

I-B 293

矩形鋼製橋脚の繰り返し載荷実験

首都高速道路公団 正会員○田嶋 仁志 三菱重工業（株）正会員 熊谷 洋司
首都高速道路公団 正会員 柄川 伸一 日本鋼管（株）正会員 岡本 隆

1. はじめに

1995年1月に発生した兵庫県南部沖地震により、鋼製橋脚にも損傷がみられた。本研究では、これらの損傷事例を考慮し、耐震性の向上を目指した鋼製橋脚に関する実験を行ったので、特に矩形橋脚について報告するものである。なお本実験は建設省土木研究所を始め、阪神公団、橋建協、鋼材倶楽部との共同研究の一環¹⁾として行われたもので、一部比較のためにそれらの実験結果も示している。

2. 実験概要

(1) 実験装置、方法

実験装置は、軸力(0.15Py)と水平力(橋脚に対しては、地震時曲げの発生)の2軸の載荷装置を用いた。載荷の方法は、供試体の基部が降伏する荷重Py、その時の変位を δy として、1 δy づつ増加する載荷を行った。

(2) 実験供試体

矩形橋脚の損傷は震災事例から推定すると、まず補剛板の局部座屈が始まり、さらに塑性化が進むと補剛板全体の座屈が発生する。さらに補剛板の面外変形が進むと角部の直線性が失われ最後には角割れが生ずる。これらのことから矩形橋脚の耐震性を高める手法として、

①補剛板の座屈特性を改善する。

具体的には、補剛板の幅厚比パラメーター R_f ²⁾等の改善を行う。補強としては、横リブの追加、縦リブ補強等が考えられる。本実験では横リブ追加の実験を行った。供試体は昭和48年の道示改定以前に作られ橋脚の断面等を考慮し、補剛材剛比 γ/γ_{req} が1以下(0.55)の低剛性タイプM1、それに対し1以上(1.16)の高剛性タイプM2の2体とした。なお比較のために低剛性で無補強タイプをM8とした。

②コンクリートを充填する。

①で選定した低剛性タイプにコンクリートを充填したタイプをM5、高剛性タイプをM6とした。

③角を補強する。

新設橋脚に採用できる案として、コーナを曲線にしたタイプM3、コーナ部の縦リブの剛度を上げたタイプM4の2体とした。各供試体の諸元を図-1に示す。

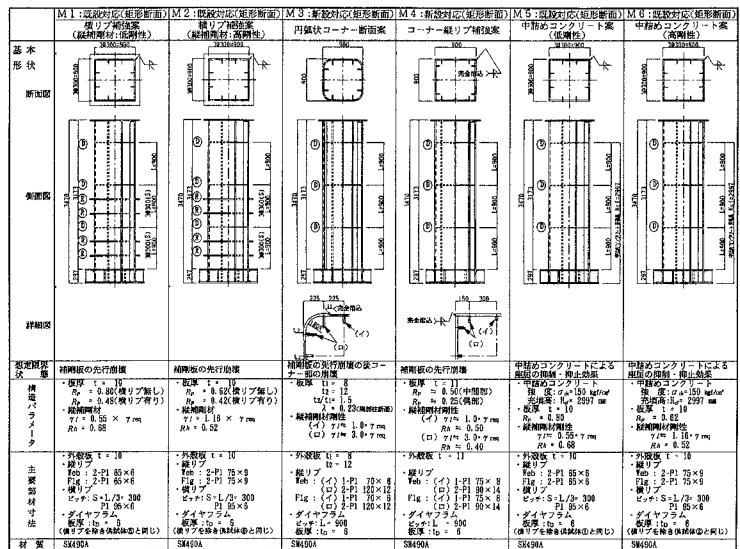
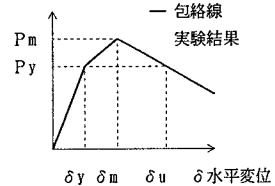


図-1 供試体一覧

P水平荷重

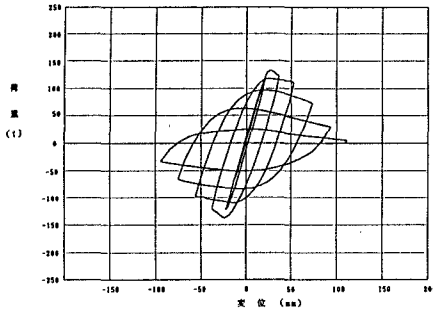
 δy δ_m δ_u δ 水平変位

試験体	補強方法	公称 σ_y (kgf/cm ²)	材料試験 σ_y (kgf/cm ²)	Z (cm ³)	P_y (t)	δ_y (mm)	P_m (t)	δ_u (mm)
M1	横リブ補強	3,200	3,455	11,100	96.5	14.5	132.6	60.6
M2	横リブ補強	3,200	3,630	11,555	106.3	16.4	138.2	70.7
M3	円弧コーナ	3,200	3,855	12,223	120.5	17.7	180.1	137.6
M4	角部縦リブ補強	3,200	3,380	14,818	101.8	16.4	157.0	90.5
M5	中詰めコン	3,200	3,580	11,100	99.6	9.9	201.2	145.9
M6	中詰めコン	3,200	3,610	11,555	105.7	11.3	194.8	165.2
M8	基本断面	3,200	3,586	11,100	96.2	19.1	106.0	34.0

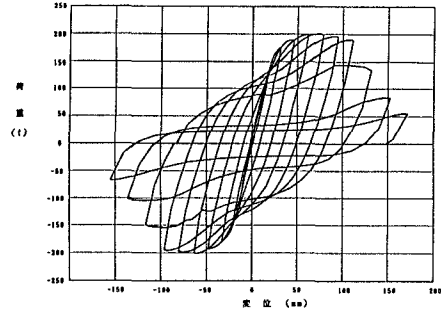
表-1 繰り返し載荷実験における包絡線の実験結果

3. 実験結果

各供試体の実験結果を表-1に示す。また供試体頭部にかかる水平荷重 P と変位 δ の関係（M1とM5の各ループ、各供試体の包絡線）を図-2、3に示す。既設補強に関しては、無補強の供試体M8と比較すると横リブ補強のM1、コンクリート充填のM5はいずれもじん性が向上し、耐力が上がっていることがわかる。しかしながら、M5はじん性は14 δ_y も確保されているが、降伏荷重に対して耐力が約2.0倍程度上がっている、M1は耐力の上がりは1.4倍程度で小さいがじん性は4 δ_y で小さい。新設橋脚に関して比較するとM3、M4共にじん性が向上していることがわかる、特にコーナーの曲線化は今後の構造としても有効であろう。



M1（横リブ補強：低靱性）



M5（コンクリート充填：低靱性）

図-2 繰り返し載荷実験における $P \sim \delta$ 曲線

4. 幅厚比パラメータ R_f と最大荷重時の塑性率 μ_m

首都高速道路公団の実験供試体も含めて5社共同研究のなかで行われている供試体の内幅厚比パラメータ R_f で表せる供試体の R_f と最大荷重時の塑性率 μ_m （ δ_m / δ_y ）の関係を図-4に示す。 R_f が小さいほど最大荷重時の塑性率 μ_m が大きくなることから、 μ_m を評価する指標として幅厚比パラメータ R_f が有効であることが推定できる。

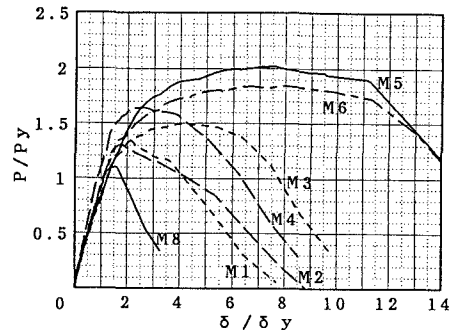
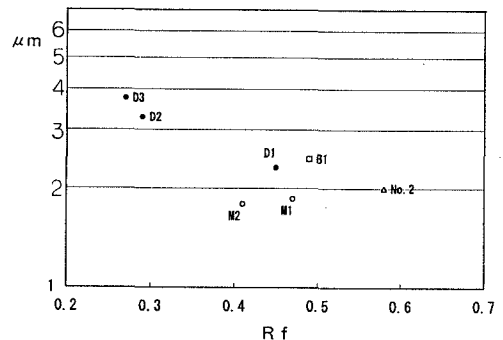


図-3 繰り返し載荷実験における各供試体の包絡線

試験体	補強方法	R_f	R_R	γ/γ_{req}	δ_m/δ_y
M1	横リブ補強	0.47	0.63	(0.55)	1.86
M2	横リブ補強	0.41	0.65	(1.16)	1.79
土研 No.2	基本断面	0.58	0.56	0.91	2.00
橋脚 B1	基本断面	0.49	0.59	1.43	2.45
鋼材 D1	基本断面	0.45	0.45	1.00	2.31
鋼材 D2	パラメータ制限	0.29	0.46	2.98	3.28
鋼材 D3	コンパクト断面	0.26	0.46	3.03	3.75

表-2 各種パラメータ（ R_f 、 R_R 、 γ/γ_{req} ）と最大荷重時の塑性率 μ_m
（ ）内は補強前の補剛材剛比

図-4 幅厚比パラメータ R_f と最大荷重時の塑性率 μ_m

5. あとがき

矩形鋼製橋脚の繰り返し載荷試験を行い耐震性が向上する対策として、既設においては、横リブ補強、コンクリート充填が有効であることを確認した。また、幅厚比パラメータ R_f で表せる橋脚に対しては、 R_f が小さいほど最大荷重時の塑性率 μ_m が大きくなることがわかった。今後その他のパラメーター（細長比 λ 、幅厚比 R_R 、補剛材剛比 γ/γ_{req} ）がどう橋脚の耐震性に影響を及ぼすか検討していきたい。

〔参考文献〕1)西川ら：鋼製橋脚の耐震補強に関する実験、土木学会 阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集 NO519/1-32, 115-125, 1995. 7
2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編