

秋田県立大学「人類の持続可能な発展に資する科学技術」  
「苗」研究のエントリーシート

研究テーマ	CFRPの内部損傷の予測とその応用		
研究代表者	水野 衛	役職	教授
フリガナ	ミズノ マモル	学位	工学博士
学科等	機械知能システム学科	Eメール	<a href="mailto:mizuno@akita-pu.ac.jp">mizuno@akita-pu.ac.jp</a>
主な共同研究者(学内)	藤井雅留太 (機械知能システム学科)		
主な共同研究者(学外)	無し		
研究の内容			
<p>CFRP（炭素繊維強化プラスチック）は軽くて強い材料として身近な所ではスポーツ用品から日用品にまで幅広く利用されている。また、ボーイング787に代表されるように、CFRPは強度を直接受け持つ構造部材にも利用が進んでおり、機体を軽量化することによる化石燃料の節約が期待されている。</p> <p>しかし、CFRPは異種材料を複合することによる界面が存在し、その強度が問題になる。また、CFRPはプリプレグを積層して成形することが多いことから層間剥離の問題も生じる。さらに、炭素繊維の間に存在するプラスチックは強度が弱くトランスバースクラックが発生する。このようにCFRPは、内部欠陥が発生し易い箇所が潜在的に存在しており、そこに発生する内部損傷は材料の強度に影響を及ぼし、機械・構造物の信頼性を損なうことになる。特に、航空機や宇宙構造物は高度な信頼性を保証することを必要としている。</p> <p>本研究では、CFRP内部に発生する損傷を連続体損傷力学に基づきモデル化し、その理論式を利用して内部損傷の発達と材料特性変化を予測できるシミュレーション手法を開発する。このシミュレーション手法を利用すれば、設計・開発時における強度評価と信頼性向上に役立つとともに、CFRPを使った機械・構造物の保守・点検時の非破壊検査にも応用できる。すなわち、非破壊検査は機械・構造物の表面から構造材料の機械的・物理的特性変化を測定して材料内部の欠陥を検出するが、測定結果に内部損傷のシミュレーションを援用することにより、非破壊検査の精度が格段に向上する。さらに、内部欠陥の修理方法の検討においても、修理が当初の目的通りに行われたかの評価に対しても内部損傷を考慮した構造解析はその威力を発揮する。</p>			

### 研究の独自性・アピール点

連続体損傷力学に基づきモデル化した理論式は有限要素法との相性が良く容易に組み込むことが可能で、CADとも連携が良い有限要素法を使うことにより機械・構造物の設計・開発、保守・点検に研究成果が応用可能である。

### 期待される成果・波及効果

コンピューター援用設計による開発コストの削減、保守・点検に援用することによる経済的な定期点検の方法・合理的な修理方法の検討、機器の長寿命化による経済効果などが期待される。

### 関連する主な業績

- (1) M. Mizuno and Y. Sanomura, "Phenomenological Formulation of Viscoplastic Constitutive Equation for Polyethylene by Taking into Account Strain Recovery during Unloading," *Acta Mechanica*, 207-1(2009), pp.83-93.
- (2) 水野衛, 佐野村幸夫, "高分子材料の負荷反転時の非弾性挙動を表す粘塑性構成式", *材料*, 54-4(2005), pp.414-419.
- (3) 水野衛, 肥田政彦, "基礎的負荷条件に対するエポキシの非弾性変形と非弾性構成式の適用", *材料*, 52-3(2003), pp.281-287.
- (4) 石居武之, 溝辺卓也, 水野衛, 村上澄男, "過渡的回復面を考慮した高分子複合材料の非弾性構成式", *材料*, 50-9(2001), pp.973-979.
- (5) M. Mizuno and M. Hida, "Inelastic Deformation of Epoxy and Formulation of Inelastic Constitutive Equation," *Materials Science Research International, Special Technical Publication - 2*(2001), pp.409-412.
- (6) 石居武之, 溝辺卓也, 水野衛, 村上澄男, "高分子複合材料の非弾性変形における背応力の検討", *材料*, 49-2(2000), pp.157-163.
- (7) 三宅卓志, 大野信忠, 水野衛, 山川太一郎, "ラマン分光による炭素繊維/エポキシ複合材内の破断繊維における応力緩和挙動の評価", *日本機械学会論文集*, A64-620(1998), pp.981-987.
- (8) 大野信忠, 河邊浩和, 三宅卓志, 水野衛, "一方向連続繊維強化複合材の繊維破断部付近の界面せん断応力緩和モデルおよびクリープ破断解析", *材料*, 47-2(1998), pp.184-191.
- (9) M. Mizuno, K. Tanaka and T. Inoue, "Simulation of Debonding on the Interface and Subsequent Creep Crack Growth in the Matrix for Metal Matrix Composite", *Materials Science Research International*, 1-1(1995), pp.17-22.

### キーワード

省エネルギー, 長寿命化, 航空・宇宙, 自動車, コンピューター援用設計, 非破壊検査