

## 論文題目

# 自動車構造体に適用可能な生産性の高い射出成型用複合樹脂材料の 機械的特性向上の研究

播摩 一成

## 論文要旨

自動車の CO<sub>2</sub> 排出規制は、1997 年京都議定書により各国が地球温暖化ガスの削減目標を設定し、今日まで年度を追うたびにその目標値は厳しくなっている。現在、世界で最も厳しい規制を引いているのは欧州であり、2021 年度までに燃費を 95g/km にする規制目標を掲げている。日本では 2020 年度までに 114g/km、北米では 116 g /km の規制目標が設定されている。それゆえ、各自動車メーカーには、エンジン効率、駆動系改良、軽量化等の開発を行い、燃費向上に取り組んでいる。その中でも複合樹脂を使用した軽量化技術は最も効果的であり、現在の複合樹脂材料の機械的特性を向上する事により、車体重量を 100Kg 以上も軽量化できる可能性を持っている。

複合樹脂材料が初めて自動車の車体構造体に採用されたのは、今から 58 年前のダットサン S211 のボディー外板であり、軽量化とデザイン性で繊維強化熱硬化性プラスチックが適用された。その後、フェンダー、フード、トランク、ルーフ等の部品が量産化されてきた。複合樹脂材料による自動車構造体は、GFRP、CFRP が主流であり、高い剛性と耐衝撃性が要求されている。また、成形工法としては、射出成形、プレス成形、RTM、オートクレープ方法が主流であるが、射出成形以外の工法は、生産性が低く製造コストが高いため現状では一般車両には採用されにくいという課題がある。

それゆえ、生産性が高く、製造原価の安価な射出成形での繊維複合材料が現在、最も注目されている状況である。しかし、射出成形での複合樹脂材料は、成形時のスクリュウのせん断抵抗により、成形後の繊維長が短くなり機械的特性が低下する欠点がある。自動車の車体構造部品を樹脂置換する場合に最も重要なのが、車体剛性を低下させない事と衝突時の乗員や歩行者の安全性を確保する事が重要になってくる。

本研究において、自動車構造体に適用可能な複合材料の実用化を目的として、射出成形を用いた繊維複合材料の機械的特性向上の研究を行った。主となる材料は、射出成型用複合材料の中でも汎用の高い長繊維ペレット材料とした。

第 2 章では、射出成形における長繊維 GF/PP、CF/PP 材料の残存繊維長の状態を検証した。そして、その残存繊維長が曲げ特性にどのような影響を与えるのかを検討し、射出成形における最適な残存繊維長を導き出した。

第 3 章では、繊維とマトリックス樹脂の界面の力学的特性に関する研究を行った。数種類の界面収束剤を施した繊維を用いて、マイクロドロプレット法により界面せん断強度を測定した。さらに引張り強度と界面せん断強度の関係を検証した。また X 線 CT を用いて、界面の破壊状態を詳しく分析した。

第 4 章では、第 3 章で使用したマイクロドロプレット法による界面せん断強度の実用性、信頼性を検証した。試験片の引張り試験結果と残存繊維長測定、マイクロスコープ画像による繊維配向角度の測定の実験値からケリータイソン式で導き出した界面せん断強度とマイクロドロプレット法での値を比較検証した。その結果、マイクロドロプレット法が今後の界面収束剤の開発において有効な評価方法であることが分かった。

第 5 章では、繊維複合材料のさらなる機械的特性向上を目的とし、長繊維 GF/PP、CF/PP 材料の繊維含有率を変えたペレットを作成し、成形品からの切り出し品の残存繊維長、曲げ特性の関係を検証した。また、GF 繊維と CF 繊維のハイブリット繊維複合材の配合率別の機械的特性の関係も検証した。

第 6 章では、自動車構造体に適用可能な射出成型用複合樹脂材料の機械的特性を向上させるための本研究のまとめを行った。本研究の成果としては、長繊維 GF/PP、CF/PP 材料の射出成形における最適な残存繊維長を求められたこと、界面せん断強度と機械的特性との相関性を求めたこと、界面せん断強度を簡易的に測定するマイクロドロプレット法の実用性を示したこと、GF/CF ハイブリット複合材料の高いポテンシャルを示したこと等が挙げられる。