ふさぎ板を有する柱 RC・梁 S 造柱梁内部接合部の応力伝達

213-086　中植　信哉

1.　序

本研究は，鉄骨（以下，S という）梁が鉄筋コンクリート（以下，RC という）柱を貫通し，直交梁及びふさぎ板を有する内部柱梁接合部において，直交梁及びふさぎ板が接合部の応力伝達に及ぼす影響を実験的に検討するものである。

2.　実験計画

図 1 に対象とする接合部ディテールを示す。接合部は直交梁を有し，接合部コンクリートは薄い鋼板（ふさぎ板）で覆われている。

図 2 に実験変数を示す。直交梁及びふさぎ板が接合部の応力伝達に及ぼす影響を検討するために，計 3 体の試験体が計画された。標準となる No.1 試験体に対して，No.2 試験体は，S 梁及び直交梁のフランジの上下面にスリット（高さ 25 mm）が設けられており，S 主梁幅内の内部パネルとそれより外側の外部パネルとの間のねじりによる応力伝達[1)]に及ぼす直交梁及びふさぎ板の影響を明らかにする。一方，No.3 試験体は，直交梁の幅の領域を除いた内部パネルと外部パネルとの間にのみスリット（厚さ 5 mm）が設けられており，ふさぎ板の取り付く直交梁が，S 梁の回転に伴って直接外部パネルに応力を伝達する効果を調べる。

図 3 に試験体の形状寸法，断面及び配筋詳細を示す。

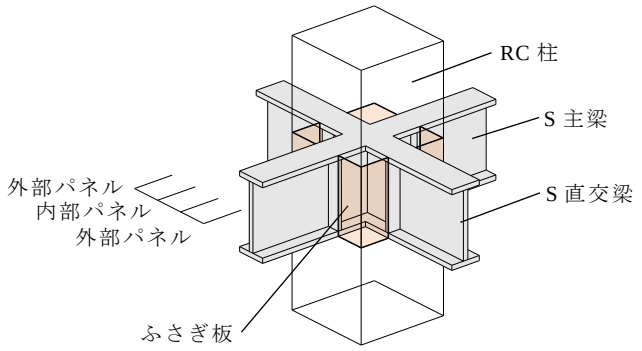

図 1　対象とする接合部ディテール

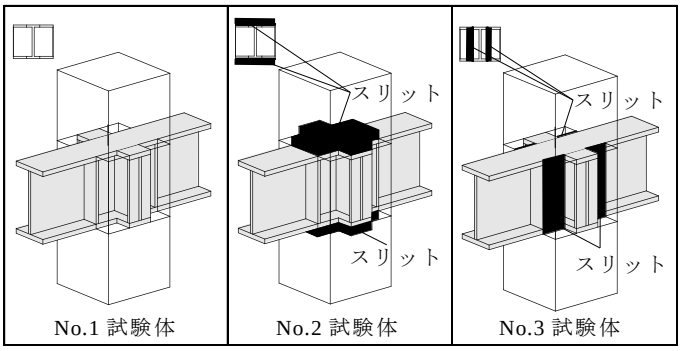

図 2　実験変数

いずれの試験体も形状寸法，RC 柱の配筋及び S 梁のディテールは同じであり，S 梁断面の公称寸法は BH-250×100×9×16（SM490A），RC 柱の断面は 300×300 mm である。RC 柱の主筋は，隅角部に D16（SD295A）を 3 本ずつ，計 12 本配置されている。ふさぎ板は PL2.3（SS400）である。なお，接合部のせん断破壊が先行しないように，鉄骨ウェブパネルに PL16（SM490A）が用いられている。表 1 に使用材料の力学的特性を示す。

実験は，図 3 に示すように，RC 柱両端をピン支点とし，S 梁両端に正負 2 回漸増繰返し載荷を行うものである。なお，RC 柱に軸力は負荷されていない。

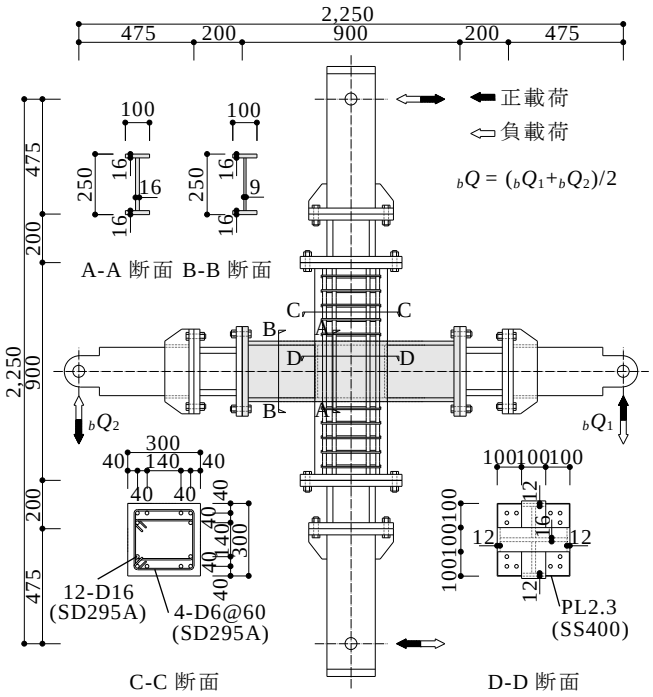

図 3　試験体詳細

表 1　使用材料の力学的特性

材料	N/mm²	ヤング係数 E_s	降伏強度 σ_y	引張強さ σ_u
ふさぎ板	PL2.3 (SS400)	2.14×10^5	394	469
梁ウェブ	PL9 (SM490A)	2.16×10^5	387	542
梁フランジ	PL16 (SM490A)	2.10×10^5	375	531
支圧板	PL12 (SM490A)	2.141×10^5	346	518
主筋	D16 (SD295A)	1.87×10^5	340	490
帯筋	D6 (SD295A)	1.77×10^5	354	493
材料	N/mm²	ヤング係数 E_c	圧縮強度 σ_B	割裂強度 F_t
コンクリート		2.13×10^5	28.7	2.11

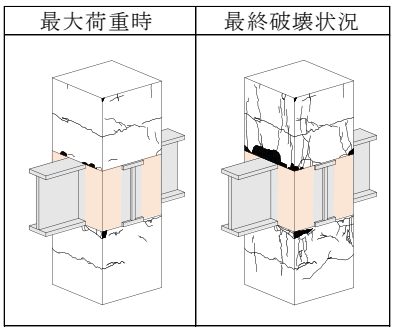

図 4　ひび割れ性状（No.1 試験体）

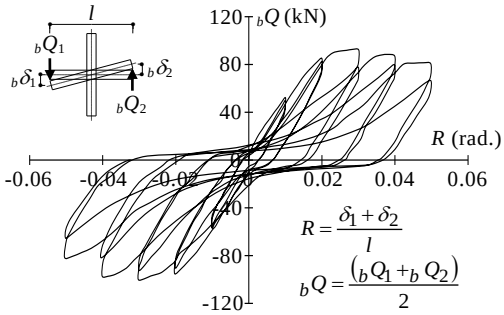

図 5　履歴曲線（No.1 試験体）

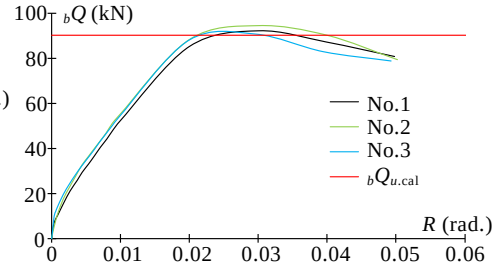

図 6　履歴曲線の包絡線（正載荷時）

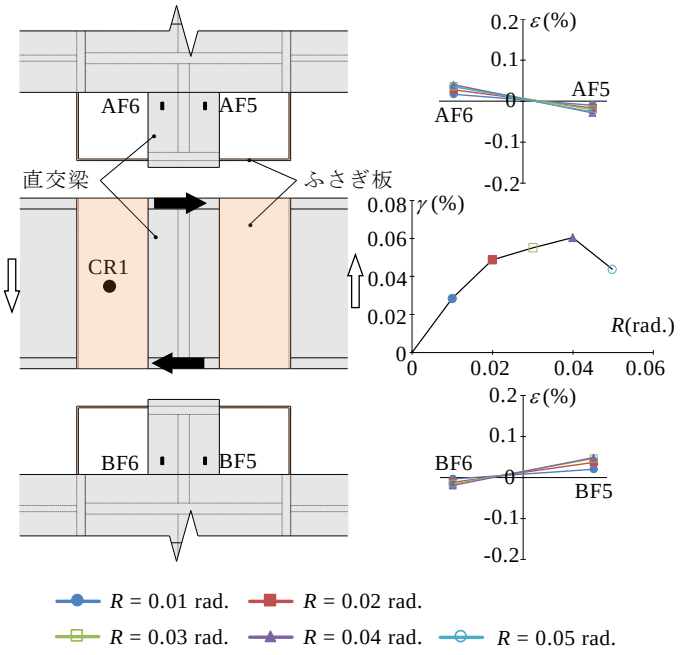

図 7　直交フランジ及びふさぎ板のひずみ性状（No.1 試験体）

3.　実験結果及びその考察

図 4 に No.1 試験体のひび割れ性状を示す。各試験体とも，最大荷重時において，RC 部材の曲げひび割れが進展したが，最終破壊状況ではそれらの進展に加え，S 梁の回転に伴う RC 柱部材接合端のコンクリートの圧壊が顕著になった。

図 5 に No.1 試験体の履歴曲線，及び，図 6 に各試験体における正載荷時の履歴曲線の包絡線を示す。縦軸は S 梁両端に負荷された荷重の平均値 ${}_bQ$，横軸は部材変位角 R である。各試験体とも，R = 0.03 rad. で最大荷重に達した後，すべりを伴うエネルギー吸収能力の小さい逆 S 字形の履歴曲線に移行する性状を示し，荷重−変形関係に大きな相違は見られない。図中の赤線は，RC 柱の曲げ強度の略算値 ${}_bQ_{u.\mathrm{cal}}$ を示したものである。各試験体の実験値と計算値との対応が良いこと，及び，RC 部材接合端位置の主筋に貼付したひずみゲージより引張鉄筋の降伏が確認されたことから，各試験体とも，引張鉄筋の降伏による RC 柱の曲げ破壊によって最大荷重が決定されたと考えられる。

図 7 は，正載荷時における直交フランジの軸ひずみ度分布，及び，ふさぎ板のせん断ひずみ度分布を示したものである。直交フランジの軸ひずみ度分布の縦軸は軸ひずみ度，横軸はゲージ貼付位置を示す。また，ふさぎ板のせん断ひずみ度分布の縦軸はロゼットゲージ（CR1）より得られたせん断ひずみ度γ，横軸は部材変位角 R である。いずれの試験体も，ほぼ同様のひずみ性状が得られたことから，No.1 試験体の結果を代表して示す。直交フランジの軸ひずみ度分布より，直交梁は，直交フランジに伝達される面内せん断力によってねじりが生じていることがわかる。これは，S 主梁に伴う直交梁の回転が，ふさぎ板に囲まれたコンクリートによって拘束されるためである。また，この直交梁のねじり作用に伴って，ふさぎ板は直接せん断抵抗すると推察される。これらのことから，接合部に直交梁が取り付く場合，内部パネルから外部パネルへの応力伝達は，内部パネルと外部パネルとの間のねじり作用によってなされる [1] が，加えて，ふさぎ板が取り付く場合，内部パネルの応力は，S 主梁の回転に伴う直交梁のねじり抵抗によって外部パネルに伝達され，ふさぎ板は直接せん断抵抗すると考えられる。しかしながら，ふさぎ板がせん断抵抗するためには，鉛直方向のせん断力がふさぎ板に入力される必要がある。この要素として，外部パネルに形成されるコンクリート圧縮束とふさぎ板内面との境界に作用する摩擦力等がその役割を担うとも考えられるが，今後，それらについて詳細に検討する必要がある。

4.　結語

本研究の結果，直交梁とふさぎ板を有する柱 RC・梁 S 造柱梁接合部の場合，内部パネルから外部パネルへの応力伝達は，接合部 S 主梁の回転及びふさぎ板で拘束されたコンクリートによる直交梁のねじり抵抗によってなされ，ふさぎ板は直接せん断抵抗することが示唆された。今後，ふさぎ板が直接的にせん断抵抗するための条件について，詳細に検討する必要がある。

参考文献

1)　西村泰志，堀江耕平:直交梁を有する柱 RC・梁 S とする梁貫通形式内部柱梁接合部の耐力評価に関する研究，日本建築学会構造系論文・第 76 巻・第 666 号，pp.1523-1531，2011.8

（馬場研究室）