

## 面外ガセット溶接継手の GFRP による補強

明星大学 正会員 鈴木 博之  
 明星大学大学院 学生員 岡本 陽介  
 日本道路公団 正会員 鈴木 永之

## 1. はじめに

鋼構造物の維持管理において、疲労は重要である。鋼構造物に発生する疲労き裂の多くは、溶接継手のピード止端を起点としている。本研究では、面外ガセット溶接継手部に GFRP (ガラス繊維強化プラスチック) を貼付したときの予防保全としての効果およびき裂進展速度の抑制効果について実験的に検討する。

## 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。試験片の母材は板厚 9mm、長さ 600mm、幅 100mm であり、この母材の両面に板厚 9mm、長さ 120mm、高さ 100mm のガセットを取り付けた面外ガセット溶接継手を無補強試験片（以下、G シリーズと呼ぶ）とした。すべての試験片の片側の回し溶接部止端を仕上げることで、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。補強試験片（以下、S シリーズと呼ぶ）においては、GFRP を 2 液混合エポキシ樹脂接着剤によって、図-1 のように、表裏面の非仕上げ回し溶接部に貼付した。鋼板と GFRP の機械的性質を表-1 に示す。GFRP には厚さ 1.2mm の一方向材を使用し、これを 2 層貼ることとした。疲労試験にあたっては、最小応力は 10MPa とし、最大応力を変化させた。

## 3. 試験結果および考察

図-2 に疲労試験結果を示す。図の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。図には G シリーズの回帰線を赤線、S シリーズの回帰線を青線で示した。下に突出している右向きの矢印は、非破壊を表している。

図-2 より、500 万回を疲労限の一つの目安とすると、G シリーズは 70MPa、S シリーズは 100MPa であれば、疲労き裂の再発生を防止できることがわかる。

G シリーズと S シリーズの回帰線を比較すると、応力範囲の高い領域では回帰線は接近しているが、応力範囲が低くなるにつれて、S シリーズの疲労寿命は G シリーズより著しく延びている。このことより、応力範囲の高い領域では GFRP による補強効果はあまり期待できないかもしれないが、応力範囲の低い領域では補強効果が高いことが確認できる。

写真-1 に破断状況を示す。試験片は、非仕上げ側（GFRP 貼付側）の回し溶接部止端よりき裂が発生し、幅方向に進展したのち、破断に至った。GFRP は、(a)、(b) のようにき裂部近傍が剥離し、き裂が GFRP

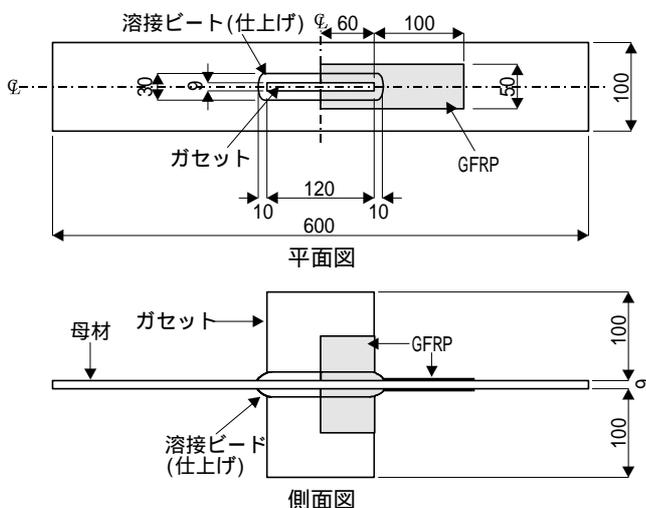


図-1 試験片形状

表-1 機械的性質

	鋼板	GFRP
弾性係数 (MPa)	$2.1 \times 10^5$	$1.4 \times 10^4$
降伏点 (MPa)	288	-
引張強さ (MPa)	443	201
伸び (%)	31	-

キーワード：維持管理，鋼構造，GFRP，面外ガセット溶接継手

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/FAX042-591-9645

を越えた後でも剥離してしまうことなく、最終的には(c)のように破断に至った。ビード仕上げの困難な回し溶接部止端近傍でも、GFRPは試験片の破断まで剥離しておらず、補強材として有用であると思われる。

図-3に応力拡大係数範囲とき裂進展速度の関係を示す。縦軸はき裂進展速度  $da/dN$ (m/cycle)、横軸は応力拡大係数範囲  $K$ (MPa $\sqrt{m}$ )である。図にはGシリーズの回帰線を赤線、Sシリーズの回帰線を青線で示した。応力拡大係数範囲  $K=50$ (MPa $\sqrt{m}$ )における回帰線のき裂進展速度を比較すると、Gシリーズでは  $da/dN=7.6 \times 10^{-6}$ (m/cycle)であるのに対し、Sシリーズでは  $da/dN=2.1 \times 10^{-6}$ (m/cycle)となっており、SシリーズはGシリーズの28%となっている。したがって、き裂がGFRPを越えて進展した後でも、GFRPが破断するまで、GFRPはき裂の進展を抑制していたことがわかる。

4. まとめ

本研究では、面外ガセット溶接継手の回し溶接部止端近傍にGFRPを貼付することによる疲労寿命の改善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を貼付したところ、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、応力範囲の低い領域では疲労強度が改善され、補強効果が高いことが明らかになった。
- 2) GFRPは柔軟性に富んでいるので、ビード仕上げの困難な溶接ビード止端近傍でも、補強材として適用することが可能であり、実用化の可能性が高いと思われる。
- 3) き裂がGFRPを越えて進展した後でも、GFRPが破断するまで、GFRPはき裂の進展を抑制することが可能であることがわかった。

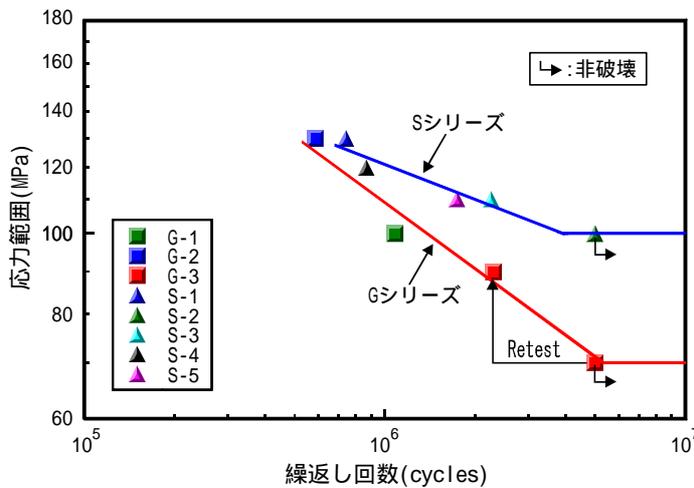


図-2 S-N線図

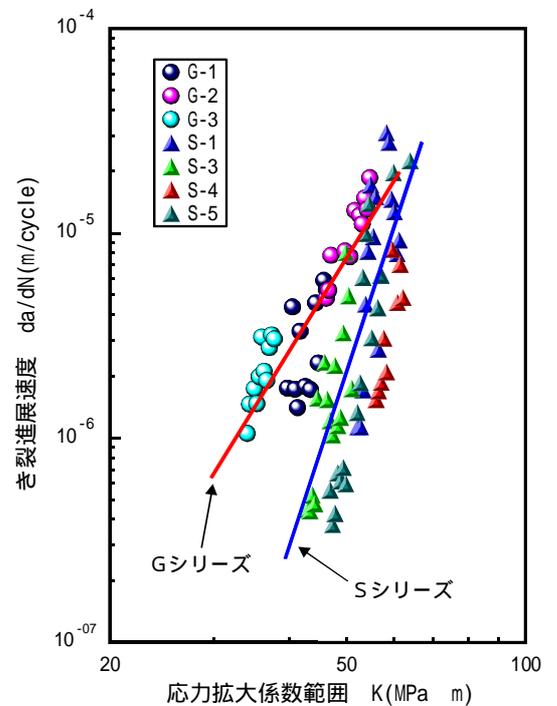


図-3 da/dN- K



(a)



(b)



(c)

写真-1 破断状況(S-3)