

自己補償型ひずみ・硬化度測定システムの開発

1. 緒言

FRPはより早く、高品質に成形する方法が求められている。そこで、効率的に成形を行うためにリアルタイムでの成形モニタリングが期待されている。これまでの研究では硬化度・ひずみをリアルタイムに同時測定できることが示されている。しかし、硬化度測定において経路中の光ファイバに局所的な曲げが加わると、光損失が起こり正確な測定ができないという問題がある。そこで、本研究では二つの光源から得られる光強度の損失を調べ、損失の相互関係から光損失を補正法する機能を持つ硬化度・ひずみ測定システムを提案する。

2. 実験装置および方法

図1に本研究のシステムの概要を示す。1310 nm帯、1550 nm帯の2つのSLD光源を用い、WDMカプラで合波してセンサに入射し、反射光を波長で分割して、それぞれの光強度を測定する。1550 nm帯にはFBG(中心波長1550nm)の反射光も含まれるので、スペクトルアナライザで中心波長を測定し、ひずみを得る。1310 nm帯の光強度を硬化度測定に用いる。一方、1550 nm帯の光強度は曲げ損失に高い感度を示すので、1310 nm帯の光損失の推定に用いられる。

本研究では、人工的に段差を作って経路に光損失を与えた。図1に示すように紙で段差を作り、光ファイバを載せて曲げ変形を与えた。この負荷を、樹脂の硬化が終了するまでの間に三回繰り返した。

成形にはFRP積層板のホットプレス成形を適用し、GFRPプリプレグ(三菱レイヨンGE352G135SB)を使用した。プリプレグを12枚重ね、1枚目と2枚目の間に光ファイバを1本埋め込み測定を行った。温度パターンは室温から60分かけて140℃まで加熱し2時間30分140℃を保持した。実験開始時から終了まで0.9 MPaの圧力を加えて成形した。

3. 実験結果および考察

図2に、光ファイバを樹脂に浸し、変形を与えた場合の1310nmと1550nmの光損失の関係を示す。これより、1550nmの損失に対する感度が大きいことが分かる。得られたデータより、以下の変換式を求めて、1550nmの光損失L₁₅₅₀から1310nmの光損失L₁₃₁₀を推定し、測定値の補正を行う。

$$L_{1310} = -0.0018L_{1550}^2 + 0.0803L_{1550} \quad (1)$$

図3に2つの光源を用いて測定した、ホットプレス成形中に変形を与えた場合の光強度のグラフを示した。図より、3回曲げ変形を与えたことが見て取れる。また、樹脂中で測定した曲げ損失の関係と同様に、1550nmが1310nmよりも大きく損失していることが分かる。ここで得られた測定値に關係式(1)を用いて1310 nm帯の損失に変換し、損失前の光強度を求めることで1310 nm帯の光強度の補正を行った。補正前と補正後のグラフを図4に示す。図より、段差による曲げ

の光損失が補正されていることが確認できた。よって今回の目的である二つの光源を用いた経路中の曲げ損失の補正は有効であることが分かった。

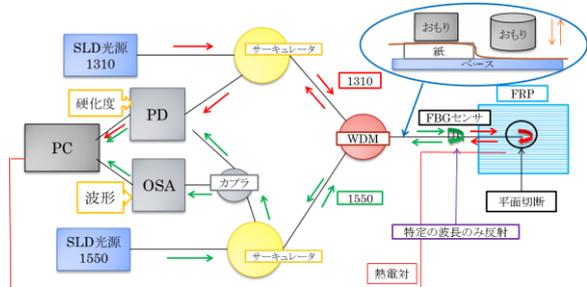


図1 自己補償型ひずみ・硬化度測定システムの概要

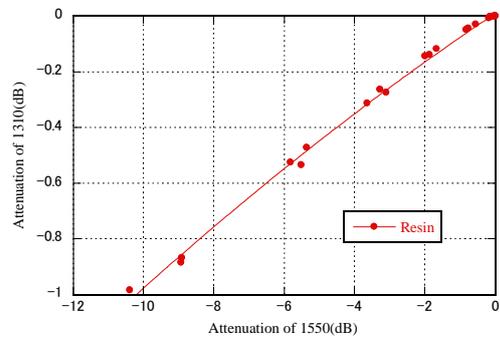


図2 樹脂中の1310nm,1550nmの反射光強度の損失の関係

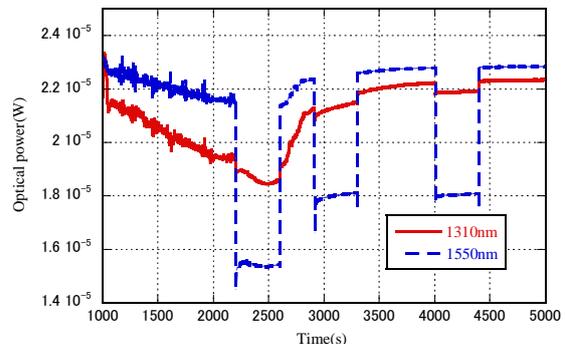


図3 ホットプレス成形中に変形を与えた場合の反射光強度

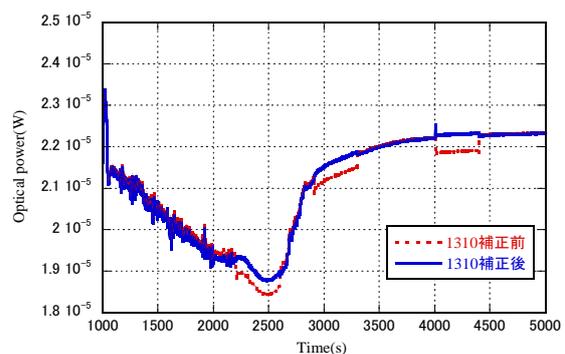


図4 反射光強度(1310nm)の補正前と補正後の比較