# (25) 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研究

倉富 洋1・堺 純一2・田中 照久3・渕上 大貴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							
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	、福岡ナ	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)							
		Η	E-mail:td160418@cis.fukuoka-u.ac.jp							

+字鉄骨とコンクリートのみを使用した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 状を把握するため,解析的検討を行なった。解析手法に関する妥当性について検討するため,既往の実験 結果との比較を行ない,概ね精度よく追跡できることを確認した。次いで,本合成柱材が高軸力下でも安 定した挙動を示すことに着目し,解析変数に鉄骨比,鉄骨降伏点,コンクリート強度,部材角をとり,軸 力比を変化させて安定限界軸力について調べた。解析結果より,コンクリートと鋼材の材料強度の違いに よる影響を考慮した安定限界軸力式を提案したところ,解析結果で求めた安定限界軸力を精度よく評価で きることを示した。

Key Words: Steel concrete column, Elastic-plastic behavior, Stability limit axial load, Cruciform steel

## 1. 序

著者らは、鉄骨鉄筋コンクリート柱材から主筋およ びせん断補強筋を除き、薄肉鋼管で横補強を行った鋼・ コンクリート合成柱材の弾塑性変形性状および安定限 界軸力について実験および解析的に検討し、高軸力下で も安定した履歴性状を示すことを明らかとした1,2。優 れた耐震性能を有する要因として,薄肉鋼管によって横 補強することでかぶりコンクリートの存在を無くしたこ とと、十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果の向上が 大きく発揮されたためだと考察した。そこで、著者らは 更なる施工の簡素化と耐震性能の向上をめざし、十字 鉄骨とコンクリートのみを使用し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)につ いて研究を進めている。既往の研究から中心圧縮実験 および地震時応力を想定した曲げせん断実験を行ない、 本 SC 柱材が優れた構造性能を示すことを実験的に明ら かとしている3。

本研究の目的は以下の二点である。まず、本SC 柱材

の一定軸力と繰返し水平力を受ける弾塑性実験を追跡で きる解析手法を提案し、その妥当性について検証する。 解析に当たっては、中心圧縮実験によって得られた十 字鉄骨によるコンクリートの拘束効果を考慮したモデル を用いた。次いで、本SC 柱材が高軸力下でも優れた耐 震性能を発揮することに着目し, 安定した挙動を示す 限界の軸力である安定限界軸力について検討する。安定 限界軸力に関する検討は、文献4)で示されており、繰返 し水平力に伴う曲げ耐力の低下も軸縮みの進行もなくな る軸力が存在することを明らかとしている。また、同文 献では柱材の中心軸歪が一定値に収束し、収束するとき の歪が十字鉄骨で拘束されたコンクリートの圧壊歪を超 えていなければ安定状態と見做し、そのときの最大の軸 力を安定限界軸力と定義した。本研究でも同様な定義の もと、本SC 柱材の安定限界軸力について解析的に検討 し、影響因子ならびに評価式について明らかとする。評 価式の構築に関しては、大変形時においても安定した挙 動を確保できるよう、部材角2.0%までを適用範囲とした 式を提案する。

## 2. 解析的検討

#### (1) 解析モデル

図-1(a) に示す断面を持つ本 SC 柱材の弾塑性解析を行 うため、解析モデルを図-1(b) 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ー曲率 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断面のモーメントー 曲率関係は平面保持の仮定のもとで断面区分法により求 めた。弾塑性ヒンジ部での曲率 ¢と柱部材角 R の間に式 (1)、式(2) が成立つと仮定している。式(2) の aは、せん 断スパン比と軸力比をパラメータとした SRC 柱材の載 荷実験と弾塑性解析を比較して、実験と解析の初期剛性 を合わせることで求められた式<sup>5)</sup> である。

$$R = \alpha \cdot L \cdot \phi \tag{1}$$

$$\alpha = 0.1 + 1.3 \frac{D}{L} \tag{2}$$

ここで、L:柱材長、D:断面せいである。

#### (2) 鋼材の応カー歪関係

鋼材の応力-歪関係は図-2 に示すモデルを用いた。 鋼材の骨格曲線は、弾性域をヤング係数E=2.05x10%(Nmm?) を勾配とした線形関係で、降伏後はヤング係数Eの1/100 の勾配を持たせるバイリニアー型のモデルとした。繰返 しに伴う除荷後の挙動は、バウシンガー部の構成則に加 藤らの双曲線のモデル<sup>6)</sup>を用い、バウシンガー部の終点 の歪は山田らの提案式<sup>7)</sup>を用いた。ここで、図中の $\Delta \varepsilon_{s}$ : 鋼材の塑性歪の増分、 $\Delta \varepsilon_{s}$ :鋼材のバウシンガー部におけ る塑性歪の増分である。

## (3) コンクリートの応力-歪関係

本 SC 柱材の中心圧縮実験から得られた成果を元に, 文献8) で述べた十字鉄骨によるコンクリートの拘束効 果を考慮したモデルを用いた。コンクリートの応力-歪 関係は崎野・孫モデル<sup>9)</sup>を使用している。繰返し則は図-3 に示すように渡辺らのモデル<sup>10)</sup>を用いた。

## (4) 実験挙動と解析結果の比較

著者らが行なった本 SC 柱材の曲げせん断実験の試験 体と載荷装置を図-4 および図-5 に示す。載荷方法の詳 細および実験結果については文献 3) を参照されたい。 表-1 に示す 10 体の試験体に対して,前述した十字鉄骨 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 行なった。

図−6に実験挙動と解析結果の比較を、表−2に実験結 果と解析結果の初期剛性並びに最大曲げ耐力の比較をそ れぞれ示す。初期剛性は部材角 *R*=0.20%, *R*=0.50% 時にお ける割線剛性とし、最大曲げ耐力は*P*δ効果を考慮した



柱脚位置での抵抗モーメントである。同表よりフランジ 幅厚比5.0, 21.7の試験体の初期剛性は概ね一致している が,フランジ幅厚比8.3の試験体は危険側の評価となっ ている。また,最大曲げモーメントの対応は何れの試験 体においても良好である。

図-6より,軸力比が0.3の試験体では概ね解析結果が 実験挙動を最大耐力,耐力低下,除荷剛性を含め高精度 で追跡できていることが分かる。一方で,軸力比が0.5 もしくは0.6の高軸力比の試験体においては,解析の方 が先に軸力保持不能となっているが,コンクリート強度 30N/mm<sup>2</sup>級の同図(b)および75N/mm<sup>2</sup>級の同図(g),(i)は部材 角2.0% までの挙動は追跡できており,総じて安全側に 評価されている。

最大耐力発揮後の降り勾配に着目すると,同図(e),(j) は危険側の評価となっている。これらの試験体はフラン ジ幅厚比が21.7であるため,実験では早期にフランジの 局部座屈が見られ耐力低下につながったが,本解析では 鉄骨の座屈を考慮してないため、このような差異が見られたものと推察される。また、コンクリート強度75N/mm<sup>2</sup> 級の試験体では、解析値の方が最大耐力発揮時の変形を 早期に発揮する傾向が見られた(同図(f)、(g)参照)。こ れは初期剛性のずれに起因するものと考えられる。

また、同図(a)~(d) は除荷剛性および内蔵鉄骨による ループの膨らみを危険側に評価している。同図(k) に解 析による鉄骨とコンクリートのモーメントの負担割合を 示しているが、30N/mm<sup>2</sup>級のコンクリートを使用すると、 殆ど鉄骨で曲げ抵抗していることが分かる。同図(e)や コンクリート強度75N/mm<sup>2</sup>級の(f)~(i) は概ね内蔵鉄骨に よるループの膨らみを追跡できていることを鑑みると、 鉄骨とコンクリートの強度差が大きいことが要因の一つ と考えられる。

図-7 に中心軸縮み挙動の比較を示す。実験終了時ま で試験体の軸縮みをよく追跡できており、概ね傾向は捉 えられている。

試験体名		十字鉄骨		コンクリート強度	軸力比	載荷軸力	-	
	寸法	フランジ幅厚比	鉄骨比(%)	$_{c}\sigma_{B}$ (N/mm <sup>2</sup> )	п	N (kN)	-	
C(8.3)30-0.30	CH-190x100x4 5x6	83	12.4	26.7	0.3	647		
C(8.3)30-0.60	CII-190x100x4.5x0	6.5		27.6	0.6	1308	■ 試験体名凡例 C(8 3)30-0 30	
C(5.0)30-0.30	CH-190x60x4 5x6	5.0	10.9	27.6	0.3	522		
C(5.0)30-0.60	CII-190x00x4.5x0	5.0	10.9	28.5	0.6	1058	-   軸力比	
C(21.7)30-0.30	CH-190x100x2.3x2.3	21.7	5.51	27.4	0.3	391	<ul> <li>コンクリート強度</li> <li>30 :30N/mm<sup>2</sup> 級</li> </ul>	
C(8.3)75-0.30	CH-190x100x4 5x6	83	12.4	76.4	0.3	1065	75 :75N/mm <sup>2</sup> 級	
C(8.3)75-0.50	CII-170x100x4.5x0	0.5	12.4	74.2	0.5	1744	■   _ 十字鉄骨寸法	
C(5.0)75-0.30	CH-190x60x4 5x6	x4 5x6 5.0		77.2	0.3	889	C(8.3): フランジ幅厚比 8.3	
C(5.0)75-0.50	CII-170x00x4.5x0	5.0	10.9	75.1	0.5	1455	C(5.0):フランジ幅厚比5.0	
C(21.7)75-0.30	CH-190x100x2.3x2.3	21.7	5.51	73.5	0.3	810	- Q21.1)· / / / / ml/7+621.1	

表-1 試験体一覧

鉄骨比=<sub>s</sub>A/A, <sub>s</sub>A: 十字鉄骨断面積, A: 柱断面積, A=<sub>c</sub>A+<sub>s</sub>A, <sub>c</sub>A: コンクリート断面積, <sub>s</sub>A: 鉄骨断面積, 軸力比 $n=N/_{s}N_{u}$ , N: 作用軸力, <sub>s</sub>N<sub>u</sub>: SC 柱断面の圧縮耐力, <sub>s</sub>N<sub>u</sub>=<sub>c</sub>A · <sub>c</sub> $\sigma_{b}+_{A}A \cdot _{s}\sigma_{y}$ , <sub>c</sub> $\sigma_{b}$ : コンクリートの圧縮強度, <sub>s</sub> $\sigma_{y}$ : 鉄骨の降伏点

表-2 実験挙動と解析結果の比較

		実験結果			解析結果		実験結果/解析結果			
試験体名	exK0.2	exK0.5	exMmax	anK0.2	anK0.5	anMmax	exK0.2	exK0.5	exMmax	
	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	anK0.2	anK0.5	anMmax	
C(8.3)30-0.30	27324	20337	87.9	36042	28118	87.7	0.76	0.72	1.00	
C(8.3)30-0.60	25100	15524	83.2	36331	23578	75.0	0.69	0.66	1.11	
C(5.0)30-0.30	25003	17239	66.3	25870	19980	63.0	0.97	0.86	1.05	
C(5.0)30-0.60	22455	16921	73.0	26127	17156	58.2	0.86	0.99	1.25	
C(21.7)30-0.30	25425	15840	43.2	23420	15495	40.7	1.09	1.02	1.06	
C(8.3)75-0.30	31948	26932	106.7	54221	39620	116.6	0.59	0.68	0.91	
C(8.3)75-0.50	47325	31944	113.2	57507	38608	103.6	0.82	0.83	1.09	
C(5.0)75-0.30	33378	24470	80.3	39553	28616	82.4	0.84	0.86	0.97	
C(5.0)75-0.50	39873	26790	84.3	41753	28382	73.3	0.95	0.94	1.15	
C(21.7)75-0.30	39890	24079	64.8	38948	25194	62.1	1.02	0.96	1.04	

K<sub>0.2</sub>: R=0.2% 時の割線剛性, K<sub>0.5</sub>: R=0.5% 時の割線剛性, M<sub>max</sub>:最大曲げモーメント, ex:実験結果, an:解析結果





#### (1) 定義

本 SC 柱材の安定限界軸力に影響を及ぼす影響因子を 明らかとし、各条件における安定限界軸力を算定するた め、弾塑性解析を行った。解析は、前節で述べた解析モ デルを用い、一定軸力下で20回の繰返し水平力を定変位 振幅で与えた。

解析変数を表-3に示す。断面寸法は鉄骨せい800mmを 基本とし、せん断スパン比は2とした。解析変数には、 本SC柱材の安定限界軸力に影響を及ぼすと考えられる 十字鉄骨比、鉄骨降伏点、コンクリート強度、部材角を とった。本SC柱材は使用する鉄骨サイズによって断面 積が決定するため、本解析では鉄骨せい800mmと基本と して、フランジ厚およびウェブ厚を統一し、フランジ幅 のみを変化させるサイズを選定した。コンクリート強度 は30N/mm<sup>2</sup>~90N/mm<sup>2</sup>,鋼材降伏点は235N/mm<sup>2</sup>~400N/ mm<sup>2</sup>の範囲で、それぞれ選定した。また、SRC規準<sup>9</sup>にお いては部材角 2/100rad までの安定限界軸力について 検討されている。本研究でもそれに倣い、本SC柱 材の安定限界軸力の定式化にあたり、部材角 1.0% のみ ならず 1.5%、2.0% についても定式化を行うことを目的と して部材角を解析変数に選んだ。

安定および不安定の定義は、柱材の中心軸歪が一定値 に収束し、収束するときの歪が十字鉄骨で拘束されたコ ンクリートの圧壊歪 ε を超えていなければ安定状態と 見做し、そのときの最大の軸力を安定限界軸力としている。なお、*ε*。は崎野・孫式及び文献8)中の十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果に基づいて計算する。

図-8に安定限界軸力比の算定方法に関する解析結果 の一例を示す。同図(a)は繰返しに伴う中心軸歪の進行 度合いを示しており、縦軸には各除荷点における中心軸 歪を、横軸には繰返し回数をとっている。また、同図(b) には繰返しに伴う曲げ耐力低下率を示しており、縦軸に は各除荷点におけるPδ効果を考慮した柱脚位置での抵 抗モーメントを各解析条件における最大値で除した値を とっている。図より、中心軸歪が一定値に収束し、かつ 圧壊歪を超えていない最大の軸力比はn=0.51となり、本 条件下での安定限界軸力比となる。この軸力比での20回 目における曲げ耐力は最大曲げ耐力の9割程度を保持し ている。軸力比n=0.52以上は安定条件の定義を満たして いないことから不安定と判別される。n,は安定限界軸力 比を示し、式(3)に記すように、柱材の断面耐力。Nu を安 定限界軸力N,で除した値である。

$$n_l = \frac{N_l}{{}_{sc}N_u} \tag{3}$$

$${}_{sc}N_{u} = {}_{c}\sigma_{B} \cdot {}_{c}A + {}_{s}\sigma_{y} \cdot {}_{s}A \tag{4}$$

ここで, <sub>c</sub>g<sub>b</sub>:コンクリートの圧縮強度, <sub>s</sub>g<sub>y</sub>:鉄骨降伏点, <sub>c</sub>A, <sub>s</sub>A:それぞれコンクリート及び鉄骨の断面積である。 <u>M/M</u>



 $_{s}\sigma_{y}$ :鉄骨降伏点,  $_{c}\sigma_{B}$ :コンクリート圧縮強度

## (2) 解析結果

本SC 柱材の安定限界軸力を算出した結果を表 -4 に 示す。また、各影響因子について検討したグラフを図 -9 に併せて示す。ここで、分析および定式化に使用する 諸記号を以下にまとめて表記する。

$$_{s}p = \frac{_{s}A}{_{sc}A} \cdot 100 \tag{5}$$

$$f_s = \frac{{}_s \sigma_y}{295(\text{N/mm}^2)} \tag{6}$$

$$f_c = \frac{c\sigma_B}{30(\text{N/mm}^2)} \tag{7}$$

ここで、、 $_{sc}A$ :本 SC 柱材の断面積、 $_{A}$ :鉄骨断面積、 $_{c}\sigma_{B}$ : コンクリートの圧縮強度、 $_{\sigma}$ :鉄骨降伏点である。

まず,部材角 R=1.0% での安定限界軸力比は0.50 前後で 推移しており,比較的大きめの軸力比となっていること がわかる。部材角の増大とともに柱材に作用する応力状 態は厳しくなるために安定限界軸力も低下するが,部材 角 R=2.0% でも n<sub>1</sub>=0.40程度を確保できる。図-9より,鉄骨 降伏点が大きくなるほどに安定限界軸力比も大きくな り、一方で鉄骨比が大きくなるにしたがって安定限界軸 カ比は小さくなる傾向にあることが窺える。また、僅か ではあるが、コンクリート強度も大きくなるほどに安定 限界軸力比は下がる。図-10に解析で得られた鉄骨とコ ンクリートの負担軸力を、図-11に負担曲げモーメント の一例をそれぞれ示す。本研究における鉄骨比の増加 はコンクリート断面の増加にもつながるため、鉄骨比 (ここではフランジ幅)が大きくなるとコンクリートの 負担応力も増える傾向にある。ただし、鉄骨比はフラン ジ厚やウェブ厚の大小にも左右されるため、これらの影 響については今後パラメータを増やして検討する予定で ある。

#### (3) 安定限界軸力の定式化

本SC柱材の安定限界軸力<sub>x</sub> $N_i$ の評価式として、本SC柱 材に強軸曲げと圧縮軸力が作用する場合には、強軸鉄骨 フランジは曲げに抵抗し軸力を負担できないことを考慮 して、式(8)で評価する。

$${}_{sc}N_l = {}_{sc}\alpha \cdot b \cdot D \cdot {}_{c}\sigma_B + {}_{sc}\beta \cdot \left({}_{s}A - {}_{s}A_{sf}\right)_s \sigma_y \tag{8}$$



表-4	各条件における安定限界軸力比
-10	

		十字鉄骨サイズ								
		CH-800x250x16x28			CH-800x300x16x28			CH-800x350x16x28		
		(s p =8.10%)			$(_{s}p = 8.97\%)$			( <sub>s</sub> p =9.85%)		
		$s \sigma_y$			$_{s}\sigma_{y}$			$s \sigma_y$		
R (%)	$_{c}\sigma_{B}$	235	330	400	235	330	400	235	330	400
	30	0.53	0.54	0.56	0.51	0.52	0.52	0.48	0.49	0.49
1.0	45	0.52	0.54	0.55	0.51	0.51	0.53	0.49	0.50	0.52
1.0	60	0.51	0.52	0.54	0.49	0.51	0.52	0.48	0.49	0.50
	90	0.50	0.52	0.53	0.50	0.51	0.52	0.49	0.50	0.51
	30	0.48	0.49	0.49	0.44	0.46	0.47	0.43	0.44	0.45
15	45	0.47	0.48	0.49	0.45	0.46	0.47	0.42	0.44	0.44
1.5	60	0.46	0.47	0.48	0.44	0.45	0.46	0.43	0.44	0.45
	90	0.46	0.46	0.47	0.44	0.45	0.46	0.44	0.43	0.45
2.0	30	0.42	0.44	0.45	0.41	0.40	0.42	0.39	0.40	0.40
	45	0.42	0.43	0.44	0.40	0.41	0.42	0.39	0.40	0.40
	60	0.41	0.43	0.44	0.40	0.41	0.42	0.39	0.39	0.40
	90	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.41

ここで、、 $_{s}\alpha$ :コンクリート断面の圧縮耐力に対するコ ンクリート断面が負担する軸力の割合、 $_{s}\beta$ :強軸フラン ジを除く鉄骨断面の圧縮耐力に対する鉄骨断面が負担す る軸力の割合、b、D:それぞれ、コンクリートの幅とせ い、 $_{s}A, _{A_{s}}$ :それぞれ、鉄骨断面積と強軸フランジの断面 積、 $_{\sigma_{s}}$ :コンクリートの圧縮強度、 $_{s}\sigma_{s}$ :鉄骨降伏点である。

定量的な評価手法として、解析により式(8)中の<sub>x</sub> $\alpha$ と <sub>x</sub> $\beta$ の値を算出し、これらの変数に対して重回帰分析を 行うことで影響因子を組み込んだ定式化を行い、安定限 界軸力式を提案する。定式化に使用する<sub>x</sub> $\alpha$ と<sub>x</sub> $\beta$ は中心 軸歪が収束する 20 回目の値をとった。 各種影響因子がコンクリート断面の圧縮耐力に対する コンクリート断面の負担軸力の割合<sub>\*</sub>αに及ぼす影響に ついて検討した結果を図-12に示す。同図より,鉄骨比 と鉄骨降伏点よりもコンクリート強度の方が大きな影響 を及ぼしていることが分かる。この結果をもとに<sub>\*</sub>αに ついて回帰分析を行ない,コンクリート強度と部材角の 影響を考慮した式(9)で評価する。

$$\alpha = 0.707 - 0.069R - 0.0375f_c \tag{9}$$

各種影響因子が内蔵鉄骨断面の圧縮耐力に対する鉄 骨断面の負担軸力の割合<sub>。</sub>βに及ぼす影響について検討



した結果,鉄骨比と鉄骨降伏点が影響を及ぼしているこ とが図-13より示された。回帰分析を進めていくにつ れ,鉄骨降伏点の影響が支配的となることがわかった ため,評価式の簡便さも考慮して鉄骨比の影響を考慮し ない式(10)で評価する。

$${}_{sc}\beta = 0.567 - 0.20R + (0.23 - 0.0070R)f_s$$
(10)

図-14 に解析で得られた安定限界軸力比と評価式から 算出した安定限界軸力比を示す。提案した安定限界軸力 式は、部材角の違いに拘らず解析値を精度よく評価して いる。

# 4. 結論

十字鉄骨とコンクリートのみを使用した鋼・コンク リート合成柱材の弾塑性解析を行い,解析手法の妥当性 ならびに安定限界軸力について考察したところ,以下の ことを明らかとした。

- 十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果を考慮して弾 塑性解析を行なったところ、実験挙動を精度よく追 跡できることを確認した。
- 2)本SC柱材の安定限界軸力比は鉄骨比,鉄骨降伏点,コ ンクリート強度,部材角の影響を受ける。部材角1.0% ~2.0%の範囲内において,安定限界軸力は式(8)~式 (10)を用いることで解析で得られた安定限界軸力比 を精度よく評価できる。

#### 参考文献

- 1) 倉富洋, 堺純一, 田中照久, 河本裕行: 薄肉鋼管で横補強し た鋼・コンクリート合成柱材の弾塑性性状に関する研究,構造 工学論文集, Vol.57, pp.527-534, 2011.3
- 2) 倉富洋, 堺純一, 田中照久, 河本裕行: 薄肉鋼管で横補強し た鋼・コンクリート合成柱材の復元力特性-骨格曲線の定式 化-, 日本建築学会構造系論文集, Vol.673, pp.491-498, 2012.3
- 3) 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

- 4) 倉富洋, 堺純一, 田中照久, 他:多数回繰返し水平力を受ける鋼・コンクリート合成柱材の安定限界軸力の実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, Vol.686, pp.875-884, 2013.4
- 5) 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
- 加藤勉,秋山宏,山内泰之:鋼材の応カーひずみ履歴曲線に 関する実験則,日本建築学会学術講演梗概集,pp.937-938, 1973.10
- 7)山田哲,今枝知子,岡田 健:バウシンガー効果を考慮した 構造用鋼材の簡潔な履歴モデル,日本建築学会構造系論文集, 第559号,pp.225-232,2002.9
- 8) 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,コンクリート工学会,コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.2, pp.1039-1044, 2014.7
- 9)崎野健治,孫玉平:直線型横補強材により拘束されたコンク リートの応力-ひずみ関係,日本建築学会構造系論文集,pp.9 5-104,1994.7
- 10) 鎌田圭次郎, 大住和正, 渡辺史夫, 六車 熙: 各種強度の鉄 筋混使用によるRC断面曲げ性能の制御, 日本建築学会大会学 術講演梗概集(東北), 構造 II B, pp.505-506, 1991.9
- 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,2001.1

# A STUDY ON ELASTIC-PLASTIC BEHAVIOR OF STEEL AND CONCRETE COMPOSITE COLUMNS WITH OCTAGONAL CROSS SECTION

## Yo KURATOMI, Junichi SAKAI, Teruhisa TANAKA and Daiki FUCHIGAMI

An analytical study was carried out under constant axial load and cyclic horizontal load to investigate elasticplastic behavior of steel and concrete (SC) composite columns with octagonal cross section. The analysis results were able to pursue the experimental results of SC columns. A parametrical study was conducted to investigate of stability limit axial load of the SC columns subjected to axial load and cyclic horizontal load corresponding to a given constant rotation angle amplitude. The analytical parameters were cruciform steel section ratio, material strength of steel and concrete and rotation angle of column. Formulae on stability limit axial load of SC columns were proposed respective rotation angle on the basis of analytical results.