

(13) 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性状に関する実験的研究

川原 健輔¹・倉富 洋²・田中 照久³・堺 純一⁴

¹正会員 福岡大学大学院生 工学研究科建設工学専攻 (〒814-0180福岡県福岡市城南区七隈8-19-1)

E-mail:td124005@cis.fukuoka-u.ac.jp

²正会員 福岡大学助教 工学部建築学科 (〒814-0180福岡県福岡市城南区七隈8-19-1)

E-mail:ykuratomi@fukuoka-u.ac.jp

³正会員 福岡大学助手 工学部建築学科 (〒814-0180福岡県福岡市城南区七隈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福岡県福岡市城南区七隈8-19-1)

E-mail:sakaij@fukuoka-u.ac.jp

著者らは、SRC部材から主筋及びせん断補強筋を除き、薄肉鋼管で横補強した鉄骨コンクリート柱材(以下SCと略記)の弾塑性変形状について実験的に調べ、高軸力でも大変形まで耐力が低下せず、優れた構造性能を示すことを明らかとしている。本研究では、耐震性能を損なうことなく、さらなる環境負荷低減を目指すため、SC柱材から薄肉鋼管を取り除き、十字鉄骨とコンクリートのみで構成された八角形断面を持つ新しい鋼・コンクリート合成柱材の弾塑性性状を調べることを目的とした。本論文では、SC短柱の中心圧縮実験を行い、コンクリートの構成則に影響を及ぼす影響因子を明らかとし、評価法を提案した。さらに、SC柱材の載荷実験を行い、幅厚比、軸力比及びコンクリート強度の違いが柱材の弾塑性性状に及ぼす影響について実験的に明らかとした。

Key Words : *cruciform steel, confined effect, elastic-plastic behavior, axial compressive test, steel concrete column*

1. 序論

著者らは、鉄骨鉄筋コンクリート(以下SRCと略記)構造に対する耐震性能のさらなる向上と、施工の簡素化を目指した鋼・コンクリート(以下SCと略記)合成柱材の開発を目的として、SRC部材から主筋及びせん断補強筋を除き、薄肉鋼管で横補強を行った柱材の弾塑性変形状態について実験的に調べ、高軸力でも大変形まで耐力が低下せず、優れた構造性能を示すことを明らかとした¹⁾。SC柱材が優れた耐震性能を示す要因として内蔵鉄骨に十字鉄骨を用いることで鉄骨によるコンクリートの拘束効果が発揮され、コンクリートの耐力及び靱性が向上するためであると考えられる。本研究の目的は、耐震性能を損なうことなく、さらなる環境負荷低減を目指すため、SC柱材から薄肉鋼管を取り除き、十字鉄骨とコンクリートのみで構成された八角形断面を持つ新しい鋼・コンクリートの合成柱材の弾塑性変形状態について調べることである。本研究では、SC柱材の中心圧縮実験を行い、鉄骨比とコンクリート強度の違いが柱材の軸圧縮性状に及ぼす影響について調べた。さらに、一定軸力下

で繰返し水平力を受けるSC柱材の載荷実験を行い、鉄骨比と軸力比及びコンクリート強度の違いが柱材の弾塑性性状に及ぼす影響について実験的に調べた。

2. SC柱の中心圧縮実験

(1) 実験計画

a) 試験体概要

十字鉄骨のウェブ、フランジの幅厚比及びコンクリート強度の違いがコンクリートの横拘束効果に及ぼす影響について調べるため、図-1に示すSC断面を対象とし、表-1に示す試験体、計17体の中心圧縮実験を行った。試験体全長を600mmとしている。十字鉄骨はSS400材で、ウェブに4.5, 2.3mm厚、フランジに9, 6, 4.5, 2.3mm厚の鋼板より切り出した鋼片を溶接して形鋼を製作している。表-2に使用鋼材の機械的性質を示す。表-1にコンクリートのシリンドラ強度を示す。

b) 載荷方法及び測定方法

載荷方法は、試験体を加圧版を介して、一体押しに

表-1 試験体一覧

No	十字鉄骨 (mm)	コンクリート シリンダー強度 $c_{\sigma B}(N/mm^2)$	鉄骨幅厚比		鉄骨比 %
			フランジ	ウェブ	
1	CH-200x100x4.5x4.5	28.4	11.1	44.4	10.0
2	CH-200x100x4.5x6		8.4	44.4	11.6
3	CH-200x80x2.3x2.3		17.4	87.0	5.0
4	CH-200x80x4.5x4.5		8.9	44.4	9.6
5	CH-200x80x4.5x6		6.7	44.4	11.0
6	CH-200x80x4.5x9		4.4	44.4	13.7
7	CH-200x60x4.5x6		5.0	44.4	10.3
8	CH-200x100x4.5x4.5	44.2	11.1	44.4	10.0
9	CH-200x100x4.5x6		8.4	44.4	11.6
10	CH-200x80x2.3x2.3		17.4	87.0	5.0
11	CH-200x80x4.5x4.5		8.9	44.4	9.6
12	CH-200x80x4.5x6		6.7	44.4	11.0
13	CH-200x80x4.5x9		4.4	44.4	13.7
14	CH-200x60x4.5x6		5.0	44.4	10.3
15	CH-200x100x4.5x6	82.3	8.4	44.4	11.6
16	CH-200x80x4.5x6		6.7	44.4	11.0
17	CH-200x60x4.5x6		5.0	44.4	10.3

表-2 使用鋼材の機械的性質

板厚 t(mm)	降伏点強度 $\sigma_y(N/mm^2)$	引張強さ $\sigma_u(N/mm^2)$	降伏歪 (%)	ヤング係数 $E(x10^5 N/mm^2)$	降伏比
2.3	285	412	0.14	2.03	0.69
4.5	301	435	0.14	2.05	0.69
6	333	419	0.16	2.05	0.8
9	298	445	0.16	1.97	0.67

t: 板厚 σ_y : 降伏点 σ_u : 引張強さ E: ヤング係数

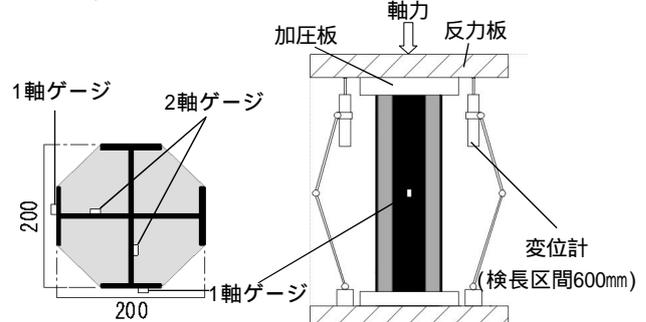


図-1 試験体断面

図-2 試験体裁荷装置

より圧縮力を載荷した。試験体の上部面は、面を出すために10mm程度の高強度石膏を打設した。圧縮力は5000kN 万能試験機の荷重計で測定した。載荷方法を図-2に示す。軸変形は上下の加圧版間の全体変形600mmの変形を、4箇所に設置した変位計を用いて測定した。十字鉄骨の応力状態を調べるために2軸ゲージを十字鉄骨のウェブに2箇所、1軸ゲージをフランジに2枚ずつ貼付し、十字鉄骨の歪を測定した。

(2) 実験結果とその考察

図-3に実験より得られた荷重-変形関係の一例を示す。図中の全体荷重 N_{sc} は試験機で載荷した荷重-変形の関係である。鉄骨の負担軸力 N_s は、十字鉄骨のウェブ、フランジに貼付した材長方向の歪の値をもとに、鉄骨全断面が一様に縮むものとして算定している。なお、引張試験の結果、フランジ、ウェブともに降伏棚があるため、降伏後はそれぞれの負担軸力は降伏軸力を保持するものとしている。コンクリートの負担軸力は、全体荷重から鉄骨の負担軸力をひいたものである。

図-4に実験から得られたコンクリートの応力-歪関係を示す。図中の縦軸は鉄骨の負担軸力を除

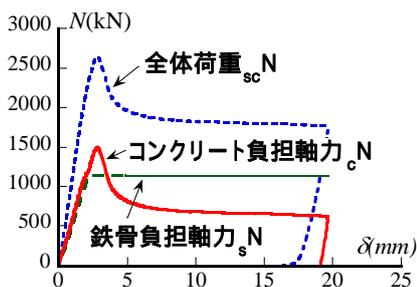


図-3 コンクリート負担軸力 N_c の算出

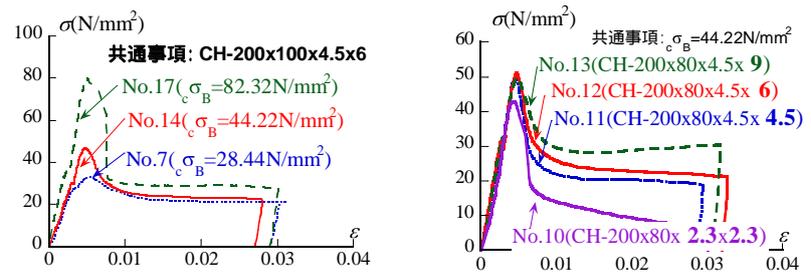
いたコンクリートのみの負担軸力である。なお、鉄骨フランジ幅の影響はほとんどなかったため図では示していない。

図-4(a)より、コンクリート強度が大きくなれば最大耐力が大きくなるが、最大耐力発揮後の耐力が著しく低下していることが分かる。図-4(b)より、フランジ厚4.5mm~9mmではフランジ厚の違いによる最大耐力への影響はあまりないが、フランジ厚が厚くなるほど、最大耐力低下後の耐力低下を抑えられることが分かる。フランジ厚およびウェブ厚が2.3mmの試験体(No.10)では、最大耐力が小さくなり、最大耐力発揮後の耐力低下が著しいことが分かる。

3. 鉄骨によるコンクリートの拘束効果の評価法

(1) 拘束効果の評価法

コンクリートの応力-歪関係式は多くのモデルが提案されているが、本研究では直線型横補強鋼材による強度上昇が見込まれている崎野・孫モデル²⁾をもとに十字鉄骨によるコンクリートの拘束効果について検討する。



(a) コンクリート強度の違いによる影響 (b) フランジ厚とウェブ厚の違いによる影響

図-4 実験結果から得られたコンクリートの応力-歪関係

最大耐力後の歪の調整を行うにあたり、除荷モデルを作成するために渡辺モデル³⁾を採用した。試験体の中心部分 a は降伏後も破壊が進行するものとし、中心から離れた部分 b は、降伏後は歪みが減少するものと考えた(図-5 参照)。本論では、試験体の損傷が試験体の中心部(断面せいと同じ長さの領域)に集中していることを考慮し、a の長さを断面せいとした。図-5 に最大耐力発揮後の歪の移行の模式を示す。

(2) 十字鉄骨内のコンクリート強度の評価

十字鉄骨により拘束されたコンクリートの強度上昇を定量的に評価するため、有効側圧因子に着目した。

十字鉄骨のフランジがコンクリートを拘束するので、コンクリートの側圧により十字鉄骨のウェブには材長方向に対して垂直方向に引張力がかかると同時に、フランジに面外方向の応力が作用することになる(図-6(a)参照)。コンクリートの側圧はウェブの引張降伏とフランジの面外方向の全塑性モーメントのいずれか小さい方で決まり、その側圧 σ_{r2} は式(1)で表されるものとした。

$$\sigma_{r2} = \min\left(\frac{t_w}{b} \cdot \sigma_y, \frac{2t_f^2}{b^2} \cdot \sigma_y\right) \quad (1)$$

ここで、 b' : フランジ長さ(= $b - t_w$)、 b : フランジ幅、 t_w, t_f : それぞれ、ウェブとフランジの板厚、 σ_y : フランジの降伏点である。

鉄骨が開断面なので、鉄骨に囲まれたコンクリートが一様に σ_{r2} の側圧を受けるとは考えにくいが、

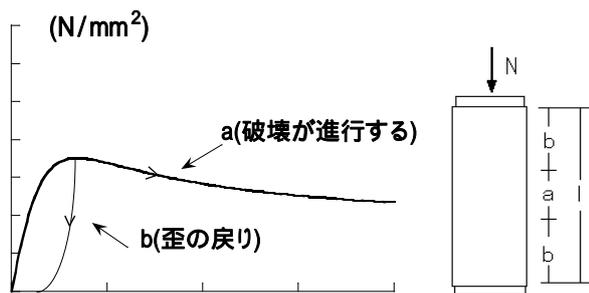


図-5 最大耐力発揮後のひずみの移行

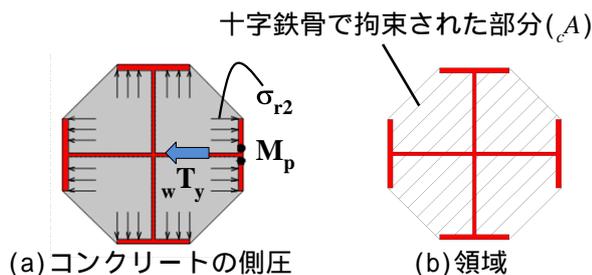


図-6 コンクリートの鉄骨による側圧と領域

この領域のコンクリートの応力を一様と考えるために、有効拘束係数 k' を考慮した。これを用いて、鉄骨で拘束されたコンクリートの圧縮強度を式(2)で評価する。 $k' \cdot \sigma_{r2}$ は強度上昇分であり、崎野・孫モデルの $k_e \cdot \sigma_{re}$ に対応する。

$$k' \cdot \sigma_{r2} = \sigma_{cB2} - \sigma_B \quad (2)$$

ここで、 σ_{cB2} : 十字鉄骨で拘束されたコンクリート強度であり、実験結果から式(3)で算出する。 σ_B : シリンダー強度である。

$$\sigma_{cB2} = \frac{N_{max}}{A} \quad (3)$$

ここで、 N_{max} : 実験によるコンクリートの最大軸力、 A : コンクリートの断面積である(図-6(b)参照)。

実験耐力から k' と σ_{r2} の関係を求めた結果を図-7に示す。実験から得られた k' と σ_{r2} の関係をプロットで示す。このプロットを近似して、式(4)の回帰曲線が得られた。

$$k' = 2.3 / \sigma_{r2}^{0.65} \quad (4)$$

本解析では、十字鉄骨で拘束されたコンクリートは、式(2),(3)を用いて崎野・孫式で荷重-変形関係を算定するものとする。

(3) 拘束コンクリートの最大耐力後の降り勾配

崎野・孫式では、最大耐力後の降り勾配 D を(5)式で評価している。

$$D = 1.5 - 1.68 \times 10^{-3} \cdot \sigma_B + \gamma (\sigma_{re})^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

崎野・孫式では鋼管で拘束された場合、 $\gamma = 0.75$ を採用しているが、本研究では十字鉄骨による拘束効果を対象とするため、 γ の値を実験挙動の降り勾配に合わせることで独自に算出することとした。図-8 に実験結果と解析結果の比較を示す。なお、試験体 2 は実験の境界条件が違うため載せていない。図中の解析手法 1 は崎野・孫式に基づき $\gamma = 0.75$ を用いて計算したもの、解析手法 2 は実験挙動に合

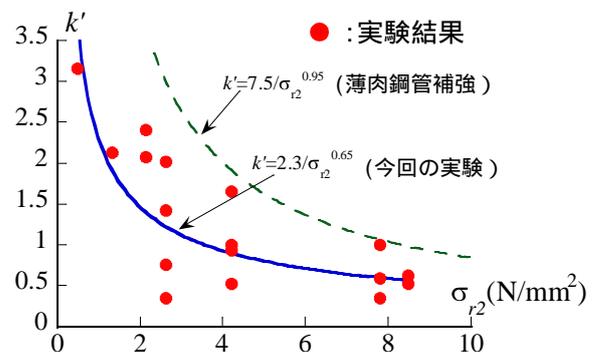


図-7 有効拘束係数

わせた表-3に示す γ の平均値を用いて求めたものをそれぞれ示す。なお、図中の無拘束は崎野・孫式から求めた補強鋼管なしのプレーンコンクリートの解析結果である。

図-8より解析手法1を用いると実験挙動の最大耐力は精度良く評価しているが、最大耐力発揮後の耐力低下を精度良く追跡することができていない。一方で、解析手法2を用いた場合には実験の最大耐力発揮後の降り勾配も精度良く評価できている。しかし、十字鉄骨がCH 200x60x4.5x6と高強度コンクリートの組合せの場合は、少し危険側に評価した。

表-3 解析手法2に用いた γ の値

試験体番号	(28.4N/mm ²)	試験体番号	(44.2N/mm ²)	試験体番号	(82.3N/mm ²)
No.1	0.25	No.8	0.05	No.15	0.05
No.2	0.16	No.9	0.05	No.16	0.04
No.3	0.12	No.10	0.05	No.17	0.04
No.4	0.16	No.11	0.05	平均	0.04
No.5	0.19	No.12	0.05		
No.6	0.25	No.13	0.06		
No.7	0.13	No.14	0.04		
平均	0.18	平均	0.05		

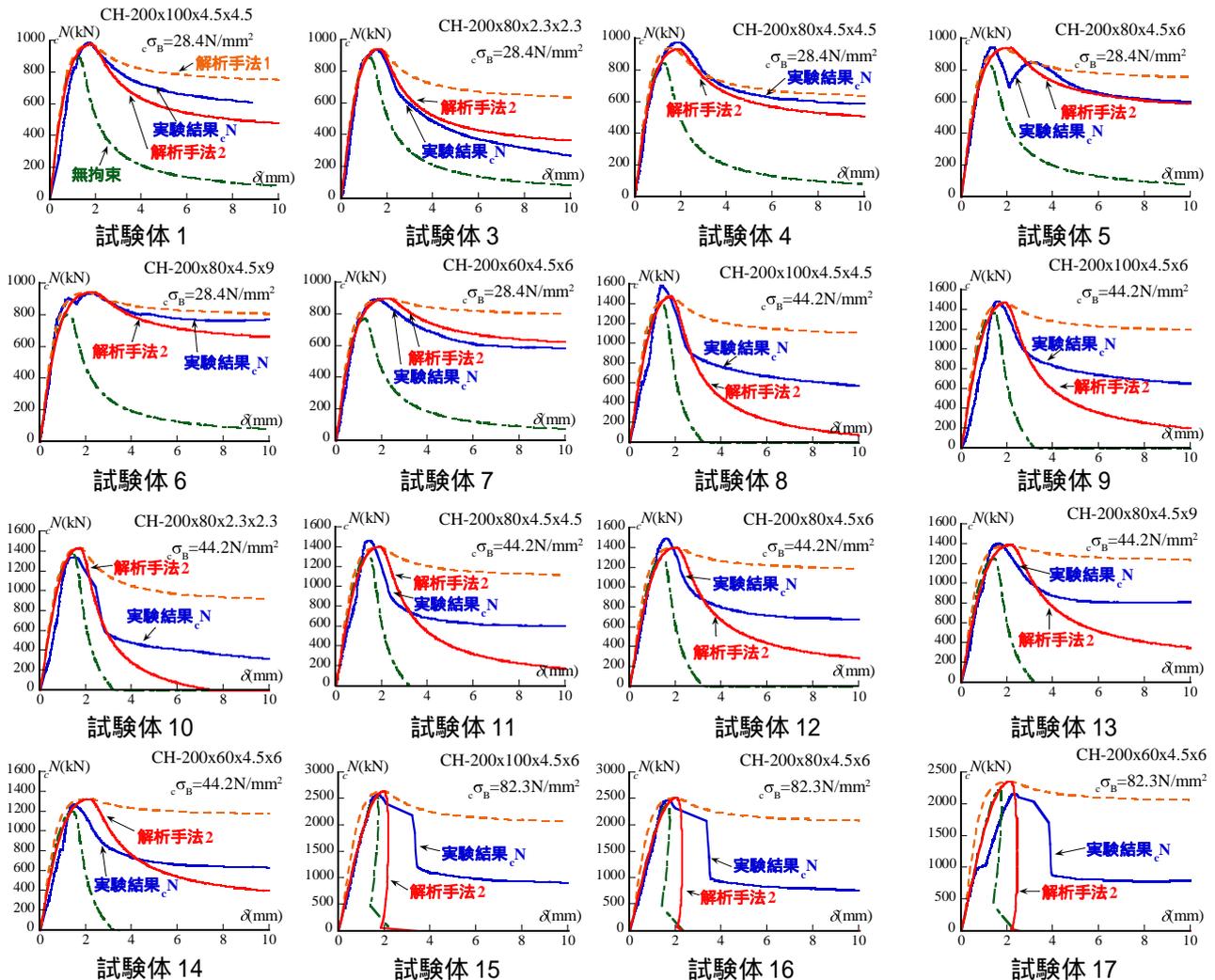


図8 コンクリートの荷重 - 変形関係

4. SC 柱材の荷重実験

(1) 実験計画

a) 試験体概要

SC 柱材の弾塑性性状を検討するため、図-9に示すように柱断面190mm x190mm,せん断スパン比2を有する試験体を10体製作し、一定軸力下で正負交番繰返し水平力を載荷する柱材の実験を行った。試験体一覧を表-4に示す。実験変数には幅厚比(5, 8, 22), コンクリート強度(30N/mm²級, 60N/mm²級), 軸力比 n (0.3, 0.5, 0.6)を選んだ。

十字鉄骨はSS400材で、ウェブに4.5mm厚, 2.3mm厚, フランジに6mm厚, 2.3mm厚の鋼板より切り出した鋼片を溶接して形鋼を製作している。表-5に鋼材の機械的性質を示す。表-4にコンクリートのシリンダー強度を示す。

b) 荷重方法及び測定方法

荷重装置を図-10に示す。荷重は、2000kNの鉛直ジャッキによって所定の軸力を載荷した後、500kNの水平ジャッキで正負交番繰返し水平力を載荷した。載

荷形式は、部材角 $R=3.0\%$ まで 0.5% ずつ漸増させ、その後部材角 $R=4.0\%$ 、 6.0% まで载荷した。なお、各変位振幅とも2サイクルずつ繰返している。

変形は柱頭及び柱脚のスタブ部分に変位計フレームを設置し、柱材の水平変位及び中心軸縮みを測定した。

(2) 実験結果

a) 崩壊性状

全ての試験体において、部材角 $R=0.5\%$ で材長方向に鉄骨フランジに沿ってコンクリートのひび割れが発生した。コンクリート強度 30N/mm^2 級の試験体S5n3とS8n3は、それぞれ、部材角 $R=3.0\%$ 、 2.0% で鉄骨フランジ間のコンクリートが大きく剥落し、部材角 $R=4.0\%$ 、 3.0%

で鉄骨フランジが局部座屈を起こした。また、フランジ幅厚比が大きい試験体S22n3は、部材角 $R=1.0\%$ から鉄骨フランジ部分に局部座屈が見られた。その後変形を増大させると、部材角 $R=2.5\%$ 前後で鉄骨フランジ内のコンクリートが大きく剥落した。しかしながら、これらの試験体は部材角 $R=6.0\%$ の大変形時まで安定した挙動を示し、軸力が保持できないような急激な耐力低下を起こすことなく载荷を終了した。一方で、軸力比 $n=0.6$ を载荷した試験体S5n6とS8n6は、それぞれ部材角 $R=2.0\%$ 、 2.5% で鉄骨フランジ間のコンクリートが大きく剥落し、部材角 $R=3.0\%$ 、 2.0% で鉄骨フランジが局部座屈を起こした。その後、部材角 $R=4.0\%$ で急激な耐力低下が見られたため、実験を終了した。

コンクリート強度 60N/mm^2 級の試験体H5n3とH8n3

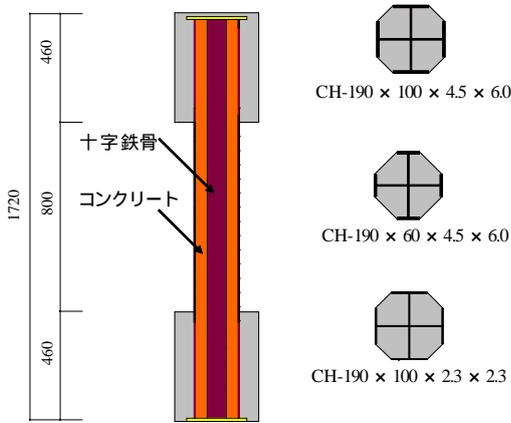


図-9 SC柱試験体

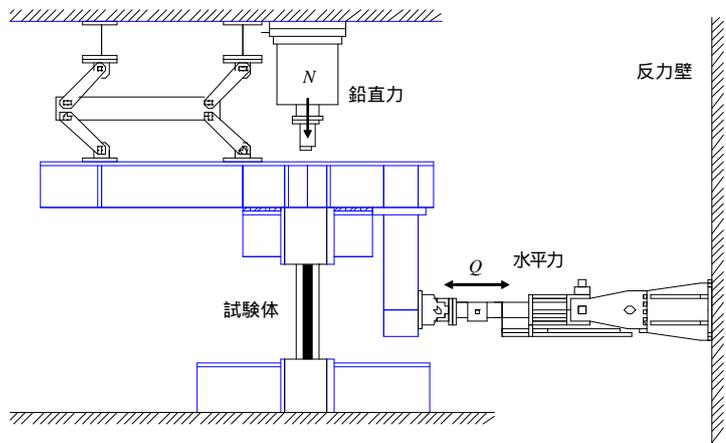


図-10 载荷装置

表-4 試験体一覧

試験体名	十字鉄骨			シリンダー強度 $c\sigma_B(\text{N/mm}^2)$	軸力比 n	载荷軸力 N(kN)
	寸法	鉄骨比(%)	フランジ幅厚比			
S5n3	CH-190×60×4.5×6	10.9	5	27.6	0.3	522
S5n6				28.5	0.6	1058
S8n3	CH-190×100×4.5×6	12.4	8.3	26.7	0.3	647
S8n6				27.6	0.6	1308
S22n3	CH-190×100×2.3×2.3	5.51	21.7	27.4	0.3	391
H5n3	CH-190×60×4.5×6	10.9	5	77.2	0.3	889
H5n5				75.1	0.5	1455
H8n3	CH-190×100×4.5×6	12.4	8.3	76.4	0.3	1065
H8n5				74.2	0.5	1744
H22n3	CH-190×100×2.3×2.3	5.51	21.7	73.5	0.3	810

鉄骨比 $=A_s/A_c$, A_s :十字鉄骨断面積, A_c :柱断面積, $A_c=A_s+A_c$, A_c :コンクリート断面積,

A_s :鉄骨断面積, 軸力比 $n=N/N_u$, N :作用軸力, N_u :SC柱断面の圧縮耐力,

$N_u = \epsilon_s \cdot A_c \cdot \sigma_B + A_s \cdot \sigma_y$, σ_B :コンクリートの圧縮強度, σ_y :鉄骨の降伏点

試験体名凡例: S5n3

ΓS: $c\sigma_B = 30\text{N/mm}^2$ 級
H: $c\sigma_B = 60\text{N/mm}^2$ 級
数字: フランジ幅厚比n: 軸力比

表-5 鋼材の機械的性質

部材名	t(mm)	$\sigma_y(\text{N/mm}^2)$	$\sigma_u(\text{N/mm}^2)$	E(N/mm ²)	Elong.(%)	Y.R.
十字鉄骨	2.3	267	372	2.10×10^5	46.0	0.72
	4.5	344	458	2.14×10^5	38.0	0.75
	6	359	455	2.02×10^5	34.5	0.79

t:板厚, σ_y :降伏点, σ_u :引張強さ, E:ヤング係数, Elong:伸び率, Y.R.:降伏比

は、共に部材角 $R=3.0\%$ で鉄骨フランジ間のコンクリートが大きく剥落し、鉄骨フランジが局部座屈を起こした。しかしながら、これらの試験体は部材角 $R=6.0\%$ の大変形時まで安定した挙動を示し、軸力が保持できないような急激な耐力低下を起こすことなく載荷を終了した。一方で、鉄骨フランジ幅厚比が大きい試験体 H22n3 は、部材角 $R=1.0\%$ から鉄骨フランジ部分に局部座屈が見られた。その後変形を増大させると、部材角 $R=2.0\%$ 前後で鉄骨フランジ内のコンクリートが剥落し、部材角 $R=4.0\%$ で急激な耐力低下が見られたため、実験を終了した。軸力比 $n=0.5$ を載荷した試験体 H5n6 と H8n6 は、部材角 $R=2.0\%$ で鉄骨フランジ間のコンクリートが剥落し、部材角 $R=2.5\%$ 、 2.0% で鉄骨フランジが局部座屈を起こした。その後、試験体 H5n5 は部材角 $R=3.0\%$ で、試験体 H8n5 は、部材角 $R=2.5\%$ で急激な耐力低下が見られたため実験を終了した。

b) 水平力 部材角関係

表-6 に実験結果を、図-11 に水平力 Q - 部材角 R 関係を、それぞれ示す。図中の点線は、式(6)で計算した $P\delta$ 効果を考慮した崩壊機構直線である。

$$Q = \frac{M_{pc}}{L} - N \cdot R \quad (6)$$

ここで、 L : スタブフェイスから反曲点(材長の中間点を想定)までの距離、 N : 柱軸力、 R : 部材角、 M_{pc} : 鋼材の降伏点及びコンクリートのシリンダー圧縮強度を用いて計算した一般化累加強度である。

図-11より、コンクリート強度 30N/mm^2 級の試験体は全て計算耐力を發揮したが、コンクリート強度 60N/mm^2 級の試験体は S5n3 以外、計算耐力を發揮しなかった。しかし、全ての試験体で変形能力に優れた履歴性状を示していることが分かる。試験体 S5n3、

S8n3, S22n3, H5n3 及び H8n3 は大変形時まで耐力を保持するエネルギー吸収能力に優れた紡錘形の履歴性状を示し、部材角 $R=6.0\%$ まで耐力の低下がみられなかった。しかし、試験体 H22n3 は部材角 $R=4.0\%$ で急激な耐力低下が見られた。軸力比 $n=0.3$ の試験体と比較すると、軸力比 $n=0.50, 0.60$ を載荷した試験体 S5n6, S8n6, H5n5 及び H8n5 は、部材角の増大とともに耐力の低下がみられ、部材角 $R=4.0\%$ 以下で急激に耐力が低下した。

c) 軸縮み δ_v - 部材角 R 関係

図-12 に軸縮み δ_v - 部材角 R 関係を示す。軸力比 $n=0.3$ の試験体では H22n3 以外全て軸縮み量が 5.0mm 以内に抑えられているのに対して、軸力比 $n=0.6$ の試験体及び H22n3 では軸縮みが 20mm を超え、部材角 $R=4.0\%$ 以下で急激な発散が見られた。

(3) 実験結果の考察

図-13 に曲げ耐力の推移を、図-14 に各除荷点における軸縮み δ_v -Cycle の推移を示す。図-13 の縦軸は $P\delta$ 効果を考慮した各除荷点における柱脚部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とり、横軸は繰返し回数をとった。

図-14 より、軸力比の違いによる影響は、軸力比が大きいほど軸縮みが大きくなっており、軸縮みの進行に大きな影響を及ぼすことがわかる。一方で、図-13 より、軸力比 $n=0.5, 0.6$ の試験体は急激な耐力低下を起こす前までは、軸力比 $n=0.3$ の試験体と同様に耐力を保持していることがわかる。

図-13, 14 より、共に幅厚比の違いによる影響は、幅厚比 5, 8 ではあまりないことが分かるが、幅厚比 22 では変形能力が落ちることが分かる。これは、幅厚比が大きくなると鉄骨フランジが早期に局部座屈を起こし耐力低下につながるためであると考え

表-6 実験結果

試験体名	実験耐力								計算耐力	$\frac{M_{max}}{M_{pc}}$	
	Q_{max} (kN)		R_{max} (%)		M_{max} (kNm)		R_{max} (%)		M_{pc}	$\frac{M_{max}}{M_{pc}}$	$\frac{M_{max}}{M_{pc}}$
	正	負	正	負	正	負	正	負	(kNm)	正	負
S5n3	148.4	-146.0	2.50	-2.46	66.3	-67.1	5.99	-5.96	55.2	1.20	1.22
S5n6	138.4	-139.8	1.38	-1.09	63.0	-62.6	2.00	-1.99	55.8	1.13	1.12
S8n3	199.1	-196.2	2.51	-2.51	87.9	-89.3	3.98	-5.96	81.3	1.08	1.10
S8n6	178.6	-185.0	1.91	-1.73	83.2	-84.4	2.51	-2.02	82.1	1.01	1.03
S22n3	102.1	-101.9	1.50	-0.97	43.2	-42.3	1.50	-1.02	38.9	1.11	1.09
H5n3	183.0	-189.3	1.99	-1.99	80.3	-82.8	1.99	-1.99	82.6	0.97	1.00
H5n5	187.2	-194.5	1.50	-1.47	84.3	-87.8	1.91	-1.98	81.4	1.04	1.08
H8n3	242.1	-248.9	1.98	-1.97	106.7	-109.7	2.47	-3.99	116.1	0.92	0.94
H8n5	253.7	-260.8	1.49	-1.46	113.2	-116.9	1.97	-1.98	114.6	0.99	1.02
H22n3	153.8	-155.4	0.97	-0.64	64.8	-65.5	1.47	-1.44	71.2	0.91	0.92

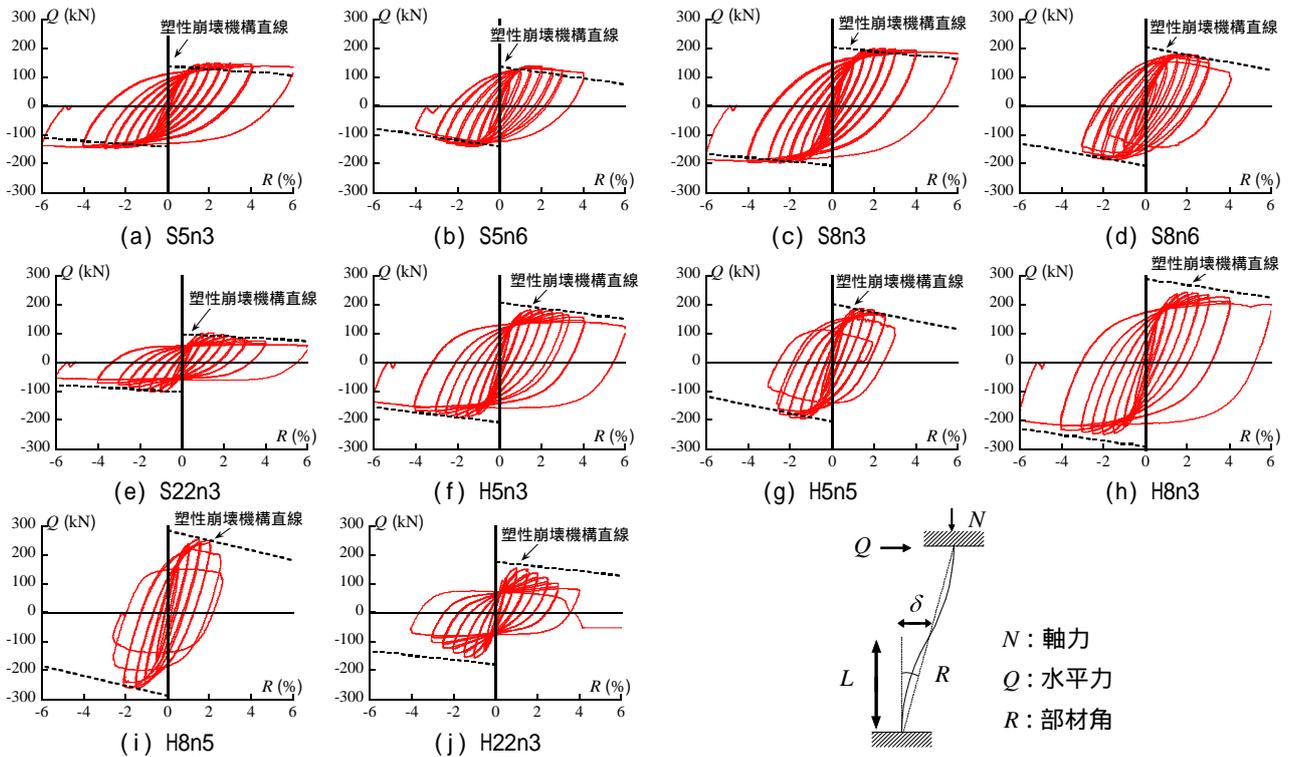


図-11 水平力 - 部材角関係

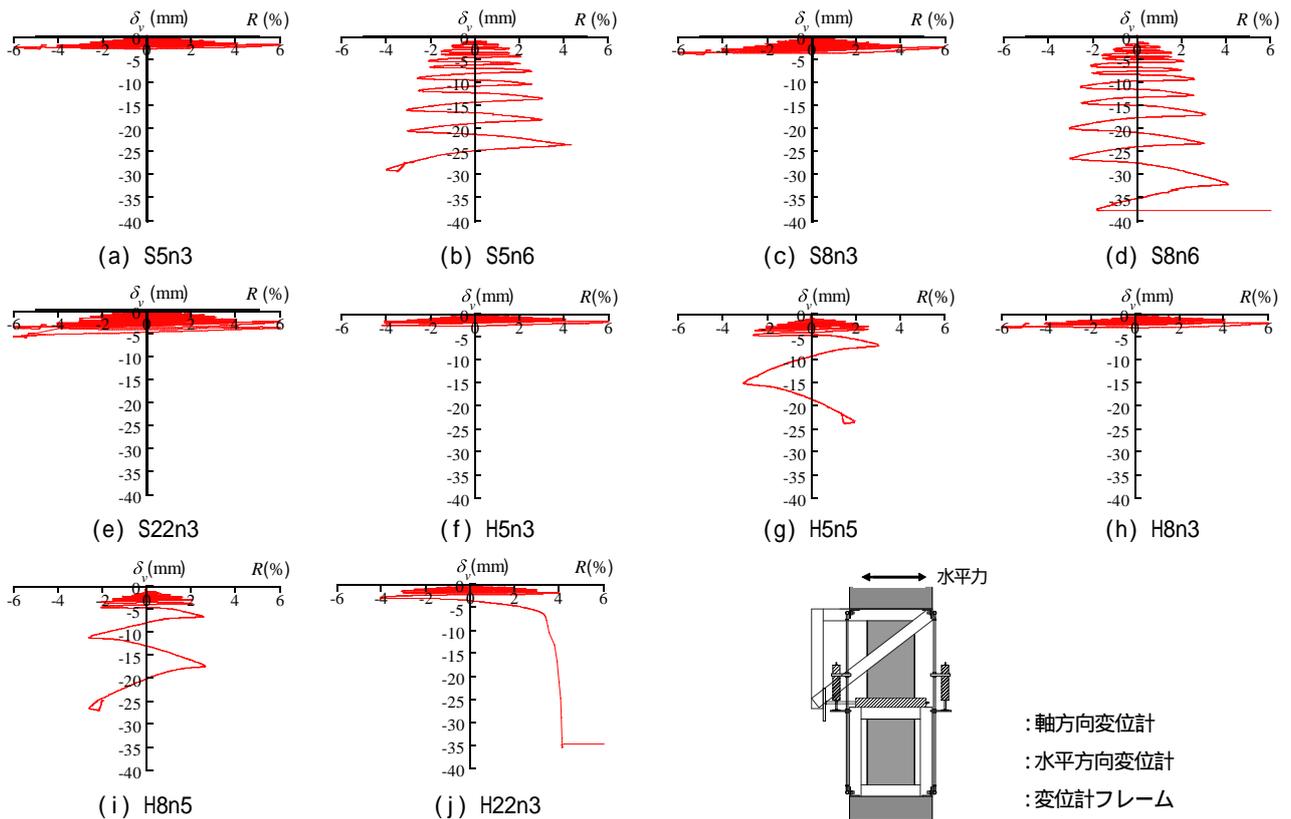


図-12 軸歪 - 部材角関係

られる。

図-14より、コンクリート強度 60N/mm^2 級の試験体は 30N/mm^2 級の試験体と比べるとある変形から急激に軸縮みが増加することが分かる。これは、高強度コンクリートになると最大耐力発揮後の耐力低

下が著しためだと考えられる。また、図-13より、コンクリート強度 60N/mm^2 級の試験体は 30N/mm^2 級の試験体より小さい変形で耐力が低下していることが分かる。

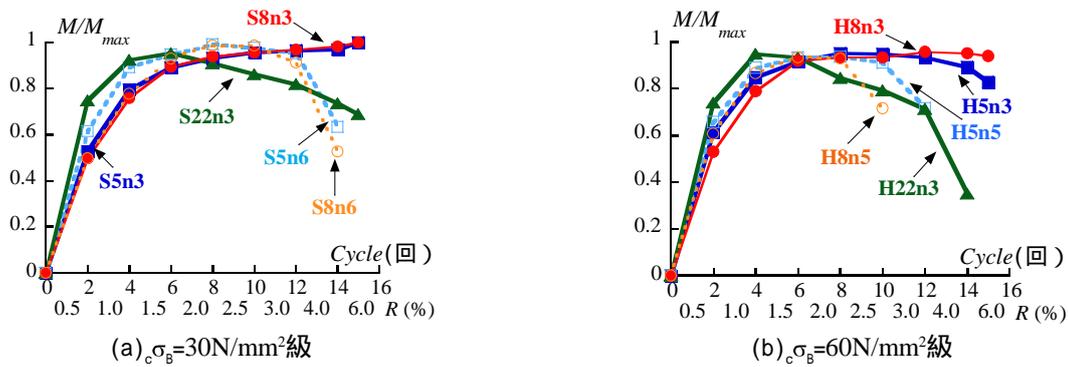


図-13 各除荷点における曲げ耐力の推移

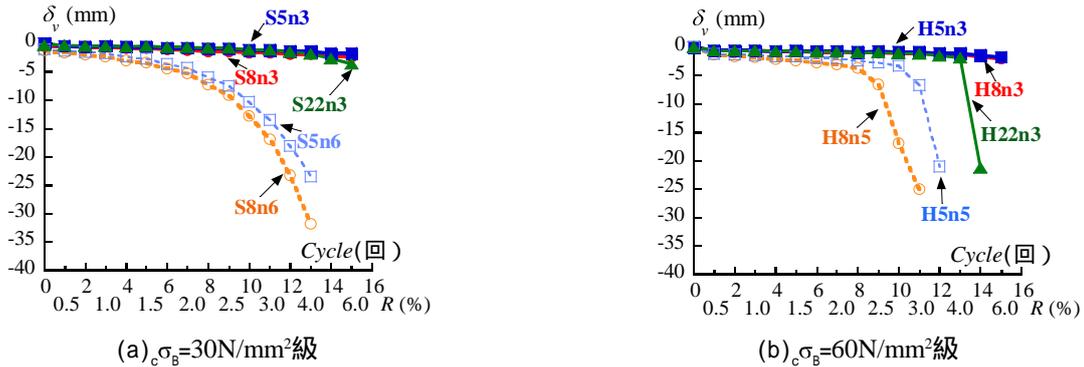


図-14 各除荷点における軸縮み δ_v -Cycleの推移

5. 結論

- 1) 鉄骨で囲まれたコンクリートの拘束効果を調べるために鉄骨コンクリート八角形断面の中心圧縮実験を行った。その結果以下のことが明らかとなった。
 - a) 鉄骨フランジの幅の違いはコンクリートの応力歪関係にはほとんど影響を及ぼさない。また、フランジ厚が厚くなるほどコンクリートの最大耐力発揮後の耐力低下を抑えられる。
 - b) 最大耐力発揮後の降り勾配として表-3に示す γ の平均値を用いた解析手法では中心圧縮実験のコンクリートの拘束効果及び応力歪関係を精度良く評価できた。
- 2) 鉄骨コンクリート八角形断面柱の構造性能を調べるために軸力と繰返し水平力を載荷する実験を行った。その結果以下のことが明らかとなった。
 - a) SC 柱材はコンクリート強度にかかわらず履歴

- ループが紡錘形となり、優れた構造性能を示すことが分かったが、軸力が高い場合はコンクリートの剥落及び鉄骨の座屈により急激な耐力低下が見られ、軸縮みも発散した。
- b) 鉄骨フランジの幅厚比 22 の場合は、コンクリート強度にかかわらず、フランジの座屈及びコンクリートの剥離が他の断面に比べて早期に生じた。また、高強度コンクリートの場合には急激な耐力低下が見られた。

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, 日本建築学会構造工学論文集, Vol.57, pp.527-534, 2011.3
- 2) 崎野 健治・孫 玉平: 直線型横補強筋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, pp.95-104, 1994.7
- 3) 渡辺 史夫・六車 照・他: 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, 構造, pp.505-506, 1991.9

AN EXPERIMENTAL STUDY ON ELASTIC-PLASTIC BEHAVIOR OF STEEL AND CONCRETE COMPOSITE COLUMNS WITH CRUCIFORM STEEL

Kensuke KAWAHARA, Yo KURATOMI, Teruhisa TANAKA and Junichi SAKAI

It has been made clear that steel and concrete composite columns covered by thin steel tube showed stable behavior up to large deformation under cyclic horizontal load. In order to investigate elastic plastic behavior of steel and concrete composite columns removed thin steel tube from SC column, an experimental work was carried out. In this paper effect of cruciform steel size and compressive strength of concrete on stress-strain relationships of concrete and structural performance of new SC columns were discussed.