

リサイクルCFRPの 衝撃性能改善に関する研究

安全評価工学研究室修士課程2年
岡住鉄也

指導教官
高橋淳 准教授

発表の流れ

- 研究背景・目的
 - 先行研究1:高性能リサイクルCFRPの開発(生産性低)
 - 先行研究2:高生産性リサイクルCFRPの開発(低衝撃値)
 - 本研究の位置づけ
- 試験プラン
- 試験結果
 - ・基本物性評価(三点曲げ試験・アイゾット衝撃試験)
 - ・SEM観察
 - ・考察
- 結論

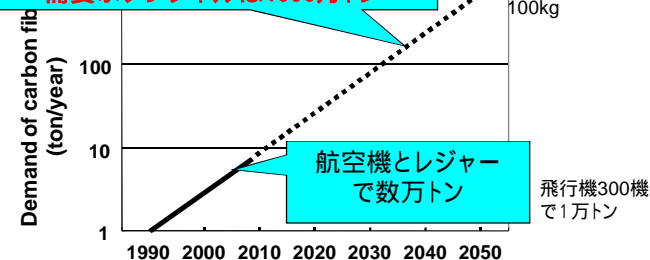
研究背景・目的

炭素繊維の需要ポテンシャル

自動車年間生産量1億台の時代
超軽量車1台あたりに0.1tの炭素繊維

需要ポテンシャルは1000万トン

1トンの鉄を
CFRPに置き
換えそれが
300kg、Cfは
100kg

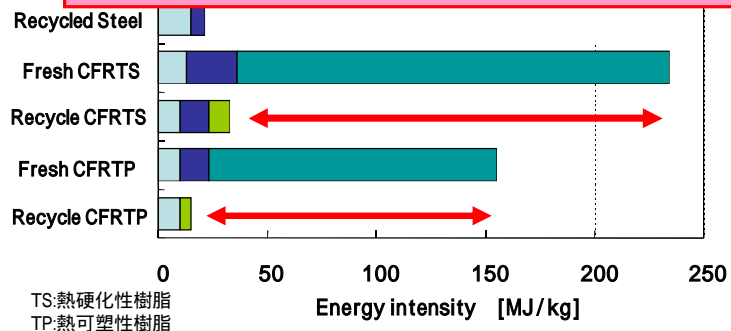


飛行機300機
で1万トン

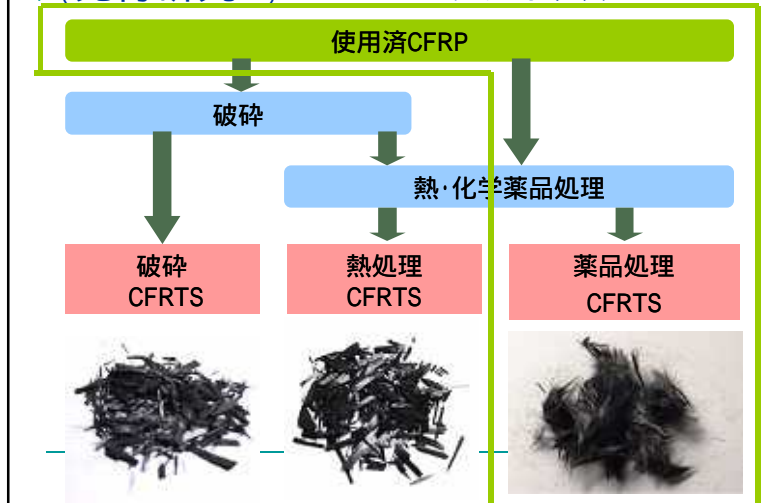
しかし、CF生産時のエネルギー
は非常に大きい。

リサイクル効果

**CFRPのリサイクルは効果的
供給量が増えるほどリサイクルは必要**



(先行研究1)CFRTSのリサイクル

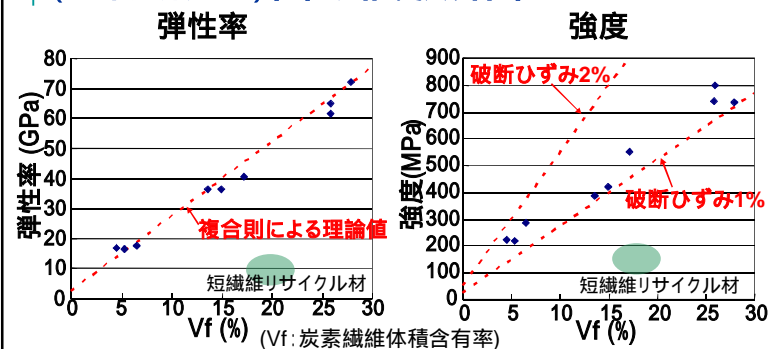


(先行研究1)高スペックリサイクル材の開発

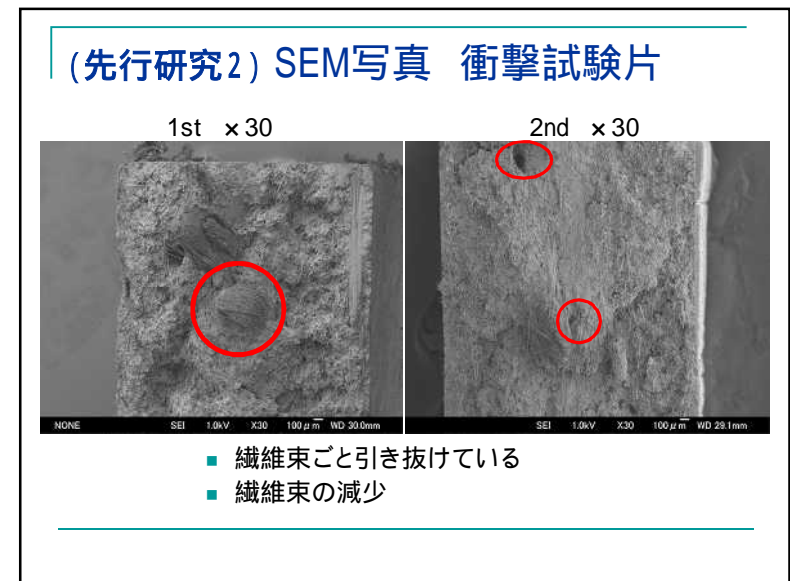
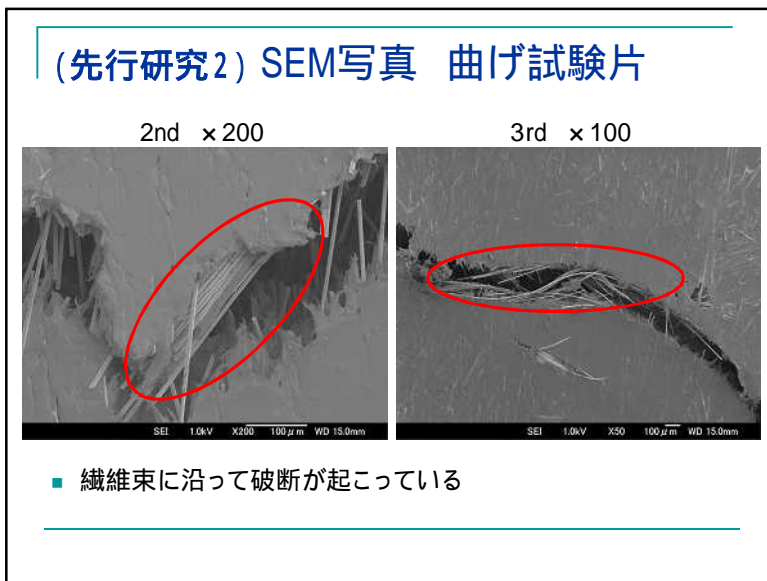
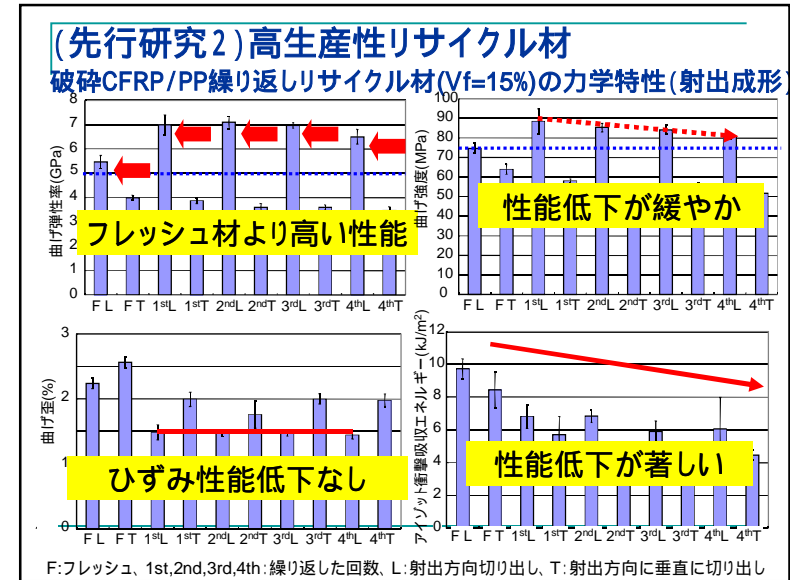
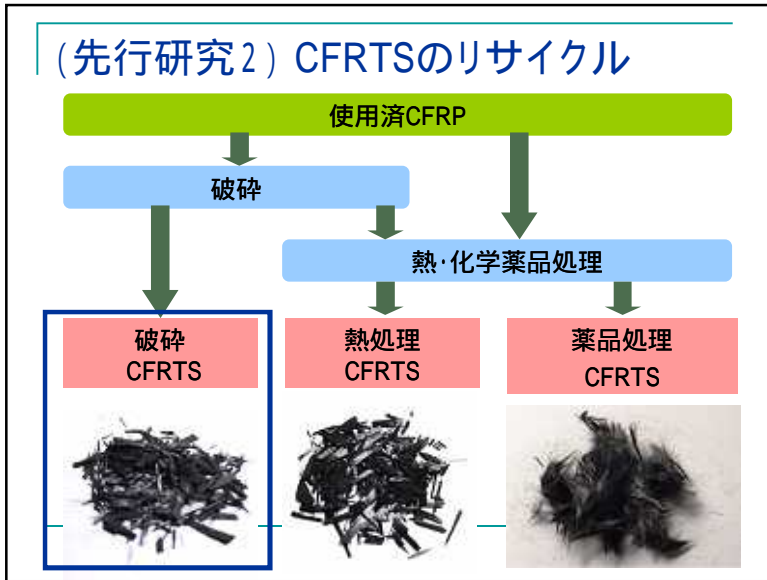
繊維を30cmに切り揃える
エポキシ樹脂の塗布
繊維を自作金型内に配置
圧力を与え樹脂を含浸
オープンで40 16時間硬化
試験片の切り出し



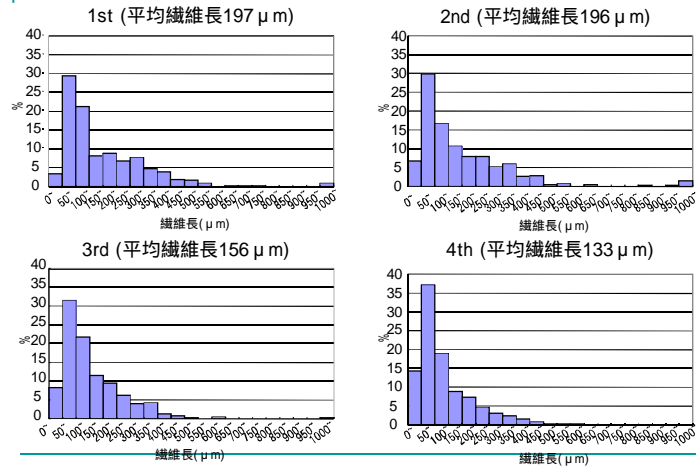
(先行研究1)曲げ試験結果



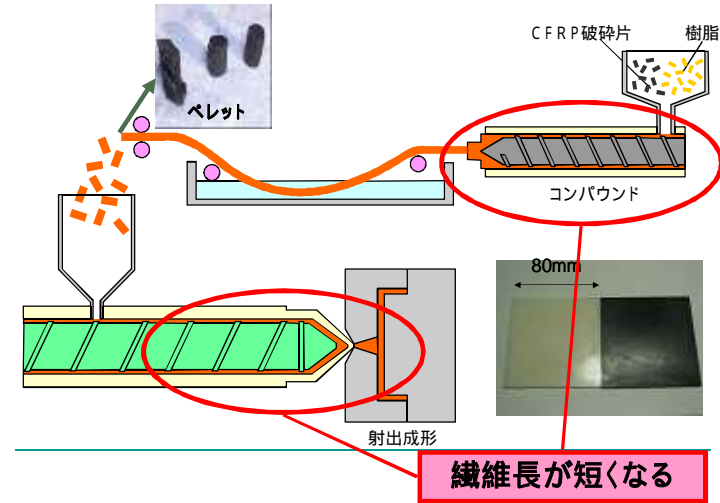
- Vfと物性値に強い相関関係 (ポイドが少ない)
- 複合則による理論値と精度よく一致 (繊維損傷が少ない)
- 短繊維リサイクル材よりも、大幅に高い物性値



(先行研究2) 繊維長分布 CF/PP 繰り返しサイクル



破砕片→射出成形の流れ



本研究の目的

先行研究の問題点

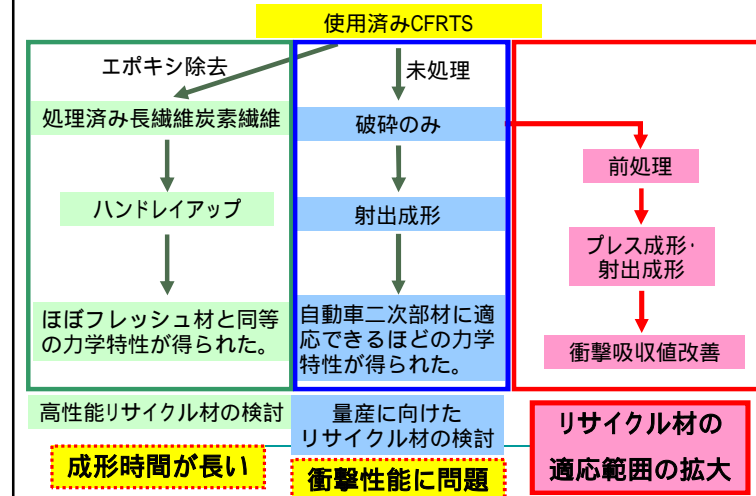
- リサイクルCFRPにはCF/Epoxyの繊維束が存在する。
- リサイクルを繰り返すと繊維長が低下する。

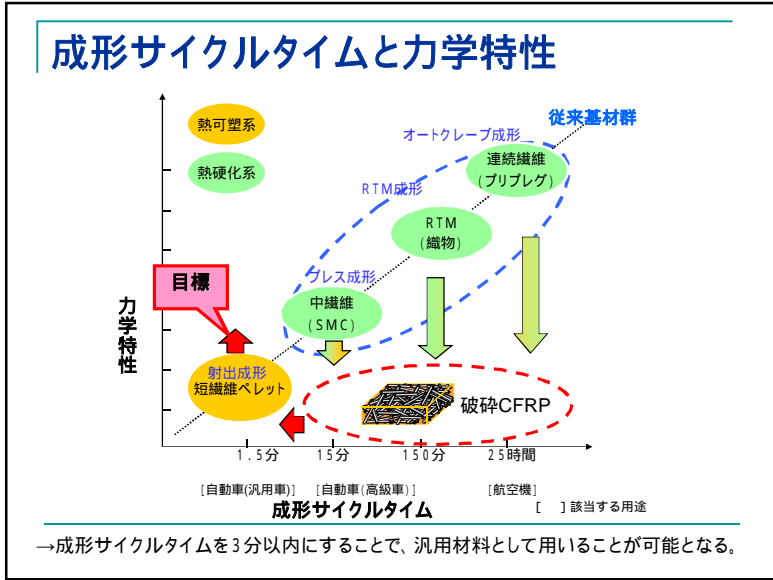
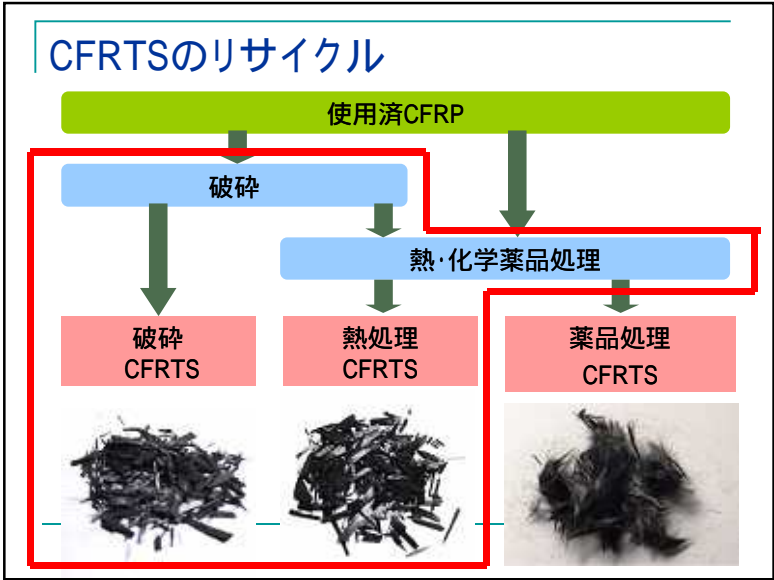
衝撃性能の低下

適応範囲の縮小・炭素繊維の寿命低下

**本研究では破砕リサイクルCFRPの
衝撃性能改善を目的とした。**

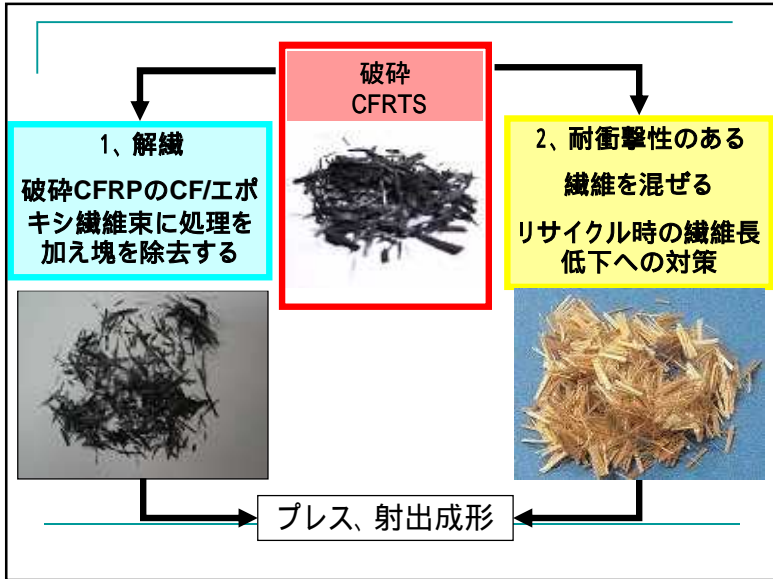
先行研究・本研究の位置づけ



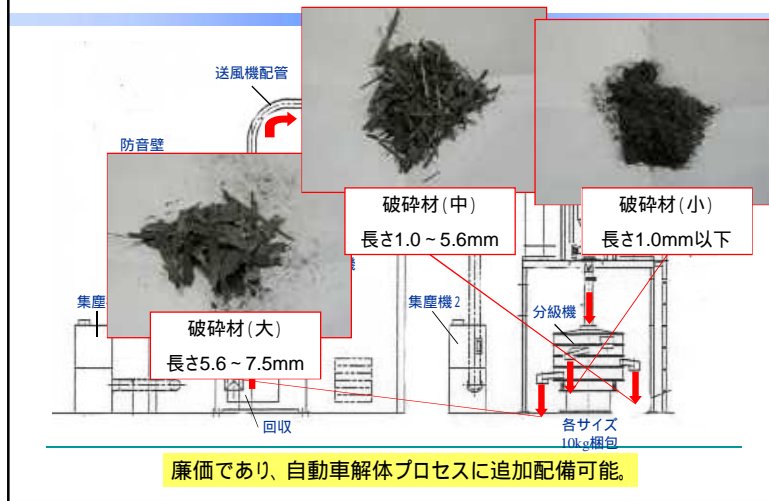


試験プラン

試験プラン



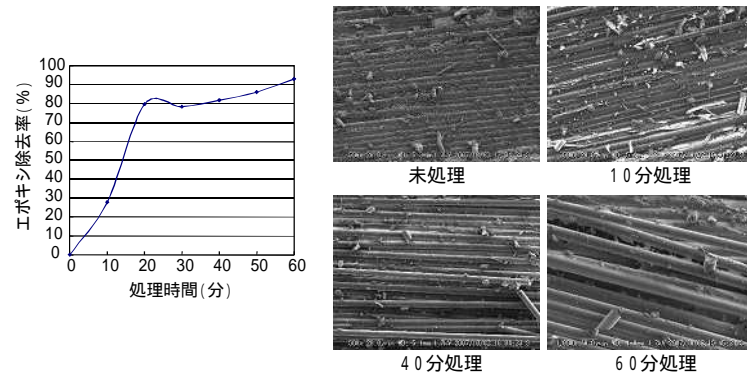
CFRP部材の粉碎・分級設備 (東レ設置)



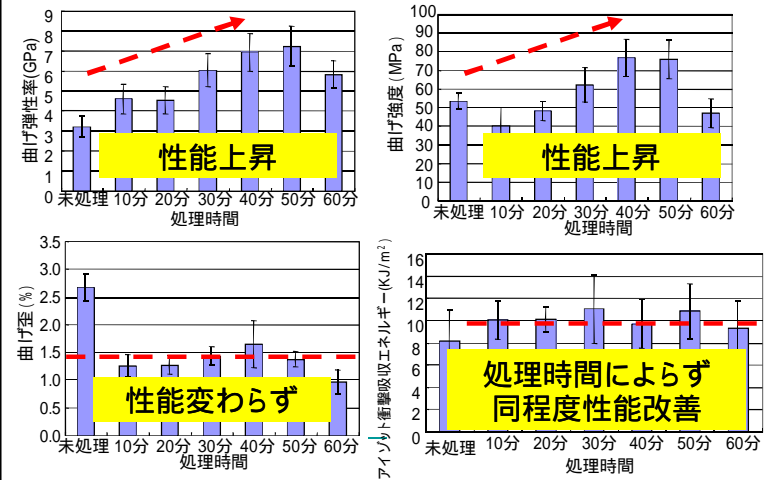
試験結果

1、解繊(熱解繊の効果)

電気炉を使用して、500度で10分刻みに破碎CFRP(中)を取り出した。



熱解繊試験結果



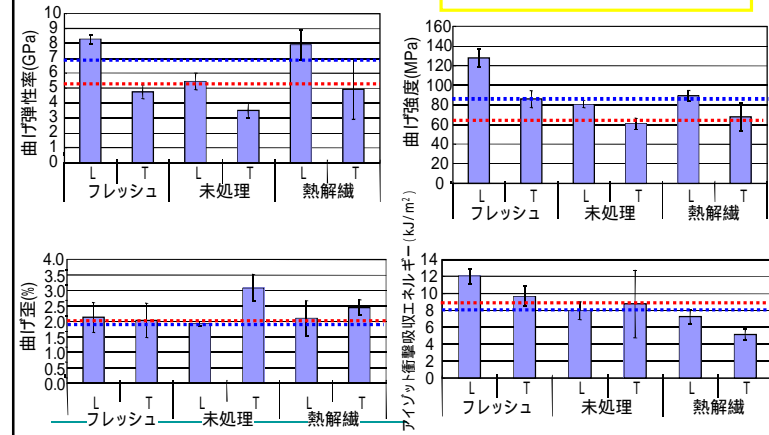
熱解織効果考察

- 破砕CFRPを熱処理すると、20分までに表面付近のエポキシが急速に処理され、その後に表面から遠い部分が徐々に除去されていくことがわかった。
- 力学特性は除去率が上がるにつれて向上する。しかし、60分熱処理すると性能が低下する。
- 衝撃性能は、処理時間にかかわらず性能向上効果は同じくらいである。

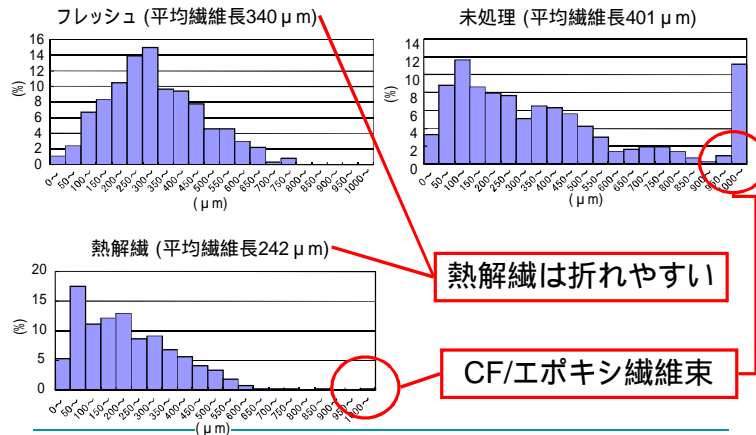


全体的な力学特性を見ると処理時間40分が最も良いように思えたので、この条件で射出成形を行った。

熱解織射出成形



射出成形繊維長



考察



未処理曲げ破断面 未処理衝撃破断面 熱解織衝撃破断面

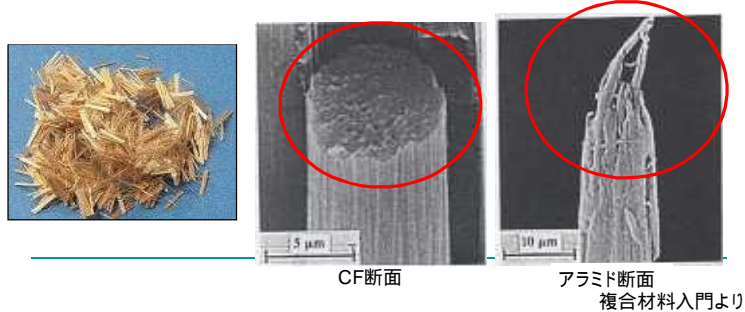
- フレッシュで全ての力学特性で改善が見られた。
- 条件ソフトのため、繊維束が残りやすくなり、そのため衝撃性能が低下してしまっていると考えられる。
- 解織をすると折れやすくなり、衝撃性能低下に影響してしまう。



射出成形で繊維長を維持することに成功し性能改善の可能性が見えた。しかし現時点では塊を取り除くと繊維長が短くなる。繊維長を長くしようとすると塊が残る。

2、耐衝撃性の高いアラミド繊維(AF)を混ぜる

- 引張りに強いが圧縮に非常に弱い。
- 高強度・高耐熱性・高耐化学薬品性がある。
- CFやガラス繊維と異なり、アラミド繊維は塑性的に破壊するため、衝撃に強い。(下図)



実験概要

	アラミド繊維		
	1mm	3mm	6,7mm
プレス成形 (Vf15%)			
射出成形 (Vf5%,10%,20%)	×		
破碎CFRP15%に添加 (Vf5%,10%,15%)	×		

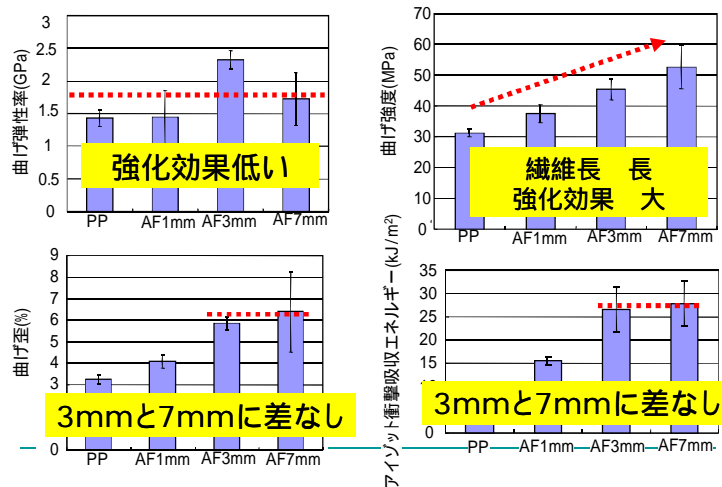
プレス成形は全て4mmの金型を用いた。

樹脂は全てPPを使用した。

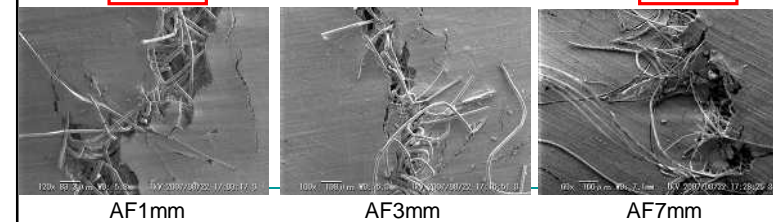
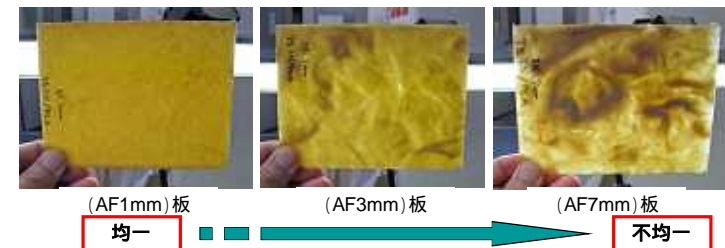
アラミド繊維の基本的な特性

破碎CFRPと混ぜた際の特性

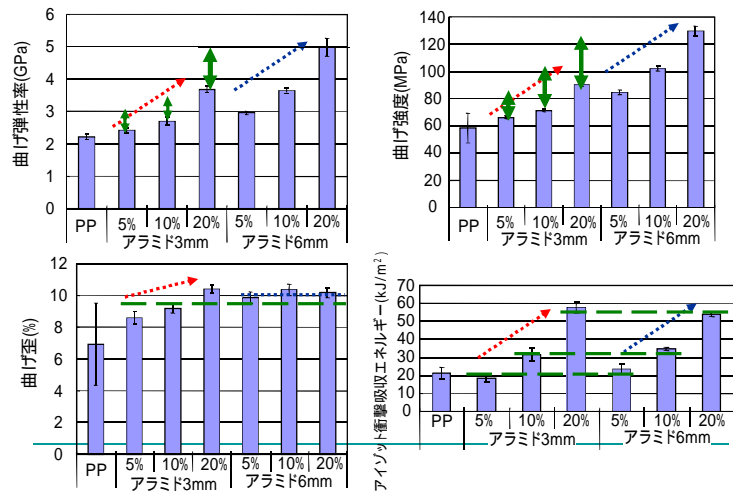
プレス成形におけるアラミド繊維長の影響



概観写真・SEM写真



射出成形におけるアラミド繊維長の影響



実験結果考察

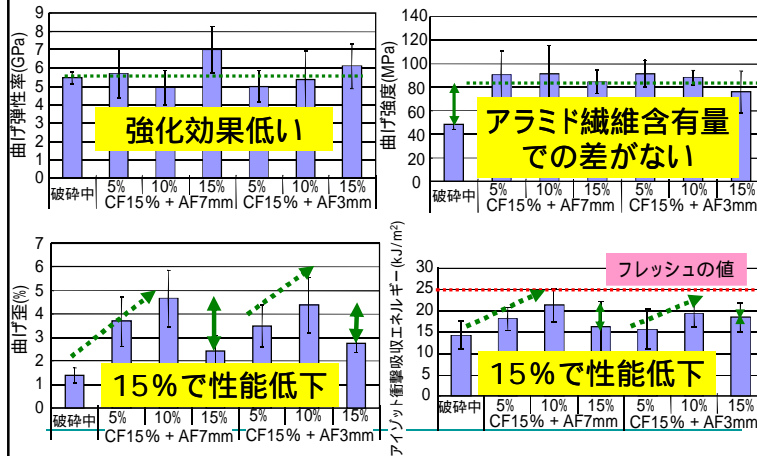
- 1mmは他の長さに比べ、強化効果が低い。
- プレス成形では繊維長が長くなるほど、アラミド繊維が絡まり不均一な板になる。
- 射出成形では繊維長が長いほど力学特性が良かったが、曲げ歪・衝撃性能のみ大きな差がなかった。

アラミド繊維1mmは使わない。

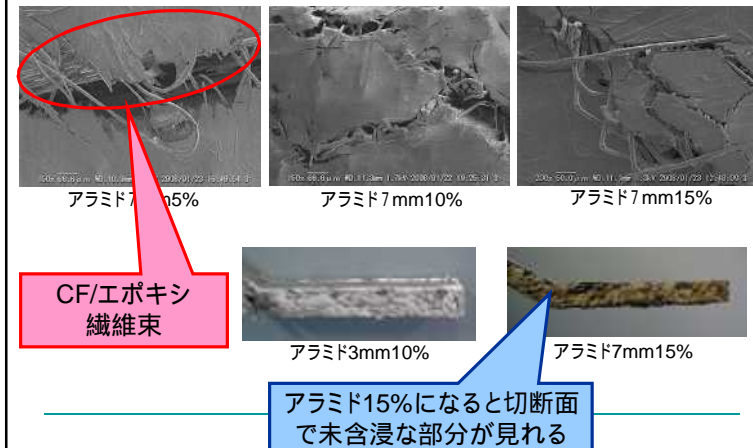
3mmと7mmについて次の試験を行う。

破碎CFRPと混ぜることによって、アラミド繊維の非直線性解消できるかもしれない。

試験結果(アラミド繊維含有量の影響)



SEM写真



実験結果考察

	改善効果	特徴
曲げ弾性率	低	アラミド繊維の非直線性
曲げ強度	高	アラミド繊維のVfによらない
曲げ歪	高	15%で性能低下、10%が一番良い
衝撃性能	高	15%で性能低下、10%が一番良い
SEM		5%では繊維束による破断が確認
概観		15%で含浸していないアラミド確認

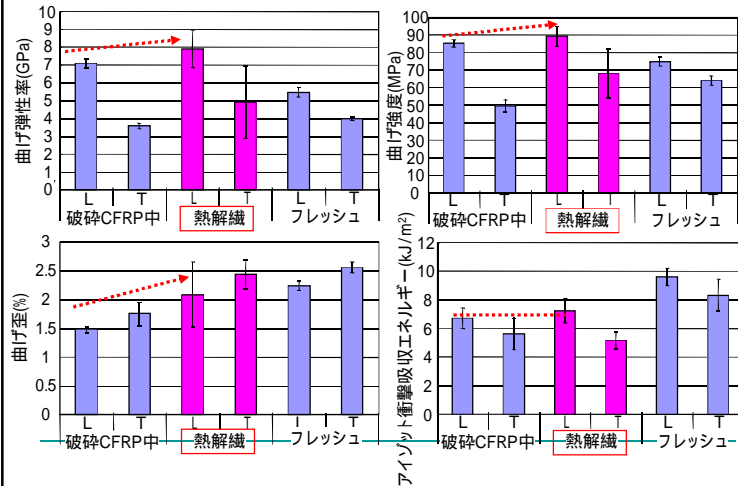


破砕CFRPと混ぜるアラミド繊維の量はVfで10%が一番良かった。

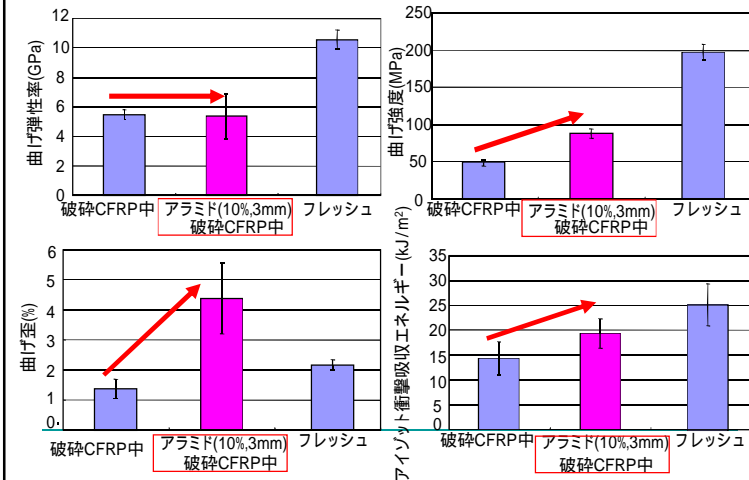
結論

- 解繊による射出成形リサイクルCFRPの性能改善の検証
繊維長を先行研究の2倍以上に保つことに成功
フレッシュ材の性能向上
射出成形の性能改善の可能性と現時点での限界
- アラミド繊維の力学特性の検証
1mmの強化効果の低さ
繊維長が長いほど力学特性は高いが、衝撃性能は3mm以上で大差ない
- リサイクルCFRPにアラミド繊維を添加したときの力学特性の検証
アラミド繊維5%とVf10%では全ての力学特性が10%のほうになる。
アラミド繊維を15%入れると、含浸していない箇所できてしまい力学特性が低下する。

今回作成した材料の力学特性(射出成形)



今回作成した材料の力学特性(プレス成形)



終わり