溶接スタッドの疲労強度向上に関する研究

摂南大学工学部　正会員　平城　弘一　　摂南大学工学部　学生員　○喜多　剛史
日本ｽﾀｯﾄﾞｳｪﾙﾃﾞｨﾝｸﾞ　池尾　良一　　日本ｽﾀｯﾄﾞｳｪﾙﾃﾞｨﾝｸﾞ　尾籠　秀樹

１．まえがき

頭付きスタッドが活荷重合成のずれ止めとして使用される場合、スタッドの疲労強度は設計上クリティカルな値となる。それゆえ、活荷重が支配的な合成構造の合理化を図るために、スタッドの疲労強度を向上することは意義があることと思える。

そこで本研究では、溶接スタッドの根元部に観察される離間（写真-1 参照）が、スタッドの疲労強度に悪影響を及ぼしているとの考え方に立って、スタッド軸部先端を加工処理することによって、上述の離間を除去することが可能で、疲労強度の向上が期待できる、新しいスタッドを考案した。この新しいスタッドのことを、本論文では超強度溶接（Hyper Strength Welding：HSW）スタッドと称する。本文はスタッドの軸引張疲労強度試験結果について述べるものである。その結果、新スタッド（HSW スタッド）の疲労強度が従来のスタッドに比べて、高い値を示すことが明らかになった。

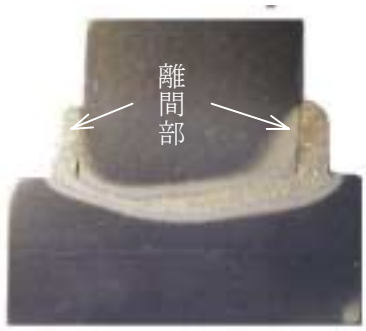

写真-1 通常スタッド根元部のマクロ断面（Nタイプ）

２．溶接スタッド根元部のマクロ断面

写真-1～写真-3 は、通常スタッド（N タイプ）と 2 種類の HSW スタッド（T タイプ・K タイプ）の根元部のマクロ断面を、それぞれ示したものである。これらの写真より、N タイプには離間が存在していることが分かる。一方、T タイプには離間が観察されていなく、K タイプではスタッド軸部表面に圧造加工されたローレット目（アヤ目）と溶接余盛りとの間がかみ合っている様子も分かる。

写真-2　HSW スタッド根元部のマクロ断面（T タイプ）

写真-3　HSW スタッド根元部のマクロ断面（K タイプ）

３．試験体の種類および形状寸法

試験体の形状と材質を図-1 に示す。試験体は 3 種類（N タイプ・T タイプ・K タイプ）である（写真-4 参照）。N タイプは通常スタッドを示し、スタッド軸部の溶接先端面が平坦である。T タイプは HSW スタッドの 1 種で、軸部の溶接先端面に傾斜（円錐台形）が付けられている。K タイプは HSW スタッドの 1 種で、スタッド根元部の軸部表面（円周面）にのみローレット目（アヤ目・深さ 1mm、間隔 2.5mm）の圧造加工が施されている。

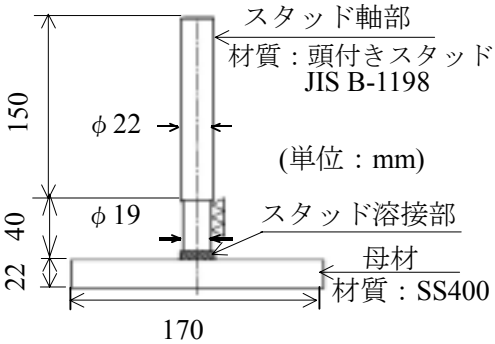

図-1 試験体形状寸法

４．試験結果および考察

図-2 は N タイプのΔσ-N 線図を示す。この図より明らかなように、Δσ-N 線の傾きは JSSC の疲労曲線のものより緩く、200 万回の時間強度は JSSC の E 等級に近いことが分かる。N

キーワード　合成構造、ずれ止め、スタッド、疲労強度、スタッド溶接
連絡先　〒572-8508　大阪府寝屋川市池田中町 17-8　ＴＥＬ 072-839-9127

タイプの試験体の疲労破壊は、すべて溶接余盛り部を残し、スタッド軸部に沿った離間先端を起点としたクラックが、スタッド軸部の熱影響部に沿って進展したものであった（破壊モード①）。

図-3 はTタイプのΔσ-N線図を示す。この図より明らかなように、Δσ-N線の傾きはJSSCの疲労曲線のものに近づき、200万回の時間強度はJSSCのD等級に近いことが分かる。そして、Tタイプのように、スタッド軸部の溶接先端面に傾斜を付けることは、スタッドの疲労強度を向上させるのに有効であると言える。Tタイプの疲労破壊は、低サイクル領域では主にスタッド軸部と溶接余盛り部との交点（スタッド側止端部）を起点とした初期クラックが、スタッド軸部側の熱影響部に沿って進展したものであった（破壊モード②）。一方、高サイクル領域では、溶接余盛りと母材との接点（母材側止端部）を起点とした初期クラックが、母材側の熱影響部に沿って進展する破壊であった（破壊モード③）。

図-4 はKタイプのΔσ-N線図を示す。この図より明らかなように、Kタイプの疲労強度は低サイクル領域および高サイクル領域ともに、Nタイプのものに比べて高い値を示していることが分かる。これは、スタッド軸部に施されたローレット目（アヤ目）と溶接余盛りとの間にかみ合わせが生じ、破壊形式がTタイプと同様に破壊モード②と破壊モード③とが混在していたため、スタッドの疲労強度向上に効果があったと確認できた。

５．まとめ

2種類のHSWスタッドであるTタイプおよびKタイプともに、溶接するスタッド軸部先端を加工することによって、スタッド溶接時に発生する離間を除去することにより、スタッドの疲労強度は向上できることが確認できた。

写真-4　スタッド軸部先端の加工

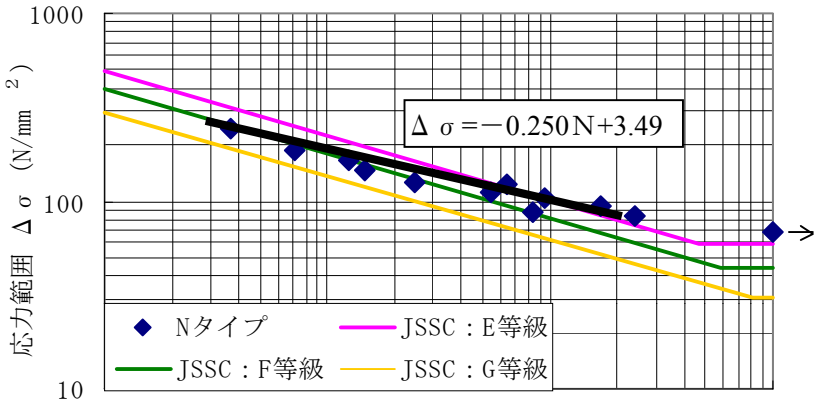

図-2　Δσ-N線図（Nタイプ）

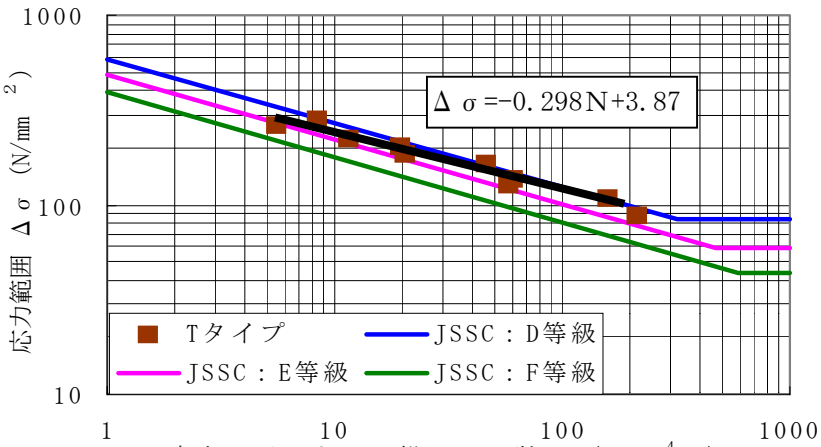

図-3　Δσ-N線図（Tタイプ）

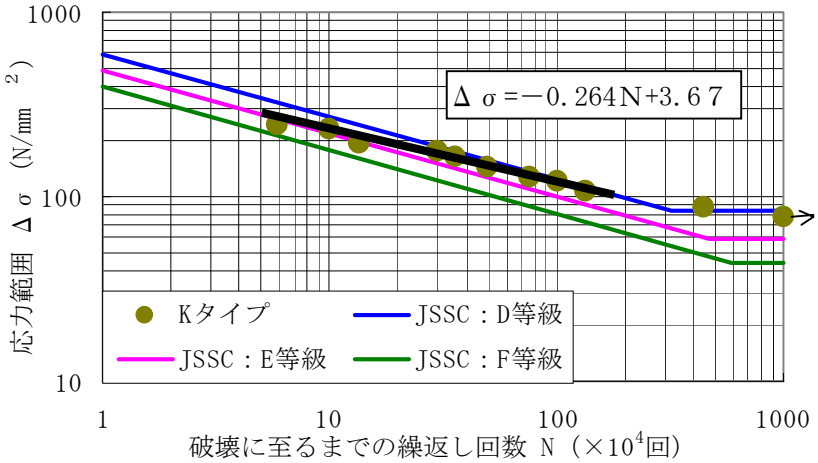

図-4　Δσ-N線図（Kタイプ）