

V-245 異形鉄筋スタッド方式頂版結合工の実験検討

(その1) 横向き・太径・長尺異形鉄筋スタッド溶接の力学特性

新日本製鉄㈱ 建材開発技術部 ○ 正会員 片山 猛 正会員 川上 圭二
 新日本製鉄㈱ 第2技術研究所 河野 六郎 立川 博
 日本ドライビット 技術開発部 八幡 秀介 田中 秀男

1. まえがき

わが国のスタッド溶接技術は、従来は頭付きスタッドを中心に橋梁床板や建築構造での柱下部の固定度をあげるために用いられていたが、最近はこのとどまらず種々の合成構造に拡大されつつある。著者らは合成構造として鋼管矢板基礎頂版結合部をとりあげ、鋼管矢板に異形鉄筋スタッドを直接溶接して鋼管矢板とフーチングコンクリートを接合する方法の確立を試みた。しかし、現状のスタッド溶接技術では溶接姿勢によってスタッドの適用直径に限界があり、またスタッドの形状も約500mm程度と短いものしか溶接できなかった。そこで、溶接性の良い異形鉄筋(以下異形鉄筋スタッドと略記)を用いて、水平方向に直径19mm・長尺・形状任意のスタッドが品質良く溶接できる方法を考案し、溶接部について各種の強度試験を行い、実構造物での接合方法として十分使用できることを確認したので報告する。

2. 横向き・太径スタッド溶接方法

2.1 スタッド溶接装置 従来のスタッド溶接は、スタッド押し込み時の反力を人力にて取るハンディタイプの溶接方法であるため、短尺(約500mm程度)で直線形状のものしか溶接できず、しかも溶接時の熔融金属のたれの問題により最大溶接径は $\phi 16$ mmまでであった。今回実験に使用したスタッドガンはこの点を改良したもので、溶接ガンに十分な駆動力と制御性を持たすため、駆動源としてエアシリンダーを用い、また異形鉄筋は直線形状でないためスタッドの打ち込み方向を確保するためのグリップをできるだけ前方に出すように考え、同時に溶接時の異形鉄筋の移動状況を記録するためのポテンシオメーターを取り付けた。(図-1)

2.2 $\phi 19$ mm・横向きスタッド溶接の適正条件範囲

$\phi 19$ mm $\times$ L150mmの異形鉄筋スタッドを用いて、今回実験に使用したスタッドガンと従来タイプのスタッドガンとの比較溶接試験を行った。溶接良否の判定は衝撃曲げ試験を行い異常なく30度以上曲がれば良好とした。従来のハンディガンは下向き姿勢では十分に広い適正溶接条件範囲を示したが、横向き姿勢では適正溶接条件範囲は狭くしかも適正範囲内でも多数溶接試験を行うと30%もの不良継手が発生した。一方今回実験に使用したスタッドガンは、従来ガンでの下向き溶接条件範囲とはほぼ同範囲で信頼できる溶接を確実に実施できることを示した。(図-2)

2.3 スタッド溶接のモニタリング $\phi 19$ mmスタッドを今回実験に使用したガンで溶接した時の溶接電流とスタッドの移動の記録(図-3)に見られるように十分な打ち込み量が確保されている。また、この溶接条件を管理することによりスタ

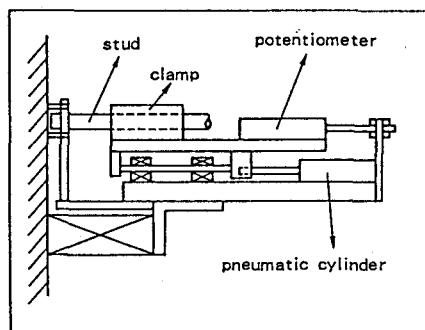


図-1 試作スタッドガンの機構

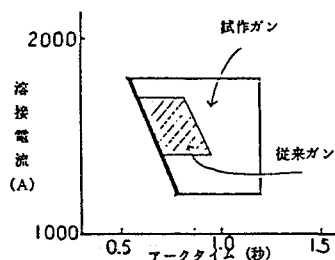


図-2 適正溶接条件範囲

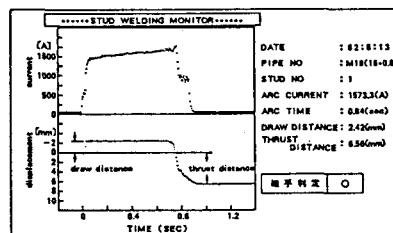


図-3 スタッド溶接条件のモニタリング

ッド溶接の品質管理が行えることが明らかになった。

3. $\phi 19\text{mm}$ ・横向きスタッド溶接の継手特性

3.1 スタッド溶接部の力学強度 今回実験に用いたスタッドガンによる水平スタッド溶接が信頼される強度をもつことを確認するため、一般にスタッド溶接部の評価に用いられる引張試験、打撃曲げ試験、繰返し曲げ試験、マクロ試験に加えて、今回構造的にせん断耐力を期待しているためその耐力の確認をも実施した。試験体は $\phi 19\text{mm} \times \text{L}800\text{mm}$ の異形鉄筋スタッドをSKK41相当の鋼板とSKK41の鋼管にスタッド溶接した。溶接条件は電流は1700A、溶接時間を0.7秒とした。

溶接部の機械的特性を表-1に示す。引張試験はいずれもスタッド軸部から破断した。せん断強度も慣用的基準の母材の引張強度の6割以上あることが確認できた。また打撃曲げ試験、繰返し曲げ試験の結果も30度曲げにおいて全試験体とも溶接部に欠陥(クラック等)の発生は見られなかった。実験に使用した異形鉄筋スタッドの化学成分は溶接構造用圧延鋼SM50Aと同一である。

3.2 スタッド溶接部の引張せん断試験強度

異形鉄筋スタッドをコンクリートフーチングと鋼管との接合に使用する場合、引張軸力とせん断力が同時に作用する場合があるため、引張軸力の有無がせん断耐力にどのような影響を与えるか実験により検討した。異形鉄筋スタッドに引張軸力を作用させるため、厚板($t=38\text{mm}$)の両側からスタッド溶接を実施した。厚板の厚みはせん断力作用時に試験体が座屈しない厚みとした。引張せん断試験の実施にあたって、スタッド接合部の母材の厚板からせん断位置までの距離を変更できかつ試験体のスタッドに継手を介してPC鋼棒に油圧ポンプにより引張力が導入できる試験治具を作成した。(図-4) 載荷方法は引張軸力一定の試験と変形拘束の2種類の試験を実施した。試験結果を図-5に示す。

異形鉄筋スタッドのせん断耐力はせん断位置によって変化する。異形鉄筋スタッドに引張軸力が作用しない場合、せん断位置が母材より1mmで 72kg/mm^2 、母材より10mmの場合 39kg/mm^2 となる。また異形鉄筋スタッドに引張軸力が作用した場合、せん断耐力が低下する。しかし試験としてはきびしいせん断位置10mm、導入引張軸力が異形鉄筋の母材の降伏強度の9割の軸力が作用した場合でも、せん断耐力は 30.1kg/mm^2 と十分な強度を有しており、接合方法として問題ない。

4. あとがき

本報で報告した異形鉄筋スタッド溶接の基礎的検討の結果、鋼管矢板基礎頂版結合工(図-6)に適用できる見通しを得た。今回の実験をふまえて異形鉄筋スタッド方式頂版結合工のコンクリート構造物としての耐力を確認する模型実験を阪神高速道路公団と共同で実施しており、その詳細を別報で紹介する。

表-2 異形鉄筋のスタッド溶接部の強度

継手形態	引張強さ (kg/mm^2)	せん断強さ (kg/mm^2)	最高硬さ (Hv(5))
平板上の継手	50.8	67.5	< 300
鋼管上の継手	50.9	74.0	< 300

(注) せん断強さは余盛部をせん断試験治具によりせん断

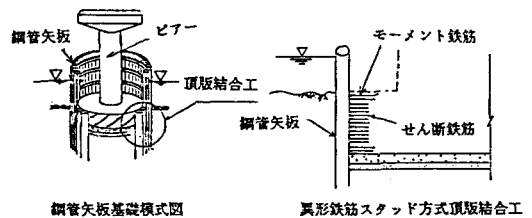
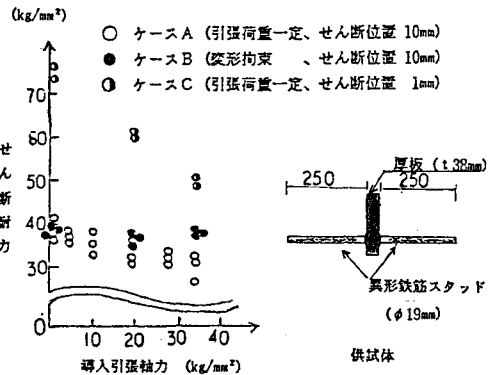
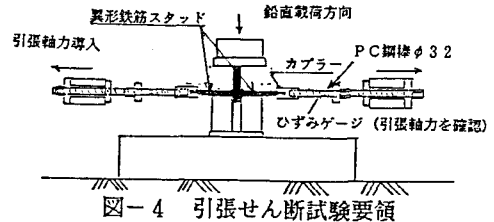


図-6 異形鉄筋スタッド方式頂版結合工