

カバープレートすみ肉溶接継手の疲労寿命向上法

広島工業大学 正員 村中 昭典

広島工業大学 正員 皆田 理

(有) Be よんど 正員 岩村 吉就

1. 研究目的

近年、超音波を用いたピーニング(以下 UP 処理と略称)により、溶接継手部の疲労寿命の改善を行う工法が注目されている。この方法は簡便かつ高速で疲労寿命の向上が図れることから各種溶接構造物へ適用が検討されつつある。本研究は、UP 処理法を用いて、カバープレートすみ肉溶接継手の疲労寿命の向上効果の確認とカバープレート長が疲労寿命に及ぼす影響を静的引張試験、疲労試験、及び FEM 解析に基づいて検討したものである。

2. 試験体の形状、及び寸法

図-1、図-2 に試験体の形状、寸法を示す。図に示すように、試験体はカバープレート長 $L=200$ 、及び 400mm の等脚すみ肉溶接継手(等脚溶接継手)と不等

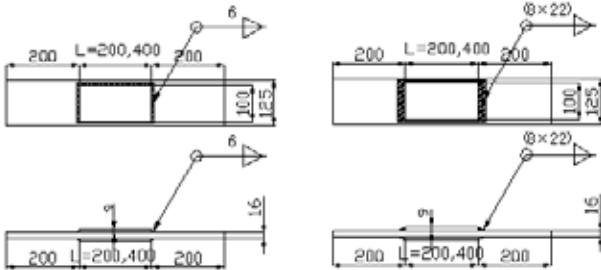


図-1 等脚すみ溶接継手

図-2 不等脚すみ溶接継手

脚すみ肉溶接継手(不等脚溶接継手)との2種類を製作した。使用鋼板はSS400である。UP処理は等脚すみ溶接継手に施した。本研究に用いた超音波ピーニング処理は、Ultrasonic Peening法である。UP処理は、特殊な打撃子によるハイサイクルな衝撃荷重とそ



写真1 UP施工前



写真2 UP施工後

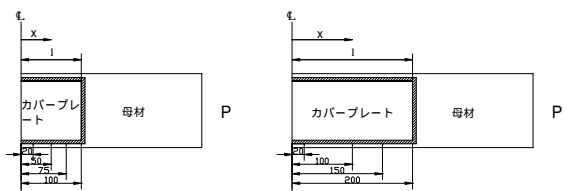
れによって材料中に誘起する超音波振動との相乗効果により、塑性変形と残留応力の緩和作用を引き起こすものである。超音波振動子の周波数は $20 \sim 30\text{kHz}$ である。写真1, 2にUP施工前後の溶接止端部を示す。

UP処理は、溶接止端部と溶接止端部中心に $\pm 10\text{mm}$ 範囲に施した。

3. 静的引張試験、及び考察

カバープレートの長さが溶接止端部の応力に及ぼす影響を確認するために静的引張試験を実施した。試験は母材とカバープレートとのずれ量の測定を行った。

図-3は、母材とカバープレートとのずれ量の測定位置を示す。両鋼板のずれ量はクリップゲージを両側面に取付けて測定した。載荷荷重は 294kN (147N/mm^2)



L=200mm 試験体

L=400mm 試験体

図-3 ずれ量測定位置

である。図-4は得られた測定値より、側面すみ肉溶接部の平均せん断応力を算出し図示したものである。

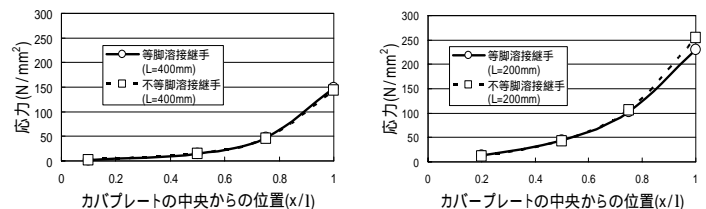


図-4 せん断応力

図-4より、側面すみ肉溶接部の平均せん断応力は $L=400\text{mm}$ の試験体に比して $L=200\text{mm}$ の試験体が高い値を示した。これより、カバープレートの長さ L が長くなると側面のすみ肉溶接部から応力伝達が小さくなり、前面すみ肉溶接部から応力伝達の負担

が大きくなることわかった。

4. 疲労試験及び考察

疲労試験は、繰り返し速度が 8Hz の完全片振り引張荷重で、試験体が破断するまで行った。

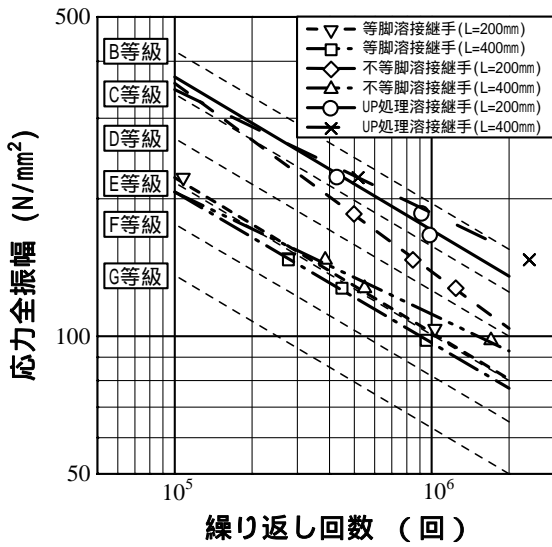


図-5 S-N 曲線

図-5 はカバープレート L=200mm 及び L=400mm の等脚溶接継手、不等脚溶接継手、及び UP 処理溶接継手の S-N 曲線を示す。

同図より、カバープレート L=200mm の等脚溶接継手の 200 万回疲労強度は L=400mm 試験体のそれに比して若干高い値となった。現行の疲労設計指針では L 300mm で強度等級を F 等級、L > 300mm で強度等級を G 等級と定めている。本試験ではカバープレート長の影響は明瞭には現れなかった。

UP 処理溶接継手の 200 万回疲労強度は UP 処理しない等脚溶接継手のそれに比して、L=200mm で約 40%、L=400mm で約 50%改善された。

これより、UP 処理はカバープレートすみ肉溶接継手の疲労寿命の向上に有効な処理方法であることがわかった。不等脚溶接継手については、いずれの試験体も疲労強度は高くなったが L=400mm 試験体に比して、L=200mm の試験体の疲労寿命が大幅に改善された。これは両試験体の破断位置が異なったことと溶接止端半径によるものと考えられる。L=400mm 試験体の破断位置は溶接止端部に対して L=200mm 試験体の破断位置はルート部であった。等脚溶接継手の UP 処理は不等脚溶接継手の疲労強度と同等程度以上の向上効果があることがわかった。

5.FEM解析及び考察

カバープレートの長さの変化による溶接止端部の応力集中率を求めるために、汎用有限要素解析プログラ

△LUSAS version 14 を用いて、溶接止端部の応力解析を行った。図-6 に解析モデルの概略を示す。解析モデルは弾性モデルであり、応力 =147N/mm²、弾性係数 E=2.10 × 10⁵ N/mm²、ポアソン比 =0.3 として求めた。

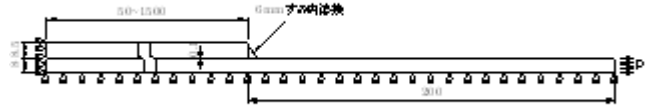


図-6 解析モデルの概略

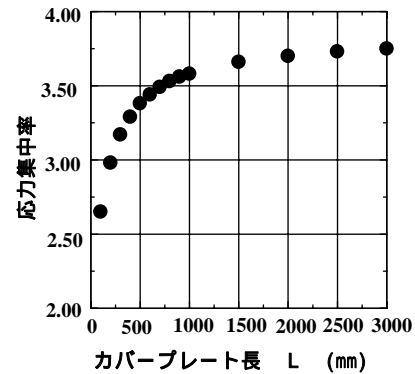


図-7 応力集中率とカバープレート長との関係

図-7 に解析結果より得られた溶接止端部の応力集中率とカバープレート長との関係を示す。同図より、カバープレートが長くなると、応力集中に起因して溶接止端部の応力が増加することから疲労寿命は低下するものと考えられる。同図に示すように、L の上昇に伴って応力集中率は増加するが、その増加傾向は一定値に収束する。この結果より、現行の疲労設計指針では L 300mm で強度等級を F 等級、L > 300mm で強度等級を G 等級と 1 等級下げていることがわかる。

6.結論

本研究より、得られた結論を挙げると以下のとおりである。

- (1) 溶接部の形状及び溶接止端部の処理が疲労寿命の向上に効果的である。
- (2) カバープレートが長くなるに伴って、疲労寿命は低下する。
- (3) UP 処理法は疲労寿命向上法として適切な処理方法である。

謝辞：本研究の供試体作製に際しては、Integrity Testing Laboratory Inc.にご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 省略