

平成 28 年度
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業
戦略的基盤技術高度化支援事業

「EV バッテリーケースの CFRTP ハイブリッド成形技術と
高速成形装置の開発」

研究開発成果等報告書

平成 29 年 3 月

担当局	中部経済産業局
補助事業者	公益財団法人中部科学技術センター

目 次

第1章 研究開発の概要

1-1	研究開発の背景・研究目的及び目標・・・・・・・・・・・・・・・・	P 1～ 11
1-2	研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）・・	P 11～13
1-3	成果概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	P 13～15
1-4	当該研究開発の連絡窓口・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	P 15

第2章 本論

〔1〕	接合部強度の確保・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	P 16～18
〔2〕	加熱技術の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	P 18～20
〔3〕	高速搬送装置の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	P 21～22
〔4〕	金型技術の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	P 23～29
〔5〕	成形技術の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	P 30～36
〔6〕	販売促進活動・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	P 37～38

最終章	全体総括・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	P 39
-----	------------------------------	------

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-1-1 研究開発の分野

(九) 複合・新機能材料に係る技術に関する事項

1 複合・新機能材料に係る技術において達成すべき高度化目標

(4) 川下分野特有の事項

a. 自動車分野に関する事項

②高度化目標

ア. 構造部素材等の耐衝撃性等の高強度・高弾性率化

ウ. 軽量化の向上

エ. 複合材料の成形技術の向上

ク. 高出力、大容量化、安全性・信頼性の確保、低コスト化

1-1-2 研究開発の背景

研究開発の背景（これまでの取組など）

〔次世代自動車の軽量化技術動向〕

先進国を中心として燃費・環境規制が進む中、電気自動車やハイブリッド自動車の市場ニーズが高まってきていることに伴い、川下企業が取組んでいる自動車軽量化の手段として、金属部材を樹脂化するニーズが高まってきている。

このような背景のもと、金属製部品の樹脂化要望があり、一例として従来鋼板のプレス成形品であるため約60kgと重いEV車用バッテリーケースを、強度が同等以上で比重が1/4と軽い、複合・新機能材料である炭素繊維強化熱可塑性樹脂（CFRTP）を代替として活用することが求められている。

当該分野における研究開発動向

〔当社の技術開発の動向〕

当社は CFRTP のプレス成形と、不連続繊維含有樹脂の射出成形とを1工程で一体的に行うハイブリッド成形が可能な縦型射出成形用「技術検討機」（図 1.1.1）を保有している。4，5年

前から成形技術の研究に取り組み、材料の特性や成形条件などが製品に与える影響などを調査しその知見を成形装置作りに活かしてきた。

最近ではお客様のトライを積極的に受け入れ、成形条件や成形装置、金型など生産技術全般にわたるアドバイスをこなしている。

しかしながらハイブリッド成形品の量産化には多くの課題が残されており、成形技術と成形装置の開発を1元的に捉え両面からの取組みによる解決が必要である。

当社では、ハイブリッド成形技術について2件の特許出願している。国内他社が出願しているハイブリッド成形技術は当社の特許技術と接合手段が大きく異なり、1工程で接合出来ない。よって㈱佐藤鉄工所が保有するハイブリッド成形技術に優位性があると考えられる。

＊特許：成形方法及び成形装置、特許第 6076143（旧特願 2013-046653）

＊特願：成形方法及び成形装置、特願 2013-18862



図 1.1.1 ㈱佐藤鉄工所所有技術検討機（㈱佐藤鉄工所製）

1-1-3 研究目的

「高度化指針」において定める、川下製造事業者等が抱える共通の課題及びニーズ

a.自動車分野に関する事項

①川下製造業社等の特有の課題及びニーズ

ア. 構造部素材材等の軽量化

今後加速する自動車軽量化の要求に応える手段として、従来の金属製部品を樹脂製品に置き換える検討を行なう中で強度特性ならびに生産性の観点から、当社が保有する、連続繊維強化熱可塑樹脂複合材のプレス成形と射出成形を組み合わせたハイブリッド成形のニーズが注目されている。

軽量で高性能な製品の実現には、連続繊維強化熱可塑樹脂複合材料と射出樹脂材料の接合部の強度が重要であると考えられる。接合部の接合圧力、プレスと射出のタイミング、成形品形状など多くの項目が接合部の強度を左右する要因である。そこで高性能な製品の実現には、良好な接合強度を得ることができる最適な成形条件の見極めが必要である。また、形状の要因に関しては位相最適化シミュレートにより最適な形状の設計を目指す。

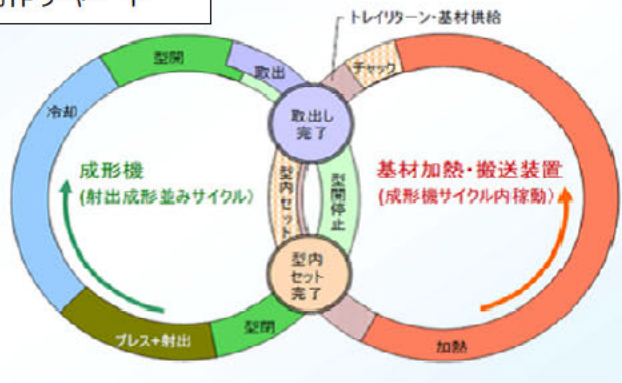
イ. 高効率化

一般的に自動車1台の生産タクトは1分であり、構成部品の生産タクトも1分以内が求められる。

加熱後のCFRTPは樹脂部が大気や異材に接触すると急速に温度低下が起きる。その為従来の成形方法においては加熱された材料の搬送を避けるため、非加熱状態で材料を金型内にセットした後に金型を加熱し溶融する方法を取っており、樹脂の溶融と冷却に時間が掛かり成形時間は早くても2～3分を要している。

高効率生産の実現には、CFRTPの溶融樹脂の温度低下を最小にする事が出来、1分以内の生産タクトを実現可能なチャック機構と搬送装置の開発が必要である。図 1.1.2 に1分成形サイクル動作チャートとハイブリッド成形システム事例を示す。

装置の動作チャート



ハイブリッド成形システム事例

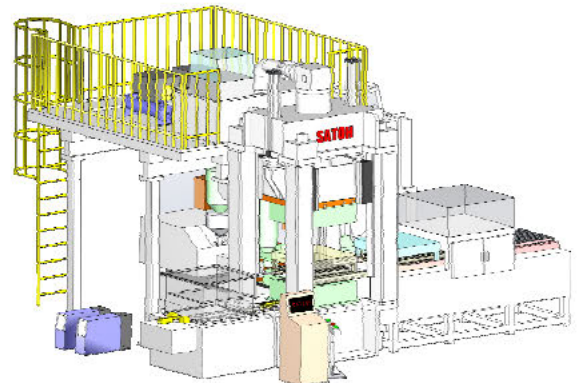


図 1.1.2 1 分成形サイクル動作チャートとハイブリッド成形システム事例

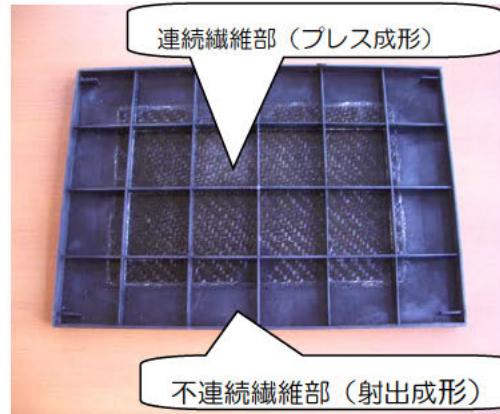
1-1-4 研究開発の概要

従来技術（板金プレス+溶接）



- 重量：60kg（市販車の1例）
- 材料：高張力鋼板
- 成形工程：3工程（プレス→溶接→塗装）

新技術（CFRTP ハイブリッド成形）



- 重量：30kg（左図同等サイズ比目標）
- 材料：炭素繊維強化樹脂のプレスと射出のハイブリッド成形
- 成形工程：1工程（プレス、射出同時）
- 特性向上効果：耐腐食性の向上

図 1.1.3 研究開発の概要

本研究開発で目指すもの

本研究開発は、自動車分野の川下企業の超軽量化ニーズに対応するため、(株)佐藤鉄工所の独自技術である「炭素繊維強化熱可塑性樹脂(CFRTP) ハイブリッド成形技術」の高度化と、自動車の生産サイクルタイムに要求される1分以内での量産を可能とする高速成形装置を開発し、EV、PHV等の二次電池を搭載している自動車における高重量である(約 60kg) であるEV バッテリーケースを例に取り上げ、その材料を炭素繊維複合材に代替しEV バッテリーケースを軽量化することを目的とした(目標値：30kg)。現状、一部人手による試作のハイブリッド成形は7、8分掛かっており1分以内のハイサイクル成形タイムを目指す。

CFRTP ハイブリッド成形技術の優位性

「炭素繊維強化熱可塑性樹脂 (CFRTP) ハイブリッド成形技術」とは、高強度が特徴である連続繊維を用いた CFRTP のプレス成形と、成形自由度が高いことが特徴である不連続繊維含有樹脂の射出成形とを1工程で一体的に行うものである。これにより、必要な強度を連続繊維により確保しながら、不連続繊維含有樹脂により複雑な形状を得ることが可能である。さらにトリム、穴あけ等の後工程をなくすことも可能である。図 1.1.4 にハイブリッド成形工程を示す。

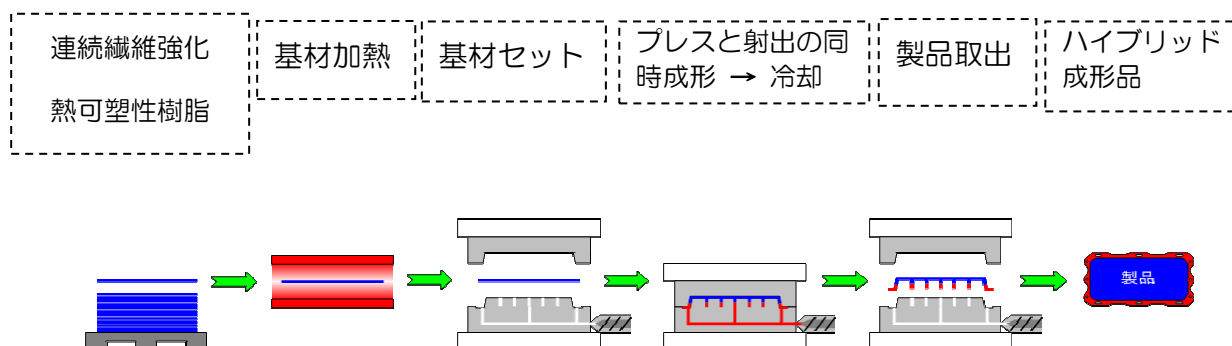


図 1.1.4 ハイブリッド成形工程

新技術と従来技術、類似技術との比較

従来技術として金属製部品製作手段である「板金＋溶接」による工程は素材が安価であり且つ汎用的工程で成形できる事から一般的に普及している。しかし重量が重く、加工工程数が多い上、端材処理等の課題がある。また類似技術として不連続繊維強化樹脂による射出成形があり形状は自由だが強度不足。バッテリーケースに適用しようとするすると強度面の問題から厚みが生じることとなり、冷却時間が延び生産効率が悪化する。これに対し新技術であるハイブリッド成形は「連続繊維強化熱可塑樹脂複合材料（プリプレグ）」のプレス成形と「不連続繊維強化樹脂」の射出成形の一体成形であり、プレス工程と射出工程を同一型内でワンステップで成形する事ができ、後工程のトリミング工程の省略も可能である。ハイブリッド成形のメリットを①から⑤に示し、成形サンプルの例を図 1.1.5 に示す。

- ① 自由な製品形状が1工程で得られる
- ② 製品の外周トリムや穴加工など後工程が不要
- ③ 高価な材料の節約が出来る
- ④ 製品の部位により強度の差をもたせられる。
- ⑤ 製品の板厚を任意に設計出来る

ハイブリッド成形例（当社テスト金型）



プリプレグ面（表面）



射出成形面（裏面）

図 1.1.5 成形サンプル

研究開発の課題

ハイブリッド成形品の量産化を実現するための課題は、成形品におけるプレス成形された連続繊維強化熱可塑性樹脂複合材料と射出された不連続繊維強化樹脂材料の接合強度確保をはじめとする成形条件の見極めと、成形品の品質を確保し1分以内の成形を実現できる高速搬送装置の開発である。

1-1-5 開発目標

(株)佐藤鉄工所の保有技術である、CFRTP ハイブリッド成形システム（同一型内でプレス成形と不連続繊維強化樹脂を用いた射出成形に関するシステム）を実用可能な量産システムとして事業化するために、開発項目と事業化までの相関関係をロードマップとして示した（図 1.1.6）。

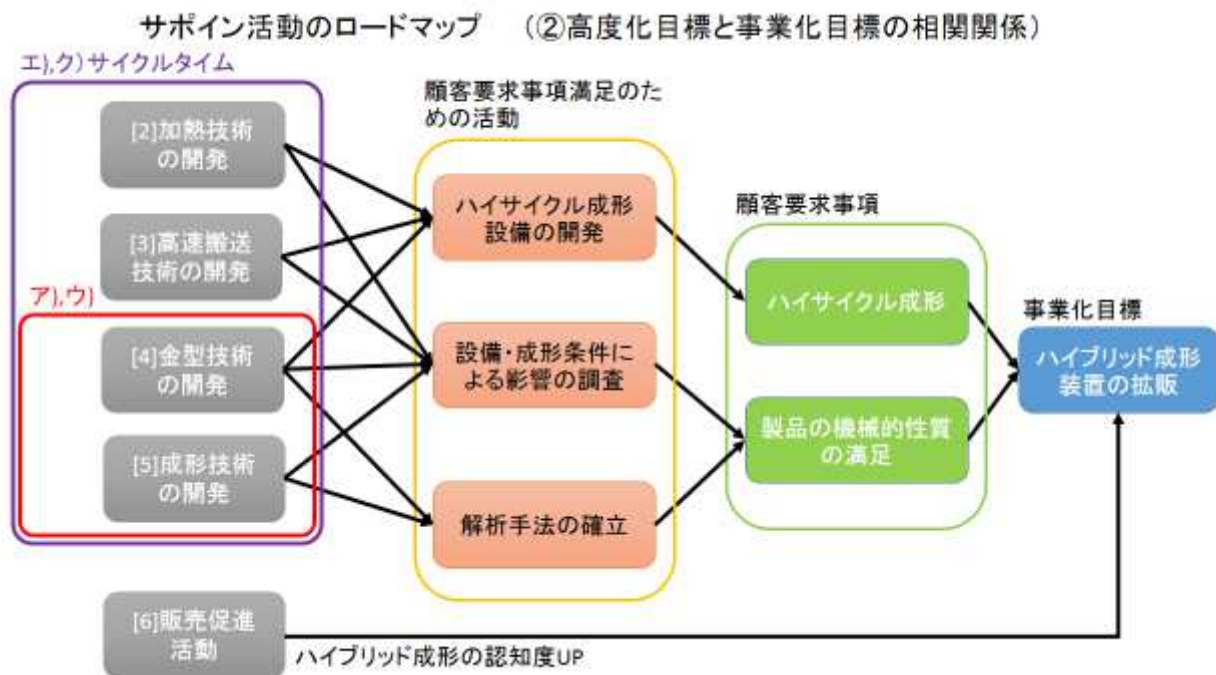


図 1.1.6 事業化へのロードマップ

本研究開発における技術的目標値

（４）川下分野特有の事項

４）その他の川下分野に関する事項

② 高度化目標

ア) 構造部材等の耐衝撃性等の高強度・高弾性率化

ウ) 軽量化目標：同等の鉄製品比重量軽減：1/2

エ) 複合材料の成形技術の向上：

成形品強度：ハイブリッド成形品の平板引張強度 400MPa 以上

接合部強度：40MPa(短繊維含有樹脂)

成形サイクルタイム：1 分以内

ク) 高出力、大容量化、安全性、信頼性の確保、低コスト化

[高度化目標]

CFRTPのプレス成形と不連続繊維強化樹脂を用いた射出成形を同一型内、ワンステップで成形するハイブリッド成形技術の向上と、品質の安定を維持しながら成形サイクル1分以内を実現する為のハイサイクル成形を可能とする成形システムの開発。

<重要要素技術その1>

成形品におけるプレス成形された連続繊維強化熱可塑性樹脂複合材料と射出された不連続繊維強化樹脂材料の接合強度は成形条件、成形品の形状および使用する材料に影響されると考えられる。そこで成形条件は加熱条件、プレス加圧条件、プレスと射出のタイミング関係、形状面では接合部の形状（R形状、L形状など）と肉厚の関係、材料面では強化繊維の組成、繊維含有量、樹脂材料の選択など種々の条件の組合せによる物性データを収集し、最適な組合せと最適成形条件の見極めにより、プレス成形材と射出成形材の接合強度を確保する。図 1.1.7 に接合部の拡大図を示す。

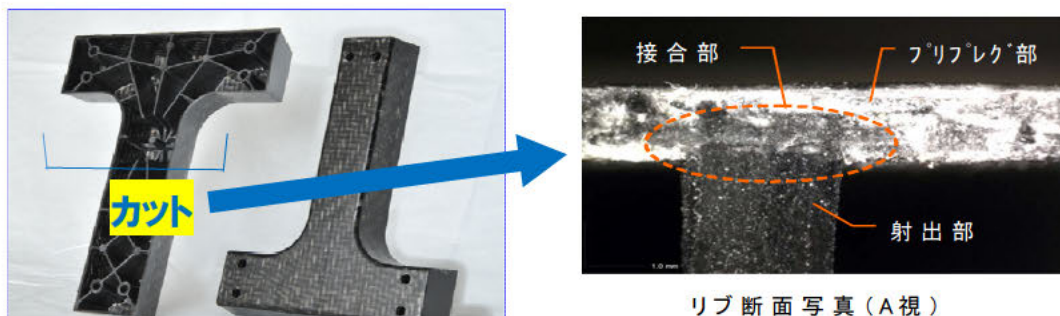


図 1.1.7 接合部の拡大図

<重要要素技術その2>

連続繊維強化熱可塑性樹脂複合材料と射出された不連続繊維強化樹脂材料の接合強度を確保するために加熱されたプリプレグ材（繊維強化熱可塑性樹脂複合材）が温度低下を起す前に成形する必要があり、ピックアップ→搬送→金型セット→退避の動作を10秒以内で完了する高速、高精度搬送装置の開発が求められる。図 1.1.8 にハイサイクル成形システム例を示す。

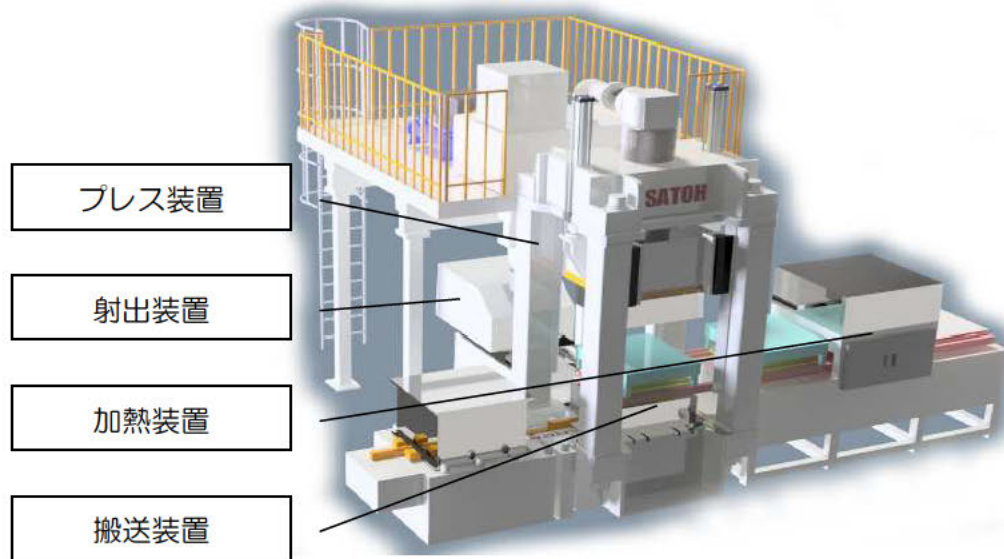


図 1.1.8 ハイサイクル成形システム

[ハイブリッド成形技術と高速成形装置の開発に対する課題と対応]

[1] 接合部強度の確保

プリプレグ材のプレス成形と同時に樹脂を射出し一体化した製品の接合部の強度は、プリプレグ材の加熱温度、射出樹脂の熔融温度及び射出圧力や接合部の面積あるいは接合部の形状などにより左右される。そこで温度、圧力等による強度の変化を実験的に検証し基礎データを揃える事により成形条件と接合部形状の最適化を図るものである。

[2] 加熱技術の開発

プリプレグ材の加熱においては加熱ムラが出易い為、使用するヒーターの種類の適正や、効率的な加熱技術を確立し、加熱時間の短縮を実現し、加熱ムラを防ぎながら電力消費量を削減する技術確立する。

[3] 高速搬送装置の開発

加熱炉から出たプリプレグをピックアップし、プレス内の金型に搬送、セットする間に起きるプリプレグ材の温度低下を防ぐため、搬送からセットまでの装置動作の高速化が求められる。また、ピックアップする際にピックアップ治具の一部がプリプレグ材に接触しその部位は局所的な温度低下が発生する。そのためプリプレグ材の局所的な温度低下を防ぐ構造も必要である。

そこで、従来技術として保有している、プリプレグ材のピックアップから金型にセットを行う搬送装置を高度化し高速・高精度およびプリプレグ材の温度低下を防止する構造を有する搬送装置を開発する。

〔４〕 金型技術の開発

ハイブリッド成形では加熱されたプリプレグ材を金型にセットする際にプリプレグ材の熱が金型に奪われないようにする必要がある。そのため金型の温度は通常の射出成形と比較し高温に設定する必要がある。一方、射出樹脂はホットランナー経由で供給される為、温調配管の自由なレイアウトが阻害される。

成形品質確保とサイクルタイム短縮を実現する為、金型には急速加熱と急速冷却の機能を持たせる必要がある。

そこで、ホットランナー、エジェクターピン、温調配管のレイアウトの最適化を図り急速加熱冷却可能な型構造の検討・開発をする。

〔５〕 成形技術の開発

ハイブリッド成形の目標は下記の３点がある。

1. 軽量化・・・従来品の５０％軽量化
2. コスト・・・従来品比較で同等又は安価
3. 強度・・・従来品と同等又はアップ

この３点をクリアする為に、接合強度の基礎データと CAE 解析により各部の強度を確認しながら、製品レベルの試作品でプリプレグによる形状部位と射出の形状部位のレイアウトをシミュレートし最適な製品設計をする。

〔６〕 販売促進活動

研究、開発成果を得て、PR 資料や技術資料など作成し販売活動を開始する。

1-1-6 実施結果

- 〔1〕 接合部強度の確保
- 〔2〕 加熱技術の開発
- 〔3〕 高速搬送装置の開発
- 〔4〕 金型技術の開発
- 〔5〕 成形技術の開発
- 〔6〕 販売促進活動

以上の項目を実施し、サポイン補助事業の成果としてCFRTPのプレス成形と不連続繊維強化樹脂を用いた射出成形を同一型内でワンステップで成形するハイブリッド成形技術の向上と、品質の安定を維持しながら成形サイクル1分以内を実現する為のハイサイクル成形を可能とする成形システムの開発を行うことができた。

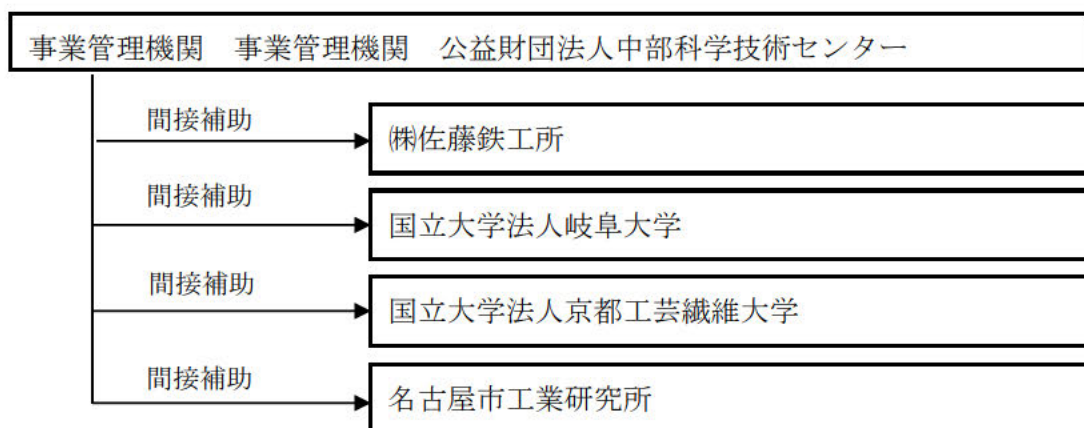
この開発の成果として複合材の加熱・搬送技術に関して特許出願した（特願 2016-79763）。

また販売促進活動においては展示会出展をはじめとする活動により、(株)佐藤鉄工所のハイブリッド成形システムが広くPRされ、装置化の問い合わせ件数も増加している。

1-2 研究体制

研究開発の実施体制

1-2-1 履行体制図



1-2-2 管理員及び研究員

【事業管理機関】公益財団法人中部科学技術センター

管理員

氏 名	所属・役職	実施内容 (研究項目番号)
天野 賢三	研究開発推進部長	【7】
西沢 一敏	研究開発推進部 担当部長	【7】
高須 容功	研究開発推進部 主任	【7】
土谷 由貴子	研究開発推進部	【7】

【間接補助事業者】

株式会社佐藤鉄工所

氏 名	所属・役職	実施内容 (研究項目番号)
半田 真一	組立製造技術部 成形技術開発主任研究員	【2】【3】【5】【6】
三浦 浩	常務執行役員 S T G営業技術本部長 執行役員	【6】
佐藤 泰弘	執行役員 音羽萩事業所所長 営業技術本部 担当部長	【6】 【3】【4】【5】【6】
大石 正樹	音羽萩事業所 副所長 兼 音羽萩工場 工場長	【3】【6】
池田 龍郎	エンジニアリング室 室長	【2】【3】
齋藤 篤	エンジニアリング室 次長	【3】
大島 恵司	エンジニアリング室 次長	【2】【4】【5】
蟹江 典之	エンジニアリング室 課長	【3】【5】
山本 和洋	製造技術部	【3】【5】
清水 俊宏	製造技術部	【6】
高橋 太	営業技術部 課長	

国立大学法人岐阜大学

氏 名	所属・役職	実施内容 (研究項目番号)
仲井 朝美	工学部機械工学科 複合材料研究センター (兼任) 教授	【1】【5】

国立大学法人京都工芸繊維大学

氏 名	所属・役職	実施内容 (研究項目番号)
大谷 章夫	教育研究基盤機構系 総合教育センター 准教授	【1】【5】

名古屋市工業研究所

氏 名	所属・役職	実施内容 (研究項目番号)

近藤 光一郎	システム技術部 生産システム研究室 研究員	【1】【5】
名倉 あずさ	材料技術部 有機材料研究室 研究員	
西脇 武志	システム技術部 生産システム研究室 主任研究員	

1-2-3 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

（事業管理機関）

公益財団法人中部科学技術センター

（経理担当者） 総務部 主幹 田中 靖久

（業務管理者） 研究開発推進部長 天野 賢三

（間接補助事業者）

株式会社佐藤鉄工所

（経理担当者） 経理部 部長 北原 誠治

（業務管理者） 執行役員 音羽菰事業所所長 営業技術本部 担当部長 佐藤 泰弘

国立大学法人岐阜大学

（経理担当者） 工学部外部資金係 林 加奈

（業務管理者） 工学部長 野々村 修一

国立大学法人京都工芸繊維大学

（経理担当者） 経理課経理係 武末 直樹

（業務管理者） 学長 古山 正雄

名古屋市工業技術研究所

（経理担当者） 総務課 事務係長 廣田 耕治

（業務管理者） 支援総括室主幹（ものづくり基盤技術支援） 山岡 充昌

1-3 成果概要

〔１〕接合部強度の確保

プリプレグ材加熱温度を変化させハイブリッド成形を行った場合の接合部の強度は引張試験の結果、破壊はリブ根元の射出樹脂部分で発生しかつ強度は 40MPa 以上を確認した。

製品成形品において強度目標 400MPa 以上を確認した。

〔２〕加熱技術の開発

加熱ヒーター選定と購入、及び加熱炉製作を経て搬送装置との一体化改造を行なった。この研究テーマは 27 年度で完了したが引続き追加研究を行なった。プリプレグの加熱品質を満足する状態における加熱時間は 41 秒であった。この時間は高速搬送装置を用いたハイブリッド成形において、目標である 1 分以内の成形サイクルタイムを満足できる時間であった。

〔３〕高速搬送装置の開発

加熱後の温度保持が難しいプリプレグ材の搬送に関して把持部とプリプレグ材の接触面積を極力押さえることが可能な搬送の機構を向上させた。プリプレグ材をはじめとする複合材成形には非常に有効な搬送手段であり、加熱後の搬送時間も大幅に短縮するに至った。考案された把持・搬送技術に関して特許出願を行なった（特願 2016-79763）。

目標である 1 分以内の成形サイクルタイムを可能とする改造となった。

〔４〕金型技術の開発

物性予測ソフトである digimat により予測した物性値を用いた構造解析が、ハイブリッド成形品のデザイン評価に有効であると判断でき、そのデータを下に樹脂流動を向上させた金型に改造することができた。

〔５〕成形技術の開発

外観不良に関して、射出圧縮成形の樹脂面では一般的な不良であるウエルドラインが、プリプレグの厚みを通してプリプレグ表面に現れることは想定外であったがハイブリッド成形における射出樹脂材料とプリプレグ材の接合部強度（接合部強度：40Mpa 以上、平板部強度：400Mpa 以上）を確保し、樹脂流動、成形のソリの解析シミュレーションによる成形技術を向上させた。軽量化目標、同等の鉄製品比重量軽減 1/2 に対し現状で 1/3 以下であり、車載化段階では更に機能追加によるデザイン変更で重量増加が予想されるが、その場合でも目標は達成できる。

成形サイクルタイム、1 分以内の目標に対してハイブリッド成形における射出樹脂材料とプリプレグ材の接合部強度（接合部強度：40Mpa 以上、平板部強度：400Mpa 以上）を確保し 1 分以内成形の実現は可能となった。

〔６〕販売促進活動

本事業の知見を取り入れた PR 資料を作成した。この資料を用いた PR 活動および展示会に出展しハイブリッド成形システムの販売促進活動を行った。これらの活動の結果、(株)佐藤鉄工所のハイブリッド成形システムの知名度は上昇し成果を得ることができた。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

株式会社佐藤鉄工所 音羽萩事業所 所長 佐藤 泰弘

T E L 0533-88-3200

F A X 0533-88-6200

E-mail : xyasu.satoh@satoh-gr.co.jp

第2章 本論

〔1〕 接合部強度の確保

〔1－1〕 はじめに

界面の接合特性はプリプレグ材の加熱条件、射出樹脂の温度、圧力、射出速度等の成形条件が影響すると考えられる。そこでハイブリッド成形による EV バッテリーケース構造の要素を取り入れた平板サンプル金型を製作し、その金型を用いてプリプレグ材の加熱条件及び射出樹脂温度を可変してハイブリッド成形を行う。

得られた成形サンプルからプリプレグ材と射出樹脂の接合強度に及ぼす影響について検証し接合部強度確保に必要な設備要件、成形技術を把握することを目的とする。

〔1－2〕 平板サンプル金型導入

接合部強度検証用の金型形状は、アドバイザーと協議を重ね、バッテリーケースの構造を模写縮小した構造を採用しかつ以下の要因を満足する様な形状を決定した。

- ・リブ形状を有し、リブとプリプレグ材の溶着部の接合強度検証が可能なこと
- ・立ち壁とプリプレグ材の一体化の検証が可能なこと
- ・射出肉厚に変化をもたせ比較可能なこと
- ・射出樹脂の流動による影響が検証可能なこと
- ・射出ゲートがテストピース採取を阻害しないこと

導入した平板サンプル金型を図 1.2.1 に示す。



図 1.2.1 平板サンプル金型

〔1－3〕 使用材料の選定

成形に使用する材料のハイブリッド成形への適応性評価項目は強度、加熱後の取扱性、価格とした。強度は材料を幅10mm長さ150mmに切断し試験片とし、引張試験を行い検証した。加熱後の取扱性については（株）佐藤鉄工所の保有技術である、針をシート材料に刺し材料把持を行う針刺しユニットを用いて、加熱後のプリプレグ材の搬送が可能であるか確認した。価格については市販価格を評価の対象とした。表 1.3.1 に評価比較表を示す。

表 1.3.1 CFRTP 材料のハイブリッド成形への適応性評価

材料	強度 [MPa]	取扱性	価格
A	>400	Good	Expensive
B	<400	Good	Middle
C	<400	Good	Middle
D	>400	Bad	Middle/Expensive
E	>400	Bad	Middle/Expensive

〔1－4〕 ハイブリッド成形及び接合部強度の検証

ハイブリッド成形への適応性評価によって選定されたプリプレグ素材候補を用いて試験片の作成を実施した。

ハイブリッド成形はハイブリッド成形装置(VIMO103,(株)佐藤鉄工所製)を使用し、プリプレグ材を加熱した後に平板サンプル金型上にセットし成形を行なった。図 1.4.1 に成形時の様子を示す。



図 1.4.1 ハイブリッド成形機によるサンプル成形

上記試験片採取用サンプル成形品から作成した試験片により接合部強度試験を実施した。
成形条件を変化させながらサンプル採取を行い、接合部強度 40MPa 以上を確認した。

〔2〕 加熱技術の開発

〔2-1〕 はじめに

加熱時間の短縮はハイサイクル成形において重要なテーマであり、プリプレグ材の加熱に最適な熱源を調査・選定し、加熱品質を向上させ加熱時間短縮による省電力化を目的とする。

〔2-2〕 遠赤外線加熱炉の特性

(株)佐藤鉄工所が保有する遠赤外線加熱炉の特性を把握し新たに購入するヒーター選定の比較資料とした。図 2.2.1 に調査を行った遠赤外線加熱炉を示す。



図 2.2.1 保有する遠赤外線加熱炉

図 2.2.2 に調査をおこなった遠赤外線加熱炉のヒータ配置および温度制御ゾーンを示す。

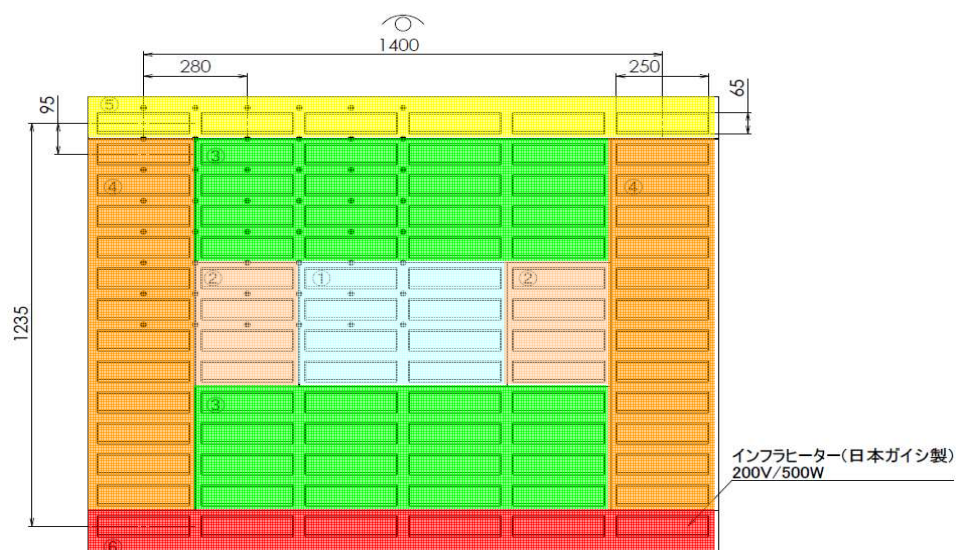


図 2.2.2 遠赤外線加熱炉のゾーン配置

〔2－3〕 新規加熱炉の導入

遠赤外線加熱炉以外にも近赤外線ヒーター、中赤外線ヒーターの情報入手及び検証を実施しハイブリッド成形の高サイクル化に最も効果があると考えられた中波長赤外線ヒーターの採用を決定した。図 2.3.1 に採用を決定した中波長赤外線ヒーターを用いて作成した加熱炉を示す。

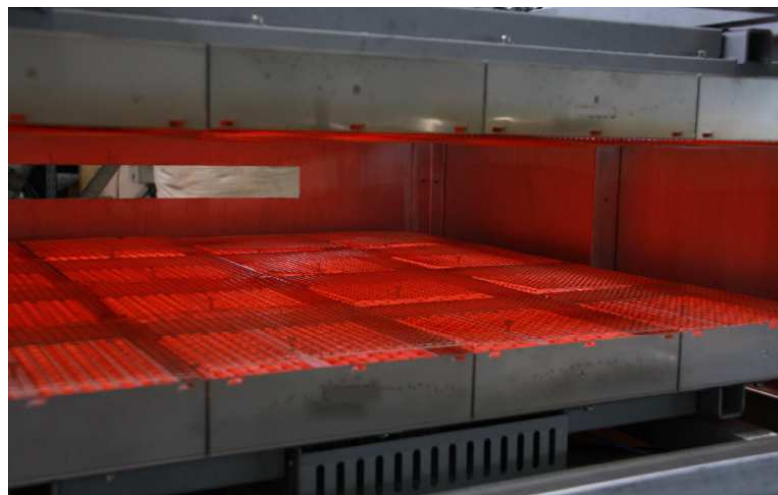


図 2.3.1 中波長赤外線ヒーターを用いた

〔3〕 高速搬送装置の開発

〔3-1〕 はじめに

加熱炉から出たプリプレグ材の品質を維持し、かつ成形サイクルを満足させる把持搬送機構の開発を目的とする。

〔3-2〕 把持搬送に関する従来技術

従来の把持搬送技術は加熱されたプリプレグ材を含む複合材把持搬送を目的とした針刺しユニット（株佐藤鉄工所呼称）による針刺し把持搬送と一般的な基材の搬送を目的とした基材外周を把持し搬送するチャック機構がある。一例として図 3.2.1 に（株）佐藤鉄工所の保有技術、針刺しユニット図を示す。

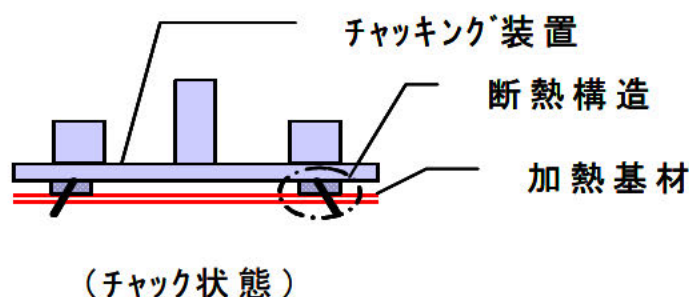


図 3.2.1 針刺しユニット図

〔3-3〕 把持技術検討と新規把持搬送技術採用

従来技術である針刺し把持搬送及びチャック機構による搬送の場合に加えて、プリプレグ材の把持搬送手段として新たな把持方法の検討を行なった。

市販されている把持装置を複数入手し比較検討を実施したが、有効な把持方法は見いだせなかった。しかし各種方法を比較検証したデータはプリプレグ材の温度管理手法及び新機構開発に活かされた。

新機構は加熱されたプリプレグ材の温度を保持し、高速で移送が可能であり、かつ金型への受け渡しが容易でなければならない。サポイン事業 3 年目で把持搬送に有効な機構を開発し、高速搬送装置を開発することができた。この複合材把持搬送技術は特許出願中である（特願 2016-79763）。

〔3-4〕 開発した高速搬送装置による搬送時間の検証

加熱されたプリプレグ材の温度を保持し金型に挿入するために搬送工程を見直した。サポイン事業 1 年目で製作した加熱炉から把持搬送機構による搬送工程時間は約 30 秒であった（図 3.4.1）。

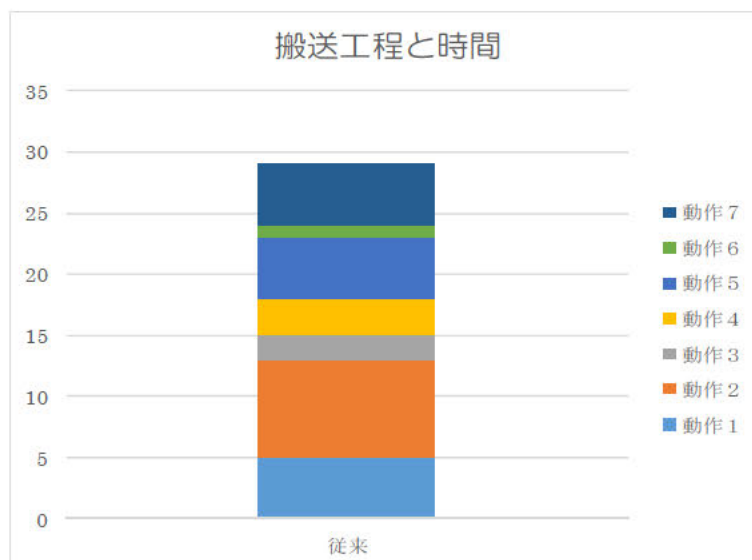


図 3.4.1 搬送工程と時間

成形に与える影響を考慮した結果、更なる搬送時間の短縮が求められたため搬送工程を見直した。これにより搬送機構の改造を行い目標時間達成の目途を立てた。（図 3.4.2）

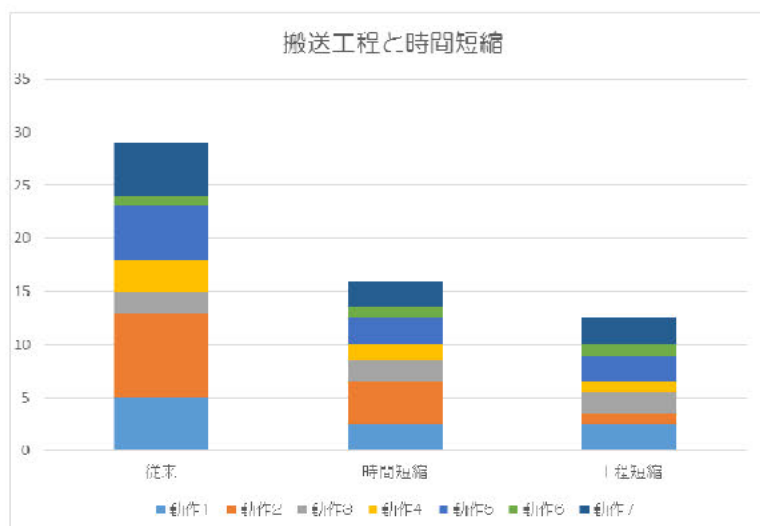


図 3.4.2 搬送工程見直しと時間短縮結果

〔４〕金型技術の開発

〔４－１〕はじめに

金型技術の開発は、入手可能であった市販の鉄製ＥＶバッテリーケースを購入し調査を行い、成形品に必要なデザインおよび強度を考察した。さらにハイブリッド成形は連続繊維強化熱可塑性樹脂材料と不連続繊維強化熱可塑性樹脂材料を使用しているため当初解析の適用が困難であったが、物性値予測ソフトを用いた物性値の妥当性を検証した後に形状を確定した。最終的にプリプレグ材の温度低下や搬送装置との干渉、最適なホットランナー形状を考慮したＥＶバッテリーケース成形用の金型を製作した。

〔４－２〕鉄製ＥＶバッテリーケースの解析

入手可能な鉄製のＥＶバッテリーケースである市販のＥＶバッテリーケース（日産リーフ用）を購入し、ハイブリッド成形によるＥＶバッテリーケース製品のデザインおよび強度の参考とした。 図 4.2.1 に購入した鉄製ＥＶバッテリーケースの写真を示す。



図 4.2.1 鉄製ＥＶバッテリーケース

鉄製ＥＶバッテリーケースの形状を調査し、鉄製ＥＶバッテリーケースの解析用モデルを作成した後に強度解析を行い、ハイブリッド成形によるＥＶバッテリーケースの強度目標設定の参考とした。鉄製ＥＶバッテリーケースの形状調査結果（スケッチ図）を図 4.2.2 に示す。

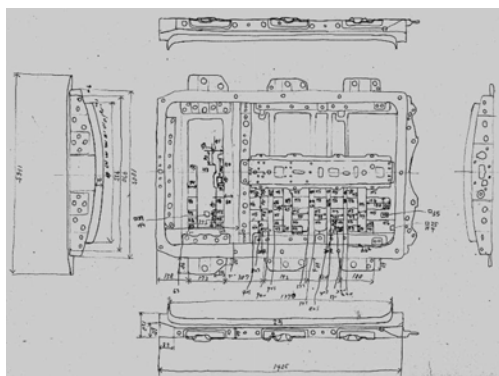


図 4.2.2 鉄製EVバッテリーケースのスケッチ図

鉄製EVバッテリーケースは複数の部品で構成されており、すべての部品を取り入れた解析を行った場合、解析条件の特定や計算に多くの時間が必要になると予測された。そのため解析用の簡易モデルを作成しそのモデルを使用して解析を行った。強度解析はLS-DYNA（LSTC社製）を用いマルチスケール解析を実施した。解析モデルに適応した要素分割仕様を表 4.2.1 に、材料の物性値を表 4.2.2 に示す。また解析条件は表 4.2.3 に示す条件を適応した。図 4.2.3 に示すオレンジ部分を完全拘束とし、図 4.2.4 および図 4.2.5 に示す赤部分に所定の荷重を加えて解析を行った。解析の結果を表 4.2.4 に示す。最大変位は 2.78mm、最大ミーゼス応力は約 30N/mm^2 であった。この解析結果をハイブリッド成形EVバッテリーケースのデザインの参考とした。

表 4.2.1 解析モデル

項目	内容
メッシュタイプ	シェルメッシュ
厚み	厚みごとにシェルメッシュ作成
メッシュサイズ（一般部）	5mm
メッシュサイズ（詳細部）	2.5mm
要素数	102568
節点数	104190

表 4.2.2 材料物性値

項目	内容
材料名	ハイテン
密度	$7.81\text{e-}09$ (ton/mm^3)
ヤング率	203000
ポアソン比	0.33
引張り強度	$865\text{ (N/mm}^2\text{)}$

表 4.2.3 解析条件

項目	内容	備考
解析タイプ	陰解法	
拘束条件 1	対称解析 (1/2)	
拘束条件 2	完全拘束	図 4.2.3 オレンジ部参照
接着	*CONTACT TIED	
板厚	CAD データに準拠	
圧力 1	0.011 (N/mm ²)	面積：260×315 (mm) 荷重：3.8×24×9.8 (N) 設定箇所：図 4.2.4 赤色部参照
圧力 2	0.003 (N/mm ²)	面積：900×315 (mm) 荷重：3.8×24×9.8 (N) 設定箇所：図 4.2.5 赤色部参照

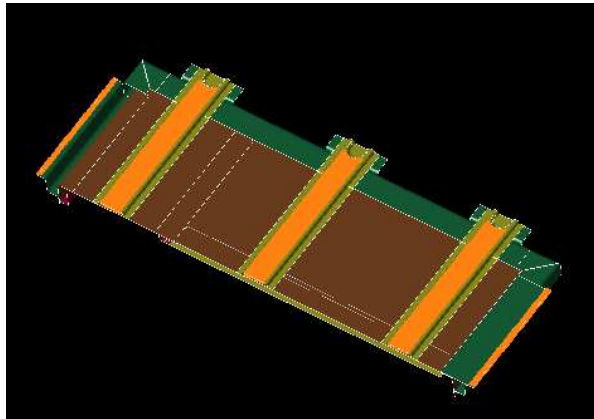


図 4.2.3 解析条件（拘束条件 2）

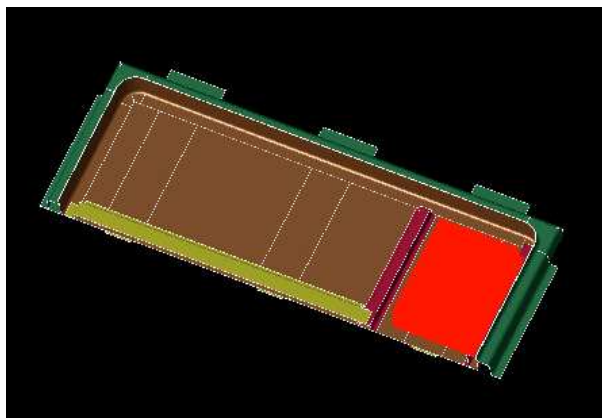


図 4.2.4 解析条件（圧力 1）

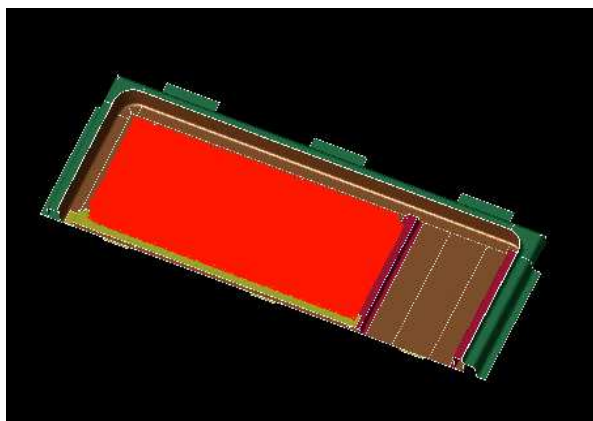


図 4.2.5 解析条件（圧力 2）

表 4.2.4 解析結果

項目	内容	備考
最大変位	-2.78mm	変位分布は図 4.1.6 参照
最大ミーゼス応力	約 30.0 (N/mm ²)	応力分布は図 4.1.7 参照

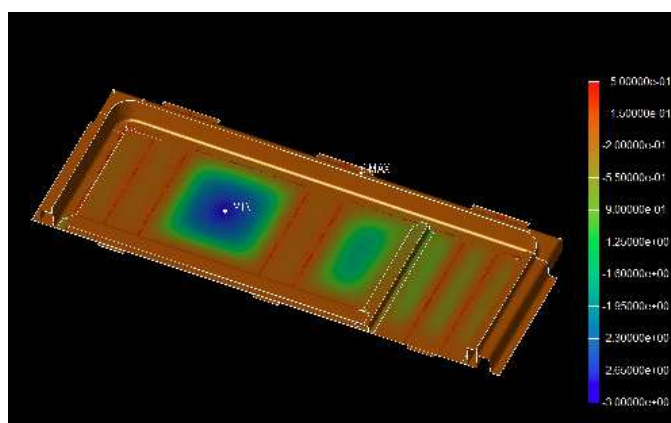


図 4.2.6 解析結果（変位分布）

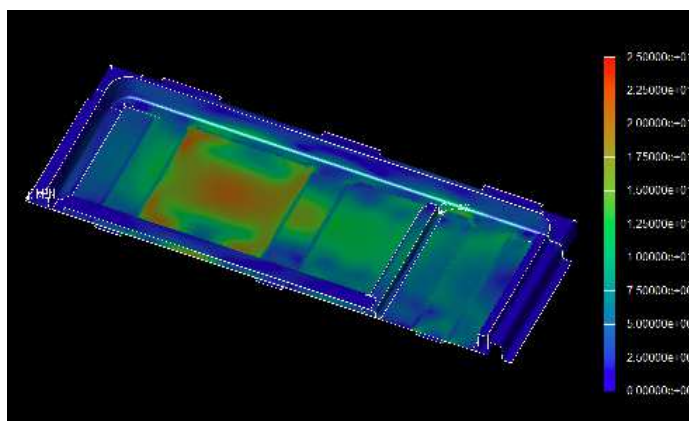


図 4.2.7 解析結果（応力分布）

〔4－3〕 ハイブリッド成形によるEVバッテリーケースデザインの決定

ハイブリッド成形によるEVバッテリーケース形状はアドバイザーと協議して形状案を絞り込んだ。その際バッテリーや制御機器の配置ならびに車体との締結方法も考慮した。またEVバッテリーケースのサイズは、(株)佐藤鉄工所が保有する400トンハイブリッド成形技術開発検討機で成形可能なサイズとした。これは市販の鉄製バッテリーケースと比較して小さくなっている。形状案を元に成形品肉厚、ゲート点数及び配置、フランジ部形状および車体との締結部形状をハイブリッド成形によるEVバッテリーケースの形状決定の要素とした。プリプレグ材の配置を変更したモデルで解析（構造解析、樹脂流動解析、繊維配向解析）を行い、その結果を参考として最終的な形状を決定した。

ハイブリッド成形品は連続繊維で強化されたプリプレグ材と不連続繊維強化樹脂を使用する。プリプレグ材の物性値はカタログや文献等から取得できるが、不連続繊維強化樹脂の場合は繊維の向きが製品の各箇所で変わるため、機械的物性も製品の各箇所において異なる。そのため不連続繊維強化樹脂を用いた場合の成形品の物性値の予測は一般的に難しいとされている。そこで物性予測ソフトであるDigimat（e-Xstream社製）により製品の各箇所における不連続繊維部の物性値を予測し、その予測した値を構造解析に用いハイブリッド成形品の解析を行った。樹脂流動解析から得た結果からDigimatにて構造解析用の物性値を算出した。この数値からS－Sカーブを算出し実測データと比較した結果、精度の良い物性値であることを確認した。

Digimatで算出した構造解析に必要な物性値を用いて、平板サンプル金型の成形品で構造解析の精度検証を実施した。図4.3.1に構造解析の精度検証に使用したモデルを、表4.3.1に解析条件を示す。材料物性値はDigimatで算出した数値を使用し解析を行い、圧力設定部の変形量を算出した。

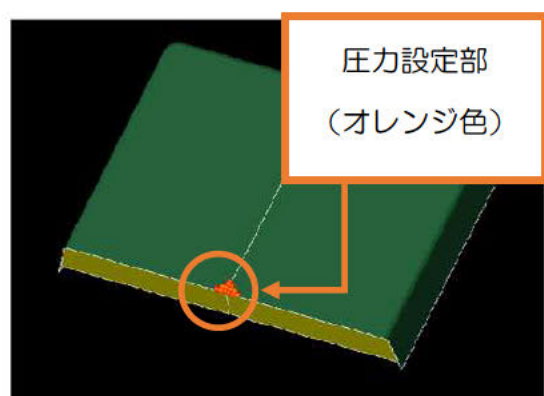


図4.3.1 構造解析精度検証用モデル

表 4.3.1 解析条件

項目	内容
メッシュタイプ	シェルメッシュ
計算手法	陰解法
拘束条件	1/2 対称解析
板厚	CAD データに準拠
圧力	0.83 (N/mm ²)

精度検証は平板サンプル金型の成形品を使用して圧縮試験を行い、実測値と解析で算出した値を比較した。図 4.3.2 に圧縮試験の様子を示す。



図 4.3.2 成形品の圧縮測定

解析と実測の変位量を比較した結果、変位量にほとんど差がなかったことから D i g i m a t で算出した物性値は妥当であると判断した。ハイブリッド成形による EV バッテリーケース製品形状決定過程における製品強度の検証には、D i g i m a t による物性値を用いた構造解析の結果を使用した。ハイブリッド成形品は連続繊維によって強化されたプリプレグ材を使用するが、成形品中のプリプレグ材配置が異なると成形品の機械的特性も変化すると思われる。そこでハイブリッド成形による EV バッテリーケース形状案に対して、複数のプリプレグ材配置による構造解析を行い、プリプレグ材が有効的に作用する配置箇所を検討した。表 4.3.3 に構造解析の結果を示す。変位 1 はバッテリーケース底面の変位を示し、変位 2 は側面の変位を示す。また最大応力は車体との締結を考慮した部位に発生した。

表 4.3.3 構造解析の結果

デザイン案	変位 1 (mm)	変位 2 (mm)	最大応力 (MPa)
1	3.09	4.01	約 19.4
2	2.72	3.11	約 26.0
3	2.51	3.15	約 7.3

この結果よりデザイン案2および3の場合、鉄製EVバッテリーケースと同等程度の変位、最大応力であることが判明した。考案したEVバッテリーケース形状案が妥当であったことから、この形状デザインで金型を製作することに決定した。

ハイブリッド成形においてこれまでの基礎検討の結果、加熱されたプリプレグ材の温度低下によりプリプレグ材と射出樹脂との接合不良、プリプレグ材表面の外観不良が発生することが分かっており、搬送中における加熱されたプリプレグ材の温度保持が重要であった。加熱されたプリプレグ材の温度低下の抑制において金型が対応できる方策は金型の温度を高く設定すれば良い。しかしながら金型を高温に設定することは樹脂の冷却時間が増加し、サイクルタイムの増加に繋がる。そのため本事業の目標とした自動車関連業界が求めるハイサイクル（1分以内）成形の達成が困難になると考えられる。これを改善する手法として金型にヒート&クール機構を盛り込む方法も考えられるが、成形品（金型）が大きいがゆえに膨大な加熱および冷却容量が必要となるため、設備コストも膨大となるため現実的ではない。よって本金型ではより一般的な加圧熱水（MAX120℃）による金型温調方式を採用することとし、金型にプリプレグ材の温度低下を防止する機構を盛り込んだ。また金型ガイドピンや温調用ホースの干渉等、あらゆる付帯機能部が搬送装置と干渉しないよう考慮して金型を設計、製作した。射出樹脂は繊維強化樹脂の使用を前提とするため、ホットランナー部はゲート径を大きく設定し、射出ゲート部での繊維切断を抑える工夫を盛り込んだ。さらに、車体との締結部（取付けボルト用穴）を成形時に同時加工する機構を組み込み、後工程の穴あけ作業をなくした。射出ゲート点数は、(株)佐藤鉄工所保有の400トンハイブリッド成形技術開発検討機での成形を考慮し3点とした。

以上の要素を盛り込んだ金型を製作し、実際に成形することで成形技術の開発を行うこととした。

〔4-4〕 結論

ハイブリッド成形用金型技術の開発において、EVバッテリーケースに必要な機能を有し、かつ必要な強度を保つ形状デザインの検討および解析を行い、以下の結論を得た。

- ・物性予測ソフトであるD i g i m a t で予測した物性値を用いた構造解析は、ハイブリッド成形品のデザイン評価に有効であった。
- ・プリプレグ材の温度低下を防止する機構および最適なホットランナー形状を盛り込んだ金型を製作した。

〔5〕成形技術の開発

〔5－1〕はじめに

製作したEVバッテリーケース金型を用いて試作を行った結果、欠肉やそり変形の不具合が発生した。そのため、欠肉やそり変形のない成形品形状を得るためにCAE解析を行い形状検証し、その結果から金型の改造を行った。改造を行った金型による試作品は欠肉およびそり変形の不具合が改善され、試作品の重量および強度は目標を達成した。さらに本事業で開発した高速搬送装置を用いた成形において、目標であった成形サイクル時間1分以内は達成する目途がたった。

〔5－2〕成形試作、欠肉の発生と対策

製作したEVバッテリーケース金型による成形試作を、(株)佐藤鉄工所保有のハイブリッド成形技術開発検討機にて実施した。成形装置の写真と仕様を図5.2.1に示す。



項目		数値
型締力		400Ton
デーライト		1700mm
型締めストローク		1200mm
型閉速度	高速	500mm/sec
	加圧速	50mm/sec
型開速度	高速	450/sec
	離型速	30mm/sec
理論射出容量		4540cm ³
射出圧力		1280kgf/cm ²
理論射出率		751cm ³ /sec

図 5.2.1 ハイブリッド成形技術開発検討機および仕様



図 5.2.2 欠肉した成形品

試作した成形品を図 5.2.2 に示す。成形品を確認したところ、成形品の壁部にて欠肉が発生していた。成形品の欠肉を解消するため射出樹脂量を増やし成形を行ったが、底面の射出樹脂の肉厚が増大するのみで縦壁の欠肉は解消しなかった。そこでこの欠肉を解消するために樹脂の流動性を増加させることを考え縦壁部の肉厚増加とリブの追加による金型改造を検討した。この改造の妥当性を評価するために流動解析を実施する必要があるが、我々は射出圧縮成形における流動解析が可能なソフトを保有していないため、解析は東レエンジニアリング(株) に委託し 3D T I MONで行い、改造の妥当性を評価した。図 5.2.3 に縦壁部板厚増加前の解析モデル（以下C a s e 1 とする）、図 5.2.4 に縦壁部板厚を増やしかつリブを追加した解析モデル（以下C a s e 2 とする）を示す。図 5.2.5 にC a s e 1 のフルパック直前の圧力コンター図、図 5.2.6 にC a s e 2 のフルパック直前の圧力コンター図を示す。

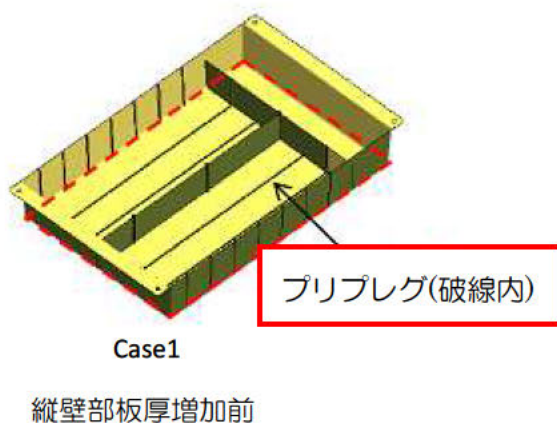


図 5.2.3 縦壁部板厚増加前の解析モデル

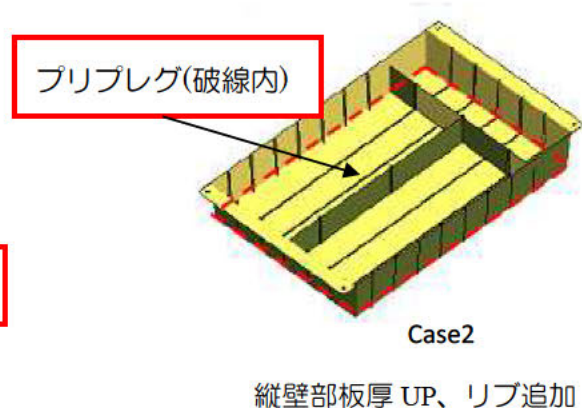


図 5.2.4 縦壁部板厚 UP の解析モデル

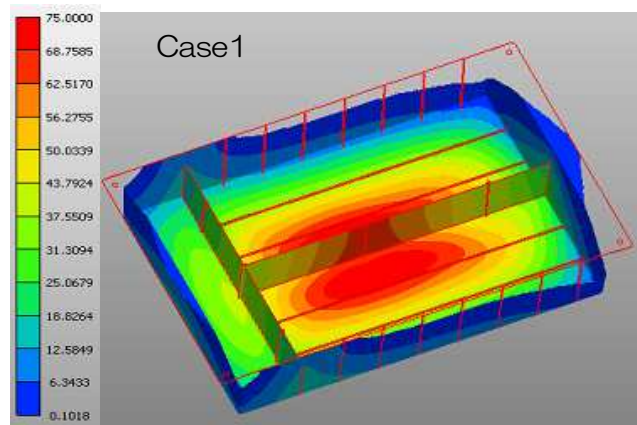


図 5.2.5 縦壁部板厚増加前の圧力コンター図

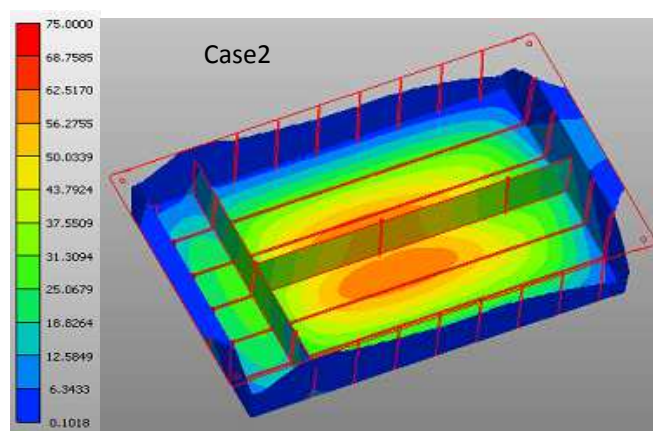


図 5.2.6 縦壁部板厚 UP の圧力コンター図

底面部に発生した圧力はC a s e 1と比較してC a s e 2が低くなっていた。このことより縦壁部の肉厚の増加が樹脂の流動抵抗を低減しその結果、底面部の圧力を減少させたと考えられる。よって縦壁部肉厚をUPする金型改造を行うこととした。リブの追加による樹脂流路を増やしたことによる樹脂の流動性の向上は確認することは出来なかったが、リブの追加により流動性は向上すると考えられたため、リブの追加も改造に取り入れることとした。図 5.2.7 にリブを追加する場所を示す。赤線部がリブを追加する部位であり、すでに入っているリブを延長する形とした。



図 5.2.7 リブ追加部

〔5－3〕 成形試作、そりの発生と対策

図 5.3.1 に成形試作で得た成形品の写真を示す。成形品の縦壁部には樹脂の収縮によるそりが発生していたため、収縮によるそり変形についての評価をCAE解析で行った。CAE解析の結果を図 5.3.2 に示す。解析における縦壁部のそり最大値は21.96mmであり、実際の成形品のそり（12～13mm）と比較して大きかった。



図 5.3.1 成形品縦壁のそり

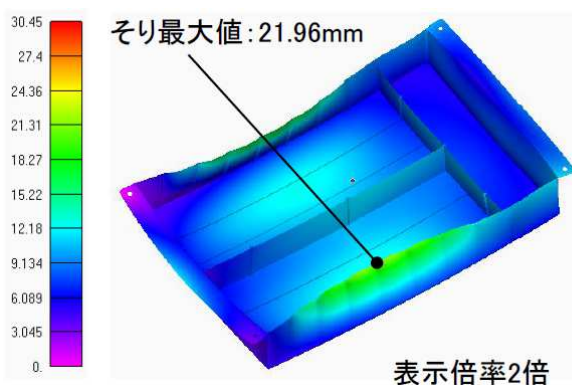


図 5.3.2 解析におけるそり

解析の結果は成形品と同様に製品中央部が大きく内倒れしていることが分かる。また変形の向きも一致していることから形状変更の評価に解析を用いることは妥当と判断した。次に収縮歪とそり変形の関係について評価を行った。収縮歪みは樹脂の比容積に対応し、収縮歪みが大きい程樹脂の収縮量が大きくなり、そり変形も発生しやすいと考えられる。図 5.3.3 にCase 1の収縮歪み、図 5.3.4 にCase 2の収縮歪みを示す。

Case1

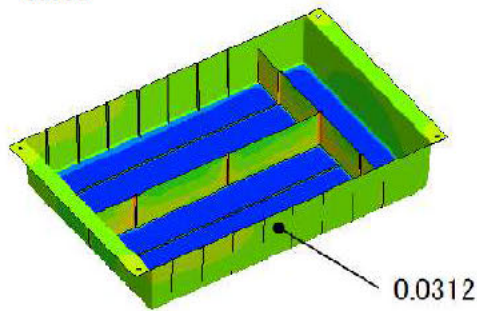


図 5.3.3 Case 1 の収縮歪み

Case2

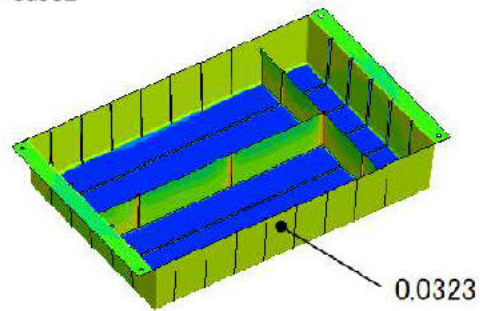


図 5.3.4 Case 2 の収縮歪み

Case 1と比較してCase 2の収縮歪みが若干大きく、縦壁部の厚みを増すと収縮歪みも大きくなることが分かる。これは縦壁部の厚みが増すと樹脂冷却による収縮が大きくなり、そり変形も大きくなった。縦壁部の肉厚増大がそり変形量を増大させることが判明したが、成形品の欠肉を解消することが優先の課題であることから、縦壁部板厚の増加は必須であると考えた。そこで成形品の欠肉量から判断し、最小限の縦壁部肉厚増加にとどめ金型を改造することとし、それに加え樹脂流動を向上させるためさらにリブの数を追加することにした。そり変形の対策として前項で記したリブに加えて従来のリブと直角方向にもリブを追加し、変形の大きい短手方向縦壁面のリブ形状を変更し三角リブとした。長手方向の縦壁の変形が小さい原因は締結用のフランジが設定されていることと予想し、短手側壁面にもフランジ（補強ツバ）を追加した。

〔5－4〕 改造した金型による成形試作

改造した金型を用いて成形試作した結果欠肉は解消できた。縦壁の板厚増加とリブの追加および形状変更による流動性の改善効果はあったと考えられる。成形品のプリプレグ材側の写真を図 5.4.1 に、射出樹脂側の写真を図 5.4.2 に示す。



図 5.4.1 改造後の成形品（プリプレグ材側）



図 5.4.2 改造後の成形品（射出樹脂材側）

またそり変形を改造前後で比較した結果、改造前のそり変形量は12～13mmに比較して改造後は6～7mmに低下し、そり変形についても改善があった。このことから改造で形状変更した短手方向縦壁面の三角リブ、および短手側壁面に追加したフランジ（補強ツバ）の効果があったと考えられる。

〔5－5〕 成形サイクル検討

試作成形における成形サイクルタイムは64.2秒である。この際製品の取出しに関しては、人手で行っているため時間が掛かっている。量産設備においては取出し工程は自動化され、その結果取出し時間は短縮されと考えられる。さらにロボット等による取出しであることから、成形機の型開動作および製品突出し動作にラップさせることが可能である。同様に高速搬送装置についても搬送装置の退出途中から成形機の型閉を始めることによる時間の短縮が可能であり、量産設備においては4.2秒以上のサイクルタイム短縮をすることが可能である。これらの結果および考察によりハイブリッド成形によるEVバッテリーケースの成形サイクルは目標とした1分以内を達成できると想定できる。

〔5－6〕 軽量化効果検討

試作したハイブリッド成形によるEVバッテリーケースの軽量化効果を検討するために、鉄製バッテリーケースと試作したEVバッテリーケースの重量を比較した。その結果を表 5.6.1 に示す。比較した鉄製バッテリーケースは日産リーフのEVバッテリーケースである。

表 5.6.1 重量比較

鉄製EVバッテリーケース		試作品EVバッテリーケース	
サイズ	1500mm × 1000mm	サイズ	680mm × 420mm
面積	15000cm ²	面積	2856cm ²
重量	45.5kg	重量	2516g
重量/面積	3.03g/cm ²	重量/面積	0.88g/cm ²

サイズ、デザインが異なっているが、ハイブリッド成形によるEVバッテリーケースは鉄製EVバッテリーケースと比較して重量/面積比で約70%軽量であり、設定した50%の重量軽減目標を達成した。

〔5－7〕 結論

ハイブリッド成形においてEVバッテリーケースを試作成形することにより下記の結論を得た。

- 初期の試作品における縦壁部の欠肉は射出圧縮流動解析を実施した結果、肉厚を増すことで成形に必要な圧力を減少可能であることがわかった。さらに改造を行った金型での試作において欠肉がない試作品を得ることができた。
- 初期の試作品における縦壁部にそり変形はリブの形状変更、追加およびフランジ（補強ツバ）を追加した結果、変形量が減少した。
- 成形サイクル時間、目標時間60秒以内を実現できる目処が立った。
- 軽量化目標の重量軽減1／2以下に対して、重量/面積比で約70%の軽量化を確認し、軽量化目標は達成した。
- 試作品の強度は切り出した試験片による強度テストにより、接合部強度40MPa以上、平板部強度400MPa以上であることが分かり、試作品の強度目標は達成した。

〔6〕 販売促進活動

〔6－1〕 はじめに

ハイブリッド成形及び加熱・搬送技術をシステムとする装置販売事業化を目指した販売促進活動は以下の項目を実施し、(株)佐藤鉄工所が保有する技術の広報を幅広く行なった。その際従来からの技術とサポイン事業の成果で得た新技術を公開し、市場におけるハイブリッド成形技術の理解度を向上させ、ユーザーによる検討機会を増やすことを目的とした。

- ・ハイブリッド成形工法の PR
- ・ハイブリッド成形品のサンプル展示
- ・システム化による量産対応の PR
- ・顧客に対して従来技術による成形からハイブリッド成形化転換へのヒント提供
- ・顧客特有の成形方案の理解とトライ成形受入れ

〔6－2〕 PR資料の作成

これまでも(株)佐藤鉄工所の技術を PR する資料はあったが、社内においても説明効果が低いのではないかという意見があった。今回の活動をきっかけに(株)佐藤鉄工所が保有する技術並びにハイブリッド成形システムを象徴的に PR する資料作成を実施した。図 6.6.1 に作成した PR 資料を示す。



図 6.6.1 ハイブリッド成形システムPR資料

〔6－3〕 PR活動

PR活動は展示会出展によりPRを主活動方針とした。より効果的にハイブリッド成形システムのPRを行うために、PR活動を行う展示会に来場者数が多く見込まれかつ毎年開催されている「オートモティブワールド・クルマの軽量化技術展」を選択し継続出展した。図 6.3.1 に展示会に出展した際の会場の様子を示す。



図 6.3.1 展示会会場の様子

〔6－4〕 成果及び効果

- PR資料作成活動では、ハイブリッド成形技術ならびにハイブリッド成形システムの理解度を向上させるPR資料を作成した。これらの資料は今後の販売促進活動に活用するため、引続き編集作業を行なっている。
- ハイブリッド成形技術のPR活動として展示会への出展を継続したことにより、(株)佐藤鉄工所のハイブリッド成形システムの知名度および理解度が向上した。展示会をきっかけにしお客様からの問い合わせや引き合いは増加しており、今後事業化の加速が期待できる。

最終章 全体総括

《高度化目標に対する成果》

ア) 構造部材等の耐衝撃性等の高強度・高弾性率化

ハイブリッド成形における射出樹脂材料とプリプレグ材の接合部強度の確保に関し、下記を確認し、目標を達成することができた。

- 接合部強度：40Mpa 以上
- 平板部強度：400Mpa 以上

ウ) 軽量化目標

軽量化目標「同等の鉄製品比重量軽減：1/2」に対し、試作品の重量は 1/3 以下であり目標を達成した。

エ) 複合材料の成形技術の向上

ハイブリッド成形における射出樹脂材料とプリプレグ材の接合部強度目標値 40MPa 以上ならびに平板部強度目標値 400MPa 以上を確保した。さらに樹脂流動、成形のソリの解析シミュレーションにより成形技術を向上した。

ク) 高出力、大容量化、安全性、信頼性の確保、低コスト化

成形サイクル時間目標「1 分以内」に対し、最適な加熱源の選定ならびに高速搬送装置の開発により1分以内の成形が実現可能となった。

《高度化目標のまとめ》

C F R T Pのプレス成形と不連続繊維強化樹脂を用いた射出成形を同一型内でワンステップで成形するハイブリッド成形技術の向上させることで、品質を安定しながら成形サイクル1分以内を実現することが可能な成形システムの開発を行うことができた。この開発の成果として複合材の加熱・搬送技術に関して特許を出願した（特願 2016-79763）。

《サポイン事業の成果》

E Vバッテリーケースを製品形状として成形技術の開発を行った。加熱したC F R T Pを効率よく把持搬送可能である、成形から取り出しまでの成形システムを確立した。開発した加熱・搬送技術は特許出願を行った（特願 2016-79763）。これらの技術は今後の事業展開に有益であり、広報活動を積み重ねることで事業はさらに発展すると考えられる。

