

京都大学工学部 正員 渡辺英一
京都大学大学院 学生員 杉原直樹

阪神高速道路公団 正員 北沢正彦
京都大学大学院 学生員 ○奥野雅弘

1. はじめに

京大土木では、過去3年にわたって鋼箱断面柱の繰返し荷重に対する耐荷性状に関する実験を行ってきた。初年度は、前段階として軸方向の繰返し圧縮、引張試験を行った。2年目はその実験を基礎にして、圧壊荷重の20%の軸力下で繰返し曲げを受ける橋脚モデルの実験を行った。そして3年目の昨年は、一昨年の研究により、軸力が繰返し曲げ強度に与える影響が極めて大きい事が判明したので、軸力に関する更に詳細な検討をする必要が生じたことと、本来基本的なものであるにもかかわらず、持続曲げ載荷による耐荷力実験が行われてないこと等を考えて次のような形式で実験を行った。載荷形式は持続曲げ載荷と繰返し曲げ載荷で、軸力Phを与える供試体については圧壊荷重Psqの10%を載荷する。

2. 実験装置および供試体

実験装置および供試体は、一昨年と同じものを用いる。つまり、載荷装置には図-1に示すものを使用し、制御用、測定データ記録用の2台のマイクロコンピュータを用いることによって、より迅速かつ精密な実験を行った。一方、供試体は図-2に示した鋼箱断面のものを用いた。これは供試体の各板を連続アルゴン溶接し、供試体の両端と実験装置の梁柱の非破壊部分は高力ボルトで締めつけることによって接合する。また供試体は、表-1の通りA, B, Cの3つのタイプに分け、載荷形式によって表-2のように供試体に名前をつけた。

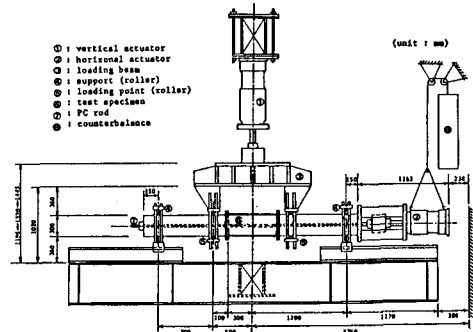


図-1 載荷装置

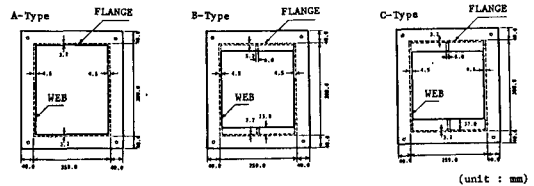


図-2 供試体断面

3. 実験結果および考察

図-3は軸力と曲げモーメントの相関関係を表す図で、横軸に各サイクルの最大作用モーメントを初期降伏モーメントで無次元化したものを、縦軸に軸力を圧壊荷重で無次元化したものをとっている。また、軸力と最大耐荷力および曲率の関係を表-3にまとめている。この表は最大耐荷力Pmaxを初期降伏荷重Pyで無次元化したものと、その最大耐荷力に達したときの曲率φを降伏曲率φyで無次元化したものを記している。

表-1 供試体の断面諸量および座屈パラメータ

$$\bar{\lambda} : \text{一般化細長比} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \frac{l}{r}$$

$$R : \text{一般化幅厚比} = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k}$$

Specimen	A(cm ²)	I _y (cm ⁴)	r(cm)	$\bar{\lambda}$	α		R			δ	γ/γ^*
					Flange	Web	Flange	Web	Stiffnr.		
A Type	43.0	5548.8	11.4	0.057	2.4	2.0	1.4	1.2	—	—	—
B Type	45.8	6055.2	11.5	0.056	2.4	2.0	0.7	1.2	0.21	0.17	1.0
C Type	47.4	6284.7	11.5	0.056	2.4	2.0	0.7	1.2	0.33	0.28	3.0

A : 断面積

I_y : 断面二次モーメント

r : 断面二次半径

α : 縦横比

δ : 補剛材の板に対する断面積比

γ^* : 基準剛度

最大耐荷力 P_{max} に関してこの表からいえることは、軸力が存在しないときを基準にしたとき、圧縮荷重の10%の軸力を載荷したときは、A、Bタイプともに約7%、20%の軸力を載荷したときは、Aタイプでは約19%、Bタイプでは約10%の減少がみられることである。しかし、Cタイプでは軸力と最大耐荷力の間にはA、Bタイプほどの相関関係は見られない。次に、最大耐荷力に達したときの曲率 ϕ であるが、A、B、Cタイプともに軸力の存在しないときに比べると、圧縮荷重の10%の軸力を載荷したときは、60~70%、20%の軸力を載荷したときは、35~40%になっている。

図-4 はひずみ計測より求められた曲げモーメント曲率関係図である。横軸に降伏曲率 ϕ_y で無次元化した曲率 ϕ 、縦軸に初期降伏モーメント M_y で無次元化した曲げモーメント M をとっている。この図より、まずフランジが降伏しウェブに支持される形で耐荷力は上昇するが、やがてウェブに負担がかかり降伏する。さらに荷重がかかると、ウェブの耐荷力が激減し、全体の耐荷力が減少することがわかる。

図-5 は昨年の実験に用いたCタイプの供試体の9サイクル後の残留面外たわみを示す。

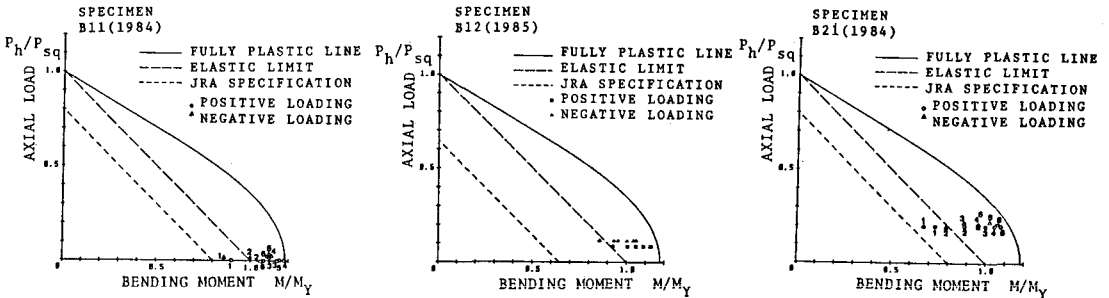


図-3 軸力と曲げモーメントの相関関係

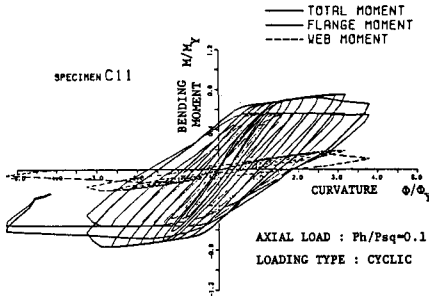


図-4 曲げモーメント曲率関係

表-2 供試体の名称

LOADING 補剛方法	$P_h=0$ (non-cyclic)	$P_h=0, 1P_{sq}$ (non-cyclic)	$P_h=0, 1P_{sq}$ (cyclic)
A type (無補剛)	A01	A10	A11 A12
B type	B01	B10	B11 B12
C type	C01	C10	C11 C12

表-3 軸力と最大耐荷力および曲率

供試体	軸力 P_h/P_{sq}	最大耐荷力 P_{max}/P_y	曲率 ϕ/ϕ_y
A type	0.0	0.963	2.2~2.7
	0.1	0.897	1.7~1.9
	0.2	0.782	0.6~1.4
B type	0.0	1.168	3.7~4.4
	0.1	1.089	2.3~3.7
	0.2	1.053	1.1~2.1
C type	0.0	1.221	3.7~5.8
	0.1	1.068	2.9~3.1
	0.2	1.201	1.4~2.0

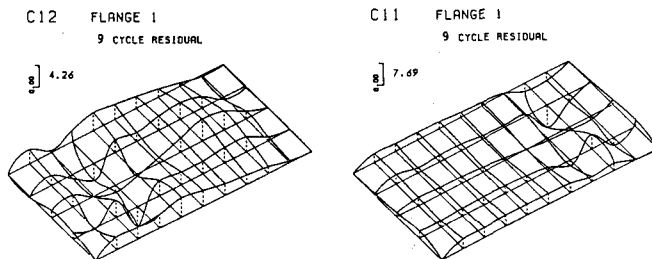


図-5 残留面外たわみ波形