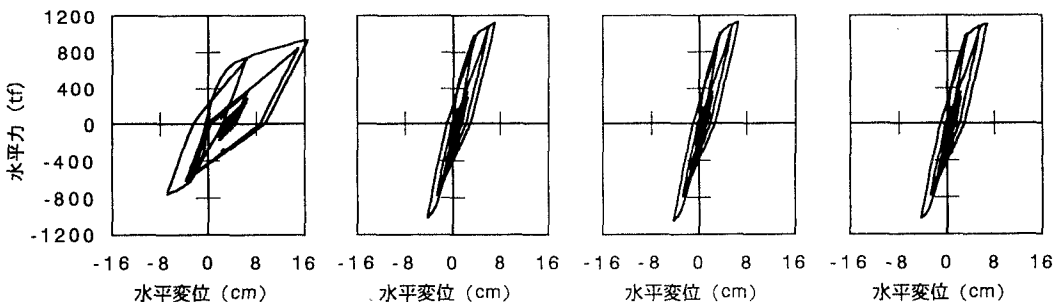


図2 動的解析結果（橋軸直角方向の場合）