

I-128 接合部剛性評価に関する三要素パワーモデルの構造解析への適用性

室蘭工業大学 正員 岸 徳 光
 名古屋工業大学 正員 後 藤 芳 顯
 室蘭工業大学 正員 松 岡 健 一
 青森県庁 正員 米 田 均

1. はじめに

実際の平面骨組構造の接合部において、荷重の増大に伴い梁と柱の間に相対回転角が生じ非線形な $M-\theta_r$ 特性を示すことが過去の実験結果から明らかになっているにもかかわらず、その接合部を剛結接合あるいはピン接合を仮定して設計計算が行われている。しかしながら、耐力限界や使用性限界を基本として構造物の設計を行う限界状態設計法を適用する場合、これら接合部の特性を考慮した解析が必須であるものと考えられる。

接合部の半剛結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われ、また解析プログラムへ組み込むことも試みられているようであるが、未だ合理的な評価式が示されていないようである。岸とChenは接合部剛性評価のためのモデルに、半剛結の程度が比較的大きいと思われるweb-angle系接合,header plate接合,top- and seat-angle接合の接合形式に対し三要素パワーモデルの利用を提案している¹⁾。このモデルは、初期剛性,限界曲げ耐力,形状指数の3つのパラメータのみを用いて接合部の $M-\theta_r$ 特性を簡略な代数式により表すことが可能である。しかしながら、3つのパラメータのうちの初期剛性と限界曲げ耐力については、その接合部の力学的挙動に基づき定式化がなされているが、形状指数についてはそれが困難であるため人為的試行錯誤方法により決定していた。

本論文では、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欠落していた合理的な形状指数決定法を検討すると共に、このモデルの平面骨組の構造解析への適用性についての検討を行うことを目的としている。

2. 形状指数の決定

三要素パワーモデルの形状指数 n の決定は、プログラムPACOM (Parameter Analysis of COnection Models)²⁾を用いる。プログラムPACOMは、3種類の評価モデルに関するパラメータ算出と構造解析プログラムへの転送用ファイル作成機能の他に次の2つの機能を持っている。

- 1) 実験データから求められる $M-\theta_r$ 分布、接線剛性- θ_r 分布と三要素パワーモデル間に最小自乗法を適用して n を決定するルーチン
- 2) 1)によって得た n を基にして接合タイプ毎、あるいは全データに対して統計処理を施し n を $\log_{10}R_{ki}$ の一次式で決定するためのルーチン (R_{ki} は初期剛性。)

図-1は2)の手法により得られた全データに対する n の分布と $n-\log_{10}R_{ki}$ を用いた回帰線図を示している。

3. 断面力、変形量に対する形状指数の感度分析

2)では形状指数 n を統計的に処理して $\log_{10}R_{ki}$ の一次式で評価することを試みたが、ここではその工学的な適用性を検討するため、半剛結接合に関してデータベース化されている実験データを忠実に再現することの可能な修正exponentialモデルを用いて構造解析を行った場合の解析値を基準とし、三要素パワーモデルを用いた場合の結果を無次元化して整理し検討を行った。

構造解析モデルは、Moncarz等³⁾が解析例として用いている図-2に示す構造を取り上げた。載荷荷重は、死荷重 g

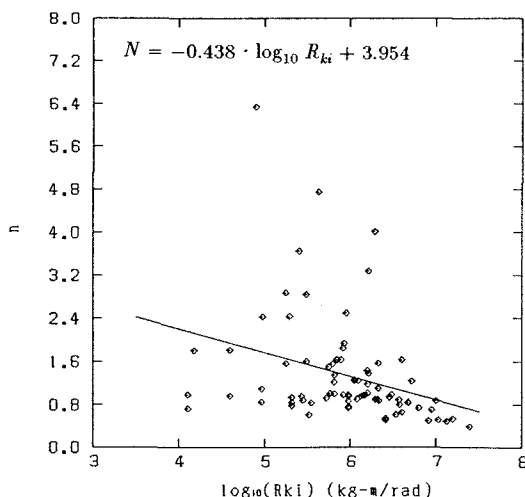


図-1 全データに対し統計処理を施した場合

と活荷重である分布荷重 p 、壁部に作用する風荷重を想定し節点の集中荷重に換算した w_1, w_2 としている。

4. 統計処理を施して決定した n を用いる場合の三要素パワーモデルの精度的検討

各データに関し最小自乗法を施して n を決定した場合における解析も行ったが、変位、曲げモーメント共に1.0前後の値を示すことを確認している。ここでは、さらに合理的に実設計に応用可能とするため接合タイプ毎、あるいは全実験データに対し統計処理を施して決定した形状指数 n を用いた場合の精度検討を行った。

図-3はtop- and seat-angle接合タイプ、図-4は全データを用いて統計処理を施し n を決定した場合において構造解析を行い節点5の変形量に関して比較した図である。統計処理による n の算定式は、それぞれ図中に示す直線式を用いている。図-3の場合は、1データを除きほぼ0.9以上の値を示し、図-4の場合は R_{ki} が小さい領域では1.0を中心とし多少分散性を示すが、 R_{ki} が大きい領域では、 R_{ki} の増大と共に変形量比は1.0より減少する。また紙面の都合上省略しているがモーメント比に関しては1.0より増大する傾向にあるようである。

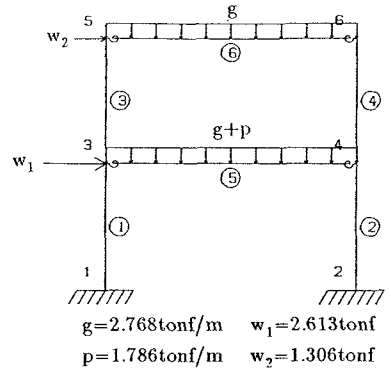


図-2 解析モデル

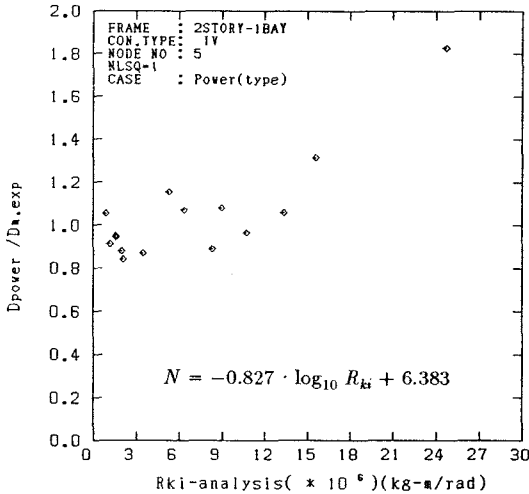


図-3 top- and seat-angle接合タイプの場合

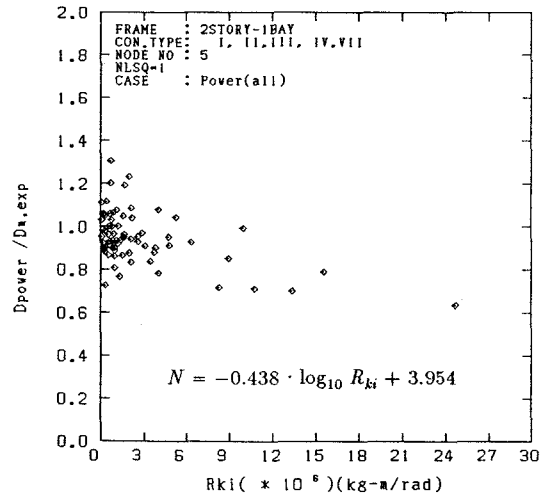


図-4 全実験データの場合

5. まとめ

解析した結果、実験データの代用として三要素パワーモデルを適用することが十分可能であることが確認できた。また接合タイプ毎、全実験データに対し統計処理を施し形状指数 n を決定する場合も初期剛性 R_{ki} が小さい領域で多少補正が必要と考えられるが、本論文で示した n の評価式はここで行った解析結果の範囲では工学的に十分適用可能と考えられる。

6. 参考文献

- 1) たとえば、Kishi, N. and Chen, W.F. (1987). "Moment-rotation relation of top- and seat-angle connections." CE-STR-87-4, School of Civ. Engrg., Purdue Univ., W. Lafayette, IN.
- 2) 岸徳光, 後藤芳顯, 松岡健一(1990). "半剛結接合に関するデータベースを用いた平面骨組構造解析システムの開発." 構造工学論文集, 土木学会, 36A(3月)
- 3) Moncarz, P.D. and Gerstle, K.H. (1981). "Steel Frames with Nonlinear Connections." J. Struct. Div., ASCE, 107(ST8), 1427-1441.