

グラインダー仕上げ手法に関する一考察(1) (疲労試験データベースの整理)

トピー工業 正会員 ○山田 聡 三井造船 正会員 内田 大介
 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾 川田工業 正会員 小笠原 照夫
 駒井鉄工 板垣 定範

1. 目的

溶接継手の疲労強度向上を目的とした止端部処理については従来様々な検討が行われてきており、その成果として、例えば JSSC の疲労設計指針では止端部を仕上げるにより疲労強度を 1 等級上げて疲労照査を行ってよいとされている。しかしながら、その手法や処理条件に関する記載はされていない。本研究では鋼橋の疲労強度向上を目的とした止端部処理として最も一般的なグラインダー仕上げに注目し、その仕上げ手法について検討を行うことを目的として、過去に行われた膨大な疲労試験データの整理を行った結果について報告を行う。

2. 対象継手と疲労試験データベース

本研究で対象とした継手は、橋梁構造に多く使用されている十字溶接継手及び面外ガセット継手である。法政大学が所有する疲労試験データベース¹⁾を用いて、非仕上げおよびグラインダー仕上げの疲労試験データについて、元となる論文等資料を精査しながらグラインダー仕上げの効果について検討を行った。参照したデータは十字継手では 998 データ(37 文献)、面外ガセット継手では 552 データ(42 文献)である。S-N線図による整理では、データの近似曲線の傾きを $-1/3$ とし、非超過確率 97.7% (-2σ) を基本とした。なお、十字継手については主板の板厚が 25mm を超えるものには JSSC の疲労設計指針に従って応力範囲の補正を行っている。

3. 十字溶接継手

疲労試験データより、荷重非伝達の十字継手のグラインダー仕上げの有無で疲労強度を整理したものを図-1 に示す。試験結果は現行の基準を概ね満足していることがわかる。溶接止端の曲率半径 ρ が判明しているものについて、その大きさごとに整理した S-N 線図を図-2 に示す。 ρ は非仕上げの一般的な値の 2mm 未満と、グラインダーの仕上げ半径の平均的な値の 5mm を基準に分類した。 $2\text{mm} \leq \rho < 5\text{mm}$ では D 等級を若干下回り、 $\rho \geq 5\text{mm}$ の場合はほぼ D 等級となるが、その差はわずかである。図-3 は、疲労試験データについて、200 万回疲労強度に直した値を縦軸に、曲率半径を横軸にとり、主板の板厚ごとに整理したものである。グラインダー仕上げした試験体は、主板厚の大きな試験体に対して大きな曲率半径になる傾向がある。全体的には非仕上げの試験体よりも 1 等級高い D 等級を満足しているものの、曲率半径の違いによる疲労強度の顕著な差異は見られないことがわかる。

4. 面外ガセット溶接継手

ガセット長さが 100mm 超の疲労試験結果を整理した結果を図-4 に示す。疲労試験結果は現行の基準を概ね満足していることがわかる。また、十字継手と同様に ρ で整理した結果を図-5 に示す。これより、 ρ が大きいほど疲労強度は高くなる傾向にあり、 $\rho \leq 2\text{mm}$ では G 等級、 $\rho > 2\text{mm}$ では E 等級と 2 等級の疲労強度向上が確認できる。また、 ρ が 5mm 以上になると低応力範囲での疲労寿命が大幅に改善される傾向が見てとれる。図-6 は図-3 と同様の整理をした結果である。グラインダー仕上げを行った試験体の全てのデータが JSSC の E 等級以上に、曲率半径が 3mm 程度以上になるように仕上げを行った試験体のデータは全て D 等級以上にプロットされている。

5. まとめ

- 1) 既往の研究の疲労試験結果を整理した結果、十字継手および面外ガセット継手の疲労強度は非仕上げとグラインダー仕上げともに JSSC の疲労強度等級に概ね一致した。
- 2) 十字継手では、 ρ が 2mm 以上で概ね JSSC の D 等級程度になる。また、 ρ を 3mm 程度以上にすることによりグラインダー仕上げの効果が明確に現れることを確認した。

キーワード グラインダー仕上げ, 曲率半径, 疲労強度, 十字溶接継手, 面外ガセット溶接継手
 連絡先 〒441-8510 豊橋市明海町1 トピー工業(株) 山田 聡(sat-yamada@topy.co.jp) TEL 0532-25-5354

3)面外ガセット継手では、 ρ が2mm以上の場合の疲労強度等級はG等級からE等級へ2等級向上している。さらに、グラインダー仕上げでは曲率半径が大きくなると疲労強度が向上すること、 ρ が3mm以上あるものは疲労強度が高いことを確認した。

十字継手、面外ガセット継手ともに、グラインダー仕上げでは、溶接止端部近傍で主板の一部が研削されることによる応力集中の増加や、研削深さと主板厚の関係も疲労強度に影響すると考えられる。しかし、研削深さが示されている疲労試験データは少なく、本整理に用いたデータ群にこの影響が含まれていることが想定されるため、研削深さの影響に関してはFEM解析等による検討が必要である。

謝辞: 法政大学森猛教授には、所有する疲労試験データベースを使用させて頂くことを快く許可して頂きました。ここに記して謝意を表します。また、この検討は(社)日本鋼構造協会の「鋼橋性能・信頼性向上研究委員会」疲労耐久性向上部会(館石和雄 名古屋大学教授)の活動の一環として行われたものであることを付記します。

参考文献: 1) 甲弓子、森猛、南邦明: 疲労試験データベースを利用した鋼溶接継手の疲労強度等級設定の試み、土木学会第63回年次学術講演会講演概要集、1-241、pp.481-482、2008.9.

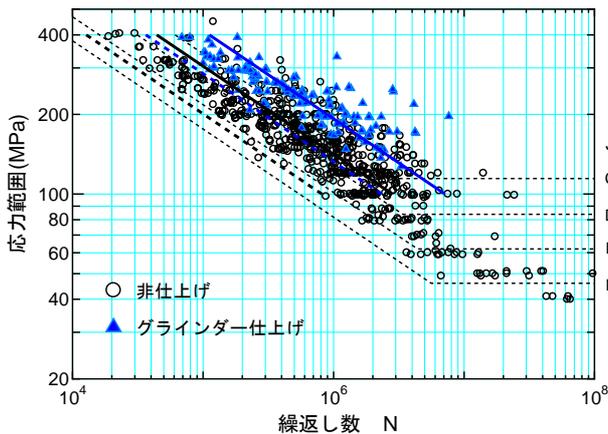


図-1 十字継手(荷重非伝達)の疲労試験データ

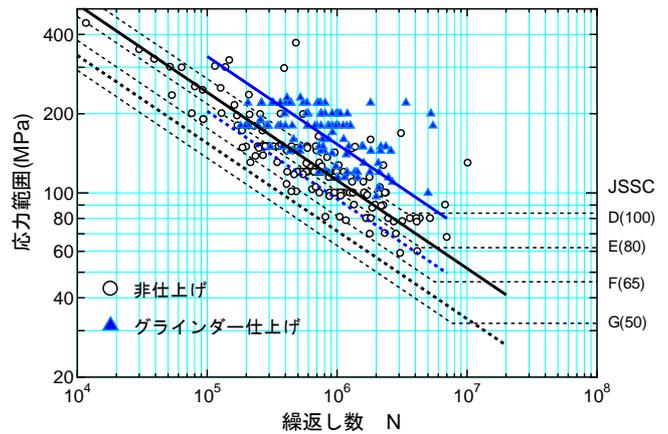


図-4 面外ガセット($l > 100\text{mm}$)の疲労試験データ

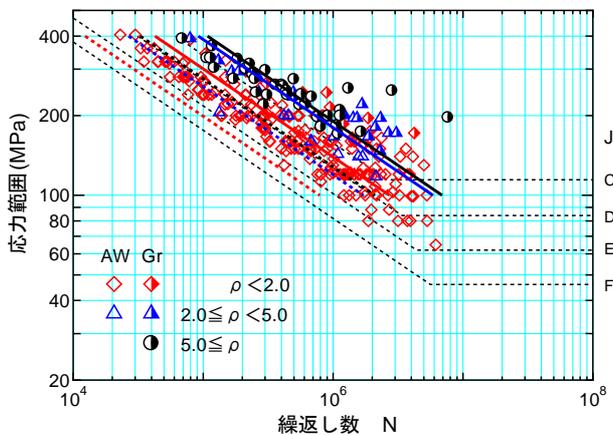


図-2 十字継手の曲率半径ごとの疲労試験データ

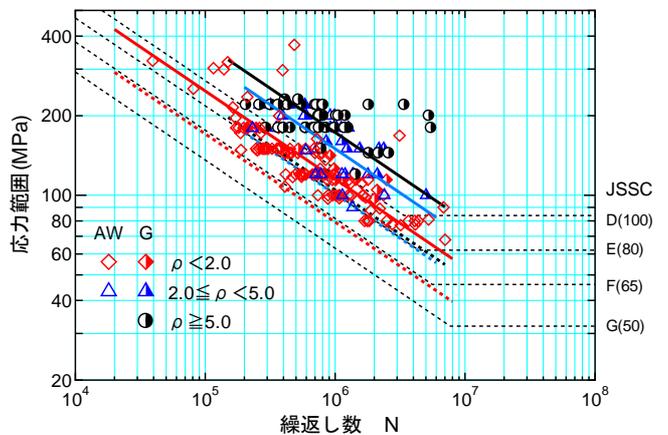


図-5 面外ガセットの曲率半径ごとの疲労試験データ

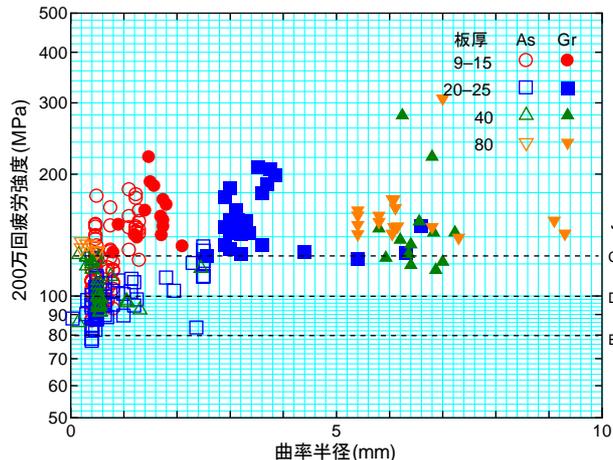


図-3 十字継手の曲率半径と200万回疲労強度

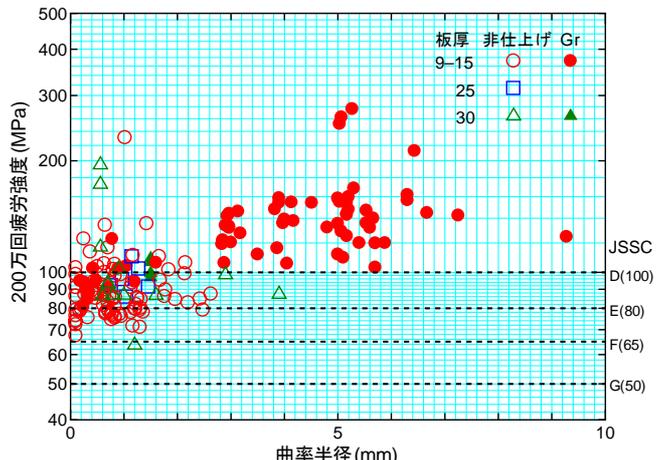


図-6 面外ガセットの曲率半径と200万回疲労強度