

修士論文発表用資料

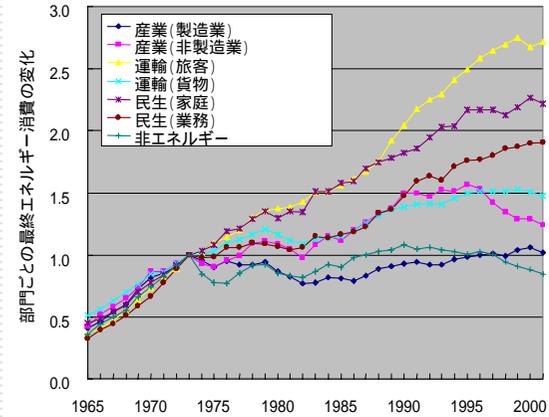
炭素繊維強化ポリプロピレンの リサイクル性評価

指導教官: 高橋 淳助教授

環境海洋工学専攻

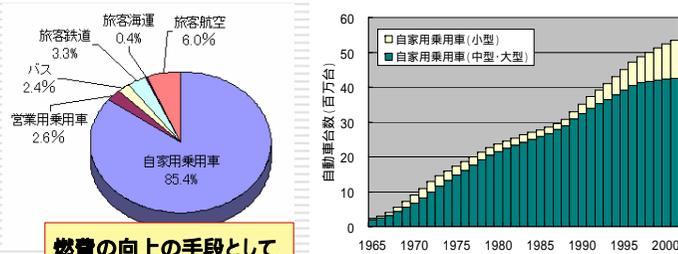
修士2年 26282 月森 隆雄

日本における1973年と比較した部門ごとの 最終エネルギー消費の変化



運輸部門(旅客)の最終エネルギー消費と 自家用乗用車保有台数の推移

2000年度旅客部門統計量より作成



燃費の向上の手段として

- 車体の軽量化
- エンジン効率のアップ
- 空気抵抗の低減など

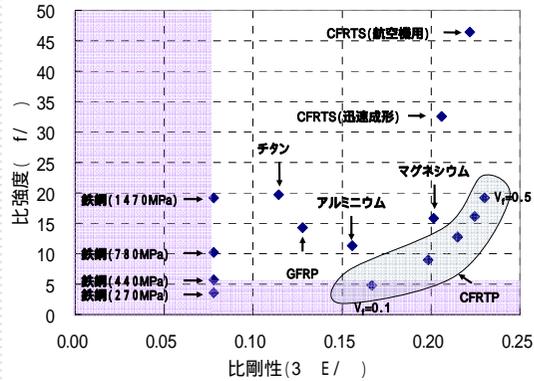
運輸部門における環境エネルギー問題対策は一般自動車の燃費向上が有効

考えられる代替材料

高張力鋼 剛性: 206 GPa 強度: 780 MPa 密度: 7.8 Mg/m ³ 比剛性: $2.6 \times 10^6 \text{m}$ 比強度: $10 \times 10^3 \text{m}$	アルミニウム 剛性: 72 GPa 強度: 300 MPa 密度: 2.7 Mg/m ³ 比剛性: $2.7 \times 10^6 \text{m}$ 比強度: $11 \times 10^3 \text{m}$
超高張力鋼 剛性: 206 GPa 強度: 1470 MPa 密度: 7.8 Mg/m ³ 比剛性: $2.6 \times 10^6 \text{m}$ 比強度: $18.8 \times 10^3 \text{m}$	CFRP 理論値 (擬似等方 T300 Vf60% 母材PP) 剛性: 47 GPa 強度: 720 MPa 密度: 1.4 Mg/m ³ 比剛性: $3.4 \times 10^6 \text{m}$ 比強度: $53 \times 10^3 \text{m}$

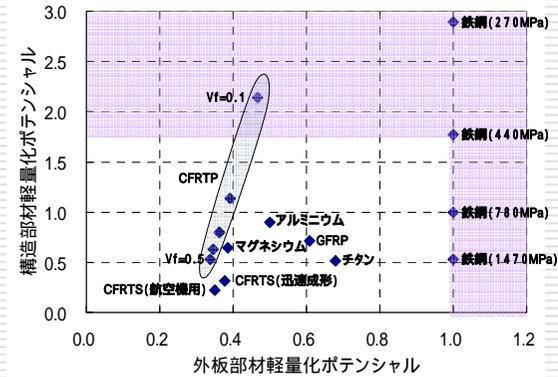
軽量化材料の比剛性・比強度比較

比剛性が高い 外板部材を軽量化できる
比強度が高い 強度部材を軽量化できる



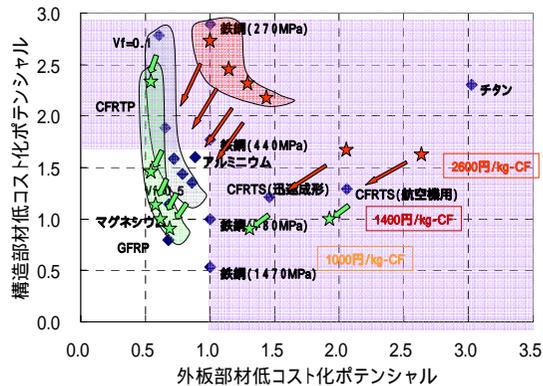
軽量化ポテンシャル

数値は鉄鋼(780MPa)との比で、数値が小さいほど軽量化できる。



低コスト化ポテンシャル

数値は鉄鋼(780MPa)との比で、数値が小さいほど低コスト化できる。



量産車の車体材料としてCFRPには どのような特徴が必要か？

剛性・強度・靱性
耐疲労性 リサイクル性

どのようなマトリクスが適当か？

品質安定度
安全性 耐候性 修理性
コスト・量産性

熱硬化性樹脂

剛性・強度が高い
CFとの接着性が良い

成形品が高価
リサイクルが困難
成形時間が長い

熱可塑性樹脂

成形品が安価
リサイクル性が良い
成形時間が短い

剛性・強度が低い
CFとの接着性が悪い

リサイクル性検討項目

PPLレベル

試験 熱サイクルによる流動性への影響
MFR(メルトフローレート)の検討

試験 熱サイクルによる劣化(物性低下)
マレイン酸添加のリサイクル性への影響
各種PPの力学試験

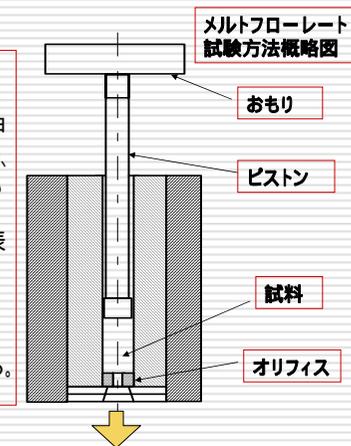
CFRPPレベル

試験 発現率(界面接着性・含浸性)の変化
CFRPPの力学試験

試験 MFR(メルトフローレート)の検討

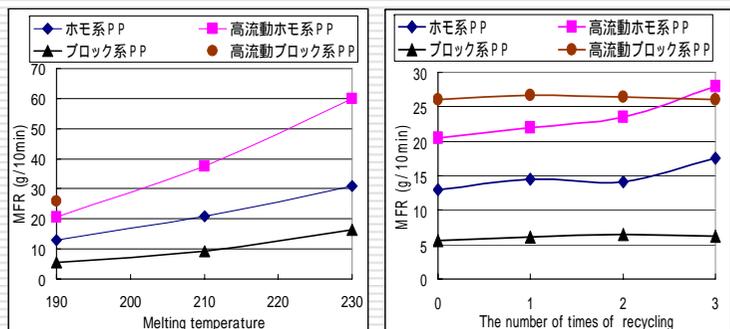
□ MFR: 溶液状態にあるポリマーの流動性を示す最も普及している尺度の一つで、溶液指数ともいう。押し出し式プラスチックメーターで、一定圧力、一定温度の下に、規定の寸法をもつノズル(オリフィス)から流出する量を測定し、g/10minの単位で表わした指数である。

□ MFRの数値が大きいほど熔融時の流動性や加工性は良好とされる。



試験

樹脂の成形温度及び熱サイクルによるMFRの変化



成形温度によるMFRの変化

熔融サイクルによるMFRの変化(190)

試験条件 荷重2.16kgf

使用材料: J3000GP、J750 HP(出光石油化学)

: Y6005GM、J6083HP(カルブ工業)

リサイクル性検討項目

PPLレベル

試験 熱サイクルによる流動性への影響
MFR(メルトフローレート)の検討

試験 熱サイクルによる劣化(物性低下)
マレイン酸添加のリサイクル性への影響
各種PPの力学試験

CFRPPレベル

試験 発現率(界面接着性・含浸性)の変化
CFRPPの力学試験

試験 各種PPの力学試験

バージンPP・リサイクルPPの引張、曲げ、衝撃などの力学的特性の取得

	PP	MPP	M10PP	RPP	RMPP	RM10PP
高流動ブロック系PP	100	99	90	100	99	90
マレイン酸10%変性PP	0	1	10	0	1	10
バージン/リサイクル	バージン	バージン	バージン	リサイクル	リサイクル	リサイクル

(重量含有率:WF%)

使用母材:J6083HP(カルプ工業提供)

使用機材:ラボプラストミル(東洋精機)

:ユーメックス1010(三洋化成工業)

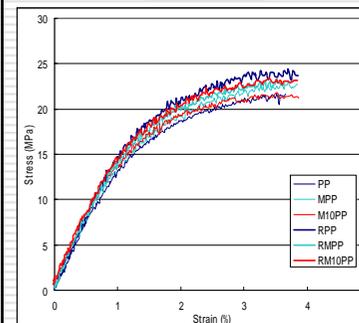
:二軸押出機(テクノベル)

:ホットプレス(東洋精機)

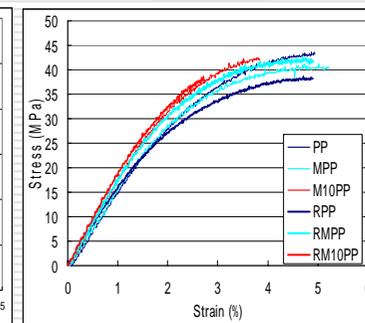
試験 樹脂単体の試験結果

応力 - ひずみ線図

引張試験



曲げ試験



リサイクル性検討項目

PPレベル

試験 熱サイクルによる流動性への影響
MFR(メルトフローレート)の検討

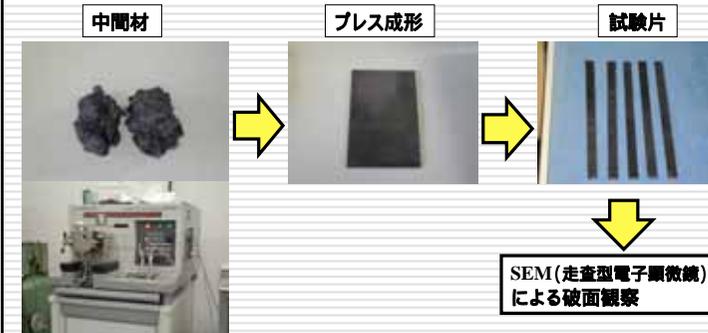
試験 熱サイクルによる劣化(物性低下)
マレイン酸添加のリサイクル性への影響
各種PPの力学試験

CFRPPレベル

試験 発現率(界面接着性・含浸性)の変化
CFRPPの力学試験

試験 CFRPPの力学試験

CFとPPの組み合わせで作成したCFRPPの力学特性がリサイクルに伴う溶解サイクルによってどのように変化するかを観察するため、繊維長の影響を除外して実験を行った。



試験 CFRPPの力学試験

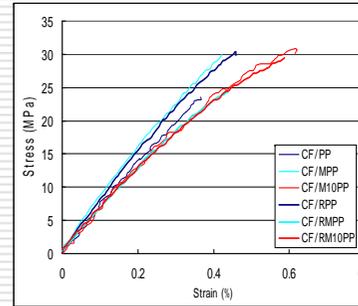
各種CFRPPの引張、曲げ、衝撃などの力学的特性の取得

不連続繊維 擬似等方	CF/PP	CF/MPP	CF/M10PP	CF/RPP	CF/RMPP	CF/RM10PP
マトリックス	PP	MPP 変性PP1%添加	M10PP 変性PP10%添加	RPP (リサイクル)	RMPP 変性PP1%添加 (リサイクル)	RM10PP 変性PP10%添加 (リサイクル)
CF (10mm)	炭素繊維体積含有率: $V_f=20\%$ (一定)					

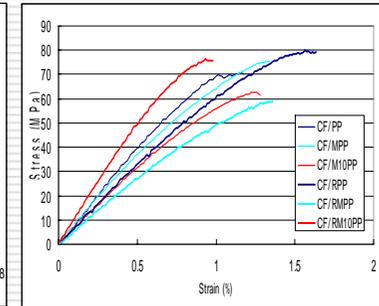
使用繊維: 三菱レイヨン製炭素繊維 使用機材: ラボプラストミル(東洋精機)
 使用母材: J6083HP(カルプ工業提供) : 二軸押出機(テクノベル)
 : ユーメックス1010(三洋化成工業) : ホットプレス(東洋精機)

試験 応力 - ひずみ線図

引張試験



曲げ試験

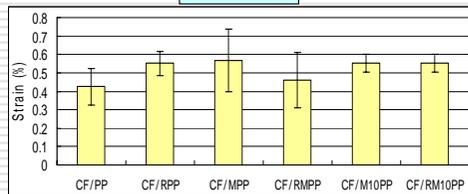


SEMによる破面観察

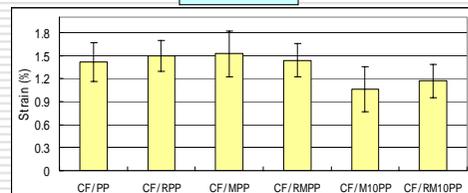
CF/PP CF/RPP CF/MPP CF/RMPP CF/M10PP CF/RM10PP

試験 破断ひずみ

引張試験

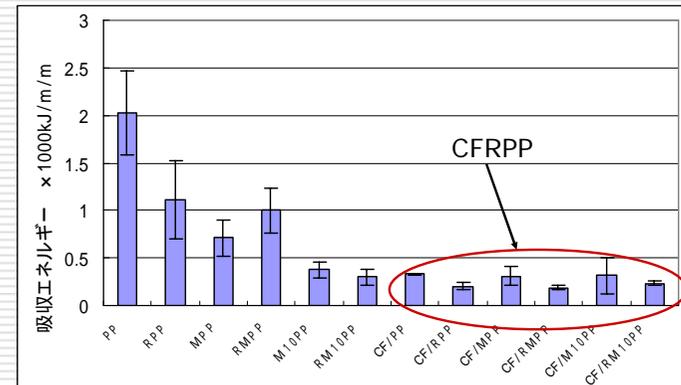


曲げ試験



破面観察

試験 衝撃試験結果



SEMによる破面観察

CF/PP CF/RPP CF/MPP CF/RMPP CF/M10PP CF/RM10PP

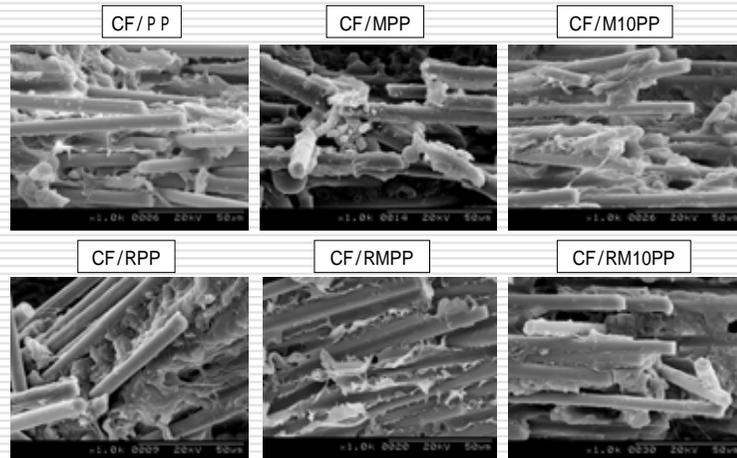
試験結果まとめ

- ブロック系PPはリサイクルによるMFRの変化が少ない為、リサイクルCFRPPのマトリックスとしては最適である。
- 各種PPの力学試験結果から静的試験においてリサイクルによる影響は少ないが、衝撃試験においては悪影響という結果になった。
- リサイクル後のCFRPPはCFに対するPPの含浸性の向上が見られ、力学特性においても向上している。
- CFRPPの界面接着性向上の目的でマレイン酸変性PPの添加を行うと、1%程度の添加は微小な界面接着性の向上が見られるが、リサイクル時においてPPの劣化が顕著となり、結果的に力学特性の低下をもたらす。それに対して10%程度の変性樹脂の添加は界面強度の向上の効果あり、リサイクル時においてもその効果は持続し、力学特性の向上が確認された。

結言

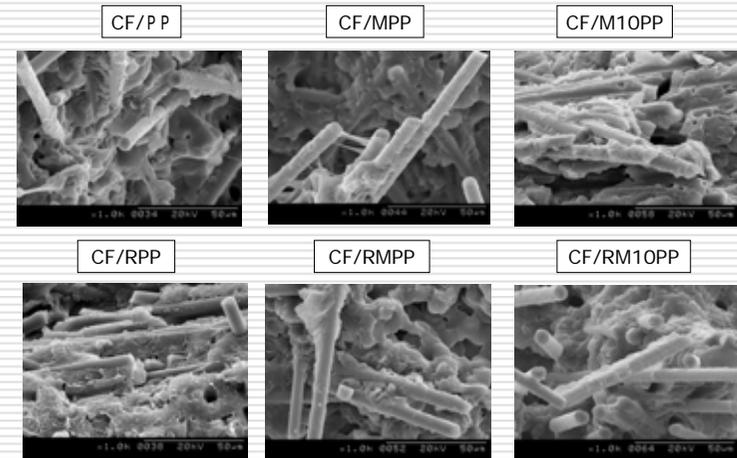
- 本研究においてCFRPPのリサイクルの可能性を示す事ができた。
- 今後はより現実的なリサイクルプロセスを提示すると共に、それに沿った具体的なリサイクルプロセスでの評価が必要である。

SEMによる破面観察 (引張試験)



戻る

SEMによる破面観察 (衝撃試験)



戻る

