

大阪市立大学工学部 学生員 阪野雅則
大阪市立大学工学部 正 員 酒造敏廣
大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
大阪市立大学工学部 正 員 中井 博

1. まえがき 鋼製ラーメン橋脚の柱部材などには、縦補剛材を有する大型の薄肉箱形断面が採用される機会が多い。しかしながら、これまでのところ、この種の箱形断面柱の局部座屈挙動に関しては、十分に明らかにされていない点が多い。本研究では、まず、この種の薄肉箱形からなる短柱の中心圧縮および偏心圧縮実験を実施する。そして、その構成補剛板パネルの非線形挙動を明らかにし薄肉箱形短柱の終局強度特性を把握するとともに、今後、この種の断面からなる構造部材の合理的な設計法を推進する上に必要な基礎データを得ることを目的とする。

2. 実験概要 実験供試体の形状、寸法を図-1、2に示す。寸法諸元および各種座屈パラメータは、鋼製ラーメン橋脚の実績調査などに基づいて決定した。供試体計8体(4種類)の実測寸法および幅厚比パラメータRを表-1に示す。弾性線形挙動を呈する低荷重段階においては、表-2に示すような垂直応力分布が再現できるように、圧縮力Pの作用線の位置を中立軸からeだけ偏心させた(中心圧縮の場合はe=0)。供試体の両端に剛な載荷板を取付け、試作の単純支持治具を通じて、圧縮力Pを作用させた。(図-3参照)

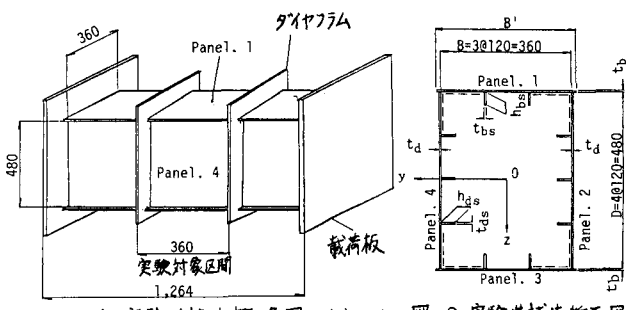


図-1 実験供試体概略図 (単位mm) 図-2 実験供試体断面図

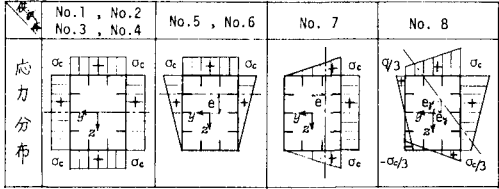
表-1 供試体の実測寸法および幅厚比パラメータR

供試体	断面寸法、 パラメータ	Panel. 1, 3				Panel. 2, 4			
		t _b (mm)	t _{bs} (mm)	t _{bs} (mm)	R	t _d (mm)	t _{ds} (mm)	t _{ds} (mm)	R
中心 圧縮	No.1(20-20)	5.85	34.3	5.87	0.407	5.92	34.4	5.89	0.403
	No.2(37.5-37.5)	3.16	25.3	3.16	0.761	3.16	24.9	3.16	0.761
	No.3(20-37.5)	5.93	34.2	5.87	0.402	3.18	24.7	3.16	0.758
	No.4(37.5-20)	3.15	24.7	3.10	0.766	5.93	34.3	5.86	0.403
偏心 圧縮	No.5(20-20)	5.88	34.6	5.90	0.405	5.92	34.2	5.86	0.403
	No.6(37.5-37.5)	3.13	24.8	3.13	0.772	3.17	24.8	3.14	0.761
	No.7(37.5-37.5)	3.20	24.4	3.15	0.754	3.15	24.4	3.15	0.766
	No.8(37.5-37.5)	3.15	24.6	3.14	0.766	3.16	25.1	3.16	0.765

Panel. 2, 4 の幅厚比
Panel. 1, 3 の幅厚比 $R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{t} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k}} \quad (k=0.4)$
 $t = 3.2 \text{ mm} : \sigma_y = 30.9 \text{ (kg/mm}^2\text{)}, \quad t = 5.0 \text{ mm} : \sigma_y = 30.1 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$

3. 実験結果と考察 (i) 断面の崩壊状況 表-3に、終局荷重付近における供試体中央断面の変形モードを示す。幅厚比の等しい補剛板パネルからなる中心圧縮実験用供試体No.1, No.2では、すべての補剛板パネルが外側に変形し、中心圧縮実験用供試体No.3, No.4では、幅厚比の大きい補剛板パネルは箱形断面の外側に、幅厚比の小さい補剛板パネルは内側に変形した。偏心圧縮実験では、すべての供試体において大きい圧縮応力を受ける補剛板パネルはいずれも断面の外側に変形した。

表-2 弾性線形解析に基づく供試体の圧縮応力分布



(注) --- : 圧縮力Pの作用線, 圧縮: 正

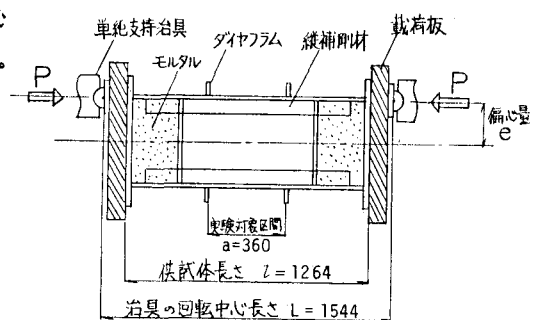


図-3 載荷方法 (単位mm)

(ii) 荷重-たわみ関係 図-4に、荷重 P と中央断面の補剛板パネル中央のたわみの関係を示す。この図よりわかるように、中心圧縮実験では、幅厚比の小さい補剛板パネルは終局荷重付近で弾塑性分岐座屈的な挙動を示し、幅厚比の大きい補剛板パネルは比較的小さい荷重段階で座屈を起し、その後は後座屈領域に入る挙動を示している。

(iii) 終局強度 図-5に、軸方向圧縮力 P_u と曲げモーメント M_u の相關図を示す。ここで、 P_u ：終局耐荷力、 M_u ：終局曲げモーメント($M_u = P_u \cdot e$)、 P_c ：全断面降伏荷重($P_c = \sigma_y \times$ 断面積)、 M_{cy} ：曲げモーメントのみを作用させた場合の初期降伏モーメントである。この図より、初期降伏ライン(梁理論)からの終局強度の低下量は、中心圧縮実験では大きいが、偏心圧縮実験ではほとんどないことがわかる。さらに同図には、道路橋示方書による終局強度に関する相關曲線をも図示する。

(iv) 実安全率 図-6に、実安全率 $\nu^* = 1.7 \times P_u / P_c$ 、 P_c^* ：道路橋示方書により算定した終局耐荷力と無次元偏心量 e/r (r ：断面2次半径)の関係を示す。この図からわかるように、中心圧縮実験において、構成補剛板パネルの幅厚比の異なる供試体No.3, No.4の実安全率は、幅厚比の等しい供試体No.1, No.2よりも大きくなっている。これは、同示方書の規定では、圧縮強度の最も低い補剛板パネルの強度で箱形断面全体の耐荷力が決定されるためである。偏心圧縮実験では、実安全率はすべての供試体で2.0以上となった。さらに、 e/r が大きくなるにつれて、 ν^* も大きくなる傾向が認められる。このように、箱形断面柱の設計においては、道路橋示方書のような許容応力度設計法にかわり、終局強度に基づいた新しい設計法を用いることにより、より経済的で合理的な設計が可能となることが推測できる。

参考文献 ①道路橋示方書, S55.2 ②中井他：土木学会関西支部, S56.5, I-43 ③中井他：土木学会関西支部, S58.5, I-42 ④中井他：土木学会関西支部, S58.5, I-43

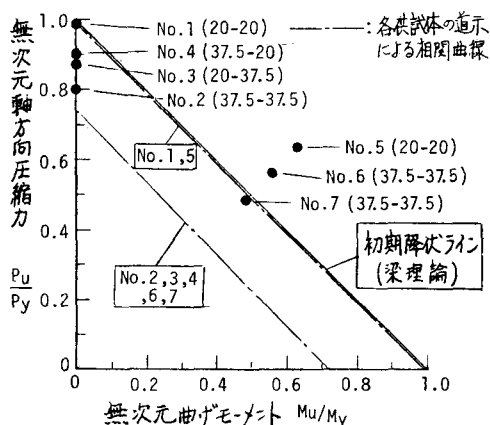


図-5 軸力と曲げモーメントの相關図

表-3 崩壊荷重付近における供試体の中央断面の変形モード

中心圧縮	(a) No.1 (20-20)	(b) No.2 (37.5-37.5)	(c) No.3 (20-37.5)	(d) No.4 (37.5-20)
偏心圧縮	(e) No.5 (20-20)	(f) No.6 (37.5-37.5)	(g) No.7 (37.5-37.5)	(h) No.8 (37.5-37.5)

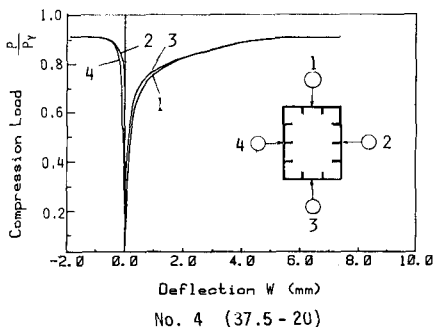


図-4 供試体中央断面における荷重(P)-たわみ(W)曲線

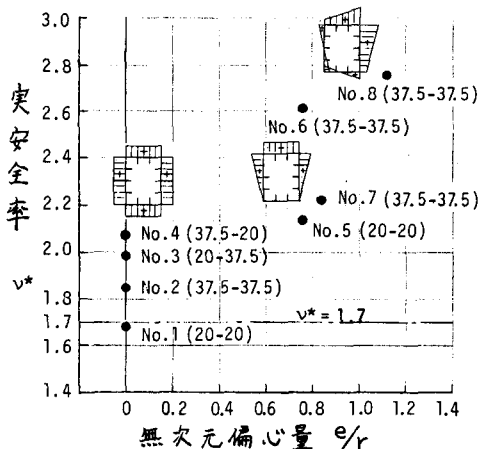


図-6 実安全率と偏心量の関係