

面外ガセット溶接継手の止端仕上げならびにルート破壊防止に関する検討

(一社) 日本橋梁建設協会 正会員 ○ 鈴木 俊光 法政大学 フェロー 森 猛
(一社) 日本橋梁建設協会 正会員 射越 潤一 村上 貴紀 大前 暢 綿谷 剛

1. はじめに

鋼橋の主桁・横桁交差部などで使用される頻度の高い面外ガセット溶接継手の廻し溶接止端には、形状の急変によって高い応力集中が生じるため、その箇所からの疲労き裂発生事例が多い。面外ガセット溶接継手は止端仕上げを実施することにより疲労等級が向上するが、ルート部を起点とした疲労き裂により破壊が生じる可能性がある。ルート部を起点とした疲労き裂は外部からの検出が困難なため維持管理上避けるべきであり、日本鋼構造協会の疲労設計指針（JSSC 指針）では、面外ガセット溶接継手のルート破壊を防止するために完全溶け込み溶接領域をガセット端から主板厚の2倍以上とすることを推奨している。

本研究では、数タイプの溶接性状を持つ面外ガセット溶接継手の疲労試験により、疲労強度と疲労破壊起点を明らかにする。さらに、主板厚、ガセット板厚、溶接サイズ、溶接形状、そしてガセットの長手方向と板厚方向の溶接溶け込みをパラメータとした有限要素解析を行うことにより、溶接ルートと止端部の局部応力の評価を行い、面外ガセット溶接継手の止端仕上げに伴うルート破壊の防止について、JSSC 指針の止端仕上げ要領の妥当性を評価する。

2. 実験供試体

試験体の寸法・形状を図1に示す。試験体は、写真1に示すAW試験体（溶接のままの試験体）、F-AW試験体（AW試験体の溶接止端部を仕上げた試験体）、F-FP試験体（レ型開先を施した完全溶け込み溶接とした試験体）、F-PP試験体（ルートフェイス2mmの60度K型開先を施した部分溶け込み溶接）、F-LS

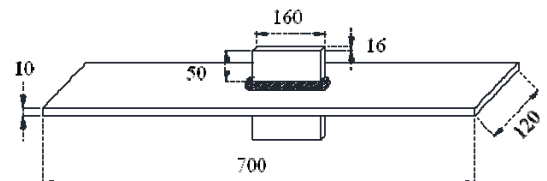


図1 試験体の寸法・形状

試験体（F-AW試験体の廻し溶接部の脚長を6mm→10mmに増した試験体）の5種類である。開先範囲は母材板厚の2倍、止端仕上げおよび漸変区間の範囲はそれぞれガセット厚の2倍とした。各試験体の溶接脚長（主板側：mm，脚長側：mm）はAW試験体で（8.0，8.2），F-AW試験体で（7.5，8.2），F-FP試験体で（13.7，13.5），F-PP試験体で（15.1，14.1），F-LS試験体で（13.8，12.6）程度である。なお、AW試験体以外の試験体の溶接止端は、その曲率半径が5mm程度となるように仕上げている。使用した材質はSM490YA，Bである。

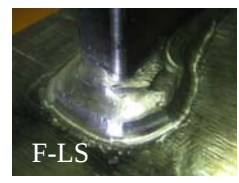


写真1 各試験体の止端部

3. 実験結果および考察

疲労試験は、動的能力 500kN の電気油圧サーボ式材料試験機を用いて軸引張荷重下で行った。いずれの場合にも、繰り返し荷重の下限を 10kN（下限応力 8.3N/mm^2 ）とし、応力比がほぼ 0 となるような条件で疲労試験を行った。図2に疲労試験結果を示す。未破断の試験体を除き、AW試験体では6体中6体が止端破壊、F-AW試験体では12体中9体がルート破壊であった。このことから、止端仕上げをすることで疲労強度は向上するが、ルート破壊を生じる可能性が高くなると考えられる。一方、F-FP試験体とF-PP試験体ではルート

キーワード 面外ガセット継手、止端仕上げ、疲労強度、ルート破壊

連絡先 〒105-000 東京都港区西新橋 1-6-11 西新橋光和ビル 9F (一社) 日本橋梁建設協会 TEL 03-3507-5225

破壊は生じなかった。このことは、長手方向と幅方向の溶接溶け込み量をある程度確保できれば、ルート破壊を防止できる可能性を示している。F-LS 試験体では 10 体中 3 体が止端破壊、2 体がルート破壊、2 体が母材破断、1 体がチャック切れであった。疲労試験結果と併せて考えると、すみ肉溶接の場合、溶接脚長を大きくすることで疲労強度は向上するがルート破壊を完全に防止できない、しかしその確率は小さくなると考えられる。

4. ルート疲労破壊防止に対する解析的検討

主板厚を 10mm, ガセツ厚を 16mm, 主板側溶接脚長とガセツ側溶接脚長を 6mm, ガセツ長手方向と板厚方向の溶接溶け込みを 0, 主板とガセツのギャップを 0.2mm としたモデルを基本とし, 主板厚, ガセツ板厚, 溶接サイズ, 溶接形状, そしてガセツの長手方向と板厚方向の溶接溶け込みをパラメータとした 3 次元弾性有限要素解析により, 各パラメータが溶接ルート先端と仕上げた止端(曲率半径: 5mm)の有効切欠き応力に及ぼす影響について検討を行った。

図 4(a)～(f)にルート部・溶接止端部の応力集中係数 α と各パラメータの関係を示す。図 4(b), (c)に示すように, ガセツ長手方向の溶け込みが深く, またガセツ板厚方向の溶接溶け込み深くなっても止端部の応力集中係数はほとんど変化しないのに対して, ルート部の応力集中係数は低くなっている。JSSC 指針に示される主板厚の 2 倍の範囲を完全溶け込み溶接とした場合, ルート部の応力集中係数は, 止端部の応力集中係数に比べ約 30%程度低くなっている。したがって, 同指針の推奨施工方法は適切と判断される。

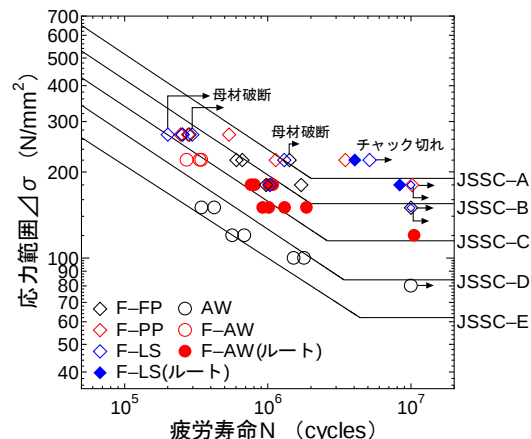


図 2 疲労試験結果

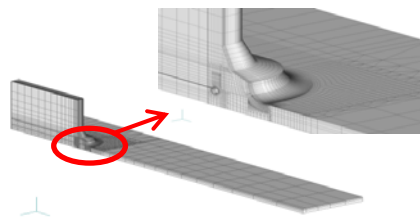


図 3 要素分割図の例

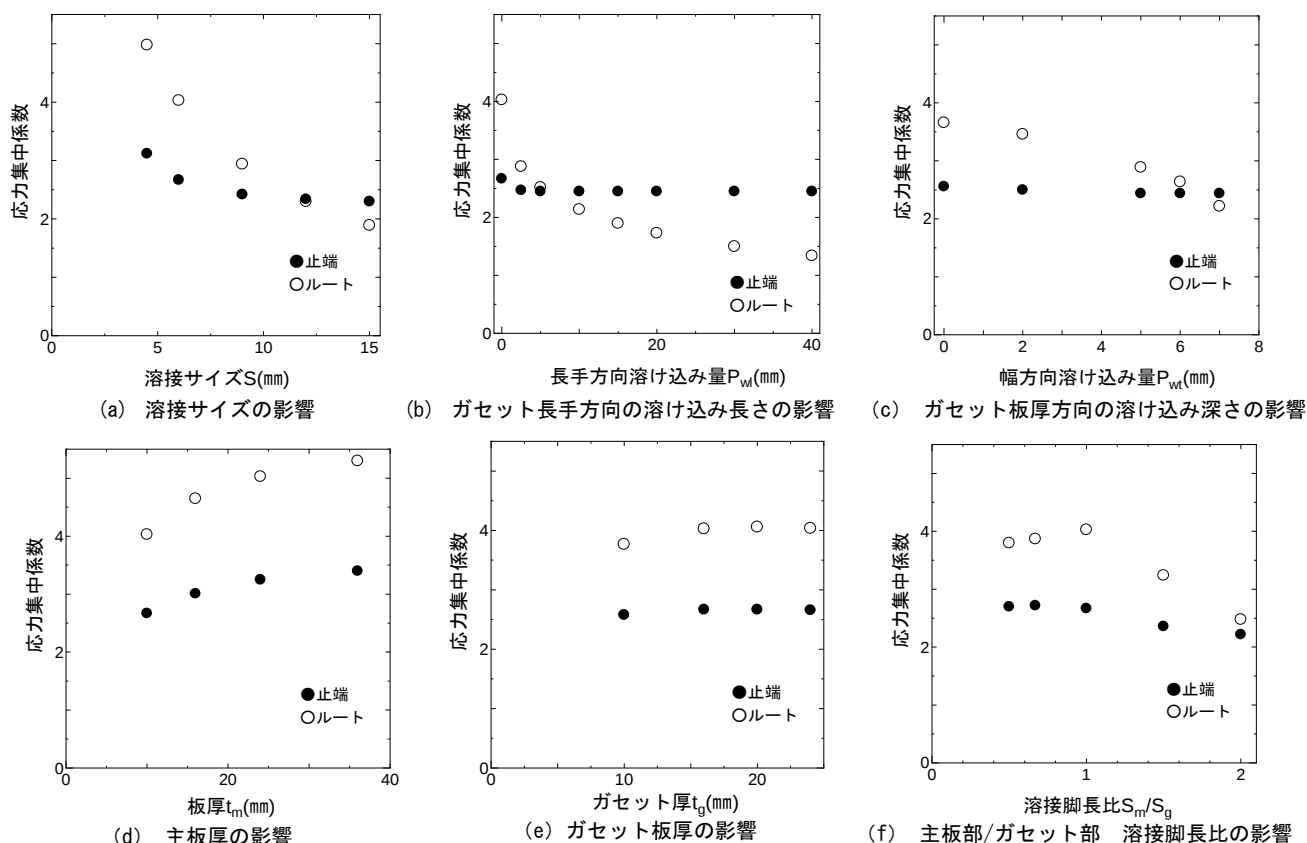


図 4 溶接止端とルート部の応力集中係数 α と各種パラメータの関係