

I-111 三要素パワーモデルの半剛結鋼骨組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
札幌市 正員 小 泉 正 樹

1. はじめに

実際の鋼骨組構造物の接合部は荷重の増大に伴い、梁と柱間に相対回転角が生じ非線形な $M-\theta_r$ 特性を示すことが明らかになっている。著者等はこの非線形な $M-\theta_r$ 特性を効率よく解析に組み込むために、1)接合部剛性に関するデータベースの構築、2)実験データを忠実に解析に組み込むための曲線回帰式の提案（修正exponentialモデル）、3)力学モデルに基づいたアングル接合に関する接合部初期剛性 R_{ki} 、限界曲げ耐力 M_u の定式化、4)実験データに対する三要素パワーモデルの適用性、5)データベースを用いた半剛結接合骨組構造解析システムの開発、等に関する研究を行ってきた。

本研究ではこれまでの研究を踏まえ、半剛結骨組の構造解析を実務的に可能とすることを目的として、三要素パワーモデルの形状指数 n の決定と本モデルの構造解析への適用性について検討を行うものである。実務的な構造解析を行うためには、接合部構成部材の設計も可能とするような力学モデルに基づいた $M-\theta_r$ 評価式を用いることが肝要であるものと考えられる。ここでは力学モデルから

表-1 各接合タイプに対する形状指数 n の回帰式

接合タイプ	形状指数 n	No. of data
single web-angle 接合	$-0.520 \log_{10}(R_{ki}/M_u) + 2.291$	16
double web-angle 接合	$-1.332 \log_{10}(R_{ki}/M_u) + 3.952$	14
top- and seat-angle 接合 (double web-angle 付設)	$-5.483 \log_{10}(R_{ki}/M_u) + 14.745$	22
top- and seat-angle 接合	$-2.003 \log_{10}(R_{ki}/M_u) + 6.070$	15
header-plate 接合	$-0.512 \log_{10}(R_{ki}/M_u) + 2.264$	15
上記全接合タイプ	$-1.201 \log_{10}(R_{ki}/M_u) + 4.086$	82

決定される R_{ki} 、 M_u を用いる三要素パワーモデルの適用性について数値シミュレーション的に検討することとした。三要素パワーモデルは上記2要素の他に形状指数 n から構成されるものであるが、解析的に決定することが困難であるため、ここではデータベースを用いて得られた結果に対する回帰式により決定することとした。

2. 三要素パワーモデルの形状指数の決定

個々の実験データに関する三要素パワーモデルの形状指数 n の決定は、各評価モデルのパラメータ算出用プログラムPACOM (Parameter Analysis of Connection Models) を用いて行うことが可能であるが、これらを直接工学的に応用することは不可能である。ここではデータベースに格納されている実験データに対してプログラムPACOMを実行し、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、 $\log_{10}(R_{ki}/M_u)$ を用いた無次元回帰式を求めることとした。表-1にアングル接合に関する回帰式の一覧を、図-1に全データを用いた場合の n の分布状況と回帰線図を示している。

3. 三要素パワーモデルを適用して得られた構造解析結果の精度検討

形状指数 n 決定の為の回帰式を含め三要素パワーモデル

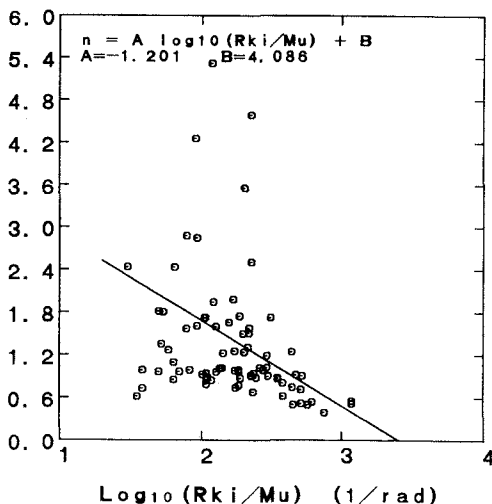


図-1 全データを用いた場合の n の分布図および回帰線図

の工学的な適用性を検討するために、これを半剛結骨組構造解析に適用し数値解析を行った。解析はデータベースに格納されている解析可能な全実験データを設定骨組構造の接合部に適用して行っている。精度検討は、実験データを忠実に再現することができる修正exponentialモデルを用いて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解析結果を無次元化する形で行っている。

数値解析は数種の骨組について行っているが、ここではMoncarz等が解析例として用いている図-2に示す構造についての結果を示す。表-2に各部材断面積と載荷荷重の一覧を示している。載荷荷重は、死荷重 g 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。各実験データに関する形状指数 n に関してはそれぞれが帰属する接合タイプの回帰式を用いることとしている。

図-3、4に要素番号5の節点4における曲げモーメントと節点6における水平方向変位についての結果を $\log_{10}(R_{ki}/M_u)$ を横軸にとり整理している。図より曲げモーメントは1.0を中心として0.8~1.3前後に分布している。また、変位に関しては曲げモーメントより収斂の程度がよく0.8~1.1前後に分布している。これより、各接合タイプの n に関する回帰式を用いる三要素パワーモデルは、1)構造解析結果に0.8~1.3程度の割増し係数を乗ずること、あるいは、2)特に曲げモーメントに関しては、 $(M_{power}/M_{m.exp}) > 1.0$ とするために回帰式の定数項を割増す等により工学的に適用可能であるものと考えられる。

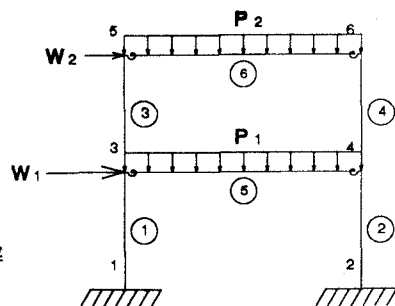


図-2 解析モデル

表-2 部材断面積と載荷荷重一覧

部材番号	部材長 (cm)	断面積 (cm ²)	断面二次モーメント (cm ⁴)
1	365.76	62.65	7075.93
2	365.76	62.65	7075.93
3	365.76	62.65	7075.93
4	365.76	62.65	7075.93
5	731.52	83.87	35088.31
6	731.52	58.84	15608.68

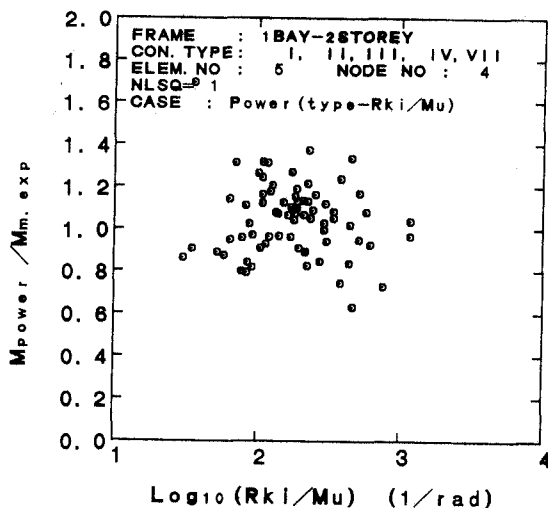
弾性係数 : 2,100,000 kgf/cm² $W_1 = 2.613 \text{ tonf}$ $P_1 = 4.554 \text{ tonf/m}$ $W_2 = 1.306 \text{ tonf}$ $P_2 = 2.768 \text{ tonf/m}$ 

図-3 曲げモーメントに関する一解析結果

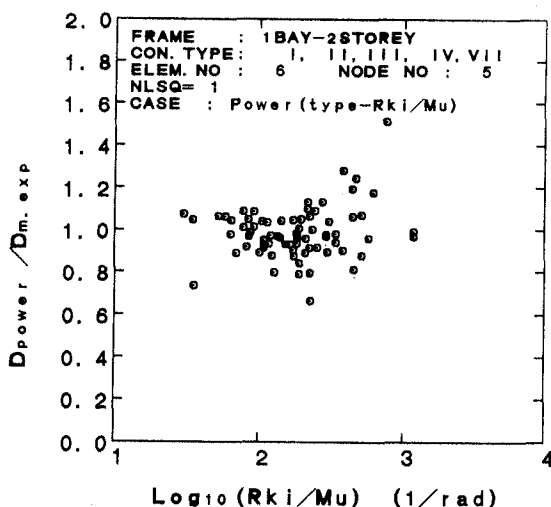


図-4 変位に関する一解析結果

4. まとめ

半剛結鋼骨組構造物の実務的な構造解析を可能とすることを目的として、接合部剛性評価式として接合部材の基本設計も可能な力学モデルを採用する三要素パワーモデルの適用性について検討を行った。検討結果、本モデルは解析値に0.8~1.3程度の補正係数を乗ずること、あるいは回帰式の定数項を割増すこと等により、形状指数 n に関する回帰式を含め工学的に適用可能であるものと考えられる。