

頭付きスタッド溶接部の疲労強度確認試験

川崎重工業 正会員 ○ 済藤英明 大垣賀津雄
日本道路公団 安川義行 稲葉尚文

1. はじめに

スタッド溶接では、溶接時における空気の供給の遮断と、溶接部の余盛りを適度に形成することを目的に、フェルールと呼ばれる陶磁製のアークシールドを使用する。従来から使用されているフェルールでは、鋼板と接触するフェルール下面に切欠き溝を放射上に設け、溶接により発生する高温ガスをこの溝から噴出させているため、溶接止端部の形状は溝部に溶接バリが残る。このため平城らは、この箇所が溶接不良個所となったり、応力集中を起こし溶接部の疲労強度の低下原因になると考え、溶接止端部が滑らかに仕上がる工夫を試行錯誤し、その結果、高温ガスを上に逃がすような改良型フェルールを使用することで、スタッド溶接部の止端形状を滑らかに仕上げることを確認した。また、そのフェルールを使用して溶接されたスタッドは、せん断力に対する疲労強度が向上することが検証されている¹⁾。

本研究は、スタッド溶接部の余盛り形状、すなわちフェルールの形状をパラメータとし、従来型溶接のスタッドや前述の改良型フェルールを使用したスタッドについて、繰返し引抜き力に対する疲労耐久性能を有することを確認するため、スタッド溶接部に軸方向引抜き力のみを作用させた疲労実験を実施し、その実験結果を(社)日本鋼構造協会編の鋼構造物の疲労設計指針・同解説²⁾に示されている疲労設計曲線(以下、JSSC 疲労曲線と呼ぶ)と照らし合わせ、スタッド溶接部の引抜き力に対する疲労強度等級について確認を行ったものである。

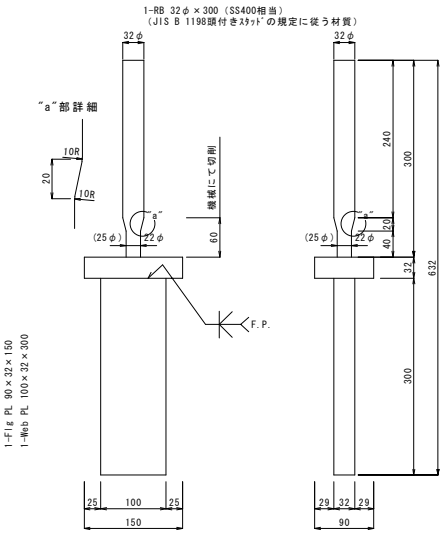
2. 実験概要

(1) 実験供試体

実験供試体は図－1に示すように、32mm(SM490)の鋼板2枚をT型に組み合わせ、その上に丸鋼をスタッド溶接したものである。実験中、丸鋼軸部からの破壊を防ぐために溶接部近傍以外は太径の32φとし、溶接部は通常用いられている太径頭付きスタッド相当の22φおよび25φとなるように加工した。材質は、「JIS B 1198 頭付きスタッド」の規定に従うものである。また、スタッド溶接部については表－1に示すとおり、従来型2種類、改良型2種類の合計4種類とした。各タイプに使用したフェルールおよび余盛り部外観を図－2に示す。

(2) 载荷方法および応力レベル

実験供試体を反転させスタッドをチャック部で掴み、鋼板部をジャッキに取り付けることによりスタッド軸部に引張力を与える载荷方法とした。実験時における応力レベルは表－2に示すとおりである。



図－1 実験供試体

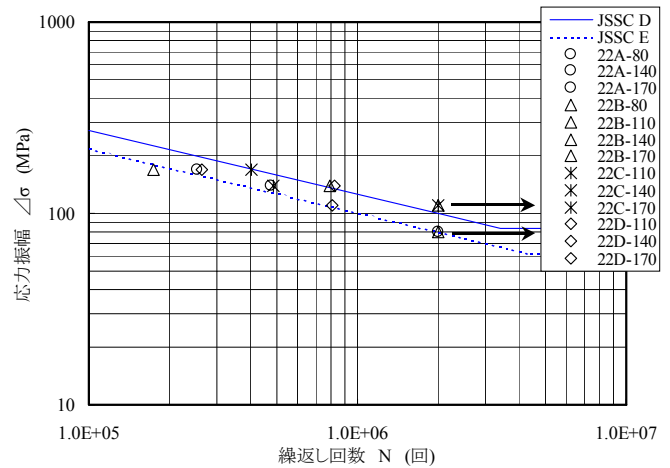
表－1 スタッド溶接部の特徴

項 目	特 徴
TYPE-A 従来ギャップ方式	フェルール下面に切欠き溝を設けたギャップ方式による従来型スタッド溶接方法である。この方式では、脱酸を目的としたフラックス処理が施されたキャップが、フェルールに取り付けられている。
TYPE-B 従来コンタクト方式	フェルール下面に切欠き溝を設けたコンタクト方式による従来型スタッド溶接方法である。この方式では、ギャップ方式とは異なり、脱酸を目的としたフラックス処理が施されたフラックスボールがスタッド側先端中央に取り付けられている。
TYPE-C 改良コンタクト方式①	余盛り止端部の溶接バリを取り除き、なおかつ止端形状を滑らかにするため、高温ガスをフェルール上側からスタッド軸部に沿って噴出させるように、フェルール下面の切欠き溝をなくした改良タイプである。この場合フェルールは、ガスの噴出しの関係から一回り大きいものを用いる。また溶接はコンタクト方式により行う。
TYPE-D 改良コンタクト方式②	余盛り形状を TYPE-C より滑らかにするため、フェルールの内面下部にテーパをつけた改良タイプである。溶接は、コンタクト方式により行う。このタイプにおいてもフェルールは、一回り大きいものを用いる。

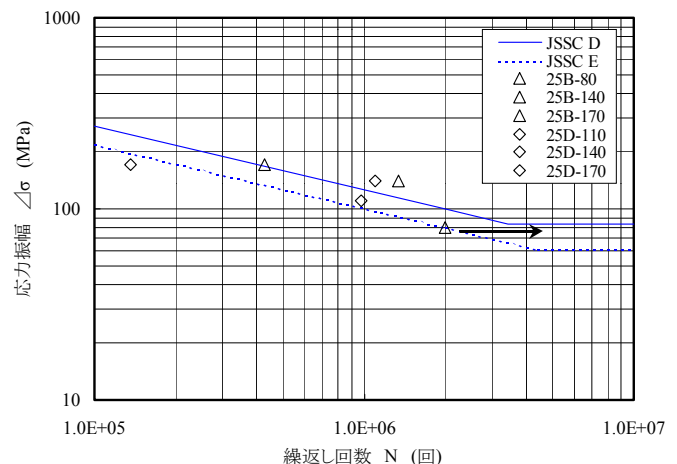
キーワード：頭付きスタッド、引抜き力、溶接部
連絡先：〒278-8585 千葉県野田市二ツ塚 118 TEL.0471-24-5598 FAX.0471-24-5762

表－2 応力レベル

項 目		供試体名称	数量	応力範囲 MPa
TYPE-A	22 φ	22A-80	1	80
		22A-140	1	140
		22A-170	1	170
TYPE-B	22 φ	22B-80	1	80
		22B-140	1	140
		22B-170	1	170
	25 φ	25B-80	1	80
		25B-140	1	140
		25B-170	1	170
TYPE-C	22 φ	22C-110	1	110
		22C-140	1	140
		22C-170	1	170
TYPE-D	22 φ	22D-110	1	110
		22D-140	1	140
		22D-170	1	170
	25 φ	25D-110	1	110
		25D-140	1	140
		25D-170	1	170



a) 22 φスタッド



b) 25 φスタッド

図－2 公称応力振幅と繰返し载荷回数

3. 実験結果

スタッド溶接部に引抜き力が作用した場合の溶接部の疲労強度については規定がないので、ここでは比較のため、JSSCの疲労曲線に本実験結果をプロットした。図－2に実験結果を示す。本実験においては供試体数が各シリーズ1体と少ないものであるため、平均値をとる意味で縦軸には計算上の軸方向応力(以下、公称応力と呼ぶ)をとっている。同図より、170MPaの低サイクル領域において22φ、25φともE等級を下回るものが見られたが、その他の供試体についてはE等級を満たす結果となっていることがわかる。また従来型フェルールを使用したTYPE-A、Bと改良型フェルールを使用したTYPE-C、Dに有意な差はみられなかった。これはスタッド溶接においてはスタッド軸部と余盛り部が十分溶け込まないため、引張強度はスタッド軸部の断面積のみに依存するからであると考えられる。データのばらつきは、スタッド溶接時の残留応力に供試体の傾きによる局所的な2次曲げが加わった応力集中の差異によるものと考えられる。

4. まとめ

フェルールを改良することで余盛り形状を変化させ、せん断力に対して疲労強度が向上することが期待されたスタッド溶接方法であるが、軸方向引抜き力に対しては従来型と有意な差は見られなかった。本実験は、各シリーズ1体ずつであり、疲労実験としては供試体数が少ないものであったが、今後、引抜き力が作用した場合のスタッド溶接部の疲労強度について参考データとなれば幸いである。

[参考文献]

- 1) 平城, 松井: 頭付きスタッドの疲労強度に及ぼすスタッド余盛り形状の影響と設計法に関する研究, 構造高価論文集 Vol.34A, 1988.3
- 2) (社)日本鋼構造協会: 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 1993.