

鋼コンクリート直交接合部における孔あき鋼板ジベルの力学性状

213-096 中森 璃子

1. 序

本研究は、鉄骨（以下、S という）部材が鉄筋コンクリート（以下、RC という）部材に直交する接合部に着目し、S 部材が引張力を受ける場合の孔あき鋼板ジベル（以下、PBL という）の機械的ずれ止め効果について実験を行い、その性能を頭付きスタッド（以下、スタッドという）と比較検討する。

2. 実験計画

図 1 及び図 2 に試験体詳細及び機械的ずれ止めの配置位置、表 1 に実験変数を示す。試験体はト形部分骨組であり、計 9 体の試験体が計画された。各試験体とも、S 部材の埋込み長さは 375 mm、断面の公称寸法は□-150×150×9 (STKR400) である。RC 部材の断面は 350×500 mm、主筋は上端に 4-D16 及び下端に 2-D16 (SD295A)、横補強筋は 2-D6@45 (SD295A、横補強筋比 $p_w = 0.4\%$) が配置されている。実験変数は、機械的ずれ止めの種類をスタッド及び PBL とする。機械的ずれ止めが配置されていない No.1 試験体を標準として、スタッドが配置される試験体の実験変数については、スタッドの呼び名 s_d に対する高さ s_h の比を $s_h/s_d = 4$ ($s_h = 52.5$ mm) 及び 6 ($s_h = 80$ mm)、スタッドの配置を垂直及び並列配置とする各 2 種類が設定されている。なお、スタッド径は 13φ (SS400 級) である。一方、PBL の実験変数についても、垂直及び並列配置の 2 種類が設定されている。PBL の孔径は 35 mm、円孔のピッチ及びゲージ長は、図 2 に示すように、スタッドと同じである。なお、No.8 試験体のみ、円孔に D10 (SD295A) の挿入筋が配置されている。なお、PBL の孔径は、スタッド 1 本あたりのせん断耐力と同等のコンクリート二面せん断耐力を発揮されるように決定されている。また、PBL の上端部に発泡材を配置し、鋼板の上面とコンクリートとの間の支圧応力が除去されている。表 2 に使用材料の力学的特性を示す。

実験は、荷重フレームを RC 部材の上面に設置した自己釣

合い型とし、PC 鋼棒を介して S 部材に漸増引張力を負荷する。ただし、No.6 試験体のみ、単調引張力を与える。

3. 実験結果及びその考察

3.1 機械的ずれ止めのせん断抵抗力-拔出し量関係

図 3 は、各試験体の履歴曲線の包絡線から No.1 試験体の

表 1 実験変数

試験体 No.	スタッド径 s_d (孔径 p D) (mm)	スタッド高さ s_h (板厚 p t) (mm)	配置位置	横補強筋比 p_w (%)	荷重方法	
No.1				0.2	漸増 単調 漸増	
No.2	13	52.5	垂直	0.4		
No.3		80				並列
No.4		52.5	垂直			
No.5		80				並列
No.6	(35)	(9)	垂直			
No.7						並列
No.8 ¹⁾			垂直			
No.9						並列

1) No.8 試験体は挿入筋あり

表 2 材料の力学特性

材料	N/mm ²	ヤング係数 E_s	降伏強度 σ_y	引張強さ σ_u
角形鋼管	PL9 ¹⁾ (STKR400)	2.19×10^5	440	472
	PL9 ²⁾ (STKR400)	1.99×10^5	390	435
主筋	D16 (SD295A)	1.87×10^5	340	490
横補強筋	D6 (SD295A)	1.73×10^5	371	495
挿入筋	D10 (SD295A)	1.71×10^5	323	475
頭付きスタッド ³⁾	13φ (SS400 級)	-	363	466
材料	N/mm ²	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	No.1	2.11×10^4	33.7	2.43
	No.2~No.9	2.2×10^4	29.5	2.48

1) No.1~5 試験体, 2) No.6~9 試験体, 3) ミルシートのデータを使用

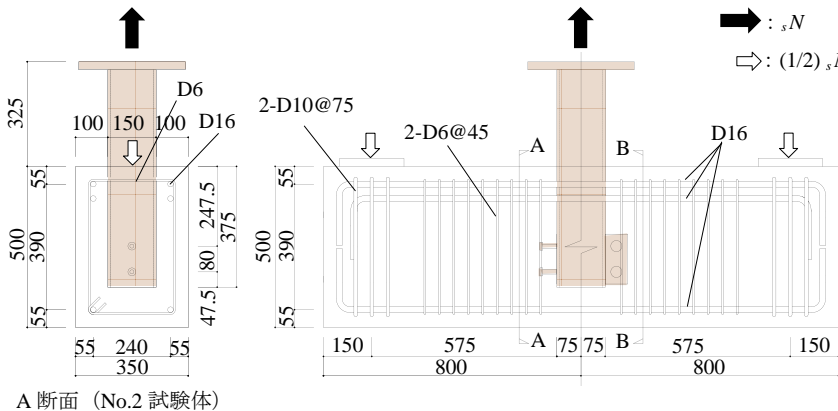


図 1 試験体詳細 (No.2 及び No.6 試験体)

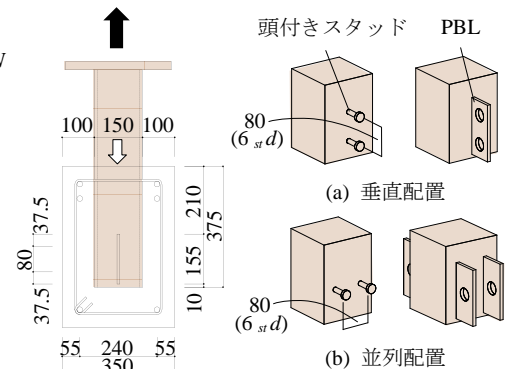


図 2 機械的ずれ止めの配置位置

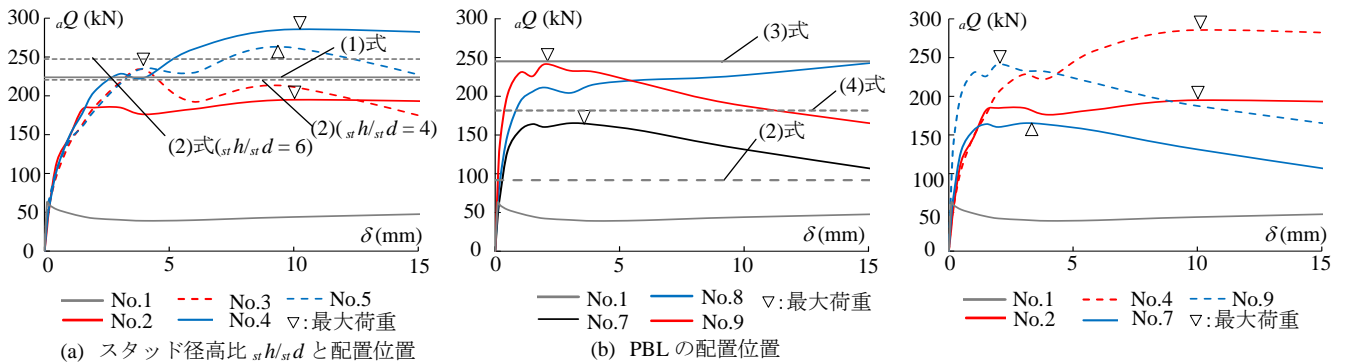


図4 機械的ずれ止めのせん断抵抗力-拔出し量関係

包絡線を差し引いて求められた機械的ずれ止めのせん断抵抗力と拔出し量の関係を示したものである。縦軸は S 部材埋込み部とコンクリート間に作用する付着の影響（以下、単に付着作用という）が除去された機械的ずれ止めの負担せん断力 aQ 、横軸は RC 部材の下端筋位置に対する S 部材の相対すべり量 δ であり、 $\delta = 15 \text{ mm}$ までの結果を示す。また、図中に、既往のスタッド^{1),2)} 及び PBL^{3),4)} のせん断耐力式による計算結果をあわせて示す。

(a) 頭付きスタッド

RC 部材上面からスタッドまでの距離が同程度の場合、並列配置の方が垂直配置よりもせん断耐力が大きくなる結果を示したが、スタッド径高比の相違がスタッドのせん断耐力に及ぼす影響は見られなかった。垂直配置の場合、(1)及び(2)式とも、その計算値は実験値を概ね評価できている。一方、 $st/h_{st}d = 4$ における並列配置の場合の実験値は、計算値を大きく上回っている。

(b) PBL

PBL を並列配置とした場合、垂直配置の場合と比較して最大荷重は大きくなっている。垂直配置の場合については、(4)式による計算値によって付着作用が除去された実験値を概ね評価している。一方、並列配置の場合の実験値は、(3)式による計算値との対応が良い。また、挿入筋がない場合は、変形の小さい段階で最大荷重に達し、その後緩やかに荷重が低下しているが、挿入筋が配置される場合、挿入筋がない場合の最大荷重点近傍で剛性は大きく低下するものの、その後、荷重は大変形にわたって増加する。

(c) 頭付きスタッドと PBL の比較

機械的ずれ止めの配置位置にかかわらず、PBL は $\delta = 2 \sim 3 \text{ mm}$ 付近、スタッドは $\delta = 10 \text{ mm}$ 付近で最大荷重を發揮している。垂直配置の場合、PBL の最大荷重と PBL の最大荷重發揮時におけるスタッドの荷重に大きな相違は見られない。一方、並列配置の場合、PBL の最大荷重發揮時におけるスタッドの荷重は 0.75 倍程度であり、機械的ずれ止めが並列される場合、拔出し量が小さい範囲では、PBL の方がせん断抵抗に対して有利であるといえる。

3.2 PBL のせん断抵抗力の構成

図 5 は、No.7 試験体から No.1 試験体の包絡線を差し引い

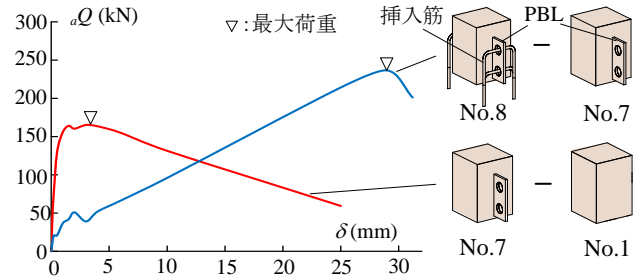


図5 PBL のせん断耐力の構成

て求められた PBL のせん断抵抗力と、No.8 試験体から No.7 試験体の包絡線を差し引いて求められた挿入筋のせん断抵抗力を示したものである。円孔に充填されたコンクリートは変形初期から抵抗し、おおよそ 3.0 mm で最大のせん断抵抗力を發揮する。一方、挿入筋は、コンクリートのせん断抵抗力が減少し始めると同時に抵抗し始め、最大のせん断抵抗力を發揮したのは、おおよそ 30 mm の大変形時である。図 5 によって求められた最大荷重値の PBL の孔 1 つあたりの平均二面せん断力は、垂直配置の場合が $0.82\sigma_B$ 、並列配置の場合が $1.10\sigma_B$ となる。ここに、 σ_B はコンクリートの圧縮強度である。

4. 結語

本研究の結果、以下のことが得られた。

- 1) スタッド及び PBL とも、垂直配置より並列配置とした方が、せん断耐力は大きくなる。
- 2) 既往の提案式は、垂直配置されたスタッド、及び、PBL において、付着作用が除去された実験値を概ね評価できる。
- 3) S 部材の引張力に対する PBL の孔 1 つあたりのコンクリートの平均二面せん断力は、垂直配置の場合が $0.82\sigma_B$ 、並列配置が $1.10\sigma_B$ となる。

参考文献

1) 日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説，第 2 版，2010.11
 2) 土木学会：複合構造標準示方書[共通編]，pp.60-69，2009
 3) Leonhardt, F et al：Neues, vorteilhaftes Verbundmittl für Stahlverbund-Tragwerkemithoher Dauerfestigkeit, beton-und Stahlbeton, pp.325-331, 1987.12
 4) 西村泰志，又吉大輔，齋藤啓一，青山直樹：孔あき鋼板ジベルによる柱 RC 梁 S とする柱梁接合部の支圧破壊性状の改善，日本建築学会構造系論文集 第 665 号，pp.1727-1736，2010.9