

摂南大学工学部	正 員	平城弘一	摂南大学工学部	学生員	○森井貴士	摂南大学工学部	学生員	吉川琢真
酒井鉄工所	正 員	前田泰秀	酒井鉄工所	正 員	石崎 茂	日本stat [®] ウェルディング		池尾良一

1. まえがき

本研究の目的は、高い剛性を目指したスタッドを開発することにある。通常のスタッドを高い剛性が得られるように改良したならば、設計においてスタッドの本数を減らすことが可能となり、合成桁の省力化が期待できる。剛性を高めるため、スタッド根元部を2回りほど太くした新しいスタッド(変断面スタッド)を開発した。この変断面スタッドは、「メスネジ付きスタッド($\phi 25\text{mm}$)」に「オスネジ付きスタッドボルト($\phi 16\text{mm}$)」を締結することにより、ずれ止めとして機能する(写真-1)。また、変断面スタッドは、プレキャスト床版の送り出し工法に利用できる。まず工場で鋼桁上フランジにメスネジ付きスタッドを溶接し、現場で鋼桁を架設した後、プレキャスト床版を送り出し、最後にオスネジ付きスタッドボルト(高力ボルトでも可)を締結し、隙間にコンクリートを打ち込む。このことで、架設面での省力化も期待できる。

2. 試験体の種類および形状寸法

表-1 に静的押抜き試験、表-2 に押抜き疲労試験の試験体の種類を示す。実験パラメータは、スタッド軸部直径と溶接方法である。タイプ PC、PE は通常溶接でタイプ PD は A.C.S(Arc Control Submerge-stud) 工法で溶接したものである。なお、結果比較のため通常スタッドを用いた試験体(φ16mm→タイプ PA、φ13mm→タイプ PB)も同時に製作した。試験体の製作、形状寸法は JSSC の頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)に従った。

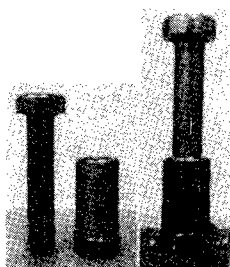
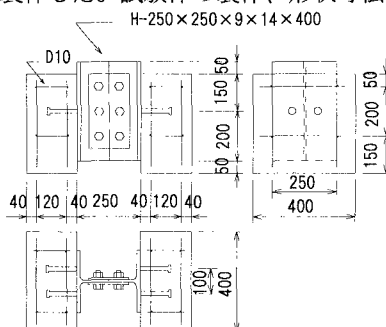


写真-1 変断面スタッド



図一1 押抜き試験体の形状寸法

表-1 静的押抜き試験体の種類

タイプ	軸径	溶接方法	コンクリート強度
PA	φ 16	通常	$f'_c = 31.1 \text{ N/mm}^2$
PB	φ 13		$f'_t = 2.55 \text{ N/mm}^2$
PC	φ (25+16)		$E_c = 2.739 \text{ kN/mm}^2$
PE	φ (22+13)		

表-2 押抜き疲労試験体の種類

タイプ	軸径	溶接方法	コンクリート強度
PA	$\phi 16$	通常	$f'_c = 36.4 \text{ N/mm}^2$
PC	$\phi (25+16)$		$f'_c = 2.63 \text{ N/mm}^2$
PD	$\phi (25+16)$	A.C.S	$E_c = 2.744 \text{ kN/mm}^2$

3. 試験結果および考察

3. 1 静的押抜き試験

(1) せん断耐力および破壊形式

表-3 に静的押抜き試験結果を示す。この表より $Q_{\max}$ は変断面スタッドの方が極めて高く、スタッド軸部が $\phi 16\text{mm}$ の場合約 41%(タイプ PA<タイプ PC)、同じく $\phi 13\text{mm}$ の場合約 88%(タイプ PB<タイプ PD) 向上していることがわかる。また破壊形式は、コンクリートが支圧破壊したタイプ PC 以外は、すべて余盛り部上縁でのスタッドのせん断破壊であった。

表-3 静的押抜き試験結果

タイプ		せん断耐力 Q _{max} (kN/本)	最大ずれ量 δ _{max} (mm)	ずれ定数 K(kN/mm/本)	破壊形式
PAφ16	1	118.8	12.1		
通常スタッド	2	137.9	11.5	252.1	スタッド余
平均		128.4	11.8		盛り部上
PBφ13	1	81.3	7.7		縁のせん
通常スタッド	2	74	8.7	195.6	断破断
平均		77.7	8.2		
PCφ(25+16)	1	176.4	6		
変断面スタッド	2	186.2	4.6	266.7	コンクリー
平均		181.3	5.3		トの支圧
PDφ(22+13)	1	148	12.9		破壊
変断面スタッド	2	143.6	5.7	213.5	PA、PBと
平均		145.8	9.3		同様
最大ずれ量:最大荷重時のずれ量					
ずれ定数:初期接戦(初期ずれ剛性)					

(2) ずれ性状

図-2～3 にスタッド軸部がφ16mm の場合の荷重－相対・残留ずれ関係をそれぞれ示す。ここで残留ずれとは、漸増繰返し载荷法で得られる除荷した時のずれ量で、関係図の縦軸のせん断力は除荷寸前の作用せん断力を使用している。変断面スタッドの残留ずれの初期接線の傾きが、通常スタッドより僅かに小さく直線区間が長いことより、期待どおり高いずれ剛性を有していることが分かった。

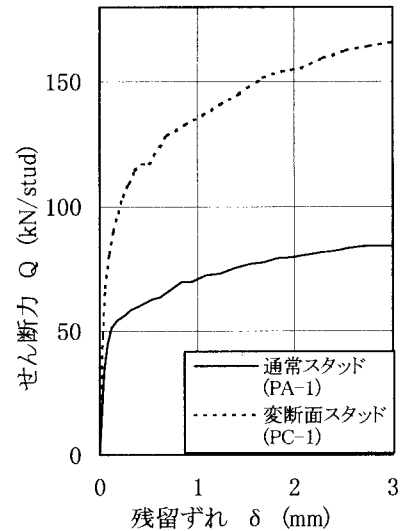
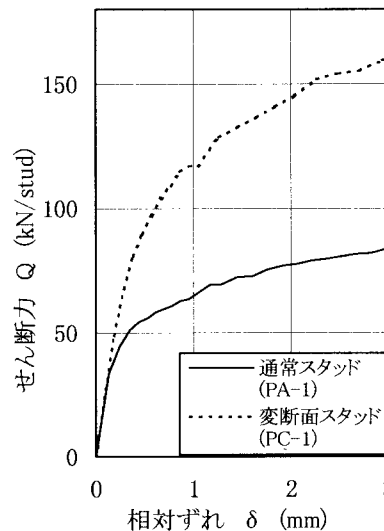


図-2 荷重－相対ずれ関係(φ16_{mm}) 図-3 荷重－残留ずれ関係(φ16_{mm})

(3) ずれ定数

表-3 より、変断面スタッドにすることによりずれ定数は、軸部がφ16mm の場合 1.06 倍(タイプ PA < タイプ PC)、φ13mm の場合 1.09 倍(タイプ PB < タイプ PD)、高い値を示す結果となっていた。

3. 2 押抜き疲労試験

図-4 に押抜き疲労試験の結果を示す。縦軸は、変断面スタッドではφ19mm、通常スタッドではφ16mm で換算した場合のせん断応力を示す。なお、変断面スタ

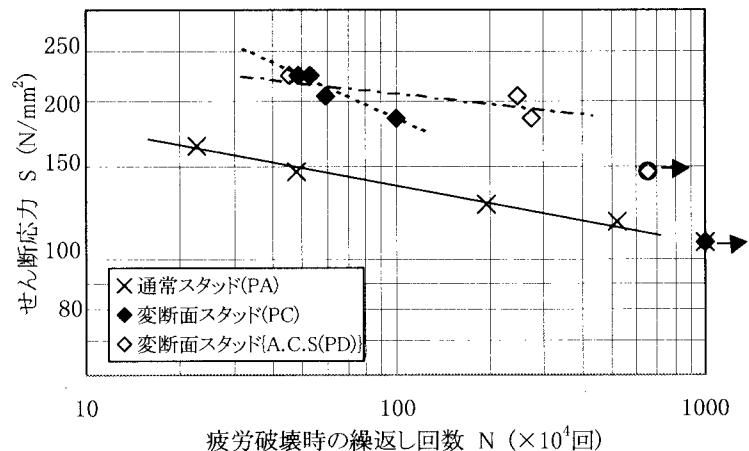


図-4 スタッドのS-N関係図

ッドにおいて軸径をφ19mm で換算したのはメスネジ付きスタッドの断面積(円環状)がφ19mm に相当している、スタッドの破壊(写真-2)がその部分で起こっていたからである。この図より、変断面スタッドを使用したタイプ PC、タイプ PD は通常スタッドのタイプ PA に比べて極めて高い値を示していることがわかる。繰返し回数 100 万回で比較すると変断面スタッドの時間強度は、通常スタッドより約 30% も向上していた。また、同じ変断面スタッドでも A.C.S 工法で溶接したタイプ PD の方が、通常溶接のタイプ PC より高い値となった。



写真-2 変断面スタッドの疲労破壊場所

4. 結論

- 1) 静的押抜き試験より変断面スタッドは、期待どおりずれ剛性が高くなった。
- 2) 押抜き疲労試験より変断面スタッド、とくに A.C.S 溶接したものは、高い疲労強度を示した。

以上の結果から、高いずれ剛性が得られる変断面スタッドは通常スタッドよりも設計値を高く見積もることができ、またプレキャスト床版の送り出し工法が可能なことから施工面での省力化が図られるなどで、合成構造の結合材として適しているといえる。