

I-A 68 B_1/B_2 法による半剛結鋼骨組の断面力評価

室蘭工業大学 学生員 寺島 彰人
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 室蘭工業大学 正員 松岡 健一
 室蘭工業大学 正員 小室 雅人

1. はじめに

本論文では、半剛結接合骨組を剛結接合骨組と同様に B_1/B_2 法を適用し断面力を適切に算定評価する方法を確立することを目的として、接合部の接線剛性を考慮して算定された K 値を用いる B_1/B_2 法、横移動量 Δ を用いる B_1/B_2 法、半剛結接合骨組では横移動骨組成分が卓越するとして、横移動骨組成分による B_2 のみを考慮する方法、の3手法による断面力の算定を試み、各算定法の妥当性を数値的に検討することとした。なお、真値としては幾何学的非線形を考慮した剛性方程式と接合部の非線形な剛性特性を組み合わせた構造解析結果を採用している。

2. 数値解析のための仮定

本研究では図-1に示すような2種類の半剛結接合骨組について検討を行った。図中に各骨組の部材番号、節点番号、形状寸法及び各部材の使用形鋼を示している。なお、奥行き中心間隔は 300 in としている。本研究では AISC-LRFD の設計基準¹⁾に従うこととしているため、使用単位は米国の慣用単位に、形鋼の呼称についても同設計基準に従っている。

断面力算定のための載荷荷重は、死荷重 (D) を 68 psf、活荷重 (L) を 40psf、風荷重 (W) を 20 psf と設定し、係数倍荷重載荷時を想定していることより、 $1.2D$

+ $0.5L$ + $1.3W$ の組み合わせ荷重を用いている。従って、各梁に作用する等分布荷重 W は $W = 0.2117$ kip/in、風荷重による水平方向集中荷重 P_R , P_F は $P_R = 3.9$ kip, $P_F = 7.8$ kip となる。

半剛結接合部の非線形な剛性特性の評価に関しては、著者等によって提案されている三要素パワーモデル²⁾を用いることとする。このモデルは接合部初期剛性 R_{ki} 、限界曲げ耐力 M_u 、及び形状指数 n の3つのパラメータから構成されるものである。本解析では、 M_u を梁の塑性曲げモーメント M_p と等しくし、 $n = 1$ としている。 R_{ki} に関しては、梁の曲げ剛性を用いて $\rho^* = EI_b / L_b R_{ki}$ と無次元化することとし、 ρ^* を 0.001, 0.1, 0.5, 2.0 と変化させている。図-2に ρ^* を変化させた場合の半剛結接合部の非線形な $M - \theta_r$ 曲線を示している。なお、接合部接線剛性は、微小変位理論に基づいた剛性方程式と接合部の非線形な剛性特性を組み合わせた構造解析法によって算定している。

本研究では、以下に示す3つの方法で半剛結接合骨組柱の部材曲げモーメントの算定を行っている。

- 手法1： AISC-LRFDで規定している B_1/B_2 法を用いて部材曲げモーメントを算定する。 B_1 , B_2 に含まれる K 値については接合部接線剛性を用いて評価する。
- 手法2： 手法1の場合と同様であるが、 B_2 については、層の横移動量を考慮した式を利用する。
- 手法3： 横拘束骨組の曲げモーメント成分を無視し、横移動骨組に与えられた全ての組み合わせ荷重を載荷させて一次解析を行い、モーメント (M^*)、 K 値を求め、 B_2 を決定するものとする。二次項を考慮した柱

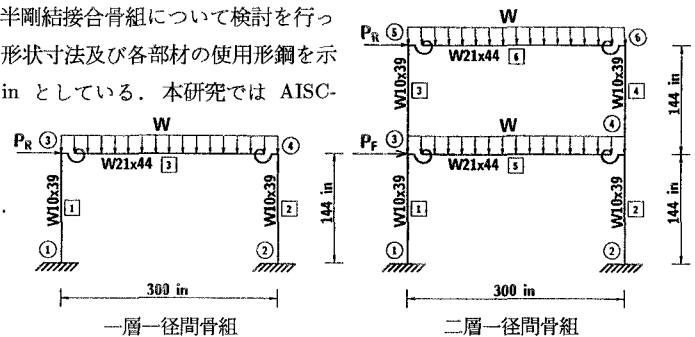


図-1 解析に用いた骨組

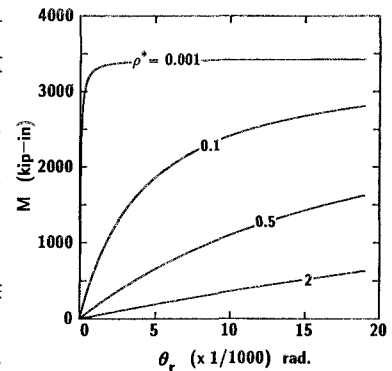


図-2 $M - \theta_r$ 曲線

の部材曲げモーメントは B_2 に M^* を乗じたものとして算定される。

3. 数値解析結果

数値解析結果は3種類の算定法と弾性二次解析により得られた結果を ρ^* ごとに比較する形で整理している。図-3にそれぞれ一層一径間、二層一径間骨組の結果を示している。図中の M_{exact} は弾性二次解析で得られた部材曲げモーメントを示しており、 m^* は各算定法によって求められた部材曲げモーメントと M_{exact} の比を表している。すなわち、 m^* が1.0に近いほど両者の差は小さく、1.0より大きければ安全側の値を、逆に小さければ過小評価を意味している。

まず、一層一径間骨組について考察する。図より、3手法とも m^* はほぼ1.0となっており、良い結果を与えていることがわかる。また、手法3においては、 ρ^* にかかわらず全ての柱材に対して安全側の値を与えるようである。

次に、二層一径間骨組について考察する。図より、手法1、2とも柱番号1において過小評価となっていることがわかる。手法3は、他の2手法よりも誤差が小さく比較的安全側の値となっている。二層目の柱において、 $\rho^*=2$ における手法1、3の誤差が大きくなっている。これは、図-2からもわかるように $\rho^*=2$ における接合部接線剛性がピン接合に近い値となっていることより、横移動骨組柱における K 値が大きくなり B_2 が大きく評価されるためと考えられる。一方、手法2では横移動量 Δ を用いて B_2 を算定しているため、他の2手法よりも誤差が小さい。

以上の結果より、本数値解析の範囲内では接合部がある程度の剛性を有している場合には、手法1、2は柱番号1に対し過小評価となっているものの、それ以外では m^* がほぼ妥当な値となっている。手法3は他の2手法より良好な結果を得ているようである。従って、接合部がある程度の剛性を有している場合には、3手法とも弾性二次解析による値とそれほど大きな誤差はなく、工学的に適用可能であると考えられる。一方、接合部の剛性が小さく、ヒンジ接合に近い状態の場合には、 K 値が大きくなり B_2 が大きく評価されるため、大きな誤差が生じる場合がある。本解析の場合には柱番号3、4で大きな誤差を示しているが、一層目に比較して小さな断面力であることより、工学的には許容できる範囲にあるものと判断される。

4. まとめ

接合部がある程度の剛性を有する場合には、 B_1/B_2 法による2つの手法および本研究で提案した方法は誤差が小さく、工学的に十分適用可能であると考えられる。一方、接合部の剛性が小さくヒンジ接合に近い状態では K 値が大きくなることより、 B_2 が大きめに評価されるため、曲げモーメントが若干過大に評価される傾向にある。しかしながら、これらの値は設計的に安全側の値であることより工学的に十分適用可能であるものと判断される。なお、本研究では一層一径間、二層一径間骨組についてのみの検討を行った。今後、多層多径間骨組に関する数値解析も行い、本研究で得られた結果の妥当性を検証したいと考えている。

参考文献

- 1) American Institute of Steel Construction, Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Buildings 2nd Edition, Chicago, IL., 1993.
- 2) Chen, W.F. and Kishi, N. : Semi-rigid steel beam-to-column connections : Data base and modeling, Journal of Struct. Engrg., ASCE, 116(ST7), pp.1813-1834, 1990.

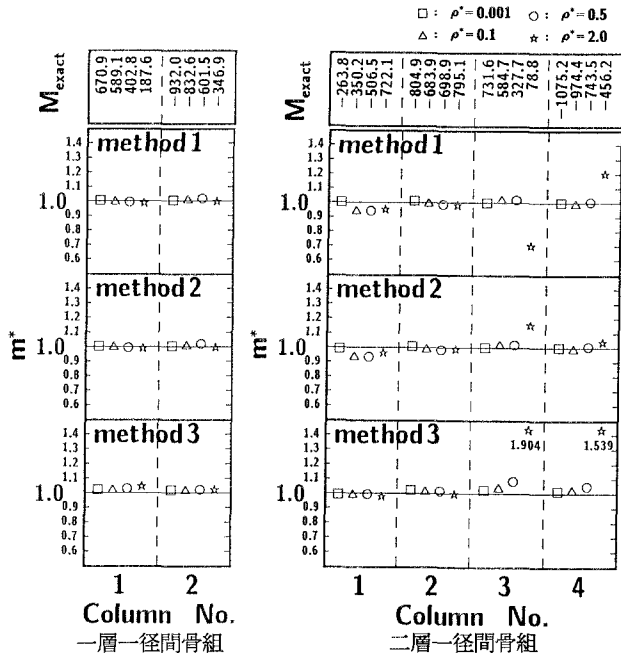


図-3 無次元化した各柱の曲げモーメント