

苫小牧高専 正 員 小室 雅人
 室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
 名古屋工業大学 正 員 後藤 芳顕
 室蘭工業大学 正 員 松岡 健一

1. はじめに

現在 AISC-LRFD の設計基準¹⁾では、構造物の安全性照査において有効座屈長係数 (K 値) が用いられている。剛結接合骨組の場合、K 値は Alignment chart 法を用いることで容易に算定可能である。しかしながら、半剛結接合骨組の場合には、K 値の算定に関する明確な手法が示されていないことより、事実上同基準に従ったこれらの構造物の設計が不可能となっている。

本研究では半剛結接合鋼骨組構造を同基準に準じて設計することを可能にするために、半剛結横拘束鋼骨組柱の K 値の算定に関して、種々の境界条件等における座屈方程式の定式化を行い、接合部接線剛性と K 値の関係について、一層一径間骨組を用いた数値解析を行った。なお、座屈方程式の定式化に関しては AISC-LRFD の設計基準でも用いられている Alignment chart 法を修正する形で行っている。

2. 座屈方程式の定式化

AISC-LRFD の基準に示されている Alignment chart 法の仮定に基づいた横拘束骨組の座屈モードは、図-1 のように示される。図-1 のような部分構造モデルにおいて、梁材の変形状態は一般に図-2 のように仮定することができる。半剛結接合を有する場合を考慮するため、梁の両端に線形バネがあるものと仮定している。図中、L は梁の部材長、 θ_A 、 θ_B は、A 点、B 点の節点回転角、 M_A 、 M_B は A 点、B 点の材端モーメント、 R_{kA} 、 R_{kB} は A 点、B 点の接合部接線剛性である。以下、部分構造モデルを構成する梁、柱材の撓角撓度式について説明する。

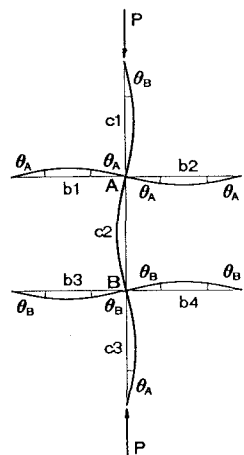


図-1 横拘束骨組の座屈モード

(1) 梁の撓角撓度式

図-2 に示す梁材の変形状態より、 $\theta_A = -\theta_B$ と仮定すると、A 端の材端モーメントは一般に次式のように示される。

$$M_A = \alpha_{bf} \frac{2EI}{L} \theta_A$$

ただし、 α_{bf} は A 端、B 端の接合条件によって決定される係数で表-1 のように示される。

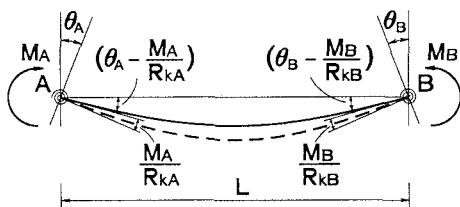


図-2 梁の変形の概略図

表-1 接合形式による α_{bf} の一覧

接合条件		M_A における α_{bf}
A 端	B 端	
剛結接合	剛結接合	1
剛結接合	ピン接合	3/2
剛結接合	半剛結接合	$\left[1 + \frac{6EI}{LR_{kB}}\right] / \left[1 + \frac{4EI}{LR_{kA}}\right]$
剛結接合	固定端	2
半剛結接合	剛結接合	$1 / \left[1 + \frac{4EI}{LR_{kA}}\right]$
半剛結接合	ピン接合	$(3/2) / \left[1 + \frac{3EI}{LR_{kA}}\right]$
半剛結接合	半剛結接合	$\left[1 + \frac{6EI}{LR_{kB}}\right] / R^*$
半剛結接合	固定端	$2 / \left[1 + \frac{4EI}{LR_{kA}}\right]$

ただし、 $R^* = \left[1 + \frac{4EI}{LR_{kA}}\right] \left[1 + \frac{4EI}{LR_{kB}}\right] - \left(\frac{EI}{L}\right)^2 \frac{4}{R_{kA}R_{kB}}$ である。

(2) 柱の撓角撓度式

図-1に示しているように横拘束骨組の部分構造モデルは部材回転角が零である。この場合の柱材端モーメント式は図-3より次式のように示される。

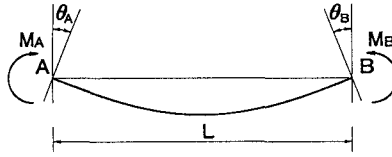


図-3 柱材の変形状態

$$M_A = \frac{EI}{L} [s_{ii}\theta_A + s_{ij}\theta_B], \quad M_B = \frac{EI}{L} [s_{ji}\theta_A + s_{jj}\theta_B]$$

ただし、 s_{kl} ($k, l = i \text{ or } j$) は柱の安定関数²⁾である。

以上、二つの撓角撓度式を用いて、部分構造モデルの境界条件等を考慮し、座屈方程式の定式化を行った。座屈方程式の定式化に関しては紙面の都合上ここでは省略することとする。

3. 数値解析結果

本研究では、半剛結接合横拘束骨組における接合部接線剛性と K 値の分布性状を明らかにするために半剛結接合部に線形バネを仮定し数値解析を行った。対象とした骨組は、図-4に示す一層一径間骨組である。本研究では特に横拘束骨組に限定していることより、梁の両端部は水平方向に拘束している。また、柱 $c1$, $c2$ は両者等しい断面特性を有するものとする。数値解析結果は横軸に梁の剛度と接合部剛性からなる無次元量 ($\rho = EI_b / L_b R_k$) をとり、梁柱の剛比 ($G = (I_c / L_c) / (I_b / L_b)$) を種々変化させて整理している。 ρ が小さい場合は接合部の剛性が大きくなり剛結接合に近づくことを意味しており、 ρ が大きい場合は剛性が小さくピン接合に近づくことを意味している。

図-5(a), (b)には、それぞれ柱 $c1$, $c2$ の K 値の分布を示したものである。図-5(a)より、柱 $c1$ に関しては、 G が小さくなるほど剛結接合と類似の K 値を示す領域が広がっていることがわかる。図-4に示した骨組からも明らかに、柱 $c1$ において、梁柱の接合部がピン接合の場合、 G の大小にかかわらず $K=0.7$ となる。従って、各 G 値に対する $K=0.7$ への漸近の状況は、 G の大きい場合ほど緩やかであるが、 G の小さい場合は小さな K 値より急激に漸近している。一方、図-5(b)より、柱 $c2$ に関しては他端の接合部剛性の影響が小さく示されている。その程度は G が大きい場合と小さい場合については K 値で0.005以下であり、 $G = 0.5, 1.0$ において0.02程度となっている。

4. まとめ

半剛結接合鋼骨組構造を剛結接合鋼骨組構造と同様 AISC-LRFD の規定に即して断面設計を可能にするために、横拘束骨組柱に限定して K 値算定のための座屈方程式を整理し、固定支持構造の半剛結接合一層一径間骨組を取り上げ、接合部接線剛性を变化させた場合の K 値の分布性状に関する数値計算を行った。

本研究により半剛結接合横拘束骨組柱の K 値算定が可能となり、過去の研究成果と組み合わせることにより、AISC-LRFD の規定に従った半剛結接合鋼骨組構造の断面設計が可能になるものと考えられる。

参考文献

- 1) American Institute of Steel Construction, (1986). Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Buildings, Chicago, IL.
- 2) 岸 徳光, 後藤芳顕, 小室雅人, 松岡健一: 半剛結横移動骨組柱の有効座屈長係数の分布性状, 土木学会第49回年次学術講演会, 平成6年9月

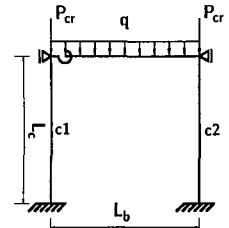
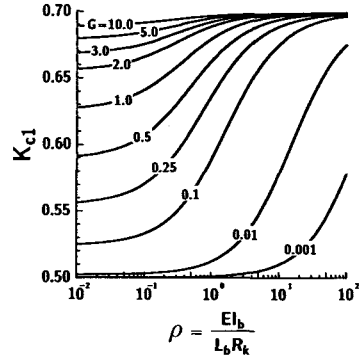
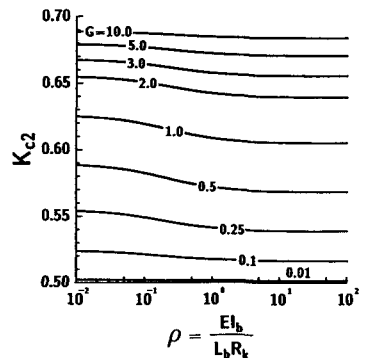


図-4 解析に用いた骨組



(a) 柱 $c1$



(b) 柱 $c2$

図-5 K 値の分布