

(39) 高張力鋼を用いた鉄骨鉄筋コンクリート造 はり・柱材の耐力と変形能力

STRENGTH AND DEFORMATION CAPACITY OF STEEL REINFORCED
CONCRETE BEAMS AND COLUMNS USING HIGH-STRENGTH STEEL

森野 捷輔*1 和田 章*2 木村 衛*3
Shosuke MORINO Akira WADA Mamoru KIMURA

松井 千秋*4 坂井 正美*5
Chiaki MATSUI Masami SAKAI

As to the use of high-strength steel in composite steel and reinforced concrete (SRC) structures, it remains to be clarified whether the ductile behavior can be ensured, especially when the high-strength steel is used in combination with normal-strength concrete. The paper describes the test results on the elasto-plastic behavior of SRC beams and columns using high-strength steel, and discusses the maximum strength and deformation capacity, with the investigation on the applicability of the concept of superposed strength to those members.

1. 序

高張力鋼を鉄骨鉄筋コンクリート (SRC) 造建築に適用する場合、大きな降伏ひずみを持つ鋼材と圧縮ひずみに限界のあるコンクリートとを組み合わせることが可能か、という点に関連して説明すべき点が少ない。本研究は高張力鋼によるH形鋼を内蔵したSRC構造のはり・中心圧縮柱・偏心圧縮柱について、耐力と変形能力を実験的に調べたもので、(1)実験耐力と終局強度理論耐力の比較、(2)SRC部材の設計式として用いられている累加強度式の適用限界の把握、(3)高張力SRC部材の変形性状と変形能力の把握、を主な目的としている。

2. はりの曲げ実験

す。計画した実験変数は、①鋼材種：4種、②鉄骨断面：2種、③鉄骨フランジ断面積：3種、④引張鉄筋比：2種、⑤コンクリート設計強度：2種である。鋼材種の呼び名は、例えば69が引張強度が約6tf/cm²、降伏比が約0.9の材種を表す。また試験体94と96、95と97、98と100、99と101はそれぞれ同一の断面構成と材料の性質をもつ試験体である。図-1にSRCはりの断面詳細を示す。主筋は端部にネジを切り、鉄骨部分にとりつけたベースプレートを貫通させてナットで止めた。あばら筋はフック付きおよびフックなしのU字形鉄筋を1組として構成し、ピッチは等モーメント部で100mm、せん断スパン部分で50mmである。表-2に鉄骨および鉄筋の引張試験結果を示す。またはり実験実施日におけるコンクリートの圧縮強度 F_c を表-3に示す。試験体はスパン2200mmの両端ローラー支持の状態でセットされ、両支点より800mmの位置に等荷重が載荷されている。

実験概要 表-1にSRCはりの試験体リストを示

*1工博 三重大学工学部建築学科 *2工博 東京工業大学工学部建築学科

*3工博 竹中工務店技術研究所 *4工博 九州大学工学部建築学科 *5工博 日本鋼管(株)中央研究所

載荷点間距離600mmを4等分する5点の位置で試験体中心線の鉛直変位が測定されている他、主筋、鉄骨上下フランジ表面およびコンクリート引張側表面でひずみが測定されている。

実験結果 図-2に実験で得られた、2点集中荷重の和Pとはり中央点の変位 Δ の関係を実線で示し、断面分割法による弾塑性解析結果を破線で示す。解析では、鋼材にはひずみ硬化を考慮したbilinear型の応力-ひずみ関係、コンクリートは鉄骨内部コアでは完全弾塑性型、コアの外は図-2内に示す応力-ひずみ関係を用いた。また、コンクリートの圧縮強度は、 $F_c' = (0.85 - 2.5 \cdot spc) \cdot F_c$ (spc: 圧縮側鉄骨比) によって低減した値を用いている。図中の記号C、S、←は実験におけるコンクリートの圧壊発生点、鉄骨のひずみ硬化開始点および一般化累加による短期許容耐力を表す。水平破線は一般化累加耐力である。また図-3は他の実験変数の比較のそろった試験体について、鋼材種・引張鉄筋比・鉄骨配置が荷重-変位挙動におよぼす影響を見たものである。これらの結果から次のような観察がなされた。

- (1) 高張力鋼を用いた試験体では、A9、A10を除いて、最大耐力後にわずかな耐力低下がみられるものもあるが、挙動は非常に安定して変形能力も優れ、軟鋼を用いたSRCはりと同等の性能を有している。
- (2) 高張力鋼と圧縮強度 F_c が200ないし300kgf/cm²クラスのコンクリートを組み合わせてもSRCはりは安定した挙動を示す。ただし、試験体によっては、コンクリート圧壊後も耐力のスムーズな上昇があるものと、圧壊後ただちに、あるいは若干の耐力上昇ののち耐力が低下し、最大耐力がコンクリートの圧壊で決っているものとがある。
- (3) 鉄骨の鋼材質が圧壊後の耐力低下に与える影響は見られない。
- (4) 弾塑性解析ではコンクリートの圧壊、ひずみの戻り、鋼材のひずみ硬化を考慮しており、解析による最大耐力は実験結果と概ね良く一致している。
- (5) 内蔵するH形鋼の寸法が小さくて鉄骨のかぶりが大きいA9では圧壊時の耐力低下が大きい、その後耐力はゆるやかに低下しながら鉄骨および鉄骨内部コアコンクリート部分の終局耐力に漸近する。H形鋼が引張側に偏心しているA10では、圧縮側の鋼材量が少ないため、コンクリート圧壊による耐力の

低下が顕著であり、耐力は徐々に低下しながらA9と同じ最終の強度に漸近していく。

図-4にS断面の全塑性状態でのM-N相関関係、RC断面・SRC断面の終局強度M-N相関関係、ならびにSとRCの相関関係を一般化累加して求めたSRC断面の累加強度M-N相関関係を示して、はり実験（一部純鉄骨はりを含む）の結果と比較した。鉄骨の全塑性強度の計算には降伏応力度を用い、RC・SRC断面の終局強度の計算では、鉄骨・鉄筋・コンクリートの応力-ひずみ関係を、いずれも簡単化のため理想弾塑性型とし、コンクリートについては圧縮強度を低減して F_c' として引張抵抗力を無視し、圧縮ひずみが素材試験の結果を勘案して仮定した ϵ_u に達すると圧壊が生じて圧縮抵抗力を失うものとした。

表-3に実験による最大耐力と、理論による終局強度および一般化累加強度を示す。一般化累加強度欄の値は*印を付したものを除いて、文献[2]の中で示されている式による値である。また鋼材の基準強度 F として引張試験による降伏応力度 σ_y と引張強度 σ_b の7割を用いた場合を併せて示した。

図-4のM-N相関曲線および表-3の耐力比較から次のことが言える。

- (1) 高張力鋼、とくに材種89[試験体103]では鉄骨部分に弾性部分が広く残っているのが、鉄骨に貼付したひずみゲージのデータからわかるが、これが原因でSRC断面の終局強度が累加強度よりかなり低くなる。A8の相関関係のように、純圧縮の場合でも終局強度が累加強度に一致しない場合がある。
- (2) 高張力鋼を用いたSRCはりの最大耐力は、軟鋼使用の場合と同様に、断面を分割して計算する終局強度式で正しく求められる。
- (3) 実験による最大耐力の $F = \sigma_y$ とした場合の一般化累加強度に対する比は0.9から1.14の間でばらついており、危険側の誤差の最大値は10%である。一方、 $F = 0.7\sigma_b$ とした場合には、普通鋼・高張力鋼の区別なくほぼ様な安全側の誤差が認められる。

3. 短柱の中心圧縮実験

実験概要 表-4に、SRC短柱の試験体リストを示す。計画した実験変数は、①鋼材種：4種、②鉄

骨板要素の幅厚比：3種、③帯筋比：3種である。図-5に試験体および載荷装置図、表-2に鉄骨および鉄筋の引張試験結果を示す。帯筋はL字フープを用いた。実験は1000t万能試験機を用いた単調平押し載荷によって行ない、材端材軸方向4ヵ所に設置した変位計の値から試験体の伸縮変位を求めた。この他中央およびその上下各25cmの3断面の位置にひずみゲージを貼り、鉄骨・鉄筋・コンクリートの軸方向ひずみの変化を調べている。

実験結果 図-6は鋼材種・帯筋比による荷重-変位曲線の違いを、断面 H-200x150x6x9について比較するとともに、材種による違いを等価幅厚比が近く帯筋比の等しい試験体について比較したものである。また図-7に鋼材種69の幅厚比の異なる試験体の軸力 N -軸変形 δ の関係を、それぞれの試験体の降伏軸力 N_y 、降伏時変形 δ_y で基準化して示している。これらの図より次のことがわかる。

- (1) フープ量の影響は最大耐力までは顕著でないが、フープ量の増加にともない最大耐力以後の耐力低下が緩やかになる。
- (2) 純鉄骨では高強度になる程最大耐力以後の耐力低下が著しいことが知られているが、材種別に比較すると、SRC試験体の場合は逆に80キロ級の高張力鋼を用いた方が耐力低下が緩やかになっている。
- (3) 最大耐力前後のひずみでは鉄骨は局部座屈せず、主としてコンクリートの圧壊・剥落によって耐力低下するため、幅厚比による差はあまり見られない。
- (4) 鉄骨に貼ったひずみゲージのデータおよび実験後の鉄骨の変形性状から、各板要素の局部座屈変形の形状は、図-8に示すようにフランジはかぶり厚が小さい外側へのみ変形し、座屈波半波の長さがおおよそフランジ幅 $2b$ に等しい三辺固定板要素の座屈モードとなる。一方、ウェブはフランジに比べ、かぶり厚は大きい、鉄骨によるコンクリートの拘束が無い為コンクリートを押し出して座屈する。

表-5に実験の最大耐力と累加強度の比を示す。最大耐力までの挙動には帯筋比による違いが見られないので、ここでは0.4%の場合のみを示しており、またコンクリート強度はすべて $F_c' = 361.4 \text{ kgf/cm}^2$ とした。60キロ級の鋼材を用いた場合では、内部の鉄骨が座屈しにくくなる効果で、鉄骨とコンクリートの強度がともに発揮され、累加強度式が適用でき

る。一方80キロ級高張力鋼の場合は、図-9に示した鉄骨およびコンクリートの応力-ひずみ曲線から明らかなように、コンクリートの応力が最大値に達するひずみ(0.2~0.25%)では、80キロ級の鉄骨は弾性状態にあり、コンクリートの耐力低下後も鉄骨の耐力はさらに上昇するため、累加強度式の適用には工夫が必要である。ただし、最大耐力後の耐力低下は、コンクリートの耐力低下と鉄骨の耐力増加が相殺され、より緩やかになり変形能力が大きくなる。

4. 柱の偏心圧縮実験

実験概要 表-6にSRC柱の試験体リストを示す。計画した実験変数は、①鋼材種：4種、②鉄骨断面：3種、③帯筋比：3種、④コンクリート設計強度：2種、⑤偏心量：3種である。*印を付けた番号68、69、70、78の試験体については、追加実験を行ったため同一の試験体が2体ある。図-10に試験体詳細の代表例を示す。また鉄骨および鉄筋の引張試験結果を表-2に、柱実験実施日におけるコンクリートの圧縮強度 F_c を表-7に示す。加力は構造物試験機を用い、図-11に示すように所定の偏心量 e の位置に圧縮荷重を単調載荷した。軸方向変位および曲率を図中①、②の変位計で、またたわみを③の変位計で計測した。この他試験体各部のコンクリート・鉄骨・鉄筋のひずみの計測を行っている。

図-12は偏心圧縮を受ける柱試験体のいくつかについて荷重 N と検長70cmに対するたわみ δ の関係に及ぼす鋼材種の影響を見たものである。図-13は N - δ 曲線と試験体中央断面での鉄骨のひずみ分布を示したもので、曲線上の r 、 f 、 w は、柱の中央断面で、それぞれ圧縮側鉄筋、圧縮側フランジ、ウェブが降伏ひずみに達した点を表す。また c は、目視によるコンクリートの圧壊開始点である。 N - δ 曲線およびひずみデータより次のような性状が観察された。

- (1) 鋼材種に関係なくコンクリートが圧壊した後に最大耐力に達する。
- (2) 高強度の鉄骨を用いた柱ほど、最大耐力時までに鉄骨のひずみは降伏ひずみに達しにくい。鋼材種89の試験体は一体を除いてすべてが最大耐力時に鉄骨は降伏ひずみに達しなかった。

(3) 偏心が大きくなると、最大耐力時に鉄骨は降伏ひずみに達しにくくなる。一方、中心圧縮の試験体は、鋼材種89の場合を除いて、すべて鉄骨が最大耐力時まで降伏ひずみに達した。

(4) H形鋼を弱軸曲げに配置したSRC柱では、中心圧縮の場合を除いて、すべて最大耐力時に鉄骨は降伏ひずみに達しなかった。

(5) 鉄骨が高強度であるほど、また荷重の偏心量が大きいほど最大耐力時以後の耐力低下が緩慢である。

(6) 補強筋量の影響は明確でない。

図-14にSRC柱のモーメント M と軸力 N の相関関係を示す。実験の耐力(図中○印)は、圧縮軸力 N が最大の時とし、モーメント M は偏心量 e とたわみ δ の和に N を乗じて得られる。実線と破線は文献[1、2]による一般化累加強度で、前者はコンクリート強度として低減値 F_c' を用い、後者はシリング強度 F_c をそのまま用いて計算した。また一点鎖線は、SRC断面で平面保持の仮定が成立するものとし、コンクリートの圧縮縁のひずみが0.3%に達したときを終局状態とする理論耐力を表す。ここで応力-ひずみ関係は、鉄骨と鉄筋については降伏応力度 σ_y を強度とする理想弾塑性型、コンクリートについては図中に示す関係を仮定した。

表-7は実験による柱の最大耐力を各種の理論耐力と比較したもので、表中 P_{u1} は鉄骨の強度として σ_y をとり、コンクリートのひずみ限度を0.3%とした場合の終局強度、 P_{u2} 、 P_{u3} はそれぞれ鉄骨の強度を σ_y あるいは $\min(\sigma_y, 0.7\sigma_b)$ とした場合の一般化累加強度で、いずれの場合もコンクリート強度は F_c' に低減してある。 $M-N$ 相関曲線と耐力の比較より次のことがわかる。

(1) 終局強度 P_{u1} は全鋼材種に対して安全側の評価を与える。

(2) 一般化累加強度 P_{u2} は鋼材種47程度までは安全側の評価を与える。しかし鋼材種68では多少危険側の評価となる場合がある。

(3) 一般化累加強度 P_{u3} は鋼材種68までは安全側の評価を与えるが、69、89では危険側となる場合がある。この点、はりの曲げ耐力の場合と異なる。

(4) せん断補強筋比が0.10%の柱耐力の実験値は、0.21%および0.42%の場合に比較してやや低い。

(5) 累加強度と耐力の実験値の比較から見て、SRC

C断面中のH形鋼の配置(強軸曲げと弱軸曲げ)、ならびにSRC断面に対する鉄骨断面積の増加が及ぼす影響は少ない。

5. 結論

最大耐力

(1) 高張力鋼を用いたはりの最大曲げ耐力は、普通鋼使用の場合と同様に、断面を分割し平面保持の仮定と材料の応力度ひずみ度関係を用いて計算する終局強度式で正しく求められる。

(2) 69材と89材で実験値が、鉄骨の強度を σ_y とした累加強度式の値を最大10%下回るものがあったが、鉄骨強度を $0.7\sigma_b$ とすれば安全側の評価ができる。

(3) 中心圧縮柱の最大耐力を評価するのに、60キロ級の鉄骨を使用した柱では累加強度式が適用できるが、80キロ級の場合には累加強度式をそのままでは適用できない。

(4) 偏心圧縮柱の場合、40キロ級では累加強度式は実験値より安全側の値を与え、60キロ級でも累加強度式がおおむね適用できるが、80キロ級の場合には耐力を過大に見積る。

(5) 累加強度式の与える偏心圧縮柱の耐力と実験値の関係は、H形鋼の強軸曲げ・弱軸曲げに関わらず、また鉄骨量が増大してもあまり変化しない。

変形能力

(1) 通常の被り厚比の断面を持つはりの荷重-変形関係は安定し、変形能力は大きく、軟鋼を用いたはりと同等の性能を有している。最大耐力以後の性状に関して、鋼材種による相違は認められない。

(2) はりの変形性状は、断面を分割して行う弾塑性解析法によって、最大耐力以後まで追跡できる。

(3) 鉄骨のせいが小さいはりでは、特に鉄骨が引張側に遍在している場合、軟鋼使用の場合と同様に、コンクリートの圧壊によって耐力が急激に低下し、耐力は鉄骨と鉄骨内部のコンクリートからなる断面の耐力に近づく。

(4) 普通鋼を用いた中心圧縮柱より80キロ鋼を用いた方が靱性は大きい。また帯筋による靱性増加は80キロ級の方が60キロ級よりも大きい。

(5) 鉄骨の幅厚比による中心圧縮柱の靱性への効果は、最大耐力以後耐力がある程度低下して、局部座

屈が生じてはじめて表れる。

(6) 偏心圧縮柱の最大耐力以後の耐力低下は、鋼材種が高強度になる程、偏心量が大きくなる程、緩やかになる。

謝辞 本研究は、(社)鋼材倶楽部「SRC造への高張力鋼適用に関する調査研究委員会」(委員長・若林実)の研究の一部として行われた。鋼材の引張り試験を担当して戴いた福知保長教授(名古屋工業大学)をはじめ、本研究に御協力戴いた内田保博(鹿児島大学)、宮内靖昌(竹中工務店技研)、河

野昭彦(九州大学)の各氏、ならびに三重大学・東京工業大学・九州大学の元在学生の諸氏に深く感謝致します。

【参考文献】

[1] 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、日本建築学会、1987。
[2] 鋼材倶楽部：SRC構造用H形鋼デザインマニュアル、鋼材倶楽部、1984、p.287

表-1 はり試験体リスト

番号	鋼材質	H形鋼断面	鉄筋	ρt (%)	Fc (kg/cm ²)
94	69	H-200x100x6x6	4-D13	0.42	200
95	69	H-200x100x6x6	4-D16	0.66	200
96	69	H-200x100x6x6	4-D13	0.42	200
97	69	H-200x100x6x6	4-D16	0.66	200
98	69	H-200x100x6x9	4-D13	0.42	300
99	69	H-200x100x6x9	4-D16	0.66	300
100	69	H-200x100x6x9	4-D13	0.42	300
101	69	H-200x100x6x9	4-D16	0.66	300
102	47	H-100x100x6x6	4-D16	0.66	300
103	89	H-100x100x6x6	4-D16	0.66	300
A1	69	H-200x100x6x9	4-D10	0.24	300
A2	69	H-200x100x6x6	4-D16	0.66	300
A3	69	H-200x100x6x9	4-D16	0.66	300
A4	69	H-200x100x6x12	4-D16	0.66	300
A5	69	H-200x100x6x9	2-D10 2-D16	0.24 0.66	300 300
A6	47	H-200x100x6x9	4-D16	0.66	300
A7	68	H-200x100x6x9	4-D16	0.66	300
A8	89	H-200x100x6x9	4-D16	0.66	300
A9	69	H-100x100x6x9	4-D10	0.24	300
A10	69	H-100x100x6x9	4-D10	0.24	300

(ρt :鉄筋比 A10の鉄骨は偏心配置)

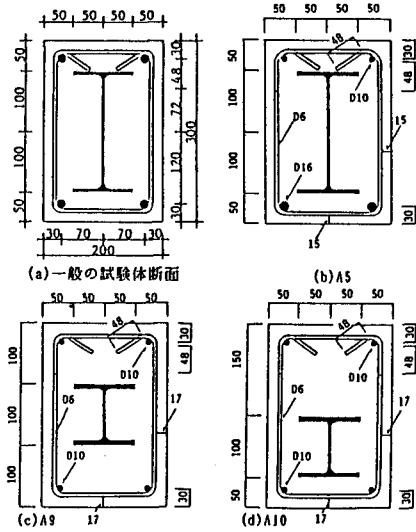


図-1 はり試験体断面詳細

表-2 鉄骨および鉄筋の機械的性質

材料	板厚 (mm)	σ_y (t/cm ²)	σ_b (t/cm ²)	降伏比	使用した 試験体
47	4.5	2.96	4.25	0.698	
6	6	3.02	4.28	0.707	
47*	6	3.04	4.25	0.715	A6#1
9	9	3.01	4.26	0.706	A6
鉄 68	6	5.03	5.95	0.840	
9	9	4.60	5.66	0.813	
69	5	5.47	6.14	0.891	
6	6	6.11	6.66	0.917	
9	9	5.58	6.12	0.912	
12	12	5.82	6.58	0.884	
69*	6	5.87	6.40	0.917	#2
89	6	8.15	8.62	0.945	
9	9	8.59	8.98	0.957	
D-10		3.72	5.22	--	
D-13		3.70	5.46	--	
鉄 D-16a		3.88	5.97	--	94~103
D-16b		3.81	5.72	--	A1~A10
D-16c		3.88	5.93	--	37~56
筋 D-16d		3.95	6.01	--	68~81
D-16e		4.09	5.99	--	82~93
D-16f		3.81	5.67	--	68*~70*, 78*

*1: 鋼材種47*ははり試験体A6にのみ使用。
*2: 実験後の試験体(70~75, 78, 81)から切り出した鋼板

表-3 はり曲げ耐力の比較

試験体 番号	実験値 P max (ton)	計算値 Pu (ton)						Fc (kg/cm ²)
		終局強度		一般化累加強度				
				F = σ_y		F = 0.7 σ_b		
		Pu	比	Pu	比	Pu	比	
94	36.8	35.7	1.03	38.5	0.96	31.8	1.16	265
95	42.1	39.1	1.08	42.1	1.00	35.4	1.19	260
96	36.9	34.5	1.07	38.1	0.97	31.4	1.18	241
97	41.6	38.7	1.07	41.7	1.00	35.1	1.19	264
98	43.9	42.3	1.04	46.4	0.95	37.2	1.18	308
99	48.9	46.4	1.05	50.5	0.97	41.2	1.19	314
100	44.2	43.0	1.03	46.7	0.95	37.5	1.18	317
101	48.2	46.7	1.03	50.7	0.95	41.4	1.16	314
102	32.6	27.9	1.17	28.3	1.15	28.2	1.16	322
103	53.7	48.2	1.11	55.0	0.98	44.6	1.20	324
A1	39.1	40.1	0.98	43.1	0.91	34.8	1.12	310
A2	40.2	41.0	0.98	43.5	0.92	36.4	1.10	306
A3	45.4	47.9	0.95	49.9	0.91	41.5	1.09	341
A4	54.9	54.3	1.01	57.8	0.95	48.2	1.14	356
A5	46.5	45.0	1.03	48.3*	0.96	--	--	371
A6	36.6	31.7	1.15	32.0	1.14	31.8	1.15	309
A7	46.0	42.9	1.07	44.9	1.02	40.2	1.14	364
A8	64.0	59.0	1.08	70.9	0.90	56.0	1.14	370
A9	27.8	24.7	1.13	26.8	1.04	23.3	1.19	376
A10	35.2	36.3	1.00	38.5*	0.94	--	--	408

(F = 0.7 σ_b とするのは鉄骨のみ 比 = P max / Pu)

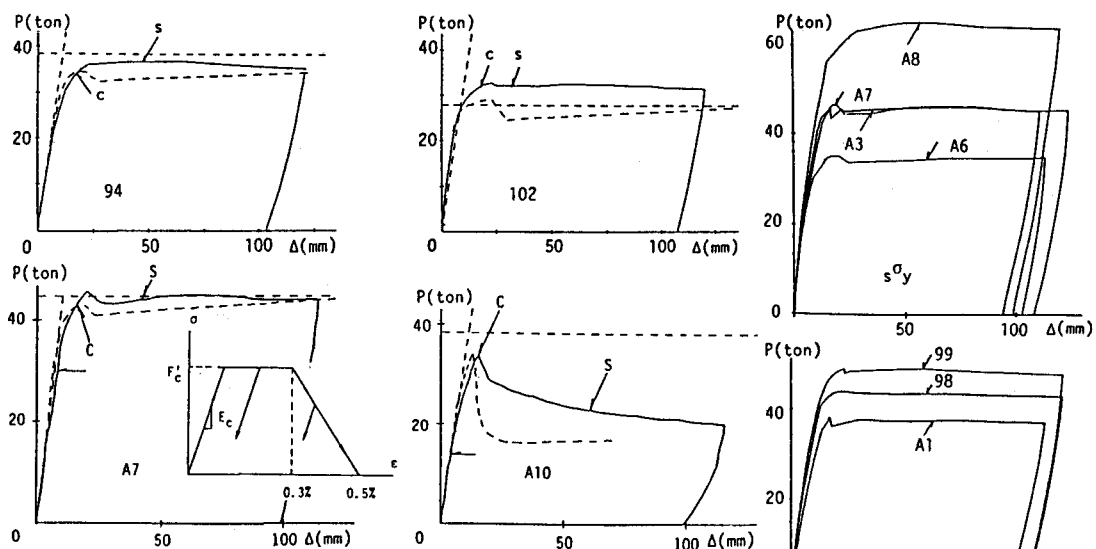


図-2 はりの荷重-変位関係

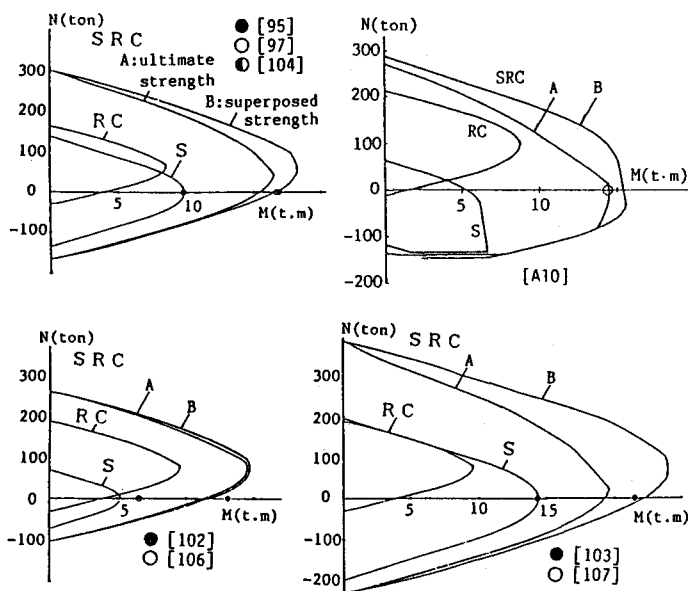


図-3 はりの荷重-変位関係の比較

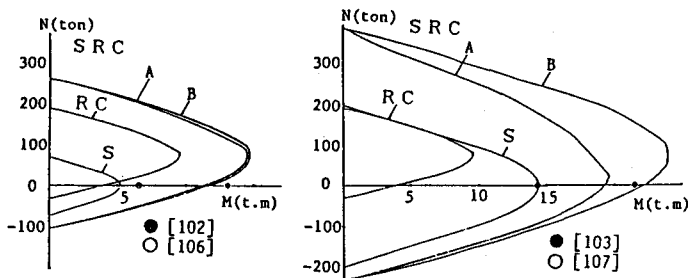


図-4 M-N 相関曲線

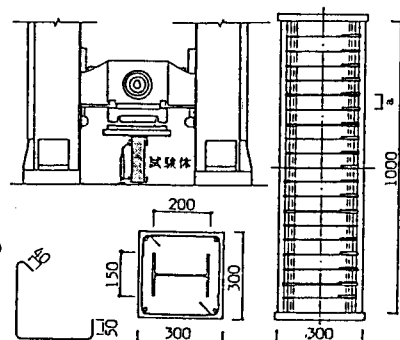


図-5 中心圧縮柱試験体
および載荷装置

表-4 中心圧縮柱試験体リスト

断面形状 $t_w \times t_r$	幅厚比 b/t_r	帯筋比 d/t_w	帯筋比 (ρ_v %)	a (mm)	47	68	鋼材種 69	89
BH-200×150× 4.5(5)×6	12.5	41.8 (30.6)	0.2 0.4 0.6	100 50 35	#37 #40 #43	#38 #41 #44	#39 #42 #44	
BH-200×150× 6×9	8.33	30.3	0.2 0.4 0.6	100 50 35			#45 #46 #48	#47 #49
BH-200×150× 9×12	6.25	19.6	0.2 0.4 0.6	100 50 35		#50 #52	#51 #53 #55	#54 #56

表-5 中心圧縮柱の耐力の比較

試験体	鋼材種	Nmax	sNy	rNy	cNu	Nu	Nmax/Nu
#40	47	408.4	78.0	30.8	232.7	341.5	1.20
#41	68	443.1	142.0	30.8	229.3	402.1	1.10
#42	69	468.4	152.6	30.8	229.3	412.7	1.13
#46	69	511.9	210.1	30.8	228.5	469.4	1.09
#47	89	552.4	317.7	30.8	228.5	577.0	0.95
#52	68	542.4	237.3	30.8	226.1	494.2	1.10
#53	69	572.6	289.9	30.8	226.1	546.6	1.05
#54	89	667.1	428.4	30.8	226.2	685.4	0.97

Nmax : 最大耐力 (実験値) cNu : $cA \cdot F_c \cdot (0.85 - 2.5sP_c)$
sNy : 鉄骨の降伏荷重 Nu : $sNy + rNy + cNu$
rNy : 鉄筋の降伏荷重 (ton)

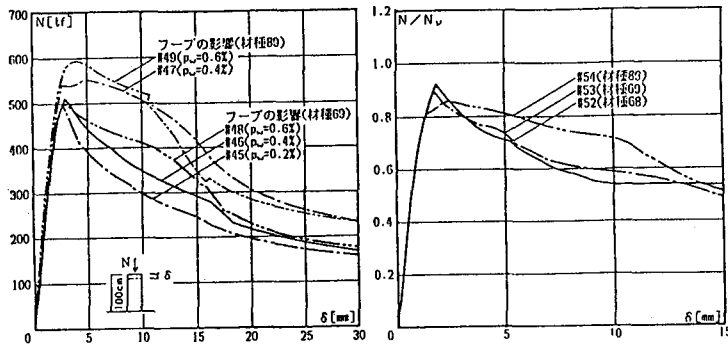


図-6 中心圧縮柱の軸力-軸方向変位関係

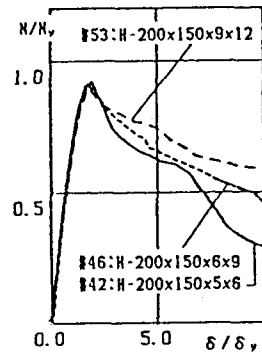


図-7 幅厚比による比較

表-6 偏心圧縮柱試験体リスト

試験体 番号	鋼材質	鉄骨断面 (mm)	Fc (kg/cm ²)	ρw (%)	e (cm)
68*	69	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	0.0
69*	69	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	5.0
70*	69	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	17.0
71	69	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.10	17.0
72	69	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.42	17.0
73	69	BH-200×100×6×6 強軸	200	0.21	17.0
74	69	BH-200×100×6×6 強軸	200	0.10	17.0
75	69	BH-200×100×6×6 強軸	200	0.42	17.0
76	69	BH-200×100×6×6 弱軸	300	0.21	0.0
77	69	BH-200×100×6×6 弱軸	300	0.21	5.0
78*	69	BH-200×100×6×6 弱軸	300	0.21	10.0
79	69	BH-200×100×6×12 強軸	300	0.21	0.0
80	69	BH-200×100×6×12 強軸	300	0.21	5.0
81	69	BH-200×100×6×12 強軸	300	0.21	17.0
82	68	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	0.0
83	68	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	5.0
84	68	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	17.0
85	68	BH-200×100×6×6 弱軸	300	0.21	10.0
86	47	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	0.0
87	47	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	5.0
88	47	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	17.0
89	47	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	10.0
90	89	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	0.0
91	89	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	5.0
92	89	BH-200×100×6×6 強軸	300	0.21	17.0
93	89	BH-200×100×6×6 弱軸	300	0.21	10.0

(ρw: 補強筋比 e: 偏心量)

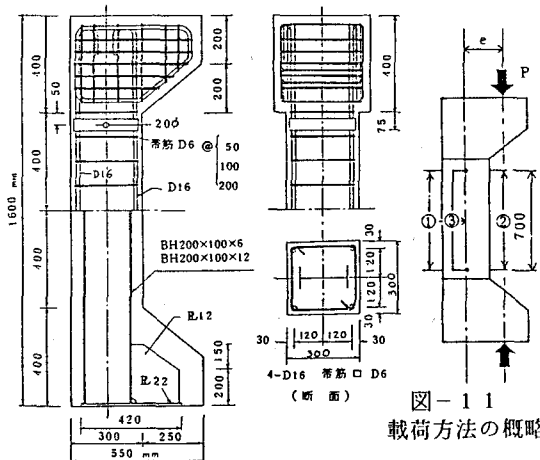


図-10 偏心圧縮柱試験体

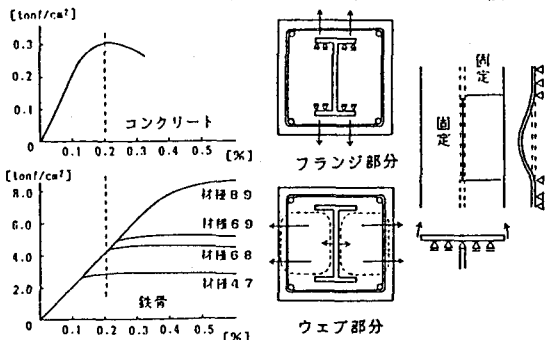


図-8 応力-ひずみ関係 図-9 局部座屈拘束とモード

表-7 偏心圧縮柱の耐力の比較

試験体 番号	実験値 P _{max} (ton)	計算値 Pu (ton)						F _c (kg/cm ²)
		終局強度		一般化累加強度				
		Pu1	比	Pu2	比	Pu3	比	
68	435.0	376.0	1.16	375.9	1.16	349.5	1.24	288
68*	323.0	389.0	0.83	393.5	0.82	366.6	0.88	323
69	255.0	254.0	1.00	288.4	0.88	269.4	0.95	354
69*	227.0	235.0	0.96	266.5	0.85	249.3	0.91	314
70	101.5	104.0	0.98	125.3	0.81	113.5	0.89	313
70*	111.0	102.0	1.09	122.7	0.90	111.7	0.99	313
71	97.5	101.0	0.96	123.1	0.79	111.2	0.88	315
72	101.3	102.0	0.99	124.7	0.81	111.7	0.91	321
73	78.6	84.8	0.93	105.7	0.74	94.8	0.83	241
74	65.0	87.7	0.74	110.9	0.59	99.2	0.66	244
75	77.5	91.3	0.85	114.2	0.68	102.8	0.75	241
76	431.0	351.0	1.23	379.4	1.14	349.7	1.23	288
77	219.0	220.0	1.00	269.4	0.81	257.3	0.85	354
78	121.2	124.0	0.98	141.4	0.86	137.9	0.88	326
78*	116.4	120.0	0.97	137.0	0.85	134.0	0.87	308
79	490.0	436.0	1.12	435.7	1.12	394.4	1.24	288
80	301.0	289.0	1.04	325.2	0.93	298.6	1.01	354
81	130.0	122.0	1.07	155.0	0.84	138.0	0.94	324
82	397.0	360.0	1.10	360.0	1.10	339.6	1.17	281
83	285.0	228.0	1.25	246.4	1.16	233.1	1.22	281
84	110.3	100.0	1.10	116.1	0.95	107.8	1.02	281
85	142.4	113.0	1.26	128.9	1.10	126.5	1.13	281
86	339.0	314.0	1.08	314.2	1.08	314.2	1.08	284
87	250.0	207.0	1.21	217.1	1.15	217.1	1.15	284
88	102.0	93.3	1.09	96.2	1.06	96.2	1.06	284
89	138.0	111.0	1.24	120.4	1.15	120.5	1.15	284
90	450.0	379.0	1.19	427.3	1.05	382.9	1.18	270
91	261.0	221.0	1.18	289.2	0.90	260.4	1.00	270
92	111.4	102.0	1.09	138.5	0.80	122.2	0.91	270
93	117.0	110.0	1.07	135.9	0.86	130.5	0.90	270

(F=0.7σbとするのは鉄骨のみ 比=Pmax/Pu)

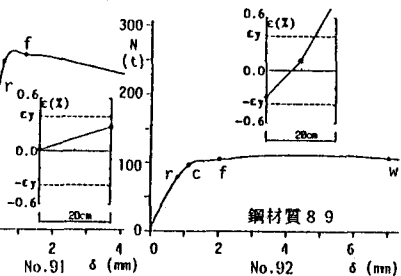
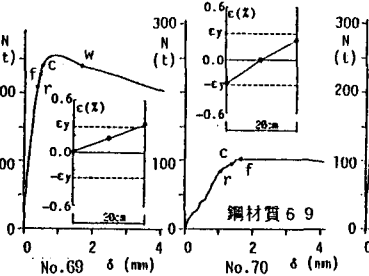
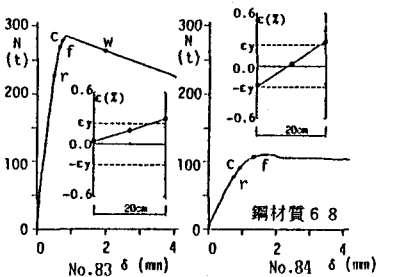
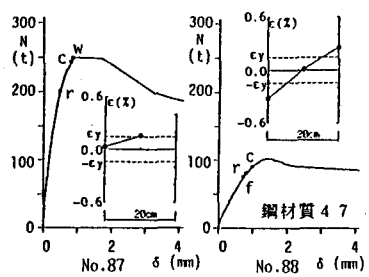
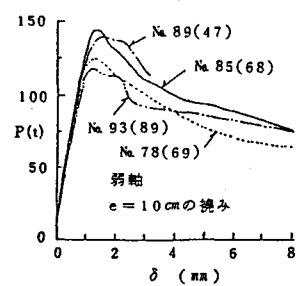
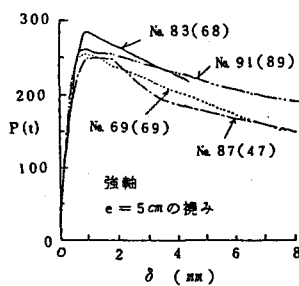


図-12 鋼材質による比較

図-13 偏心圧縮柱の荷重-変位関係とひずみ分布

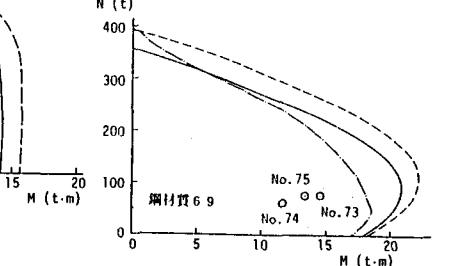
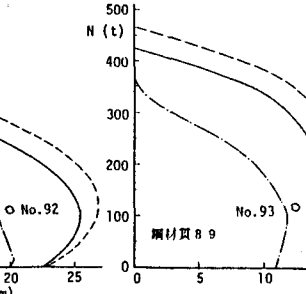
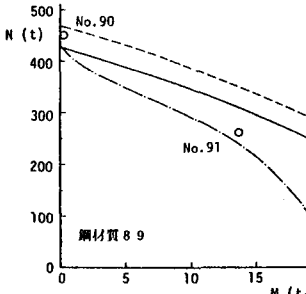
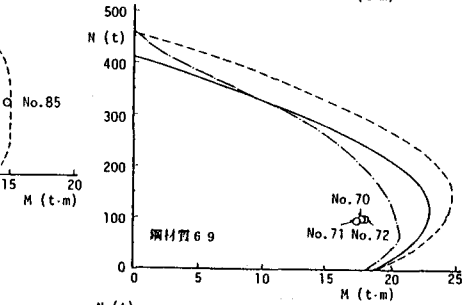
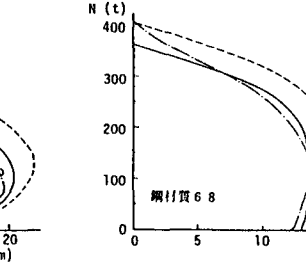
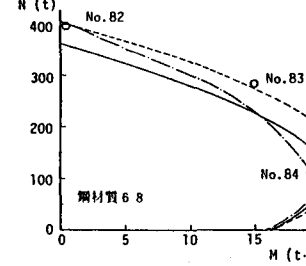
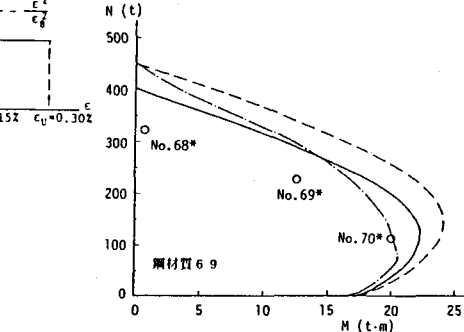
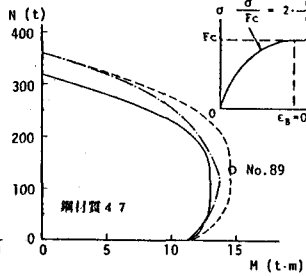
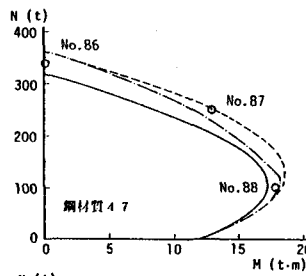


図-14 M-N 相関曲線