

I-57

鋼製ラーメン隅角部の変形性能に関する実験的研究

大阪大学大学院 学生員 佐々木淑充 大阪大学大学院 学生員 黄 元燮
川崎製鉄 小林博之 大阪大学工学部 正 員 西村宣男

1.はじめに 現在、都市高架道路の橋脚構造として箱型断面のはり・柱からなる鋼製ラーメンが多用されている。部材の一般部と異なり、はり・柱の接合部であるラーメン隅角部構造(Fig. 1)は終局状態をむかえたときにどのような挙動を示すか明らかでなく、また、変形性能に関しても適正な評価法の確立が必要とされている。隅角部では塑性挙動に対して構成要素の局部座屈のほか、構造詳細に関わる応力集中、溶接法など複雑な要因が関係するものと考えられる。本研究は隅角部の

変形性能に着目し、これらの要因の影響を明らかにするために

2.実験方法 供試体は、門型ラーメン 隅角部 隅角部

のはり・柱接合部(隅角部)を対象とした箱型断面L型縮尺モデルを使用し、Fig. 2, Table-1に示すようにBL-1~3の3種類とした。ただし、供試体名末尾の英文字Mは漸増载荷、Cは繰り返し载荷を示す。BL-1のフランジは局部座屈

が先行しないように幅厚比 $B/t_f=30$ とし、BL-2は B/t_f が変化した場合の比較検討のため $B/t_f=40$ 、またBL-3では、はり・柱のウェブ高さが異なる場合の比較検討のためフランジは $B/t_f=30$ の

ままで柱部のウェブ高さを変化させた。载荷装置の全体図をFig. 3 に示す。支承は凸形と凹形の組合せを用い、両端ヒンジ支持となるようにした。門型ラーメン構造に地震力が作用する荷重状態を想定し、漸増载荷、圧縮と除荷の繰り返し载荷を行った。载荷は油圧ジャッキで行った。繰り返し载荷は漸増载荷の結果をもとにして、载荷荷重 P と供試体の支承間変位 δ の関係における弾性域の傾き(接線)と、弾性域後最高荷重に達するまでの傾きの交点の変

位を $\Delta\delta$ として、 $\Delta\delta$ を各繰り返し载荷時の変位増分とした。変位計を用いて隅角部ウェブパネルのせん断変形と上下支承間の変位を計測し、ひずみゲージにより隅角部および近傍のひずみ分布を計測した。

3.実験結果 最大荷重、および崩壊形式はTable-2 に分類して表す。荷重と隅角部ウェブパネルのせん断変形の関係を示すFig. 4~6 をみると、ウェブのパネル座屈によりBL-1, BL-2では塑性域に移行後、最大荷重を

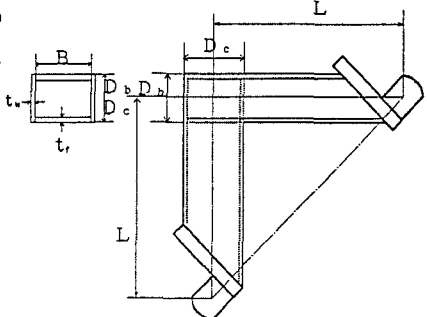


Fig. 2

Table-1 Dimensions of Test Specimens

Specimen	B(mm)	t _f (mm)	D _o (mm)	D _i (mm)	t _w (mm)	L(mm)	Plate slenderness		
							R _f	R _{ws}	R _{wc}
BL-1M	180.5	5.9	180.2	160.5	4.4	609	0.639	0.723	0.724
BL-1C	180.4	5.9	180.4	160.4	4.4	608	0.639	0.724	0.724
BL-2M	240.4	6.0	211.0	210.1	4.5	806	0.838	0.931	0.927
BL-2C	240.8	6.0	210.3	209.9	4.4	805	0.839	0.949	0.947
BL-3M	180.5	6.0	209.9	160.4	4.5	627	0.629	0.926	0.707
BL-3C	180.6	5.9	210.0	160.4	4.4	629	0.640	0.947	0.724

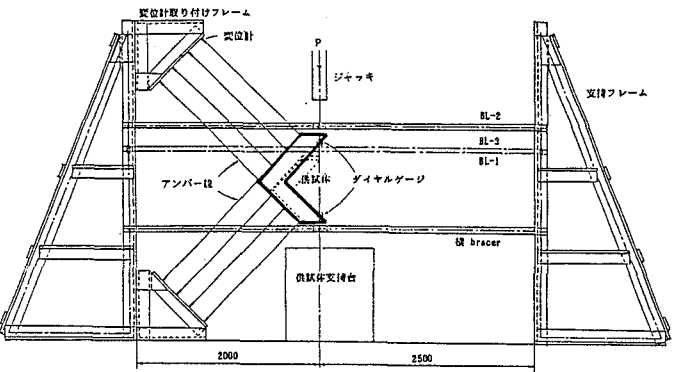


Fig. 3

Table-2 Strength and Failure Modes

Model	P _{max} /t	P _{max} /P _y	Failure Mode
BL-1M	12.1	0.875	Panel Buckling
BL-1C	12.3	0.887	Panel Buckling
BL-2M	15.8	0.842	Panel Buckling
BL-2C	15.8	0.844	Panel Buckling
BL-3M	15.1	1.101	Flange Buckling
BL-3C	13.3	0.989	Flange Buckling

P_y: Yielding Load at the Panel Center according to beam theory

維持しながら大きく塑性変形をしている。ただし、BL-2は載荷中止直前で急激な荷重低下を示しているが、隅角部ウェブ溶接部に亀裂が生じたことによるものである。BL-3は隅角部近傍の下フランジに曲げ座屈が生じたことにより、隅角部ウェブの塑性変形は余り進行せずに荷重低下が生じた。Fig. 7~10に荷重と隅角部パネル中央のたわみ δ_p の関係を表す。ウェブのパネルの座屈で崩壊したBL-1とBL-2は最大荷重に達した直後から、荷重はゆっくりと低下しながらパネル中央点のたわみが大きく進んでいる。これに対して、フランジの座屈による崩壊様式を生じたBL-3では、ウェブの局部たわみ量は初期たわみと同程度の増加にとどまっている。

次に、荷重の繰返しによる影響を考察する。まず、BL-1, BL-2はFig. 4, 5や、載荷荷重と支承間の相対変位 δ の関係を表すFig. 11を見る限りでは繰返しの影響はみられない。ただ、BL-2についてはFig. 8 とFig. 9 を比較した場合、最大荷重後どちらも大きくたわみを生じているが、繰返し載荷の方が荷重低下が大きく生じている。ウェブパネル座屈タイプは全体挙動としての繰返し載荷の影響は今回の載荷方法ではほとんど見られないが、荷重と局所的な変形の関係に着目した場合、多少の影響がみられる。

BL-3は Fig. 6や、載荷荷重と支承間の相対変位 δ との関係を表すFig. 12をみると、最大荷重や変位経路に他のモデルとは異なって、漸増載荷と繰返し載荷の間に差異がみられる。最大荷重は、BL-3 は10%程度繰返し載荷の方が小さい値になっており、フランジ座屈タイプに対しては繰返し載荷の影響が生じたと考えられる。変形性能については、いずれのモデルとも Fig. 4~6に示すように弾性限変位の7~8倍の変位まで最大荷重に近い強度を維持している点より、今回の載荷状態に対しては十分あると言える。

4. 結論 本研究ではラーメン隅角部に着目し、変形性能について実験結果の検討を行った。また繰返し載荷の影響などを検討した。なお、今後引き続き交番載荷、軸力・モーメントの組合せなど載荷方法を変え、変形性能について実験および解析により明らかにしていく予定である。

参考文献： 1) Beedle, L. S. and Johnston, B. G. : Connection for Welded Continuous Portal Frames, Welding Journal, Vol. 30, 1952. 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, No. 153, 1968. 5. 3) 酒造敏広 : 鋼製ラーメン隅角部の崩壊性状と変形性能について, 第44回年次学術講演概要集 1, 1989. 10.

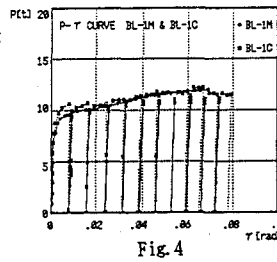


Fig. 4

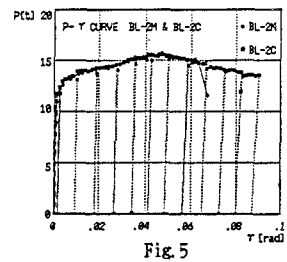


Fig. 5

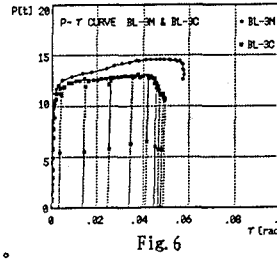


Fig. 6

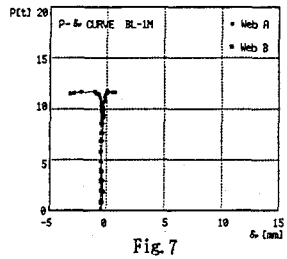


Fig. 7

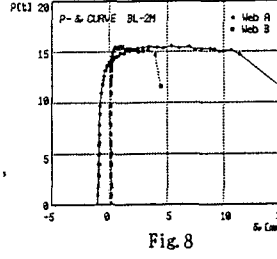


Fig. 8

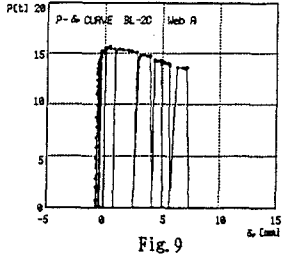


Fig. 9

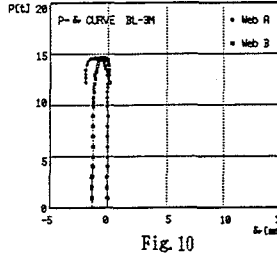


Fig. 10

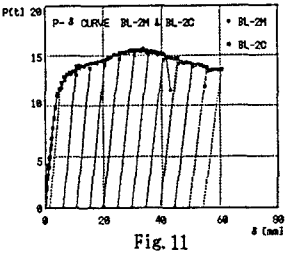


Fig. 11

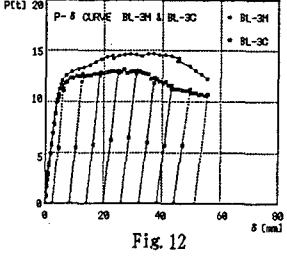


Fig. 12