

目的別テーマ：ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維の評価と実用

研究テーマ

15-5-18：繊維強化複合材料のハイブリッド化による高機能性の発現

## ABSTRACT

*Fiber reinforced plastics (FRP) in which two or more kinds of fibers are embedded are called hybrid composites. Most popular hybrids are glass/carbon and Kevlar/carbon hybrids. The main advantages of GFRP are high elongation, low cost, and good impact resistance, while those of CFRP are high strength, high stiffness, low density and good moisture-resistant property. By the addition of carbon fiber to GFRP, a hybrid composite with increased stiffness, satisfactory strength, and reasonably low cost will be anticipated. Some synergistic benefits may be possible which are called "hybrid effects". Although there have been many works on the hybrid effect, little is focused on creep behavior of hybrid composites.*

*In this research, creep tests of GFRP, CFRP and GF/CF intra-hybrid laminates were carried out and the hybrid effect was investigated.*

## 研究目的

繊維強化プラスチック（FRP）の構成素材は、多種類の強化繊維、マトリックス樹脂、フィラーがあり、それらの組み合わせによりいろいろの機能が発見される。その中で、強化繊維をガラス（CF）とカーボン（GF）を混合することにより、CFの高価格を下げ、伸びの大きいFRPとすることができる。このようにFRPの構成素材を複数混合することにより、これまでにない高機能性FRPを研究開発することが本研究の目的である。

## 5年間の研究内容と成果

繊維強化複合材料は、軽量で強度・剛性が高い材料で要求される性能に合わせた設計が可能であることなどの利点により、宇宙・航空はもとより車両・船舶、土木・建設、スポーツ・レジャー用品に至るまであらゆる産業分野に適用されている。

その代表が繊維強化プラスチック（FRP）で、ガラス繊維（GF）やカーボン繊維（CF）などの強化繊維と母材樹脂から構成されている。

近年、複数の繊維を混ぜ合わせるにより、単一繊維強化プラスチックでは得られない機能発現（ハイブリッド効果）、例えば、高いコストパフォーマンスや高靱性化などが得られることが分かった。このようなハイブリッド材には層間（Interlaminar）と層内（Intra）ハイブリッドがある。

### 1. 静的曲げにおけるハイブリッド効果

本研究では、一層内でCFの含有率が100%（C100）、75%（C75/G25）、25%（C25/G75）、0%（G100）のプリプレグを用意し、それぞれのイントラハイブリッドFRPと、それらのプリプレグを傾斜させたインターラミナハイブリッド材（FGH）を成形し、曲げ試験を行った。

試験結果はFig.1に示すとおりである。この図より（a）C100より曲げ強度は低下するものの破断たわみは大きくなり、靱性が大きくなるハイブリッド効果が見出されている。また、CFのコストはCFのコストの約1/10であるので、高いコストパフォーマンスが期待できる。

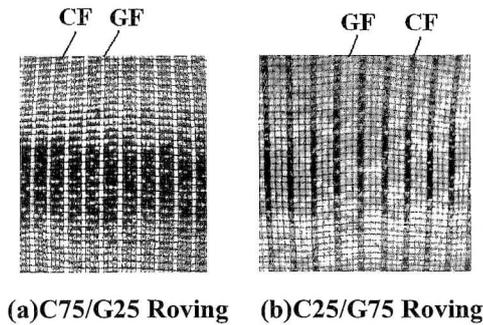


Fig.1 Intra-Hybrid

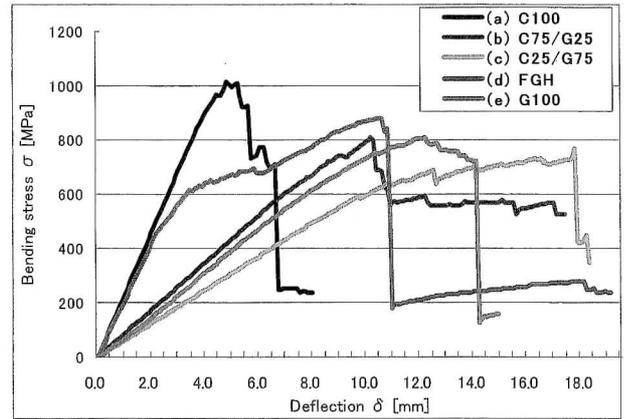


Fig.2 Result of bending test

## 2. クリープ下におけるハイブリッド効果

CFとGFのイントラハイブリッド (Fig.1 参照) を強化材とするFRPを作成し、クリープ加重下でのハイブリッド効果を明らかにした。単一強化CFRPと各種層内ハイブリッド材の曲げ試験結果は、Fig.2に示すとおりである。この図からCFRPよりも層内ハイブリッド材の方がたわみが大きくなるのが分かる。クリープ荷重下においても、CFまたはGFの単一繊維強化のFRPに比べて、CF/GFイントラハイブリッドFRPはクリープⅡ期において、変形は大きいものの最終破壊しにくい機能発現が期待される。この結果は、破断伸びの小さい(1%以下)CFがクリープ破壊しても、伸びの大きい(約3%)GFが支えていて、最終的な破壊を遅らせるハイブリッド効果によるものと考えられる。

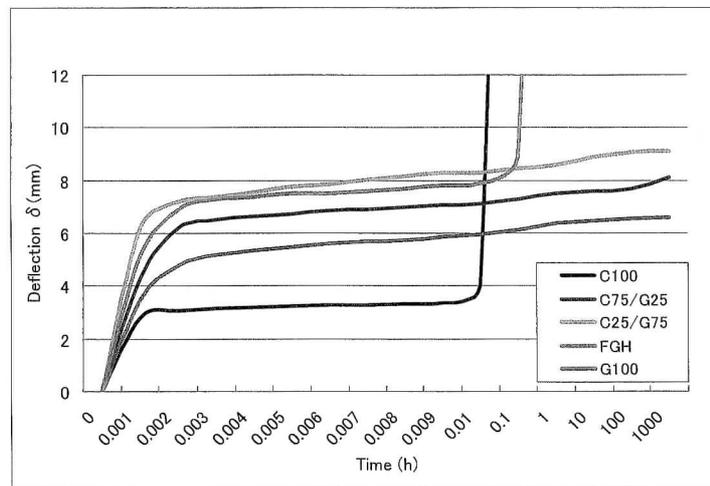


Fig.3 Result of bending creep test

## 展望

FRPが車両・船舶をはじめ、橋梁やタンク類など、クリープ荷重が作用する場合が多くある。そのような場合、多少変形が大きくても最終的な破壊を起こしにくくすることが、人的、物的損害を小さくすることができる。本研究で得られたCF/GFイントラハイブリッドFRPにおけるハイブリッド効果は、新しい機能発現として注目されるものと考えられる。