

# モノの寿命の解明と延伸による使い続けられるものづくり

## CFRPの長期信頼性向上を目的とした材料設計・評価システムの開発

研究開発代表者： 荒井 政大 名古屋大学・工学研究科 教授

共同研究機関： 岐阜大学、信州大学



### 目的：

CFRPの長期信頼性と寿命の評価・予測を可能とするために、材料の変形モードや負荷履歴、変形履歴、損傷度等によって決定される"余寿命パラメータ"を新たに提案し、その有効性について検証する。

### 研究概要：

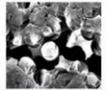
CFRPの損傷・破壊のメカニズムは極めて複雑であり、現状では安全率を過剰に評価し、余寿命を極めて短く見積もる“消極的な設計”が用いられている。CFRPの余寿命を適切・高精度に見積もることで、自動車や航空機の重量の軽量化が可能となりエネルギー消費量を大幅に削減することが可能となる。

複合材の余寿命を見積もるためには、複合的な構造のスケールに応じた損傷破壊メカニズムを明確にして、各々のスケールにおける損傷・破壊の知見から、実構造物の余寿命推定に繋げる技術が必要である。

本研究では損傷をスケールごとに分類してその影響因子を明確にし、破壊進展モデルを構築して損傷の発生と進展を定量的に評価可能な計算手法を構築する。実構造物の余寿命評価を可能とすべく、マイクロレベル・メゾレベルの知見を元に、有限要素法や分子動力学法を活用し、損傷発生と破壊進展のメカニズムを明らかにするとともに、材料の変形モードや負荷履歴、変形履歴、損傷度等によって決定される"余寿命パラメータ"を定義して、CFRPの余寿命予測技術を確立する。

探索研究期間

L1レベルの損傷(10 $\mu$ m以下)  
⇒ 樹脂内のマイクロポイド、繊維／樹脂剥離



L2レベルの損傷(200 $\mu$ m以下)  
⇒ トランスバースクラック・初期の層間剥離



本格研究期間

L3レベルの損傷(数mm以下)  
⇒ 複数プリプレグに及ぶトランスバースクラックと層間剥離の複合損傷



L4レベルの損傷(数百mm以上の実機)  
⇒ 層間剥離の複合的な進展による破壊

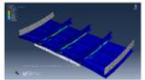


Fig.1 本研究の対象とするCFRPの損傷・破壊

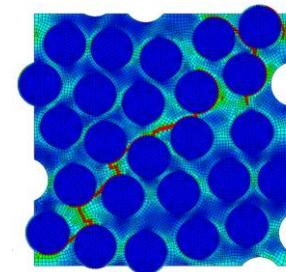


Fig.2 CFRPのマイクロ損傷進展解析

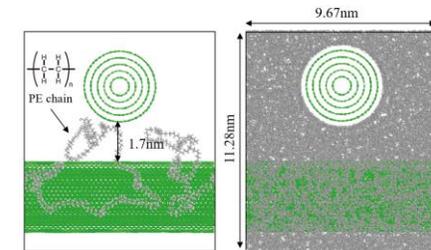


Fig.3 CFRPの分子動力学解析

# Enhancement of product durability and usability for resource-efficient society

## Development of material design and evaluation system improving long-term reliability of CFRP laminates

**Project Leader :** Masahiro Arai, Professor, Department of Aerospace Engineering,  
Graduate School of Engineering, Nagoya University

**R&D Team :** Gifu University, Shinshu University



### Objective:

In the present research, in order to evaluate and predict the long-term reliability and fatigue life of CFRP, we propose a new "remaining life parameter" determined by the deformation mode, load history, deformation history, damage degree of the material.

### Summary

Since the mechanism of damage and fracture of CFRP is extremely complex, "passive design" has been employed overestimating the safety factor and estimating the remaining life extremely short. If the remaining life of CFRP can be estimated appropriately, it will be possible to further reduce the weight of automobiles and aircraft, resulting in a reduction in CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions. In the present study, we clarified the effective factors that determine the remaining life of CFRP and evaluate the influence of the factors, which are load state, load history, damage level, deformation mode, and so on, affecting on the remaining life. Using the finite element method and molecular dynamics method, the damages and fracture mechanisms from the micro/macro level of CFRP structures is investigated assuming actual structures. Furthermore, the knowledge for obtaining a long-life material is also clarified.

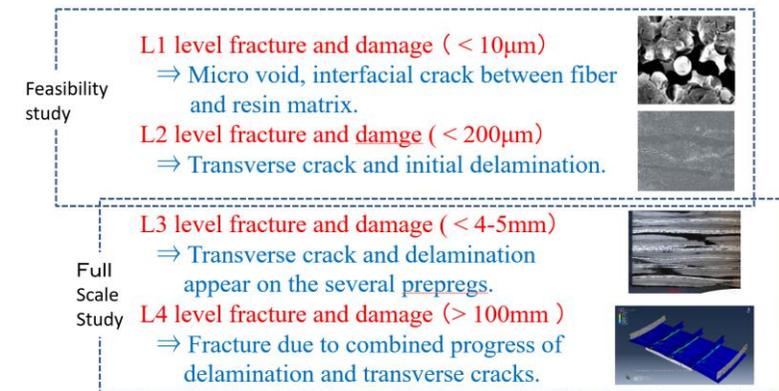


Fig.1 Fracture/damage of CFRP treated in the present study.

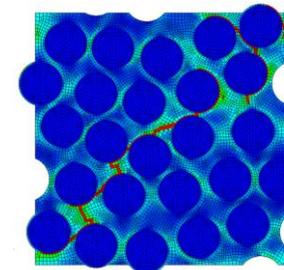


Fig.2 Damage propagation of CFRP obtained by FE analysis.

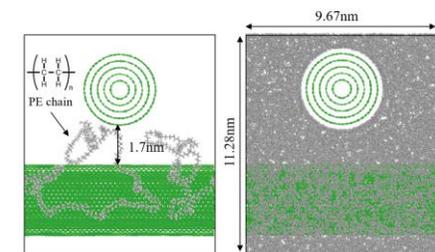


Fig.3 Numerical Analysis of molecular dynamics.