B-39

２種の降伏機構を有する複合型露出柱脚に関する研究
その１　実験概要と結果

A Study on Composite Exposed-type Column Bases with Two Types Yield Mechanism

Part 1　Outline of Experiment and Results

○柳田佳伸[1]，　寺内将貴[1]，　新井佑一郎[1]，石鍋雄一郎[2]

*Yoshinobu Yanagita[1], Masaki Terauchi[1], Yuichiro Arai[1], Yuichiro Ishinabe[2]

Abstract: Composite exposed-type column bases consists of the two base plates and two anchor bolts. A hysteretic behavior of the column bases have behavior of weak anchor-bolt type and weak base-plate type. A design formula of the column bases easily delivered by simplification of resisting mechanism. In this paper, the basic performance of composite exposed-type column bases is reported by experiment.

１．はじめに

露出型柱脚の降伏機構は、柱降伏型、アンカーボルト（以下 A.bolt）降伏型、ベースプレート（以下 BPL）降伏型の３種に大別できるが、BPL 降伏型は、降伏挙動の予測が困難[1)]であり、弾性回転剛性や耐力評価が容易ではない[2)]ことから、汎用的に用いられていない。

A.bolt 降伏型は、A.bolt が変形し塑性化することでエネルギーを吸収するため、塑性化の進展に伴い無応力となる領域が生じるため復元力特性がスリップ型となる[3)]。この点に着目し、既往の研究[4)]ではスリップ型の改善を目的とした実験が行われている。

複合型露出柱脚は、BPL 降伏型のエネルギー吸収要素を効率よく取り入れた汎用性の高い柱脚の実現を目的としている。本稿では複合型露出柱脚の履歴特性が A.bolt 降伏型と BPL 降伏型の両特性を合わせ持つことを確認する。

２．複合型露出柱脚の概要

複合型露出柱脚の概念図を図 1 に示す。

構成上の特徴として、BPL は 2 種の厚さから構成され、内側の BPL（以下内 BPL）は、厚い板が配置され、外周部の BPL（以下外 BPL）は塑性化させるための薄い板を配置することで厚さにギャップを設けた凸型の一体形状となっている。同様に A.bolt も、2 種配置され、内側配置が内 A.bolt、外周部配置が外 A.bolt となっている。内 A.bolt は構造用 A.bolt で構成され、地震力を受けた際は降伏させる。外 A.bolt は、外 BPL を基礎コンクリートに緊結させる目的で配置されており、柱脚が終局状態に至った場合でも降伏させない。これにより、内 A.bolt と外 A.bolt の間に相対変位が生じ、薄い外 BPL は一定領域で面外曲げ降伏する。このことは、耐荷機構を単純化させるうえで重要な意味を持つ。

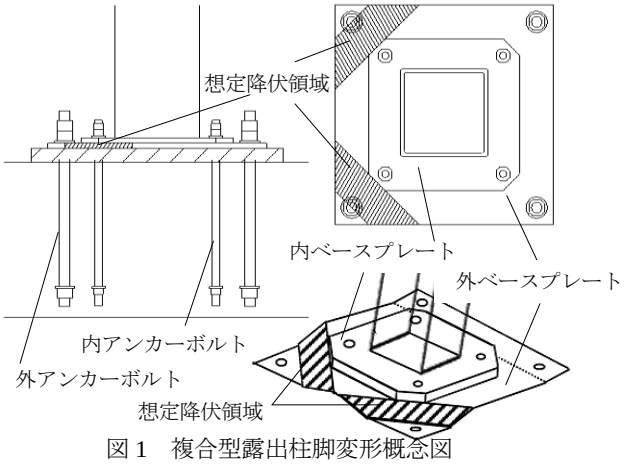

図１　複合型露出柱脚変形概念図

表２　加力サイクル

	9N	16N	16R	25N	25R
軸力	645kN	0kN		645kN	
加力サイクル	弾性剛性確認（軸力=0kN）				
	2サイクル 柱部材角 R=1/200				
	R=1/100				
	R=1/67				
	R=1/50				
	R=1/33				
	R=1/25				
	R=1/17				
	R=1/10				
			R=1/17		R=1/17

３．実験概要

複合型露出柱脚の内 BPL および内 A.bolt は、従来の露出型柱脚と同様の設計が適用できるため[5)]、本実験での着目点は主に外 BPL と外 A.bolt である。

表１　試験体諸元

試験体名	柱材（ℓ＝1166mm)	内 BPL(隅切 50mm)	外 BPL	内 AB(ℓ=550mm)	外 AB(ℓ=580mm)
9N	□-250×250×12 BCR295	PL32-450×450 SN490C	PL9-650×650 SS400	M22-ABR400	D29-SD345
16N			PL16-650×650 SS400		
16R					
25N			PL25-650×650 SS400		D29-SD490
25R					

１：青木あすなろ建設株式会社　　２：日大理工・教員・建築

試験体リストを表 1 に示す。試験体パラメータは外 BPL の板厚、外 A.bolt の強度およびリブ板の有無とし、5 パターン設定した[6)]。今回の実験では柱脚のみの性能を把握するため基礎コンクリートの代わりに鋼製基礎を用いた。加力サイクルを表 2 に示す。

16N および 16R 試験体は無軸力とし、それ以外は柱軸力比 N/Ny=0.2 にあたる定軸力 645kN を作用させた。

４．実験結果

脚部モーメント-柱部材角関係を図 2～6 に示す。

図 2～6 より、9N、16N および 16R 試験体では、柱部材角 R=1/200 時点で、25R 試験体は柱部材角 R=1/100、25N 試験体は、柱部材角 R=1/33 で最大耐力が想定強度を上回った。また、9N、16N および 16R 試験体の履歴特性は、外 BPL の降伏による紡錘形の要素が付加され、内 A.bolt の塑性化が進展したスリップ型となる領域（柱部材角 R=1/100 以降）でも、荷重を負担し、再度、内 A.bolt が荷重を負担する領域になると、剛性が上昇することを確認した。

25N 試験体では、BPL 全体が変形し、図 1 に示した想定降伏領域とは異なる変形が生じた。図 5 において内 A.bolt の耐力負担による剛性の上昇が見られず、他の試験体とは異なる履歴特性を示した。対して、25R 試験体は内 A.bolt が荷重を負担しており、外 BPL 降伏による紡錘型の要素の付加が図 6 より確認できる。

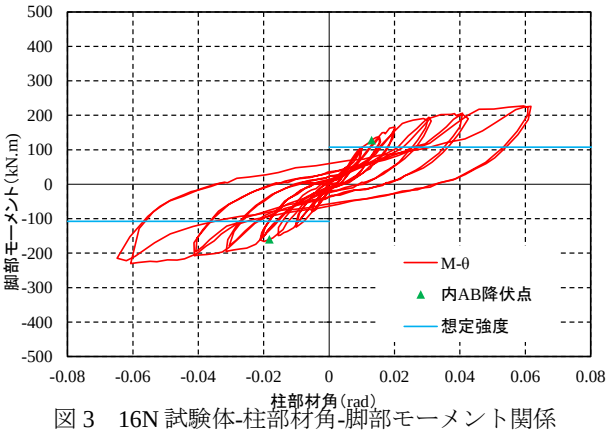

図 3　16N 試験体-柱部材角-脚部モーメント関係

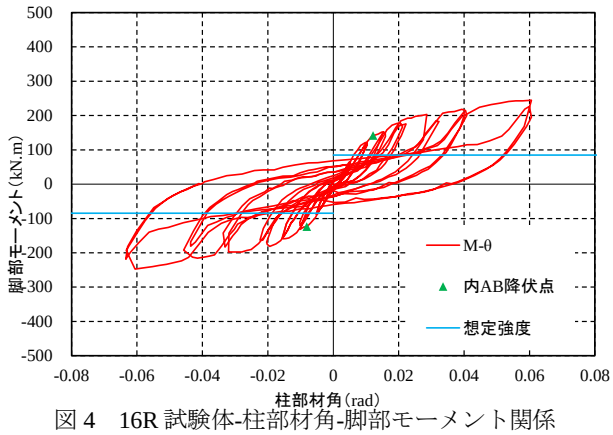

図 4　16R 試験体-柱部材角-脚部モーメント関係

５．まとめ

本稿で得た知見を以下に示す。

1）9N、16N、および 16R 試験体の履歴特性は内 A.bolt と外 BPL の特性を合わせ持つことを確認した。

2）25N 試験体の履歴特性は内 A.bolt と外 BPL の特性が確認できなかったが、25R 試験体ではリブ効果により、想定した外 BPL の変形が生じ、内 A.bolt と外 BPL の特性を合わせ持つことを確認した。

【参考文献・補注】
1）高松隆夫,玉井宏章,山西央朗,露出柱脚の有限要素法解析,広島工業大学紀要研究編第 41 巻 2007 年 pp.117-126
2）柳田佳伸,半貫敏夫,秋山宏,露出型鉄骨柱脚の履歴特性に関する実験的研究,日本建築学会構造工学論文集 vol.51B,2005 年 3 月
3）秋山宏, 鉄骨柱脚の耐震設計, 技法堂出版, 1985 年 3 月
4）高松隆夫,玉井宏章,山西央朗,松尾彰,ノンスリップ型露出柱脚の耐震性能に関する研究,日本建築学会大会学術講演梗概集 2005 年 9 月 C-1,p.649-650
5）柳田佳伸,複合型露出柱脚の提案,平成 25 年度日本大学理工学部学術講演会論文集 2013,12 p.71-72
6）リブ無は N、リブ有は R を試験体名に表記する

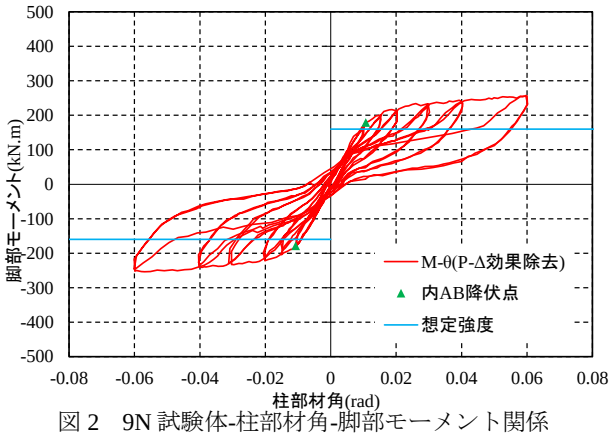

図 2　9N 試験体-柱部材角-脚部モーメント関係

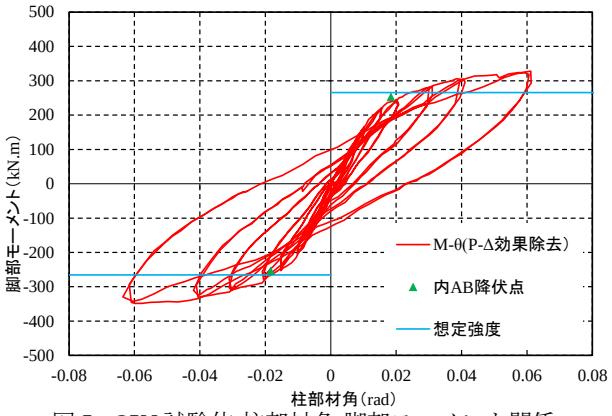

図 5　25N 試験体-柱部材角-脚部モーメント関係

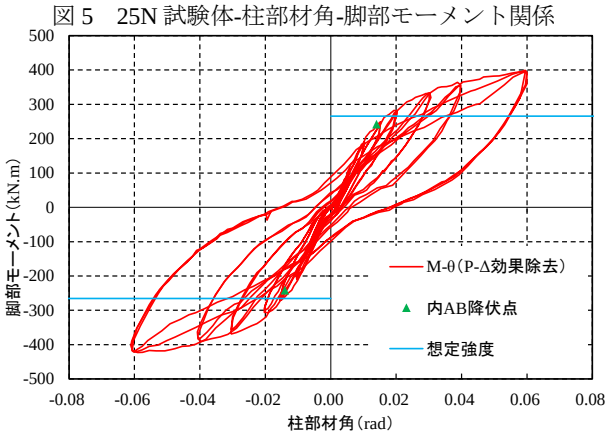

図 6　25R 試験体-柱部材角-脚部モーメント関係