

名古屋大学工学部 正員 ○久保全弘

名古屋大学工学部 正員 橋本啓士

§ 序 1970年度の年次学術講演会<sup>1)</sup>において、2本の並列ま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、横補剛によるけたの横倒れ座屈に対する補剛効果を理論的および実験的に明らかにした。引続いて、今回は図-1に示す構造系の計算例を用いて横倒れ座屈と横構剛度の関連を検討したものである。

§ 座屈と横補剛 構造物に作用する主荷重に対して抵抗するように設計された主構面の周を結んでゐる横補剛材(ブレースング)の役割については、つぎのような項目が考えられる。すなわち、

- (1) 構造物に作用する従荷重(風荷重、地震荷重など)に対して抵抗するように配置する場合、
  - (2) 構造物の弱軸まわりの変形を防止し、構造強度の向上をはかるように配置する場合、
- の2通りである。ここでは座屈と横補剛との問題を考えているので上記の(2)の場合を対象としており、この役割の場合にはさらにつぎの2つの変形が考えられる。

a) 荷重の初期の段階から生ずる荷重の作用面外へのねじれを伴う変形を防止し、部材が過度の変形の結果起きる強度の低下を防ぐ。たとえば、Z形、L形、C形断面の主軸に対してある傾斜して荷重が作用する場合に部材が安定なつりあい状態に移ろうとするのを妨げるように配置するものである。

b) 構造部材の弱軸まわりの座屈を防止し、座屈強度の向上をはかる。これは座屈によって不安定なつりあい状態になろうとするのを妨げるように配置するものである。

上記(1)、(2) a) b)のうち(1)と(2) a)の役割に対するブレースングでは、ブレースングの強度(Strength)として十分な強さをもたせればよく、変形に対する力のつり合い条件式をもとにして比較的簡単に求めることができる。一方、座屈を防止するように効果的に配置する(2) b)のブレースングでは、ブレースングの強度(Strength)と最小剛度(Stiffness)を確保しなければならない。

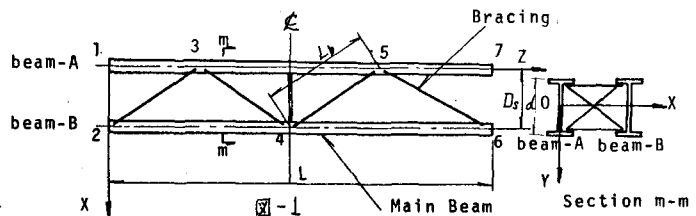
§ 解析 図-1に示すような横構などによってブレースされた2本並列まげたが両端に等曲げモーメントを受ける場合の横倒れ座屈強度をエネルギー法を用いて解析した<sup>1)</sup>。この構造系では全ポテンシャルエネルギーは、つぎのようになる。

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

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  $D$  はブレースング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、 $D = D_a + D_m$  となる。これらのエネルギーを並列まげたの水平変位、ねじれ角によって表わし、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。なお、2本のまげたの座屈変形(水平変位  $u_A, u_B$  およびねじれ角  $\beta_A, \beta_B$ ) を三角級数によって仮定し、まげたと横構のとりにつけ位置の水平変位  $u'$  はまげたのねじれによる付加変位を考慮すると、つぎの式で与えられる。

$$u'_A = u_A - \frac{kd}{2} \beta_A, \quad u'_B = u_B - \frac{kd}{2} \beta_B \quad (2)$$



ここには、 $d$ は主げたのけた高であり、 $k$ は横構のとりつけ位置を表わすパラメーターで  $k=-1$  の場合は圧縮側フランジに、 $k=0$  の場合は主げたのせん断中心に、 $k=1$  の場合は引張側フランジにそれぞれ横構がとりつけてあることを意味する。

【計算結果と検討】 計算は主げたの圧縮側フランジのみの横断面と横構の必要横断面との関係を示明らかにするために、つぎのような記号を用いて行なった。 すなわち、

$$\lambda_A = A_b / A_f, \quad \lambda_I = I_b / I_f \quad (3)$$

ここに、 $A_b$ 、 $I_b$ は横構の断面積と強軸まわりの断面2次モーメントである。 また、 $A_f$ 、 $I_f$ は主げたの圧縮側フランジのみの断面積と断面2次モーメントであり、それぞれ  $A_f = b t$ 、 $I_f = b^3 t / 12$  で表わしている。

図-2はワレントタイプにブレースされた2本並列主げたの横倒れ座屈強度曲線を示し、縦軸に  $M_{cr} / M_y$  を横軸に  $L / 2r_y$  がとってある。 この図から  $\lambda_A$ 、 $\lambda_I$  の変化による弾性域および非弾性域での補剛効果の様子がよくわかり、一臭鎖線の曲線 (fully bracing) すなわち主げたのスパン中央に  $u=0$ 、 $\beta=0$  なる拘束をもつ場合の座屈強度に収束している。 また、図中の実線は  $\lambda_I=0$ 、すなわち横構がピン結合に相当する場合で  $\lambda_A$  の増加に比し、補剛効果はあまり認められず、fully bracing までの座屈強度の向上は期待できないことがわかる。 一方、図中の破線に示すように  $\lambda_A$  と  $\lambda_I$  を確保すると非弾性域では十分な補剛効果がえられる。

図-3は横構の腹板とのとりつけ高さを移動させて補剛効果の変化を調べたものである。 この図から、とりつけ高さが  $k=0$ 、すなわち主げたのせん断中心から引張フランジ側に移動すると座屈強度の急激な低下がみられる。

最後に、本研究は日本鋼構造協会の委託によって行なったことを付記する。

文献 1). 福本、久保：横補剛された2本の横倒れ座屈、第25回土木学会年次学術講演概要集第I部、昭和45年11月。

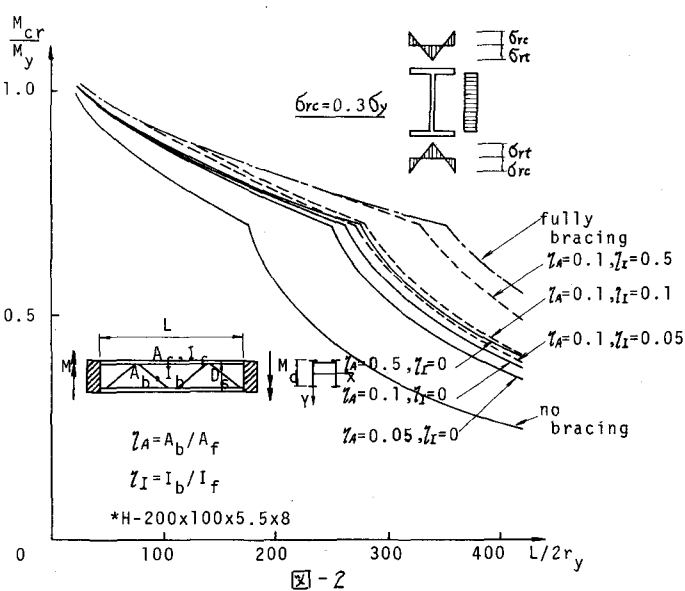


図-2

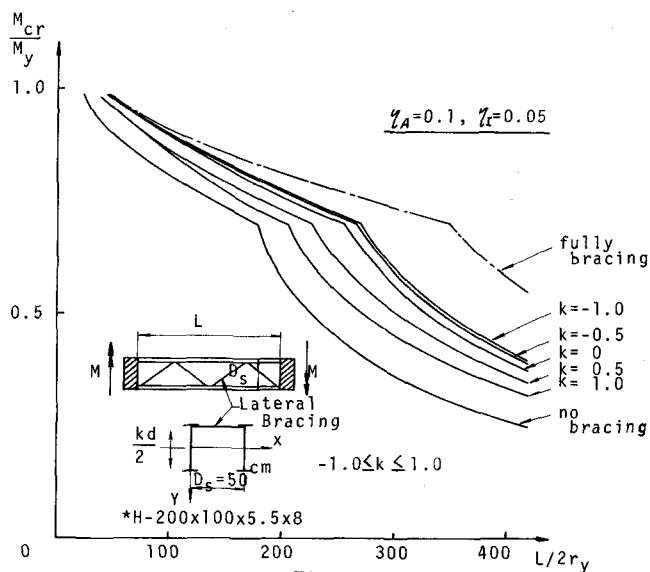


図-3