

固有周期の変化に基づく鋼板巻き立て補強橋脚の損傷度評価実験

阪神高速道路(株) 正会員 ○小林 寛
(独) 土木研究所 正会員 運上 茂樹

1. 目的

筆者らは RC 単柱を用いた大型振動台実験を実施し、固有周期の変化に基づく応答塑性率の推定手法を提案した¹⁾。本手法は RC 部材の構成則に基づいているため、鋼板巻き立て補強を施した橋脚について同様に適用可能か確認するため、大型振動台実験により検証した。

2. 実験概要

実験は、鋼板巻き立て補強を施した RC 橋脚を模して製作した大型供試体を用い、兵庫県南部地震において JR 鷹取駅で観測された地震波²⁾を三方向に入力することにより行った。供試体は、断面寸法 600mm × 600mm、柱高さ 2500mm の RC 柱に 1.6mm の鋼板を巻き付け、下端でフーチングにアンカー定着したものである。柱上部には上部構造重量を模したウェイトを設置し、ウェイトの重心はフーチング上 3000mm になるよう調整した。RC 柱部は D10 鉄筋を一辺あたり 7 本配置し、D6 の帯鉄筋を 75mm ピッチで配置した。また、鋼板下端はフーチング上に 50mm の隙間を空け、一辺あたり M12 アンカーボルト 5 本で定着した。鉄筋の材質は SD295A、アンカーボルトおよび鋼板は SS400 を用いた。入力は JR 鷹取波を 3 次元入力し、実験供試体を実物のおよそ 1/4 の大きさであることから、実観測波の時間軸を 50 %に圧縮して用いた。損傷程度を制御するため、加速度振幅を 15 %、30 %、50%、70 %と漸増しながら 4 度加振を行った。

3. 実験結果

各加振終了後外観観察を行った結果、50%終了時にはアンカーボルトを固定するナットにゆるみが確認され、70%終了時に多くのアンカーボルトが変形し、一部は破断した(写真-1)。また、この時橋脚基部のコンクリートにも水平のひびわれが観察され、鋼板にも変形が生じた(写真-2)。

応答加速度を見ると鷹取波 15%～ 50%までは入力に応じて最大応答も大きくなるが、50%入力時と 70%入力時では最大応答に差が出ておらず、ひずみについて見ると、主鉄筋は鷹取波 30%入力時に降伏ひずみ(1965 μ m)を超え、アンカーボルトは鷹取波 50 %入力時に降伏ひずみを大きく超え、70%入力時にはアンカーボルトの破断により異常な信号が出ていることが分かった。



写真-1 アンカーボルトの破断(鷹取波 70%加振後)



写真-2 鋼板変形状況(鷹取波 70%加振後)

キーワード 振動台実験、鋼板巻き立て補強、固有周期、応答塑性率、損傷度推定

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3 阪神高速道路(株)情報システム管理室 TEL06-6252-8121

表-1 振動台実験結果一覧

	入力	固有周期[sec]		応答塑性率 推定値	降伏変位 [mm]	計測値	
		加振前	加振後			最大変位[mm]	応答塑性率
x方向	鷹取波15%	0.23	0.24	1.10	7.71	4.2	0.5
	鷹取波30%	0.24	0.30	1.67	7.71	10.6	1.4
	鷹取波50%	0.28	0.51	4.84	7.71	26.5	3.4
	鷹取波70%	0.39	0.64	7.56	7.71	70.2	9.1
y方向	鷹取波15%	0.26	0.28	1.23	7.71	2.8	0.4
	鷹取波30%	0.27	0.34	1.78	7.71	6.5	0.8
	鷹取波50%	0.30	0.51	4.00	7.71	25.0	3.2
	鷹取波70%	0.43	0.57	4.94	7.71	58.8	7.6

4. 応答塑性率の推定

実験から得られた平面 2 方向の固有周期，降伏変位，最大変位，応答塑性率の推定値および実測値の一覧を表-1 に示す．ここで応答塑性率の推定は文献¹⁾から次式によった．

$$\frac{T_r}{T_0} = \sqrt{\mu} \quad (1)$$

ここで，

T_r ：加振後固有周期(sec)

T_0 ：加振前固有周期(sec)

μ ：応答塑性率

なお，固有周期の選定方法は文献³⁾によったが，本実験は損傷を累加させているため， T_0 は最初の加振時のものを常に用いた．

表-1 中の応答塑性率計測値と推定値の比較を図-1 に示す．この図より，鋼板巻立て補強をした RC 橋脚においてもアンカーの破断しない程度までであれば精度良く応答塑性率を推定可能なことが分かる．ただしアンカーの破断が生じるような場合は，固有周期が頭打ちとなる傾向があり，応答塑性率を小さく推定する結果となった．

5. まとめ

鋼板巻き立て補強を施した橋脚についても無補強の RC 橋脚と同様に固有周期の変化から応答塑性率を推定することが可能であることがわかった．ただしアンカーの破断が生じるような場合は，応答塑性率を小さく推定する結果となった．

なお，本研究の一部は日本学術振興会の基盤研究(A)「都市インフラの地震被災診断システムの開発」(研究代表者:茨城大学横山功一教授)によるものである．

参考文献

- 1) 小林寛，運上茂樹，加納匠：加速度センサを用いた道路橋の地震時被災度判定手法の開発，土木学会地震工学論文集，第 28 巻，2005.8
- 2) Nakamura Y. "Waveform and its Analysis of the 1995 Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake, JR Earthquake Information." No.23c, RTRI, 1995.
- 3) 小林寛，運上茂樹，堺淳一：大地震を受ける橋脚の固有周期の変化に基づく応答塑性率推定アルゴリズムの構築，第 9 回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp85-88，2006.2

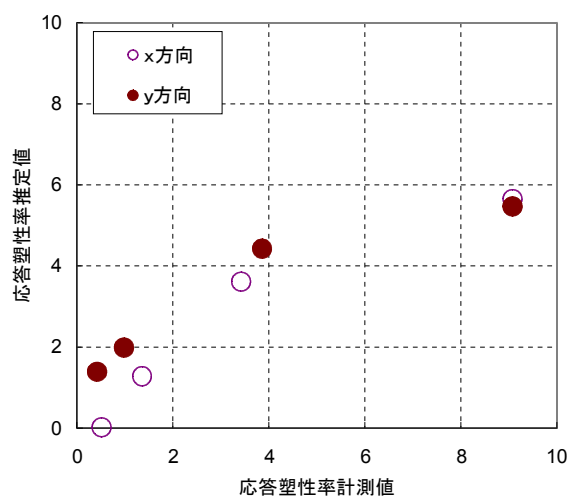


図-1 応答塑性率推定結果