

複合型露出柱脚の降伏機構に関する実験的研究 A Study on Yield Mechanism of Composite Exposed-type Column Bases

○寺内将貴¹, 柳田佳伸¹, 新井佑一郎¹, 石鍋雄一郎²

*Masaki Terauchi¹, Yoshinobu Yanagita¹, Yuichiro Arai¹, Yuichiro Ishinabe²

Abstract: The composite exposed-type column bases combine characteristics of anchor bolt yield type and base plate yield type to improve seismic performance. In this paper, the composite exposed-type column bases and traditional exposed column base is compared. Also, made sure of performance add reinforcement type shape base plate to traditional type column base. As a result, improvement of the seismic performance was confirmed.

1. はじめに

複合型露出柱脚は、中低層鉄骨造建物を対象とした露出柱脚の一種であり、アンカーボルト（以下、A.Bolt）降伏機構とベースプレート（以下、BPL）降伏機構を組み合わせた降伏機構を有する。

複合型露出柱脚は、柱脚の構成および形状に工夫を施し（Fig.1）、A.Bolt と BPL の一部をほぼ同時に降伏するよう柱脚を設計する。これにより、在来型露出柱脚（以下、在来型露出柱脚）に比べ柱脚全体の耐力が向上するだけでなく、在来型露出柱脚特有のスリップ型の履歴特性¹⁾が改善されることを、既報の実験で確認している²⁾。また、柱脚の耐力および弾性回転剛性は、A.Bolt 降伏機構と BPL 降伏機構の弾塑性ばね要素が並列に配置されたものとして考え、単純累加で評価が可能であることも確認している²⁾。

本稿では、複合型露出柱脚と在来型露出柱脚の比較および在来型露出柱脚への簡易的な補強を目的とした試験体の加力実験について報告する。

2. 実験概要

試験体諸元を Table1 に、試験体の BPL 形状を Fig.2 に示す。複合型 A は、複合型露出柱脚の構成とし、複合型 B は外側の A.Bolt（以下、外 A.Bolt）を挿さずに A.Bolt 降伏機構のみを形成する構成とした。また、補強型は L 型の外 BPL を内 BPL の四隅に溶接し、在来型は内 BPL と内側の A.Bolt（以下、内 A.Bolt）部分だけの在来型露出柱脚である。また、柱脚のみの性能を確認するため、基礎を鋼製とした。

荷重プログラムを Table2 に示す。加力は軸力を一定に保持し、水平荷重を作用させる。柱に取り付けた変位計をもとに柱部材角を基準として、正負交番繰り返し荷重を行った。また、柱部材角 $R = 1/33\text{rad}$ の加力後、内 A.Bolt のナットを締直し³⁾、再度加力を行っている。

内・外 BPL の浮き上がり計測用に高感度変位計を 4

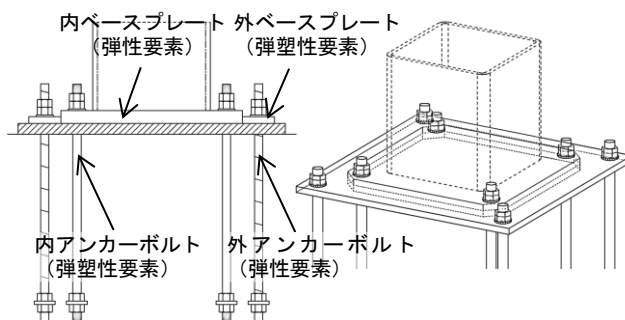


Fig.1 Conceptual Diagram of Composite Exposed-type Column Bases

Table1 List of Test Specimen

試験体名	複合型 A	複合型 B	補強型	在来型
柱	BCR295 - 250×250(mm)	BCR295 - 250×250(mm)	BCR295 - 250×250(mm)	BCR295 - 250×250(mm)
	t=16mm h=1158mm			
内 BPL ^{*1}	SN490C - 450×450(mm) ^{**4}			
	t=32mm	t=40mm	t=40mm	
外 BPL ^{*1}	SS400 - 650×650(mm) ^{**3}			
	t=16mm			
内 A.Bolt ^{**2}	ABR400 - M22 ℓ=440mm (有効長さ)			
外 A.Bolt ^{**2}	SD345 - D29 ℓ=440mm (有効長さ)		SD345 - D29 ℓ=440mm (有効長さ)	

^{*1}BPL=ベースプレート, ^{**2}A.Bolt=アンカーボルト

^{**3}補強型は形状が異なる, ^{**4}在来型は隅切りをしていない

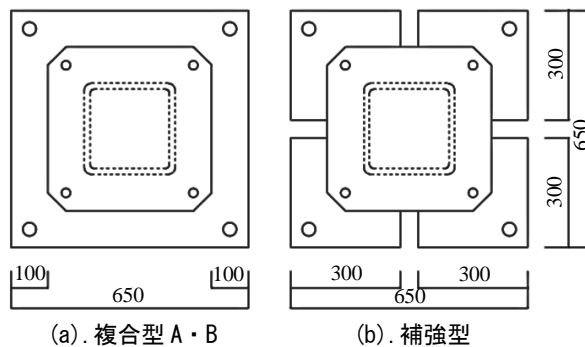


Fig.2 Shape of Test Specimen

か所ずつ計 8 か所に設置した。BPL の横滑りは、外 BPL の 2 か所に高感度変位計を取り付け計測した。また、柱および内・外 BPL、内・外 A.Bolt にはひずみゲージを貼り付けている。Fig.3 に補強型の実験状況を示す。

3. 実験結果

脚部モーメント M - 脚部回転角 θ 関係を Fig.4、Fig.5

1 : 青木あすなろ建設株式会社 2 : 日大理工・教員・建築

に示す。Fig.5 中には計算値として、複合型露出柱脚の累加式²⁾より求めた複合 (A.Bolt+BPL) 型の弾性回転剛性 (緑色) および降伏耐力 (紫色) の線を記載している。また、Table3 に計算値と実験値の比較を示す。

Fig.4, Fig.5 に示す $M-\theta$ 関係は、ベースプレートと鋼製基礎のがたつきなどの影響により正負での回転角にズレが生じている。このことから Table3 では正負の平均値を実験値としている。

複合型 B と在来型は、ほぼ同様の履歴特性となっている (Fig.4)。このことから複合型露出柱脚において、内 BPL、内 A.Bolt からなる A.Bolt 降伏機構は在来型露出柱脚の評価方法が適用可能であると考えられる。

また、Fig.5 より、補強型は複合型 A や既報の試験体²⁾と外 BPL 形状が異なるが、BPL 降伏の効果が付加されていることを確認できる。

弾性回転剛性について、複合型 A では実験値と計算値がほぼ一致し、補強型では上回る結果となった。補強型の実験値/計算値が 1.51 と高くなったのは、内 BPL 厚が複合型 A の 32mm よりも 40mm と厚く、内 BPL の面外剛性が高いことによるものだと考えられる。

4. まとめ

本実験で得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 複合型露出柱脚の A.Bolt 降伏機構は、在来型露出柱脚の評価方法を適用することができる。
- 2) 補強型が降伏耐力、弾性回転剛性がともに複合型 A よりも高かった要因として、内 BPL の面外剛性が影響していると考えられる。
- 3) 在来柱脚への簡易的な補強としての複合型露出柱脚 (補強型試験体) の提案について、回転剛性および耐力の算出に現状の評価式²⁾を用いることが可能である。

[参考文献]

- 1) 秋山宏, 鉄骨柱脚の耐震設計, 技法堂出版, 1985 年 3 月
- 2) 柳田佳伸, 寺内将貴, 新井佑一郎, 石鍋雄一郎, 複合型露出柱脚の性能確認のための実大実験に関する報告その 1, その 2, 日本建築学会大会学術講演概要集, 構造III, pp.941-944, 2017 年 8 月
- 3) 日本鋼構造協会, 建築構造用アンカーボルトを用いた露出柱脚設計施工指針・同解説改訂版, p.17, 2011 年 9 月

Table2 Loading Protocol

サイクル数	制御	
	軸力導入=645kN	
1 回	弾性範囲確認 水平荷重 30kN	
2 回	柱部材角	$R = 1/200\text{rad}$
		$R = 1/133\text{rad}$
		$R = 1/100\text{rad}$
		$R = 1/67\text{rad}$
		$R = 1/50\text{rad}$
		$R = 1/40\text{rad}$
2 回	内アンカーボルトの締直し補修	
	柱部材角	$R = 1/33\text{rad}$
		$R = 1/25\text{rad}$

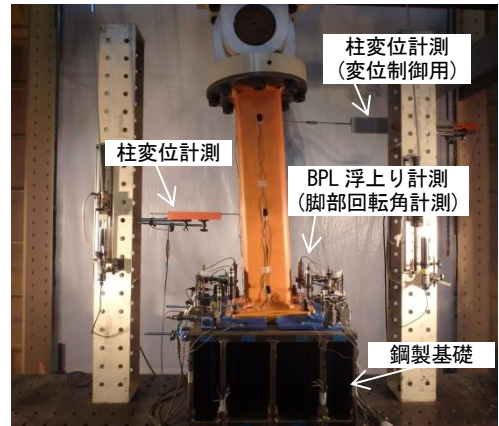


Fig.3 Experiment Progress of Reinforcement Type ($R=1/25\text{rad}$)

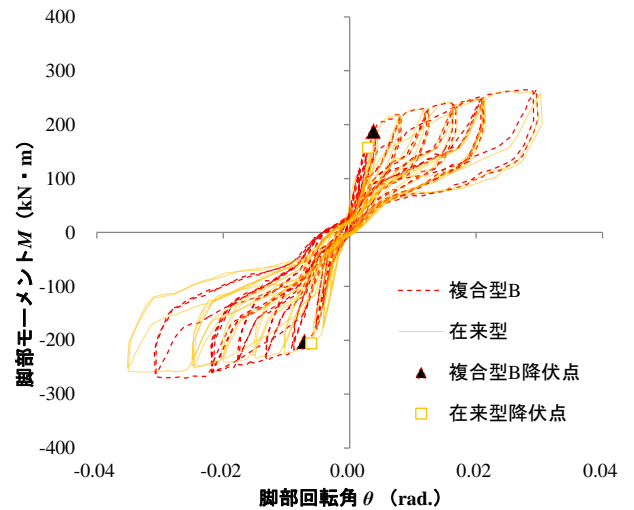


Fig.4 $M-\theta$ Diagram of Composite Type B and Traditional Type

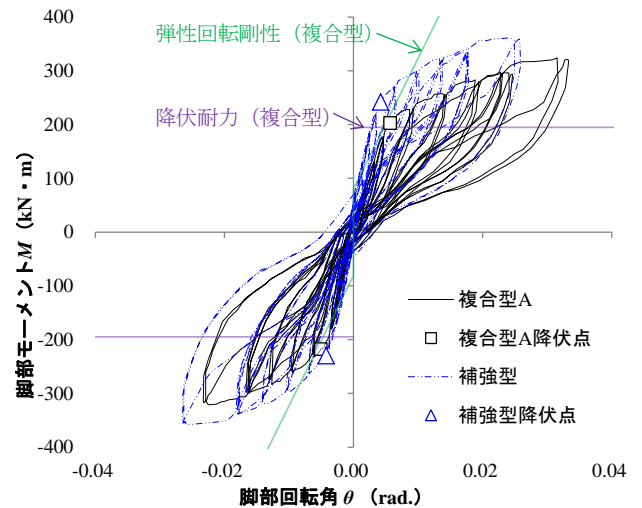


Fig.5 $M-\theta$ Diagram of Composite Type A and Reinforcement Type

Table3 Comparative of Test Result

	計算値		実験値		
	A.Bolt 単体	複合型	複合型 A	複合型 B	補強型
降伏耐力 ^{*1} [kN·m]	142.3	194.7	210.2	164.0	236.1
実験値/計算値			1.08	0.84	1.21
回転剛性 ^{*1} [kN·m/rad]	14.9×10^3	24.3×10^3	24.3×10^3	20.8×10^3	36.8×10^3
実験値/計算値			1.00	0.86	1.51

*1 正負の平均値を実験値としている