

室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
 名古屋工業大学 正 員 後藤 芳顕
 Purdue Univ. Chen W. F.
 苫小牧高専 正 員 小室 雅人

1. はじめに

半剛結接合構造はその接合部剛性が小さいことより一般に低層多径間に多く用いられているようである。著者等は、半剛結接合を剛結接合と組み合わせることにより、半剛結接合の高層骨組構造への適用性について、使用限界状態時の横移動量に着目した研究を行った¹⁾。本研究ではそれらの研究成果を踏まえ、半剛結接合の高層骨組構造への適用性に関する柱の耐荷力的な検討を行う前段階として、AISC-LRFDの設計基準の安全照査式に含まれている有効座屈長係数 (K 値) に着目し、数値解析を行った。本論文では4つの剛結接合と半剛結接合の組み合わせを考え、同設計基準に基づいて係数倍荷重を載荷した場合について数値解析を行った。対象とした骨組は過去の研究で用いた8層4径間骨組とし、半剛結接合部には top- and seat-angle with double web angle 接合を採用した。K 値の算定に関しては、剛結接合骨組に広く用いられている alignment chart 法を半剛結接合骨組に適用できるよう修正して行っている²⁾。

2. 接合部剛性評価

接合部の非線形な剛性特性評価には、著者等が提案した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接合部剛性評価モデルである。無次元化された三要素パワーモデルを次式に示す。

$$m = \frac{\theta}{(1 + \theta^n)^{1/n}} \quad (1)$$

$m = M/M_u$: 無次元接合部曲げモーメント

$\theta = \theta_r/\theta_0$: 無次元接合部相対回転角

($\theta_0 = M_u / R_{ki}$: 塑性回転角)

n : 形状指数

また、 M : 接合部モーメント、 θ_r : 接合部相対回転角である。図-1に式(1)の概形図を示す。式中の初期剛性 R_{ki} と限界曲げ耐力 M_u はアングル材の諸形状寸法に関連づけられたノモグラフを利用することにより算定できる。また、形状指数 n についても接合部剛性に関する実験結果に基づいて求められた評価式を用いて与えることが可能である。本解析に用いた top- and seat-angle with double web angle 接合の評価式を表-1に示す。

3. 骨組、設定荷重および接合部アングル材の主形状寸法

本研究では、数値解析のための高層骨組として奥行柱間隔が300 in の8層4径間骨組を採用している。図-2に解析に用いた骨組の主寸法および使用形鋼を示している。本解析では終局限界状態を仮定していることより、骨組に載荷する各荷重は以下のように設定した。

$$W_R = 0.0708 \text{ kip/in} \quad W_F = 0.2117 \text{ kip/in} \\ (1 \text{ kip/in} = 178.74 \text{ kgf/cm})$$

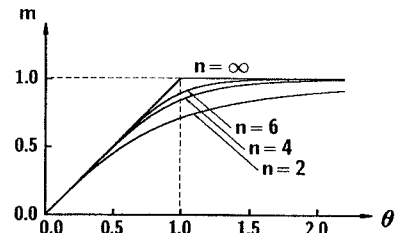


図-1 無次元三要素パワーモデル

表-1 形状指数評価式

形状指数 n	
$1.398 \log_{10} \theta_0 + 4.631 \dots$	$\log_{10} \theta_0 > -2.721$
0.827	≤ -2.721

θ_0 : 塑性回転角

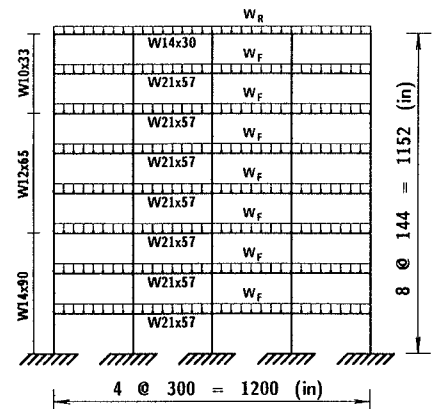


図-2 解析に用いた8層4径間骨組

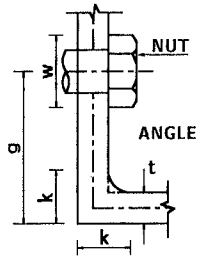


図-3 アングル材

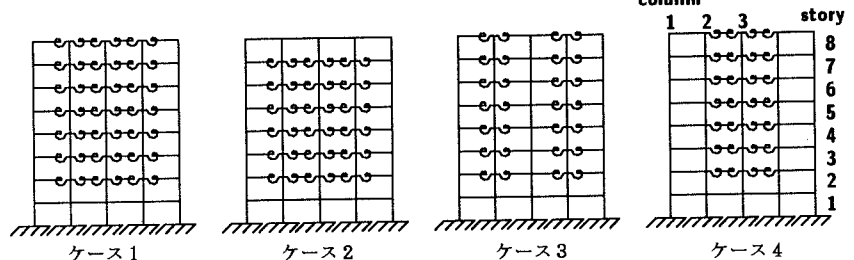


図-4 各解析ケースの一覧

図-3にアングル材の主形状変数を示している。本研究では top angle と seat angle は同一寸法とし web angle の板厚と長さを変化させた場合について検討を行うこととする。主形状変数には添え字として t , w を付記して top および seat angle と web angle を区別することとする。数値解析は top angle と seat angle に $L4 \times 4 \times 1/2$ を用い、 $l_t = 6.0$ in, $g_t = 2.5$ in と固定している。また、web angle には $L3 \times 3$ を用い、 $g_w = 1.75$ in に固定して、 l_w , t_w を変化させている。

4. 解析結果および考察

本研究では剛結接合部と半剛結接合部の組み合わせパターンとして図-4に示すような4ケースを設定し、すべての接合部を剛結接合とした場合の全5ケースについて解析を行った。各柱材の位置を明確にするために、柱番号を左側から1～3、層番号を下から上方に1～8と定義することとした。ここでは紙面の都合上、column 3 についての結果のみを示すこととする。

表-2は $t_w = 3/8$ in, $l_w = 7.5$ in とした場合の各ケースに対する第2層目以上の column 3 の K 値を比較して示している。表より

表-2 column 3 の横移動骨組柱のK値の一覧
($t_w = 3/8$ in, $l_w = 7.5$ in)

story	column 3				
	case1	case2	case3	case4	rigid
2	2.500	2.500	1.765	2.503	1.608
3	3.353	3.354	1.707	3.364	1.476
4	2.899	2.900	1.547	2.912	1.361
5	2.681	2.682	1.465	2.695	1.302
6	2.443	2.444	1.391	2.456	1.253
7	1.944	1.945	1.239	1.954	1.152
8	1.579	1.434	1.208	1.584	1.149

類似のK値を与えるケースの組み合わせのことがわかる（ケース1，2，4が同一のグループ）。これは部分構造モデルの境界条件が各ケースとも等しくなるためと考えられる。これより、以下では各柱番号に対する部分構造モデルの境界条件が異なるグループごとにケースを分類し考察することとする。

図-5は column 3 の story 3 に着目し、 l_w , t_w を変化させた場合のK値を各ケースごとに比較して示したものである。ケース1，2，4の結果より、K値は $t_w = 1/4$ in, $l_w = 6.0$ in で4.307、 $t_w = 1/2$ in, $l_w = 9.0$ in で2.378となり、 t_w , l_w によってK値は大きく変化することがわかる。これは着目している柱における部分構造モデルの接合部が全て半剛結接合となっていることより、接線剛性の影響を最も大きく受けるためと考えられる。ケース3の場合、柱の両側の接合部が剛結接合となっていることより、 t_w , l_w の変化の影響はほとんど受けずK値はほぼ一定となっている。

5. まとめ

ここでは剛結接合と半剛結接合を組み合わせる用いた場合の高層骨組柱のK値の分布性状について検討を行った。

検討結果、部分構造モデルにおける半剛結接合の配置によってK値算定に関するグループ化が可能であること、部分構造モデルに剛結接合が一部配置されている場合には、より小さなK値にすることができると等を数値的に明らかにすることができた。

参考文献

- 1) 岸 徳光, 後藤芳順, 松岡健一: 剛結および半剛結接合を組み合わせた鋼骨組の挙動解析, 土木学会北海道支部論文報告集, 第49号, pp.141-144, 平成5年2月
- 2) 岸 徳光, 後藤芳順, 松岡健一, 小室雅人: 半剛結横移動骨組柱の有効座屈長の算定, 土木学会北海道支部論文報告集, 第50号, pp.42-47, 平成6年2月

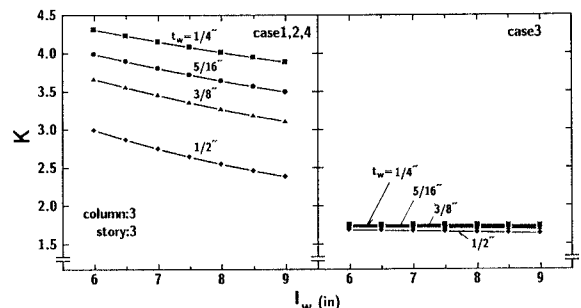


図-5 column 3, story 3 における横移動骨組柱のK値の分布