

名古屋大学 正員 ○伊藤義人  
建設省 正員 服部亮二  
名古屋大学 正員 福本勝士

### 1. はじめに

横倒れ座屈に関する研究はこれまで多くの理論的・実験的研究があるが、その多くは静定ばりを対象としたものであり、単純ばりの耐荷力については、その変動性を考慮した設計式を提案されている。しかしながら、連続ばりの座屈問題を扱った研究は少なく、とりわけ実験的研究は単純ばりにくらべて精度を要するため非常に少ない。今回は支間構成を変化させた連続ばりの座屈実験を行い、その耐荷力について検討を行った。

### 2. 実験内容

実験はFig. 1に示すような2スパン連続ばりで行った。荷重は片側支間に中央集中荷重を載荷した。載荷支間の両支承には単純支持支承を使用し、溝上上がり力の作用する拘束支間端には固定支承を使用した。供試体は、材質SS41の鋼板からフレームカットにより切り出した板を溶接組立した2軸対称I形断面I-250×100×6×8である。供試体総数は21体で、Table Iに示すように載荷支間はA～D(3.5m～2.2m)の4通り、拘束支間は、a, b(2.0m, 1.0m)の2通りと組合せて各3体ずつ7シリーズのはりを用意した。各はりの端部には、固定支承にボルト結合するためのプレートを溶接した。載荷試験にあたっては、供試体の軸線に沿って多数のひずみゲージを貼付してひずみ分布と、またダイヤルゲージを3次元的にヒットして供試体の変位を各荷重段階について測定した。耐荷力の変動要因である初期不整(初期変形、残留応力、材料強度)についても測定を行った。

### 3. 実験結果

荷重-変形曲線の例として、B-a-2の供試体の各スパン中央の鉛直変位とエフランジの水平変位を示す。載荷支間と拘束支間では変位方向が逆であり座屈モードとよく表わしている。Fig. 3には、同じ供試体についてひずみゲージの測定値から計算した上下フランジの各荷重段階における面内および面外のひずみ分布を示す。面内および面外の両ひずみ分布とも原点の位置は各荷重段階を通して大きく変化することなく、変形モードに大きな変化のないことを示している。面内ひずみ分布は、上下フランジで大きな差はないが、面外ひずみ分布には大きな差があり、面外変形は上フランジに顕著にあらわれることがわかる。

Fig. 4に最大荷重  $P_u$  を塑性崩壊荷重  $P_p$  で無次元化して縦軸とし、横軸に複算細長比  $\sqrt{P_p/P_E}$  をとった図を示す。ただし、 $P_E$  は弹性座屈荷重である。載荷支間長が同一の各はりについての平均値を○で、平均値から2倍の標準偏差をひいた値を×で示した。図の下部には変動係数

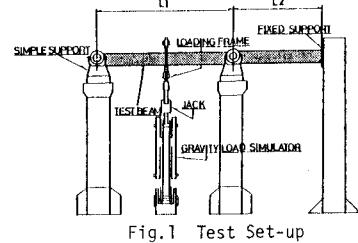


Fig. 1 Test Set-up

Table I Test Specimens

Series	Span Length		Span Ratio L2/L1	Number of Beams
	L1 (mm)	L2 (mm)		
A-a	3500	2000	0.571	3
A-b	3500	1000	0.286	3
B-a	3000	2000	0.667	3
B-b	3000	1000	0.333	3
C-a	2500	2000	0.800	3
C-b	2500	1000	0.400	3
D-a	2200	2000	0.909	3

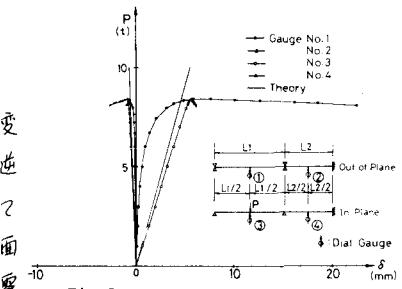


Fig. 2 Load-Deflection Curves

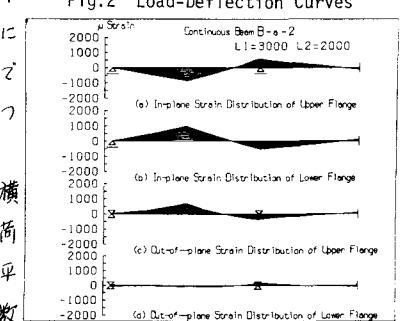


Fig. 3 Strain Distributions

を示した。比較のため、先に本研究室で行われた溶接単純ばりの結果<sup>1)</sup>を●で示した。連続ばりの平均値は単純ばりよりも低い値を示しているが、変動係数はほぼ同じ値を示している。

#### 4. 考察

Fig. 5 に、Fig. 4 と同じパラメーターで今回の実験値 21 体(●)と Trahair<sup>2)</sup>らの実験値 7 体(▲)を比較した図を示す。2 本の曲線は、弾塑性固有値解析によって求めた耐荷力曲線である。解析値は実験値の上限に位置している。これは、固有値解析が初期変形の影響を考慮していないためと考えられる。

柱およびはりの座屈問題では、連続構造を単純支持の部材に換算するため、有効長さの概念が用いられる。今回の実験では、Fig. 3 に示したように上下フランジの面外ひずみ零点の位置を実験的に求めることができる。そこで、載荷支間の端とこの点でかこまれる部分を単純ばりと考え、ECCS の提案する座標パラメーター  $M_u/M_p \sim \sqrt{M_p/M_E}$  をプロットしたのが Fig. 6 である。曲線は、耐荷力の下限値を与えるとされているシステム係数  $n=1.5$  の ECCS の耐荷力曲線である。実験値の約半数がこの曲線を下まわっており、このような有効長さのとり方は設計的につけてやや危険側になる。

ECCS の提案する耐荷力曲線は全塑性モーメント  $M_p$  と弹性座屈モーメント  $M_E$  に対して、Interaction としての崩壊荷重を Merchant - Rankine 法により与えるものであるが、連続ばりの塑性崩壊荷重  $P_p$  と弹性座屈荷重  $P_E$  に対し同様の方法を適用すると次の基準式が得られる。

$$\frac{P_u}{P_p} = \left( \frac{1}{1 + (\sqrt{P_p/P_E})^{2n}} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

ここにあらわされるパラメーターは、Fig. 4 ～ Fig. 5 の座標軸と同じものである。Fig. 7 に今回の実験結果と文献より収集した実験値を、このパラメーターでプロットした図を示した。曲線は、(1)式に  $n=1.5$  を入れた値である。この図より、一般に横方向連続ばりの横倒れ耐荷力の下限は、(1)式の  $n=1.5$  を代入した基準曲線によっておさえられることがわかる。

本研究は昭和 55 年度文部省科学研費(一般 C)によつて行つたものである。

#### 参考文献

- 1) Fukumoto, Yuhshi and Itoh, Yoshito, "Statistical Study of Experiments on Welded Beams," ASCE, Vol. 107, No. ST1, Jan. 1981, pp. 89-103
- 2) Poawannachaikul, T. and Trahair, N.S., "Inelastic Buckling of Continuous Steel I-Beam," Research Report No. RSI, Univ. of Sheffield, Nov. 1974

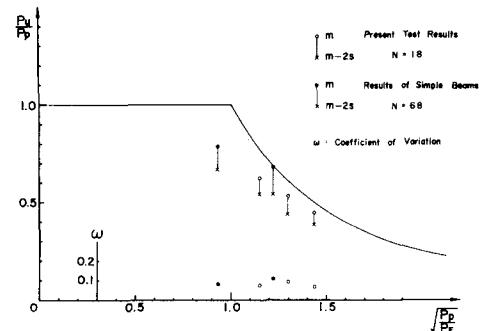


Fig. 4 Scatter of the Test Results

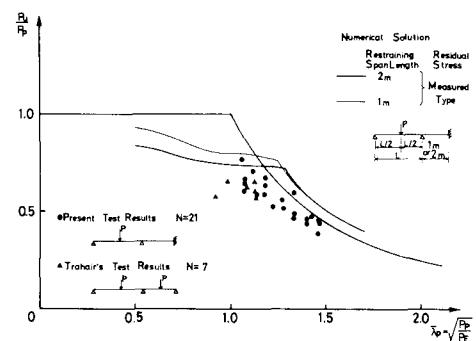


Fig. 5 Comparison between Test Results and Numerical Solutions

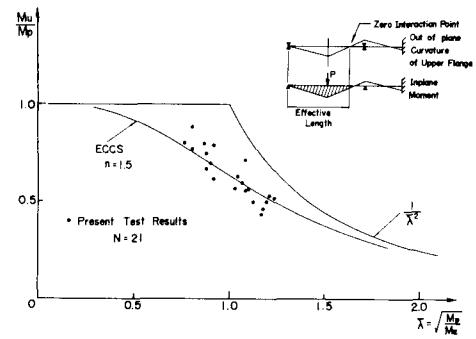


Fig. 6 Test Results by Effective Length

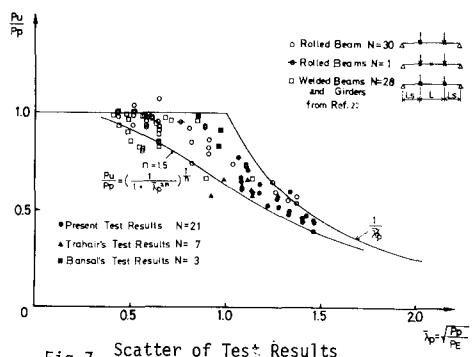


Fig. 7 Scatter of Test Results of Laterally Continuous Beams