



調査報告

K2013 視察レポート ～射出成形技術・材料を中心に～ (企業別)

秋元技術士事務所
秋元英郎

<http://www.ce-akimoto.com>

Hideo.Akimoto@ce-akimoto.com



はじめに

Kショーは世界最大規模のゴム・プラスチック見本市であり、3年に一度ドイツのデュッセルドルフ・メッセ会場で開催される。従来から、K、NPE、IPFを合わせて世界3大プラスチック展示会と言われていたが、NPEやIPFが伸び悩む中で、Kは世界最大の地位をしっかりと固めている。規模だけとらえるとChinaplasが追撃しているが、展示・実演される技術内容の新しさやレベルの高さでもKは世界最高水準の展示会である。

K2013は2013年10月16～23日にかけて開催され、約22万人の来場者を集めた。本レポートでは、主要な射出成形機メーカーの展示・実演内容を報告するとともに、材料メーカーの出展内容にも触れさせていただく。

1. 各射出成形機及び関連機器メーカーの展示・実演内容

1.1 ARBURG

・新規な3Dプリンター（写真1）

ARBURGブースにおける今回の一番の目玉は、射出成形機をベースにした新しい発想の3Dプリンター（freeformer）である。形状が自由ということの連想から、体が柔軟な女性モデルが装置の上で踊るという演出で見学者を集めていた。射出成形で通常使用しているグレードのペレットがそのまま使用可能で、原理はノズルから微小なドットを射出して積層して造形するというものである。専用の材料が不要であり、2材（例えばソフト材とハード材）が同時に使用可能なタイプも紹介されていた。5軸の製品キャリアーを装備し、アンダーカット構造も成形できる。



写真1. ARBURGの3Dプリンター-freeformerの造形ヘッド部分(左)と成形品サンプル(右)

・ ガラス長繊維を活用した金属代替技術 (写真2)

軽量化に関して二種類の提案があった。一つは、「ガラス長繊維ロービングから直接導入 + 長繊維強化熱可塑性樹脂シート (オーガニックシート) インサート成形」で、自動車のペダルレバーを成形していた。射出シリンダーの途中でロービングからガラス繊維を導入することで、汎用 PP を使用できる。更にガラス長繊維強化熱可塑性樹脂シート (オーガニックシート) を予備加熱して金型内にインサートし、前述のガラス強化 PP をオーバーモールドしてリブ構造を付与する工法である。使用されていたオーガニックシートは BOND Laminates 社の<TEPEX>である。使用された成形機はサーボモーターを使用した油圧ポンプを装備しており省エネレベルを高めている。



写真2. ARBURGプレスにおけるガラス長繊維強化成形の実演
 左上: 射出ユニットのガラス繊維導入部、右上: ガラスロービング
 下: 成形品

・発泡体インサート（写真3左上）

もう一つの軽量化提案は発泡体のインサート成形である。TPE のビーズ発泡による成形品を金型内にインサートし、PP および TPE を重ねて成形する。成形品はおもちゃのタイヤであった。

・PBT とシリコンゴムの二色成形（写真3右上）

同社が過去から力を入れている熱可塑 - 熱硬化の二色成形であるが、今回は金属インサートを含めた複合技術になっていた。まず金属部品をインサートしてガラス強化 PBT を射出（金型に取り付けられた縦の射出ユニット）し、液状シリコン樹脂（熱硬化）を射出する。PBT の成形に適する金型温度がシリコン樹脂の硬化温度と一致することを利用した技術である。

・インライン印刷（写真3左中央～下）

成形後にロボットで取出し、プラズマ処理 プライマー処理 インクジェット印刷 UV 硬化を行っている。印刷するデータは 1 個ずつ変更可能であり、希望者には名前を印字していた。

・キューブモールド技術（写真3右中央）

対向二色成形機の金型(3枚構造)の中間ブロックが立方体形状になっており、回転する。PP と PE を重ねてジュースコンテナのキャップを成形していた。(各 12 キャビティで、成形サイクルは 5.4 秒)

・ホットメルトモールディング（写真3右下）

縦型成形機で LED を含む回路基板をインサートし、ホットメルトを裏と表から 2 回射出してシールする。射出ユニットはホットメルト用に設計し、逆流防止バルブ・シャットオフノズルを装備することでホットメルトでも生産性を高めたものである。ただし、実演は

ロボットを使わず、手作業で行われていた(写真4)。



写真3. ARBURGブースにおける成形実演サンプル
左上:発泡体インサート成形、左中央～下:インライン印刷
右上:PBT/シリコン二色成形、右中央:PP/PE二色成形、右下:ホットメルトモールディング

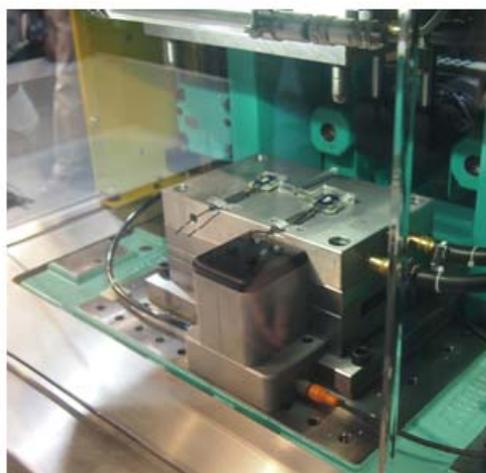


写真4. ARBURGブースにおけるホットメルトモールディングの実演

1.2 babyplast (写真5, 6)

babyplast は、卓上型の小型射出成形機、金型に取付可能な射ユニットを製造している。射出ユニットはプリプラ方式である。展示実演は、液状シリコンの二液成形、PEEK のピンセット成形、縦型インサート成形(固定型を2個持ち、交互に成形し、一方に射出している間に他方から取出しする)スタックモールド、二色成形による成形等を行っていた。



写真5. babyplastブースでの成形実演サンプル
左上:シリコン成形品
右上:PEEKのピンセット
下:二色成形品



図4 babyplastブースにおける鑿型インサート成形機

1.3 BOY (写真7)

BOY は設置面積が比較的小さい成形機を製造しているメーカーである。特に型締は射出ユニット側から油圧シリンダーで引っ張ることで、省スペースを実現している。今回の展示では、省エネルギー技術<EconPlast>を発表した。この技術は加熱に要するエネルギーを40%削減、射出充填に要するエネルギーを60%削減している。特に油圧ポンプをサーボモーターによる駆動にしている効果大きい。



写真7. BOYブースにおける成形品サンプル
 左上: 金属インサート成形品 (TPE) とシリコーンのフレネルレンズ、右上: 二色成形、
 左中央: ボトルホルダー (パーティングラインインジェクション)、右中央: 金属インサート
 右下: 雪だるまの2部品、下: トレーとニードルキャップ

成形実演は、液状シリコーンによるフレネルレンズ、PA と TPE の二色成形、縦型インサート成形、パーティングライン射出 (成形品はボトルホルダー、横型締 + 縦射出の配置でパーティングラインから射出充填する) 等が行われていた。

1.4 ENGEL

今回のキーワードの一つは process integration である。

・三色成形 (写真 8)

PP 成形品と PS 成形品のそれぞれのキャビティが型開時に回転にて組み合わせられ、再度型閉して接合部の上から PP を射出して固定する金型内組立成形である。射出ユニットは横、斜めの二色成形機に縦のユニットを加えて三色成形機に仕立てている。製品は点滴用品であり、インラインで袋への包装も行うため、衛生的である。



写真8. 三色成形の金型(上)と成形品(下 点適用品)

・ハイサイクル成形

インシュリンペンのニードルホルダーの成形では、96 キャビティ (トータル 16g) の成形を 3.8 秒というサイクルで成形していた。そのために、製品突出と同時にロボットが製品を引出して運び出すシステムを用いていた。

・長炭素繊維強化シートの活用 (写真9左下)

BOND Laminates 社の長炭素繊維強化熱可塑性樹脂シートを金型内で電磁誘導加熱 (RocTool) により軟化させ、PC/ABS のオーバーモールドを行うことで、薄肉で外観品質に優れる成形品を得ていた。

・厚肉レンズ成形 (写真9左上)

全体を 3 層に分け、中間層を射出した後に両側をオーバーモールドする。冷却時間の有る部分を金型から取り出して行うことで冷却時間を短縮していた。

・PBT と液状シリコーンの二色成形

PBT の重量が 5.4g に対してシリコーンの重量が 0.04g の成形である。

・長繊維強化シート使用のブレーキペダル (写真9右上)

ガラス長繊維強化熱可塑性樹脂シート (BOND Laminates 社の<TEPEX>) を予備加熱して金型にインサートしてガラス 60% ナイロン樹脂を射出してリブ構造を形成する成形であり、金属製のペダルに比べて 30% の軽量化を達成した。

・RTM (レジントランスファーモールドイング 写真9右下)

豎型締め装置にガラス繊維のマットを挿入して、金型内に樹脂を注入して硬化させる

成形であり、最終的に後工程で塗装したサンプルも展示されていた。

・新規な柔軟部品の成形プロセス (図1)

キア自動車の現行部品形状に合わせた成形品である(実車では別なプロセス)。コア材となるPC/ABSを<MuCell>プロセスで成形する一方、表皮となるエラストマーシートをキャビティ内で真空成形する。真空成形されたシートを別なキャビティにロボットで移動させ、コア材を中間ブロックの回転により表皮と対向させる。表皮とコアの間に発泡ウレタンを注入する。これらの工程が1台の成形機の動作で完了する。



写真9. ENGELブースにおける各種成形品
左上:厚肉レンズ、右上:オーガニックシートを用いたペダル
左下:オーガニックシートインサートによるオーバーモールド、右下:RTM成形品(塗装後)

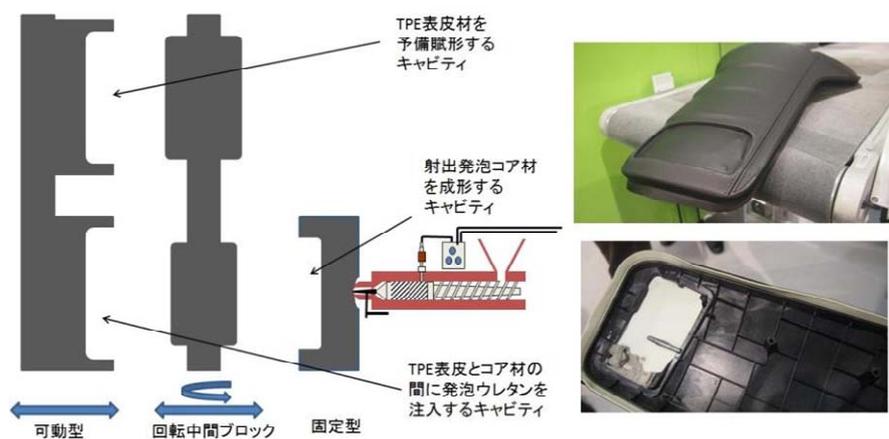


図1. ENGELブースにおける表皮材予備賦形、基材成形、発泡ウレタン注入による一体成形の金型モデル図(左)と成形品(右上:表面、右下:裏面)

1.5 KraussMaffei

・RTM (写真10)

炭素繊維のマットを金型内に挿入し、ウレタンを注入して硬化させた後に、さらにウレタンを注入して成形品表面を金型内塗装(ウレタン)する工程を実演していた。使用しているウレタン樹脂はマトリックスに1070g、表面に200g用い、サイクルタイム7分で成形していた。RTMによる成形品を使用した自動車を展示も展示されていた。



写真10. KraussMaffeiブースで成形実演していたRTMサンプル(左)と、RTM成形品を使用した自動車見本(右)

・カラーフォーム (金型内塗装 写真11右上)

PC/ABSの成形品(茶色)に2液のポリウレタ樹脂(クリアーとピアノブラック)を金型内塗装によって加飾を行っていた。実演においては、LEDつき回路基板をインサートし、2部品の接合までインライン行っていた。

・オーガニックシートのインサート成形 (写真11右下)

長繊維ガラス強化PA6シート(BOND Laminates社の<TEPEX>)を予備加熱して金型内に挿入し、射出成形を行ってリブを形成する成形を行っていた。特に強度が必要な部分にはシートを2枚重ね、さらに別なシートを重ねて、中空構造を形成し、蓋を固定するための射出を行うという複雑な工程であった。

・微細射出発泡成形 MuCell

<MuCell>とヒート&クール技術(gwkの温調装置使用)の組合せにより表面光沢に優れた成形品を成形実演していた(写真11左上)。発泡剤である超臨界窒素の供給には、



TREXEL 社が新規に開発した超臨界流体発生・供給装置（T シリーズ）を用いて成形していた。超臨界流体発生・供給装置は成形機のパネルで操作ができるようになっていた（写真 11 左下）。



写真11. KraussMaffeiブースにおける成形実演サンプル
左上: < MuCell > とヒート & クール の組合せによる高グロス成形品、
左下: < MuCell > 制御用の成形機画面
右上: 金型内塗装サンプル、右下: オーガニックシートのインサート成形

1.6 Sumitomo SHI Demag

・古い油圧成形機の改造

今回は射出成形機 7 台で実演を行っているが、電動 3 台、油圧 2 台、ハイブリッド 1 台、古い油圧機を改造した成形機 1 台の内訳になっていた。特に 10 年前の Demag 製油圧成形機を改造して、サーボモーター付き油圧ユニット（< Active Drive >）を取り付けて省エネ性を高めた。この成形機にはスパイラルロジック社の SL スクリューを搭載していた。

・Active Color Change（写真 12 上）

シリンダーの途中に液体染料注入ユニットを複数取付けることで、色替をスピーディーに行えるようにした。マスターバッチを使用する場合に比べ、捨てる樹脂の量が半分になる。現在ペン軸用途でフィールドテストを行っている。

・IML-IMD 同時加飾（写真 12 右下）

電子回路付きの樹脂シートのインサート成形と紫外線硬化型のハードコート層の転写成形を同時に行う成形の実演を行っていた。金型から取出した後に紫外線でハードコート層を硬化させる。電子回路付きシートは PolyIC 社の技術である。

・ゼロモールドイング（写真 12 左下）

< ゼロモールドイング > は、射出充填工程と保圧工程の間でスクリューの動きを止めることで、金型内に充填された溶融樹脂の歪みを緩和させる技術である。今回はドイツ製成形機に < ゼロモールドイング > 機能を搭載し、< ゼロモールドイング > 有り無しを交互に成形することで効果を PR していた。



写真12. Sumitomo SHI Demagブースにおける展示・実演
 左上:<Active Color Change>の装置、右上:<Active Color Change>の説明パネル
 左下:<ゼロモルディング>の実演サンプル、右下:IML-IMD同時加飾サンプル

1.7 Wittmann Battenfeld

・ ホッケースティック (写真13左上)

この成形品は持ち歩いている人が多かった。サンプルの列は1時間待ちと表示されていた。材料はガラス長繊維強化PPで、太い柄の部分にはガスを入れている(<AIRMOULD>)。

・ コアバック発泡 (写真13右上)

材料はPPであり、窒素を注入(<CELLMOULD>)し、金型を1.3mmから微小に開く(<HiP Opening>という名称を表示していた)ことで発泡倍率を高めている。表面品質を高めるためにヒート&クール(<BF MOULD>)も併用している。成形機のシリンダーには超臨界窒素の注入ユニット、シリンダーの下には注入のコントロールユニットが配置されていた。

・ 二材成形 (写真13右下)

PPとTPEの二材の成形であり、キャビティは4x3=12キャビである。PPとTPEの成形品を重ねて、上からさらにTPEを射出して接合する成形法を実演していた。

・ ピアノブラック (写真13左下)

ピアノブラックのABS成形であるがヒート&クール(媒体温調)で表面をきれいにしている。資料には、窒素を注入した発泡成形(<CELLMOULD>)であると書かれていたが、サンプルを切りだしたが、気泡は確認できなかった。

・ シリコーン成形

液状シリコーンでペン立てを成形していた。



図13. Wittmann Battenfeldブースにおける成形実演サンプル
 左上: ガラス長繊維PPiによるホッケースティック、右上: PPのコアバック発泡成形品
 左下: ピアノブラック成形品、右下: 二材による中空成形品

1.8 Männer

同社はホットランナーメーカーであるが、今回は小型成形機、後付け用射出ユニットの展示もあった。

- ・小型射出成形機（写真14右）

固定型を複数個持ち、固定型がレールの上を移動しながら成形品の運搬～取出しを行うユニークな形状の成形機による成形実演を行っていた。NPE2012では型締力5トンで一材料・二部品の成形実演であったが、今回は型締力15トンで二材料・一部品の成形であった。

- ・後付け用射出ユニット（写真14左）

金型の上に取り付けることで二材成形（二色成形、サンドイッチ成形）を可能にするユニットの展示があった。



写真14. Männerブースにおける装置展示
 左: 後付け用射出ユニット、右: 小型部品用成形機(二材・一部品)

1.9 Moldmasters

・後付け射出ユニット（写真15）

今回の Moldmasters 社のブースは面積の約半分を後付け射出ユニット<E-Multi>関係の展示に割いていた。<E-Multi>は NPE2012 でも展示されていたが、今回は装置のラインナップが拡大していた。

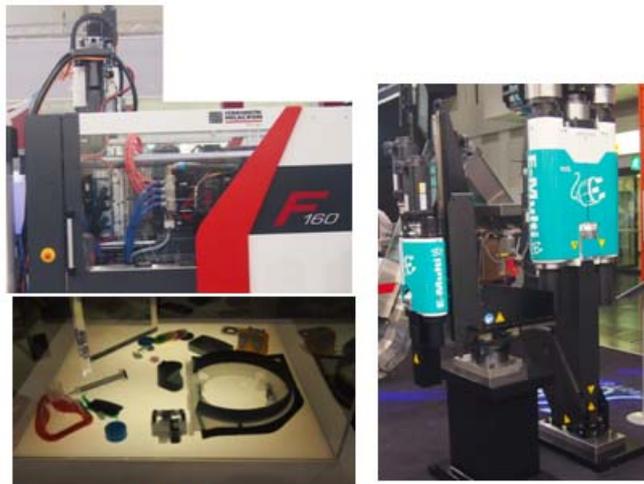


写真15. Moldmastersブースにおける<E-Multi>に関する展示
左上: 金型に取り付けて成形している様子、右: <E-Multi>本体
左下: <E-Multi>を用いた二材成形品のサンプル

2 . 原料樹脂メーカーの出展動向

原材料メーカーの展示の中から、いくつか選んで紹介する。

2.1 BASF

金属代替技術として、<Ultracom>という技術の提案があった。同技術はガラス長繊維と熱可塑性樹脂を複合化させたシート（オーガニックシート）の技術、射出成形によるオーバーモルディングの技術に CAE 解析による最適化を組合せた技術である。サンプルとしては自動車のシートバックが展示されており、成形実演としては、オーガニックシートへの大気圧プラズマ処理、オーガニックシートのインサート、ナイロン樹脂のオーバーモールド、オーガニックシート上への TPE の射出を一連の動作で実演していた。

2.2 Bayer

Additive Manufacturing (3D プリンター)用のウレタン樹脂に関する展示があった。ウレタン樹脂の微粉末はレーザー焼結あるいはインクジェットによる接着剤の塗布によって造形できる。実際に粉末化しているのは Lehmann & Voss & Co (商品名は<LUVOCOM>)であり、写真16のサンプルは Lehmann & Voss & Co のブースで見たウレタンエラストマー粉末の造形品であり、柔軟性に富んでいた。

一方 Bayer は紫外線硬化インクジェットタイプの 3D プリンターに向けた材料の提案も行っていた。通常のアクリル樹脂タイプでは 40~50 で変形することがあるが、Bayer が開発したウレタンは 120 の耐熱性を持っている。



写真16. Lehmann & Voss & Coブースに展示されていたBayerのウレタンエラストマーを原料とした粉末から造形したサンプル

2.3 LANXESS

BOND Laminate 社が LANXESS のグループ会社になったことで、オーガニックシート <TEPEX>の展示ブースが広くとられていた。今回の K2013 で成形実演されているオーガニックシートを使ったアプリケーションに関して成形品サンプルが展示されていた (ARBURG, ENGEL, KraussMaffei の成形品が展示されていた)

2.4 その他の材料メーカーの動向

キーワードとして多いのは、植物由来、金属代替、透明である。

Arkema は植物由来樹脂、金属を代替し軽量化できる樹脂に力を入れていた。

Borealis は包材・メディカル用に柔軟 PP 銘柄を投入した。

Braskem は植物由来の原料から成るポリエチレンに注力していた。

Celanese は構造部材用途向けにガラス強化 POM を紹介していた。

Dow は PP ベースで極性樹脂と非極性樹脂のブロック共重合体 <INTUNE>を発表した。

この樹脂は極性樹脂と非極性樹脂の相容化材として期待される。

Evonik は医療用途向けに非常に透明性の高いポリアミド樹脂を発表した。

Meredian は植物由来の PHA(ポリヒドロキシアルカノエート)樹脂を生分解樹脂として発表した。

Perstorp は透明な共重合ポリエステル樹脂を発表した。

Sabic はブロー成形用にマルチモーダルな HDPE を発表した。

Styrolution は医療用途向けに透明 MBS 樹脂を発表した。

Victrex は PEEK , PAEK をベースとした自動車・航空向けの金属代替ソリューションの提案を行っていた。

Wacker 振動吸収特性を持つシリコンゴムを発表した。

3M と TREXEL は 3M のガラスバルーンと < MuCell > の組み合わせによりそれぞれ単独では 10% 程度の軽量化に対し、組み合わせることで 20% 軽量化できることを発表した。

3 . まとめ

世界最大のプラスチック展示会であるだけに先進的な技術の提案が多く見られた。昨今の展示会は展示の場では無く、商談の場であるという声を聞くことが多いが、K ショーは新しい技術・コンセプトに出会うことができる場である。日本企業の出展は以前に比べ減ったままの状態であるが、日本からの来訪者は増えたと感じている。

日本企業からの発信を増やし、日本の存在感をもっと示して欲しいと考えている。