

I-20 横補剛されたはりの横倒れ座屈

名古屋大学工学部 正員 福本 昶士
 名古屋大学工学部 正員 ○久保 全弘
 名古屋大学大学院 学生員 横山 敦

はじめに 福本らは先に一本のI形断面はり，プレート・ガーダーの曲げによる非弾性域の横倒れ座屈強度の研究を行なっている。今回は，これらの研究の継続として2本の並列主げたを横構などにより連結した構造系の曲げによる横倒れ座屈強度を調べ，横構などによるけたの横倒れ座屈に対する補剛効果を明らかにするものである。

解 析 横構などによって補剛された2本の並列けたの横倒れ座屈強度をエネルギー法を用いて解析した。図-1に示すような構造系では，全ポテンシャルエネルギーは次のようになる。

$$U = V + U_w + D \quad (1)$$

ここに， V はけたのひずみエネルギー， U_w は外力のポテンシャルエネルギー，また D は横補剛材のひずみエネルギーであって，軸方向力によるもの D_a と曲げによるもの D_m からなるものとする， $D = D_a + D_m$ となり，これは横補剛形式によって異なる。横補剛形式については *Lateral bracing*，*Diagonal bracing* およびこれらの組合せ形式について考え，横補剛材の軸方向力，曲げによるひずみエネルギーを並列けたの水平変位，ねじれ角によって表わした。2本のけた (beam-A, beam-B) は両端固定支持とし，座屈形を実験のための供試体の支持条件にあわせるため，水平ならびにねじれに対して両端固定支持とし，座屈形を

$$\begin{aligned} U_{Ai} &= \sum_{n=1}^{\infty} a_n \left(1 - \cos \frac{2n\pi z_i}{L}\right), & \beta_{Ai} &= \sum_{n=1}^{\infty} C_n \left(1 - \cos \frac{2n\pi z_i}{L}\right) \\ U_{Bj} &= \sum_{n=1}^{\infty} b_n \left(1 - \cos \frac{2n\pi z_j}{L}\right), & \beta_{Bj} &= \sum_{n=1}^{\infty} d_n \left(1 - \cos \frac{2n\pi z_j}{L}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

と表わし，さらに横補剛材の腹板とのとりつけ高さも変えられるようにした。

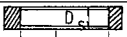
(1)式の全ポテンシャルエネルギーを各構造系要素に対して求め，Rayleigh-Ritz法により係数行列式を作成してこれの $\det = 0$ になる限界曲げモーメント M_{cr} を求めた。非弾性解析では，先に求めた一本のけたの場合と同様に完全弾塑性の応力-ひずみ関係を用い，かつけた断面の残留応力分布は圧延H形鋼の残留応力状態を仮定して計算を行なった。なお，けたが非弾性挙動のときも横補剛材は弾性域内にあるとしている。

計算結果 図-2は *Lateral bracing* 材に用いた丸鋼の直径 R をパラメーターにして，2本並列けたの横倒れ座屈強度曲線を示したものである。弾性域，非弾性域での *bracing* の効果の様子がよくわかる。とくに，非弾性域では R の効果が明らかであり， R の大きさによって座屈強度はあまり変化しない。図-3は *Diagonal bracing* をスパン中央に配置したときの丸鋼の R をパラメーターとしたときの座屈強度曲線である。図から *Diagonal bracing* の座屈強度に与える効果が明らかにみとめられる。なお，(2)式の座屈形の級数項は第6項までとって計算した値を示したが，第10項までの値との差はなかった。

実 験 2本のけた間を横補剛材で連結した2本並列けたの基礎的な横倒れ座屈実験を行なった。またとして圧延H形鋼H-200×100×5.5×8(SS41材)を用いた。けた長さ L とけた中心間隔はそれぞれ $(L=350\text{cm}, D_s=50\text{cm})$ と $(L=600\text{cm}, D_s=90\text{cm})$ との2種類を用い、座屈が弾塑性域で生ずるように配慮した。横補剛材として丸鋼(直径 $9\text{mm}, 19\text{mm}$)を用い、けたの圧縮側フランジに直接あるいはスチフナーを介して溶接によりとりつけた。横補剛形式は表-1に示すように横補と中間釘傾構を組合せて構成し、6種類である。載荷は2本のけたに等曲げモーメントが作用するように、2点集中載荷によった。なお、供試体の両端部は 8mm 鋼板によって2本のけたの上下フランジを連結しボックス断面とし、また載荷点の両側面には一對の横倒れ防止棒を設置し、横倒れ座屈に対して固定支持条件になるようにした。測定は、けたのひずみ測定、水平変位、鉛直変位およびねじれ角測定をそれぞれ行なった。また、横補剛材として用いた各丸鋼の中央位置で上下左右の4面にひずみゲージをはってひずみ測定を行ない、これより断面力を求めた。

考 察 表-1は横補剛形式による座屈強度の向上の様子を計算値と実験値をもとにまとめたものである。無補剛材のけたの強度を基準にして、補剛形式別による補剛効果の程度を示した。用いた供試体の寸法から L/r_y の小さい範囲であるため、強度的には大きい効果は現われていないが、実験結果から座屈後の変形能に補剛効果がみとめられる。

表-1

Type	Bracing Type	L=350cm, D _s =50cm (L/r _y =158)						L=600cm, D _s =90cm (L/r _y =270)					
		Test		Theory		M _{theo.} M _{test}		Test		Theory		M _{theo.} M _{test}	
		M _{test} (tm)	Effect of Bracing	M _{theo.} (tm)	Effect of Bracing			M _{test} (tm)	Effect of Bracing	M _{theo.} (tm)	Effect of Bracing		
A		4.95	1.00	3.55	1.00	0.72		3.95	1.00	3.13	1.00	0.79	
B1		5.40	1.09	3.88	1.09	0.72		5.13	1.30	3.65	1.17	0.71	
B2		5.35	1.08	3.87	1.09	0.72		—	—	3.56	1.14	—	
C		5.25	1.06	3.98	1.12	0.76		4.79	1.21	3.71	1.19	0.78	
D		5.55	1.12	3.98	1.12	0.72		5.23	1.32	3.71	1.19	0.71	
E		5.50	1.11	3.98	1.12	0.72		—	—	3.71	1.19	—	

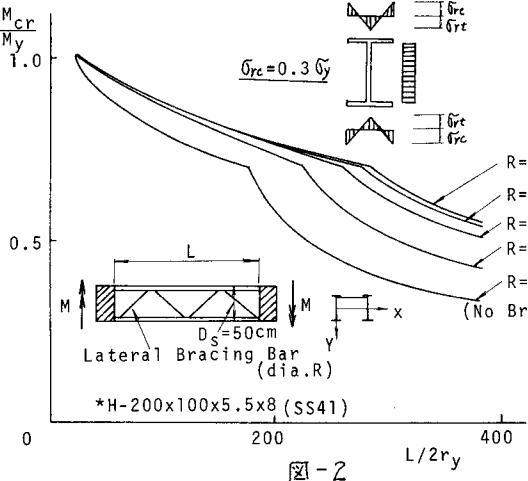


図-2

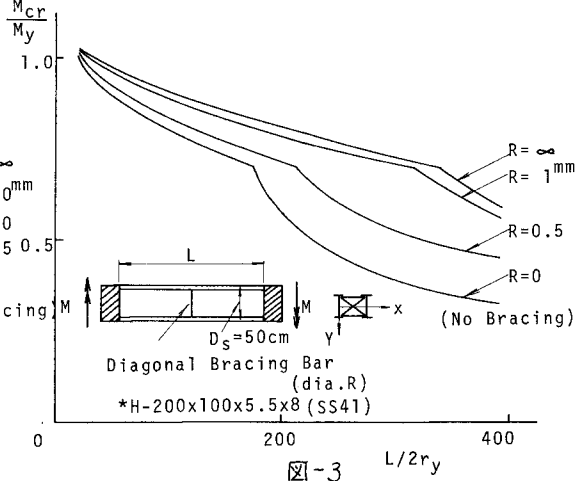


図-3