

CFRTPの力学特性に及ぼす基材の含浸度と 圧縮成形条件の影響に関する研究

Influence of the impregnation rate and compression molding conditions
on the mechanical properties of CFRTP

平成25年2月
東京大学工学部システム創成学科
環境・エネルギーシステムコース
03110877 長谷川 健一
指導教員 高橋 淳 教授

発表内容

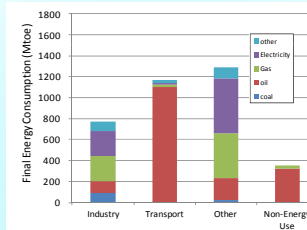
- 研究背景・目的
- 基材の紹介
- 成形方法の定義
- 実験結果・考察
- 結論

発表内容

- 研究背景・目的
- 基材の紹介
- 成形方法の定義
- 実験結果・考察
- 結論

運輸部門におけるエネルギー消費量

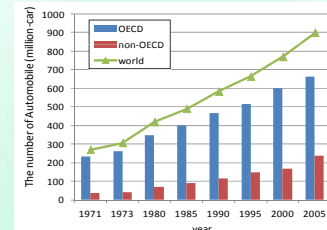
OECD加盟国の部門別・エネルギー源別
エネルギー消費量(2009)



出典: 2009 Energy Balance for OECD, IEA, 2009

➤ 運輸部門のエネルギー消費量、
特に石油消費量が大きい

世界の自動車保有台数推移

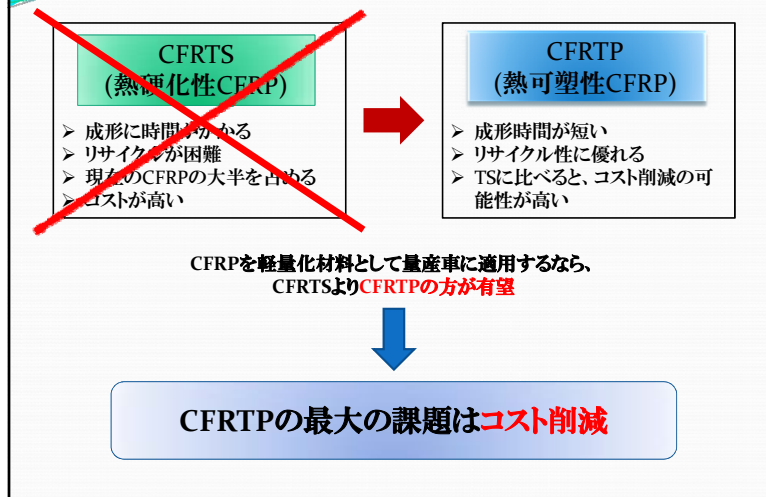


出典: EDMC2011 エネルギー・経済統計要覧

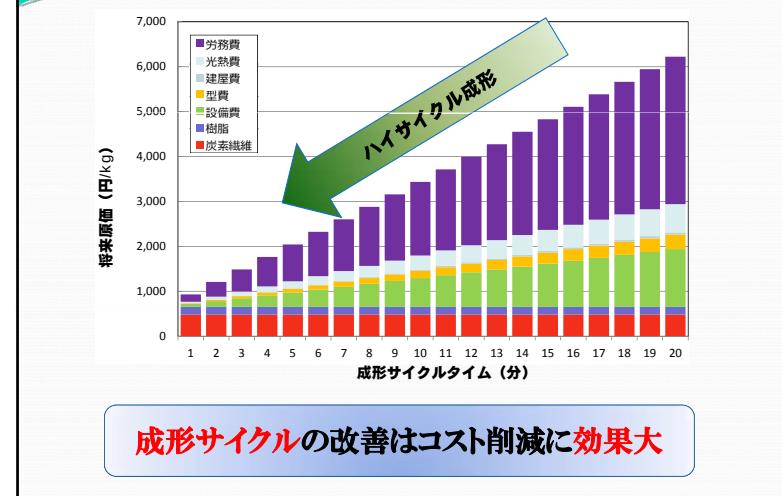
➤ BRICsを始めとした発展途上国で
のモータリゼーションの勃興

運輸部門、特に自動車における省エネルギー対策は不可欠かつ急務
その一環としてCFRPを用いた車体軽量化に関する研究が進められている

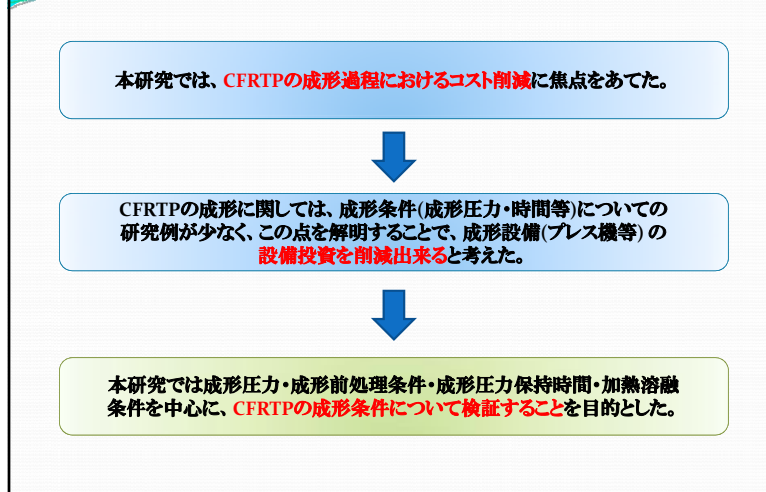
CFRPの課題



CFRTTP部材の将来原価試算



研究目的



発表内容

- 研究背景・目的
- 基材の紹介
- 成形方法の定義
- 実験結果・考察
- 結論

本研究で扱う基材

基材の種類	繊維体積含有率 V _f	繊維の状態	力学特性	成形流動性	図
UDテープ積層基材 	高(50%)	連続	高:異方性	なし	 クロスプライ基材 (CP基材)
CTT基材 	高(50%)	不連続 長繊維	高:等方性	高い	

本研究で扱う基材

「高V_fのCFRTP部材性能に及ぼす成形条件の影響を明らかにする」ことを目的として、**CP基材による成形**と**CTT基材による成形**を対象とする。

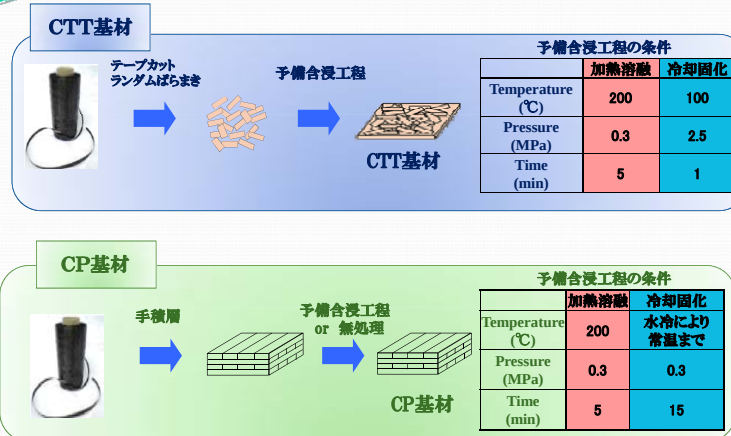


CTT基材については、試験片サイズに切り出すと、**力学特性のパラツキが大きく、検証が困難**という問題点がある。



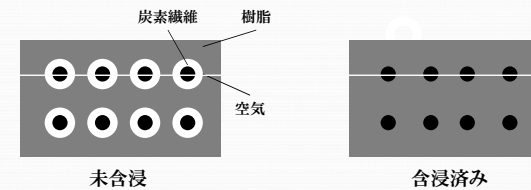
本研究では、UDテープを用いて**CP基材**を作製し、それを用いて基材の含浸度と成形条件が力学特性に与える影響について検証した。その結果を基に**CTT基材**の挙動を推定し、確認の実験を行った。

基材作製の流れ



含浸とは？

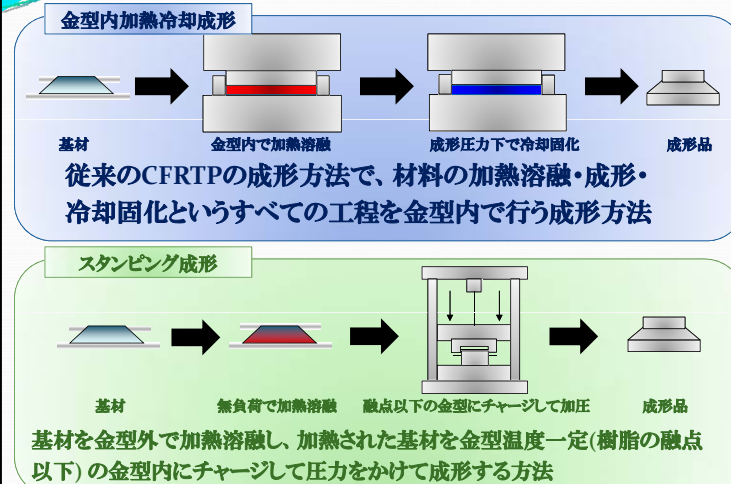
含浸とは、特にCFRPに関しては、炭素繊維の表面に樹脂を浸み込ませることをいう。この工程が行われないと、高い力学特性を示す成形品は得られない。



発表内容

- 研究背景・目的
- 基材の紹介
- 成形方法の定義
- 実験結果・考察
- 結論

今回扱う成形方法



本研究で検証する点

➤ 成形前の基材の含浸度

基材の含浸度が力学特性に及ぼす影響を、予備含浸工程の有無により検証した。

➤ 基材の加熱溶融条件

基材の加熱溶融条件の違いにより、含浸度に影響があるかを検証した。

➤ 成形圧力

成形圧力が力学特性に及ぼす影響を検証した。
成形圧力が低い程、コスト削減に繋がる。

➤ 成形にかかる時間

金型内加熱冷却成形とスタンピング成形で、成形時間が異なるため、この二つの比較により検証した。
成形時間が短い程、コスト削減に繋がる。

発表内容

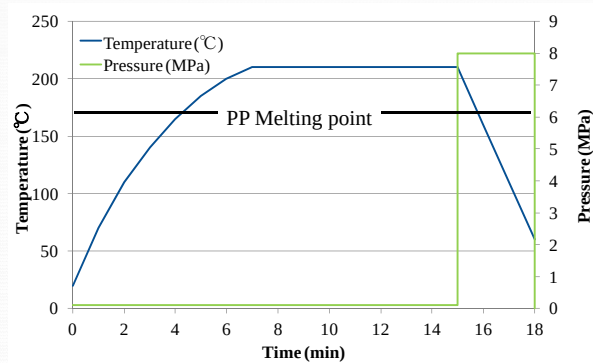
- 研究背景・目的
- 基材の紹介
- 成形方法の定義
- 実験結果・考察
- 結論

CP基材を用いた金型内加熱冷却成形 による成形条件の影響

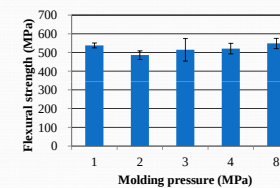
成形条件

成形方法	金型内加熱冷却成形
成形前処理	仮止めのみ
加熱溶融時間	金型内、0.1MPaで15分間
材料到達温度	210℃
金型温度	材料と共に昇温・冷却
成形圧力	1, 2, 3, 4, 8 MPaの5水準
成形圧力保持時間	3分

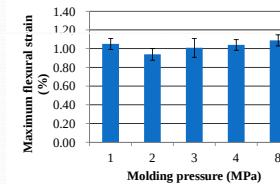
成形時の温度・圧力の変化(8 MPa)



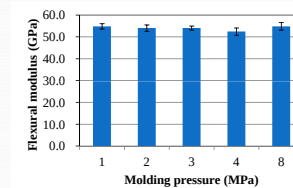
三点曲げ試験結果



成形圧力と曲げ強度の関係



成形圧力と最大曲げ歪みの関係



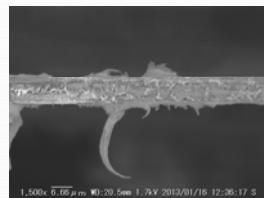
成形圧力と曲げ弾性率の関係

> どの力学特性に関しても成形圧力の
 違いによる有意な差は見られなかつ
 た。
 > 基材の含浸度が完全ではない場合でも、
 金型内加熱冷却成形(加熱時に
 圧力をかけるタイプの成形法)なら
 ば、低圧でも高い力学特性を示す。

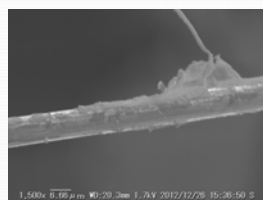
SEMによる破面観察



1 MPa



4 MPa



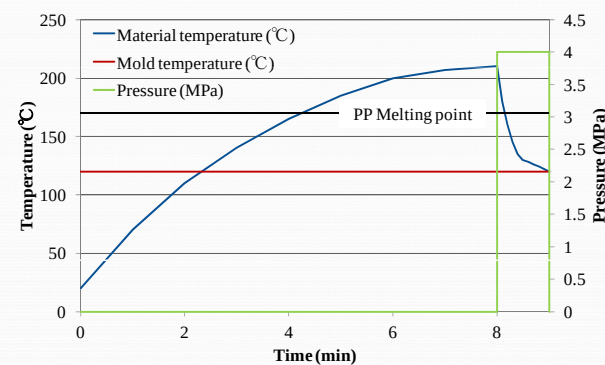
8 MPa

CP基材を用いたスタンピング成形 による成形条件の影響

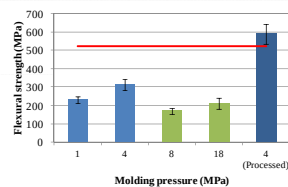
成形条件

成形方法	スタンピング成形		
成形前処理	超音波融着による 仮止めのみ		仮止め後 予備合浸済み
加熱溶融時間	8分間	4分間	8分間
材料到達温度	210 °C		
金型温度	120 °C一定		
成形圧力	1, 4 MPaの2水準	8, 18 MPaの2水準	4 MPa
成形圧力保持時間	1分		

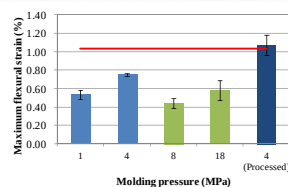
成形時の温度・圧力の変化(4 MPa)



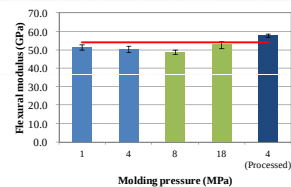
三点曲げ試験結果



成形圧力と曲げ強度の関係



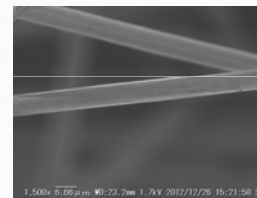
成形圧力と最大曲げ歪みの関係



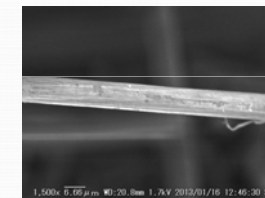
成形圧力と曲げ弾性率の関係

- 予備含浸されていない基材は、高圧をかけてスタンピング成形しても、高い力学特性は示さない。
- 予備含浸済みならば、低圧でスタンピング成形しても高い力学特性を示す。
- 高圧であっても、融点以上で加圧される時間が短いと含浸は進まない。

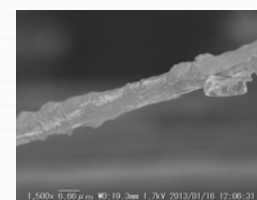
SEMによる破面観察



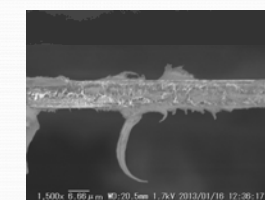
4 MPa (予備含浸なし)



18 MPa (予備含浸なし)



4 MPa (予備含浸済み)



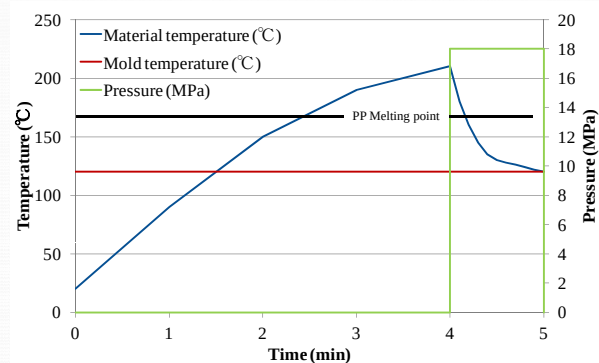
4 MPa (金型内加熱冷却)

CTT基材を用いたスタンピング成形による成形条件の影響

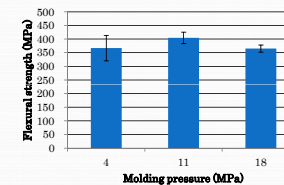
成形条件

成形方法	スタンピング成形
成形前処理	予備含浸済み
加熱熔融時間	4分間
材料到達温度	210℃
金型温度	120℃一定
成形圧力	4, 11, 18 MPaの3水準
成形圧力保持時間	1分

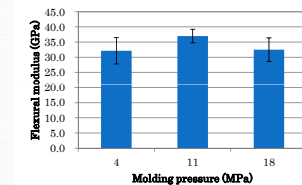
成形時の温度・圧力の変化(18 MPa)



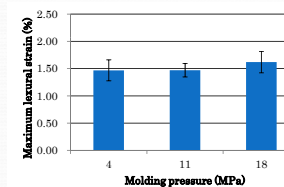
三点曲げ試験結果



成形圧力と曲げ強度の関係



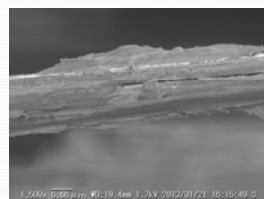
成形圧力と曲げ弾性率の関係



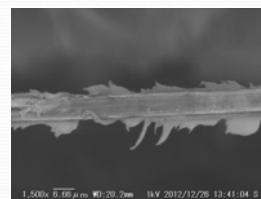
成形圧力と最大曲げ歪みの関係

- どの圧力においても高い力学特性を示している。
- 予備含浸済みのCTT基材ならば、CPを用いた実験と同様に、スタンピング成形時の圧力が低圧であっても高い力学特性を示す。
- 4MPaの強度のパラツキが他二つより高く、高品質の成形品を作る場合は10MPa前後で成形することが望ましい。

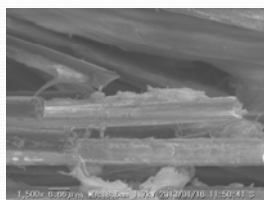
SEMによる破面観察



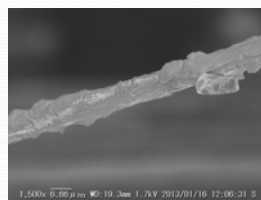
4 MPa



11 MPa



18 MPa



4 MPa (CP, 予備含浸済み)

発表内容

- 研究背景・目的
- 基材の紹介
- 成形方法の定義
- 実験結果・考察
- 結論

結 論

- CFRTP部材の力学特性を左右するのは**樹脂の含浸度**であり、基材製造→加熱溶融(可塑化)→成形のいずれかの段階で必要な含浸度を達成させる必要がある。
- スタンピング成形は、**樹脂の含浸が十分でない基材**を用いると、高圧をかけても高い力学特性のCFRTP部材を成形することはできない。
- 逆に、**加熱溶融(可塑化)時に十分な含浸がなされれば、成形圧力は低くても高い力学特性を得られる。**
- 加熱溶融時の条件について、さらに研究を進めれば、**設備投資に関して大幅にコスト削減**することができる。

■ ご清聴ありがとうございました
Thank you for your kind attention!



本研究の一部は経済産業省－NEDOプロジェクト
「サステナブルハイパーコンポジット技術の開発」(平成20～24年度)
の一環として行われたものであり、開発中の試料並びに評価装置の提供等、
関係各位のご協力に謝意を表します。