

# 金型挙動の見える化とその有効活用 AI 監視による成形品質改善とコストダウン

## 1. はじめに

プラスチック成形業界では、自動車業界を中心に光学・医療機器業界など、より高度な成形品を製造する企業が増えてきた。

一方、業界の労働力の減少と熟練技術者・技能者の技術・技能の伝承は遅々として進んでいない。そのため、限られた技能者の経験と勘に頼る所が大きく、ブラックボックスとなっている。

今回、村田機械(株)の「金型内部の挙動の見える化」と「機械学習機能を有するAIモニタリングシステム」による射出成形の困りごとを解決するための活用法を紹介する。

## 2. 1. 金型内部の挙動の見える化

高度な製品を作り続けるには、成形機・金型・成形条件も含め“金型挙動の見える化”が重要性を増している。そのため、現在各社が販売している、金型内の樹脂圧力・樹脂温度を測定するセンサや、当社が販売している、金型の外に後付けし移動量を測る位置センサモジュール「BIC0308-07S」（図-1）等が使われている。

しかし、精密な金型や多数個取の金型を使用する企業からは、より成形品の近くで金型の開き量を確認したいという要望が増えている。

その要望に応えるため、可能な限り小型化し、高温・衝撃・振動に対応できる耐熱型センサ「MEL1002L/S」（図-2）を、当社が開発・販売した。本稿で概要について紹介する。

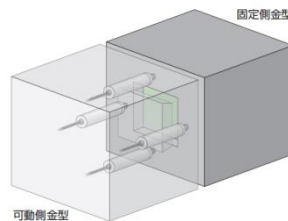
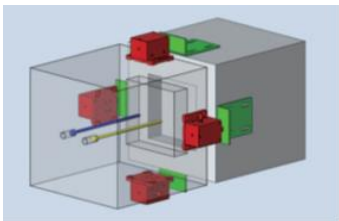


図-1 BIC0308-07S

図-2 MEL1002L/S

## 2. 2. 原理と構成

当社のセンサは、磁気誘導方式を採用しており、1次励磁信号用と2次誘導信号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により構成されている。これを検出器と呼ぶ（前出図-1,2）。

1次側コイルを励磁すると、交流磁場が生まれ、ここを磁性体が移動することにより2次誘導出力が生まれる。この1次励磁波形  $\sin \omega t$  と2次誘導波形  $\sin(\omega t \pm X)$  の位相差を検出し位置を読み取る。これを変換器と呼ぶ（図-3）。

この検出器と変換器は耐熱ケーブルで結ばれていて、変換器は成形機外に設置可能である。そのため、金型に取り付ける検出器の保証温度は150℃である。



図-3 アナログ出力変換器 MPD200

## 2. 3. 特徴

小型の金型や多数個取の金型において充填部・ゲート部・押しピン等の影響を受けないように間隙に取り付けることができる設計可能寸法のφ10とした（寸法は前出図-2を参照）。

また、繰り返し使用するため、金型との接触面は摩耗する可能性がある。接触面は消耗品と考え検出器の頭部に六角のネジ込型を採用し、取り換え可能としている。そうすることにより、検出器を金型後方に設置しφ3のロッドでつなぐことができ、ますます成形品の近傍を測定可能としている。検出部の取付けにおいては、お客様の要望に応えるため、ケーブルがストレートに出ているものとバーチカルに出ているものの2種類を用意した。

「MEL1002L/S」と接続するアナログ出力変換器「MPD200」（図-3）は、上位に接続しなくても測定ができるように7セグメントの表示機能を持たせた。勿論、±5Vのアナログ出力も可能なので、データロガー・メモリーハイコーダ・各種コントローラーに取り込むことができる。

また他社の圧力センサ・温度センサ等と組み合わせ、当社が販売し、後出のAI監視機能を持つモニタシステム「Muratec Molding Monitor」（図-5）に接続し、ショットごとの波形を見ることもできる。

## 3. 1. AI 監視による品質改善とコストダウン

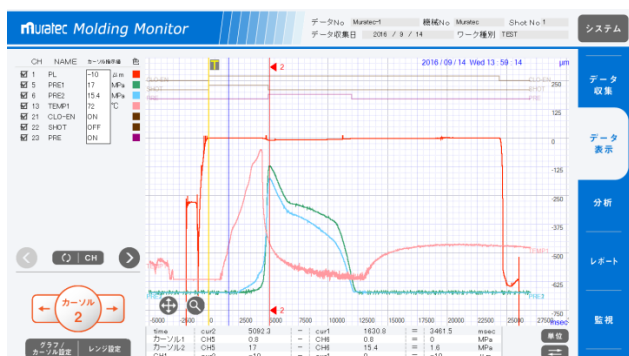


図-5 Muratec Molding Monitor

Muratec Molding Monitor は2012年に市場ニーズから開発を開始し、都度バージョンアップを重ね、現在に至っている。保有する機能は段階を経て増しており、当初のデータ収集・表示機能に加え、Sammon Mappingによる分布手法、波形比較による機械学習機能により、良否判定や成形機への停止信号

出力、取り出しロボットへのライン変更指示、昨今では量産での監視に欠かせない BCD 信号でのワーク自動切換えの機能を有するソフトウェアとして進化している。

### 3. 2. システム構成

本製品のシステム構成（図-6）は、機械からのトリガ信号などを取り込むタイミング信号入力 5CH と任意のアナログ信号入力最大 20CH の接続が可能。実績例として、下記に代表例を挙げる。

<トリガ信号の部 最大 5CH>

型閉完信号、射出開始信号、型開完信号などを取り込む例が多い。

<任意のアナログ信号の部最大 20CH その取得目的>

自社変位センサ外付け：金型 PL 位置、金型摩耗量など

自社変位センサ埋込み：金型内部のたわみ、ひずみ、保圧などによる型開き量など

他社樹脂圧力センサ：射出圧、複数での流速など

他社樹脂温度センサ：樹脂温度、複数での流速など

他社温度センサ：金型表面温度、金型内温度など

他社荷重センサ：プレス荷重など

成形機からのデータ：射出圧、射出速度、スクリュウ位置など

これらの情報を接続するスレーブを変換 BOX に準備し、そこから LAN ケーブルにてソフトを有するパネル PC に接続する。

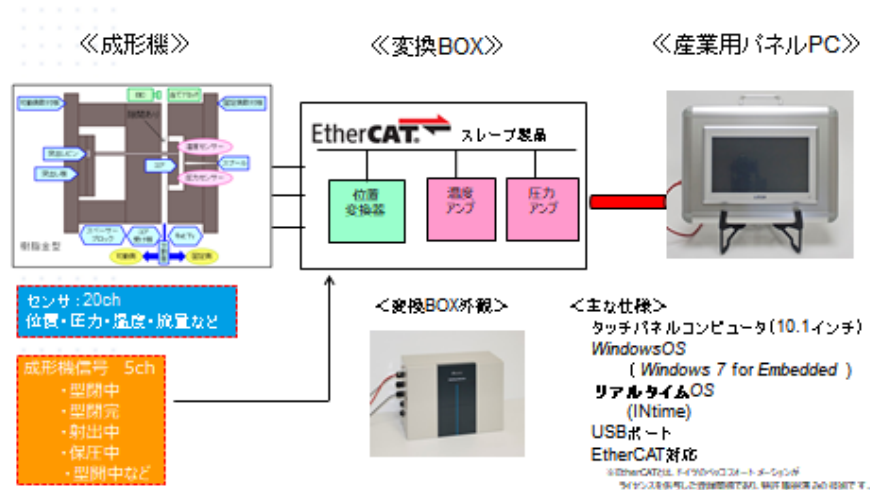


図-6 モニタリングシステムの概要

### 3. 3. Muratec Molding Monitor の機能・特徴

- ・デバイス、メーカーなどを問わず、最大 20CH のアナログ信号の取り込みがかのうであること。
- ・評価、TRY、量産監視の進展に応じたオペレーションが現場に見合った簡単操作になっていること。
- ・学習機能を有すること。学習は、正常時の波形登録はもちろん、不具合時の波形など、波形比較として登録させ、比較させる数は制限がないこと。また、プロセス終了時にその判定がリアルタイムで可能なこと。

- Sammon Mapping による分布手法を取り入れ、多次元の乖離度を 2 次元プロットし、結果判定が判りやすいこと（図-7）。
- 取得したデータは CSV 形式で全て蓄積され、USB ポートから種々IoT などへの展開が可能なこと。

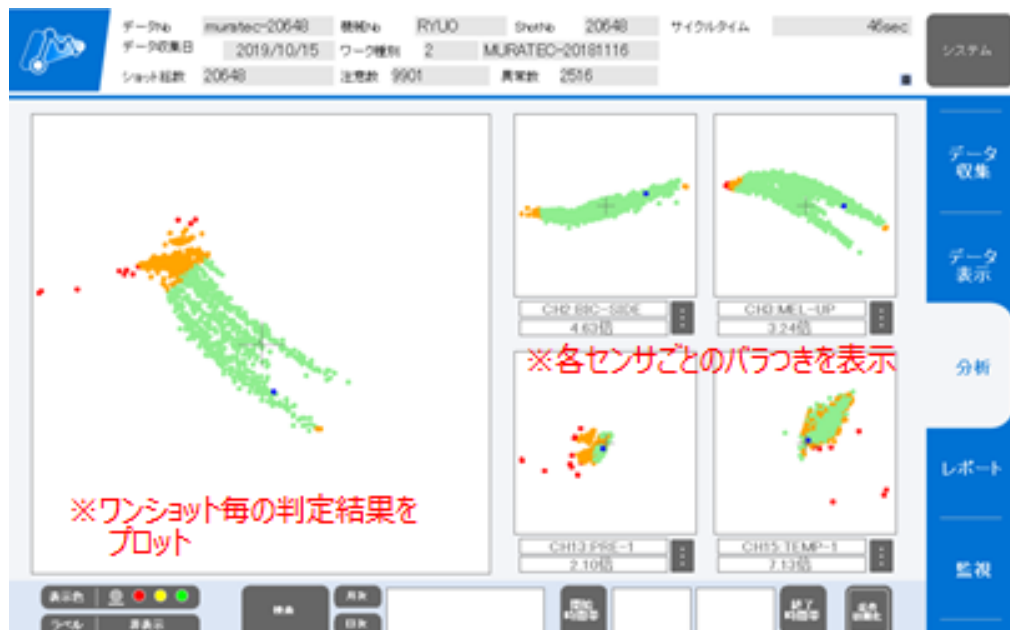


図-7 Sammon Mapping イメージ

### 3. 4. Muratec Molding Monitor の実績

本システムの活用例として、下記の実例を挙げる。

- 不具合品の流出防止
  - 全数検査の撤廃（検査工数削減）
  - 材料費削減（捨てうち削減）
  - 条件設定と不具合の因果関係確認
  - トレサビリティへの活用
  - 海外出張費の削減（海外遠隔監視）
  - 後工程の簡素化（不具合品発生時の通知）
  - 自動化、無人化へのフィードバック
- など、品質改善やコストダウンに貢献している。

### 4. まとめ

製造業の品質改善、コストダウンにはそれぞれにステップがあり、見える化から自動化・無人化と進展していく。今後も村田機械(株)は現場のニーズに合った製品の提供、サービスの提供を念頭に対応していく所存である。

(2019. 10. 23 四ツ橋セントラルビル貸会議室にて新技術セミナーを実施)

問い合わせ先：村田機械株式会社 制御機器事業部

〒612-8686 京都市伏見区竹田向代町 136

Tel 075-672-8718

E-Mail [takashi.yata@drw.muratec.co.jp](mailto:takashi.yata@drw.muratec.co.jp)