

鋼製R付箱型断面橋脚の耐震性に関する実験について

福岡北九州高速道路公社 ○学生員 村山 隆之
 " 正員 吉崎 信之
 新日本製鐵(株) 正員 安波 博道
 (株)横河ブリッジ 正員 名取 暢
 (株)長 大 正員 辻 治生

1. はじめに

福岡北九州高速道路公社では、福岡都市高速1号線の愛宕～福重地区の鋼製橋脚は周辺環境に配慮し、景観上から柱コーナ一部に曲率を有する箱型断面(以下、R付断面と称す)を採用することとしている。

このR付断面は、従来の矩形断面と比較しじん性に優れていることが報告されている^{1) 2)}が、耐震性の観点より検討した事例は少なく、じん性の定量的な評価について十分に明らかにされているとは言えない。

このようなことから、鋼製R付断面柱の耐震設計を行う上での基礎的な資料を得ることを目的として、供試体による載荷実験を行い、その耐震性についての検討を行った。

2. モデル橋脚

福岡都市高速1号線110工区高架橋のIP378橋脚を実験モデルとし、図-1にその一般図を示す。

3. 実験供試体

実験に使用した供試体は、実橋脚を縮尺1/3.4にスケールダウンし、載荷時のねじれ防止や製作性を考慮したR付箱型断面2体と、矩形断面1体の計3体とした。

供試体の形状を図-2に示す。

また、実橋脚と供試体の各種パラメーター比較を表-1に示す。

表-1 供試体のパラメーター比較

	R付箱型断面柱		比較用矩形断面柱	
	モデル実橋脚	供試体	モデル実橋脚	供試体
断面積(cm ²)	2929 [*] 927 [*]	2929 [*] 927 [*]	2929 [*] 927 [*]	2929 [*] 927 [*]
断面二次モーメント(cm ⁴)	3418.8	288.1	3749.8	364.8
有効断面長(cm)	42118855	278292	48822911	277484
有効断面長(cm)	1888.8	818.2	1888.8	818.2
細長比 1/r	17.86	18.87	17.28	20.22
縦リブ R _v	8.474	8.488	8.474	8.478
横リブ板パネル R _h	8.279	8.494	8.398	8.388
縦リブ間隔比 η _v /η _h	2.88	4.32	3.12	4.49
縦リブパネル R _v	8.178	8.184	8.182	8.188
縦リブ間隔(cm)	1888	28	1888	23

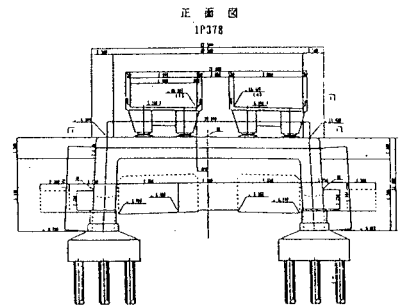


図-1 モデル実橋脚(IP378)の一般図

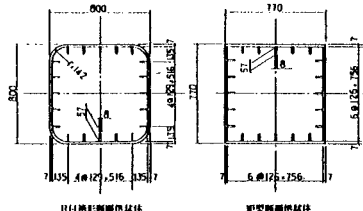
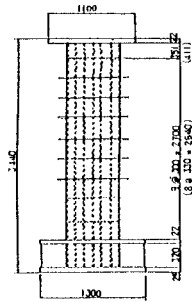


図-2 供試体の形状寸法

4. 実験方法

十分に剛な載荷フレーム内に供試体(静的載荷実験2体、ハイブリッド実験1体)を鉛直方向に設置し、下記要領で実験を行った。

4.1 準静的繰返し載荷実験

R付断面、矩形断面の供試体各々1体について、準静的繰返し載荷実験を行った。この実験は、供試体の下端が降伏する時の載荷点の変位をδyとし、以降交番載荷を±2δy、±3δy...というように漸次振幅を増加させ、水平力が降伏時の値より十分下がるまで載荷を行った。

なお、軸力については、柱基部の全断面降伏荷重の15%程度となるように設定した。

4.2 ハイブリット地震応答実験

R付断面の供試体1体についてハイブリット実験を行った。

入力地震波は、II種地盤の代表的な実地震記録として、兵庫県南部地震で観測されたJR西日本鷹取駅の記録を用いた。

5. 実験結果

5.1 準静的繰返し載荷実験

R付断面供試体は、変形量が $5\delta_y$ 時から柱基部の補剛板に局部座屈による変形が生じ始め、 $7\delta_y$ 時には補剛板全体が面外方向に変形する座屈波形を生じ、それとともに耐力の低下が生じた。曲率部の面外変形については、 $8\delta_y$ 時付近から顕著となり、ちょうちん座屈状の変形が生じた。

矩形断面供試体においても、変形量が $5\delta_y$ 時から柱基部の補剛板に局部座屈による変形が生じ始め、 $8\delta_y$ 時には補剛板全体の面外変形が進行するとともに、角部が直線性を失い面外方向に変形した。

P- δ 曲線の包絡線を図-3に示す。

これによると、水平荷重の $5\delta_y$ 近傍まで低下が認められない。また、最大水平荷重はR付断面で $H_{max}/Hy=1.7$ 、矩形で $H_{max}/Hy=1.65$ となっている。

従来の設計に基づく矩形断面を対象とした既存の実験結果^{3) 4) 5)}によると、最大耐力時の変形量は概ね $3\delta_y \sim 4\delta_y$ 程度であり、 H_{max}/Hy も $1.2 \sim 1.5$ 程度である。

このことから、今回の構造は十分なじん性を確保していることがわかった。

5.2 ハイブリット実験

地震時の残留変位(モデル実橋脚での変位に換算した値)は、 1.5mm と非常に小さな値であり、残留変位が地震後の復旧や供用の安全性に影響を及ぼすことはほとんどないと判断できる。

また、ハイブリット実験結果と時刻歴応答解析結果も応答変位のピークにおいて、若干の差異を生じているものの、位相遅れなどもなく、振動系の特性は十分再現できていると見なすことができた。

6. まとめ

R付断面の補剛板の幅厚比パラメータを、 $R_R \leq 0.4$ 、 $R_h \leq 0.5$ 、 $\gamma/\gamma^* \geq 3.0$ とした場合、最大耐力は1.7倍($H_{max}/Hy=1.7$)、水平変位は5倍程度($\delta_{max}/\delta_y=4.7$)を確保でき、十分なじん性を確保できることが分かった。

また、柱基部補剛板の変形性状は局部座屈後曲率部にも面外変形が生じ、全体座屈へと移行していくが、角部のぜい性的破断や急激な耐力低下は生じていない。

今後は、幅厚比パラメータを低減することによりR付断面の効果を弾塑性FEM解析等で確認する予定である。

参考文献

- 1) 渡辺、杉浦、森、鈴木：補剛R付き箱型断面短はり一柱の強度と変形性能、構造工学論文集、VOL.38 A、1992.3
- 2) 渡辺、杉浦、播本、長谷川：ダクティリティに基づく鋼製橋脚の有効な断面形状に関する実験的研究、構造工学論文集、VOL.38 A、1992.3
- 3) 西川、村越、上仙：鋼製橋脚供試体の繰返し載荷実験、橋梁と基礎、VOL.30、No.8、1996.8
- 4) 橋本、小林、安波、他：コンパクト断面橋脚の耐震性に関する検討、橋梁と基礎、VOL.30、No.8、1996.8
- 5) 田島、柄川、熊谷、岡本：矩形鋼製橋脚の繰返し載荷実験、土木学会第51回年次学術講演会概要集 第1部、1996.9

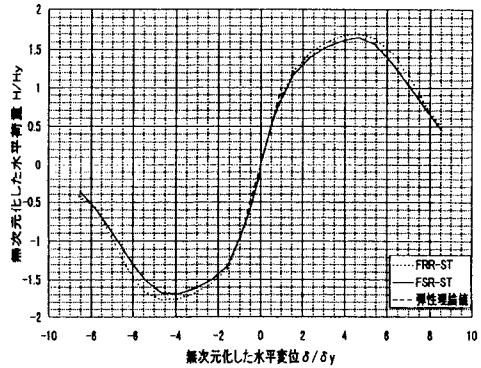


図-3 水平変位-水平荷重曲線の包絡線