

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・ウエルディング 池尾良一
 酒井鉄工所 正員 石崎 茂 摂南大学工学部 木元孝之 摂南大学工学部 中川友彦

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においては極めて密な間隔で配置されている。これは、スタッドに対する現行道路橋示方書の設計値が「ずれ」を基準に決められているからである。本研究では、通常のスタッド根元部を高いずれ剛性が得られるように工夫して、改良を加えたならば、設計においてスタッド本数を減らすことが可能となり、合成桁の合理化橋梁への適用に大いに寄与できるのではないかと考えた。筆者の一人はスタッドに関する一連の研究から、コンクリート内のスタッドが水平せん断力を受けた際、鋼およびコンクリートの発生応力はスタッド根元部に集中する、との知見を得ている。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（剛スタッドあるいは変断面スタッドとも呼ぶ）を開発するに至った。

本研究では、一連の静的および疲労押抜き試験、の結果に基づいて、変断面スタッドをより実用化させるため、許容応力度設計法および限界状態設計法に従って変断面スタッドの強度評価式を提案したい。

2. 変断面スタッドの形状と使用法 写真-1～2はカプラースタッドが鋼板溶接された状態を示す。写真-3～4にスタッドボルトあるいは高力ボルトとカプラースタッドとが締結された状態を示す。ここで新しく提案された変断面スタッドは2つの部品（パーツ）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（カプラースタッドとも呼ぶφ25mm）とオスネジ付きスタッドボルト（高力ボルトでも可φ16mm）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。ここで提案した変断面スタッドの使用は、プレキャスト床版の適用を可能とし現場作業の省力化を図ることもできる。

3. 強度評価式の提案

変断面スタッドを用いた押抜き試験結果および既往の通常スタッドの研究結果より、変断面スタッドの強度評価式を次のように提案する。

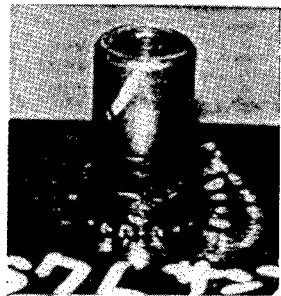
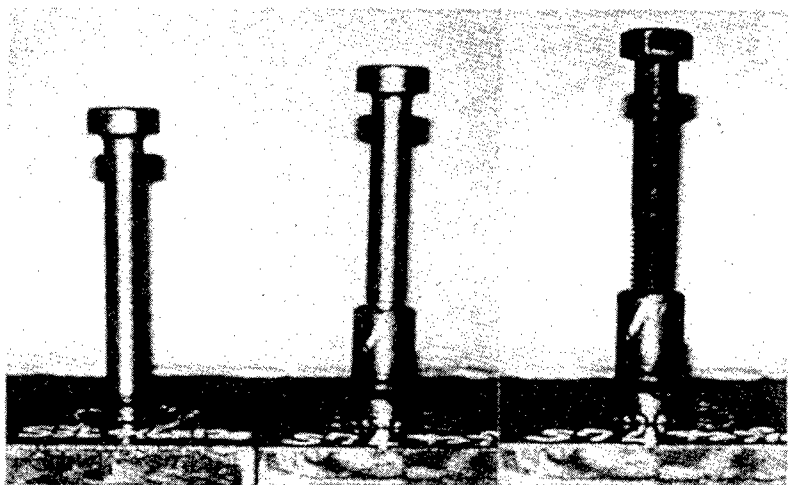


写真-1 通常溶接



写真-2 A.C.S工法による溶接



a)スタッドボルト

b)高力ボルト

写真-3 通常スタッド

写真-4 変断面スタッド

①許容応力度設計法 図-1に基づいて、スタッドの限界荷重に関する強度評価式を以下に誘導する。変断面スタッドの限界荷重 (Q_{cr}) は、Viestの研究を引用して、 $H/d=6.0$ を境にして変わるものとする。

$$H/d < 6.0 \text{ において, } Q_{cr} = 7.26dH\sqrt{f_c'} \approx 7.2dH\sqrt{f_c'}$$

ここに、 Q_{cr} : 変断面スタッドの限界荷重(N)

f_c' : コンクリートの圧縮強度(N/mm²)

d : 変断面スタッド軸径(mm)

H : 変断面スタッド高さ(mm)

f_{su} : 変断面スタッドの引張強度(N/mm²)

$$H/d \geq 6.0 \text{ に対しては, } Q_{cr} = 43.6d^2\sqrt{f_c'} \approx 43d^2\sqrt{f_c'}$$

よって、変断面スタッドの許容せん断力 Q_s は

$$Q_s = Q_{cr} / \gamma$$

より求まる。ここで、 γ は安全率であり、3.0とおく。

$$Q_s = 2.4dH\sqrt{f_c'} \quad (H/d < 6)$$

$$Q_s = 14d^2\sqrt{f_c'} \quad (H/d \geq 6)$$

②限界状態設計法

a) 終局強度 図-2の試験データの中央値に着目して、変断面スタッドのせん断耐荷力に関する強度評価式(破線)を提案する。なお、同図の実線は通常スタッドの強度評価式から算出したものである。

$$Q_u = 31 \cdot A_s \cdot \sqrt{(H/d) \times f_c'} + 78000$$

ここに、 Q_u : 変断面スタッドの終局せん断耐荷力(N)

b) 疲労強度 図-3にの試験データの中央値に着目して、変断面スタッドの疲労強度に関する評価式(破線)を提案する。なお、同図の実線は通常スタッドの強度評価式から算出したものである。

$$R/Q_u = 1.75n^{-0.105}$$

ここに、 Q_u : 変断面スタッドの終局耐力(N)

R : スタッドに作用するせん断力の変動範囲(N)

n : 疲労破壊に至るまでの繰返し回数

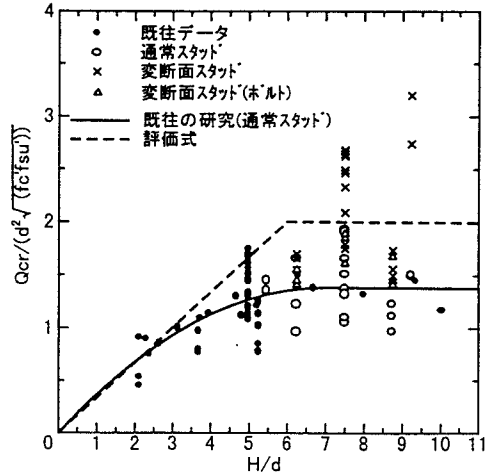


図-1 スタッドの限界荷重

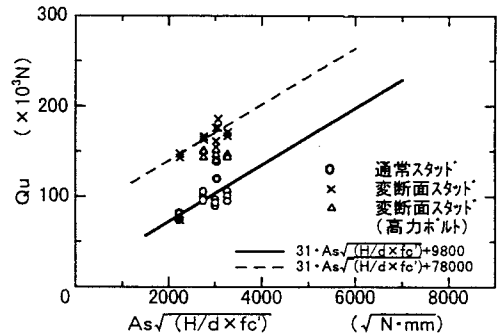


図-2 スタッドの静的荷重

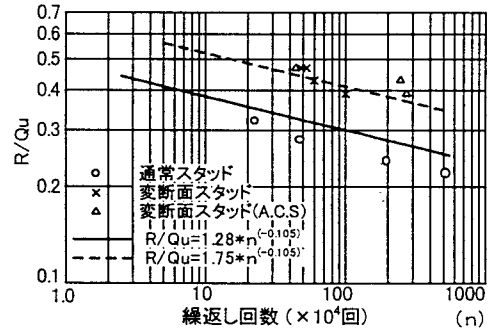


図-3 R/Q_u 関係

4. 考察 今回導いた変断面スタッドの強度評価式は、全て通常スタッドのものより設計値を高く見積もることができた。しかし、高力ボルトを用いた変断面スタッドは、スタッドボルトを用いたものと比較して、若干低い値を示す結果となった。これは、高力ボルトの六角形の頭部形状によるものと考えられる。今後の課題として、変断面スタッドのせん断強度を最大限に発揮させるために、スタッド根元部のコンクリートの圧壊を防ぐため、高強度のコンクリートに埋め込まれた変断面スタッドを用いた試験を実施する予定である。また、高力ボルトを用いた変断面スタッドの強度低下を防ぐため、ボルト頭部形状を円形になるように工夫した試験を行い、今回提案した強度評価式への適合性を高めたいと考えている。