

スギ材から製造した新素材「改質リグニン」を用いた自動車の開発



新素材研究拠点 山田 竜彦・ネーティティ・大橋 康典・高橋 史帆・高田 依里

国立研究開発法人産業技術総合研究所 蛭名 武雄・石井 亮・棚池 修

株式会社宮城化成 小山 昭彦・伊藤 佑輝・岩田 伸一 株式会社光岡自動車 笠原 勝義

スギ材の約3割は「リグニン」という成分で構成されています。私達はスギ材のリグニンを、加工しやすい「改質リグニン」として取り出す技術を開発し、実用化に向けた取り組みを進めています。用途開発の一環として、改質リグニンを用いた繊維強化材 (FRP) の開発を進めたところ、従来製品よりも強度が向上し、長期耐久性試験においても高い性能を示すFRPの開発に成功しました。さらに研究を進め、高い加工精度や平坦性を確保することで、世界で始めて外装材にリグニン系材料を用いた自動車の試作に成功しました。現在、長期耐久性の評価を進めています。

成果

木材にはリグニンという成分が2~3割含まれています。リグニンは、木材をしっかりした構造にする役割をもつ化合物で、高い強度や耐熱性を示す優れた素材であることが知られています。しかしながら、リグニンは樹種や生育場所や部位により化学構造が異なるため、常に一定の性能が必要な工業製品化は困難でした。私達は、国内のスギ材のリグニンの特性が比較的均一であることを見だし、スギ材から性能の安定したリグニンを取り出す独自の技術を開発しました。開発したこの新素材「改質リグニン」は、森林由来の国産新素材として期待されています。

改質リグニンを樹脂成分として用いたガラス繊維強化材 (GFRP) の開発を進めました。図1に制作と評価の工程を示します。まず、改質リグニンを樹脂化するための様々な薬剤や条件を試し、改質リグニンと混ざりやすく、揮発性有機溶媒を用いないタイプの液状硬化剤を見出しました。次に改質リグニンと反応するエポキシ化合物を加え、均一に混合することで成形樹脂としました。成形樹脂を真空含浸法で型に設置したガラス繊維布に含浸させ、乾燥・仮硬化を行った後、型から外して120℃で最終硬化を行いました。作製したサンプルから生じる揮発性有機溶媒スチレンの量を評価したところ、改質リグニンを用いたGFRPの場合は、不飽和ポリエステル樹脂を含浸させる従来品の4500分の1未満となり環境にやさしい材料であることが確認されました(表1)。また、改質リグニンを用いたGFRPが、従来のGFRPよりも引張弾性率が10~20%向上していること、硬化処理前後の部品の収縮率は従来品と比較して一ケタ小さくなり、自動車用部材として十分な寸法精度を持つことも確認されました。

自動車の外装部品としてボンネットを試作し、株式会社光岡自動車の市販する自動車に取り付けました。ボンネットは、十分な強度や表面平坦性を示し、既存品と変わらない外観塗装を施すことも可能でした。内装部品としてはドアトリム4枚、スピーカーボックス、アームレストそれぞれ4つを試作し、取り付けました(図2)。この自動車は、世界初の改質リグニン使用

自動車として、平成30年10月23日にプレス発表しました。現在、車内環境(温度、湿度)を自動計測するとともに天候(降雨、日照)と走行を記録し、部品の経時変化の評価を進めています。改質リグニンを用いたFRPは、既存品より高い強度を持つため材料使用量を低減することも可能で、自動車の軽量化素材としても期待されています。

研究資金と課題

本研究は、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)次世代農林水産業創造技術「地域のリグニン資源が先導するバイオマス利用システムの技術革新」による成果です。

専門用語

繊維強化材(FRP): ガラス繊維、炭素繊維などの繊維をプラスチックの中に入れて強度を向上させた複合材料(FRP: Fiber-Reinforced Plastics)のこと。例えば、ガラス繊維を用いたものをGFRP、炭素繊維を用いたものをCFRPという。

エポキシ化合物: エポキシ基という反応性の高い化学構造を持つ化合物で、それを起点として架橋させ、全体を硬化できるため、熱硬化性樹脂に多用されている。

真空含浸法: ガラス繊維や炭素繊維などの強化繊維に樹脂を含浸させる際に真空引きをすることでFRPを効率的に制作する成型方法。

不飽和ポリエステル樹脂: 繊維強化材に多く用いられる石油化学系の樹脂。無水マレイン酸とグリコールの縮合反応により得られるポリエステルを、スチレンやメチルメタクリレートに溶解したものを加熱硬化させて製造される。

引張弾性率: 材料が受けた引張り応力を材料に生じたひずみで除した値で、この値の大きいほど一定荷重に対する変形が小さいことを意味する。

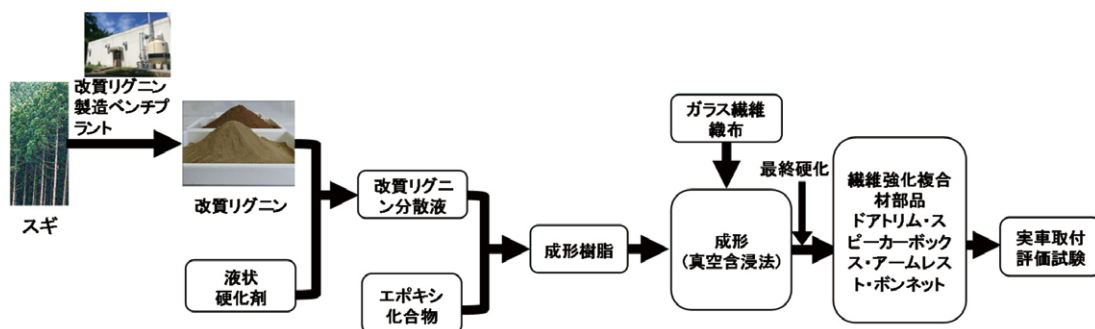


図1. 改質リグニンを用いた繊維強化材と自動車用部材の制作の工程図

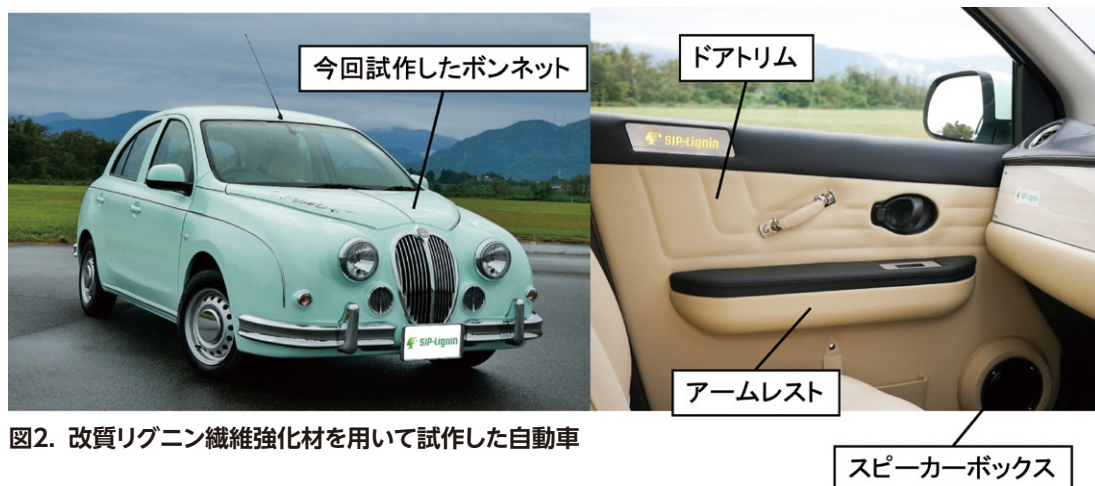


図2. 改質リグニン繊維強化材を用いて試作した自動車

表1. 製造した繊維強化材からの揮発性有機化合物発生量

μg/試験FRP

測定成分	不飽和ポリエステル (従来仕様品)	改質リグニン使用
ホルムアルデヒド	26	0.06
アセトアルデヒド	9.1	0.05
トルエン	0.09	<0.08
エチルベンゼン	1.7	<0.08
キシレン	0.35	<0.24
スチレン	360	<0.08
テトラデカン	<0.08	<0.08
フタル酸ジ-n-ブチル	<0.08	<0.08
フタル酸ジ-2-ヘキシル	<0.08	<0.08

試験方法:トヨタ法「サンプリングバッグ法による揮発成分測定方法」

360÷0.08=4500
改質リグニンを用いたGFRPの場合は、不飽和ポリエステル樹脂を含浸させる従来品の4500分の1未満