

画素情報を用いた射出成形品の検査に関する研究

-少数サンプルによる評価検討-

日大生産工 (院) ○上田 恭三
日大生産工 矢野 耕也

1. はじめに

射出成形技術とは、加熱溶融させたプラスチック材料（樹脂・着色剤等）を金型内に射出注入して加圧後、冷却・固化させることにより、成形品を得るものである。この射出成形技術における、成形不良の一つに色ムラというものがある。これは、成形品の色調が部分的に変化したものや、表面上にスジ状の模様が発生するというもので、原因として着色剤の分散不良・流動性の悪さ等が挙げられる。

このような外観不良に対し、検査工程では検査員の目視によって、良品・不良品の判断が行われている。しかし、現状としてこのような検査員の感覚・経験に頼った官能検査には個人差があり、合否判定の評価基準が検査員間でばらついてしまう。その結果、不良品を良品として取引先企業や消費者に出荷してしまう場合がある。このような背景から、本研究では射出成形品を対象とし、MTシステム（パターン認識技術）を用いた外観の定量的な評価および少数サンプルによる評価検討を行った。

2. 研究目的

本研究では以下の2点を研究目的として取り組んだ。

① 外観の定量評価

前述したように、検査員による官能検査では良品・不良品の評価基準が検査員間でばらついてしまう為、定量的な評価が必要である。今回はスキャナを用いて成形品を画素情報へと変

換して解析を行い、定量的な評価を試みた。

② 少数サンプルによる評価検討

通常、MTシステムを用いて評価する場合、単位空間のメンバーとなるサンプルを多数用意する必要がある。しかし、サンプル数に制約条件が生じる場合がある。今回は1個の良品サンプルから単位空間を作成し、不良サンプルとのパターンの差を検討した。

3. 実験方法

3.1 研究対象

本研究では、成形条件を変えた3種類、n=1のサンプルを用意し、評価対象とした。図1に示すように、色ムラが発生する箇所は対象サンプルの特性から上下の2面である。

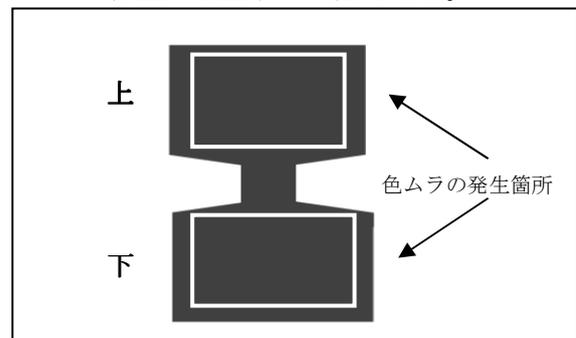


図1 サンプルの概要及び色ムラの発生箇所

3.2 データ準備

良品と不良品の違いは、サンプルの色ムラの有無である。3個のサンプルをそれぞれA・B・Cとした。表1より色ムラの無いAを良品とし単位空間、残りのB、Cを不良品とし、それぞれ対象B、Cとした。また、表1の目視による判断は、複数人数によって行った。

A study on the inspection of injection modeling products using pixel data

-Evaluation and examination by small sample-

Kyozo UEDA, Koya YANO

表 1 各サンプルの色ムラの有無

サンプル	色ムラ(目視による判別)
A	無し
B	やや有り (Aとあまり変わらない。)
C	有り

解析を行うにあたり、各サンプルを画素情報に変換する必要がある。この一連の作業手順①~④を以下の図 2 に示す。

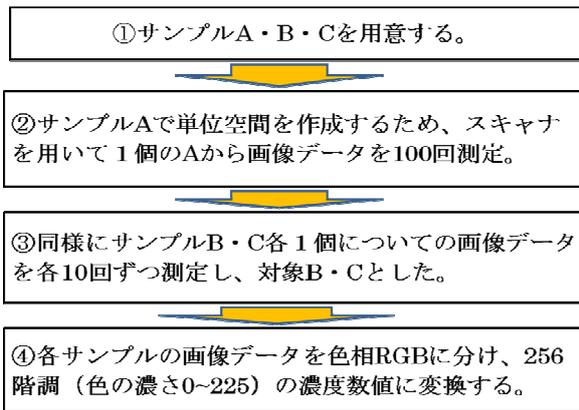


図 2 データ準備

本研究では 1 個のサンプルで評価を行う為、各 1 個のサンプルから複数の画像データを集めた。②、③の手順では誤差を与える為、サンプルの位置を少し変えながら画像データを測定した。また、④の手順に移行する前に、各サンプルの画像データを 30%圧縮した。画素数が多ければ識別精度が上がるが、コンピュータでの処理負荷を下げる為である。

3.2 単位空間の作成

画素情報に変換された画像データは、図.3で示すように画素ごとにメッシュで区切られ、中に 256 階調(0~225)の濃度が示される。

色ムラの発生箇所である上下 2 面から 50 行×50 列、2500 データを抜き出し、特徴量を濃度の平均値、標準偏差として抽出、これらを項目として図 4 のような単位空間(100 項目・メンバー数 200)を作成した。同様にして、対象 B、C(100 項目・メンバー数 20)を作成。また、色相には RGB(赤・緑・青)がある。色相ごとに単位空間、対象 B、C を用意した。

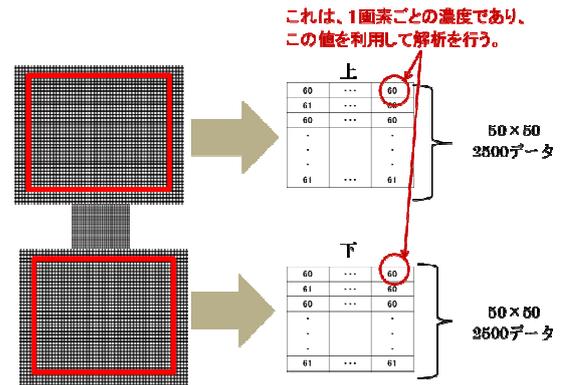


図 3 データの抜き取り

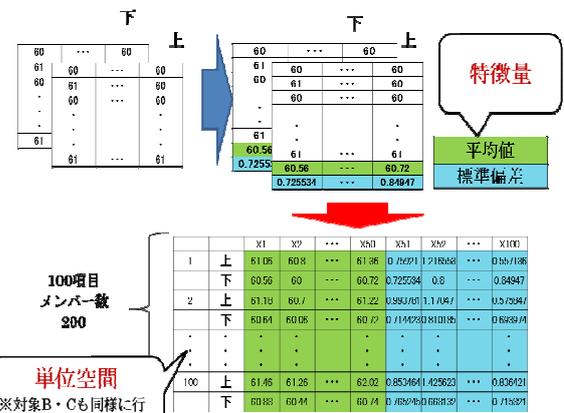


図 4 単位空間の作成

4. 解析手順

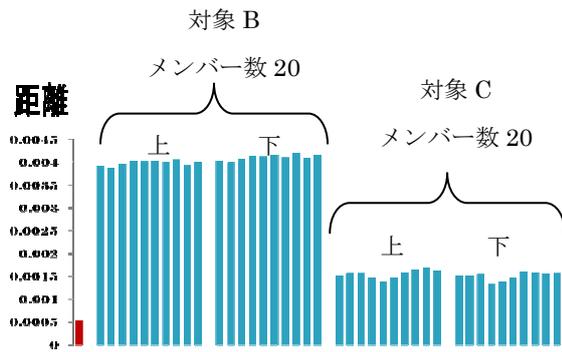
4.1 解析方法

本研究では、MT システムの中の一つの方法である、RT(Recognition-Taguchi)法を用いて解析を行った。RT 法とは、数多くある特徴項目を感度 β と SN 比 η の 2 つの数値情報に集約し、余因子行列を用いて各メンバーのパターン距離 D を求め、パターン差を評価するものである。なおいずれのサンプルも $n=1$ である為、繰り返しの測定によりメンバーを増やしている。

4.2 解析(1)

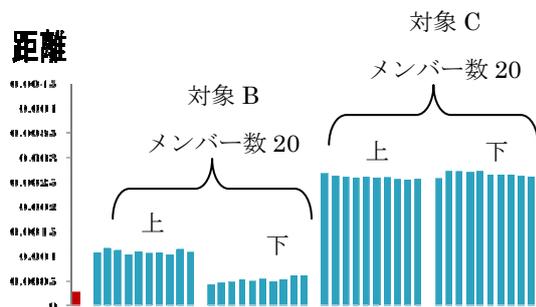
準備したデータは単位空間 (100 項目・メンバー数 200)、対象 B、C (100 項目・メンバー数 20) である。RT 法を用いて、RGB の色ごとに良品サンプルと不良品サンプルのパターン差を求めた。解析結果を図 5~図 7 に示す。その結果、いずれにおいて対象 B、C の距離は、

単位空間平均距離より離れており、色相に関係なく良品・不良品の識別は可能であるといえる。



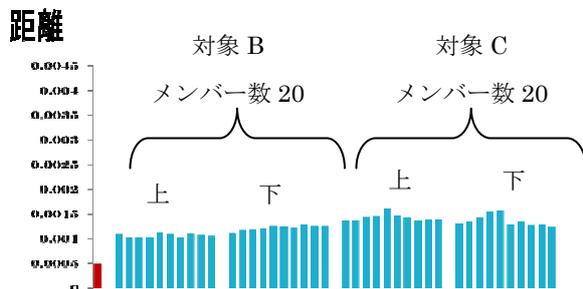
単位空間平均距離

図 5 色相 R での距離



単位空間平均距離

図 6 色相 G での距離



単位空間平均距離

図 7 色相 B での距離

色相ごとに対象 B、C の距離を比較して見てみると、図 7 では対象 B、C は同じような距離を示しているが、図 5、図 6 で見た場合、対象 B、C の距離の大きさに違いが見られた。これは、サンプル B・C の識別が可能であることを示唆している。しかし、図 5 では対象 B、C の距離が逆転しており、目視とは異なる結果となった。本来ならば、色相に関係なく各距離の大きさは単位空間平均<対象 B<対象 C であることが望ましく、目視による判断と合致しなければならぬと考える。

4.3 解析(2)

解析(1)では色相によっては目視と同様な識別性が得られなかった。その為、単位空間と特徴量を再検討する必要がある。そこで、解析(1)で使用した単位空間の他に、表 2 に示すような新たな単位空間を作成した。

表 2 単位空間一覧

単位空間	特徴量	
	平均値・標準偏差	標準偏差のみ
上・下の2面から作成	※100項目・メンバー数200 ※解析(1)で使用した単位空間	50項目・メンバー数200
上面から作成	100項目・メンバー数100	50項目・メンバー数100
下面から作成	100項目・メンバー数100	50項目・メンバー数100

表 2 から新しく用意した単位空間は合計 5 個であり、各色相について解析した。また、解析(1)ではパターン距離を R、G、B 別個に求めただけであるが、解析(2)では R、G、B それぞれについての合成変量を、分割合成法という方法で総合的に求めることとした。これは各色相では $x_1 \sim x_{100}$, $x_1 \sim x_{50}$ の 100、50 項目のデータからパターン距離 D が求められるが、R、G、B それぞれから得られたパターン距離 D について、R の合成変量を項目 X_1 、G の合成変量を項目 X_2 、B の合成変量を項目 X_3 とし、それらを新たに項目として、総合距離を求めるものである。その結果、色相を総合したパターン距離が得られることとなる。(図 8)

1. 単位空間

単位空間の距離	X1		X2		X3	
	R		G		B	
	上	下	上	下	上	下
1	D	D	D	D	D	D
.
.
.
100	D	D	D	D	D	D

2. 対象B・C

パターン距離	X1		X2		X3	
	R		G		B	
	上	下	上	下	上	下
1	D	D	D	D	D	D
.
.
10	D	D	D	D	D	D

図 8 単位空間・対象 B、C の例(分割合成法)

表3 解析結果一覧

単位空間	特徴量		R		G		B		総合	
			対象B	対象C	対象B	対象C	対象B	対象C	対象B	対象C
上・下の2面から作成	平均値 標準偏差	上	7	3	4	9	2	3	9	6
		下	8	3	2	9	3	3		
	標準偏差のみ	上	1	2	7	11	5	4	5	10
		下	3 ※1	5	4	12	3	6		
上面から作成	平均値 標準偏差	上	4	6	3	9	2	4	5	10
		下	5	6	2	9	3	3	5	10
	標準偏差のみ	上	1	1	6	11	5	4	35	59
		下	1	2	4	11	3	6	34 ※2	60 ※2
下面から作成	平均値 標準偏差	上	26	12	11	19	5	6	24	14
		下	24	12	6	21	5	6	25	14
	標準偏差のみ	上	3	7	9	16	7	7	11	24
		下	7	10	5	17	4	8	11	24

また、表3で示される数値は、単位空間平均距離からの比である。例えば※1のような色相Rについて、上・下2面から標準偏差のみで単位空間を作成した場合、その単位空間平均距離を D_{unit} とし、対象Bの上面・下面それぞれの平均距離を $D_{sig, up}$ 、 $D_{sig, under}$ とすると、各パターン距離は

$$D_{up} = \frac{D_{sig, up}}{D_{unit}} = 1 \quad D_{under} = \frac{D_{sig, under}}{D_{unit}} = 3$$

として表すことが可能である。すなわち、対象Bに関する上面の平均的な識別感度を表す比は1となり、下面の値3と比較して識別感が低くなる。表3から最も識別感度が高く、目視と同様な識別性を有しているとされたのは、※2のような上面の標準偏差のみで単位空間を用いて解析を行い、さらにその結果から分割合成法で解析したものである。この解析結果を図9に示す。

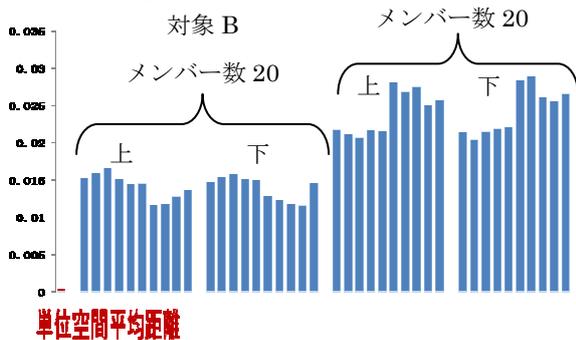


図9 総合距離

5. 考察とまとめ

本研究では、少数のサンプルしかない場合の外観の定量評価を、画像データを繰り返し測定することで試みた。通常のパターン距離の解析では、複数の良品のメンバーを用意することで、単位空間が構築される。しかし、本研究では1個の良品サンプルを繰り返し測定することにより、1種の仮想的な単位空間を用いる点が特徴的である。また、同一のサンプルを良品のデータとして繰り返すため、単位空間自体のばらつきが小さくなることが考えられ、結果的に検査対象の識別性が向上することが期待できる。特にサンプル等の良品が1個しか用意できない場合などに、簡易的に単位空間を得る方法であると考えられる。ただし、繰り返し測定において、この場合はスキャナの性能で左右される可能性があるため、スキャナの種類を別の因子として位置づける必要性があり、今後の課題とする。

参考文献

- 1) 手島昌一、長谷川良子著：入門MTシステム、日科技連、2008.
- 2) 田村希志臣著：よくわかるMTシステム、日本規格協会、2009.
- 3) 田口玄一他：品質工学便覧、P170~P173 認識のためのT法、日刊工業新聞社、2007.