

不完全接合部を有する 鋼圧縮部材の座屈特性

大阪大学工学部 正員 西村宣男
大阪府 正員○原田高夫

1. 研究の目的

従来、土木におけるラーメン構造物の格点は、完全な剛結と考えられてきたが、図-1のような例えば架設用支保工の格点部では、アングル材がスポット溶接されただけで、剛結の仮定が満たされているとは考えられない場合が見受けられる。このような場合、従来通り格点部を剛結として座屈強度を求めると、実際の耐荷力強度に対して危険側の評価をする可能性がある。そこで、支保工等に用いられるH形鋼で組み立てられた架設機材の不完全接合部をモデル化し、部材の中間にこのような格点を有する柱部材の座屈特性について考察する。

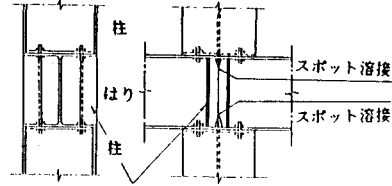


図-1 代表的な架設用支保工の格点

2. 不完全接合部を有する柱部材の弾性座屈特性

不完全接合部を有する一端固定・他端自由の多層柱部材について、伝達マトリクスを用いて座屈条件式を求め、各層の高さが等しい2~4層の柱部材の剛性パラメータ Ω ($=K_{\theta} h / E I$)と特性値 αh との関係を求めた(図-2)。次に、図-1で示した支保工の格点部を、図-3のようにモデル化した。この格点に支保工の面外方向のモーメントが与えられた場合、アングルの伸び剛性が局部剛性に関係すると考え、格点部の初期回転ばね剛性 K_{θ} を、次式のように表した。

a) 引張を受ける側のアングル材を有効とした場合

$$K_{\theta} = \frac{2 a^2 E A_t}{H - 2 t_r} \quad \dots (1)$$

b) 引張を受ける側のアングル材を無効とした場合

$$K_{\theta} = \frac{a^2 E A_t}{H - 2 t_r} \quad \dots (2)$$

次に、3種類のH形鋼及び2種類のL形アングル材を用いて計算を行い、 Ω の分布範囲(図-4)を調べた。ここで、1層当りの高さとして、支保工でよく用いられている3, 4, 5, 6mを採用した。その結果、一般的な支保工の格点部の Ω の値は、 $10^{-1} \sim 10$ であることがわかった。

さらに、各ケースの弾性座屈荷重 P_{cr} を図-5に示す。縦軸は、 P_{cr} を断面の全強 P_y で除し、無次元化した値である。引張側のアングル材を無効とした場合は、 K_{θ}

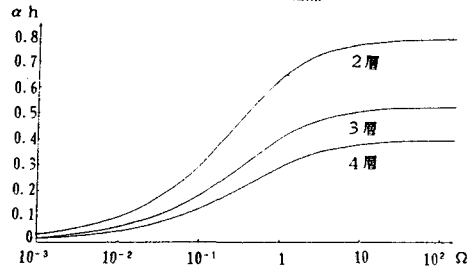
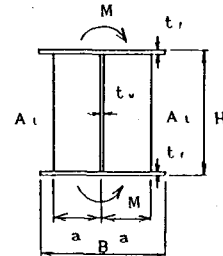


図-2 多層柱部材の座屈パラメータ



A_t : アングル材の断面積

a : 重心間の距離

図-3 不完全接合部のモデル化

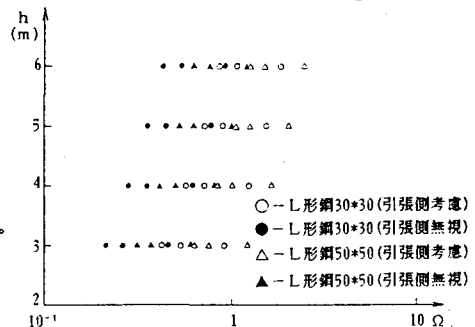


図-4 剛性パラメータ Ω の値

の値が小さくなり、かなりの座屈強度の低下がみられる。

3. 不完全接合部を有する柱部材の極限強度特性

ところで、柱部材の限界状態において、接合部の強度不足が問題となる場合は、接合部の断面力と局部変形の非線形関係を忠実に考慮し、さらに部材の塑性化や初期不整の効果を考慮した解析が必要となる。そこで、弾性座屈特性を求めた各々のケースについて、弾塑性有限変位解析を行った。その際、格点部の局部変形によるたわみ角の差(角折れ) $\Delta\theta$ と断面力の関係を、次式のように表した。

a) 線形ばね定数の場合

$$M_i = -K_\theta \Delta\theta \quad \dots (3)$$

$$M_i = K_\theta \Delta\theta \quad \dots (4)$$

b) 非線形ばね定数の場合

$$M = \frac{K \Delta\theta}{C_1 + |\Delta\theta|} \quad \dots (5)$$

ここに $K_\theta = K/C_1$ 、 C_1 は非線形特性値を表す。

(5) 式で表される関係を図-6 で示す。

弾塑性有限変位解析を行った結果を、図-7、図-8 で示す。 C_1 の値が0.05以下になると、非線形ばねの効果が顕著に現れる。また、 Ω の値が小さくなると、非線形ばねの効果により、極限状態における変位量が減少する割合が大きくなり、その上、極限強度が、弾性座屈強度から低下する割合が大きくなる。

4. あとがき

今後、以下の項目を明らかにする予定である。

- (1) 実験、あるいは接合部の弾塑性有限変位解析により、不完全接合部の、より正確な非線形特性を調べる。
- (2) 不完全接合部の断面力と局部変形の非線形関係を、モーメント M のみならず軸力の効果を含めて定式化する。

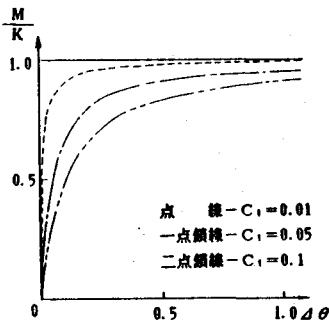


図-6 非線形ばね特性

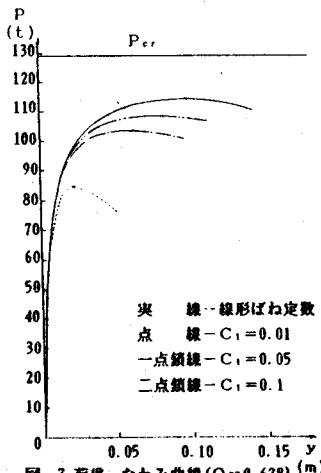


図-7 荷重-たわみ曲線 ($\Omega=0.628$) (m)

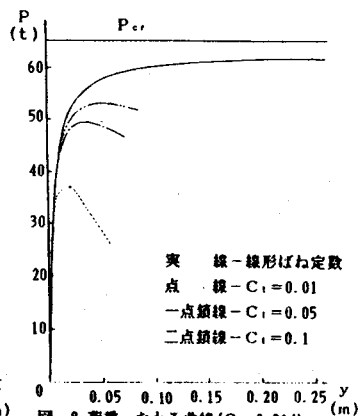


図-8 荷重-たわみ曲線 ($\Omega=0.214$) (m)

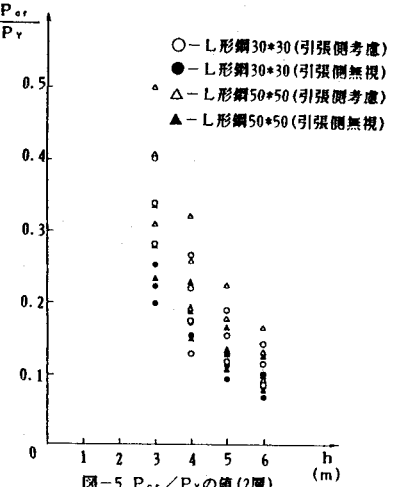


図-5 P_{cr}/P_v の値 (2層)