

平成24年度戦略的基盤技術高度化支援事業
「超薄膜導電性材料(CFRP等)を層間ラミネートする
多層ブロー成形技術の開発」

研究開発成果等報告書

平成25年3月

委託者 関東経済産業局

委託先 国立大学法人静岡大学

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・・・・・・・・・・1
- 1-2 研究体制・・・・・・・・・・2
- 1-3 成果概要・・・・・・・・・・5
- 1-4 当該研究開発の連絡窓口・・・・・・・・・・6

第2章 本論

- 2-1 導電性材料の選定・・・・・・・・・・7
- 2-2 導電性材料の開発・・・・・・・・・・10
- 2-3 多層ブロー成形品の量産化への検討・・・・・・・・・・13

最終章 全体総括

- 3-1 研究開発成果・・・・・・・・・・16
- 3-2 今年度の実施状況・・・・・・・・・・17
- 3-3 これまでの経緯・川下メーカーへの調査PR・・・・・・・・・・18
- 3-4 今年度実施課題・今後の取り組み・・・・・・・・・・19

- 付録 用語集・・・・・・・・・・20

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) 研究の目的

自動車産業では、燃費効率向上による環境対策が喫緊の課題となっており、本研究開発はその解決の一助となる研究開発である。車の燃費効率は車両重量と密接に関連しており、今後、EV・HEVの普及が加速することで素材変更による軽量化ニーズは更に強まる傾向にある。中でも、耐衝撃性と電磁波シールド性を有するプラスチック成形品の供給が望まれている。

本研究開発では、多層ブロー成形技術を高度化し中間層に導電性材料を用いた多層成形により、電磁波シールド性、耐衝撃のある金属比 40%~60%軽量化されたバッテリーケースを開発する。

(2) 研究の概要

本研究開発では、自動車産業でCO₂排出量削減のため更なる軽量化が求められている点に着目し、その実現を目指すことにある。金属をプラスチックに代替することは大幅な軽量化が実現されるが、一方で金属固有の特性をプラスチック成形品に付加させることが必要となる。また、車の動力源がガソリン→HEV→EVと進化している。それに伴いバッテリーに要求される高出力・持続性能（1回の充電で走行距離を伸ばす）等は大きな課題である。

次世代自動車は、モーター技術の進展に伴い複数のバッテリーユニットを収納する仕様となるが、現行のバッテリー収納部は、ほとんどがプレス加工やアルミダイカスト製の金属でできている。この金属が用いられる理由は、耐衝撃性と電磁波シールド性を有しているところに拠るところが大きい。そこでプラスチック化しても、これらの特性を損なわず軽量化できるバッテリーケースが必要となる。軽量化を実現するためには、金属から樹脂に材質を変更することで可能となるが、耐衝撃性と導電性がネックとなる。樹脂による軽量化は従来のプラスチック成形では不可能となっていた金属の有する電磁波シールド性と耐衝撃性の両立を可能にすることが求められる。この特性を満足するために多層ブロー成形技術を高度化し、薄膜導電性材料(CFRP等)を層間ラミネートする製法を実現する。平成23年度は、ブロー成形可能な導電性材料の絞込みを実施したが、それらを基にして更に新グレードの調査と性能評価を行う。自動車を始め日常生活に欠かせない電気機器はその制御にかかわる緻密な電子制御を行い本体機器のコントロールを行っている。これらの電子制御機器は当然制御に関し正確な信号のやり取りが求められる。また電子機器は特に外部からのノイズ等による誤動作を防ぐべく電磁波シールド性が必要とされる。昨年度にシールド材として候補に上げた原料は延展性がなく単体ではブロー成形性が難しい。従来は目的とするブロー成形材を成形容易度から熱可塑性とし更にシールド性能を有した原料を候補とした。成形設備としても一般ブロー成形では条件設定に限界があり、安定したパリソンを得ることが難しい。そこで、更なる新規シールド原料の選定とその成形性評価が必要となる。製品のターゲットとしてバッテリーケースを想定している。このバッテリーケースは、当初の計画通り多層ブロー成形で作る様に進める。その意味で今年度も引き続き原料の選定と開発を実施する。多層ブロー成形は外層・中間層・内層でそれぞれ異なった原料の成形が可能である。成形性で捉えると表面層の絶縁性、中間層の電磁波シールド性・内層で強度を補う等の組合せ構成が基本となる。確認のポイントは内面層の導電材およびその前後に使用されるベース材料の種類・成形性の評価が主となる。導電材として安定したパリソンを得ることが課題となるが原料メーカーともタイアップし、それらを基に生産性・シールド性能等の解析を行い、導電性を有した多層ブロー成形によ

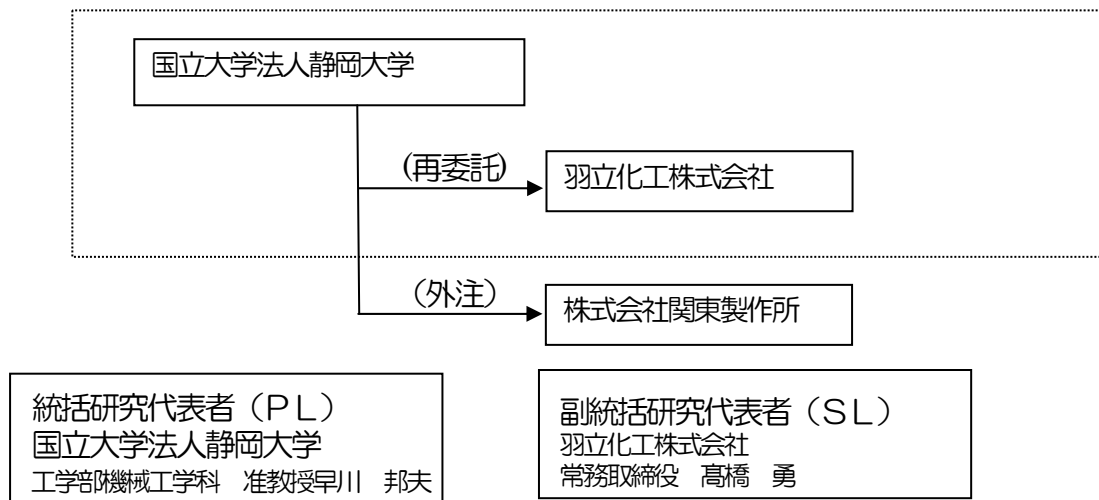
るバッテリーケースの製品化の検討を行う。

具体的には、多層ブロー成形によりCFRP等の導電性材料を樹脂層に薄肉ラミネートし導電性を確保するとともに、他の樹脂層には高剛性原料を用いる。多層樹脂は3～6種の材料層で構成し、導電材層、(接着層)、ベース材層、リサイクル層と、それぞれの材料の特性を損なうことなくバッテリー収納容器を作ることができる。また、多層ブロー成形化により導電材比率を最小限に抑えることにより低コスト化が可能となり、必要強度をもち現行品に比べ大幅な軽量化が実現でき、多層ブロー成形の高度化により上述の特性を有した製品の量産化と生産技術を確立する。

製品化の検討としてWブロー(二重壁ブロー成形)金型を製作しその評価を行う。多層成形機の容量により金型サイズが制約されるが、より具体的な製品に近い製品になるよう金型構造・仕様を決める。パリソン寸法も現有品のダイノズルよりワンランクアップしたφ250のものを新たに製作し、量産化への課題となる製品冷却効率を上げ短い冷却時間でも安定した成形品を得るべく、型内冷却(冷却エア吹き込み)の効果確認も行い、製品の品質面の検証として、多層パリソンの安定性とピンチオフ部の融着強度及び導電材のシールド性能等の測定を実施し、多層ブローヘッドで導電性材料の最適成形条件の確立を目指す。

1-2.研究体制

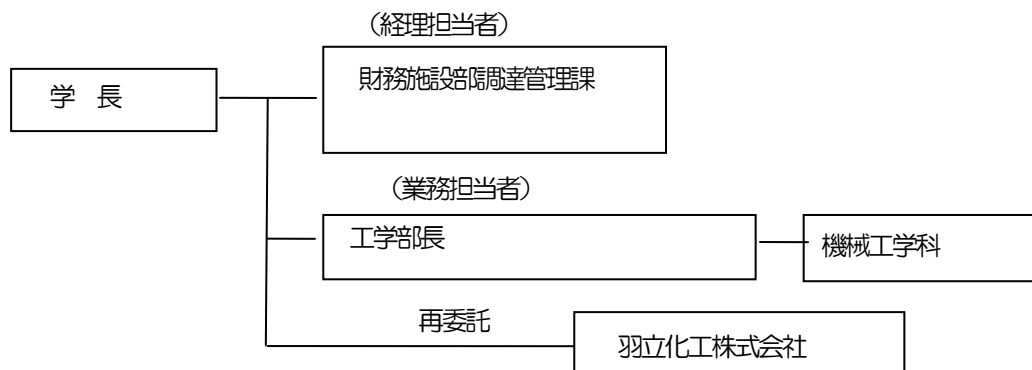
(1) 研究組織(全体)



(2) 管理体制

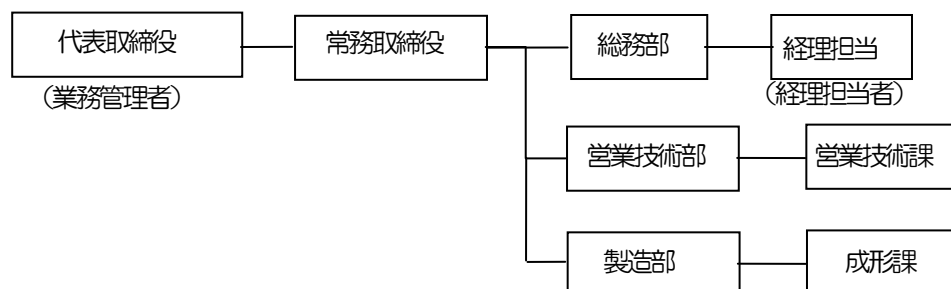
①事業管理機関

国立大学法人静岡大学



②再委託先

[羽立化工株式会社]



(3) 管理員及び研究員

【事業管理機関】 国立大学法人静岡大学

① 管理員

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
早川 邦夫	工学部機械工学科准教授	③
牧澤 久光	工学部特任事務職員	③

② 研究員

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
早川 邦夫(再)	工学部機械工学科 准教授	①②
矢代 茂樹	工学部機械工学科 准教授	①②
中村 保	工学部機械工学科 特任教授	①②

【再委託先】

(研究員)

羽立化工株式会社

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
高橋 勇	常務取締役 営業技術部部長	①②
中谷 公彦	営業技術部 次長	①②
白井 宏忠	営業技術部 営業技術課長	①②
沼澤 修司	営業技術部 営業技術係長	①②
横山 雅学	営業技術部 営業技術係長	①②
津田 光雄	営業技術部	①②
山本 順也	製造部 成形課 係長	①②
木本 勝展	製造部 成形課 係長	①②
黒田 和義	製造部 成形課 係長	①②

(4) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理機関)

国立大学法人静岡大学

(経理担当者) 財務施設部 調達管理課長 村松 祐

(業務管理者) 工学部機械工学科准教授 早川 邦夫

工学部特任事務職員 牧澤 久光

(再委託先)

羽立化工株式会社

(経理担当者) 総務部課長 山本 英明

(業務管理者) 代表取締役 中村 哲也

(5) 他からの指導・協力者

研究開発推進委員会 委員

氏名	所属・役職	備考
早川 邦夫	静岡大学 工学部機械工学科 准教授	PL
高橋 勇	羽立化工株式会社 常務取締役	SL
中谷 公彦	羽立化工株式会社 営業技術部次長	
白井 宏忠	羽立化工株式会社 営業技術部課長	
矢代 茂樹	静岡大学 工学部機械工学科 准教授	
中村 保	静岡大学 工学部機械工学科 特任教授	
中村 穰治	株式会社ベンチャーラボ東海支社 支社長	
高井 三男	株式会社キャップ 代表取締役	アドバイザー
溝口 健太	ゴムノイナキ株式会社 技術1課課長	アドバイザー

1-3 成果概要

◆24年度は主に下記の項目を実施内容で計画し、それぞれ以下の成果が得られた。

実施内容

① 導電性材料の選定・開発（実施：羽立化工株式会社、国立大学法人静岡大学）

①-1 導電性材料の選定

平成23年度は、導電材としてCFRP及び超微粉カーボン・SUS等の選定を実施し、これらの材料を多層ブロー成形するためには各層の比率の安定性・条件設定等の課題を検証を実施。希釈材に流動性が良く、多層ブロー成形に適した導電材の選定を行った。

①-2 導電性材料の開発

導電性原料候補は既に市販されているグレードから選定しているが、これらはほとんど射出成形用であるため、ブロー成形に適した汎用樹脂をベースにした導電材を原料メーカーと協力して開発した。主は電磁波シールドを改善すべく磁界シールド性についての原料を試作した。

②多層ブロー成形品の量産化への検討（実施：羽立化工株式会社、国立大学法人静岡大学）

②-1 Wブロー（二重壁ブロー成形）成形金型の製作

製品化検討としてブロー成形金型を製作した。目標とするバッテリーケースの仕様・大きさ等を調査し、成形品が具体的な形状に沿ったものとなるようにすることで寸法を検討したが、多層ブロー成形機的能力（大きさ）に見合う外形寸法に決めた。多層成形機用の新作ダイノズルは作らず既存保有最大サイズのφ250の大きさとした。基本形状は箱型で設計した。

②-2 生産性の検証

多層ブロー成形は連続押出成形となるため、製品の冷却時間が長くできないため、成形工程で冷却時間の短縮が必要となる。量産化への課題となる製品冷却効率を上げ短い時間で冷却でき安定した成形品を得るべく、型内冷却（冷却エア吹き込み）の効果を検証した。

②-3 品質確認

製品の品質面の検証として、多層パリソンの安定性・ピンチオフ部の融着強度・導電材のシールド性能等の測定を実施した。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

(1) 事業管理機関

名称：国立大学法人静岡大学

住所：〒432-8561 静岡県浜松市中区城北3丁目5番1号

連絡担当者： 牧澤 久光

電話：053-478-1757、 FAX:053-478-1005

E-mail: ttoyaiz@ipc.shizuoka.ac.jp

(2) 総括研究代表者

名称：国立大学法人静岡大学

住所：〒432-8561 静岡県浜松市中区城北3丁目5番1号

連絡担当者： 早川 邦夫

電話：053-478-1607、 FAX:053-478-1043

E-mail: tmkhaya@ipc.shizuoka.ac.jp

(3) 総括研究代表者

名称：羽立化工株式会社

住所：〒431-0421 静岡県湖西市新所4494-30

連絡担当者： 高橋 勇

電話：053-578-2611、 FAX:053-578-1304

E-mail: itakahashi@hatachi.co.jp

第2章 本論

2-1 導電性材料の選定

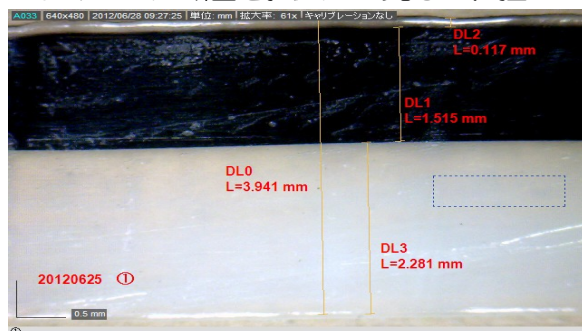
今年度は多層ブロー成形機を主使用しに導電材の成形性及びシールド性の評価を行った。その中で導電材としての絞り込み(選定)及び新原料の開発を試みた。年度初めは以前製作してある電磁波ボード金型を使用し多層成形トライを実施した。

◆トライ内容

- ・使用金型・・電磁波ボード1 (大きい金型)
- ・ダイノズル径 Φ200
- ・層構成・・PP 材、導電材、PP 材、PP 材 (PP 材はナチュラル)
- ・原料・・導電材とPP (流動性の良いPP) を事前に1 : 1 に混合。
- ・ベース材 (PP) ・導電材超微粉カーボンを使用し全体厚みを変えたサンプル取りを実施した。

◆トライ状況

- ・多層表面は PP ナチュラル材の構成だが見た目は黒色で導電層との層違いが分かりにくい(外層の厚みが薄い為)
- ・スライスした断面を拡大して見ると、狙いとした導電層は形成されていた。・下図

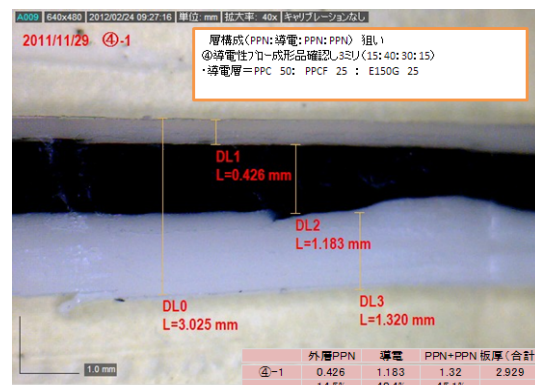
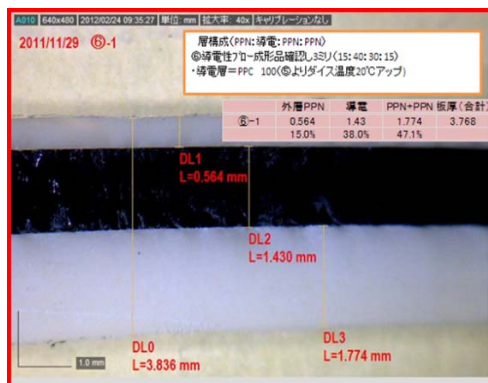


外層(表皮) ナチュラル層
約 0.1 mm の厚さ。
全体厚さ 3.9 mm

<選定項目>

- 1) 成形性・・・賦形性・パリソン伸び性・外観(パリソン・成形品)・単ブロー成形
- 2) 炭素含有率・・単位面積あたりの炭素量
- 3) シールド性・・電磁波シールド
- 4) 加工性・・・成形品の後加工性及びリサイクル性。

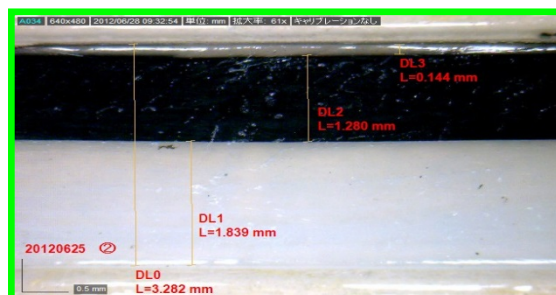
結果・・総合評価で、【 超微粉カーボン 】に決定した、



成形性確認用の形状
 ＊中央部の四面部をシールド測定に使用。



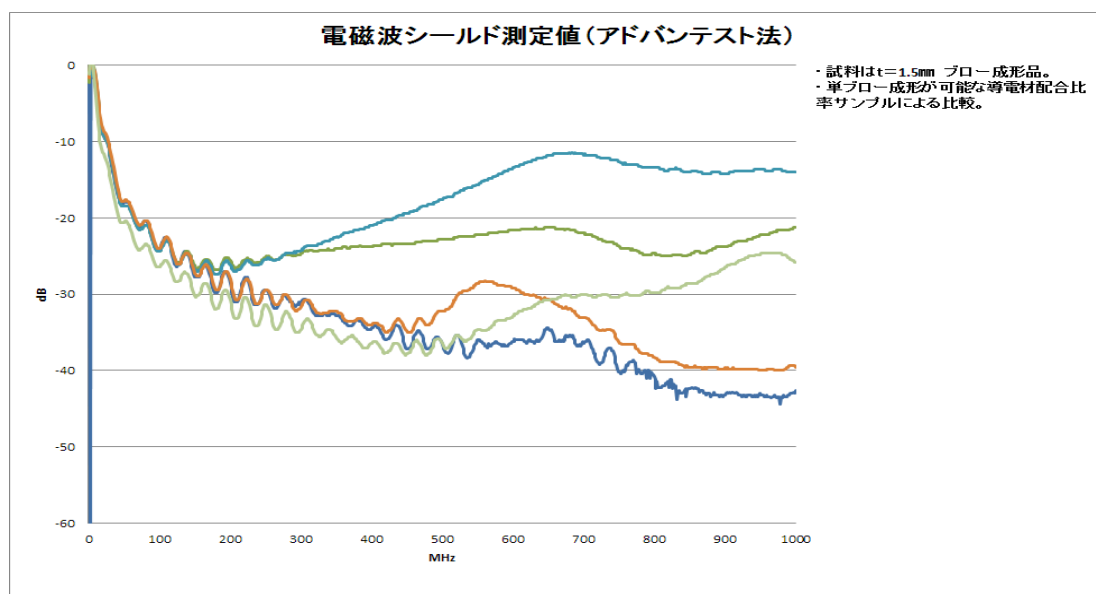
多層断面



- ・導電材原料：超微粉カーボン
- ・層構成
 - ・内層 (A層) ---汎用PP
 - ・中内層 (E層) ---汎用PP
 - ・中外層 (D層) ---導電性材料+汎用PP
 - ・外層 (B層) ---汎用PP

＊導電材の種類別電磁波シールド測定結果

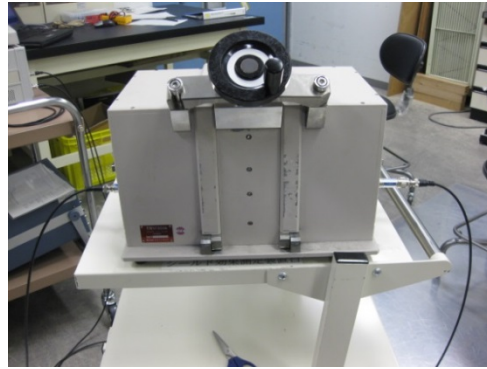
超微粉カーボン・SUS・CF等の電磁波シールドを測定・アドバンテスト法



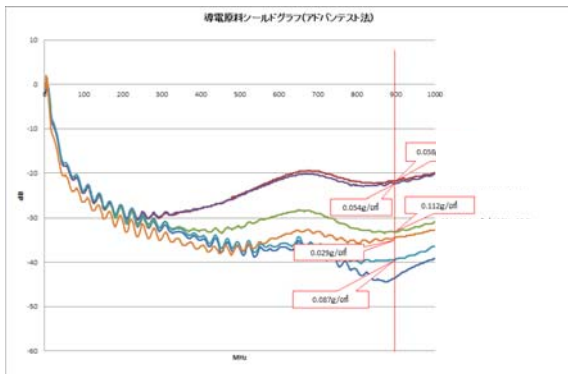
測定はアドバンテストを基本としその後KEC法でも実施した。
 アドバンテスト法の結果により電磁波シールド性に効果ある原料は、超微粉カーボン、CF40 (CF)、SP50 (SUS) に絞られた。成形性やコストより超微粉カーボンをに絞り込み成形トライ、シールド測定を実施した。
 シールド性の評価として単位面積当たりの炭素含有率を計算で求め、一つの指針とした。

●電磁波シールド試験・候補材・試作品のシールド測定方法
測定方法の調査

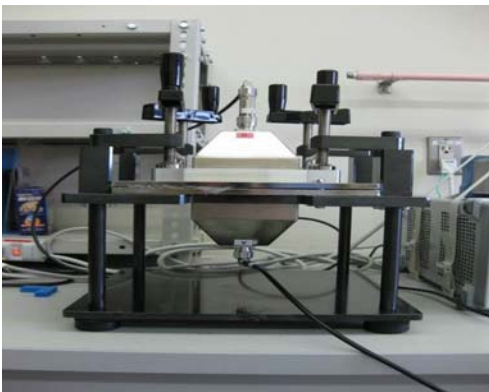
・現在、電磁波シールドの代表的な方法はアドバンテスト法とKEC法の2種類。
＜アドバンテスト法＞



*アドバンテスト測定例 (測定値と炭素含有量)



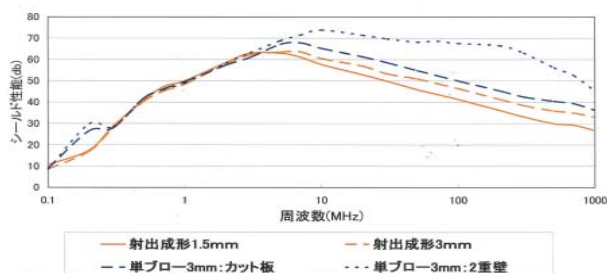
＜KEC法＞ 測定装置と測定例



*ワーク(成形品)の形状違い及び積み重ねによるシールド性測定結果

単プロー製品電界シールド性能

製品形状による導電カーボンの効果



Confidential & Proprietary Informa

2-2 導電性材料の開発

・新素材の材料選定と評価

●PE ベースの導電性材料の選定を行い評価した。

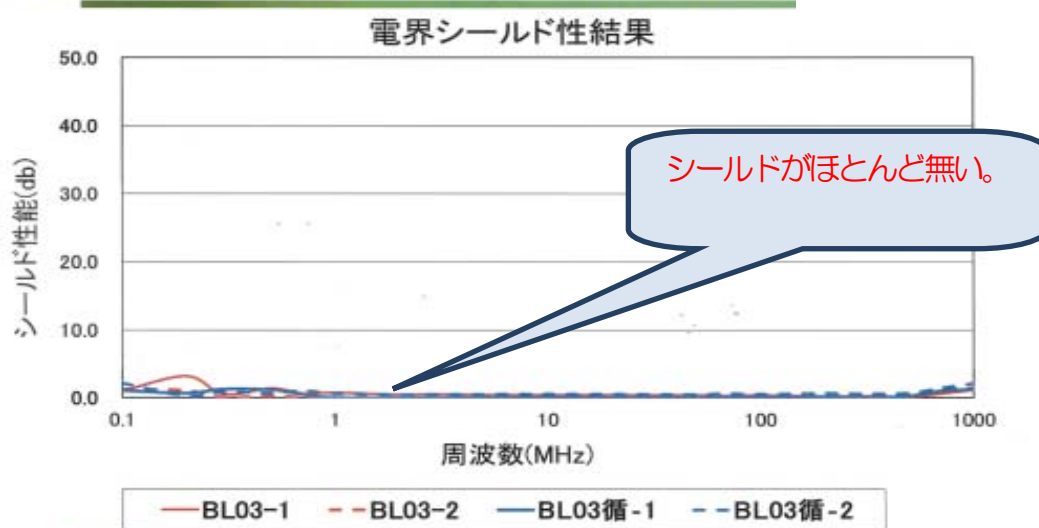
一般的な使用用途の広いPE をベースにした導電性材料を選定しトライを実施。多層ブローの外層～内層までを導電材に合わせPE ベースで成形トライを実施しその成形性とシールド性を測定した。

(結果)

- ・成形性は問題なくブロー成形は特に問題なかった。⇒多層成形は可能であった。
- ・電磁波シールド性は僅かしかないので、このPE 原料の採用は難しいと判断した。
- ・PE ベース材は他の候補材があれば再確認するが、当面PP 原料にて評価を進める。

<PE(ポリエチレン)ベースの導電材シールド性>

PEベース導電材料の電界シールド性能



Confidential & Proprietary Information

●電磁波の「磁界」のシールド性がある材料の選定と評価を行った。

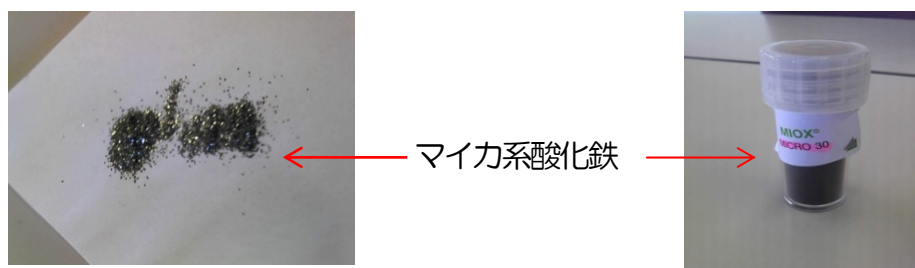
これまで電磁波の「電界」シールドに対応する導電性素材はいくつか候補が挙げられているが「磁界」のシールドについては進んでいない。電磁波の磁界にも効果あると考えられる金属系の導電材について選定し試作・測定を実施。

シールド性には『電界』と『磁界』があり、導電材としての性能で『磁界』シールド性をもつ原料の成形性と特性を確認した。

*ベース材に金属系の導電素材を使用した原料として、マイカ系酸化鉄を選定。

選定した酸化鉄の粉末は鱗片状である為、粒状と違い単体で面をもっている。

そのシールド効果に期待し新たに原料をコンパウンドした。



*もう1種はALフレーク材を選定。

添加量はそれぞれ20%wt% 混合したPP材でテストした。



(結果)

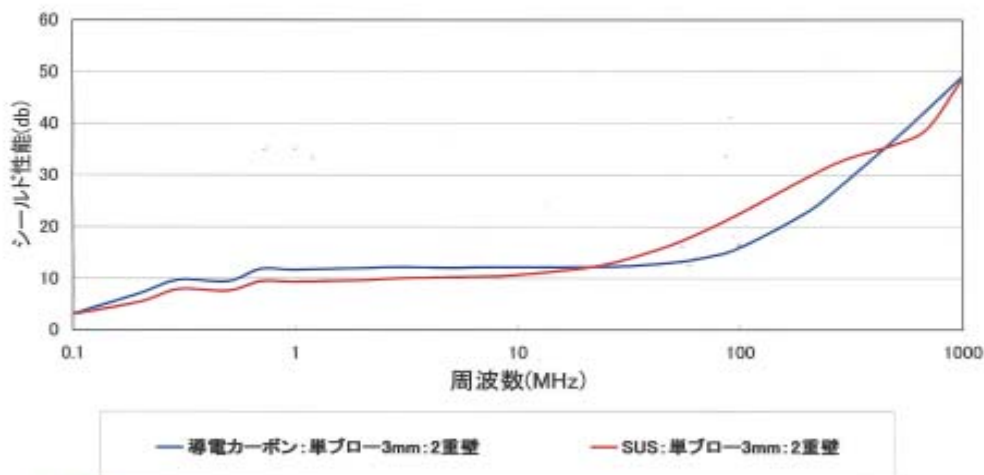
- ・作製した原料サンプルの成形品は2種類とも「磁界」のシールド性の効果はでなかった。
- ・今後、磁性を持つ金属について添加材として使用できるかブロー成形できるか調査・検討を行う。

磁界測定1

<新導電材・酸化鉄及びアルミフレーク材の磁界シールド性>

磁界波シールド効果

導電材料種(20wt%)による磁界波シールドの効果



●酸化鉄：電気抵抗が無いことより導電性は見られず、電界/磁界とも電磁波シールド性は効果が見られなかった。

●アルミフレーク：電気抵抗より導電性はあるものの、電界には若干のシールド効果を示すのみで期待した磁界にはシールド効果なし。

他の金属系導電材料について今後も調査必要。

◎磁性のある金属系の添加素材を使用した原料の開発が必要である。

●導電性材料の特性評価と改善

炭素含有量と電磁波シールド値の関連性を確認した。

単位面積当たりの炭素含有量と電磁波シールド値の相関を調べた。

＜炭素含有量の計算＞

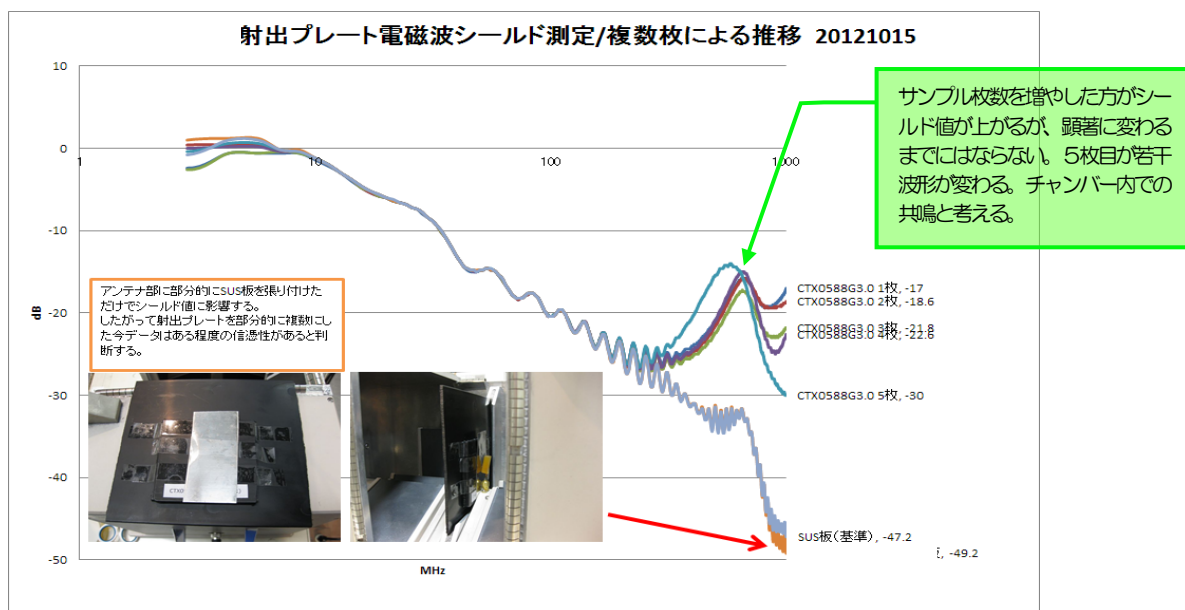
選定導電材・超微粉カーボン ⇒ 原料原単位の炭素含有量 = 0.2 g/cm^3

例：射出成形プレート t=3 mm

$0.2 \text{ g/cm}^3 \times 100 - 0\% / 100 \times 3 / 10 \text{ cm} = 0.06 \text{ g/cm}^2$

＜アドバンテスト法によるプレートサンプル枚数と電磁波シールド値のグラフ＞

・サンプル枚数によるシールド値の明確な変化は見られない。



●多層成形性向上の為、導電材希釈材料を変更(改善)した。

導電性原料の延展性を向上させるために、今までのブロー成形グレードの汎用PPからMFRの高い射出成形グレードの汎用PPに変更し成形性を確認した。

(結果)

・延展性が向上し希釈量が軽減 (50%→5~10%) したため多層成形の導電層に於ける単位面積当たりの炭素含有量が増加した。

・成形性が向上する事により導電層の層厚を上げる (40%→70%) ことも可能となり成形条件の幅が広がりシールド性も向上した。今後は導電材の希釈材は射出グレードのPPを使用することとした。

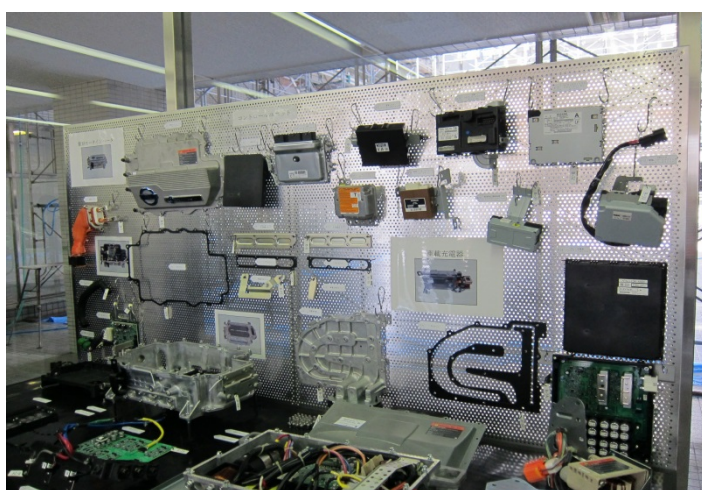
2-3 多層ブロー成形品の量産化への検討

金型設計・製作に当たり現行の車等のバッテリーを調査した

・バッテリー現物（車輦搭載品）を確認



電気自動車



分解パーツ展示品
(現物確認)

電動バイク（リチウムバッテリー使用）



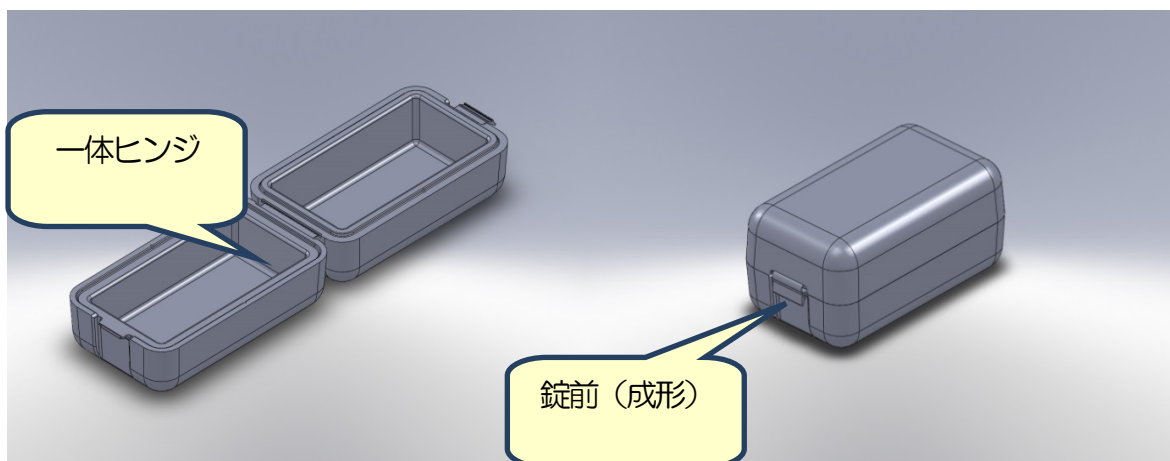
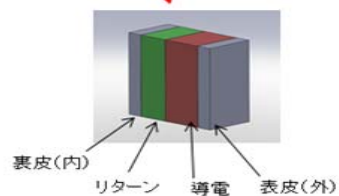
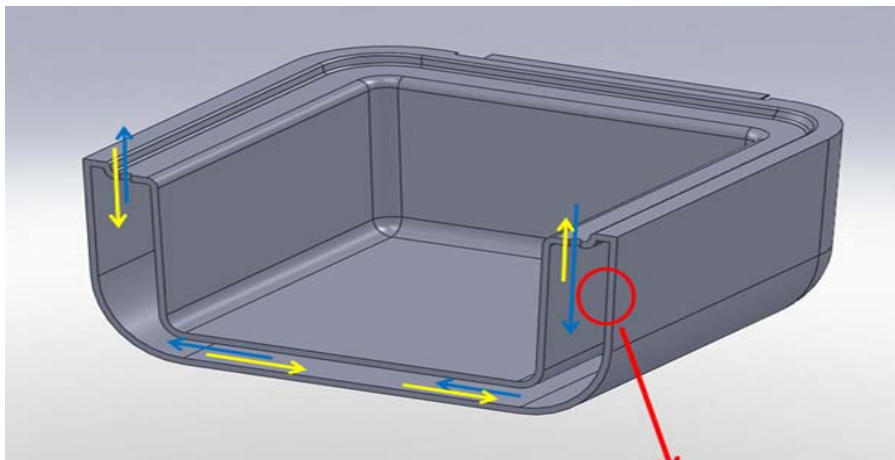
車・バイク等の資料と車バッテリーの現物を確認検討したが、ケース金型をバッテリーパック向け狙いたいのが現行品の搭載されているパックの寸法は大きく当社で保有の多層ブロー成形機では対応できない。
また、バッテリーのそれぞれの構成部品として単体のケースも検討したが、製作する金型のものが製品化されることではないので、数種類の形状デザイン案を出し、最終的にシンプルな単純形状の箱型に決定した。

電磁波ケースとして新たなブロー成形金型を検討し設計・製作した。

特徴： 二重壁構造・・・内壁・外壁で構成され中空部を有する。

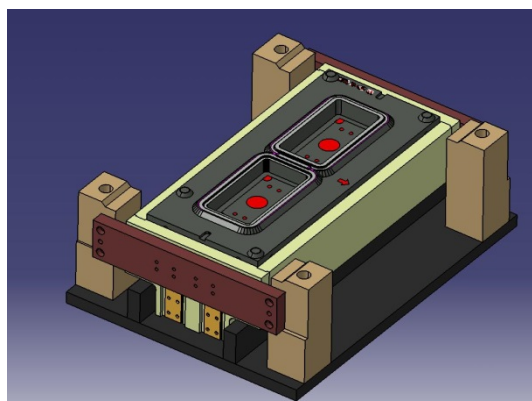
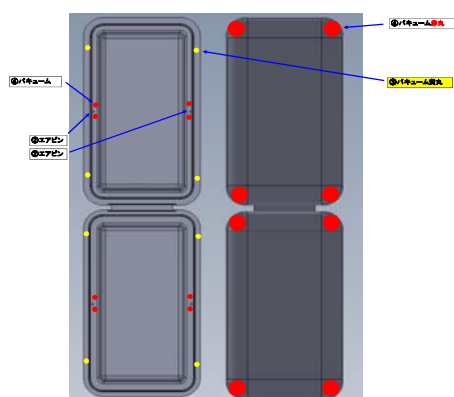
その他・・・ 各壁面樹脂が多層になりシールド効果がある。

エア吹き込みを2回路とし、循環冷却を可能とした。



(成果)

- ・ バッテリー形状・使用例を調査してデザイン検討。一体ヒンジ型のデザインに決め金型を製作した。
- ・ 成形トライを実施して金型不具合を確認・修正し、電磁波ケース金型を完成させた。



二重ブロー成形金型を使用して成形性の確認を実施。
＜成形品の状態＞

成形品全体外観



外周バリ切抜き後



外周バリ



仕上がり品



後加工性の確認



バリ仕上げ前



バリ仕上げ後



最終章 全体総括

3-1 研究開発成果

●多層機の押出し部及びヘッド部の開発

多層ブロー成形で導電性材料を成形するにあたり、既存の4種6層の多層ブローヘッドをもとに樹脂流路設計と押出機の構成を検討した。電磁波シールド効果を持つブロー成形の製品を作るには層構成は4層の構造で対応できるため、基本仕様を3種4層ヘッドにて構造を考えた。また電磁波シールド効果を幅広くコントロール出来るように導電層の押出し比率をアップしたヘッドで検討を進めた。

●冷却システムの開発

多層ブロー成形では、樹脂の押出しが連続になる為、所定の成形サイクル内で成形品の品質に影響を及ぼさない製品冷却が必要となる。肉厚バランス・外観性等の関連があり、金型温度と冷却時間の状況を確認し装置の必要性を再確認した

●多層パリソンの安定性の評価

導電材に超微粉カーボンを選定し、評価用金型として電磁波ケース金型を新作して多層ブロー成形の状態を確認した。

多層パリソンとしての評価は、希釈材に高流動性の原料を使用することによりパリソン及び層比が比較安定した条件設定ができた。

ピンチオフ部（パリソン射出時にパリソンピンチでパリソンを挟む。その部分）の融着性は一般樹脂に比べ、悪い。内層部の温度条件調整とピンチバーの押さえ力を改善する事と連続生産時の見極めが必要。

●成形品のシールド測定と単位面積当たりの炭素含有量によるシールド性能の確認を実施

ブロー成形品でも炭素含有量が高いほどシールド性が良い結果が得られた。電磁波シールド値は目標の-60dBには届かず、炭素含有量も目標値である0.18 g/cm³に対してトライ品は0.008~0.03 g/cm³と低い値であった。シールド性を向上させるには、いかに単位面積当たりの炭素含有量を増加させるかがポイントである。

KEC法では炭素含有量増加と電磁波シールド値上昇が一致していることが確認でき、今後の成形条件や評価の基準とする。

●新規に設計・製作した電磁波ケースでの電磁波シールド測定方法の検討と測定

電磁波ケースは、KEC法・アドバンス法では成形品の大きさが大きくそのままでは測定器にセットできない。このため、ケース内部に発信機を入れその漏れ量を測定することとした。

3m法による電波暗室で電磁波測定を行った。具体的には矩形波発信器を電磁波ケースに収納し、その電磁波の漏れ量を測定した。測定サンプルと測定データが少ない為、今後は条件を変えた成形品でシールド効果の方法を検討しシールド値（漏れ）測定法を確立する。

測定場所：浜松工業技術支援センター

電磁波測定方法：3メートル法による電磁波測定。水平アンテナ/垂直アンテナの2種類電波暗室3M法による測定で電磁波ケースに収納した発信機からの漏れ電波は、導電層比が70%のものからはほとんど見られなかった。金属製のSUSケースには及ばないが電磁波を防ぐ容器としての活用に期待が持てる値であった。

<測定結果>

一般家庭で使用する電化製品の規格（VICC ClassB）のシールド性を有する。
電磁波シールド値は本研究品の多層ブロー電磁波ケースでクリアすることを確認できた。

※VICCは「機器自身が放射する電磁波がある一定以下のレベルに抑えることで取得できる規格」です。

電波障害がおこると、TVの映りが悪くなるといった現象が起こります

また電磁波障害によって心臓ペースメーカー、病院医療機器、飛行機の計器が誤作動する恐れがあるという話は広く知られており、病院などでは携帯電話やPHSの電源オフが一般化しております。

家庭環境・住宅環境で使用する情報処理装置に適合される規格を「VCCI クラスB」としています。

3-2 今年度の実施状況

本年度は、多層ブロー成形で成形できる導電材の選定を行い『超微粉カーボン』を採用し成形トライ・シールド測定を実施した。選定した導電材を導電層にそのまま投入すると流動性が悪く、きれいに区分された多層パリソンが得られなかった。

当初は、ブロー成形グレードを導電材の希釈材として使用し、多層のパリソンの安定をめざし成形条件の中で温度調整・押出機の回転数・層比のバランス等を調整した。しかし、条件調整では限界があり、方向性を再検討した。対策として、希釈材を射出グレードに変える事になったが、通常のブロー成形では射出グレードではMFRが高く（高流動）ドロウダウンして型締め前にパリソンが自重で落ちてしまい成形できない。ブロー成形メーカーとしての固定観念があり射出グレードを希釈材として採用するまでに時間がかかった。

また、シールド性能も金属並みを狙ったが、やはり樹脂である為の限界がありその中でシールド性能を高める手段を検討した。導電性材料は『超微粉カーボン』であるため、このカーボン濃度をいかに上げるかがポイントとなる。静岡大学からのアドバイスをもらい成形品の単位面積当たりの炭素含有量を測定基準として採用し電磁シールド性の判断指針とした。導電材のシールド性能は『電界シールド』を主に測定しているが、『磁界シールド』も必要であると考え、より磁界シールド性があると思われる酸化鉄及びアルミ粉で新規に評価用の原料を製作した。しかし、期待は外れ磁界シールド性は100MHz以下の周波数帯ではほとんど効果が見られなかった。更に、他の添加材を探すか検討中である。

製品化検討の一環で電磁波ケースを新たに設計・製作した。本来であれば、自動車用のバッテリーが収まるサイズの多層ブロー成形金型を製作したかったが、当社の多層ブロー成形機の容量（大きさ）が中型サイズの為、金型取付寸法及びダイ口径（パリソン口径）が制約されているので、現有機の仕様に合わせた寸法で金型を製作した。初回のトライ（TO）では導電材の成形性が悪い事が原因で、形状ができなかった。使用している導電材は成形性とシールド性の優れたものを選定しているため、さらに新たなグレードを検討する事は出来ないし、ブロー成形材で選ぶのは難しい。この為、金型の修正で成形できる方向で検討を行った。問題点を挙げ、それぞれの課題に対し金型上での改善方法を検討した。その効果があり2回目（TO）の多層ブロー成形トライでは、初回トライと同じ条件でも形状取りが可能となった。その後は、この金型を主に研究開発を進めた。

トライと同時に、量産性を見据えた生産性の検証を行った。内容としては、成形サイクル内に冷却が十分できる様にブローエアーに冷却エアー吹き込み循環式を試してみた。多層ブロー成形は、パリソンが連続押し出しになるので、1サイクルは押し出されるパリソンの長さで限られた時間になる。その時間内に成形品が冷却（固化）しないと金型から取出し後に成形品が不良品になってしまう。今回、冷却エアー発生装置（-20℃）を使い、冷却工

アーで成形した。金型は、エアー循環を想定しエアー吹き込み針は片面2本、計4本仕様としてある。効果としては、当然冷却効率が良い為、離型後の変形不良は発生していない。成形品自体の容量も小さい為、大きな優位性ははっきりしなかったが多層ブロー成形には有効な装置である。シールド性の評価は、電磁波ケースとして測定が必要となるが、これまでのシールド性確認は、『アドバンス法』『KEC法』の2種で実施してきた。電磁波ケースは、この両測定器では製品形状からセットできず、測定不可である。この為、これまでは試料をセットする方法ではなく『矩形波発信器・・10MHz～1000MHz』をセットする方法に切り替えた。具体的には、電波暗室に電磁波ケースを置き、そのケース内に発信器を収納密閉し漏れ電波を測定する方法で行った。測定法は3m電波法。受信アンテナは水平アンテナと垂直アンテナの2種を使用した。結果は家庭環境に適應されるVCCIのクラスBを基準とするリミットレベルに収まった(導電層比70%品)

3-3 これまでの経過・川下メーカーへの調査PR

いままでの研究期間中に、車輛用バッテリーメーカーに出向き、情報収集と開発品のPRを行った。

樹脂製バッテリーケースの開発にあたり、実際のニーズや要求されるスペック(電磁波シールド性、強度、製品形状など)について調査・ヒヤリング。研究内容およびサンプル素材を紹介し、製品化への方向性についてご教授を頂く。以下情報と所見。

A社・・鉛バッテリーに特化して生産をしており、今回の研究テーマに対してはニーズが無い模様。鉛バッテリーについては、これまで不要輻射によって他機器へ影響を及ぼしたような事例は無く、今後も特に必要としていない。鉛バッテリーの主な用途は、フォークリフトのバッテリーや、UPSなどのバックアップ電源が多く、EV自動車についてはリチウムイオンバッテリーがシェアを取っている。ブロー成形のケースについては興味があるが、もともと昔はブロー成形でケースを造っていた。しかし、ブローの肉厚不均一・バラつきが問題となり、射出成形に変えて行った経緯がある。寸法精度、コストの面でメリットがあるのであれば、(導電性を抜きに)一般ブローのケースとしてニーズがあり得るとのこと。とは言え、客観的な視点から意見を言うと、導電材によるブローのバッテリーケースというのはとても面白い技術になり得ると考える。

B社・・樹脂製バッテリーケースの開発にあたり、実際のニーズや要求されるスペック(電磁波シールド性、強度、製品形状など)について調査・ヒヤリング。研究内容およびサンプル素材を紹介し、製品化への方向性についてご教授を頂く。

B社においては三菱自のEV車(i-MiEV)へのバッテリー採用が周知の事となっている。導電材による樹脂ケースのニーズについては、“十分に可能性があり得る”とのこと。しかしながら、現時点ではこれといった形状や要求事項はなく、あくまで“今後の様々な開発に対する素材選択肢のひとつになり得る”としか言えない。実状としては、バッテリーユニットの形状も、カーメーカーごと、車種ごとに異なる。というのは、車の設計開発側の視点では、車のデザイン、フレーム、内装などのパッケージングが最優先で設計され、残ったスペースに如何にバッテリーを配置するか・・という状態で依頼が来るのが殆どである。特に、傾向的には燃料タンクのスペースにバッテリーを入れたがる場合が多い。電磁波シールド性については、具体的な情報は無い。バッテリー単体としては、国際的な一般規格の『CISPR(スプル)』での試験は行っているが、最終的にはカーメーカーごとに各々の基準を持っていると考えられ、また完成品の車本体として独自で評価試験をしている為、バッテリーメーカー側に対しては、仕様・構造的な指示しかフィードバックされて来ない。不要輻射については、バッテリー単体としては、局所的には発生していると考えるが、特にエミッション・イミュ

ニティなどの問題は考慮されない。むしろ、バッテリーをコントロールする為の電子基板のほうが保護が必要である。その他、バッテリー全周を樹脂ケースで覆う場合、強度も重要と考える。EV車のi-MiEVやリーフに搭載されているバッテリーで、およそ200kg超の重量がある為、これに耐えなければならない。因みに、ハイブリッド車のプリウスでその半分くらいの重量（約100kg）が想定される。

C社での情報収集報告

- ・数量の出る乗用車のリチウムイオン電池はカーメーカーで設計している。
- ・現行品で改良を求める項目は今のところない。
- ・導電性はケースが金属製で問題なく、板厚も0.6mmを使用しているので重くない。
- ・はるかに安い等のメリットがないと見直しの土俵に上がらない。
- ・大型トラック用のバッテリーは社内設計なので検討は可能。

3-4 今年度実施課題・今後の取り組み

*目標に対し、それぞれの研究課題を実施したがブロー成形用に選定した導電材を成形することにに関してはほぼ見通しができたと考える。しかし、成形品のシールド性については改善が必要である。シールド性は電界と磁界があり、トライ品を測定する中で特に磁界のシールド性は弱く、対策として無機フィラー等の添加で補う事が必要であるまた、ターゲットとしているバッテリーケースは現在の研究段階から生産レベル（事業化）へのステップにはまだ、時間が必要と思われる。成形設備としても成形品のサイズが限定される為、仕様に見合ったシールドケース等の用途を探す事も重要である。

・ ・小型バッテリー例 ・ ・



専門用語等の解説

【ブロー成形】

中空成形とも呼ばれ、ボトルやパイプなどの中空状の樹脂製品を成形するプラスチック成形の一種で、身近な製品ではシャンプー容器・PET ボトルなどがある。インジェクションブロー方式とダイレクトブロー方式での区分もある。

＜ブロー成形による製品例＞

①スポイラー



②エアダクト

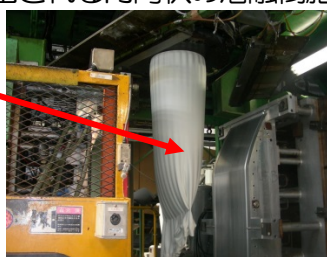


③大型プランター



【パリソン】

ブロー成形において成形の前段階でダイノズルから押出される円筒状の溶融樹脂のこと。



【ダイレクトブロー成形（単ブロー成形）】

パリソンを金型で挟み、エアーを吹き込み膨らませて容器や瓶を成形するブロー成形として最も一般的な成形方法。成形は以下の手順を踏む。①溶融した樹脂(パリソン)をダイヘッドから円筒状に押出す。②パリソンを金型で挟んで高圧エアー（約6kg/cm²）を吹き込むことで金型内壁に溶融樹脂を押し付けるようにして膨らませ金型形状に賦形する。③冷却後、金型を開いて賦形された成形品を取り出す。

【ダブルブロー金型】

高外観性と肉厚バランスを良くするために用いる当社独自の2段階型締成形。先行する型枠がパリソンの内圧を保持しながら成形を行う。この型枠仕様の金型を言う。

【ドローダウン】

パリソンの自重により、パリソンが下へ引き伸ばされる現象のこと。

【パーティングライン】

成形品に発生する左右(雄型・雌型)の金型の合わせり部に生じる線状のライン。

【ピンチオフ】

ブロー成形において金型の樹脂の噛み切り部分のこと。(パーティング部位と同じ)