

論文 鋼材とコンクリートを繋ぐバーリングシヤコネクタの抵抗機構と配置間隔の影響

田中 照久^{*1}・則松 一揮^{*2}・堺 純一^{*3}・河野 昭彦^{*4}

要旨:バーリングプレス加工技術を活用した新しい機械的ずれ止めの設計法の確立を目指し,本研究では鋼材とコンクリートを繋ぐバーリング鋼板の抵抗機構および配置間隔の影響を調べるために,押抜きせん断試験を行った。鋼板厚さ6mm,バーリング径50mm,突起高さ15mmのバーリングを対象とした実験結果より,終局状態におけるバーリングの抵抗機構は,突起部の支圧作用,バーリング円孔側面の二面せん断作用および鋼板とコンクリート境界面の摩擦作用であることを示し,その抵抗力の割合を明確にした。さらに,2つの配置間隔が100mm~300mmの範囲であれば,間隔の違いが最大せん断耐力に及ぼす影響は無いことを明らかとした。
キーワード:鋼コンクリート構造接合部, ずれ止め, バーリング, 抵抗機構, 配置間隔, 押抜き試験

1. 序

鋼材とコンクリートの接合部において,異種材料間の確実かつ円滑な応力伝達を期待するには,ずれ止めによる抵抗作用が必要不可欠である。著者らは,従来の主要なずれ止めの抵抗性能を超える高耐力・高剛性ならびに生産性が期待できる新たなずれ止めを提案している¹⁾。本ずれ止めは,バーリングプレス加工技術を活用したものであり,バーリング加工とは図-1に示すように鋼板にあけた下孔の縁を立ち上げて突起(フランジ)を作る加工である。なお,バーリングの突起高さは,鋼板厚さ,下孔径およびバーリング径との関係により決定される。

文献1)では,バーリング鋼板の厚さを6mm,バーリング径を50mmとし,突起高さを6,9,12,15mmの計4種を実験変数とした押抜きせん断試験を行い,1)バーリングシヤコネクタの最大せん断耐力は,鋼板厚さ6mm,孔径50mmの孔あき鋼板ジベル(以下,PBL)と比較して,約1.5~2.1倍の耐力上昇を示し,最大耐力と突起高さの関係は比例関係にあること,2)初期のずれ剛性はPBLと同等以上であること,3)最終破壊性状は,突起高さに関係なく,バーリング突起部におけるコンクリートの支圧破壊とバーリング円孔側面の二面せん断破壊の混合型で

あること,等を明らかとしている。また,PBLの孔径を50mmとし,鋼板厚さを6,9,12mmの3種を比較したところ,最大せん断耐力は同程度であり,板厚を厚くしてもPBLの耐力上昇は期待できない条件があることを指摘し,バーリングの優位性を示している。

本論文では,鋼材とコンクリートを繋ぐバーリングシヤコネクタの設計法を確立するために,押抜きせん断試験よりバーリング鋼板に作用する抵抗機構を調べ,その抵抗力の割合を明確にすることを目的とする。また,本ずれ止めは,鋼板の長手方向にバーリングが複数加工されたものを使うことになることから,抵抗機構に隣接する配置間隔が力学的特性に及ぼす影響を明確にすることを目的とする。

2. 実験計画

2.1 実験変数および試験体の選定条件

試験体一覧を表-1,各種ずれ止めの形状を図-2に示す。実験変数には,鋼板への加工条件,個数および配置間隔をとり,試験体数は各1体とし計9体である。バーリング鋼板の形状寸法は1種とし,板厚6mm,バーリング径50mm,突起高さ15mmとする。孔あき鋼板(PBL)の形状寸法は,板厚12mm,孔径50mmとする。バーリング鋼板と孔あき鋼板に使用する鋼種はSS400材とし,鋼板のサイズは長手方向400mm,短手(高さ)方向100mmを使用し,孔内には鉄筋等を挿入しないタイプとする。

バーリングシヤコネクタの破壊形式は,a)突起部領域のコンクリート支圧破壊,b)円孔側面のコンクリート二面せん断破壊,c)円孔内のコンクリート支圧破壊およびd)バーリング突起部のせん断破壊あるいは曲げ破壊が予

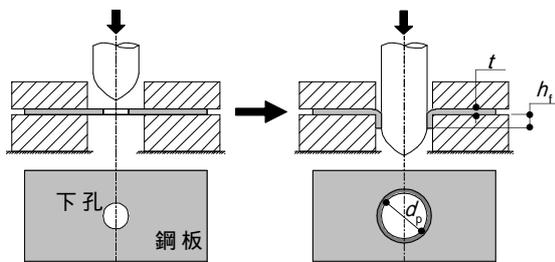


図-1 バーリング加工

*1 福岡大学 工学部建築学科助手 (正会員)
*2 福岡大学 大学院工学研究科建設工学専攻 大学院生
*3 福岡大学 工学部建築学科教授・博士(工学) (正会員)
*4 九州大学大学院 人間環境学研究科教授・工博 (正会員)

表 - 1 試験体一覧

試験体	鋼板厚さ t (mm)	バーリング径 d_p (mm)	突起高さ h_f (mm)	個数	間隔 p (mm)
B1	6 (5.83)	50 (49.8)	15 (15.7)	1	-
Bns1					-
B2-100				2	100
B2-150					150
B2-200					200
B2-250					250
B2-300	300				
試験体	鋼板厚さ t (mm)	孔径 d (mm)	突起高さ h_f (mm)	個数	間隔 p (mm)
P1	12	50	無	1	-
P2-250	(11.5)	(50.2)	(0)	2	250

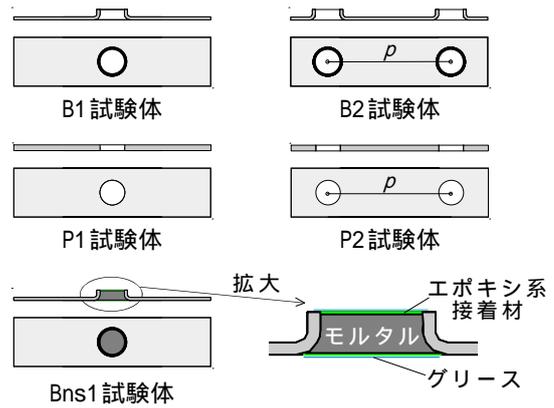


図 - 2 試験体の加工条件

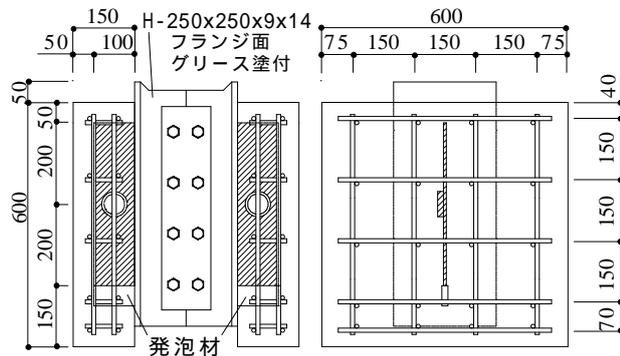


図 - 3 押抜き試験体の形状寸法

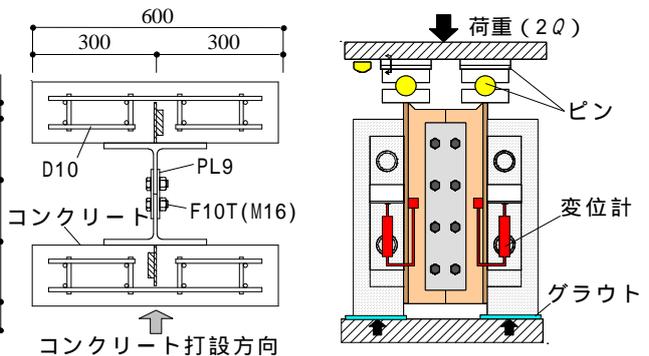


図 - 4 荷重方法・測定位置

想される。本実験条件におけるバーリング鋼板の形状寸法は、文献1)より、a)とb)の両者によって破壊が先行する条件としている。また、PBLの破壊形式は、b)あるいはc)のどちらか一方の破壊が先に卓越することが明らかとされており²⁾、本実験条件のPBLは円孔内のコンクリートの支圧応力に対して十分な強度を有しており、さらにb)のコンクリート二面せん断破壊を起こすのに十分な形状寸法(孔径と板厚の比=4.17)としている。なお、バーリング鋼板の孔径 d_p と板厚 t の比は8.33であり、PBLではc)支圧破壊となる条件であるが、板厚6mmに突起高さ15mmを加算することで4.54となりb)二面せん断破壊が先行する条件となる。

上記の破壊条件より、バーリングシャコネクタの抵抗機構は、突起部とコンクリートとの支圧作用、バーリング孔内に充填されるコンクリートの二面せん断作用が主な抵抗力であることが予想され、さらに鋼板とコンクリート境界面における付着抵抗力(接着作用と摩擦作用)が考えられる。そこで、これらの抵抗力の割合を調べるために、鋼板への加工条件を変数とした3種(B1、Bns1、P1)の試験体を準備する。B1試験体は鋼板にバーリング1つを加工したものであり、予想される全ての抵抗力が作用する。Bns1試験体はバーリング加工した孔内に予めモルタルを詰め、その表面をエポキシ系接着材、さらにその上面にグリースを塗付したものの(図-2参照)

であり、二面せん断作用以外の抵抗力が作用する。P1試験体は、鋼板に孔1つをあけたものであり、PBLとして機能することから、支圧作用以外の抵抗力が作用する。また、個数の違いが最大せん断耐力に及ぼす影響を確認するために、鋼板の長手方向に250mmの間隔でバーリング2つを加工したB2-250試験体および孔2つをあけたP2-250試験体を準備している。

次に、バーリング配置間隔の違いが力学的特性に及ぼす影響を調べるための試験体は、バーリング2つの間隔を100mm、150mm、200mm、250mm、300mmの5種類とし、それぞれ試験体名は、B2-100、150、200、250、300である。なお、配置間隔の選定は、複合構造標準示方書²⁾に記載されているPBLおよびブロックジベルの間隔を参考に定めている。

2.2 押抜き試験体

押抜き試験体の形状は、図-3に示すようにH形鋼の両フランジ面にコンクリートブロックを取り付けたものであり、文献3)を参考に設計した。H形鋼はH-250x250x9x14(SS400)を使用し、H形鋼に作用させる押抜き力を両フランジに等分にするため、H形鋼の上部においてウェブ部分を若干切削し、フランジ部より低くしている。コンクリートブロックの幅と高さはそれぞれ600mmとし、厚さは150mmである。鉄筋はD10(SD295A)を使用し、床スラブの配筋条件を考慮している。また、

パーリング鋼板および孔あき鋼板は、H形鋼フランジ面のウェブ芯上にT型に全周隅肉溶接（溶接脚長 $S=6\text{mm}$ ）で取り付けられている。

本実験は、シヤコネクタの力学的特性を把握することを目的としていることから、コンクリートと接触するH形鋼フランジ面には付着力を除去するためにグリースを塗付している。パーリング鋼板と孔あき鋼板の下端部には、発泡材を配置し支圧抵抗の影響を無くしている。また、パーリング鋼板は突起が片側にのみ加工されていることから、H形鋼の両フランジ面への取り付けは、偏心による影響を極力防ぐために、H形鋼の重心位置を中心として点対称な位置関係としている（図-3参照）。

本試験体に使用するコンクリートとモルタル（Bns1試験体）の材料特性を表-2に示す。なお、コンクリートは、呼び強度 21N/mm^2 、粗骨材の最大寸法を 22mm 、標準スランプ 18cm の普通コンクリートを使用している。また、使用鋼板と鉄筋の機械的性質を表-3に示す。

2.3 荷重方法と測定位置

荷重方法および変位測定位置を図-4に示す。試験体を設置する際は、コンクリートブロックの下に無収縮グラウト材を敷き左右のガタつきを無くし、かつ、水平を保持できるように設置している。荷重部は、H形鋼フラン

ジ頭部のピンを介して荷重を一方方向に単調に荷重し、鋼材とコンクリート間の相対ずれが 20mm に達した時点で終了とする。測定位置はずれ止めの中心位置におけるH形鋼とコンクリート間の相対ずれ変位を左右ブロック各2箇所の計4箇所である。実験結果より、各試験体における左右ブロックのずれ変位の最大誤差は、最大荷重時までで $0.06 \sim 0.28\text{mm}$ 、実験終了時までで $0.1 \sim 0.44\text{mm}$ であり、全体の1割に満たない僅かな誤差であったため、本実験のずれ変位は左右の平均値で評価することにした。

3. 実験結果と考察

実験結果から得られた各試験体のコンクリートブロック1つあたりの最大せん断耐力 Q_{max} 、最大せん断耐力時のずれ変位 δ_{max} およびずれ定数（ずれ剛性） K_s を表-4にまとめて示す。なお、ずれ定数は、ずれ変位 0.1mm 時の初期割線の傾きとする。

3.1 パーリングの抵抗機構について

(1) 荷重-ずれ変位関係

鋼板への加工条件が異なる試験体を比較した荷重-ずれ変位関係を図-5に示す。図-5(a)より各試験体の力学挙動に明確な違いが確認できることから、それぞれの抵抗機構が異なると言える。表-4より、ずれ定数はB1、

表-2 コンクリートとモルタルの材料特性

使用材料	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)
コンクリート	30.1	3.31	24.8×10^3
モルタル	38.2	4.09	24.3×10^3

表-3 鋼材の機械的性質

使用鋼材	降伏点 σ_v (N/mm^2)	引張強さ σ_u (N/mm^2)	ヤング係数 E (N/mm^2)
パーリング鋼板 (SS400)	厚 6mm	287	389
厚 12mm			
孔あき鋼板 (SS400)	厚 12mm	277	446
異形棒鋼 (SD295A)	径 D10	348	490

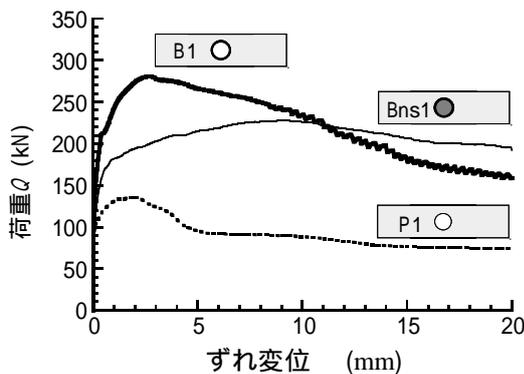
表-4 実験結果

試験体	最大せん断耐力 ¹⁾ Q_{max} (kN)	最大ずれ変位 ²⁾ δ_{max} (mm)	ずれ定数 ³⁾ K_s (kN/mm)
B1	280	2.63	1411
Bns1	227	8.80	1150
B2-100	485	2.10	1909
B2-150	471	2.16	1757
B2-200	474	2.48	1543
B2-250	486	2.40	1983
B2-300	478	2.00	1887
P1	134	1.58	956
P2-250	213	3.17	1287

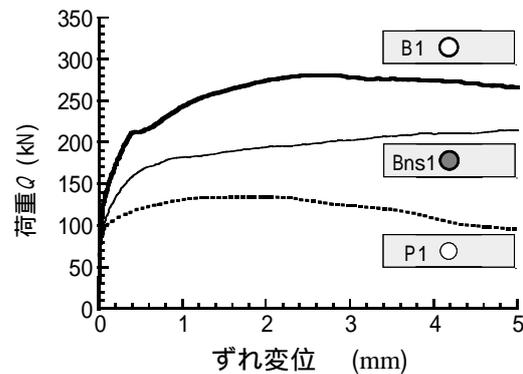
*1 Q_{max} : コンクリートブロック1つあたりの最大荷重

*2 δ_{max} : 最大せん断耐力 Q_{max} に対応するずれ変位

*3 K_s : ずれ変位 0.1mm 時の初期割線の傾き



(a) ずれ変位20mmまで



(b) ずれ変位5mmまで

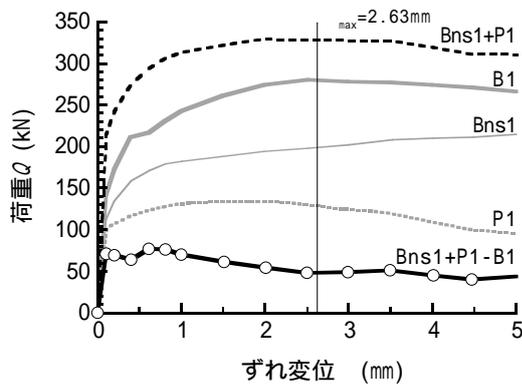
図-5 鋼板への加工条件の違いを比較した荷重-ずれ変位関係

Bns1 ,P1 試験体の順に高い値を示しているが、顕著な違いは見られない。また、図-5(b)より、いずれの試験体もずれ変位0.1mmを越えるあたりで剛性低下(接着作用の消失)が確認できる。したがって、初期のずれ剛性は、各試験体に使用した鋼板とコンクリートとの接触面積は同程度であることから、境界面の接着作用に起因している。最大せん断耐力は、ずれ剛性の順と同様にB1 ,Bns1 ,P1 試験体の順に高い値を示し、B1およびBns1 試験体はP1 試験体に比べてそれぞれ約2.1倍、約1.7倍であることから、支圧力が二面せん断力よりも高い割合で作用していることが分かる。また、最大せん断耐力時のずれ変位については、Bns1 試験体はB1およびP1 試験体に比べそれぞれ約3.3倍、約5.6倍であることから、二面せん断破壊は支圧破壊に比べ小さなずれ変位で破壊が起きていることが分かる。最大せん断耐力発揮後のずれ挙動を比較すると、B1試験体は残りの試験体に比べ耐力低下が大きい。図-6のコンクリートブロックの最終ひび割れ状況より、P1試験体の背面にはひび割れが生じていないのに対し、B1とBns1 試験体の背面にはパーリング鋼板の長手方向に沿ったひび割れが見られる。また、背面の最大ひび割れ幅は、それぞれ1.95mm(B1)、0.15mm(Bns1)であることから、コンクリートのひび割れが耐力劣化勾配に与える影響は高いと考えられる。

以上の結果より、パーリングシヤコネクタを用いた鋼とコンクリート間の応力伝達は、ずれ変位0.1mm程度までは接着力が作用し、接着作用が消失した後、支圧作用と二面せん断作用に移行するが、これに加え摩擦作用も生じていると考えられる。そこで、次節では鋼板とコンクリート境界面の付着作用による接着強度および摩擦強度を調べ、B1試験体の最大耐力発揮時における抵抗力の割合について検討する。

(2) 抵抗力の割合

Bns1とP1試験体の各ずれ変位時の荷重を足し合わせることで、パーリング鋼板1枚分の抵抗力に孔あき鋼板1枚分の接着力と摩擦力が加算(以下、Bns1+P1と呼ぶ)



(a) ずれ変位5mmまで

され、さらに、これをB1試験体分を引く(以下、Bns1+P1-B1と呼ぶ)ことで、正味欠損面積が考慮された鋼板1枚あたりの抵抗力分の荷重ずれ変位曲線が得られる。この手順で算出した荷重-ずれ変位関係を図-7に示す。Bns1+P1-B1の荷重ずれ変位曲線が1枚あたりの鋼板とコンクリート境界面に生じた接着作用と摩擦作用である。

図-7(b)から読み取れるように、Bns1+P1-B1のずれ挙動は、ずれ変位0.1mmあたりで剛性が急激に低下していることが確認できる。したがって、このことからも接着作用が消失したと判断できるため、本研究では“ずれ”が急変するまでに読み取れる最大荷重値を接着作用による最大接着力 Q_b と定義し、その値を読み取ったところ70.3kNであった。また、図-7(a)より、接着作用の消失後は緩やかに荷重が低下し、ずれ変位2.5mmあたりからほぼ一定の荷重を維持しているため、摩擦作用に移行したと考えられる。さらに、このずれ変位は、B1試験体の最大荷重時に対応している。したがって、パーリングシヤコネクタの終局状態における抵抗機構は、支圧作用、二面せん断作用および摩擦作用の計3つが同時に生じていると言える。

次にそれぞれの抵抗力の割合を調べるため、B1試験体の最大荷重時のずれ変位2.63mmに対応するBns1+P1-B1の荷重を摩擦力 Q_f と定義し、その値を読み取ったところ48.3kNであった。また、この時の支圧力と二面せん断力は、それぞれBns1試験体とP1試験体のずれ変位2.63mm

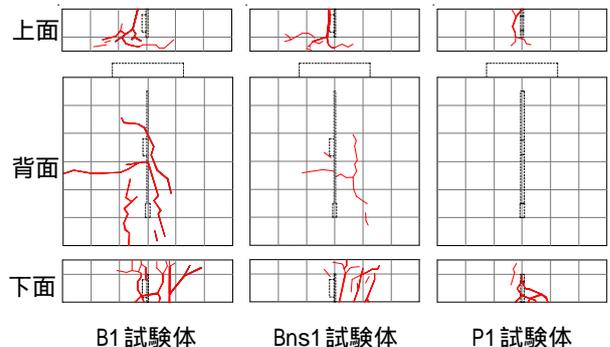
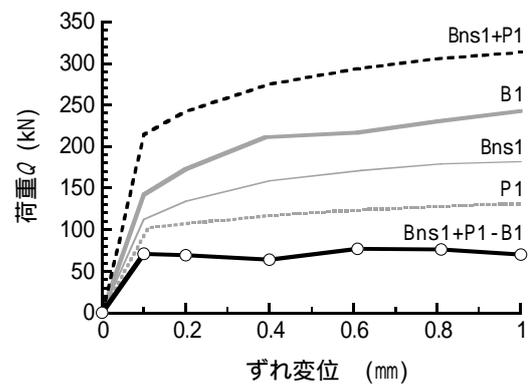


図-6 コンクリートブロックの最終ひび割れ状況



(b) ずれ変位1mmまで

図-7 接着作用と摩擦作用の荷重-ずれ変位関係

時に対応した荷重を摩擦力 Q_{fr} (=48.3kN) で引くことによって得られる。

以上の結果について整理したバーリングシヤコネクタ1つあたりの抵抗力の割合を図-8に示す。抵抗力の割合は、支圧力54.4%、二面せん断力28.4%、摩擦力17.2%となった。言い換えると、バーリング1つを加工した鋼板1枚あたりの抵抗力は、約5割が突起部とコンクリートの支圧作用、約3割がバーリング孔内に充填されたコンクリートの二面せん断作用であり、残り約2割が鋼板とコンクリート境界面の摩擦作用であることが分かった。

以上の結果を踏まえ、バーリングシヤコネクタの終局耐力算定式は、それぞれの抵抗力について耐力式を提案し、その単純和で評価できるよう検討する。また、降伏耐力については、鋼板とコンクリート境界面の接着作用による接着強度の算定式を検討する必要がある。そこで、本研究では、接着強度、摩擦強度および二面せん断強度を対象とした実験条件下の耐力算定式について考える。なお、支圧強度については、バーリング突起部をブロックジベル²⁾に置き換える手法を考えているが、バーリング突起高さやコンクリートブロック寸法等の影響を大きく受けることが予想されるので、さらに実験データを蓄積したうえで検討するため、本論では言及しない。

(3) 耐力評価

バーリング鋼板とコンクリートとの接着作用による最大付着応力度を接着強度 q_b と定義し、本実験で得られた最大接着力 Q_b の70.3kNを用いて式(1)で評価する。作用せん断力を負担できる接着面積は、板厚の面と突起部分の領域は無視し、鋼板に加工したバーリング孔の正味欠損面積を考慮した表面積とする。

$$q_b = Q_b / A_s \quad (1)$$

ここで、 Q_b : 押抜き試験より得られた最大接着力、 A_s : 鋼板とコンクリートが接している表面積、を表す。

式(1)より算出したところ、接着強度 q_b は0.94N/mm²となった。文献4)の平鋼を用いたコンクリート圧縮強度と付着強度の関係より、コンクリート圧縮強度30N/mm²前後の付着強度は1.0 ~ 2.0N/mm²の範囲にあり、本実験

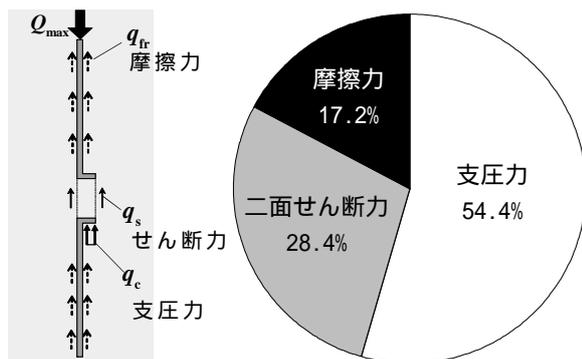


図-8 バーリング1つあたりの抵抗力の割合

結果より算出した接着強度はこれをやや下回るが妥当であると考えられる。

バーリング鋼板とコンクリート境界面における摩擦強度 q_{fr} を評価するには、摩擦係数 μ_{fr} と境界面に作用した拘束力 Q_{co} が必要となり、これを定量的に評価することは難しいが、両者の積は本実験で得られた摩擦力 Q_{fr} の48.3kNとみなすことができるので、式(2)で評価する。

$$\begin{aligned} q_{fr} &= \mu_{fr} \cdot Q_{co} / A_s \\ &= Q_{fr} / A_s \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 Q_{fr} : 押抜き試験より得られた摩擦力、 A_s : 鋼材とコンクリートが接している表面積、を表す。

式(2)より算出したところ、摩擦強度 q_{fr} は0.64N/mm²となった。この結果より、本実験条件下で得られた摩擦強度は、接着強度に比べて小さく約7割程度であることが分かった。

バーリング孔内に充填されるコンクリートの二面せん断強度 q_s は、PBLの抵抗機構と同じであると考え、文献5)の耐力算定式に基づき式(3)で表し評価する。

$$q_s = 3.38 d_p (t / d_p)^{1/2} \cdot f_{cb} - 39.0 \times 10^3 \quad (3)$$

ここで、 d_p : バーリング径、 t : 鋼板厚さ、 f_{cb} : コンクリートシリンダー圧縮強度、を表す。

図-7(a)のPI試験体より、ずれ変位2.63mm時の荷重値から摩擦力を差し引いた実験値は80.1kNであるのに対し、式(3)より算出した計算値は79.7kNであり、PBLの耐力算定式を用いた計算値は実験値を安全側に精度よく評価している。

3.2 配置間隔の影響について

(1) 荷重-ずれ変位関係

バーリングの配置間隔の違いを比較した荷重-ずれ変位関係を図-9に示す。各試験体の力学挙動は、終局状態までほとんど変わらない結果となり、最大荷重に達した後の耐力劣化勾配に違いが見られる。表-4より、ずれ定数は、1543 ~ 1983kN/mmであり多少ばらつくが、配置間隔との関係は無い。これは、前述でも述べたように、鋼板とコンクリート境界面の接着作用に起因しているためと考える。一方、個数の違いを比較してみると、式(1)よ

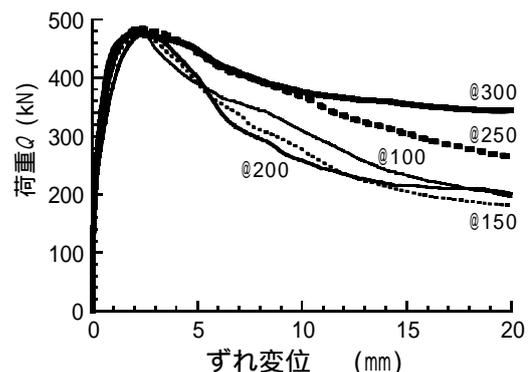
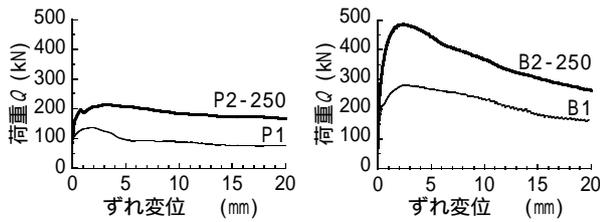


図-9 配置間隔の違いを比較した荷重-ずれ変位関係



(a)孔あき鋼板ジベル (b)バーリングシヤコネクタ
図 - 10 個数の違いを比較した荷重-ずれ変位関係

り、バーリング数が1つから2つに増えることで接着強度は低下し、ずれ剛性への影響が予想されるが、バーリング2つの各試験体のずれ定数は、バーリング1つのB1試験体に比べ約1.09～1.41倍の増大が見られる。この結果から、初期のずれ剛性は、接着作用のほかに支圧作用と二面せん断作用の影響を少なからず受けていることがわかる。最大せん断耐力は、471～486kNであり、ずれ剛性に比べてばらつきは小さく、配置間隔との関係は無い。また、最大せん断耐力時のずれ変位は2.00～2.48mmであり多少ばらつくが、配置間隔との関係は無い。図-9より、最大せん断耐力発揮後の耐力劣化勾配については、配置間隔250mmを境に明確な違いが現れ、これより間隔が大きくなると耐力低下は緩やかになり、小さくなると耐力低下は厳しくなる傾向にある。

(2) バーリング1つあたりの最大せん断耐力

表-4より、バーリング数が1つから2つに増えることで最大せん断耐力は増大するが、ずれ止め1つあたりの耐力はいずれの試験体も小さくなる。その要因として、(イ)バーリング数が増えることで鋼板の正味欠損面積が大きくなり、摩擦力が低下すること、(ロ)1つあたりの二面せん断抵抗力が低下すること、(ハ)1つあたりの支圧抵抗力が低下すること、の3つが考えられる。(イ)について、コンクリートブロックの形状寸法は同じであるため、境界面の拘束力は変わらないと判断し、式(2)を用いることで推測できる。計算結果より、鋼板1枚あたりにバーリング2つが加工された場合の摩擦力 Q_{fr} は46.1kNとなり、バーリング1つの場合に比べて約4.55%の低下となる。(ロ)については、孔あき鋼板(PBL)のP1試験体とP2-250試験体の実験結果(図-10(a)参照)から摩擦強度を考慮し、孔内に充填されたコンクリートの二面せん断力を比較したところ、表-5より、孔1つあたりの最大せん断耐力の差は約2.57%となる。(ハ)については、バーリング鋼板のB1試験体とB2-250試験体の実験結果(図-10(b)参照)より得た突起1つあたりに作用した支圧力を比較したところ、表-5より、その低下の割合は約7.53%となる。以上の結果より、バーリング1つあたりの耐力低下の主な要因は、突起部とコンクリートとの接触による支圧作用であり、二面せん断作用による影響は少ないことがわかった。

表 - 5 バーリング鋼板と孔あき鋼板に作用した抵抗力

試験体	最大せん断耐力 Q_{max} (kN)	鋼板1枚 摩擦力 q_{fr} (kN)	鋼板1枚 二面せん断力 $Q_{max} - q_{fr}$ (kN)	孔1つ 二面せん断力 q_s (kN)
P1	134	48.3	85.7	85.7
P2-250	213	46.1	170	83.5
試験体	最大せん断耐力 Q_{max} (kN)	鋼板1枚 摩擦力 q_{fr} (kN)	鋼板1枚 二面せん断力 q_s (kN)	突起1つ 支圧力 q_c (kN)
B1	280	48.3	85.7	146
B2-250	486	46.1	170	135

4. 結

鋼板厚さ6mm、バーリング径50mm、突起高さ15mmのバーリングシヤコネクタを対象とした押抜きせん断試験より得られた知見を以下に示す。

- (1) 終局時のバーリングの抵抗機構は、突起部とコンクリートとの支圧作用、バーリング孔に充填されるコンクリートの二面せん断作用および鋼板とコンクリート境界面における摩擦作用の計3種であることを示し、抵抗力の割合を明確にした。
- (2) バーリングの二面せん断抵抗は、孔あき鋼板ジベルの終局せん断耐力算定式で評価できる。
- (3) バーリング2つが加工された条件の場合、2つの配置間隔が100～300mmの範囲内であれば、間隔の違いがバーリング鋼板1枚あたりの最大せん断耐力に及ぼす影響は無い。

謝辞

バーリング加工製作は伊豫永プレス工業(株)にご協力頂きました。実験の準備と実施にあたっては平成24年度福岡大学工学部建築学科堺研究室所属の池田祥平氏(現(株)大林組)、高野太輔氏(現 西松建設(株))にご協力頂きました。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 古賀卓, 田中照久, 堺純一: 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 実験概要及び結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1417-1418, 2012.9
- 2) 土木学会: 2009年制定 複合構造標準示方書, 2009
- 3) 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, 1966
- 4) 日本建築学会: 鋼コンクリート構造接合部の応力伝達と抵抗機構, 2011
- 5) 保坂鐵矢他: 孔あき鋼板ジベルのせん断特性に関する実験的研究, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.46A, pp.1593-1604, 2000