

# 硬化度測定システムにおける経路損失の補正法の検討

## 1. 緒言

FRPの成形においては、硬化度を知ることで、その製品の未硬化を防ぎ、品質を保証することができる。硬化モニタリング用のセンサとして、光ファイバ屈折率センサを用いた手法が提案されている。これは樹脂の屈折率を測定して硬化度を算出する手法である。しかし、光強度を測定するため経路中の光ファイバの局所的な曲げによる光損失があると、測定値が変動し、正確な計測ができない。そこで、本研究で経路中の光損失補正法を提案する。

## 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(1550nm)をWDMカプラで合波させ、サーキュレータを介してセンサに入射する。光ファイバの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カプラで1310nm帯と1550nm帯に分離し、光パワーメータでそれぞれの光量を測定する。

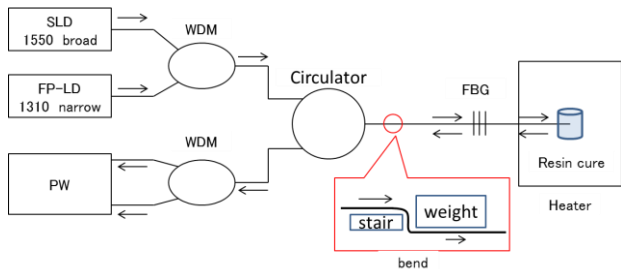


図1 測定方法

まず、センサ端部を空気に晒し、空気からの反射光を測定した。FBGの手前で厚さ0.1mmの複数枚の紙で段差を作り、光ファイバを載せ、且つその上から重りを置いて、局所曲げを与え、光量を減衰させた。紙を1枚ずつ重ね、最大厚さ1.0mmまでの光量の減衰をそれぞれ測定した。

次に、センサ端部をエポキシ樹脂に浸し、炉に入れ硬化度測定を行った。室温から45分で80℃まで加熱し、その後1時間温度を保持して硬化させた。また硬化中に10分間隔で0.9mmの段差による減衰を与えた。

## 3. 実験結果および考察

1310nmと1550nmの光源を用いて得た空気からの反射光の減衰について、互いの関係を図2に白点で示す。なお、黒点のデータについては後述する。図より、1310nm帯と1550nm帯の光損失には非常に相関が見られることが分かる。この関係を式(1)に示す。

$$L_{1310} = 0.0129L_{1550}^2 + 0.1467L_{1550} \quad \dots(1)$$

ここで $L_{1310}$ 、 $L_{1550}$ はそれぞれ1310nm帯、1550nm帯における光損失である。

次に、局所曲げを加えた時の成形時間に対する1310帯の光強度を温度と共に図3に示す。図より、局所曲げを加えることで、大きな光減衰が生じることが分かる。1550nm帯の光強度から光損失を求め、式(1)を用いて1310nm帯の損失に変換し、損失前の値を求めることで1310nm帯の光強度の補正を行った。その結果を図4に示す。図より、局所曲げによる光損失の影響を大きく抑えることができたことが分かる。

これにより硬化度測定における経路損失の補正が可能であることが分かった。

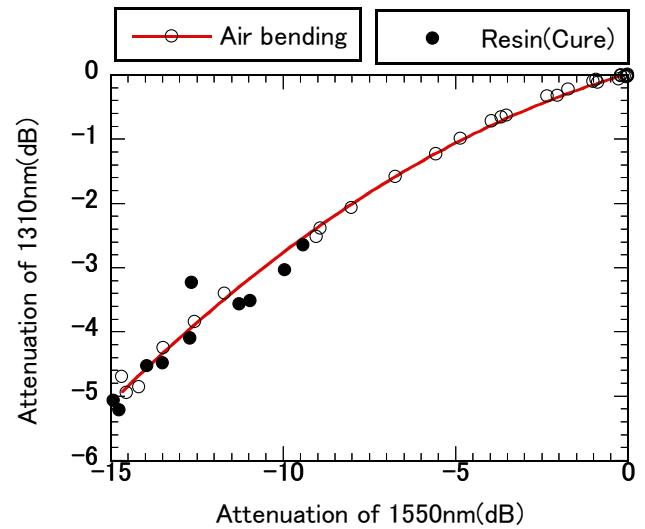


図2 段差に伴う空気からの反射光強度の減衰

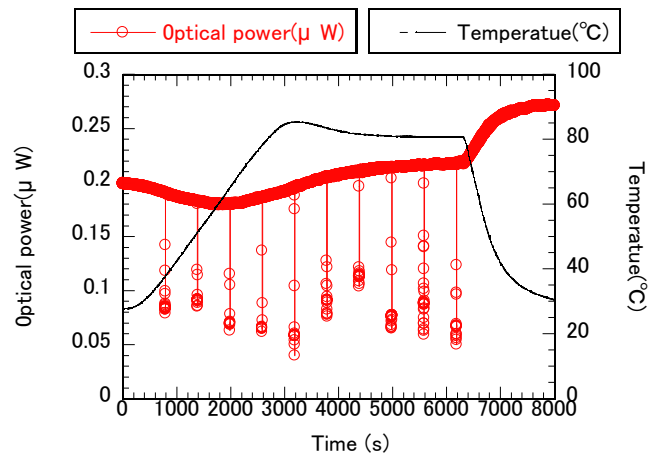


図3 樹脂硬化中の反射光強度

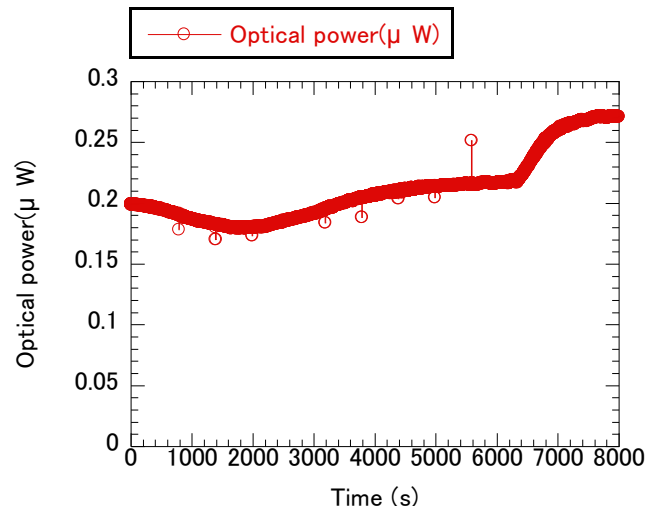


図4 樹脂硬化中の反射光強度(補正後)