

# 射出成形品のヒケやウェルドラインを計測する技術 微小凹凸検出装置 SPHYRNA

八光オートメーション株式会社 石田 直樹

## 1 はじめに

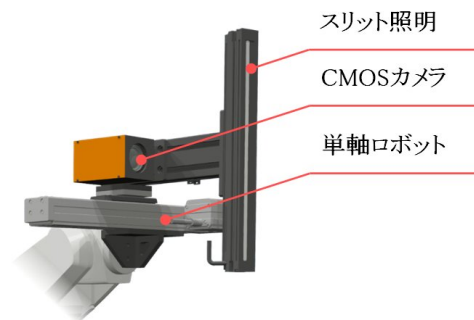
射出成型は、多様なプラスチック製品の製造に不可欠な工程である。しかし、そのプロセスで発生する製品の不具合をいかに効率的に検出するかが、製造業界における大きな課題となっている。

その課題解決方法として自動外観検査があげられる。しかし、自動車外装部品のような光沢のある射出成型製品は周囲の風景が製品に写り込むため、自動での検査が難しく現在でも目視検査に頼っているのが実状である。

ここでは代表的な射出成型不良のヒケ、ウェルドラインの計測方法について紹介する。

を使用して光沢のある製品の微小な凹凸形状を計測することが可能な装置である。

計測ヘッドはスリット照明とカメラで構成されており、計測対象物に写り込んだスリット照明の正反射光をカメラで撮影することで面の曲率を計測する。



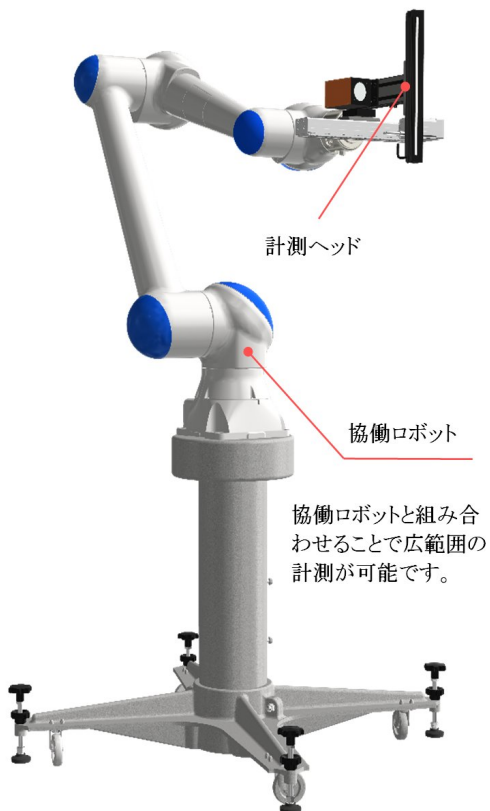
第 2 図 計測ヘッド

この計測ヘッドを単軸ロボットで移動させながら連続的に計測することで面の形状計測を実施する。

光沢が無い製品は計測できないため注意が必要である。

## 2 装置の概要

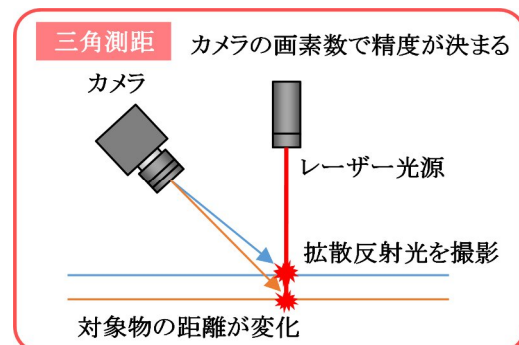
### 2.1 微小凹凸検出装置 SPHYRNA



第 1 図 SPHYRNA 外観

### 2.2 従来の計測手法

従来、レーザー変位計やパターン投影型の計測機を用いた三次元計測が行われてきた。しかし、計測の分解能はカメラの画素数に依存するため、広範囲を高精度に計測することができないという問題点がある。

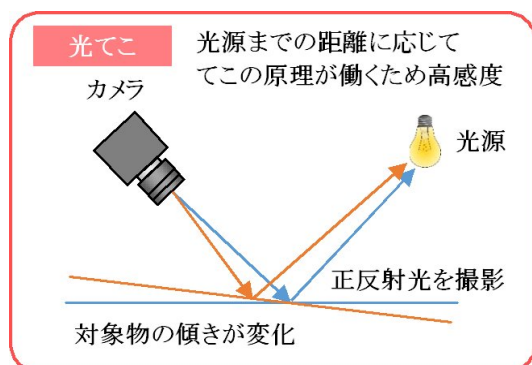


第 3 図 三角測距の原理

微小凹凸検出装置 SPHYRNA(スフィルナ)はカメラ

## 2.3 本装置の手法

本手法の計測原理は光でこである。対象物に映し込んだ光源をカメラで撮影し、対象物の傾きの微小変化を、正反射光のズレ量として増幅して検出を行う。三角測距を利用した計測機に比べ高感度な計測が可能である。



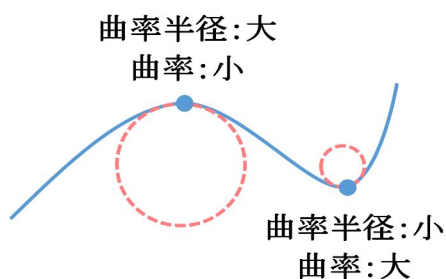
第 4 図 光てこの原理

## 3 計測原理

### 3.1 曲率計測のメリット

本装置の特徴として、計測結果が曲率という物理量で出力される点があげられる。曲率とは曲線や曲面がどれだけ曲がっているかを表す量である。曲線の一部を円に置き換え、その円の大きさで曲がり具合を表した指標を曲率半径と言う。

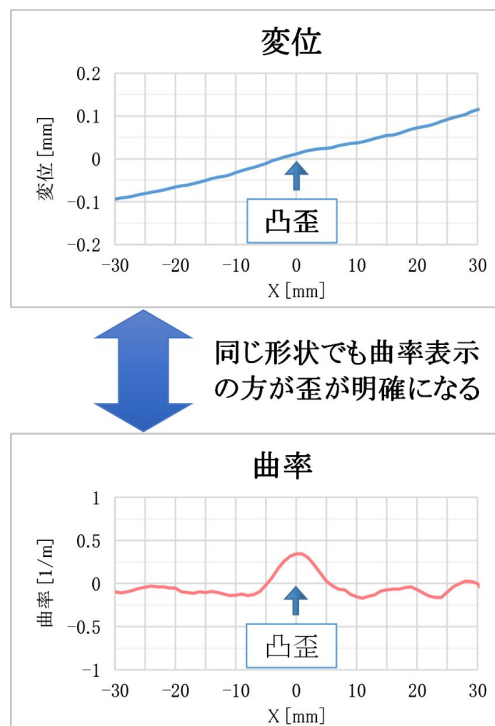
曲率は、曲率半径の逆数である。緩やかなカーブでは、曲率半径が大きくなるため曲率が小さくなる。急なカーブでは、曲率半径が小さくなり曲率が大きくなる。



第 5 図 曲率の特性

計測対象面が緩やかな形状変化や傾きを持つ場合、微小歪の凹凸はその形状変化に埋もれてしまう。この様な微小歪の場合、曲率での評価が適している。計測対象の緩やかな形状変化や傾きは、曲率半径

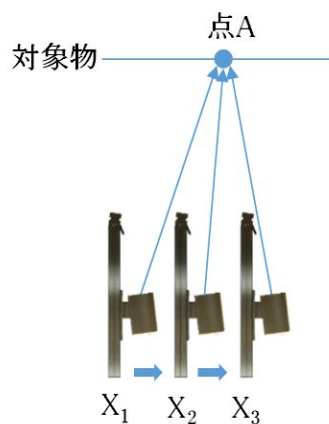
が大きいため曲率はほぼ 0 となる。一方、歪は曲率半径が小さいため曲率が大きく変化し顕著化され検出が容易となる。



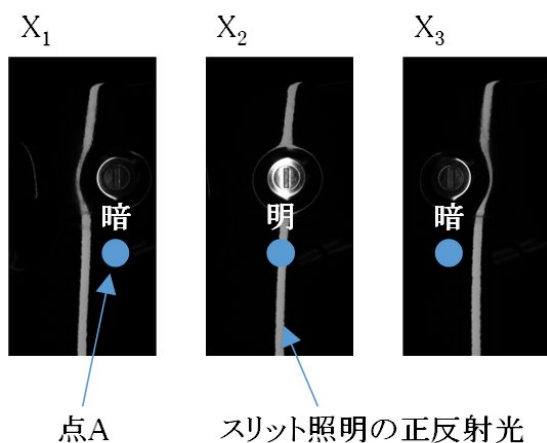
第 6 図 変位と曲率の比較

### 3.2 計測アルゴリズム

実際の計測では、計測ヘッドを単軸ロボットで移動させながら連続で画像の撮影を行う。その際、ある 1 点に着目して考えた場合、様々な角度から複数の画像を撮影していることとなる。それら複数画像の輝度を比較することで各点の曲率を算出している。



第 7 図 計測イメージ

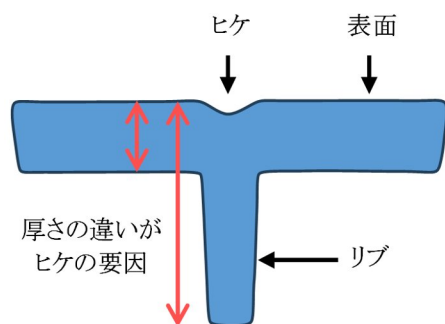


第 8 図 撮像画像

## 4 ヒケの計測

### 4.1 ヒケ発生メカニズム

プラスチック成型品は剛性や他部品との組付けを行うために、リブやボスが必要となる。そのリブやボスの表面側が冷却時に変形し凹む現象がヒケである。外観部がヒケと見栄えが悪くなり、機能部がヒケと勘合不良や摺動不良になる。



第 9 図 ヒケ発生原理

### 4.2 ヒケの計測テスト

本装置はこのヒケによる微小な凹凸を曲率で定量的に計測することが可能である。

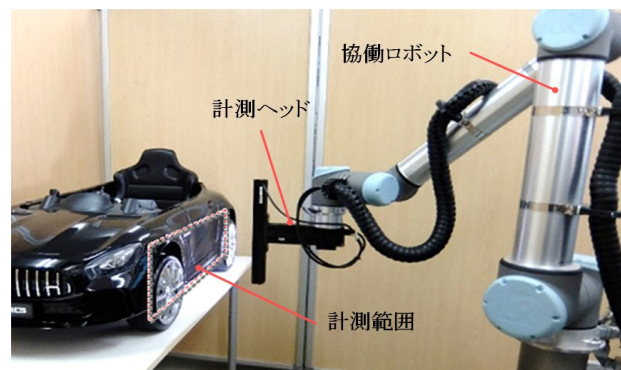
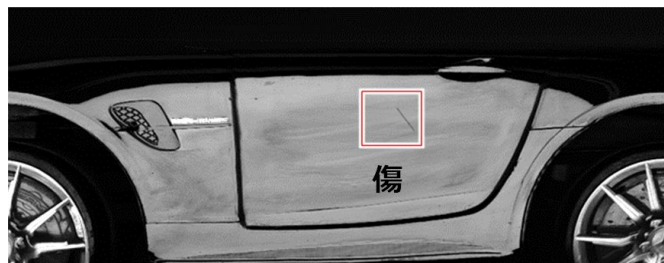


写真 1 計測環境

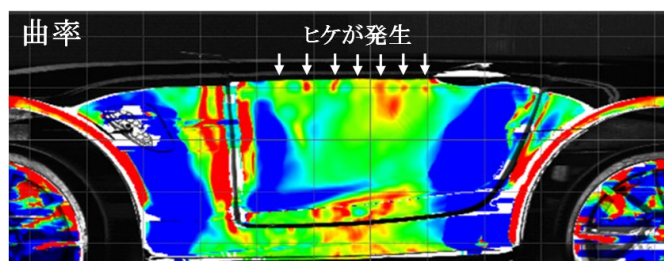
以下は協働ロボットの先端に計測ヘッドを取り付け、広範囲の曲率を計測した結果である。

最大輝度画像では表面のキズは写るがヒケなどの形状変化は写らない。この画像は一般的な画像処理装置で撮影される画像と同じであり、通常はカメラでヒケを検出することは困難である。



第 10 図 最大輝度画像

一方曲率表示ではヒケや製品の歪みが確認できる。計測結果はカラーコンターで表示されるため、特別な技能が無くともヒケの状態が一目瞭然である。



第 11 図 曲率画像

また画像合成機能によりゼブラ画像を出力することが可能である。従来の目視検査員はゼブラ画像の方が見慣れており、欠陥部を一目で見つけることができる。



第 12 図 ゼブラ画像

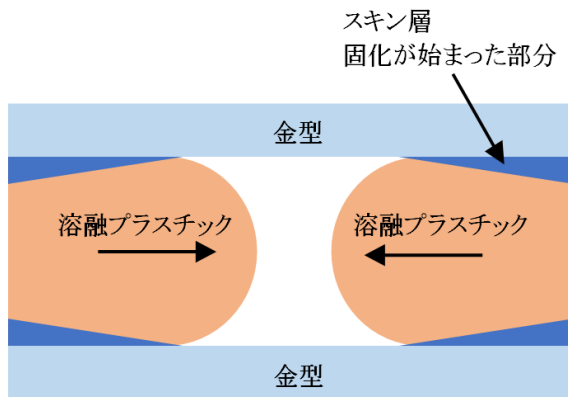
## 5 ウェルドラインの計測

### 5.1 ウェルドライン発生メカニズム

ウェルドラインとは金型内を溶融樹脂が流れて合流したときにできる線の総称である。

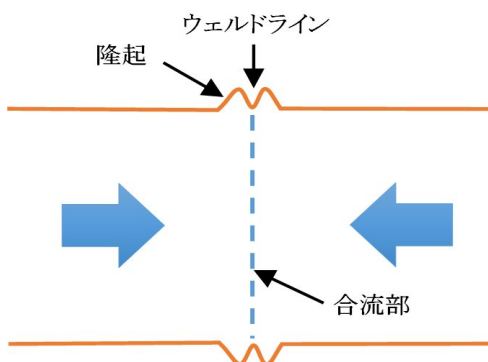
発生メカニズムは次の通りである。

溶融樹脂は金型に接触した部分が即座に固化され、スキン層と呼ばれる膜を形成し、徐々に中心部の溶融樹脂も冷却され固化していく。



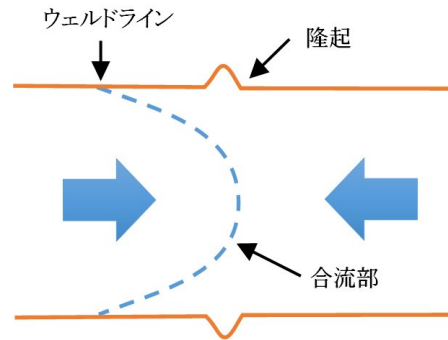
第 13 図 ウェルドライン

そして、溶融樹脂がぶつかり合流すると、板厚中心から上下に向けて接触し、合流面が板厚方向に進むが、材料の粘性が高いと凹凸が発生し外観不具合や強度低下につながる。



第 14 図 一次ウェルド

さらに圧力条件が変化し、樹脂の接合面が相手側の内部に入り込んだ場合、その合流部分の表面に凹凸が発生する。この現象を二次ウェルドと呼ぶ。



第 15 図 二次ウェルド

ウェルドラインに起因する品質欠陥は、主に強度や外観品質の低下が多い。実際の生産現場でも、ウェルドラインを目立たないようにするために、シミュレーションでウェルドラインの発生場所を予測し、ウェルドラインを目立たない場所に移動させる等の対策を行っている。

## 5.2 ウェルドラインの計測

以下は実際にウェルドラインの計測を実施した事例である。目視では一次ウェルド、二次ウェルドともに発見が困難だが、SPHYRNA で計測するとその部分で曲率変化が発生していることが確認できる。この様に目視で発見が困難なウェルドラインも曲率で表示することで誰でも確認することが可能となる。

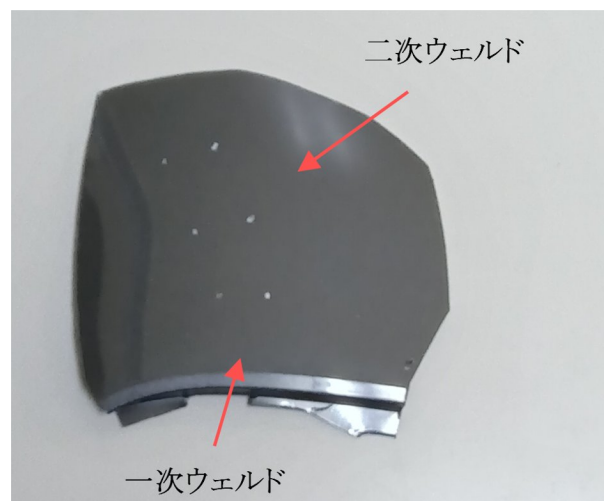
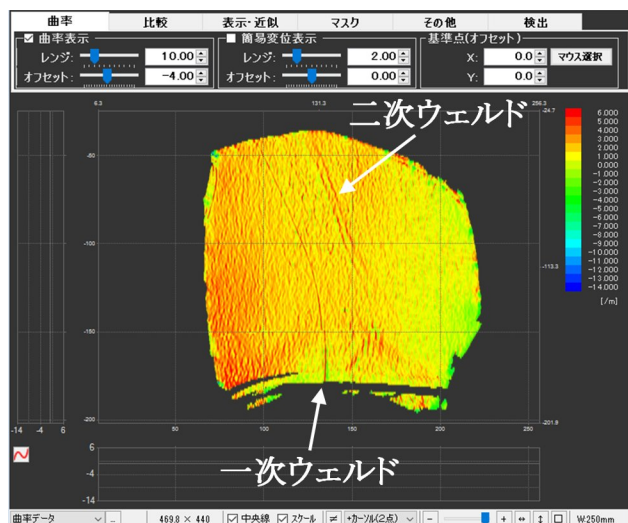


写真 2 ウェルドサンプル





第 16 図 曲率計測結果

## 6 おわりに

近年のものづくりは、小型化が進み、求められる品質が高くなっている。さらに多品種生産が増え、製品サイクルも短くなり検査にかかる負担は大きくなっている。

しかし人口減少・高齢化が進んでいる日本では、経験豊富なベテラン検査員が減少し、若手も育たないという状況に陥っている。

この状況を打開するために経験を必要としない検査装置の導入が急務である。しかし検査員の完全置き換えが可能な装置を求めるがあまり、導入に失敗するケースを多く見受ける。

まずは検査員の業務分担、能力補助的な導入が自動検査実現の近道である。

### 筆者紹介

氏名: 石田 直樹

会社名: 八光オートメーション株式会社

部署名: 開発部 開発課

勤務先住所: 811-2304

福岡県糟屋郡粕屋町大字仲原 2753-5

TEL: 092-611-5751

FAX: 092-611-5747

e-mail: eigyostaff@hacmat.co.jp

hp: <https://www.hacmat.co.jp/>