

# 光透過性 GFRP の開発

材料技術課 早苗徳光

生活工学研究所 金丸亮二

## 1. 緒言

GFRP (Glass-Fiber Reinforced Plastics) は一般的にガラス繊維と不飽和ポリエステル樹脂で構成される材料で、ユニットバスなど住宅の水回り製品を中心に利用されている。しかし近年、他材料との競合や慢性的な低価格化など業界は厳しい状況にあり、新しい機能の付加等による商品の差別化、需要の創出が急務となっている。そこで本研究では、スチレン以外の重合性モノマーや他種液状樹脂をブレンドして不飽和ポリエステル樹脂の屈折率を下げ、ガラス繊維の屈折率に近似させることで、GFRP に光透過性を付与する技術について検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 使用材料

不飽和ポリエステル樹脂は、市販のオルソ系不飽和アルキドと反応性希釈剤を重量比 1:1 で混合したものを用いた。反応性希釈剤は、スチレンをベースにメタクリル酸メチルなどの重合性モノマーを 0~50wt% の割合で混合した。

液状樹脂は、過酸化物による硬化が可能な市販のウレタンアクリレート系樹脂を用いた。

ガラス繊維は、目付量 450g/m<sup>2</sup> のチョップドストランドマット(日東紡(株)製)を用いた。

硬化剤はメチルエチルケトンパーオキシド系を用い、添加量は 1phr とした。

GFRP 試験片はハンドレイアップ法により、チョップドストランドマット 1 層で□50mm×2mm の平板を成形した。硬化温度は 85°C、硬化時間は 5 時間とした。

### 2.2 試験および測定方法

光透過性は、全透過光中の散乱光成分の割合で評価した。具体的には、まず積分球付分光光度計を用いて可視光域における全光透過率を計測し、次いで入射直進光が直接当たる部分の反射板を取りはずし、光源から試料を透過、直進した光を積分球外へ逃がすことにより散乱光

透過率を計測する。そして、全光透過率に対する散乱光透過率の比を散乱率と定義し評価に用いた。(散乱率が小さいほど屈折率は近似し光透過性は高いと考える。)

## 3. 実験結果および考察

図 1 に、重合性モノマーの例として、メタクリル酸イソブチル(iBMA)、メタクリル酸メチル(MMA)、メタクリル酸アダマンチル(ADMA)について、混合割合と GFRP の散乱率(可視光域での平均値)の関係を示す。図より、いずれの重合性モノマーも散乱率を低下させることが可能とわかる。散乱率が最小となる混合割合が異なるのは、重合性モノマーが高分子化したときの屈折率によると考えられる。(高分子化時の屈折率は、iBMA が約 1.47、MMA が約 1.49<sup>1)</sup>、ADMA はモノマーで 1.50<sup>2)</sup>。) また、iBMA に比べ ADMA は混合割合による散乱率の変化が小さいことから、屈折率の大きい重合性モノマーの方が FRP 製造時には品質にばらつきが出にくいと思われる。

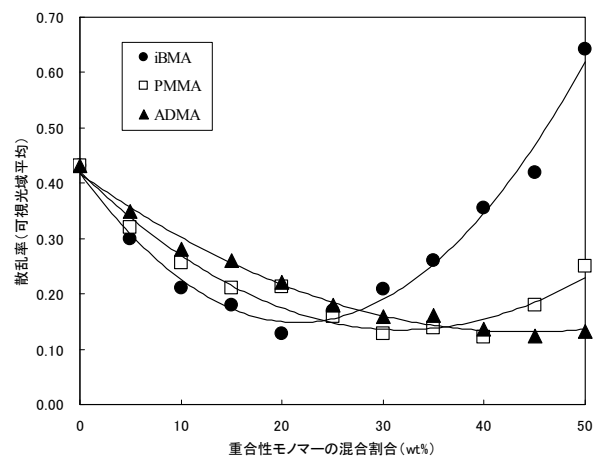


図 1 重合性モノマーの混合割合と GFRP の散乱率

次に、スチレンのみを反応性希釈剤に使用した不飽和ポリエステル樹脂に他種の液状樹脂を混合する方法について検討した。結果、重合性モノマーの場合と同様、散乱率を低下させることが可能であった。

しかしながら、いずれの重合性モノマー、液状樹脂を

混合した場合でも、散乱率の最小値は0.13~0.14程度でゼロにはならず、視覚的には透明感があるものの、必ず青~紫の光を散乱する結果となった。特定の色が散乱することから、各波長における散乱率について検討した。

図2に、iBMAを使用したときの各波長における散乱率を示す。可視光域の平均の散乱率は、20%混合時に最小となったが、全ての波長において小さいのではなく、500nm以下ではかなり大きいことがわかる。波長によって散乱率が異なるのは、屈折率の波長依存性に起因すると考えられる。屈折率の波長依存性を表す指標としてはアッペ数があり、値が大きいほど波長による屈折率の変化が少ないことを示し、また一般に有機物より無機物の方が大きい。このアッペ数が、無機物であるガラス繊維と有機物である不飽和ポリエステル樹脂とでは異なるため、500~700nmでは屈折率が近似しても、500nm以下では大きく差が生じ、その波長に相当する青~紫色の光が散乱したと考えられる。

これらの結果から、特定の色の散乱を低減し、可視光全域において光透過性の高いGFRPを得るには、ガラス繊維に近い屈折率とガラス繊維よりも十分に大きいアッペ数を示す重合性モノマーが必要であることが示唆される。(ガラス繊維の屈折率:1.558、アッペ数:58)そこで、屈折率やアッペ数を推測する方法として知られる近似式、Lorentz-Lorenz式<sup>3)</sup>等を用い、重合性モノマーの分子構造と屈折率、アッペ数の関係について検討を行った。その結果、屈折率とアッペ数は相反する関係にあり、例えばフッ素を含むものはアッペ数が60~70と非常に大きい反面、屈折率は1.3~1.4程度と小さくなる。また、芳香環を含むものは屈折率が1.5~1.6程度と大きいものの、アッペ数は35程度と極端に小さくなってし

まい、両方がバランス良く高いものを見いだすことはできなかった。この近似式を基に考慮すると、有機系の材料だけでは目標とする屈折率・アッペ数を得ることは非常に困難であり、金属酸化物や金属イオンの導入など、無機系材料の利用が必要と思われる。

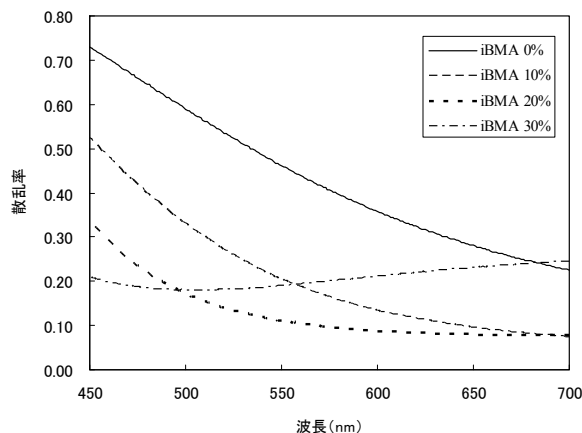


図2 iBMA混合時の波長とGFRPの散乱率

#### 4. 結言

重合性モノマーや液状樹脂の混合によって不飽和ポリエステル樹脂の屈折率を制御し、光透過性を持つGFRPの開発を検討したが、全ての可視光域で光透過性の高い透明なものを得ることはできなかった。今後は、金属酸化物とのハイブリッド化等の方法について検討してゆく。

#### 「参考文献」

- 1)“光学用透明樹脂における材料設計と応用技術”、技術情報協会、p1(2007)
- 2) 大阪有機化学工業(株)のHPより
- 3)“光学用透明樹脂における材料設計と応用技術”、技術情報協会、pp4-7(2007)

キーワード：不飽和ポリエステル樹脂、ガラス繊維、屈折率、アッペ数、光透過性

## Development of Transparent GFRP

Norimitsu SANAE and Ryoji KANAMARU

We tried to control the refractive index and abbe's number of unsaturated polyester resin by blending monomers such as methylmethacrylate, or blending liquid resins such as urethane-acrylate, and tried to improve the light transmittance of glass-fiber reinforced plastics (GFRP). As a result, it was possible to improve the light transmittance to a certain extent, however, not possible to get the GFRP which was transparent in visible region.