

(55) SC部材に用いた無溶接孔あき鋼板ジベルのせん断抵抗機構と耐力算定式に関する研究

田中 照久¹・堺 純一²

¹正会員 福岡大学助手 工学部建築学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)
E-mail: sttanaka@fukuoka-u.ac.jp

²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8-19-1)
E-mail: sakaij@fukuoka-u.ac.jp

H形鋼のウェブに孔あき鋼板ジベルを形成した鉄骨コンクリート断面を対象に、せん断抵抗機構を調べるために押抜き試験を実施した。特に孔あけ位置・個数、コンクリートの横拘束の有無を含め、孔あき鋼板ジベルの耐力算定式の妥当性について検討した。さらに、部分的な終局せん断耐力の増大を図る目的でウェブ孔に円柱形状の高強度モルタルを通したものを準備し実験を行なった。実験結果より、コンクリートを拘束することで最大せん断耐力の向上と、その後耐力低下を抑制する効果がある。また、孔に円柱体の高強度モルタルを通すことで、せん断耐力とずれ剛性の増大を図ることが可能であることを明らかにした。耐力算定式については既往の提案式と実験結果の比較を行い、更なる検討が必要であることを示した。

Key Words : perfobond rib shear connector, push-out test, resisting mechanism, strength, restraint

1. はじめに

鋼とコンクリートで構成された合成構造・混合構造が力学的に優れた構造性能を十分に発揮するためには、異種材料間の確実な応力伝達が行なわれるように機械的ずれ止めを設け、両者を一体化させる必要がある。

一般的に建築分野では、両者の一体化を図るために頭付きスタッドジベル（以下、スタッドと略す）が用いられている。しかし、溶接作業場（気候条件、現場環境など）の条件次第では工期の延長を強いられることや、溶接後の品質管理検査を行なう必要があるため優れた接合法であるとは言い難い点が指摘されている。また、ずれ止め効果を十分に発揮させるためには、かなりのスタッド本数が必要となるため、省エネルギー化、工期短縮な

どの点で解決すべき問題がある。一方土木分野では、スタッドとは別に鋼とコンクリートを一体化する方法として、孔あき鋼板ジベル（以下、孔あきジベルと略す）の開発が行なわれ、研究例も多く、鋼合成桁橋や合成土留壁などに適用されている^{例え¹}が、こちらもスタッドと同様に溶接作業を要する。

著者らは、H形鋼フランジ間にコンクリートを充填したSC梁や柱（図-1(a) SC断面参照）を対象に、予めウェブ面にあけた孔に充填されたコンクリートが孔あきジベルの機能を果たし、溶接を必要としないずれ止めを提案している²。本研究は、基礎的データの収集を目的に、実験変数に機械的なずれ止めの有無と種類、孔の個数・位置、横拘束の有無、さらに部分的な終局せん断耐力の増大を図る目的でウェブ孔に円柱形状の高強度モルタル

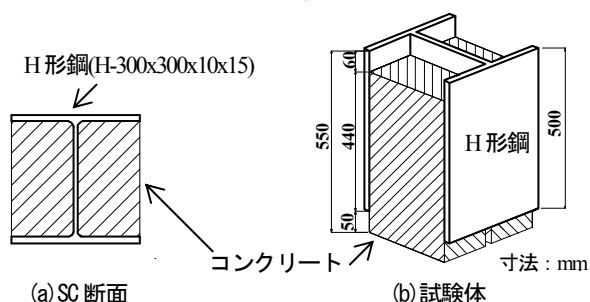


図-1 試験体形状

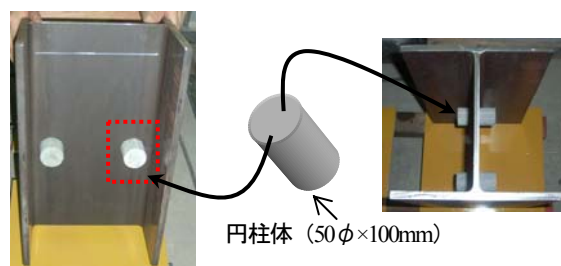


写真-1 ウェブ孔に円柱体（高強度モルタル）を通した様子

を通したもの（写真-1参照）を製作し、押抜き試験を実施した。本報では、この実験結果について述べる。また参考程度に、現在までに提案されている代表的な耐力算定式¹³⁾と実験値の比較について述べる。

2. 実験概要

(1) 試験体

試験体は、H形鋼のフランジ間にコンクリートを充填したものである（図-1(b)参照）。試験体で使用した鋼材は、H-300x300x10x15(SS400)である。充填コンクリートの設計基準強度は $F_c30\text{N/mm}^2$ であり、粗骨材の最大寸法は13mmで、標準スランプが18cmの普通コンクリートを使用する。また、コンクリートの打設方向は縦打ちとし、鋼とコンクリートの接触する面は、特に表面処理を施していない。スタッドの形状は、軸径13mmで長さが100mmである。H形鋼のウェブにあげた孔径は、50mmである。また、ウェブ孔に通す高強度モルタルの形状は、 $\phi50\times100\text{ mm}$ の円柱体であり、設計基準強度は 90N/mm^2 である。

(2) 実験変数

試験体は、27体である。表-1に試験体一覧、図-2に鉄骨の詳細を示す。試験体の識別記号は、「ずれ止めの種類・ずれ止めの位置・個数（-拘束有無）」を意味している。シリーズNは1体であり、ずれ止め無しの基準試験体である。シリーズSは、フランジ内面にスタッド4本設けたものと、ウェブ面に2本設けたもので各1体である。シリーズHは、ウェブに設ける孔の個数と位置を変数にとる6種類で、別に円柱体の高強度モルタルを孔に通したものを各試験体で準備した。さらに横拘束をしたものを各試験体で準備した（但し、Hc-v2とHc-h2は除く）。

なお横拘束の試験体は、H形鋼とコンクリートの肌離れが孔あきジベルのずれ止め特性にどの程度の影響を与えているか確認するため、コンクリートの側面に厚さ25mmの鋼板を両側からボルトを介して挟み、コンクリートを拘束している（図-3（左）参照）。

普通コンクリートのシリンダー($\phi100\times200\text{ mm}$)圧縮強度は 29.0N/mm^2 で、高強度モルタルのシリンダー($\phi50\times100\text{ mm}$)圧縮強度は 87.4N/mm^2 である。

(3) 荷重方法と測定位置

荷重方法及び測定位置を図-3に示す。試験は、5000kNアムスラー荷重試験機を使用した。コンクリートの下面を反力台に接地させ、荷重部は球座となっており、上面

表 - 1 試験体一覧

シリーズ	試験体名 ^{*1}	ずれ止めの種類	ずれ止めの配置 (個数/位置)	試験体数 ^{*2}
N	N	なし		各1
S	S-f4	スタッド	4/フランジ	
	S-w2		2/ウェブ	
H	Hc-c1(-C)	孔（普通コンクリート）	1/中央	各2
	Hm-c1(-C)	孔（高強度モルタル）		
	Hc-v2	孔（普通コンクリート）	2/直列	
	Hm-v2(-C)	孔（高強度モルタル）		
	Hc-h2	孔（普通コンクリート）	2/並列	
	Hm-h2(-C)	孔（高強度モルタル）		
	Hc-v3(-C)	孔（普通コンクリート）	3/直列	
	Hm-v3(-C)	孔（高強度モルタル）		
	Hc-g4(-C)	孔（普通コンクリート）	4/格子	
	Hm-g4(-C)	孔（高強度モルタル）		
	Hc-g6(-C)	孔（普通コンクリート）	6/格子	
	Hm-g6(-C)	孔（高強度モルタル）		

*1: 試験体名は、「ずれ止めの種類・ずれ止めの配置（拘束有）」を意味する。

*2: 試験体数の2体は、横拘束有りと無しの各1体を準備する。

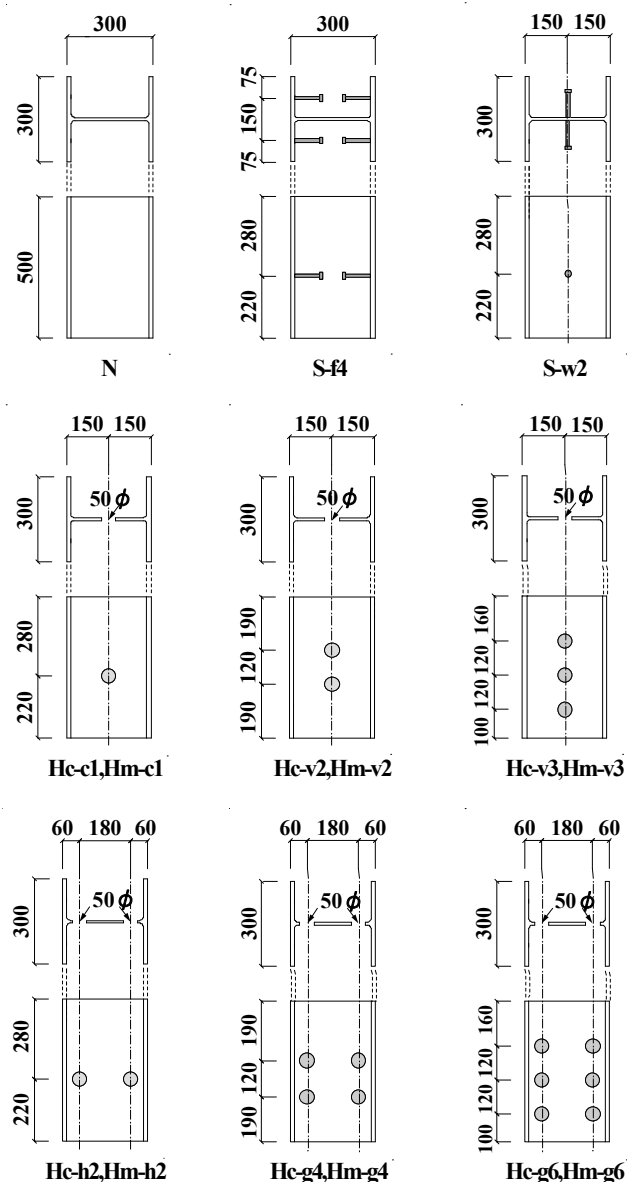


図 - 2 鉄骨の詳細

寸法: mm

のH形鋼に耐圧板を介して圧縮荷重を単調に载荷し、H形鋼の底面が40mm沈下した時点で実験終了とした。

測定変位は、H形鋼とコンクリートの相対ずれ変形と全長の軸変形、鋼とコンクリートの肌離れによる面外変形を測定した（図-3（右）参照）。

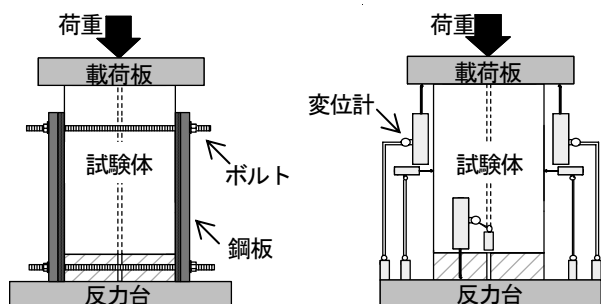


図-3 载荷方法、横拘束した場合（左）、測定方法（右）

3. 実験結果と考察

表-2に各試験体の実験結果を示す。本実験における付着抵抗機構は、ずれ止めが無い試験体の場合、鋼とコンクリートの表面粘着力と摩擦力である。一方ずれ止めを設けた試験体は、両者の抵抗力の他に機械的ずれ止めが付着抵抗の大半を担う。そこで、付着応力度 τ_b は、荷重-ずれ変形において、早期（ずれ量0.3mm程度）に一度荷重が低下する点、即ち粘着力を損失したと考えられる荷重 P_b に基づいて式(1a)で定義し算出する。

$$\tau_b = \frac{P_b}{l_b \cdot h_p} \quad (1a)$$

ここで、 l_b ：コンクリートとH形鋼が接している部分の材軸方向の付着長さ、 h_p ：コンクリートとH形鋼が接している部分の周長を表す。算定対象となる試験体数は、明瞭に荷重が一度低下する点 P_b を確認できた27体中17体である。機械的ずれ止めによる最大せん断耐力は、ずれ量20mmまでにおける最大荷重点 P_{max} とした。また、最大ずれ量 δ_{max} は、最大荷重点 P_{max} に対応するずれ量である。

(1) 付着応力度

付着応力度 τ_b と P_b 時のずれ量 δ_b の関係を図-4に示す。ずれ止めの有無・種類に関わらず、ずれ量は約0.05mm～0.2mmの間で P_b に達している。また付着応力度 τ_b は、0.15N/mm²～0.25N/mm²に集中していることが確認できる。対象となる試験体数が少ないため断定はできないが、押抜き試験によるH形鋼のフランジ間にコンクリートを充填したSC断面の付着応力度は、「コンクリート充填鋼

管構造設計施工指針」⁴⁾にある鋼管とコンクリートの短期付着応力度（角形CFT:0.15N/mm²、円形CFT:0.225N/mm²）に近い値を示していることが言える。この結果から、角形CFTの短期付着応力度で評価すれば、ほぼ安全側であることが確認できる。

(2) 荷重-変形関係

図-5(a)と(b)は、ずれ止め無しNとスタッドS-w2を含めた、孔あきジベルHcとHmの荷重-ずれ変形関係の例を示す。図-5より、ずれ止めの有無と種類、個数の特徴が顕著に現れている。S-w2は、粘着力を失った後、ずれ変形が大きくなるにつれて最大耐力に達している。一方

表-2 実験結果

シリーズ	試験体名	τ_b (N/mm ²)	P_{max} (kN)	$P_{max}/\text{孔}$ (kN)	δ_{max} (mm)
N	N	0.18	89	-	0.1
S	S-f4	0.23	417	-	5.6
	S-w2	0.23	308	-	12.9
H	Hc-c1	0.20	103	103	4.4
	Hc-c1-C	0.20	104	104	4.0
	Hm-c1	0.20	142	142	2.4
	Hm-c1-C	0.21	182	182	1.7
	Hc-v2①	0.12	80	40	2.4
	Hc-v2②	0.19	144	72	2.8
	Hm-v2	0.20	194	97	6.3
	Hm-v2-C	0.24	216	108	1.7
	Hc-h2①		100	50	4.3
	Hc-h2②		108	54	3.0
	Hm-h2	0.27	266	133	1.4
	Hm-h2-C		241	121	2.4
	Hc-v3	0.18	124	41	2.9
	Hc-v3-C		179	60	4.2
	Hm-v3	0.25	311	104	1.2
	Hm-v3-C		329	110	1.2
	Hc-g4	0.22	123	31	2.0
	Hc-g4-C	0.16	193	48	3.4
	Hm-g4		314	79	1.0
	Hm-g4-C		350	88	1.3
	Hc-g6	0.29	192	32	1.9
	Hc-g6-C		266	44	3.0
	Hm-g6		546	91	0.9
	Hm-g6-C		605	101	1.2

τ_b ：付着強度、 P_{max} ：最大耐力、 $P_{max}/\text{孔}$ ：孔1個あたりの最大耐力、 δ_{max} ：最大ずれ量

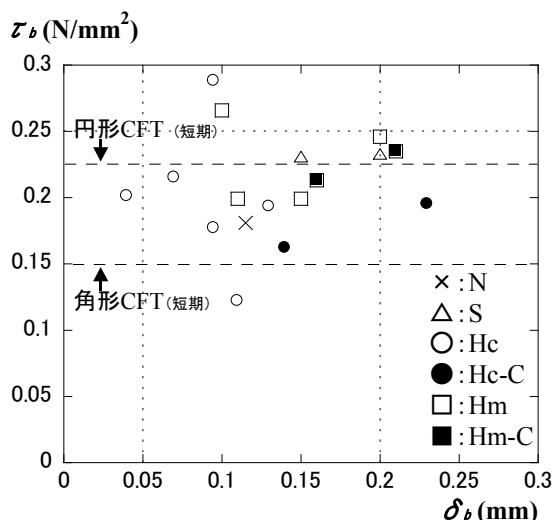
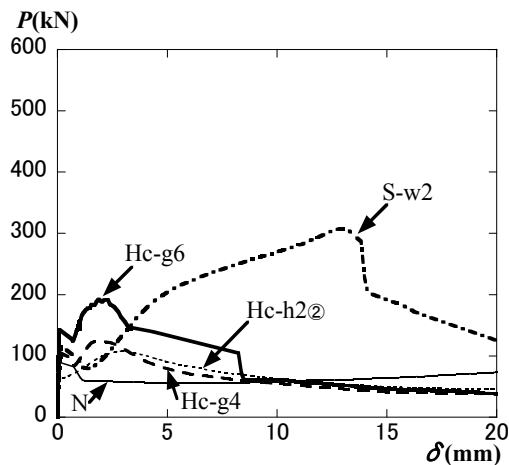
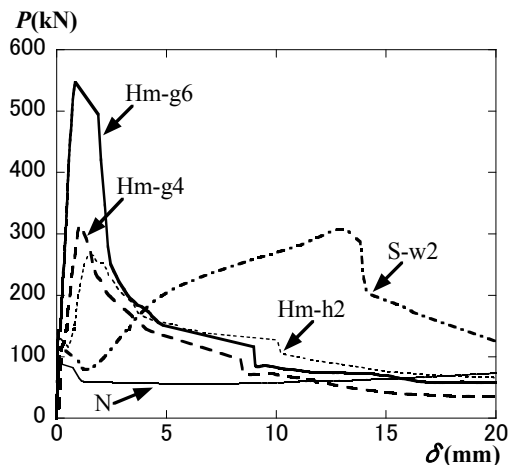


図-4 付着応力度とその時のずれ量の関係



(a) ずれ止めなし, スタッド, 孔あきジベル (普通コンクリート)



(b) ずれ止めなし, スタッド, 孔あきジベル (高強度モルタル)

図-5 荷重-ずれ変形の関係 (一例)

HcとHmは、小さなずれ変形で最大耐力を発揮していることが分かる。これは、スタッドが柔なずれ止めに対し孔あきジベルは剛なずれ止めと評価できる。シリーズHは、孔の個数が多くなるに従って最大せん断耐力は増大する傾向を示したが、孔一つあたりが負担する耐力は小さくなる結果であった。円柱体の高強度モルタルを通したHmは、Hcと比較からせん断耐力とずれ剛性の飛躍的な増大が確認できる。また、Hmの最大耐力に達した後の挙動は、Hcに比べて急激な耐力低下が見られるが、ずれ量15mm辺りから両者ともに一定の耐力を維持していることが確認できる。理由は、最大せん断耐力発揮後、孔の位置・個数に関係なく鋼とコンクリート間の摩擦力が支配的になるためである。

(3) 横拘束の効果

a) 最大耐力と最大ずれ量に与える影響

図-6にHcとHmの各試験体で横拘束の有無による最大ずれ量の比 (拘束有 $H_C \delta_{max}$ /拘束無 $H \delta_{max}$) と最大耐力比 (拘束有 $H_C P_{max}$ /拘束無 $H P_{max}$) の関係を示す。図-6よりHcは、コンクリートを横から拘束することで最大耐力と最大ずれ量は、拘束していない結果に比べ、どちらも約

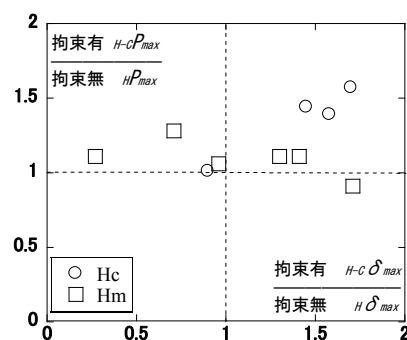


図-6 拘束有無の最大耐力比と最大ずれ量の比の関係

1.5倍の増大が確認できる。これに対し、Hmは拘束による影響は小さいということがわかる。この要因を、図-7より説明する。

孔あきジベルのせん断抵抗機構を考えると、作用せん断力 Q_u に対して、H形鋼ウェブにかけた円孔内に充填されたコンクリートの円形側面 (以下、せん断抵抗面と呼ぶ) で抵抗する。図-7(a)よりTypeHcの場合、円孔内とせん断抵抗面に粗骨材が混在することで、様な抵抗力を保持できず、材軸方向に垂直な成分の力が発生する。この力の増大に伴ってウェブとコンクリートの境界面に

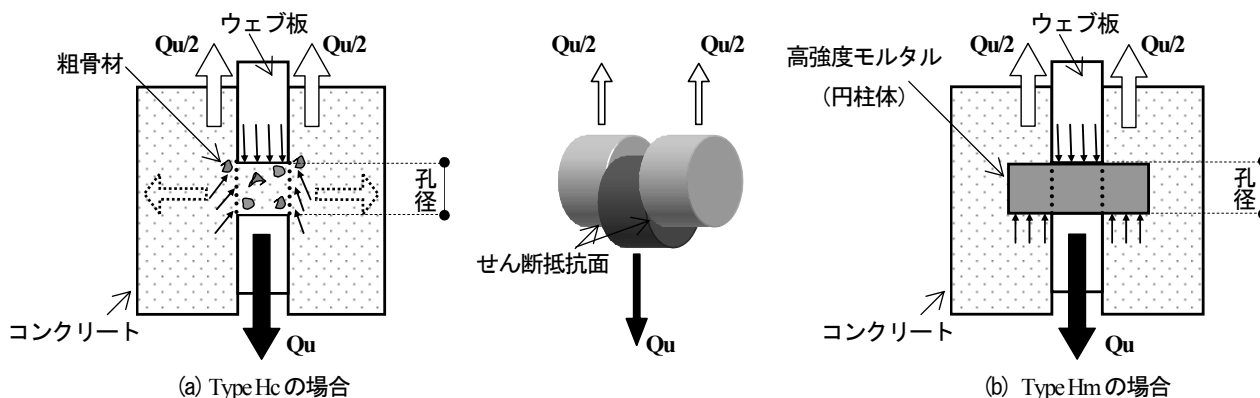


図-7 孔あき鋼板ジベルのせん断抵抗機構

肌離れが生じ、確実な応力伝達が厳しい条件となる。これに対して、図-7(b)よりTypeHmは円孔内に円柱形状のモルタルが存在する、即ち粗骨材が混在していないため、TypeHcに比べて加力方向にせん断抵抗力を十分に発揮できる。以上のことから、横拘束したTypeHcは鋼とコンクリートの肌離れを防ぐことができるため、耐力と靱性を向上させる十分な効果があったと考えられる。

b) 最大耐力に達した後の挙動に与える影響

図-8に横拘束の有無による荷重-ずれ変形関係の比較の例を示す。最大耐力に達した後、拘束無しのHcとHmは、急激な耐力低下が見られる。拘束有りのHcとHmは、緩やかに低下し、その後一定の耐力を維持していることが確認できる。同様に他の試験体においても、拘束の有無による最大耐力に達した後の挙動の違いは顕著に現れた。最大耐力に達するまでの抵抗機構は、孔あきジベルによるせん断抵抗が大半を担っているが、最大耐力到達後は鋼とコンクリートの摩擦力が支配的になる。即ち拘束有りのHcとHmは常にコンクリートブロックが4面拘束された状態であるため、コンクリートがポアソン比によって膨張し拘束していない状態に比べ摩擦力が増大することによって、ある一定の耐力を維持できたと考える。

(4) 最終破壊状況

実験終了後の孔あきジベルの破壊状況について、孔内に充填されたコンクリート(TypeHc)は、孔の個数や位置、拘束条件に関係なく粉状に圧壊していた。それに対して、孔に通した高強度モルタル(TypeHm)においては、ウェブ面に沿ってせん断破壊していた。

4. 孔あきジベルのせん断耐力算定式

土木分野と建築分野から提案されている孔あきジベルのせん断耐力式と本実験結果を比較検討する。土木分野における代表的な耐力算定式¹⁾として、Leonhardtら、Oguejioforら、Medberryらおよび保坂らの式が、実験的研究により提案されている。これらの実験方法は、いずれも押抜き試験より提案されているが、その特徴は大きく2つに分けられる。Leonhardtらや保坂らは、鋼板端部の支圧力を除いた考えであるのに対して、OguejioforらやMedberryらは、鋼板端部の支圧力を考慮した耐力式となっている。従って本研究では、前者に近い条件で実験を行なっているため、後者の算定式は比較の対象から外すことにする。また、保坂らは貫通鉄筋の有無によって分類した式を提案しているが、本研究は鉄筋を用いていないので、貫通鉄筋がない場合の式と比較する。次に建築分野においては研究成果が乏しい現状³⁾ではあるが、西

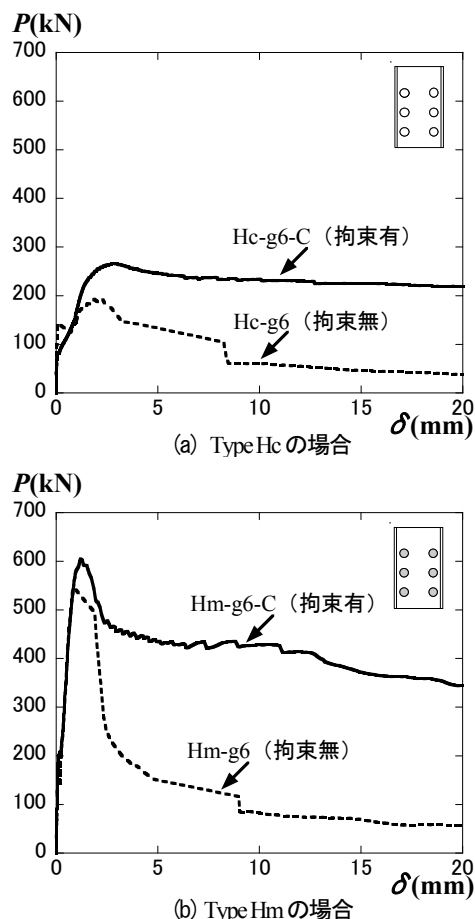


図-8 拘束の有無による実験挙動の比較（一例）

村ら⁷⁾はコンクリートの存在による拘束を無視し、安全側の耐力式として提案されている。この算定式についても比較の対象とする。

(1) 比較対象のせん断耐力算定式

a) Leonhardtらの式⁵⁾

$$Q_u = 1.08 f'_c \times 2 \times (\pi \cdot D^2 / 4) / \gamma \quad (2a)$$

ここに、 Q_u ：孔あきジベルのせん断耐力(N)， f'_c ：コンクリートの圧縮強度(N/mm²)， D ：孔径(mm)， γ ：安全率(=2.1)

既往の研究²⁾から、安全率を考慮しなければ危険側の評価となることが確認されたため、本研究では安全率2.1を採用する。

b) 保坂らの式⁶⁾

・貫通鉄筋がない場合

$$Q_u = 3.38 d^2 (t/d)^{1/2} \cdot f'_c - 39.0 \times 10^3 \quad (2b)$$

$$22.0 \times 10^3 < d^2 (t/d)^{1/2} \cdot f'_c < 194.0 \times 10^3$$

ここに、 Q_u ：孔あきジベルのせん断耐力(N)， f'_c ：コ

ンクリートの圧縮強度(N/mm²), d : 孔径(mm), t : 孔あき鋼板の厚さ(mm)

c) 西村らの式⁷⁾

$$Q_u = n(Q_c + Q_r) \quad (2c)$$

$$Q_c = 2A_c \left(0.5 \times \sqrt{\sigma_B \cdot \sigma_t} \right)$$

$$Q_r = 2 \cdot \tau_y \cdot A_r$$

ここに, Q_u : 孔あきジベルのせん断耐力(N), n : 孔数, Q_c : 孔1個当たりのコンクリートのせん断耐力(N), Q_r : 孔1個当たりの挿入鉄筋のせん断耐力 (N), A_c : 円孔1個の断面積(mm²), σ_B : コンクリートの圧縮強度(N/mm²), σ_t : コンクリートの引張強度(N/mm²), τ_y : 挿入鉄筋せん断降伏強度 (N/mm²), A_r : 孔に設けられた挿入鉄筋の断面積(mm²)

本実験では, 鉄筋は使用していないので, 式(2c)にある挿入鉄筋のせん断耐力は考慮せずに算出する。

(2) 実験値とLeonhardtらの耐力算定式との比較検討

Leonhardtらの示した式(2a)から求めたせん断耐力 Q_u と実験結果の最大耐力 P_{max} を比較したのが, 図-9(a)と図-

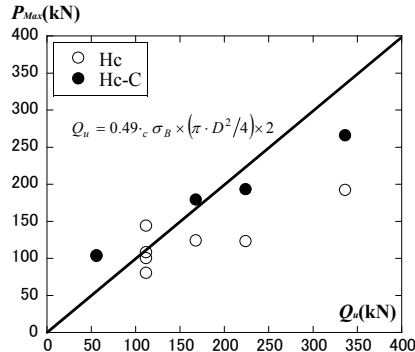
10(a)であり, それぞれTypeHc (普通コンクリート) とTypeHm (高強度モルタル) の場合である. なお, 図に示す式(2a)は, 後述で検討する式(3d)と比較するため, 置き換えた式で表記している. TypeHcとHc-Cの場合, 孔あきジベルが負担したせん断耐力の実験値/計算値の平均は0.94と1.14であり, 安全率を考慮した式で評価できる. しかし, 図-9(a)からTypeHcは実験結果にばらつきが目立つ. さらに表-3に示す変動係数CVは, TypeHmに比べ大きいことが確認できる. これは, 各試験体によって孔近辺に存在する粗骨材の量が均等でないことが原因の一つと考えられる.

TypeHmとHm-Cの場合, 実験値/計算値の平均は0.64と0.70であり, 図-10(a)からも確認できるように概して実験値は計算値を下回っており, 安全率2.1で除しているにも関わらず式では, 危険側の評価であることがわかる. つまり円柱体の高強度モルタルを式で評価した場合, 充

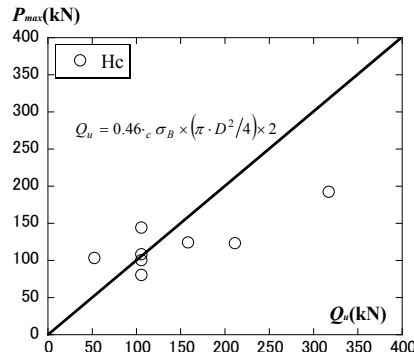
表-3 各Typeの算出結果

Type	横拘束	σ_B (N/mm ²)	Ave P_{max} (kN)	CV	τ_u (N/mm ²)	κ (τ_u / σ_B)
Hc	無	29.0	52.9	0.43	13.5	0.46
	有(-C)		64.1	0.37	16.3	0.56
Hm	無	87.4	107.5	0.21	27.4	0.31
	有(-C)		118.1	0.26	30.1	0.34

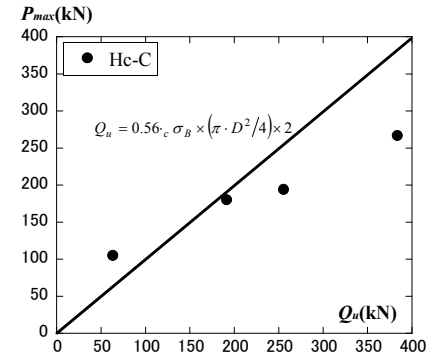
σ_B : 圧縮強度, Ave P_{max} : 孔1個当たりの実験耐力平均値, CV: 変動係数, τ_u 式(3b)



(a) Leonhardt 式(2a)の場合

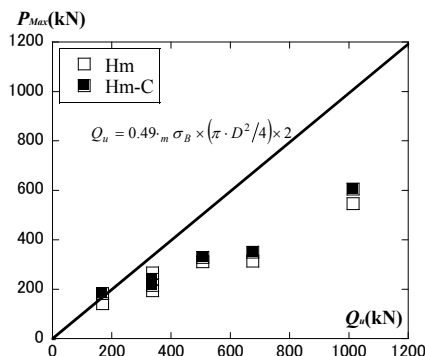


(b) 式(3d) 拘束無しの場合

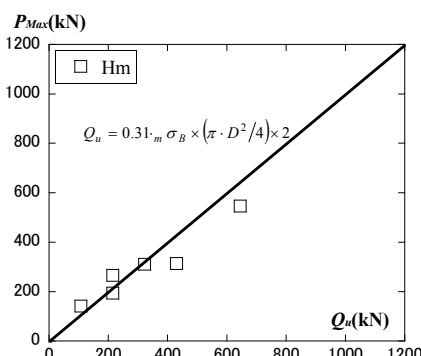


(c) 式(3d) 拘束有りの場合

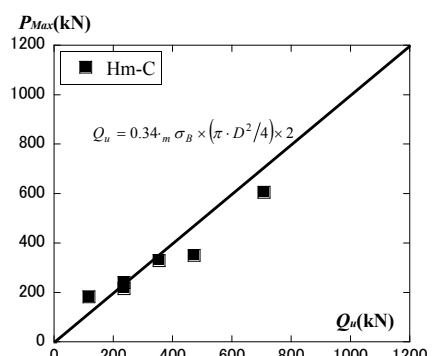
図-9 Type Hc の実験と計算の比較



(a) Leonhardt 式(2a)の場合



(b) 式(3d) 拘束無しの場合



(c) 式(3d) 拘束有りの場合

図-10 Type Hm の実験と計算の比較

填コンクリートに比べせん断耐力は計算値より低い傾向を示すことから、粗骨材の有無がせん断抵抗に対して影響を及ぼしていることが推察される。そこで、本研究では既往の研究の考え方に基づいて、以下の手順でせん断耐力算定式を検討する。

図-7より孔あきジベルのせん断強度 Q_u は、コンクリートのせん断応力度 τ_u とせん断抵抗面の2面分の円面積の積と考えられ、次式で表せると仮定する。

$$Q_u = \tau_u \times (\pi \cdot D^2 / 4) \times 2 \quad (3a)$$

コンクリートのせん断応力度 τ_u は、各Type別の実験結果における孔一個あたりが負担した最大せん断耐力の平均値 $_{Ave} P_{max}$ を用いて次式(3b)で算出する。

$$\tau_u = _{Ave} P_{max} / \{ (\pi \cdot D^2 / 4) \times 2 \} \quad (3b)$$

コンクリートのせん断応力度 τ_u とシリンダー圧縮応力度 σ_B を係数 κ として式(3c)と表す。

$$\kappa = \tau_u / \sigma_B \quad (3c)$$

よって、本実験における孔あきジベルのせん断耐力式は、式(3a)、(3c)より次式(3d)が得られる。各Type別の算出結果を表-3に示す。

$$Q_u = \kappa \cdot \sigma_B \times (\pi \cdot D^2 / 4) \times 2 \quad (3d)$$

式(3d)より算出したせん断耐力 Q_u と実験結果より得られた最大耐力 P_{max} の比較をそれぞれ図-9と10の(b)と(c)に示す。いずれのTypeも対象となる試験体数が少ないため断定はできないが、TypeHcは孔の数が増えるにつれて危険側の評価となる。また、式(2a)の係数と比べると若干異なるだけである。Hc-Cの係数は、拘束効果によりHcに比べて約1.2倍の評価となる。次にTypeHmは、拘束の有無に関わらずどちらもほぼ安全側の評価となる。これを式(2a)で表す場合は、安全率とは別に低減率として約0.6を乗じる必要がある。なお、Hm-Cの係数は、拘束効果によりHmに比べて約1.1倍の評価となる。

(3) 各算定式の比較

前述した算定式(2a)、(2b)、(2c)と検討した実験式(3d)について、本実験の条件を用いて比較を行なう。各式に、入力する値を表-4に示す。各式の計算結果について、孔数が増えた時のせん断耐力値の関係を図-11の(a)と(b)に示す。図-11の(a)はTypeHc(普通コンクリート)で、(b)はTypeHm(高強度モルタル)の場合である。なお、

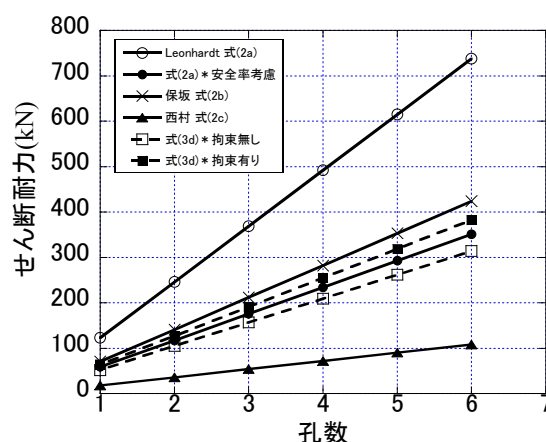
Leonhardtらの(2a)式は、安全率を考慮した結果と考慮していない結果の両方を示している。

この結果から、いずれのTypeもLeonhardt(安全率を考慮していない)と保坂らの算定式は、過大評価であることが分かる。一方西村らの算定式は、過小評価であることが分かる。

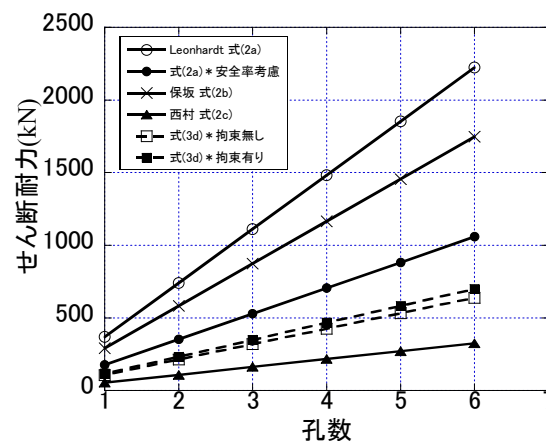
表-4 各Typeの入力値

入力値	TypeHc コンクリート	TypeHm 高強度モルタル
圧縮強度 (N/mm ²)	29.0	87.4
引張強度 (N/mm ²)	2.9	8.7
孔径 (mm)	50	
孔あき鋼板の厚さ (mm)	10	

* 引張強度は、圧縮強度の1/10の値としている。



(a) TypeHc の場合



(b) TypeHm の場合

図-11 せん断耐力計算値の比較

5. まとめ

H形鋼のウェブに孔あき鋼板ジベルを形成したSC部材のせん断抵抗機構について実験的に検討した結果、以下のことを明らかとした。

- 1) 孔あきジベルは、スタッドより剛なずれ止めと評価できる。
- 2) コンクリートを横拘束することにより、最大せん断耐力の向上と、その後の耐力低下を抑制する効果が確認された。
- 3) 孔あきジベルは、ウェブ孔に円柱体の高強度モルタルを通すことで、せん断耐力とずれ剛性の増大を図ることが可能である。
- 4) SC部材に孔あきジベルを用いた場合、Leonhardtらの算定式を含め、既往の研究で提案されている式の適用に向け、耐力算定法の確立が課題である。

謝辞：本研究は、平成19,20年度科学研究費補助金(基盤研究(C)研究代表者:堺純一)の援助を受けた。実験準備にあたり、福岡大学工学部建築学科助教(材料)本田悟氏、堺研究室荒木拳氏他の協力を得た。ここに記して、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 平陽兵：鋼とコンクリートを一体化する孔あき鋼板ジベルの耐力評価式に関する最近の研究,コンクリート工学,Vol.42,No.3,pp.61-67,2004.3
- 2) 田中照久,堺純一：鉄骨コンクリート梁材の弾塑性変形性状に関する実験的研究,コンクリート工学年次論文集,Vol.30,No.3,pp.1363-1368,2008.7
- 3) 日本建築学会 構造委員会 鋼コンクリート合成構造運営委員会：2009 年度日本建築学会大会（東北）パネルディスカッション資料,鋼コンクリート接合部設計指針の確立に向けて, pp.18-20,2009.8
- 4) 日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施工指針,2007.10
- 5) F.Leonhardt,W.Andra,H.P.Andra and W.Harre：Neues vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, BETON-UND STAHLBETONBAU, pp.325-331, 1987.12
- 6) 保坂鐵矢ほか：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,Vol.46A,2000.3
- 7) 吉田幹人,佐藤悠史,西村泰志：孔あき鋼板ジベルを用いたS要素とRC要素が並列的に結合される接合部の破壊性状（その1）,（その2）,日本建築学会大会学術講演梗概集,構造C-1, pp.1245-1248,2008

A Study on Resisting Mechanism and Calculation Equation on Maximum Strength of Steel-Concrete Composite Members with Non-Welding Perforated Shear Connector

Teruhisa TANAKA and Junichi SAKAI

This paper deals with H-shaped steel of web plate form Perfobond rib shear connector become a focus of study. In order to investigate resisting mechanism, An experimental work was carried Push-out test. This is of particular importance for drilling position and number and a mathematical. In addition to that Test piece is readied to thread a cylindrical in form's high-strength mortar through a hole.

The author discovered that it is found that H-shaped steel of web plate form Perfobond rib shear connector have the effect of slippage characteristics and strength equation..