

テーパー鋼板を用いた橋脚の繰返し載荷実験

愛知工業大学 学生会員 ○新木崇功 川鉄橋梁鉄構 正会員 熊野拓志

愛知工業大学 学生会員 谷口貴司 愛知工業大学 正会員 青木徹彦

愛知工業大学 正会員 鈴木森晶

1. はじめに

地震時に橋脚にかかる水平力により発生する曲げモーメント力は、橋脚基部に近づくにつれて大きくなる。また応力分布も曲げモーメント力に比例するため、橋脚上部では応力に余裕がありほとんど塑性変形を生じない。そのため、一定板敦橋脚では力学的に合理的な橋脚とは言えない。そこで橋脚基部に曲げモーメントの分布に応じたテーパー鋼材を使用することで、応力分布を一定にすることができ、それにより塑性域を拡大し、局部座屈の発生を抑制することが期待できる。また橋脚上部では応力に余裕があることから、板厚の薄い鋼材を使用することにより経済的にすることができる。本研究ではテーパー部分での応力分布が一定となるように設計された供試体(TP-A)と、テーパー部分の中間部分の板厚を少し減じ、応力勾配が変化しても常にテーパー部中央で応力が過大となる供試体(TP-B)の2種類を用い、繰返し載荷実験を行い、耐震性能に優れた鋼製橋脚の検討を行う。

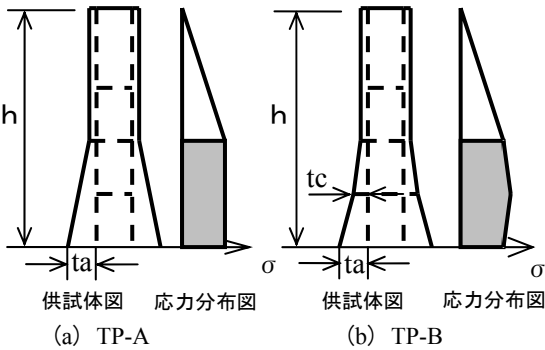


図-1 供試体図と水平力による応力分布図

2. 実験計画および方法

本研究で使用した供試体はいずれも、断面の各辺にリブ(72×12mm)を3本配置した600×600mmの正方形断面であり、TP-Aを2体、TP-Bを3体の計5体を用いて実験を行う。供試体概要を図-1、図-2に、供試体諸元を表1に示す。載荷装置概要図を図-3に示す。供試体を反力床に固定し、供試体の上に鉛直荷重載荷用の載荷梁を設置する。水平荷重と鉛直荷重の反力は、それぞれ反力トラスと反力床で受け持たせる。アクチュエータの両端はピン構造になっており、供試体の大変形にも対応できる。上部工重量を想定した一定鉛直荷重Pは、載荷梁の両端に2000kNアクチュエータを1基ずつ設置し、鉛直方向下向きに一定載荷する。水平荷重Hは4400kNアクチュエータ1基を用いて、地震時の上部工重量の慣性力を想定した漸増繰返し載荷を行う。実験は水平荷重Hが最大水平荷重H_{max}に達した後、最大水平荷重H_{max}の7割程度まで低下した時点で終了とする。

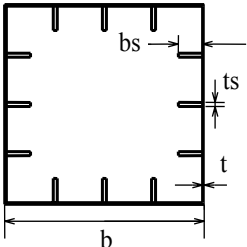


図-2 テーパー部以外の断面

表-1 供試体の各寸法

		TP-A1	TP-A2	TP-B1	TP-B2	TP-B3
基部での板厚	ta (mm)	8.4				
基部から600mmでの板厚	tc (mm)	6.5		5.5		
テーパー部以外の板厚	t (mm)	4.5				
供試体有効高さ	h (mm)	2780	3000	2780	3000	3340
幅厚比パラメータ	R _F	0.27		0.27		
幅厚比パラメータ	R _R	0.42		0.44		
単位高さ当たりの鋼重	(kgf)	0.188	0.187	0.182	0.181	0.179
細長比パラメータ	λ	0.36	0.39	0.36	0.39	0.43

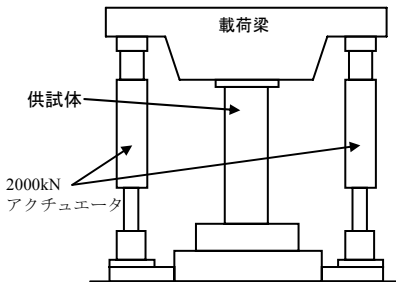


図-3 載荷装置概要図

3. 比較供試体の諸元

テーパー橋脚の耐震性能を比較するため、類似の寸法の等厚板を使用した橋脚モデルの実験結果を利用する。供試体は、鋼種 SM490 で一辺 600mm、供試体高さ 3000mm、各辺に板厚 6mm または 8mm のリブを3本用いた、補剛箱型断面2体である。細長比パラメータλはそれぞれ0.26, 0.33である。(以後、板厚の違いによりBX-T8, BX-T6と称す。)

表-2 実験結果

供試名	最大荷重 (kN)	塑性率 (μ ₉₀)	AE × 10 ⁴ (kN・mm)	W (tf)
TP-A1	809	4	93	0.56
TP-A2	718	3.1	49	0.56
TP-B1	767	3	67	0.55
TP-B2	683	3	59	0.54
TP-B3	588	3	50	0.54
BX-T8	937	4.8	121	0.68
BX-T6	590	2.8	43	0.58

AE：累積エネルギー吸収量 W：3000mm当たりの鋼重

キーワード テーパー鋼板、鋼製橋脚、繰返し載荷、耐震性能

連絡先：〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 TEL：0565-48-8121、FAX：0565-48-0030

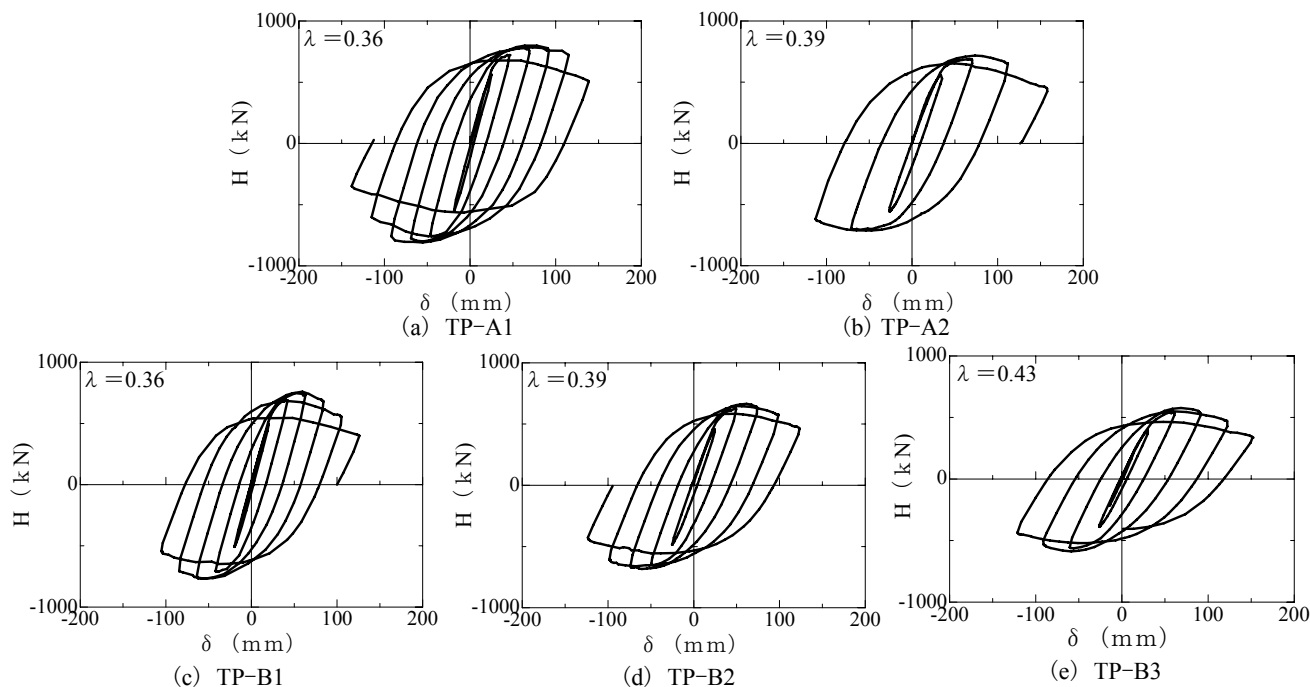


図-4 水平荷重 - 水平変位履歴曲線

4. 実験結果

本実験より得られた結果と BX タイプの結果を表-2 に、水平荷重－水平変位履歴曲線を図-4 に示す。繰り返し載荷実験で得られた履歴曲線を降伏水平荷重 H_y 、降伏変位 δ_y で無次元化し包絡線を求め、図-5 に示す。テーパ供試体は一定板厚供試体とほぼ同等であることがわかる。

最大水平荷重 90% に対する水平変位を降伏水平変位 δ_y で除した値を塑性率 μ_{90} とし図-6 に示す。

横軸は鋼重を BX-T6 の鋼重で除した値を示した。まず、テーパ供試体は TP-A1 の塑性率が他より約 30% 高い値を示した。また、TP-A2 と TP-B3 は最大荷重付近で基部から高さ 900mm 付近で角部に亀裂が生じ荷重が低下したため、変形能が向上しなかった。

図-7 に累積エネルギー吸収量 AE を示す。横軸は載荷サイクル数である。テーパ供試体では TP-A の方が TP-B より約 28% 優れている。また、BX タイプと比べ、BX-T6 より TP-A が 48%、TP-B が 27% 優れている。

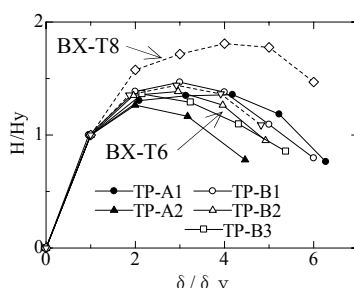


図-5 包絡線

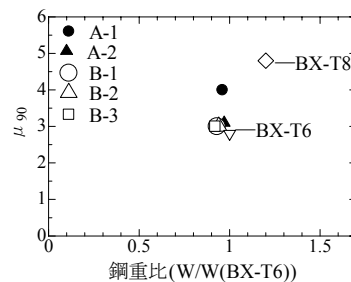


図-6 鋼重比と塑性率の関係

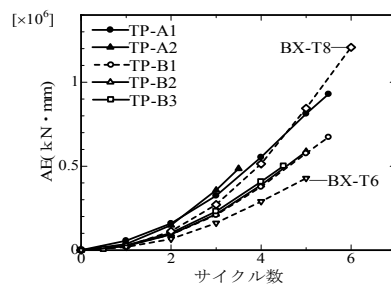


図-7 累積エネルギー吸収量

5. 結論

本研究では 2 種類のテーパ鋼板を用いた鋼製橋脚の繰り返し載荷実験を行い、一定板厚鋼製橋脚と比較することで耐震性能を調べた。テーパ供試体は、ほぼ同じ鋼重を有する BX-T6 と比べて塑性率、累積エネルギー吸収量ともに優れていることから、テーパを用いると耐震性能が向上するといえる。また、BX-T8 は重量が 24~30% 大きく、テーパ供試体をこの重量にすれば、耐震性能は格段に向上することが予想される。

参考文献

- 1) 塚本芳正他：テーパ鋼板を有する鋼製橋脚の強度と変形性能に関する研究，平成 14 年度全国大会第 57 回年次学術講演会，I-027，2002 年 9 月。
- 2) 酒造敏廣，川田真也：部分テーパ付きはり一柱の弾塑性履歴性状に関する基礎的，土木学会論文集，No647/I-51，pp. 331-342，2000 年 4 月。