

平成14年度卒業論文

自動車軽量化のためのCFRTPの研究

指導教官: 高橋 淳 助教授

東京大学工学部船舶海洋工学科

00388 吉岡伸輔

2/27

地球温暖化と軽量化自動車

地球温暖化対策に一般自動車の燃費向上が有効

燃費向上

- 車体の軽量化
- エンジン効率のアップ
- 空気抵抗の低減
- 機械の摩擦抵抗の低減 など

CFRP

一般自動車の車体材料として使用される場合のCFRPに要求される項目

3/27

- 車体構造の性能面から
 - 剛性・強度
- 車体安全性の面から
 - 剛性・強度・靱性・エネルギー吸収性・耐疲労性
- コストの面から
 - 量産性(成形速度)
 - 品質安定度(バラツキ)
 - メンテナンス性(耐候性・修理性)
 - 耐久性
- リサイクル性の面から
 - 繊維長(不連続繊維・連続繊維)
 - 樹脂の種類



レーシングカー
出典: Ferrari社HPより

性能 安全性



一般自動車
出典: 本田技研HPより

性能 安全性

コスト リサイクル性

どのようなCFRPが適当か？

4/27

樹脂の相違によるCFRPの比較

熱硬化性

長所

- 比剛性・比強度が高い
- レーシングカーなどで実績が豊富

短所

- 成形品が高価
 - ◇ マトリックス樹脂が高価
 - ◇ 成形時間が長い
 - ◇ 成形時エネルギー消費が多い
- リサイクルが困難

熱可塑性

長所

- 成形品が安価
 - ◇ マトリックス樹脂が安価
 - ◇ 成形時間が短い
 - ◇ 製造時エネルギー消費が少ない
- TPのリサイクル経験が豊富

短所

- 比剛性・比強度が低い
 - ◇ CFと樹脂の接着性が悪い

熱可塑性樹脂(TP)の選択

PVC、PE、PP、ABS、PET、N-6、PEEK、PPS など



PP(ポリプロピレン)

- 多くの用途に用いられ、大量に生産されているため、安価で、かつ安定した品質と供給量を確保出来る。
- リサイクル実績が豊富である。

CFの形態とCFRPの成形法の選択

- 生産速度
- コスト
- リサイクル性

- 成形法
射出成形法
- 繊維形態
短繊維

射出成形法による短繊維強化CFRTPの特長

長所

- 量産性に優れる。
- 成形品を安価で作れる。
- リサイクル性に優れる。

短所

- 界面接着性が悪い事による、比剛性・比強度の低さが予想される。

界面接着性の評価と比剛性・比強度値の測定が必要

研究概要

CFとPPの組み合わせによる短繊維強化CFRTPで現行材料の代替をして、自動車の軽量化を目指す上で、その事の可否を、比剛性・比強度の点から現行材料と比較する事によって判断する事を目的とした。

- CF/PPの短繊維強化CFRTPの基本特性の取得
- 理想的な界面接着時の理論値と試験結果の比較による界面接着性評価

試験

試験片データ

	Group.1	Group.2	Group.3	Group.4	Group.5
PP樹脂 (ホモ系)	99%	78%	90%	89%	
PP樹脂 (ブロック系)					89%
マレイン酸変性 PP樹脂	1%	2%		1%	1%
CF (PAN系)		20%	10%	10%	10%
計	100%	100%	100%	100%	100%

成形法: 射出成形法

- 引張試験
- 曲げ試験
- アイゾット衝撃試験

を実施

繊維長250 μm

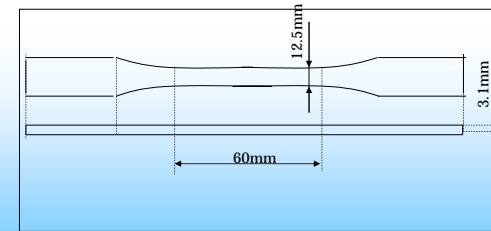
引張試験条件(1)

試験実施方法: JIS K7113 に準拠

実験室: 気温22.6、湿度36%

試験機: 米倉製作所製材料試験機 (YST-2000-RC)

試験片:



引張試験条件(2)

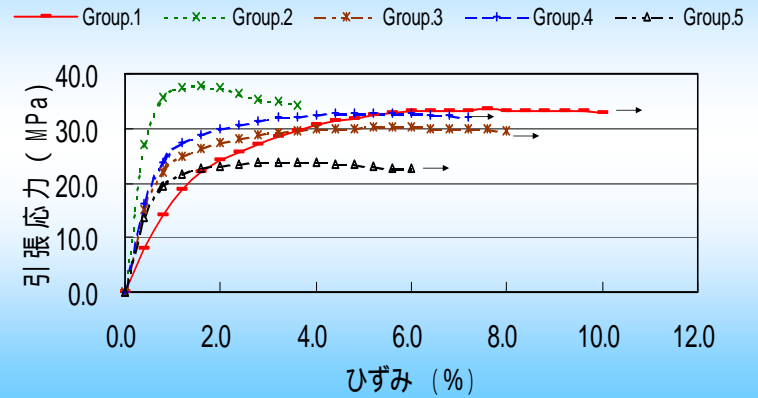


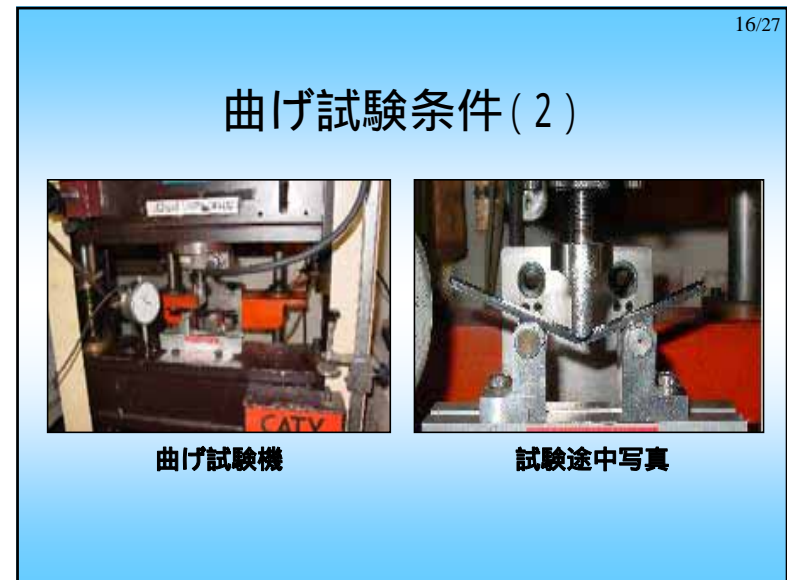
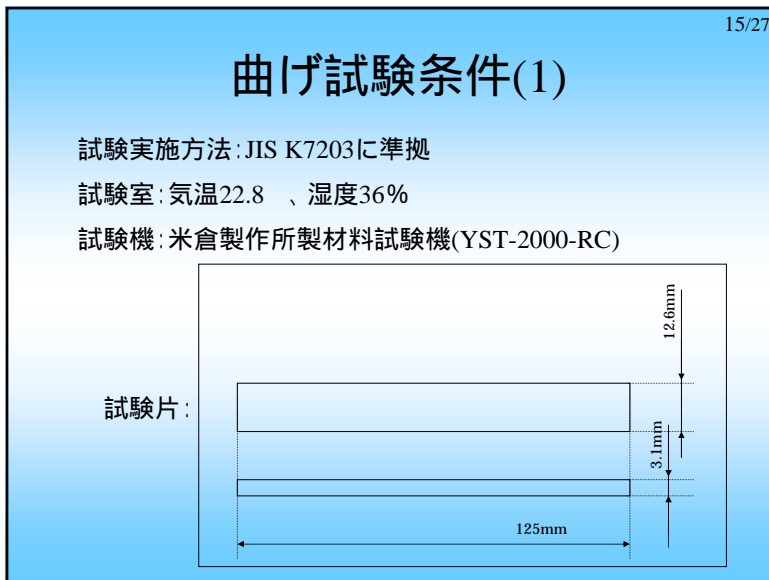
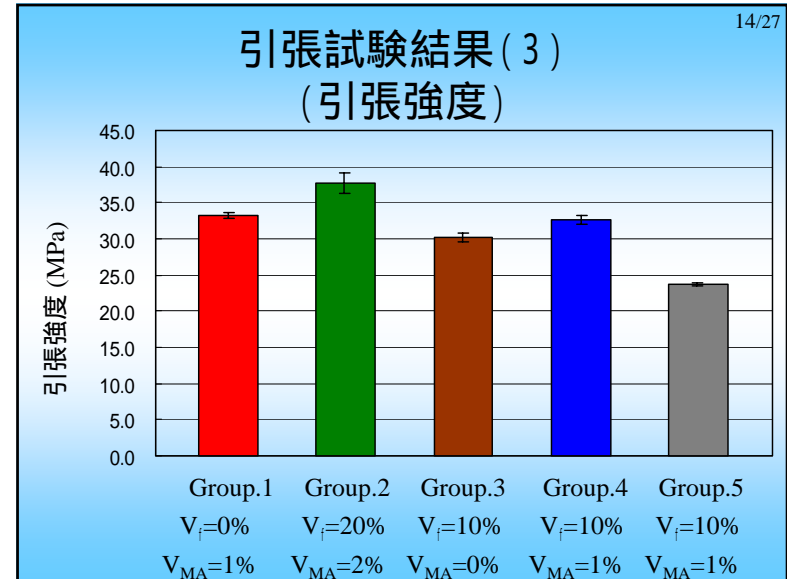
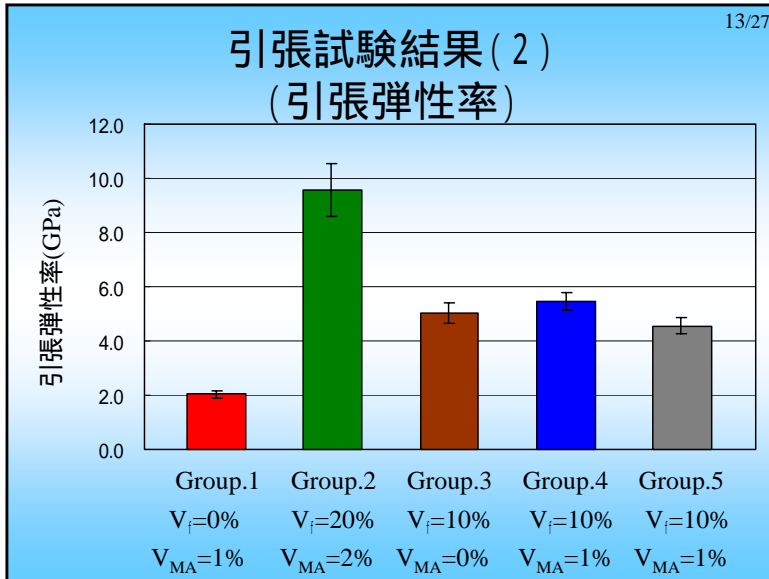
引張試験機全景

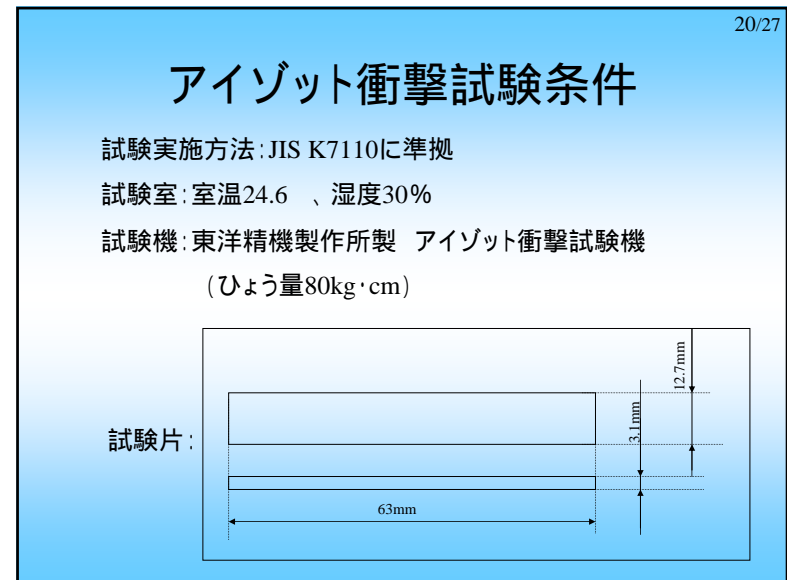
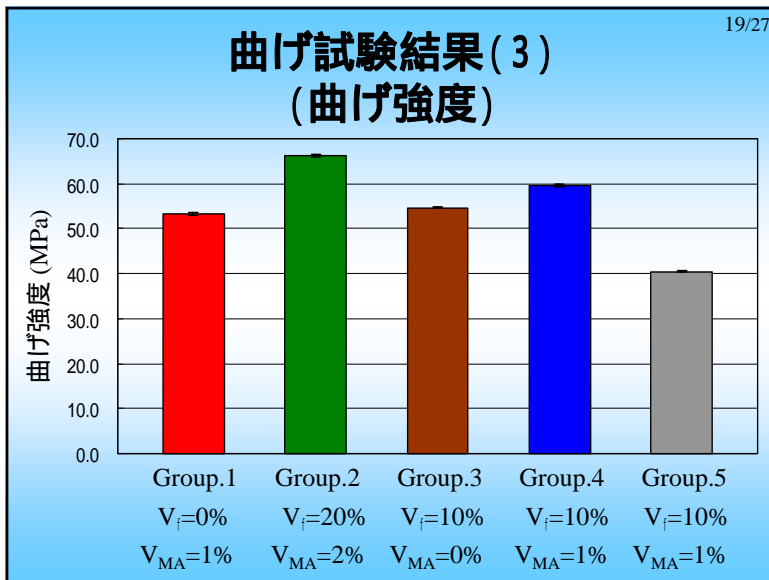
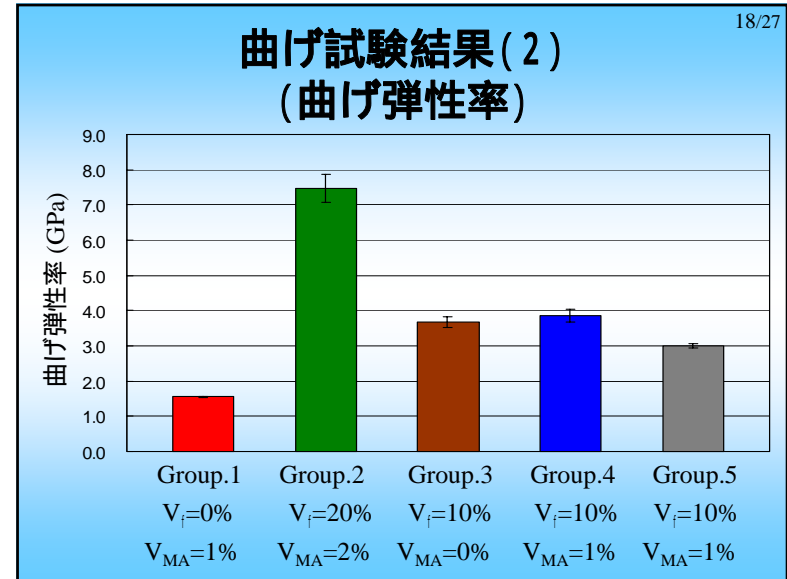
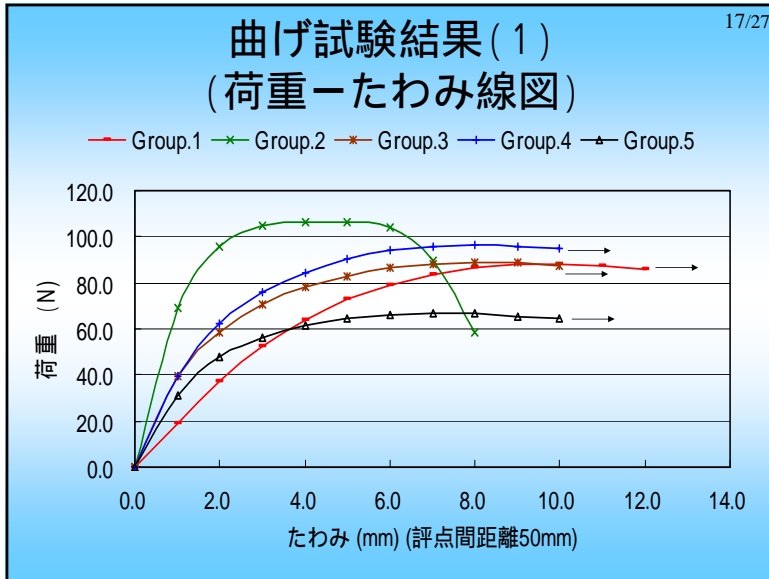


引張試験片

引張試験結果(1) (応力-ひずみ線図)







アイゾット衝撃試験条件(2)

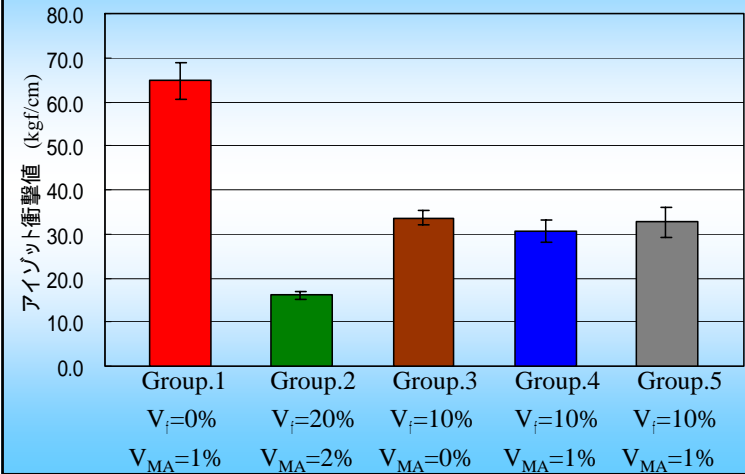


アイゾット衝撃試験機

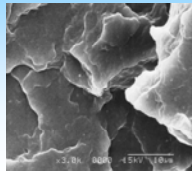


アイゾット衝撃試験片

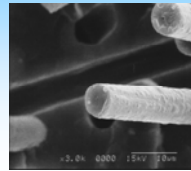
アイゾット衝撃試験結果



CFとPPのSEM観察による界面接着性評価



Group.1



Group.2



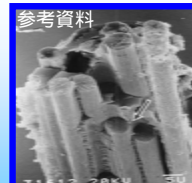
Group.3



Group.4



Group.5

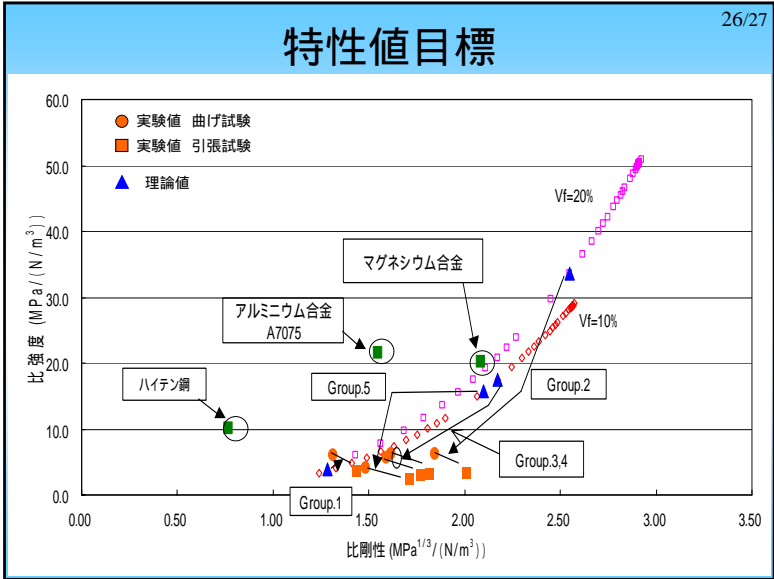
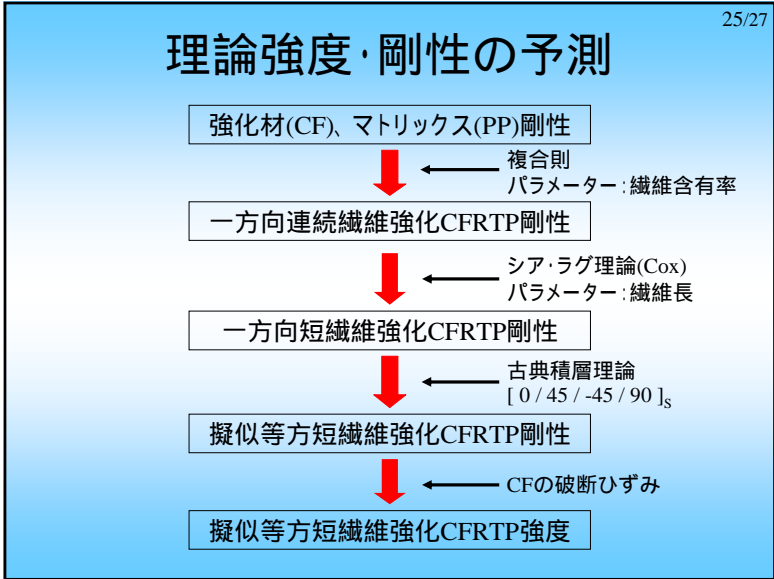


CF/EP

(写真提供: 艦装研究室)

試験結果まとめ

- CFとPPの界面は、CFとEPの界面とSEM写真で比較すると接着性が悪い事が確認出来た。
- マレイン酸変性の効果は、SEM写真上では確認出来なかった。
- 1%、2%でのマレイン酸変性の効果は、強度には現れていたが、剛性では確認出来なかった。
- CFの含有率が上がると基本的に剛性、強度特性は上がるが、衝撃吸収エネルギー値は下がる事が分った。
- 全体的に、弾性率については強化繊維の機能が確認されたが、強度については、弾性率ほど確認されなかった。



- 27/27
- ## 結論
- そのため、比剛性、比強度の試験値は理論値と比較し、比剛性で70~80%、比強度においては20~30%しか発現しなかった。そのため、現時点の短繊維強化CFRTP (CF/PP) のままでは、パネル材のような板材 (ボンネット・ルーフ等) には適するが、 V_f を上げたとしても比強度の点で構造部材には適さない。
 - しかし、軽量化自動車の安全性の点から、短繊維強化CFRTPには優れた衝撃エネルギー吸収性が求められるため、比強度特性を求めるあまり、 V_f を上げ過ぎる事には留意する必要がある。
 - 今後、界面接着性を向上する事を課題として開発の方向性を定めれば、十分に自動車の構造部材まで視野に入れた適用が可能である。