

摂南大学工学部 正会員 平城 弘一 摂南大学工学部 学生員 〇吉川 琢真 摂南大学工学部 学生員 森井 貴士
酒井鉄工所 正会員 前田 泰秀 酒井鉄工所 正会員 石崎 茂 日本スタッドウェルディング 池尾 良一

1. まえがき 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（許容せん断力）は「ずれ」を基準に決められている。本研究の目的は、高いずれ剛性が期待できるスタッドの開発にある。高いずれ剛性を得られるように、せん断作用時に応力が集中するスタッド根元部を、スタッド軸部より 2 回りほど太くした新しいスタッド（剛スタッドまたは変断面スタッド）を開発した。近年、プレキャストコンクリート床版の活用が省力化橋梁の有力な方策として着目されている。そこで本研究で提案した新スタッドは、プレキャスト床版を用いた橋梁に適用することを、前提にしている。

ここで、新スタッドは 2 段階を経て使用されるものとする。まず、変断面スタッド根元部に相当する「メスネジ付きスタッド」が工場で、鋼桁上フランジに溶接される。次いで、現場において変断面スタッドの軸部に相当する「オスネジ付きスタッドボルト（高力ボルトでも可）」が、工場で溶接されたメスネジ付きスタッドに装着される。このことによって、現場作業での省力化が期待されるプレキャスト床版が送出し工法によって架設されることを可能にする。

そこで、本研究では新提案の変断面スタッドを用いた試験体を製作し、合成ばりの静的曲げ試験を実施することにした。この試験結果に基づき、新しく提案したスタッドを用いたはりが高い曲げ耐力力と良好な曲げ性状を有していることを明らかにし、合成ばりへの変断面スタッドの適用の妥当性を検証する。

2. 試験体の種類および形状寸法 表-1 に試験体の種類を示す。実験パラメータは、スタッド軸部の直径、スタッド間隔および溶接方法である。 $\phi 16\text{mm}$ 変断面スタッドを用いた試験体の内、タイプ BC は通常溶接で、タイプ BD は A.C.S 溶接である。また試験結果の比較のために、 $\phi 16\text{mm}$ 通常スタッド（タイプ BA）、 $\phi 13\text{mm}$ 変断面スタッドを用いた試験体（タイプ BE）も同時に製作している。

表-1 試験体の種類

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

図-1 には、試験体の形状寸法を示す。

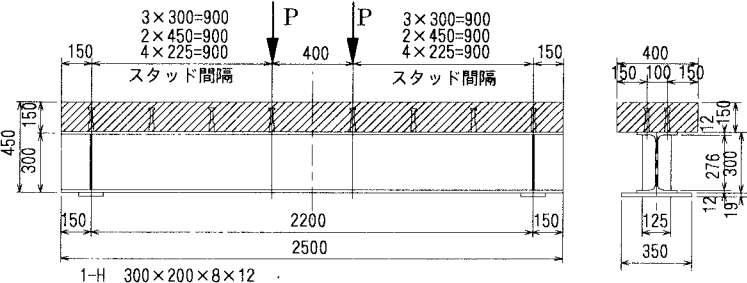


図-1 試験体の形状寸法

3. 試験結果および考察

3.1 曲げ耐力力および破壊形式 表-2 に試験結果を示す。この表より $\phi 16\text{mm}$ 変断面スタッドのタイプ BC は、通常スタッドのタイプ BA よりも若干高い値を示している。また、変断面スタッドの内、A.C.S 溶接によるタイプ BD が通常溶接であるタイプ BC よりも高い値を示している。なお、タイプ BC のスタッド間隔による曲げ耐力力への影響は見られなかった。また、破壊形式はすべて鋼桁下フランジが降伏した後にコンクリートが圧壊するものであった。

表-2 試験結果

タイプ	破壊荷重 P(kN)	破壊形式
BA	-1 481	鋼桁が降伏した 後、コン クリート床版が 圧壊した。
	-2 457	
平均	469	
BC-225	-1 514	
	-2 500	
平均	507	
BC-300	-1 528	
	-2 495	
平均	512	
BC-450	-1 512	
	-2 475	
平均	494	
BD(A.C.S)	538	
BE	490	

3.2 ひずみ分布 図-2に180kNと350kNの荷重時におけるりの高さ方向のひずみ分布を示す(スタッド間隔300mm一定)。図-2より設計荷重相当の180kN付近では、通常スタッド・変断面スタッドのいずれも平面保持していることが分かる。それに対して、鋼桁下フランジが降伏する荷重相当の350kN付近で、変断面スタッドは、平面保持が若干乱れるに過ぎない程度であるが、通常スタッドでは平面保持しない状態になっていることが分かる。

3.3 たわみ性状 図-3にスパン中点における荷重-たわみ関係を示す(スタッド間隔300mm一定)。同図には、「完全合成ばり」、「弾性合成ばり」、「重ねばり」、「鋼ばりのみ」で計算した「荷重-たわみ関係」も参考のために併記されている。

「弾性合成ばり」は、有限要素法を用いて解析したもので、橋軸方向の要素分割については、スパン方向に載荷点付近では100mmピッチ、それ以外はスタッドの配置上75mmピッチとした。また、スタッド位置には鉛直、水平の2方向に弾性バネ(k_1 、 k_2)を挿入し、水平方向のバネ k_2 には押抜き試験で得られたずれ定数を用いた。

この図より、変断面スタッドは設計荷重相当の180kN付近まで完全合成ばりの計算値に等しいことが分かる。それに対して、通常スタッドは、早い段階から弾性合成ばりの計算値に等しいことが分かる。変断面スタッドの溶接方法の違いによる影響はなかった。

図-4に350kN載荷時でのスパン方向のたわみ分布を示している。この図より、変断面スタッドの溶接方法による影響は僅かであった。

3.4 ずれ性状 図-5に荷重-相対ずれ関係、図-6 荷重-残留ずれ関係を示す。図-5より、変断面スタッドのずれ量は荷重の増加につれ、A.C.S溶接のタイプBDが通常溶接のタイプBCに比べて小さい傾向を示しているが、破壊近くになれば両者の差は僅かであった。また図-6より、変断面スタッドの残留ずれは、作用荷重300kN付近までほぼ0に近い値となっていることが分かった。

4. 結論 曲げ耐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高い値を示していた。破壊形式が同じであったことから、スタッド間隔による曲げ耐力への影響は有意な差ではなかった。

以上より、新提案のスタッドを用いたはりが高い曲げ耐力と良好な曲げ性状を有していると考えられる。今後、変断面スタッドの実用化が高まったものと思う。

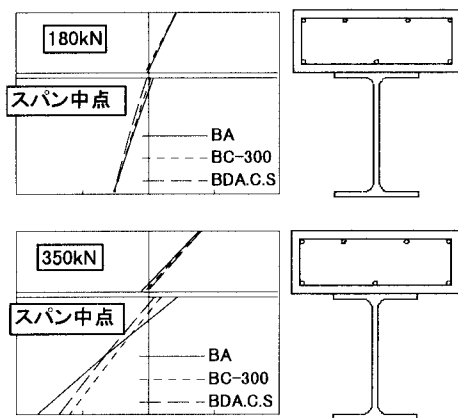
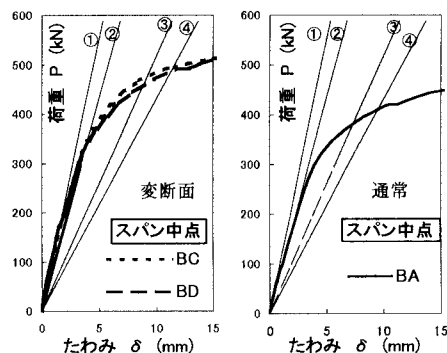


図-2スパン中点でのひずみ分布



①完全合成ばり ②弾性合成ばり
③重ねばり ④鋼ばり

図-3 荷重-たわみの関係

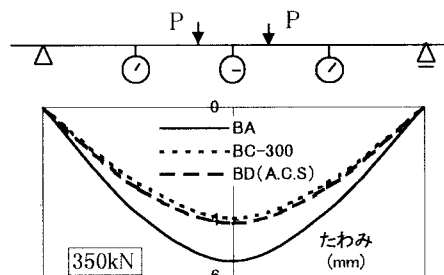


図-4スパン方向のたわみ分布

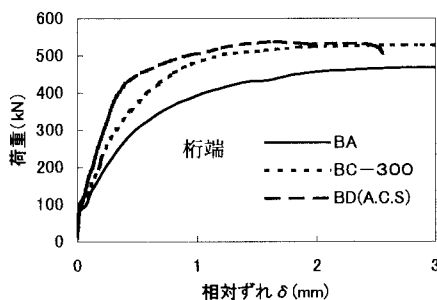


図-5 荷重-相対ずれ関係

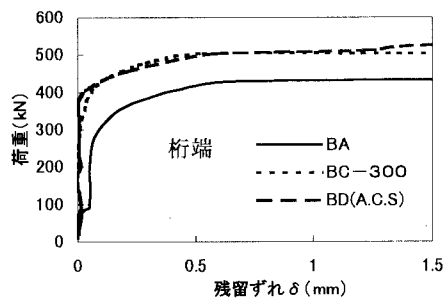


図-6 荷重-残留ずれの関係