

I-B 282

繰り返し荷重を受ける箱断面鋼製橋脚の変形性能に関する実験的研究

川崎製鉄 正会員 末田 明 川崎製鉄 正会員 橋本 修身
 NKK 正会員 水谷 慎吾 住友金属工業 正会員 小林 洋一
 新日本製鐵 正会員 安波 博道 神戸製鋼所 正会員 中川 知和
 建設省土木研究所 正会員 西川 和廣

1. はじめに

兵庫県南部地震では鋼製橋脚が初めて大きな被害を受けた。薄肉多補剛板からなる鋼製橋脚の座屈耐荷力、変形性能には線形座屈理論に基づく幅厚比パラメータ(R_R , R_F)、補剛材剛比(γ/γ^*)、細長比パラメータ(λ)が影響を与えている¹⁾。ここでは実橋脚を想定した試験体に対して静的繰り返し載荷試験を行い、これらのパラメータが変形性能、靱性に与える影響を把握するとともに、鋼製橋脚のエネルギー吸収能力という観点から考察を行った。

2. 対象橋脚と供試体

載荷試験に用いる供試体は、図-1に示す上部構造、高さを有する橋脚(3径間連続橋、Ⅱ種地盤)を設計し、これを1/3にスケールダウンしたものとした。ただし、供試体の高さについては載荷試験装置の制約から1/4.21スケールとなっている。道路橋示方書²⁾に準じた基準供試体(D1)に対して、補剛材剛比を3倍とした供試体(D2)、ならびに橋脚の部材片数の削減によるコスト削減を狙って、断面を厚肉少補剛化したコンパクト供試体(D3)を製作した。供試体形状を図-2に、供試体諸元を表-1に示す。

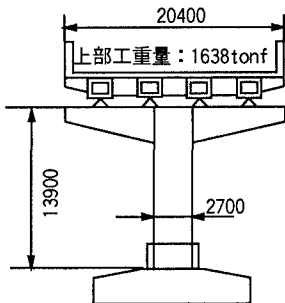


図-1 実橋脚

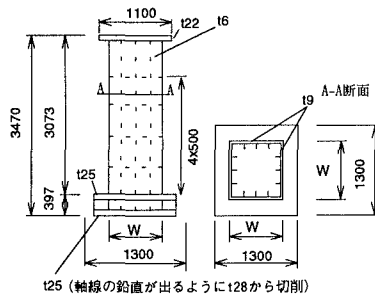


図-2 供試体形状

No.	断面	内容
D1		基準断面 W=900mm
D2		ハ・ラメータ制限 W=900mm
D3		コンパクト断面 W=750mm

表-1 供試体諸元

供試体	A cm ²	I cm ⁴	σ_y kgf/cm ²	γ/γ^*	R_R	R_F	λ	軸力 t	軸力比	材質	備考
D1 供試体	378.4	485825	3796	1.01	0.45	0.45	0.25	182	0.127	SM490A	基準断面
D2 供試体	436	547210	3949	3.00	0.46	0.27	0.26	182	0.106	SM490A	ハ・ラメータ制限
D3 供試体	419	360696	3709	3.05	0.46	0.27	0.30	182	0.117	SM490A	ハ・ラメータ制限 +コンパクト化
土研 No.2	378.4	480480	3860	0.91	0.56	0.58	0.26	182	0.126	SM490A	土研基準断面

3. 実験概要

載荷試験は図-3に示す載荷試験装置を用い、図-4に示す載荷ステップで変位制御漸増繰り返し載荷($n=1$)を行った。

4. 実験結果

載荷試験結果を表-2に、各供試体の水平荷重-変位の関係を図-5に示す。現行の道路橋示方書に従って設計を行ったD1供試体は、補剛材を節とするハ・初めの局部座屈が明瞭に確認できない

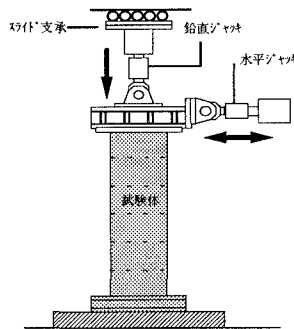


図-3 載荷試験装置

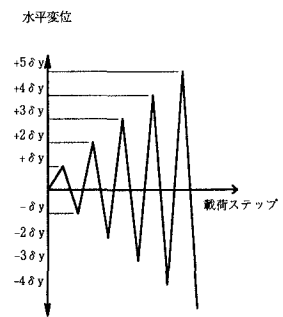


図-4 載荷方法

うちに圧縮側補剛パネルの全体座屈と、補剛材の横倒れ座屈が同時に生じ、耐荷力が低下した。一方、補剛板の剛度を基準供試体の3倍としたD2、D3供試体は、補剛材間でパネルが局部座屈した後も耐荷力は上昇し、その後補剛材が横倒れ座屈をおこし、補剛パネル全体が座屈した時点で耐荷力が低下した。

水平荷重－変位の包絡線を、同規模の供試体を用いた既往の実験結果³⁾とともに図-6に示す。この結果から、幅厚比パラメータ(R_R)を小さくかつ補剛材剛比(γ/γ^*)を大きく(最大値:3)する事により最大耐荷力時の変形量(靱性)が向上し、耐荷力の劣化も小さいことが確認された。さらに、断面寸法をコンパクト化したD3供試体の変形挙動は、細長比が幾分か大きいにもかかわらず、幅厚比パラメータ、補剛材剛比が同等のD2供試体と同一になることが明らかになった。

図-7に各供試体の1サイクルあたりのヒステリシスループ面積すなわちエネルギー吸収量を示す。鋼製橋脚のエネルギー吸収量は最大耐荷力以降も増加し続け、降伏耐荷力程度まで耐荷力が劣化したあたりで最大となることがわかる。

表-2 載荷試験結果

供試体	P_y tf	P_{y0} tf	P_u tf	δ_y mm	δ_m mm	δ_{lim} mm	δ_u mm	P_u/P_y	P_u/P_{y0}	δ_m/δ_y	δ_{lim}/δ_y	δ_u/δ_y
D1供試体	107	123	150	16	37	48	63	1.40	1.22	2.31	3.00	3.94
D2供試体	130	145	182	18	59	70	98	1.40	1.26	3.28	3.89	5.44
D3供試体	95	108	136	20	75	80	110	1.43	1.26	3.75	4.00	5.5
土研No.2	106	120	156	19	38	42	65	1.50	1.30	2.00	2.21	3.42

δ_{lim} : 耐荷力が急激に低下する直前の変位

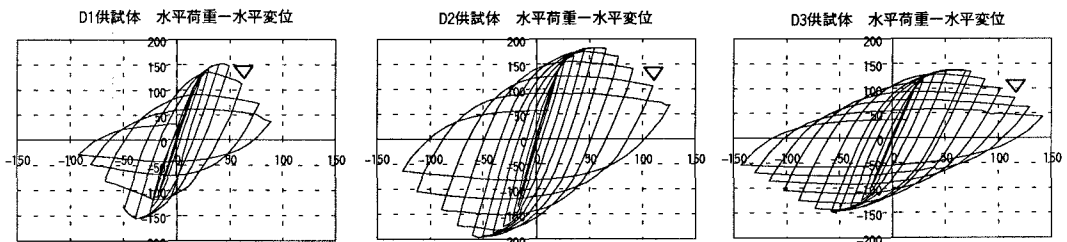


図-5 水平荷重－変位の関係(▽:エネルギー吸収最大)

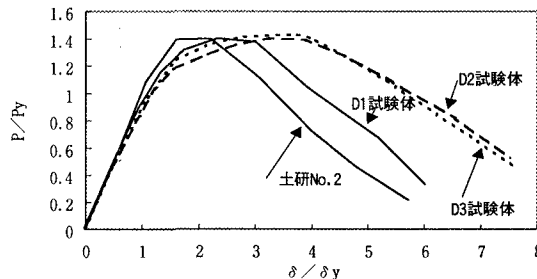


図-6 水平荷重－変位関係(包絡線)

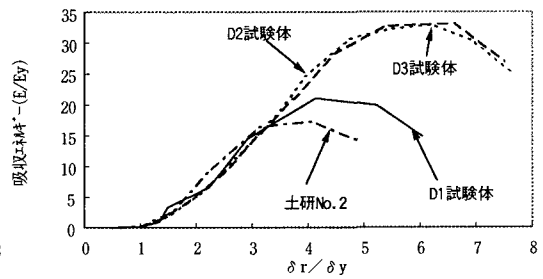


図-7 エネルギー吸収量

5. 結論

箱断面鋼製橋脚の変形性能に関し、線形座屈理論に基づくパラメータの影響を静的繰り返し載荷試験により調査した。パラメータの制限を行い変形性能を向上させることにより、箱断面鋼製橋脚のエネルギー吸収能力を向上させる事ができる。なお本実験は、建設省土木研究所、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、(社)日本橋梁建設協会および(社)鋼材倶楽部の5機関で実施している鋼製橋脚の耐震性に関する共同研究の一環として実施されたものである。

【参考文献】

- 1) 鈴木、宇佐美: 繰り返し荷重下における鋼製橋脚モデルの強度と変形能の推定式に関する研究、土木学会論文集 No. 519/I-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
- 3) 西川、山本、上仙、安波、名取: 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/ 583-590, 1996. 1