

# ウレタン接着剤を用いたCFRP接着構造の疲労強度評価\*

Fatigue Strength Evaluation of CFRP Bonding Structure by Urethane Adhesive

中丸 敏明<sup>1)</sup>  
Toshiaki Nakamaru

To prevent Global warming caused by CO<sub>2</sub>, multi-material automotive structures including CFRP are expanding due to the vehicle weight reduction. Therefore, "CFRP joining Working Group" of Fatigue Reliability Committee in JSAE is studying CFRP structure with the bonding joint. In this report, the fatigue strength of urethane adhesive joint is studied by lap shear joints and specimens simulated car body structure. As a results, fatigue properties such as crack initiation and propagation at adhesive joint were clarified. Furthermore, the criteria of fatigue strength were studied to evaluate the adhesive joint of body structures.

KEY WORDS Materials, Adhesive, Fatigue  
Joining, Composite Material

## 1 はじめに

世界で120カ国以上が2050年までにカーボンニュートラルを実現すべく、さまざまな分野で本格的に二酸化炭素削減に取り組んでいる。これに従い、自動車業界でも従来の内燃機関中心のパワートレインからハイブリッド車や電気自動車への移行が急激に進んでいるだけでなく、航続距離や電費の改善を目的に車体構造においてもドアやフードなどの車体部品への樹脂材・アルミ材の採用の拡大はもちろんのこと、1 GPaを超える高強度鋼板やアルミ押出材が積極的に車体骨格に採用されるようになってきている。

さらには、メガキャストと呼ばれる大物アルミ鋳物やCFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic) を含む本格的なマルチマテリアル車体へ発展してきているのが現状である。なかでもCFRPは比強度・比剛性に優れ、すでに航空機や船舶など輸送機器の軽量化に寄与してきた材料であり、自動車構造においても採用され始めている。自動車車体構造におけるCFRPの活用方法をみると、スチール部材の補強材としてエポキシ系の接着剤で接合する事例と上屋構造の骨格の主断面にウレタン系の接着剤で接合して軽量化を狙う事例が代表的

ある。

このため、(公社)自動車技術会 疲労信頼性部門委員会のCFRP接合ワーキンググループでは、疲労強度の確保の観点から後者の接合事例に着目し、CFRPと鋼板を被着材としてウレタン接着剤で接合した部位について検討することとした<sup>(1)(2)</sup>。

本稿では、CFRPおよび鋼板をウレタン接着剤で接合した引張せん断継手(以降、ラップシエア継手と称す)についてその疲労特性を明確にするとともに、車体構造を模擬した部材試験体での疲労特性との比較検討を実施した。

## 2 供試体ならびに試験方法

### 2.1 ラップシエア継手

本研究では、車体構造を模擬した部材試験体としてCFRP/CFRP接合継手(以下CF/CF joint)とCFRP/Steel接合継手(以下CF/ST joint)の2種類のラップシエア継手を検討した。図1に各継手の寸法を示す。また、CF/CF jointには、CFRP接合部の寸法を110 mmとし、CF/ST jointには、Steel接合部の寸法を110 mmとした。また、CF/CF jointには、CFRP接合部の寸法を110 mmとし、CF/ST jointには、Steel接合部の寸法を110 mmとした。また、CF/CF jointには、CFRP接合部の寸法を110 mmとし、CF/ST jointには、Steel接合部の寸法を110 mmとした。

表1 被着体仕様

	Material properties	Thickness
CFRP plate	PAN based thermosetting epoxy resin (T700SC) Carbon fiber content rate = 67% wt	Prepreg 0.1 mm × 24 ply (2.4 mm)
Steel plate	590 MPa high-tensile steel with electrodeposition coating	0.8 mm

表2 接着剤仕様

Evaluation items	Condition		
Specific gravity			
		1.21	
Tensile test	Modulus of elasticity	No.2 Dumbbell	
	0.1-0.3% displacement	1 mm/min	
	Hardness (Shore D)		57
	Breaking strength [MPa]	No.6 Dumbbell	
DMA	Elongation [%]	50 mm/min	
	Tg [°C]		
		80	
		70	

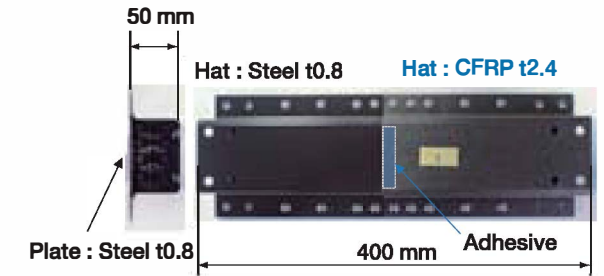
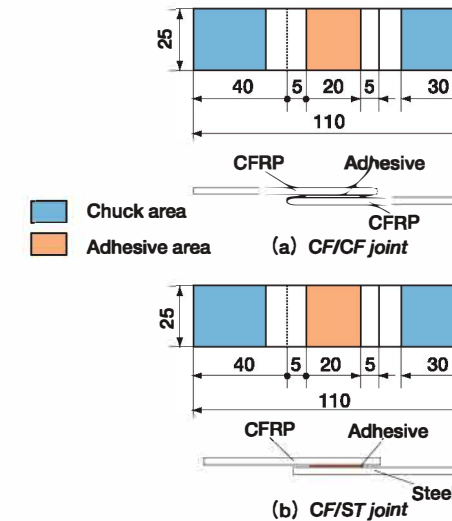


図3 I字曲げ試験体



• Plate thickness CFRP  $t = 2.4$  mm Steel  $t = 0.8$  mm  
• Adhesive thickness  $t_a = 1.0$  mm

図1 ラップシエア継手



図2 ラップシエア継手のひずみゲージ貼付位置

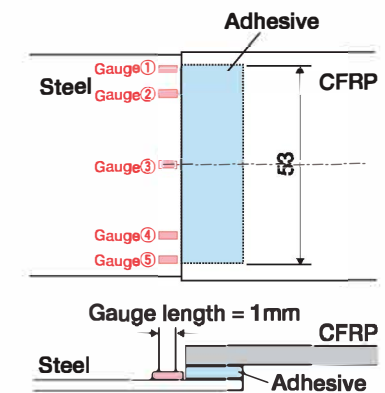


図4 I字曲げ試験体のひずみゲージ貼付位置

な事例が多い。また、CFRP接合部の寸法を110 mmとし、Steel接合部の寸法を110 mmとした。また、CF/CF jointには、CFRP接合部の寸法を110 mmとし、CF/ST jointには、Steel接合部の寸法を110 mmとした。また、CF/CF jointには、CFRP接合部の寸法を110 mmとし、CF/ST jointには、Steel接合部の寸法を110 mmとした。

### 2.2 試験方法

CFRP接合部における疲労試験は、車体構造を模擬した部材試験体を用いて実施した。試験方法は、引張せん断試験であり、試験速度は1 mm/minとした。また、試験温度は25°Cとした。試験結果は、疲労強度 $\sigma_f$ と疲労寿命 $N_f$ として示す。疲労強度 $\sigma_f$ は、試験力 $P$ と試験断面積 $A$ の比として算出する。疲労寿命 $N_f$ は、試験力 $P$ と試験断面積 $A$ の比として算出する。試験結果は、疲労強度 $\sigma_f$ と疲労寿命 $N_f$ として示す。

\* 2025年2月27日受付

1) 日産自動車株式会社 カスタマーパフォーマンス&第一車両実験部  
(243-0192 厚木市岡津古久 560-2)  
E-mail: