

I-A154 高剛性スタッドの静的および疲労強度に関する研究

酒井鉄工所 正員○前田泰秀 摂南大学工学部 正員 平城弘一 日本スタッドウェルディング 池尾良一
酒井鉄工所 正員 石崎 茂 立興建設 森井貴士 アスコ 吉川琢真

1. まえがき 通常、頭付きスタッドは柔なずれ止めとして分類されていて、温度差および乾燥収縮などの2次応力が集中する桁端近くでは極めて密な間隔で配置されている。これは、現行の道路橋示方書で規定されているスタッドの設計値が「ずれ」を基準に決められているからである。本研究では、通常スタッドを高いずれ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本数を減らすことが可能となり、合成桁の合理化に大いに寄与できるのではないかと考えた。そこで、筆者らはスタッド根元部をスタッド軸部直径の2回りほど太い径にし、高いずれ剛性が期待できる新しいスタッド(変断面スタッド)を開発するに至った。ここで新しく提案された変断面スタッドは2つの部品で構成されている。つまり、工場で鋼桁上フランジに溶接されるメスネジ付きスタッド($\phi 25\text{mm}$)とオスネジ付きスタッドボルト($\phi 16\text{mm}$)とが締結されることによって、ずれ止めとしての働きをする形態となる。

2. 試験体の種類と試験方法 表-1に静的押抜き試験体、表-2に疲労押抜き試験体の種類とコンクリート強度をそれぞれ示す。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の溶接方法は通常溶接で、タイプPDはA.C.S工法で溶接したものである。なお、結果比較のために、通常の $\phi 13\text{mm}$ スタッド(タイプPB)と $\phi 16\text{mm}$ スタッド(タイプPA)を用いた試験体も同時に製作している。はり試験体の種類とコンクリートの強度特性を表-3に示す。実験パラメータとしてスタッド軸部直径と溶接方法およびスタッド間隔である。なお、はり試験体については、比較のため、 $\phi 16\text{mm}$ でスタッド間隔が300mmの通常スタッドを用いた試験体(タイプBA)も同時に製作している。

3. 押抜き試験結果および考察

(1) 最大せん断耐荷力およびずれ定数 表-4に静的押抜き試験結果を示す。この表より、 Q_{max} では通常スタッドのものに比べ、変断面スタッドの値が極めて高いことが分かる。スタッド軸部が $\phi 16\text{mm}$ の場合で約41%、同じく $\phi 13\text{mm}$ の場合で約88%も Q_{max} が向上していることが確認

できた。ずれ定数でも同様にスタッド軸部 $\phi 16\text{mm}$ の変断面スタッド(タイプPC)は通常スタッド(タイプPA)の1.06倍、そして同じく $\phi 13\text{mm}$ の変断面スタッド(タイプPE)は通常スタッド(タイプPB)の1.09倍、高いずれ定数を示す結果となっていた。最大ずれ量では、平均値で $\phi 16\text{mm}$ の通常スタッドのものが最も大きな値となっていた。

(2) 疲労強度 図-1に押抜き疲労試験結果を示す。図-1の縦軸は、変断面スタッドでは $\phi 19\text{mm}$ 、通常スタッドでは $\phi 16\text{mm}$ で換算した場合のせん断応力を示す。なお、変断面スタッドにおいて $\phi 19\text{mm}$ を使った理由は、メスネジ付きスタッドの断面積(円環状の)が $\phi 19\text{mm}$ に相当していて、疲労破壊がその部分で起こっていたか

表-1 押抜き試験体の種類(静的)

タイプ	スタッド形状 (mm)	溶接 方法	コンクリートの強度特性
PA	$\phi 16$	通常	$f'_c = 31.1 \text{ N/mm}^2$
PB	$\phi 13$	通常	$f'_c = 2.55 \text{ N/mm}^2$
PC	$\phi (25+16)$	通常	$E_c = 2.793 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
PE	$\phi (22+13)$	通常	

表-2 押抜き試験体の種類(疲労)

タイプ	スタッド形状 (mm)	溶接 方法	コンクリートの強度特性
PA	$\phi 16$	通常	$f'_c = 36.4 \text{ N/mm}^2$
PC	$\phi (25+16)$	通常	$f'_c = 2.63 \text{ N/mm}^2$
PD	$\phi (25+16)$	A.C.S	$E_c = 2.744 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

表-3 はり試験体の種類

タイプ	スタッド形状 (mm)	間隔 (mm)	溶接 方法	コンクリートの強度特性
BA	$\phi 16$	300	通常	
BC	$\phi (25+16)$	225	通常	$f'_c = 34.6 \text{ N/mm}^2$
	$\phi (25+16)$	300	通常	$f'_c = 2.65 \text{ N/mm}^2$
	$\phi (25+16)$	450	通常	$E_c = 2.793 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
BD	$\phi (25+16)$	300	A.C.S	
BE	$\phi (22+13)$	300	通常	

キーワード：合成構造、ずれ止め、ずれ剛性、プレキャスト床版

連絡先 〒590-0831 大阪府 堺市 出島西町3-1

TEL 0722-44-1521 FAX 0722-45-3626

〒572-8508 大阪府 寝屋川市 池田中町17-8

TEL 0720-39-9127 FAX 0720-38-6599

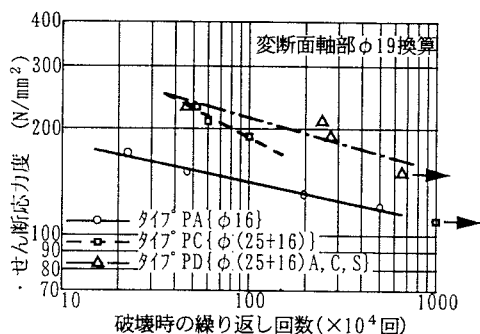


図-1 スタッドのS-N関係図

らである。この図より、今回、提案した変断面スタッドのタイプPC、PDの疲労強度は、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分かる。繰返し回数100万回で比較したならば、変断面スタッドの時間強度は、通常スタッドのものに比べ、約30%向上していた。

4. はり試験結果および考察

(1) 曲げ耐力力 表-5に、はりの曲げ試験結果を示す。この表より明らかなように、破壊荷重は通常スタッドを用いたタイプBAよりも変断面スタッドのタイプBC、BD、BEの方が若干高い値を示している。同じ変断面スタッドで、A.C.S溶接方法によるタイプBDが通常溶接法のものより若干高い値を示している。なお、本試験ではスタッド間隔と曲げ耐力力の間には相関が見られないことが分かる。

(2) ひずみ分布 図-2に、180kNと350kNの荷重時におけるはりの高さ方向のひずみ分布を示す。図-2から明らかなように、設計荷重相当のP=180kNでは通常スタッドと変断面スタッドのいずれもほぼ平面保持していることが分かる。しかし、鋼桁下フランジで降伏直前の荷重に相当するP=350kNになると、通常スタッドは平面保持しない状態となっているが、変断面スタッドでは平面保持が若干乱されるに過ぎない程度であることが分かる。

4. 結論

一連の試験から、次のようなことが明らかになった。①押抜き試験において、変断面スタッドの静的耐力力は通常スタッドに比べて、スタッド軸部がφ16mm、φ13mmとも向上していることが確認できた。ずれ定数でも同様に、変断面スタッドのずれ定数は通常スタッドのものに比べて、スタッド軸部φ16mm、φ13mmとも高い値を示す結果となっていた。②押抜き疲労試験結果より、変断面スタッドの疲労強度は、通常スタッドのものに比べ、極めて高い値を示すことが分かった。100万回の時間強度で比較したならば、変断面スタッドは通常スタッドの約1.3倍であった。③はりの曲げ試験において、曲げ耐力力は変断面スタッドを用いたはりの方が通常スタッドを用いたはりに比べて若干高い値を示していた。

以上の結果より、高い剛性が期待できる変断面スタッドの使用は、設計値を高く見積ることができるので、いままで以上に合成桁の合理化が図られるものと考えられる。

表-4 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
PA-1	118.8	12.1	252.1	スタッド余盛り部上縁のせん断破壊
PA-2	137.9	11.5		
平均	128.4	11.8		
PB-1	81.3	7.7	195.6	コンクリートの支圧破壊
PB-2	74.0	8.7		
平均	77.7	8.2		
PC-1	176.4	6.0	266.7	スタッド余盛り部上縁のせん断破壊
PC-2	186.2	4.6		
平均	181.3	5.3		
PE-1	148.0	12.9	213.5	スタッド余盛り部上縁のせん断破壊
PE-2	143.6	5.7		
平均	145.8	9.3		

表-5 はりの曲げ試験結果

タイプ	破壊荷重 (kN)	破壊形式
BA-1	472.9	鋼桁が降伏した後、コンクリート床版が圧壊した。
BA-2	447.9	
平均	460.4	
BC-1-225	503.7	
BC-2-225	490.0	
平均	496.9	
BC-1-300	485.1	
BC-2-300	447.9	
平均	466.5	
BC-1-450	501.3	
BC-2-450	465.5	
平均	483.4	
BD-1	526.8	
BE-1	480.2	

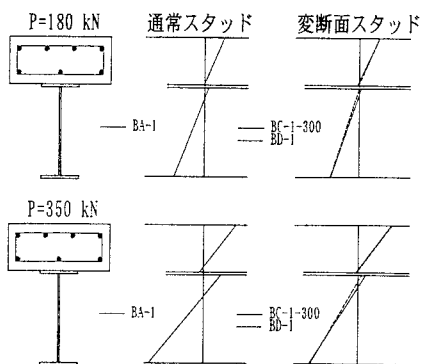


図-2 支間中央でのひずみ分布