

I-207 三要素パワーモデルを用いた 鋼梁－柱接合部 $M - \theta_r$ 評価式

室 蘭 工 大	学 生 員	米 田 均
室 蘭 工 大	正 員	岸 徳光
室 蘭 工 大	正 員	松 岡 健一
日大生産工学部	正 員	能 町 純雄

1. まえがき

非線形な半剛性接合を有する骨組構造物の解析に関しては、後藤-Chen¹⁾の研究成果に代表されるように実務的な評価計算の段階まで研究が行なわれてきているようである。一方これら構造解析に必要な接合部の半剛性特性に関する研究は1930年代から継続的に実験あるいは理論的に行なわれ、種々の評価モデルが提案されているがそれぞれに一長一短があり、未だ合理的な評価式が示されていないようである。そのため、現在実験データに基づいた信頼度の高い評価式の確立あるいは直接実験データを実務に応用可能にするために、データベース作成の重要性が指摘されている。このような背景のもとに著者等も数年来実験データの収集整理を行ないデータベースの作成とこれを効率的に運用するための支援応用プログラムを作成し、さらに実験データを内挿するための曲線近似式を提案している²⁾。また、これらの研究と平行して接合部の設計を行なうことを目的として構造物の安定性に大きく影響を与えられとされる接合部の初期剛性と限界曲げ耐力に関する定式化を、特に半剛性の程度が大きいと思われる接合タイプについて試みRichard-Abbott³⁾が応力歪関係に用いた三要素パワーモデルの利用を提案している。

本論文では、非線形構造解析において用いられる接線剛性及び割線剛性のいずれに関しても繰り返し計算なしに算定可能であるこの三要素パワーモデルをより完全なものにするために、データベース支援応用プログラムを改良し二、三検討を行なった。すなわち、これまでの支援応用プログラムにおいては三要素パワーモデルの初期剛性と限界曲げ耐力算定の機能のみが組み込まれていたが、形状指数に関しては人為的な試行錯誤方法において求めるように作成されていた。ここでは、実験より求められた $M - \theta_r$ あるいは、実験データをもとに差分法を用いて求められた接線剛性- θ_r 曲線に最小二乗法を用いることによって最適な形状指数を決定し、接線剛性- θ_r 曲線や $M - \theta_r$ 曲線に関する実験結果と各評価モデルによる比較検討が容易に可能な機能を組み込んでいる。

2. 三要素パワーモデルを用いた $M - \theta_r$ 特性のモデル化

本論文では、Richard-Abbottが応力歪関係のモデルに用いた四要素パワーモデルを、三要素型に縮小して応用することを試みている。このモデルの最大の利点は、各要素を力学的に定数を決定することが可能であれば設計への対応が容易であると考えられることや、モーメント M 、相対回転角 θ_r や任意点の接合部接線剛性を繰り返し計算を用いずに直接的に算出可能で計算時間の短縮を図ることができることなどである。いま、接合部の初期剛性 R_{kl} と極限曲げ耐力 M_u 、および形状指数 n を用いると図-1のように $M - \theta_r$ 関係を表すことができる。

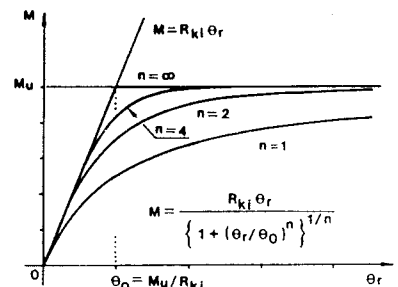
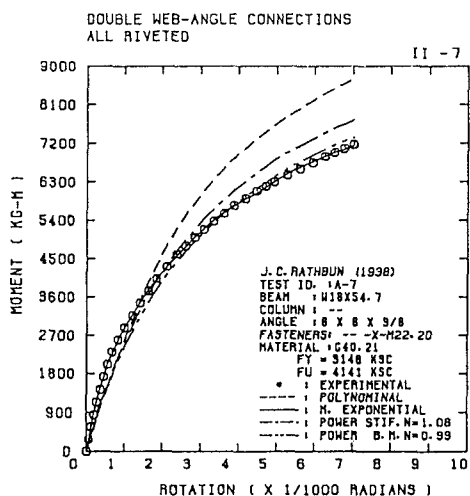


図-1, 三要素パワーモデルの概形図

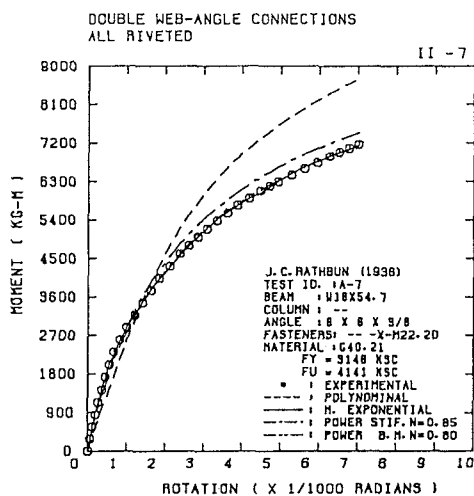
3. 検討結果

著者等はこれまで End plate 接合を除いた各接合タイプに関する初期剛性、極限曲げ耐力の定式化を試み、それらの結果を接合部剛性評価に関するデータベース支援応用プログラム(SCDB)に組み込んでいる。ここで

は、さらに形状指数 n を決定するためのルーチンを付加してSCDBプログラムの修正強化を図った(SCDB II)。実験結果に忠実な結果を得ることも考え、特に初期剛性評価に関しては評価モデルから求められる場合と実験結果から求められる場合について解析できるようにしている。図-2、図-3に解析結果の一例を示す。

図-2. R_{ki} を力学モデルから決定

した場合の各分布の比較図

図-3. R_{ki} を実験データから決定

した場合の各分布の比較図

図-2には初期剛性 R_{ki} 、限界曲げ耐力 M_u を力学モデルより決定した場合、図-3には、初期剛性 R_{ki} は実験結果を、限界曲げ耐力 M_u は力学モデルを用いて決定した場合について示している。いずれも、接線剛性 θ_r と $M-\theta_r$ に関して最小二乗法を適用した場合を多項式モデルによる結果と比較して示している。図中、STIF. は接線剛性 θ_r 分布に、またB.M. は $M-\theta_r$ 分布について最小二乗法を適用した場合を意味している。

両図より接線剛性 θ_r 分布を用いて最小二乗法を施すよりも、 $M-\theta_r$ 分布を用いて最小二乗法を施した結果の方が実験結果をより回帰しているようである。初期剛性 R_{ki} の決定に関しては実験結果に基づいて決定する場合の方が、力学モデルを用いて決定する場合よりも良い結果を与えている。Frye-Morris の多項式モデルは両図いずれの場合も三要素パワーモデルを用いた結果よりも実験結果に対する精度が落ちているようである。ここでは、実験データに対する結果のみ示しているが他の実験データに関してもほぼ同様の傾向があることを確認している。

4. まとめ

鋼梁-柱接合部 $M-\theta_r$ 曲線評価に関して三要素パワーモデルの形状指数 n を実験データの $M-\theta_r$ 分布あるいは接線剛性 θ_r 分布に対して最小二乗法を用いることにより、より合理的な形で決定することができた。そして、このルーチンをSCDBプログラムに組み込みSCDB II プログラムとして機能強化を図ることができた。

今後は、全実験データに関する初期剛性 R_{ki} と形状指数 n 、あるいは限界曲げ耐力 M_u に関する相関関係について検討を行なう予定である。

参考文献

1. Goto, Y. and Chen, W.F.: Second-Order Elastic Analysis for Frame Design, J. Struct. Div., ASCE, Vol.113, No.7, July 1987, pp.1501-1519.
2. Kishi, N. and Chen, W.F.: Semirigid Steel Beam-to-Column Connections, ASCE, ST1, Vol.115, January, 1989.
3. Richard, R.M. and Abbott, B.J.: Versatile Elastic-Plastic Stress-Strain Formula, J. Eng. Mech. Div., ASCE, Vol.101, No.EM4, New York, 1975, pp.511-515.