

I-64

繰り返し力を受ける鋼製ラーメン隅角部の崩壊挙動とエネルギー吸収特性

大同工業大学 正員 酒造敏廣
 名工建設(株) 正員 ○坂元 浩
 トービー建設工業(株) 正員 秋田篤也

1. まえがき

鋼製ラーメン橋脚の梁・柱接合部(以下、隅角部といふ)は、たわみ制限や部材の弹性限度をもとにした合理的設計法の見地から、梁・柱部材一般部に対する断面性能比・强度比が大きな構造となっている。そのため、地震時のように繰り返し力を受けるラーメン部材では、塑性変形あるいは局部座屈が部材一般部に集中し、隅角部領域¹⁾がエネルギー吸収に寄与する割合は部材一般部に比べて小さいと考えられる。しかし、隅角部を含む柱の部材軸方向の强度変化は、繰り返し力下において不利な影響を与えることもある²⁾。したがって、ラーメンのじん性を確保するために、せん断変形が卓越しても变形性能が大きい隅角部領域の効果を取り入れ、エネルギー吸収という面から部材の断面構成等について検討することも必要であると考える。

本研究は、隅角部の履歴崩壊挙動を実験で調べ、エネルギー吸収特性を明らかにしようとするものである。

2. 実験模型と実験方法

(1)隅角部模型：梁・柱部材が直角に交差するL形の隅角部模型を製作した(Fig.1参照)。供試体はK1S～K2Bの計2体であり、それらの寸法諸元等をTable 1に示す。K1Sは隅角部腹板(Fig.1(b)の①～④で囲まれる領域)のせん断による塑性崩壊が卓越する供試体、またK2Bは交差部近傍の部材一般部(①～④の領域外)の曲げによる塑性崩壊が卓越する供試体となるように、K1Sの梁・柱部材は同一寸法で腹板は正方形、K2Bの腹板は辺比3:4の長方形とした。

供試体の製作は、これまでに行った実験¹⁾と同様に、腹板はL形の1枚板として板取りし、溶接条件はできるだけ実際的になるようにした。また、隅角部腹板と部材一般部の塑性崩壊による変形挙動の差異を比較できるように、Fig.1(b)中に点線で示す交差部断面のダイヤグラムには30mm×6mmの矩形断面の補剛材2本を配置した。

(2)実験方法：実験には、MTS試験機(最大荷重： $\pm 50\text{tonf}$ 、ラム・ストローク $\pm 75\text{mm}$)を用いた。この装置には市販の軸受を利用した圧縮・引張両用のユニバーサル・ヒンジ治具を取り付けてあり、これと供試体とを高力ボルトで結合し、弹性実験の後に変位ストローク制御により圧縮・引張荷重を漸増させていった。

3. 実験結果とその考察

(1)荷重-変位の関係：実験から得られた各供試体の荷重Pとヒンジ治具間の伸び・縮み変位 δ との関係をFig.2にまとめる。ここで、図中の番号(1-7, 1'-9')は、後述の各種曲線上に付けた番号と一致する。

Table 1 Dimension and properties of test specimens

Items	Dimension (mm)					Yield point σ_y (kgf/mm ²)	Tensile strength σ_u (kgf/mm ²)	Plate slenderness			
	B	D _b	D _c	l _b	l _c			B/t _f	D _b /t _w	D _c /t _w	
K1S	150.1	149.6	149.7	500.2	500.2	575.0	30.7	31.8	25.2	33.8	33.9
K2B	150.0	159.4	119.8	400.1	380.3	460.0	45.6	46.2	25.2	36.1	27.1

Notes Young's modulus: $E=2.12 \times 10^4 \text{kgf/mm}^2$, Poisson's ratio: $\mu=0.3$, Thickness of flange and web plates: $t_f=5.95\text{mm}$, $t_w=4.42\text{mm}$, respectively.

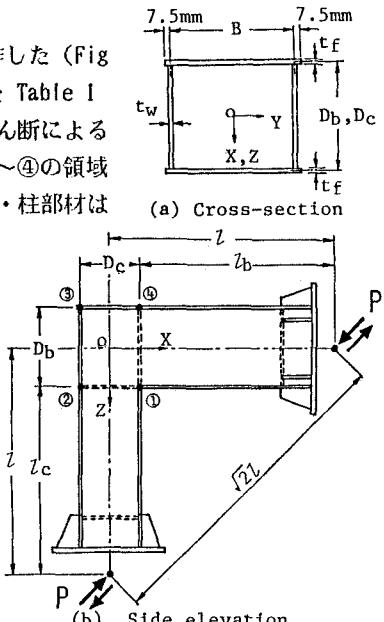


Fig.1 Detail of test specimen

この図からわかるように、変位 δ が大きな領域では、 $P-\delta$ 曲線のループが小さくなる傾向にあり、とくにK2Bでは耐力低下が著しい。

(2)腹板のせん断応力-せん断変形角の関係

隅角部領域に作用する断面力から、その腹板に作用する平均せん断応力 τ を求めた³⁾。 τ とせん断変形角 γ との関係をFig.3にプロットする。 γ 値としては、腹板の対角線(①-③、②-④)上にセットした変位計の読みから換算した。

この図から、供試体K1Sのせん断変形挙動は、降伏せん断ひずみの約40倍に相当する $\gamma=0.1$ 程度まで安定している。K2Bでは、点6'-7'に至る段階で隅角部腹板のせん断変形よりも、部材一般部の局部座屈が進行していることが推測できる。

(3)エネルギー吸収特性：隅角部のエネルギー吸収量と変位 δ との関係を整理した。供試体K2Bの結果をFig.4に示す。ここに、供試体の全吸収エネルギー W 、および、隅角部腹板のせん断変形による吸収エネルギー U_w は、それぞれ上記の $P-\delta$ 曲線および $\tau-\gamma$ 曲線を積分して求めた。

この図から、供試体K2Bでは、 $P-\delta$ 曲線の2～3回目のループ(点6'～7')で、 U_w はほぼ一定値に近づき、それ以後のエネルギー吸収は部材一般部によって分担されていることがわかる。この供試体では、腹板高さが小さい方の部材($D_o=120mm$)で曲げ+せん断による局部座屈が大きく現れたが、これによるエネルギー吸収が予想以上に大きいことがわかった。なお、供試体K1Sでは、 W の約80%以上を腹板のせん断変形によって分担していた。

4.まとめ

隅角部の履歴崩壊挙動とエネルギー吸収特性をせん断あるいは曲げ卓越型の供試体の実験によって調べた。今後、柱部材に作用する常時の軸方向圧縮力を考慮した上で、隅角部領域を含む変断面部材としての実験あるいは数値解析が必要であると考える。最後に、本研究には、平成元年度の文部省科学研究費・奨励研究(A)および大同工業大学・研究奨励金の補助を受けたことを付記する。

参考文献 1)酒造敏廣、事口寿男：鋼製ラーメン隅角部の変形性状と変形性能について、第44回土木学会年次学術講演会講演概要集、I-42、1989。2)酒造敏廣、林田雅樹：繰り返し水平外力を受ける変断面ラーメン柱の履歴崩壊挙動に関する基礎的研究、第45回土木学会年次学術講演会講演概要集、平成2年9月。

3)Beedle,L.S.:Plastic Design of Steel Frames, John Wiley & Sons, Oct. 1958.

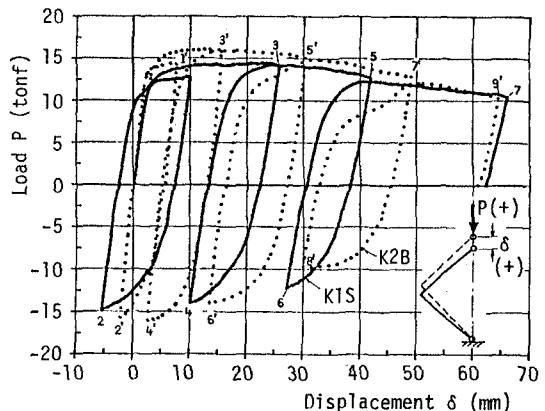
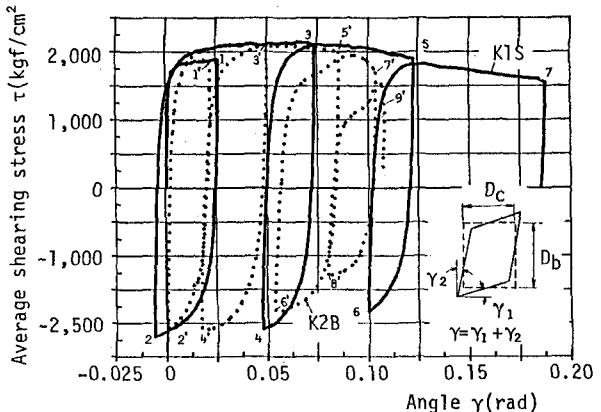
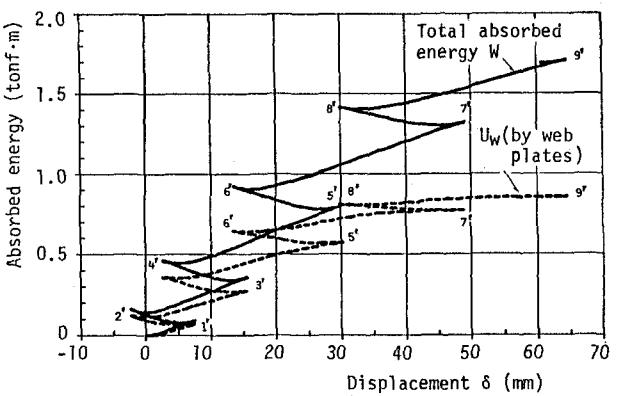
Fig. 2 Load P - displacement δ curvesFig. 3 Shearing stress τ - angle γ of web plates

Fig. 4 Absorbed energy - displacement curves