

B-33

損傷集中を回避する埋込型柱脚を有する梁降伏型骨組の第 1 層柱形状

The First Story Column Shapes to Avoid Damage Concentration under Weak-Beam Type Steel Frames with Embedded Column Bases

○柳田佳伸¹, 半貫敏夫², 秋山宏³

*Yoshinobu Yanagita¹, Toshio Hannuki², Hiroshi Akiyama³

Abstract: Embedded column bases are used well under medium and low storied steel frames. Superstructure is weak-beam type under weak-beam type steel frame. The other, weak-beam type and weak-column type intermingle in the first story. Factors to cause damage concentration are the first story. In studies of history, if stiffness ratio of beam for column is small, to case damage concentration on bottom end of the first story column is pointed out. In this paper, the first story column shapes to avoid damage concentration are proposed.

1. はじめに

鋼構造骨組において埋込型柱脚は中高層建物に多く用いられる。梁降伏型骨組において上部構造は梁降伏型である。一方、第 1 層においては梁降伏型と柱降伏型が混在する骨組と言える。ここに、第 1 層柱下端部に損傷集中を生じる要因があると考えられる。既往の研究^{1,2,3)}では柱に対する梁の剛性比率（梁柱剛性比）が小さい場合には第 1 層柱下端部に損傷集中を生じることが指摘されている。これにより文献 4,5,6 では損傷集中を緩和する骨組が提案されている。

本論文では第 1 層柱下端部への損傷集中を回避する柱形状を提案する。各ヒンジにおいて累積塑性変形倍率が一定となる強度分布（最適強度分布）を示すことにより、損傷集中を回避する骨組を提示する。

2. 骨組の概要

建物階数は 5.10 層とする。質量分布一定の無限均等ラーメンとする。

(Legend)

- : Plastic Hinge
- △ : Roller
- △ : Perfect Pin
- : Elastic Member

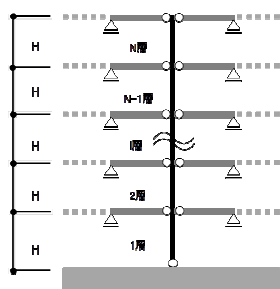


Figure1.Outline of the Frame

各層梁の材端回転バネ剛性を以下に示す。

$${}_b K_{ri} = 6EK_o \cdot \bar{k}_i \cdot K_{bci} \quad (1) \quad \bar{k}_i : \text{文献 7}$$

K_o : 基準剛度（第 2 層柱剛度を基準剛度とする）、 K_{bci} : 梁柱剛性比（=一定値 K_{bc} ）ただし、 $K_{bcN} = K_{bc}/2$

3. 損傷集中を回避する骨組第 1 層の柱形状

第 1 層柱下端部に損傷集中を回避する可能性のある第 1 層柱断面形状の概念図を図 2 に示す。梁柱剛性比

が小さくなると第 1 層の反曲点位置は上方に移動する為、損傷集中を生じやすくなる。

反曲点位置が常に柱中央付近にあると見做せることが重要と考える。これを実現させる可能性を持つ柱形状を以下に示す。

- 骨組 1 : 第 2 層柱より剛性が低い様な断面
 - 骨組 2 : 2 種類の様断面からなる変断面柱
 - 骨組 3 : 柱下端の断面を線形的に小さくした変断面柱
- いずれも柱上端部が塑性化しないものとする。

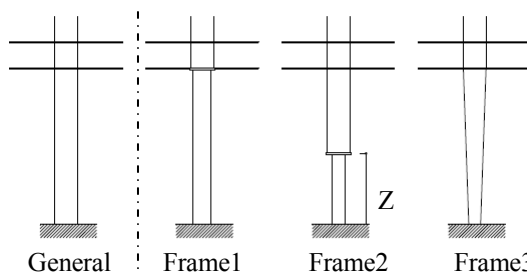


Figure2.The first story column shapes

4. 解析条件および解析パラメーター

・解析条件

第 1 層柱下端部を除く各層柱材端は塑性化しないものとする。減衰定数はゼロとする。地震波は EL-Centro(NS)の源波を用いる。目標とする各層梁および第 1 層柱下端部の追跡塑性変形倍率は 10(±5%)とし、試行錯誤的に強度を設定する。1 次固有周期は次式⁸⁾による。 $N \leq 5 : T = 0.2N, N > 5 : T = 0.55 + 0.085N$ (2)

N : 建物階数

解析結果による地震エネルギー入力の変換速度値は 5 層骨組 : $V_E \doteq 100(\text{cm/s}), 10$ 層骨組 : $V_E \doteq 90(\text{cm/s})$ であった。骨組 1, 2 は第 2 層柱に対する第 1 層柱の剛性比 \bar{k}'_i を用いる。骨組 3 は第 2 層柱に対する第 1 層柱の柱せい比率 m を用いる。

・解析パラメーター

1 : 青木あすなろ建設 (株) 技術研究所 2 : 日大名誉教授 3 : 東大名誉教授

梁柱剛性比 $K_{bc}=0.8,0.3$

骨組 1 : $\bar{k}'_i=0.8,0.5,0.3$

骨組 2 : $[Z=0.8]\bar{k}'_i=1.0,0.63,0.38,[Z=0.3]\bar{k}'_i=2.67,1.67,1.0$

骨組 3 : $m=0.9,0.8,0.7,0.6$

5. 解析結果

各骨組の解析結果を図 3~5 に示す。縦軸は各層位置、横軸には強度分布を示す。図中には比較の為、最適降伏せん断力係数分布下の強度分布（反曲点位置=柱中央）を実線で示す。以下、仮定最適強度分布とする。強度分布 $a_{i,k}$ は中間層を基準として表す。

0 層 : $a_{0,k}=cM_{y1}/bM_{yk}$, $bM_{y1}=2bM_{y2}$

i 層 : $a_{i,k}=B M_{y1}/B M_{yk}$, $b M_{y1}$: 片側の梁材端強度

骨組 1 を含めて全体的に梁柱剛性比が小さい場合には、バネ剛性が低いほど仮定最適強度分布に近づくことが分かる。梁柱剛性比が小さい場合にはやや強度が高くなるが、柱下端部の強度分布は仮定最適強度分布に概ね一致している。骨組 2 において、接合部位置 Z による違いはあまり見られない。これは接合部位置が低い場合には反曲点位置は下がるが、材端バネ剛性が高くなることで、強度が大きくなった為である。骨組 3 では、骨組 1,2 に比べて第 1 層柱下端の強度分布がやや小さい傾向を示した。これは他の骨組に比較して剛性が低い為である。各柱共に損傷集中を回避する骨組として期待できる。

6. まとめ

- 1)各骨組第 1 層において柱断面形状を変化させることで梁柱剛性比が小さい場合であっても柱下端部への損傷集中を回避することが可能である。
- 2)解析結果から得た最適強度分布は最適降伏せん断力係数分布から求まる強度分布にほぼ一致する。
- 3)骨組 1,2,3 は第 1 層柱下端部への損傷集中を回避する骨組であることが分かった。

7. 参考文献

[1]呉相勲,山田哲,秋山宏「梁柱耐力比及び剛性比を考慮した梁降伏型鋼構造多層骨組の損傷分布則」日本建築学会構造系論文集,第 506 号,pp171-177,998.4

[2]秋山宏「地震時における鋼構造ラーメン骨組の損傷分布則」日本建築学会構造系論文集,第 309 号,pp53-59,1981.11

[3]小久保彰,半貫敏夫,秋山宏「柱降伏を伴う梁降伏型多層骨組の損傷分布則」日本建築学会構造系論文集,第 630 号,pp1289-1294,2008.8

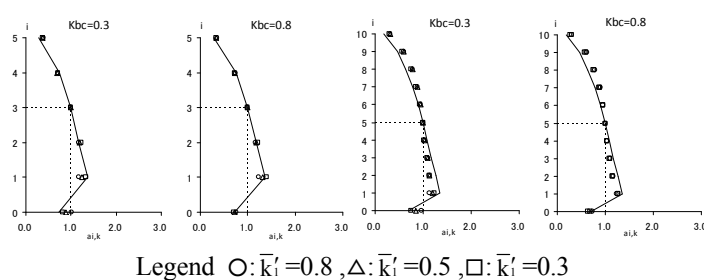
[4]山田哲,秋山宏「柱脚の固定度が鋼構造多層骨組の終局耐力に与える影響」日本建築学会構造系論文集第 496 号,pp113-118,1997.6

[5]小久保彰,半貫敏夫,秋山宏「第 1 層柱脚が降伏する梁降伏型多層骨組の基準損傷分布則,日本建築学会学術講演梗概集,C-1,pp1014-1016,2007.8

[6]金田勝徳,木村祥裕,濱崎慎一,和田章「全層梁降伏型を目指した中低層鉄骨ラーメン構造構築のための新しい柱脚機構の提案」日本建築学会構造系論文集,第 654 号,pp1537-1546,2010.10

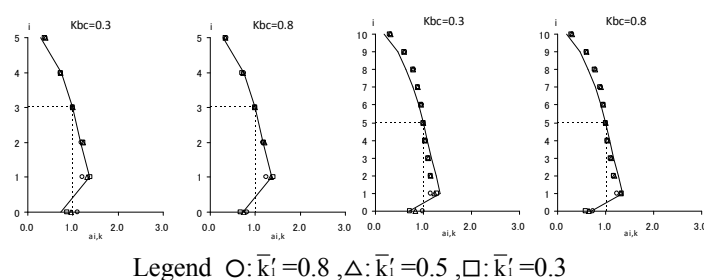
[7]秋山宏「建築物の耐震極限設計」第 2 版,東京大学出版会,1987

[8]中低層鉄骨建物の耐震設計法,(社)鋼材倶楽部,中低層鋼構造骨組耐震性研究委員会,技法堂出版,pp478,1978



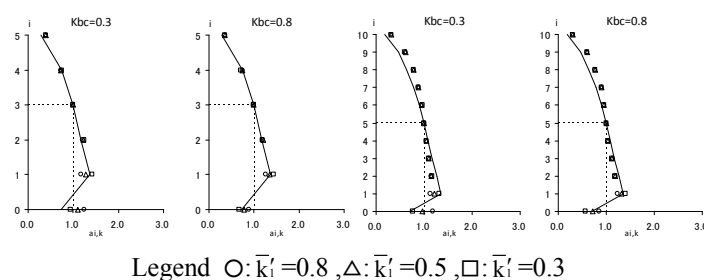
Legend ○: $\bar{k}'_i=0.8$, △: $\bar{k}'_i=0.5$, □: $\bar{k}'_i=0.3$

Figure 3. Frame 1 : Strength Optimum Distribution



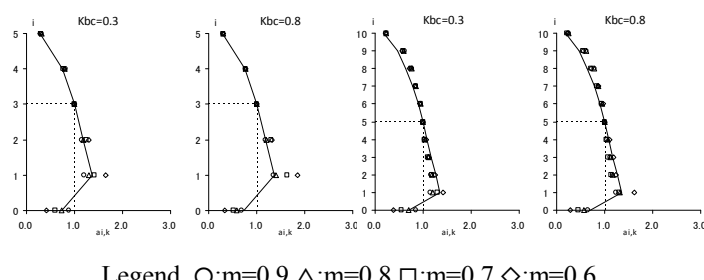
Legend ○: $\bar{k}'_i=0.8$, △: $\bar{k}'_i=0.5$, □: $\bar{k}'_i=0.3$

Figure 4a. Frame 2 : Strength Optimum Distribution (Z=0.8)



Legend ○: $\bar{k}'_i=0.8$, △: $\bar{k}'_i=0.5$, □: $\bar{k}'_i=0.3$

Figure 4b. Frame 2 : Strength Optimum Distribution (Z=0.3)



Legend ○: $m=0.9$, △: $m=0.8$, □: $m=0.7$, ◇: $m=0.6$

Figure 5. Frame 3 : Strength Optimum Distribution