

多層一径間半剛結鋼骨組柱の有効長係数の特性

室蘭工業大学	学正員	稲嶋 功
室蘭工業大学	正 員	岸 徳光
名古屋工業大学	正 員	後藤 芳顕
苫小牧高専	正 員	小室 雅人

1. はじめに

半剛結接合骨組を剛結接合骨組と同様 AISC-LRFD の設計基準¹⁾に基づいた設計を行うためには、柱の有効座屈長係数（以後、K 値と呼ぶ）の算定が必要である。剛結接合構造の場合には、alignment chart 法の利用により K 値の算定が可能であるが、半剛結接合構造の場合には、算定手法の提示もなく事実上未だ設計が不可能な状態となっている。著者等は半剛結接合骨組を剛結接合骨組と同様の手法によって部材の断面設計を可能にするために、alignment chart 法の過程に従った座屈方程式の定式化を試み、標準的な部分構造モデルに対しては接合部の接線剛性を評価することによって K 値の算定が可能であることを示している。

本研究では、先に定式化した座屈方程式を用いて、半剛結接合を有する一層、二層、三層一径間の横移動骨組を取り上げ、半剛結の程度や鉛直荷重を変化させた場合の K 値の分布特性について検討を行った。

2. 数値解析方法

基本骨組として図-1に示すような一層一径間骨組を設定した。図中に形状寸法および各部材の使用形鋼を示している。図-2に示す二層一径間、三層一径間骨組は各層高、部材断面とも基本骨組と同一であると仮定している。

接合部接線剛性算定のための載荷荷重は、本研究が分岐問題であることより死荷重、活荷重からなる鉛直等分布荷重のみとしている。なお、終局限界状態を仮定していることより組み合わせ荷重として係数倍荷重を用い、鉛直等分布荷重は $q_0 = 0.2117 \text{ kip/in}$ としている。本解析では、この q_0 を基本荷重とし、荷重係数 α を乗じることによって、基本荷重の2倍まで変化させることとした。

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 および形状指数 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、これら3つのパラメータのうち限界曲げ耐力を梁の塑性曲げモーメントに等しくとり $M_u = 4788 \text{ kip-in}$ とし、形状指数は $n = 1$ としている。また、接合部初期剛性 R_{ki} に関しては、梁の曲げ剛性を用いて次式のように無次元化することとし、

$$\rho^* = \frac{EI_b}{L_b R_{ki}}$$

ρ^* を剛結接合に近い状態 ($\rho^* = 0.001$) からヒンジ接合に近い状態 ($\rho^* = 10$) まで変化させている。図-3に ρ^* を 0.001 ~ 10 まで変化し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。

3. 解析結果および考察

解析結果は、骨組が構造、荷重載荷状態ともに対称系であること

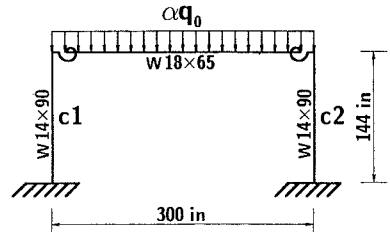


図-1 基本骨組とした一層一径間骨組

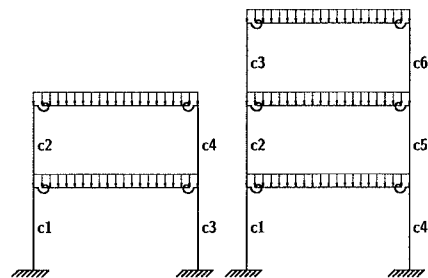
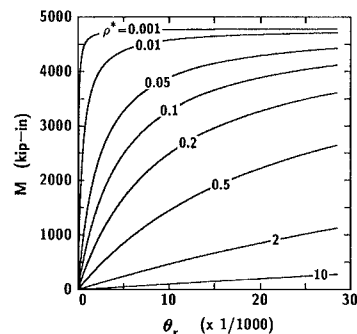


図-2 二層一径間および三層一径間骨組

図-3 解析に用いた $M - \theta_r$ 曲線

より左側の柱に着目し、縦軸にK値、横軸に荷重係数 α を取って整理している。

図-4に一層一径間骨組のc1柱のK値の分布を示している。 ρ^* の大きい領域($\rho^* = 2, 10$)および小さい領域($\rho^* = 0.001, 0.01$)では、 α の変化に対してK値の増加率は小さいが、中間領域($0.05 \leq \rho^* \leq 0.5$)では ρ^* の小さいものほど α の増加に伴いK値の増加率が大きく示されていることがわかる。これは ρ^* の大きい領域および小さい領域では接合部接線剛性の変化率が小さいことを、また中間領域ではその変化率が大きく接合部の非線形特性が影響していることを意味しているものと考えられる。図-5(a), (b)はそれぞれ二層一径間、三層一径間骨組の各柱のK値の分布を示したものである。両骨組のc1柱のK値に着目すると、その分布はほぼ同一となっている。これは三層一径間骨組の一層目の半剛結接合部が三層目の荷重の影響をほとんど受けず、従って二層一径間骨組の一層目のそれとほぼ等しい接合部接線剛性を有するためと考えられる。また、両骨組とも二層目のc2柱に着目すると、他の層のK値の分布形状とは異なり、 α の増加に伴い急激に大きくなる現象が示されている。これは ρ^* が大きいほど顕著であり、二層一径間骨組では $\rho^* = 0.5$ に対して $\alpha = 1.3$ で最大51.1、三層一径間骨組では $\rho^* = 0.2$ に対して $\alpha = 1.7$ で58.6となる。これは、半剛結接合を多層骨組に適用する場合に二層目の梁-柱接合部にはその適用が不適切であることを示唆している。

4. まとめ

本解析結果より、載荷荷重の大きさを变化させた場合のK値の分布特性は、剛結、ヒンジ接合に近い接合部では接合部剛性の影響は小さいが、半剛結接合部の領域ではその接線剛性に依存することが明らかになった。また、二層、三層一径間骨組の二層目柱のK値は接合部初期剛性の小さい場合ほど載荷荷重の増加に対して急激に大きくなる傾向があることがわかった。これより、二層以上の多層骨組に半剛結接合を適用する場合には、特に二層目の梁-柱の接合部を剛結あるいは剛結に近い接合形式として柱の耐力を向上させることが必要であるものと考えられる。

参考文献

- 1) American Institute of Steel Construction, Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Buildings 2nd Edition, Chicago, IL., 1993.

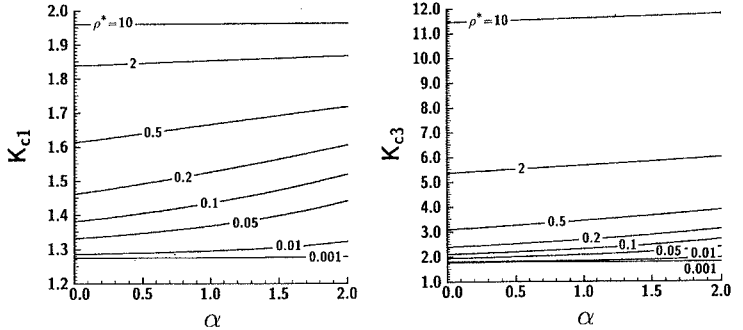
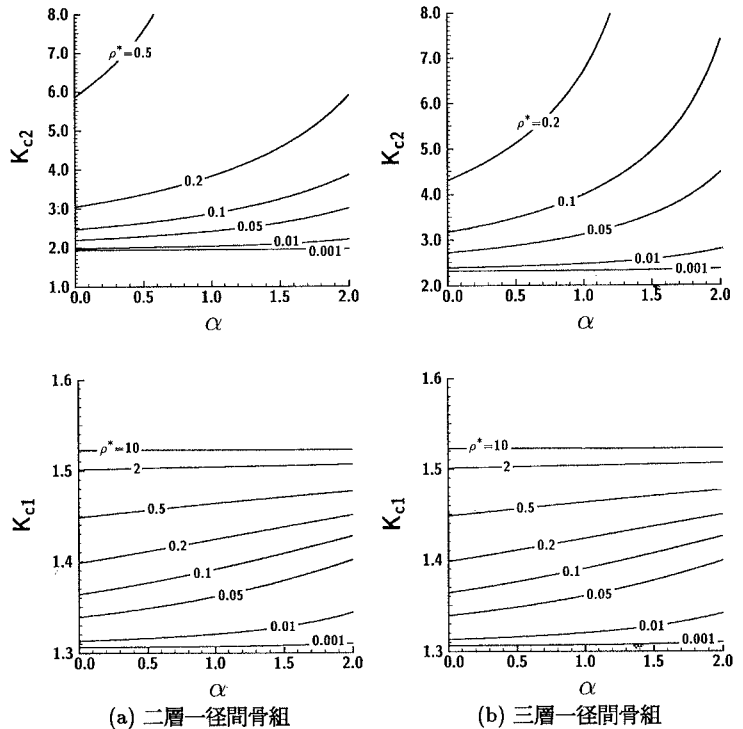


図-4 一層一径間骨組のK値の分布



(a) 二層一径間骨組

(b) 三層一径間骨組

図-5 二層一径間および三層一径間骨組のK値の分布