

横方向に連続拘束を有する単純ばりの弾塑性横倒れ座屈実験

熊本大学 正員 崎元 達郎

熊本大学 正員 山尾 敏孝, 坂田 力

熊本大学 学生員 堀山 功, 福井 学

1) まえがき

鋼はりの横倒れ座屈強度については、多くの理論的、実験的研究があるが、弾塑性耐力については、理論的研究が少ないこともあって、実験結果を主にして基準強度式が与えられているのが現状である。その際、一様曲げを受ける単純ばりが基準とされ、モーメント勾配や境界条件が変化した場合の修正係数は、弾性理論の結果が用いられている。この点、弾塑性耐力の観点での取扱いを検討する必要がある。この観点で最近、モーメント勾配がある場合の耐力に及ぼす非弾性域の広がり¹⁾の影響に関する実験的研究が報告されている。ここでは、横方向に連続拘束を有する溶接工形断面の単純ばりに、二点荷重曲げを与える実験を行った。実験の主眼は、中央の等曲げ区間の弾塑性座屈強度に及ぼす隣接区間の拘束の影響を明らかにすることにある。この問題については、弾塑性座屈強度の実用的な算定法を提案したTrahair等の研究がある²⁾。Trahairの研究結果や著者らが開発した有限変位弾塑性解析法³⁾との比較データを得ることが本実験の目的である。

2) 実験概要

供試体は、図-1に示すように二体製作し、端支間の長さを変化させることにより拘束の影響を確認することとした。中央支間は、二体共に120cmとし、断面寸法は非弾性域で横倒れ座屈を起すよう細長比を100程度とした。さらに残留応力を切断法で測定できる程度に大きい寸法であることを考慮して決定した。使用鋼材はSS41であり、その諸性質を表-1に示す。予備実験として初期たわみ、残留応力を測定した。その結果を図-2、図-3に示す。本実験の支持条件は、図-4の様に二点荷重とし等曲げ区間を作った。面外は、本研究の主眼である端支間の影響を見るため連続支持とした。端部支承は図-5のようになり、7面外にH形鋼を立てそれに溶接した上下二本の鋼棒を供試体に付けた補助材に押しつけることにより、7面外にわみとねじり角を拘束した。中間拘束を有する点もこれと同じであり鉛直方向の支承がないだけである。軸ひずみは図-6a)に示す5断面でb)に示す点で測定した。面内たわみは、ばりの6等分点である5点に変位計を配し、面外たわみは、C.C'断面で

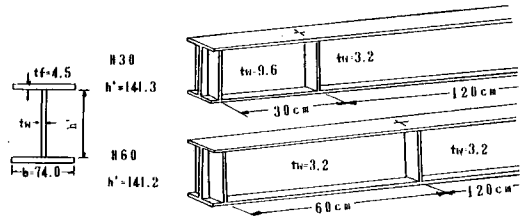


図-1 供試体諸元

表-1 鋼材の諸性質

	ヤング率 (kg/cm^2)	降伏応力 (kg/cm^2)	降伏ひずみ ($\times 10^{-3}$)	ひずみ硬化 開始ひずみ	引張強さ (kg/cm^2)	伸び率 (%)	ポアソン比
FLANGE (4.5mm)	2.03×10^6	2900	1352	7640	4430	39.2	0.28
WEB (3.2mm)	1.99×10^6	2250	1150	7820	3384	45.0	0.28

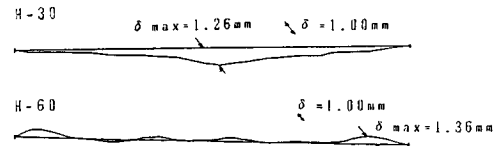


図-2 初期たわみ図

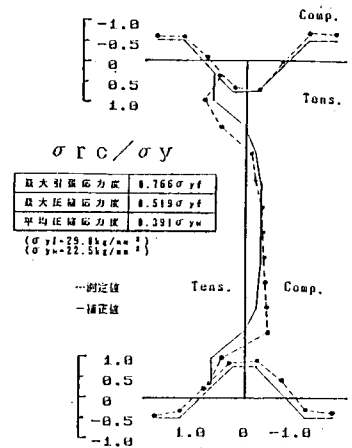


図-3 残留応力分布図

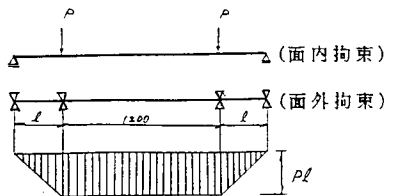


図-4 拘束条件および曲げモーメント図

は、固定変位計、中央支間では、約20cmおきに図-6b)の様な移動変位計を用いて測定した。また面外たわみにおいて、上の変位計と下の変位計の値の平均を面外たわみ、その差を腕の長さで除したものをねじり角としている。測定方法は、弾性域では荷重を上げるごとに、非弾性域では荷重をある程度上げて、変形がおちついた荷重について測定を行った。(載荷装置と実験後の供試体写真1,2に示す)

3) 座屈強度の簡易算定法²⁾

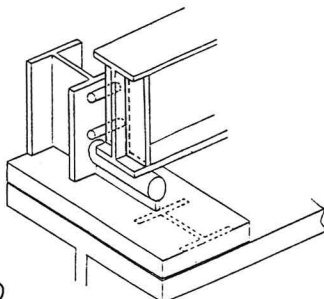


図-5 端部支承概略図

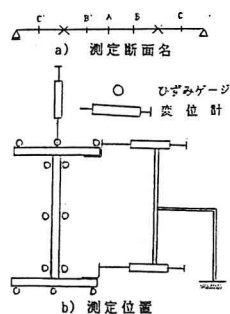


図-6

Trahairは、限界区間(弾論の場合中央等曲げ区間)が隣接区間から受ける面外たわみ角に対する拘束を隣接区間の横曲げ剛性で評価して限界区間の有効座屈長さを修正する方法を提案している。図-7では、こうして求めた限界荷重と実験値を比較している。

4) 実験結果と考察

支間中央の荷重-変位(面外たわみ)と、荷重-ねじり角の関係を図-7に示す。最大荷重は、H60で $P = 3.5 \text{ t}$ 、H30で $P = 7.3 \text{ t}$ であり共にTrahairの算定値を上まわっている。これは、支承や中間拘束を有する点で、面外変位だけを拘束するはずの横拘束が、軸方向変位を拘束した可能性によるものと考えられ今後の検討を要する。図-8、図-9にモード図を示す。これを見るとたわみ形状だけでは、座屈長さの変化の確認は、困難のようである。

実験の結果、横倒れを起す方向は、初期たわみの形状によつて大きく左右されるので、支承、中間拘束点では、据え付けの際、十分注意を要することがわかった。

なお、本研究は、昭和60年度 科研費(奨励A)のもとに行なわれたものの一部である。

参考文献

- 1) 福本他「モーメント勾配による溶接I型桁の横ねじり座屈実験」土木学会論文集 No.362号/I-4, 1985-10, PP.323-332.
- 2) Nethercot, D.A. and Trahair, N.S. 「Inelastic lateral buckling of determinate beams」 Proc. of ASCE V.102, No. ST4, 1976-4, PP.701-717.
- 3) 崎元他「Nonlinear analysis of thin-walled frames...」土木学会論文集 No.362号/I-4, 1985-10, PP.139-147.

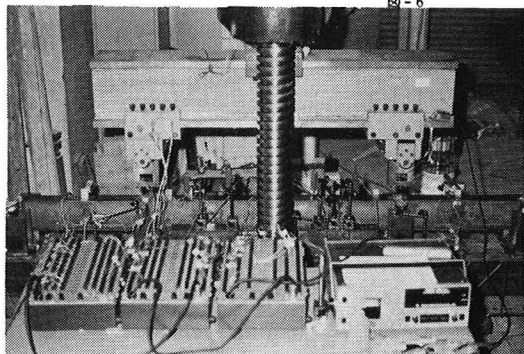


写真-1 実験装置

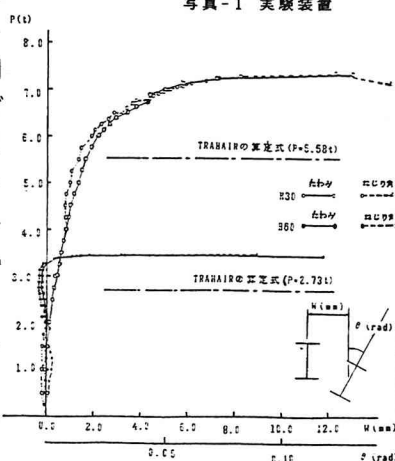


図-7 荷重-変位(面外たわみ)図
荷重-ねじり角図

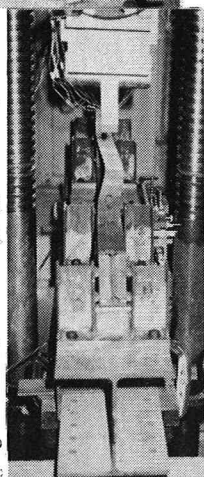


写真-2 H-60座屈モード

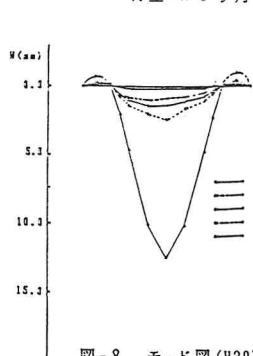


図-8 モード図(H30)

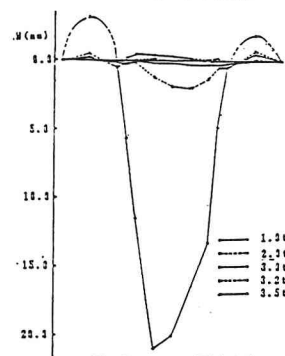


図-9 モード図(H60)