

GFRP 及びプライマーを塗布した面外ガセット溶接継手の疲労試験

明星大学 正会員 鈴木 博之
 明星大学 学生会員 ○森 智貴
 サンコーテクノ株式会社 正会員 佐藤 貴志

1. はじめに

面外ガセット溶接継手は、疲労強度が低く、疲労損傷が発生しやすいといわれており、疲労強度を改善させるための研究が行われている。本研究では、面外ガセット溶接継手にガラス繊維強化樹脂（以後、GFRP と記す）を貼付した場合、及び接着剤（以後、プライマーと記す）を塗布した場合の疲労試験を実施し、GFRP 及びプライマーの補強効果について実験的に検討した。

2. 試験方法

試験片形状を図-1 に示す。試験片の材質は SM400A である。試験片は母材が幅 100mm、板厚 9 mm、長さ 620 mm であり、

この母材の両面に幅 100 mm、板厚 9 mm、長さ 120 mm のガセットを取り付けた面外ガセット溶接継手試験片である。試験片の種類を表-1 に示す。試験片は、無補強試験片（TYPE1） GFRP を 2 液主剤型の変性アクリレート系構造用接着剤（以後アクリレートと記す）で貼付した補強試験片（TYPE2）、アクリレートのみを塗布した補強試験片（TYPE3）及びエポキシアクリレート系構造用接着剤（以後エポキシと記す）のみを塗布した補強試験片（TYPE4）の 4 種類である。TYPE1～4 の試験片の無補強側回し溶接部止端（図-1 の右側）を仕上げることで、応力集中を緩和させ、き裂が片側だけに生じるようにした。鋼板、GFRP、アクリレート、エポキシの機械的性質を表-2 に示す。TYPE2 の GFRP には厚さ 1.2 mm の一方向材を使用し、これを 2 層貼付することにした。TYPE3、4 のプライマ - 接着部分の厚さは、最小で約 0.2mm、最大で約 1mm、平均で約 0.6 mm の塗布であった。疲労試験にあたっては、最小応力を 10MPa とし、最大応力を変化させた。

3. 試験結果及び考察

試験結果を図-2 に示す。縦軸は試験片の平行部の応力範囲であり、横軸は繰返し回数である。右向きの矢印は非破壊を表している。繰返し回数 500 万回を疲労限の一つの目安とすると、TYPE1 では、 $\Delta \sigma$ 50MPa、TYPE2 では $\Delta \sigma$ 90MPa、TYPE3 では $\Delta \sigma$ 70MPa、TYPE4 では $\Delta \sigma$ 90MPa でき裂の発生を防止できることがわかる。

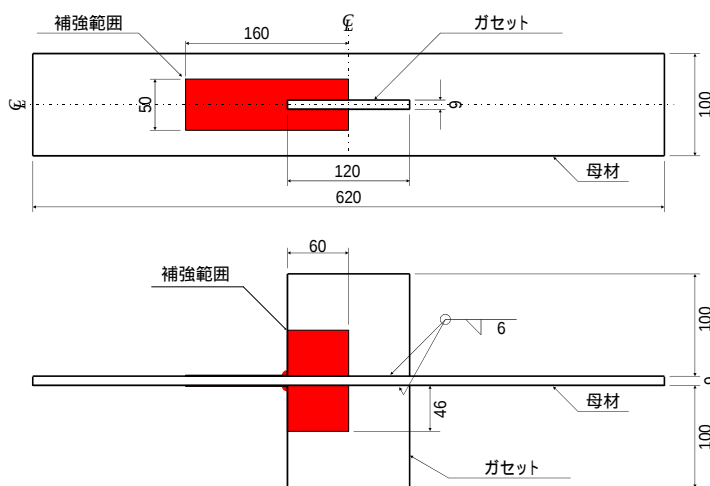


図-1 試験片形状

表-1 試験片の種類

試験片名	条件
TYPE1	無補強
TYPE2	GFRP+アクリレート ¹
TYPE3	アクリレート ¹
TYPE4	エポキシ ²

1: 2液主剤型変性アクリレート系構造用接着剤

2: エポキシアクリレート系構造用接着剤

表-2 機械的性質

	鋼板	GFRP	アクリレート	エポキシ
弾性係数(MPa)	2.1×10^5	8.1×10^3	1.8×10^3	4.6×10^3
降伏点(MPa)	307	-	-	-
引張強さ(MPa)	443	114	40	52
伸び(%)	32	-	-	-

キーワード 面外ガセット, GFRP, プライマ -, 疲労, 補強

連絡先 〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学理工学部土木工学科 TEL/FAX 042-591-9632

図-2のTYPE1とTYPE2, 3, 4を比較すると、TYPE2, 3, 4はTYPE1に比べ明らかに疲労寿命が延びている。さらに、GFRPをアクリレートで貼付したTYPE2とアクリレートのみを塗布したTYPE3を比較すると、GFRPの有無により、疲労強度に有意な差が出ていることから、プライマ-とGFRPを併用することにより、プライマ-単独の場合より大きな補強効果を期待できることがわかる。このことから、エポキシのみを塗布したTYPE4もGFRPを貼付することにより、疲労強度がさらに改善されることが予想される。また、各回帰線を応力範囲により比較すると、応力範囲の高い領域では、各回帰線が接近している。これは、高応力域では回し溶接部止端部の鋼板とプライマ-との界面が剥離しているためであると推測される。一方、応力範囲が低くなるにつれて、TYPE1に比べTYPE2, 3, 4の疲労寿命が著しく伸びていることが確認できる。これは、作用応力が低くなるにつれて鋼板とプライマ-の界面が剥離しなくなったものと思われる。以上より、GFRPをアクリレートで貼付した試験片、アクリレートのみを塗布した試験片、エポキシのみを塗布した試験片と補強方法が異なっても、面外ガセット溶接継手の疲労強度の向上にこれらは寄与していると言える。

図-3にTYPE2のGFRP貼付前後に行った静的载荷試験の結果(公称応力120MPa時)を示す。図より貼付後の回し溶接部止端の応力は、貼付前の応力に比べ、約28%低減していることがわかる。これは面外ガセット溶接継手にアクリレートを用いてGFRPを貼付することにより、GFRPが荷重を負担し、溶接部の応力集中が緩和されたためであると思われる。図-4にTYPE3のプライマ-塗布前後に行った静的载荷試験の結果(公称応力120MPa時)を示す。TYPE4も図-4と同様の結果であった。図より、塗布前後の応力に有意な差がないことがわかる。プライマ-が応力を負担していないにもかかわらず疲労寿命が伸びていることから、プライマ-を溶接部に塗布したことにより、プライマ-が溶接部の凹凸を埋め、溶接ビード形状を滑らかにし、溶接部を仕上ることによる効果と類似した効果が発揮されたからではないかと推察される。

4. まとめ

本研究では、面外ガセット溶接継手にGFRPを貼付した場合、及びプライマーを塗布した場合の疲労試験を実施し、GFRP及びプライマーの補強効果について実験的に検討した。得られた結果は以下の通りである。

- (1) 回し溶接部にGFRP及びプライマ-を塗布すると、応力範囲の高い領域では補強効果はあまり認められなかったが、応力範囲が低くなるにつれて補強効果が認められた。
- (2) GFRPを貼付することによる応力低減効果は、GFRPが荷重を負担し、回し溶接部止端の応力集中を緩和するためであると思われる。また、プライマ-塗布前後の応力に有意な差がないにもかかわらず疲労寿命が伸びているのは、プライマ-が溶接部の凹凸を埋め、溶接ビード形状を滑らかにし、溶接部を仕上ることによる効果と類似した効果が発揮されたからではないかと推察される。

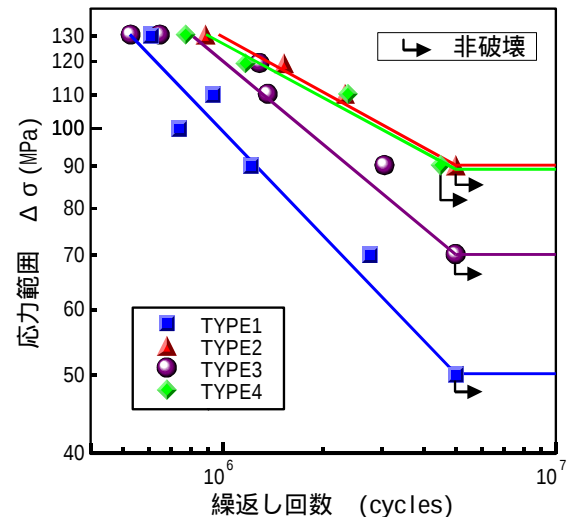


図-2 S-N線

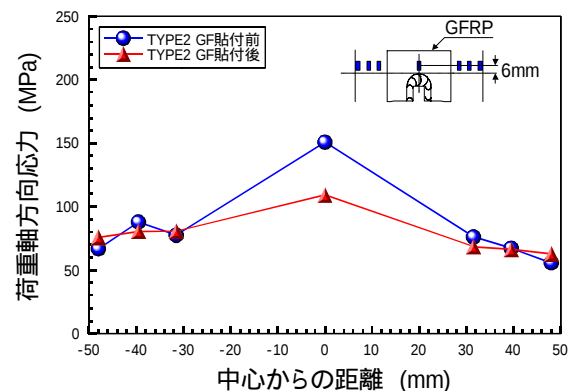


図-3 応力分布

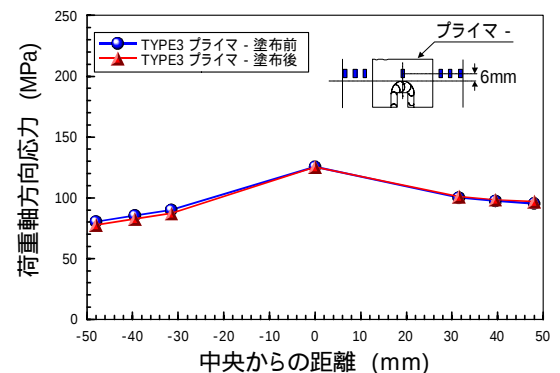


図-4 応力分布