

鋼構造根巻き柱脚の大変形域挙動と支圧破壊性状に関する実験的研究

(その1 根巻き柱脚の大変形域載荷実験)

1. はじめに

根巻き柱脚においては、様々な観点から実験が実施されているものの、根巻き柱脚の曲げ破壊が先行する場合の大変形域における耐力劣化性状を実験的に検討している事例がないことから、文献^{1), 2)}で6体の実験が行なわれている。本論では、パラメータを追加した根巻き柱脚の大変形域載荷実験について検討する。

2. 実験計画

試験体諸元一覧を表1、試験体根巻き部の形状および寸法を図1に示す。本実験のパラメータは主筋径、主筋本数、主筋定着長さ、根巻き部断面、せん断補強筋の本数であり、試験体は2体である。試験体CRC2510-0-C+は、標準試験体となる既往実験¹⁾のCR2510-0-C+とほぼ同じ設計であり、主筋本数、主筋径が異なる。CRS2510-0-C+は根巻き部断面とせん断補強筋の本数が異なりせん断耐力が増大している。表2に使用材料の試験結果を示す。載荷装置を図2に示し、載荷サイクルを図3に示す。図中の θ_y および θ_p は、鋼柱の降伏耐力計算値 M_{sy} および全塑性耐力計算値 M_{sp} に対応する弾性部材回転角である。なお、 M_{sy} 、 M_{sp} の算定においては

軸力による低減を考慮している。計測値は幾何学的非線形性を考慮している。

3. 実験結果

3.1 荷重-変形関係および破壊性状

端部曲げモーメント M -部材回転角 θ 関係および全塑性曲げ耐力計算値 eM_{cu} で M を無次元化した値を図4に示す。図中の根巻き部の降伏曲げ耐力計算値 eM_{cy} および eM_{cu} は接合部設計指針³⁾によるものであり、試験体はいずれも eM_{cy} に達するとともに、曲げ破壊が生じて剛性が低下する。その後、図5に示すよう支圧破壊が発生し、鋼管と根巻き部に隙間が生じることでコンファインド効果が低下し引張主筋の定着破壊が生じて耐力が低下した。 $M/eM_{cu}-\theta$ 関係を用いて標準試験体と比べるとCRS2510-0-C+では $M-\theta$ 関係と同じような載荷履歴となったが引張主筋の定着長さが短いことで支圧破壊が早く進行し主筋の定着破壊に至ったと考えられる。CRC2510-0-C+では、根巻き部断面、せん断補強筋本数が変わったとしても標準試験体と同様の履歴性状を示すことがわかった。

3.2 根巻き部の力学性状の把握

最大耐力を決定した要因は定着破壊であるが、それを

表1 試験体諸元一覧

	試験体名	鋼種	断面寸法	根巻き寸法	根巻き部 主筋	せん断補 強筋	頂部補強筋	軸力比	載荷履歴	根巻き 高さ	載荷 方向
文献1)	CR2510-0-C+	BCR295	□250×12	□550×550	8-D19	D13@80	ダブル	0.1	片側繰返し	2.5D	0°
	トリプル						3.2D				
文献2)	CR2510-0-C	BCR295	□250×12	□550×550	8-D19	D13@80	ダブル	0.1	両側繰返し	2.5D	0°
	CR2510S-0-C+						目型+ダブル		片側繰返し		
	CR2510-45-C				ダブル	両側繰返し	45°				
	CR2510-45-C+					片側繰返し					
本論	CRS2510-0-C+	BCR295	□250×12	□550×550	6-D22	D13@80	ダブル	0.1	片側繰返し	2.5D	0°
	CRC2510-0-C+			□600×600	6-D19	D13@140					

表2 材料試験結果

(a) 鋼材・鉄筋

鋼種	降伏強さ (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	破断 伸び
□250×12(BCR295)	384	439	21%
M16(ABR490)	319	545	23%
D22(SD345)	383	576	21%
D19(SD345)	388	575	23%
D13(SD295)	343	496	29%

(b) コンクリート

部位	圧縮強さ (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
基礎梁	23.8	26000
根巻き部	24.0	23750

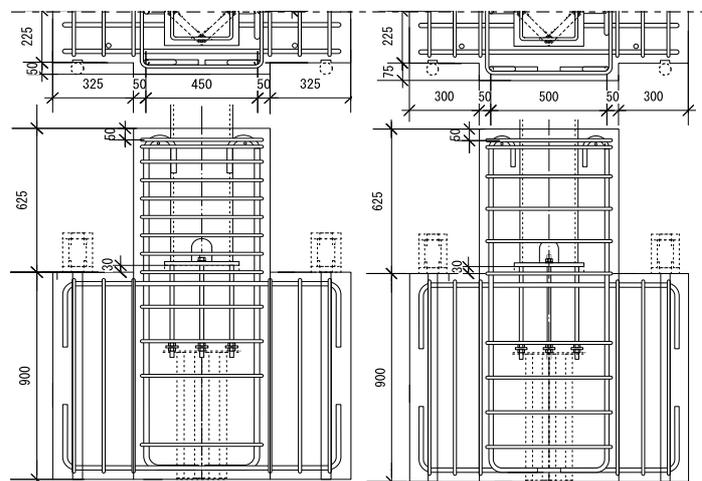


図1 試験体RC部の形状および寸法

誘因した支圧破壊に着目する。根巻き部の帯筋の歪測定値より支圧破壊の定性的な考察を行う。図6に帯筋の歪分布を示す。CRS2510-0-C+において頂部帯筋の歪が $3\theta_p$ の時点から最大耐力にかけて減少し、それより下部の帯筋の歪が増加していることから、すでに支圧破壊が発生し下部の帯筋に抵抗力が順次移行し支圧破壊が進行していると考えられる。CRC2510-0-C+においても、 $2\theta_p$ 付近で同様の傾向が見られた。

4. まとめ

・鋼構造接合部設計指針に記載されている下限値に近い主筋定着長さを施した試験体で荷重を行った結果、設計

例の試験体に比べ最大耐力が低下したが支圧破壊の進行に伴っての主筋の定着破壊で耐力が決定した。

・定着破壊は支圧破壊が進行することによって、コンクリートと根巻き部に隙間が生じコンファインド効果を低下したことにより進行した。この定着破壊が進行することで支圧破壊も進行し耐力劣化したと考えられる。

参考文献

- 1) 向出静司, 佐武莉沙, 多田元英: 鋼構造根巻き柱脚の大変形域荷重実験 (その1, 標準試験体), 日本建築学会近畿支部研究報告, pp. 361-364, 2015.6
- 2) 中川顕輔, 向出静司, 佐武莉沙, 多田元英: 鋼構造根巻き柱脚の大変形域荷重実験 (その2, 追加試験体), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1 分冊, pp. 1151-1152, 2016.8
- 3) 日本建築学会: 鋼構造接合部設計指針, 第3版, 2012.3

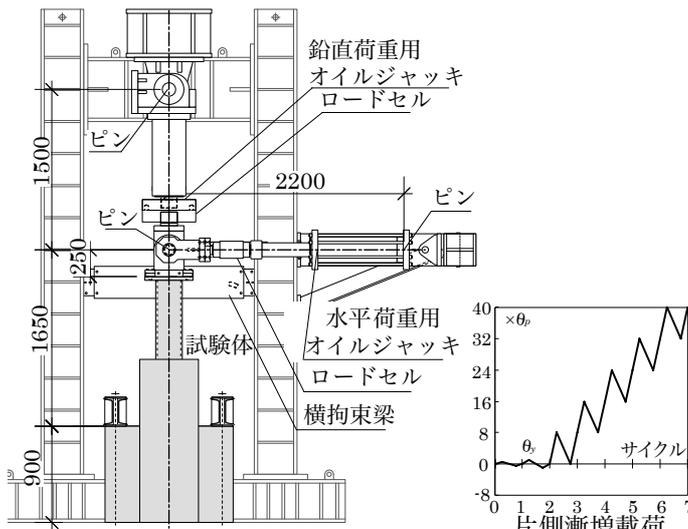


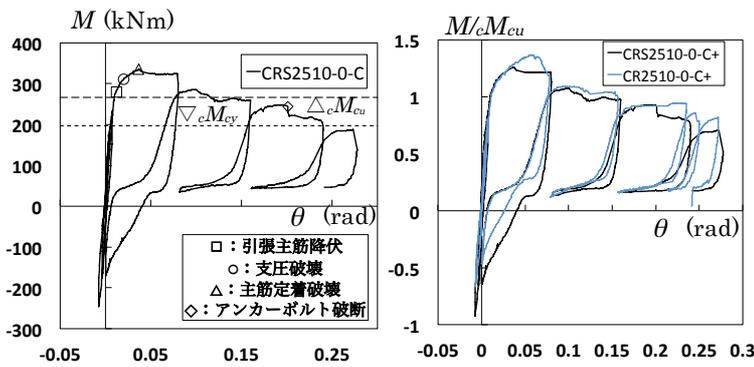
図2 荷重装置

図3 荷重履歴

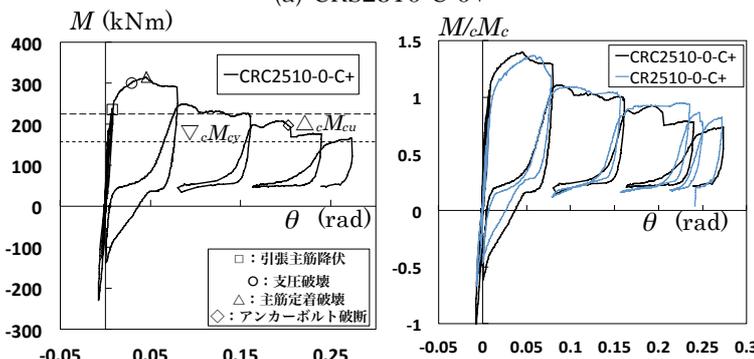


写真1 CRS2510-0-C+の破壊状況($\theta = 0.24\text{rad}$)

写真2 CRC2510-0-C+の破壊状況(0.24rad)



(a) CRS2510-C-0+



(b) CRS2510-C-0+

図4 M-θ 関係及び M_c/M_{cu} -θ 関

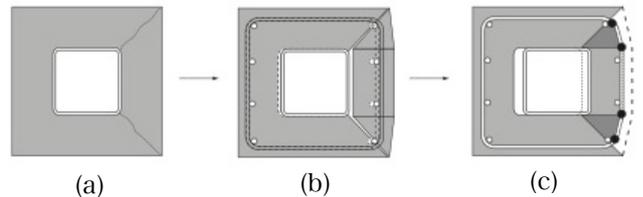


図5 支圧破壊進展の様子

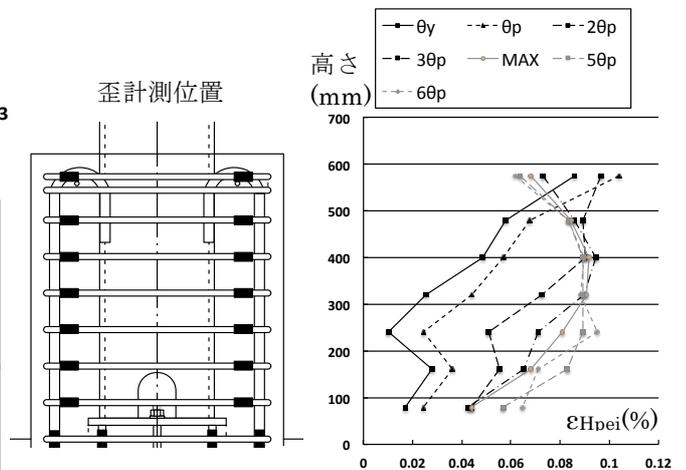


図6 CRS2510-0-C+ 帯筋の歪分布

(向出研究室)