# 1. 高強度材料を用いた柱RC梁Sハイブリッド構法に関する実験的研究

Experimental Study on S-beam to RC-column Hybrid-structure using High Strength Materials

山内 豊英\*1 井上 重信\*2 橋本 拓\*3

# 要 旨

柱を剛性の高い鉄筋コンクリート造、梁を大スパンに対応できる鉄骨造とした「柱 RC 梁 S ハイブリッド構法」 の開発を目的とし、柱梁接合部試験体を用いた構造実験を行い、本構法の構造特性を調査した。構造実験の結果、 本構法が強度、靱性ともに優れた性能を保持していることがわかった。また、実験による最大耐力と計算値との 比較を行った結果、実験値と計算値が良い対応を示すことを確認した。更に、柱梁接合部のせん断終局耐力が既 往の設計式に準拠した簡易な式で評価できることを示した。

キーワード: 柱 RC 梁 S/混合構造/柱梁接合部/せん断補強筋形式/ふさぎ板形式

## 1. はじめに

中低層のスーパーマーケットや物流倉庫など階高が高 く大スパン架構の建築物では、一般に鉄骨造(以下、S 造と称す)を採用する場合が多い。しかし、S造において は、溶接施工、耐火被覆、柱脚処理などの作業がコスト アップの要因となるため、近年、施工性・経済性に優れ た混合構造構法が注目されている。混合構造構法の中で も、柱 RC 梁 S 接合部構法は、柱を剛性の高い鉄筋コン クリート造(以下、RC 造と称す)とし、梁を大スパンに 対応できる S 造とすることで、RC 造と S 造それぞれの特 長を生かすことが可能であり、最も合理的な構法の一つ である。 そこで、梁貫通型の柱 RC 梁 S 接合部構法「柱 RC 梁 S ハイブリッド構法」(以下、本構法と称す。)の開発を目 的とし、柱梁接合部の試験体による構造実験を行い、本 構法の構造特性について調べた。柱梁接合部の補強形式 としては、図-1に示すように、接合部をせん断補強筋で 補強する「せん断補強筋形式」、鋼板で補強する「ふさぎ 板形式」の2種類を対象とした。

本報告では、構造実験の概要および実験結果について 述べるとともに、実験値と計算値との比較などを行った 結果について述べる。



\*1技術研究所構造研究グループ \*2技術研究所 \*3東京本店設計部構造グループ

#### 2. 構造実験

# 2.1 試験体

試験体の形状および寸法を図-2に、試験体の諸元を表 -1 に示す。試験体は、実建物の約 1/2.5 の縮尺で設計さ れた十字形、ト字形、T 字形架構である。試験体数は、 それぞれの架構形式について、柱梁接合部をせん断補強 筋で補強し柱梁接合部の境界面に支圧板を設けた「せん |断補強筋形式|、柱梁接合部を鋼板で覆う「ふさぎ板形式| の2体とし、合計6体とした。十字形およびト字形試験 体では、高強度コンクリート Fc=60N/mm<sup>2</sup>、柱主筋に SD490 を用いた場合の構造性能の確認を目的とした。T 字形試験体では、最上階の柱主筋に機械式定着金物を採 用した場合の定着性能の確認を目的とし、ふさぎ板形式 については柱主筋に SD490 を使用した。また、せん断補 強筋形式のト字形試験体 No.5 については、鉄骨梁が建物 外周部に突出しないディテールを想定し、梁鉄骨の柱梁 接合部への埋め込み長さを柱せいおよび幅の 90% (360mm)とした。試験体に使用した鉄筋、鋼板、コン クリートの材料試験結果をそれぞれ表-2~表-4に示す。

表-1 試験体諸元

計斷	加構	Fc	柱		梁	接合部	想定										
体	形状	(N/mm <sup>2</sup> )	主筋	せん断 補強筋	断面寸法 (mm)	補強形式	破壊 形式										
No.3	+		12-D19 (SD490) pg=2.15%	2-S6@60 (KSS785) pw=0.27%	BH- 360×130×6×1		せん断補強筋形式 2-D6(SD390)×6組 pw=0.32%	接合部 せん断 破壊									
No.4	于形	60			BH- 380×160×6×19	ふさぎ板形式 PL-3.2 (SS400) pw=1.60% <sup>*</sup>											
No.5	ト 字 形	00			2-86@60	BH- 360×130×6×16	せん断補強筋形式 2-D6(SD390)×7組 pw=0.40%	梁曲げ									
No.6					BH- 380×160×6×19	ふさぎ板形式 PL-3.2(SS400) pw=1.60% <sup>*</sup>	破壊										
No.1	T 字 形	26	12-D19 (SD390) pg=2.15%		BH-	せん断補強筋形式 2-D6(SD390)×4組 pw=0.32%	柱曲げ										
No.2		50	12-D19 (SD490) pg=2.15%														270×110×6×16

共通事項 階高:h=2500mm, スパン:L=3500mm, 柱断面:□-400×400mm \*:ふさぎ板を接合部せん断補強筋として換算した。

表 — 2	鉄筋の材料試験結果
1 4	

		呼び		降伏点	引張強度	伸び
使用部位	使用試験体		鋼種	$\sigma_y$	$\sigma_u$	
		Ţ		$\begin{array}{c c} \hline \mu \mu \nu V \lambda m \\ \hline \sigma_y \\ (N/mm^2) \\ \hline (N/mm^2) \\ \hline (N/mm^2) \\ \hline 429 \\ \hline 606 \\ \hline 531 \\ 715 \\ \hline 976 \\ 1196 \\ \hline 353 \\ 571 \\ \hline \end{array}$	(%)	
扩十弦	No.1	D19	SD390	429	606	21
在土肋	No.2, 3, 4, 5, 6	D19	SD490	531	715	19
柱せん断補強筋	全試験体	S6	KSS785	976	1196	12
接合部せん断補強筋	No.1, 3, 5	D4	SD200	252	571	27
定着部拘束筋	No.1, 2	D0	3D390	333	571	27
かんざし筋	No.1, 2	D10	SD295A	349	492	29

表-3 鋼板の材料試験結果								
使用箇所		使用 試験体	公称 厚さ	材質	降伏点 の <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 <b>の</b> <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	降伏ひずみ を <sub>y</sub> (×10 <sup>-3</sup> )
	ウェブ	No.1, 2, 3	DI 6	SM490A	410	554	24	2.00
		No.4, 5, 6	FL-0		404	558	24	1.97
梁	フランジ	No.1, 2 No.3, 5	PL-16	SM490A	351	524	28	1.71
		No.4, 6	PL-19		340	525	27	1.66
支圧板		No.1, 3, 5	PL-6	SS400	309	469	28	1.51
ふさぎ板		No.2, 4, 6	PL-3.2	SS400	354	453	36	1.73







(3) T 字形試験体 No.1 (No. 2)

図-2 試験体の形状および寸法

#### 表-4 コンクリートの材料試験結果

使用 試験体	圧縮強度 $\sigma_B$	σ <sub>B</sub> 時ひずみ ε <sub>co</sub>	ヤング係数 $E_c$ (kN/mm <sup>2</sup> )	割裂強度 $\sigma_t$	単位容積重量 $\rho$ $(kN/mm^3)$
No.1, 2	47.9	2.16	34.2	3.63	23.1
No.3, 4, 5, 6	64.9	2.37	38.0	5.10	23.0

### 2.2 実験方法

図-3に各架構形状における載荷装置を示す。

+字形およびト字形試験体は、柱に一定軸力を加えた 状態で押し引き型油圧ジャッキを用いて両梁鉄骨先端の 加力点の変位量を(+字形は逆対称に)制御して加力し た。載荷軸力をNとした時の軸力比 $\eta$ は、+字形試験体 では $\eta = N/(Fc \times 柱断面積)=0.2$ 、ト字形試験体では $\eta = 0.1$ とした。Fc は、柱コンクリートの目標圧縮強度 (=60N/mm<sup>2</sup>)の値を用いた。

T 字形試験体は、柱先端部の反曲点位置に押し引き型 油圧ジャッキを用いて水平方向に加力した。また、重り と滑車を用いて、柱軸力が生じないようにした。

載荷スケジュールを図-4に示す。目標層間変形角 R=5, 10, 20, 30, 40, 50 (×10<sup>-3</sup>)rad.において 2 サイクルずつの正 負交番繰り返し載荷を行った後、正加力方向へ R=100× 10<sup>-3</sup>rad.まで単調載荷とした。なお、試験体 No.1 (T字形、 せん断補強筋形式) は、R=50×10<sup>-3</sup>rad.の 2 サイクルを省 略し、R=100×10<sup>-3</sup>rad.まで単調載荷とした。実験での測 定項目を表-5 に示す。



架構形状	十・ト字形	(No.3~No.6)	T 字形(No.1,No.2)			
補強形式	せん断補	ふさぎ板	せん断補	ふさぎ板		
	強筋形式	形式	強筋形式	形式		
変位量	層間変形角、	、柱、梁、	層間変形角、柱、梁、			
	接合部の変	形量	接合部の変形量、柱主筋			
			の抜け出し量			
ひずみ	柱主筋、柱	せん断補強	柱主筋、柱せん断補強			
	筋、梁鉄骨	フランジおよび	筋、梁鉄骨フランジおよび			
	ウェフ゛		ウェブ、定着部拘束筋およ			
			びかんざし筋			
	支圧板、	ふさぎ板	支圧板、	ふさぎ板		
	接合部補		接合部補			
	強筋		強筋			
荷重	梁せん断力、	、柱軸力	柱せん断力、	梁軸力		





図-3 載荷装置

### 3. 実験結果

# 3.1 破壊状況

各試験体における実験終了後の最終破壊状況とふさぎ 板を外した柱梁接合部の損傷状況を写真-1に示す。

# (1) 十字形試験体 (No. 3, No. 4)

No.3 では柱曲げひび割れ発生後の R=8.5×10<sup>-3</sup>rad.時に 柱梁接合部に斜めひび割れが発生し、その後、柱材端部 の柱主筋に沿って進展した。No.4 では柱材端部に曲げひ び割れが多く生じたが、同ひび割れ幅は拡大せず、ふさ ぎ板に顕著な変形は見られなかった。実験後、ふさぎ板 を外して接合部内部の損傷を観察した結果、柱梁接合部 に斜めひび割れが生じていた。ただし、ふさぎ板の拘束 効果により、No.3 と比較してひび割れ幅は小さく、明ら かに損傷が少ない状況であった。

# (2) ト字形試験体 (No.5, No.6)

No.5 では柱曲げひび割れ発生前の R=5.0×10<sup>-3</sup>rad.時に 柱梁接合部に斜めひび割れが発生し、層間変形角の増大



### (3) T字形試験体 (No.1. No.2)

No.1 では柱曲げひび割れ発生後の R=6.9×10<sup>-3</sup>rad.時に 柱梁接合部に斜めひび割れが発生し、その後、柱材端部 の柱主筋に沿って進展した。No.2 ではふさぎ板の顕著な 変形は見られなかった。実験後、ふさぎ板を外して接合 部内部の損傷を観察した結果、柱梁接合部に柱主筋の抜 け出しに伴う扇状の膨らみが見られた。ただし、斜めひ び割れは見られず、柱材端部コンクリートに生じた剥落 の接合部内部への進展は見られなかった。









(1) 十字形試験体



(2) ト字形試験体



(3) T字形試験体 写真-1 最終破壊状況







#### 3.2 荷重-変形関係

せん断力と層間変形角の関係を図-5 に示す。Qg は梁 せん断力、Qc は柱せん断力、R は層間変形角を示し、限 界層間変形角 R80 は、耐力が最大耐力の 80%に低下した 時の層間変形角を示す。

# (1)十字形試験体 (No. 3, No. 4)

両試験体ともに、R=5.0~5.5×10<sup>-3</sup>rad.時に柱材端部に 曲げひび割れが発生した後、接合部内ウェブがせん断降 伏した。その後、せん断補強筋形式の No.3 は接合部のせ -60 -ん断補強筋の引張降伏が生じた後、ふさぎ板形式の No.4 はふさぎ板のせん断降伏が生じた後にそれぞれ最大耐力 に達した。最大耐力後は、No.3 では接合部斜めひび割れ、 No.4 では柱材端部コンクリートの剥落が進行して徐々に 耐力が低下した。R80 は、No.3 で 100×10<sup>-3</sup>rad.以上、No.4 で 47.2×10<sup>-3</sup>rad.であった。

#### (2) ト字形試験体 (No. 5, No. 6)

両試験体ともに、R=5.6~8.0×10<sup>-3</sup>rad.時に柱材端部に 曲げひび割れが発生し、まもなく梁フランジが引張降伏 した。その後、R=30~40×10<sup>-3</sup>rad.において梁材端ウェブ の局部座屈が生じた後に最大耐力に達した。最大耐力後 は、両試験体ともに梁鉄骨ウェブの局部座屈が進展して 徐々に耐力が低下した。ただし、No.6は、No.5と比較し て梁鉄骨の局部座屈の範囲が大きく(3.1参照)、耐力低 下が大きかった。一方、せん断補強筋形式の No.5 では、 梁フランジの引張降伏後、接合部内ウェブのせん断降伏 と接合部せん断補強筋の引張降伏が発生したが、ふさぎ 板形式の No.6 では、接合部内ウェブのせん断降伏および ふさぎ板のせん断降伏は発生しなかった。R80 は、せん 断補強筋形式の No.5 で 100×10<sup>-3</sup>rad.以上、ふさぎ板形式 の No.6 で 51.1×10<sup>-3</sup>rad.であった。いずれも紡錘形の履歴 性状を示した。なお、荷重-変形関係においても、No.5の 梁鉄骨の埋め込み長さによる影響は見られなかった。

# (3)T字形試験体(No. 1, No. 2)

両試験体ともに、R=1.6~1.7×10<sup>-3</sup>rad.時に柱頭部に曲 げひび割れが発生し、R=12.9~14.0×10<sup>-3</sup>rad.時に柱主筋 が引張降伏した。その後、両試験体とも接合部内ウェブ がせん断降伏して最大耐力に達した。最大耐力後、せん 断補強筋形式のNo.1では柱主筋の定着部破壊に伴って耐 力が急激に低下した。一方、ふさぎ板形式のNo.2では柱 端部におけるコンクリートのひび割れなどの進行に伴っ て徐々に耐力が低下した。R80 は、せん断補強筋形式の No.1 で 21.0×10<sup>-3</sup>rad.、ふさぎ板形式の No.2 で 47.0× 10<sup>-3</sup>rad.であった。 以上より、柱主筋の定着部破壊となった試験体 No.1 を 除いて、各試験体の R80 は 47.0×10<sup>-3</sup>rad.以上となり、十 分な変形性能を有していることがわかった。



【柱】 CFC:曲げひび割れ CCS:梁鉄骨フランジ直下の材端部コンクリ -トの圧壊 CTY:主筋の引張降伏 【梁】 BFTY:フランジの引張降伏 BWB:ウュブの局部座屈 【柱梁接合部】 SC:斜めひび割れ JWY:梁鉄骨ウュブのせん断降伏 PY:ふさぎ板のせん断降伏 HTY:せん断補強筋の引張降伏 RTY:定着部拘束筋の引張降伏

# 図-5 荷重-変形関係

#### 3.3 変形成分比の推移および破壊形式

梁、柱、柱梁接合部の各変形成分比の推移を図ー6に示 す。 $\theta$ ga/R、 $\gamma$ pa/R、 $\theta$ ca/R は、梁の部材角、柱梁接合 部のせん断変形角、柱の部材角をそれぞれ層間変形角 R で除した値である。ただし、T 字形試験体の柱変形成分 比は、柱主筋の抜け出しによる回転を除いた成分 $\theta$ coa/R と、柱主筋の抜け出しによる回転成分 $\theta$ sa/R に分けて示 した。

### (1)十字形試験体(No. 3, No. 4)

両試験体ともに、層間変形角の増大に伴い、梁の成分 θ ga/R が減少し、最大耐力後は接合部の成分γ pa/R が卓 越した。荷重-変形関係も併せて考慮すると、両試験体の 破壊形式は、梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊型と考え られる。

# (2) ト字形試験体 (No. 5, No. 6)

両試験体ともに、梁の成分 θ ga/R が大部分を占めてお り、0.7~0.9 程度を保持して推移した。荷重-変形関係も 併せて考慮すると、両試験体の破壊形式は、梁曲げ破壊 型と考えられる。

# (3)T字形試験体(No. 1, No. 2)

せん断補強筋形式の No.1 では、層間変形角の増大に伴 い、柱自体の成分 θ coa/R および梁の成分 θ ga/R が減少し、 最大耐力付近で柱主筋の抜け出しによる成分 θ sa/R が急 激に増大した。ふさぎ板形式の No.2 では、最大耐力時ま では θ coa/R が 0.5 程度と卓越したが、その後徐々に減少 し、R=40~50×10<sup>-3</sup>rad.程度から θ sa/R が急激に増大した。 荷重-変形関係も併せて考慮すると、No.1 の破壊形式は、 柱曲げ降伏後の柱主筋定着破壊型、No.2 は、柱主筋の抜 け出しを伴う柱曲げ破壊型であったと考えられる。柱主 筋にSD490を用いた No.2 の定着部破壊が抑制されている のは、既往の文献<sup>20</sup>にもあるように、ふさぎ板の拘束効 果によるものと考えられる。

#### 4. 柱梁接合部のせん断設計

### 4.1 実験最大耐力と計算値耐力との関係

最大耐力の実験値と計算値との比較を表-6に示す。計 算値は、柱(曲げ)、梁(曲げ)、柱梁接合部(せん断) の各終局耐力計算値の最小値(表中網掛けした数値)を 用いた。なお、柱の曲げ終局耐力は「建築物の構造関係 技術基準解説書」<sup>3)</sup>の略算式、梁の曲げ終局耐力は全塑性 モーメント、柱梁接合部のせん断終局耐力は「鉄骨鉄筋 コンクリート構造計算規準・同解説」<sup>4)</sup>(以下、SRC規準 と称す。)の柱梁接合部のせん断終局パネルモーメントに 準拠した式(1)で算定した。



		接合部 補強形式	実験値			計算値*			
試験体	架構 形状		実験最 <sub>exp</sub> (	大耐力 C <sub>max</sub>	変形角 R	柱曲げ 耐力時	梁曲げ 耐力時	接合部 せん断 耐力時	<sub>exp</sub> Q <sub>max</sub> ∕ <sub>u</sub> Q <sub>cal</sub>
			$_{c}Q(kN)$	$_{g}Q(kN)$	( × 10 <sup>-3</sup> rad)	$_{c}Q_{cal}(kN)$	$_{g}Q_{cal}(kN)$	$_{p}Q_{cal}(kN)$	
No.3	十个时	せん断 補強筋形式	I	207	20.1	387	205	186	1.11
No.4	1 - 112	ふさぎ板 形式	I	287	-20.1	391	286	235	1.22
No.5	トウジ	せん断 補強筋形式	I	272	50.2	589	204	305	1.33
No.6	下子形	ふさぎ板 形式	I	368	-40.1	595	286	396	1.28
No.1	T字形	せん断 補強筋形式	211	-	18.0	180	346	279	1.17
No.2		ふさぎ板 形式	281	-	30.1	223	346	352	1.26
*計質値)	計算値は、実験に合わせて、試験はNa 2~Na 6は浄サイン版力、試験はNa 1なとびNa 2は社せん版力に換算している								

表-6 最大耐力の実験値と計算値の比較

それぞれの計算値は、実際の破壊形式と概ね一致して おり、実験値と良い対応を示した。ここで、接合部せん 断破壊型の十字形試験体を比較すると、せん断補強筋形 式の No.3 の方が計算値に対する余裕度が小さい。3.1 の 破壊状況によると、No.4 は、ふさぎ板による接合部内コ ンクリートの拘束効果でせん断耐力が増大していると考 えられ、せん断補強筋形式と比較して補強効果が大きい ためと考えられる。

#### 4.2 柱梁接合部のせん断終局耐力

試験体 No.3(せん断補強筋形式)の実験値が式(1)によ る計算値に対して余裕度が小さいことから、本構法の柱 梁接合部におけるせん断設計では、柱梁接合部の補強形 式に応じた補強効果の低減を考慮できる設計式として、 式(2)を満足することとした。

$${}_{js}M_U = \alpha \cdot \left\{ {}_cV_e \cdot \left( {}_jF_s \cdot {}_j \delta + {}_wp \cdot {}_w \sigma_y \right) + \frac{1.2 \cdot {}_sV \cdot {}_s \sigma_y}{\sqrt{3}} \right\}$$

$$\geq \alpha_s \cdot \frac{h'}{h} \cdot \left( {}_BM_{U1} + {}_BM_{U2} \right)$$
(2)

 $_BM_{U1,B}M_{U2}: 左右梁の全塑性モーメント$ h,h':層高および柱の内法高さ,



図-7 せん断終局耐力設計式の妥当性の検証

αは柱梁接合部の補強形式による低減係数であり、せ ん断補強筋形式は $\alpha = 0.8$ 、ふさぎ板形式は $\alpha = 1.0$ とした。

図-7は、本実験および既往の研究 5)~50)における十字 形、ト字形、T 字形試験体の実験結果について、実験の 最大耐力と式(2)による<sub>is</sub>M<sub>U</sub>の値を、それぞれ梁あるい は柱曲げ耐力計算値で基準化した関係を示す。図より、 横軸(せん断終局耐力計算値/梁あるいは柱曲げ耐力計 算値)の値が、1.0付近を境に接合部せん断破壊と梁ある いは柱曲げ破壊に分類されていることがわかる。よって、  $_{is}M_U$ を梁曲げ耐力に対して 1.1 倍以上 ( $\alpha_s \ge 1.1$ ) 確保 すれば、接合部せん断破壊を抑制できると考えられる。

### 5. まとめ

柱 RC 梁 S ハイブリッド構法の性能を確認するため、 構造実験および考察を行った結果、以下の知見を得た。

- せん断補強筋形式では柱梁接合部にせん断ひび割 れ等の損傷が生じるが、ふさぎ板形式ではふさぎ 板の拘束効果により柱梁接合部の損傷を大幅に抑 制できる。
- 本構法は、せん断補強筋形式、ふさぎ板形式とも に十分な変形性能を有する。
- 本構法による試験体の実験最大耐力は、既往の設 計式に基づく計算値と良い対応を示す。
- 4) 本実験結果および既往の研究結果により柱梁接合 部のせん断設計について検討し、本構法による柱 梁接合部がSRC規準に準拠したせん断終局耐力設 計式で評価できることを示した。

[謝 辞]

本構法の開発は、RCS ハイブリッド構法研究会(青木 あすなろ建設、淺沼組、奥村組、西武建設、大末建設、 東亜建設工業、西松建設、ハザマ、長谷エコーポレーシ ョンで構成)により行われました。開発に当たってご尽 力頂きました各社委員の皆様に謝意を表します。また、 本構法の開発に関して様々なご指導およびご教示を頂き ました財団法人日本建築総合試験所の益尾潔審議役・工 博、構造実験でご尽力頂きました足立将人主査・博士(工 学)および堂下航氏をはじめとする同試験所の皆様に謝 意を表します。

[参考文献]

- 日本建築学会:鉄筋コンクリート柱・鉄骨梁混合構 造の設計と施工、2001.
- 神野靖夫、富永博夫、村井義則、坂口昇、山野辺宏 治、野崎次男:鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁で構成 される架構(RCSS 構法)の耐力及び変形(その 14 柱主筋の引き抜き試験)、日本建築学会学術講演梗概 集 構造II、pp.1189-1190、1990.
- 3) 国土交通省他:建築物の構造関係技術基準解説書、
   2007.
- 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.
- 5) 坂口昇:鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁で構成される 柱梁接合部パネルのせん断耐力、日本建築学会構造 系論文報告集 第428号、pp.69-78、1991.10.
- 6) 蘓鉄盛史、石田健吾、光成和昭:梁貫通ふさぎ板形

式 RCS 混合構造架構の構造性能に関する実験(その 1 実験概要および実験結果)、日本建築学会学術講 演梗概集 構造III、pp.1263-1264、1998.9.

- 7) 石田健吾、蘓鉄盛史、光成和昭:梁貫通ふさぎ板形 式 RCS 混合構造架構の構造性能に関する実験(その 2 実験結果の検討)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1265-1266、1998.9.
- 8) 石田健吾、蘓鉄盛史、光成和昭:梁貫通ふさぎ板形 式RCS 混合構造架構の構造性能に関する実験(その 3 柱梁接合部を構成する鋼材の応力)、日本建築学 会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1025-1026、1999.9.
- 9) 長谷川隆、山内泰之、西山功、井崎征男:鉄筋コン クリート柱と鉄骨梁より成る混合構造(柱梁接合部 の弾塑性挙動)、日本建築学会学術講演梗概集 構造 II、pp.1325-1326、1987.10.
- 10) 本間優子、杉山靖、東端泰夫、藤村勝、持田哲雄、 毛井崇博:柱RC梁S接合部の力学性状(その1 予 備実験計画および破壊経過)、日本建築学会学術講演 梗概集 構造II、pp.1183-1184、1990.10.
- 毛井崇博、東端泰夫、杉山靖、持田哲雄、藤村勝、本間優子:柱RC梁S接合部の力学性状(その2 予備実験結果の検討)、日本建築学会学術講演梗概集構造II、pp.1185-1186、1990.10.
- 12) 村田義行、藤本純一、楊柳:柱RC梁Sからなる混 合構造物の架構実験(その1 十字形架構の実験概 要および破壊状況)、日本建築学会学術講演梗概集 構造II、pp.1669-1670、1994.9.
- 13) 藤本純一、村田義行、楊柳:柱RC梁Sからなる混 合構造物の架構実験(その2 十字形架構の実験結 果)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅱ、 pp.1671-1672、1994.9.
- 14) 村田義行:柱 RC 梁 S からなる混合構造接合部の支
   圧耐力、日本建築学会構造系論文報告集 第489号、
   pp.105-115、1996.11.
- 15) 岩渕一徳、吉松賢二、坂尾恵司、濱田真:柱RC梁 S混合構造の柱梁接合部に関する実験的研究(その1 実験概要とその結果)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1015-1016、1997.9.
- 16) 吉松賢二、坂尾恵司、濱田真、岩渕一徳:柱 RC 梁
   S 混合構造の柱梁接合部に関する実験的研究(その2
   結果の検討)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、
   pp.1017-1018、1997.9.
- 17) 渡邉信也、吉松賢二、濱田真、佐藤玲圭、岩渕一徳: 柱 RC 梁 S 混合構造の柱梁接合部に関する実験的研

究(その3 実験概要とその結果)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1257-1258、1998.9.

- 18) 岩渕一徳、吉松賢二、濱田真、佐藤玲圭、渡邉信也: 柱 RC 梁 S 混合構造の柱梁接合部に関する実験的研究(その4 実験結果および検討)、日本建築学会学 術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1259-1260、1998.9.
- 19) 佐藤玲圭、吉松賢二、濱田真、渡邉信也、岩渕一徳: 柱 RC 梁 S 混合構造の柱梁接合部に関する実験的研究(その5 接合部終局せん断耐力の検討)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1261-1262、 1998.9.
- 20) 福本昇、石原誠一郎:バンドプレートで補強された 柱 RC・梁 S 構造の柱梁接合部に関する実験研究、日 本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.955-956、 1995.8.
- 21) 飯塚正義、黒田洋子:梁貫通型柱 RC梁S構造十字型接合部の実験的研究(その1 工法の概要と梁曲 げ降伏先行型試験体による実験)、日本建築学会学術 講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1235-1236、2000.9.
- 22) 黒田洋子、飯塚正義:梁貫通型柱 RC 梁 S 構造十字 型接合部の実験的研究(その 2 接合部せん断破壊 先行型試験体による実験と接合部せん断耐力式の評 価)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、 pp.1237-1238、2000.9.
- 23) 杉本裕志、富永博夫、村井義則、坂口昇、斎藤秀人、 野崎次男:鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁で構成され る架構(RCSS 構法)の耐力及び変形性能(その11 1/2 モデル十字形接合部せん断実験)、日本建築学会 学術講演梗概集 構造Ⅱ、pp.1577-1578、1989.10.
- 24) 坂口昇、富永博夫、村井義則、黒瀬行信、関洋一、 山野辺宏治:鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁で構成される架構(RCSS構法)の耐力及び変形性能(その 12 十字形接合部のせん断耐力)、日本建築学会学術 講演梗概集 構造II、pp.1579-1580、1989.10.
- 25) 金本清臣、中西啓二、山野辺宏治、渡辺泰志:高強 度材料を用いた鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁で構成 される架構(NewRCSS構法)の開発(その1 実験 計画および実験結果)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1103-1104、2005.9.
- 26) 山野辺宏治、中西啓二、金本清臣、渡辺泰志:高強 度材料を用いた鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁で構成 される架構(NewRCSS構法)の開発(その2 接合 部耐力式の提案および剛性評価)、日本建築学会学術 講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1105-1106、2005.9.

- 27) 秦雅史、安倍勇、早川邦夫、細矢博、安井健治、舟山勇司:柱 RC 梁 S から成る構造物の部分架構実験 (その 1)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅱ、 pp.1615-1616、1991.9.
- 28) 舟山勇司、安倍勇、早川邦夫、秦雅史、細矢博、安 井健治:柱 RC 梁 S から成る構造物の部分架構実験 (その 2)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅱ、 pp.1617-1618、1991.9.
- 29) 中江晃彦、早川邦夫、細矢博、舟山勇司、平野晋:
   柱RC梁Sから成る構造物の部分架構実験(その5)、
   日本建築学会学術講演梗概集 構造 II、pp.1663-1664、
   1994.9.
- 30) 谷垣正治、岩田吉弘、野路利幸、山本一朗、小坂英 之、小田稔:柱 RC 梁 S 構造の接合部性能に関する 研究(その1 実験概要)、日本建築学会学術講演梗 概集 構造II、pp.1657-1658、1994.9.
- 31) 小田稔、遠藤克彦、山中久幸、谷垣正治、小坂英之、 河崎善之:柱 RC 梁 S 構造の接合部性能に関する研 究(その2 接合部破壊形式の分類)、日本建築学会 学術講演梗概集 構造 II、pp.1659-1660、1994.9.
- 32) 小林知巳、初瀬隆司、山中久幸、谷垣正治、小坂英 之、小田稔:柱 RC 梁 S 構造の接合部性能に関する 研究(その3 最大耐力)、日本建築学会学術講演梗 概集 構造II、pp.1661-1662、1994.9.
- 33) 森貴久、齋藤啓一: RCS 構造におけるふさぎ板形式 柱梁接合部のせん断耐力に関する実験、日本建築学 会学術講演梗概集 構造III、pp.1099-1100、2006.9.
- 34) 吉松賢二、坂尾恵司、濱田真、河口俊郎:高強度コ ンクリートを用いた柱 RC 梁 S 混合構造の接合部に 関する実験的研究(その 2 梁貫通ふさぎ板形式接 合部)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、 pp.1053-1054、1996.9.
- 35) 小澤潤治、岩倉知行、山本俊彦、須田充司、斉藤駿
   三: RC柱・S造はりで構成される合成架構に関する
   研究(その1 囲み板で補強した柱はり接合部の実験)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅱ、
   pp.1897-1898、1992.8.
- 36) 小澤潤治、公塚正行、青木雅秀、岩倉知行、吉田徳 雄: RC柱・S造はりで構成される合成架構に関する 研究(その5 柱はり断面寸法比が異なる場合)、日 本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.1079-1080、 1996.9.
- 37) 鴻池組・新井組 RCS 接合構法―柱梁接合部をふさ ぎ板で覆った梁貫通型 RC 柱 S 梁接合部構法―、財

団法人日本建築総合試験所 建築技術性能証明評価 概要報告書、2008.5.

- 38) 堀伸輔、五十嵐治人、荒金直樹、足立将人:柱 RC
   梁 S 混合構造架構の構造性能(その1) 十字形接合
   部実験の概要)、日本建築学会学術講演梗概集 構造
   III、pp.1109-1110、2009.8.
- 39) 成瀬忠、伊藤仁、荒金直樹、足立将人:柱 RC 梁 S 混合構造架構の構造性能(その3 柱梁接合部せん 断耐力評価)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、 pp.1113-1114、2009.8.
- 40) 紅谷信行、金洸演、野口博:ハイブリッド構造に関する日米共同構造実験研究(RCS-6) —外柱 RC・梁
   S 接合部の実験概要—、日本建築学会学術講演梗概
   集 構造Ⅲ、pp.891-892、1995.8.
- 41) 豊島学、小澤潤治、山本俊彦、磯雅人: RC 柱・S
   造はりで構成される合成架構に関する研究(その3)
   ト型接合部の実験)、日本建築学会学術講演梗概集
   構造Ⅲ、pp.943-944、1995.8.
- 42) 野口聡、早川邦夫、細矢博、中江晃彦、河野政典:
   柱RC梁Sから成る構造物の部分架構実験(その7)、
   日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.905-906、
   1995.8.
- 43) 高見信嗣、増田安彦、吉岡研三:柱 RC・梁 S 混合 構造の合理的設計法に関する研究(その1) ―梁貫 通形式の接合部実験―、大林組技術研究所報 No.51、 pp.49-54、1995.
- 44) 楊柳、村田義行、藤本純一:柱RC梁Sからなる混
   合構造物の架構実験(その3 T字形架構実験)、日
   本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅱ、pp.1673-1674、
   1994.9.
- 45) 勝倉靖、成原弘之、飯島昭治、佐藤龍生:簡易な仕口による柱 RC 梁 S 複合構造の実験(その3 最上階柱梁接合部の実験)、日本建築学会学術講演梗概集構造II、pp.1847-1848、1993.9.
- 46) 磯雅人、小澤潤治、山本俊彦、豊島学: RC 柱・S 造はりで構成される合成架構に関する研究(その 4 T型・L型接合部の実験)、日本建築学会学術講演梗 概集 構造Ⅲ、pp.945-946、1995.8.
- 47) 中江晃彦、安倍勇、早川邦夫、細矢博、平野晋、舟 山勇司:柱 RC 梁 S から成る構造物の部分架構実験 (その 3)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅱ、 pp.1879-1880、1992.8.
- 48) 早川邦夫、細矢博、中江晃彦、河野政典、野口聡: 柱RC梁Sから成る構造物の部分架構実験(その6)、

日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、pp.903-904、 1995.8.

- 49) 富永博夫、村井義則、高瀬雄一、坂口昇、小川雄一 郎、友永久雄:鉄筋コンクリート柱と鉄骨梁で構成 される架構(RCSS 構法)の耐力及び変形性能(その1 構法の概要と実験計画)、日本建築学会学術講 演梗概集 構造II、pp.1427-1428、1986.8.
- 50) 塩崎裕也、堀信輔、荒金直樹、足立将人:柱RC梁 S混合構造架構の構造性能(その2 T字形接合部実 験の概要)、日本建築学会学術講演梗概集 構造Ⅲ、 pp.1111-1112、2009.8.