



表 1 試験体概要

試験体		N350	A350	N500	A500
実験変数	リブ	無	有	無	有
	ベースプレート	PL-22×350×350		PL-36×500×350	
柱	断面 $b \times c \times D$ (mm)	300×300			
	せん断スパン比	2.0 ( $M/Q=600$ )			
	鉄骨断面	BH-175×150×7.5×11 (SS400)			
柱脚	モルタル厚 (mm)	38		24	
	アンカーボルト	8-M24 (ABR400)			
	定着長さ $l_b$ (mm)	480			

表 2 コンクリートの材料特性

	柱	モルタル	スタブ
圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	52.7	53.4	44.1

表 3 鋼材の材料特性

	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )
鉄骨フランジ (7.5mm)	293	448	203
鉄骨ウェブ (11mm)	336	456	200
BP PL-22 (SS400)	251	417	192
BP PL-36 (SS400)	283	458	208
AB M24 (ABR400)	313	447	213

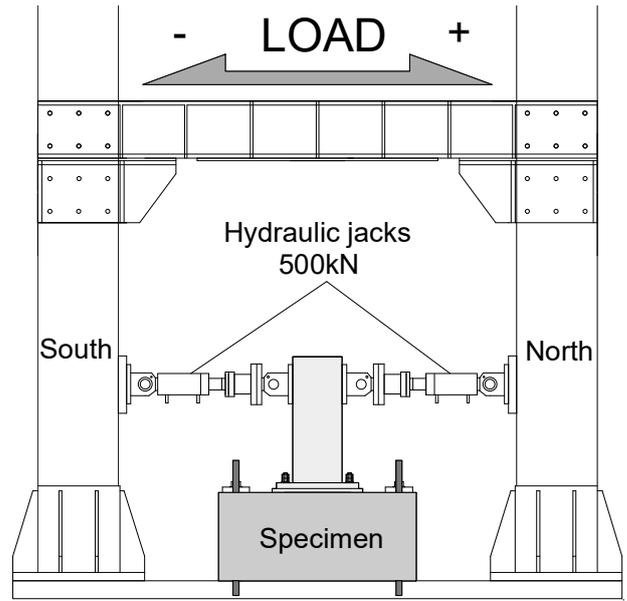


図 3 荷装置

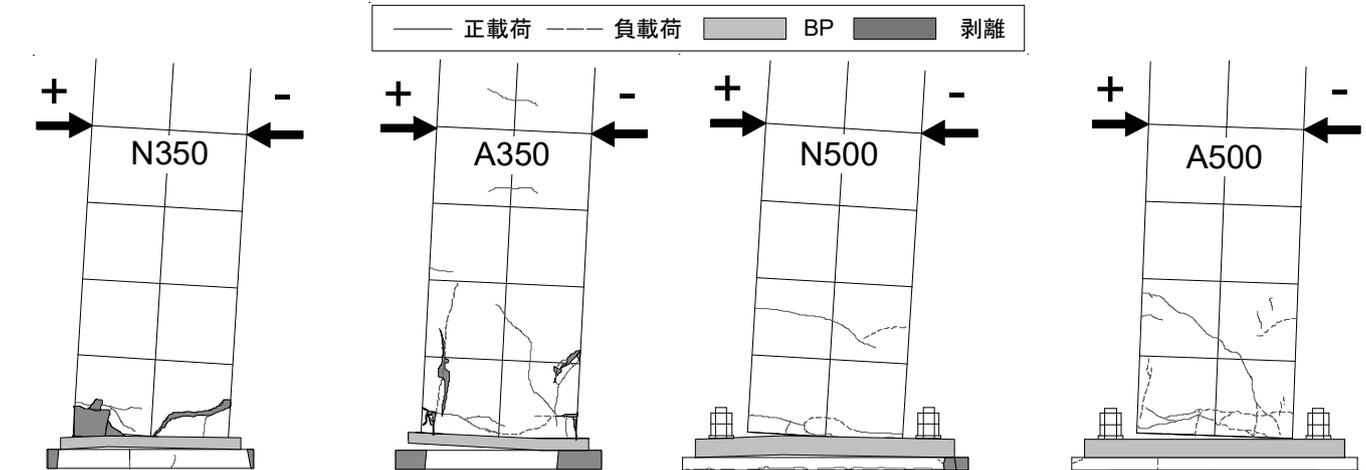


図 4 最終破壊状況

を、敷モルタルには無収縮グラウトを、柱には繊維補強コンクリートを使用した。柱に使用した繊維は、標準長 30mm、直径 0.66mm のビニロンファイバーであり、体積混入率は 1.0%である。

### 2.2 荷装置

図 3 に荷装置を示す。試験体の下スタブは PC 鋼棒を用いて荷装置フレームに固定した。実験は荷装置フレームに取り付けた 2 台の水平オイルジャッキ(最大容量：500kN)によって水平力を荷した。水平力荷は、荷点の水平変位  $\delta$  をスタブ上端から荷点までの高さ  $h$  (660mm) で除した変形角  $R$  ( $=\delta/h$ ) による変位制御とした。加力プログラムは  $R=1/800$  rad および  $1/400$  rad を 1 サイクル、 $R=1/200$ ,  $1/100$ ,  $1/67$ ,  $1/50$ ,  $1/33$ ,  $1/25$  rad を 2 サイクルおよび  $R=1/20$  rad の正荷側のみとした。

## 3. 実験結果

### 3.1 破壊性状

図 4 に各試験体の最終破壊状況を示す。BP 幅の狭い試験

体 N350 および A350 では、敷モルタルの剥離が顕著であった。BP 幅の広い試験体 N500 および A500 では、柱下部コンクリートの浮上がり顕著であった。リブのある試験体 A500 では、柱下部コンクリートに圧縮ひび割れが確認された。一方でリブのない試験体 N350 および N500 では、引張側フランジ位置付近の BP の浮上がり顕著であった。また、実験後に試験体 N500 および A500 の柱コンクリートを研りると、圧縮側フランジの下部に局部座屈の発生が確認された。

### 3.2 履歴特性および履歴吸収エネルギー

図 5 に各試験体のせん断力-変形角関係を、図 6 に各試験体の  $R=1/50$  rad まで各サイクルにおける履歴エネルギー-変形角関係を示す。試験体 N350 および A350 では、スリップ型の履歴性状を示す傾向が認められた。リブのある試験体 A350 の最大耐力はリブのない試験体 N350 のものと比べて 10%高い。履歴特性および破壊性状から、試験体 N350 は BP の降伏を伴う柱脚曲げ破壊型、試験体 A350 は柱脚曲げ破壊型とそれぞれ判断された。履歴エネルギー-変形角関係をみ

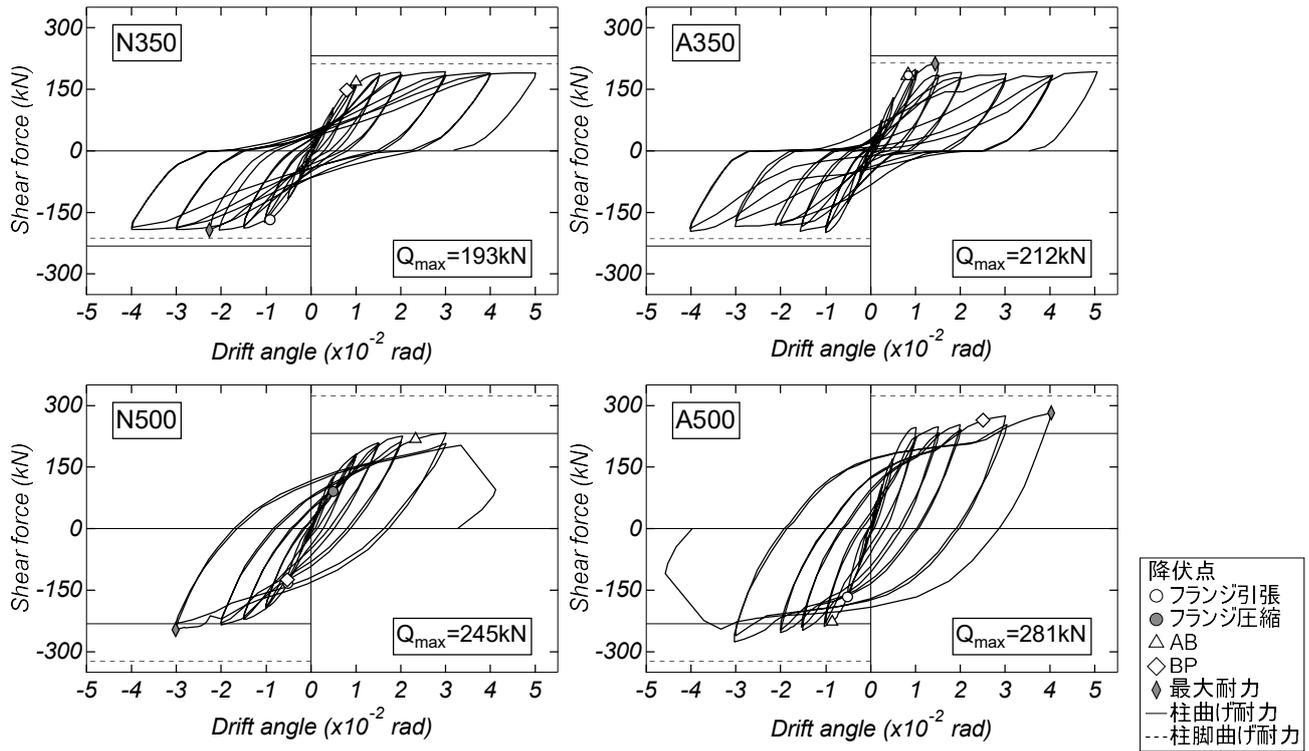


図5 せん断力—変形角関係

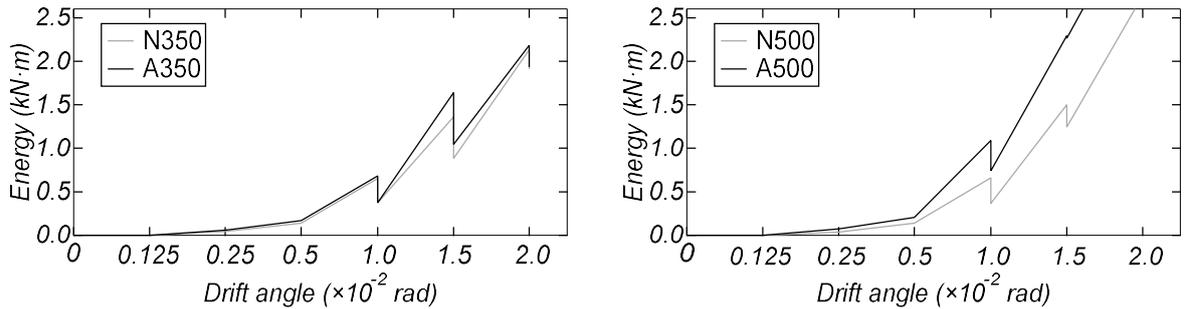


図6 履歴エネルギー—変形角関係

ると、リブのある試験体 A350 の履歴エネルギーはリブのない試験体 N350 のものと比べて  $R=1/67$  rad の 1 サイクルにおいて 20% 高い。しかし、その他の変形角では、各試験体の履歴エネルギーに顕著な差は認められなかった。

試験体 N500 および A500 では、紡錘型の履歴性状を示す傾向が認められた。リブのある試験体 A500 はリブのない試験体 N500 のものと比べて  $R=1/100$  rad 時のせん断力が 35% 高く、最大耐力が 15% 高い。試験体 N500 では  $R=1/25$  rad の 1 サイクル正載荷、試験体 A500 では同サイクル負載荷で圧縮側フランジ下部において局部座屈による耐力低下が確認された。履歴特性および破壊性状から、試験体 N500 は BP の降伏を伴う柱曲げ破壊型、試験体 A500 は柱曲げ破壊型とそれぞれ判断された。履歴エネルギー—変形角関係をみると、リブのある試験体 A500 の履歴エネルギーはリブのない試験体 N500 のものと比べて変形角の増加に伴い高くなる傾向が確認された。

### 3.3 BP の応力分布

図 7 に正載荷ピーク時の各試験体の BP 上面の応力分布を示している。鋼材の応力は履歴特性をバイリニア型と仮定し、図 2 に示すひずみゲージによる計測値から算出した。

各試験体ともに載荷サイクルの増加に伴い、引張側フランジ付近の引張応力の増加が顕著である。また、 $R=1/100$  rad における当該位置の応力はリブのない試験体 N350 および N500 では降伏強度に達しているものの、リブのある試験体 A350 および A500 では  $R=1/67$  rad においても降伏強度に達していない。このことから、リブ補強により BP の応力の抑制が確認された。

### 4. 終局耐力評価

柱および非埋込み型柱脚の AB 降伏先行型の曲げ耐力は一般化累加強度理論<sup>9)</sup>を用いて算出した。鉄骨ウェブの曲げ耐力は精算値である。柱脚の AB は引張力のみ負担するものと

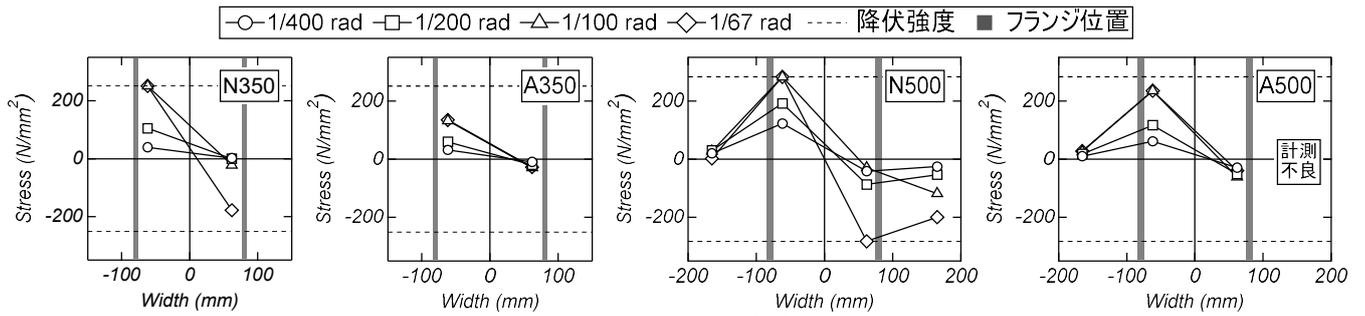


図7 BP上面の応力分布

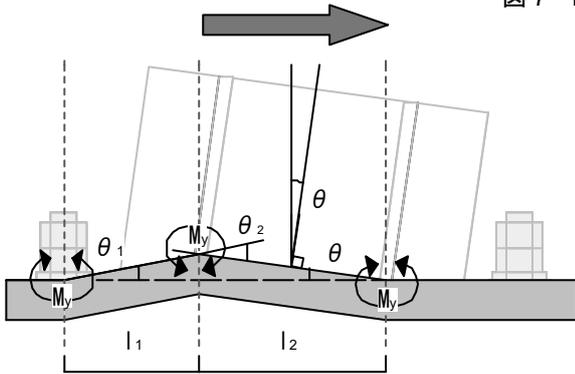


図8 BPの変形状態

表4 実験結果および計算結果

Unit : kN		N350	A350	N500	A500
実験値		193	212	245	281
柱曲げ耐力 (a)		232	235	232	232
柱脚曲げ耐力 (AB降伏) (b)		212	213	324	323
柱脚曲げ耐力 (BP降伏) (c)		180	699	244	663
実験値 / 計算値	(a)	0.83	0.90	1.06	1.21
	(b)	0.91	1.00	0.76	0.87
	(c)	1.07	0.30	1.00	0.42

そのため、試験体 A500 では鉄骨の応力がひずみ硬化域に達したことにより実験の最大耐力値と柱曲げ耐力値の比率が試験体 N500 と比べて高くなったと推察される。

以上の結果から本論に示す耐力評価法により非埋込み型 CES 柱脚の最大耐力は評価可能である。

して計算した。コンクリートの低減係数は柱では式(1)の計算値を、柱脚では 0.85 を採用した。

$$c_{ru} = 0.85 - 2.5 s_{pc} \quad (1)$$

ここで、 $s_{pc}$  : 圧縮側鉄筋比である。

図 8 に BP の変形状態を示す。BP の降伏を伴う柱脚曲げ耐力は同図をもとに式(2)の外力と式(3)の内力の仕事量の釣合いにより算定した (式(4))。

$$W_o = Ph\theta \quad (2)$$

$$W_i = M_y\theta + M_y \frac{l_2}{l_1}\theta + M_y(1 + \frac{l_2}{l_1})\theta \quad (3)$$

$$P = \frac{2M_y}{h}(1 + \frac{l_2}{l_1}) \quad (4)$$

ここで、 $M_y$  : BP の全塑性曲げモーメント、 $l_1$  : 引張側 AB 位置から引張側フランジ間の距離 (N350, A350 : 38mm, N500, A500 : 118mm)、 $l_2$  : 引張側フランジ位置から圧縮側フランジ間の距離 (164mm)、 $h$  : BP 中心位置から荷重点高さ (N350, A350 : 611mm, N500, A500 : 618mm) である。

表 4 に実験によって得られた最大耐力値および終局耐力の計算値の一覧を示す。BP 降伏を伴う柱脚曲げ破壊型の試験体 N350 では、実験の最大耐力値と式(4)の計算値の比率は 1.07 となった。一方、柱脚曲げ破壊型の試験体 A350 では、実験の最大耐力値と柱脚曲げ耐力値の比率は 1.00 となった。試験体 N500 および A500 では、実験の最大耐力値と柱曲げ耐力値の比率は 1.06、1.21 となった。試験体 A500 は BP が降伏した試験体 N500 と比べて柱曲げ変形が顕著であった。

### 5. まとめ

本研究では、BP 形状および AB 位置の異なる非埋込み型 CES 柱脚の静的荷重実験を実施した。本報より得られた知見を以下に示す。

- 1) リブのない試験体 N350 および N500 では、引張側フランジ付近のベースプレートの浮上がりが顕著であった。
- 2) 柱曲げ破壊型の試験体 A500 の最大耐力はベースプレート降伏を伴う柱曲げ破壊型の試験体 N500 のものとは比べて高くなる傾向が認められた。
- 3) 本論に示す耐力評価法により非埋込み型 CES 柱脚の最大耐力は評価可能である。

### 参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄骨コンクリート (CES) 造建物の性能評価型構造設計指針 (案)・同解説, 2022.3
- 2) 西野天駿, 鈴木卓：非埋込み型 CES 柱脚の構造性能に及ぼすベースプレート下面リブの影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 45, No. 2, pp. 691-696, 2023.7