

1. 緒言

近年，高強度 CFRP の製造コストの低減を目指すために，大掛かりな設備が不要で大型構造物の一体成形が容易な VaRTM (Vacuum assisted Resin Transfer Molding) 成形が注目されている．VaRTM 成形はプリフォーム繊維に樹脂を流し込んで作る成形法であるが，複雑な形状の場合は硬化度が不均一になり，ポイドが生じやすいという問題点がある．そこで，VaRTM 成形法のクオリティ向上のために，様々なセンサを用いた成形モニタリングが検討されている．本研究では光ファイバ屈折率測定法を用いて VaRTM 成形モニタリングを行った．

2. 実験装置および方法

本研究では GFRP クロスをプリフォームとする平板 FRP の VaRTM 成形のモニタリングを，当研究室で開発した光ファイバ屈折率測定法を用いて行った．本手法は，ガラスと樹脂の屈折率差によって光ファイバ端部で生じるフレネル反射光の強度を測定し，それより屈折率，そして硬化度を求めるものである．図 1 に実験装置を示す．離型剤を塗った型に厚さ 0.2mm のガラスクロス を 8 枚一方向に積層し，熱電対と光ファイバを埋め込んだ．ガラスクロスの上には樹脂拡散メディアを重ねた．さらに真空パックの処理を行い，入り口側のホースを樹脂に浸し，出口側のホースから真空を引いて，樹脂を流した．用いた樹脂はエポキシ樹脂（アラルダイト LY5052）である．室温 24℃ を 24 時間保持して硬化させた．

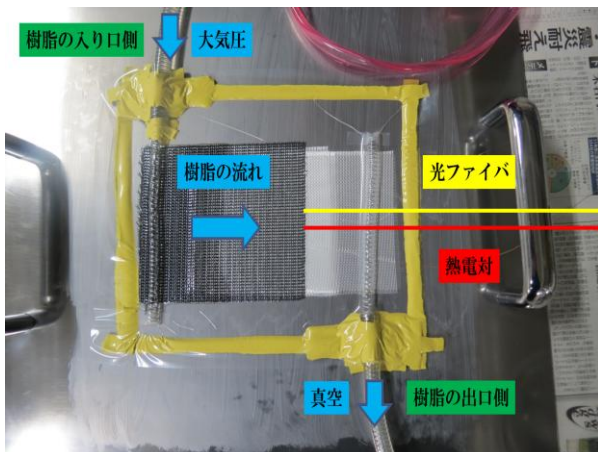


図 1 VaRTM 成形モニタリングの実験システム

3. 実験結果および考察

図 2 に樹脂のみを 80℃2 時間加熱し完全硬化させた場合の硬化度曲線を示す．以後ではこの結果を基準にして，硬化度の算出を行った．図 3 に室温 24℃24 時間での樹脂の硬化度曲線を示す．図より 8 時間で硬化が 0.8 に達するが，24 時間経っても硬化度は 100% に達していないことが分かる．よって完全硬化のためには高温でのアフターキュアが必要である．

次に VaRTM 成形中の硬化度曲線を図 4 に示す．図 4 から樹脂のみと同様の硬化度曲線となることが分かった．すなわち常温硬化では，ガラス繊維の存在は，硬化度曲線に影響を与えていないことが分かる．よって光ファイバ屈折率測定法によって VaRTM 成形での FRP の硬化モニタリングが可能であることが分かった．またモニタリング結果から本研究で用いた樹脂については常温硬化で 10 時間，硬化度 0.8 にて，脱型処理を行うことが可能であることが分かった．

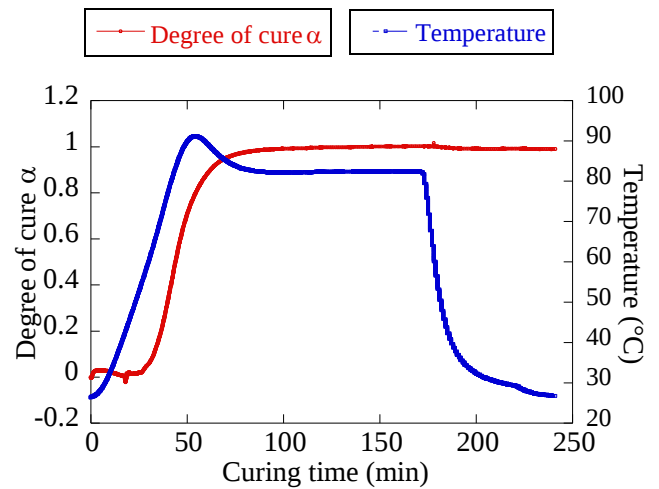


図 2 樹脂の硬化度曲線と温度 (完全硬化)

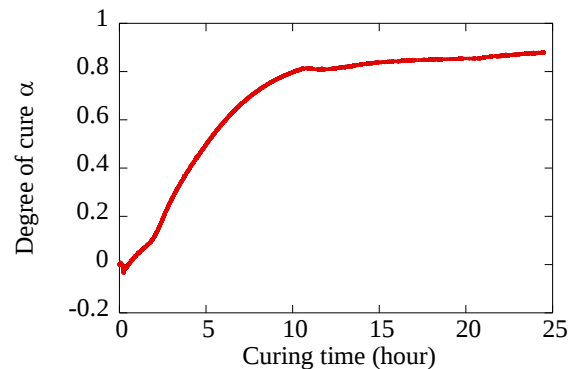


図 3 常温 (24℃) 硬化における樹脂の硬化度曲線

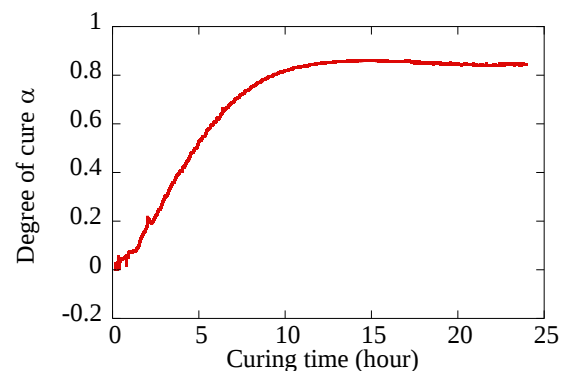


図 4 常温 (24℃) 硬化における FRP の硬化度曲線 (VaRTM 成形)