

ふさぎ板を有する柱 RC・梁 S 造内部柱梁接合部の外部パネルのせん断終局耐力 (その 2) 外部パネルのせん断終局耐力

213-130 正林 拓也

1. 序

本報は、前報(その 1)に引き続き、柱を鉄筋コンクリート(以下、RC という)造、梁を鉄骨(以下、S という)造とする梁貫通形式内部柱梁接合部を対象としたデータベースを作成し、既往のせん断終局耐力式及び本実験結果に基づいて、S 梁フランジ幅外の外部パネルのせん断終局耐力の検討を行う。

2. 接合部ディテール及びデータベースの適用範囲

図 1 に対象とする柱梁接合部のディテールを示す。対象とする接合部は、直交梁及びふさぎ板、支圧板を有する最も基本的なディテールである。ただし、支圧板については、これを設けずに直交梁とふさぎ板のみで構成されるディテールを含む。

上述の接合部ディテールを対象とした既往の研究に関するデータベースを作成した結果、計 38 体のデータを得た。図 2 にデータベースの主な適用範囲を示す。縦軸は試験体数である。横軸は(a) 接合部コンクリートの圧縮強度 σ_b 、(b) 接合部の破壊モード、(c) RC 柱の幅 b に対する S 梁の幅 b の比、(d) S 梁のせい D に対する RC 柱のせい d の比及び (e) b に対するふさぎ板の厚さ t_s の比(ふさぎ板の幅厚比)の各適用範囲を示す。接合部の破壊モードは、内部パネルの破壊モード(支圧破壊及びせん断破壊)によって区分している。なお、これらは、論文に記載されている破壊モードを示

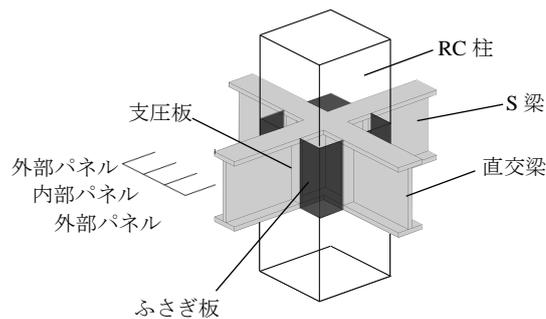


図 1 対象とする接合部ディテール

している。破壊モードが支圧破壊の実験データはわずか 3 体であり、実験データはほぼせん断破壊として報告されている。ふさぎ板は、ほぼ PL2.3, 3.2 及び 4.5 の鋼板が用いられ、鋼種はほぼ SS400 で占められる。また、柱及び梁の材軸が偏芯している実験データはここでは対象外としている。

3. 既往の外部パネルのせん断終局耐力式

西村らが提案するふさぎ板の代わりに帯筋が配置された接合部ディテールを対象とする終局耐力式(以下、西村式という)において、外部パネルのせん断終局耐力 ${}_oM_u$ は、内部パネルから外部パネル(以下、内-外間という)への応力伝達によって決定される耐力 ${}_oM_T$ 、直交梁のねじり耐力 ${}_oM_{Tr}$ 及び外部パネルに形成されるコンクリート圧縮束による耐力 ${}_oM_a$ のうち、最も小さい耐力で決定され、(1)式のように表現される。

$${}_oM_u = \min \{ {}_oM_T, {}_oM_{Tr}, {}_oM_a \} \quad (1)$$

しかしながら、前報(その 1)の実験的検討の結果、直交梁のねじり耐力は内-外間応力伝達機構による耐力に寄与する、すなわち、西村式における ${}_oM_T$ と ${}_oM_{Tr}$ は累加された耐力を発揮することが推察された。一方、2017 年度の日本建築学会大会のパネルディスカッション²⁾において、近年の本構造形式に広く利用されるようになった 60N 級のコンクリート強度への対応を考慮するとともに、実験データベースに基づいた解析結果より、内-外間応力伝達機構による耐力は直交梁断面のねじり耐力を累加できるとして、(1)式を(2)式のように修正した修正西村式が提案された。

$${}_oM_u = \min \{ {}_oM_T + {}_oM_{Tr}, {}_oM_a \} \quad (2)$$

さらに、文献 2) では、接合部内に配置される帯筋の代わりにふさぎ板を用いた場合の接合部ディテールの ${}_oM_T$ に関する評価において、(3)式に示す修正式が同時に提案された。

$${}_oM_T = 2 \cdot \tau_{sc} \cdot \frac{{}_sD^2 \cdot ({}_cD - {}_sD)}{6} + 3.22 \cdot \frac{2 \cdot f_t s}{c b} \cdot {}_{sf} \sigma_y \cdot \frac{c b}{c D} \cdot \frac{{}_sD^2 \cdot ({}_cD - {}_sD)}{6} + {}_oM_{Tr} \quad (3)$$

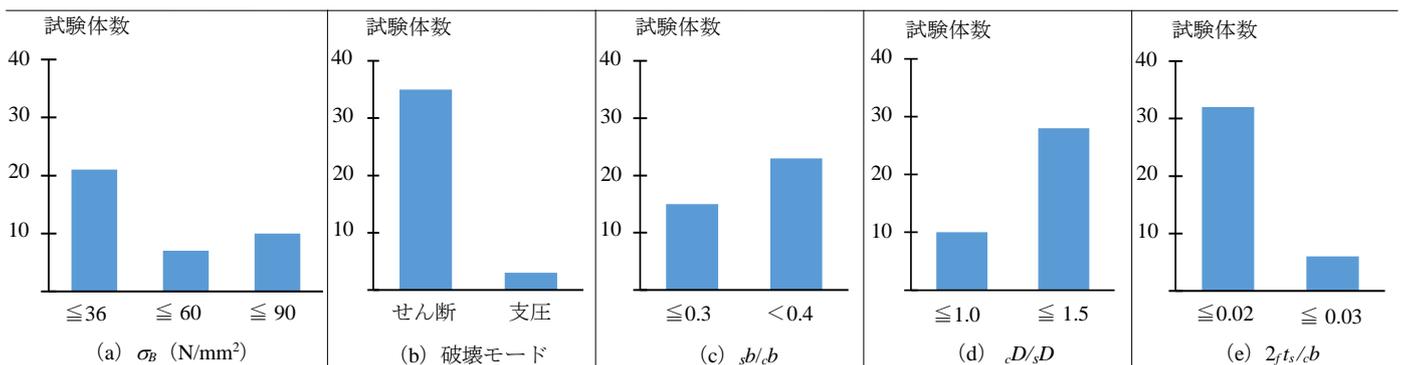


図 2 データベースの適用範囲

[記号] τ_{sc} : コンクリートねじり方向のせん断強度で $0.5\sqrt{\sigma_c}$, $f_s \sigma_f$: ふさぎ板の引張降伏強度

修正西村式は、西村式による(3)式第二項の帯筋比をふさぎ板の幅厚比 ($2f_t s / cb$) に置き換えている。この第二項は、帯筋あるいはふさぎ板によるせん断摩擦として耐力を向上させる効果を表現しているが、本実験結果に基づいて、ふさぎ板によるせん断摩擦の効果は、ふさぎ板の主応力度によって決定されると仮定する。この場合、前報(その1)で実施された内-外間のねじり抵抗が除去された N-BrT 試験体の結果は、接合部側面側のふさぎ板がせん断降伏に至り、ふさぎ板の主応力度方向が 45 度に近い値を示した。この結果に基づき、ふさぎ板の主応力度方向を 45 度と仮定すれば、(3)式第二項における ($f_s \sigma_f$) を ($f_s \sigma_f / \sqrt{3}$) として ${}_o M_T$ を評価する必要があると考えられる。ここでは、これを修正西村式(2)と称す。

また、ふさぎ板を有する接合部の場合、文献2)では、データベースによる解析結果に基づき、ふさぎ板のせん断耐力 ${}_o M_{sf}$ としてふさぎ板全水平断面の 0.5 倍が外部パネルに形成されるコンクリート圧縮束による耐力 ${}_o M_a$ に寄与するとして、 ${}_o M_a$ を ${}_o M_{ar}$ として(4)式のように評価している。

$${}_o M_{ar} = {}_o M_a + {}_o M_{sf} \quad (4)$$

4. 外部パネルのせん断終局耐力式の評価

ここでは、作成されたデータベースに対して、西村式による内部パネルの終局耐力 ${}_i M_u$ を算出し、実験データから差し引くことによって外部パネルのせん断終局耐力 ${}_o M_u$ を求めた。なお、図 2(b) より内部パネルの破壊モードは、せん断破壊を示した試験体が多いことから、せん断破壊として報告されている 35 体のデータを対象とし、内部パネルの終局耐力は西村式のせん断終局耐力 ${}_i M_S$ によって算出する。

図 3 に実験値と計算値の比較を示す。縦軸は実験値 $exp Q$ 、横軸は $cal Q$ であり、 ${}_o M_u$ を柱せん断力に置換した値である。なお、図 3(b) の修正西村式(2)は、前述のふさぎ板によるせん断摩擦として耐力を向上させる効果を(3)式第二項における ($f_s \sigma_f$) を ($f_s \sigma_f / \sqrt{3}$) として評価した結果を示している。また、図中に示す各値は、AV: 平均値、ST: 標準偏差及び CV: 変動係数である。 ${}_o M_u$ の評価は、いずれの修正式においても計算値が実験値を過大評価しており、ばらつきも非常に大きくなる結果を示した。既往の研究³⁾によれば、ふさぎ板を有する接合部では、内部パネルの支圧破壊は卓越せず、せん断破壊に支配されることが示されているが、西村式による ${}_i M_u$ は、データベースのほぼ全実験データが支圧終局耐力 ${}_i M_B$ によって決定された。したがって、ふさぎ板を有する接合部であっても、 ${}_i M_u$ は ${}_i M_B$ によって決定される可能性があるかと推察される。

このような観点から、図 4 は、西村式による ${}_i M_u = \min. \{ {}_i M_B,$

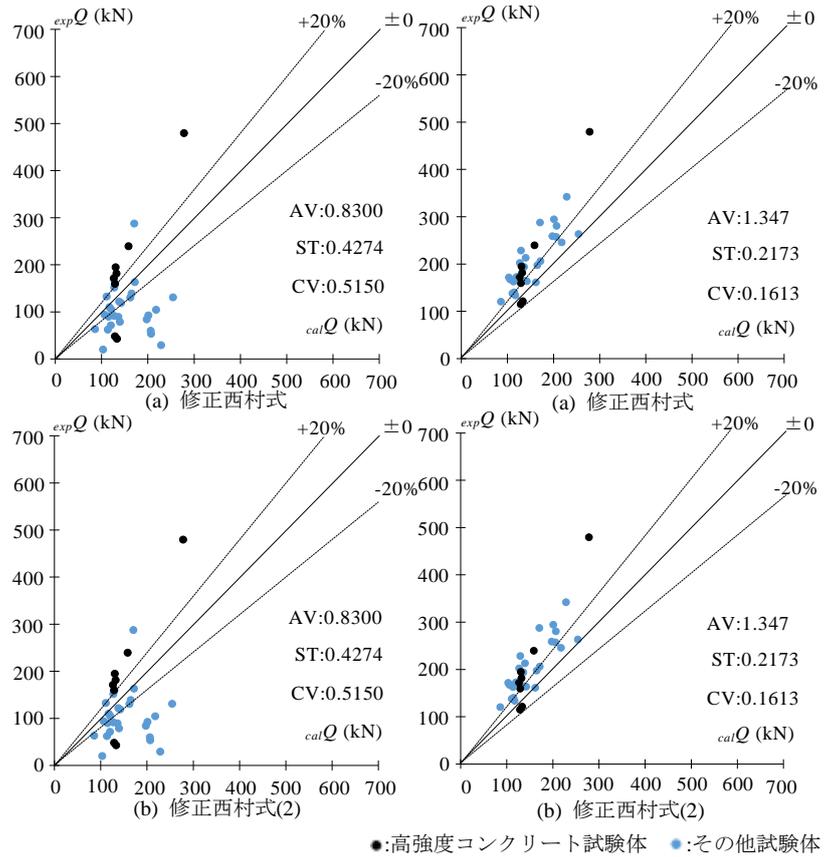


図 3 実験値と計算値の比較

図 4 実験値と計算値の比較

${}_i M_S$ } によって算出された ${}_o M_u$ に関する実験値と計算値の比較を示す。両修正式による結果に相違は見られず、ばらつきは認められるものの、総じて計算値は実験値を安全側に評価している。両式による結果に相違が見られない要因は、データベースの全実験データについて、 ${}_o M_u$ が ${}_o M_{ar}$ に支配されたことによる。本実験結果より、直交梁に支圧板が設けられる場合、外部パネルのせん断終局耐力に寄与するふさぎ板の効果は小さくなり、接合部せん断面側のふさぎ板に生じるせん断ひずみ度はせん断降伏ひずみ度の半分程度であったことから、(4)式の妥当性が示唆されるが、内-外間応力伝達に基づく接合部せん断面側におけるふさぎ板のせん断耐力の定量的な評価方法について、今後詳細に検討する必要がある。

5. 結語

本研究の結果、ふさぎ板を有する内部柱梁接合部の外部パネルのせん断終局耐力は、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のせん断抵抗によって決定される耐力に支配されることが示された。

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集, 第 76 巻, 第 666 号, pp.1523-1531, 2011.8.
- 2) 日本建築学会: 柱 RC 梁 S 混合構造設計指針(案)の作成に向けて, 日本建築学会大会(中国)パネルディスカッション資料
- 3) 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, 日本建築学会大会構造系論文報告集, 第 428 号, pp.69-78, 1991.10