

事例 部品成形

金型埋め込み可能な位置センサ「MEL シリーズ」とモニタリングシステム「MMM」の特徴と活用事例

村田機械(株) 上田 直樹*

自動車関連業界においては、環境規制に端を発したEV化の波を受けて車体の軽量化を進め、燃費の向上を図ることが課題となっている。すでに多くの部品において金属から樹脂への置き換えが進んでいるほか、金型を含めたより高度な成形技術を要する部品に対しての取組みも行われている。また、自動車関連以外の業界でも各企業が競争力の向上を図り、高精度な金型による付加価値の高い成形品を生産するための研究開発が進められている。

しかし、「生き物」とも呼ばれる樹脂を使った射出成形は、金型、成形機、材料、成形条件および周辺機器などの要件が複雑に絡み合っており、熟練技能者の経験と勘に頼りながら安定した成形がなされている。

*Naoki Ueda：制御機器事業部 販売部 課長
〒612-8686 京都市伏見区竹田向代町 136
TEL (075) 672-8718

近年により熟練技能者の数が減少傾向にある現在、その技術継承が企業の大きな課題となっている。

そのような時代背景や昨今のIoTの流れを受けて、企業の独自ノウハウを構築するためにセンサのニーズが高まっている。本稿では、金型に埋め込み可能な耐熱型位置センサ「MEL シリーズ」と、金型内部の挙動の「見える化」を実現する機械学習付きモニタリングシステム「MMM (Muratec Molding Monitor)」の概要と活用事例について紹介する。

MEL シリーズの概要

当社のセンサは磁気誘導方式(図1)を採用しており、1次励磁信号用と2次誘導信号用のコイルを巻いたボビン、および位相検出用の磁性体・非磁性体からなるロッドで構成されている。1次側コイルを励磁すると交流磁場が生まれ、そこを磁性体が移動すること

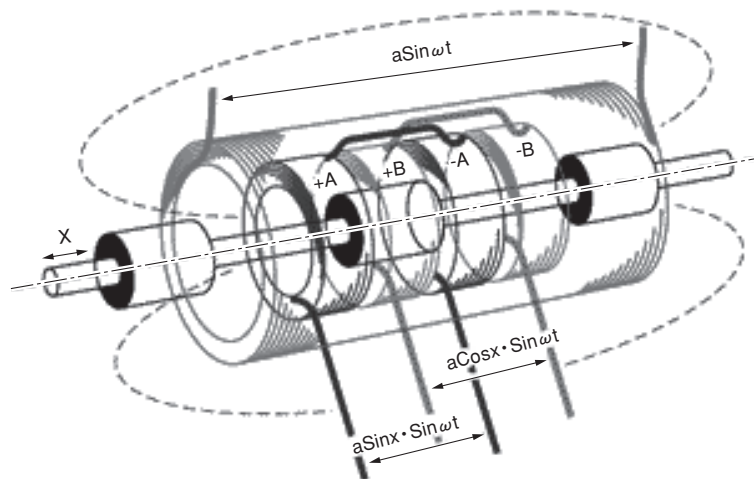


図1 検出部分の構成

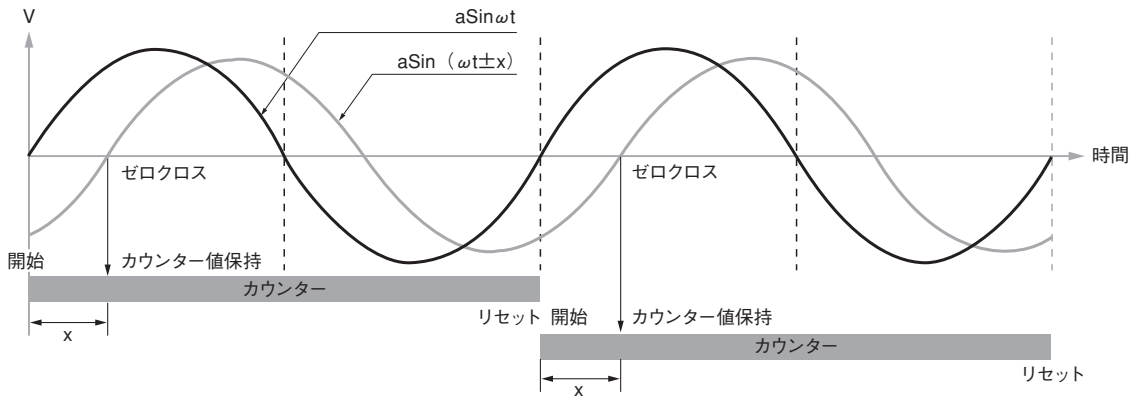
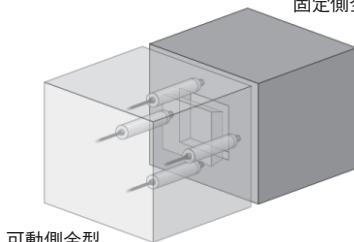


図2 位相差



固定側金型



可動側金型

図3 検出器「MELシリーズ」

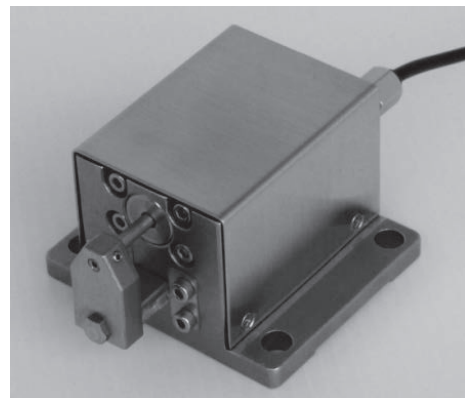
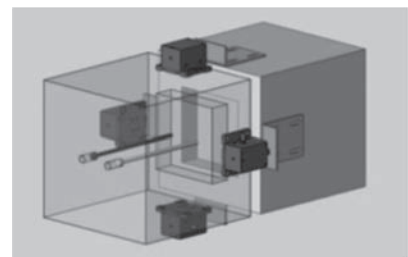


図4 検出器「BIC0308-07S」



により2次誘導出力が生まれる。この1次励磁波形 $\text{Sin } \omega t$ と2次誘導波形 $\text{Sin } (\omega t \pm x)$ の位相差を検出して位置を読み取る(図2)。検出部に電子部品を含まない構造により、高温対応を可能としている。

1. 基本スペック

2017年4月にリリースしたMELシリーズ(図3)は、2013年に発売した外付けタイプ「BIC0308-07S」(図4)をベースに、メカ設計の改良によるコンパクト化と耐熱面でのスペックアップを実現した。大手自動車部品メーカーからの「金型内部の動きを計測した

い」というニーズから開発したものである。基本スペックは、使用温度範囲 150°C 、繰返し精度 $\pm 2\mu\text{m}$ 、耐久性 300 万回、耐衝撃 100 G、耐振動 $20\sim 150\text{ Hz}/5\text{ G}$ 。検出ストローク 2 mm と 7 mm の 2 タイプを揃えている。

また、延長ケーブルで接続される変換器「MPD200」(図5)の7セグ表示器により、成形機の機外で即座に計測数値を確認できる。外部への電圧出力により、データロガー、各種コントローラに取り込むことも可

能である。

2. 導入効果

金型に当社の位置センサを装着することにより、計算値から求める必要型締め力（投影面積×キャピティ内圧力）に対して、バリが発生する変化点を数値化できる。つまり、金型に好影響を与え、ガス抜きにも好都合な適切な型締め力を導き出すことが可能になる。

「金型が息をする」とよく言われるが、該当箇所には MEL を配置しておくことにより、射出圧力による金型内部のたわみ量が数値化でき、設計時の試算値と実際の計測値を比較できる。また、新規製作の金型を成形機に載せて試し打ちする際、金型外部にデジタルゲージを取り付けて金型の動きを見る作業があるが、当社のセンサを装着することにより、手元の表示機能付変換器で簡単に数値を確認することができる。

モニタリングシステムの概要

MMM は 2012 年に市場ニーズから開発に着手し、自社オリジナルソフトのバージョンアップを重ね、現在に至っている。センサデータの IoT 化につながる



図 5 変換器「MPD200」

「データ収集、表示、保存、分析、学習、監視、結果反映」の一連のステップをエッジサイドで、ワンストップで完遂するシステムである。

1. システム構成

本製品のシステム構成を図 6 に示す。成形機からのデジタル信号と計測対象の任意のアナログ信号を取り込み、高速でマージする「変換 BOX」とオリジナルソフトをプレインストールした「産業用パネルパソコン」の組合せで構成される。

2. 機能

デジタル信号入力 5 ch、アナログ信号入力 20 ch の接続が可能。以下に実績のある代表例をあげる。

【工場】

【オフィス】

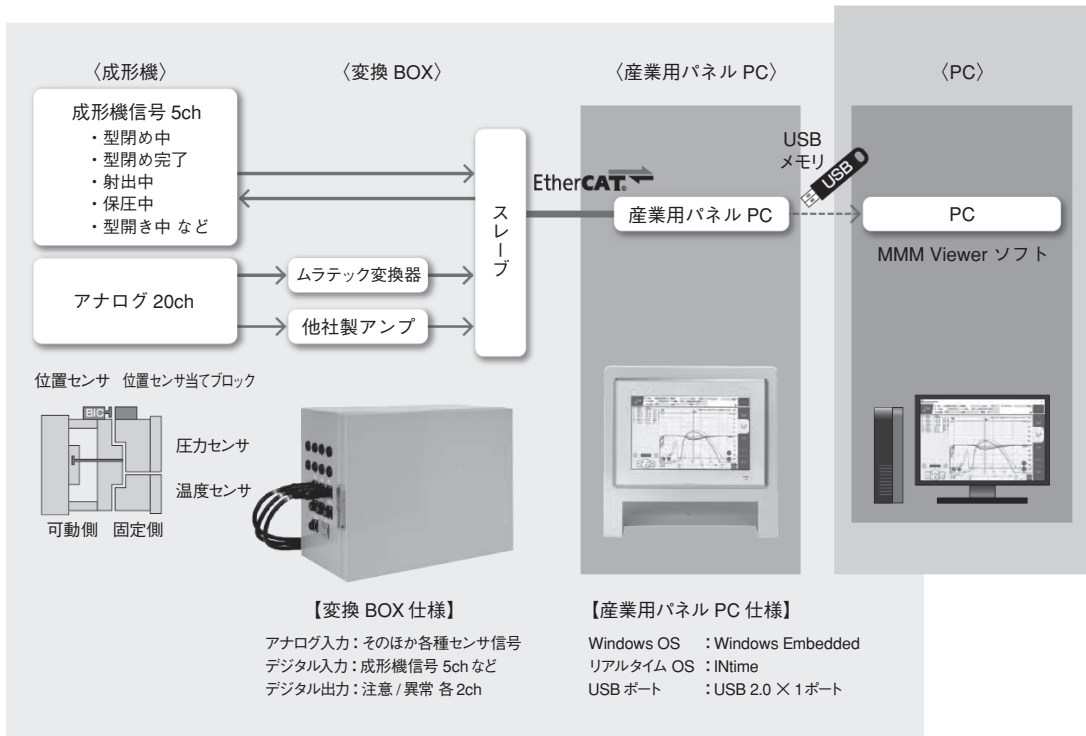


図 6 システム構成図

(1) デジタル信号入力 最大 5 ch

型閉め完了信号、射出開始信号、保圧開始信号、型開き完了信号など。通常、各アナログ信号入力の時間軸を合わせるために、型閉め完了信号を計測トリガーとしている。

(2) 任意のアナログ信号入力 最大 20 ch

- ・自社製位置センサ外付け：金型 PL 位置、金型の開き量
- ・自社製位置センサ埋め込み：金型内部のたわみ、保圧などによる型開き量
- ・他社製圧力センサ：金型内の射出圧
- ・他社製温度センサ：金型内の樹脂温度
- ・他社製温度センサ：金型表面温度
- ・成形機からのアナログ信号：射出圧、射出速度、スクリュウ位置など

3. 特徴

アナログ信号でデータを取り込み、ソフトウェア側で単位変換を行うため、センサメーカーを問わず波形を表示できる（図 7）。時間軸は成形機からのタイミング信号を計測トリガーとしており、正確に合わせる事が可能。成形機から複数のデジタル信号を取り込むため、例えば「射出開始」や「保圧切替え」などのタイミングでセンサ数値がピーク値を迎えているのかを実測波形で確認できる。

また、搭載されている機械学習機能により、少ないショット数でも識別が可能である。その結果をマッピングしてばらつきを見える化する「サモンマップ」機

能や、ショットごとの傾向を表す「トレンドグラフ」機能、それとリンクしたアラート出力機能も搭載しており、予知保全にも活用できる。

本製品のソフトウェアは樹脂成形の金型計測用に開発されたもので、汎用のデータロガーに比べて随所に工夫を凝らしており、直観的に操作できるユーザーインターフェイスが好評を得ている。

4. 活用例

図 8 は、当社のグループ会社で材料ロットによる成形プロセスの変化を捉えたものである。正常波形における金型内のセンサの相関関係ならびに異常波形との分布を示している。ばらつきの傾向を見える化できることが、安定した成形を行うための新たなアプローチを見つける一助となり、ここからスタートして仮説→検証を繰り返し、「解」にたどり着く道筋をつけることが期待できる。その積み重ねが継続的な改善ならびに企業の独自のノウハウになる。

さらに MMM では、この分析のもと、量産プロセスを監視して成形品の良否判定を行い、その結果を成形機に出力することも可能である。

5. そのほか

- ・立上げ時確認（設備の正常稼働確認）
 - ・全数検査の削減（検査工数削減）
 - ・材料費削減（捨て打ちのムダ削減）
 - ・成形品のトレーサビリティへの活用
 - ・海外出張費の削減（海外遠隔監視）
 - ・条件設定と不具合の因果関係確認（研究用途）
- など、品質改善やコストダウンに貢献している。

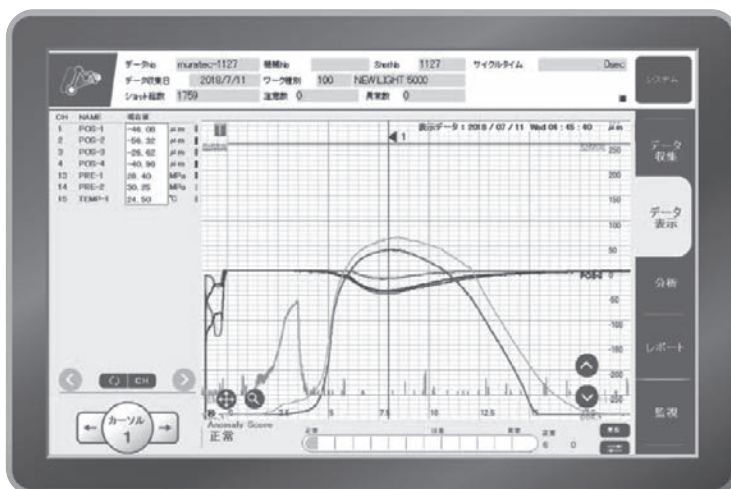


図 7
波形表示



図8 サモンマップによる表示

☆

安定した品質の製品をつくるためには、まず、装置が安定して動くことが必要不可欠である。設備の不具合に備えて予防保全が重要であるとともに、樹脂成形においては成形機、周辺装置の安定稼働に加えて、ブラックボックス化されている金型内の成形プロセスの監視が重要である。従来から活用されている圧力センサや温度センサに加えて、本稿で紹介した位置センサ

を金型内に取り付けることにより、成形技術の継続的改善につながる新たな相関関係を見いだすことが期待できる。

当社は、ファクトリーオートメーションの総合メーカーとして蓄積したノウハウを活かし、今後も顧客のニーズに合ったセンサシステム、生産管理システム、金型スライドラックなどの製品・サービスを提供していく。

『工場管理』1月特別増大号 ★好評発売中!! 特別定価(本体1,700円+税)

特集1 検証 モノづくりIoTの今とこれから

■解説

- ① 未来の工場～IoTの先に広がる世界とは?～…法政大学 西岡靖之
- ② 生産現場のIoTはサプライチェーンにつながる中小製造業の活路…クラウドサービス推進機構 松島佳樹
- ③ IoTの真価はAIで発揮される…ロンド・アプリウェアサービス 中崎 勝
- ④ デジタル世界の最新トレンドとこれからのデータ活用戦略…ワフル 八子知礼
- ⑤ 独「インダストリー4.0」の目指す姿に見る日本のモノづくり必勝法…SAPジャパン 村田聡一郎

■事例

- ① 未来の一流商用車工場をつくる生産効率化プロジェクト…三菱ふそうトラック・バス
- ② 改善活動とIoTの高度な融合が工場から病院まで最適化する…GEヘルスケア・ジャパン
- ③ 進化続けるダイセル式生産革新 AI導入でさらに効率化…ダイセル
- ④ 自社開発と外部製品のハイブリッド 身の丈に合ったIoT・AIで安価運用…ダイニチ工業
- ⑤ 伝統産業にも広がり始めたIoT活用の可能性…光洋陶器

特集2 データ分析のスキルアップ! QC7つ道具活用術 ジェム日本経営古谷賢一

■総論 なぜ今、QC7つ道具に再び注目するのか

■解説 QC7つ道具

- ① グラフ/② ヒストグラム/③ 管理図/④ チェックシート/⑤ パレート図/⑥ 特性要因図/⑦ 散布図/層別

▼特別企画

HACCP義務化で変わる食品工場の衛生管理

日刊工業新聞社 出版局販売・管理部 ☎03(5644)7410