

### 面外ガセット溶接継手の疲労強度改善のための仕上げ範囲の検討

三井造船(株) 正会員 ○内田 大介  
法政大学 正会員 森 猛

**1. はじめに** 鋼橋の横桁や横構の仕口, 水平補剛材等に使用される面外ガセット溶接継手の疲労強度は低く, その疲労強度を向上させる最も一般的な方法はグラインダー処理である. 面外ガセット溶接継手の疲労破壊の起点となる廻し溶接部のグラインダー仕上げの範囲は, 日本鋼構造協会の疲労設計指針(以下, JSSC 指針) ではガセット板の板厚の 2 倍, IIW(国際溶接学会)では主板の板厚の 4 倍が推奨されているが, 明確な根拠は示されていない. また, 主応力方向がガセット板の長手方向と異なる場合に, 仕上げの範囲が疲労強度に与える影響についても不明確である. 本研究では, 面外ガセットを長手方向に対して斜めに取付けた試験体を対象として疲労試験と応力解析を行い, 疲労き裂の発生点の変化を明らかにするとともに, 適切な仕上げ範囲について検討する.

**2. 試験体** 試験体の形状と寸法, 仕上げ範囲を図 1 に示す. 供試鋼材は板厚 10mm の溶接構造用鋼材 SM490YA である. 試験体は, 面外ガセット溶接継手を模擬した 9 種類の小型試験体である. AW00, AW22.5, AW45 試験体は溶接のままの試験体であり, ガセット取り付け角度  $\theta$  を  $0^\circ, 22.5^\circ, 45^\circ$  としている. 実測した廻し溶接止端部の曲率半径  $\rho$  は平均で 0.8mm であった. GA00, GA22.5, GA45 試験体は溶接止端部の曲率半径  $\rho = 3\text{mm}$  以上を目標に AW 試験体の溶接止端を全周仕上げた試験体である. これらの試験体の  $\rho$  の実測値は平均で 5.1mm であった. GP00, GP22.5, GP45 試験体は仕上げ範囲を廻し溶接部のみとした試験体である.  $\rho$  の実測値は平均で 4.7mm であった.

**3. 試験体形状の検証** 試験体が有限幅であることの影響を確認する目的で, 3 種類の AW 試験体と, 無限板を想定した  $5000 \times 5000\text{mm}$  の十分に大きな平板上(以下, 無限板)にガセット板を取り付け, ガセット長手方向に対する主応力の大きさが  $100\text{N/mm}^2$ , その方向が  $0^\circ$ (直応力),  $22.5^\circ, 45^\circ$ (純せん断)となるような応力場を与えた場合について FEM 解析を用いた比較を行った. 解析は線形弾性解析で, 溶接止端近傍の要素寸法は 0.1mm 程度とした. 溶接止端部に沿った最大主応力分布を図 2, 溶接止端部から 10mm 離れた位置における試験体の長手方向

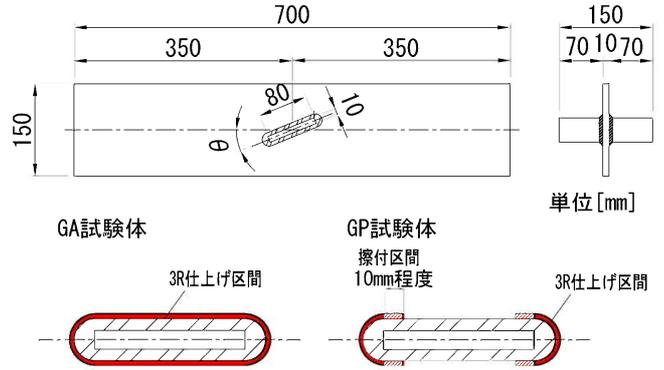


図 1 試験体形状・寸法と仕上げ範囲

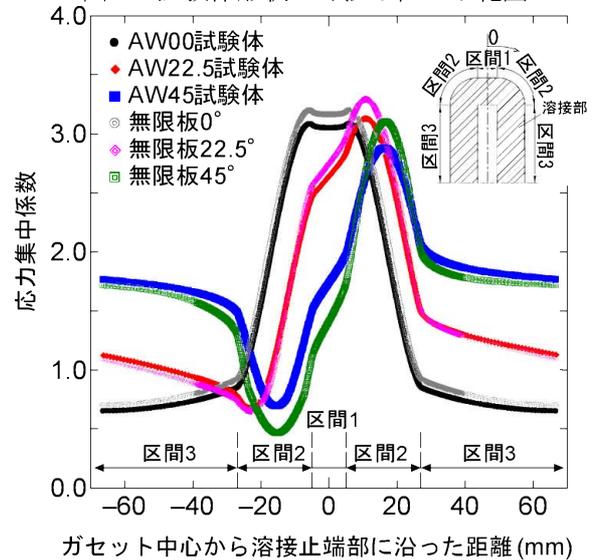


図 2 溶接止端部の応力集中係数

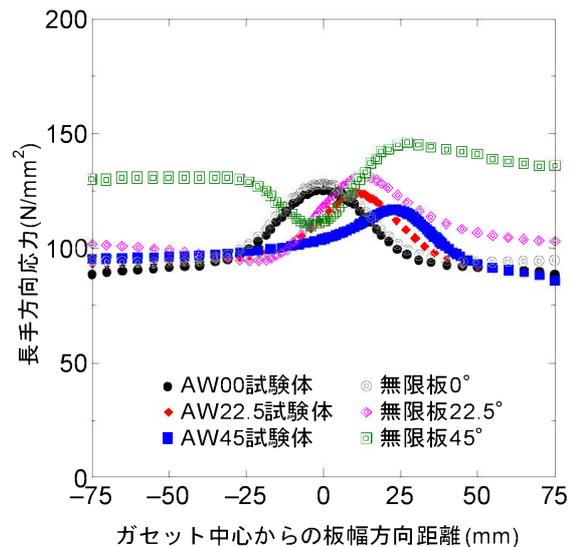


図 3 止端 10mm 位置の応力分布

キーワード 面外ガセット溶接継手, 疲労強度, 仕上げ範囲

連絡先 〒104-8439 東京都中央区築地 5 丁目 6 番 4 号 三井造船(株)鉄構・物流事業本部 事業開発部 TEL03-3544-3687

応力と無限板のガセット長手方向応力の板幅方向の分布を図3に示す。図2より、試験体モデルの最大の応力集中はガセット取り付け角度0°、22.5°、45°に対し、3.08、3.13、2.88であり、これらに対応した無限板モデルでは3.19、3.29、3.10と板幅の違いによる応力集中大きさの差は認められる。しかし、荷重方向に最も突出した部位で応力集中が高くなること、溶接止端部の応力分布形状の傾向は一致している。図3をみると、溶接止端部における最大応力集中箇所近傍の発生応力が大きいという傾向は両者で同じであるが、板幅方向の分布形状には試験体が有限幅であることの影響が認められ、その影響はガセットの取り付け角度が大きくなるほど、即ち、廻し溶接部が板幅方向の端部に近づくほど大きい。これらより、試験体が有限幅であるため、ガセットの取り付け角度が異なる試験体の疲労強度を比較することは難しいと思われる。しかし、溶接止端近傍においては一様な応力場中と同等であり、き裂の発生寿命と初期の進展性状の検証は行えるため、この試験体を用いて主応力方向の違いを考慮し、仕上げの範囲が疲労強度に与える影響を検討できると判断した。

**4. 溶接止端部の応力性状** 各試験体のモデルの解析により求めた、溶接止端部に沿った最大主応力分布を図4に示す。AW試験体モデルとGA試験体モデルを比較すると、最大応力の発生位置は同じであり、グラインダーによる応力低減効果はガセットの取り付け角度によらず、34%程度であった。GP試験体モデルの応力集中係数はグラインダーで仕上げた箇所はGA試験体モデル、仕上げを行っていない箇所はAW試験体とほぼ同じであるが、摺りつけ区間の終端部近傍で応力集中が少し大きくなる傾向にある。そして、GP45試験体モデルでは、若干(2.3%)ではあるが廻し溶接部よりも摺りつけ区間の終端部の応力集中係数が高くなることが確認された。

**5. 疲労試験** 疲労試験は、軸引張荷重下で行った。下限荷重は試験体の種類によらず10kNとした。疲労試験結果を図5に示す。グラインダー仕上げを行うことによる、高い疲労強度改善効果が確認できる。図中にはJSSC指針の疲労設計曲線も示しているが、ガセット長さ $l < 100\text{mm}$ の面外ガセット溶接継手の疲労強度等級を満たしていることが分かる。また、GA試験体とGP試験体の疲労試験結果を取り付け角度ごとに比較すると、両者に明確な差は認められない。AW試験体の疲労き裂発生位置を図6に示す。いずれの取り付け角度においても、疲労き裂は荷重方向に最も突出した溶接止端から生じている。仕上げを施した試験体では、GP22.5試験体で1体のみ非仕上げ箇所からき裂が発生、進展したが、その他の試験体のき裂発生位置はAW試験体と同じであった。なお、取り付け角度ごとに疲労強度を比較すると、仕上げの有無によらず $0^\circ < 22.5^\circ \cong 45^\circ$ の順となっていた。

**6. まとめ** 溶接止端の仕上げの有無によらず、ガセット板が応力方向と傾いて取り付けられた場合の疲労き裂は溶接が応力方向で突出した部分から生じる。仕上げ範囲は、廻し溶接部だけで十分であると思われるが、摺りつけ区間の形状や施工の確実性などを勘案すると、JSSC指針と同様にガセット板厚の2倍とするのがよいと考える。

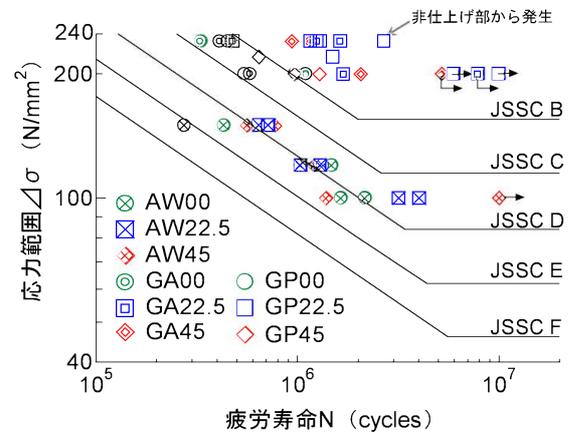
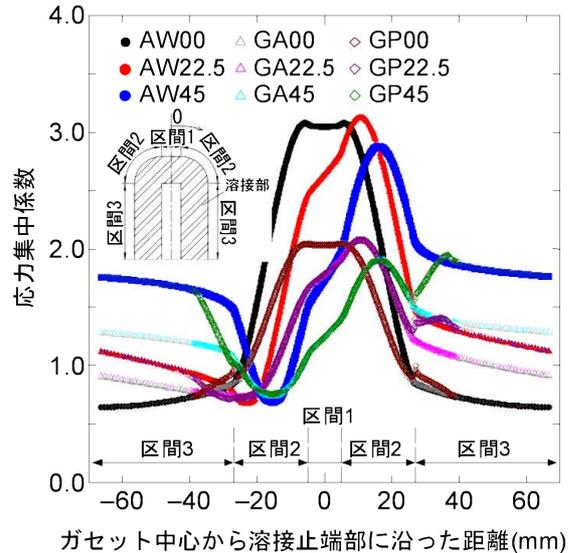


図5 疲労試験結果

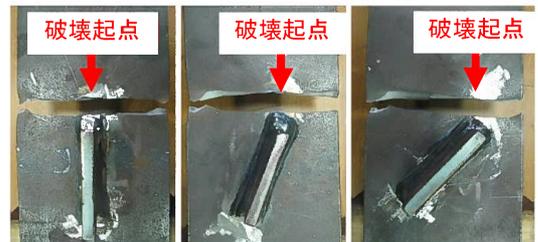


図6 各試験体の破断位置