

I-PS 6

鋼製ラーメン隅角部の履歴特性に関する実験

大阪大学大学院 学生員 黄 元燮

大阪大学大学院 学生員 西野滋博

大阪大学工学部 正 員 西村宜男

1. まえがき 限界状態設計法の導入の際、地震動などによる厳しい荷重条件での構造物の安全性評価の必要性が認められている。本研究では、最近、都市高速道路の橋脚構造として多用されている箱型鋼製ラーメン隅角部の挙動特性を調べるために、圧縮・引張の両振り繰り返し载荷を受ける縮尺模型実験より隅角部の履歴特性について考察を行った。

2. 実験概要 供試体は Fig.1 および Table 1 に示すようにはり・柱部材が直角に交差する8体のL型隅角部模型である。BL-11, 12 は幅厚比の異なる場合の比較検討のため、フランジの幅厚比(B/t_f)を約 30, 40 としたモデルであり、BL-13 では $B/t_f=30$ のままはり・柱のウェブ高さを変化させた。また、BLR-25 および BLR-50 の2つのモデルははり・柱の交差する内側ウェブに半径 25, 50mm の曲率Rを付けたものである。

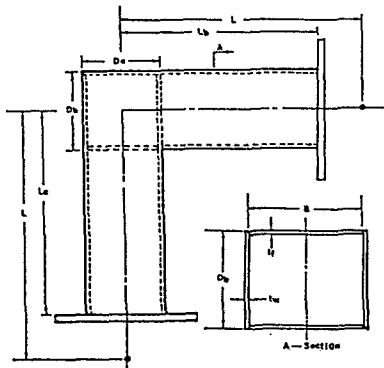


Fig.1. Details of test specimens

Table 1. Dimensions of test specimens

Specimen	B (mm)	t_f (mm)	D_c (mm)	D_b (mm)	t (mm)	$L_{1/2}$ (mm)	L (mm)	B/t_f	D_c/D_b	R
BL-11M	270	8.8	210	210	5.8	668	900	31.8	1.00	0.721
BL-11C	270	8.8	210	210	5.5	668	900	31.8	1.00	0.721
BL-12M	330	8.7	280	280	5.8	868	1100	37.9	1.00	0.859
BL-12C	330	8.8	280	280	5.8	868	1100	37.5	1.00	0.849
BL-13M	270	8.8	280	210	5.8	668	900	30.7	1.33	0.898
BL-13C	270	8.7	280	210	5.8	668	900	31.0	1.33	0.703
BLR-25	270	8.8	210	210	5.5	668	900	30.7	1.00	0.696
BLR-50	270	8.8	210	210	5.5	668	900	30.7	1.00	0.696

载荷装置および計測装置を Fig.2 に示す。支承間変位はジャッキ内蔵の変位計から測定し、変位制御による载荷を行った。各供試体末尾の M および C は単調交番载荷と繰り返し交番载荷方法を表しており、各载荷履歴を Fig.3 に示す。繰り返し交番载荷の場合、各サイクルごとに降伏変位量 δ_y ずつ変位振幅を漸増させ、 $6\delta_y$ の変位振幅として崩壊に至るまで繰り返し载荷を行った。また、曲率R付きの供試体に対しては引張側から強制変位を与えた。

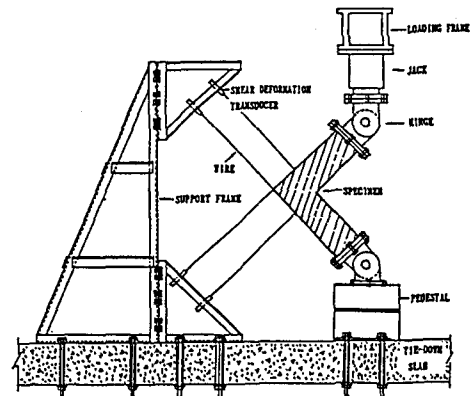
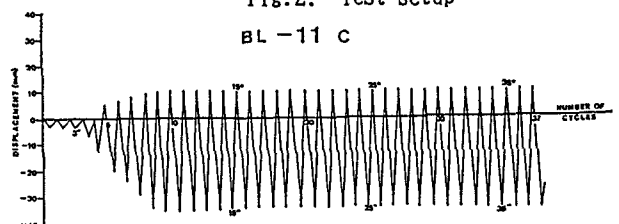
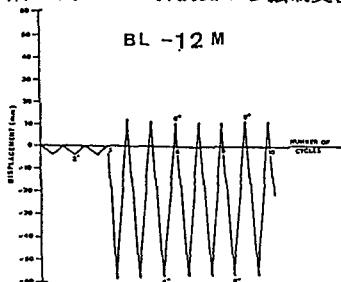
Fig.2. Test setup
BL-11 C

Fig.3. Loading programs for test specimens

3. 実験結果および考察 繰り返し交番载荷を行った各供試体の荷重-変位関係を Fig.4 に示す。BL-11C は全体的に安定した履歴ループを示しており、繰り返し回数の増加によって徐々に強度が低下するが、幅厚比約40の BL-12C では各サイクルごとに著しく強度が低下している。一方、BL-13 では数回の繰り返し载荷までは強度の低下が見られないものの、圧縮フランジの局部たわみが大きくなると強度低下が見えはじめ、ウェブパネルたわみの増加とともに急激な強度低下が生じる。これらを比較すると、隅角部のウェブ高さ比 (D_b/D_c) よりも幅厚比 (B/t_f) が強度・変形能に及ぼす影響が大きいと考えられる。

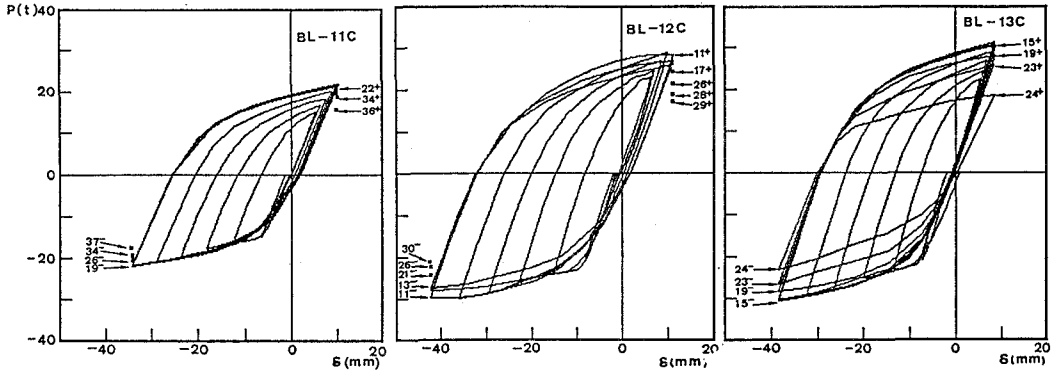


Fig.4. Load-displacement relationships

弾塑性有限変位解析による結果と実験値との比較を Fig.4 に示す。解析結果は実験値とほぼ一致し、特に、繰り返し交番载荷を受ける供試体では必ず硬化が早く現れ、各実験範囲において単調交番载荷の場合よりもやや強度が上昇している。また、BLR-25 と BLR-50 の実験結果より、曲率 R が大きいほど強度が上昇していることが見られる。

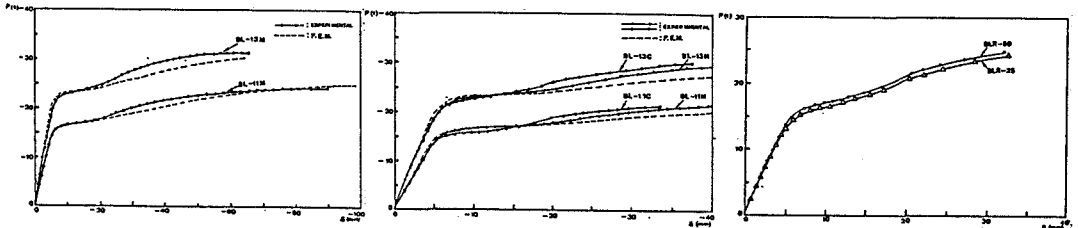


Fig.5. Comparison of P-δ curves with experimental result

各供試体の実験結果と崩壊形式を Table 2 に示す。ここで P_{max} は载荷途中での最大の荷重であり、 P_y^* は弾塑性有限変位解析による降伏荷重である。これらより、 P_y^* は実験での降伏荷重 P とほぼ一致していることがわかる。

4. 結論 本研究では、鋼製ラーメン隅角部に着目し、繰り返し载荷による強度特性および変形能に関して検討を行った。今後、伸び性能の改善された低降伏比高張力鋼の模型について実験を行い、隅角部の強度と変形能に関して比較検討をする予定である。

参考文献

- 1) 中井博, 北田俊行, 酒造敏廣: 鋼製ラーメン橋脚の実績調査(上, 下), 橋梁と基礎, 1982.7.
- 2) 奥村敏恵, 石沢成夫: 薄板構造ラーメン隅角部の応力計算について, 土木学会論文集, 1968.5.
- 3) Beedle, L.S. and Johnston, B.G: Connection for Welded Portal Frames, Welding Journal, 1952.

Table 2. Test results

Specimen	Reference			Experimental			P_{y1}/P_{y1}^*	P_y/P_{y1}^*	F.F.
	P_{y1}	P_{y1}^*	P_y	P_{y1}	P_{y1}^*	P_y			
BL-11H	14.1	16.3	32.7	16.4	-16.1	-24.4	0.39	0.98	Y
BL-11C	13.9	16.0	32.8	16.4	-14.9	-22.0	0.98	0.91	Y
BL-12H	21.1	24.4	43.4	24.0	-22.4	-25.7	1.02	0.93	Y
BL-12C	21.1	24.4	43.8	24.0	-23.0	-25.4	1.02	0.98	Y
BL-13H	19.8	22.9	32.7	22.8	-22.4	-31.7	1.00	0.98	Y, F
BL-13C	19.8	22.9	32.3	22.8	-20.8	-30.1	1.00	0.91	Y, F
BLR-25	13.9	16.0	32.8	16.1	+15.0	-22.0	0.39	0.93	Y
BLR-50	13.9	16.0	32.8	16.1	+15.8	-22.5	0.39	0.97	Y

Notes: 1) P_{y1}, P_{y1}^* : The yielding loads of web panels ($\tau_y = \sigma_y/2, \sigma_y = F_y$)
2) P_y : The yielding loads obtained by beam theory
3) Y: Web panel buckling
F: Flange buckling