

(7) 寸法効果および機械的ずれ止めによる影響を考慮した鋼・コンクリート合成柱材の弾塑性変形性状に関する研究

倉富 洋¹・松山 礼佳²・田中 照久³・堺 純一⁴

¹正会員 福岡大学助教 工学部建築学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)
E-mail:ykuratomi@fukuoka-u.ac.jp

²正会員 福岡大学大学院生 工学研究科建設工学専攻 (〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)
E-mail:td194016@cis.fukuoka-u.ac.jp

³正会員 福岡大学助教 工学部建築学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)
E-mail:sttanaka@fukuoka-u.ac.jp

⁴正会員 福岡大学教授 工学部建築学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)
E-mail:sakaij@fukuoka-u.ac.jp

十字鉄骨とコンクリートのみを使用した鋼・コンクリート合成柱材において、寸法効果による影響と、肌隙等により鋼とコンクリートの一体性が確保されない場合に機械的ずれ止めで応力が伝達可能かどうかを実験的に検討した。本実験では鉄骨せい500mmを有する試験体を製作して曲げせん断実験を実施したところ、柱脚部において一般化累加強度で算出した曲げ耐力を発揮するとともに、既往の研究で実施した鉄骨せい190mmの実験結果と同様の挙動を示した。また、既往の研究で得られた十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果を考慮して弾塑性解析を行なうと、寸法効果の影響に拘らず、実験挙動を精度よく追跡できることを示した。

Key Words: *Steel concrete composite column, Cruciform steel, Scale effect, Gap, Elastic-plastic analysis*

1. 序

優れた耐震性能を保持しつつ省人化・省力化を目指した合成柱材の開発を意図して、著者らは十字鉄骨とコンクリートを用いた八角形断面を有する鋼・コンクリート合成柱材（以下、SC柱材と略記）に関する研究を行っている。既往の研究より、本SC柱材が高軸力下でも優れた変形性能を示すことを明らかにするとともに、柱梁接合部ディテールを検討し、弾塑性変形性状および耐力評価式を提案した^{1), 2)}。

本研究では、まず断面寸法が大きくなるとコンクリートのシリンダー圧縮強度が発揮されにくくなる寸法効果による影響に着目して、本SC柱材の弾塑性変形性状について検討する。鋼コンクリート合成柱材においては寸法効果の影響が見られることが既往の研究からも示されている^{例えば3), 4)}。本SC柱材においては、文献1)の実験で使用した試験体は鉄骨せい190mmを有する比較的小さな断面寸法であり、実大断面とした際の寸法効果による

影響を検討できていなかった。そのため、本実験では鉄骨せい500mmを有する試験体を製作し、弾塑性変形性状について検討する。また、文献5)では鉄骨せい190mmの本SC柱材に対して、十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果を考慮した弾塑性解析を実施し、比較的精度よく実験挙動を再現できることを示した。同様の解析手法を用いて、鉄骨せい500mmとした際においても実験挙動を追跡可能かどうか、鉄骨によるコンクリートの拘束効果を考慮して解析的に検討した。

また、経年変化に伴うコンクリートの乾燥収縮により鋼とコンクリート間に肌隙が生じることで、合成断面としての一体性が損なわれた場合における検討も重要である。本SC柱材の優れた構造性能は十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果に因るところが大きく、肌隙が生じることで合成効果が期待できなくなる恐れがある。そこで、本実験では鋼とコンクリート間の付着を無くした場合の挙動を調べるとともに、肌隙が生じても機械的ずれ止めを設けることで合成断面としての一体性が確保で

きるかを併せて検討する。

2. 実験計画

(1) 試験体

試験体詳細を図-1に示す。実大断面を想定して柱断面500x500mm、せん断スパン比3.0を有する試験体を7体製作した。以下に試験体の製作方法について概略説明する。本実験で使用した十字鉄骨は、9mm、12mm、16mmの鋼板（SS400材）を溶接して製作した。また、柱頭部には載荷治具との接続用の厚さ32mmのベースプレートを設け、柱鉄骨フランジとは完全溶け込み溶接、柱鉄骨ウェ

ブとは隅肉溶接で接合した。コンクリートは呼び強度30N/mm²で、早強ポルトランドセメントと最大寸法20mmの骨材を用い、縦打ちで打設した。

試験体一覧を表-1に示す。まず、試験体No.1～No.4で寸法効果による影響およびフランジ幅厚比が柱材の挙動に及ぼす影響を調べる。本SC柱材の十字鉄骨は曲げせん断抵抗だけでなく、コンクリートの拘束効果の役割も兼ねるため、どの程度のフランジ幅厚比であれば安定した挙動を示すかを検討する。表-1中に、建築物の構造関係技術基準解説書⁶⁾に基づいて、フランジおよびウェブの部材種別を計算した結果を示す。

次に、試験体No.5～No.7で付着および機械的ずれ止め

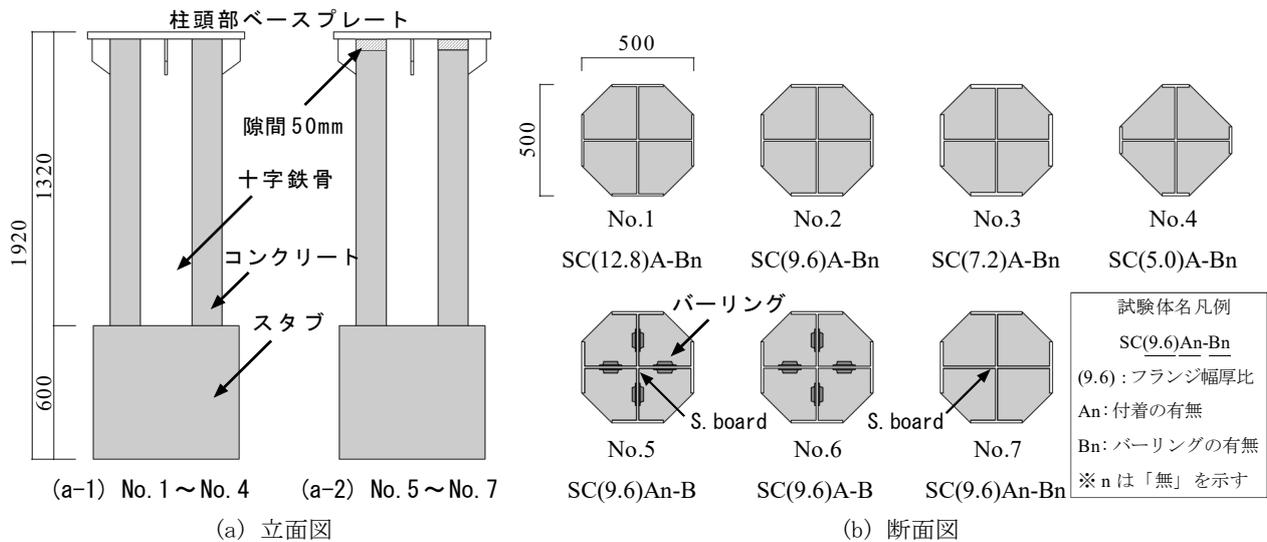


図-1 試験体詳細

表-1 試験体一覧

No.	試験体名	柱十字鉄骨	フランジ幅厚比	部材種別***		付着	機械的ずれ止め	載荷軸力** (kN)	コンクリート強度 $c\sigma_B$ (N/mm ²)
				フランジ	ウェブ				
1	SC(12.8)A-Bn	CH-500x230x9x9	12.8	FC	FA	有	無	3631	36.0
2	SC(9.6)A-Bn	CH-500x230x9x12	9.6	FB	FA	有	無	3977	36.5
3	SC(7.2)A-Bn	CH-500x230x9x16	7.2	FA	FA	有	無	4390	36.3
4	SC(5.0)A-Bn	CH-500x120x9x12	5.0	FA	FA	有	無	3111	36.3
5	SC(9.6)An-B	CH-500x230x9x12	9.6	FA	FA	無	有	3939	35.9
6	SC(9.6)A-B	CH-500x230x9x12	9.6	FA	FA	有	有	4046	37.6
7	SC(9.6)An-Bn	CH-500x230x9x12	9.6	FA	FA	無	無	3977	36.5
8	SC(8.3)A-Bn*	CH-190x100x4.5x6	8.3	FB	FA	有	無	647	26.7
9	SC(5.0)A-Bn*	CH-190x60x4.5x6	5.0	FA	FA	有	無	522	27.6

No.5～No.7のみ柱頭に50mmのコンクリートの空隙あり

* 試験体No.8およびNo.9は文献1)で実施した試験体条件（コンクリートの最大骨材径13mm）

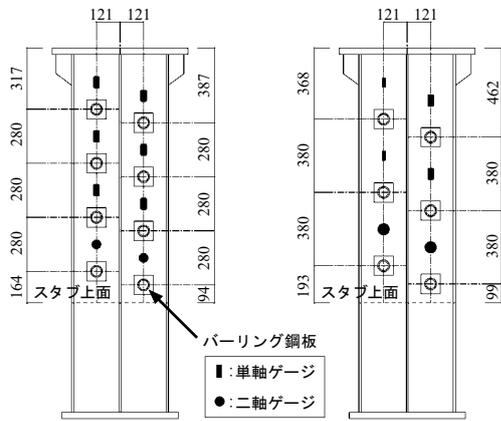
** 軸力比 n は0.3で共通。 $n=N/scN_u$, N : 載荷軸力, scN_u : SC柱断面の圧縮耐力, $scN_u=c\sigma_B+A\sigma_s$, A : コンクリート断面積, $c\sigma_B$: コンクリートの圧縮強度, $A\sigma_s$: 十字鉄骨断面積, σ_s : 鉄骨の降伏点

*** 部材種別の判別: フランジは $FA=0.322(E/s_f\sigma_y)^{1/2}$, $FB=0.406(E/s_f\sigma_y)^{1/2}$, $FC=0.525(E/s_f\sigma_y)^{1/2}$, ウェブは $FA=1.46(E/s_w\sigma_y)^{1/2}$ で計算。 E : 鋼材のヤング係数, $s_f\sigma_y$, $s_w\sigma_y$: それぞれ、フランジおよびウェブの降伏応力度

の有無が本SC柱材の挙動に及ぼす影響を調べる。これらの試験体については、鉄骨とコンクリート間の付着を無くすためにベースプレート下部に50mmのコンクリートの空隙を作り、柱頭部では鉄骨のみが軸力と水平力に抵抗するようにし、圧縮軸力載荷時にコンクリートに力が伝達されないようにした(図-1(a-2)参照)。鉄骨フランジおよびウェブ全面に1mm厚のスチレンボード(図-1中にはS.boardと表記)を貼付けている。機械的ずれ止めにはバーリング加工した6mm厚の平鋼を鉄骨ウェブに隅肉溶接で所定の箇所に取り付けた。なお、バーリングの孔径は50mm、突起高さは15mmであり、ウェブには50mmの貫通孔が設けられている。バーリングの取り付け位置は、図-2に示すように、材長直交方向における同一断面軸上にウェブ貫通孔が重複しないようにするため、螺旋状に配置した。試験体SC(9.6)An-Bで付着がない場合にバーリングのみで応力をコンクリートに伝達できるかを調べ、試験体SC(9.6)A-Bで付着力とバーリングによる抵抗力で応力を伝えられるかを検討する。付着およびバーリングを無くした試験体SC(9.6)An-Bnを用意し、鋼とコンクリート間で力のやり取りがない状況での挙動についても考察する。

本実験に使用した鋼材の機械的性質を表-2に、実験時のコンクリート圧縮強度を表-1中にそれぞれ示す。

(2) 機械的ずれ止めの設計



(a) 試験体SC(9.6)An-B (b) 試験体SC(9.6)A-B

図-2 バーリング鋼板の取り付け配置

試験体の柱頭ベースプレート下部に隙コンクリートの間を設けた試験体が、鋼とコンクリートの一体性が確保されるとした基準試験体SC(9.6)A-Bnと同様の挙動を示すためには、本来コンクリートが負担すべき圧縮力を、鋼とコンクリート間の付着力と機械的ずれ止めによるせん断抵抗力で伝達できるようにすればよい。そのためには、機械的ずれ止めの必要個数 n_B を式(1)にて算出すれば良いことになる。

$$n_B = \frac{N_p - N_a}{q_B} \quad (1)$$

ここで、 N_p :合成断面としての全塑性状態時にコンクリートが負担する圧縮力、 N_a :鋼とコンクリート間で生じる付着力($=A_a \cdot f_a$)、 A_a :コンクリートと接するフランジおよびウェブの表面積、 f_a :付着応力度、 q_B :バーリング一個あたりのせん断抵抗力である。

付着応力度は、鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説りに記載されている円形鋼管による付着応力度を確保できるものと考え、ここでは $f_a=0.23\text{N/mm}^2$ を使用した。また、バーリング一個あたりのせん断耐力は、文献8)の実験結果を参照し、最大耐力およそ300kNの3/4倍が降伏荷重に対応するものとし、 $q_B=225\text{kN}$ を用いた。なお、試験体SC(9.6)An-Bでは、付着がないために $N_a=0$ として計算する。その結果、試験体SC(9.6)An-Bではバーリング個数が32個、試験体SC(9.6)A-Bでは24個必要である。

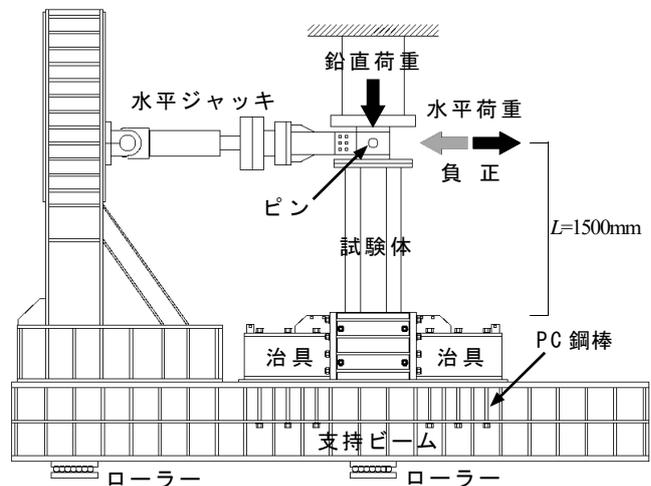


図-3 荷重方法

表-2 鋼材の機械的性質

使用箇所	鋼種	t (mm)	σ_y (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	E (N/mm ²)	Eln _g . (%)	Y.R.
バーリング	SS400	6	311	443	2.07×10^5	42.5	0.70
フランジ, ウェブ		9	261	428	2.08×10^5	43.4	0.61
フランジ		12	293	469	2.07×10^5	45.5	0.63
フランジ		16	317	463	2.17×10^5	45.1	0.68

t:板厚, σ_y :降伏点強度, σ_u :引張強さ, E:ヤング係数, Eln_g.:伸び率, Y.R.:降伏比, ϵ_y :降伏ひずみ

ことになった。

(3) 荷重方法

荷重装置を図-3に示す。荷重は5000kN試験機を用いて所定の軸力を作用させ、一定に保持した状態で1000kNの水平ジャッキで正負交番繰返し水平力を荷重した。荷重治具と試験体はPC鋼棒で締め上げて支持ビームと一体化させた。

荷重形式は、部材角2.0%までは0.5%ずつ漸増させ、部材角2.0%から4.0%まで1.0%ずつ漸増させるものとした。各変位振幅とも2サイクルずつ繰り返した。ここで、部材角は水平ジャッキ加力位置における水平変位を柱材長 L で除した値である。変形は、柱脚のスタブ部分に変位計フレームを設置し、柱材の水平変位および軸縮みを測定した。ひずみゲージは主に柱脚部の鉄骨フランジおよびウェブに貼付し、バーリング相互間におけるウェブの材長方向にもひずみゲージを貼付した（図-2参照）。

3. 実験結果

(1) 崩壊性状

写真-1に実験後の試験体を示す。全ての試験体において、部材角1.0%までに柱脚部付近の鉄骨間のコンクリートにひび割れが発生した。続いて、試験体SC(9.6)An-Bnを除いて、部材角2.0%までにコンクリートの剥落が観察された。試験体SC(9.6)An-Bnは十字鉄骨とコンクリート間の付着を切っているため、部材角2.0%時においてはコンクリートに力が伝達されにくくなり大きな損傷が見られなかった。また、鉄骨強軸フランジの柱脚部付近における局部座屈は、試験体SC(9.6)An-Bnでは部材角1.0%で観察された。一方で、試験体SC(9.6)A-Bnでは同位置における局部座屈が部材角2.0%付近で観察されたことに対して、試験体SC(7.2)A-Bnおよび試験体SC(5.0)A-Bnでは部材角3.0%で確認された。

(2) 水平力-部材角関係

図-4に水平力-部材角関係を、表-3に主要な実験結果を示す。同図(h), (i)は文献1)にて実施した実験結果

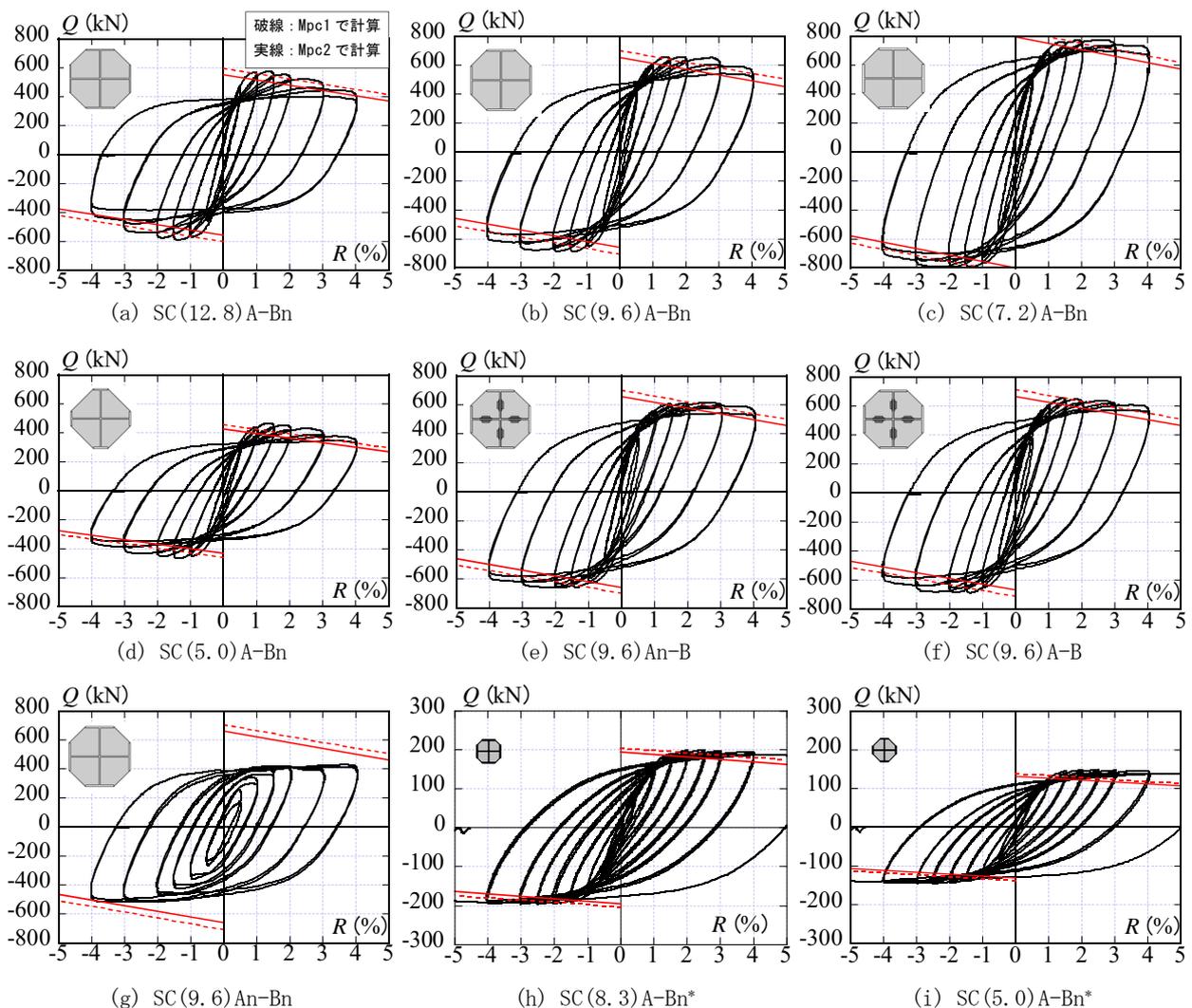


図-4 水平力-部材角関係

を示している。図中の破線は鋼材の降伏応力度とコンクリート強度を用いて計算した一般化累加強度 M_{pc} (表-3

中 M_{pc1} と表記) を柱脚部で発揮するとして式(2) で求めた塑性崩壊機構形成時の耐力である。また、同図中の実線はコンクリート強度を0.85倍して計算した一般化累加強度(表-3中 M_{pc2} と表記) で求めたものである。

$$Q = \frac{M_{pc}}{L} - N \cdot R \quad (2)$$

ここで、 L : スタブフェイスから水平加力位置までの距離、 N : 柱軸力、 R : 部材角である。

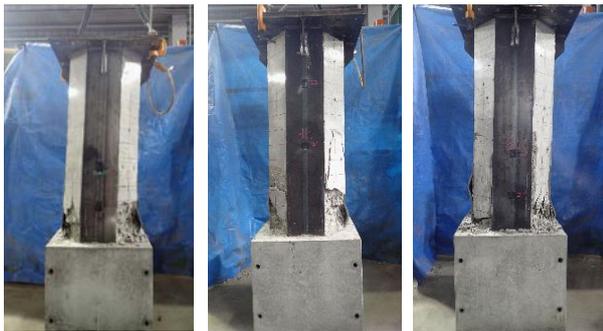
同図より、試験体SC(9.6)An-Bnを除いた全ての試験体で、実験耐力は M_{pc1} および M_{pc2} で計算した塑性崩壊機構直線を上回っており、実験終了時まで紡錘形の履歴性状を描いた。

(3) フランジ幅厚比の違いによる影響

崩壊性状でも述べたように、フランジ幅厚比が大きいほど早期に鉄骨フランジの局部座屈が観察されたが、局部座屈を生じたのちも耐力低下はほとんど見られていない。また、試験体SC(5.0)A-Bnのようにフランジ幅を細くしても、計算耐力と比較すると M_{max}/M_{pc1} で1.13倍、 M_{max}/M_{pc2} で1.22倍(表-3参照) 発揮している。本SC柱材においてフランジの局部座屈が発生して耐力低下が見られない要因は、十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果



(a) SC(12.8)A-Bn (b) SC(9.6)A-Bn (c) SC(5.0)A-Bn



(d) SC(9.6)An-B (e) SC(9.6)A-B (f) SC(9.6)An-Bn

写真-1 実験後の試験体

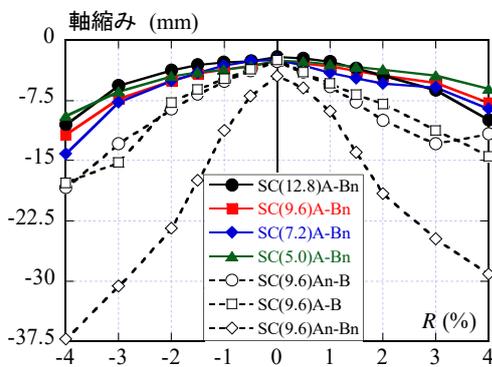


図-5 軸縮みの推移

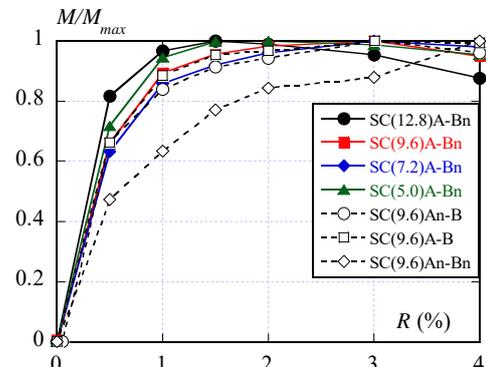


図-6 抵抗曲げモーメントの推移

表-3 主要な実験結果一覧

試験体名	実験耐力								計算耐力		$\frac{M_{max}}{M_{pc1}}$		$\frac{M_{max}}{M_{pc2}}$	
	Q_{max} (kN)		R_{max} (%)		M_{max} (kNm)		R_{max} (%)		M_{pc1}	M_{pc2}	正	負	正	負
	正	負	正	負	正	負	正	負	(kNm)	(kNm)				
SC(12.8)A-Bn	578	-585	1.36	-1.41	942	-960	1.40	-1.93	894	830	1.05	1.07	1.13	1.16
SC(9.6)A-Bn	659	-683	1.88	-1.41	1143	-1173	2.78	-2.85	1056	991	1.08	1.11	1.15	1.18
SC(7.2)A-Bn	776	-790	2.58	-1.34	1360	-1360	3.80	-2.84	1263	1196	1.08	1.08	1.14	1.14
SC(5.0)A-Bn	467	-462	1.37	-1.36	775	-775	2.72	-2.82	689	641	1.12	1.12	1.21	1.21
SC(9.6)An-B	614	-659	2.41	-1.83	1104	-1140	3.71	-2.83	1050	985	1.05	1.09	1.12	1.16
SC(9.6)A-B	654	-684	1.40	-1.38	1137	-1178	3.82	-2.77	1070	1002	1.06	1.10	1.13	1.18
SC(9.6)An-Bn	433	-517	3.60	-2.36	875	-993	3.96	-3.81	1057	991	0.83	0.94	0.88	1.00
SC(8.3)A-Bn*	199	-196	2.51	-2.51	88	-89	3.98	-5.96	81	78	1.09	1.10	1.13	1.14
SC(5.0)A-Bn*	148	-146	2.50	-2.46	66	-67	5.99	-5.96	55	53	1.20	1.22	1.25	1.26

果を十分に発揮しており、かつ鉄骨ウェブがコンクリートで拘束されているため、合成効果が期待できるためだと考えられる。また、試験体SC(12.8)A-Bnおよび試験体SC(9.6)A-Bnの鉄骨フランジの部材種別は、それぞれFCおよびFBランクであるが、いずれの部材種別でも安定した履歴性状を示した。

図-5に軸縮みの推移を示す。フランジ幅厚比の違いを検討した試験体においては明瞭な差異は見られず、概ね同様の縮み量が計測された。部材角4.0%時においても軸縮みは15mm以下(軸歪にして1.0%)に抑えられており、脆性的な挙動につながることはなかった。

(4) 寸法効果の影響

図-4(h), (i)に文献1)で実施した鉄骨せい190mmを有する試験体の実験挙動を示す。同程度の幅厚比を有している試験体SC(9.6)A-Bnと試験体SC(8.3)A-Bn* (図-4(b), (h)参照), および試験体SC(5.0)A-Bnと試験体SC(5.0)A-Bn* (図-4(d), (i)参照)をそれぞれ比較すると、いずれもエネルギー吸収能力に優れた紡錘形の履歴性状を描いていることが分かる。更に、崩壊形式においてもコンクリートの剥落およびフランジの局部座屈発生等、破壊性状は文献1)の実験と同様の性状を示したことから、本実験条件下における断面寸法では寸法効果の影響はあまりないと云える。

(5) 付着および機械的ずれ止めの有無の影響

図-4(g)より、付着がなく機械的ずれ止めも設けていない試験体SC(9.6)An-Bnが最も耐力が小さい結果となった。これは十字鉄骨とコンクリート間で応力伝達が円滑に行えなかったためだと考えられる。図-5に示した軸縮み挙動を見ても、軸縮みが大きくなっており、ほかの試験体と比較しても明瞭な相違が見られた。一方で、付着を切った状態でバーリングを設けた試験体SC(9.6)An-Bは、一体性が確保された試験体SC(9.6)A-Bnと比較して最大耐力はやや劣るものの、挙動が大幅に改善された。また、付着を保った状態でバーリングを設けた試験体SC(9.6)A-Bは、試験体SC(9.6)A-Bnと履歴性状および最大耐力ともにほぼ同様の挙動を示した。また、図-6には繰返しに伴う抵抗曲げモーメントの推移を示す。縦軸には各除荷点におけるPA効果を考慮した柱脚位置での抵抗モーメントを各試験体の最大曲げモーメントで除した値を、横軸には各除荷点の部材角を取っている。同図より、試験体SC(9.6)A-Bn、試験体SC(9.6)A-B、試験体SC(9.6)An-Bの抵抗曲げモーメントの推移は概ね同様の傾向を示していることが分かる。このことより、付着切れ等によって鉄骨からコンクリートに直接応力が作用されない場合や、乾燥収縮によって鋼とコンクリート間に肌隙が生じた場合でも、機械的ずれ止めを適切に配置することにより、鉄骨からコンクリー

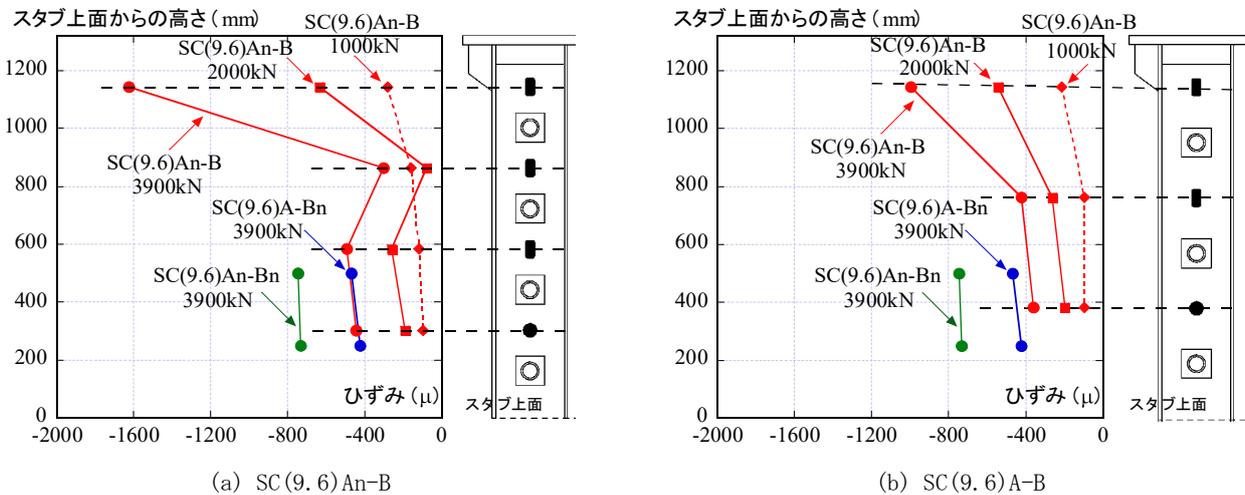


図-7 軸力載荷時における材長方向ウェブのひずみ分布

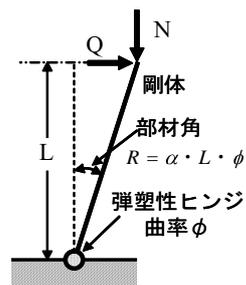


図-8 解析モデル

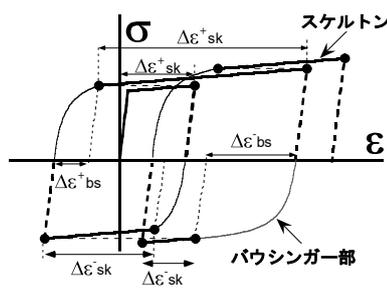


図-9 鋼材の応力-歪関係

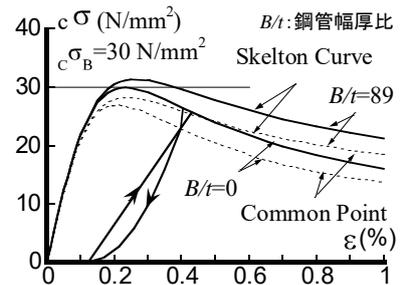


図-10 コンクリートの繰返し則

トへ応力が伝達され、柱脚で合成断面としての曲げ耐力を発揮することがわかる。

図-7に水平力を载荷する前の軸力载荷時における材長方向ウェブのひずみ分布を示す。図中には圧縮軸力1000kN, 2000kN, 3900kN 载荷時のひずみ分布を示している。また、比較用として、3900kN 载荷時の試験体SC(9.6)A-BnとSC(9.6)An-Bnの分布も記載している。同図より、柱頭から柱脚に近づくにつれ鉄骨ウェブのひずみは小さくなっている。これは、パーリングを介することで軸力がコンクリートへ流れたことを意味しており、軸力が大きくなるほどその傾向は顕著にみられる。また、柱脚部付近においては、一体性が確保された試験体SC(9.6)A-Bnと同程度のひずみが計測されており、鋼とコンクリートが一体となって挙動しているものと推察される。一方で、付着および機械的ずれ止めの双方がない試験体SC(9.6)An-Bnはウェブのひずみが大きく生じていることが分かる。このことより、鉄骨とコンクリート間の応力伝達に機械的ずれ止めを設けることの有用性が確認された。

4. 軸力と曲げせん断を受ける柱材の弾塑性解析

(1) 解析方法

軸力と曲げせん断を受ける本SC柱材の弾塑性解析を行うため、解析モデルを図-8に示すような弾塑性ヒンジ部と剛体からなるものと考え、柱材の変形を弾塑性ヒンジ部に集中させ、その点での断面のモーメント-曲率関係を求め、力の釣合を満足させることにより、柱の挙動を解析した。弾塑性ヒンジ部での曲率 ϕ と柱部材角

R の間に式(3)が成立つと仮定している。式(4)中の α はSRC柱材の実験と解析の初期剛性を合わせることで求められた式である⁹⁾。

$$R = \alpha \cdot L \cdot \phi \quad (3)$$

$$\alpha = 0.1 + 1.3 \frac{D}{L} \quad (4)$$

ここで、 D ：断面せいである。

解析に使用した鋼材およびコンクリートの応力-歪関係モデルを、図-9、図-10にそれぞれ示す。コンクリートの応力-歪関係は崎野・孫モデルを使用し、十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果を考慮している。なお、解析手法の詳細は文献5)を参照されたい。

(2) 実験挙動と解析結果の比較

図-11に実験結果と解析結果の比較を示す。同図(e)のみやや乖離が見られているが、フランジ幅厚比の違いに拘らず、いずれの試験体も精度よく実験挙動を追跡できていることが分かる。なお、190mm試験体において大きな乖離が見られたのは同図(e)の試験体のみである⁹⁾。最大耐力は実験挙動の方が大きく発現する傾向にあり、大変形時になると実験耐力は徐々に低下する一方で、解析における水平抵抗力の低下はあまり見られない。これは本解析では鉄骨フランジの局部座屈の影響を考慮していないためである。また、除荷剛性ならびに紡錘形の膨らみは鉄骨せい500mmの実験挙動をよく評価できている。

十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果は、崎野・孫式を基にして、式(5)、式(6)で考慮している⁹⁾。

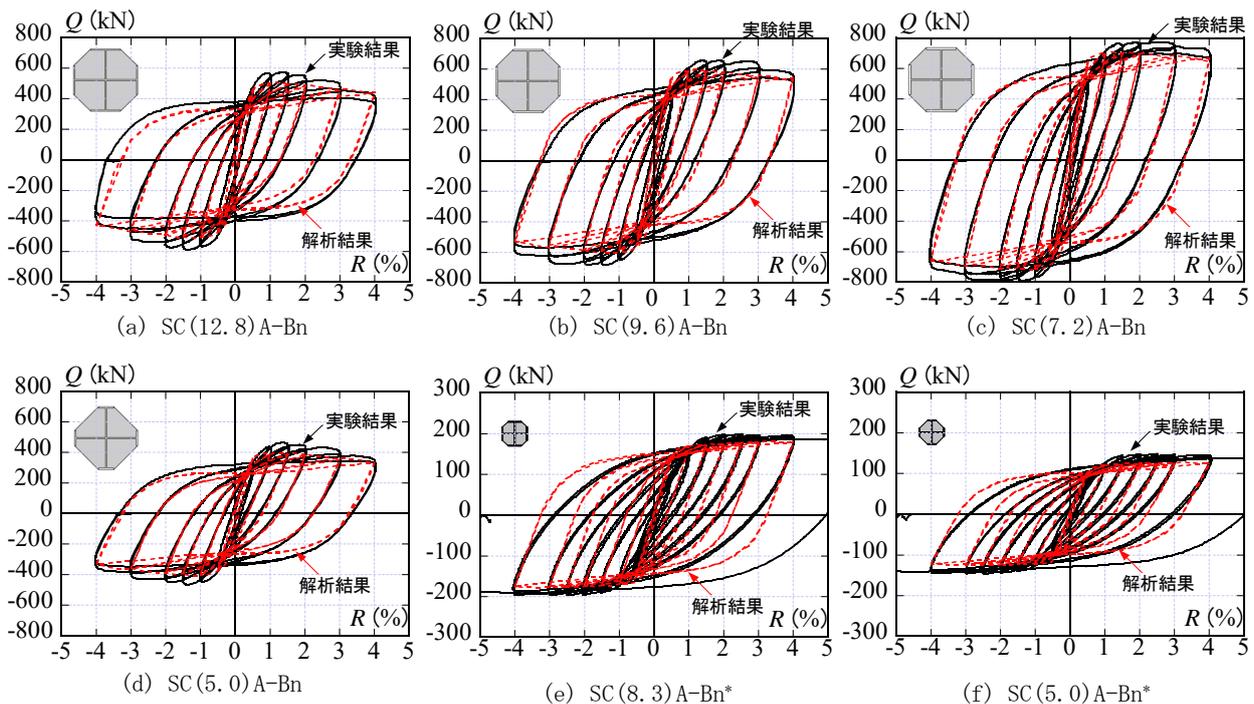


図-11 実験結果と解析結果の比較

$${}_c\sigma_{cb} = {}_c\sigma_B + k' \cdot \sigma_r \quad (5)$$

$$k' = \frac{2.3}{\sigma_r^{0.65}} \quad (6)$$

ここで、 ${}_c\sigma_{cb}$: 十字鉄骨で拘束されたコンクリート強度、 ${}_c\sigma_B$: 無拘束コンクリート強度、 k' : 有効拘束係数、 σ_r : 鉄骨フランジに作用するコンクリートの側圧である。

式(5)は鉄骨せい200mmの断面を有する本SC柱材の中心圧縮実験により得られた結果であるが、この評価式を用いた本解析手法でも本実験条件下において寸法効果の影響を考慮することなく、鉄骨せい500mmの実験挙動を追跡可能であると考えられる。

5. 結論

八角形断面を有する鋼・コンクリート合成柱材の寸法効果ならびに機械的ずれ止めの影響について検討するために、一定軸力下における繰返し載荷実験を行なった結果、以下の知見を得た。

- 1) フランジ幅厚比の違いに拘らず、いずれの試験体も安定した履歴性状を示し、一般化累加強度を用いた計算耐力を発揮した。また、文献1)で実施した鉄骨せい190mmの試験体と同様な履歴性状ならびに破壊性状を示したことから、本実験条件下において、鉄骨せい190mmから500mmを有する断面形状では曲げ耐力における寸法効果による影響は見られない。
- 2) 柱頭に隙間があり、鉄骨とコンクリート間に付着がない状態でも、機械的ずれ止めを適切に配置することにより、鉄骨からコンクリートへ応力が伝達され、柱脚部で合成断面としての曲げ耐力を発揮できる。
- 3) 十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果を考慮した弾塑性解析を行なうと、鉄骨せい500mmの試験体でも実験挙動を精度良く評価できた。

謝辞：本研究は平成30年度科学研究費助成事業・基盤研究(c) (課題番号18K04452, 研究代表：堺純一)の助成を受けた。また、試験体の製作および載荷実験にあたり、福岡大学教育技術職員の石橋宏一郎氏と大野敦宏氏および、吉村威吹氏と江藤祐輔氏をはじめとする同大学堺研究室の卒研究生にお世話になった。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 倉富洋, 堺純一, 田中照久, 川原健輔: 十字鉄骨とコンクリートで構成された合成柱材の弾塑性変形性状に関する実験的研究, 日本建築学会構造工学論文集, Vol.60B, pp.65-71, 2014.3.
- 2) 倉富洋, 堺純一, 田中照久, 瀧上大貴: 鋼・コンクリート合成柱材と鉄骨梁で構成された骨組の弾塑性変形性状に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.2, pp.1117-1122, 2018.7.
- 3) 崎野健治, 山口達也, 中原浩之, 向井昭義: コンクリート充填円形鋼管短柱の中心圧縮耐力, 構造工学論文集, Vol.48B, pp.231-236, 2002.3.
- 4) 藤本利昭, 小松博, 櫻田智之, 帥橋憲貴, 三橋博巳: 薄肉鋼管で補強した鉄骨コンクリート合成柱の軸圧縮性状, 日本建築学会技術報告集, Vol.18, No.39, pp.565-570, 2012.6.
- 5) 倉富洋, 堺純一, 田中照久, 川原健輔: 八角形断面を有する鋼・コンクリート合成柱材の弾塑性変形性状に関する解析的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.2, pp.1039-1045, 2014.7.
- 6) 建築物の構造関係技術基準解説書編集委員会: 2015年版建築物の構造技術関係技術基準解説書, 2015.
- 7) 日本建築学会: 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 2014.1.
- 8) 田中照久, 堺純一, 河野昭彦: 貫通鉄筋を有するバーリングシアコネクタの力学的性状に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.2, pp.1027-1032, 2015.7.
- 9) 堺純一, 松井千秋: 鉄骨鉄筋コンクリート柱材の復元力特性に関する研究—単一H形鋼を内蔵したSRC柱の骨格曲線の定式化—, 日本建築学会構造系論文集, Vol.534, pp.183-190, 2000.8.

(Received August 30, 2019)

STUDY ON ELASTIC-PLASTIC BEHAVIOR OF STEEL AND CONCRETE COMPOSITE COLUMN CONSIDERING SCALE EFFECTS AND MECHANICAL SHEAR CONNECTOR

Yo KURATOMI, Reika MATSUYAMA, Teruhisa TANAKA and Junichi SAKAI

An experimental study was carried out under constant axial load and cyclic horizontal load to investigate scale effect and effects of mechanical shear connector of steel and concrete (SC) composite columns with octagonal cross section. All of the specimens exhibited very stable behavior up to large deformation, except specimen SC(9.6)An-Bn. The elastic-plastic behavior of specimens with 500mm depth of column section were similar to specimens with 190mm depth of column section. Furthermore, the elastic-plastic analysis of SC columns was conducted using the method taken account of concrete confined by the encased cruciform steel. The analytical results were able to pursue the experimental results of SC columns.