

## 複合材構造の損傷許容設計実現のための光ファイバセンサ監視システム

武田 展雄 (東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授)

### 【研究の概要等】

航空宇宙機軽量化のため、一次構造部材にも、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 複合材料が使用されつつが、従来の金属材料用非破壊検査手法のみで検出するのは困難である。そのため、センサを構造材料自身に組み込んで、健全性を常時診断できるヘルスマニタリング技術の適用が検討されてある。本研究代表者らは、その一つとして、材料中に埋込みが可能な細径光ファイバを開発し、それにグレーティングを書き込んだ細径FBGセンサを作成し、CFRP積層板内部の微視的損傷検出を可能にしてきた。また、圧電セラミックス (PZT) で発振し、FBGセンサの反射光波長を高速で検出し、その弾性波伝播特性から積層板中の損傷を診断する手法を提案してきた。一方、大型構造物のひずみ分布を空間分解能が10cm、ひずみ計測精度が $\pm 25 \mu$  で計測できる、パルス・プリポンプ式BOTDA (PPP-BOTDA) 法が開発されてきた。本研究では、まず、PPP-BOTDAで部材全体に渡って計測し、損傷発生位置を推定する。その後、その推定位置付近のPZTとFBGで超音波を送受振し、より詳細に診断する。このように2種類のセンサで冗長系にし、両者の特性を組み合わせることで、より信頼性と診断精度の高い監視システムを構築する。その診断対象としては、複合材料構造の中でもクリティカルとなる、CFRP積層板による構造結合部や補修用CFRPパッチを対象とし、それらの損傷を正確に検出する。

### 【当該研究から期待される成果】

CFRP積層板による構造結合部や補修用CFRPパッチ内のクリティカルとなる損傷を定量的に検出するシステムを構築することにより、複合材料構造部材の信頼性と安全性を高められる。これが実現すれば、メンテナンス性の画期的な向上や、損傷発生進展とフェールセーフ性を考慮した、新たな複合材構造損傷許容設計法が確立できることになり、より軽量かつ低コストな複合材機体構造の設計が可能になると期待される。また、日本の誇る複合材構造設計・製造技術をさらに発展させ世界的をリードする技術になるとも期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ N. Takeda et al., "Development of Smart Composite Structures with Small-Diameter Fiber Bragg Grating Sensors for Damage Detection: Quantitative Evaluation of Delamination Length in CFRP Laminates Using Lamb Wave Sensing," *Compos. Sci. Tech.*, Vol. 65, 2005, pp. 2575-2587.
- ・ N. Takeda et al., "Estimation of the Damage Patterns in Notched Laminates with Embedded FBG Sensors," *Compos. Sci. Tech.*, Vol. 66, 2006, pp. 684-693.

【研究期間】 平成18年度 - 22年度

【研究経費】 22,700,000 円

【ホームページアドレス】

<http://www.smart.k.u-tokyo.ac.jp/>