

溶接継手の疲労強度に及ぼすプライマーおよび GFRP の効果に関する一検討

明星大学 正会員 鈴木 博之
 サコテクノ(株) 正会員 佐藤 貴志

1. はじめに

本研究では、溶接継手の代表として面外ガセット溶接継手を取り上げ、この継手の回し溶接部に接着剤(以後、プライマーと記す)を塗布した試験片、およびガラス繊維強化樹脂(以後、GFRP と記す)をプライマーを用いて貼付した試験片の疲労試験を実施し、プライマーおよび GFRP が面外ガセット溶接継手の疲労強度に及ぼす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。なお、TYPE1~4 の着目部と反対側の無補強側回し溶接部止端(図-1 の右側)に疲労き裂が発生しないようにするため、この部分はグラインダーで仕上げることにした。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 のプライマー接着部分の厚さは、最小で約 0.2mm、最大で約 1mm、平均で約 0.6 mm 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。

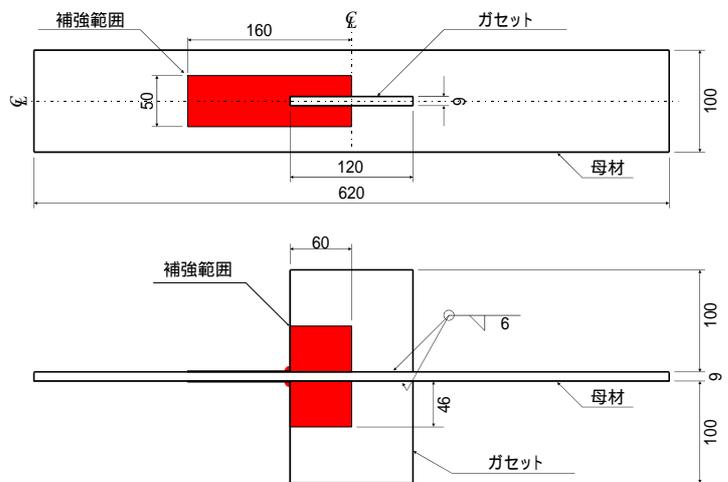


図-1 試験片形状

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、50MPa、TYPE2 では 90MPa、TYPE3 では 70MPa、TYPE4 では 90MPa でき裂の発生を防

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 面外ガセット溶接継手, プライマー, GFRP, 疲労, 補強

連絡先 〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学理工学部建築学科 TEL 042-591-9645

止できることがわかる。

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強度が向上していることがわかる。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、プライマーとGFRPを併用することにより、プライマー単独の場合より大きな補強効果が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可能性があるものと予想される。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とがわかる。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ー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認められる。これは、作用応力が低くなるにつれて鋼板とプライマーの界面が剥離しなくなったものと考えられる。以上より、応力範囲の低い領域においては、GFRP、アクリレート、エポキシのいずれも面外ガセット溶接継手の疲労強度の向上に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載荷試験の結果(公称応力120MPa)を示す。図よりGFRP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判断される。図-4にTYPE3のプライマー塗布前後に行った静的載荷試験の結果(公称応力120MPa)を示す。TYPE4も図-4と同様の結果であった。図より、プライマー塗布前後の応力に有意な差がないことがわかる。プライマーが荷重を負担していないにもかかわらず疲労寿命が伸びたのは、プライマーを溶接部に塗布したことにより、プライマー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及びプライマーを塗布すると、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判断した。また、プライマー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、プライマー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した。

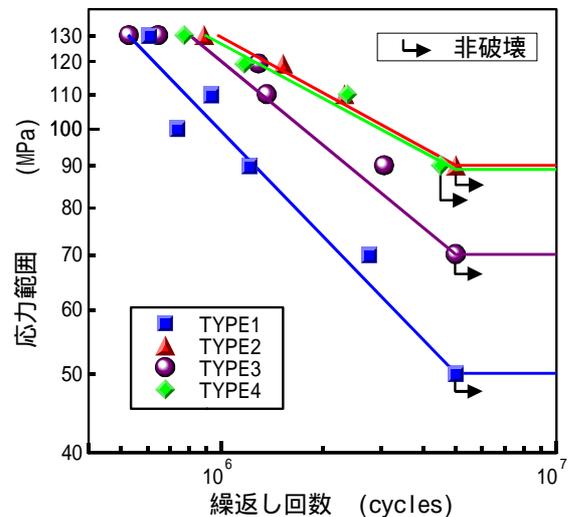


図-2 S-N線

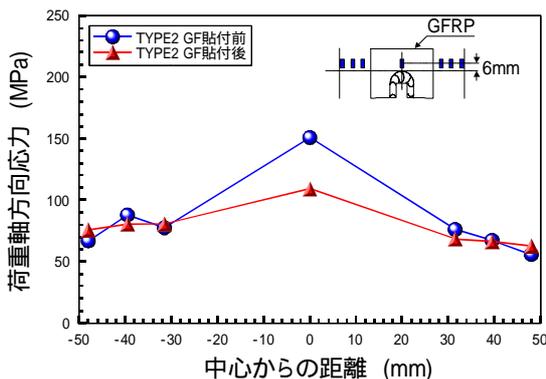


図-3 応力分布

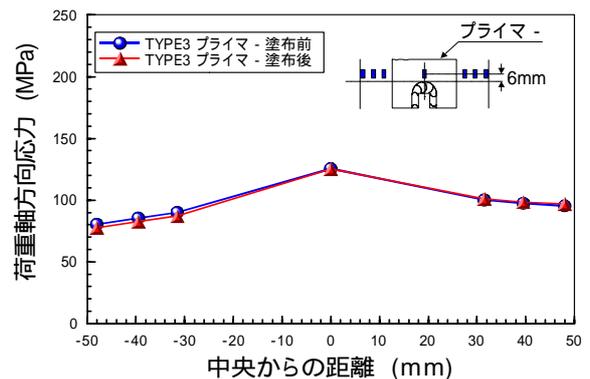


図-4 応力分布