

# 柱RC造梁SRC造で構成される部分架構の実験

## その1 柱梁接合部のせん断耐力の評価

鈴木 英之\* 西原 寛\*

### Structural Experiment on Partial Frame Consisting of Steel-Encased Reinforced Concrete Beams and Reinforced Concrete Columns

Part 1 Shear strength estimate at beam-column joint

by Hideyuki SUZUKI and Hiroshi NISHIHARA

#### Abstract

Each member has its own structural performance criteria at the beam and the column. Thus it is rational to choose the structural form independently. Mixed construction consisting of SRC beams and RC columns was proposed in this study. Interior type and exterior type specimens were prepared. Based on the test results, the estimation method for shear strength at the beam-column joint was proposed by modifying the existing formula. In addition, a predominant flexural yielding could be formed at the SRC beam end, thus the good hysteretic characteristics were realized as a partial frame.

#### 要 旨

ラーメン架構を形成する柱と梁では要求される構造性能が異なる。よって、それぞれの要求に応じた構造形式を選択することは合理的である。本研究では RC 造柱と SRC 造の梁で構成される架構形式を提案した。そこで、十字形およびト字形の部分架構試験体を製作し、実験を行った。実験結果を基に、既往の設計式に若干の修正を加えることで、柱梁接合部のせん断耐力の算定方法を提案した。また、部分架構として、SRC 造梁の曲げ降伏を先行させることが可能であり、大変形時まで安定した履歴性能が得られることが確認された。

キーワード：混合構造／RC 造柱／SRC 造梁／柱梁接合部／せん断耐力／応力伝達

#### 1. はじめに

一般的なラーメン架構の建築物では、柱と梁は同じ構造形式とすることが多い。この場合、柱、梁部材と柱梁接合部の設計式は概ね確立されており、一般的な材料を使用している限り設計上の問題は無い。しかし、梁部材と柱部材では長期応力時あるいは短期応力時に作用する応力はそれぞれ異なり、要求される構造性能も異なる。それぞれに応じた構造形式を選択することが合理的である。

RC造の柱は、高強度コンクリートあるいは高強度鉄筋を使用することで部材の耐力を容易に大きくすることができる。よって、耐力を確保する上では

必ずしも柱をSRC造とする必要はない。施工の面では、柱に鉄骨が無ければプレキャスト化が容易となる。

一方、梁部材では要求される構造性能として、大変形時の復元力特性の他に、長期応力時あるいは使用限界耐力時のたわみやひび割れの低減が挙げられる。この場合、梁の性能を決定する大きな要因は剛性であり、これは断面形状と材料の弾性係数、および梁のスパン長から決定されるので、材料の高強度化だけでは対応できない。

つまり、柱はRC造に一元化し、使用する材料の強度を選択することで低層から高層まで対応させる

\* 技術研究所構造グループ

ことが可能であり、一方、梁に関してはその構造形式を建物の用途によってRC造、S造、SRC造から選択すればよいこととなる。

SRC 規準<sup>[1]</sup>では、一つの柱梁接合部に接続する柱と梁の各材端部における鉄骨部分と鉄筋コンクリート部分の曲げモーメントの分担比は、任意に選択できるとしている。その応力分担比が異なる場合はその応力の移行を十分に考慮する必要があるとしており、式(1)および式(2)のいずれかを満たすことで、安全性の検討を省略できるとしている。

$$0.4 \leq \frac{sCMA}{sBMA} \leq 2.5 \quad (1)$$

$$0.4 \leq \frac{rCMA}{rBMA} \quad (2)$$

ここで、 $sCMA$ ：柱の鉄骨部分の許容曲げモーメント、 $sBMA$ ：梁の鉄骨部分の許容曲げモーメント、 $rCMA$ ：柱の鉄筋コンクリート部分の許容曲げモーメント、 $rBMA$ ：梁の鉄筋コンクリート部分の許容曲げモーメントである。

特に式(1)によれば、一つの柱梁接合部に接続する梁および柱のうち、鉄骨の許容曲げモーメントが大きい方の40%以上の許容曲げモーメントを負担する鉄骨が、それと直交する部材に必要であることを示している。

この40%以上とすることの根拠となったのは、梁S造柱SRC造で構成されるト形試験体による実験<sup>[2]</sup>である。この場合、純鉄骨である梁端部が負担する曲げモーメントとせん断力の一部は、鉄骨パネルを通じて柱鉄骨へ伝達されるが、残りの応力は梁鉄骨フランジに作用する支圧応力によってこの機構によって柱のRC造部分に伝達される。この実験では

柱鉄骨が少ない場合にエネルギー消費能力が小さい履歴特性を示し、鉄骨フランジに接する柱材側面のコンクリートの圧壊が顕著であったと報告されている。

柱をRC造、梁をS造とする構法は、柱の鉄骨部分の許容曲げモーメント $sCMA$ が0であるため式(1)を満たしていない。しかし、各企業や研究機関等による柱梁接合部のディテールの開発によって、柱の鉄骨が無い場合でも、柱梁間の応力伝達が可能であるとしている。

本研究では柱をRC造、梁をSRC造とする架構形式を提案する。SRC造の梁部材が終局時に一般化累加強度を発揮する場合は、鉄骨は引張材として機能することが多い。その時、SRC断面としての負担曲げモーメント、およびせん断力は大きくなるが、鉄骨自身が負担する曲げモーメントおよびせん断力はそれほど大きくなる。その場合、柱梁接合部における鉄骨フランジによるこ作用が減少し、柱コンクリートの支圧破壊も軽減されると考えられる。

また、このような時に柱梁接合部を貫通する鉄骨ウェブがどのようにせん断抵抗に寄与するかを検討する必要がある。

本研究は柱がRC造、梁がSRC造で構成される部分架構において、構造形式の切り替え部である柱梁接合部の耐力、および応力の伝達機構を明らかにすることを目的とした。本実験では第一段階として、柱がRC造、梁がSRC造で構成される部分架構実験を行い、その柱梁接合部のせん断性状を調べた。

## 2. 実験

### 2.1 試験体

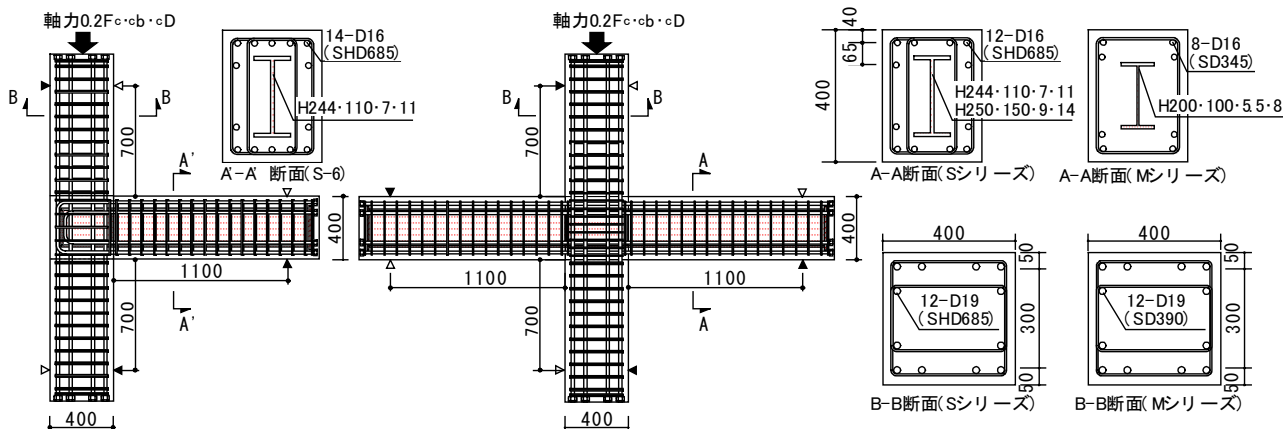


図1 試験体形状図

表 1 試験体一覧

試験体番号	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	M-1	M-2	
試験体形状	十字形					ト形	十字形	ト形	
想定破壊形式	接合部せん断破壊型					梁曲げ降伏先行型			
コンクリート強度(N/mm <sup>2</sup> )	27.9	27.8	27.8	28.0	28.3	28.1	28.7	28.9	
梁	断面	300x400mm							
	主筋	12-D16, SD685				14-D16, SD685		8-D16, SD345	
	肋筋	4-D6@80 p <sub>w</sub> =0.53%	2-D6@40 p <sub>w</sub> =0.53%	4-D6@80 p <sub>w</sub> =0.53%	4-D6@55 p <sub>w</sub> =0.78%	2-D6@80 p <sub>w</sub> =0.27%			
	鉄骨	H244・110・7・11	H250・150・9・14	H244・110・7・11		H200・100・5.5・8			
柱	断面	400x400mm							
	主筋	12-D19,SD685					12-D19,SD390		
	帯筋	4-K6(SHD785) @80 p <sub>w</sub> =0.4%							
	軸力比	η=0.2							
接合部	帯筋	2-D6@80 p <sub>w</sub> =0.2%					2-D6@50 p <sub>w</sub> =0.32%		
	特徴	中柱標準	接合部内鉄骨ウェブ厚12mm	鉄骨の曲げ耐力比が大	直交梁X形筋で補強鉄骨有	外柱	中柱	外柱	

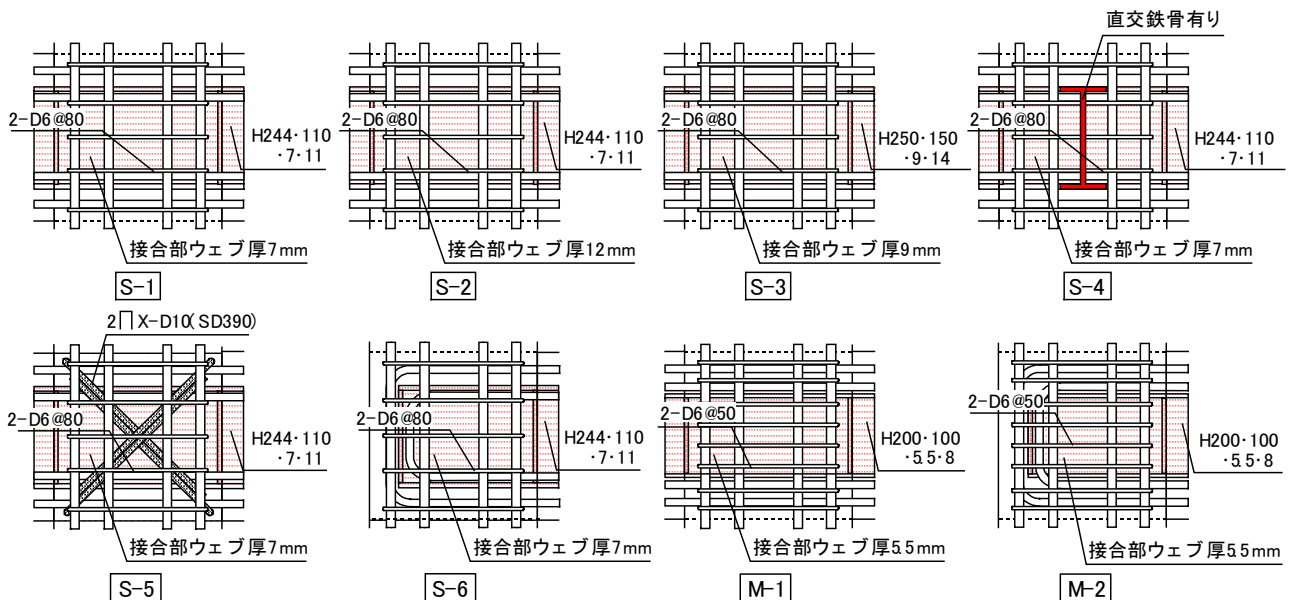


図 2 各試験体の柱梁接合部詳細図

図 1 に試験体の形状図, 表 1 に試験体の一覧を示す。試験体番号の「S」は柱梁接合部せん断破壊型, 「M」は梁の曲げ降伏先行型であり, 試験体数は 8 体とした。S シリーズは梁の曲げ降伏以前に柱梁接合部のせん断破壊を生じさせるために, 梁主筋に SD685 材を使用した。一方, M シリーズは梁の曲げ降伏を先行させるために, S シリーズより主筋量を減らし, 鉄骨断面も小さくした。M シリーズの梁は, SRC 断面に対する鉄骨の曲げ耐力比を約 40%とした。

各試験体の概要は以下の通りとした。

S-1 : 梁主筋を SHD685 とした, 接合部せん断破壊型の標準試験体。

S-2 : 接合部内の鉄骨ウェブの厚さを 7mm(標準試験体)→12mm とした。

S-3 : SRC 断面に対する鉄骨の曲げ耐力比を大きくした。フランジ幅 110(標準試験体)→150mm とした。

S-4 : 柱梁接合部に直交梁の鉄骨を設けた。

S-5 : Π形の鉄筋を接合部の対角に差込み, X 形の補強を施した。

S-6 : 接合部せん断破壊型のト字形試験体。

M-1 : 梁主筋を SD345 とした, 梁曲げ降伏先行型の標準試験体。

M-2 : 梁曲げ降伏先行型のト字形試験体。

使用したコンクリートの圧縮強度を表 1 中に, 鉄筋, 鉄骨の材料試験結果を表 2 に示す。

2.2 加力および計測

加力は柱頭、柱脚をピン支持し、梁に取り付けた油圧ジャッキで、左右の梁自由端位置の絶対変位が逆対称となるように制御し、表3に示す加力サイクルに従って正負交番繰返し載荷を行った。柱に与

えた軸力は、コンクリート設計基準強度( $F_c$ )を $27\text{N/mm}^2$ とし、全試験体とも $N=0.2\cdot b\cdot c\cdot D\cdot F_c$ となる一定軸力を載荷した。ここで、 $b$ 、 $c$ 、 $D$ はそれぞれ柱幅と柱せいである。

表2 鉄筋、鉄骨の材料試験結果

種類	材質	使用箇所	降伏強度 $\sigma_y$ ( $\text{N/mm}^2$ )	弾性係数 $sE$ ( $\text{kN/mm}^2$ )	引張耐力 $\sigma_t$ ( $\text{N/mm}^2$ )
D16	SD345	Mシリーズ 梁主筋	393	194	606
D16	SD685	Sシリーズ 梁主筋	732	196	965
D19	SD390	Mシリーズ 柱主筋	421	194	611
D19	SD685	Sシリーズ 柱主筋	711	196	921
D6	SD295A	肋筋、接合部帯筋	415*	180	540
K6	SD785	柱帯筋	875*	187	1005
D10	SD390	S-5接合部X筋	446	188	581
PL8	SS400	Mシリーズ 鉄骨	311	207	427
PL11	SS400	S-1,2,4,5,6鉄骨	310	213	465
PL12	SS400	S-2接合部ウエブ	243*	205	405
PL14	SS400	S-3鉄骨	301	211	474

\*は0.2%offset法により算出

3. 実験結果

表4に実験結果の一覧、写真1に40/1000rad.時のひび割れ状況、図3に全試験体のせん断力-層間変形角関係を示す。Sシリーズの試験体は鉄骨が曲げ降伏したが主筋は降伏せず、柱梁接合部がせん断破壊した。写真1によると、S-1~S-3、S-5、S-6は柱梁

表3 加力サイクル

R( $\times 10^{-3}$ rad.)	cycle	R( $\times 10^{-3}$ rad.)	cycle
2.5	$\pm 1$	30	$\pm 1(\pm 2)$
5	$\pm 1$	40	$\pm 1(\pm 2)$
10	$\pm 1(\pm 2)$	50	- ( $\pm 1$ )
20	$\pm 1(\pm 2)$	67	+1

( )内はMシリーズ

表4 実験結果一覧

試験体番号		S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	M-1	M-2
接合部せん断 ひび割れ	$Q_{jc}$ (kN)	163	152	141	125	136	113	152	111
	$R_{jc}(\times 10^{-3}$ rad.)	(3.4)	(3.0)	(2.3)	(2.7)	(2.5)	(3.9)	(4.4)	(6.9)
梁鉄骨降伏	$Q_{sy}$ (kN)	199	261	233	233	259	154	197	115
	$R_{sy}(\times 10^{-3}$ rad.)	(5.0)	(8.1)	(6.2)	(8.1)	(7.7)	(6.6)	(6.9)	(7.7)
梁主筋降伏	$Q_{my}$ (kN)	-	-	-	-	-	-	191	87
	$R_{my}(\times 10^{-3}$ rad.)	-	-	-	-	-	-	(6.5)	(4.6)
最大耐力	$Q_{max}$ (kN)	310	325	321	351	341	239	269	-150
	$R_{max}(\times 10^{-3}$ rad.)	(20.1)	(20.0)	(20.1)	(30.1)	(20.1)	(20.0)	(20.0)	(-40.0)
破壊形式		接合部 せん断 破壊	接合部 せん断 破壊	接合部 せん断 破壊	接合部 せん断 破壊	接合部 せん断 破壊	接合部 せん断 破壊	梁曲げ降伏 後の接合部 せん断破壊	梁曲げ 破壊

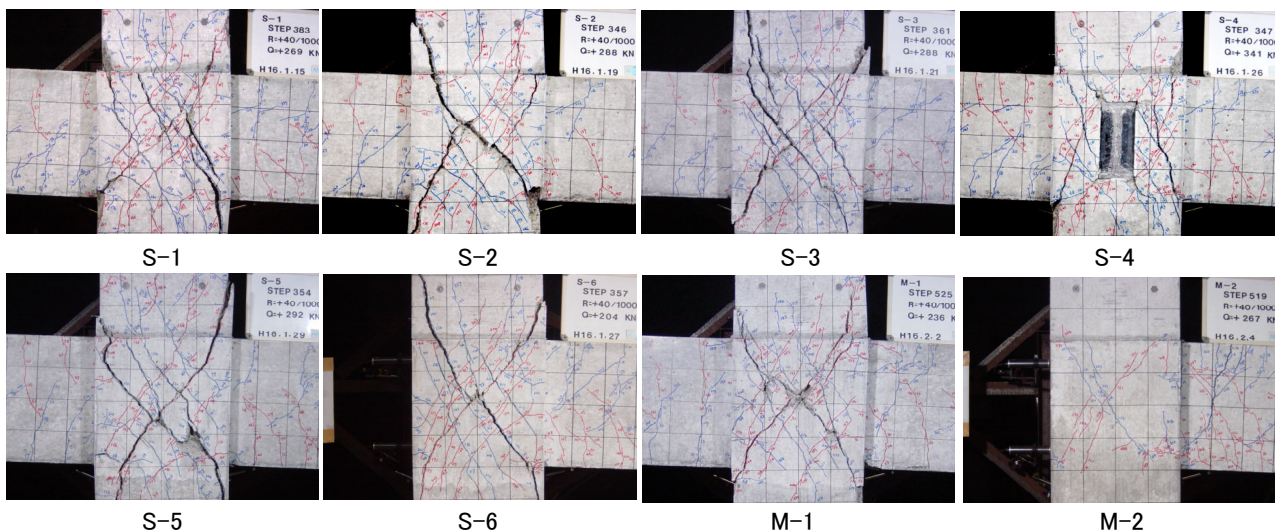


写真1 40/1000rad. 時のひび割れ状況

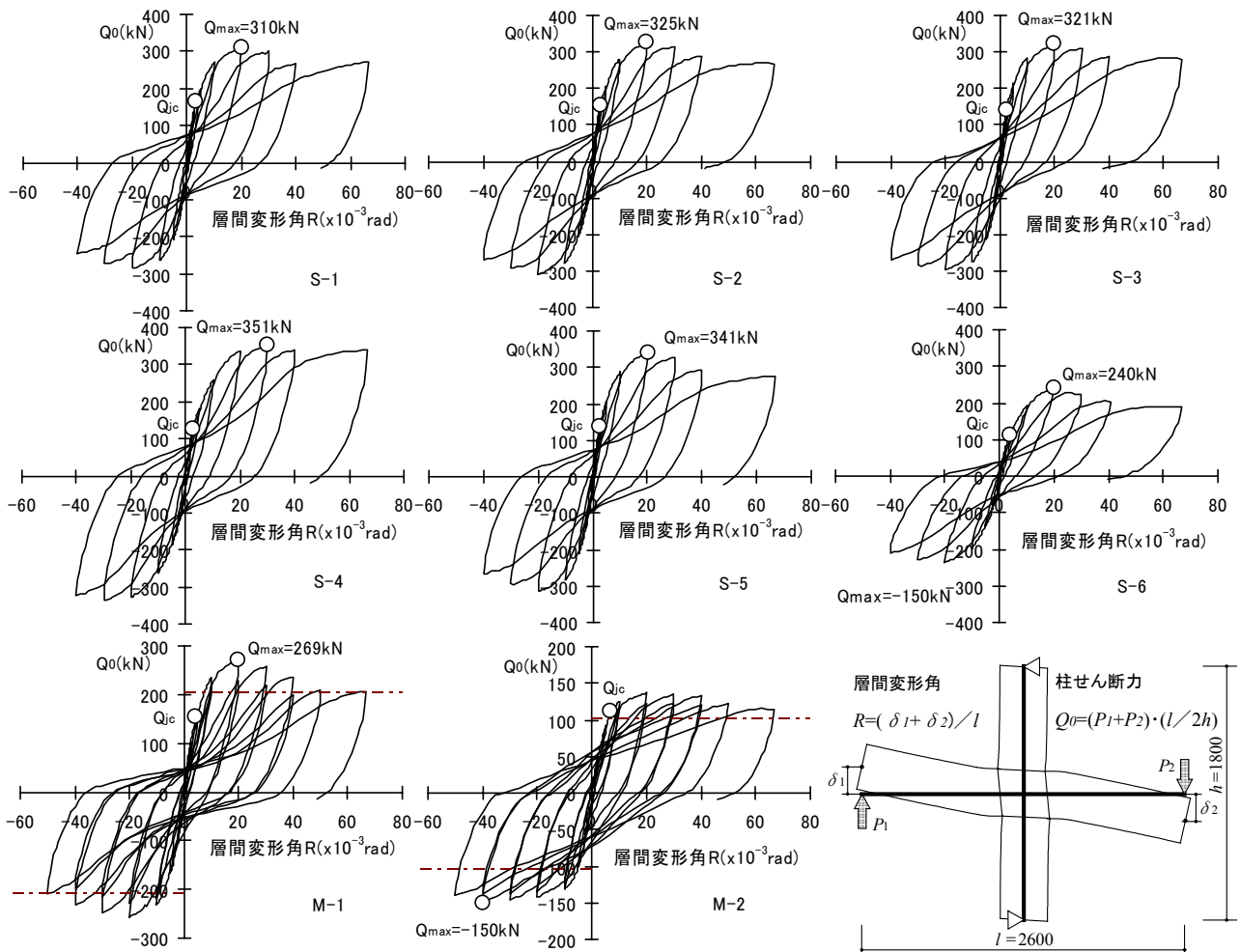


図3 せん断力－層間変形角関係

接合部の対角方向を結ぶ大きなひび割れが開きせん断破壊しているのに対し、直交梁鉄骨を有するS-4は斜めひび割れが鉄骨で分割されていた。

Mシリーズの試験体は、梁主筋、梁鉄骨の順に降伏し、十字形のM-1試験体は、その後接合部がせん断破壊した。ト字形試験体のM-2は最終加力まで接合部はせん断破壊せず、耐力低下も少なく曲げ破壊した。なお、いずれの試験体も柱梁接合部において梁鉄骨からの支圧によるコンクリートの圧壊は見られなかった。

S-2およびS-3は、標準試験体のS-1と比較して接合部のウェブ鋼板の体積がそれぞれ1.71倍、1.30倍であるが、最大耐力はそれぞれ、5%、3%上昇した。直交梁鉄骨を設けたS-4は最大耐力が13%大きくなり、最大耐力後の耐力低下が少なかった。文献[3]によると直交梁鉄骨が付くことによる耐力の上昇は $1.0/0.9=1.11$ 倍としており、本実験の結果と一致していた。X形筋で補強したS-5はS-1よりも耐力が10%上昇した。X形筋の全降伏耐力の余弦値を負担

せん断力とすると、耐力上昇分とほぼ一致した。

Mシリーズは梁主筋、および鉄骨の降伏が確認され、M-1は $30/1000\text{rad}$ 以降に接合部がせん断破壊し、M-2は最終加力までほとんど耐力低下せずに梁が曲げ破壊した。

## 4. 耐力の検討

### 4.1 接合部ひび割れ発生強度

接合部のせん断ひび割れの発生は部材の剛性に与える影響が大きい。そのため、SRC規準によれば、長期荷重時に接合部にせん断ひび割れを発生させないこととしている。式(3)に接合部せん断ひび割れ耐力の計算式を示す。

$$cQ_{jc} = \{cV \cdot 3c f_{sL} \cdot (1 + \beta)\} / m_B d \quad (\text{N}) \quad (3)$$

$$cV = c \cdot b \cdot m_B \cdot d \cdot c \cdot D \quad (\text{mm}^3) \quad (4)$$

$$f_{sL} = \text{MIN} \left\{ \frac{1}{30} F_c, 0.5 + \frac{1}{100} F_c \right\} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (5)$$

$$\beta = \frac{n \cdot J \cdot t_w \cdot 2/3 \cdot c \cdot D}{c \cdot b \cdot c \cdot D} = \frac{2 \cdot n \cdot J \cdot t_w}{3 \cdot c \cdot b} \quad (6)$$



ここで、 $V$ ：柱梁接合部コンクリート部分の体積 ( $\text{mm}^3$ )、 $f_{sl}$ ：コンクリートの許容せん断応力度 ( $\text{N/mm}^2$ )、 $\beta$ ：鉄骨ウェブによる効果を表す係数、 $m_B d$ ：梁の上下の主筋重心間距離 ( $\text{mm}$ )、 $n$ ：ヤング係数比、 $t_w$  柱梁接合部の鉄骨ウェブの厚さ ( $\text{mm}$ )である。

SRC規準<sup>1)</sup>では、柱梁接合部内の鉄骨ウェブのうち、せん断耐力に有効な柱せい方向の長さを柱鉄骨のフランジ重心間距離としているが、本実験では柱鉄骨が無い。そこで、柱梁接合部の鉄骨には図4bに示すような三角形分布の支圧応力が作用するとし、その支圧応力の重心間距離として  $2/3 \cdot D$  とした。

一方、接合部に作用する水平せん断力  $Q$  は式(7)

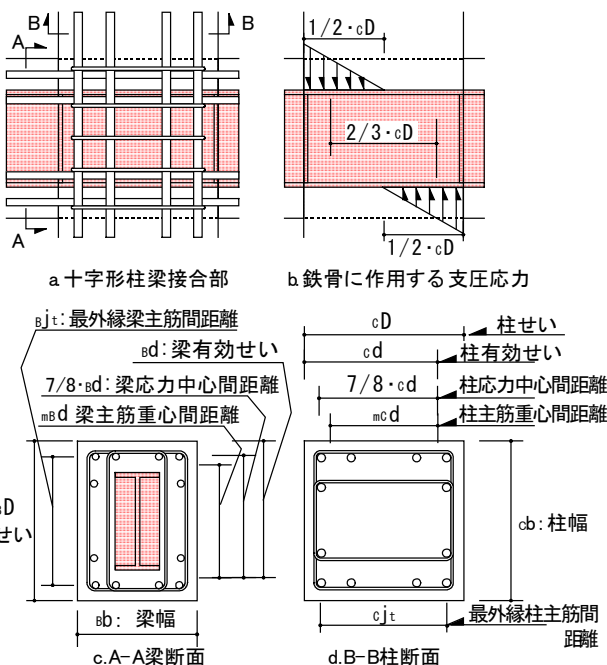


図4 柱、梁断面および柱梁接合部の寸法

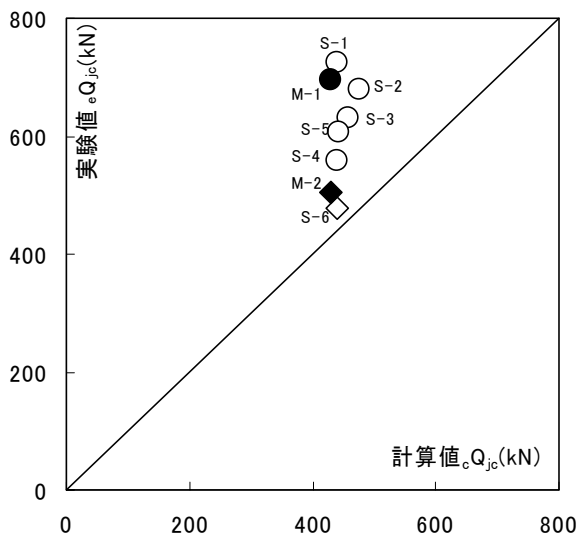


図5 接合部せん断ひび割れ耐力

から算出する。

$${}_J Q = ({}_B M_1 + {}_B M_2) \cdot \frac{h'}{h} / m_B d \quad (\text{N}) \quad (7)$$

ここで、 ${}_B M_{1,2}$ ：梁材端部の曲げモーメント ( $\text{N} \cdot \text{mm}$ )、 $h'$ ：柱内法寸法 ( $\text{mm}$ )、 $h$ ：階高 ( $\text{mm}$ )である。

図5に柱梁接合部に発生したせん断ひび割れ耐力の実験値と計算値の比較を示す。接合部せん断ひび割れ荷重の実験値は目視で判断しているため、バラツキは大きい。各要因による傾向は見られなかった。また、式(3)による計算値はいずれの実験値も安全側に評価していた。

### 4.2 柱梁接合部のせん断力負担割合

本実験の試験体では、柱梁接合部のせん断抵抗要素として帯筋、鉄骨ウェブ、コンクリート、X形補強筋が考えられる。このうち、帯筋、鉄骨ウェブ、X形補強筋の負担せん断力はそれぞれの鉄筋および鉄骨に貼付したひずみゲージより応力度を求め、式(8)~(10)で算出される。

$${}_w Q = {}_w n \cdot {}_w a \cdot {}_w \sigma \quad (\text{N}) \quad (8)$$

$${}_s Q = \alpha \cdot {}_w \tau \cdot {}_J t_w \cdot \frac{2}{3} c D \quad (\text{N}) \quad (9)$$

$${}_x Q = {}_x n \cdot {}_x a \cdot {}_x \sigma \cdot \cos \theta \quad (\text{N}) \quad (10)$$

ここで、 ${}_w n$ ：柱梁接合部内の帯筋の組数、 ${}_w a$ ：同帯筋の一組の断面積 ( $\text{mm}^2$ )、 ${}_w \sigma$ ：同帯筋の応力度 ( $\text{N/mm}^2$ )、 $\alpha$ ：枠効果による鉄骨ウェブせん断耐力の増加率、 ${}_w \tau$ ：鉄骨ウェブのせん断応力度 ( $\text{N/mm}^2$ )、 ${}_x n$ ：柱梁接合部内のX形補強筋の組数、 ${}_x a$ ：同補強筋一組の断面積 ( $\text{mm}^2$ )、 ${}_x \sigma$ ：同補強筋の応力度 ( $\text{N/mm}^2$ )、 $\theta$ ：同補強筋が梁材軸となす角度である。

${}_w \sigma$ 、 ${}_w \tau$ 、 ${}_x \sigma$  は鉄筋および鉄骨のひずみから算出される。SRC規準では鉄骨ウェブは柱鉄骨および梁鉄骨で四方を拘束されているため式(9)の  $\alpha$  を1.2としている。本実験では、柱梁接合部の柱側に鉄骨が無いため、拘束による耐力の増加を見込めないとし  $\alpha = 1.0$  とする。 ${}_J Q$  から  ${}_w Q$ 、 ${}_s Q$ 、 ${}_x Q$  を引いた値がコンクリートが負担するせん断力  ${}_c Q$  である。 ${}_c Q$  は式(11)から算出される。

$${}_c Q = {}_J F_s \cdot {}_J \delta \cdot \frac{b + {}_B b}{2} \cdot d_e \quad (\text{N}) \quad (11)$$

$${}_J F_s = \text{MIN} \left\{ 0.12 F_c, 1.8 + \frac{3.6 F_c}{100} \right\} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (12)$$

$${}_J \delta = \begin{cases} 2 & \text{ト字形} \\ 3 & \text{十字形} \end{cases} \quad (13)$$

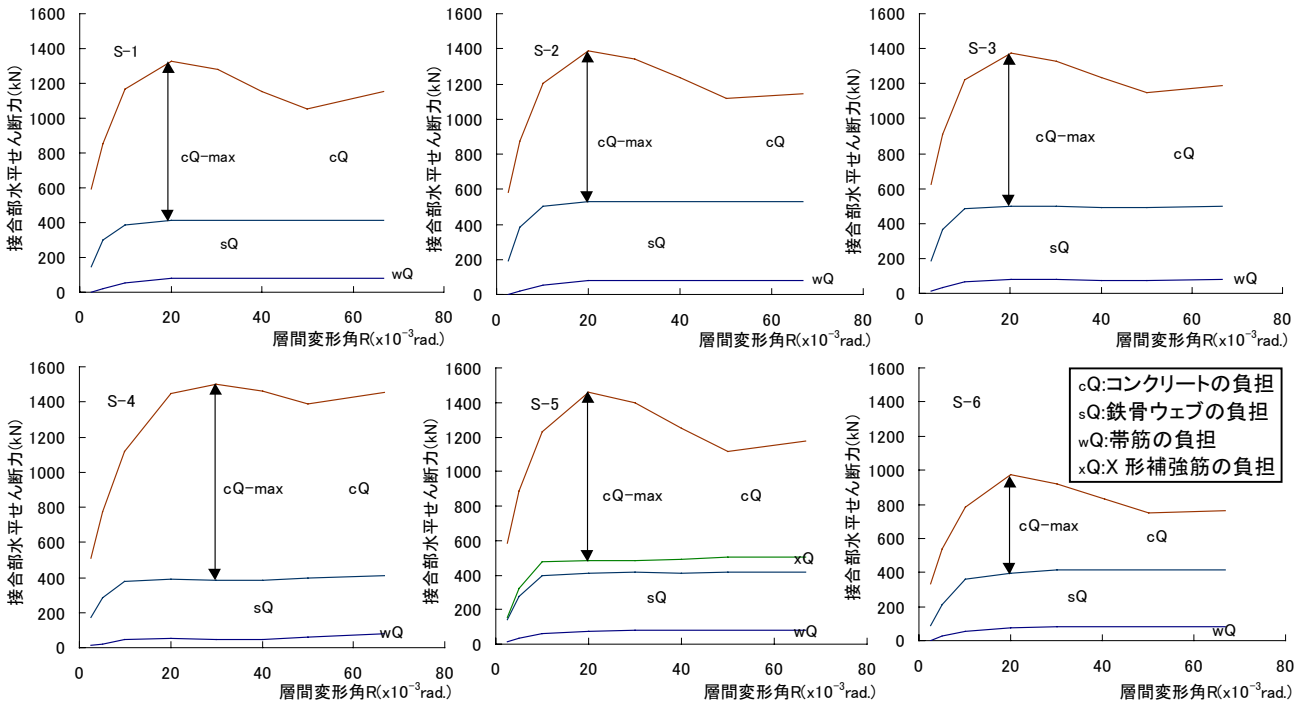


図6 柱梁接合部の各部分が負担するせん断力

ここで、 $f_c$ :コンクリートのせん断強度(N/mm<sup>2</sup>)， $\delta$ ：柱梁接合部の形状による係数， $b$ ：梁幅(mm)， $d_e$ ：せん断耐力に有効な柱せい(mm)である。

図6にSシリーズ試験体について、柱梁接合部の各部分が負担する水平せん断力の推移を示す。いずれもコンクリートが負担するせん断力( $Q$ )がもっとも大きく、その値がピークとなったときに柱梁接合部が最大耐力を迎えている。鉄骨ウェブ、帯筋、およびX形補強筋が負担するせん断力は、それぞれが降伏強度に達した後、ほぼ一定のせん断力を負担していることがわかる。直交梁鉄骨を設けたS-4は他と比較してコンクリートが負担するせん断力の低下が少なかった。

### 4.3 柱梁接合部のせん断終局耐力

柱梁接合部の耐力を算出する際に、せん断耐力に有効な面積を定義する事は、その耐力を評価する上で重要である。図4c,dに示したように、部材せい方向の寸法の採り方で柱梁接合部の耐力は大きく変化する。RC靱性保証指針<sup>4)</sup>では、柱梁接合部のせん断耐力に有効な柱せいを柱の全せい( $cD$ )としている。一方、SRC規準<sup>1)</sup>では主筋の重心間距離( $mcD$ )としており、その差は大きい。図7に、図6中の $cQ_{max}$ と式(11)から逆算した $d_e$ の値を示す。ここで、S-4は前述の通り直交梁鉄骨による耐力上昇の効果が1.11倍あるとし、 $cQ$ を1/1.11倍した。これによると $d_e$ の平均

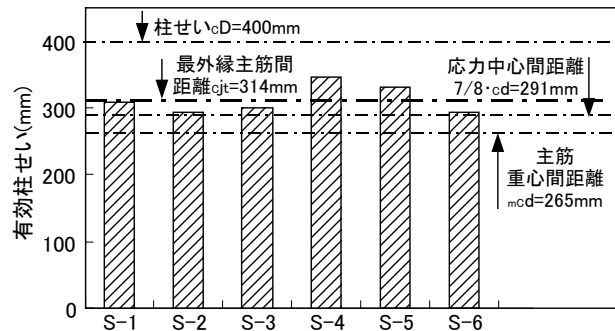


図7 接合部せん断終局耐力に有効な柱せい

値は312mmであり、最外縁の主筋間距離である $j_t$ (=314mm)が最も近い値となる。よって、本構法における柱梁接合部のせん断耐力を算出する際の有効な柱せいは $j_t$ とする。式(14)に接合部せん断終局耐力式を示す。

$$cQ_{jsu} = cV_e \cdot (\eta \cdot j F_s \cdot j \delta + w p \cdot w \sigma_y) / m_B d + \frac{\alpha_s V_s \sigma_y}{\sqrt{3} \cdot s_B d} \quad (N) \quad (14)$$

$$cV_e = \frac{c b + b_B b}{2} m_B d \cdot c j_t \quad (mm^3) \quad (15)$$

$$sV_s = j t_w \cdot s_B d \cdot \frac{2}{3} c D \quad (mm^3) \quad (16)$$

ここで、 $cV_e$ ：コンクリートの有効体積(mm<sup>3</sup>)， $\eta$ ：直交梁鉄骨による効果を表す係数で、ある場合は1.11無い場合は1.0， $w p$ ：帯筋比， $w \sigma_y$ ：帯筋の材料強度(N/mm<sup>2</sup>)， $sV_s$ ：鉄骨ウェブの有効体積， $s \sigma_y$ ：

鉄骨の材料強度,  $s_b d$ : フランジ重心間距離(mm),  $j_i$ : 柱の最外縁主筋中心間距離(mm)である。

#### 4.4 梁の曲げ終局耐力

本実験では、梁部材は通常のSRC造であり、M-1およびM-2試験体は梁の曲げ降伏が先行するように計画された。梁の曲げ終局耐力はSRC規準式より式(17)から算出される。

$$M_{U=src} = Z_p \cdot s \cdot \sigma_y + \frac{s_w}{8} \cdot s \cdot \sigma_y \cdot m_B d + \left( \frac{3}{4} m a_t + \frac{1}{4} m a_c \right) \cdot m \cdot \sigma_y \cdot m_B d \quad (\text{N}\cdot\text{mm}) \quad (17)$$

ここで、 $Z_p$ : 鉄骨の塑性断面係数(mm<sup>3</sup>),  $s_w$ : 鉄骨ウェブの断面積(mm<sup>2</sup>),  $m a_t$ ,  $m a_c$ : 引張主筋, 圧縮主筋の断面積(mm<sup>2</sup>),  $m \sigma_y$ : 主筋の材料強度(N/mm<sup>2</sup>)である。

図8に式(14)から得られる柱梁接合部せん断終局耐力、および式(17)から得られる梁の曲げ終局耐力と実験時の最大耐力の比較を示す。ここで、各耐力は柱に作用する層せん断力に換算した。

これによると、図中白抜ききのSシリーズは式(14)から算出される柱梁接合部せん断終局耐力と実験値が良く一致していることがわかる。また、図中黒塗りの曲げ降伏が先行したMシリーズの試験体は、式(17)から算出される曲げ終局耐力計算値を大きく上回っていた。M-1は計算上は十分なせん断余裕率を有していたが、曲げ降伏後の耐力上昇が大きかったため、大変形時に柱梁接合部がせん断破壊したものと考えられる。

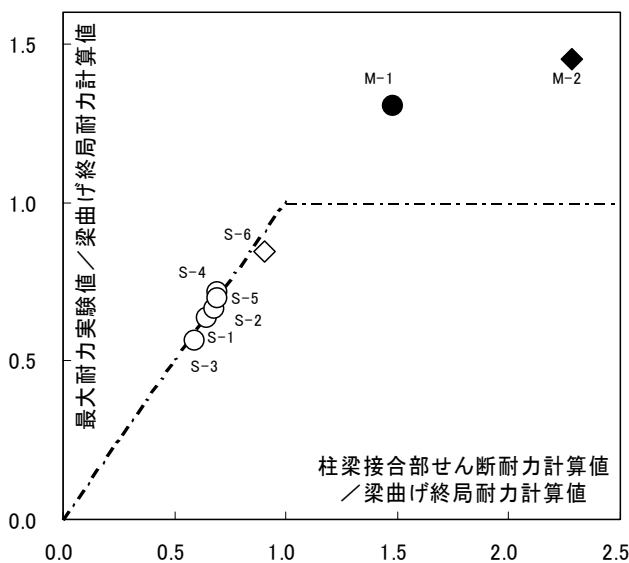


図8 終局耐力の実験値と計算値の比較

#### 5. まとめ

柱RC造梁SRC造で構成される部分架構実験を行い、実験結果より以下に示す知見が得られた。

- 1) 柱梁接合部に直交梁鉄骨を設けること、およびX形の補強筋を設けることは、せん断終局耐力の上昇に寄与した。
- 2) 鉄骨ウェブを大きくすることによって柱梁接合部の終局耐力が上昇した。せん断ひび割れ耐力と鉄骨面積の関係は不明瞭であった。
- 3) 梁の材端部に降伏ヒンジが形成され、大変形時まで耐力低下の無い履歴性状が得られた。
- 4) 柱梁接合部のせん断ひび割れ耐力、およびせん断終局耐力は、SRC規準に示されている各式を準用し、せん断耐力に有効な面積を定義することで、算出することができた。

#### 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－許容応力度設計と保有水平耐力、2001.1
- [2] 西村泰志, 植岡豊博, 南宏一, 若林実：はりS柱SRCで構成されるト字形骨組の柱はり接合部の応力伝達機構, 構造工学論文集, Vol.32B, 1986.3, pp.135-146
- [3] 飯塚信一・鳥谷利夫・内田和弘他：ハイブリッド構造に関する日米共同構造実験研究(RCS-44) 柱RC・梁S接合部のデータベース(その9: 接合部せん断耐力式の提案) C-1, 1998.9, pp.1301-1302
- [4] 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説, 1999.8