

(57) 並列配置したバーリングシアコネクタおよび 孔あき鋼板ジベルの押抜き試験

田中 照久¹・山下 慎太郎²・堺 純一³

¹ 正会員 福岡大学助教 工学部建築学科 (〒 814-0180 福岡市城南区七隈八丁目 19 番 1 号)
E-mail:sttanaka@fukuoka-u.ac.jp

² 正会員 福岡大学大学院 工学研究科建設工学 (〒 814-0180 福岡市城南区七隈八丁目 19 番 1 号)
E-mail:td164020@cis.fukuoka-u.ac.jp

³ 正会員 福岡大学教授 工学部建築学科 (〒 814-0180 福岡市城南区七隈八丁目 19 番 1 号)
E-mail:sakaij@fukuoka-u.ac.jp

本研究は、鉄骨系部材とコンクリート系部材が直列または直交に接合される混合構造において、機械的ずれ止めを 2 列平行に配置 (並列配置) することを想定した鋼材とコンクリートの接合部設計法に関するものである。本論は、バーリングシアコネクタおよび孔あき鋼板ジベルの 2 種類のずれ止めを対象に行った押抜きせん断実験の概要について述べ、バーリング加工の有無、配置方法 (単列・並列)、並列間隔、並列配置におけるバーリングの突出方向 (外側・内側)、コンクリートブロックの縁辺からずれ止め鋼板の板厚中心までの距離 (側面かぶり厚さ) および貫通鉄筋 (ずれ止め鋼板の孔に配置した鉄筋) の有無のそれぞれの因子によるずれ止め特性への影響を把握し、ずれ止めの配置方法について検討した。

Key Words : *Shear connector, Push-out test, Slip behavior, Failure mode, Maximum strength*

ずれ止め, 押抜き試験, ずれ挙動, 破壊性状, 最大耐力

1. はじめに

近年、鋼・コンクリート合成構造は、部材の高強度化や接合部の多種多様化に伴い、鋼材とコンクリートを接合する際に用いる機械的ずれ止めの設計法の見直しや従来に比べて高性能なずれ止めの開発が求められている¹⁾²⁾。

このような現状を受けて、筆者らは、図-1 に示すように、孔あき鋼板ジベル³⁾の鋼板孔にフランジを設けた新しい形式の“バーリングシアコネクタ”と称するずれ止めを開発した⁴⁾。フランジによる支圧抵抗でずれ剛性およびせん断耐力を大幅に増大するのが特徴である。フランジは、塑性加工のバーリングプレスによって容易に製作できるため、生産性に優れ、かつ、高い品質も確保できる。また、鋼部材への取り付けは、孔あき鋼板ジベルと同様に隅肉溶接でよいので、比較的容易である。バーリングシアコネクタに関するこれまでの研究は、押抜き試験の基礎研究^{例えば 4)}ならびに合成梁を対象とした応用

研究^{例えば 5)}を行い、十分なずれ止め効果があることを実証してきた。押抜き試験では、鋼板 1 枚あたりに加工されるバーリングのフランジ高さ、個数・加工間隔および鉄筋による拘束効果などの影響を明らかにするとともに、単列に配置されたバーリングシアコネクタとコンクリートとの間の応力伝達機構を明らかにし、せん断耐力評価式を提案した。

一方で、バーリングシアコネクタは、2014 年度に F 工場建築、2015 年度に M 学校建築に実用化され、鋼部材と鉄筋コンクリート (RC) 部材の接合部における設計と施工の合理化を実現した⁶⁾。また、

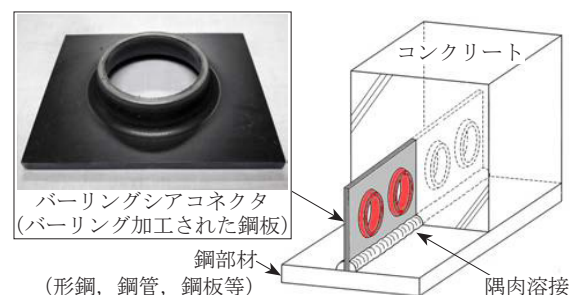


図-1 バーリングシアコネクタ

2016年度はNビル建築, 2017年度はY病院建築に, それぞれ鉄骨梁と鉄筋コンクリート床スラブとの接合の一部に使用された。

そこで, 本研究は, バーリングシアコネクタの使用拡大を目指し, 図-2のように, バーリングシアコネクタを2列平行に配置(以下, 並列配置)した鋼材とコンクリートのずれ止め接合設計法を検討するための基礎資料を得ることを目的とする。また, 併せて, 孔あき鋼板ジベルの設計法を構築する上で必要となる情報を収集する。本論では, ずれ止めの押抜きせん断実験の概要とその結果を報告するとともに, ずれ止めの並列配置方法について言及する。

2. 実験計画

本研究は, 鉄骨系部材とコンクリート系部材が直列または直交に接合される混合構造を対象に, 主に以下の内容についての実験的検証を行うこととし, 実大接合部を部分的に取り出した試験体の押抜きせん断実験を計画する。

- ・バーリングシアコネクタは, 鋼板の片面にフランジが形成されるため, 並列配置する際の間隔や突出するフランジの位置関係がずれ止め特性に及ぼす影響を検討する。
- ・土木学会の複合構造標準示方書⁷⁾では, 孔あき鋼板ジベルを2枚以上並列に配置する間隔は, 「合成桁の実績では, ジベル鋼板高さの3倍以上が適切である」とある。また, ジベル鋼板の縁端から力の伝達方向と直角方向のコンクリートの外面までの距離(以下, 側面かぶり厚さ)については, 「十分な大きさとする必要がある」との記載のみであ

り, 詳細な検討は行われていない。これらの規定を建築構造にそのまま適用することは困難なため, 適切な並列間隔と側面かぶり厚さを検討する。

- ・並列配置したバーリングシアコネクタおよび孔あき鋼板ジベルの孔内に配置された鉄筋(以下, 貫通鉄筋)がずれ止め特性に与える効果を把握する。

(1) 試験体の概要

押抜き試験体の概要を図-2に示す。押抜き試験体は, 鉄骨系部材を想定した母材鋼板の両面に取り付けたずれ止めを介してRC部材(以下, コンクリートブロック)が接合される構成である。

母材鋼板(SS400)は, 厚さ16mm, 幅400mmを用い, ずれ止めが最大せん断耐力を発揮するまでに降伏しない断面とした。また, コンクリートと触れる母材鋼板の両面には, 付着力を除去するためにグリースを塗布している。

ずれ止めの形状・寸法を図-3に示す。ずれ止めは, バーリング加工を施した鋼板のTypeB(以下, バーリングシアコネクタ)に加え, 比較考察のために孔をあけた鋼板TypeP(以下, 孔あき鋼板ジベル)も準備し, それぞれを母材鋼板の両面に全周隅肉溶接(隅肉サイズ $S=6\text{mm}$)で衝立状に取り付けている。本研究で対象とするずれ止めの形状・寸法は, いずれも文献4)の研究成果より1種に限定する。バーリングシアコネクタは, 板厚 t を6(6.16)mm, バーリング径 d_p を50(49.3) ϕ mm, フランジ高さ h_f を15(15.8)mmとする。孔あき鋼板ジベルは, 板厚 t を12(12.1)mm, 孔径 d を50(49.7) ϕ mmとする。なお, 括弧内の数値は実測値である。ずれ止め使用する鋼板の種類はSS400材で, 鋼板のサイズは長手(加力)方向200mm, 短手(高さ)方向100mm

※例としてずれ止めは, バーリングシアコネクタ(並列間隔200mm/バーリング外向き)を示す。

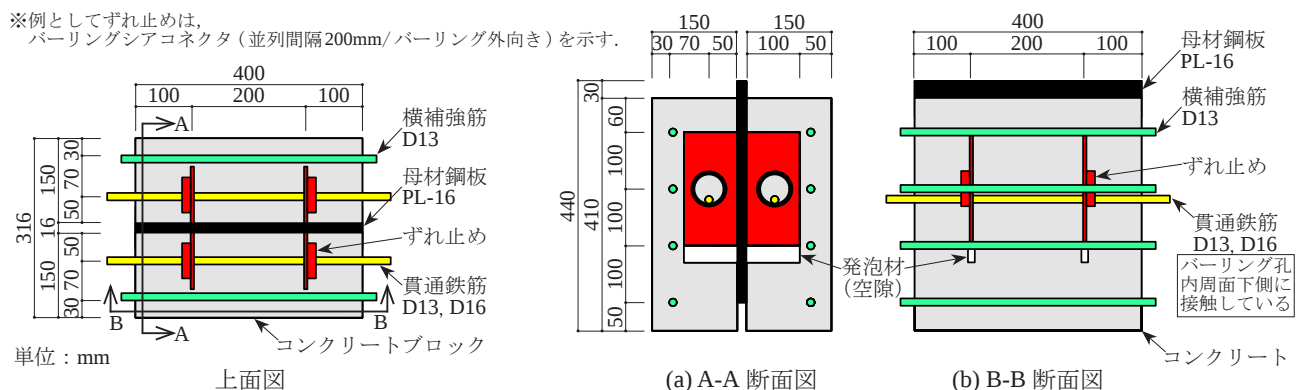


図-2 押抜き試験体の形状・寸法

表-1 鋼材の機械的性質

使用材料	降伏点 σ_y (N/mm ²)	引張強さ σ_u (N/mm ²)	ヤング係数 E_s (N/mm ²)
バーリング鋼板 PL-6 (SS400)	300	463	2.04×10^5
孔あき鋼板 PL-12 (SS400)	289	463	2.13×10^5
母材鋼板 PL-16 (SS400)	304	451	2.05×10^5
異形鋼棒 D13 (SD295A)	341	477	2.03×10^5
異形鋼棒 D16 (SD295A)	333	474	2.02×10^5

とし、鋼板の表面は黒皮の状態である。この種のずれ止めは、鋼板長手方向にバーリングまたは孔が複数加工されたものを使用する場合も考えられるが、本研究におけるバーリングおよび孔の加工数はそれぞれ鋼板中央部に1つ加工したものとする。ずれ止め鋼板の孔に配置する貫通鉄筋は、異形棒鋼(SD295A) D13およびD16の2種類とする。ずれ止め鋼板の下端部には発泡材(空隙)を設けており、コンクリートとの接触による支圧力を受けない。

コンクリートブロックの断面寸法は、厚さ150mm、幅400mmである。コンクリートの厚さ150mmは、ずれ止めの高さ100mmとその外側に配置される鉄筋の最小かぶり厚さを考慮して設定した。コンクリートの幅400mmは、母材鋼板と同じとした。コンクリートの種類は普通コンクリート(呼び強度21N/mm²)を対象とし、粗骨材の最大寸法は20mmを使用する。鉄筋は、RC部材のせん断補強筋を考慮して異形棒鋼D13(SD295A)とし、ずれ止め鋼板の長手方向に対して直交のみに鉄筋(以下、横補強筋)を配置した。横補強筋の間隔は100mmとし、ずれ止め鋼板の中心位置を基準に上下に振り分けて配筋した。コンクリートの打設方向は、実構造物の施工に合わせ、上方向から打ち込んでいく。

試験体に用いた鋼材の機械的性質を表-1、コンクリートの材料特性を表-2に示す。

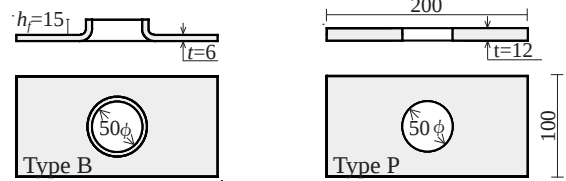
(2) 実験変数

試験体一覧を表-3に示す。実験変数は、ずれ止めの種類(TypeB バーリングシアコネクタ, TypeP 孔あき鋼板ジベル)、ずれ止めの個数・配置(1個・単列, 2個・並列)、並列配置のバーリング向き(内側, 外側)、並列間隔 s (100mm, 200mm, 300mm)、貫

表-2 コンクリートの材料特性

種類	圧縮強度 σ_B (N/mm ²)	割裂引張強度 σ_t (N/mm ²)	ヤング係数 E_c (N/mm ²)
普通コンクリート	28.4	2.28	2.50×10^4

単位: mm



バーリングシアコネクタ

孔あき鋼板ジベル

図-3 ずれ止めの形状・寸法

通鉄筋の有無および貫通鉄筋径(D13, D16)とし、試験体数は計21体である。

並列間隔 s の変数は、鉄骨系部材の実大寸法や溶接精度などを考慮し、図-4に示すように、ずれ止めの高さ100mmに対して1倍～3倍の範囲とした。図-5の貫通鉄筋は、コンクリートブロック内に配置される横補強筋の径に合わせてD13を基本とするが、貫通鉄筋の径(断面積)の影響についても確認するため、D16(D13断面積の約1.57倍)も準備した。

(3) 載荷方法と計測方法

載荷方法および変位計位置を図-6に示す。押抜き試験は、5000kN圧縮試験機を用い、母材鋼板の上面に荷重を単調載荷し、ずれ変位量が20mmに達した時点で実験終了とする。母材鋼板とコンクリートブロックとの開きを抑制するために、開き止め(コンクリートブロックの上下端をそれぞれ2本の山形鋼で挟み、鋼棒を介してナットで手締め)を設けた。

母材鋼板とコンクリートブロックとの相対ずれ変位は、母材鋼板の板厚面側2箇所において、ずれ止め中心位置に設置したクリップ型変位計を用いて計測した。また、高感度変位計を用いて、試験体全体におけるずれ変位を計測した。横補強筋、貫通鉄筋、コンクリートブロックおよび開き止め用の鋼棒にはひずみゲージを貼付し、各部のひずみを計測した。

(4) ずれ止め特性の評価

ずれ止めの力学的特性値は、図-7のように定義し評価する。ずれ定数(初期剛性) K_s は、 $Q_{max}/3$ の初期割線の傾き⁸⁾とする。降伏耐力 Q_y は、初期割線剛性の0.1mmオフセット値⁹⁾とする。また、ず

表-3 試験体一覧

No.	試験体名	ずれ止め 種類	個数 n	配置	バーリング 向き	並列間隔 s (mm)	貫通 鉄筋
1	B1	B	1	単列	-	-	-
2	B1-D13	B	1	単列	-	-	D13
3	B1-D16	B	1	単列	-	-	D16
4	B2O-100	B	2	並列	外	100	-
5	B2O-100-D13	B	2	並列	外	100	D13
6	B2I-100	B	2	並列	内	100	-
7	B2I-100-D13	B	2	並列	内	100	D13
8	B2O-200	B	2	並列	外	200	-
9	B2I-200	B	2	並列	内	200	-
10	B2O-300	B	2	並列	外	300	-
11	B2O-300-D16	B	2	並列	外	300	D16
12	B2I-300	B	2	並列	内	300	-
13	B2I-300-D13	B	2	並列	内	300	D13
14	P1	P	1	単列	-	-	-
15	P1-D13	P	1	単列	-	-	D13
16	P2-100	P	2	並列	-	100	-
17	P2-100-D13	P	2	並列	-	100	D13
18	P2-200	P	2	並列	-	200	-
19	P2-200-D13	P	2	並列	-	200	D13
20	P2-300	P	2	並列	-	300	-
21	P2-300-D13	P	2	並列	-	300	D13

※ずれ止めの種類：B バーリングシアコネクタ，P 孔あき鋼板ジベル（図-3 参照）

※ずれ止めの個数：母材鋼板の片面に取り付く数（1／単列，2／並列）

※並列間隔：ずれ止め鋼板の板厚中心間距離

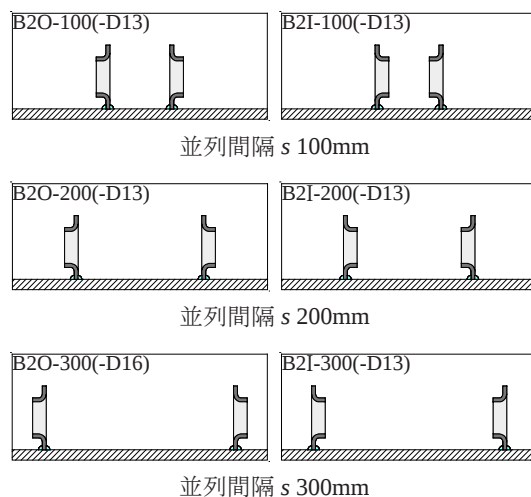


図-4 バーリングシアコネクタの並列配置

※例としてずれ止めは，バーリングシアコネクタの単列配置と並列配置（間隔 300mm／バーリング内向き）を示す。

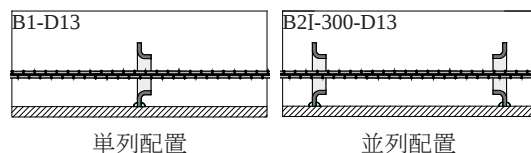


図-5 貫通鉄筋 D13 を孔に配置した様子

単位：mm

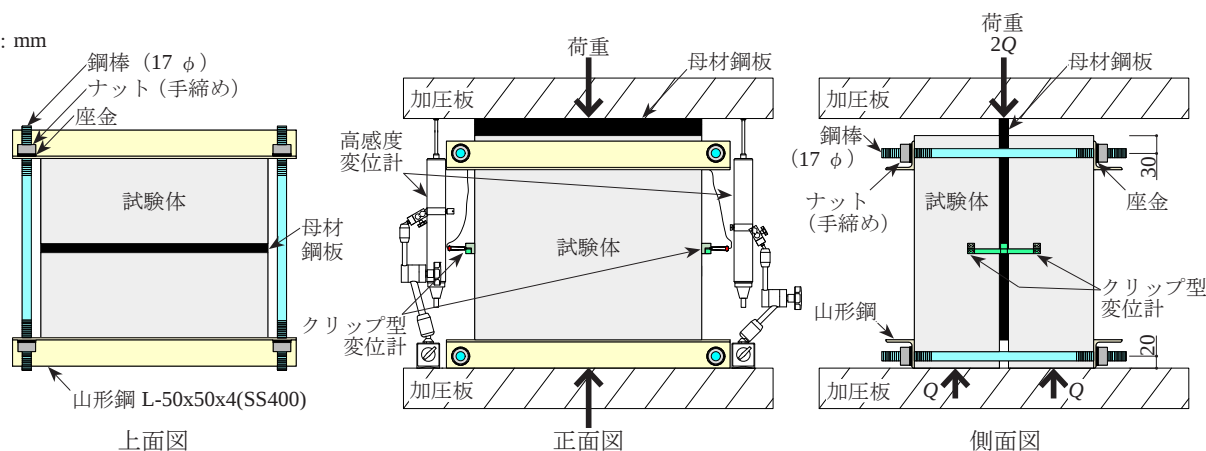


図-6 荷重方法と変位計位置

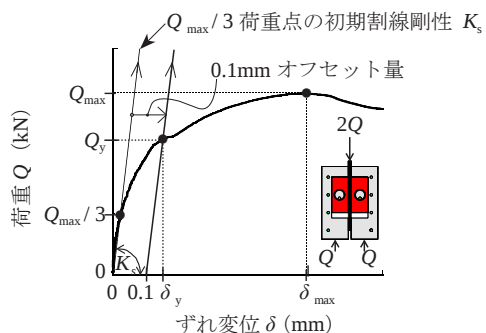


図-7 ずれ止め特性の評価

れ止め鋼板とコンクリート界面の接着（粘着）作用が消失した後のずれ変位 0.1mm 時の荷重 $Q_{0.1}$ も併せ

て示す。最大せん断耐力 Q_{max} は，実験終了時のずれ変位 20mm までに示した最大荷重点とする。

3. 実験結果

各試験体から得られたずれ止めの力学的特性を表-4 に示す。また，荷重 Q －ずれ変位 δ 関係を図-8，図-10 および図-11 に示す。なお，図表中の荷重はコンクリートブロック 1 つあたりに作用したせん断力であり，ずれ変位は高感度変位計で計測された値

を示している。また、図-9に、実験終了後のコンクリートブロックのひび割れ状況を示す。ここでは、一例として典型的なひび割れパターンを示す。

実験結果より、並列配置したバーリングシアコネクタは、単列配置の場合と同様に、孔あき鋼板ジベルに比べて優れたずれ止め効果を発揮できることが確認された。ただし一部条件によっては、十分なずれ止め性能が得られない場合が見られた。本章では、以下に、(1) 並列間隔、(2) バーリング向きおよび(3) 貫通鉄筋のそれぞれの因子によるずれ止め特性への影響について述べる。

(1) 並列間隔によるずれ止め特性への影響

図-8に並列間隔の違いを比較したせん断力 Q - ずれ変位 δ 関係を示す。また、各図中には単列配置 (B1 または P1) の挙動も参考に示している。

並列配置されたバーリングシアコネクタ B2 および孔あき鋼板ジベル P2 は、それぞれの単列配置に比べ、耐力は増大するが最大耐力時のずれ変位は小

さい。また、いずれの場合も並列間隔が大きくなるにつれて、ずれ止め性能が低下する傾向が見られる。特に図-8(a)のバーリングシアコネクタを外向きに並列配置した場合は、その影響が顕著に現れており、B2O-300 (並列間隔 300mm) の最大耐力は、B2O-100 (並列間隔 100mm) の約 0.49 倍、単列配置の B1 と同程度であり、早期に耐力低下が生じている。

次に、実験終了後におけるコンクリートブロックのひび割れ状況を図-9に示す。ここでは、バーリングシアコネクタの単列配置と並列配置の外向きを例として挙げる。B1 および B2O-100 は、コンクリートブロックの正面に水平方向にひび割れが発生し、その後、鉛直方向にひび割れが進展したことで最大耐力が決定付けられた。一方で、B2O-300 は、コンクリートブロックの側面に横補強筋に沿った鉛直方向にひび割れが発生したことで急激に耐力低下した。その後、コンクリートブロックの側面に生じたひび割れの幅が増大するとともに水平方向に進展し、側面にひび割れが集中した。B2O-200 のコンク

表-4 実験結果 コンクリートブロック 1 個あたりのずれ止め特性

No.	Specimen	Q_{max} (kN)	δ_{max} (mm)	Q_y (kN)	δ_y (mm)	δ_s (mm)	K_s (kN/mm)	$Q_{0.1}$ (kN)	Q_y / Q_{max}	$Q_{0.1} / Q_{max}$
1	B1	200	5.72	70	0.59	0.47	140	42	0.35	0.21
2	B1-D13	250	13.90	101	0.91	0.67	125	40	0.40	0.16
3	B1-D16	262	6.05	102	0.63	0.46	190	52	0.39	0.20
4	B2O-100	414	4.58	167	0.45	0.29	475	91	0.40	0.22
5	B2O-100-D13	524	4.36	239	0.79	0.50	347	76	0.46	0.14
6	B2I-100	422	4.25	237	0.95	0.51	278	61	0.56	0.14
7	B2I-100-D13	399	8.56	164	0.37	0.22	599	94	0.41	0.24
8	B2O-200	318	3.00	130	0.41	0.25	418	73	0.41	0.23
9	B2I-200	367	5.03	191	0.81	0.45	269	64	0.52	0.17
10	B2O-300	202	1.80	118	0.17	0.04	1525	91	0.59	0.45
11	B2O-300-D16	283	2.54	170	0.37	0.15	622	73	0.60	0.26
12	B2I-300	301	3.46	133	0.33	0.18	570	79	0.44	0.26
13	B2I-300-D13	371	3.57	249	0.79	0.34	361	55	0.67	0.15
14	P1	84	6.46	39	0.23	0.02	1274	38	0.47	0.45
15	P1-D13	133	20.00	39	0.14	0.03	1580	37	0.30	0.28
16	P2-100	198	4.87	104	0.17	0.05	1373	96	0.52	0.49
17	P2-100-D13	250	12.50	82	0.17	0.07	1207	79	0.33	0.32
18	P2-200	163	4.72	68	0.20	0.08	655	62	0.42	0.38
19	P2-200-D13	236	10.67	94	0.26	0.14	569	73	0.40	0.31
20	P2-300	147	1.99	73	0.18	0.06	890	61	0.50	0.41
21	P2-300-D13	148	4.24	73	0.24	0.10	508	51	0.49	0.34

Q_{max} : 最大耐力, δ_{max} : Q_{max} 時のずれ変位, Q_y : 降伏耐力 (K_s による 0.1mm オフセット値), δ_y : Q_y 時のずれ変位, δ_s : $Q_{max}/3$ 時のずれ変位, K_s : $Q_{max}/3$ 荷重点の初期割線剛性, $Q_{0.1}$: ずれ変位 0.1mm 時の荷重

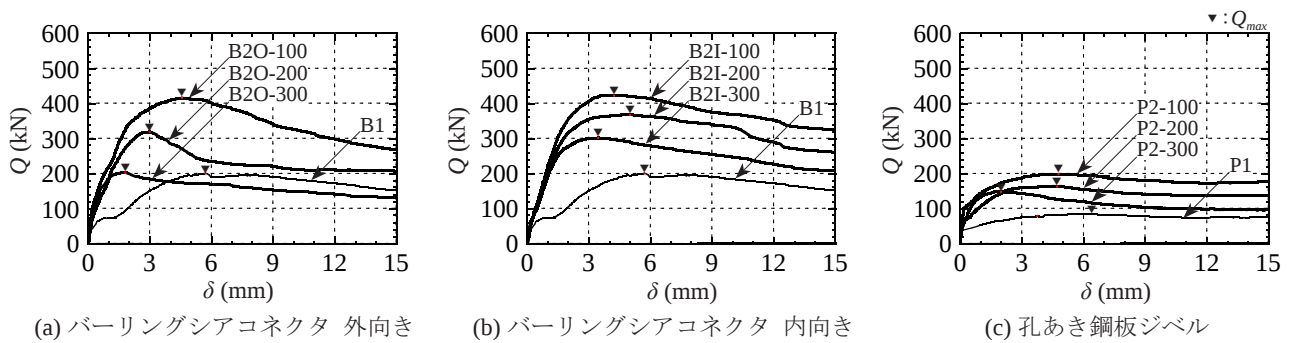


図-8 並列間隔を比較したせん断力-変位関係

ひび割れ幅の分類： — 0.2mm 未満 — 0.2mm 以上 1.0mm 未満 — 1.0mm 以上 2.0mm 未満 — 2.0mm 以上

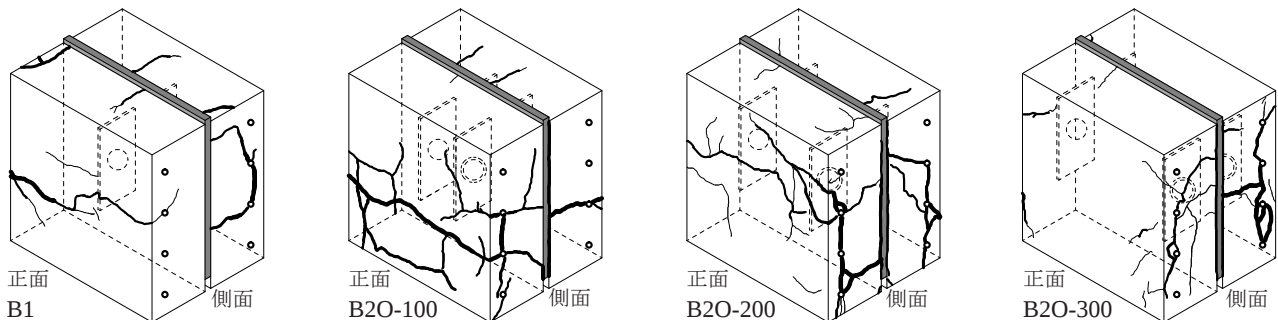


図-9 実験終了後におけるコンクリートブロックのひび割れ状況

リートブロックへのひび割れは、並列間隔 100mm と 300mm の中間的な状態にあるが、最大耐力は側面側で生じたひび割れで決定付けられた。その他の試験体についても、図-9 に示したコンクリートのひび割れパターンのいずれかに分類できることが確認された。なお、横補強筋は、最大耐力発揮時までいずれの試験体も降伏ひずみに達していなかった。

以上より、コンクリートブロック表面に発生したひび割れは最大耐力に強く関係するといえ、また、コンクリートブロック側面にひび割れが生じると、十分なずれ止め効果が得られないことがわかった。

(2) バーリング向きによるずれ止め特性への影響

図-10(a)～(c)に、バーリングの突出方向を比較したせん断力 Q - ずれ変位 δ 関係を示す。図中には、バーリング加工を施していない孔あき鋼板ジベル (P2) の挙動も併せて示している。

並列間隔 100mm の場合は、最大耐力時までバーリング向きに関係なく同様のずれ挙動が見られるが、最大耐力到達後の耐力低下勾配は外向きに比べ内向きの方が緩やかである。並列間隔 200mm および 300mm の場合のずれ挙動は、バーリング向きの違いが顕著に現れており、外向きよりも内向きに配置した方がずれ止め特性が高い傾向にある。

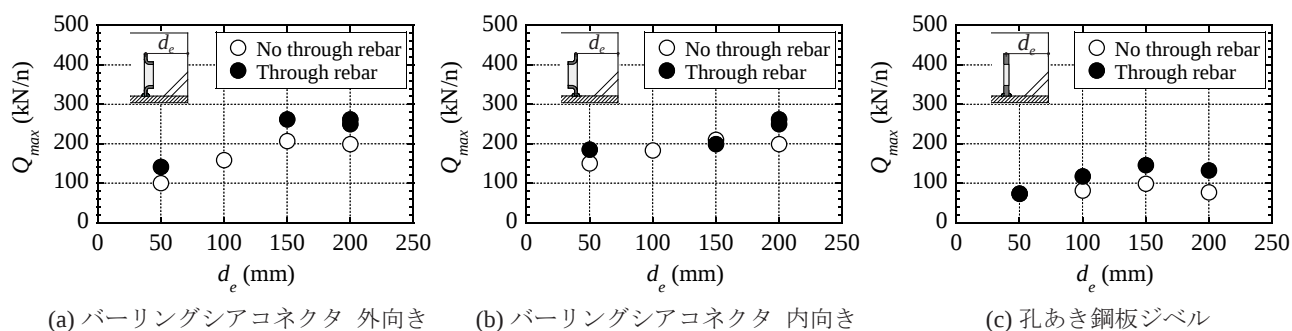
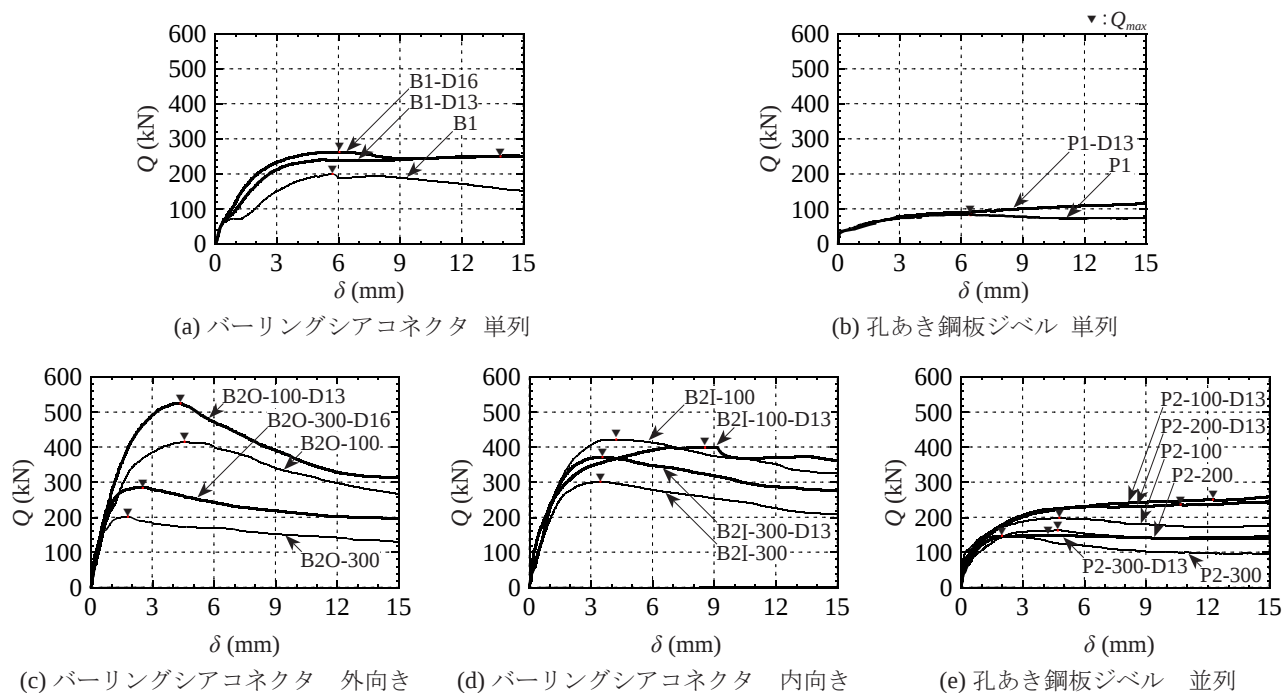
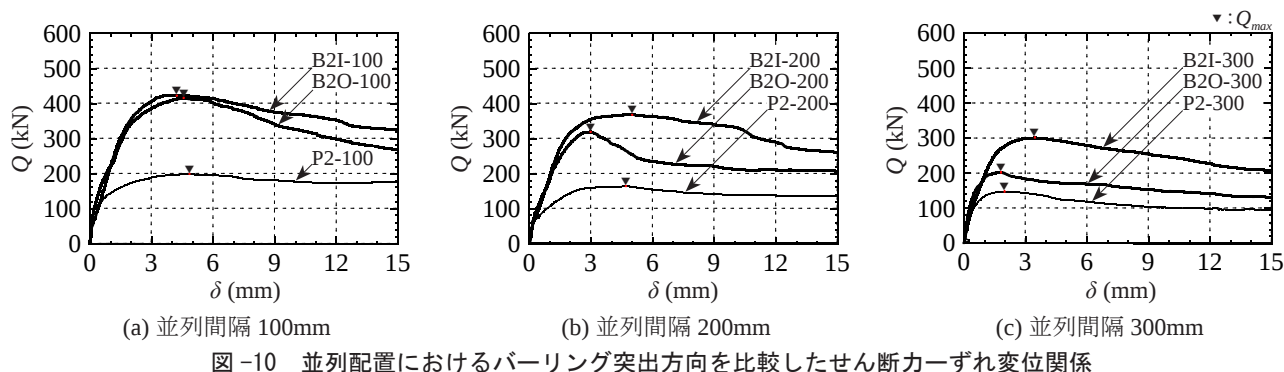
(3) 貫通鉄筋によるずれ止め特性への効果

図-11 に、各種ずれ止めに対して貫通鉄筋の有無を比較したせん断力 Q - ずれ変位 δ 関係を示す。図-11(a) より、単列配置のバーリングシアコネクタは、貫通鉄筋を配置することで、最大耐力の増大のみならず、ずれ変形性能も大幅に改善される。一方で、図-11(c)～(d) より、貫通鉄筋を有する並列配置のバーリングシアコネクタは、B2I-100-D13 を除けば最大耐力の増大に効果が見られるものの、最大耐力以降の耐力低下勾配は変わらない。これは、コンクリートブロック表面に生じたひび割れが貫通鉄筋の有無に関係なく同様であったことに帰因する。

図-11(b), (e) より、孔あき鋼板ジベルは、単列配置と並列配置のいずれの場合においても、貫通鉄筋による耐力とずれ変形性能の改善が見られる。

4. ずれ止めの最大せん断耐力

前章で示した実験結果より、ずれ止め 1 個あたりの最大せん断耐力は、コンクリートブロックの破壊形態と強く関係していたことから、並列間隔よりもむしろコンクリートブロックの縁辺からずれ止めの板厚中心までの距離（以下、側面かぶり厚さ） d 。



との関係で整理する方が妥当である。その結果を図-12に示す。側面かぶり厚さ d_e と並列間隔 s との関係は、 $d_e 50\text{mm}$ が $s 300\text{mm}$ 、 $d_e 100\text{mm}$ が $s 200\text{mm}$ 、 $d_e 150\text{mm}$ が $s 100\text{mm}$ であり、 $d_e 200\text{mm}$ は単列配置に対応する。また、図中の○印は貫通鉄筋なし、●印は貫通鉄筋ありの場合である。

図-12より、側面かぶり厚さ $d_e 50 \sim 150\text{mm}$ の範囲の最大せん断耐力は線形的に増大しており、

$d_e 150\text{mm}$ 以上になるとほぼ横ばいで推移している。したがって、バーリングシアコネクタおよび孔あき鋼板ジベルを2列平行に配置（並列配置）する場合の1個あたりの最大せん断耐力は、並列間隔 s を 100mm 以上で配置すれば単列配置と同等の耐力を確保できる。一方で、側面かぶり厚さ d_e は、貫通鉄筋の有無に関係なく、バーリングシアコネクタは 150mm 以上、孔あき鋼板ジベルは 100mm 以上必要

であることがわかった。

5. まとめ

本論は、鋼材とコンクリートの接合に用いるバーリングシアコネクタおよび孔あき鋼板ジベルをそれぞれ2列平行に配置（並列配置）する場合のずれ止め設計法を構築するための基礎資料を得るために行った押抜きせん断実験の概要とその結果について述べた。本実験から得られた知見を以下にまとめる。

- 1) バーリングシアコネクタの最大せん断耐力は、孔あき鋼板ジベルと比較して、約1.4～2.4倍であり、並列配置した場合においても単列配置と同様のずれ止め効果が確認された。
- 2) コンクリートブロックの縁辺からバーリングシアコネクタおよび孔あき鋼板ジベルの板厚中心までの距離（側面かぶり厚さ）は、それぞれ最低150mm、100mmとすれば、2列平行に配置する際の並列間隔（ $\geq 100\text{mm}$ ）やバーリングの突出方向に関係なく、単列配置と同等のずれ止め特性を発揮できる。
- 3) 並列配置したバーリングシアコネクタの孔内に配置された貫通鉄筋は、ずれ止め性能（耐力およびずれ変形性能）の改善に寄与する。ただし、その改善効果の寄与度は、孔あき鋼板ジベルの場合に比べて小さい傾向にある。

謝辞

本研究は、日本学術振興会の科学研究費補助金（若手研究(B) 課題番号 16K18193）および一般社団法人日本鉄

鋼連盟の2016年度「鋼構造研究・教育助成事業」による助成を受けて実施した。実験の実施にあたっては、福岡大学技術職員の石橋宏一郎氏、当時学部4年生の上野利久男氏にご助力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 井上一朗：頭付きスタッドの現状と展望，コンクリート工学，Vol.34，No.4，pp.7-14，1996.4
- 2) 日本建築学会：合成構造設計規準，第1版，2014.1
- 3) Leonhardt, F et al：Neues, vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, Beton- und Stahlbeton, pp.325-331, Dec.1987.
- 4) 田中照久，堺純一，河野昭彦：バーリング加工を活用した新しい機械的ずれ止めの開発，日本建築学会構造系論文集，Vol.78 No.694，pp.2237-2246，2013.12
- 5) 田中照久，堺純一，河野昭彦：バーリングシアコアコネクタおよび孔あき鋼板ジベルを用いた合成梁の弾塑性曲げ性状に関する実験的研究，日本鋼構造協会鋼構造論文集，Vol.21 No.81，pp.111-123，2014.12
- 6) 田中照久：主集 設計を支える構造実験 第3章 設計への適用例 -3 鋼材とコンクリートの接合に用いる機械的ずれ止め（シアコネクタ），structure，日本建築構造技術者協会，第140号，pp.44-47，2016.10
- 7) 土木学会：2014年制定 複合構造標準示方書[原則編・設計編]，pp.141-142，2015.5
- 8) 日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押抜き試験方法（案）とスタッドに関する研究の現状，JSSCテクニカルレポート，No.35，1996.11
- 9) 則松一揮，田中照久，堺純一，河野昭彦：繰返しせん断力を受ける各種ずれ止めの力学的性状，鋼構造年次論文報告集，Vol.21，pp.375-382，2013.11

PUSH-OUT TEST OF BURRING SHEAR CONNECTOR AND PERFOBOND STRIP ARRANGED IN PARALLEL

Teruhisa TANAKA, Shintaro YAMASHITA and Junichi SAKAI

This paper describes an outline of a push-out test using two kinds of shear connectors, a burring shear connector and a perfibond strip. Moreover, concerning the existence or non-existence of burring processing, an arrangement method (in serial and parallel), parallel intervals, the direction of burring protrusion in parallel arrangement (outside and inside), cover depth from an edge of concrete block to a plate thickness center of shear connectors as well as the existence or non-existence of penetrating rebar or through rebar (rebar arranged in holes of perfibond strip), an influence of their individual factors on the dynamic characteristics of shear connectors was examined. Also, an appropriate method for arranging shear connectors was studied.