

I-67

半剛結平面骨組の結合部の変形特性が臨界挙動に及ぼす影響について

愛知県 正員 鈴木五月 名工大 正員 後藤芳顯 名工大 正員 松浦聖

1 はじめに：既に著者らは、半剛結骨組の臨界挙動に及ぼす①初期不整、②結合部の構成則、③荷重条件、④結合部の荷重履歴等の影響を理論的に明らかにしてきた^{1)~3)}。しかしながら、これらでは、各骨組の諸元に対応した代表的な1~2の半剛結継手を用いるにとどまっており、変形特性の異なる広い範囲の継手を用いた場合、臨界挙動がどのように変化するかは、必ずしも十分に検討されていない。ここでは、このような結合部の変形特性の影響を把握するために、結合部の構成則をDafalias-Popovモデルを用いて表現し、その支配パラメータが臨界挙動に及ぼす影響について検討する。さらにこの結果を用い既に①~③で得た半剛結骨組の臨界特性の一般性についても言及する。

2 結合部のモデル化と支配パラメータ：作用モーメント M と相対回転角 θ_r の関係で代表される、結合部の変形特性の概略は図-1のようになる。すなわち、初期剛性 k^i_M を持つ $M-\theta_r$ 曲線は、 M の増加とともに徐々に接線剛性が低下し、極限曲げ耐力 M_u に漸近する。ここでは、上記特性を示す最も単純なモデルの一つであるDafalias-Popovのモデルを用いて結合部の挙動を表現することを考える。すなわち、このモデルによると結合部の接線剛性 k_M は次のように表される。

$$k_M = dM / d\theta_r = 1 / (1/k^i_M + 1/k^p_M), \quad k^p_M = hM / (M_u - M) \quad (1a, b)$$

上記のモデルでは、 k^i_M 、 M_u の他、硬化形状パラメータ h の3種類のパラメータにより支配されている。このパラメータの範囲の概略を把握するために、代表的な半剛結継手である上下アングル継手に関する実験値⁴⁾を中心に調査した結果、2種類の無次元パラメータ k^i_M 、 M_u は式(2a, b)の範囲をとることが判明した。また、 M_u については、実験で用いられたはりの全塑性モーメント M^p で無次元化した値を含み、さらに、上限としては M^p までの領域を考慮すると式(2c)の範囲となる。

$$0.01 \leq k^i_M / M_u \leq 2, \quad 0.01 \leq h / M_u \leq 0.5, \quad 0.25 \leq M_u / M^p \leq 1 \quad (2a \sim c)$$

これらのパラメータの範囲に基づき、結合部の変形特性を調べるが、ここでは各パラメータの最大、最小および平均的な値の3種類に変化させて検討した。

3 解析結果と考察：文献1)~3)で扱った、門型、2層1径間、1層2径間の諸骨組の結合部が2で述べた結合部のパラメータ値の各組合せを持つ場合について、はり上に作用する分布荷重下、ならびに柱上に作用する集中荷重下の骨組の分岐挙動を解析した。

得られた結果のうち、図-2に示す門型骨組について、2種類のパラメータ k^i_M / M_u 、 h / M_u をそれぞれ変化させた場合の、鉛直荷重と水平変位の関係を分布荷重下、集中荷重下の挙動に分け図-3、4に示している。ここでは、各パラメータを変化させるとき、他の2つのパラメータは平均的な値に固定した場合を図示している。解析結果より、結合部の変形特性の影響が以下のように判明した。

k^i_M については、これが大きな値をとるほど、いずれの荷重下でも最大荷重は増加する。特に、集中荷重下では、分岐前結合部が負荷されないため、その影響は大きい。また、分布荷重下では、 k^i_M が大きいほど、最大荷重に至るまでの変形能が大きい。つぎに、 h については、分布荷重下では、 k^i_M が小さい場合 h が大きいほど最大荷重が上昇するが、 k^i_M が大きくなるとこの影響はほとんどなく、最大荷重に至るまでの変形能のみ増大させる。一方集中荷重下では、 h が大きいほど最大荷重到達後の荷重低下が小さくなる。しかしながら、全体的に見ると骨組全体の臨界挙動への h の影響は小さいものと考えられる。なお、上記特性は式(2c)に示す M_u の範囲において、ここで検討した全ての骨組について認められた。

結合部の変形を表す支配パラメータが骨組全体の臨界挙動へ及ぼす影響は上記のように明らかになった。しかしながら、巨視的に見ると荷重条件による臨界特性の差、すなわち、分布荷重下では、分岐後荷重が増加し、極限点に到達後、徐々に減少し、分岐荷重のレベルに漸近する特性、また、集中荷重下では、分岐後

分布荷重下の分岐荷重レベルまで、急激に低下する特性には変化がない。したがって、結合部の特性が現実的な範囲で変動した場合には、文献1)～3)で得られた臨界特性には変化がないものと考えられる。

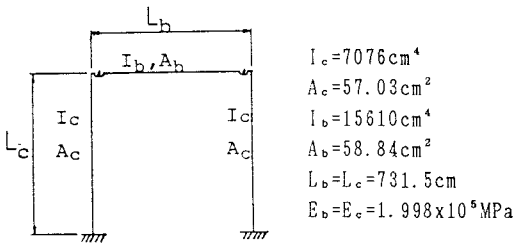


図-1 門型骨組

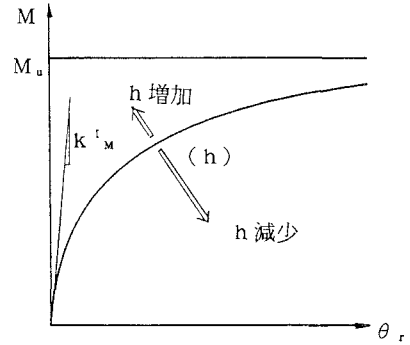


図-2 $M-\theta$ 関係

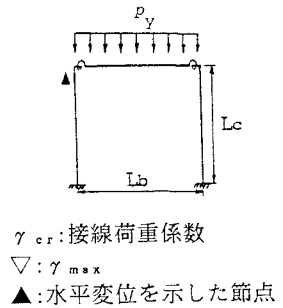
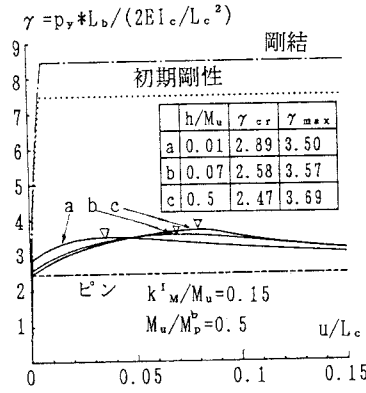
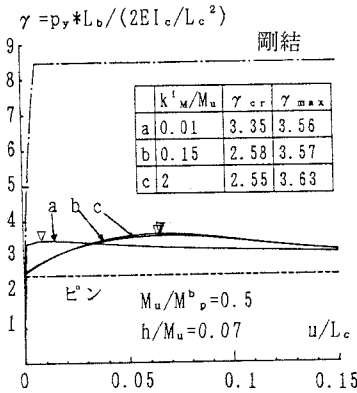


図-3 分布荷重下の分岐挙動

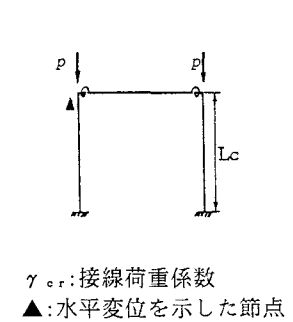
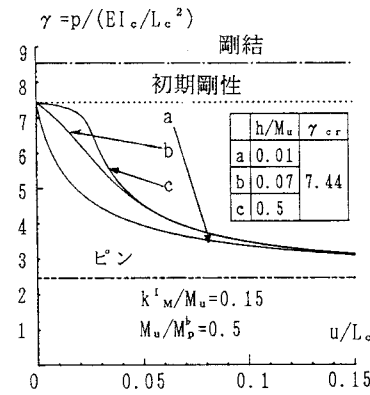
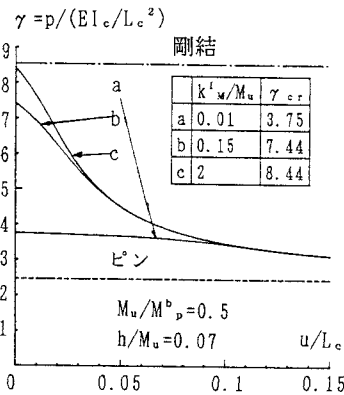


図-4 集中荷重下の分岐挙動

参考文献 1)後藤ら(1989):土木学会論文集 No.410 2)後藤ら(1990):土木学会論文集 No.416
 3)Goto, Y. et al.(1990):Int. J. Solids Structures(to appear) 4)Chen, W.F. et al.(1989):ASCE 115(1)