

# FRP 硬化・損傷モニタリング用 FBG センサシステムの開発

知能材料学研究室

梶川 拓矢

## 1. 緒言

複合材料の研究開発トレンドは、素材の品質向上を求めた時代から、より大きく、複雑な部材をより早く、高品質に成形する方向に移り変わりつつあるため、成形技術の進歩が次世代の複合材料の開発において最も重要な技術となっている。複合材料成形時、硬化度の低い範囲では屈折率測定法は感度が高く、逆に硬化度の高い領域ではひずみセンサの感度が高い特徴を考えると、2つのセンサを用いて成形の全時間において感度の良いセンサシステムの可能性を見出すことが出来る。そこで、本研究では前述した2つのセンサを組み合わせたFRPの硬化およびひずみモニタリングシステムの開発を試みた。

## 2. 実験装置および方法

図1に本研究で用いた測定システムを示す。狭帯域のFP-LD(1310nm)と広帯域のSLD(中心波長1550nm)をWDMカプラによって合波させ、サーキュレータを介してセンサに入射する。センサ端では全帯域の光が反射し、またFBGではブラッグ波長の光のみが反射する。反射光をWDMカプラによって1300nm帯と1500nm帯に分離し、前者を光パワーメータで、後者をスペクトル測定装置で測定する。本研究で開発する装置はFabry-Perot掃引フィルタと10MHzの16bitA/D変換ボードによって構築され、1500-1570nmの波長スペクトルを記録する。なお、参照ピーク用に1520nmのFBGを引張試験時には挿入している。

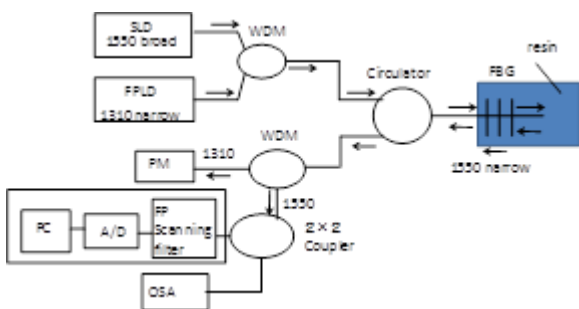


図1.測定方法

成形モニタリングには、GFRPプリプレグを一方方向に積層し、FBGセンサを繊維方向に埋め込んで、ホットプレス成形を行った。成形は室温から70分で140℃まで加熱し、60℃で0.5MPaの成形圧力を加えた。また、FBGセンサを埋め込んだGFRP直交積層板も制作し、その引張試験を行った。

## 3. 実験結果および考察

図2から、まず温度上昇中に屈折率が減少し、その後上昇に転じていることがわかる。本手法によって硬化進展の定量的なモニタリングが可能なが分かる。

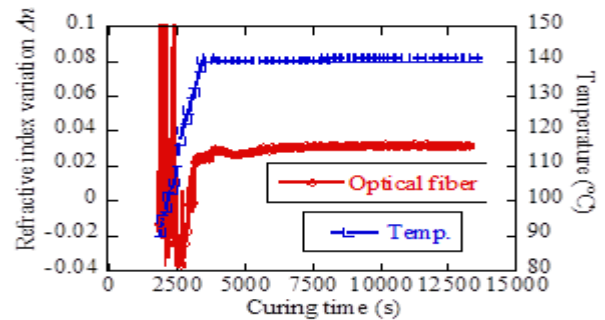
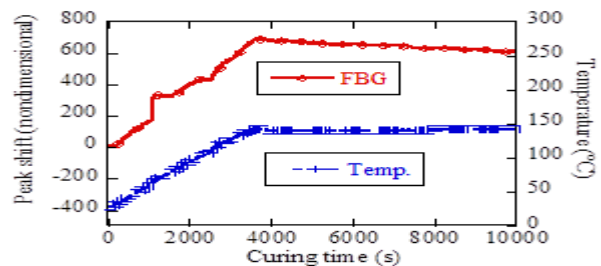


図2.成形中の屈折率変化と温度

一方FBGセンサの反射光に関しては、成形前常温時のスペクトル波形は140℃に達した時もほとんど変わらず、また、成形中のFBGからの反射光量に変化は見られなかった。図3に成形中のFBG波長シフトと成形時間の関係を温度とともに示す。この結果により、140℃に達するまではほぼ温度とともに波長シフト量が増加することが分かる。ただし、温度が60℃に達したときに、シフト量の急激な増加が見られた。これは明らかに加圧による影響であるが、樹脂流動とともにそのひずみも解消することが分かる。以上の結果より、本システムにおいてFRP積層板のホットプレス成形における硬化度・ひずみ同時硬化モニタリングが可能であることが示された。

引張試験においては、埋め込まれた2つのFBGセンサを用いて測定を行った。その結果、波長シフト量はどちらのセンサも同じであり、ひずみゲージで取得したひずみに比例することが分かった。



## 4. 結言

本研究では、光ファイバ屈折率測定システムとFBGセンサシステムを組み合わせて硬化モニタリングシステムを開発し、GFRP積層板のホットプレス成形に適用した。その結果、成形中の硬化進展の定量的なモニタリングと加圧によるひずみ発生とその緩和を測定することが可能であることが示された。