

M4 射出成形機のメンテナンス

M4-1 予防メンテナンス

M4-2 事後メンテナンス

M4-3 電気系、油圧系、ニューマチック系、電子系の概要

2/Dec/2013

射出成形機のメンテナンス

予防メンテナ ンス	<ul style="list-style-type: none"> ●故障が起こる前に修理を行う保全方法であり生産数量をベースとして日常点検・定期点検を実施する。 ●日常点検・・・製造部門の訓練を受けたオペレータが実施 ●定期点検・・・専門技術を持ったメンテナンス技術者が実施
事後メンテナ ンス	<ul style="list-style-type: none"> ●機能低下・故障による修理。 ●保全スピードが要求される。 ●専門技術を持ったメンテナンス技術者が実施

予防メンテナンス

- 日常点検(日・週)、定期点検(月・年)
 - ・目視/聴覚/臭覚/触覚を用いた点検場所が解る自主保全基準書や点検結果を記録する日常点検表を作成し活用する。
 - ・日常点検は訓練を受けたオペレータが実施
 - ・定期点検は専門技術を持ったメンテナンス技術者が実施
 - ・不具合発見時の対処方法を明示すること。
- ・点検内容は成形機メーカーに相談したり、社内での打合せにより決定する。

日常点検表 例

点検項目	頻度	10/21	10/22	10/23
ポンプ音 モータ起動時に異常音の発生は	毎日	レ	レ	
シリンダ温度 設定値に上がっているか	毎日	レ	レ	
操作側安全ドア 開くと型締動作停止するか	毎日	レ	レ	
温調機回路(金型含む) 水漏れやホースのこすれ等はないか	毎日	レ	レ	
作動油量 油量はレベルゲージ範囲か	毎週	レ		
点検者(訓練を受けたオペレータ)	使用日	下田	下田	

定期点検表 例

点検項目	頻度	3/21	9/21	3/21
作動油 汚れや劣化の確認	6ヶ月	レ	NG	作動油交換
ノズル 先端R 穴径	6ヶ月	レ		
スクリー 逆止弁 逆流していないか	6ヶ月	NG	レ	3点セット交換
****	6ヶ月	レ	レ	
点検者(メンテナンス係)		下田	下田	
管理者(製造部門長)		上田	上田	

射出成形機のメンテナンス

TPM	自主保全基準書
設備名	160t 成形機

改訂欄	日付	担当者
改訂1	2009/4/1	西川
改訂2	2011/1/24	西川
改訂3	2012/7/2	西川

参考例



射出成形機のメンテナンス

A-215

設備・測定器・施設 始業点検表		44																															1/1			
点検年月	設備名 測定器名 施設名	管理番号	作成/改訂者	広瀬	点検内容承認	プラグループ																														
						作成/改訂日																														
2013年10月	FE-160 (A16L026)					1999/10/26																														
No.	点検項目	頻度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
1	油温度の温度が設定温度を維持するか	日 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
2	ヒータの温度が設定温度を維持するか	日 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
3	射出装置ホッパー下の冷却水は循環しているか	日 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
4	ポンプモータ駆動時に異常等がないか	日 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
5	安全ドアが開いた状態で駆動動作をしないか	日 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
6	ストローク棒の調整とストッパー板の自重落下の確認	日 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
7	配管の配管及び継手部からの水漏れ、ホースの変化はないか	日 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
8	加熱筒内に可燃物がない事	日 0.5分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
9	非常停止ボタンを押した時にポンプモータは停止するか	週 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
10	作動油タンクの油量は適量か	週 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
11	成形機外観(安全ドアの汚れ・射出側のホコリ)と成形機周辺の清掃	週 10分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
12	搬出ロボットの非常停止ボタンを押した時にロボットは停止するか	週 0.15分	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
13	駆動モータ部の軸受部から油漏れはないか	月 0.15分																																		
14	搬出ロボットのエアフィルタの設置後(4-25)は正しいか	月 0.15分																																		
15	樹脂搬送機の清掃	月 2分																																		
点検者			西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	西川	
点検結果記入方法: 良好=√ 異常=x 異常修復=xの上から○																																				
点検者だけで処理出来ない場合は、速やかに管理責任者または所属長に連絡すること。																																				

射出成形機のメンテナンス

TPM	自主保全基準書
設備名	50t 成形機

改訂欄	日付	担当者
改訂1	11/14/20	中川
改訂2	12/16/20	西川
改訂3		

参考例

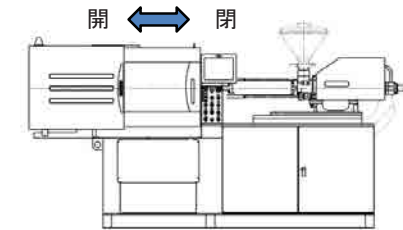


射出成形機のメンテナンス

日常点検-1

- 正しい服装
- 安全装置の点検(機種によって異なる)
 - 安全ドア及び安全ドアリミットスイッチ

- 安全ドアのスムーズな開閉
- 安全ドア開いているときは、型締しない
- 安全ドアリミットスイッチの取り付け状態



射出成形機のメンテナンス

10

設備・測定器・施設 始業点検表 (74)		1/1																															
点検年月	設備名 測定器名 施設名	管理番号	作成/改訂者	広種	点検内容	承認																											
2013年10月	NEX-50	管理部門	ブラグループ	作成/改訂日	2008/06/12																												
No.	点検項目	頻度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	温調機の温度が設定温度に昇温するか	日 0.15分		✓	✓	✓																											
2	ヒータの温度が設定温度に昇温するか	日 0.15分		✓	✓	✓																											
3	射出装置わが下の冷却水は循環しているか	日 0.15分		✓	✓	✓																											
4	ACサーモータに異臭・異音はないか	日 0.15分		✓	✓	✓																											
5	安全ドアが開いた状態で型締動作をしないか	日 0.5分		✓	✓	✓																											
6	温調・冷却水の配管等からの水漏れはないか	日 0.5分		✓	✓	✓																											
7	加熱槽周りに可燃物はない事	日 0.5分		✓	✓	✓																											
8	成形機の非常停止ボタンを押した時にポンプモータは停止するか	週 0.15分		✓	✓	✓																											
9	ロボットの非常停止ボタンを押した時にポンプモータは停止するか	週 0.15分		✓	✓	✓																											
10	成形機外観(※安全ドアの汚れ・外観)	週 10分		✓	✓	✓																											
11	ロボット等の清掃(取出しロボット・インサートトレイ)	週 5分		✓	✓	✓																											
12	取出ロボットのエアフィルタの設定値(4~5kg/cm ²)はよいか	月 0.15分		✓	✓	✓																											

点検者

点検結果記入方法: 良好=V 異常=× 異常修復=×の上から○
点検者だけで処置出来ない場合は、速やかに管理責任者または所属長に連絡すること。

射出成形機のメンテナンス

9

日常点検-2

安全ドア、カバー

- * 操作側安全ドアの点検
 - ⇒ 型締動作が行なわれなかったら、正常
- * 反操作側安全ドアの点検
 - ⇒ モータ電源がOFFしたら、正常
- * 上部安全カバーの点検
 - ⇒ モータ電源がOFFしたら、正常

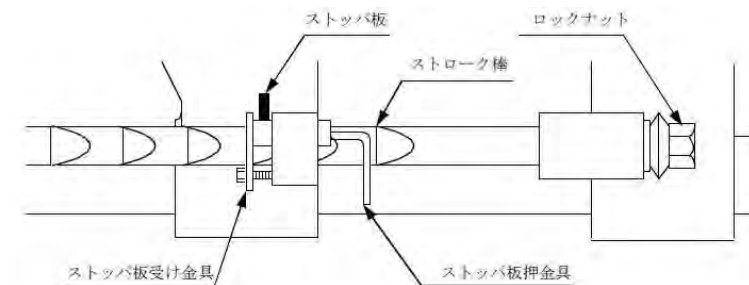
射出成形機のメンテナンス

11

日常点検-3

機械式安全装置

- ロックナットに緩みがないか
- 操作側ドアを開きストップ板がストローク棒に落下するか



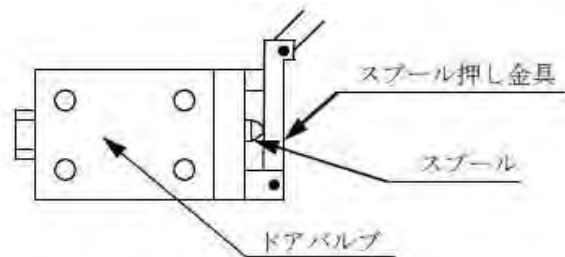
射出成形機のメンテナンス

12

日常点検-4

・ドアバルブ

正常な作動時はドアを開くとスプール押し金具によりスプールが押され型締動作は行われぬ



射出成形機のメンテナンス

13

日常点検-5

・ドアバルブ確認リミットスイッチ(L/S)
ドアバルブが正常に作動しているか確認するL/Sです



リミットスイッチ

射出成形機のメンテナンス

14

日常点検-6

・非常停止押ボタンスイッチ

非常停止押ボタンスイッチを押すとモータ電源及び、ヒータ回路が遮断され、機械動作は停止



射出成形機のメンテナンス

15

日常点検-7

3. パージングガード

パージングガードを閉鎖した状態でスイッチが作動
パージングガードを開いた状態で、射出・計量・射出装置前進の各動作できないこと



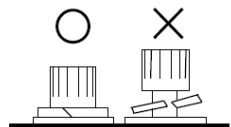
パージングガード
スイッチ

射出成形機のメンテナンス

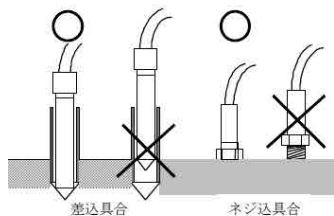
16

日常点検-8

4. 型取付ボルト他、可動部ボルト
緩みを点検



5. 熱電対の点検



射出成形機のメンテナンス

17

日常点検-9

6. 加熱筒昇温時間の確認
昇温時間の早すぎ・遅すぎはヒータ回路の
故障が考えられる

7. 作動油量
オイルレベルゲージ
の中間以上あること

オイルレベルゲージ



← 中間線以上

射出成形機のメンテナンス

18

日常点検-10

8. 型締シリンダ内のエア抜き
型開閉操作を数回行う
必要に応じシリンダ内のエア抜きを行う
- * 長期のわたって機械を止めたとき
 - * 型締シリンダ内の作動油を抜いたとき
 - * 型締動作が異常のとき

射出成形機のメンテナンス

19

日常点検-11

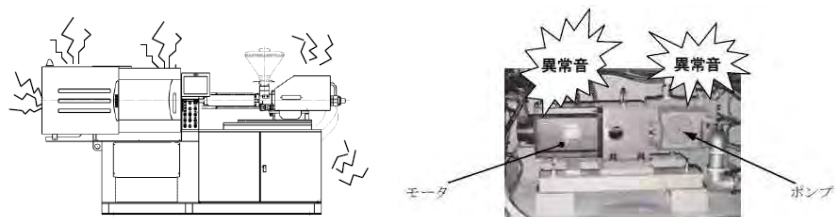
9. 成形条件の点検
10. 冷却水の通水流量点検
11. 給油の実施
12. 油漏れ箇所の有無、漏れ量点検
13. ホースと継ぎ手部の外観検査

射出成形機のメンテナンス

20

日常点検-12

14. 異常音点検

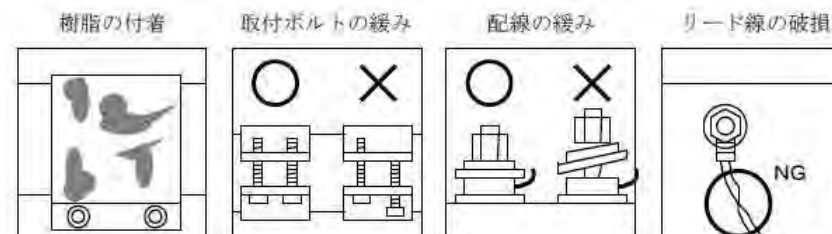


射出成形機のメンテナンス

21

定期点検-1

1. リミットスイッチ取付ビス、ボルトの緩み
2. バンドヒータ外観



射出成形機のメンテナンス

22

定期点検-2

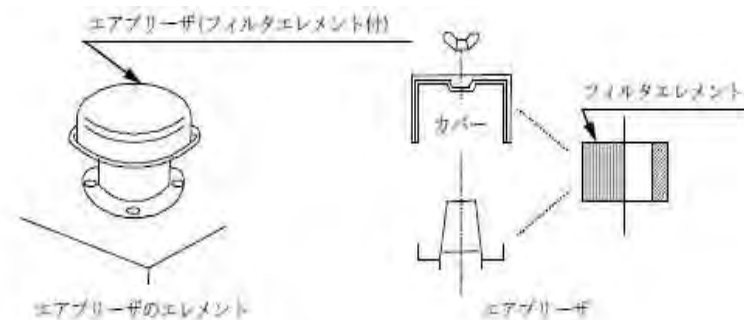
3. スクリュ割リング取付ボルトの緩み点検
4. 各配管の緩み
5. 各油圧機器の動作状態の点検
6. ドレーン用廃油タンク等の点検
7. 熱交換器(クーラ)の点検

射出成形機のメンテナンス

23

定期点検-3

8. エアブリーザ元素の点検



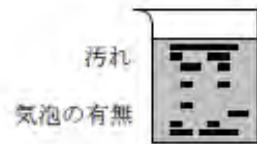
射出成形機のメンテナンス

24

定期点検-4

9. 作動油の点検

- 定期的な作動油のサンプル
機械運転中に採油
ポンプサクシオン付近の中間層を採油
- 気泡が発生している場合には 配管の継ぎ部
及び作動油粘度を点検
- 作動油を交換した場合は
12時間は静置する

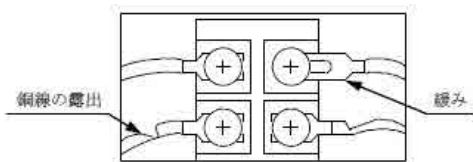


事後メンテナンス

- 故障による修理でスピードが要求される。
- * 自主修理(専門技術を持ったメンテナンス技術者が実施)
補修部品のストックが必要
ヒータ・ヒューズ・電磁接触器
Oリング・ソレノイドコイル・
冷却用ホース・口金・ニップル類・他
- * メーカーによる修理
故障内容を適格に判断し修理依頼する

電気系

- 配線の緩み、銅線の露出
- 電圧の点検 使用電源電圧の±10%以内
- 各ヒューズを点検
- 操作ボックス内の安全回路を点検

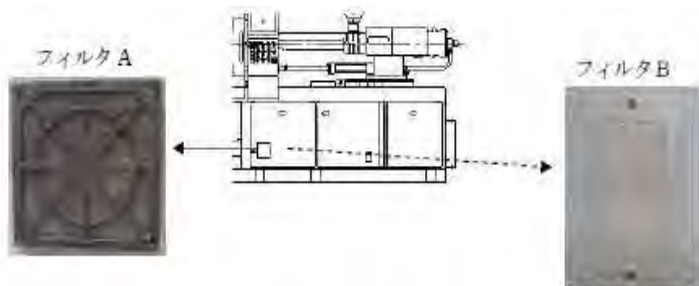


電子系

- 使用コントローラ及び電子部品保護のための
下記の環境への設置は避ける
 - 成形機周囲温度が0~40°Cの範囲を超える場所
 - 周囲湿度が85%RHを超える場所
 - 急激な温度変化で結露が生じる場所

電子系

- 電気ボックスのファンフィルタの目詰まり
点検・掃除(通気を良くする)
* フィルタの汚れを点検・掃除・交換



射出成形機のメンテナンス

29

油圧系

- 油量(レベルゲージ中間)
- 油温(30~50℃)
- 油圧力(設定値まで上がるか)
- ポンプ音
- 漏えいチェック
- 作動油性状試験(定期点検)
- フィルタ点検(定期点検)

射出成形機のメンテナンス

30

ニューマチック系

- コンプレッサー本体の点検
潤滑油量の確認
ドレーン排出
異常音・振動
安全弁の作動
- 成形機側での点検
エアフィルタの圧力
水分や油分の混入
(* 水分や油分は成形品不良の原因となり易い)



射出成形機のメンテナンス

31

成形機のトラブル例(誤操作含む)

- ノズルヒータ切れ
- ヒータ回路ヒューズ切れ
- ノズル先端潰れ
- 逆流(3点セット交換)
- トーपीード折れ
- スクリュー外周のカジリ
- 熱電対の断線
- 油漏れ
- ポンプの異音
- 固定盤タップネジの不具合
- 固定盤ロケート部の破損

射出成形機のメンテナンス

32

M5 射出成形プロセス

M5-1 射出成形プロセスの原理

9~10/Feb/2011

目次

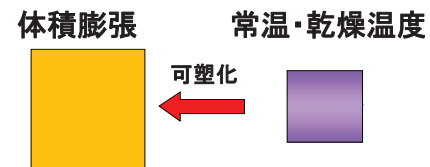
	項目		ページ
1	射出成形の基本	1~11	P3~13
2	金型内樹脂流動	1~12	P14~25
3	射出成形プロセス	1~7	P26~32
4	型締工程	1~3	P33~35
5	可塑化工程	1~8	P36~43
6	射出工程	1~9	P44~52
7	保圧工程	1~4	P53~56
8	冷却工程	1~3	P57~59
9	取出工程	1~3	P60~62

A-222

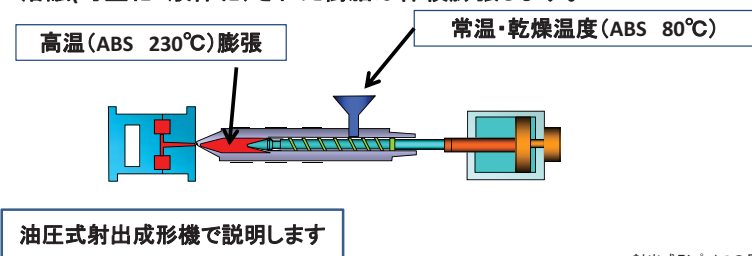
射出成形の基本-1 (プラスチックとは)

- プラスチックとは……
- 1, プラスチックとは、熱や圧力を加えることにより成形加工のできる高分子物質のことです。高分子物質には、天然樹脂と合成樹脂がありますが、一般的にプラスチックというと石油から生まれた合成樹脂の事を指します。
- 2, プラスチックの大きな特徴のひとつに、熱を加えると変形するという性質があります。その為、様々な形を極めて簡単に大量生産する事が可能です。
⇒各種成形法、射出成形法
- 3, プラスチックには、大きく分けて、熱可塑性プラスチックと熱硬化性プラスチックの2種類が有り、殆どどの製品がこの2種類のプラスチックにより作られています。
⇒熱可塑性プラスチックのほとんどのものは射出成形ができる

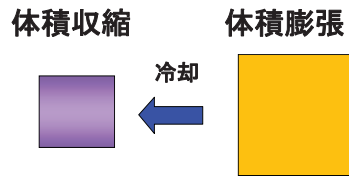
射出成形の基本-2 (成形材料 可塑化 膨張)



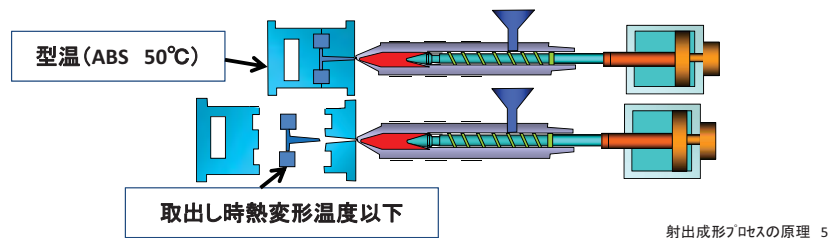
- 1, 射出成形とは……樹脂を加熱筒内で加熱溶融(可塑化)し、金型内に注入(賦形)を行い金型にて溶融樹脂を冷却(固化)して成形品を作る事です。
- 2, 樹脂は常温下では流動しないため加熱され溶融状態になります。加熱溶融(可塑化・液体化)された樹脂は体積膨張します。



射出成形の基本-3 (成形材料 冷却 収縮)



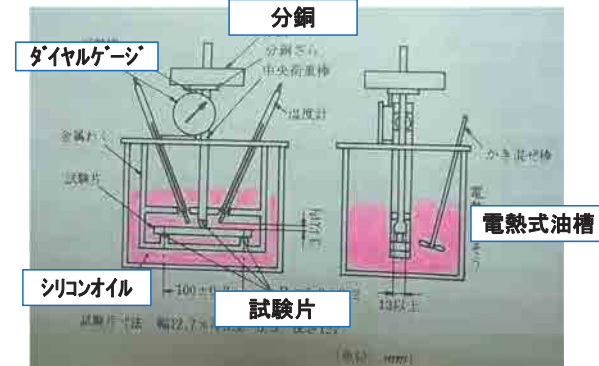
1. 金型内に高い圧力で流入された樹脂は冷却・固化され体積収縮します。
2. 体積収縮率は非晶性プラスチックより結晶性プラスチックは大きく例えばPP樹脂は20/1000近くになります。



A-223

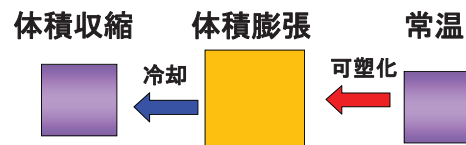
射出成形の基本-4 (熱変形温度とは?)

1. 荷重たわみ温度(熱変形温度)とはプラスチックを一定荷重下において一定速度で温度上昇させた時所定の変形量を示す温度と規定されている。
2. 荷重 1.813MPa (18.5kgf/cm²)
3. 昇温速度 1分間2°C
4. 変形量 タワミ 0.26mm
5. 試験片 12.7mm×3.2~6.5mm×127mm



射出成形プロセスの原理 6

射出成形の基本-5 (成形材料 膨張・収縮)



樹脂に関して重要な事は”高温下で流動し常温下では流動しないという事である。

主な熱可塑性樹脂の収縮率

樹脂名	記号	成形樹脂温度	成形収縮率
ABS樹脂	ABS	190°C ~ 260°C	0.3% ~ 0.8%
ポリスチレン	PS	190°C ~ 280°C	0.2% ~ 0.6%
アクリル	PMMA	180°C ~ 250°C	0.4% ~ 0.8%
ポリエチレン	PE	150°C ~ 250°C	1.5% ~ 5.0%
ポリプロピレン	PP	200°C ~ 280°C	1.0% ~ 2.0%
ポリアセタール	POM	180°C ~ 230°C	2.0% ~ 2.5%
ポリカーボネート	PC	250°C ~ 350°C	0.5% ~ 0.7%

射出成形プロセスの原理 7

射出成形の基本-6 (比容積 Specific Volume)



1. 比容積は cm³/g で表される。[密度 (Density) g/cm³ の逆]
2. 加熱溶融(可塑化)液化された樹脂は体積膨張する。
3. 金型内で冷却固化され樹脂は体積収縮する。
4. 比容積の大きな変化が成形不良の発生要因の一つである。
5. ゲートソールした時の樹脂の比容積を 1.05cm³/gとし常温常圧での比容積を1.0cm³/gとすると体積収縮率は1.0/1.05となる。これが等方向に均一収縮したとすれば3乗根で0.984となり収縮率は16/1000となる。
6. 熔融温度が高ければ比容積も大きくなるので収縮率も大きくなる。
7. 圧力が高くなれば比容積が小さくなり収縮率も小さくなる。

射出成形プロセスの原理 8

射出成形の基本-7 (収縮率の違い)

結晶性と非晶性では収縮率に大きな差がある

1、結晶性プラスチック

(PE)	ポリエチレン	2.5%
(PP)	ポリプロピレン	1.6%
(POM)	ポリアセタール	1.7%

2、非晶性プラスチック

(PS)	ポリスチレン	0.4%
(PVC)	ポリ塩化ビニール	0.3%
(PC)	ポリカーボネート	0.6%

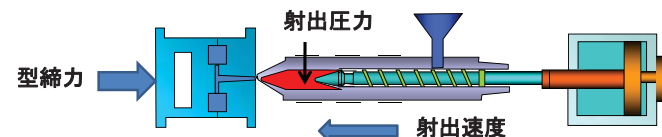
(参考値)

射出成形プロセスの原理 9

射出成形の基本-8 (力・圧力が大きい)

- 樹脂は加熱(可塑化)され流動状態にして金型内に射出する為、金型の両壁面に接触した樹脂は冷えて固まり、中心部を樹脂が流れる。
- 温度によって状態が変化しない「水」や「油」とは違った流れ方をする。
⇒流動させるには高い射出圧力と金型を締める型締力が必要

型締力(Clamping Force)	792 KN (80Tonf)
射出圧力(Injection Pressure)	187 MPa (1900kg/cm ²)
射出速度 (Injection Velocity)	300 mm/sec

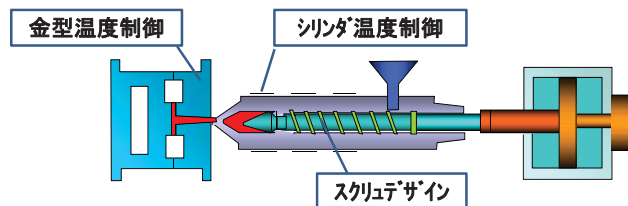


射出成形プロセスの原理 10

射出成形の基本-9 (熱硬化性樹脂・熱可塑性樹脂)

- 熱硬化性プラスチック** 熱を加えると同じように溶けて型に流れ込みますが、更に加熱すると今度は硬くなり、一旦硬化した後は、どんなに熱を加えても再び柔らかくならない性質を持っている。
- 熱可塑性プラスチック** 熱を加えると溶けて柔らかくなり、型に入れて冷やすと固まって製品になりますが、もう一度熱を加えると再び溶けて柔らかくなる性質を持っている。

熱硬化性、熱可塑性プラスチックでは金型・シリンダーの設定温度、スクリュエサインは大きく異なる。

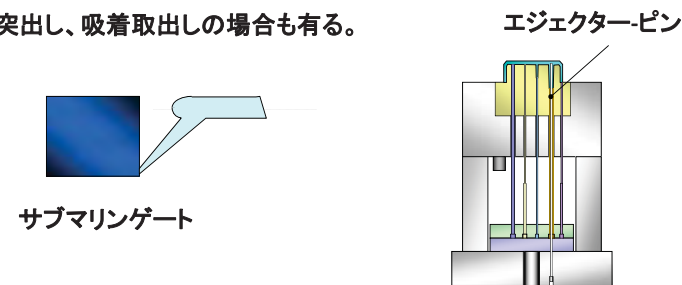


射出成形プロセスの原理 11

射出成形の基本-10 (注入口・ゲート、E・P痕)

他の成形プロセスとの大きな違いは？

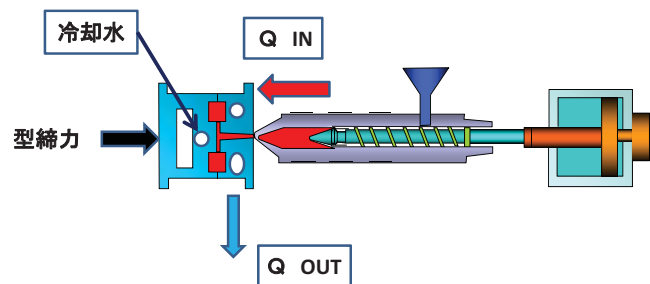
- 溶かした樹脂を型内に流す
⇒流路が必要。キャビに対しては注入口、ゲートが必ず有る。
- 固化した製品を可動型より突出す
⇒突出しピン(E・P)痕がどこかに有る。
エア突出し、吸着取出しの場合も有る。



射出成形プロセスの原理 12

射出成形の基本-11 (金型の冷却)

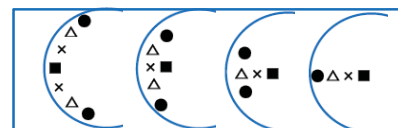
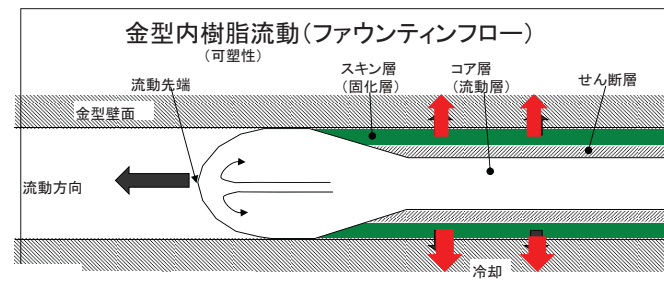
- 1, 金型は熱交換器の役割がある
- 2, 樹脂によって持ち運ばれた熱量 (Q_{in}) を冷却媒体 (水、油) によって型外に移動 (Q_{out}) させる。
- 3, この機能が悪いと成形サイクルが長くなったり製品不良 (変形・離型不良) が発生する、金型の冷却回路設計は重要ポイント。



射出成形プロセスの原理 13

金型内樹脂流動-1

樹脂は加熱して流動状態にして金型内に射出する為、金型の両壁面に接触した樹脂は冷えて固まり、中心部を樹脂が流れ金型壁面に接触した時点で又冷えて固まり、これを繰り返しながら充填完了する。



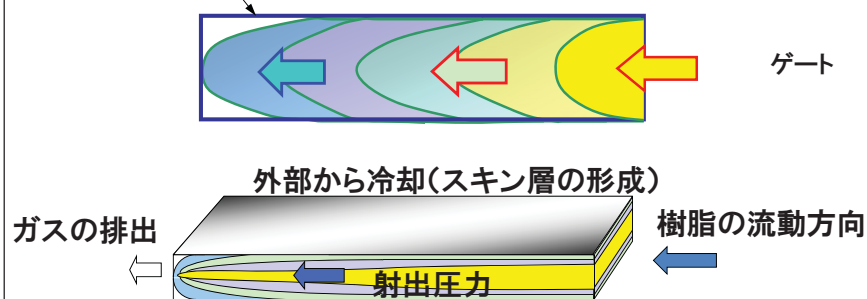
NISSEI Escuela Texto

射出成形プロセスの原理 14

金型内樹脂流動-2 (金型内での樹脂の流動の変化)

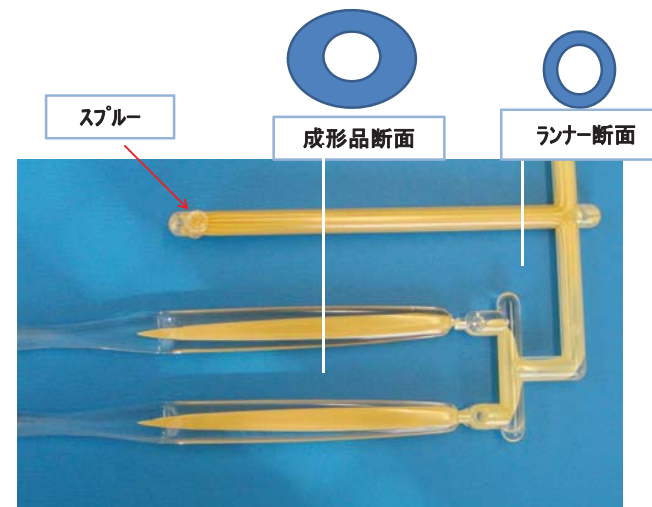
樹脂温度の低下につれ粘度が上がり流速は遅くなる。射出圧力は大きくする必要がある。

流動はゲートからの一方通行



射出成形プロセスの原理 15

金型内樹脂流動-3

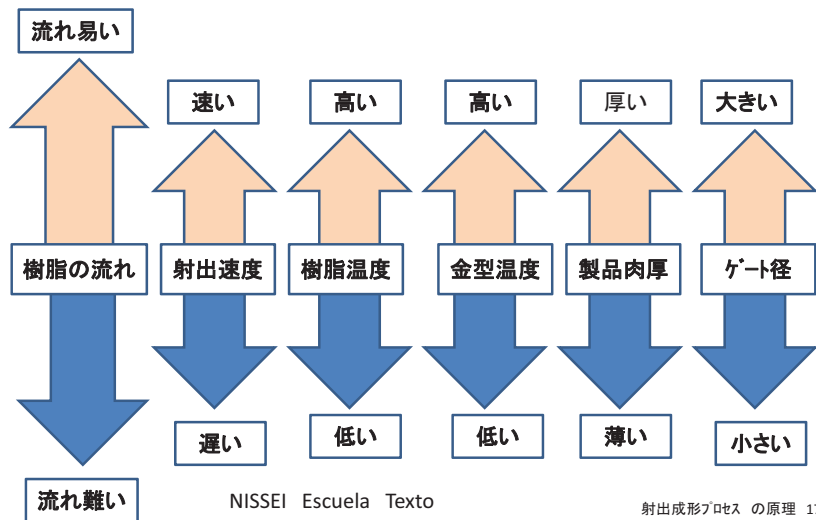


NISSEI Escuela Texto

射出成形プロセスの原理 16

金型内樹脂流動-4 (樹脂の流動性と要因の関係)

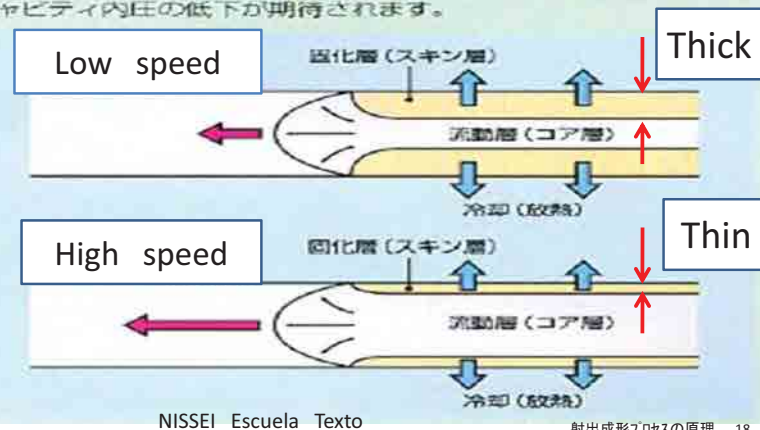
読み方例 樹脂温度・金型温度を上げると樹脂の流れは良くなる



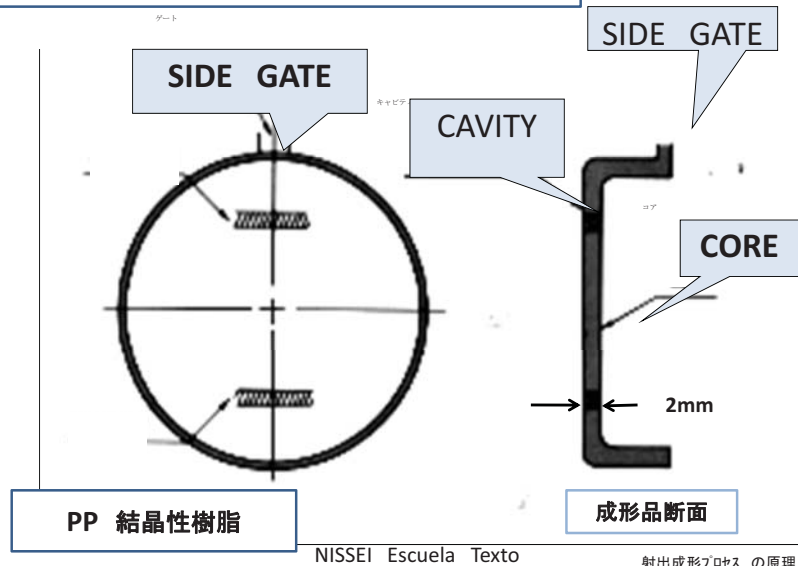
金型内樹脂流動-5 (樹脂の流れ)

高速充填

樹脂の流動と冷却が並行して進行しており、スキン層が形成されながら流動しています。不皮のない高品質成形を行うには、冷却の影響を少なくして樹脂流路を確保することが有効です。高速充填を行うことで、摩擦・せん断発熱による樹脂温度の上昇、樹脂粘度の低下、樹脂流動性の向上、キャビティ内圧の低下が期待されます。

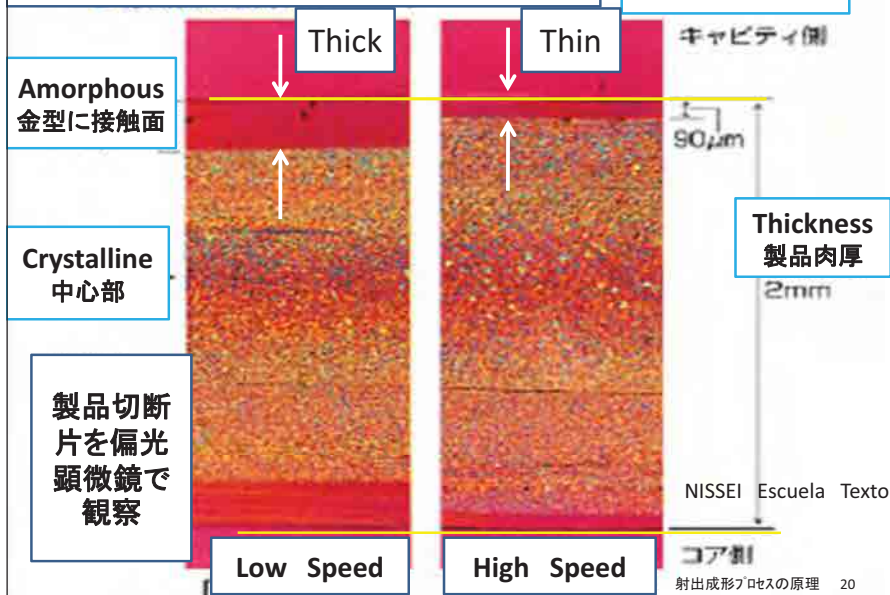


金型内樹脂流動-6 (樹脂の流れ(試験例))

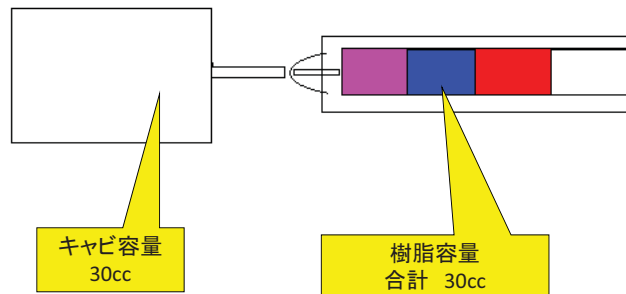


金型内樹脂流動-7 (樹脂の流れ(試験例))

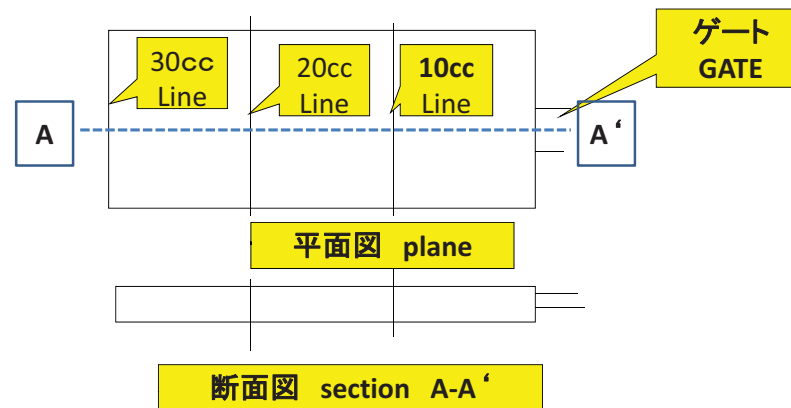
Material PP



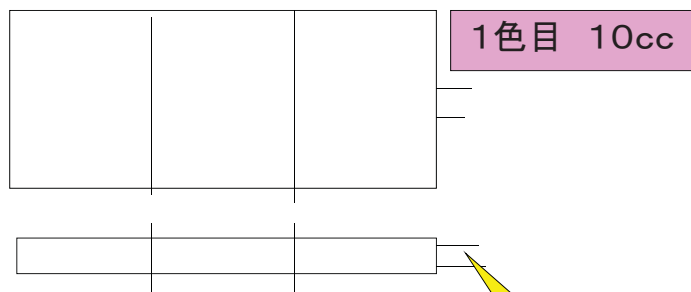
金型内樹脂流動-8 (型内の樹脂流動 模式図-1)



金型内樹脂流動-9 (型内の樹脂流動 模式図-2)

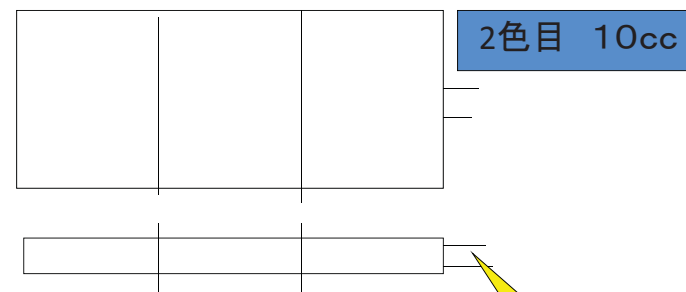


金型内樹脂流動-10 (型内の樹脂流動 模式図-3)



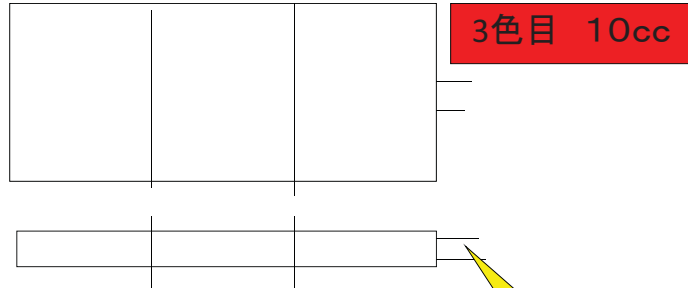
* 2色目、3色目の流れを考える

金型内樹脂流動-11 (型内の樹脂流動 模式図 -4)



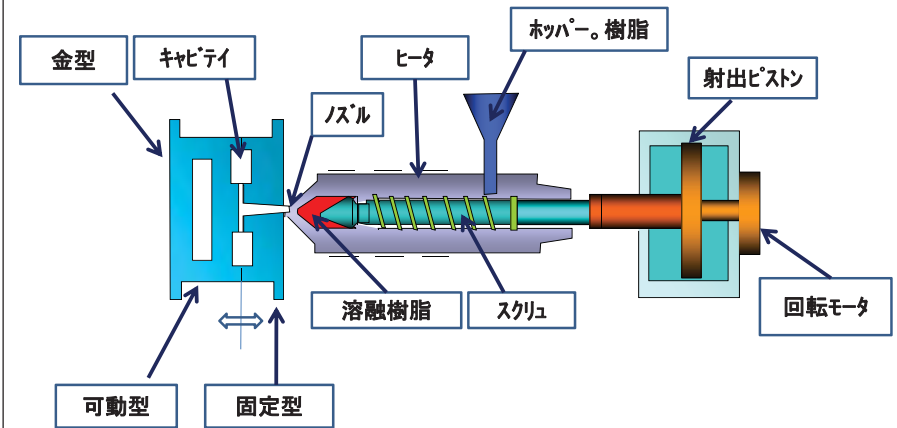
* 2色目の流れを考える

金型内樹脂流動-12 (型内の樹脂流動 模式図-5)



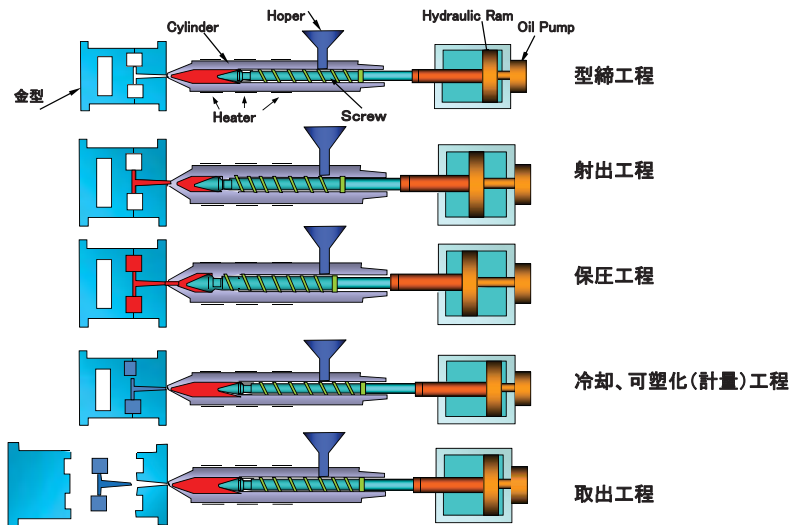
射出成形プロセスの原理 25

射出成形プロセス-1 (名称)



射出成形プロセスの原理 26

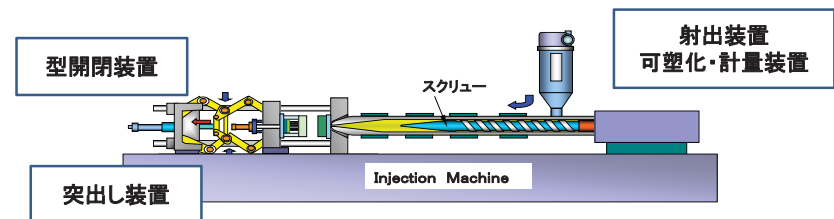
射出成形プロセス-2 (射出成形工程図)



射出成形プロセスの原理 27

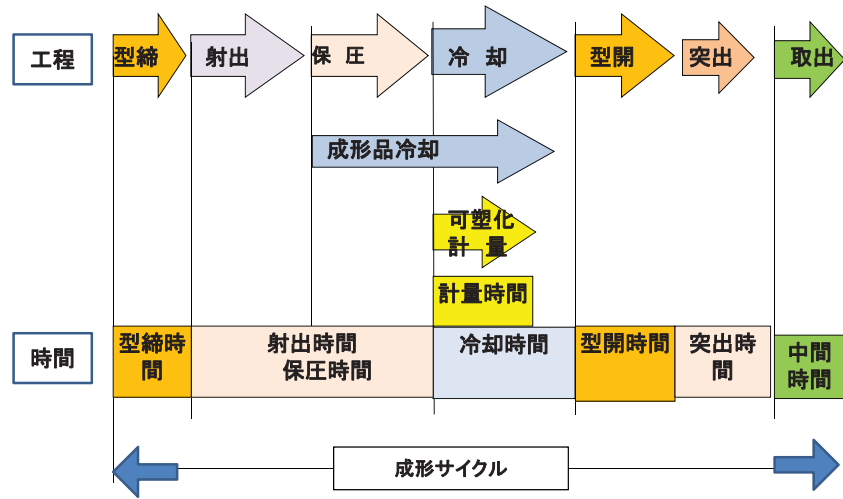
射出成形プロセス-3 (各工程と装置)

工程	工程概要	装置名
1 型締工程	金型を閉じる	型閉閉装置
2 射出工程 保圧工程	樹脂を金型内に流し込む 圧力を掛け保持	射出装置
3 冷却工程 可塑化計量工程	次ショット分を可塑化・計量	可塑化・計量装置
4 取出工程	金型を開いて製品を突出し取出す	型閉閉装置、突出し装置



射出成形プロセスの原理 28

射出成形プロセス-4 (成形サイクル)

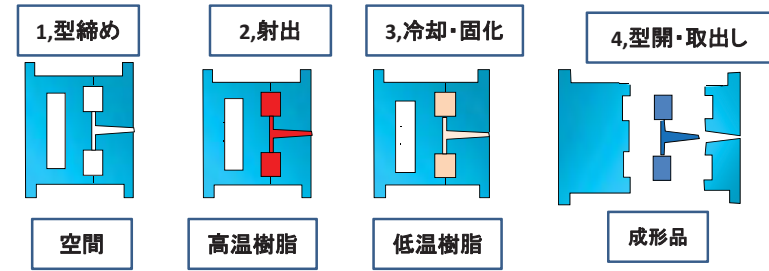


射出成形プロセスの原理 29

射出成形プロセス-5

溶かした樹脂を金型内に流し、冷やし・固めて取出す

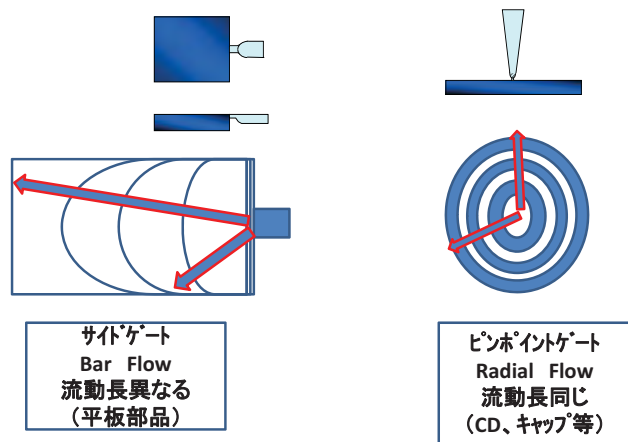
1. 締めた金型の中に、
2. 加熱し溶融(可塑化)した樹脂を圧力をかけて流し(射出・賦形)、
3. 冷却して固まった(固化)後に
4. 型を開いて取り出す



射出成形プロセスの原理 30

射出成形プロセス-6 (樹脂の流れ)

Bar Flow と Radial Flow



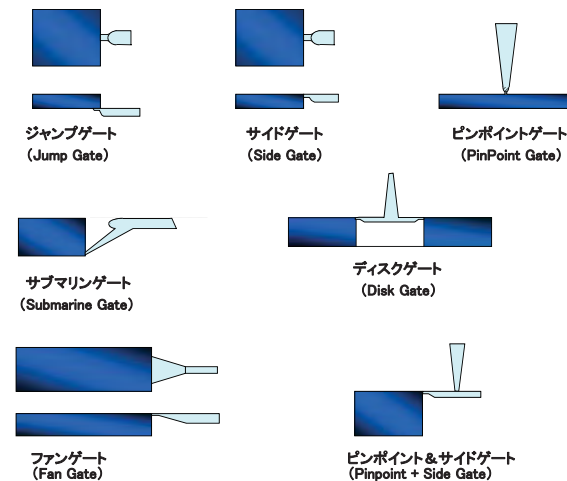
サイドゲート
Bar Flow
流動長異なる
(平板部品)

ピンポイントゲート
Radial Flow
流動長同じ
(CD、キャップ等)

射出成形プロセスの原理 31

射出成形プロセス-7 代表的ゲート方式例

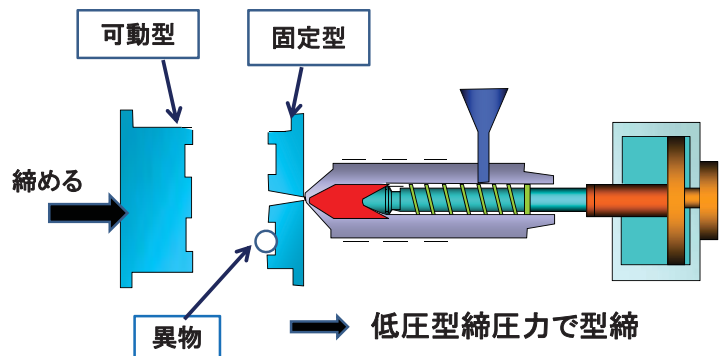
(ゲートの種類)



射出成形プロセスの原理 32

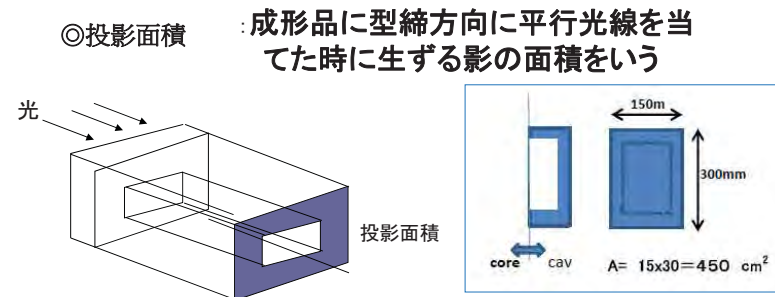
型締工程-1

1. 可動型を締める工程。(型締速度、型締圧力を設定)
2. 金型保護のため低圧型締圧力で締め⇒締め確認⇒高圧型締の2段階の圧力設定を行う



型締工程-2

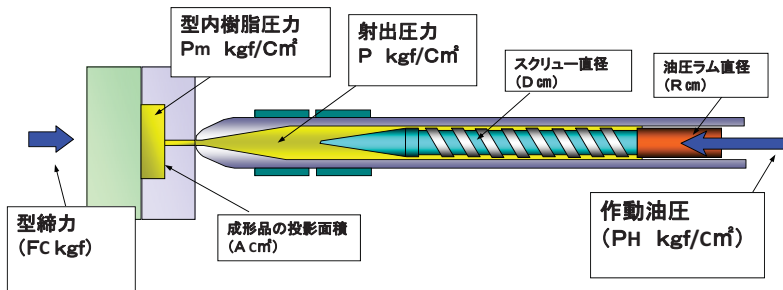
1. 射出圧力(樹脂圧力)が金型製品部にかかり、金型を押し開こうとする力が発生。金型(PL面)が開くと樹脂漏れ(バリ)が発生。
2. 製品の投影面積と型内樹脂圧力 との積の力に負けないだけの力で型締しておく必要がある。



$$\text{型締力} \geq (\text{型内樹脂圧力} \times \text{投影面積}) \times 1.25$$

型締工程-3 (型締力計算)

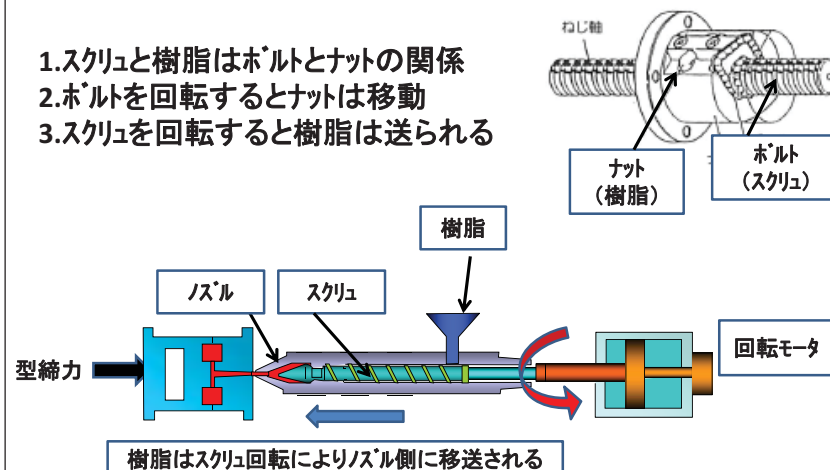
1. 型締力は、製品の投影面積と型内樹脂圧力 との積の力に負けないだけの力にしておく必要がある。
2. 型内樹脂圧力は一般的には射出圧力の30~50%と言われるが成形条件や樹脂の種類、製品肉厚により異なる。型内樹脂圧力を想定し必要型締力を求める。



$$\begin{aligned} \text{射出圧力} \quad P(\text{kgf}) &= PH \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \times (R^2 \text{ cm} \div D^2 \text{ cm}) \\ \text{型締力} \quad FC(\text{kgf}) &\geq Pm \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \times A \text{ cm}^2 \times 1.25 \end{aligned}$$

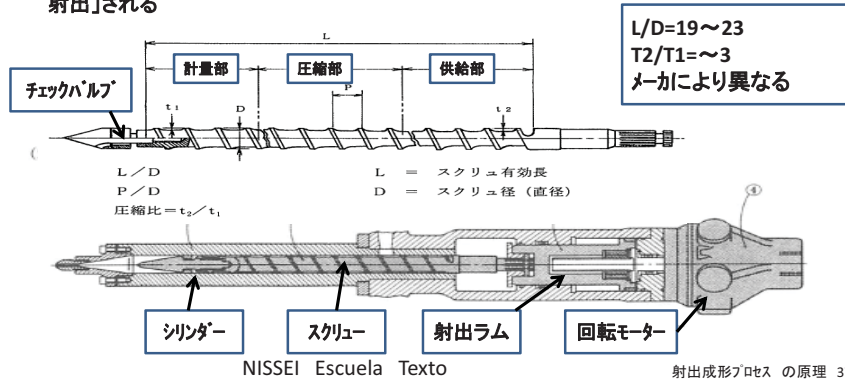
可塑化計量工程-1 (なぜ樹脂は移送出来るか?)

1. スクリューと樹脂はボルトとナットの関係
2. ボルトを回転するとナットは移動
3. スクリューを回転すると樹脂は送られる



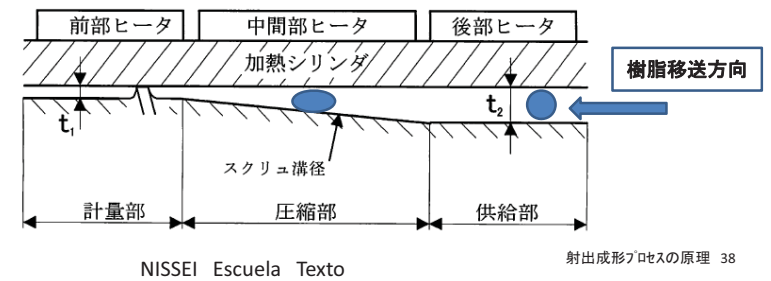
可塑化計量工程-2 (樹脂はなぜ溶融するのか?)

- 1.インラインスクリー方式は1本のスクリーに可塑化・計量・射出の機能をもたせた機能を集約した方式
- 2.スクリーはホッパー側より供給部・圧縮部・計量部の3ゾーンから構成され先端部分には逆流防止のチェックバルブが組み込まれている
- 3.チェックバルブ機能により樹脂の逆流が防止され先端部の溶融樹脂は金型内に「射出」される



可塑化計量工程-3 (樹脂はなぜ溶融するのか?)

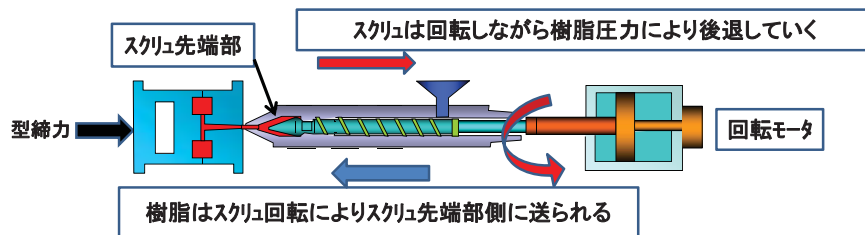
- 1.供給部 ホッパーより落下した樹脂はスクリーの回転によるせん断作用とヒータ加熱によって軟化状態となり圧縮部に送られる
- 2.圧縮部 体積圧縮を受けるとともにせん断作用とヒータ加熱により溶融混練されながら計量部に送られる
- 3.計量部 送られてきた溶融樹脂を混練し均一化してスクリー先端部におくる



可塑化計量工程-4 (スクリーはなぜ後退するのか?)

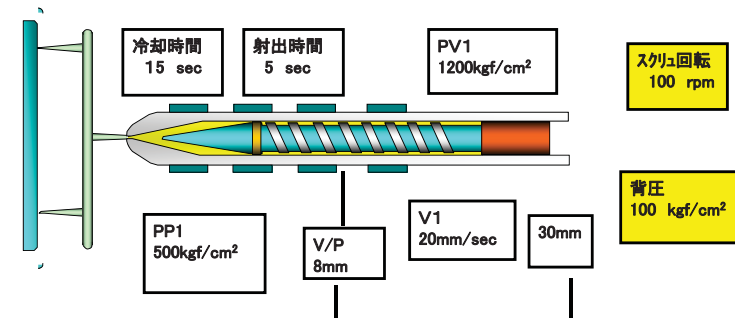
- 1.スクリー回転によって送られた樹脂は溶融可塑化されスクリー先端部に送り込まれる。
- 2.送り込まれた樹脂によりスクリー先端側の圧力が発生しスクリーを後退させる(背圧設定が必要)

供給材料が無くなると先端部に樹脂が送られなくなりスクリー後退できない



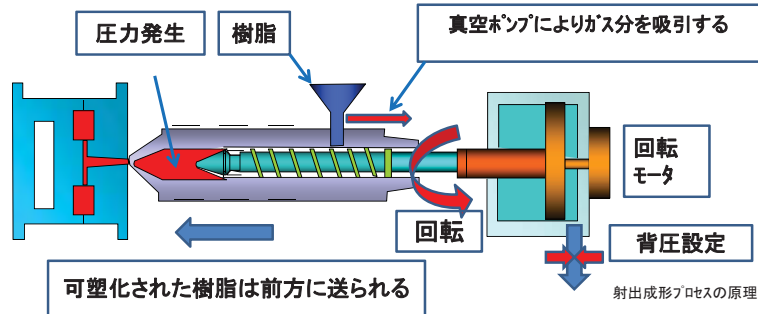
可塑化計量工程-5 (可塑化計量条件設定 スクリュー回転数、背圧設定)

- 1.冷却時間開始と同時に可塑化・計量工程がスタートする。
- 2.設定項目としては回転数と背圧設定。回転数の目安は冷却時間内に計量が終了すること。(事例では15sec以内に計量終了のこと)
- 3.むやみ高速回転で可塑化・計量した場合には樹脂温度のバラツキや可塑化不良が発生することもある。
- 4.背圧設定は100kg/cm²目安。高すぎると樹脂の焼けが発生し易い。
- 5.スクリー最前進位置を0mmとし位置設定が行われる。30mmは成形品重量とランナー重量より計算された計量ストローク位置。(P42)



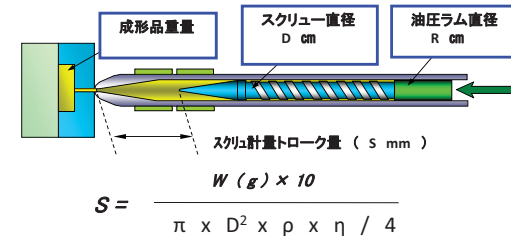
可塑化計量工程-6 (背圧設定とは?)

- 1.可塑化された樹脂がスクリー先端側に送られるとスクリー先端側に圧力が発生しスクリーを後退させる力が発生する。
- 2.この力に対応した圧力を設定することを背圧設定と言う
- 3.スクリー先端に発生した圧力が背圧設定値に達すると後退する。
- 4.材料が終ると圧力発生が無く、スクリーは後退しない
- 5.背圧設定により可塑化時のガス分等をホッパー側に逃がす



可塑化計量工程-7 (計量ストローク設定)

- 1.成形品重量より計量ストロークを計算
- 2.重量不明の場合、ショットショットから徐々に計量ストローク増やしていく



$$S = \frac{W (g) \times 10}{\pi \times D^2 \times \rho \times \eta / 4}$$

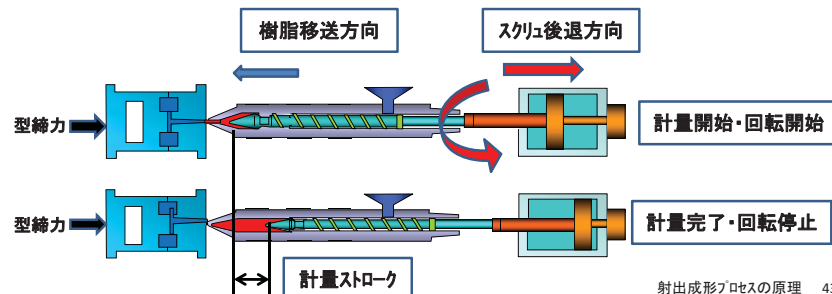
$W (g)$: 成形品重量
 $D (cm)$: スクリュー直径
 ρ : 比重
 η : 射出効率
 S : スクリュー計量ストローク

	$\rho \times \eta$ (効率)
PS	0.9
AS	1.0
ABS	0.9
PE	0.7
PP	0.7
PVC	1.3
PMM	1.1
PA6	1.0
PA66	1.0
PC	1.1
POM	1.2

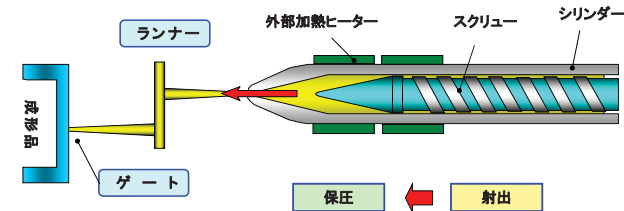
射出成形プロセスの原理 42

可塑化計量工程-8 (計量開始 計量完了)

- 1.スクリー回転が開始されると樹脂はスクリーにより移送されせん断作用とヒータ加熱により軟化されノズル側に送られる。
- 2.体積圧縮を受けるとともにせん断作用とヒータ加熱により熔融混練され均一化した熔融樹脂がスクリー先端部におくられる。
- 3.スクリー先端部に送り込まれた熔融樹脂により圧力が上がりスクリーを後退させる。
- 4.計量ストローク分後退すると可塑化・計量は完了しスクリー回転は停止する。



射出工程-1 (スクリーにより樹脂を射出)



射出工程

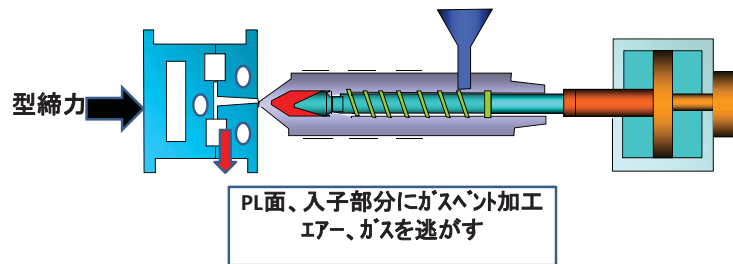
金型に流入する樹脂はランナー、及び細いゲート部を通りキャビティへ充填される。樹脂の充填はスクリーによってシリンダー内の樹脂を押し出す事で行われる。射出工程では流動樹脂速度制御を行うが金型内残留空気排出を考慮する必要がある。

射出成形プロセスの原理 44

射出工程-2

(ガス抜き、ガスベント)

1. 金型内には空気が残っており充填される樹脂にもガスが含まれており金型側より空気・ガスを逃がす工夫は重要。
2. PL面、インサート挿入面にガスベント加工。EP入子部よりガス抜きを行う。
3. 型締力を多段制御し金型PL面よりガスを抜く手法もある(後章で説明)

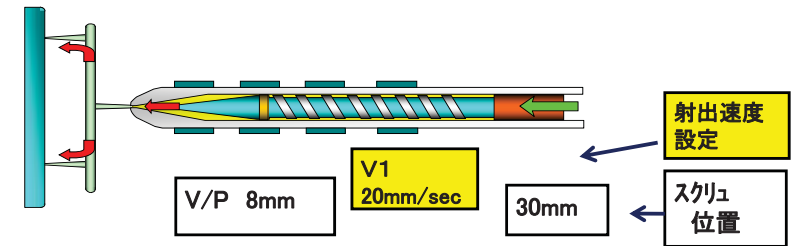


射出成形プロセスの原理 45

射出工程-3

(射出速度設定 事例 1速設定)

1. 型内の樹脂流動速度はスクリュ前進速度を調整して行う
2. 射出開始位置30mmからV/P位置8mmまで射出速度V1を20mm/secと設定。(設定値 %、mm/sec)
* V/P とは速度制御から圧力制御の切替点
キャビティの95%から98%が充填しているポイント
3. 射出速度は多段制御が一般的です。多段設定については後章で説明します。

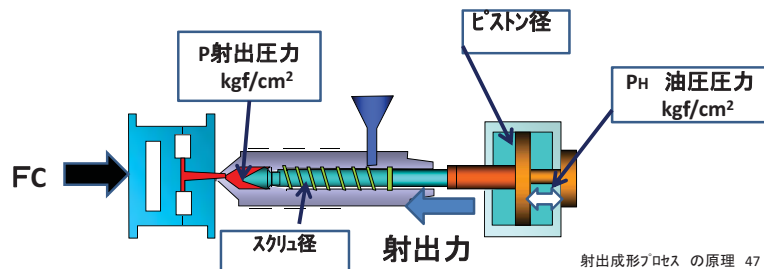


射出成形プロセスの原理 46

射出工程-4

(射出圧力計算)

1. 射出シリンダ-ピストン径Φ14.5cm、油圧力 $P_H=140\text{kgf/cm}^2$ 、スクリュ径Φ36mmとすると
2. 射出力 $= \pi \times 14.5^2 \times 140 / 4$
3. 射出圧力(P)は射出力をスクリュ断面積で割った値となる。
射出圧力(P) $= (\pi \times 14.5^2 \times 140 / 4) / (\pi \times 3.6^2 / 4) = 14.5^2 \times 140 / 3.6^2 = 2270\text{kgf/cm}^2$
* 油圧圧力を設定する方式と射出圧力を設定する方式がある。

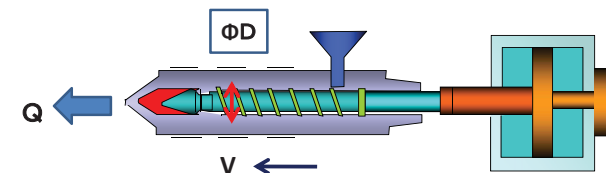


射出成形プロセスの原理 47

射出工程-5

(射出速度計算)

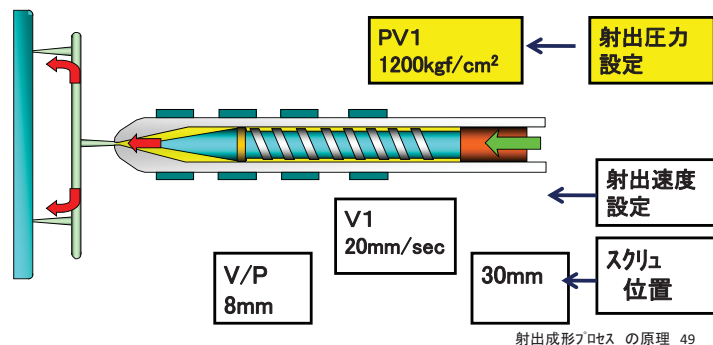
1. 速度(V) = 距離(L) / 時間(t)
2. 成形機の場合 距離(mm) 速度(mm/sec)、時間sec
30mm⇒8mm間を1.1secで移動した場合
 $V = 22 / 1.1 = 20\text{mm/sec}$
Q = 射出率 1sec間に押出す樹脂量 cm^3/sec
 $Q = \pi \times D^2 \times V / (4 \times 1000)$
 $Q = 241 \text{ cm}^3/\text{sec}$ Φ32の場合 $V = Q \times 4000 / \pi \times 32^2 = 300 \text{ mm/sec}$



射出成形プロセスの原理 48

射出工程-6 (射出圧力設定)

1. 射出工程に設定した射出速度(V1)に対応した射出圧力(PV1)を設定。
2. 速度優先設定であり速度を保障するための射出圧力設定を行う。設定値 %, kgf/cm²(油圧か射出圧力か注意)

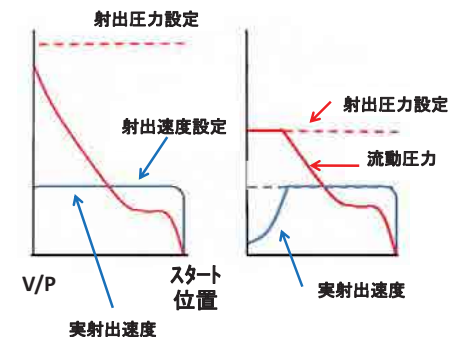


射出工程-7 (射出圧力設定がなぜ必要か?)

ある速度で物を動かす場合、力も必要となります。当然、樹脂を金型内へ流す時も同様です。射出工程の射出速度と射出圧力(PV1)の関係を車に置き換えてみると以下の様になります。

オートマの車で走行し、上り坂にさしかかった場合、なだらかな坂だとそのまま走ることができるが、急な坂になると力が不足して減速しかける為、力を上げるよう自動で切り替えて速度を保とうとする。又、なだらかな坂の場合、力を100%出して走るのではなく、一定速度で走る為に必要な力で走る。
この様に坂道の負荷に応じた力を発生させて走行します。

右波形は流動圧力が設定射出圧力に達し圧力制御となり速度が急激の低下している



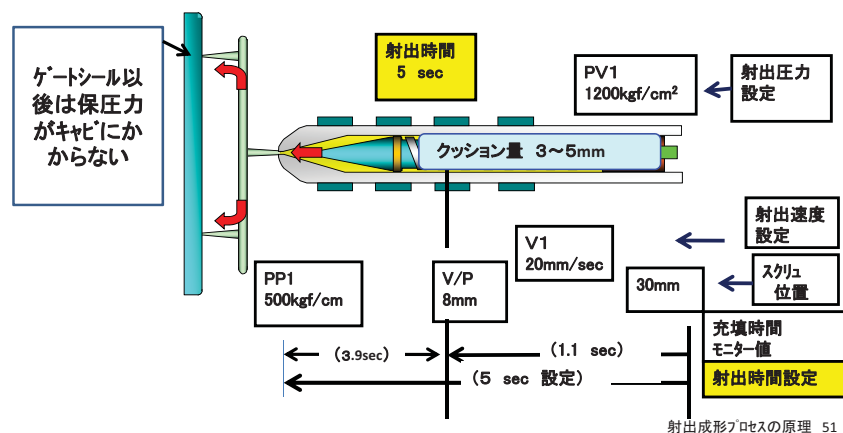
NISSEI Escuela Texto

50

A-234

射出工程-8 (射出時間設定)

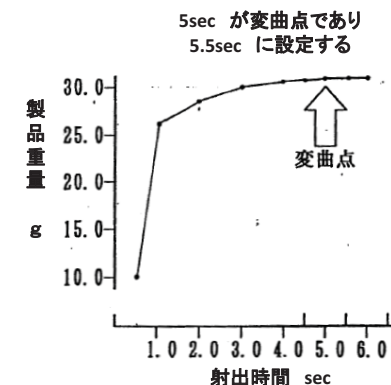
1. 収縮を補充するためゲートシール時間を考慮した射出時間を設定する。
2. 射出時間を設定する成形機の場合、保圧PP1の時間は3.9secとなる



射出工程-9 (ゲートシール時間とは?)

1. 保圧をいつまでかけておくべきか
2. 適正な保圧を掛けても早めに射出を止めてしまうと樹脂がキャビティよりランナー側に戻ってします。
3. 戻らないようにするには一番早く冷えて固まる部分(ゲート)が固まるまで射出を掛けておけば良い ⇒ゲートシール時間

射出時間 sec	製品重量 g
0.5	10.50
1.0	26.50
2.0	28.90
3.0	29.90
4.0	30.75
4.5	30.95
5.0	31.07
5.5	31.08
6.0	31.08



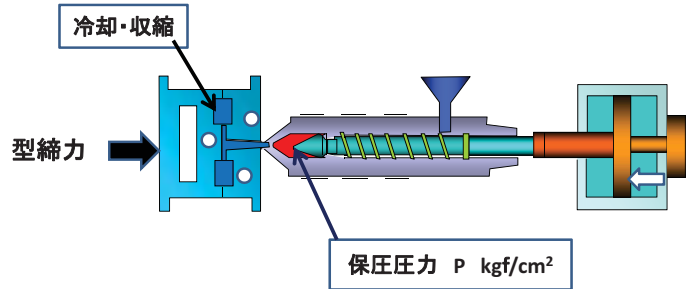
NISSEI Escuela Texto

射出成形プロセスの原理 52

保圧工程-1

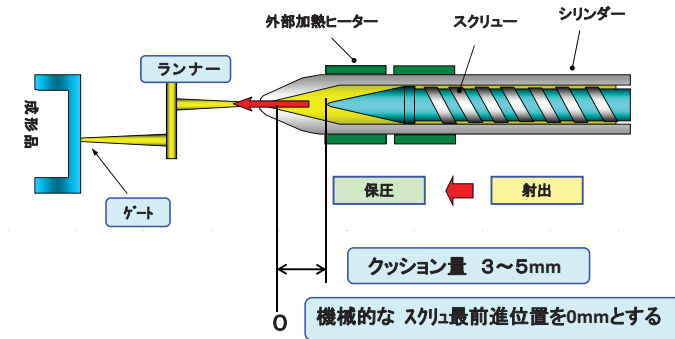
なぜ保圧を掛けるか？

1. 射出・保圧された熔融樹脂は冷却・固化されるに従って体積収縮する。又、圧縮性があり充填した後直ぐに射出を止めると樹脂がスクリュ側に戻ってします。これらをかへるため保圧圧力を掛ける
2. ゲートシール以後は保圧を掛けてもキャビティには圧力は掛からない



射出成形プロセスの原理 53

保圧工程-2 (クッション量とは?)



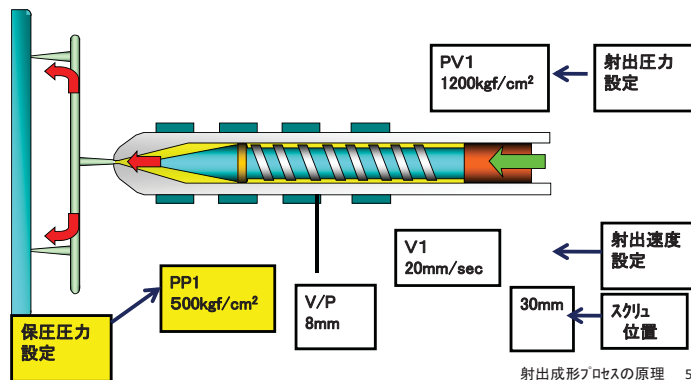
射出時の最前進位置が3~5mmになるように計量ストローク位置を調整する

保圧工程 充填終了とともに樹脂の流動は止まり、ただちに冷却が始まる。ゲート部が固化するまでに射出圧力をキャビティ内に送り込むのが保圧工程である。

射出成形プロセスの原理 54

保圧工程-3 (保圧圧力設定)

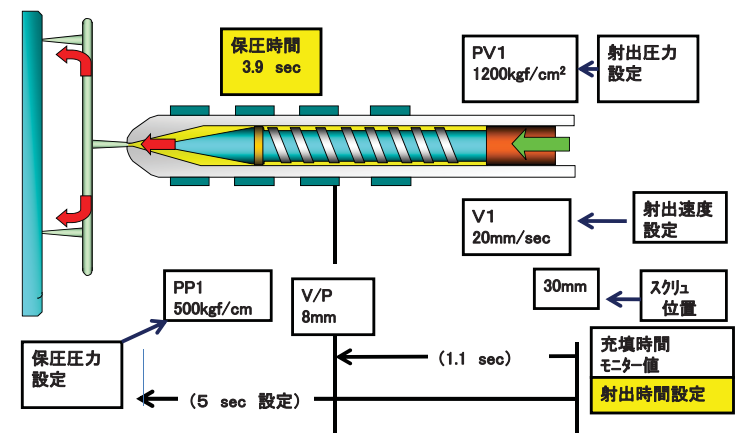
1. 射出・保圧された熔融樹脂は冷却・固化されるに従って体積収縮する。又、圧縮性があり充填した後直ぐに射出を止めると樹脂がスクリュ側に戻ってします。これらをかへるため保圧圧力を掛ける
2. 保圧圧力はPP1で設定され射出時間終了まで圧力が保持される。
3. 保圧圧力は一般的には多段設定される。後章で説明します。



射出成形プロセスの原理 55

保圧工程-4 (保圧時間設定 保圧時間設定機の場合)

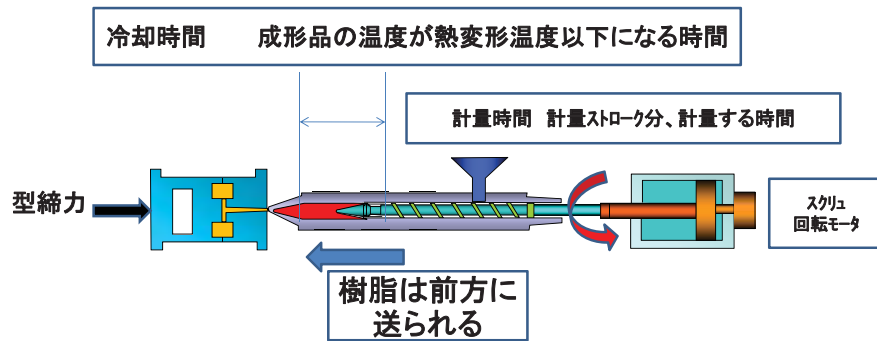
1. 収縮を補充するためゲートシール時間を考慮した保圧時間を設定する。
2. 射出時間を設定する成形機の場合、保圧PP1の時間は3.9secとなるため、保圧時間設定成形機の場合は3.9secを設定する。



射出成形プロセスの原理 56

冷却工程-1 (冷却時間)

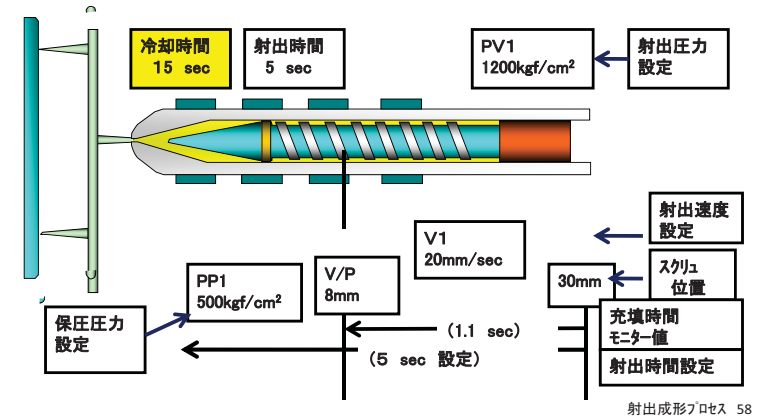
- 1.冷却工程は金型内樹脂温度が熱変形温度以下になるまで冷却する工程であり射出・保圧の時点より成形品の冷却は始まっている。
- 2.射出時間が終わると冷却時間が計時され計量工程も同時にスタートする。
- 3.計量時間は冷却時間内に終了するようにスクリュ回転数を設定する。
(可塑化計量工程 参照 P39 ~P40)
- 4.冷却時間終了後は型開き開始される。



射出成形プロセスの原理 57

冷却工程-2 (冷却時間の設定)

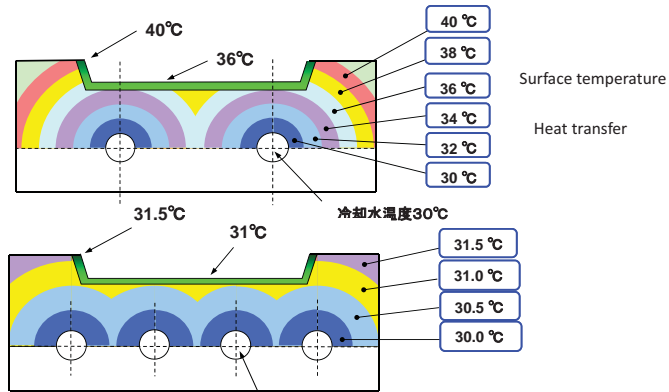
- 1.金型内樹脂の温度が熱変形温度以下になるまでの必要時間
- 2.一般には、金型から取り出された成形品の変形(寸法等)が発生するか否かで設定する。
- 3.冷却時間を変化させてサンプリングし成形品の評価をする。



射出成形プロセス 58

冷却工程-3 (金型冷却)

- 1.図は2本の冷却回路与4本の冷却回路に水を循環させた時、金型表面温度変化がどの程度になっているかを表したものである。
- 2.金型の冷却は熱伝導によるので冷却回路から遠いほど冷却効果は弱くなるキャビティーとコアを均一に冷却するには冷却回路設計が重要となる。

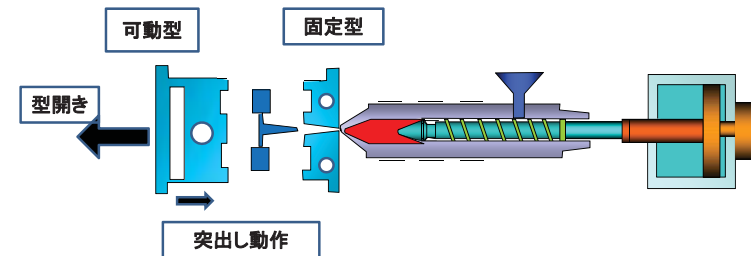


NISSEI Escuela Texto

射出成形プロセスの原理 59

取出工程-1

- 1.金型を開き成形品・ランナーを取出す工程
- 2.成形品は可動型に残る事が必要
- 3.初期型開速度を調整し固定型残り防止対策。
- 4.開き後、突出し動作により可動型より成形品を突出し出す
- 5.突出しピンの配置不良により離型不良となり成形品の一部が型内に残ってしまうことがあるので取出した成形品を確認する。

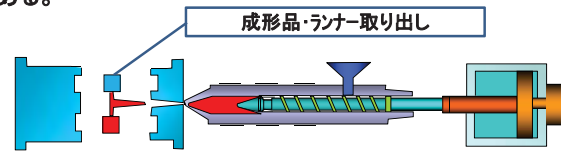


射出成形プロセスの原理 60

取出工程-2

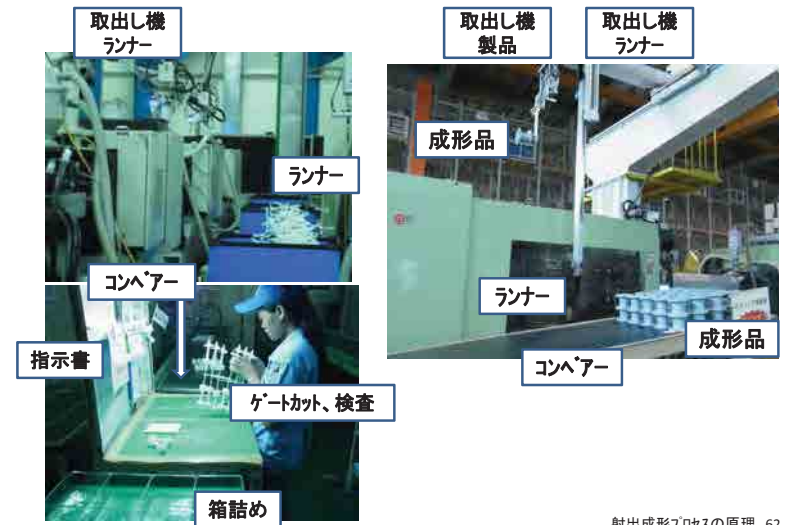
取出し方法として

1. 人手で取出す
2. 自動落下させる
3. 取出し機でチャックし落下させる
4. 取出し機でチャックし移動後、落下させる
5. 取出し機でチャックし移動後、コンベアーに置く
6. 取出し機でチャックし移動後、自動機（組立機等）に移送などがある。



射出成形プロセスの原理 61

取出工程-3



射出成形プロセスの原理 62

M5 射出成形プロセス

M5-2 射出成形条件の概要

(温度、時間、圧力、速度、型締め圧、加工材料の分量)

26, 31/Oct/2011 1,4/Nov/2011

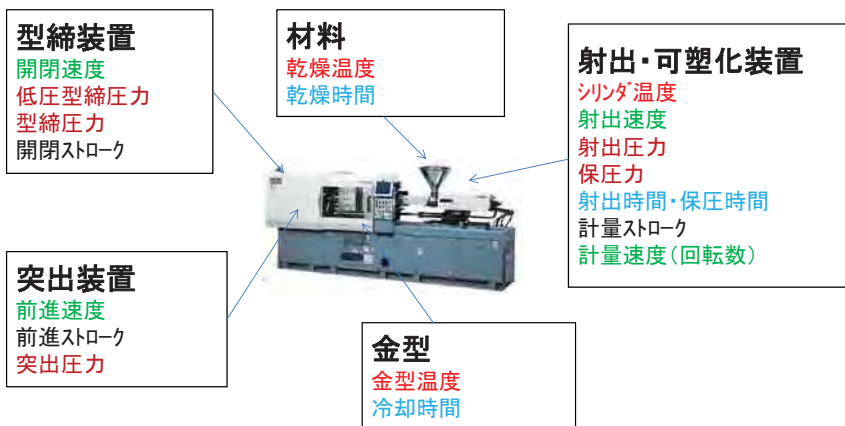
目次

1	射出成形条件の概要		1~7	P3~P9
2	成形条件出しの手順	成形条件出しする前に	1~4	P10~P13
		成形準備	1~3	P14~P16
		成形条件出し	1~25	P17~P41
3	温度関係の条件見直し		1~2	P42~P43
4	設定単位と変更		1	P44

A-238

1. 射出成形条件の概要-1

「温度、時間、圧力、速度、位置・分量」



1. 射出成形条件の概要-2

(温度 時間 圧力 速度 位置・分量)



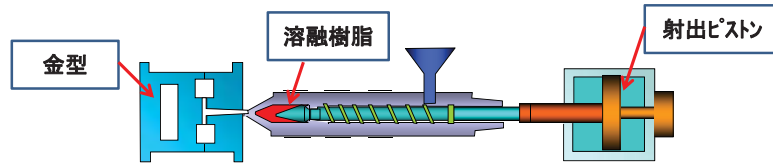
1.射出成形条件の概要-3 「温度、時間、圧力、速度、位置・分量」

1、射出成形の基本

1-1) 射出成形とは・・・

閉じた金型に
加熱溶融・計量された樹脂を
金型内に注入(射出)し
溶融樹脂を冷却して
成形品を取出す。

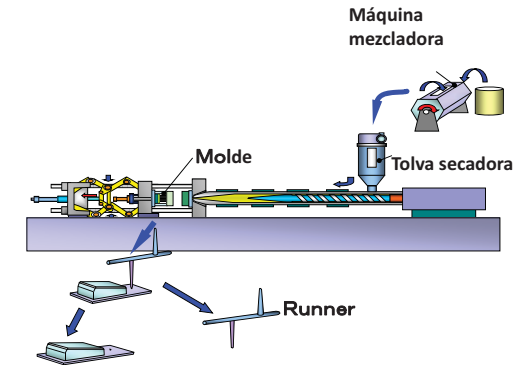
→型締力
→温度・材料の分量
→速度・圧力・時間
→温度・時間



1.射出成形条件の概要-4 「温度、時間、圧力、速度、位置・分量」

1-2) 射出成形を行う為に必要な物は・・・

- ① 射出成形機
- ② 金型
- ③ 成形材料「樹脂」
- ④ 材料乾燥機
- ⑤ 金型温調機
- ⑥ 粉碎機
- ⑦ 取出し機
- ⑧ 他



1.射出成形条件の概要-5

1-3) 射出成形の要素・・・

射出成形の「**条件の5要素**」とは・・・

温度 時間 量 (位置) (バランス) 速度 圧力	}	5要素の組み合わせにより 成形条件が成り立つ
--	---	---------------------------

*** 5要素が安定して、バランスが維持されていることが安定成形となる。**

1.射出成形条件の概要-6

条件の5要素

- ・ 温度 → 材料乾燥温度、加熱筒温度、樹脂温度、金型温度
製品取り出し温度、室内温度、作動油温度、冷却水温度
- ・ 時間 → 材料乾燥時間、計量時間、充填時間、保圧時間、冷却時間
サイクル時間
- ・ 位置 (量) → ホッパーへの材料投入量、射出開始位置、
射出最前進位置、射出終了位置、計量開始位置
デコンプレッション量、射出量
- ・ 速度 → 計量速度 (スクリー回転)、射出速度、型開閉速度
突き出し速度、デコンプレッション速度
- ・ 圧力 → 型締圧力、充填圧力、保圧力、計量負荷圧力
スクリー背圧力

1.射出成形条件の概要-7

1-4) 成形条件とは・・・

成形条件の5要素をどのような[設定]とし、どのような[結果]となっているかを確認し、成形される製品がどの程度の[設定範囲]及び[結果範囲]であれば良品であるかを確認されたものでなくてはならない。

→ 成形条件表として必要なものは・・・

- ・設定値の範囲及び最終設定値が明記されている事
- ・結果の範囲及び最終結果が明記されている事
- ・成形品の不具合発生個所が明記されている事

2.成形条件出しの手順-1

2-1) 成形条件出しを行う前に・・・

成形する樹脂、製品、金型がどのようなものであるかを確認する。

2-1) -① 樹脂の特性を確認する。

- ・どの程度の温度でどの程度の時間、どのような方法で乾燥が必要か
→ 乾燥が不十分であると成形不良だけでなく、成形品の物性低下となる事がある。
- ・樹脂温度としてどの程度の温度範囲で成形可能か
→ どの程度の温度で熔融し、どの程度の温度で分解するか。
- ・金型温度としてどの程度の温度範囲で成形可能か
→ 熱変形温度がどの程度か。

各種樹脂の樹脂温度・金型温度「参考値」

樹脂名	樹脂温度「℃」	金型温度「℃」
PE	180～300	15～75
PP	200～300	40～60
PS	180～310	20～60
ABS	200～280	40～85

2.成形条件出しの手順-2

温度条件

・ 樹脂温度

熱可塑性プラスチックの場合は、熔融プラスチックの温度が高くなると容積が大きくなり、成形収縮率も大きくなります。しかし、ある温度以下になると、金型キャピティ内の熔融プラスチックの流動が悪くなり、成形収縮率が大きくなる場合があります。

・ 金型温度

金型温度の影響は、成形材料の種類によって異なります。熱硬化性プラスチックでは、金型温度が高いほど硬化の度合いが高くなり、成形収縮率が小さくなります。熱可塑性プラスチックでは、金型温度が冷却速度に影響を与えるほか、金型温度が高いと熱膨張が大きくなり成形収縮率が大きくなります。

一般的に金型温度は、低いほうが成形サイクルが短縮できるので、支障がない限り、低めからスタートして、少しずつ上昇させ、適正温度に設定するようにします。

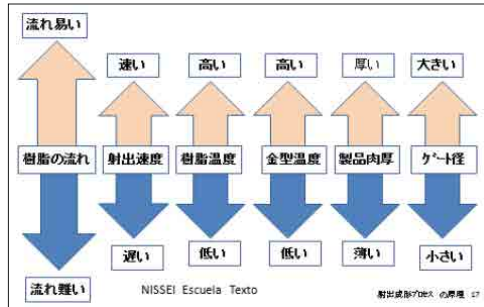
2.成形条件出しの手順-3

温度画面と表示部分

2.成形条件出しの手順-4

2-1) - ② 製品（金型）は、どのような物であるか確認

- ・厚肉製品か薄肉製品か
 - 射出時間、冷却時間、樹脂温度、金型温度はどの程度にするかの判断材料となる。
- ・形状は、（ショートショット）で離型可能か
 - 射出速度、射出圧力、樹脂量をどの程度にするかの判断材料となる
- ・金型の温調方法は
 - 水温調か油温調かヒータ温調か確認



NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

13

2.成形条件出しの手順-5

2-2) 成形の準備・・・

- ① 樹脂の乾燥
 - 温度、時間、方法を再確認する。
 - ② 金型の取り付け
 - 金型の天地、突出ロットの位置（本数、サイズ）を確認し取り付ける。
 - ③ 型開閉（エジェクタ）動作の調整及び確認
 - サイクル時間の無駄を無くすため、速度、及び金型保護の為位置、圧力に注意する。
- * 型締め力設定は最初から最大型締め力を入力せずに、成形をしながら型締め力の調整を行う。又、成形品の投影面積とキャビ内圧を想定して計算から必要型締め力を求める方法もある。

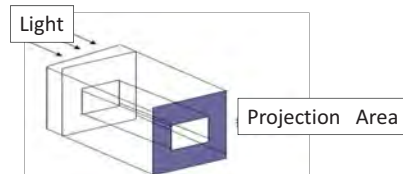
NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

14

2.成形条件出しの手順-6

必要型締め力の計算



$$F \geq A \times P / 0.8$$

F : 必要な型締め力 [kgf]
 A : 成形品の投影面積の総和 [cm²]
 P : キャビティ内平均圧力 [kgf/cm²]
 0.8 : 安全率

各種樹脂のキャビティ内圧力「参考値」

樹脂名	樹脂温度 °C	射出圧力kgf/cm ²	キャビ内圧kgf/cm ²
PE	180~300	800~1400	230~320
PS	180~310	700~1700	260~320
PP	200~300	800~1500	270~300
ABS	200~280	800~1800	330~440

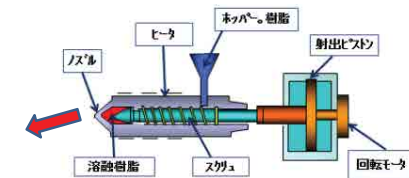
NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

15

2.成形条件出しの手順-7

- ④ 金型の温調（昇温）
 - 金型の温調は、毎回同一方法で接続します。又、昇温後には、再度型開閉の動作チェックが必要です。
- ⑤ 加熱筒内のパージ
 - 加熱筒内の材料を、成形する材料に置換する為にパージを行ないます。3~5回パージを行い成形開始後、成形品不具合（焼け・シルバー等）があれば再度パージを行います。新たに使用する樹脂の溶融温度が前の樹脂より高い場合のパージ方法については別の講習（M6-3）で説明します
 - ホットランナー金型の場合には、金型マニホールド内オープンパージが必要



NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

16

2.成形条件出しの手順-8

2-3) 成形条件出し……

温度関係は、変更してもすぐに変化しませんので、樹脂データ、製品データより温度に直接関係するものは、原則として固定設定とします。

- ・金型温度
- ・加熱筒温度（ホッパー下、通水量も含む）
- ・スクリー回転数 → 100~120rpm
- ・スクリー背圧 → 100~130kgf/cm²程度
(10~13MPa程度)

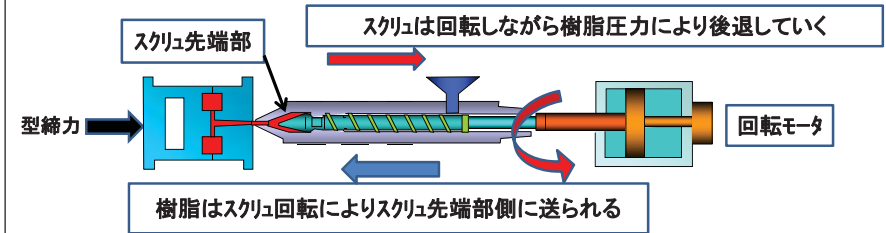
* 制御はシンガ-油圧ですが、設定値はスクリー先端側に発生す樹脂圧力に換算している

2.成形条件出しの手順-9 (可塑化復習)

可塑化計量工程-4 (スクリーはなぜ後退するのか?)

- 1.スクリー回転によって送られた樹脂は溶融可塑化されスクリー先端部に送り込まれる。
- 2.送り込まれた樹脂によりスクリー先端側の圧力が発生しスクリーを後退させる(背圧設定が必要)

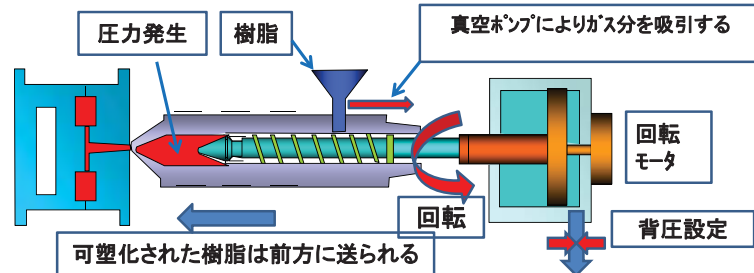
供給材料が無くなると先端部に樹脂が送られなくなりスクリー後退できない



2.成形条件出しの手順-10 (可塑化復習)

可塑化計量工程-6 (背圧設定とは?)

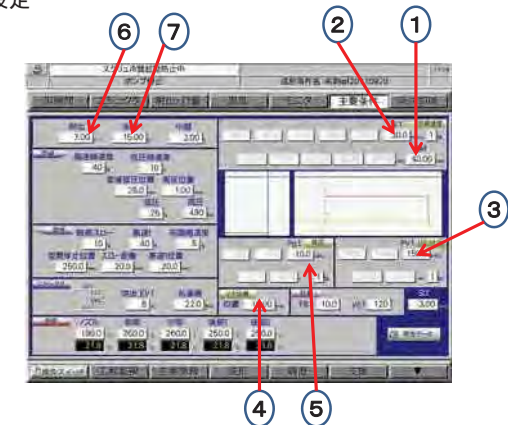
- 1.可塑化された樹脂がスクリー先端側に送られるとスクリー先端側に圧力が発生しスクリーを後退させる力が発生する。
- 2.この力に対応した圧力を設定することを背圧設定と言う
- 3.スクリー先端に発生した圧力が背圧設定値に達すると後退する。
- 4.材料が終ると圧力発生が無く、スクリーは後退しない
- 5.背圧設定により可塑化時のガス分等をホッパー側に逃がす



2.成形条件出しの手順-11

条件出し手順

- ① 計量値 (SM) の設定
- ② 射出速度 (V1) の設定
- ③ 射出圧力 (Pv1) (充填圧力) の設定
- ④ 保圧切換位置 (V/P) の設定
- ⑤ 保圧力 (Pp1) の設定
- ⑥ 射出時間の設定
- ⑦ 冷却時間の設定



2.成形条件出しの手順-12

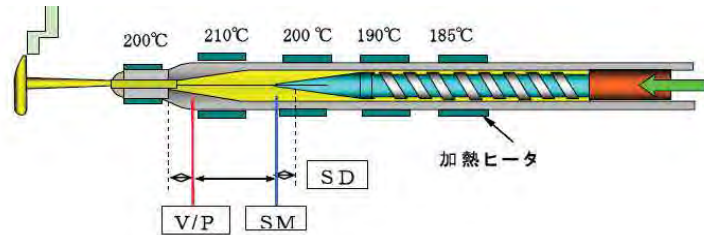
2-3) - ① 計量値 (SM) の設定

ショートショットからの成形を原則とします。

- 仮条件の設定
 - ・ 保圧切替位置 (V/P 切替位置) は10mm
 - ・ 保圧 (Pp1) は背圧 (PB1) と同程度 (10~13MPa)
 - ・ 計量値 (SM) は少なめに
 - ・ デコンプレッション量 (SD) は、3mm程度

* デコンプレッション

オープンズルの場合、計量後の樹脂の圧抜きが目的ですが、必要最低限度のストロークとし、デコンプレッション速度も計量中のスクリーウの後退速度程度とする事により、樹脂密度が安定しやすくなります。



NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

21

2.成形条件出しの手順-13

- 射出速度、射出圧力の設定 (一速二圧を基本とする)

→ 射出速度 (V1) 50~70mm/sec程度

→ 射出圧力 (Pv1) 50~70MPa程度

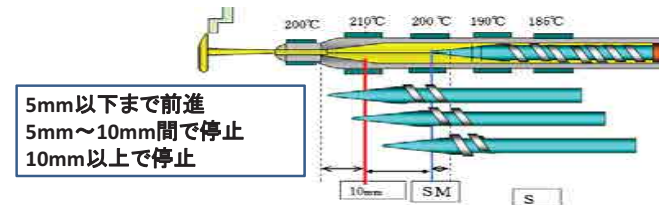
→ 保圧力 (Pp1) 10~13MPa程度

* 射出画面等、スクリーウ位置の表示可能な画面としておく

- 手動モードにて金型に充填し、スクリーウが前進しなくなったら直ちにニュートラルに戻す。

→ この時、**スクリーウ位置がどこまで前進**したか確認しておく。

- ある程度の冷却時間経過後、型開きを行い成形品を観ながら表①の手順で進めて行き、計量値を確定します



5mm以下まで前進
5mm~10mm間で停止
10mm以上で停止

NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

22

2.成形条件出しの手順-14

初期入力値



V1 50~70

型締力
630

Pv1 50~70

SD 3

Vs1
100~120

V/P 10

Pp1 10~13

PB1 10~13

NISSEI Escuela Texto

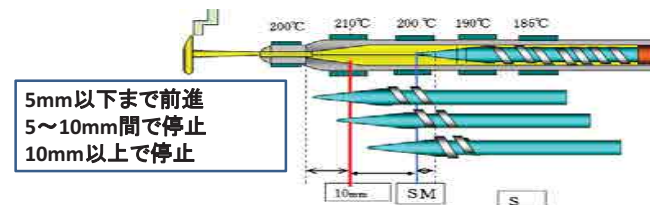
射出成形条件の概要

23

2.成形条件出しの手順-15

スクリーウ位置と処置 表①

成形品の状態	スクリーウ位置	原因	処置
ショートショット (未充填)	5mm以下まで前進	量が不足	計量値を増す
	5~10mm間で停止	保圧力低い	保圧を増す
	10mm以上で停止	射出速度・圧力低い	速度、射出圧力を増す
バリ、白化、割れ (過充填)	5mm以下まで前進	充填し過ぎ	速度、射出圧力を下げる
	5~10mm間で停止	保圧力高い	保圧を下げる
	10mm以上で停止	量が多すぎ	計量値を下げる



5mm以下まで前進
5~10mm間で停止
10mm以上で停止

NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

24

2.成形条件出しの手順-16

- スクリュー前進位置が5～7mm程度で成形品の形状がわかる（ショートショット、バリは不可）成形品を作る。
→ この時の成形品には外観不良（ジェットイング、フローマーク等）が発生していてもかまいません。
- 半自動モードに入ります。
・ 射出時間、冷却時間を表②を参考に仮設定し半自動運転に入ります。
・ 全自動モードへは、製品の確実な離型を確認してから中間時間を仮設定します。

初期時間設定参考資料 表②

成形品肉厚	射出時間	冷却時間
1mm以下	5.0sec	10.0sec
5mm以下	15.0sec	20.0～30.0sec
5mm以上	30.0sec	40.0sec

*樹脂や製品形状により異なりますので目安値です。

2.成形条件出しの手順-17

- 射出圧力（Pv1）の設定を150MPa（MAX値の80%）にします。
→ 次工程で速度条件幅を確認する為に速度補償させる目的で大きくします。

射出圧力（Pv1）の設定を10MPa程ずつ増加させ表③の手順で条件を変更し150MPaにしてください。

バリ発生確認 表③

成形品の状態	発生状況	処置
バリ	充填過程で発生	速度（V1）を下げる
	充填末期で発生	保圧（Pp1）を下げる

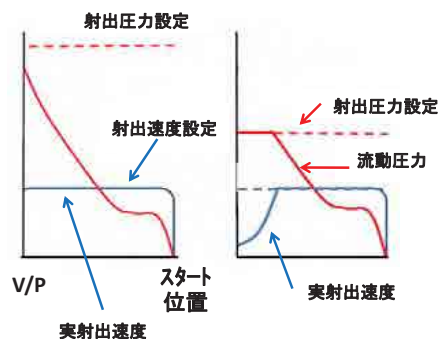
*バリ等の発生が無い場合には、充填時間が同程度となるように射出速度を下げながら射出圧力を150MPaにする。

2.成形条件出しの手順-18 （可塑化復習）

ある速度で物を動かす場合、力も必要となります。当然、樹脂を金型内へ流す時も同様です。射出工程の射出速度と射出圧力（Pv1）の関係を車に置き換えてみると以下の様になります。

オートマの車で走行し、上り坂にさしかかった場合、なだらかな坂だとそのまま走ることができるが、急な坂になると力が不足して減速しかける為、力を上げるよう自動で切り替えて速度を保とうとする。又、なだらかな坂の場合、力を100%出して走るのではなく、一定速度で走る為に必要な力で走る。
この様に坂道の負荷に応じた力を発生させて走行します。

右波形は流動圧力が設定射出圧力に達し圧力制御となり速度が急激の低下している



2.成形条件出しの手順-19

2-3) ② 射出速度（v1）の設定

→ 射出速度を変更して成形品の良品幅を確認し、最終速度設定値を決定する。（充填時間と製品重量との相関）

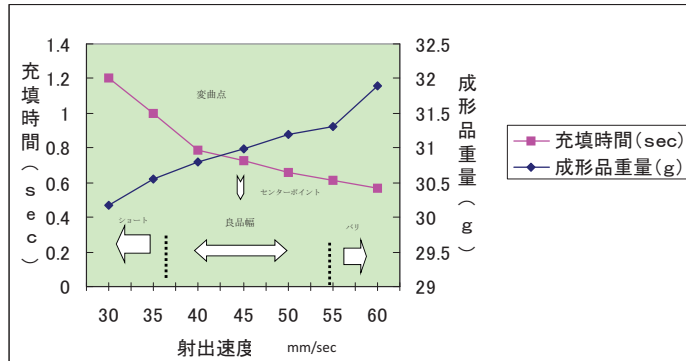
- 射出圧力（Pv1）=150MPa 保圧切換位置（V/P）=10mm 保圧力（Pp1）は固定とする。外観不良（バリ、ショートショット、フローマーク等）を優先し、良品が得られる条件を中心に5～10水準にて各データをサンプリングする。サンプリング数は、N=5ショット位として集計する。得られたデータを、グラフ、表等に図式化する。

速度設定 (mm/sec)	充填時間 (sec)	成形品重量 (g)
30	1.2	30.18
35	1.0	30.56
40	0.79	30.80
45	0.73	30.99
50	0.66	31.20
55	0.61	31.30
60	0.57	31.89

2.成形条件出しの手順-20

下記例では、成形品の良品幅(射出速度)は、設定で40~50mm/sec、充填時間に0.79sec~0.66secとなり、この幅のセンターポイントは45mm/secに設定する。

- 発生する外観不良が許容範囲以内であれば安全な側にオフセットして決定しても良い。
- バリ発生がNGの金型の場合は下限値のみの確認となります。



NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

29

2.成形条件出しの手順-21

2-3) -③ 射出圧力 (Pv1) (充填圧力) の設定

→ ② で得られた射出速度(V1)に見合う射出圧力 (Pv1) の確認を行い、速度を補償出来る圧力を決定します。(充填時間と射出圧力設定値の相関)

- 射出速度 (V1) = 4.5 mm/sec、保圧切換位置 (V/P) = 10.0 mm 保圧力 (Pp1) は固定とする。
- 射出圧力 (Pv1) を150MPaより低下させ、充填時間と成形品の変化を観る。サンプリング数は、N=5ショットとし集計する。
- 得られたデータをグラフ、表等に図式化する。

圧力設定(MPa)	充填時間(sec)	成形品重量(g)
35	1.58	29.8
40	1.2	30.18
45	0.98	30.5
50	0.82	30.8
55	0.73	30.99
60	0.73	31.05
65	0.73	31.02

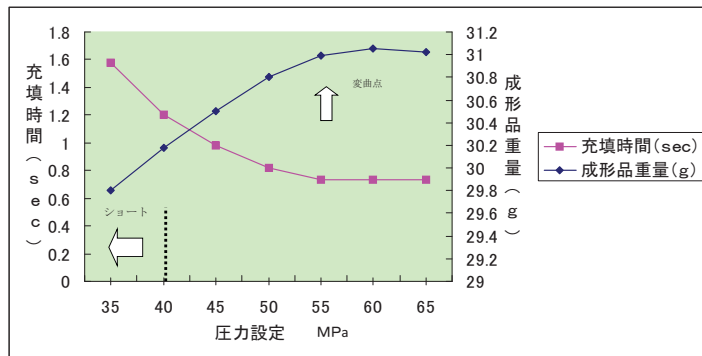
NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

30

2.成形条件出しの手順-22

- 下表より4.5mm/secの速度を出す場合には、射出圧力は、最低でも5.5MPaとなりますので若干安全方向にオフセットして6.0MPaに決定します。



NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

31

2.成形条件出しの手順-23

2-3) -④ 保圧切換位置(V/P)の設定

→ 射出圧力(Pv1)から保圧力(Pp1)への切換位置の良品幅を確認し、最終設定位置を決定します。

(保圧切換位置と製品重量の相関)

- ・ 射出速度 (V1) = 4.5 mm/sec、射出圧力 (PV1) = 60 MPa 保圧力 (Pp1) は固定とする。
- ・ 仮設定条件の10mmを±5~10水準に振り、サンプリングする。
- ・ サンプリング数は、N=5ショット位とし集計する。
- ・ 得られたデータをグラフ、表等に図式化する。

保圧切換位置(V/P)	充填時間(sec)	成形品重量(g)
7	0.78	31.35
8	0.75	31.15
9	0.74	31.08
10	0.73	31
11	0.72	30.8
12	0.71	30.6
13	0.7	30.35

NISSEI Escuela Texto

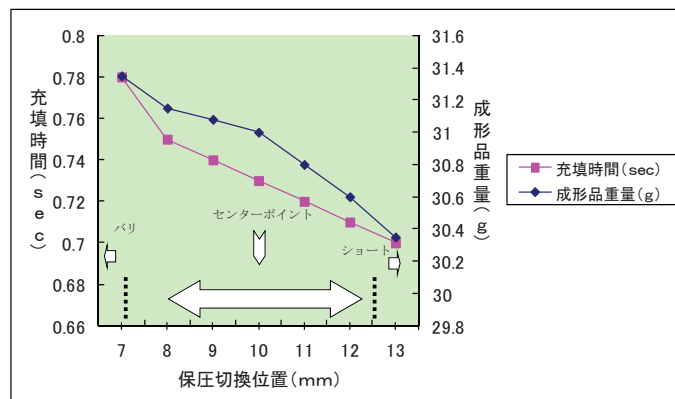
射出成形条件の概要

32

2.成形条件出しの手順-24

得られたデータをグラフ、表等に図式化する。

下表より成形品の良品幅は、8.0mm～12.0mmとなり、この幅のセンターポイント10.0mmに決定します。



NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

33

2.成形条件出しの手順-25

2-3) -⑤ 保圧力 (Pp1) の設定

→ 保圧力 (Pp1) を変更して、成形品の良品幅を確認し、最終設定値を決定する。(保圧力と製品重量の相関)

- 射出速度 (V1) = 45 mm/sec、射出圧力 (Pv1) = 60 MPa
保圧切換位置 (V/P) = 10.0 mm 固定とする
- 成形品の外観と重量より 5 ~ 10 水準に振りサンプリングする。
- サンプリング数は、N = 5 ショット位とし、集計する。

保圧設定 (MPa)	終了位置 (mm)	成形品重量 (g)
20	7.6	30.05
25	7.2	30.56
30	6.8	30.85
35	6.5	31.05
40	6.2	31.15
45	5.9	31.25
50	5.5	31.32

NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

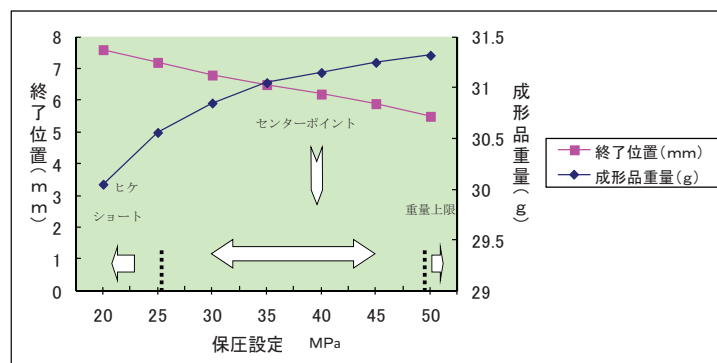
34

2.成形条件出しの手順-26

●得られたデータをグラフ、表等に図式化する。

●下表より成形品の良品幅は 30 ~ 45 MPa となり、この幅の

●センターポイント 40 MPa に決定します。



NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

35

2.成形条件出しの手順-27

2-3) -⑥ 射出時間の設定

→ 射出時間は通常、樹脂を金型に充填するのに必要な時間 (充填時間) とゲートの固化に必要な時間 (保圧時間) を確認し射出時間を決定します。

- 射出速度 (V1) = 45 mm/sec、射出圧力 (Pv1) = 60 MPa
保圧切換位置 (V/P) = 10.0 mm、保圧力 (Pp1) = 40 MPa とする。
- 射出時間を充填時間と同等な時間より 0.5 sec ずつ延長し製品の重量を測定する。
- サンプリング数は、N = 5 ショット位とし集計する。
- 得られたデータをグラフ、表等に図式化する。

射出時間 (sec)	成形品重量 (g)	3.5	30.20
0.5	10.50	4.0	30.45
1.0	26.50	4.5	30.80
1.5	27.30	5.0	31.05
2.0	28.05	5.5	31.07
2.5	29.05	6.0	31.05
3.0	29.90	6.5	31.04

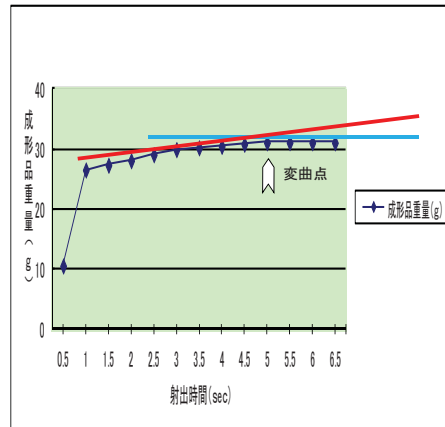
NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

36

2.成形条件出しの手順-28

- 得られたデータをグラフ、表等に図式化する。
下表よりゲート固化(ゲートシール)は、5.0secで行なわれているが安全方向にオフセットして5.5secに決定します。



NISSEI Escuela Texto

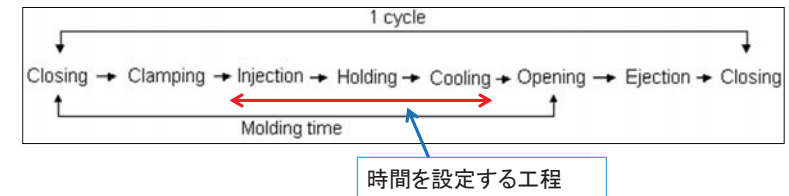
射出成形条件の概要

37

2.成形条件出しの手順-29

2-3) ⑦ 冷却時間の設定

- 冷却時間は、金型内樹脂の温度を熱変形温度以下になるまで必要な時間を設定します。通常では、金型から取り出された成形品の変形(寸法等)が発生するか否かで見極めます。
 - 冷却時間を仮設定より何水準か変化しサンプリングする。
 - サンプリング数は、N=5ショット位とし時間経過毎に寸法測定する。
 - 寸法測定の結果より冷却時間を決定する。
- * 1サイクルに占める冷却時間の比率は大きく、サイクル短縮のための冷却時間の見極めは重要。



NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

38

2.成形条件出しの手順-30

2-3) ⑧ 最終的な条件幅の確認

- 保圧切換位置が仮条件より変更となった場合には、充填時間の下限値と上限値を再確認する。

2-3) ⑨ 連続成形での安定度の確認

- 100ショット程度の連続成形を行い射出成形機のモニター機能を利用し、成形情報の安定度を確認する。
- 製品を定期的にサンプリングし、製品重量を測定し、どの程度の時間経過にて安定するのか確認を行なう。

NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

39

2.成形条件出しの手順-31

- モニター画面スイッチを押すとモニター画面が表示される。モニター一覧スイッチを押すとモニターデータがグラフ表示される。
- 成形情報の安定度を確認する。



NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

40

2.成形条件出しの手順-32

モニター一覧スイッチが押されるとモニター一覧が表示される。
 選択された8項目のモニター一覧が、最大500ショットのデータのうち、10ショット分が表示され統計処理される。

10ショット分 表示 データ項目 データ一覧

モニター	射出充填時間	指定位置通過時間	射出開始位置	V-P切換位置	射出最前位置	射出終了位置	V-P切換圧	サイクル時間	
リセット	s	s	mm	mm	mm	mm	MPa	s	
最新値	0.40	2.93	30.44	10.00	0.60	0.61	0.5	18.48	15:38:04
1ショット前	0.40	2.93	30.44	9.99	0.60	0.61	0.4	18.52	15:37:46
2ショット前	0.40	2.93	30.44	9.99	0.61	0.62	0.5	18.51	15:37:27
3ショット前	0.40	2.93	30.44	10.00	0.60	0.62	0.5	18.51	15:37:09
4ショット前	0.40	2.93	30.45	9.99	0.61	0.61	0.5	18.52	15:36:50
5ショット前	0.40	2.93	30.44	9.99	0.61	0.61	0.4	18.52	15:36:32
6ショット前	0.40	2.93	30.44	9.99	0.61	0.62	0.4	18.50	15:36:13
7ショット前	0.40	2.93	30.44	9.99	0.61	0.62	0.5	18.54	15:35:55
8ショット前	0.40	2.93	30.43	10.00	0.61	0.62	0.5	18.54	15:35:36
9ショット前	0.40	2.93	30.43	9.99	0.61	0.61	0.5	18.54	15:35:17
最大	0.40	2.93	30.55	10.00	3.58	3.59	2.8	38.01	
最小	0.19	2.92	30.10	9.97	0.45	0.53	0.1	17.68	
平均	0.331	2.930	30.480	9.992	0.890	0.908	0.94	20.866	
標準偏差	0.096	0.002	0.035	0.006	0.789	0.785	0.86	2.287	

統計処理

3.温度関係の条件の見直し-1

3-1) 金型温度

→ 定期的に金型の実温度を測定し記録する。
 場合によっては、設定値の見直しが必要となる。

3-2) 加熱筒温度

→ 設定に対して異常に実測温度がずれていないか確認する。

① ノズル温度が変動する場合

→ オートチューニングを行い最適な制御定数を決定する。

② 後部温度が下がりやすい場合

→ ホッパー下（射出台）の通水量を制限し、ホッパー下の温度を上げ後部温度を補助する。

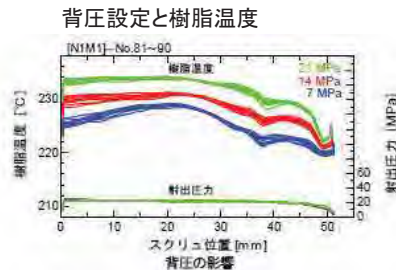
3-3) スクリュー回転数 (VS)

→ 冷却時間内に終了する程度の回転数とする。
 スクリュー回転が速いとセンダン発熱が多くなり、樹脂の焼け、分解の原因となりますので注意が必要です。

3.温度関係の条件の見直し-2

3-4) スクリュー背圧 (PB)

→ スクリュー背圧には、スクリューの後退に対する抵抗としてかけます。可塑化時の樹脂の脱気効果及び混練の向上、樹脂密度の安定が目的ですが、必要以上に高いと可塑化時間が長くなるのみで剪断発熱による樹脂温度の上昇となりますので注意が必要です。



3-5) デコンプレッション (SD)

→ オープンノズルの場合、計量後の樹脂の圧抜きが目的ですが、必要最低限度のストロークとし、デコンプレッション速度も計量中のスクリューの後退速度程度とする事により、樹脂密度が安定しやすくなります。

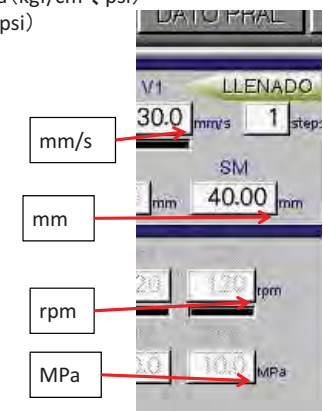
4.設定単位と変更

各設定器及び、表示器の単位は、国際単位系を基に作成されている。
 射出速度、射出圧力、背圧力、スクリュー位置及び、計量速度の単位は、変更することができます。

- ・ポンプ元圧力、射出圧力、背圧力の表示単位・・・MPa (kgf/cm², psi)
- ・射出圧力、背圧力の設定単位・・・MPa (%、kgf/cm², psi)
- ・射出速度の表示単位・・・mm/s (cm³/s, inch/s)
- ・射出速度の設定単位・・・mm/s (%、cm³/s, inch/s)
- ・位置の表示・設定単位・・・mm (inch、)
- ・計量速度の表示・設定単位・・・% (rpm, g/s)
- ・高圧型締力単位・・・kN (%、tonf)

なお、型開閉及び、エジェクタ関係の速度・圧力設定は変更できません。

- ・圧力・・・%
- ・速度・・・%



M5 射出成形プロセス

M5-3 射出成形条件の設定

M5-3-1 成形機制御画面

成形機の立上、停止手順

Feb/2012

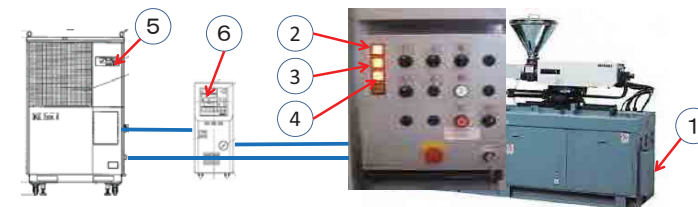
成形機立上、停止手順

1

M5-3-1 成形機制御画面

1、成形機の立上げ手順

- ① 電源ボックス スイッチ ON
- ② コントロールボックス 操作電源 ON(点灯)
- ③ コントロールボックス モータ電源 ON(点灯・モータ回転)
- ④ コントロールボックス ヒータ電源 ON
- ⑤ チラーユニット 操作電源・モータ電源 ON(モータ回転)、通水口開く
- ⑥ 金型温調機 操作電源・モータ電源 ON(モータ回転)、通水口開く
- ⑦ 成形機周り・金型周りの油漏れ、水漏れ確認



NISSEI Escuela Texto

成形機立上、停止手順

2

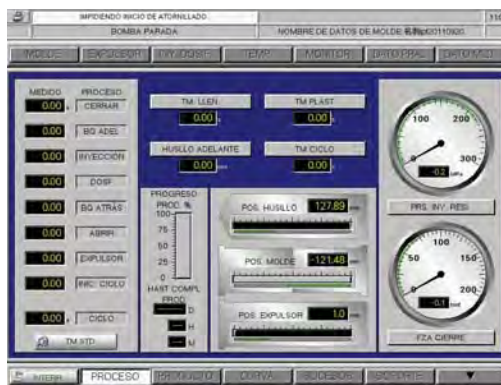
M5-3-1 成形機制御画面

2、成形機の立上げ時の注意点-1

- ② コントロールボックス 操作電源 ON(点灯)

電源投入後、約1分で「工程監視画面」が表示される。途中で**電源OFF**しないこと。

初期立上画面
(工程監視)



NISSEI Escuela Texto

成形機立上、停止手順

3

M5-3-1 成形機制御画面

2、成形機の立上げ時の注意点-2

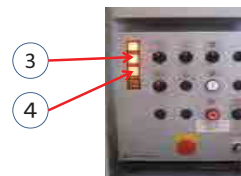
- ③ コントロールボックス モータ電源 ON(点灯・モータ回転)
モータ電源ONの際、**[インチング動作]** はしないこと。
(モータはサーボモータ使用しており、インチング動作によりアンプ破損の恐れある)

* インチング動作

始動時にモータを断続的に微動させる動作。ベーンポンプの場合、ポンプ内部及び吸入管内の空気を抜く目的でおこなう。

- ④ コントロールボックス ヒータ電源 ON

使用樹脂が替わる場合は「温度画面」で設定温度を変更する。成形条件が登録されていれば、条件を読みだすことで温度が設定される。



NISSEI Escuela Texto



設定温度

温度画面スイッチ

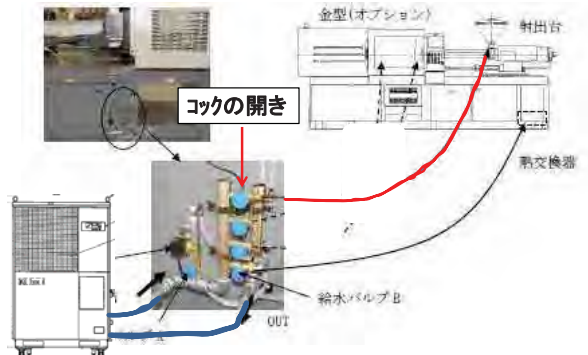
成形機立上、停止手順

4

M5-3-1 成形機制御画面

2、成形機の立上げ時の注意点-3

- ⑤ チラーユニット 操作電源・モータ電源 ON(モータ回転)、通水口開く
落下口部分の冷却不足により、計量時の喰い込み不良が発生する
コックの開き及び落下口部分の温度に注意(60~80℃)



NISSEI Escuela Texto

成形機立上、停止手順

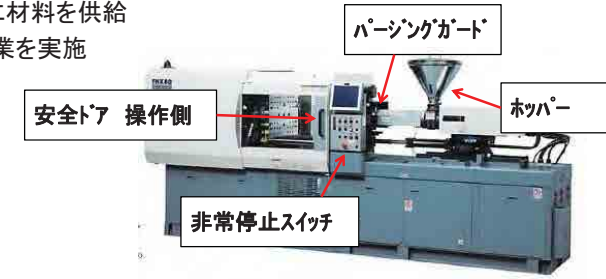
5

M5-3-1 成形機制御画面

3、成形準備

シリンダ温度の昇温確認後・・・ホッパーに材料を供給し、パージ作業を実施。

- ① 安全確認作業の実施
- ・安全ドア(操作側)開く → 型開閉不可
 - ・安全ドア(反操作側)開く → モータ電源遮断
 - ・非常停止スイッチON → モータ電源及びヒータ電源遮断
 - ・パージングガード開く → 射出・計量・射出装置前進不可
- ② ホッパーに材料を供給
- ③ パージ作業を実施



NISSEI Escuela Texto

成形機立上、停止手順

6

M5-3-1 成形機制御画面

4、成形準備時の注意-1

- ① ホッパーに材料を供給
材料移送・供給時の**異物混入**に注意。異物混入によるスクリュ破損やノズル詰りが発生。(例 胸のポケットからペンが落下し混入した)
- ② ホッパーのシャッターを開く
- ③ パージ作業を実施
スクリュ保護のため昇温完了(設定温度一下限警報幅)してから20分の冷間起動遅延タイムがタイムアウトしないとスクリュ回転・射出前進・後退は出来ない。パージには手動パージ(射出→スクリュ回転→射出・・・繰返し)と自動パージがある。手動パージの場合、**最初は必ず射出最前進位置まで射出し、次にスクリュ回転を行う。**

成形機立上、停止手順

7

M5-3-1 成形機制御画面

5、成形中断時の注意-1

- ① 射出装置後退
金型にノズルタッチしたままの場合、ノズルより金型(スプルー)側に膨張した樹脂が流れ込み取出しが困難となる。必ず後退させて中断すること。
- ② コントロールボックス ヒータ電源 OFF(或いは強制保温 ON)
OFFにした場合、中断時間が長いとシリンダ温度の低下が大きく、再スタート時に昇温するのに時間がかかってしまう場合がある。制御画面の強制保温を利用すると設定保温温度で制御されるため再スタート時の時間短縮がはかれる。



NISSEI Escuela Texto

成形機立上、停止手順

8

M5-3-1 成形機制御画面

6、成形終了時

- ① ホッパーのシャッターを閉じる
- ② シリンダー内のパージ作業を実施

材料が終了するまでパージ作業を行う。材料が終了するとスクリューは後退が出来ない。後退しなくなったら回転を停止し射出を行い、次に射出後退させる。後退させる位置はSM値より大きな位置とする。(最後退位置まで後退させる)

- ③ ヒータ電源OFF
- ④ 金型温調機ポンプOFF、給水コック閉じる

但し設定温度が60℃より高い場合は、設定温度を30℃に変更し金型温度が下がるまでポンプを回転しておく。

- ⑤ 金型を開きPL面の清掃。錆止め剤を吹き付ける。
(錆止め剤は金型温度が下がってから使用のこと)

- ⑥ 金型を低圧で閉じ(高圧型締行わない)ポンプ停止・操作電源OFF
- ⑦ ホッパー内の材料を戻す。成形機周り含め掃除。水漏れ・油漏れ等の確認。
- ⑧ 電源ボックススイッチ OFF、整理整頓。成形機使用履歴の記入。

M5 射出成形プロセス

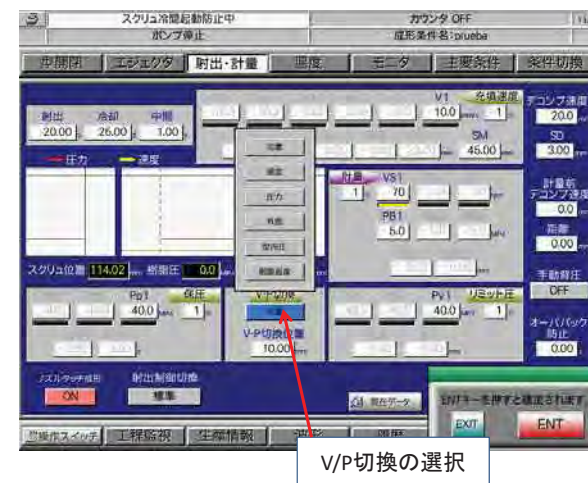
M5-3 射出成形条件の設定

M5-3-2 射出条件の切換 (V/P切換方法)

Feb/2012

M5-3-2 V/P切換の種類と内容

速度領域(V)から保圧力領域(P)へ切換る種類を選択できる

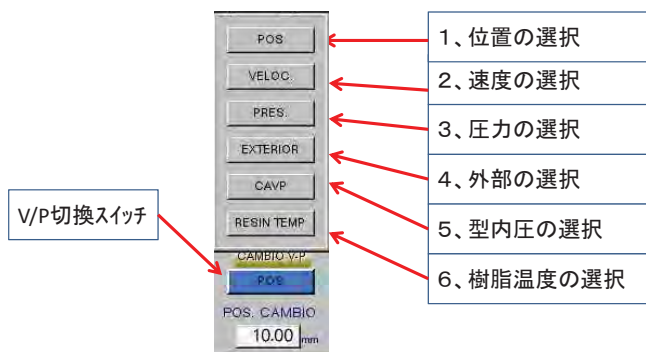


V/P切換の選択

A-252

M5-3-2 V/P切換の種類と内容

V/P切換を選択すると「位置・速度・圧力・外部・型内圧・樹脂温度」が表示される。使用する種類を選択する。
外部・型内圧・樹脂温度は特殊仕様の金型・装置が必要。
ボックス型、Paperknife、Coaster型は「型内圧」選択可能

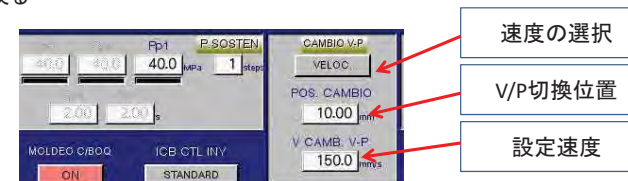


M5-3-2 V/P切換の種類と内容

- 位置を選択する
スクロがV/P切換位置に達すると保圧力工程に切換る



- 速度を選択する
スクロがV/P切換位置に達し射出速度が設定速度以下になると保圧力工程に切換る



M5-3-2 V/P切換の種類と内容

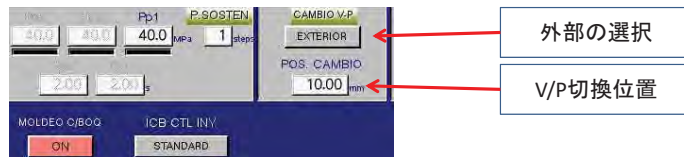
3、圧力を選択する

スクリュがV/P切換位置に達し射出圧力が設定圧力に達すると保圧力工程に切換る



4、外部を選択する

スクリュがV/P切換位置に達し外部より信号が入力されると保圧力工程に切換る



NISSEI Escuela Texto

V/P切換の方法

5

M5-3-2 V/P切換の種類と内容

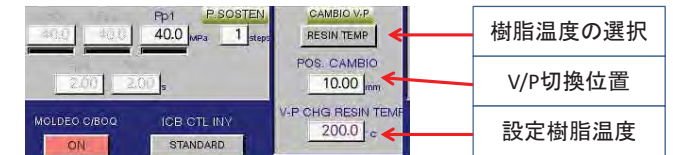
5、型内圧を選択する

スクリュがV/P切換位置に達し型内圧力が設定値に達すると保圧力工程に切換る



6、樹脂温度を選択する

スクリュがV/P切換位置に達し樹脂温度が設定温度に達すると保圧力工程に切換る



NISSEI Escuela Texto

V/P切換の方法

6

M5-3-2 V/P切換の種類と内容

- ① 一般的な成形品では「位置」を選択し保圧切換を行う。
速度優先条件
- ② レンズ等の肉厚製品では「圧力」を選択する例もある。
圧力優先条件
- ③ 型内圧を確認し制御する方法は金型内での樹脂挙動を確認できことで品質向上に有意であるが金型にセンサー組込及び成形機側の特殊仕様が必要となる。
車関係の大型製品等では型内圧力センサーが積極的に使用されている例が多い

V/P切換の方法

7

型内圧表示例(成形品 コップ形状 ダイレクトゲート)-1

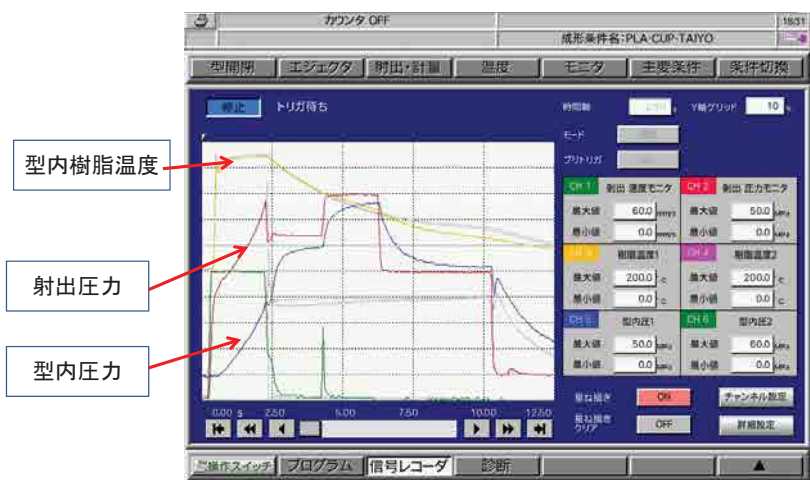


NISSEI Escuela Texto

V/P切換の方法

8

型内圧表示例(成形品 コップ形状 ダイレクトゲート)-2



M5 射出成形プロセス

M5-3 射出成形条件の設定

M5-3-3 射出条件の切換(読込・保存・削除)

Feb/2012

成形条件の切換

1

M5-3-3 成形条件の切換(読込・保存・削除)

読込

- ① TACT内部に保存されている成形条件(最大300)より、使用する成形条件を「読込」します。
- ② 成形条件の一部を変更する時にも、同様に「読込」し変更します。

保存

- ① 新しい成形条件を「保存」するときには、条件表示枠をタッチしキーボード表示後、条件名をキーボードにて入力。保存スイッチにより「保存」します。
- ② 成形条件の一部を変更し「保存」する場合、成形条件名が同じであると上書きされるため、上書きしない場合には変更後の成形条件名も変更します。

削除

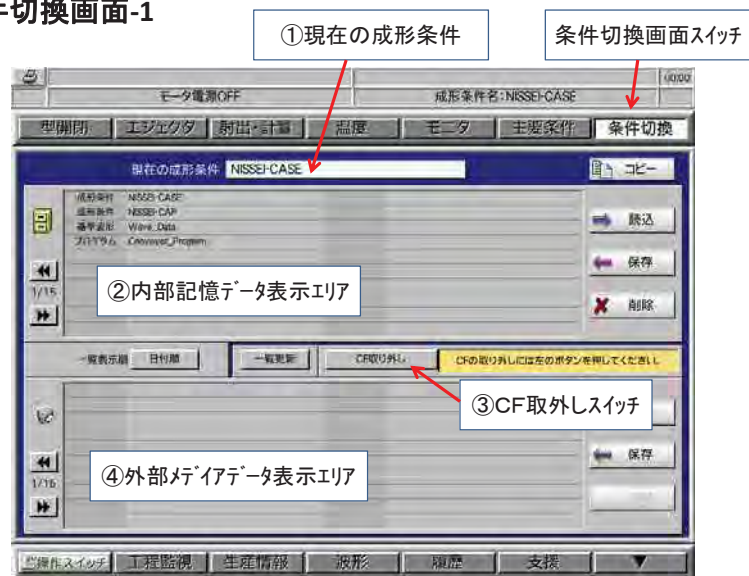
- ① 削除したい成形条件を選択し、「削除」スイッチにより削除します。

成形条件の切換

2

A-255

条件切換画面-1



NISSEI Escuela Texto

成形条件の切換

3

条件切換画面-2

①「現在の成形条件」

現在の成形条件名を表示します。新たに成形条件を保存するときには、現在の成形条件表示枠をタッチしキーボード表示後、新しい条件名をキーボードにて入力してください。



NISSEI Escuela Texto

成形条件の切換

4

条件切換画面-3

キーボード画面

全角14、半角42文字(最大) ファイル名は英数字



NISSEI Escuela Texto

成形条件の切換

5

条件切換画面-4

②「内部記憶データ表示エリア」



- ① 内部記憶データ表示エリア
TACT 内部に保存されている「成形条件」、「成形条件+基準波形」、「基準波形」を表示します。TACT 内部には、最大300 条件保存可能です。
- ② 内部記憶データスクロールキー
内部記憶データ表示エリアの成形条件名等をスクロールさせます。
内部記憶データ表示エリアには、20 条件の成形条件名等を表示しています。
- ③ 読込
④ 保存
⑤ 削除

NISSEI Escuela Texto

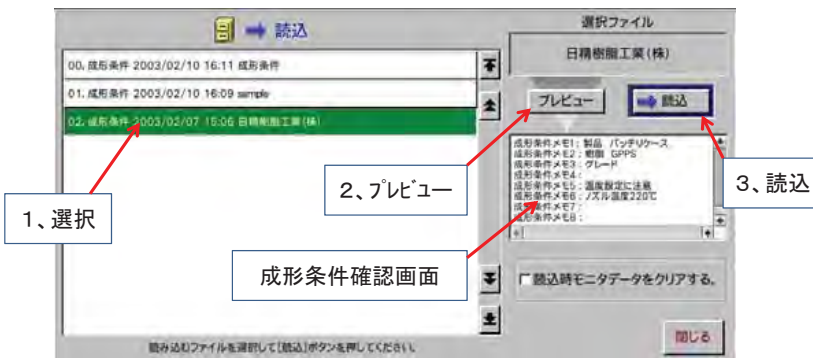
成形条件の切換

6

読込-1



「成形条件」、「成形条件+基準波形」、「基準波形」等を読み込みます。
この「読込」スイッチを押すと、次の<読込>ウインドウが表示します。



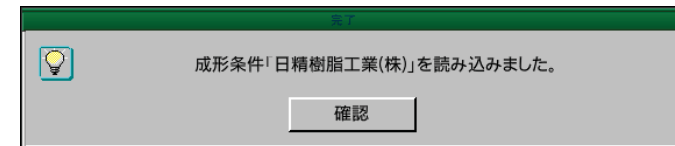
NISSEI Escuela Texto

成形条件の切換

7

読込-2

- 成形条件を選択
- プレビューを選択
選択した条件を確認する場合には、「プレビュー」を押す。最初にメモが表示されるのでメモを活用しておく確認し易い。
- 確認スイッチを押す
読み込みが完了すると下記ウインドウが表示されます。
「確認」を押して終了して下さい。



NISSEI Escuela Texto

成形条件の切換

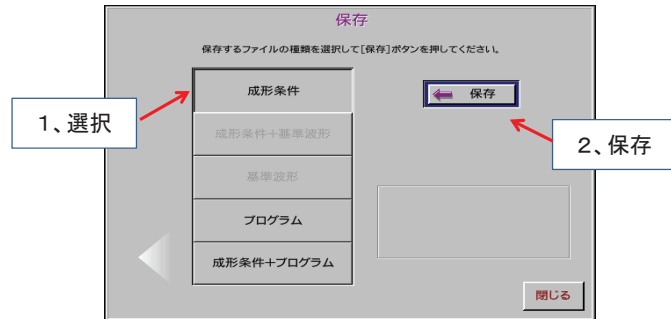
8

保存-1

①  保存

「成形条件」、「成形条件+基準波形」、「基準波形」等を保存します。
この「保存」スイッチを押すと、次の<保存>ウインドウが表示します。

1. 保存するファイルの種類を選択し「保存」スイッチを押して下さい。



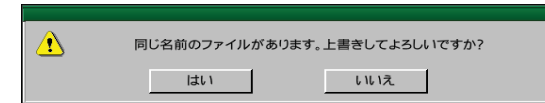
NISSEI Escuela Texto

成形条件の切換

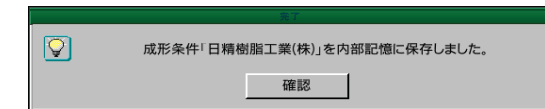
9

保存-2

保存するファイルの種類を選択し「保存」スイッチを押して下さい。
同じ条件名のファイルがあると次のウインドウを表示します。
上書きしていい場合は「はい」、上書きしない場合は「いいえ」を押して下さい。



2. 条件が保存されると次のウインドウを表示します。
「確認」を押して終了して下さい。
※ 内部メモリに300条件保存可能です。
但し、基準波形などを保存すると300条件保存できない場合があります。



NISSEI Escuela Texto

成形条件の切換

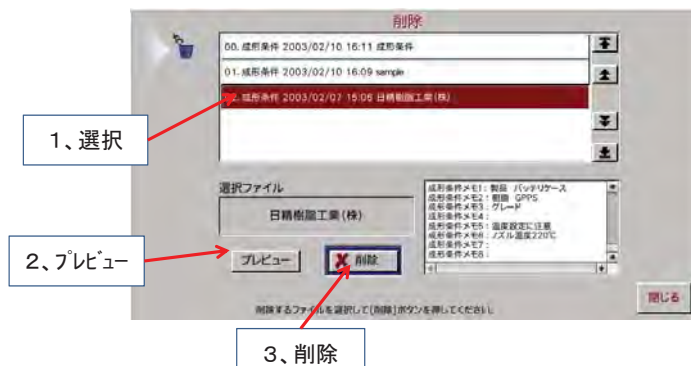
10

削除-1

②  削除

保存してある「成形条件」、「成形条件+基準波形」、「基準波形」等を削除します。
この「削除」スイッチを押すと、次の<削除>ウインドウが表示します。

1. 削除する成形条件をタッチして選択します。
2. 「プレビュー」スイッチで選択された成形条件を表示しますので確認します。



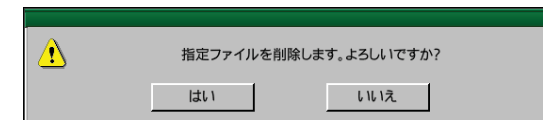
NISSEI Escuela Texto

成形条件の切換

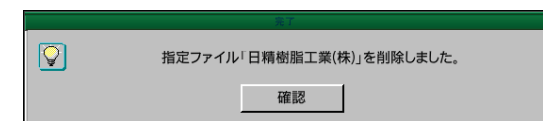
11

削除-2

3. 「削除」スイッチを押して下さい。
「削除」スイッチが押されると次のウインドウを表示します。
削除する場合は「はい」、削除しない場合は「いいえ」を押してください。



4. 指定ファイルが削除されると次のウインドウを表示します。
「確認」を押して終了して下さい。



NISSEI Escuela Texto

成形条件の切換

12

M5 射出成形プロセス

M5-3 射出成形条件の設定

M5-3-4 成形機制御画面

段取ナビ(作業手順書)

Feb/2012

段取ナビ

1

M5-3-4 段取ナビ

実務経験の少ない作業者を対象に ……シンプル&わかりやすく
前段取りから量産準備までの基本的な作業手順を操作画面上に
示し、作業手順における各項目を確認しながら作業が行える内容と
なっている。(但し品質等を保証するものではない)

基本的な作業手順に沿ったレイアウト



1. 前段取り
2. 金型取付
3. 型締設定
4. 射出設定
5. 量産準備

とし段取手順をシンプルに進捗状況も分かりやすく配置されている

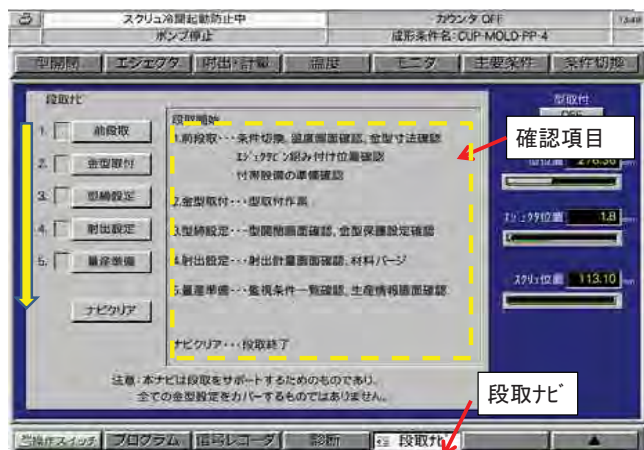
段取ナビ

2

A-258

M5-3-4 段取ナビ メイン画面

1～5の作業手順及び確認項目が表示される



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

3

M5-3-4 段取ナビ 1、前段取り

前段取手順 ①～⑥、確認用スイッチ 3個(A～C)が表示され、手順に
沿った確認用スイッチを選択し設定/調整を行う



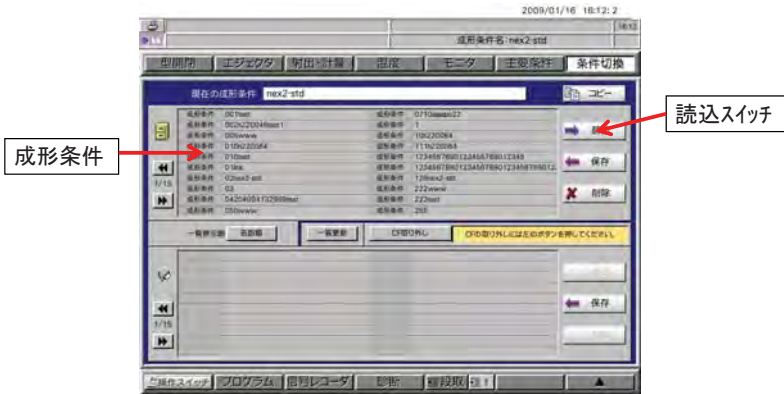
NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

4

M5-3-4 段取ナビ 1、前段取り-A、条件切換

保存されている成形条件が表示される
 読込スイッチを選択し使用する成形条件を選択し読込を行う



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

5

M5-3-4 段取ナビ 1、前段取り-B、温度

温度画面が表示される
 設定温度の確認、設定温度の変更を行う



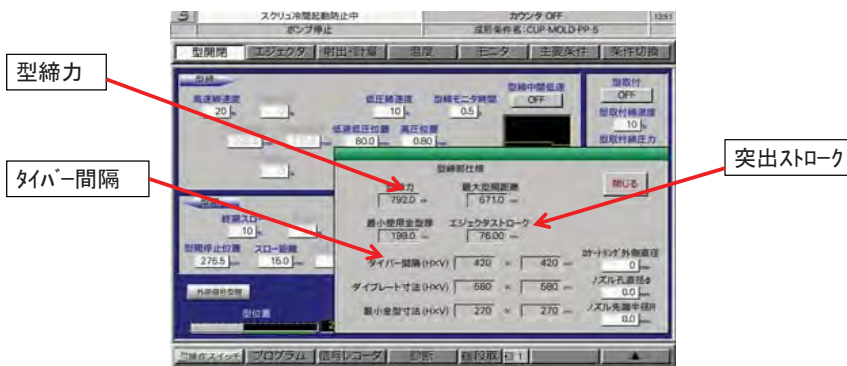
NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

6

M5-3-4 段取ナビ 1、前段取り-C、型仕様値

最小型厚、突出ストローク、テークライト、タイパ-間隔、型締力等が表示される
 使用予定の金型取付可否等を検討/確認する



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

7

M5-3-4 段取ナビ 2、金型取付

金型取付の手順 ①~⑥が表示される。
 手順にそって作業を実施する。チェック欄としても利用が出来る。



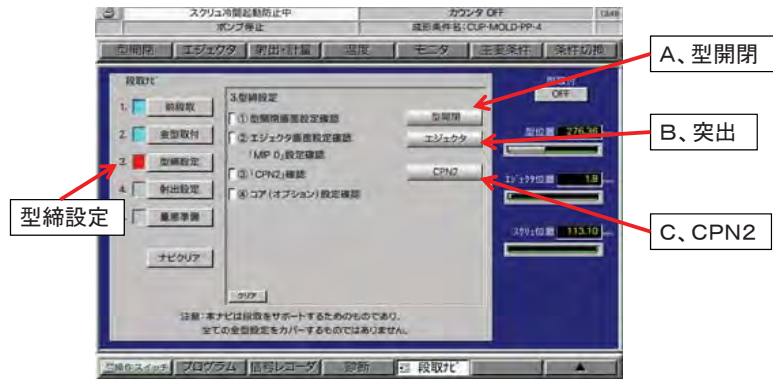
NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

8

M5-3-4 段取ナビ 3、型締設定

型締設定手順 ①～④、確認用スイッチ 3個(A～C)が表示される
設定手順に沿った確認用スイッチを選択し設定/調整を行う



M5-3-4 段取ナビ 3、型締設定-A、型開閉

型開閉速度、型開閉停止位置、高圧型締、低圧型締等の設定/調整を行う



M5-3-4 段取ナビ 3、型締設定-B、突出

突出パターン、突出回数、突出速度、突出圧力、後退速度等を設定/調整する



M5-3-4 段取ナビ 3、型締設定-C、CPN2

CPN2—一次型締力を低く設定し充填完了(V/P位置)後のタイミング(時間)で2次型締を行う。型内のガス逃げ効果等により、製品の刈改善等がはかれる。
(例 一次型締 500KN 二次型締 790KN V/P 15mm タイミング 1sec)
*設定内容によってはバリ発生がし易いので注意のこと。



M5-3-4 段取ナビ 4、射出設定

射出設定手順 ①～⑤、確認用スイッチ 5個(A～E)が表示される設定手順に沿った確認用スイッチを選択し設定/調整を行う



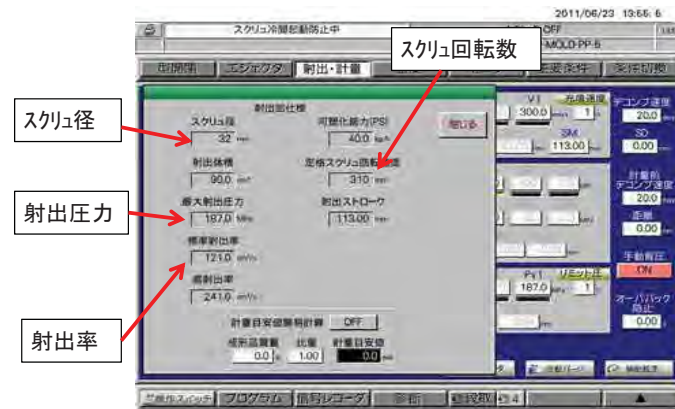
NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

13

M5-3-4 段取ナビ 4、射出設定-A、射出部仕様

スクロ径、射出体積、射出圧力、スクロ回転数等が表示される仕様の問題無いかの検討/確認を行う(例 射出体積が満足するか...)



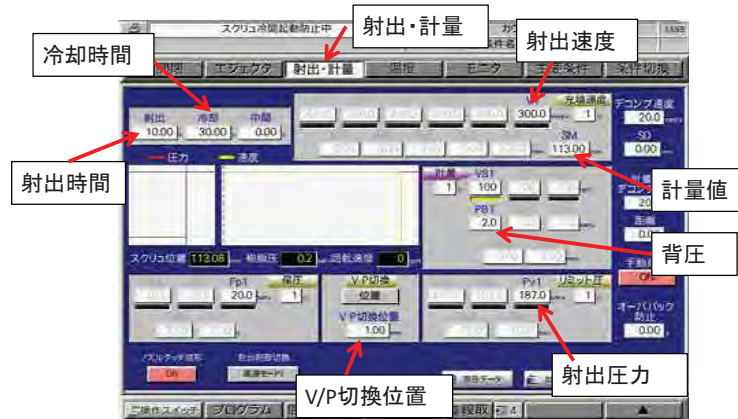
NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

14

M5-3-4 段取ナビ 4、射出設定-B、射出・計量

射出速度、射出圧力、V/P切換位置、スクロ回転数、計量値、背圧、保圧力、射出時間、冷却時間等の設定/調整をする



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

15

M5-3-4 段取ナビ 4、射出設定-C、補助設定

ノズルタッチ成形OFF時のノズル後退時間、ノズルタッチ圧力、射出開始時期等の設定/調整を行う



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

16

M5-3-4 段取ナビ 4、射出設定-D、温度

温度画面が表示される
設定温度の確認、設定温度の変更を行う
(前段取画面の温度画面と同一)



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

17

M5-3-4 段取ナビ 4、射出設定-E、自動パージ

シリンダー材料パージの手法として手動/自動パージがある
自動パージの種類として自動パージのモードが選択できる
樹脂換え、立上げ等によりモードを選択/使用する



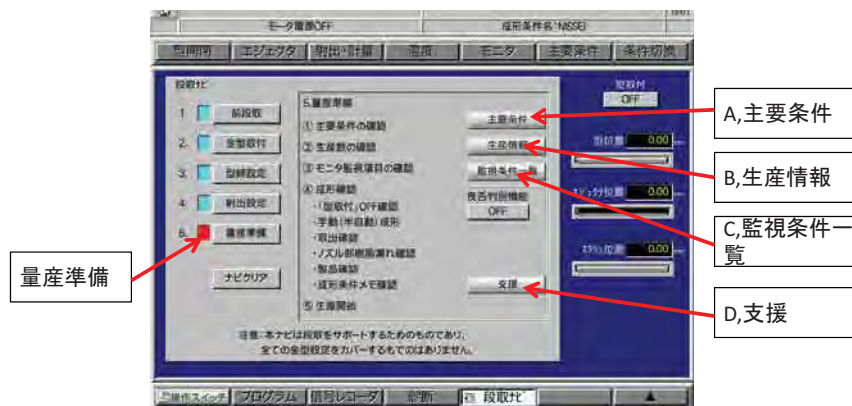
NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

18

M5-3-4 段取ナビ 5、量産準備

量産準備手順 ①~⑤、確認用スイッチ 4個(A~D)を表示
設定手順に沿った確認用スイッチを選択し調整を行う



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

19

M5-3-4 段取ナビ 5、量産準備-A、主要条件

型開閉、突出、温度、射出・計量の画面が一括表示される
設定条件の全体像を確認する場合に表示させる



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

20

M5-3-4 段取ナビ 5、量産準備-B、生産情報

生産予定数、キャビ数、入数予定等を入力する事により生産管理を行う
入数完了警報をセットすることで生産完了を表示し成形機を停止させる



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

21

M5-3-4 段取ナビ 5、量産準備-C、監視条件一覧-1

温度監視を含め監視項目より 最大8項目を製品の良品判別監視項目として指定できる



NISSEI Escuela Texto

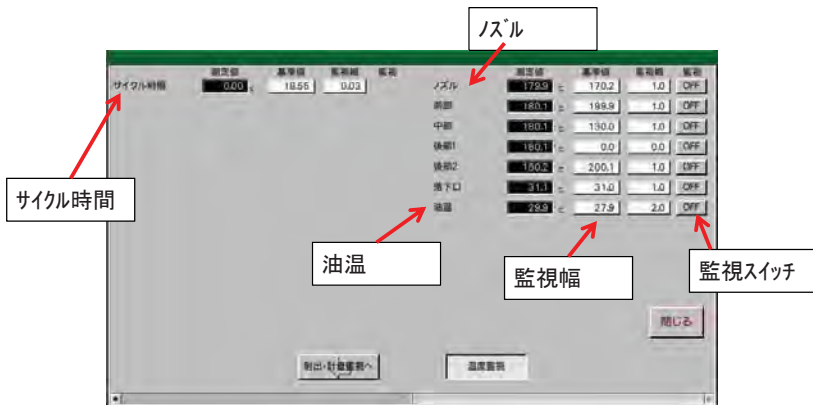
段取ナビ

温度監視

22

M5-3-4 段取ナビ 5、量産準備-C、監視条件一覧-2

温度監視画面 サイクル時間、各温度条件が表示される



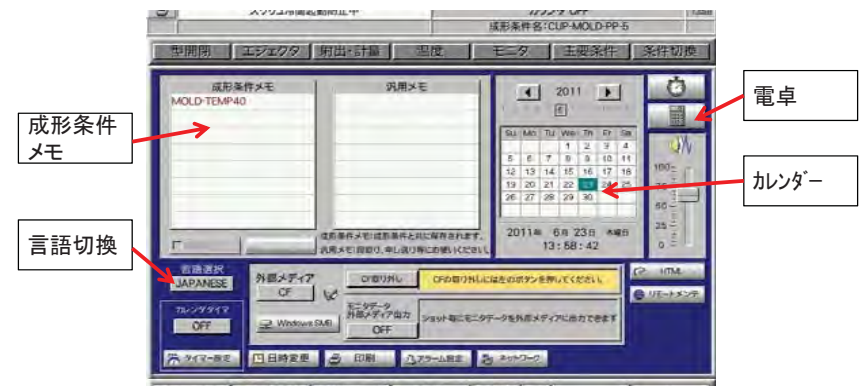
NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

23

M5-3-4 段取ナビ 5、量産準備-支援

成形条件にメモ記入する際利用する。他、カレンダー、電卓、言語切替等の機能がある



NISSEI Escuela Texto

段取ナビ

24

M5 射出成形プロセス M5-4 プロセスの管理

JUN/2012

目次

1	型開閉速度・型締力設定	1~7	P3~P9
2	突出速度・突出圧力設定	1~2	P10~P11
3	射出速度・射出圧力・保圧力設定	1~7	P12~P18
4	計量速度・背圧力設定	1~4	P19~P22
5	条件の安定確認 波形	1~4	P23~P26
6	条件の安定確認 モニタデータ	1~3	P27~P29
7	射出条件設定(実習内容)	1~4	P30~P33

A-264

1、型開閉速度・型締力設定-1

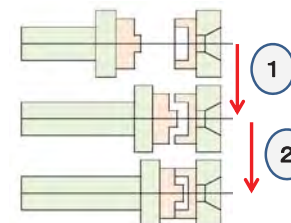
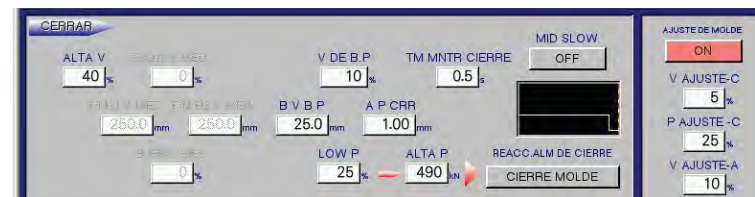
金型仕様や生産方式(手取り、ロボット取出し、自動落下)、要求品質に合わせ適切な条件設定を行う。特に生産性を上げるためにはドライサイクルの短縮は重要である。



1、型開閉速度・型締力設定-2

型開閉速度 低速低圧位置 低圧 低速閉速度 の設定

①②の速度・圧力は？

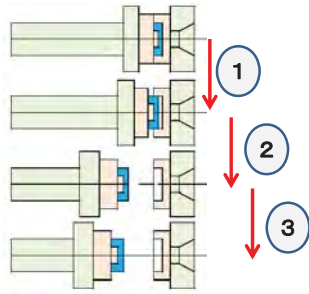


速度	圧力
①	調整済
②	

1、型開閉速度・型締力設定-3

型開設定 距離と速度の理解、金型仕様を理解

①②③の距離・速度は？

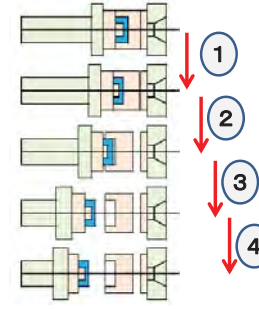


	距離	速度
①		
②		
③		

1、型開閉速度・型締力設定-4

型開設定 距離と速度の理解、金型仕様を理解

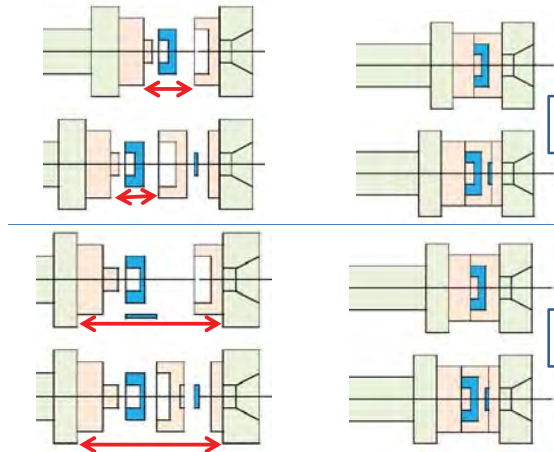
①②③④の距離・速度は？



	距離	速度	圧力
①			調整済
②			調整済
③			調整済
④			調整済

1、型開閉速度・型締力設定-5

2P型3P型どちらが型閉に必要な時間が長い？

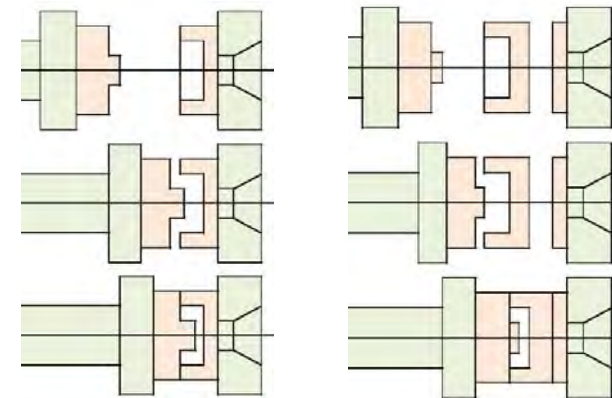


PL開距離同じ

型開停止位置同じ

1、型開閉速度・型締力設定-6

2P型3P型どちらが型閉に必要な時間が長い？

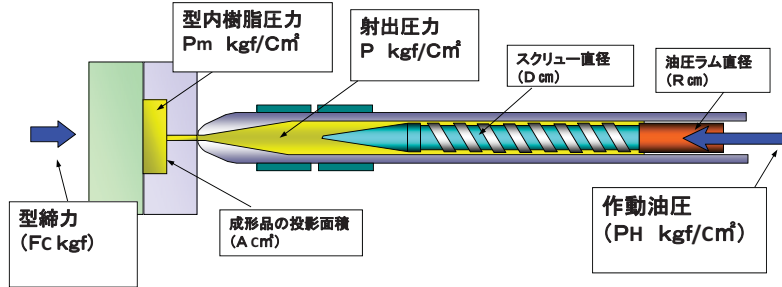


高速

低速

1、型開閉速度・型締力設定-7

1. 型締力は、製品の投影面積と型内樹脂圧力 との積の力に負けないだけの力にしておく必要がある。
2. 型内樹脂圧力は一般的には射出圧力の30～50%と言われるが成形条件や樹脂の種類、製品肉厚により異なる。型内樹脂圧力を想定し必要型締力を求める。



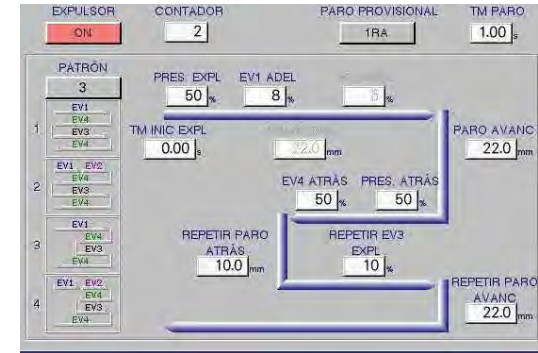
射出圧力 $P(\text{kgf}) = PH (\text{kgf/cm}^2) \times (R^2 \text{ cm} \div D^2 \text{ cm})$
 型締力 $FC(\text{kgf}) \geq Pm(\text{kgf/cm}^2) \times A \text{ cm}^2 \times 1.25$

A-266

2、突出速度・突出圧力設定-1

突出速度設定

金型仕様・離型性・取出し方法等を考慮し設定
 突出パターン(4種類) 反復回数設定

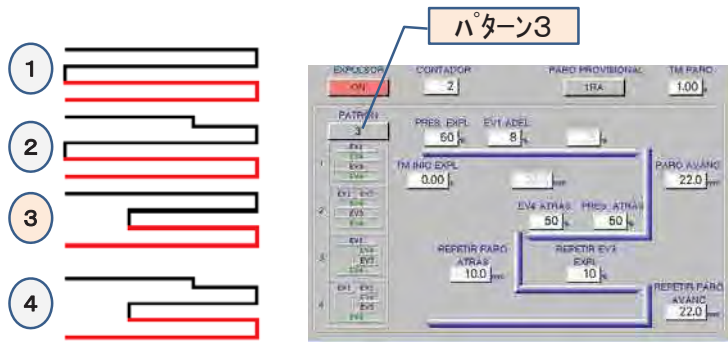


2、突出速度・突出圧力設定-2

突出パターン 4種類 (①~④)

③④反復後退位置設定により動作時間短縮をはかる

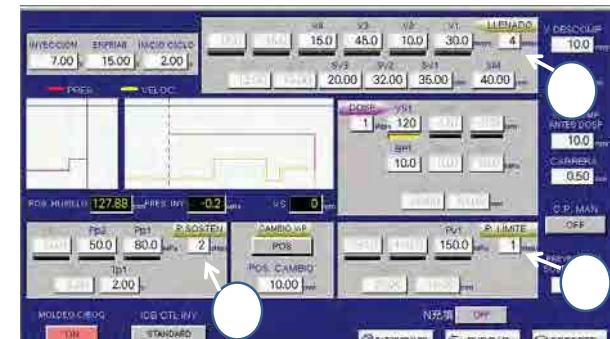
突出前進速度1回目は? 2回目は? 反復後退位置は?



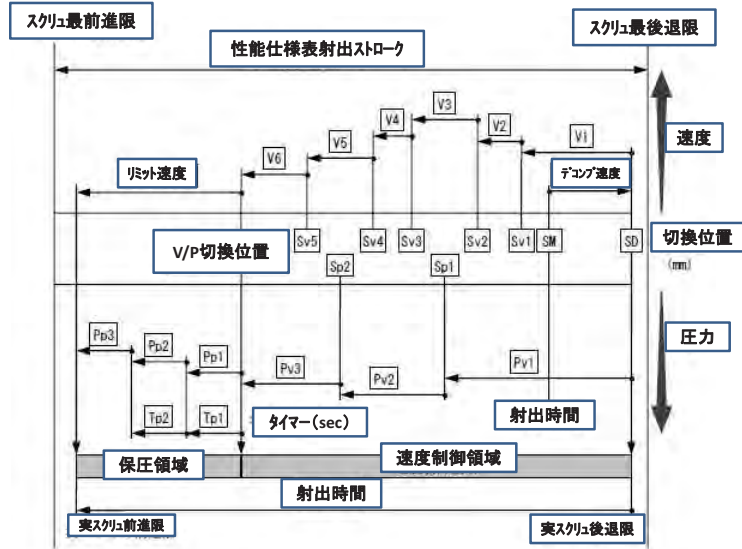
3、射出速度・射出圧力・保圧力設定-1

成形品質向上のため多段制御設定する

- ① 射出速度 (?) 段
- ② 射出圧力 (?) 段
- ③ 保圧力 (?) 段



3、射出速度・射出圧力・保圧力設定-2



3、射出速度・射出圧力・保圧力設定-3

- ①射出速度? 設定値?
- ②射出速度? 実測値?
- ③射出圧力? 設定値?
- ④射出圧力? 測定値?

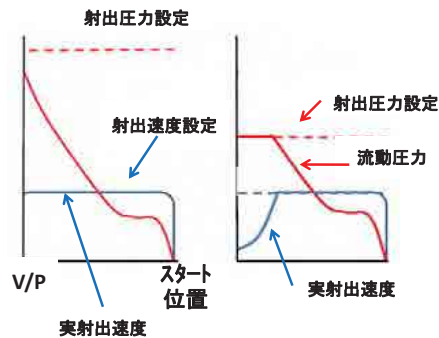


3、射出速度・射出圧力・保圧力設定-4

ある速度で物を動かす場合、力も必要となります。当然、樹脂を金型内へ流す時も同様です。射出工程の射出速度と射出圧力(PV1)の関係を車に置き換えてみると以下の様になります。

オートマの車で走行し、上り坂にさしかかった場合、なだらかな坂だとそのまま走ることができるが、急な坂になると力が不足して減速しかける為、力を上げるよう自動で切り替えて速度を保とうとする。又、なだらかな坂の場合、力を100%出して走るのでなく、一定速度で走る為に必要な力で走る。
この様に坂道の負荷に応じた力を発生させて走行します。

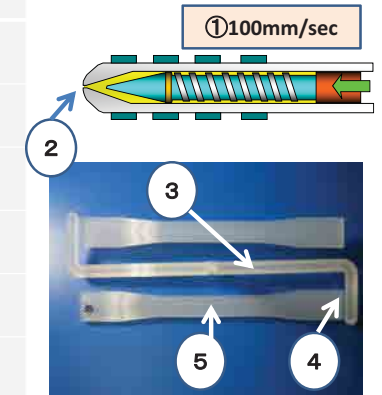
右波形は流動圧力が設定射出圧力に達し圧力制御となり速度が急激の低下している



3、射出速度・射出圧力・保圧力設定-5

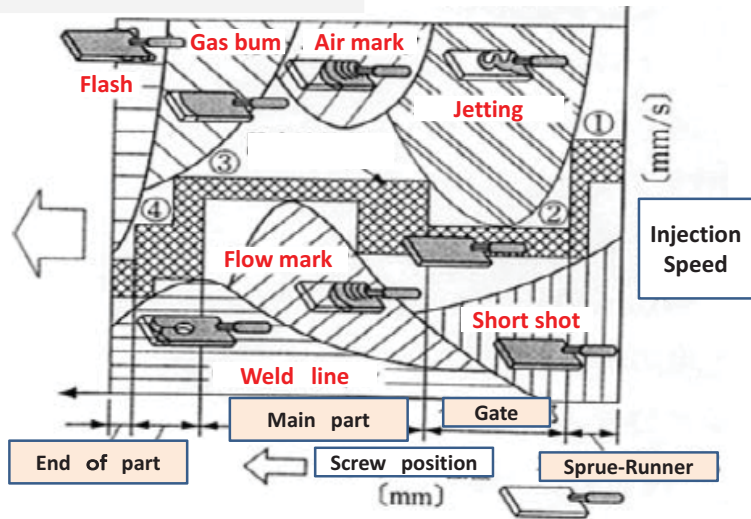
スクリュ速度とフローフロント速度 (FNX80、ASTM D638金型)

	断面サイズ* mm ²	フローフロント速度 mm/sec
①スクリュ-	Φ32 803.8	設定値 100
②ノズル	Φ3 7.1	?
③ランナ-	4.5x4.5 20.3	?
④ゲート	2.7x19 51.3	?
⑤製品部	4x13 52	?



3、射出速度・射出圧力・保圧力設定-6

射出工程の主な成形不良

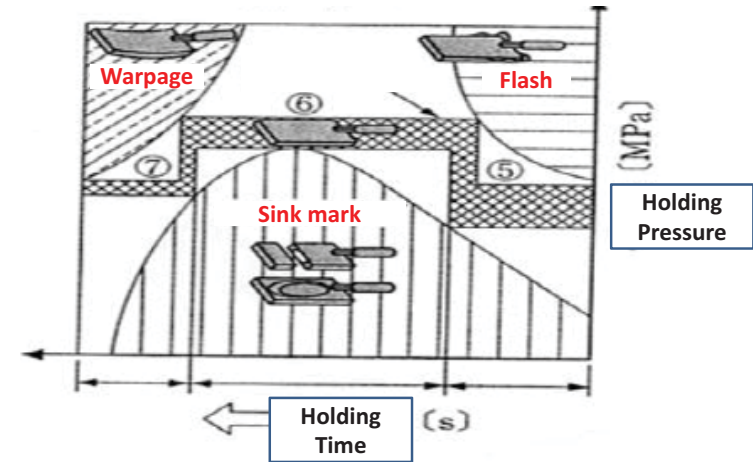


プロセスの管理

17

3、射出速度・射出圧力・保圧力設定-7

保圧工程の主な成形不良



プロセスの管理

18

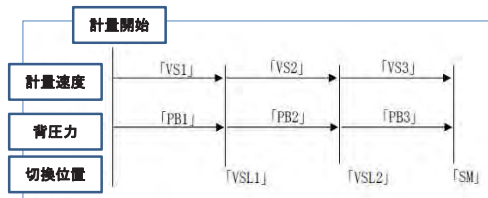
A-268

4、計量速度・背圧力設定-1

計量精度向上のため多段階制御設定を使用する場合もある

計量停止前から速度を下げる設定が多い

- VS1 計量1次速度
- VS2 計量2次速度
- VS3 計量3次速度
- PB1 計量1次背圧
- PB2 計量2次背圧
- PB3 計量3次背圧
- VSL1 計量2次速度切換
- VSL2 計量3次速度切換
- SM 計量停止位置



計量	VS1	VS2	VS3	計量前
3 sp	10.0	15.0	5.0	デコンプレッション速度
				0.7
	PB1	PB2	PB3	距離
	10.1	10.1	10.1	5.00
				手動背圧
	VSL-1	VSL-2		OFF
	20.00	70.00		

NISSEI Escuela Texto

プロセスの管理

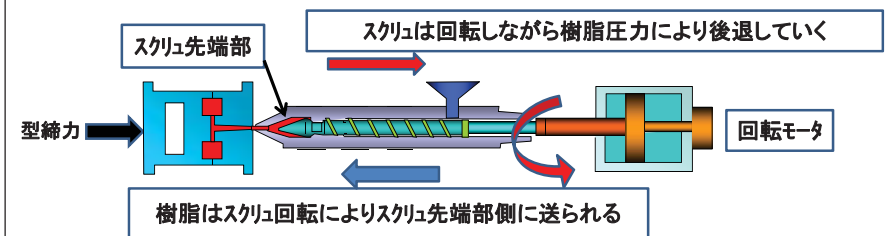
19

4、計量速度・背圧力設定-2

可塑化計量工程-4 (スクリューはなぜ後退するのか?)

- 1, スクリュー回転によって送られた樹脂は熔融可塑化されスクリュー先端部に送り込まれる。
- 2, 送り込まれた樹脂によりスクリュー先端側の圧力が発生しスクリューを後退させる(背圧設定が必要)

供給材料が無くなると先端部に樹脂が送られなくなりスクリュー後退できない



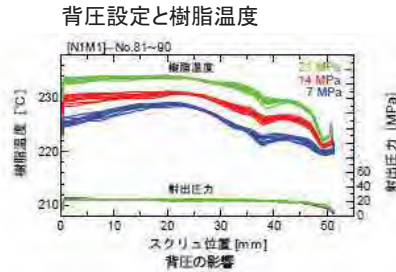
NISSEI Escuela Texto

射出成形プロセスの原理 20

4、計量速度・背圧力設定-3

3-4) スクリュー背圧 (PB)

→ スクリュー背圧には、スクリューの後退に対する抵抗としてかけます。可塑化時の樹脂の脱気効果及び混練の向上、樹脂密度の安定が目的ですが、必要以上に高いと可塑化時間が長くなるのみで剪断発熱による樹脂温度の上昇となりますので注意が必要です。



3-5) デコンプレッション (SD)

→ オープンノズルの場合、計量後の樹脂の圧抜きが目的ですが、必要最低限度のストロークとし、デコンプレッション速度も計量中のスクリューの後退速度程度とする事により、樹脂密度が安定しやすくなります。

4、計量速度・背圧力設定-4

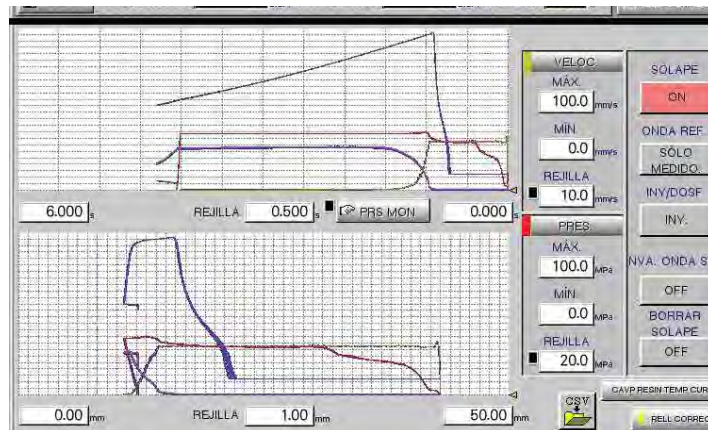
成形条件と樹脂温度の変化

	樹脂温度	樹脂温度 バラつき
スクリュー回転速度 低	↓	↓
スクリュー背圧 高	↑	↓
加熱筒温度 高	↑	↓
成形サイクル 短	↓	↑

5、条件の安定確認 波形 -1

ABRECARTAS(GPPS) 50shot 1852

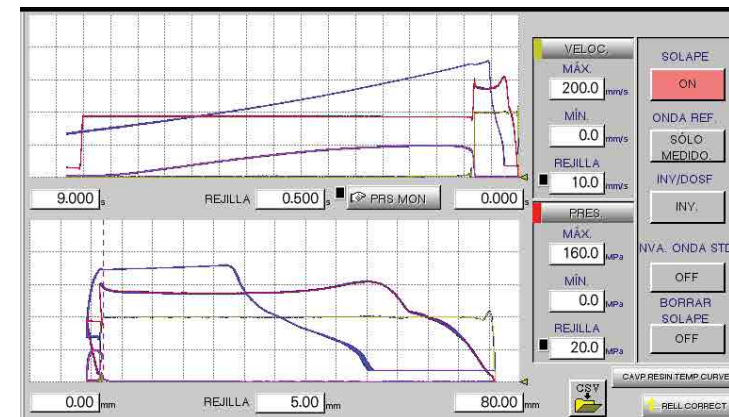
目視でバラツキを確認 射出時間は? sec



5、条件の安定確認 波形 -2

COASTER(ABS) 50shot 1403

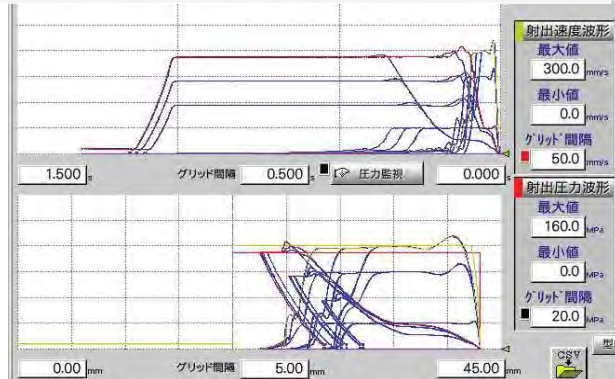
①型内圧? MPa ②射出速度? mm/sec
③型内樹脂温度? °C ④射出圧力? MPa



5、条件の安定確認 波形 -3

パーフロ型 条件重ね書 4017

- ① 射出速度設定は? mm/sec
- ② 射出圧力設定は? MPa
- ③ 射出時間設定は? sec

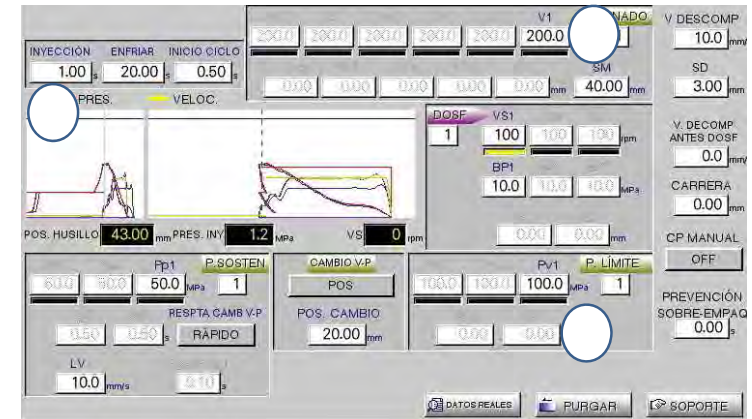


NISSEI Escuela Texto

プロセスの管理

5、条件の安定確認 波形 -4

①②③はどこか? 4017



NISSEI Escuela Texto

プロセスの管理

A-270

6、条件の安定確認 モニターデータ -1

パーフロ型 1条件 3ショット 条件変更しながら連続成形 (4017)

DATOS MNTN	TM. LLEN.	HUSLLO ADELANTE	POS FIN INY.	P. CAMB. V.P	P. PICO INY.	TM PLAST	CAVP	TM CICLO
RESECCION	s	mm	mm	MPa	MPa	s	MPa	s
最新値	0.99	22.54	22.54	151.6	111.1	3.35	5.24	29.81
1ショット前	0.99	22.51	22.51	151.6	111.0	3.35	5.25	29.40
2ショット前	0.99	22.53	22.53	151.6	111.0	3.28	5.13	30.07
3ショット前	0.99	22.75	22.75	151.6	106.4	3.29	5.13	30.38
4ショット前	0.99	22.70	22.70	151.6	106.4	3.29	5.13	29.29
5ショット前	0.99	22.69	22.69	151.6	106.5	3.17	4.95	29.47
6ショット前	0.99	23.20	23.20	151.6	102.5	3.16	4.92	29.47
7ショット前	0.99	23.21	23.21	151.6	102.5	3.17	4.94	29.58
8ショット前	0.99	23.18	23.18	151.6	102.5	2.95	4.57	29.66
9ショット前	0.99	25.22	25.22	151.6	84.8	2.94	4.56	28.99
最大	0.99	28.65	28.65	151.6	111.1	3.35	5.25	35.43
最小	0.99	22.51	22.51	151.6	53.0	2.45	3.74	28.92
平均	0.990	25.559	25.559	151.60	81.66	2.860	4.421	29.859
標準偏差	0.000	2.299	2.299	0.00	20.48	0.312	0.522	1.184

NISSEI Escuela Texto

プロセスの管理

6、条件の安定確認 モニターデータ -2

ABRECARTAS 50shot 1852

バラツキの多いモニター値は? 条件調整

モニターデータ	射出充填時間	射出最前進位置	射出終了位置	V-P切換圧	射出ピーク圧	可塑化時間	計量回転数	サイクル時間
リセット	s	mm	mm	MPa	MPa	s	MPa	s
ULTIMO	3.99	10.72	10.72	99.8	36.0	4.77	26.9	27.79
1-DISPARO	3.99	10.76	10.76	99.8	35.9	4.83	26.8	27.79
2-DISPARO	3.99	10.74	10.74	99.8	35.9	4.76	26.4	27.79
3-DISPARO	3.99	10.74	10.74	99.8	35.9	4.80	26.7	27.79
4-DISPARO	3.99	10.69	10.69	99.8	36.0	4.80	26.7	27.79
5-DISPARO	3.99	10.64	10.64	99.8	36.0	4.80	26.6	27.79
6-DISPARO	3.99	10.69	10.69	99.8	35.9	4.78	26.8	27.79
7-DISPARO	3.99	10.74	10.74	99.8	35.9	4.75	26.9	27.79
8-DISPARO	3.99	10.70	10.70	99.8	36.0	4.78	26.5	27.79
9-DISPARO	3.99	10.77	10.77	99.8	36.0	4.79	26.7	27.79
MAX	3.99	10.76	10.76	99.8	36.0	4.85	27.1	27.80
MIN	3.99	10.64	10.64	99.8	35.9	4.74	26.2	27.79
PROM.	3.990	10.717	10.717	99.80	35.96	4.794	26.71	27.791
DESV. STD.	0.000	0.030	0.030	0.00	0.05	0.025	0.16	0.002

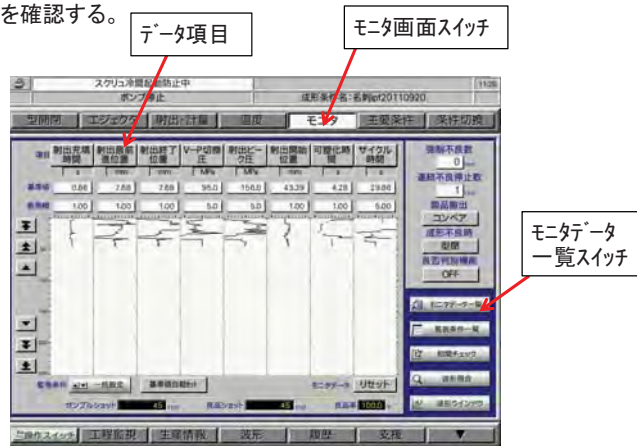
NISSEI Escuela Texto

プロセスの管理

6、条件の安定確認 モニター -3

モニター画面スイッチを押すとモニター画面が表示される。モニター一覧スイッチを押すとモニターがグラフ表示される。成形情報の安定度を確認する。

グラフ表示



NISSEI Escuela Texto

プロセスの管理

29

7、射出条件設定(実習内容) -1

射出速度・射出圧力の関係

	射出速度	射出圧力	保圧力	
1	1速	1圧	無し	1速1圧
2	1速	1圧	1圧	1速2圧
3	2~6速	1~3圧	1~3圧	速度・圧力多段制御

速度優先 速度領域 充填圧力より高い圧力設定が必要

圧力優先 充填圧力が設定圧力に達すると圧力充填となる

樹脂温度、金型温度、射出速度、圧力、時間の組合せ

プロセスの管理

30

7、射出条件設定(実習内容) -2

()優先



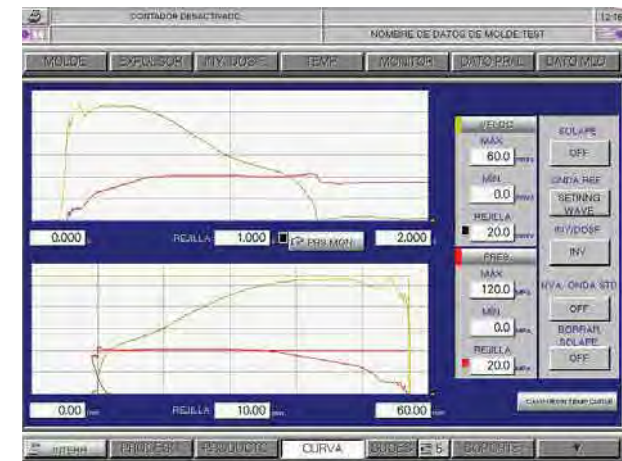
NISSEI Escuela Texto

プロセスの管理

31

7、射出条件設定(実習内容) -3

()優先



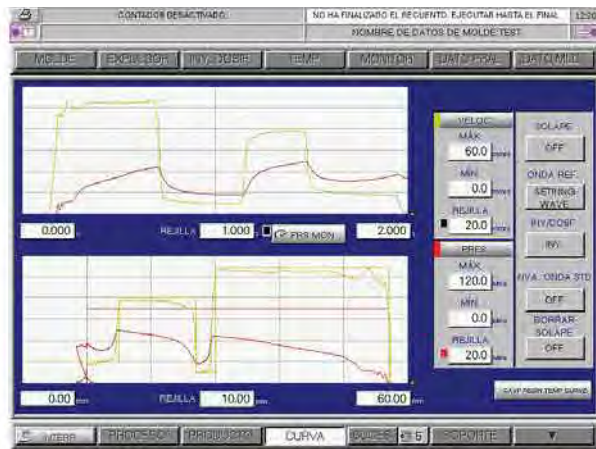
NISSEI Escuela Texto

プロセスの管理

32

7、射出条件設定(実習内容) -4

()速 ()压



M5 射出成形プロセス

M5-6 可塑化と材料のフロー

2013/6/10

1

1.概要

1. 安定した成形を行うために注意すべきこと

- ① せん断発熱の発生を考慮した、シリンダー温度設定を行う
- ② ペレット粒度とスクリュ噛みこみ性。(再生材添加は添加率、粒度管理が重要)
- ③ 可塑化は間歇的なので、熔融状態の熱分解を抑制できるよう、計量プログラム設定(スクリュ回転時間、回転数、背圧を設定する)
- ④ シリンダー内径と逆流防止弁の局所摩耗・浸食とポリマ滞留を考慮し、定期的にシリンダー分解、点検を行い、必要に応じて交換を行う。

2. プラスチック材料の型内流動性

バーフロー型を使用する。

成形条件を変え、各厚み 't' における流動長Lを測定する。肉厚 't' に対応して最大流れ距離がわかるので、成形品のゲート位置の選定や適正肉厚の決定に利用される。

3

目次

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1.概要 | 4.流動性 |
| 2.射出・可塑化装置 | 4.1 バーフロー流動性 |
| 2.1 成形サイクルと可塑化工程 | 4.2 可塑化, 計量された熔融ポリマー流れ |
| 2.2 スクリュー各部の働き | ----- |
| 3.成形安定の要因 | 5.資料 |
| 3.1 可塑化条件設定 | 5.1 可塑化工程による不良現象と対策 |
| 3.2 スクリューにおける喰いこみ性 | 5.2 熱可塑性プラスチック用スクリュ |
| 3.3 ペレットから熔融ポリマーになるプロセス | 5.3 スクリュー圧縮比の比較 |
| 3.4 スクリュー輸送量を支配する因子 | 5.4 熔融するに必要な熱エネルギー |
| 3.5 シリンダー内で熱分解する要因 | 5.5 熱可塑性樹脂成形温度条件 |
| 3.6 ペレット碎片、熔融ポリマーの滞留 | |
| 3.7 シリンダー内径摩耗模式図 | |

2

2.射出・可塑化装置

1) 可塑化工程

ペレットはホッパーから落下し、スクリュ溝に取りこまれる。

スクリュ回転により前方に送られ、シリンダー外周部**バンドヒータの熱**とスクリュ回転による**せん断応力によるせん断発熱**により熔融される。

熔融ポリマーがスクリュ先端に送られるとその反力により、スクリュは可塑化をしながら後退する。計量完了と同時にスクリュ回転は停止する。

2) 射出工程

スクリュは油圧などにより急速に前進する。この時スクリュ先端部の逆流防止リングのチェック機能により前方から根本方向の流れがせき止められる。

これによりスクリュはピストンと同じ働きをすることになり、先端部の熔融樹脂は金型内に射出される。

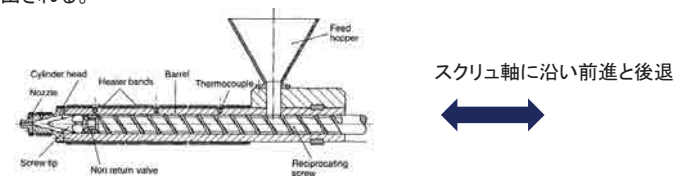


図-1 インラインスクリュタイプの射出装置の基本構成図

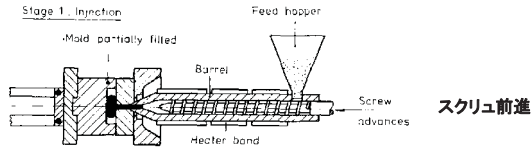
F. Johannaber Injection MOLDING MACHINES A User's GuideP48(1985) HANSER

4

2.1.成形サイクルと可塑化工程

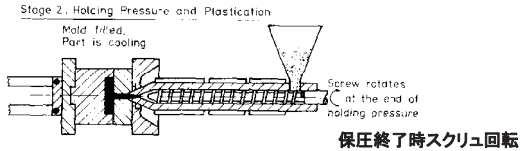
第1段階：射出

金型に一部充填



第2段階：保圧と可塑化

金型が充填され、冷却される



第3段階：突出

成形品が突出される

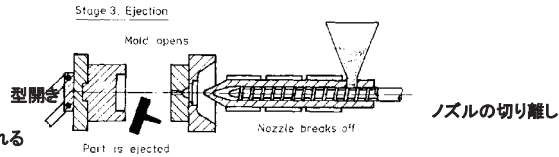


図-2 射出成形の3段階

F.Johannaber Injection MOLDING MACHINES A User's GuideP15 (1985) HANSER

5

2.2 スクリュ各部の働き

- 供給部 (Feed Zone)**
ペレットを固体のまま(部分的に融かして)、前方に送るための部分。
- 圧縮部 (Compression Zone)**
スクリュ溝を浅くしてペレットを圧縮し、剪断発熱でペレットを熔融する。熔融ポリマーをさらに圧縮し、含まれている空気・水分・発揮ガスなどをホッパ側へ排出する。
- 計量部 (Metering Zone)**
3つの役目がある。①熔融ポリマー温度の均質化 ②混練と分散 ③計量。
- スクリュヘッド部 (Screw head)**
計量ポリマーが射出時にスクリュ溝に沿って逆流することを止める、逆流防止機構が設けてある。

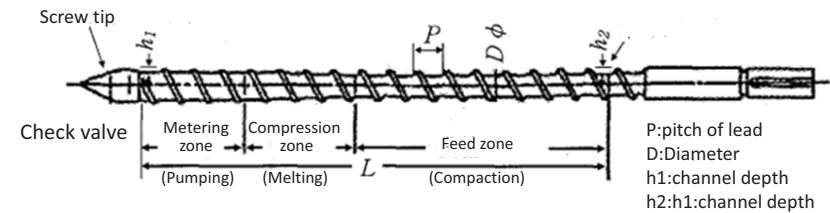


図-3 フルフライトスクリュ形状

6

3. 成形安定の要因

以下内容を取り上げる。

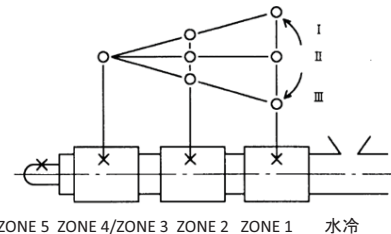
- 可塑化条件
 - ① シリンダー温度、
 - ② スクリュ回転数、
 - ③ 背圧、
- スクリュのペレット喰いこみ性
- ペレット塊から熔融ポリマーになるプロセス
- スクリュ輸送量をきめる要因
- シリンダー内熱分解性に影響する要因
- ペレット碎片、熔融ポリマーの滞留
- シリンダー内径の摩耗

7

3.1 可塑化条件設定

(1) シリンダー温度設定

要点は圧縮部入り口のポリマー温度をその融点にもって行くことである。



I ~ IIIの3つのパターンがある。
Zone4 温度は樹脂メーカー推奨温度である

図-4 シリンダー温度設定

シリンダー各ゾーン毎の温度設定の考え方

Zone5	Zone2/Zone1
Zone4と同じ。 ノズルからの樹脂洩れ (Drooling)、糸引き (Cob-webbing) がある場合にはこれを解消する方向で変更する。	計量ストロークや計量時間により I ~ IIIのパターンを採る。

住友重機械工業株式会社射出成形講習会テキスト、成形Bコースp48

8

(2) 圧縮部入り口樹脂温度により発生する不具合

	入り口樹脂温度が低い場合	入り口樹脂温度が高い場合
成形品	① せん断発熱による焼け ② 熔融遅れによる混練不足、脱気不良	① 滞留による焼け ② 脱気不良
成形機	① トルクオーバー ② スクリュ、シリンダー摩耗メツキの剥離 ③ 未熔融樹脂がスクリュ溝に詰まることによる計量時間の変動	① スクリュ、シリンダーの腐食 ② 供給部で樹脂が完全に融けることによる計量時間の不安定化

9

(3) 計量プログラム設定の目安

	1段目(主設定)	2段目(減速設定)
スクリュ回転数	冷却時間内に計量完了出来る回転数	40 ~ 80rpm ストローク: 2.0 ~ 3.0mm
スクリュ背圧	低粘度: 1.0 ~ 3.0 kg/cm ² 中、高粘度: 3.0 ~ 6.0 kg/cm ²	0.5 ~ 1.0 kg/cm ²

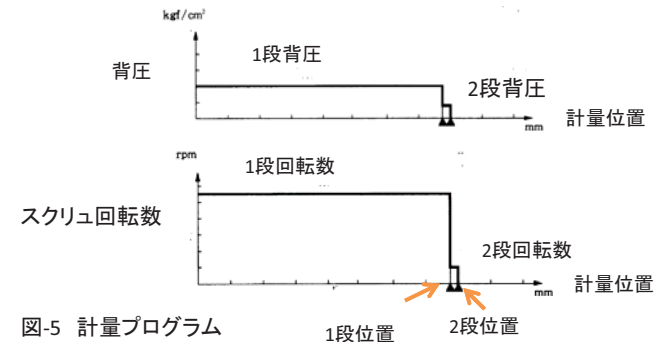


図-5 計量プログラム

10

3.2 スクリュにおける喰いこみ性

可塑化速度、計量時間を維持するには、ペレットがホッパーから供給ゾーン・スクリュに滑らかに落下すること。

- (1) ペレット特性としては
安息角は小さい方がよい、見かけ密度は大きい方がよい。
- (2) 再生材を添加する場合には粉碎品粒度管理が極めて重要である

形状	かさ密度 (見かけ密度) (g/cm ³)	安息角 (度)	押出量 (kg/hr)
ランダム	0.29-0.30	42.5	22.7
角形	0.40-0.48	40	41.1
円柱状	0.50-0.51	32.5	43.1
球状	0.54	22	45.4

表-1 材料の形状と押出量の関係

※LDPEの場合

- Note 1) 安息角 (angle of repose) は
試料を自然落下させた状態で形成される粉体の山の仰角度(°)
- 2) かさ密度 (bulk density):
試料を定量カップに自然落下させ充填し、秤量する。(kg/m³)

11

3.3 ペレットから溶融ポリマーになるプロセス

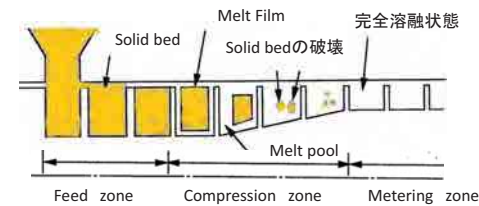
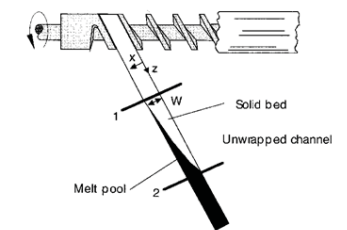
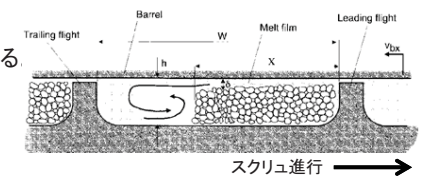


図-6 単軸押出機における材料樹脂状態

図-7 スクリュ溝を開いた図²

樹脂はBarrelからの加熱とスクリュ回転からのせん断力による自己発熱で溶用される。Barrel温度勾配設定が極めて重要である。

図-8 スクリュ溝の断面³

※1プラスチック成形加工学会編:成形加工における移動現象,p202(1997)シグマ出版

12

3.4 スクリュ輸送量をきめる要因

- ・ スクリュ回転によって、材料が輸送される原理はボルトとナットの関係に例えられる。
- ・ ナットを指で抑える力はシリンダー壁面と樹脂の間の摩擦係数に相当する。
- ・ スクリュ溝内でペレットは圧縮変形を受ける。半溶融状態のペレットは集合し塊まりを作る（これをPlug、プラグともいう）
- ・ プラグ輸送の推進力はシリンダーとプラグの間の摩擦係数とスクリュとプラグ間における摩擦係数でその大きさで左右される。



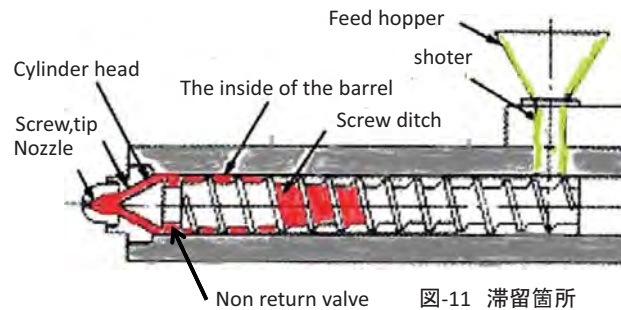
3.5 シリンダー内の熱分解性に影響する要因

1. 成形温度
樹脂温度が高くなる程熱分解しやすい。
成形サイクル時間内では熱分解が起こらない範囲の温度に設定すること。
2. 滞留時間
熱分解性は温度と時間に依存する。シリンダ内の滞留時間の影響が大きい。
3. 樹脂流路における金属表面の影響
金属表面と接触した溶融樹脂は熱分解し易い傾向がある。
炭素鋼では分解が起こり易いが、硬質クロムめつきをすると熱分解しにくい。
4. 樹脂の熱分解性への影響
以下に示す。

熱分解挙動	成形不良への影響
分子量の低下 (MFR増大)	計量時間のバラツキ、PV切り替え位置のバラツキ、製品重量、寸法のバラツキ
色相変化	焼けスジ、褐色に変色、黒点などの外観不良
ガス発生	未充填、ガスベント詰まり、ガスヤケ、金属腐食ナド

3.6 ペレット碎片、溶融ポリマーの滞留

1. 供給ゾーンから圧縮ゾーン: 空気存在により酸化による色相変化を起こしやすい。
2. 計量ゾーン: スクリュ回転による、せん断力によるせん断発熱により樹脂温度は成形温度以上に高くなる。せん断発熱が多いと樹脂の熱分解を誘発する。
3. スクリュ・シリンダーの摩耗箇所: 溶融時に発生する腐食性ガスによる腐食摩耗や補強材による機械的摩耗が起こる。
4. ホツパー、シューター: ペレット、着色ペレットの碎片が残り易い



3.7 シリンダー内径摩耗

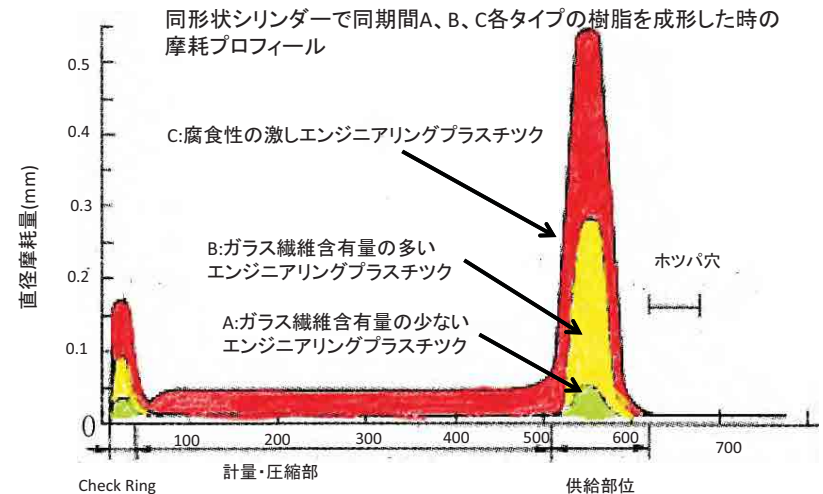


図-12 シリンダー内径摩耗模式図

4.0 流動性

流動性(Liquidity)は成形性(fluid flow characteristic)とも呼ばれ①温度と粘度の関係(温度依存性)、②圧力と粘度(圧力依存性)の関係で示される。

1. **メルトインデクサー**による流動性評価 (MFR測定)。
2. **キャピラリーレオメータ**(細管粘度計)による流動性評価。
射出成形時のせん断速度 $10^3 \sim 10^5 \text{S}^{-1}$ 範囲までの熔融粘度を測定できる。
3. **型内流動性評価**。

射出装置条件、成形条件、金型条件を変えて型内流動性の難易を試験することにより流動性を評価できる。金型にはバーフロー型、スパイラルフロー型などがある。



図-13 ノズルと流れ出した材料の関係

保坂範夫: はじめてのプラスチック成形、p107,(2011)森北出版株式会社

17

4.1 バーフロー流動性

- ・流動長は材料の熔融粘度(分子量)、ゲートサイズ、厚みにより変化する
- ・キャビティ充填圧力の予測や必要ゲート数あるいはノズル、ランナー寸法の決定などに利用される。
- ・成形機の能力の査定、可塑化条件の適正化に使える。

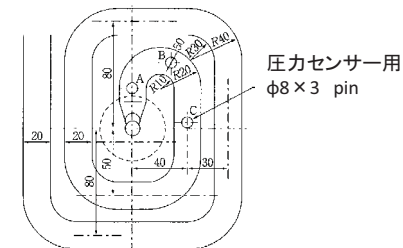
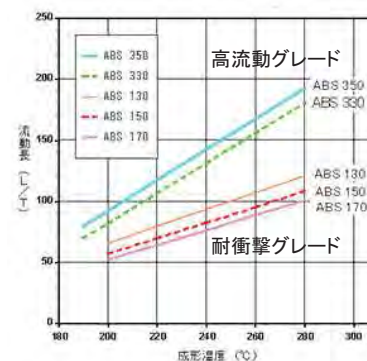


図-15 バーフロー測定用金型例

試験条件:東芝 IS-80A 幅20mm*厚み2mm
射出圧 70kg/cm² 型温 50°C

図-14 ABS樹脂のバーフロー流動長と成形温度の関係

18

A-277

4.2可塑化、計量された溶融ポリマーの流れ

計量された溶融ポリマーの位置と成形品に現れる位置を模式図に示した。
☆印や△印が成形品のどこの部分に移動していくかを示す。

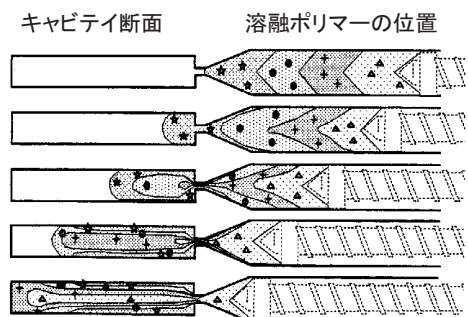


図-16 可塑化計量されたポリマーの流れ

有方広洋: 射出成形加工の不良対策、p12(2003),日刊工業新聞社

19

資料 5.1可塑化工程による不良現象と対策

不良現象	原因	対策
1. 黒点 ・外観不良	シリンダー壁面、滞留箇所等で長時間滞留すると流路壁面で熱分解して炭化物を形成する。炭化層が剥離され成形品に混入黒点になる	定期的[に]パージ材による洗浄や分解清掃を行う
2. 樹脂焼け ① 成形品が全体的に茶褐色に変色する ② 局所的に黒スジが発生する	① 成形温度の高過ぎ、長すぎる滞留時間で熱分解を生じている。 ② シリンダー内の滞留部(局所的摩耗箇所)での滞留によるか、空気の巻き込みによる熱分解	① 成形条件の適正化 ②-1 シリンダーを分解しスクリュを拔出し、チェックバルブ、スクリュ表面シリンダー内面を清掃する。 ②-2 スクリュー回転が速過ぎるので回転数を下げ、背圧が低いので高くする。
3. 銀条不良	① 予備乾燥の不足 ② 熱分解による分解ガスによる ③ 供給ゾーンからエア抱き込み熱分解	① 再乾燥をする ② 温度を下げる、成形サイクルを短くする。背圧を上げる。 ③ スクリュー回転数を下げ、背圧を上げる。

20

不良現象	原因	対策
4. ぶつ 未溶融物と不溶融物	ペレットが完全に可塑化されずに成形された。	回転数を下げ、完全に溶融させる。 成形条件適正化する。
5. 色むら	① 着色剤の分散不良 ② 着色剤の配向の偏り ③ 計量ゾーン以後に滞留箇所がある	① 着色剤処方への再検討 ② 射出速度を遅くし、樹脂温度は高くする。 ③ シリンダーを分解してスクリューヘッド部を清掃する
6. ハナタレ	オープンノズルでは背圧を高くすると鼻たれが発生する、逆流防止弁の摩耗。	ノズル形状やノズル温度、サックパツク量、分解して点検し、交換する。
7. 喰いこみ不良 スクリューで材料を喰いこまず計量が安定しない	供給ゾーン、圧縮ゾーンでシリンダー壁面と樹脂が滑る	供給ゾーン温度を高くしてみる

5.2 熱可塑性プラスチック用スクリュー

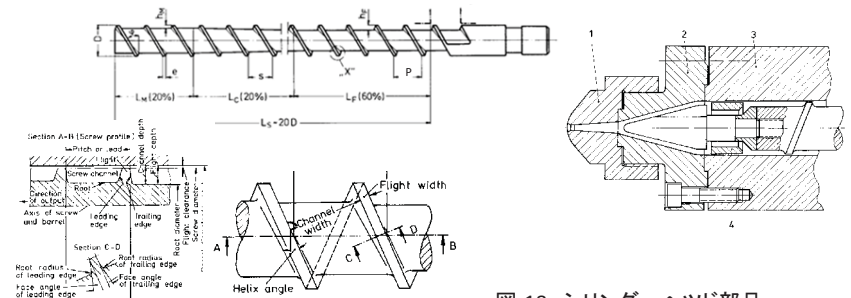


図-18 シリンダーヘッド部品

図-17 熱可塑性プラスチック用スクリュー
(フルフライトスクリュー形状)

Cylinder head assembly
(1) Open nozzle, (2) Cylinder head,
(3) Barrel, (4) Non-return valve

Ls: Screw length
D: Screw diameter
P: Pitch
h_M: Flight depth (metering)
h_F: Flight depth (feed)
L/D: length to diameter ratio
圧縮比: $C/R = [h_F \cdot (D - h_F)] / [h_M \cdot (D - h_M)]$

基本的な寸法はフライト深さとフィードゾーンとメータリングゾーンとの間のフライト深さの比である

5.3 スクリュー圧縮比の比較

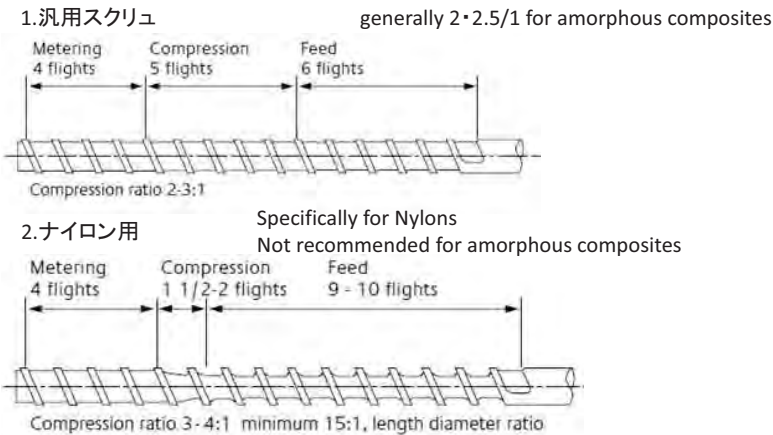


図-19 スクリューの圧縮比

SABIC 社技術資料、Injection Moulding Processing Guide

5.4 溶融に必要な熱エネルギー

分類	種類	成形温度 (樹脂温度)°C	必要熱エネルギー (×10 ⁵ J/kg)	比熱-温度特性
非晶性樹脂	PVC	180	0.227	
	PS	210	0.367	
	ABS	230	0.443	
	PMMA	240	0.418	
	PC	290	0.562	
結晶性樹脂	LDPE	200	0.554	
	LLDPE	210	0.515	
	HDPE	210	0.677	
	PP	230	0.590	
	POM	240	0.644	
	PA6,6	270	0.770	

$Q = mc\Delta T$ Q : 必要なエネルギー(J)
m: 質量(kg), C: 比熱(J/kg・°C), ΔT 基準温度と樹脂温度との差

濱田博 : 現場で活かす押出機マニュアル, p98, (2002) 工業調査会

5.5 熱可塑性樹脂成形温度条件(非晶性)

材料	Z15/Z5	Z4/Z3	Z2	Z1	Cylinder 冷却水温	型温度
GPPS	210 180-270	210 180-270	210 180-270	180 160-200	40	5-20
HIPS	230 180-270	230 180-270	230 180-270	200 160-200	40	30-50
SAN	230 180-270	230 210-270	230 210-270	210 160-240	45	50 30-60
ABS	220 185-260	220 185-260	220 185-260	200 170-210	45	60 40-70
PMMA	225 200-250	225 200-250	225 200-255	210 200-220	45	70 50-90
PVC	180 170-210		180 170-200	160 150-180	30	60 30-60
PPE	290 280-300	290 280-300	290 280-300	260 260-270	50	90
PC	300 300-310	300 300-310	300 300-310	280 270-290	50	80 60-120



Sumitomo

5.6 熱可塑性樹脂成形温度条件(結晶性)

材料	Z15/Z5	Z4/Z3	Z2	Z1	Cylinder	型温度
HDPE	210 180-260	210 180-260	210 180-260	190 160-220	35	5-20
LDPE	180 140-250	180 140-250	180 140-250	160 100-220	30	30-50
PP	190 180-250	190 180-250	190 180-250	170 160-180	35	30 30-70
POM	190 180-200	190 180-200	190 180-200	170 160-180	45	60 50-80
PA66	280 280-290	280 280-290	280 280-290	260 260-270	55	60 50-90
PET	280 270-300	280 270-300	280 270-300	265 265-280	50	60 140
PBT	240 230-260	235 230-260	235 230-260	200 200-210	45	60 50-80
PPS	320 310-340	310 300-330	310 300-330	270 270-290	90	130 80-180



Sumitomo

M5 射出成形プロセス

M5-7 成形前の材料処理

2013 /9/23

1

目次

1. 予備乾燥の必要性
2. 加水分解の起き易さ
3. 乾燥原理と乾燥効果に影響する要因
 - 3.1 材料の初期吸水率
 - 3.2 乾燥温度の影響
 - 3.3 乾燥空気中の湿度の影響
 - 3.4 乾燥空気の流速の影響
4. 水分測定
 - (1) 成形工場測定向け
AQUATRAC[®]-3Eの測定原理
5. 予備乾燥機の種類
 - 5.1 乾燥装置
 - (1) ホツパドライヤー
 - (2) 箱型熱風循環乾燥機 PO-50-J
 - (3) 除湿乾燥機 KKT-55
 - (4) 真空乾燥機
- 5.2 樹脂と乾燥条件
 - (1) 箱型熱風循環乾燥機 PO-50-J
・樹脂の乾燥条件表
・昇温性能
 - (2) 除湿乾燥機、KK-55 乾燥条件
6. 参考情報
 - 6.1 材料メーカーの推奨乾燥条件
 - 6.2 乾燥速度と乾燥温度、及び乾燥空気の湿度の関係

2


1. 予備乾燥の必要性

➢ ほとんどのプラスチック材料は、射出成形に先立って予備乾燥を行わなければならない。その主な目的、水分の影響などを以下に記す。

1. 予備乾燥はプラスチックに含まれる水分による成形品質の低下防止を主目的に行われる。
2. 熔融状態におけるペレット水分は水蒸気化し、シルバーストリーク、膨れ、曇りとなって成形品外観を損なう。
3. 過剰水分の存在で、カーボネート結合、エステル結合、アミド結合は加水分解反応により解離して分子鎖切断により分子量が低下する。
 - ・これによりドロリングや、成形品が脆くなる問題だけでなく、生成した低分子量物質（低沸点物質）は金型汚染、ガスベント詰まりの原因になるなど成形性を低下させる。
 - ・流動性が良くなることによりオーババツク（過充填）やバリの原因にもなる。
4. 副次的には、プラスチックの温度を上げ、成形時の可塑化の補助（予熱）効果がある。

3

2. 加水分解の起きやすさ

起き易さ	加水分解し易い ←		→ 加水分解しにくい		
基の名称	エステル基	エーテル基	アミド基	脂肪鎖	芳香族鎖
化学式	$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{OR}'$	$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$	$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{N}(\text{R}'')-\text{R}'$	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C}- & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	
ポリマー	PC, PET, PBT, PAR, LCP	PPE, POM, PEEK, PSF, PES	PA6, PA6-6, PA6-10, PA11, PA12	PE, PP	PS, PPS

- ※1. 有機化合物の性質を決める特定の原子の集まりを官能基という。
 ※2. Rは炭素や水素、その他が結合した原子団を表す。

4

3. 乾燥原理と乾燥効果に影響する要因

1. ペレットが乾燥温度に達すると内部水分が拡散によりペレットから表面に補給され、表面において一定速度で水分が蒸発する。
2. ペレット表面の水蒸気の分圧が低いので表面から水分が蒸発して乾燥が進む。
3. 表面への水分拡散速度が表面蒸発速度より遅くなると、表面に乾燥部分が出来はじめ、これより乾燥速度は低下しつつ、吸水平衡に達する。
4. 乾燥温度は吸水率が成形不良の生じない限界吸水率以下になる温度に設定する。
5. 材料ペレットの初期吸水率、乾燥温度、乾燥空気湿度(絶対湿度)、乾燥空気の流速などが影響する。

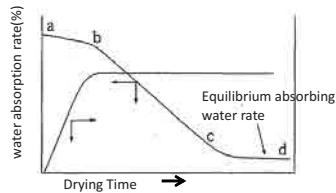


図-1 乾燥時間と吸水率及び乾燥温度特性

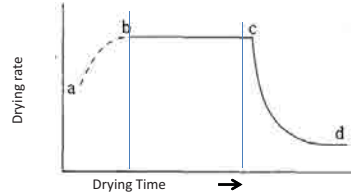


図-2 乾燥時間と乾燥速度特性

本間精一：基礎から学ぶ射出成形の不良対策、P39丸善(2012)

3.1 Pelletの初期水分

1. コンパウンディング工程の溶融押出直後のペレットは水分を含まない
絶乾状態であるが大気中で保管すると徐々に吸湿して吸水率は高くなる。
2. 大気中で保管した時の吸水率は以下の様な事に左右される
 - ① 材料の吸湿特性
 - ② 保管する環境条件(温度、湿度)
 - ③ 包装状態
 - ④ 成形するまでの保管時間など。
3. 吸湿を防ぎ、水分率のばらつきを抑制する為にコンパウンディング直後のペレットを包装容器に入れる。
 - ① PEの袋に入れ、更に紙袋、フレコンなどで包装したもの
 - ② アルミ箔を積層した防湿袋に入れ更に紙袋、フレコンなどで包装したもの
 - ③ 密閉したステンレス製コンテナに入れたもの。

3.2 乾燥温度の影響(1)

1. 乾燥温度が高いほうが吸水平衡に達する時間は短い。

Atmosphere
 • Temperature: 32°C
 • Humidity 60%RH
 • Hot wind circulation-type dryer

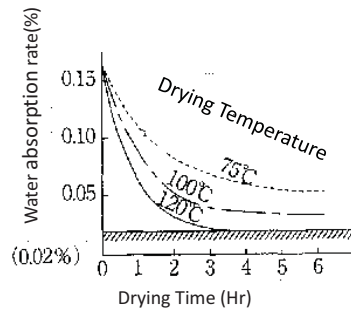


図-3 乾燥温度と吸水率 樹脂:PC

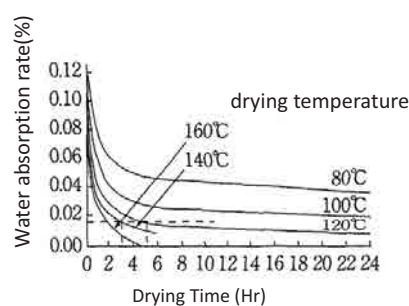


図-4 乾燥温度と吸水率 樹脂:PBT

本間精一：基礎から学ぶ射出成形の不良対策、P41丸善(2012)

3.2 乾燥温度の影響(2)

2. 乾燥速度(R)と乾燥温度(T)の間には次の関係がある。
 - ① 乾燥温度(T)の高い方が乾燥速度は速くなる
 - ② 湿球温度(Tw)が乾燥温度に等しくなると乾燥速度はゼロになり材料は平衡吸水率に達する

※1 湿球温度は材料内部から拡散した水分が表面で蒸発するときに蒸発潜熱を奪うことにより乾燥温度(T)よりも低くなるが、表面への拡散水分がなくなり T=Tw になると乾燥速度はゼロになる。
3. プラスチック材料では乾燥温度が高くなると次の問題がある。
 - ① 温度が高すぎるとPellet表面が軟化、融着してブリッジングを起こす。
 - ② 温度が高くなると、乾燥中に熱酸化劣化を起こし黄変しやすくなる。

⇒ 乾燥温度はそれぞれの材料に最適な温度に設定しなければならない。

3.3 乾燥湿度の影響

1. 乾燥速度(R)と乾燥空気の絶対湿度(H)の間には次の関係がある。

- ① 乾燥空気の絶対湿度(H) が低い方が乾燥速度は速くなる
- ② ペレット内部からの水分の拡散量が多いとHwは大きくなるので(Hw-H)の値は大きい、H=Hwになると乾燥速度はゼロとなり吸水平衡率に達する。

※1絶対湿度は乾き空気に対する水蒸気の質量比である。

※2露点の低い乾燥空気で乾燥する方が乾燥時間は短くなる

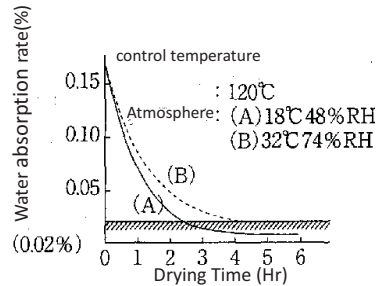


図-5 乾燥空気の湿度と吸水率 樹脂:PC

本間精一:基礎から学ぶ射出成形の不良対策、P42丸善(2012)

3.4 乾燥空気の流速の影響

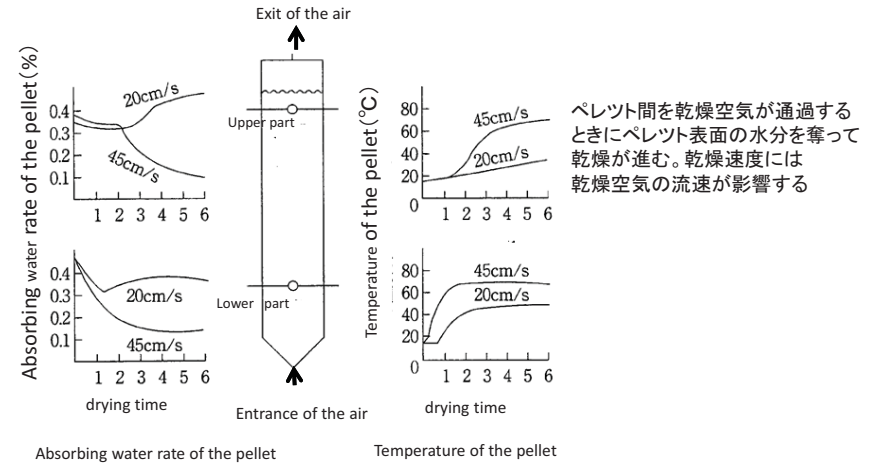


図-6 ホッパードライヤーによる乾燥特性 (ABS)

本間精一:基礎から学ぶ射出成形の不良対策、P43丸善(2012)

4.水分測定

1.化学反応方法

ペレットから水分を気化または溶剤に溶解させて水分量を化学試薬で滴定する。

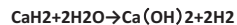
(1)カールフィッシャー法:

滴定セルにヨウ化物イオン・二酸化硫黄・アルコールを主成分とする電解液がメタノールの存在下で水と反応することにより物質中の水分を定量する。

(2)アクアトラック3E(ブラベンダー社製(ドイツ))

サンプルを容器に入れ真空ポンプによりチャンバー内を真空にし、加熱を行う。気化した水分は試薬(水素化カルシウム)と化学反応し、水酸化カルシウムが生成され水素を発生する。水素ガス圧を感圧素子式トランスデューサーで測定しサンプル重量、温度から水分率(%)を計算する。

水素ガス以外の揮発成分があった場合は冷却トラップで凝縮させ測定の精度を上げる。

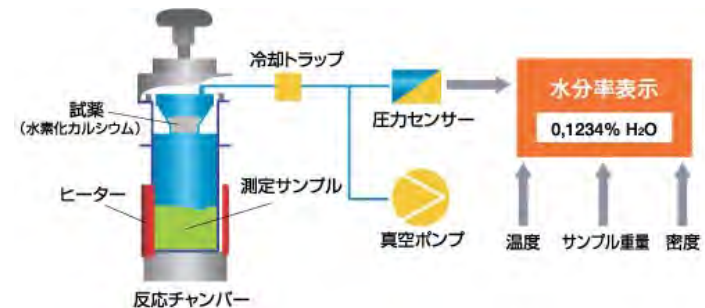


2.加熱減量法

試料を加熱(真空乾燥、ハロゲンランプ)などで乾燥し、水分を蒸発させる。

質量変化から水分率を測定する。加熱により軽くなった分を全て水分として計算されるため、水分以外の物質が蒸発した場合正確な測定ができない。

4.1 成形工場向け、AQUATRAC®-3E測定原理



Brabender Messtechnik®
www.brabender-mt.de

図-7 AQUATRAC®-3Eの測定原理図

5. 予備乾燥機の種類

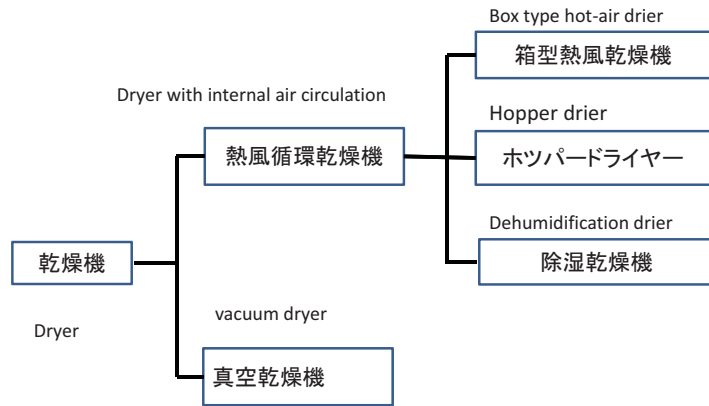


図-8 乾燥方式

5.1 乾燥装置 (1) ホツパードライヤー

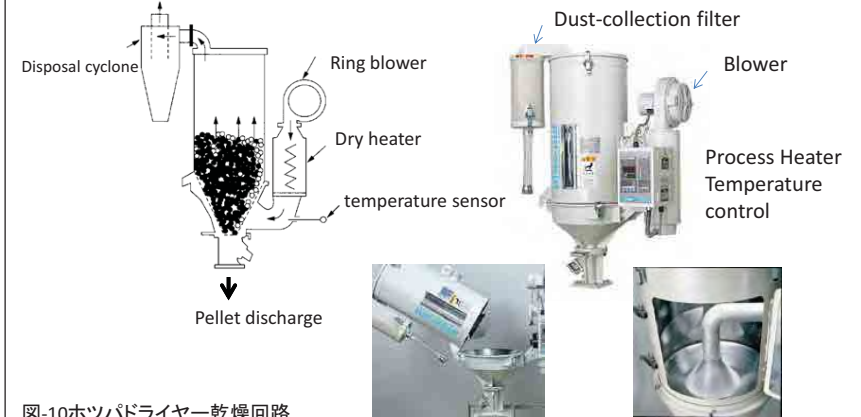


図-10 ホツパードライヤー乾燥回路
高分子学会編、プラスチック加工の基礎

MATSUI hot air Dryer HD 2-50-j

5.1 乾燥装置(2) 熱風循環乾燥機

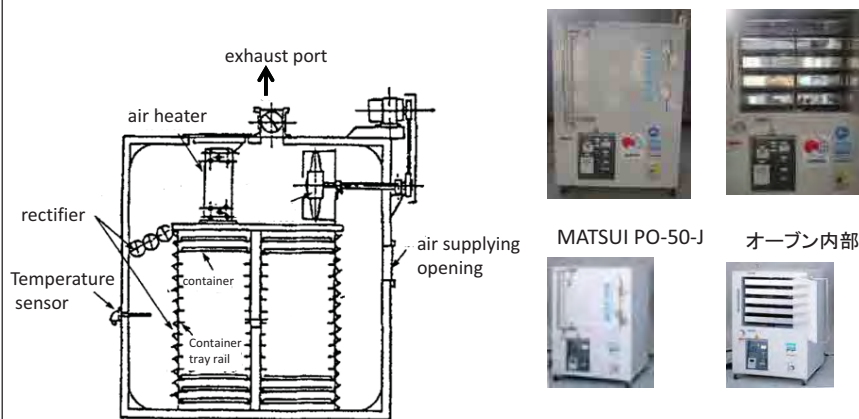


図-11 箱型熱風乾燥機

パッチ式の 10~30 の容器(バット) 付きの箱型乾燥機です 多品種・少量を手軽に乾燥できます。

外気環境湿度によって乾燥時間が左右されることに注意して乾燥時間を決める。

5.1 乾燥装置(3) 除湿乾燥機

- 吸引する空気の脱湿装置が付いているので乾燥時間は環境湿度に左右されない。
- 厳密な水分管理を必要とする、加水分解し易い樹脂の予備乾燥に適している。

-KOCH-TECHNIK Model KKT



図-12 乾燥回路 本間精一:基礎から学ぶ射出成形の不良対策、P46丸善(2012)

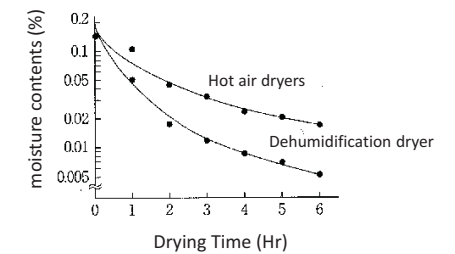


図-13 熱風乾燥機と除湿乾燥機の乾燥特性比較(樹脂PBT)

5.1 乾燥装置(4) 真空乾燥機

- 大気圧より低い圧力下では沸点・乾燥温度が低くなり、試料に掛かる温度ストレスは小さくなる。
- ナイロンの予備乾燥に使われる。
- 乾燥温度を高くすると酸化変色するため乾燥温度を低めにして真空効果で脱湿させる。乾燥条件としては、温度80～120°C、真空度1013hPaが適当。乾燥時間はペレットの水分率によって決まりますが、10～48時間程度です。



LCV-233



The inside of the dryer

www.espec.co.jp



二重円錐型混合機の構造真空乾燥機。
Double cone type mixer. Vacuum conical dryer

www.ocm-inc.jp

17

5.2 樹脂と乾燥条件

各樹脂の標準品種を前提とした条件である。
乾燥時間は乾燥設備の乾燥効率、初期吸水率によって異なる

区分	分類	樹脂	標準的な乾燥条件		成形時吸水率
			温度(°C)	時間(Hr)	
A	加水分解するので 厳密な予備乾燥をす る	PC	120	3-4	0.02%以下 0.02%以下 0.015%以下 0.02%以下
		PBT	130	3-4	
		PET	130	3-4	
		PAR	140	3-4	
		LCP	140-160	3-4	
B	吸水率が高いと銀状、 気泡などが発生する ので予備乾燥を必要 とする	PS	80	2-3	真空乾燥では0.1～0.2%以下
		ABS	90	2-3	
		PVC	100	2-3	
		PMMA	80	2-3	
		POM	90	2-4	
		PA	80	2-4	
		m-PPE	100	2-4	
		PPS	130	2-4	
		PEEK	150	2-4	
		C	通常予備乾燥を必要 としない	PE	
PP	-				

本間精一：基礎から学ぶ射出成形の不良対策、P45丸善((2012)

18

5.2 (1)箱型熱風循環乾燥機、樹脂の乾燥条件表

Resin Name	Water absorption(%)	Allowable Moisture(%)	Drying Temperature(°C)	Drying time (h)
Polyethylene PE	0.01	0.4	80	2～3
Polyethylene PE	0.03～0.05		80	2
Polycarbonate PC	0.24	0.02	120	5～6
ABS	0.24	0.1以下	80	2～3
AS(SAN)	0.2～0.3	0.1以下	80	3
Acrylic PMMA	0.23	0.1	80	3
Acetyl cellulous	2.5～3	0.1	80	2～6
Nylon PA	0.9～3.3	0.15	80	6～10
FR-PET	0.13	0.02	140	3～5
Polycetal POM	0.22	0.09	80	3～4

株式会社松井製作所 箱型乾燥機、PO-50-J カタログデータ

19

乾燥機の昇温性能

Test data of Temperature Changes

■ Test

A:Circulation

B:Semi-Circulation

C:Full exhausts

■ Test Conditions

Ambient temperature:16-26°C

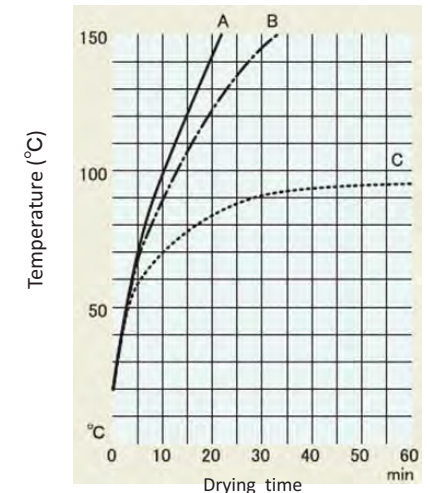
Setting temperature:150°C

Voltage:200V

Measurement :Thermocouple K Hybrid

Recorder

Using MATSUIs PO-120 With out Load



株式会社松井製作所 箱型乾燥機、カタログデータ

図-9 温度上昇テスト

20

5.2 (2) 除湿乾燥機 KKT-55 乾燥条件

				CONTENIDO TOLVA en litros			
				12	40	60	100
Material Abreviación	densidad Kg/dm3	Temperat °C	T.secado h	Consumo material en Kg/h			
ABS	0,6	80	2-3	2,5	8	12	20
Ionomere	0,6	90	3	2,5	8	12	20
PA6	0,65	75	4-5	1,6	5,3	8	13
PA6.6	0,65	85	4-6	1,4	4,6	7	11
PA6.10	0,65	85	4-5	1,6	5,3	8	13
PA11	0,65	100	4-5	1,6	5,3	8	13
PA12	0,65	100	5	1,6	5,3	8	13
PAN	0,6	80	2-3	2,5	8	12	20
PBTP	0,7	120	2-3	2,8	9,3	14	24
PC	0,7	120	2-3	2,8	9,3	14	24
PE schwarz	0,6	85	3	2,5	8	12	20
PE	0,5	85	2	3,2	10,6	16	25
PETP	0,7	160	4	2,2	7,3	11	18
PI	0,6	120	3	2,5	8	12	20
PMMA	0,65	80	3-4	2	6,6	10	16
POM (Delrin)	0,6	100	3	2,5	8	12	20
PP (Xenoy)	0,6	90	2	3,6	12	18	30
PPO (Noryl)	0,5	120	2	3	10	15	25
PS	0,5	80	2	3	10	15	25
PSU	0,5	120	2	3	10	15	25
PUR	0,7	90	3	2,8	9,3	14	24
PVC	0,5	70	1	6	20	30	50
SAN	0,5	80	2-3	2,2	7,3	11	17
SB	0,6	80	2	3,6	12	18	30
Byblend	0,65	120	2-4	2	6,6	10	16

Datos para dimensionado de secador
乾燥条件を決定するためのデータ

除湿乾燥機、KKT55
樹脂略記号、密度、乾燥温度、乾燥時間、
材料の可能使用量[kg/hr]

Documentación Técnica: Deshumidificador KKT 55

21

6.1 材料メーカー推奨の乾燥条件

Abb.	熱風循環乾燥器		除湿乾燥機		真空乾燥機		引用材料
	Temperature (°C)	Time (hr)	Temperature (°C)	Time (hr)	Temperature (°C)	Time (hr)	
SAN,ASA	75 80	3-4 2					STYLAC
ABS	75-90 80-90	3-4 3-6					STYLAC Tory- ABS
PMMA	80-90	4-6					Acrypet
PET			130	3-4			限界水分率: 0.02%
PC/ABS	100-110	3-4	100-110	1-2			Bayblend
m-PPE	105-110 80-90	2-4 3-4					Noryl XYRON

AsahiKASEI : STYLAC, LEONA, XYRON, TENAC
TORAY: Amilan, Mitsubishi Engineering-Plastics co. Lupiln
Plyplastics Co., Ltd : DURACON, DURANEX, FORTRON.
Bayer Material Science AG: Bayblend, Durethan, Pocan, Makrolon, Tedur
Mitsubishi Rayon Co., Ltd: Acrypet
SABIC Innovation plastics *Noryl, Noryl GTX

22

A-285

Abb.	熱風循環乾燥器		除湿乾燥機		真空乾燥機		引用材料
	Temperature (°C)	Time (hr)	Temperature (°C)	Time (hr)	Temperature (°C)	Time (hr)	
PA6	80-90		75-80	2	80-120	10-48	Amilan Durethan
PA66	80 80-90	-4 2-3	100-120	2-4	105 90	8-10 24	※P16 LEONA Noryl GTX
POM	80-90	3-4					DURACON, TENAC
PBT	120-130 120	3-5 3-4	120	2-4			※p213, Pocan DURANEX
GR-PET			120-135	2-3 3-4 4-6			New pellet Recycling Wet pellet ※P189
PC	120 120	4-12 4-5 uper	120 120	2-3 3-4 uper			Makrolon Lupiln
PPS	150 140	3-4 3	150	3-4			Tedur FORTRON

※伊保内 賢、大柳 康、妹尾 学: エンジニアリングプラスチック辞典(1998技報堂出版)

23

6.2 乾燥速度と乾燥温度および湿度の関係式

1. 乾燥速度と乾燥温度の関係式

$$R = A(h/\lambda_w)(T - T_w) \quad \text{式(1)}$$

R: 乾燥速度 h: 伝熱係数 λw: 水分の蒸発潜熱 A: 蒸発表面積

T: 乾燥温度 Tw: 材料表面の湿球温度

2. 乾燥速度と乾燥空気湿度との関係式

$$R = A\alpha(H_w - H) \quad \text{式(2)}$$

R: 乾燥速度 α: 物質移動係数 A: 蒸発表面積

H: 乾燥空気湿度(絶対湿度) Hw: ペレット表面の湿度(絶対湿度)

24

M5 射出成形プロセス

M5-8 プリヒート、添加剤、色素

2012.6.20

目次

- 1.概要
- 2.色彩と測色
 - (1) 色と光
 - (2) 色の三属性
 - (3) CIE-X.Y.Z表色系の色度図
 - (4) マンセルの色相環、等色相図、立体図
 - (5) 測色方法とその特徴
- 3.着色剤の目的と種類
 - (1) プラスチックの着色方法
 - (2) 色材の色
 - (3) 色材の関係
 - (4) 染料と顔料
 - (5) 顔料着色力と粒子モデル
 - (6) 着色剤の分類
 - (7) ペーストカラー
 - (8) リキッドカラーシステム
- (9) ドライカラー
- (10) マスターバッチ
- (11) マスターバッチの生産工程
- (12) マスターバッチによる着色成形ライン
- 4.樹脂の着色
 - (1) ポリ塩化ビニール
 - (2) スチレン系
 - (2) ABS
 - (3) ポリオレフィン系
 - (4) ポリアセタール
 - (5) ポリカーボネート
 - (6) ポリメタアクリル
 - (7) フェノール、ユリア、メラミン
 - (8) 不飽和ポリエステル

1 概要.

着色してカラフルな材料を提供できるのもプラスチックの特徴の一つである。

(1)着色の目的

- ①部品の識別と表示
- ②装飾・商品価値の向上
- ③内容物の保護、透過光の遮断、耐候性の改善
- ④光学的性質の改善
- ⑤熱吸収・熱反射
- ⑥色調合わせ(ロット間、異材料間)

(2)カラーリング

染料、無機・有機顔料が使用される。着色剤には次のことが求められる。

- ①色調鮮明で着色力が大きい
- ②分散性が良い
- ③耐熱性が優れている
- ④耐候性に優れる
- ⑥耐移行性が大きいこと。

(3)着色剤形態

着色方法は内部着色であり着色剤形態として①ペーストカラー(リキッドカラー)②ドライカラー、③マスターバッチ、④着色樹脂がある。

2.(1)色と光

- (1) 色は光が眼に入り網膜を刺激して、視神経の活動を促し、これが大脳に伝えられて、初めて色として認識される。
- (2) 色を認識するには光がなければならぬ。“可視光線”(電磁波で波長が380-780nmの放射波)が対象になる。
- (3) 太陽光をプリズムに通すと7色の帯(スペクトル)を見る。光をスペクトル(波長成分)に分けることを「分光」という。これら全部混合すると白色(無色)に見えるように眼を刺激する。
- (4) スペクトルは赤・橙・黄・緑・青・藍・紫の順に並ぶが、これはそれぞれの波長の長さが違うために生じる現象で、光の中で最も波長の長い部分が赤く見え、短い部分が紫に見える。分けた光の強弱(混ざり具合)によってさまざまな色ができる。

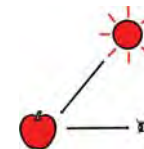


図-1 色の知覚

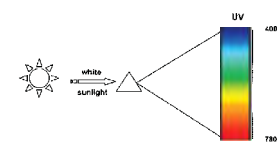


図-2 光の分光



図-3 光の混合

2.(2)色の三属性

色を分類する基本となっている色感覚には次の三つの属性がある。

(1) 色相 (hue)

色を特性づける属性を**色相**という(赤、黄、緑、青、紫など)

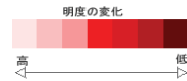
色相をもつ色を**有彩色**といい、色相をもたない色を**無彩色**という。



(2) 明度 (brightness)

無彩色の中でも最も明るい色は白、最も暗い色は黒、その中間はいろいろの明るさの灰色がある。この明るさの度合いを明度という。明るい色は明度が高い、暗い色は明度が低い。

(物体の表面の反射率の多い、少ないを判定する属性を尺度化したものである。)



(3) 彩度 (chroma)

色相、明度が一定でも、冴え方が違う場合がある。

すなわち、無彩色からの距離に関する属性を尺度化したものを彩度という。より鮮やかな色を彩度が高い、くすんだ色を彩度が低いという。



5

2.(3) CIE-X.Y.Z表色系の色度図

XYZ表色系は、各表色系の基礎となっている。

光の三原色(R=赤、G=緑、B=青紫)の**加法混色の原理**に基づいて発展したもので、色度図を使って色をx, y, Zの3つの値で表わす。

Yが反射率で明度に対応し、xyが色度になる。図-4はXYZ表色系色度図です。

図からわかるように、横軸方向がx、縦軸方向がyです。また、無彩色は色度図の中心にあり、彩度は周辺になるほど高くなる。

また微妙な色の比較表示として**色差ΔE**が使われる。

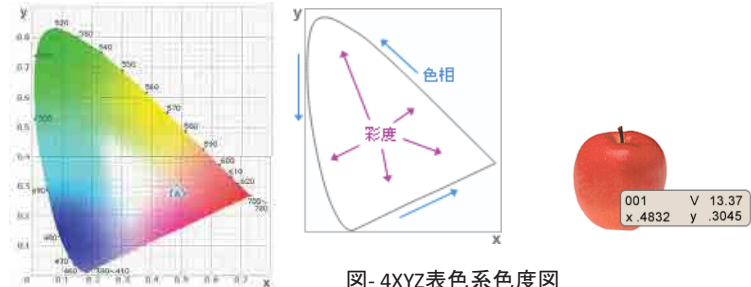


図-4 XYZ表色系色度図

6

A-287

2.(4)マンセルの色相環、等色相図、立体図

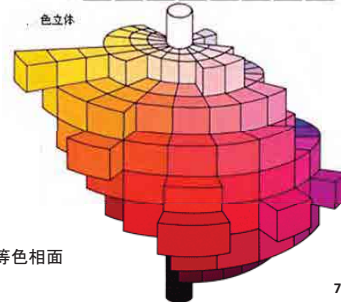
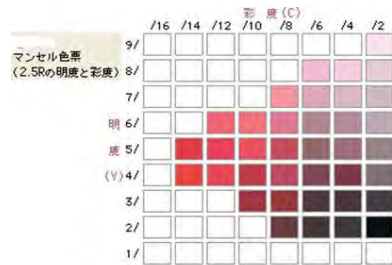
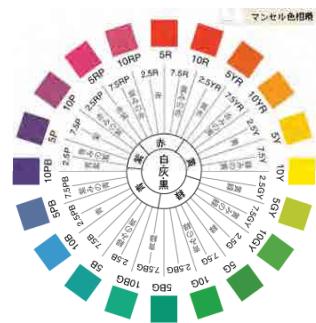


図-5マンセル色相環、色票、色立体

色相、明度、彩度をもとに、それぞれ番号や記号で分類された色票を使い、物体の色と色票とを見比べて色を表現する。



5Yと5PBの等色相面

7

2.(5)測色方法とその特徴

(1) 直接比較方法:

標準と試料を隣り合わせて、肉眼により判定する。精度が高く確実で簡単に行える。

(2) 刺激値直読方法:

色彩計でスペクトルRGB (Red, Green, Blue)、三刺激値、X.Y.Z及び色度座標x, yを求める。設置費が安く、測定時間が短く工程管理に使用される。

(3) 分光測色方法:

分光光度計により分光反射率を測定して三刺激値、X.Y.Z及び色度座標x, yを求める。個人差、機械誤差が他より少なく信頼度が高い。

(注記) 色の表示方法は大きく分けて①CIE(国際照明委員会)で定めたCIE-XYZによる表色と②マンセル色票の二つがある。

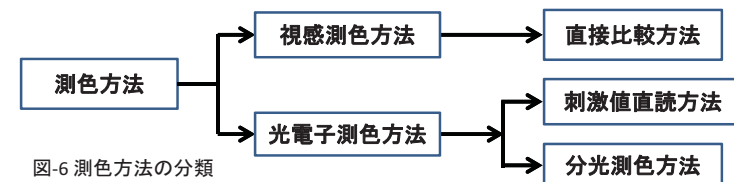


図-6 測色方法の分類

花田豊、矢作 瑛 共著:プラスチック用着色剤、p11(1966)日刊工業新聞社

8

3. 着色剤の目的と種類

(1) 着色剤の目的:

色はプラスチックのイメージを高める上で増々重要度を高めている。
またプラスチックの耐候性を向上させたり、容器の内容物を光による変質から保護するなど、プラスチックに無い機能を与える機能材として用途も拡大している。

(2) 種類:

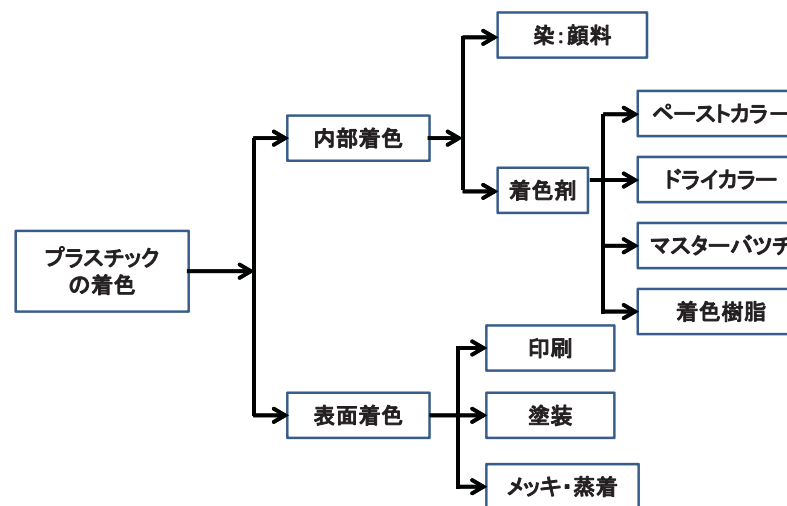
プラスチック内部着色に使用されるものに①色材(染料・顔料)と②着色剤(加工染料・顔料)がある。

着色剤とはプラスチックの着色成形時に良好な染料・顔料の分散性と分配性、取扱い性を付与するべく加工された加工。染料・顔料であり通常、必要とされている色に調色されている。

着色剤は形態の違いから①ペーストカラー(リキッドカラー)、②ドライカラー③マスターカラーがある。

9

3.(1)プラスチックの着色方法



10

3.(2)色材の色

太陽光線が色材に当たると、反射、吸収、透過される。透明物体は透過が多く不透明体は反射が多い。

色材に色を感じるのは色材が太陽光線の一部を選択吸収するからであり吸収がまったくなければ白色となり、全部吸収されれば黒色になる。

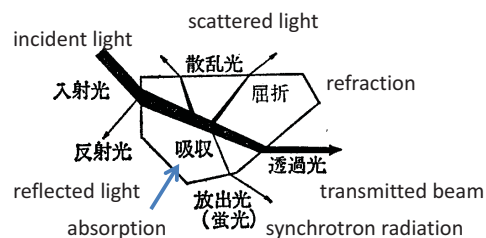
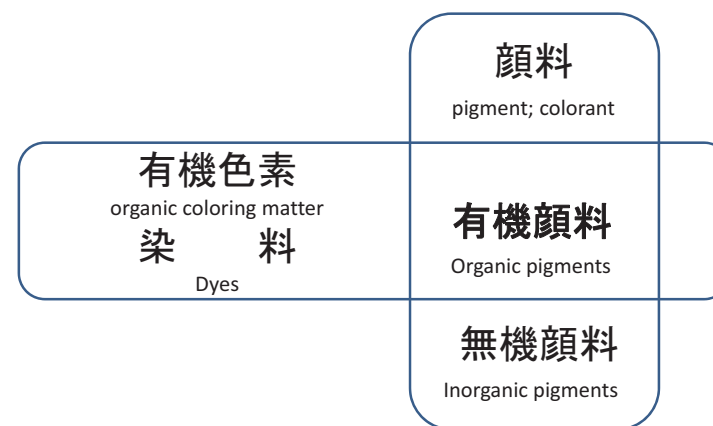


図-7 顔料粒子と光の関係、
太陽光線が赤顔料に当たった場合

花田豊、矢作 瑛 共著:プラスチック用着色剤、p17(1966)日刊工業新聞社

11

3.(3)色材の関係



12

3.(4)染料と顔料

(1)染料 (dye)

昇華性があり耐熱性、耐候性が弱く、移行し易いなどの欠点がある。油溶性染料を中心に使われる。

①アンスラキノン染料 (anthraquinone dye)

種類もきわめて多く、色調は鮮明でかつ光堅牢度が高い。最も多く使用される

②アゾ染料 (azo dye)

構造中にアゾ基 (-N=N-) を有する染料で種類も多い。一般的に耐熱性、耐候に劣る

③油溶性染料 (oil soluble dyestuff) ヒドロキシル基、アミノ基などをもちニトロ基、カルボキシル基を持たないアゾ染料deal

色調も鮮明で着色力も大きいが一般的に耐熱性に劣る。

(2)顔料 (pigment)

無機顔料は広範囲のプラスチックに使用されるが

有機顔料はプラスチックの種類や成形温度による制限がある。成形温度が300°Cを超えると殆んど無機顔料使用になる。

プラスチック用顔料の3大必要条件は

①耐熱性と②耐移行性が最低限の必要条件である。

③耐候性は用途によるがほとんどの場合、顧慮される条件である。

3.(5)顔料の着色力と粒子モデル

隠ぺい力と同様に粒子径が小さい程着色力は大きくなるが最大の着色力を示す粒子径は顔料の屈折率と吸収係数による。

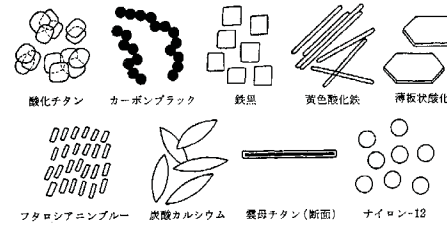


図-8 顔料粒子の形状モデル

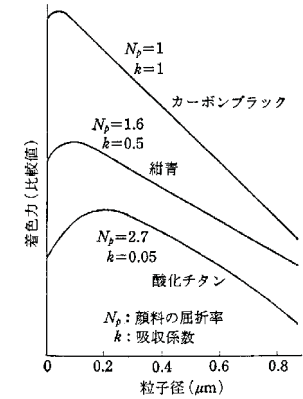


図-9 粒子径と着色力

3.(6)着色剤の分類

大分類	分類	形状	主な使用対象樹脂
ペーストカラー	PVC用ペーストカラー 熱硬化性樹脂用ペーストカラー	ペースト	PVC(軟質) 不飽和ポリエステル、エポキシ、ポリウレタン
	リキッドカラー	ペースト	ポリオレフィン、 PVC, PS, ABS, PET, Nylon
ドライカラー	ドライカラー	パウダー	熱可塑性樹脂全般
	ビーズカラー	顆粒	熱可塑性樹脂全般
マスターバッチ	マスターバッチ	ペレット	熱可塑性樹脂全般(除く軟質PVC)
	ホワイトマスターバッチ	ペレット	PE フィルム用
	カーボンマスターバッチ 板バッチ	ペレット 板状	ポリオレフィン全般 軟質PVC
着色樹脂	着色樹脂	ペレット	熱可塑性樹脂全般
	複合材着色樹脂	ペレット	熱可塑性樹脂全般
	PVCコンパウンド	パウダー	PVC
		ペレット	PVC

カラードペレットは原料樹脂にドライカラーまたはマスターバッチを使用して最終濃度に着色を行ったペレット状のものである。分散性にすぐれ、作業が能率的で広範に利用されている。

3.(7)ペーストカラー

(1)PVC用ペーストカラー (paste color)

PVCの可塑性に顔料を練り込んだもので軟質PVCに用いる。

バンバリーミキサーなどでコンパウンディングする際に他の原料と同時に投入される。

(2)熱硬化性樹脂用ペーストカラー:

不飽和ポリエステル用、エポキシ樹脂用、ポリウレタン用などが代表的である。

それぞれ液状不飽和ポリエステル、液状エポキシ樹脂、ポリオールなどを展色剤としてPVCペーストカラーと同様に製造される

(3)リキッドカラー (liquid color)

リキッドカラーシステムに利用されるカラーである。

液体状カラーを直接成形機に供給する。

ポリオレフィン、PS, ABS, PVC, PETなどに利用される。展色剤は植物油、可塑性剤、ノニオン系界面活性剤(Nonionic surfactant),などが利用される。カラーの粘度は供給機の計量精度を維持するので重要条件である。

3.(8)リキッドカラーシステム

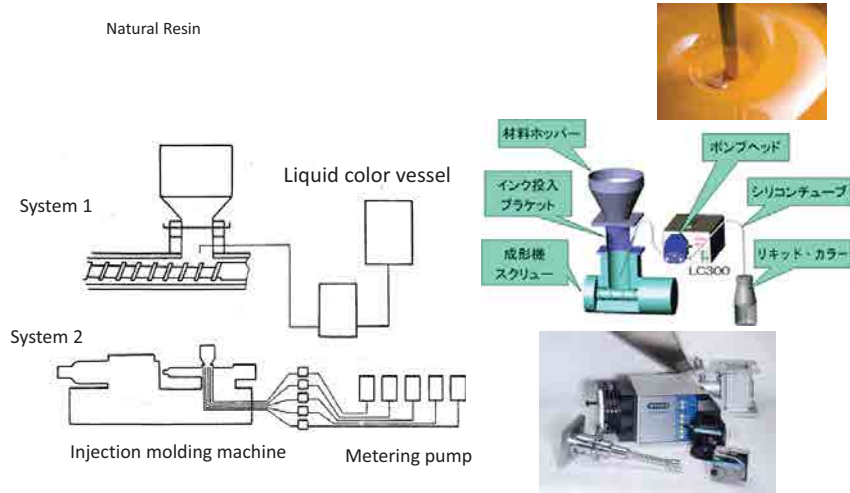


図-10 Liquid color system

(社)色材協会編:色材工学ハンドブックp434(1989)朝倉書店

3.(9)ドライカラー

ドライカラー(dry powder color)は**顔料**と粉体状の**分散剤**を混合したものである。最も安価な着色方法として、殆んどすべての熱可塑性樹脂に用いられ、また着色樹脂用のカラーとしても広範囲に使われている。

分散剤(dispersing agent)の役割

- (1) 微細な分散剤が顔料粒子間にはいり、ドライカラーが樹脂とブレンドされたり成形機中で熔融前に圧縮を受けた時顔料が凝集するのを防ぐ。
- (2) ドライカラーを樹脂ペレットの表面に均一に付着させる。
- (3) 成形機中で樹脂より先に溶融し、液状となった顔料表面を覆い、凝集を防ぐ。
- (4) 顔料表面を濡らし、樹脂が溶融した時、顔料を取りこまれ易くする。



これは飛散防止と計量性の向上にある。顆粒の大きさは1-2mmで、形状は円柱状または球形である

※展色剤(vehicle)染料、顔料以外の液状の成分をいう

3.(10)マスターバッチ

マスターバッチ(masterbatch)は樹脂中に5~50wt%に顔料を混入したペレット状、フレーク状、または板状の着色剤である。

使用に当たっては1:4, 1:9, 1:19, 1:29などの比率で着色させるべき成形材料と混合し希釈して着色する。

マスターバッチの**顔料濃度**は**分散性**や**分配性**と密接な関係があり**希釈比**と表裏一体である。表現方法

- (1) 着色ペレットを基準にしてそれに対して何倍になっているかで表す。
(例20倍マスターバッチ)
- (2) 希釈比または添加量で表す。実用上これが多い。
(例、5/100のマスターバッチ、5部(または5phr)添加のマスターバッチ)



ペレット状マスターバッチ



粉末・顆粒・フレーク状カラー

3.(11)マスターバッチの生産工程

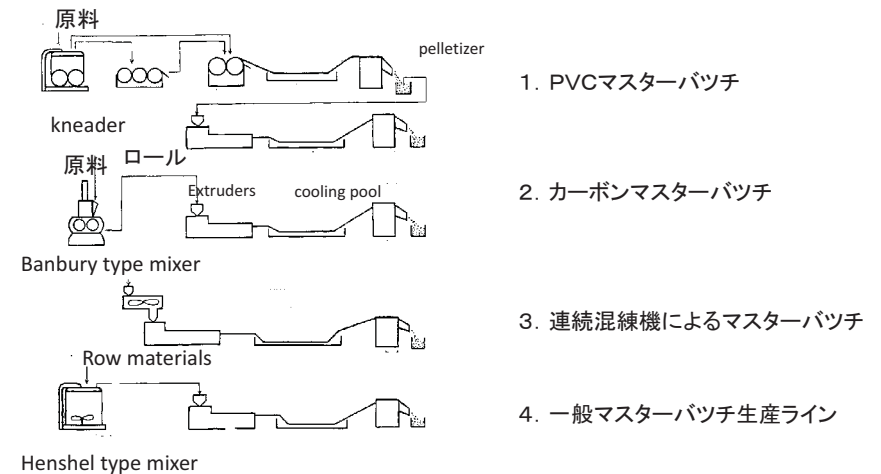


図-11 マスターバッチ生産ライン

(社)色材協会編:色材工学ハンドブックp440(1989)朝倉書店

3.(12)マスターバッチによる着色成形ライン

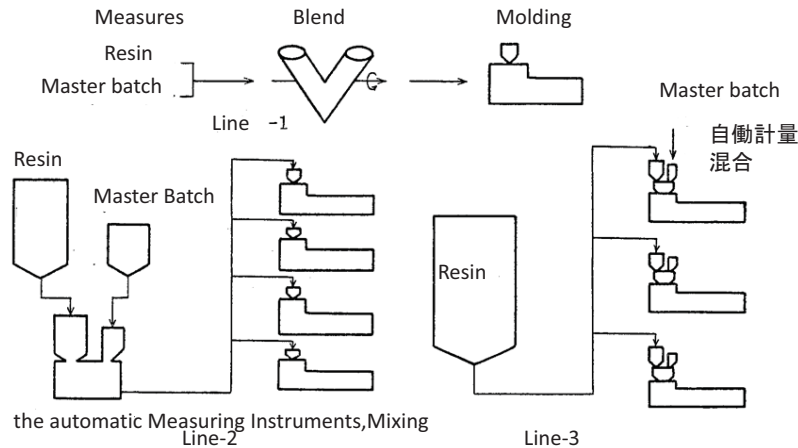


図-12マスターバッチによる着色成形ライン

(社)色材協会編:色材工学ハンドブックp442(1989)朝倉書店

21

4.(1)ポリ塩化ビニール

PVCは熱・光により脱塩酸反応起こし可塑剤添加製品もある
これらが着色剤の熱安定性、光安定性、移行性のどの問題を引き起こす原因になる。

[特徴]

- (1) 熱安定性:群青(ultramarine.)は塩酸ガスで発色機構を破壊させ、褪色して遊離の硫黄を発生する。
- (2) 光安定性:屋外用品には高度の耐光性を持つ顔料が選ばれる。
- (3) プレートアウト; 工程で顔料が分離し加工機表面付着し成長後に剥離して混入する。
- (4) ブルーミング: 時間経過とともに表面に色が浮き出す現象である
- (5) マイグレーション: 着色製品からこれと接触する他のへ色が移行する現象。
- (6) クロツキングは着色品の表面をこすると色落ちする。(分散不良、顔料浮出し)

[着色剤の形態]

- (a)ペースト状着色剤、(b)マスターバッチ、(c)潤性着色剤、(d)粉末着色剤がある。
分散性はc>b>a>dの順で落ちる。

花田 豊、矢作 瑛 著:プラスチック用着色剤、p36-192(1996)日刊工業新聞社

22

4.(2)スチレン系

GPPS,SANIは各種染料・顔料との親和性が良く着色して非常に広い範囲に鮮明な色彩が得られる。

[特徴]

- (1) 紫外線劣化に及ぼす影響:
PSは紫外線照射を受けると表面は次第に黄色(yellowing)を帯びてくる。表面は次第に曇り透明性が低下し脆くなる。屋外向けにはカーボンブラックや酸化チタンなど遮蔽光の大きいものを使う。
- (2) 熱劣化に及ぼす影響:
PSは比較的熱分解温度(380℃)が高く熱劣化に対する着色剤の影響は実用上小さい。
- (3) PEで使えない染料も使用できる。アゾ系は耐熱性が、アンスラキノン系は鮮明さ、着色力に劣るが耐熱性、耐候性に優れている。
- (4) 分散性は着色剤粒度が影響する。鮮明な色彩要求が多いので微細粒子の分散性を高める。

[着色剤の形態]

ドライカラー法とカラードペレット法、
ドライカラーによる、顆粒状着色剤使用で自家着色が主である。

23

4.(3)ABS

ABS樹脂は不透明でナチュラル色(成分ゴムによる)淡黄色から薄い茶褐色を持つ。

[特徴]

- (1) 透明ABS樹脂ではPS、PMMAなど透明樹脂で使用できる染料も結果が良くない。
隠ぺい力の大きな無機顔料を主体にして、高濃度に着色するが、分散性と材料衝撃強度低下に考慮が必要である。
- (2) ABSは熔融ポリマーがアルカリ還元挙動を示すので有機顔料は変褪色し易い。
- (3) 紫外線劣化への影響:ゴム成分分子の二重結合のために紫外線の影響を受けやすい。粒子径の大きい無機顔料に遮蔽効果がある。
- (4) 熱劣化への影響は熱履歴によるポリマーの色相変化が大きいすなわちゴム成分に原因する熱変色のため加工条件により着色製品色違いが生じ易い。

[着色剤の形態]

カラードペレットとマスターバッチ法があるが、一般敵にはドライカラーを使用したカラードペレット法が使われる。

24

4.(4)ポリオレフィン系

樹脂は着色が自由に行えるが熱、紫外線により物性が低下する。

着色剤は分散性に優れ(フィルム、フィラメントは高度の顔料分散を要求される)着色加工時に安定であることが求められる。

【特徴】

(1)熱安定性:

加工温度はLDPEで120°C~220°C、HDPEで180°C~2300°C、PP220°C~300°Cであるのでこの温度に耐えること。PPはPEにくらべ顔料の影響を受けやすく加工時の熱履歴により分子量低下が生じる。

(2)耐候性(耐光性):

無機顔料主体になる。紫外線吸収性能に優れた顔料としてはカーボンブラック、酸化鉄、カドミウム顔料、銅フタロシアニン顔料がある

(3)成形収縮率:

有機顔料は核剤として働き成形収縮率が大きくなることで、ねじれ、ひずみの原因にもなる。影響はPEで大きく、PPでは小さい。

【着色剤の形態】

ドライカラー、とマスターバッチの2種類。

ドライカラーは顔料を分散助剤、界面活性剤で処理をした微粉末状でドライカラーリング法、カラードペレットの製造に使う

25

4.(5)ポリアセタール

ポリアセタールは熱に対して極めて敏感な樹脂である。熱分解や紫外線劣化を生じやすいため着色剤の影響が大きい。各顔料につき着色限界濃度以上では熱分解を促進する。

【特徴】

(1)加工温度は200°Cから220°Cと低い。着色条件によると有機顔料アゾ系が使える。

(2)着色剤による熱分解促進の要因:

① pH(酸性で促進する)

② 構成金属の種類と添加量(使用限度外)。温度依存性、不純物の存在

(3)劣化は分子鎖の末端からのモノマーの離脱と分子主鎖切断による分子量低下である。

(4)紫外線による成形品表面劣化が激しい、表層のひび割れによる白化があるが一般的には顔料による遮蔽効果があり、実用上問題は小さい。

(5)高結晶性樹脂のため染料はブリードアウト起こす。

【着色剤の形態】

ドライカラーが使用される

26

4.(6)ポリカーボネート

PCは熔融粘度が非常に大きく、分子量が大きくなると熔融粘度が極度に大きくなる。

また水分やアルカリ存在下で熔融すると加水分解して分子量が低下する。

【特徴】

(1)染・顔料の耐熱性は280°C以上が必要。

(2)透明品には染料、不透明には無機顔料と染料を併用する。

耐候性が良く屋外に使用されるので耐候性の良い染・顔料が要求される。

(3)着色剤によるPCの熱分解への影響は加工温度が高いため極めて大きい。

長時間熔融状態でも熔融粘度低下は小さいが320°C以上では分解する。

また炭酸エステル結合構造をもつので水分、アルカリの存在下で加熱熔融すると加水分解がおきて急激な分子量低下を起こす。

(4)PCの熱分解にたいする顔料の影響:

分子量低下が認められる顔料はカドミウムオレンジ、カドミウムレッド、アルカリ性カーボンブラックなど。(同じ系統の顔料でも顔料組成、表面処理剤、処理方法で違いがある。)

【着色剤の形態】

カラーコンパウンドが多いがマスターバッチもある

27

4.(7)ポリメタクリル

ペレット使いの射出成形、押出成形とモノマーにより塊状重合する注型成形がある。

着色剤には染料、顔料が使われる。染料は透明性を生かすため必要で特に耐候性が求められる

屋外使用向けや照明器具のように紫外線の影響を受ける成形品が多い。

(1)ペレットの着色:

【特徴】

① 染料着色が行われる。染料はオイル染料、スピリット染料、アンスラキノン系、

② 耐候性: 使用着色剤には3から5年の耐候性が求められる。

③ 耐熱性: 車両用ランプカバーは成形温度(200から250°C)20分間以上耐えること。

【着色剤の形態】

一般的には水分対策としてベントタイプ押出機でカラーリングしたカラードペレット方式が行われる。

(2)注型成形:

【特徴】

① モノマー中での分散に優れること。

② 鑄込み板(ガラス)の離形を妨げないこと。

③ 180°C×1時間の加熱で変色しないこと。

【着色剤の形態】

染料、ペーストカラー、マスターバッチが使われる。

28

4.(8)フェノール、ユリア、メラミン

着色剤の色素には染料と顔料が使われる。

透明製品に油溶性染料が使われる。顔料は硬化剤との反応性が低く、被覆力が高い無機顔料が使われる。

硬化したものは色修正や再加工は不可能でありより厳密な色管理が必要である。

【特徴】

(1) 樹脂と硬化剤との反応性: 顔料と硬化剤が反応すると発色基が破壊され変色と同時に樹脂の硬化反応が阻害される。顔料には耐還元性、耐酸性が要求される。ユリア、メラミン樹脂の着色剤は中性が望まれる。

(2) 分散性: 初期重合物が固体の場合には粉末状の顔料を用いて十分に混合する。

(3) 耐熱・耐候性: 加工熱履歴も少なく、また屋内使用が多いので要求レベルも低い

【着色剤の形態】

染料・顔料をそのまま分散剤で処理したドライカラー、ペーストカラー、が初期重合物の状態に応じて選択使用される

着色剤の使い方は塊状樹脂を粉碎し粉末状、粒状、として成形材料として市販されている。

29

4.(9)不飽和ポリエステル

染料は過酸化触媒により変色するものがある。それも濃色で使うと硬化を阻害するので、顔料使用が多い。

【特徴】

(1) 耐熱性、耐候性以外に①硬化反応を阻害、促進しないこと。②耐酸性があること。③過酸化触媒に犯されないこと。

(2) FRP着色は屋外使用で、淡色場合には耐候性の良い顔料を選択する。カドミウム系顔料が使われる。

【着色剤の形態】

ペーストカラー(ポリエステルトナー)が用いられる。樹脂が液状のため混合性が良くまたペーストカラーはスリーローラーミルなどで練り顔料が1ミクロン以下の粒子まで粉碎しているため分散性し易く発色を均一に保てる。

ブレミックスの着色:

ブレミックスとは不飽和ポリエステル樹脂に着色剤、触媒、無機充填材、補強材、滑剤などを配合したパテ状、ストロー状の成形用コンパウンドである。これを圧縮成形により成形する。

30

M5 射出成形プロセス

M5-10 製品重量と材料歩留まり計算

29/Jan/2013

歩留りとは？ (yield rate)-1

- ・歩留まりとは、製造など生産全般において、「原料(素材)の投入量から期待される生産量に対して、実際に得られた製品生産数(量)比率」のことである。
- ・また、歩留まり率は、歩留まりの具体的比率を意味し、生産性や効率性の優劣を量るひとつの目安となる。
- ・歩留率の計算式
 - ① 歩留率 = 製品の完成数量 ÷ 投入数量
 - ② 歩留率 = 1 - 不良品率

歩留りとは？ (yield rate)-2

- 例えば、半導体製品では、生産した製品の全数量の中に占める、所定の性能を発揮する「良品」の比率を示す。歩留まりが高いほど原料の質が高く、かつ製造ラインとしては優秀と言える
(例)歩留り向上→射出成形スクリュ掃除
透明品の場合、黒点や異物が不良となるためスクリュを抜いて掃除を行う場合が多い

歩留りとは？ (yield rate)-3

- 例えば、製鉄の際に、同じ製錬方法を使って原材料の鉱石10から鉄1を製造できる場合と、鉱石8から同量の鉄1が得られる場合、後者の鉱石の方が原材料として質が良い。また同じ鉱石100を使って鉄を10精錬できる方法と、11精錬できる方法があった場合、後者の精錬方法の方が優れている。
- 射出成形作業においては条件出し等の技能差が歩留りの差となって現れる

歩留りとは？ (yield rate)-4

- 工業分野では、工業製品の**製造数**に対する**良品**(不良品の対義語)の比率を指している。
- 射出成形作業においては**使用材料質量**に対する**良品質量**の比率を示している。
- 成形後の2次加工(塗装・印刷・メッキ等)では**投入数量**に対する**良品数量**で表している。

射出成形作業における歩留り-1

- IN 使用材料
 - 段取り時のパージ作業
 - スタート時の捨てショット数
 - 連続成形ショット数
 - 終了時のパージ作業
- OUT 得られた良品数(良品質量)

射出成形作業における歩留り-2

1	投入量	Kg
2	残量	Kg
3	使用量(1-2)	Kg
4	単位質量(g)	g
5	良品数(個)	pcs
6	良品質量(4x5)	kg
7	歩留り率(6/3)	%

射出成形作業における歩留り-3

- 2名が同じ成形機・金型・同量の材料を使用し成形作業を実施しても歩留り率は**同じにならない**
- ⇒ 材料パージの手法
初期立上手順
良品判断基準
等が異なるため良品数(材料使用量)に**差が発生**する

射出成形作業における歩留り-4

* 成形機A使用の場合

良品数 198,000個 良品率 99%

不良数 2,000個 不良率 1%

* 成形機B使用の場合

良品数 197,000個 良品率 98.5%

不良数 3,000個 不良率 1.5%

⇒ 成形機性能だけの比較ではなく成形技術等の要素が含まれる

射出成形作業における歩留り-5 計算実習-1

1	投入量	100Kg
2	残量	20Kg
3	使用量	()Kg
4	単位質量(g)	12g
5	良品数(個)	5000pcs
6	良品質量	()kg
7	歩留り率	()%

射出成形作業における歩留り-6 計算実習-2

1	投入量	100Kg
2	残量	15Kg
3	1ショット重量	40g/shot
4	取り数	2個/shot
5	1キャビ重量	15g
6	総ショット数	2000shot
7	良品率	95%
8	歩留り率	()%

射出成形作業における歩留り-6 計算実習-3

1	投入量	80Kg
2	残量	15Kg
3	1ショット重量	30g/shot
4	取り数	2個/shot
5	1キャビ重量	15g
6	総ショット数	2000shot
7	良品率	95%
8	歩留り率	()%

歩留り率を上げるためには

- 段取り替え時の使用材料量の低減
 - パージ材の使用
 - パージ方法の習得
 - スクレーパーの掃除他
- 立上時の捨てショット数の管理
 - 金型温度管理・樹脂温度管理
- 成形時の不良率低減
 - 成形条件の最適化
 - 成形機・金型のメンテナンスによる精度維持

M5 射出成形プロセス

M5-11 再生材料使用上の留意点

2013/2/19

目次

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. プラスチックのリサイクル | 4. 再生回数及び再生材混合比率と物性変化 |
| (1) 再生材の作成フローと工程再生の原則 | (1) 再生材混合比率 |
| (2) スクラップ材使用上の留意点 | (2) 透明非強化樹脂の黄色変化 |
| | (3) 透明非強化樹脂のコンタミ |
| 2. 再生材の性能劣化 | (4) 結晶性樹脂の再生と引張特性 |
| (1) 成形・再生過程での劣化反応 | (5) 繊維強化樹脂の再生と繊維長 |
| (2) 再生材性能劣化に及ぼす諸要因 | (6) 繊維強化樹脂の再生と特性変化 |
| 3. 熱劣化抑制の推奨条件 | 5. 粉碎環境と管理 |
| (1) 加水分解による分子量分布変化 | (1) 樹脂の粉碎「難易度」 |
| (2) 樹脂の熱分解要因 | (2) 粉碎刃の材質 |
| (3) PBT樹脂の滞留熱安定性 | (3) 低速粉碎機の構成 |
| | 6. 再生材料使用上の留意点 |

1.プラスチックのリサイクル方法

1. 概論

リサイクルの目的は資源の循環的な利用により、石油など限りある天然資源の消費を抑制し、また環境への負荷をできる限り低減することである。廃プラスチックのリサイクル方法は大きく分けると三つになる。その概要を表-1に示す。

表-1 プラスチックのリサイクル方法

分類	リサイクルの手法
1. Material recyclin	再生利用 ・プラ原料化 ・プラ製品化
2. Chemical recycling	・モノマーに戻す、 ・コークスの代替で高炉に吹き込む。 ・コークス製造の原料にする、 ・ガス化して水素ガスを製造する。 ・油にして化学原料や、燃料にする。
3. Thermal recyclin (Energy Recovery)	・ゴミ発電、 ・固形燃料(ゴミから作られる)。 ・固形燃料(プラスチックと古紙から)。 ・セメントキルン(セメント製造に使う炉の燃料)。

2. スプル、ランナー、ショート・ショット品などを粉碎し、新材ペレットに一定量混合して再使用することを「工程再生」という。ここでは再生利用、成形加工業において重要な工程再生について以後に述べていく。

1.(1) 再生材作成フローと工程再生の原則

ステップ	工程再生の原則(留意点)
1. 原料の予備乾燥 (Predrying)	① 原料の予備乾燥条件の厳守
2. 射出成形 (Injection moulding condition)	② 成形温度、シリンダー温度、滞留時間の適性化
3. 製品とスクラップとの分離 Sprue、Runner	
4. 砕機 Granulator	(回転数と回転刃のメンテナンス) (碎片の飛散防止、静電気による付着拡散養生) (清掃時には掃除機による吸い取り)
5. 篩けと金属碎片の分離 Sifter, Magnetic Separator	(粒度や形状を整える、(10 mesh)) (回転刃欠損などによる金属碎片混入防止)
6. 再生材の配合と計量混合 Combination, measurement, mixture	③ 再生材使用量及び取扱い方法を適切にかつ厳守する (基準項目は色調変化、物性、流動性)
・ステップ 原料の予備乾燥へ	

1.(2)スクラップ材使用上の留意点

- 再生に適したスクラップ材
 - ① 充填不足成形品
 - ② スプルー
 - ③ ランナー
 - ④ 損傷成形
- スクラップは適切な成形条件で成形されたものであること。
オーバーヒートによる熱劣化を生じた可能性のあるスクラップは避ける。
- 水分によるストリークの出ている成形品は出来るだけ避ける。
すでに加水分解による劣化が生じている可能性がある(特に以下の材料)。
(PC, PET, PBT, PC/ABS, PC/PBT)
- 汚れやコンタミのある材料は避ける。
- 再生材による新材汚染、不良原因にならないように材料保管されていなければならない。
- 再生品をペレットにするときはそのサイズは新材ペレットと同等とする。

5

2.再生材の性能劣化

材料区分	内容
1.非強化材料 (ナチュラル樹脂)	① 色相変化して、新材に混ぜると色ずれが起きる。 ② 分子鎖切断による分子量低下により流動性が少し良くなり引張破断伸びが減少し、衝撃強度が低下する。 ③ 結晶性樹脂は再生微粉末の結晶核剤効果で成形品は硬くなる。 ④ 粉碎機やスプルー・ランナー保管中からの汚れ異物混入による、電気絶縁強度、材料靱性と強度、光学特性が低下する。
2.ガラス繊維強化材料	① ベースポリマーは非強化材料と同様な性能劣化を示す。 ② ガラス、炭素繊維などがスクリュースン断力で折れ、粉碎によつて繊維長が短くなり補強効果が低下する。引張破断伸びが減少し衝撃強度に表れる
3.難燃化材料	① ベースポリマーは非強化材料と同様な性能劣化を示す ② ベースポリマーの流動性が増加し難燃剤の分解、などで燃焼抑制効果が減じる。 ③ UL認定材料の工程内リサイクルについて25wt%以内の再生材の添加を認められているが、25%を超える再生材の添加には、UL認可受直しになる。

6

2.(1)再生材劣化に及ぼす要因

要因	内容
1. 材料の熱劣化及び充填材の粉碎	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱安定剤 ・ 着色剤の種類及び量 ・ 充填材の種類及び形状
2. 加工条件による劣化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予備乾燥条件(温度、時間) ・ 成形温度 ・ 成形サイクル(滞留時間) ・ 成形機容量とショット重量の関係
3. 異物の混入	<ul style="list-style-type: none"> ・ 離型剤の混入 (前成形で使用したスプレー型離形剤の付着) ・ 油の付着(金型油など) ・ 焼けゴミ(炭化物)の混入 ・ 金属粉の混入(インサート金具他) ・ 異種樹脂の混入 ・ その他(塗料、粘着剤、塵埃)コンタミ

三菱エンジニアリングプラスチック(株)技術資料、ユーピロン(PC) / ノバレックス(PBT)の再生からp53

7

2.(2)成形・再生過程での劣化反応

再生過程で生じる分解(degradation)には次のものがある。

- 熱分解反応：

主に高分子主鎖の切断反応である。①ランダム分解と②解重合に分けられる。

 - ① ランダム分解は主鎖が任意の点で切断するために分子量が急激に低下する。さらに切断が進むと気化できる程度の大きさの分子になる。
 - ② 解重合は重合の成長反応とは逆に高分子鎖からモノマーが次々に外れてモノマーが生成する反応である
- 熱酸分解：

酸素存在下での熱分解のことで緩和な条件下でも容易に起こる。
高分子中の微量の官能基、金属化合物反応開始に働いている。脱炭酸により炭化する。
- 加水分解：

水と熱による高分子の分解のことでエステル、アミド、エーテル結合を持つポリマーでは生じやすい。酸やアルカリ環境や高温では促進される

8

3.熱劣化抑制の推奨条件

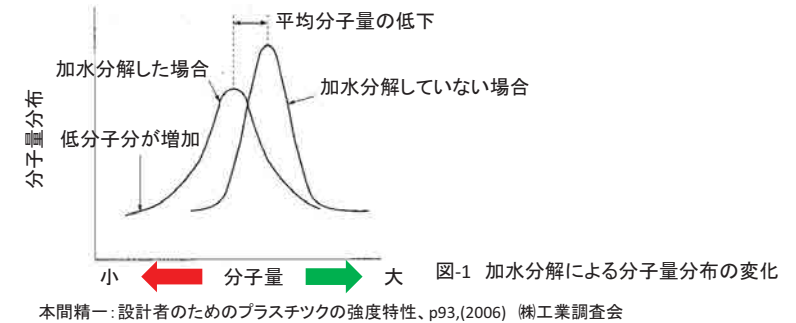
樹脂区分	予備乾燥 [°C] × [Hr]	樹脂温度 °C	金型温度 °C	グレード、再生材添加上限
ABS	[80-90] × [3-5] [85-90] × [3-4]	220-240 ※1 220-260	40-80 50-60	Toyolac UMG ABS (EX18A) 再生材上限20wt%
POM	[80-90] × [3-4] [80-90] × [3-4]	190-210 180-210 190-210	60-80 60-80	TENAC Homo polymer 再生材上限20wt% TENAC Copolymer 再生材上限20wt% DURACON Copolymer- 再生材上限25wt%
PBT	[120] × [5-8] [120] × [5]	240-265 250-270	60-80 60-80	Novaduran 再生材上限30wt% DURANEX 再生材上限25wt%
PC	[120] × [4-]	260-320※2	70-120	lupilon 再生材上限20-30wt%
PA66	[80-90] × [2-3]	270-290 270-295	75-85 80	LEONA Amilan 再生材上限20wt% UL(25%)
PA6	[80-90] × [2-3]	245-280	80	Amilan 再生材上限20wt% UL(25%)
mPPE	[90-100] × [2-4]	280-330	80-130	Zylon 再生材上限20wt%
PPS	[140] × [3]	300-320	130-150	FORTRON 再生材上限25wt% TORELINA

※1 シリンダー設定温度、※2 成形温度 日本メーカの技術資料により作成した

9

3.(1)加水分解による分子量分布変化

1. エステル結合を有するPC,PET,PBT樹脂は吸湿状態で成形すると大きく加水分解を起す。
2. 加水分解による分子切断により分子量(平均分子量)が低下する。分子量分布が低分子の多い形に変化する。
3. 外観不良(銀状、気泡など)や機械的強度、特に引張破断伸び、衝撃強度、クリープ強度、疲労強度などが低下する。



10

3.(2)樹脂の熱分解要因

1. 成形温度と滞留時間は熱分解に大きく影響する。
2. 成形温度を材料上に設定するとスクリュージェット発熱により熱分解を促進する。
3. 添加剤、着色剤、難燃剤などの種類や添加量などにより熱分解性に違いがある。
4. 熱分解を何で判定するか？
 - ① 成形品が良品に比較して変色しているか
 - ② 成形品に銀条、樹脂焼けが発生していないか
 - ③ 良品に比較して成形品重量が増えているか
 - ④ ランナーが脆くなっていないか。

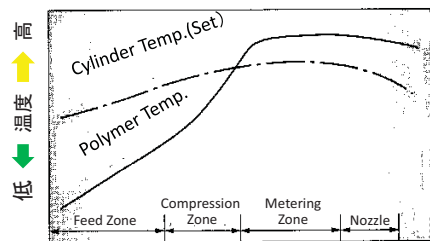


図-2 成形温度と樹脂温度

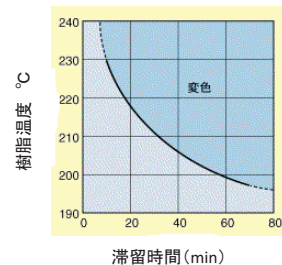


図-3 耐熱変色域

11

3.(3) PBT樹脂の滞留熱安定性

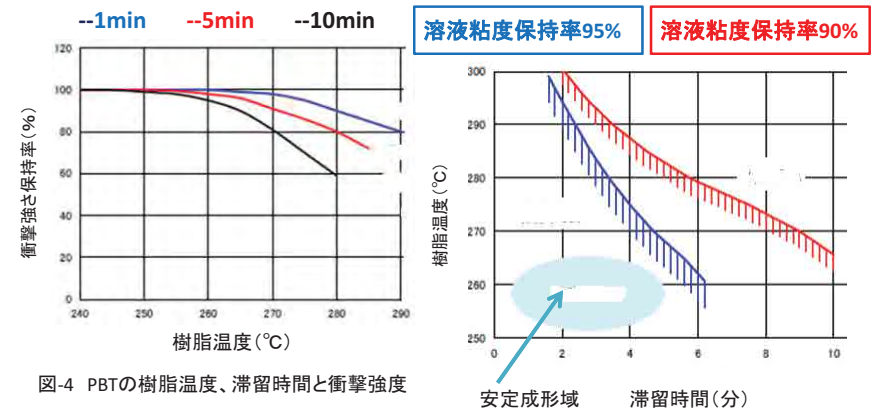


図-4 PBTの樹脂温度、滞留時間と衝撃強度

図-5 PBTの樹脂温度、滞留時間と溶液粘度保持率

※ Material ; Novaduran (5010R5)
GF10%

三菱エンジニアリングプラスチック(株) ユーピロン&ノバレックスの再生より

12

4. 再生回数及び再生材混合比率と物性変化

1. 新材に再生材を一定比率で混合する場合には繰返し回数が多い再生成分は再生系から成形品の方に一定比率で出ていくので物性の低下は一方向的に低下せず理論的には一定の値に収束する。
そのため再生材は一定比率で新材に混合して使用するのがよい。
2. 再生材100%で繰り返し使用はさけるべきである。

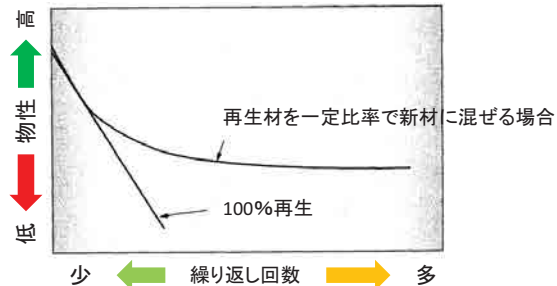


図-6 再生繰返し回数と物性

本間精一：設計者のためのプラスチックの強度特性、p100 ,(2006) ㈱工業調査会

4.(1)再生材比率

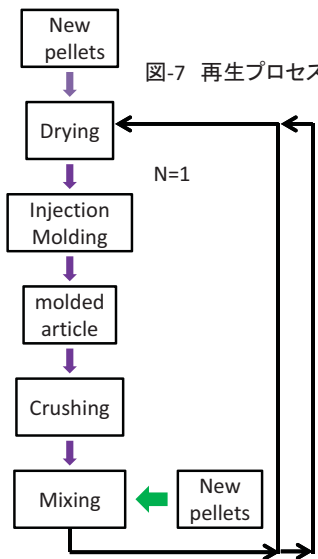


図-7 再生プロセス

N	New	1	2	3	4	5
0	1					
1	1-r	r				
2	1-r	r(1-r)	r ² (1-r)			
3	1-r	r(1-r)	r ² (1-r)	r ³		
4	1-r	r(1-r)	r ² (1-r)	r ³ (1-r)	r ⁴	
5	1-r	r(1-r)	r ² (1-r)	r ³ (1-r)	R ⁴ (1-r)	r ⁵

※再生材混合比率を一定値 rとする

図-8 30wt% 再生時の再生混合のイメージ



4.(2)透明非強化樹脂の黄色化

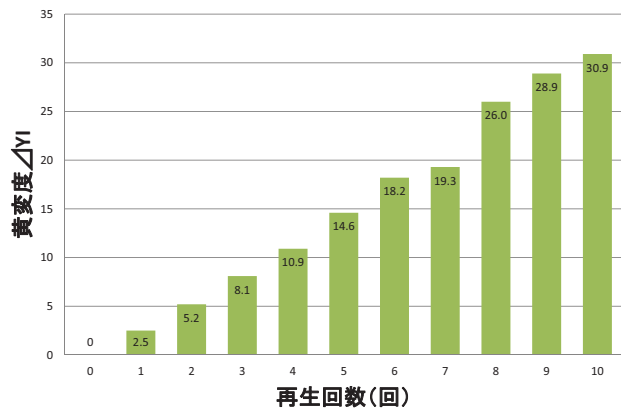


図-9 PCの再生回数と黄色化

Material: PC, lupilon S300R

黄色度 (YI) 無色又は白色から色相が黄方向に離れる度合い。
黄変度 (ΔYI)とは初期の黄色度と暴露後の黄色度との差。

三菱エンジニアリングプラスチック(株) ユーピロン技術試料より

4(3)透明非強化樹脂のコンタミ事例

	コンタミの大きさのクラス分け (μm)				
	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-5.0	5.0-10.0	10.0-21.0
新材	12,000	200	50	0	0
再生材比率20%品	522,320	5,290	680	100	0
再生材比率30%品	858,710	8,790	1,220	90	10
再生材比率50%品	1,406,230	16,680	2,000	200	10

「個」

Note1 測定方法:レーザー光散乱方式HIAC/ROYCO 4000型パーティクルカウンター

※材料:ユーピロンH-3000R透明 PC
三菱エンジニアリングプラスチック(株) ユーピロン技術試料より

4.(4)結晶性樹脂再生と引張特性

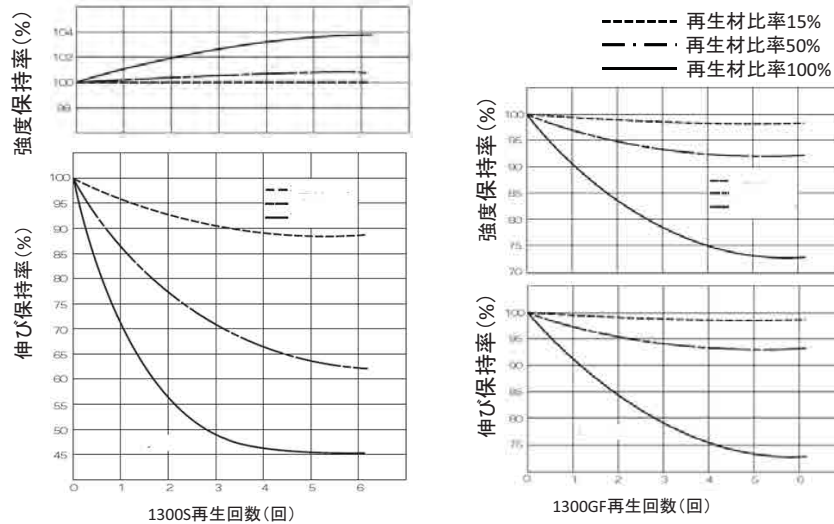


図-10非強化PA66の再生回数と引張特性

図-11 強化PA66の再生回数と引張特性

17

4.(5)繊維強化樹脂再生と特性変化

1. ガラス繊維強化材料は、繰返しによる繊維折れと破砕が生じて強度低下をする。
2. 再生材混合比率が30%以下であれば強度低下は小さくなる。

分類	再生回数	平均繊維長 μm	曲げ強さ Kgf/cm ²	曲げ弾性率 Kgf/cm ²
新材	-	241	1220	36,000
100% 再生材	1	187	1130	33,700
	2	154	1070	31,600
	3	146	1040	30,900
	4	140	1110	30,200
30% 再生材	1	-	1180	34,700
	2	-	1180	34,700
	3	-	1180	34,700
	4	-	1180	34,700

表- ガラス繊維強化ポリカーボネートの再生回数と強度の関係

Material:lupilon GS2010M

本間精一編：ポリカーボネイト樹脂ハンドブックp479(1992)日刊工業新聞社

18

4.(6)繊維強化樹脂再生と平均繊維長

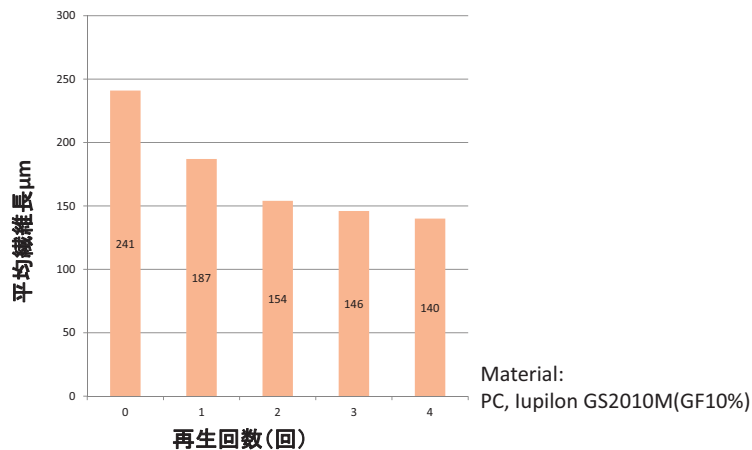


図-12 G.F強化PCの再生回数と平均繊維長

三菱エンジニアリングプラスチックス(株) ユーピロン技術試料より

19

5. 粉砕環境と管理

1. **粉砕環境の整備:**
 - ・ コンタミ防止と碎片の飛散及び室外拡散を防止をする。
 - ・ 粉砕室は局所排気とし建屋外へ導く。
 - ・ 碎片は 静電気で人、モノに付着し室外に拡散するので除電対策を行う。
2. **粉砕物の大きさ:**
粉砕できる大きさは**カツターハウス(投入口)**で決まる。ランナー形状、形品寸法、に合わせた機械の選択をする。
3. **粉砕機の回転速度:**
粉砕する**プラスチック**種類により刃の回転速度が異なる。

硬質: 低速 (30rpm) が適する 中速 (150rpm) が適する: 軟質
4. **粉砕品粒度:**
粉砕機スクリーンの穴径を選び、粉砕後の粒度を調節する。
5. **粉砕機の清掃とメンテナンス:**
掃除機による吸引清掃を原則とする。粉砕機解体時にはコンセント抜きを確実にする。
6. **粉砕後の再生材の保管法、:**
新材と再生材の計量・混合までの保管は 床置きせず、必ずコンテナ上に置くなど、再生材袋の底に床のゴミが付着しない状態で保管する。

Note 硬質プラスチック: PPS PA,PBT,LCP、軟質プラスチック: PP, PE, PUR, Elasotmer

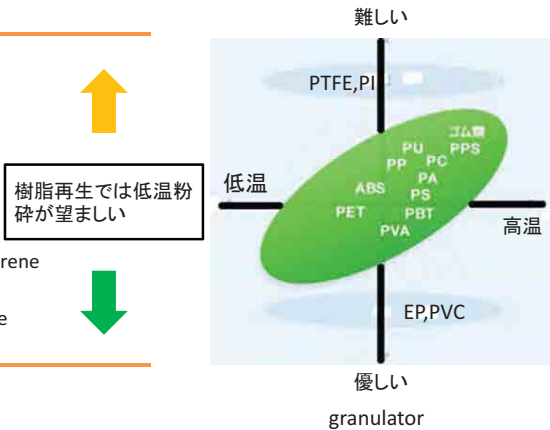
20

5.(1) 樹脂の粉碎「難易度」

PTFE:Poly Tetra Fluoro Ethylene
PI:Polyimide

ゴム類:Rubber
PPS: Poly Phenylene Sulfide
PUR: Poly Urethane resin
PC: Poly Carbonate
PP: Polypropylene
PA6,66: Polyamide 6,66
PS: Poly Styrene
ABS: Acrylonitrile Butadiene Styrene
PBT: Poly Butylene Terephthalate
PET: Poly Ethylene Terephthalate
PVA

PVC:Poly Vinyl Cloride
EP:Epoxy resin



株式会社 www.kawata-mfg.jp

図-13 樹脂の粉碎難易度

21

5.(2) 粉碎刃の材質

粉碎機の刃には工具鋼が使われる。対象物に合わせて材質を選択される。

1. 合金工具鋼、冷間ダイス鋼(SKD11):は主に一軸粉碎機用で処理量が多い場合で回転刃、固定刃に使用される。
2. SC材(S50C):一軸粉碎機用回転刃ホルダーなどに使用される。



超硬回転刃



刃の清掃



Magnet Separator
金属を着磁させて除去する

www.nihonmeka.co.jpから

22

5.(3) 低速粉碎機の構成例



外観写真



Rotating Cutter



Bed Cutter & Scraper



工具レスでフルオープン出来る
Easy cleaning

写真-MATSUI MGL2-100-J

23

6. 再生材料使用上の留意点

1. 新材と再生材の定量混合は新材強度の90%保持率を目安とする。
 - ① 非強化樹脂の再生材比率は20～25%が目安である。
 - ② 強化樹脂の再生材比率は20～30%が目安である。
 - ③ 光学系や重要保安部品など用途により再生材比率は0%とする。
 - ④ UL認定難燃グレードは25%まで認められている。
 - ⑤ 混合は十分に行う。移送時の分級に注意が必要(要攪拌)。
 - ⑥ 再生材添加には色相ずれが伴う。必ず顧客と事前協議を行うこと。
2. 再生材サイズの均一化(篩分け、リペレタイズ)、
 - ① 新材のサイズに合わせる。(USA mesh 単位。10Mesh=篩目開き2.0mm)
 - ② 不末になり易い、滑り易い材料はペレタイズする。
3. 異物の分離除去:
 - ① 金属除去はマグネットに着磁させる。糸クス、紙片、フィルム片は篩通しする。
4. 熱履歴の最小化:

適切な成形温度と成形滞留時間の最小化が分解を抑制する。
管理された「工程再生」により熱履歴回数を把握できることが重要。
5. 粉碎環境は碎片の飛散・拡散対策として局所排気、除電対策、掃除機清掃をし再生材の保管も床にじか置きせず、コンテナなど敷いた上に置く。

24

M5 射出成形プロセス

M5-11 再生材料使用上の留意点 (粉砕機の扱い)

2014/2/24

1

目次

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. 粉砕工程 | 資料1. ModelDAS-2粉砕機の説明 |
| 2. 粉砕の定義と目的 | 資料2. 深冷・冷凍粉砕システム |
| 3. 粉砕機構 | 資料3. 破砕による容積減少 |
| 4. 粉砕操作と粉砕システム | |
| 5. 粉砕機/機種選定のポイント | |
| 6. 一軸高速せん断式粉砕機 | |
| 7. フィルム・シート粉砕機と成形機へのフィードバック | |
| 8. 異形押出品、FRP成形品の粉砕 | |
| 9. ModelDAS-2粉砕機構造 | |
| 10. 粉砕作業と安全管理（復習） | |

2

1.粉砕工程

種々形状で発生する廃プラスチックをリサイクルするには再利用が容易になるように、前工程として、**細かく粉砕**することが重要である。

1. 粉砕対象物

① 射出成形ライン

- ・ スプルー、ランナー成形不良品※¹など。
- ・ 新材ペレットサイズに近く、揃った粒に粉砕する。

② 押出成形ライン

- ・ トリミングエッジ※²や不良製品など。

2. 篩がけを行い、新材と混合して、予備乾燥をとうして使用する。

押出機でペレット化したり、そのまま射出成形されることもある。

3. 物の形状、大きさが異なることから、各成形法に適した粉砕機が採用される。

注記：※ 1材料劣化の少ないモノ

※ 2トリミングエッジはフィルム&シートの両端切断処理クズ

3

2.粉砕の定義と目的

1. 定義

粉砕とは力学的な力によって樹脂成形品を細分化して、成形品表面積の増加を図る機械的操作である。

2. 目的

- (1) 粉砕により成形品が細分化されて流動性を賦与し取扱いを容易にする。
- (2) 粉砕されて成形品表面が増加することから化学的、物理的変化の速度が増す。また特性の均一化、成形性などを改善する。

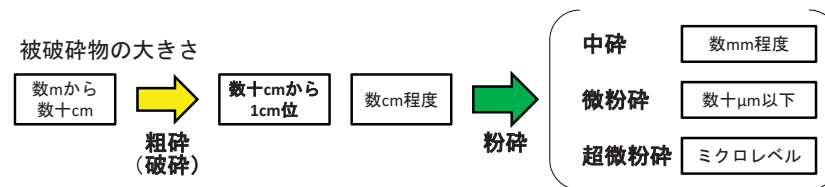


図-1 粉砕の分類

化学工学会編集：化学工学便覧（改訂6版）、P1264（1999）丸善

4

3. 粉碎機構

1. 破碎、粉碎メカニズム

回転刃のエネルギーが衝撃力、摩擦力、せん断力、圧縮力になって成形品に加えられると、成形品に内部応力が発生し変形・破壊が生じる。

新しい成形品表面を生成するプロセスである。

・粗砕領域では衝撃と圧縮力が主力で、微粉碎領域ではせん断力摩擦力が主力。

2. 方法

せん断原理を応用したcutter millである。固定刃と回転刃で成形品を切断し、粒状化し、スクリーンによって粒度調整を行う。

連続粉碎 (continuous grinding) が行われる。

回分粉碎 (batch grinding) は乳鉢 (mortar) による粉碎などがある)



Recycled Resin
New Pelletes (ABE Resin)
Color Master Batch



写真1 被粉碎物と 混合前の樹脂形状

4. 粉碎操作と粉碎システム

1. 乾式粉碎 (Dry Grinding)

粉碎は空気中で行うことを乾式粉碎という

酸化、粉塵爆発を防ぐため粉碎機内部を真空にしたり、不活性ガスを封入することもある。

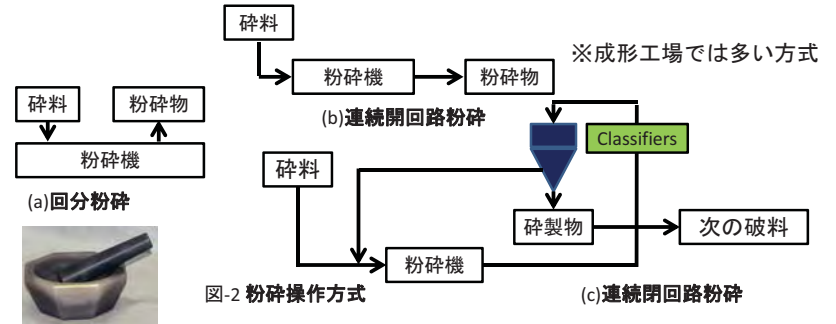


図-2 粉碎操作方式

写真-2 乳鉢による粉碎

4. 粉碎操作と粉碎システム

2. 連続粉碎

連続粉碎は・開回路粉碎と・閉回路粉碎がある。

閉回路粉碎は連続粉碎機の粉碎生成物を分級機にかけ、一定粒径より大きい粒径のものを元にもどす。

再び粉碎機で粉碎して分級機の精粉側として取り出した製品分だけを新たに、新しい粉碎原料（碎料）として供給する。

3. 粉碎機の状態と成形品物性を変える方法

粉碎には大きい発熱現象を伴う。材料の酸化、軟化、融着などが起こることが多い。

これを防止するために粉碎機と成形品の冷却することがある。

資料2深冷。冷凍粉碎データ参照

(1) 粉碎機のジャケット冷却、

(2) 低温空気の吹き込み、液体窒素注入法など

液体窒素などによる冷却では、低温による脆化を利用して常温粉碎では不可能な樹脂、成形品の粉碎が行える。

5. 粉碎機/機種選定のポイント

射出成形スプール・ランナーの粉碎、または成形不良品の粉碎との兼用場合、押出（異形、フィルム・シート、フロー）成形品のリサイクル、減容化目的に粉碎する場合は粉碎物の寸法・形状・粉砕量、能力によって機種を選定する。

1. 粉碎するプラスチックの種類

粉碎する樹脂種類により最適な粉碎機（回転刃の回転速度）が異なる。

- 低速（20-30rpm）が適する：硬質プラスチック：PPS、PA、PBT、LCPなど
- 中速（150rpm）高速（580rpm）が適する：軟質プラスチック：PP、PE、ウレタン、エラストマーなど

2. 粉碎物の大きさ

碎物の大きさと粉碎機のカッターハウス（投入口）が決まる。

- ランナー形状
- 小型・中型・大型成形品寸法
- パージ塊・・・等々

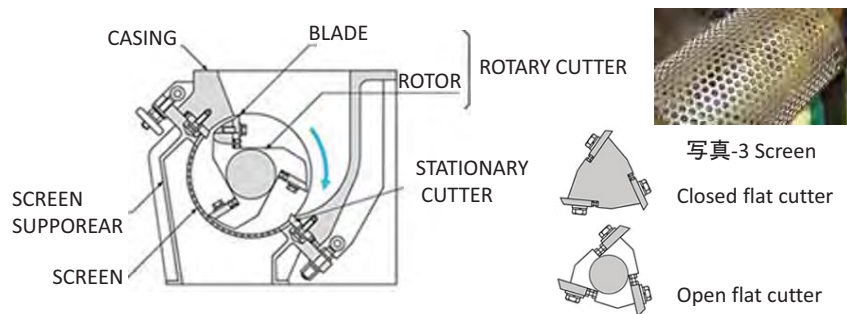
3. どれくらいの大きさに粉碎するのか

粉碎機スクリーンの穴径の選択、回転刃と固定刃クリアランスを狭くすることにより、粉碎後の粒度を調節する。

4. 処理能力

粉砕量（時間当たりの処理能力）に応じた機種を選定する。

6.一軸高速せん断式粉砕機



- 1) 粉砕力は回転刃と固定刃との間に発生する剪断力である。
- 2) 上部から投入された成形品は粉砕されて下部のスクリーンを通過して排出される。
- 3) スクリーンの開目穴の口径を換えることで、必要な粒度が得られる。
開目穴の口径より大きな粉砕物は、回転刃により持ち上げられ、繰返し粉砕を受け、スクリーン開目穴の口径の大きくなってから排出される。

(株) ホーライ www.horai-web.com

9

7.フィルム・シート粉砕機と成形機へフィードバック

1. フィルム・シート専用粉砕機の要件
 - (a) 空気の流通が良く、発熱が少ない。
 - (b) 回転刃と固定刃の刃先が鋭利であること
 - (c) 両刃先のクリアランスが小さいこと
2. 簡易なペレット化技術としてフィルムシートのスリット余剰品をリボン状のまま二軸押出成形機に投入する技術

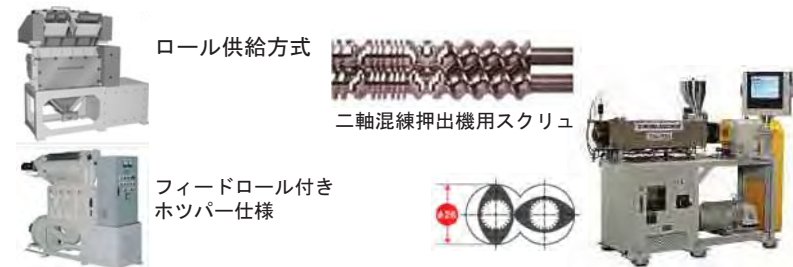


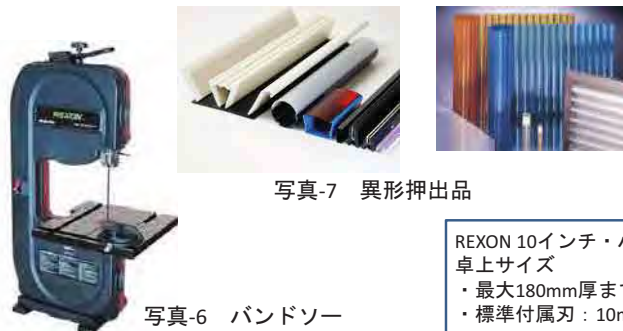
写真-4
(株) ホーライ www.horai-web.com

写真-5 小型二軸混練押出機 (TEM-26SS)
東芝機械 (株) www.toshiba-machine.co.jp

10

8.異形押出、FRP成形品の粉砕

1. 非ガラス繊維強化熱可塑性プラスチック、押出成形品などはバンドソー（帯ノコ盤）で粉砕機の投入口以下の長さに切断してから粉砕する。
2. FRP（繊維強化熱硬化性プラスチック）
 - 問題点としては切断、粉砕時の強化ガラス繊維の切断である、また刃モノの損傷が激しいためFRP専用の粉砕機は開発されていない。汎用品の転用である。

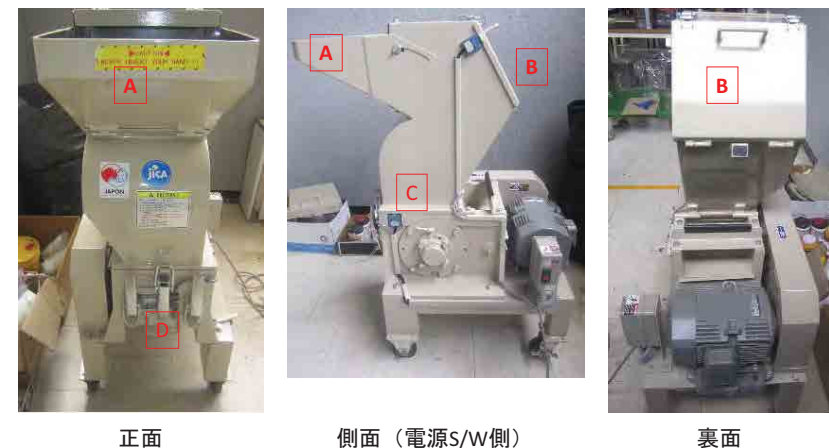


プラスチック成形加工学会編；先端成形加工技術、P388、(1999) シグマ出版

11

9.ModelDAS-2粉砕機構造

写真-8 各方向から見た外観



12

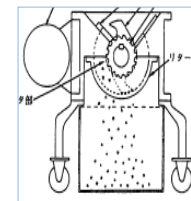


10.粉砕作業と安全管理（復習）

M3-9引用

※ 注意点

カッターが回転する⇒投入口内部に手を入れぬこと
 カバーは必ず使用（リミットスイッチ使用）
 内部掃除⇒必ず電源OFF（コンセント抜く）
 掃除不足⇒異材混入
 樹脂以外のもの入れないように（とくに金属）
 粉砕材の飛散⇒保護メガネ
 粉砕音が高い⇒防音対策（耳カバー）
 内部掃除時、カッター刃先に注意⇒指の怪我に注意



NISSEI Escuela Texto



コンセント抜く

付帯機器とその機能

14

資料1. CNADへ供与された粉砕機仕様

	能力	ホッパー 口径	カッター 口径	据付寸法	重量	モータ出力	受箱容量
単位	Kg/Hr	mm	mm	mm	Kg	Kw	リットル
DAS-20	100	300×200	200×200	570×990 ×1,230	250	2.2	50

DAIKO SEIKI CO LTD
 Model DAS-20 HP3, R.P.M 550
 MFG. No 22G-09

15

資料2. 深冷・冷凍粉砕データ

低温粉砕・冷凍粉砕とは、プラスチックの低温脆性を利用して常温では粉砕が難しい樹脂・ゴム等、また低融点成分によって粘着性を有する食品性物質などを液体窒素、その他冷媒を加え低温化（冷却・冷凍）して粉砕する技術。

物質	粉砕温度 ℃	ガラス転 移温度 [℃]	馬力当り 処理量 [Kg/hrHP]	液体窒素消費量 [KgLN2/kg]	備考
PVC	-50	70-80	25	0.4	100mesh45% Pass
PE	-100	-120	10	1.2	50mesh75% Pass
PP	-50	-10	4	2.5	100mesh28% Pass
PP	-50		0.3	3.3	
PA12	-80	45	2	5.0	149mesh90%pass

注記) ※ 1 100mesh:150μm (0.15mm) を通過したのが45%。
 50mesh:300μm, (0.30mm) を通過したのが75%。
 149mesh:100μm, (0.10mm) を通過したのが90%。

※ 2液体窒素の-196℃の極低温を利用した低温粉砕は、冷凍粉砕。

化学工学会編集；化学工学便覧（改訂6版）、P1294（1999）丸善

16

資料3. 廃棄物の破碎による容積減少

材料	形状	容積減少率	処理量 Ton/hr	最終 見かけ比重※1
ポリプロピレン	弁当箱	0.35	0.63	0.21
ポリプロピレン	中空球	0.35	0.72	0.11
ポリプロピレン	板状	0.88	1.57	0.11
アクリル	板状	0.76	2.10	0.40
硬質塩化ビニル	板状	0.80		0.34
ABS		0.34	-	0.21
FRP	風呂	0.12	0.71	0.32

注記ハンマークラッシャーのカッタータイプ

※1 見かけ比重

サンプル内部に外部とつながっていない空間（閉細孔）がある場合の比重

化学工学会編集；化学工学便覧（改訂6版）、P1293（1999）丸善

M6 射出成形における 段取り替え

M6-1-1 金型取付け／金型取外し (FNX80)

25/Oct/2011

目次

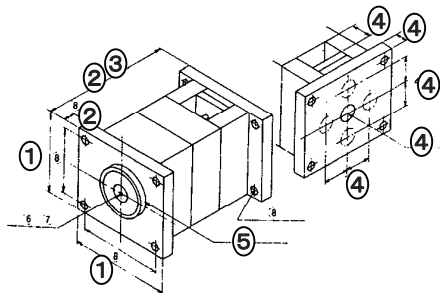
1	取付前の準備	1~8	P3~P10
2	金型取付作業	1~14	P11~P24
3	金型の取外し	1	P25
4	成形機の操作方法	1~8	P26~P33

1.取付前の準備-1

1-1 取付前の確認

取付けようとする金型が成形機に取付け可能かを確認する。

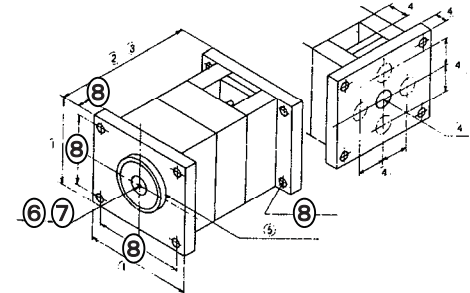
- ①金型寸法(縦×横)、タイパ間隔、ダイプレート寸法
- ②金型厚 最小(最大)
- ③型開ストローク-金型仕様、成形品の取出方法との関係
- ④突出しストローク、ピンの位置、径、金型構造で判断
- ⑤ロケートリング径 大きいものは不可(取り外す)、小さいものは補助リング使用



1.取付前の準備-2

1-1 取付前の確認

- ⑥スプールブッシュのRと口径 $ノズルR < スプールのR$
 $ノズル口径 < スプールの口径$
- ⑦ノズル出距離 深い金型の場合は延長ノズルを使用
- ⑧金型固定用の穴径、ピッチ 合わないときは締付金具を使用
- ⑨金型のガイドピンの長さ、スプリング内蔵 吊り上げ時に開く恐れある時は開放防止金具を使用
- ⑩金型と温調機・成形機側とのホースニップルが合うか、冷却水路の確認

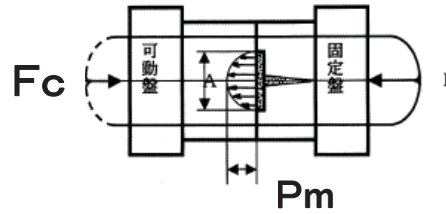


1.取付前の準備-3

1-1 取付前の確認

- ⑪使用する金型(成形品)が成形機の仕様に適合するか。
射出容量、1ショット重量
必要型締力
成形材料は使用できるか(シリンダ温度)
- ⑫金型の冷却回路、IN・OUT・Uターン回路、接続方法

$$\text{型締力 } F_c \geq P_m \times A \times 1.25$$



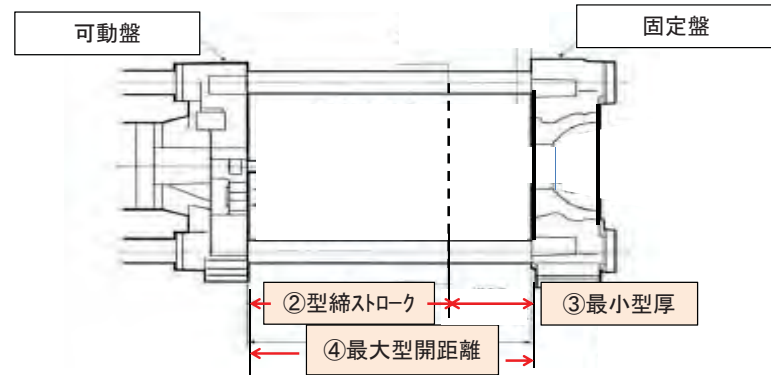
NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

5

1.取付前の準備-4 (参考 成形機の仕様-1)

- ②. 型締ストローク 470mm ピストン最大ストローク
- ③. 最小型厚 200mm 使用可能な最小型厚
- ④. 最大型開距離 670mm 最大の開き距離



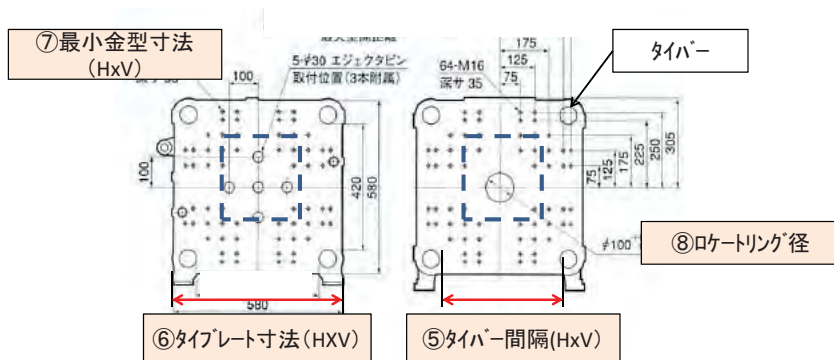
NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

6

1.取付前の準備-5 (参考 成形機の仕様-2)

- ⑤タイバー間隔(HxV) 420x420 mm タイバー間の内寸法
- ⑥タイプレート寸法(HxV) 580x580 mm 盤の最大寸法
- ⑦最小金型 寸法(HxV) 270x270 mm 最大型締力での最小の金型寸法
- ⑧ロケートルング径 100mm ロケートルング寸法



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

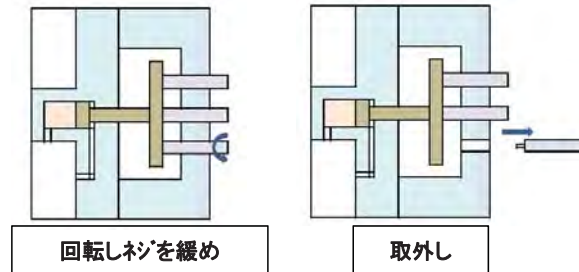
7

1.取付前の準備-6

1-2 突出ロッドの調整

突出ロッドの位置変更及び可動盤より突出するボルトの調整をするときは次の方法で行う。

- ①成形機の突出ストロークを最大にセット
- ②突出し一時停止スイッチをONにセット
- ③突出しスイッチを操作し突出しが一時停止した位置でスイッチを(N)に戻しポンプモータを停止する
- ④金型ピッチに合わせた突出ロッドの取外し、取付け。



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

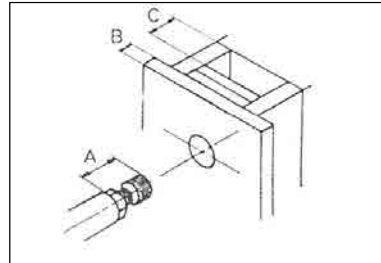
8

1.取付前の準備-7

1-2 突出ロッドの調整

- ⑤ 図のような金型でCのストロークが成形機の突出しストロークと同じ程度必要なときは、突出しロッドの前にボルトを取り付ける。
- ⑥ 突出しロッドが後退したときに、突出しロッドの先端が可動盤の金型取付面より出していない事を確認する(出ている場合には締付不足が予想される)
- ⑦ 安全ドアが開放されているときには突出し後退動作は行われない。

$$A + 2\text{mm程度} < B$$



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

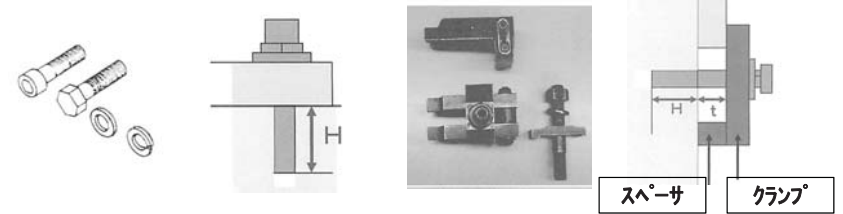
9

1.取付前の準備-8

1-3 ボルト、締付金具(クランプ)の準備

金型取付板に固定用の穴が有り取付けピッチが同じ場合は、直接ボルトと平ワッシャー・スプリングワッシャーを併用して締め付ける。取付穴が合わない場合には「クランプ」を使用して締めつける

- ①ボルト : 六角ボルト、六角穴付ボルト(キャップボルト)、スプリングワッシャー・平ワッシャー使用。
- ②ボルトの長さ : 固定盤及び可動盤にねじ込む深さ(H)はネジ径の1.5~1.8倍
- ③ねじ山の痛んだものは使用しない。



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

10

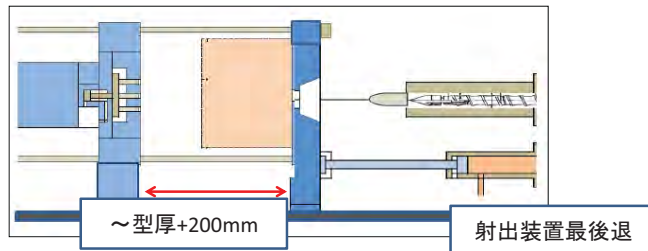
2.金型取付作業-1

2-1 金型取付時の機械調整

金型取付作業のため型開き停止位置・射出装置位置の調整を行う。

- ①射出装置 金型のロケリングが確認できる最後退位置まで射出装置を後退させておく。
- ②型開き停止位置は型厚+200mm位置まで後退させておく。
- ③安全ドアを開いた状態では型締・型開動作が行われない事を確認をする。
- ④型取付けスイッチを「ON」にし、ポンプモータスイッチを「OFF」にする。
- ⑤固定盤・可動盤の型取付け面の汚れをウエス等で拭取る。

*** 金型取付作業中、成形機を動作させる時以外はポンプモータを必ず停止させる。**



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

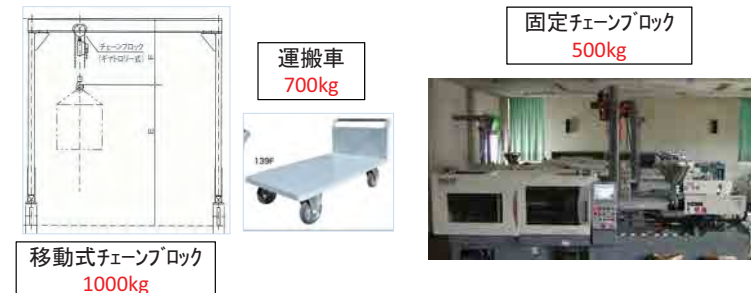
11

2.金型取付作業-2

2-2 金型の移動・吊り上げ方法

金型を成形機側面に移動し、吊り上げて成形機取付面に移動。

- ①運搬車により金型を作業台より成形機側面のチェーンロック下位置まで移動する。チェーンロック・台車の最大荷重及び移動時の落下に注意し作業を行う。
- ②金型にアイボルトをねじ込み締めつける。
- ③金型重量及び吊り代を考慮し適切な長さの吊りロープを使用する。
- ④アイボルトにロープを通しチェーンロックのフックを引掛ける。吊り上げた状態で固定面の汚れをふき取る



NISSEI Escuela Texto

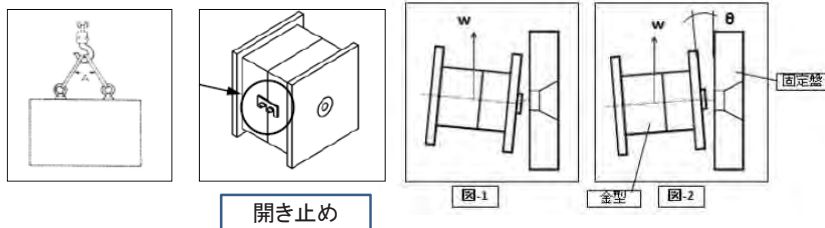
金型取付/取外し

12

2. 金型取付作業-3

2-2 金型の移動・吊り上げ方法

- ⑤2本のアイボルトで吊る場合には図のAの角度(60度以下)に注意する。
- ⑥吊り上げた状態で傾きがないこと。傾きは10°以内とし図2にほうがロケットリング 合せし易い。傾きにより金型が開くこともある為「開き止め」を使用する。
- ⑦チェーンロックで吊り上げる際には複数者での作業となり、お互いに確認しながら金型を追吊り上げる。安全ドア等につけないように作業を行う。
- ⑧金型下面が安全ドア上面以上になったら吊り上げを中止し、金型を押しながら回転し成形機中心に金型を移動させる。



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

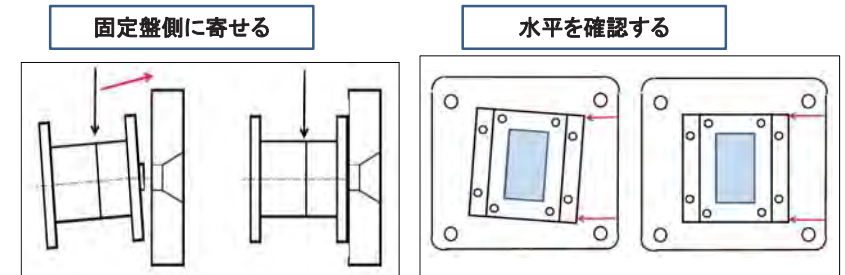
13

2. 金型取付作業-4

2-3 成形機への挿入・金型の水平確認・仮止め

成形機中心まで回転したら金型を吊り下げ、金型取付面に挿入します

- ①タイバー、ガイドにぶつけないように注意しながら金型を吊り下げます。複数者での作業となる為お互いに声を掛け合い、安全に注意して作業します。
- ②金型のロケットリングと成形機のロケットリング穴を合致させる。
- ③金型を固定盤側に押しつけ水平の確認を行う。
- ④固定側を仮止めする。



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

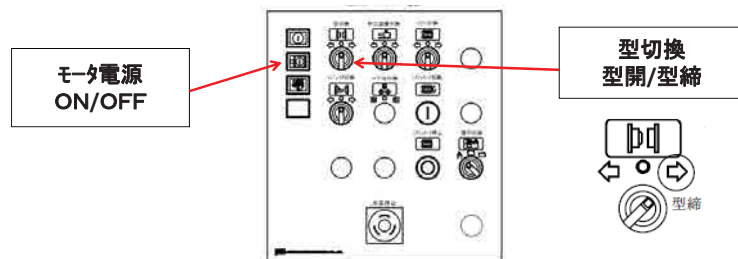
14

2. 金型取付作業-5

2-4 成形機作動・金型の締付・ホル締付

成形機を作動させ型締を行い金型の取付けを行う

- ①モータ電源を「ON」モータを起動。型取付け「ON」を確認
- ②型切換スイッチを型締側に切換えて、型締動作を行う
- ③型締完了後に射出装置を前進させノズルと金型が合っているか確認。但し、ノズルタッチ直前は断続操作を行う。
- ④金型センターとノズル高さが合っていない場合は射出装置の高さ調整が必要となる。
- ⑤モータ電源スイッチを再び押して「OFF」としモータを停止する。
- ⑥ホル締の仕様の場合には可動側合めすべての取付けホルが挿入できることを確認する。



NISSEI Escuela Texto

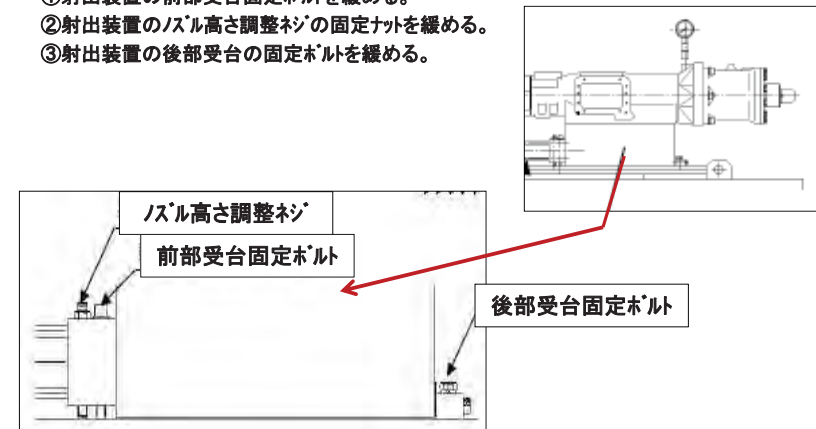
金型取付/取外し

15

2. 金型取付作業-6

2-5 ノズル高さの調整方法(金型センターとノズル高さが合わない場合に調整する)

- ①射出装置の前方受台固定ホルを緩める。
- ②射出装置のノズル高さ調整ネジの固定ナットを緩める。
- ③射出装置の後部受台の固定ホルを緩める。



NISSEI Escuela Texto

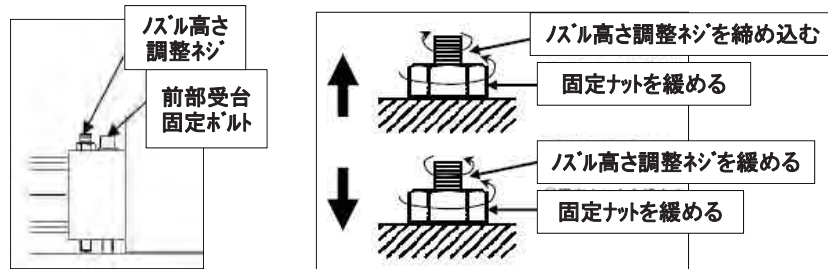
金型取付/取外し

16

2.金型取付作業-7

2-5 ノズル高さの調整方法(金型センターとノズル高さが合わない場合に調整する)

- ④ノズル高さ調整ネジの固定ナットを緩める。
- ⑤ノズル高さ調整ネジを緩めるとノズルは下がり、調整ネジを締め込むとノズルは上がる。
- ⑥射出装置を前進し金型とノズルのタッチ状況を確認する。
- ⑦タッチ状態に応じて上記⑤、⑥を繰り返す。
- ⑧高さ調整が完了したら、後部固定ボルト・固定ナット・前部固定ボルトを締めつける。



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

17

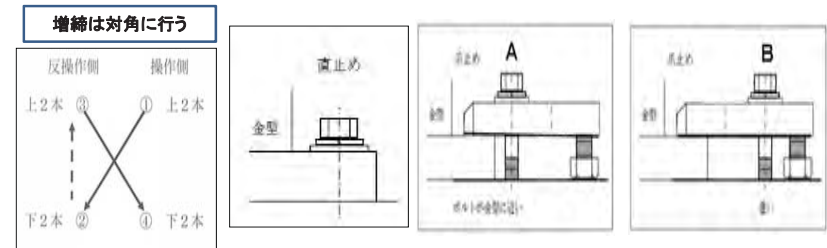
2.金型取付作業-8

2-6 金型取付ボルトの締付トルク

金型取付ボルトの締付トルクは取付け方法により異なる。

- ①クランプ止め(B)は、直止め又は、金型に近い位置でのクランプ止め(A)の約1.2倍の締付トルクが必要となる。
- ②クランプ止めの場合には金型取付板寸法にあわせたスペーサーあるいはアジャスターボルトを使用する
- ③締付後には増締を対角に行う。

金型取付ボルト	直止め、及びクランプ止め(A)締付トルク	クランプ止め(B)締付トルク
M16	190N・m	220N・m



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

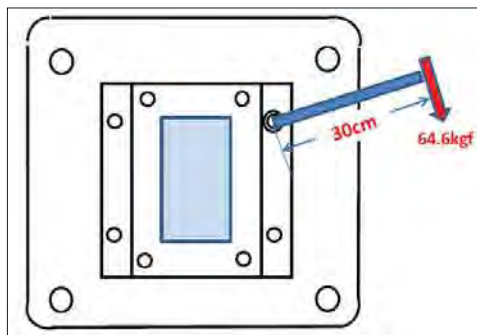
18

2.金型取付作業-9

2-6 金型取付ボルトの締付トルク(正確なトルクで締め付けるには、トルクレンチを使用する)

- ③トルクレンチが無い場合、どの程度の力で締めつければ良いか？ 締め過ぎに注意！

金型取付ボルト	直止め、及びクランプ止め(A)締付トルク	クランプ止め(B)締付トルク
M16	190N・m(1938kgf・cm)	220N・m(2244kgf・cm)



1N・m=10.20kgf・cm
締付トルク190N・mは30cmのパイプを使用し64.6kgfの荷重で締め付けたトルクと同等。
長いパイプを使用すると締め過ぎの恐れがあるので注意

NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

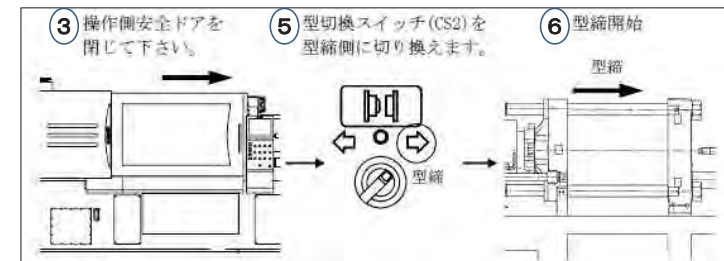
19

2.金型取付作業-10

2-7 型厚の読み込み及び型開閉速度・切換位置の調整

金型取付ボルトの締付後はチェーンロックを外し型締・型開きの調整を行う。

- ①チェーンロックを外し所定に位置に戻す。
- ②金型開き止め、吊りベルト、アイボルトを取り外す。
- ③安全ドアをすべて閉じる。
- ④モータ電源を起動(ON)しモータを 작동する。
- ⑤型切換スイッチを型締側に切換えて、型締動作を行う。
- ⑥可動盤が閉じ型締が完了する。



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

20

2.金型取付作業-11（型厚読込画面）

2-7 型厚の読み込み及び型開閉速度・切換位置の調整

- ⑦型締が完了すると「型厚読込画面」が表示される。
- ⑧金型のパーティングライン面が閉じ異常が無い事を確認、表示される型厚に問題無ければ「実行」スイッチを押す



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

21

2.金型取付作業-12（型厚読込画面）

2-7 型厚の読み込み及び型開閉速度・切換位置の調整

- ⑨高圧型締が行われ「型厚読み込みが終了した」メッセージが表示される。
- ⑩確認スイッチを押す事により型取付け作業が終了
- ⑪型切換スイッチをNIに戻し型取付けを「OFF」とする。(型厚読込中は型切換スイッチは型締側のまま)



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

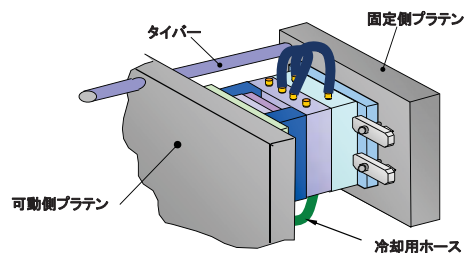
22

2.金型取付作業-13

2-8 金型冷却回路の接続

金型冷却水又は温調機の配管接続を行う

- ①冷却回路のIN・OUTを確認しながら配管する。
- ②金型を閉じた状態にて通水しジョイント部分の水漏れの有無を確認。
- ③型を開き金型PL部分の水漏れの有無を確認。
- ④水漏れ発生の場合には通水を中止しエアブロ等で水分を除去し錆に注意する



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

23

2.金型取付作業-14（型開閉画面）

2-7 型厚の読み込み及び型開閉速度・切換位置の調整

- ⑫型開閉の調整は「型開閉」画面でおこなう。
- ⑬安全のため、最初は各速度及び圧力を低く設定して調整を進める。
- ⑭自動成形をしながら最終調整を行う。



NISSEI Escuela Texto

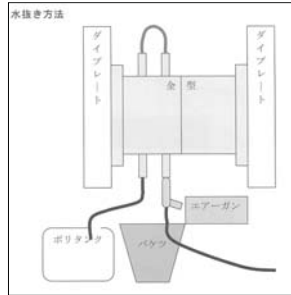
金型取付/取外し

24

3.金型取外し作業-1

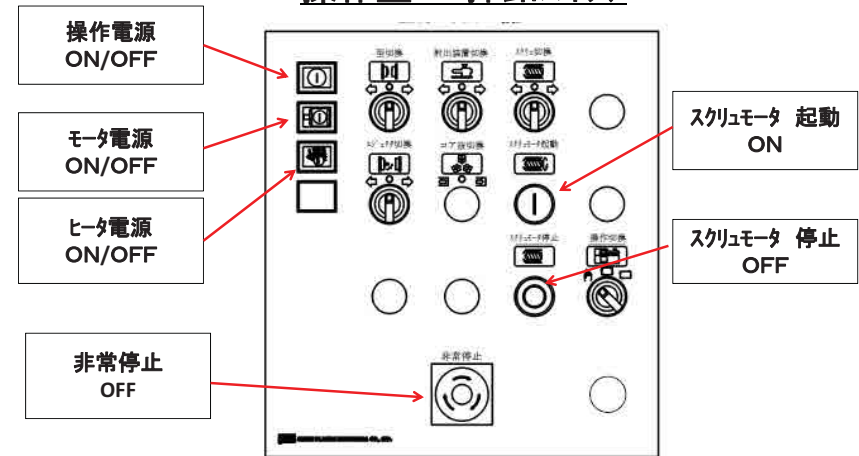
3-1 型厚の読み込み及び型開閉速度・切換位置の調整

- ①金型用の温調機を停止。金型温調ホースを外し金型内の水をエアを使用して除去する。
- ②金型を開きPL面を清掃し錆止め剤を塗布し型締を行う。
- ③モータを停止しアイボルト・開き止め具を取り付ける
- ④アイボルトに吊りロープを接続し、チェーンブロックでロープが軽く張る程度に吊り上げる
- ⑤金型取付ホルト・クランプを取り外す。
- ⑥型取付をONに、ポンプモータを起動し型開きを行う。
- ⑦タイマー、ダイブレードにぶつけないよう注意しながら金型を吊り上げる。
- ⑧旋回可能な高さまで吊り上げたら金型をしながら旋回し運搬車の上まで吊り下げる。
- ⑨金型は保管場所に移動し、チェーンブロックは所定の位置に戻す。



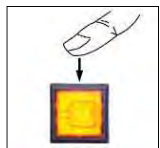
4.成形機操作方法-1

操作盤 押釦スイッチ

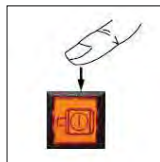


4.成形機操作方法-2

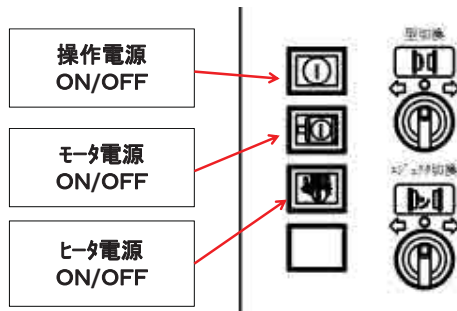
押釦 スイッチ ON→OFF→ON→……



ON 点灯

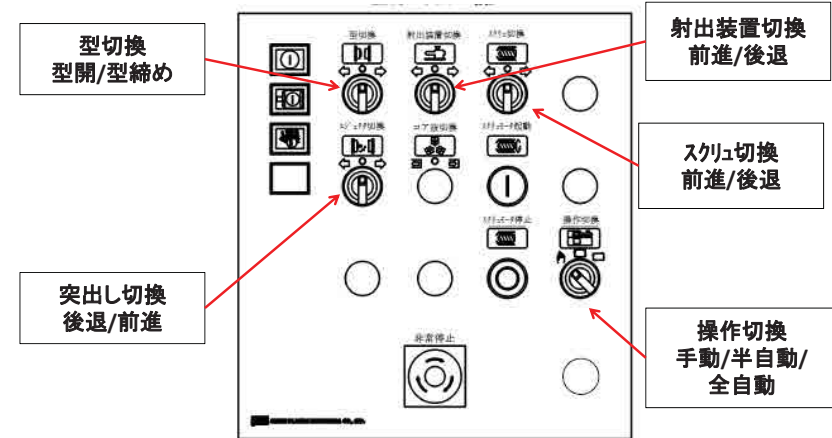


OFF 消灯



4.成形機操作方法-3

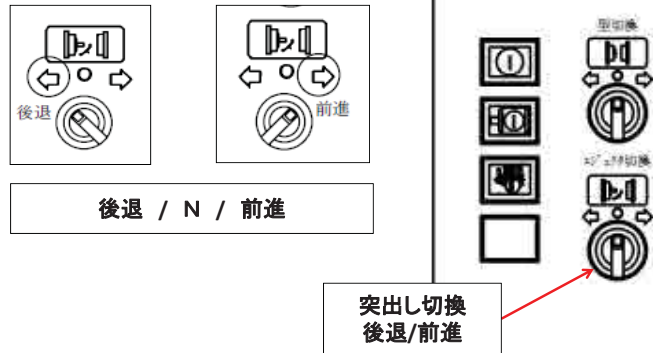
操作盤セレクトスイッチ



4.成形機操作方法-4

操作盤セレクトスイッチ 前進/N/後退

・・・動作方向は操作位置を中心に・・・



4.成形機操作方法-5

初期立上画面(約1分後)



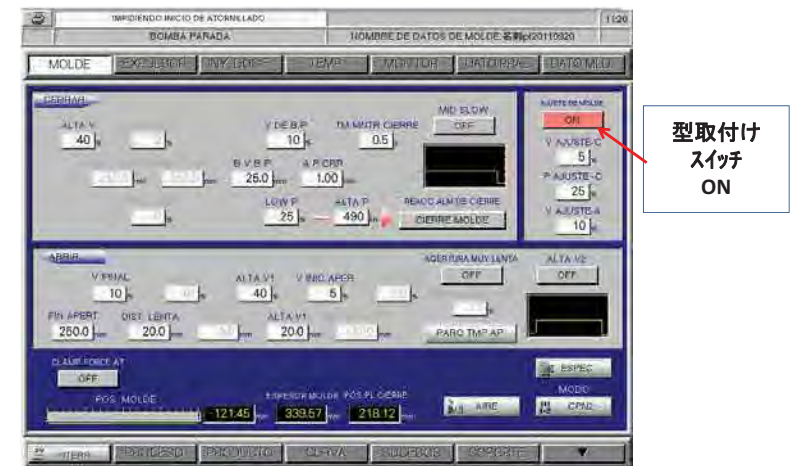
4.成形機操作方法-6

操作スイッチ画面



4.成形機操作方法-7

型開閉画面



4.成形機操作方法-8 異常表示画面



M6 射出成形における 段取り替え

M6-1-2 金型取付け／金型取外し (NEX50)

3/JUL/2012

目次

1	FNX80とNEX50の仕様比較	1	P3
2	取付前の準備	1~8	P4~P11
3	金型の取付作業	1~13	P12~P24
4	金型の取外し	1	P25
5	成形機の実操作方法	1~10	P26~P35

A-318

1. FNX80とNEX50の仕様比較

	FNX80	NEX50
型締力	? tonf	? tonf
制御	TACT III	TACT IV
画面	1画面	2画面
型締機構	?	トグル
最大型厚	制限なし	制限有
駆動源	油圧	サーボモータ
モータ数	1	?
型取付方法	型取付ON 型締	段取りモード 自動型厚調整

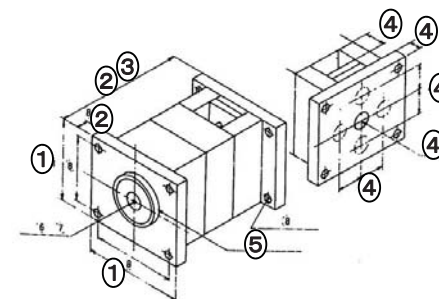


2. 取付前の準備-1

2-1 取付前の確認

取付けようとする金型が成形機に取付け可能かを確認する。

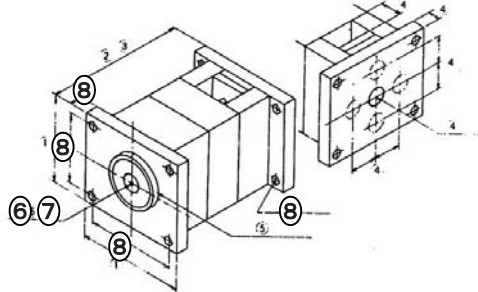
- ① 金型寸法(縦×横)、タイパ間隔、ダイプレート寸法
- ② 金型厚 最小(最大)
- ③ 型開ストローク-金型仕様、成形品の取出方法との関係
- ④ 突出しストローク、ピンの位置、径、金型構造で判断
- ⑤ ロケートリング径 大きいものは不可(取り外す)、小さいものは補助リング使用



2.取付前の準備-2

1-1 取付前の確認

- ⑥ スプールブッシュのRと口径 $R < \text{スプールブッシュR}$
 $\text{ノスル口径} < \text{スプールブッシュ口径}$
- ⑦ ノスル出距離 深い金型の場合は延長ノスルを使用
- ⑧ 金型固定用の穴径、ピッチ 合わないときは締付金具を使用
- ⑨ 金型のがイデビンの長さ、スプリング内臓
吊り上げ時に開く恐れある時は開放防止金具を使用
- ⑩ 金型と温調機・成形機側とのホースニップルが合うか、冷却水路の確認



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

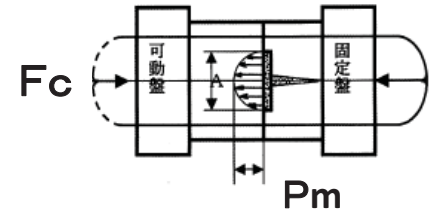
5

2.取付前の準備-3

1-1 取付前の確認

- ⑪ 使用する金型(成形品)が成形機の仕様に適合するか。
射出容量、1ショット重量
必要型締力
成形材料は使用できるか(シリンダ温度)
- ⑫ 金型の冷却回路、IN・OUT・U-ターン回路、接続方法

$$\text{型締力 } F_c \geq P_m \times A \times 1.25$$



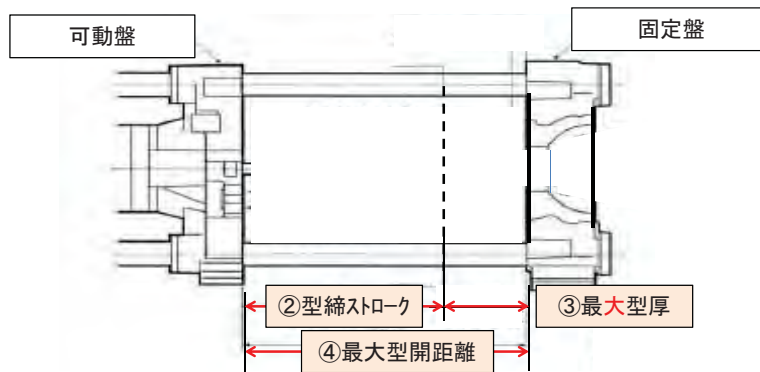
NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

6

2.取付前の準備-4 (参考 成形機の仕様-1)

- ② 型締ストローク 250mm 最大ストローク
- ③ 最大型厚 360mm 使用可能な最大型厚
- ④ 最大型開距離 610mm 最大の開き距離(ストローク+最大型厚)



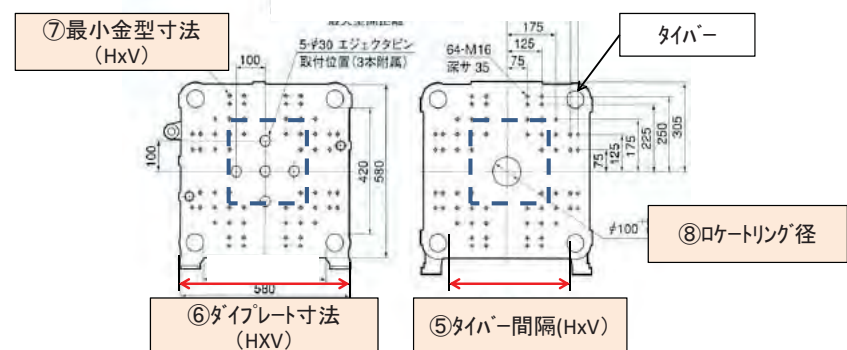
NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

7

2.取付前の準備-5 (参考 成形機の仕様-2)

- ⑤ タイバー間隔(HxV) 360x360 mm タイバーの内寸法
- ⑥ タイプレート寸法(HxV) 505x505 mm 盤の最大寸法
- ⑦ 最小金型 寸法(HxV) 255x255 mm 最大型締力での最小の金型寸法
- ⑧ ロケートリング径 100mm ロケートリング寸法



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

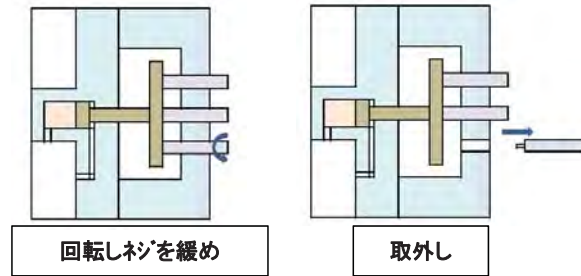
8

2.取付前の準備-6

1-2 突出ロッドの調整

突出ロッドの位置変更及び可動盤より突出するボルトの調整をするときは次の方法で行う。

- ① 成形機の突出ストロークを最大にセット
- ② 突出し一時停止スイッチをONにセット
- ③ 突出しスイッチを操作し突出しが一時停止した位置でスイッチを(N)に戻しモータを停止する
- ④ 金型ピッチに合わせた突出ロッドの取外し、取付け。



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

9

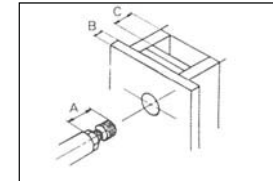
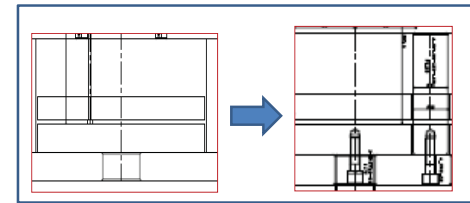
2.取付前の準備-7

1-2 突出ロッドの調整

- ⑤ 図のような金型でのストロークが成形機の突出しストロークと同じ程度必要なときは、突出しロッドの前にボルトを取り付ける。
- ⑥ 突出しロッドが後退したときに、突出しロッドの先端が可動盤の金型取付面より出ている事を確認する(出ている場合には締付不足が予想される)
- ⑦ 安全ドアが開放されているときには突出し後退動作は行われない。

$$A + 2\text{mm程度} < B$$

金型補助ロッド組付



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

10

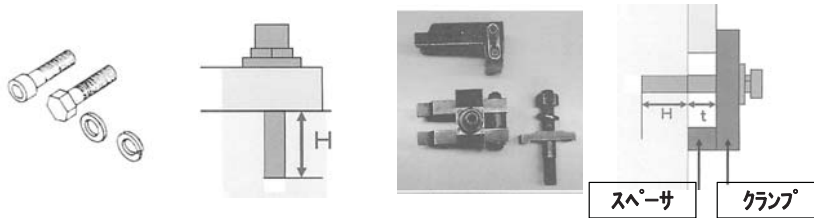
2.取付前の準備-8

1-3 ボルト、締付金具(クランプ)の準備

金型取付板に固定用の穴が有り取付けピッチが同じ場合は、直接ボルトと平ワッシャー・スプリング

ワッシャーを併用して締め付ける。取付穴が合わない場合には「クランプ」を使用して締め付ける

- ① ボルト : 六角ボルト、六角穴付ボルト(キャップボルト)、スプリングワッシャー・平ワッシャー使用。
- ② ボルトの長さ : 固定盤及び可動盤にねじ込む深さ(H)はネジ径の1.5~1.8倍
- ③ ねじ山の傷んだものは使用しない。



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

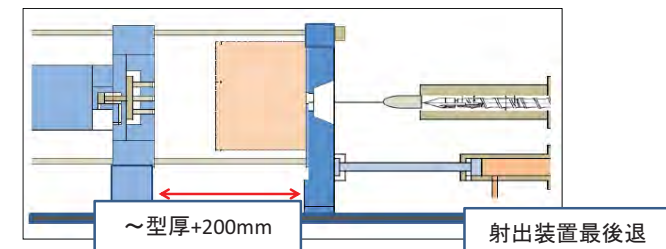
11

3.金型取付作業-1

3-1 金型取付時の機械調整

金型取付作業のため型開き停止位置・射出装置位置の調整を行う。

- ① 射出装置 金型のロケットリングが確認できる最後退位置まで射出装置を後退させておく。
 - ② 型開き停止位置は型厚+200mm位置まで後退させておく。
 - ③ 安全ドアを開いた状態では型締・型開動作が行われない事の確認をする。
 - ④ 段取り画面を選択し、モータスイッチを「OFF」にする。
 - ⑤ 固定盤・可動盤の型取付け面の汚れをウエス等で拭取る。
- * 金型取付作業中、成形機を動作させる時以外はモータを必ず停止させる。



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

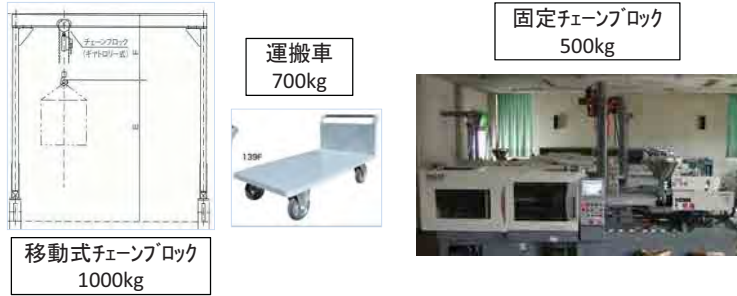
12

3.金型取付作業-2

3-2 金型の移動・吊り上げ方法

金型を成形機側面に移動し、吊り上げて成形機取付面に移動。

- ① 運搬車により金型を作業台より成形機側面のチェーンロック下位置まで移動する。チェーンロック・台車の最大荷重及び移動時の落下に注意し作業を行う。
- ② 金型にアイボルトをねじ込み締めつける。
- ③ 金型重量及び吊り代を考慮し適切な長さの吊りロープを使用する。
- ④ アイボルトにロープを通しチェーンロックのフックを引掛ける。吊り上げた状態で固定面の汚れをふき取る



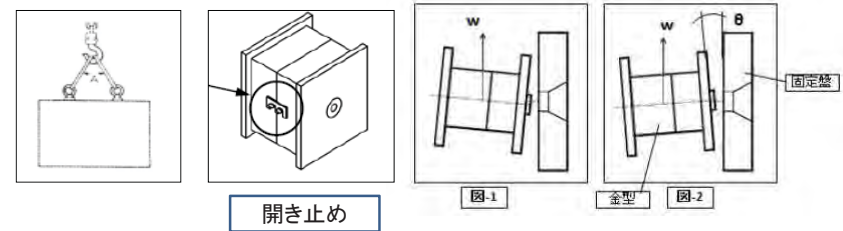
NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

3.金型取付作業-3

3-2 金型の移動・吊り上げ方法

- ⑤ 2本のアイボルトで吊る場合には図のAの角度(60度以下)に注意する。
- ⑥ 吊り上げた状態で傾きがないこと。傾きは10°以内とし図2にほうがロケートリング' 合せし易い。傾きにより金型が開くこともある為「開き止め」を使用する。
- ⑦ チェーンロックで吊り上げる際には複数者での作業となり、お互いに確認しながら金型を吊り上げる。安全ドア等にぶつけないように作業を行う。
- ⑧ 金型下面が安全ドア上面以上になったら吊り上げを中止し、金型を押しながら回転し成形機中心に金型を移動させる。



NISSEI Escuela Texto

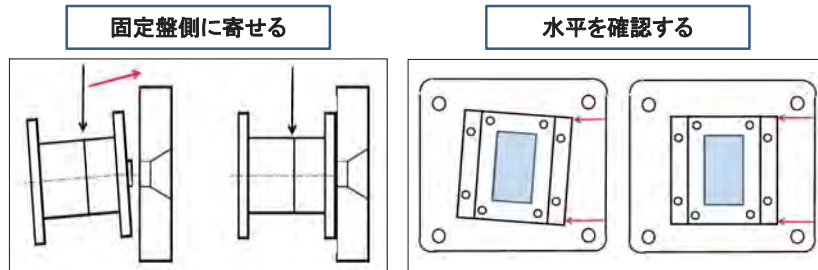
金型取付/取外し

3.金型取付作業-4

3-3 成形機への挿入・金型の水平確認・仮止め

成形機中心まで回転したら金型を吊り下げ、金型取付面に挿入します

- ① タイバー、ダイプレートにぶつけないように注意しながら金型を吊り下げます。複数者での作業となる為お互いに声を掛け合い、安全に注意して作業します。
- ② 金型のロケートリングと成形機のロケートリング穴を合致させる。
- ③ 金型を固定盤側に押しつけ水平の確認を行う。
- ④ 固定側を仮止めする。

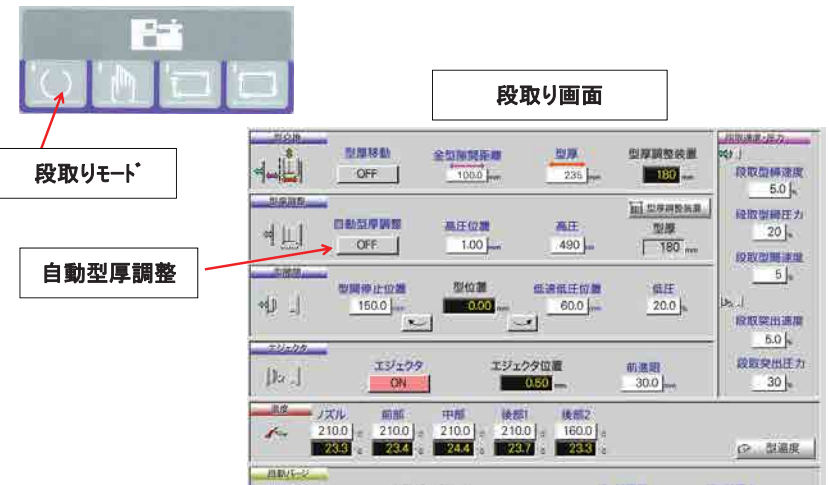


NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

3.金型取付作業-5

段取りモード画面



NISSEI Escuela Texto

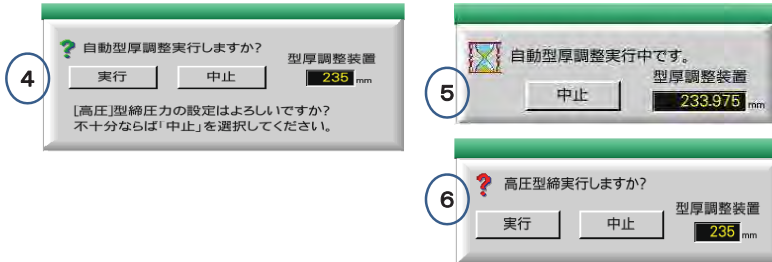
金型取付/取外し

3.金型取付作業-6

3-4 成形機作動

自動型厚調整

- ① 操作スイッチを段取りモードに切換
- ② モータ電源を「ON」
- ③ 自動型厚調整を「ON」
- ④ 「自動型厚調整実行しますか？」ウインド表示あり ⇒ 実行
- ⑤ 調整が開始されると「調整実行中」のウインド表示あり
- ⑥ 調整動作が終了すると「高圧型締実行しますか？」ウインド表示あり⇒実行



3.金型取付作業-7

3-5 ノズル高さの調整方法(金型センターとノズル高さが合わない場合に調整する)

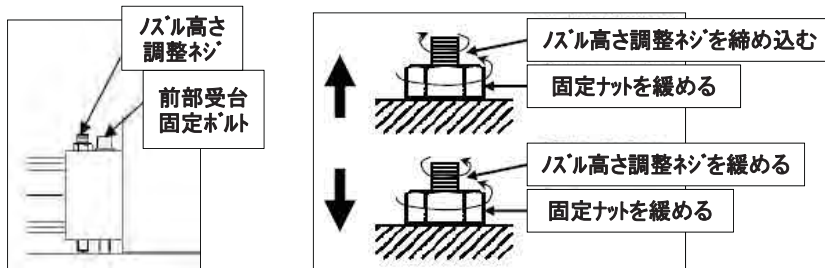
- ① 射出装置の前部受台固定ボルトを緩める。
- ② 射出装置のノズル高さ調整ネジの固定ナットを緩める。
- ③ 射出装置の後部受台の固定ボルトを緩める。



3.金型取付作業-8

3-5 ノズル高さの調整方法(金型センターとノズル高さが合わない場合に調整する)

- ④ ノズル高さ調整ネジの固定ナットを緩める。
- ⑤ ノズル高さ調整ネジを緩めるとノズルは下がり、調整ネジを締め込むとノズルは上がる。
- ⑥ 射出装置を前進し金型とノズルのタッチ状態を確認する。
- ⑦ タッチ状態に応じて上記⑤、⑥を繰り返す。
- ⑧ 高さ調整が完了したら、後部固定ボルト・固定ナット・前部固定ボルトを締めつける。



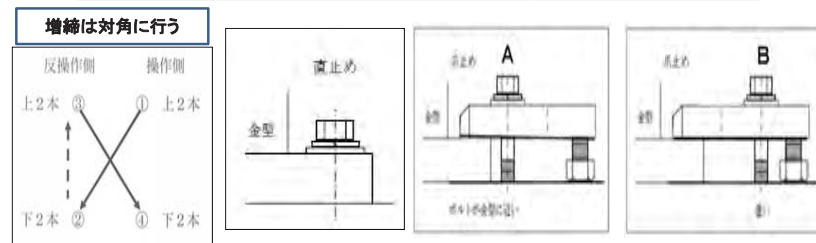
3.金型取付作業-9

3-6 金型取付ボルトの締付トルク

金型取付ボルトの締付トルクは取付け方法により異なる。

- ① クランプ止め(B)は、直止め又は、金型に近い位置でのクランプ止め(A)の約1.2倍の締付トルクが必要となる。
- ② クランプ止めの場合には金型取付板寸法にあわせてスペーサーあるいはアジャスターボルトを使用する
- ③ 締付後には増締を対角に行う。

金型取付ボルト	直止め、及びクランプ止め(A)締付トルク	クランプ止め(B)締付トルク
M16	190N・m	220N・m

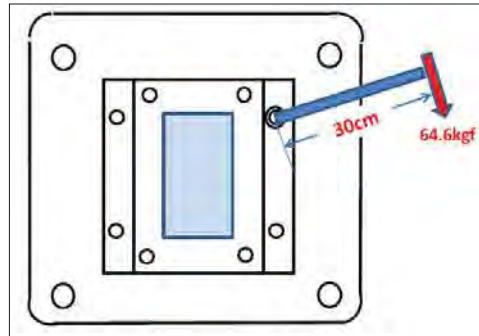


3.金型取付作業-10

3-6 金型取付ボルトの締めトルク(正確なトルクで締め付けるには、トルクレンチを使用する)

③ トルクレンチが無い場合、どの程度の力で締めつければ良いか？ 締め過ぎに注意！

金型取付ボルト	直止め、及びクランプ止め(A) 締めトルク	クランプ止め(B) 締めトルク
M16	190N・m(1938kgf・cm)	220N・m(2244kgf・cm)



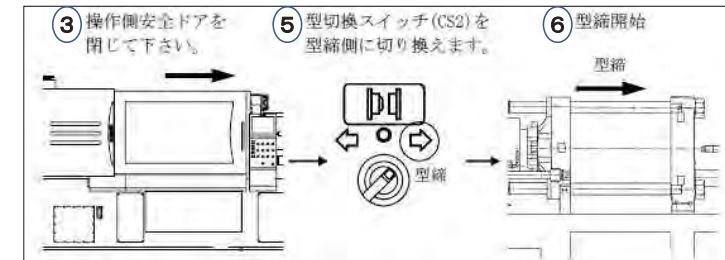
1N・m=10.20kgf・cm
締めトルク190N・mは30cmのパイプを使用し64.6kgfの荷重で締め付けたトルクと同等。
長いパイプを使用すると締め過ぎの恐れがあるので注意

3.金型取付作業-11

3-7 型厚の読み込み及び型開閉速度・切換位置の調整

金型取付ボルトの締め後はチェーンロックを外し型締・型開きの調整を行う。

- ① チェーンロックを外し所定に位置に戻す。
- ② 金型開き止め、吊りベルト、アイボルトを取り外す。
- ③ 安全ドアをすべて閉じる。
- ④ モータ電源を起動(ON)しモータを動作する。
- ⑤ 型切換スイッチを型締側に切換えて、型締動作を行う。
- ⑥ 可動盤が閉じ型締が完了する。

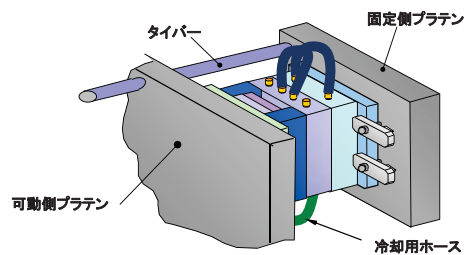


3.金型取付作業-12

3-8 金型冷却回路の接続

金型冷却水又は温調機の配管接続を行う

- ① 冷却回路のIN・OUTを確認しながら配管する。
- ② 金型を閉じた状態にて通水ポイント部分の水漏れの有無を確認。
- ③ 型を開き金型PL部分の水漏れの有無を確認。
- ④ 水漏れ発生の場合には通水を中止しエアブロー等で水分を除去し錆に注意する。



3.金型取付作業-13 (型開閉画面)

3-9 型開閉速度・切換位置の調整

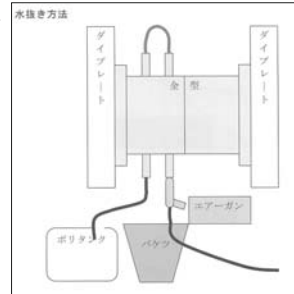
- ⑫ 型開閉の調整は「型開閉」画面でおこなう。
- ⑬ 安全のため、最初は各速度及び圧力を低く設定して調整を進める。
- ⑭ 自動成形をしながら最終調整を行う。



4. 金型取外し作業

金型取外し

- ① 金型用の温調機を停止。金型温調ホースを外し金型内の水をエアを使用して除去する。
- ② 金型を開きPL面を清掃し錆止め剤を塗布し型締を行う。
- ③ モータを停止しアイホルト・開き止め具を取り付ける
- ④ アイホルトに吊りロープを接続し、チェーンロックでロープが軽く張る程度に吊り上げる
- ⑤ 金型取付ホルト・クランプを取り外す。
- ⑥ 型取付をONに、モータを起動し型開きを行う。
- ⑦ タイバー、ダイブレードにぶつけないよう注意しながら金型を吊り上げる。
- ⑧ 旋回可能な高さまで吊り上げたら金型を注意しながら旋回し運搬車の上まで吊り下げる。
- ⑨ 金型は保管場所に移動し、チェーンロックは所定の位置に戻す。



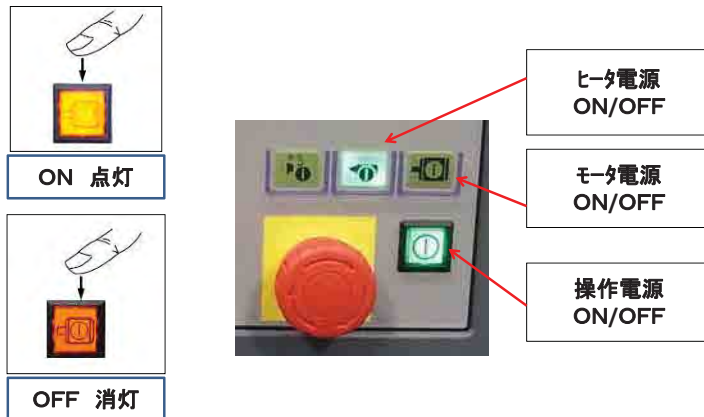
5. 成形機操作方法-1

操作盤 押釦スイッチ



5. 成形機操作方法-2

押釦 スイッチ ON→OFF→ON→……



5. 成形機操作方法-3

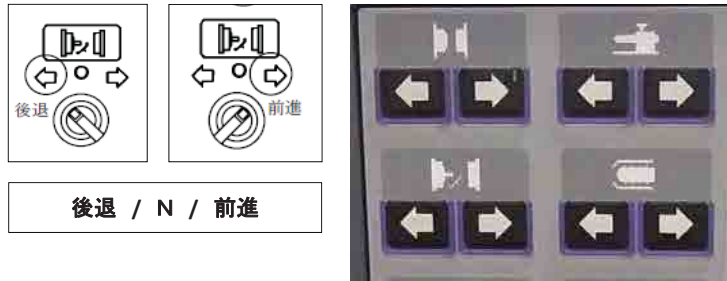
操作盤セクタスイッチ



5.成形機操作方法-4

操作盤セレクトスイッチ 前進/N/後退

・・・動作方向は操作位置を中心に・・・

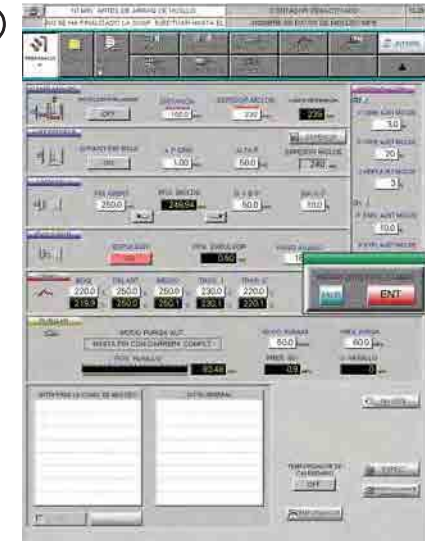


5.成形機操作方法-5

初期立上画面(約1分後)



操作電源
ON



5.成形機操作方法-6

2画面表示 スクロール

CURVA
薄灰色
下側

MONITOR
白地
上側

上の画面(白地)が
切換出来る。
下の画面を切换したい
場合には、下の画面を
上側にスクロール移動して
から画面を選択する

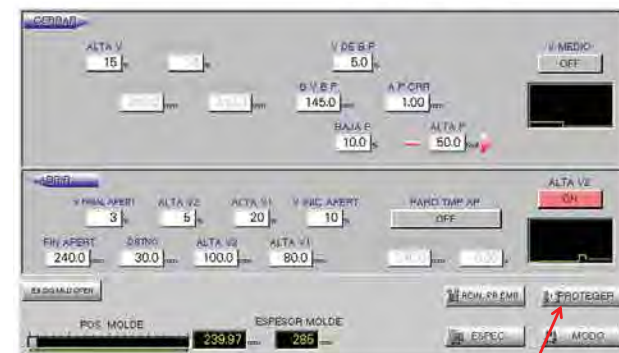


5.成形機操作方法-7

金型保護モードには

標準 / 高精度の2種類あり

<DATOS MOLDEO> NOM. DATOS MOLDEO: CARCASA PARA MOUSE 2012042 25 04 2012 14:11:11 1
NUM. MAQUINA: H10611022K1

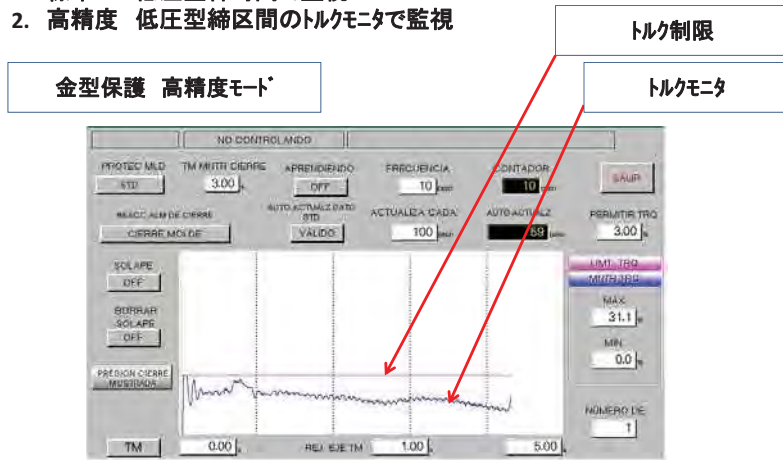


金型保護

5.成形機操作方法-8

金型保護モード 標準/高精度の2種類より選択

1. 標準 低圧型締時間で監視
2. 高精度 低圧型締区間のトルクモニタで監視



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

33

5.成形機操作方法-9

射出画面 NEX50には「VP切換応答スイッチ」がある



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

34

5.成形機操作方法-10

* VP切換応答スイッチ(3種類より選択)

射出時の速度領域から保圧への切換応答性を選択するスイッチ。保圧切換後、現射出圧力が「Pp1」に到達するように制御する。「LV」は速度リミッターとして作用し大きく設定すると速く「Pp1」に達する。

1. 任意 LVとRAMP Pp1、双方を設定
2. ゆっくり RAMP Pp1を設定、ゆっくり圧抜きしたい肉厚成形むき
3. 高応答 LVを設定、すばやく圧抜きしたい薄肉成形むき



NISSEI Escuela Texto

金型取付/取外し

35

M6 射出成形における 段取り替え

M6-2 冷却回路(電気配線)の接続

9/OCT/2012

目次

1	金型段取り替え時の接続項目	1	P3
2	冷却回路の接続	1~5	P4~P8
3	電気回路の接続	1~3	P9~P11
4	ヒータ回路の接続	1~3	P12~P14
5	エアー回路の接続	1~3	P15~P17
6	突出し回路の接続	1~2	P18~P19
7	センサー回路の接続	1~4	P20~P23

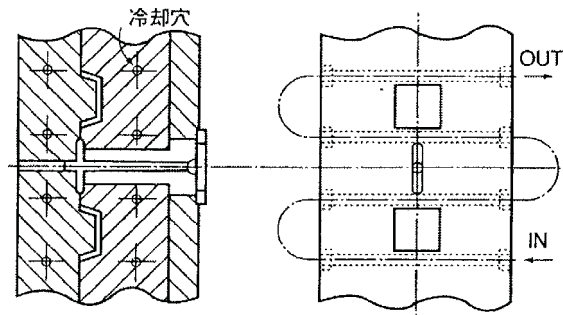
1. 金型段取り替え時の接続項目 金型と成形機・温調機他との接続

- 1) 冷却回路
- 2) 電気回路
- 3) ヒータ回路
- 4) エアー回路
- 5) 突出し回路
- 6) センサー回路
- 7) 他

2. 冷却回路の接続-1

1. 金型の冷却回路の理解(外段取り)
金型図面の確認、
エアブローで回路の確認
2. 回路によっては IN・OUTが限定される
刻印により管理
色付けにより管理
3. 温調機側回路数と金型側回路数の確認
Uターン回路の組付け

2. 冷却回路の接続-2

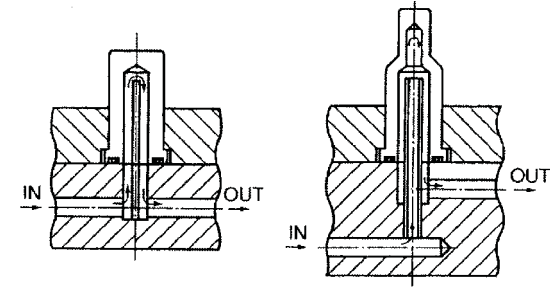


電気成形システムとその機能

5

2. 冷却回路の接続-3

ハッフル IN-OUT 限定されない
 パイプ IN-OUT 限定される

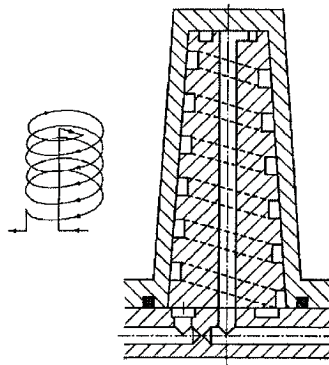


電気成形システムとその機能

6

2. 冷却回路の接続-4

コア冷却回路 IN-OUTが限定される



電気成形システムとその機能

7

2. 冷却回路の接続-5

BOX型 可動型冷却回路
 ストリッププレート仕様 温調機可動型用に2回路あり



1-IN

1-OUT

2-IN

2-OUT

電気成形システムとその機能

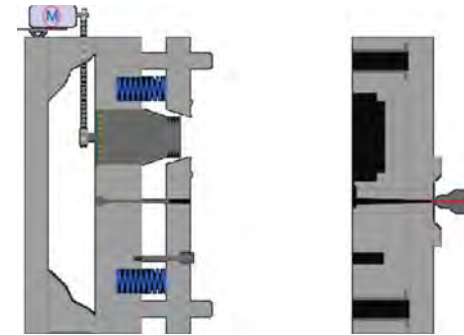
8

3. 電気回路の接続-1

1. モータ使用金型
 - ・ ねじ抜き金型(回転にモータ使用)
 - ・ コンセント使用(常用であれば回転は同じ・・・)
 - ・ 配線接続(回転方向の確認必要)
2. ホットランナ金型
 - ・ 配線・センサ関係の接続
 - ・ メタルコンセントの連結

3. 電気回路の接続-2

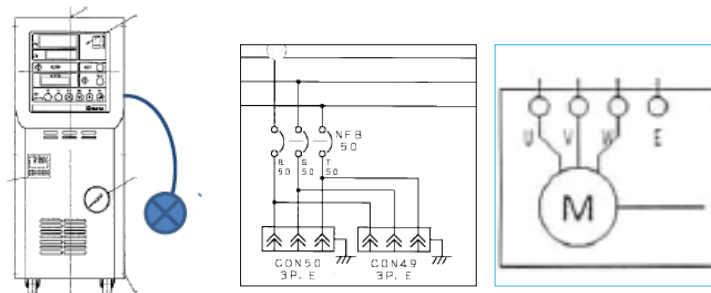
ねじ抜き モータ駆動



3. 電気回路の接続-3

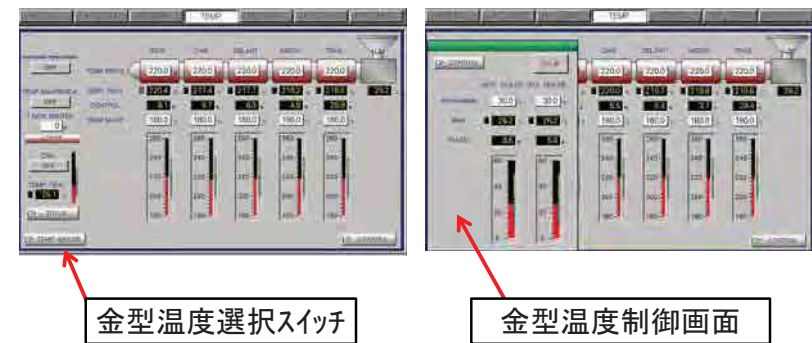
電源接続

- ・ コンセント方式
- ・ 配線接続(端子盤)



4. ヒータ回路の接続-1

金型温度制御(ヒータ使用)
温度画面の金型温度選択



4. ヒータ回路の接続-2

金型温度制御(ヒータ使用)

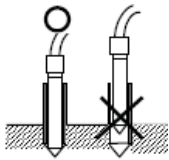
- 温度画面の金型温度選択



金型温度出力部



金型温度センサー

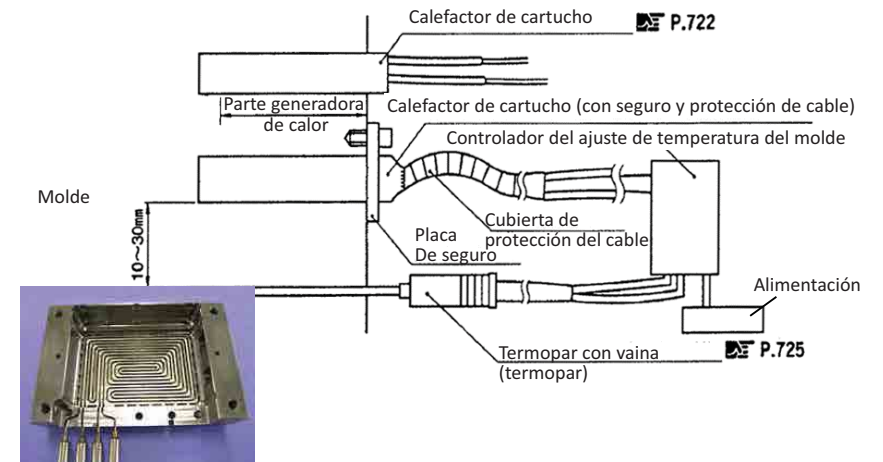


電気成形システムとその機能

13

4. ヒータ回路の接続-3

金型にヒータ使用例(ヒート&クール)



電気成形システムとその機能

14

5. エア回路の接続-1

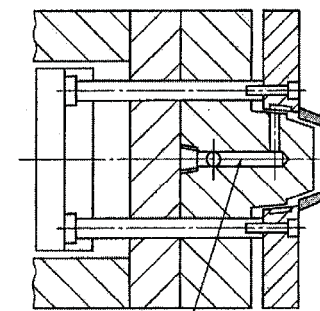
1. 製品突出し
2. 製品突出しの補助
3. 金型冷却(細いコア)
4. 製品落下の補助

電気成形システムとその機能

15

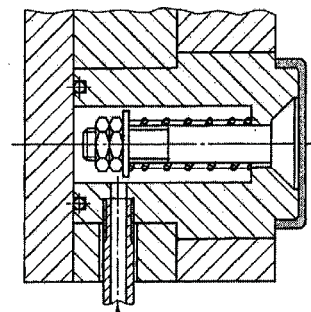
5. エア回路の接続-2

製品突出しの補助



Pressurized Air Passage

製品突出し
バケツ等容器類



Pressurized Air

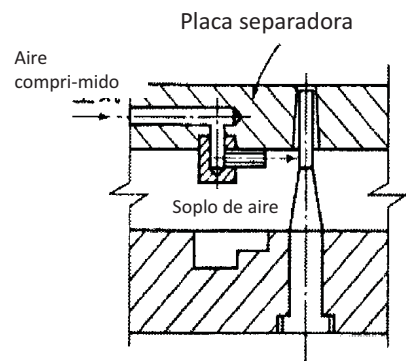
電気成形システムとその機能

16

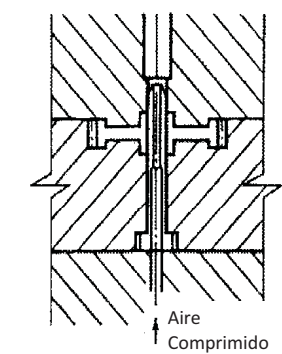
5. エア回路の接続-3

コア冷却

開き時にエアプロ冷却



型閉じ時エアプロ冷却



(a) Enfriamiento por aire intermitente del exterior

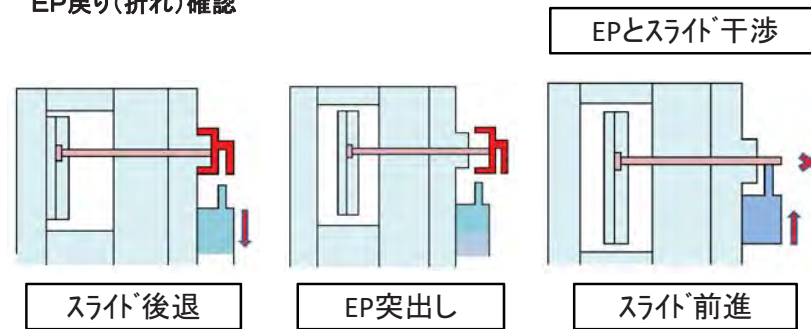
(b) Enfriamiento por aire continuo del interior

6. 突出し回路-1

1. 突出し後退確認回路

スライド金型 安全回路

EP戻り(折れ)確認

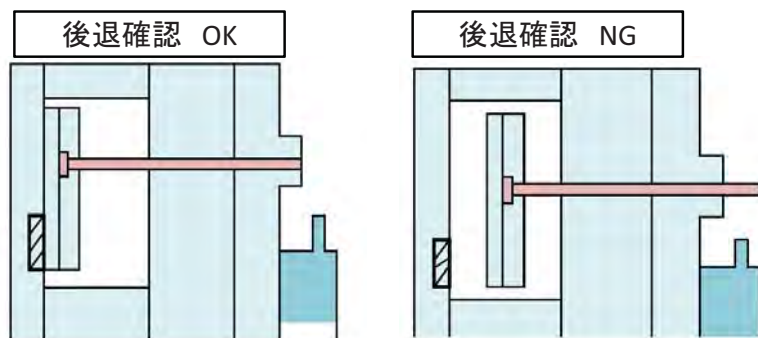


6. 突出し回路-2

1. 突出し後退確認回路

スライド金型 安全回路

EP戻り(折れ)確認(LS組付け)

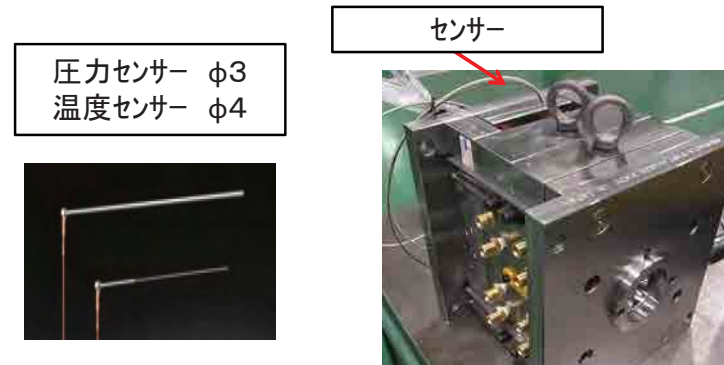


7. センサー回路の接続-1

1. ペーパーナイフ型、コースタ型、BOX型の3面は

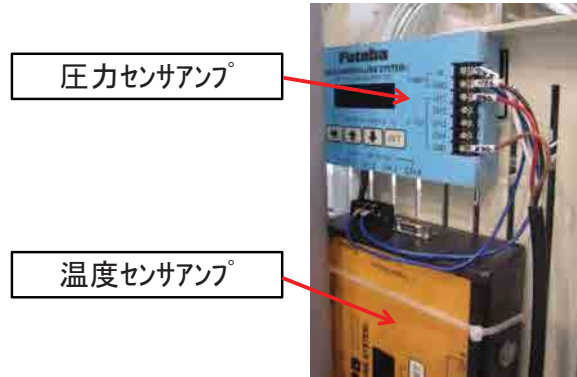
型内圧力センサー、型内樹脂温度センサー が組込可能な仕様となっている

(センサー組付けしないことも可能 ⇒ 標準 EP を組付け)



7. センサー回路の接続-2

1. ペーパーナイフ型、コースタ型、BOX型の3面は
型内圧力センサー、型内樹脂温度センサー が組込可能な仕様となっている
(センサー組付けしないことも可能 ⇒ 標準 EP を組付け)



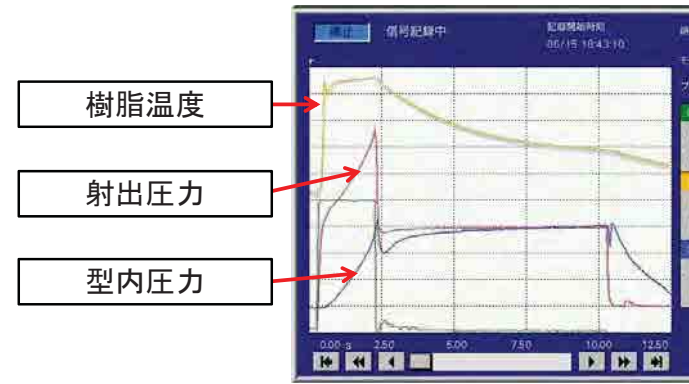
圧力センサアンプ

温度センサアンプ

電気成形システムとその機能

7. センサー回路の接続-3

1. ペーパーナイフ型、コースタ型、BOX型の3面は
型内圧力センサー、型内樹脂温度センサー が組込可能な仕様となっている
(センサー組付けしないことも可能 ⇒ 標準 EP を組付け)



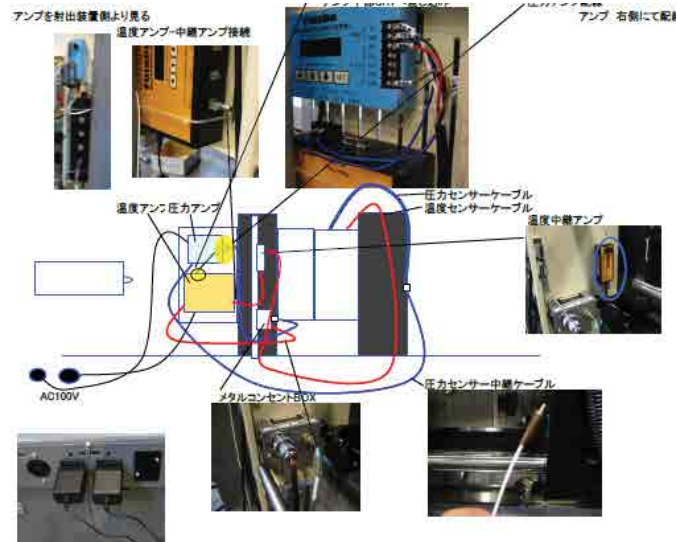
樹脂温度

射出圧力

型内圧力

電気成形システムとその機能

7. センサー回路の接続-4 接続方法



電気成形システムとその機能

M6 射出成形における 段取り替え

M6-3 射出シリンダー内材料交換 (パージ処理)

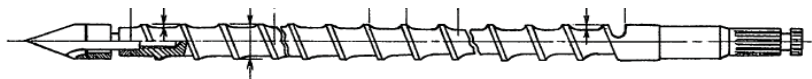
18/Feb/2013

シリンダー内材料交換(パージ作業)

1. 成形不良発生時
そのままの材料でパージ作業
2. 金型(製品)交換時
 - ・色替え
同じ材料・色違い＝溶融温度は同じ
 - ・材料替え
 - * 異なる材料使用 ＝溶融温度が異なる
＝溶融粘度が異なる
 - * 洗浄材を使用
(次の材料への置換は必要)

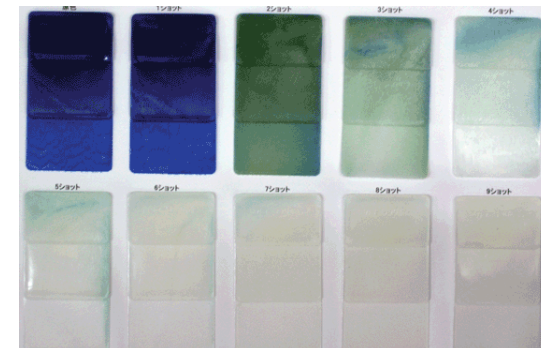
スクリュ溝内残留樹脂量 (溝部全体での概算)

- 80tonf φ32 ～330g
- 50tonf φ26 ～185g

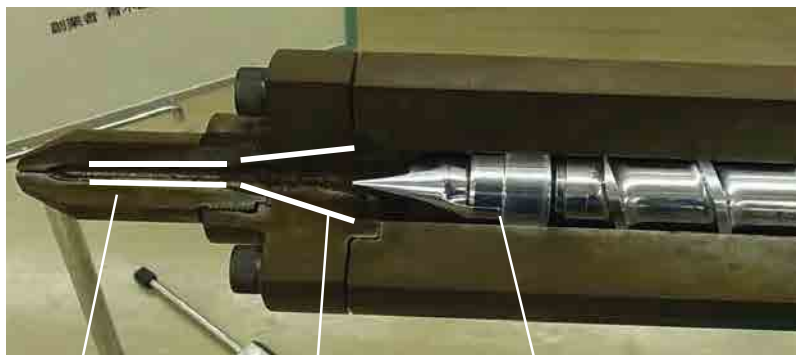


洗浄剤使用例－1-1

青色PP材料 ⇒ 洗浄剤 50g ⇒ PP材料パージ
透明になるまでのPP樹脂投入量 102.5g
透明になるまでの所要時間 8分



材料の残りやすい部分は？



ノズル内壁

ヘッド壁面

逆止弁内部

射出シリンダ内材料交換

9

スクリュを抜いて確認

PC「黒」の炭化物が
こびりついている

清掃後の状態



出典：界面工学研究所 WEB

射出シリンダ内材料交換

10

パージ作業

- 積層した滞留樹脂・炭化物を排出させるパージ対策としては、高粘度・低速パージ



パージ作業を開始。

- ① 成形機スクリュ回転数を量産成形時より下げる

【せん断熱が下がる為、熔融樹脂は高粘度化】

- ② 低速で射出を行う。量産成形時より低速射出

【積層している部分をゆっくりコソギ取る】



パージダングを確認。【積層していた滞留樹脂・炭化物が排出される】



通常の成形を開始。【異物・色むら成形不良を確認】

【ポイント】

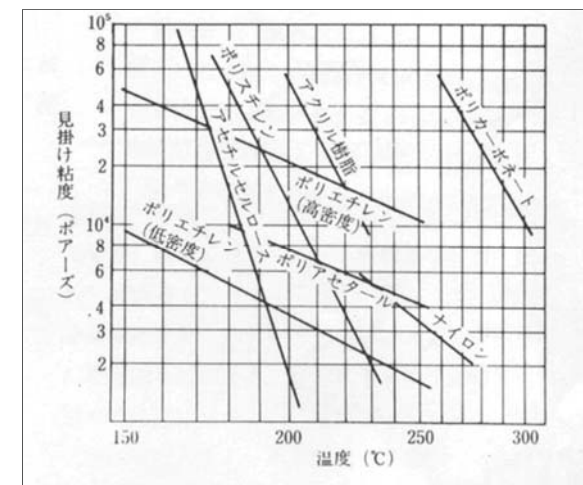
熔融樹脂粘度を変える高粘度化【粘度変化】

低速射出【流れを変える】

射出シリンダ内材料交換

11

高密度ポリエチレン(HDPE)は温度依存性が低く(粘度の低下が少ない) 実用温度範囲が広いいため、パージ材に適しているといえる。また、低温度(190℃以下)では一般用ポリスチレン(GPPS)の粘度がHDPEをよりも高くなるので、実際のパージではこの2種類をセットで使うことが多い。



射出シリンダ内材料交換

12

パージ作業に利用されるHDPE

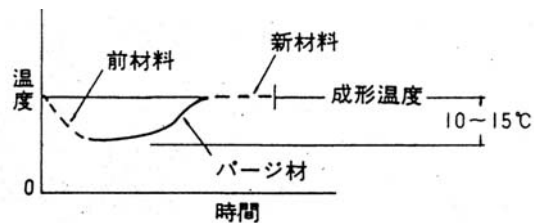
高密度ポリエチレン
密度が950~970kg/m³、
メルトフローレート(MFR)が1~10g/10分。
押し出しグレード

樹脂換えをする場合、現在使っている樹脂の粘度よりも高粘度の樹脂を使ってパージすると良い。例えばPCからPA66に置き換える場合には、PC→HDPE、HDPE→GPPS、GPPS→PA66というように温度と粘度の組合せで行うと良い。

	シリンダ温度	材料
ステップ 1	300°C	PC ⇒ HDPE
ステップ 2	180°C	HDPE ⇒ GPPS
ステップ 3	280°C	GPPS ⇒ PA66

同一樹脂の色替え

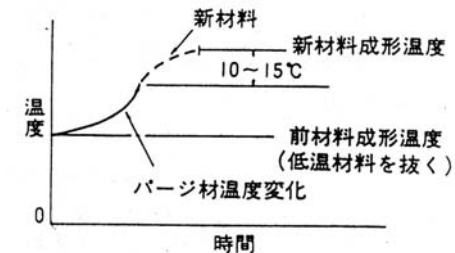
1. シリンダ内の材料が終わったら温度を10~15°C下げる
2. パージ材を投入、スクリュ回転は低め(~80rpm)背圧はやや高め(ノズルより垂れ出る)にしパージを繰り返す
3. 前の材料が除去できたら所定温度に昇温
4. 昇温後新しい材料を投入し、数回パージする



同一プラスチックの色替え

低温樹脂より高温樹脂へ

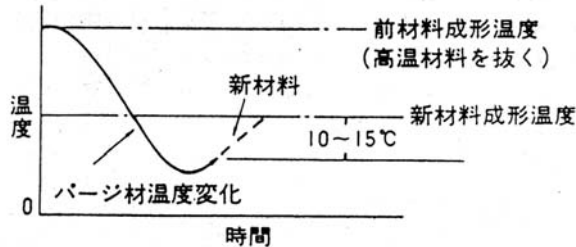
1. 前材料の成形温度のままパージ材を投入。スクリュ回転は低め(~80rpm)背圧はやや高め(ノズルより垂れ出る)にし数回パージを繰り返す
2. 新材料の成形温度より10~15°C低温のところまで昇温し新材料を投入
3. 射出・計量を数回繰り返し、その後所定温度に昇温する



低温樹脂より高温樹脂へ

高温度樹脂より低温度樹脂へ

1. 前材料の成形温度のままパージ材を投入。スクリュ回転は低め(～80rpm) 背圧はやや高め(ノズルより垂れ出る)にし十数回パージを繰り返す
2. 新材料の成形温度より10～15℃低温のところまで降温させながらパージ材を投入しパージを繰り返す
3. 新材料を投入、射出・計量を数回繰り返す、その後所定温度に昇温する



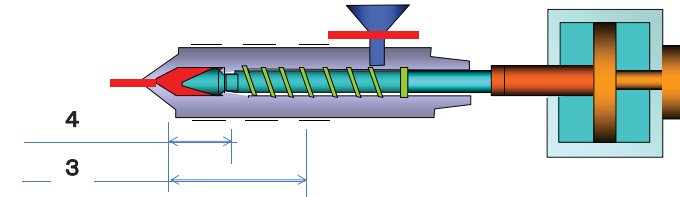
高温度樹脂より低温度樹脂へ

射出シリンダ内材料交換

17

パージ作業手順

1. ホッパーを閉じ材料が終わるまでパージ作業する
2. ホッパー内をエアガン等で清掃し新しい材料を投入する
3. 微背圧(ノズルより僅か垂れる程度)、計量値は1/2で3～4回パージする(フライト部分の樹脂換え)
4. 計量ストロークを短く(10～20mm)しノズル部分・ヘッド部分の樹脂換えをする(速度・圧力高くし射出前進・後退を組み合わせる)
(*この作業内容が結果に大きく影響する)



射出シリンダ内材料交換

18

パージ作業実習 18/Feb

Aグループ 80Tonf BOX型 発表者()

- ・ シリンダー内にはPP材あり(シリンダ温度180℃)
- ・ * シリンダ温度変更は任意
- ・ GPPS材でパージを行い材料換え確認の成形を行う
- ・ GPPS材料合計3kgf
 - 1kgf終わり ⇒ 成形し材料換え状況確認
 - 2kgf終わり ⇒ 成形し材料換え状況確認
 - 3kgf終わり ⇒ 成形し材料換え状況確認
- ・ * 3kgfでパージ完了していない場合には1kgfずつ追加しパージ作業を実施する(ただし最大 5kgfまで)

射出シリンダ内材料交換

19

パージ実習 18/Feb

Bグループ 50tonf コースタ型 発表者()

- ・ シリンダー内にはPP材あり(シリンダ温度180℃)
- ・ (* シリンダ温度変更は任意)
- ・ GPPS材でパージを行い材料換え確認の成形を行う
- ・ GPPS材料合計3kgf
 - 1kgf終わり ⇒ 成形し材料換え状況確認
 - 2kgf終わり ⇒ 成形し材料換え状況確認
 - 3kgf終わり ⇒ 成形し材料換え状況確認
- ・ * 3kgfでパージ完了していない場合には1kgfずつ追加しパージ作業を実施する(ただし最大 5kgfまで)
- ・ パージ作業結果を報告書形式でまとめ・発表する。

射出シリンダ内材料交換

20

パージ作業結果報告書(例-1)

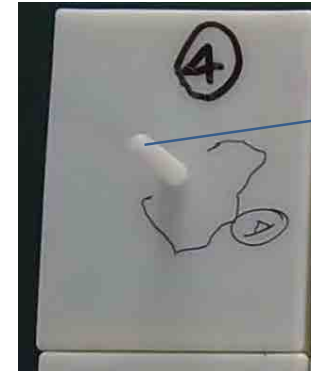
グループ	A	B	80tonf	50tonf
報告者	結果記入 サンプルは写真に記録し添付			
ステップ 1	残材料あり(大)			
ステップ 2	残材料あり(中)			
ステップ 3	残材料あり(中)			
ステップ 4	残材料あり(少し)			
ステップ 5	残材料あり(少し)			
結果整理(うまくいった理由、うまくいかなかった理由)				
短ストロークでのパージの際、射出速度が遅すぎた。シリンダ温度を上げたのが良くなかったと推測する。				

射出シリンダ内材料交換

21

パージ作業結果報告書(例-2)

(材料換え確認内容を写真で記録)



ステップ1 中心にPP残り確認

射出シリンダ内材料交換

22

M6 射出成形における 段取り替え

M6-4 初期成形条件設定と 成形品サンプリング

29/Jan/2013

初期成形条件設定-1

- ・ 新型を初めて成形する場合 (T0, T1)
 - ・ 金型品質の確認
(基本動作、機能、精度他)
 - ・ 成形条件と成形品サンプリング
(3～水準の成形条件)
 - ・ 成形条件と成形品品質の確認
(量産条件の確定)

初期成形条件設定-2

- ・ 移管型を初めて成形する場合
 - ・ 金型品質の確認
(製品部分の錆・傷等)
 - ・ 既存条件の確認・トレース
(温度・時間・充填時間・圧力)
 - ・ 成形条件と成形品品質の確認
(量産条件の確認)

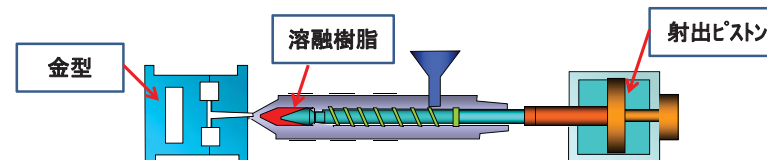
1. 射出成形条件の概要 M5-2 P5 復習 「温度、時間、圧力、速度、位置・分量」

1、射出成形の基本

1-1) 射出成形とは・・・

閉じた金型に	→ 型締力
加熱溶融・計量された樹脂を	→ 温度・材料の分量
金型内に注入(射出)し	→ 速度・圧力・時間
溶融樹脂を冷却して	→ 温度・時間

成形品を取出す。



1. 射出成形条件の概要 M5-2 P3 復習

「**温度**、**時間**、**圧力**、**速度**、**位置・分量**」

型締装置

開閉速度
低圧型締圧力
型締圧力
開閉ストローク

材料

乾燥温度
乾燥時間

射出・可塑化装置

シリンダ温度
射出速度
射出圧力
保圧力
射出時間・保圧時間
計量ストローク
計量速度(回転数)

突出装置

前進速度
前進ストローク
突出圧力

金型

金型温度
冷却時間

初期成形条件設定と成形品サンプル

5

1. 射出成形条件の概要 M5-2 P3 復習

(温度 時間 圧力 速度 位置・分量)

初期成形条件設定と成形品サンプル

6

1. 射出成形条件の概要 M5-2 P7復習

1-3) 射出成形の要素

射出成形の「**条件の5要素**」とは

温度

時間

量(位置)

速度

圧力

5要素の組み合わせにより(バランス)
成形条件が成り立つ
⇒5要素空白で質問する

*** 5要素が安定して、バランスが維持されていることが安定成形となる。**

初期成形条件設定と成形品サンプル

7

成形条件出しの手順 M5-2 P10 復習

1) 成形条件出しを行う前に

1) -① 樹脂の特性を確認する。

- ・ どの程度の温度でどの程度の時間、どの様な方法で乾燥が必要か
→ 乾燥が不十分であると成形不良だけでなく、成形品の物性低下となる事がある。
- ・ 樹脂温度としてどの程度の温度範囲で成形可能か
→ どの程度の温度で**熔融**し、どの程度の温度で**分解**するか。
- ・ 金型温度としてどの程度の温度範囲で成形可能か
→ (**熱変形温度**) がどの程度か。

各種樹脂の樹脂温度・金型温度「参考値」

樹脂名	樹脂温度「℃」	金型温度「℃」
PE	180~300	15~75
PP	200~300	40~60
PS	180~310	20~60
ABS	200~280	40~85

初期成形条件設定と成形品サンプル

8

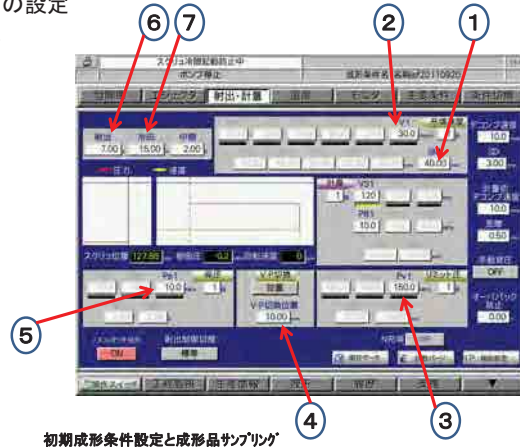
2. 成形条件出しの手順

M5-2 P20 復習

条件出し手順

- ① 計量値 (SM) の設定
- ② 射出速度 (V1) の設定
- ③ 射出圧力 (Pv1) (充填圧力) の設定
- ④ 保圧切換位置 (V/P) の設定
- ⑤ 保圧力 (Pp1) の設定
- ⑥ 射出時間の設定
- ⑦ 冷却時間の設定

①～⑦ 空白で質問する



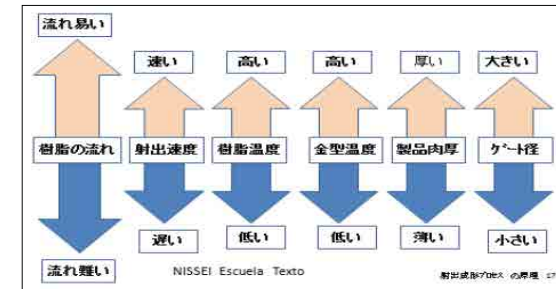
初期成形条件設定と成形品サブリング

9

成形条件出しの手順-2

M5-2 P13 復習

- 1) - ② 製品 (金型) は、どのような物であるか確認
 - ・ 厚肉製品か薄肉製品か
 - 射出時間、冷却時間、樹脂温度、金型温度はどの程度にするかの判断材料となる。
 - ・ 形状は、(ショートショット) で離型可能か
 - 射出速度、射出圧力、樹脂量をどの程度にするかの判断材料となる
 - ・ 金型の温調方法は
 - 水温調か油温調かヒータ温調か確認



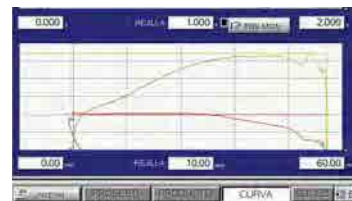
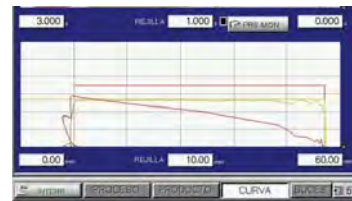
初期成形条件設定と成形品サブリング

10

計量値の設定

通常はショートショット法で徐々に計量値を増していくが金型の種類によりショートショットの程度によりキャビタリ残りの恐れあり

⇒ 計量値を計算し充填できる計量値設定を行う



初期成形条件設定と成形品サブリング

11

2.成形条件出しの手順-8

M5-2 P17 復習

2-3) 成形条件出し……

温度関係は、変更してもすぐに変化しませんので、樹脂データ、製品データより温度に直接関係するものは、原則として固定設定とします。

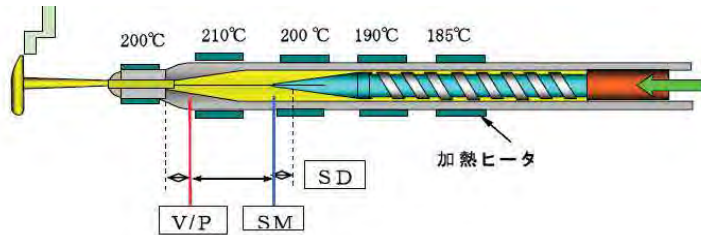
- ・ 金型温度
- ・ 加熱筒温度 (ホッパー下、通水量も含む)
- ・ スクリュー回転数 → 100~120rpm
- ・ スクリュー背圧 → 100~130kgf/cm²程度 (10~13MPa程度)
- ・ 保圧切替位置 (V/P) → 10mm

初期成形条件設定と成形品サブリング

12

スクリュ前進位置を確認しながら M5-2 P22復習

- 射出速度、射出圧力の設定（一速二圧を基本とする）
 - 射出速度（V1） 50～70mm/sec程度
 - 射出圧力（Pv1） 50～70MPa程度
 - 保圧力（Pp1） 10～13MPa程度
- * 射出画面等、スクリュ位置の表示可能な画面としておく
- 手動モードにて金型に充填し、スクリュが前進しなくなったら直ちにニュートラルに戻す。
 - この時、**スクリュ位置がどこまで前進**したか確認しておく。



初期成形条件設定と成形品サンプル

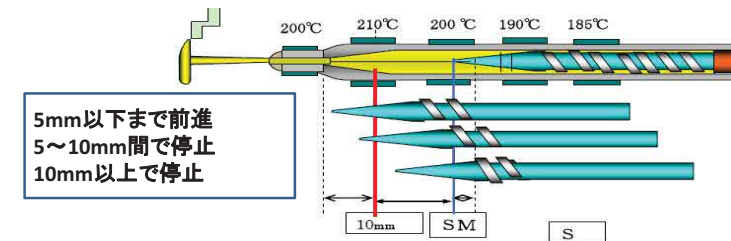
13

成形条件出しの手順-15

M5-2 P24 参照

スクリュ位置と処置 表① 原因欄を空白にし質問

成形品の状態	スクリュ位置	原因	処置
ショート ショット (未充填)	5mm以下まで前進	量が不足	計量値を増す
	5～10mm間で停止	保圧力低い	保圧を増す
	10mm以上で停止	射出速度・圧力低い	速度、射出圧力を増す
バリ、白化、 割れ (過充填)	5mm以下まで前進	充填し過ぎ	速度、射出圧力を下げる
	5～10mm間で停止	保圧力高い	保圧を下げる
	10mm以上で停止	量が多すぎ	計量値を下げる



初期成形条件設定と成形品サンプル

14

実習内容 28/feb

Aグループ →発表者を決める ()

- ・ 成形機FNX80 BOX金型
- 材料ABS 使用
- 条件4水準(保圧)
- 良品成形数は6ショット

Bグループ →発表者を決める ()

- ・ 成形機NEX50 コースタ型
- 材料ABS 使用
- 条件4水準(保圧)
- 良品成形数は6ショット

初期成形条件設定と成形品サンプル

15

実習内容のまとめ

1. 製品重量・製品寸法と保圧設定値の関係をグラフに表す
2. 代表的なモニター値等を資料にまとめる
3. 成形条件表を出力
4. 速度・圧力波形を出力

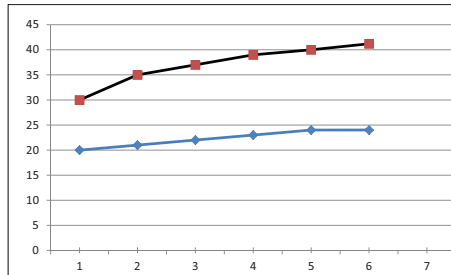
初期成形条件設定と成形品サンプル

16

成形条件のまとめ-1

各水準の製品寸法と製品重量を求め**グラフ**を作成する
寸法測定箇所は**グループ**内で決定

	寸法 平均 N=10	重量 平均 N=10
条件Ⅰ 保圧		
条件Ⅱ 保圧		
条件Ⅲ 保圧		
条件Ⅳ 保圧		



初期成形条件設定と成形品サブリング

17

成形条件のまとめ-2

代表的なモニタ値等記録

製品名	BOX	コースタ	成形機	80tonf	50tonf
型締力					tonf
射出時間					sec
冷却時間					sec
射出速度					mm/sec
充填時間					sec
射出圧力					Kgf/cm2
充填ピーク圧力					Kgf/cm2
計量時間					sec
サイクル時間					sec
ドライサイクル					sec
シリンダ温度(front)					°C
金型温度					°C
生産数					Pcs/h

初期成形条件設定と成形品サブリング

18

成形条件のまとめ-3

成形条件表をデータ出力



初期成形条件設定と成形品サブリング

19

成形条件のまとめ-4

速度・圧力波形を出力



初期成形条件設定と成形品サブリング

20

M7 製品の品質／生産管理

M7-1 理論的概念・概要

M7-2 射出成形企業に適用する品質システム

品質と生産性の理論的概念を理解し、射出成形企業に適用する品質や生産性改善手法の概要を修得する

Feb.2011

1

研修内容

- 1. 品質管理の概要
 - (1) 品質とは？
 - (2) 品質改善手法、活動
- 2. 生産性管理の概要
 - (1) 生産性とは？
 - (2) 生産性改善手法、活動

2

品質とは？

■ ISO-8402による定義

品質とは「“もの”の明示された、または暗黙のニーズを満たす能力に関する特性の全体」

(参考)

- ・暗黙のニーズを明確に定めることが望ましい
- ・“もの”とは、製品、活動、プロセス、組織など

■ ZD創始者(Philip B. Crosby)の定義

品質とは「要求条件との適合である」

3

様々な“もの”の品質

製品の品質

経営の品質

サービスの品質

仕事の品質

4

要求条件、ニーズについて

- 顧客(お客様)のニーズや暗黙の期待値
 - 顧客(お客様)とは、製品やサービスを必要とする消費者や発注者だけではない。仕事やプロセスの場合、関係する前後工程は顧客(お客様)である。
- ニーズは、時間とともに変化する
- ニーズや暗黙の期待値は、基準を持つ特性に変化される

5

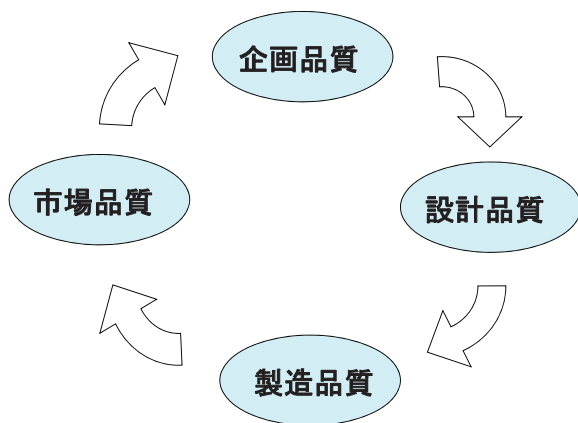
仕事の品質を上げる要求条件の明確化

➤5W1Hを明確化する(製造業の場合)

- Why(目的)
- What(内容、数量)
- When(日程、納期)
- Who(人材、組織、関係者)
- Where(工程、ライン、工場、協力企業)
- How(方法、スキル、Tool、機械)

6

様々なステージにおける“製品品質”



7

(製造)品質管理の目標

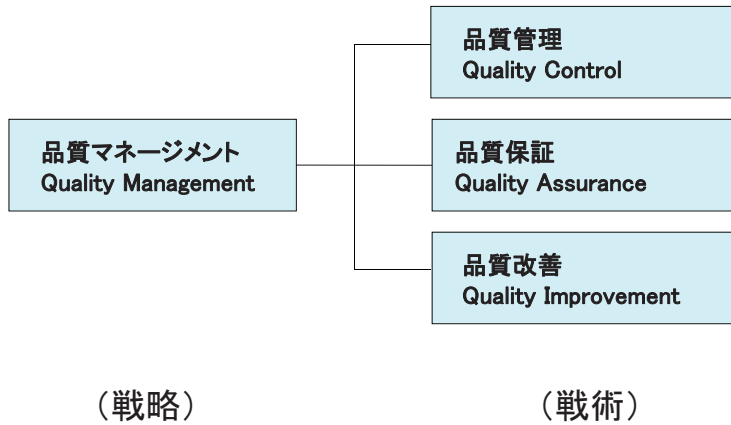
- ① 良い品質にする…品質の向上(品質基準の変更)
- ② 悪いものは作らない…品質の均一化(品質の維持)

品質管理は、製造される品物の品質を設計の品質(要求条件)に近づけるように管理する。それ以上良いものを作る必要はない。

- ・ 品質目標: 設計目標(販売面や技術面を考慮して決める目標)
- ・ 品質基準: 製造部門(作業標準通りにやれば作れるもの)
- ・ 検査基準: 検査部門が検査の基準とするもの
- ・ 保証基準: 販売部門がお客様に保障する基準となる品質

8

QMとQC

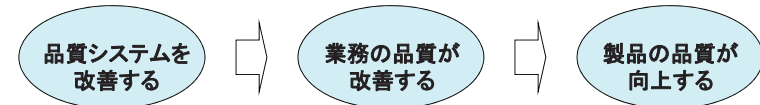


9

ISO-9000sにおける品質

- 品質システムを第三者が評価認証する
- 品質システムとは？

品質方針、品質目標、監査結果、データの分析、是正処置、予防処置及びマネジメントレビューを通じて、品質マネジメントシステムの有効性を継続的に改善する



10

品質改善手法・活動



11

射出成形企業に有効な品質システム



12

QC7つ道具とは？

(A)

- チェックシート
- パレート図
- 特性要因図
- ヒストグラム
- 散布図
- 層別
- グラフ・管理図

(B)

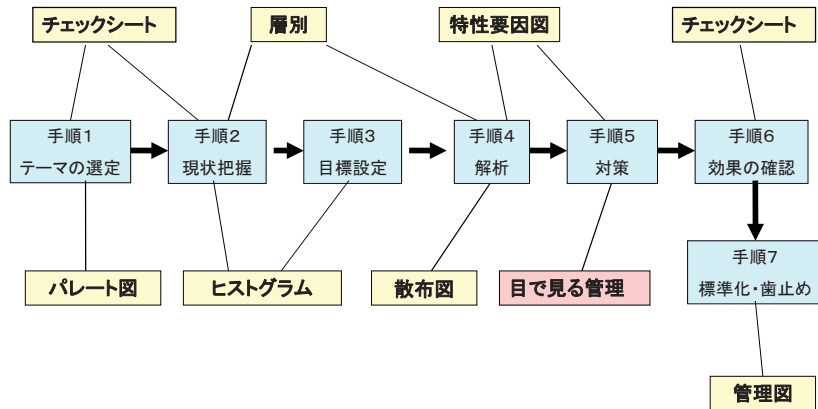
- チェックシート
- パレート図
- 特性要因図
- ヒストグラム
- 散布図
- グラフ
- 管理図

品質改善の進め方(手順)

ステップ1: テーマの選定	問題を意識してテーマを決める。問題の重要性はQC7つ道具を使って明確化する
ステップ2: 現状を把握する。	事実(データ)を収集し、現状を把握する
ステップ3: 目標の設定	目標値、期限を決める
ステップ4: 解析・分析	QC7つ道具を使って解析・分析する
ステップ5: 対策を立てる。	アイデアを出し、具体化して、その効果、実現性を評価する
ステップ6: 対策と効果の把握	対策を実施し、目標と効果を比較して満足できない場合はステップ4に戻る
ステップ7: 標準化と管理の定着	標準化し、教育・訓練するとともに維持されているかフォローする

A-347

QCストーリーとその段階で使用する道具(手法)の関係



チェックシート-1

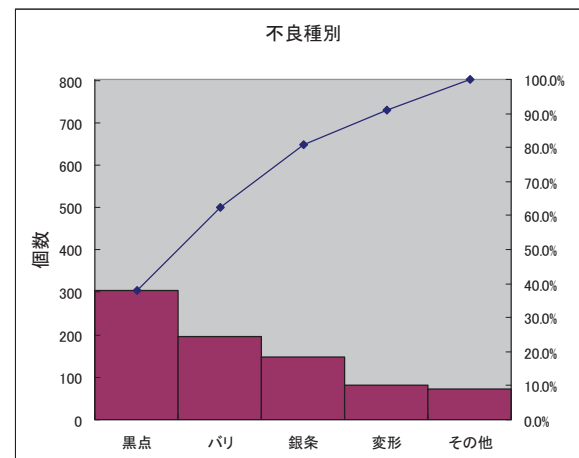
月日	5/1	5/2	5/3
①	/	/	/
②	/		/
③	///	///	///
④	/	/	
⑤			
⑥	/		/

チェックシート-2

1) 不良項目や要因の調査	・製品の不良が多く発生しているとき、どの不良項目が多いか、どの要因が最も影響しているかの調査に使用
2) 工程分布の調査	・測定データの平均やバラツキ、規格との比較に使用 ・欠陥や不良などが、製品や工程のどの位置から発生しているかの調査に使用
3) 設備保守点検	・工程で作られる品質特性(重量や寸法など)について、その分布を調べることに使用
1) 活用目的	チェックシートを活用するためには、記録データをパレート図などを用いて解析し、原因分析、対策に結びつける
2) 活用方法	① 全体の傾向を見る ② 時系列的に見る ③ 層別する
3) 活用ポイント	① 図にする ② 記号をうまく使う ③ 履歴を明確にする

17

パレート図-1



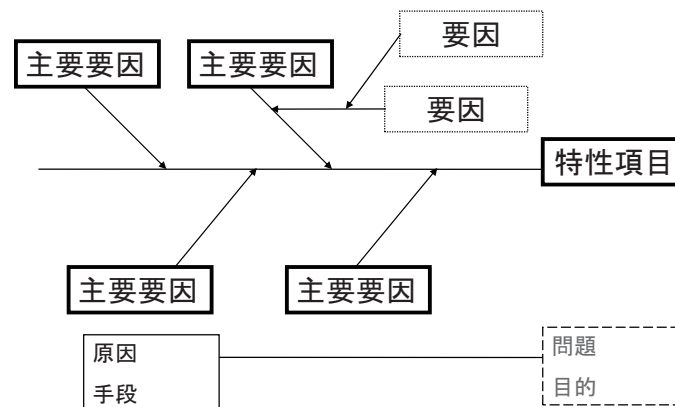
18

パレート図-2

- 活用目的
重要度をランク付けすることをABC分析と言い、重点管理課題を決め、どの項目を改善すればどの程度の効果が期待できるかを把握することが出来る。
- 活用方法
 - 改善テーマの絞込み
 - 原因の追究
 - 改善効果の確認
 - 分かりやすい報告、説得の道具
- 活用ポイント
 - 改善テーマの絞込みに使う場合は横軸の分類項目を現象別分類に、原因の追究に使う場合は原因別の分類に変えて改善に結び付けやすくする。
 - 縦軸は件数・点数よりも可能なら金額で表示する。価値の評価を金額で行う。
 - パレート図の曲線が直線に近くならないように分類方法に気を付ける。
 - パレート図から上位項目の重要度を把握しておく。
 - 改善テーマの選定では、改善効果、難易度、緊急度などを総合的に判断する。
 - その他の項目が多くならない様に分類項目を選定する。

19

特性要因図-1



20

特性要因図-2

適用

問題点を見つけ、それを改善するために関係する人々の意見を集め、最も影響すると思われる原因の解析と改善後の検討に適用される。

種類と対象

1) 原因追求型特性要因図

特性に問題となっているものを取り上げ、なぜそれが発生するのか、その要因を大骨、中骨、小骨に系統立てて整理する方法。

2) 対策検討型特性要因図

問題となっている項目を解消するために、どのような対策が必要かを検討できるように特性を取り上げ、そのための方策を整理してまとめる方法。

見方、使い方

特性要因図は解析、改善のために使われているが、他の手法と組み合わせることにより、より効果的な活用が図れる。

21

特性要因図-3

特性項目

特性項目	内 容
生産性	・生産高 ・稼働率 ・能率 ・歩留り ・製作日数 ・生産効率
品質	・不良件数 ・バラツキ ・異常 ・ミス件数 ・手直し件数 ・規格はずれ
原 価	・使用量 ・材料費 ・在庫量 ・経費 ・工数 ・人件費
納 期	・リードタイム ・検査停滞日数 ・遅れ日数 ・生産余力 ・製作日数
安 全	・ヒヤリハット件数 ・パトロール指導件数 ・無災害日数 ・度数率
人 事	・出勤率 ・提案件数 ・会合出席率

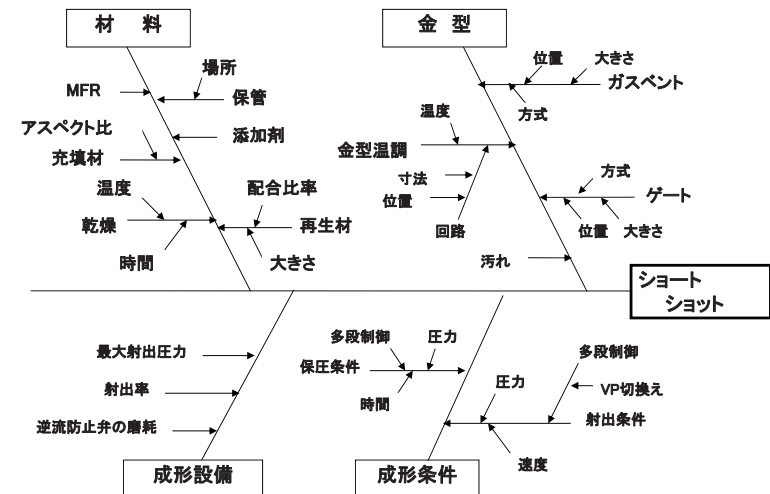
22

特性要因図-4

主要因	内 容
人	・作業経験や技量 ・健康状態 ・品質意識 ・態度 ・適任 ・指示
機 械	・日常の点検 ・故障の内容 ・整理整頓清掃 ・故障の経歴 ・機械の問題 ・機械の改善点
材 料	・材質 ・特性に影響するもの ・量 ・取り扱い方 ・取り付け方 ・処理(熱処理、表面処理)
方 法	・作業標準 ・測定器 ・測定・チェック項目 ・安全 ・作業場の配置 ・指示書

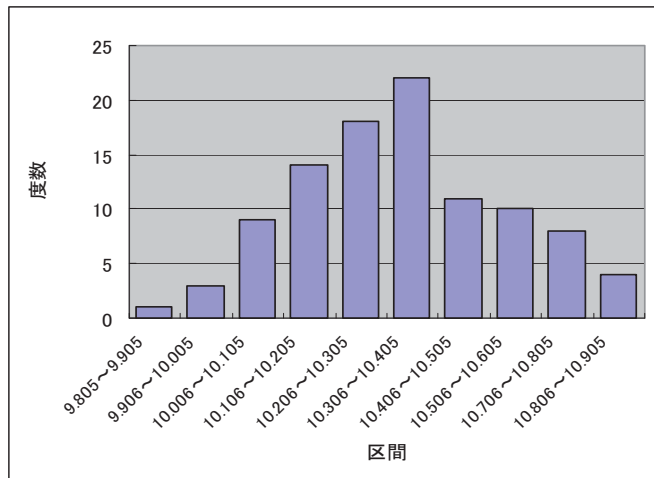
23

特性要因図-5



24

ヒストグラム－1



25

ヒストグラム－2

・データが多数あるとき、その最小と最大の間を幾つかに区分し、各区分の発生度数を棒グラフに示したもの。データのバラツキや平均値の偏りを視覚的に理解しやすい。

作り方

- ① データを集める ($n=50\sim 200$)
- ② 最大値(L)と最小値(S)を探し、範囲(L-S)を計算する
- ③ 区間の数(\sqrt{n})を求める
- ④ 区間の幅 $(L-S/\sqrt{n})$ を決める (測定単位の整数倍)
- ⑤ 境界値を決める → (第1区間下位境界値 = $S - (\text{測定単位}/2)$)
第1区間上位境界値 = 下位境界値 + 区間の幅。以後の区間も同様
- ⑥ 区間の中心値を求める
- ⑦ 度数表を作り、それを基にヒストグラムを作る

26

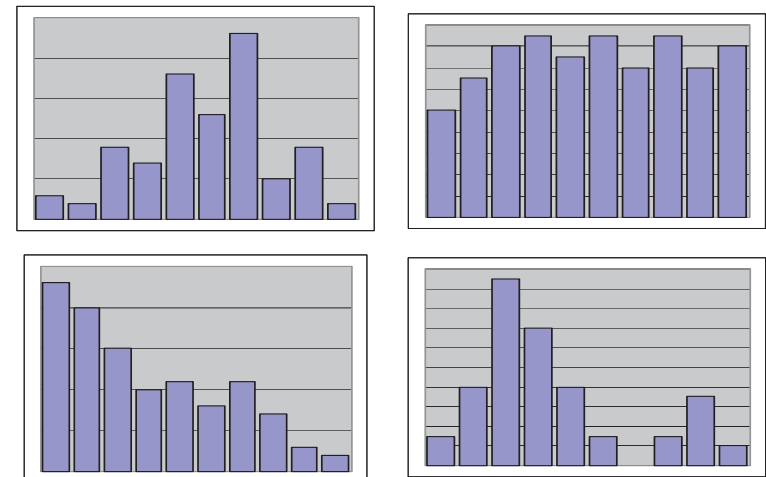
ヒストグラム－3

見方、使い方

1) ヒストグラムの見方	多少の凸凹は無視し全体の形状に着目する。
	① 分布の中心はどこか。
	② データのバラツキはどうか。
2) 規格値との比較	③ 分布の形状はどうか。
	① 分布の中心は、規格値の中央にあるか
	② 分布のばらつきは大きすぎないか、小さすぎないか
	③ 規格値よりはみ出していないか
	④ 分布は規格値の幅の中に余裕を持って入っているか

27

ヒストグラム－4

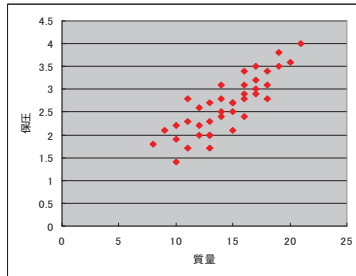


28

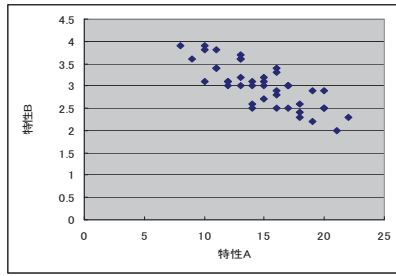
散布図－1

- 2種類のデータの相互関係を調べるため、一方を横軸(特性A)に、他方を縦軸(特性B)に取り、測定値をプロットしたグラフである。
- 保圧と質量との関係、圧着時間と接着力との関係など、対になった1組の特性値の関係をみる道具として活用する。

正の相関



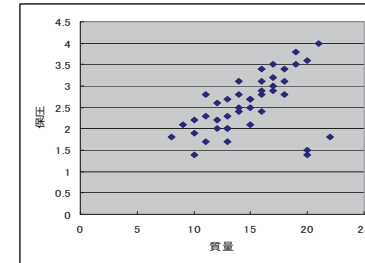
負の相関



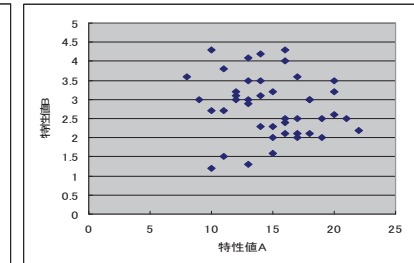
29

散布図－2

異常な点がある散布図



相関が無い散布図



30

散布図－3

適用

- 主に問題解決の原因調査、開発および生産準備段階などで使われる。特性要因図における結果と要因の間に相関関係があれば、その要因をいかにコントロールするかの対策案を検討する。
- データは層別する必要がある。例えば2台の機械で作った品物、2社から購入している部品などは、そのデータを層別しておく。それらのデータを一括した散布図のみで判断すると正しい判断が出来ない場合がある。

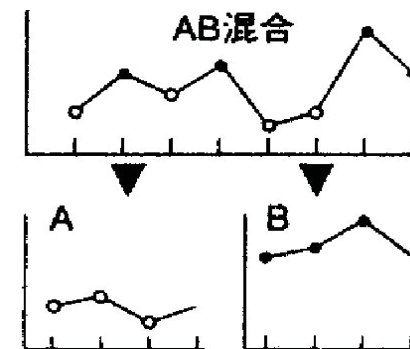
活用のポイント

- 相関を判断する際に、技術的な検討と平行して進めるのが良い
- 調査期間、データ数など限られた条件のもとで作成・判断するので技術的な裏付けが必要である
- 相関は直線と限らず曲線のケースもある

31

層別－1

- 1つの集団を何らかの特徴に基づいて幾つかの部分に分けること。分けた部分ごとに検討し、比較することによって問題解決の手がかりを得る



32

層別-2

作り方

・集団特性として集計したグラフを分析したい幾つかの層に分け、層別に分けたグラフを作製する。

層の例

・職場 ・グループ ・ライン ・作業者 ・経験年数 ・年齢
 ・製品 ・部品 ・ロット ・シフト(昼/夜) ・機械 ・材料
 ・金型No. ・キャビティNo. ・ゲートとの相対位置

33

管理図

- 製品の品質は、生産工程内の様々な要因によりバラツキを生じる。バラツキは管理できないバラツキ(偶然変動)と管理可能なバラツキ(異常変動)に分けられる。
- 管理図では中心線と上下一対の管理限界線が引かれ、データをプロットすることによって偶然変動は限界内の中に、異常変動は限界外に出る傾向を示す。
- 管理図を利用することにより、品質不良や工程異常を察知し、不良原因の除去や再発防止対策を採ることが出来るようになる。

使い方

① 工程解析用

製造工程のある期間のデータを機械別や原料別、組別などに層別、またはデータの分け方を変えて管理図を描く。それにより、どこに大きなバラツキがあるのかを調べることによりバラツキ原因を解析することが出来る。

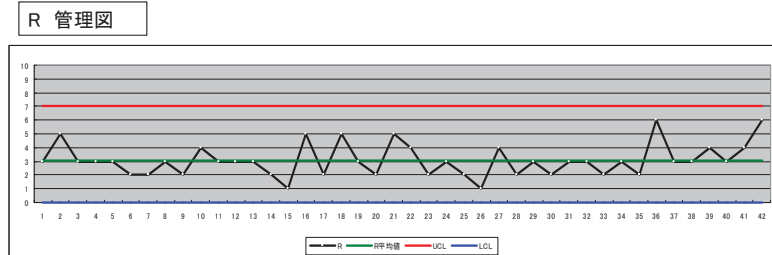
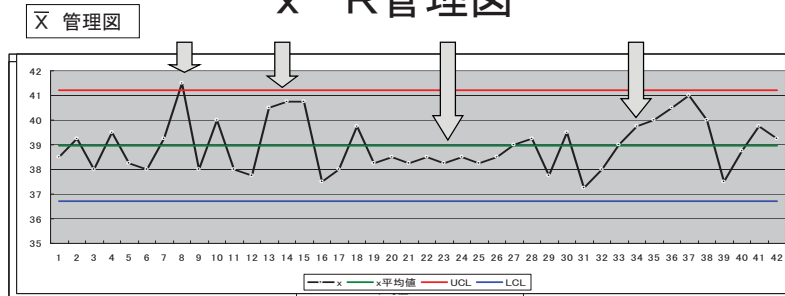
② 工程管理用

標準化などにより製造工程が安定している状態で、そのデータを連続採取し、管理図にプロットする。データが管理限界を外れたら工程に異常が発生していることを示している。その原因を調査し、再発防止対策を実施することにより品質を管理する

34

A-352

\bar{x} -R管理図



35

管理図の見方

	呼び方	見方	処置
1	管理はずれ	工程の平均値やバラツキの点が管理限界外に出る。	異常原因を示しているのので、その原因を調べ再発防止対策を講じる。
2	9つ以上の連続点	中心線の片側に連続して9つ以上の点が並ぶ。	技術面で問題がある可能性が高く調査を要す。
3	限界近くの点	管理限界の2/3以上離れた所に連続点3点中2点ある。	工程のバラツキが大きくなったことを示す。要注意
4	点の偏り	点が上向き、下向きにつながり周期性を示す。	工程管理面で問題がある可能性が高く調査を要す。
5	安定状態	連続25点以上の中に1~4項が無い。	維持を確認する。

36

管理図の種類

種類		対象
X-R管理図	計量値	長さ、重さ、時間など
P管理図	計数値	不良率(試料の大きさが等しくない場合)
nP管理図	計数値	不良個数(試料の大きさが等しい場合)
C管理図	計数値	欠点数(単位量の大きさが等しい場合)
u管理図	計数値	欠点数(単位量の大きさが等しくない場合)

37

品質管理の評価

業務の評価レベル	業務の実施状況	評価点
レベル-1	初期レベル	1
レベル-2	実施されているが、不十分な状態	2
レベル-3	最低限必要なレベル	3
レベル-4	効果が上がっているが、改善の余地が多い	4
レベル-5	理想的なレベル	5

レベル	初期品質管理	QC7つ道具
1	製造初期に品質を確認しているが、記録は残していない。	QC7つ道具が活用されていない。不良対策がその場限り。
2	製造初期に品質を確認し、記録は残しているが、活用されていない。	一部QC7つ道具を個人レベルで使っている。現状分析が出来る程度。
3	初期品質管理の明確な手順は無いが、担当者レベルで記録を残している。	QC7つ道具を理解している人が中心で問題解決に活用されている。現状分析は的確に出来る。
4	初期品質管理の手順があり、記録を残している。積極的に活用していない。	多数の社員がQC7つ道具を活用し、グラフ等で目で見える管理を実施している。
5	初期品質管理の手順が明確で、その記録を設計や工程管理に活用している。	社員全員がQC7つ道具を活用し、不良低減の効果を上げている。

38

生産性とは？

■ 生産性の定義

生産性とは投入に対する産出の割合であり、様々な生産性指標がある。

$$\text{生産性} = \text{産出 (OUTPUT)} / \text{投入 (INPUT)}$$

■ 生産性は以下に大別される

- ① 価値生産性 = 付加価値(売上げ) / 人数(時間)
- ② 物的生産性
= 財貨(生産数量 or 生産重量) / 時間(人数)

39

付加価値生産性(1人当り付加価値)

・価値生産性中で特に重要なのが付加価値を産出とし、それを生み出した人員を投入とする付加価値生産性(1人当り付加価値)である。

➢ 付加価値計算方法(控除方式)

$$\begin{aligned} \text{付加価値} &= \text{生産高} - \text{原材料費} - \text{外注加工費} - \text{動力費} \\ &= \text{加工高} \doteq \text{限界利益} \end{aligned}$$

➢ 付加価値生産性(1人当り付加価値)

$$\begin{aligned} \text{付加価値生産性} &= \text{加工高} / \text{従業員数} \\ &\doteq \text{限界利益} / \text{従業員数} \end{aligned}$$

40

生産性改善手法・活動



41

射出成形企業に有効な生産性改善手法・活動 (中間技術者が修得すべき生産性改善手法)



42

5S活動

目的

・小集団活動を通じて社員の自主性の向上、チームワーク、リーダーシップを養成し、結果として安全、快適、効率的な職場を作る。

5S	正しい意味
SEIRI	必要のものと不要ものを分け、不要ものを捨てること
SEITON	必要なものを使いやすいように置き、誰でも分かるように明示すること(定位置/定量/定方向/表示/標識)
SEISOU	職場、設備を常に掃除し、日常点検すること
SEIKETSU	上記3Sを行い、きれいな状態を維持すること
SHITSUKE	上記4Sが自然にできるよう習慣化すること

43

ムダ取り

・生産現場における“ムダ”とは、付加価値を生まないこと

7つのムダ	原因	チェック事項
作りすぎのムダ	生産計画と出荷計画のミス マッチ	製品在庫量
在庫のムダ		
運搬のムダ	設備レイアウトの不合理的	設備レイアウト
不良を作るムダ	工程能力不足など	4Mの適性
加工中のムダ	加工方法不適など	加工方法
手待ちのムダ	・工程のアンバランス ・能力のアンバランス	・工程間仕掛り品量 ・1個流し生産
動作のムダ	動作の不合理的	動作経済の原則

44

シングル段取り(SMED)-1

・“シングル段取り”とは、生産ラインや機械を止めてから生産再開までの段取り時間を10分未満で完了すること

➤ 段取りチェックリスト

No.	チェック事項	Yes	No
1	各工程で1日3回以上段取り替えが必要である		
2	段取り作業の標準時間が決まっていない		
3	段取り替えに微妙な調整が必要である		
4	段取り替え後、安定生産まで時間がかかる		
5	工具探しや工具選択に時間がかかる		

45

シングル段取り(SMED)-2

➤ 段取り時間短縮の手順

No.	項目	内容
1	現状分析	準備、工具取付け、調整などに分類して時間測定する
2	目標値の明確化	最初の目標時間を現状の半分とする
3	治工具の整理整頓	ムダのない配置になるよう治工具を整理整頓する
4	段取りの区分と再構築	“内段取り”の“外段取り”化を行う
5	内段取り時間の短縮	内段取り時間そのものを短縮する
6	総段取り時間の短縮	段取りに要する総時間(工数)を短縮する
7	効果の確認	最初の目標(現状の半分の時間)に対する成果を確認する

46

シングル段取り(SMED)-3

➤ 段取り時間短縮の着眼点

No.	項目	内容
1	内／外段取り作業の分解	“内段取り”→“外段取り”化の徹底
2	金型、治工具標準化の推進	金型と機械の位置決め、締付け部寸法の標準化
3	締め付けの簡素化	必要最少締付け(締付け金具の工夫)
4	仲介治具の活用	仲介治具を使用して外段取り化する
5	共同作業の実施	大きい金型は複数の人員で一気に行う
6	調整作業の廃止	無調整で生産開始できるように工夫する
7	能率向上装置の導入	能率向上装置を導入(費用対効果を検討)

47

TPM活動-1

➤ TPM(Total Productive Maintenance)とは？

・TPMとは、設備保全を総合的、全社的に行うことによって災害、故障、品質不良ゼロを目指す品質/生産性改善活動である。

➤ PM(Productive Maintenance)の手法

手法	内容
PM: Preventive Maintenance	故障が起きる前に定期保全する手法
BM: Breakdown Maintenance	故障が起きてから保全する手法
CM: Corrective Maintenance	故障しにくいよう改良保全する手法
MP: Maintenance Prevention	故障しにくく、保全しやすい設備設計とする手法

48

TPM活動-2

＞ TPMの考え方

項目	内容
活動目的	生産システムを極限的に効率化する企業体質づくり
管理手段	生産システムのライフサイクル全体を対象とし、あらゆるロスを未然防止する仕組みを構築する
参加方式	全員参加の自主的な小集団活動
達成目標	災害“ゼロ”、故障“ゼロ”、不良“ゼロ”など、あらゆるロスを“ゼロ”にする

49

TPM活動-3

＞ 6大ロスとは？

No	ロス	内容
1	故障ロス	設備の機能停止型、または機能低下型故障による時間的ロス
2	段取り調整ロス	段取り替えに伴う時間的ロス、および試打ちによる不良ロス
3	立ち上がりロス	始業時や段取り後の時間的ロスおよび不良ロス
4	チョコ停ロス	一時的なトラブルにより設備が停止や空転しているロス
5	速度低下ロス	設備の設計速度と実際の速度の差による時間的ロス
6	工程不良ロス	不良による物的ロスや手直しによる時間的ロス

50

M7 製品の品質／生産管理

M7-3 品質管理に使うグラフ①

品質管理には、様々なグラフが使われる。それらグラフの使い方を学び、演習によってグラフの作り方を修得する。(演習問題編)

May2011

1

研修内容

- 1. グラフとは？
- 2. グラフの種類と使い方
- 3. グラフ作成演習
 - (1) グラフ作成演習-1
 - (2) グラフ作成演習-2
 - (3) グラフ作成演習-3

2

グラフとは？

■ 定義

グラフとは、データ(数字)の統計的解析結果を分かりやすく図示したもの

■ グラフの効果

- (1) 数字の視覚化により情報を早く、深く理解する、またはさせるのに役立つ
- (2) 読む労力から解放される

3

グラフの種類と使い方

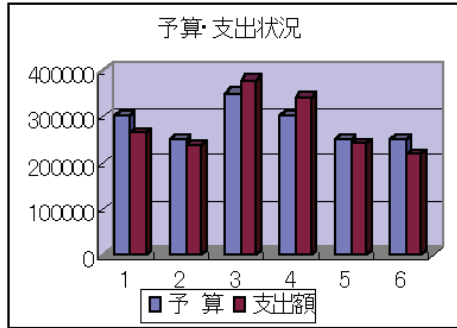
グラフの種類(表現形式による分類)

- 棒グラフ
- 折れ線グラフ
- 円グラフ
- 帯グラフ
- Zグラフ
- レーダーチャート

4

棒グラフ

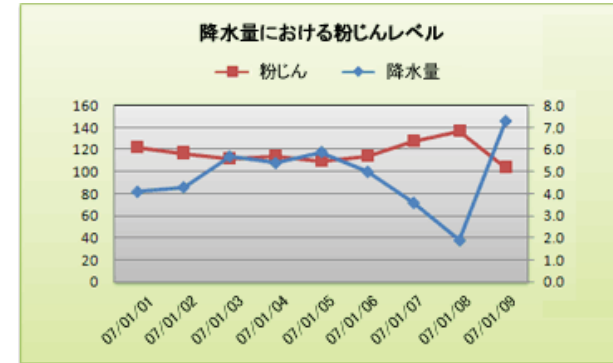
使用目的: 時間的に変化する数量の大小を比較したいとき



出所: WEB(EXCELグラフの作成方法)より

折れ線グラフ

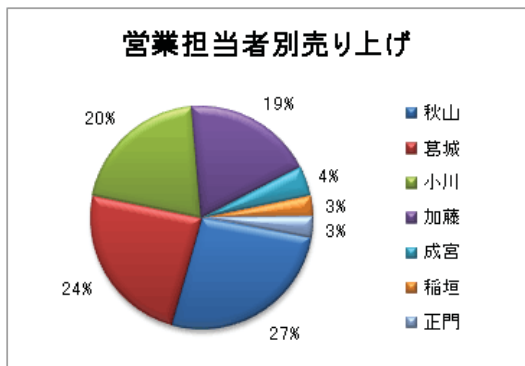
使用目的: 時間的な変化を示したいとき



出所: (株)日科技研 WEBページより

円グラフ

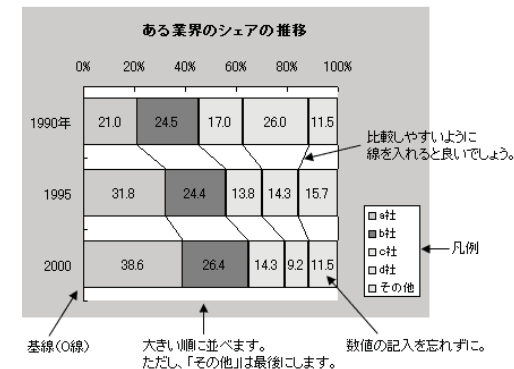
使用目的: 全体に対する部分の割合を示したいとき



出所: Microsoft Office WEBページより

帯グラフ(1)

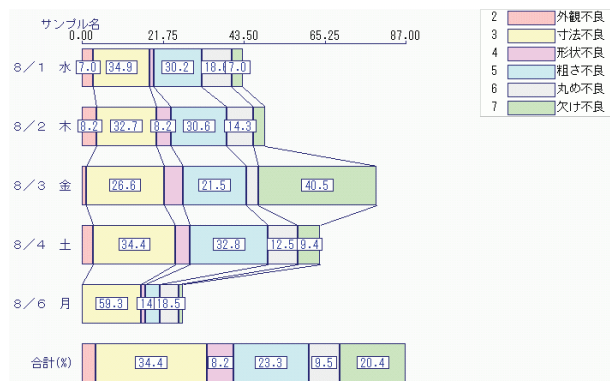
使用目的: 項目ごとの内訳や他サンプルとの比較を示したいとき(百分率)



出所: 東京都統計協会 WEBページより

帯グラフ(2)

使用目的: 項目ごとの内訳や他サンプルとの比較を示したいとき(絶対値)

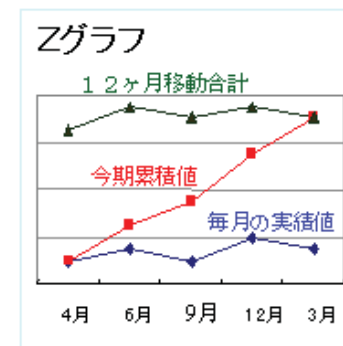


出所: (株)日科技研 WEBページより

9

Zグラフ

使用目的: 目標値の達成状況をチェックしたいとき

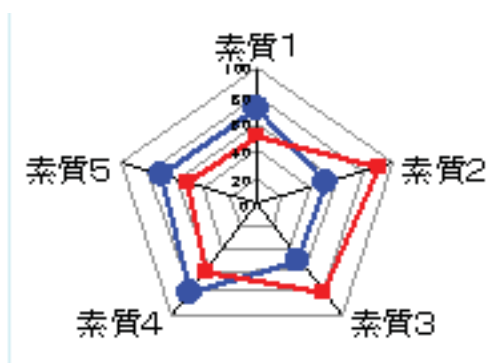


出所: WEBページ 小暮仁Web教材より

10

レーダーチャート

使用目的: 項目間のバランスをみたいとき



出所: WEBページ 小暮仁Web教材より

11

グラフの作成演習(1)

演習1: 表1のデータから適正なグラフを作成し、世帯数および1世帯人数の変化を考察しなさい。

表1: 世帯人数別一般世帯数 (単位: 1,000世帯)

1世帯人数	1970年	1980年	1990年	2000年
1人	6,137	7,105	9,390	12,911
2人	4,184	6,001	8,370	11,743
3人	5,322	6,475	7,351	8,810
4人	6,885	9,070	8,788	7,925
5人	3,907	3,982	3,805	3,167
6人以上	3,862	3,190	2,967	2,225
合計	30,297	35,823	40,671	46,781

出典: 総務省統計局「国勢調査報告」

12

グラフの作成演習(2)

演習2: 表2のデータから本年36期の売上が500(百万円)に到達するかどうか管理用グラフを作成して予測しなさい

表2: 期ごとの売上高 (単位: 百万円)

34期	売上高	35期	売上高	36期	売上高
昨年1月	65	昨年7月	79	本年1月	113
2月	80	8月	34	2月	90
3月	46	9月	44	3月	129
4月	91	10月	35	4月	
5月	75	11月	75	5月	
6月	49	12月	57	6月	
合計	406	合計	324	合計	

13

グラフの作成演習(3)

演習3: 表3のデータから適正なグラフを作成し、A君の数学に対する今回の成績、分野別傾向を評価しなさい

表3: 中学生A君の数学テストの分野別正答率

項目	前回	今回
	%	%
数と式	80	90
関数	87	100
図形	48	82
確率と統計	65	56
集合と論理	60	78

14

M7 製品の品質／生産管理

M7-3 品質管理に使うグラフ②

品質管理には、様々なグラフが使われる。それらグラフの使い方を学び、演習によってグラフの作り方を修得する。(解答解説編)

May2011

1

グラフの作成演習(1)

演習1:表1のデータから適正なグラフを作成し、世帯数および1世帯人数の変化を考察しなさい。

表1:世帯人数別一般世帯数 (単位:1,000世帯)

1世帯人数	1970年	1980年	1990年	2000年
1人	6,137	7,105	9,390	12,911
2人	4,184	6,001	8,370	11,743
3人	5,322	6,475	7,351	8,810
4人	6,885	9,070	8,788	7,925
5人	3,907	3,982	3,805	3,167
6人以上	3,862	3,190	2,967	2,225
合計	30,297	35,823	40,671	46,781

出典:総務省統計局「国勢調査報告」

2

グラフの作成演習(1)-解答①

手順1:グラフの種類を決める

全体に対する部分の割合、およびその時間的推移を表すグラフとしては、**帯グラフ**が最適である

手順2:グラフの表題を決める

内容を的確に表す表題をつける。演習1の場合は、「**世帯人員別世帯数の割合**」とする

手順3:各分類項目について比率を計算する

比率=(データ/合計)×100 (%)

3

グラフの作成演習(1)-解答②

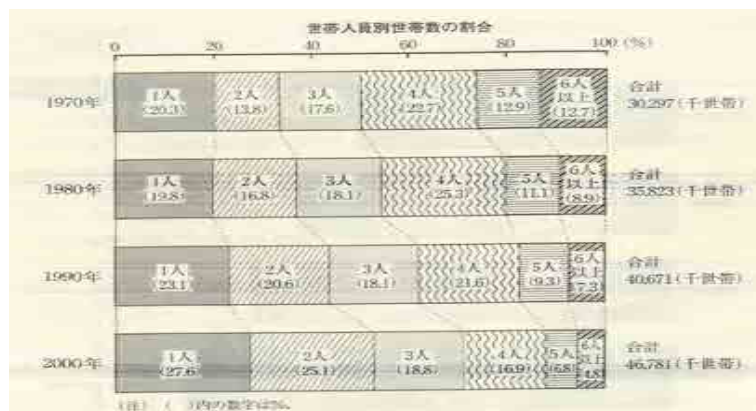
手順3:各分類項目について比率を計算する

1世帯 当り人数	1970年		1980年		1990年		2000年	
	世帯数	%	世帯数	%	世帯数	%	世帯数	%
1人	6,137	20.3	7,105	19.8	9,390	23.1	12,911	27.6
2人	4,184	13.8	6,001	16.8	8,370	20.6	11,743	25.1
3人	5,322	17.6	6,475	18.1	7,351	18.1	8,810	18.8
4人	6,885	22.7	9,070	25.3	8,788	21.6	7,925	16.9
5人	3,907	12.9	3,982	11.1	3,805	9.3	3,167	6.8
6人以上	3,862	12.7	3,190	8.9	2,967	7.3	2,225	4.8
合計	30,297	100	35,823	100	40,671	100	46,781	100

4

グラフの作成演習(1)-解答③

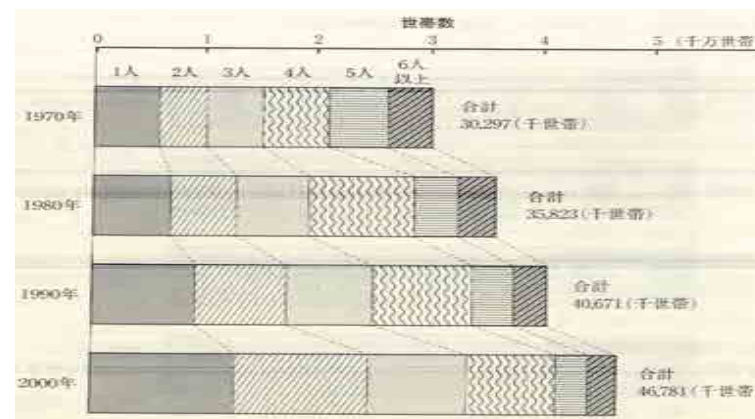
手順4: 年次別に各項目の帯グラフ(百分率)を作成する



5

グラフの作成演習(1)-解答④

手順4: 年次別に各項目の帯グラフ(絶対値)を作成する



6

グラフの作成演習(1)-解答⑤

手順5: 考察する

全体に対する部分の割合、およびその変化から特徴的な点を考察する。演習1の例を以下に示す。

1980年までは4人世帯が最も多く、次いで1人世帯の順であったが、1990年には1人世帯が最大となり、2000年には2人以下の世帯が過半となるなど世帯の少人数化が進んでいる。

7

グラフの作成演習(2)

演習2: 表2のデータから本年36期の売上が500(百万円)に到達するかどうか管理用グラフを作成して予測しなさい

表2: 期ごとの売上高 (単位: 百万円)

34期	売上高	35期	売上高	36期	売上高
昨年1月	65	昨年7月	79	本年1月	113
2月	80	8月	34	2月	90
3月	46	9月	44	3月	129
4月	91	10月	35	4月	
5月	75	11月	75	5月	
6月	49	12月	57	6月	
合計	406	合計	324	合計	

8

グラフの作成演習(2)-解答①

手順1: グラフの種類を決める

目標値の達成状況を管理するグラフとしては、**Zグラフ**が最適である

手順2: グラフの表題を決める

内容を的確に表す表題をつける。演習2の場合は、「**売上高の管理**」とする

手順3: 管理期間ごとに累積数を計算する

累積数 = それ以前の累積数 + 数量

9

グラフの作成演習(2)-解答②

■ 管理期間は期(6か月)なので期ごとの累積数を計算する

34期	売上高	累積数	35期	売上高	累積数	36期	売上高	累積数
昨年			昨年			本年		
1月	65	65	7月	79	79	1月	113	113
2月	80	145	8月	34	113	2月	90	203
3月	46	191	9月	44	157	3月	129	332
4月	91	282	10月	35	192	4月		
5月	75	357	11月	75	267	5月		
6月	49	406	12月	57	324	6月		
合計	406		合計	324		合計		

10

グラフの作成演習(2)-解答③

手順4: 移動合計を計算する

「移動合計」とは、“その時からさかのぼった管理期間分の数量を合計したもの”である。

演習2の場合、管理期間は6か月なので、その月からさかのぼって6か月間の売上高の合計が移動合計である。

(36期・本年3月の場合)

移動合計 = 35 + 75 + 57 + 113 + 90 + 129 = 499

11

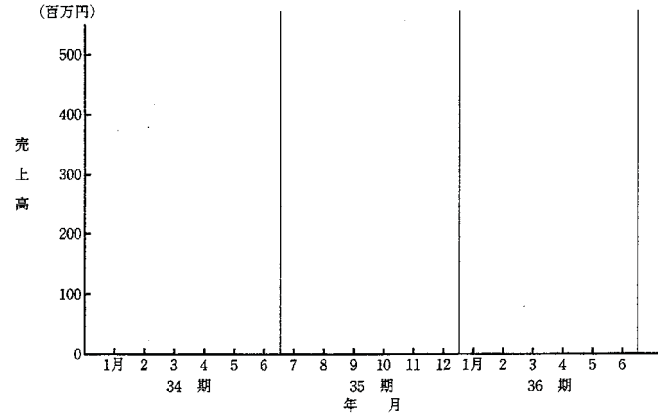
グラフの作成演習(2)-解答④

34期	売上高	累積数	移動合計	35期	売上高	累積数	移動合計	36期	売上高	累積数	移動合計
昨年				昨年				本年			
1月	65	65		7月	79	79	420	1月	113	113	358
2月	80	145		8月	34	113	374	2月	90	203	414
3月	46	191		9月	44	157	372	3月	129	332	499
4月	91	282		10月	35	192	316	4月			
5月	75	357		11月	75	267	316	5月			
6月	49	406	406	12月	57	324	324	6月			
合計	406			合計	324			合計			

12

グラフの作成演習(2)-解答⑤

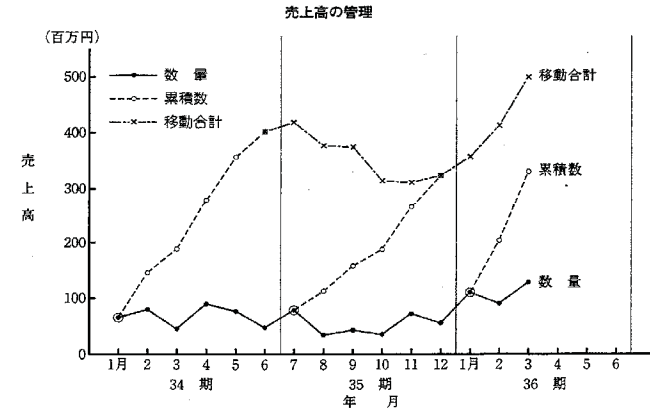
手順5: 横軸に時間、縦軸に数量をとり、目盛を記入する



13

グラフの作成演習(2)-解答⑥

手順6: 売上高、累積数、移動合計を折れ線グラフで表す



14

グラフの作成演習(2)-解答⑦

手順7: グラフから本年36期の売上が500(百万円)に到達するかどうか予測する

- ・累積数: 期の途中で線の伸び率(傾き)をみて期末の累積売上高を予測できる。
- ・移動合計: 長期(演習2では6カ月)傾向が捉えられる
- 移動合計線から35期の売上げは下降または横ばい傾向であるが、36期は上昇傾向であり、累積数の伸び率(傾き)から500(百万円)の目標は達成できそうである

15

グラフの作成演習(3)

演習3: 表3のデータから適正なグラフを作成し、A君の数学に対する今回の成績、分野別傾向を評価しなさい

表3: 中学生A君の数学テストの分野別正答率

項目	前回	今回
	%	%
数と式	80	90
関数	87	100
図形	48	82
確率と統計	65	56
集合と論理	60	78

16

グラフの作成演習(3)-解答①

手順1: グラフの種類を決める

各項目のバランスをチェックするグラフとしては、**レーダーチャート**が最適である

手順2: グラフの表題を決める

内容を的確に表す表題をつける。演習3の場合は、「**数学テスト分野別正答率**」とする

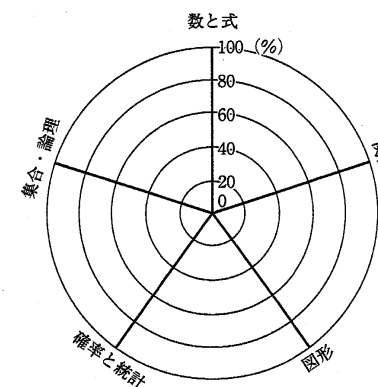
手順3: 同心円を分類項目数で等分し、区画線を引く

演習3では5分類なので円を**5等分**する

17

グラフの作成演習(3)-解答②

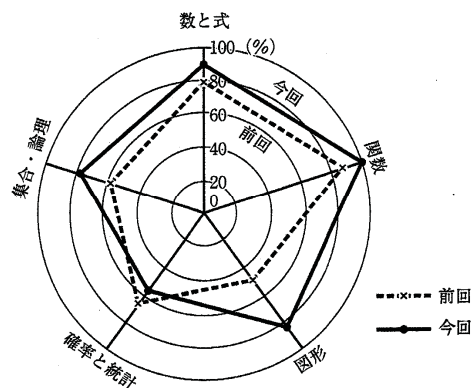
■ 20%ごとの同心円と5分野の区画線を引く



18

グラフの作成演習(3)-解答③

手順4: 前回と今回のデータを打点し、識別線で結ぶ



19

グラフの作成演習(3)-解答④

手順5: グラフから今回の成績、分野別傾向を評価する

A君の数学テストの成績(正答率)は、前回より今回のほうが向上している。分野別では、“関数”が得意であり、“確率と統計”が苦手の傾向である。

20

M7 製品の品質／生産管理

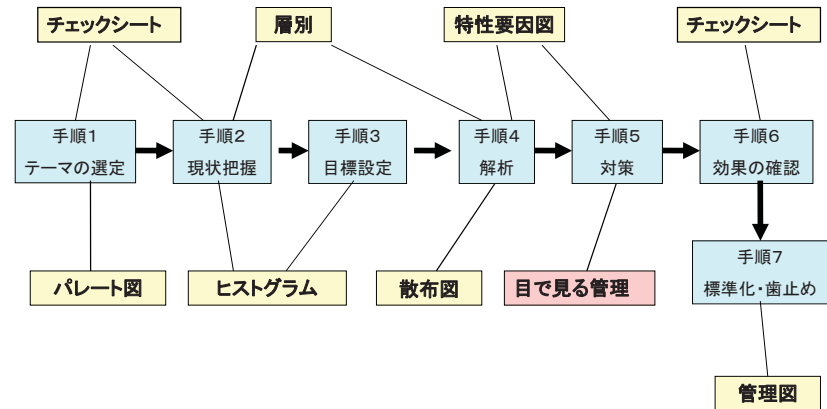
M7-4 製品の不良の原因と分析方法 (QC7toolほか)①-1

射出成形では、様々な成形不良が発生する。それら不良の原因を究明し、対策を講じる手法として“QC7つ道具など”を使った分析方法を修得する。(演習問題編)

Jun2011

1

QCストーリーとその段階で使用する道具(手法)の関係



2

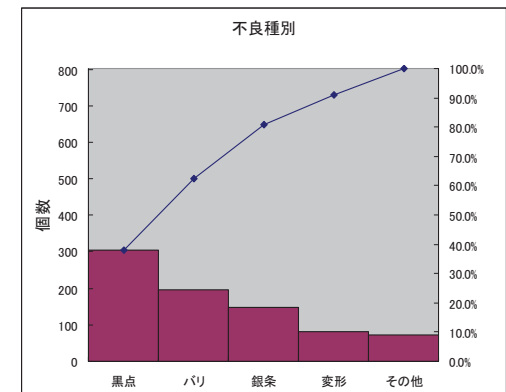
研修内容

- 手順1:改善テーマの選定
 1. パレート図とは?
 2. パレート図活用の仕方
 3. パレート図の作り方
 4. パレート図の作成演習

3

1. パレート図とは?

管理対象項目 (各種製品の生産数量や不良品数量、不良損失金額など)を縦軸として多い順に棒グラフで示し、それに累積数量や累積比率を表した折れ線グラフを付加した図



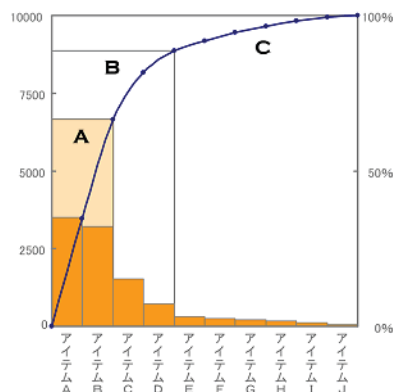
4

2. パレート図活用の仕方(1)

■ABC分析

パレート図を用いて管理対象項目を重要な順にA・B・Cの3つのランクに分ける方法。

管理対象項目が、横軸：生産品目(Products)、縦軸：その数量(Quantity)となる場合は、“PQ分析”ともよばれる。



5

2. パレート図活用の仕方(2)

■射出成形における品質/生産性改善活動では、まずパレート図を用いてPQ分析や成形不良品のABC分析を行い、改善テーマを選定する。

■改善テーマは、できるだけ具体的な内容とする。
 (例) ・成形品Aの“黒点”不良の低減
 ・成形品Bの“ひげ”および“銀条”不良の低減

6

3. パレート図の作り方(1)

例題1:

A社のプラスチック射出成形部門における改善グループBでは、成形品Hの成形不良低減をテーマに活動することになった。表1は、最近1か月間の生産数量2,163個に対する成形不良データである。パレート図を作成し、今後の進め方を考察しなさい。

表1: 成形品Hの成形不良データ表

不良項目	不良品数	1個当り損失金額(円)
ふくれ	13	8,000
しわ	55	1,000
欠け	23	20,000
歪	20	40,000
クラック	29	50,000
異物混入	41	10,000
その他	7	10,000
合計	188	—

7

3. パレート図の作り方(2)

手順1: 分類項目を決め、データを集める。

例題1のケースでは、不良品数より損失金額が重要なので分類項目を損失金額としてデータ表に追記する。

不良項目	不良品数	1個当り損失金額(円)	損失金額(円)
ふくれ	13	8,000	104,000
しわ	55	1,000	55,000
欠け	23	20,000	460,000
歪	20	40,000	800,000
クラック	29	50,000	1,450,000
異物混入	41	10,000	410,000
その他	7	10,000	70,000
合計	188	—	3,349,000

8

3. パレート図の作り方(3)

手順2: データを大きさの順に並べかえる。

No.	不良項目	不良品数	1個当り損失金額(円)	損失金額(円)
1	クラック	29	50,000	1,450,000
2	歪	20	40,000	800,000
3	欠け	23	20,000	460,000
4	異物混入	41	10,000	410,000
5	ふくれ	13	8,000	104,000
6	しわ	55	1,000	55,000
7	その他	7	10,000	70,000
合計		188	—	3,349,000

9

3. パレート図の作り方(4)

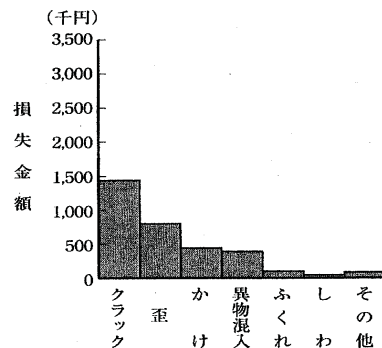
手順3: 累積金額を計算し、データ表に追記する。

No.	不良項目	不良品数	1個当り損失金額	損失金額(円)	累積金額(円)
1	クラック	29	50,000 (円)	1,450,000	1,450,000
2	歪	20	40,000	800,000	2,250,000
3	欠け	23	20,000	460,000	2,710,000
4	異物混入	41	10,000	410,000	3,120,000
5	ふくれ	13	8,000	104,000	3,224,000
6	しわ	55	1,000	55,000	3,279,000
7	その他	7	10,000	70,000	3,349,000
合計		188	—	3,349,000	3,349,000

10

3. パレート図の作り方(5)

手順4: 損失金額を縦軸にして棒グラフを作図する。

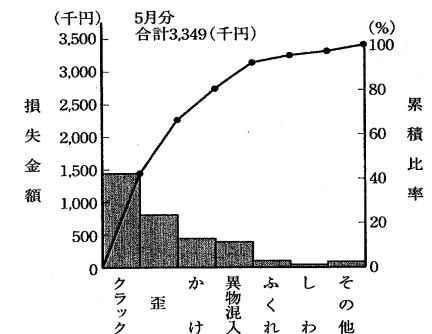


11

3. パレート図の作り方(6)

手順5: 右縦軸に累積比率を追記し、累積金額を折れ線グラフにして作図する。必要事項を記入してパレート図を完成させる。

製品名: 成形品H
 期間: 5月1日~5月31日
 作成者: Ing. Freddy G. S.



12

3. パレート図の作り方(7)

手順6: 考察する。

成形品Hの不良損失金額のうち、上位3項目で全損失金額の81%を占めている。今後の進め方としては、損失金額の多い“クラック”、“歪”、“欠け”に的を絞リ、その発生原因を追究し、再発防止対策を検討すべきである。

ただし、技術的難易度や緊急度、対策に要する費用などを総合的に検討して判断する必要がある。

注意:

“その他”の項目は、その数量が多くても棒グラフの右端に書く。

13

3. パレート図の作り方(8)

横軸の分類項目(管理対象項目)

- 現象に関するもの:不良項目別/不良内容別/位置別
- 設備に関するもの:機械別/金型別/治具別/工具別
- 人に関するもの:個人別/係別/勤務シフト別/年齢別
- 方法に関するもの:圧力・速度・温度などの条件別/
- 材料に関するもの:メーカー別/ロット別/銘柄別/成分別
- 時間に関するもの:時間別/日別/週別/月別/季節別

14

3. パレート図の作り方(9)

縦横軸の特性値

- 金額に関するもの:損失金額/販売金額/人件費/諸経費
- 品質に関するもの:不良品数/不良数/返品数/不良率
- 時間に関するもの:作業時間/稼働時間/故障時間
- 生産量に関するもの:生産数/加工数/処理件数/収率
- 納期に関するもの:納入日数/工期/遅延日数
- 安全に関するもの:災害件数/事故件数/度数/度数率
- モラルに関するもの:出勤率/欠勤率/参加率

15

4. パレート図の作成演習

演習1:表2はC社プラスチック射出成形部門の最近1カ月間の生産品目とその数量および不良数である。必要なパレート図を作成し、品質改善の進め方を考察しなさい。

表2:

生産品目	生産数量	不良数量
CABINET	3,000	90
COVER	4,000	80
WINDOW	5,000	10
BUTTON	10,000	40
LEVER	22,000	110
GEAR	30,000	120
KNOB	6,000	60
合計	80,000	510

16

M7 製品の品質／生産管理

M7-4 製品の不良の原因と分析方法 (QC7toolほか)①-2

射出成形では、様々な成形不良が発生する。それら不良の原因を究明し、対策を講じる手法として“QC7つ道具など”を使った分析方法を修得する。(解答解説編)

Jun2011

1

4. パレート図の作成演習

演習1: 表2は C社プラスチック射出成形部門の最近1カ月間の生産品目とその数量および不良数である。必要なパレート図を作成し、品質改善の進め方を考察しなさい。

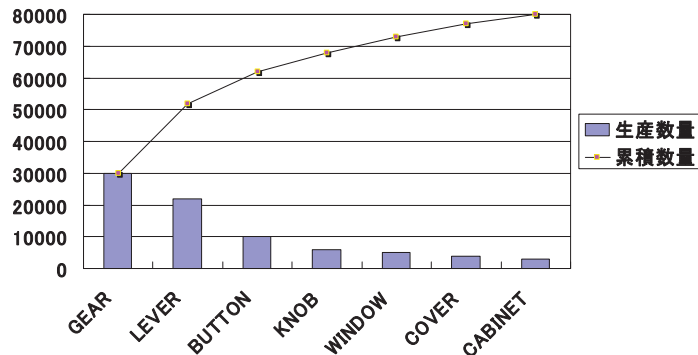
表2:

生産品目	生産数量	不良数量
CABINET	3,000	90
COVER	4,000	80
WINDOW	5,000	10
BUTTON	10,000	40
LEVER	22,000	110
GEAR	30,000	120
KNOB	6,000	60
合計	80,000	510

2

4. パレート図の作成演習(1)

- 縦軸を生産数量としてPQ分析する。
GEARやLEVERは改善対象品目として適正か？



3

4. パレート図の作成演習(2)

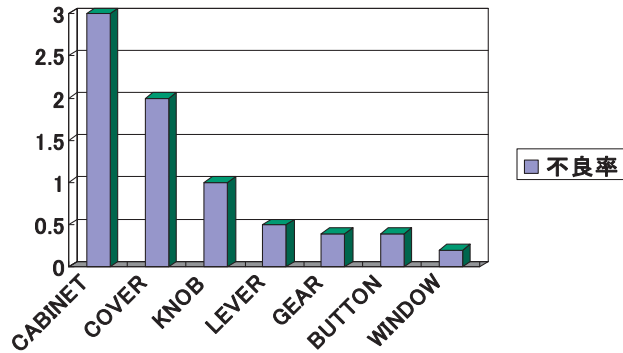
- 各生産品目の不良率をチェックする。

生産品目	生産数量	不良数量	不良率(%)
CABINET	3,000	90	3.0
COVER	4,000	80	2.0
WINDOW	5,000	10	0.2
BUTTON	10,000	40	0.4
LEVER	22,000	110	0.5
GEAR	30,000	120	0.4
KNOB	6,000	60	1.0
合計	80,000	510	0.64

4

4. パレート図の作成演習(3)

- 縦軸を不良率としてパレート図化する。
改善対象品目としてCABINETやCOVERを選定すべき？



5

4. パレート図の作成演習(4)

- 演習1だけの情報から品質改善品目を選定する場合は、生産数量の多いGEARやLEVERではなく、不良率が異常に大きいCABINETやCOVERを選定すべきである。
- ただし、より望ましい品質改善の進め方としては、品目毎の不良損失金額を算定してパレート図化すること。
- 更には、上記損失金額の大きいAグループの品目について不良内容を分類項目(横軸)としてパレート図を作り、技術的難易度や緊急度、対策に要する費用などを総合的に検討して改善テーマを決定する。

6

4. パレート図の作成演習(5)

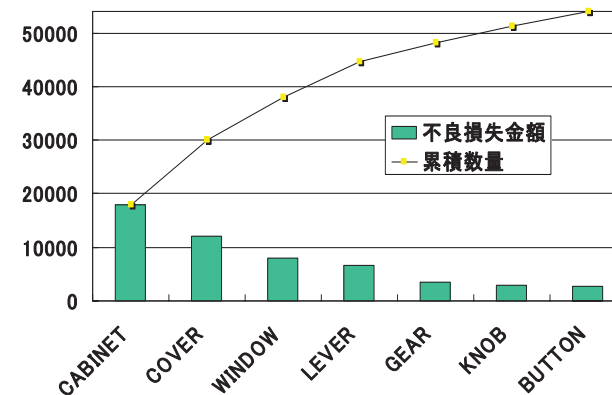
- 各生産品目の不良損失金額を算定する。

生産品目	生産数量	不良数量	不良損失金額(円)
CABINET	3,000	90	18,000
COVER	4,000	80	12,000
WINDOW	5,000	10	8,000
BUTTON	10,000	40	2,800
LEVER	22,000	110	6,600
GEAR	30,000	120	3,600
KNOB	6,000	60	3,000
合計	80,000	510	54,000

7

4. パレート図の作成演習(6)

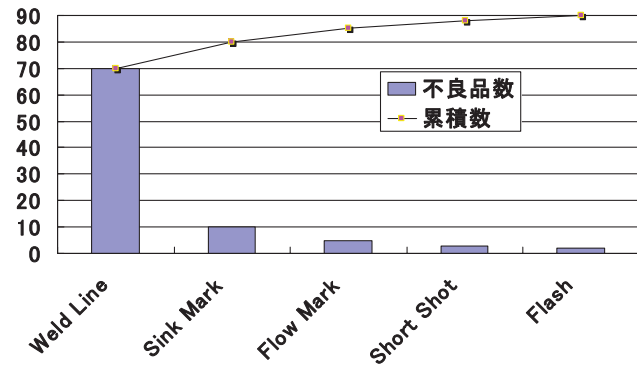
- 縦軸を不良損失金額としてパレート図を作成する。



8

4. パレート図の作成演習(7)

■ 成形品CABINETの品質不良パレート図の例



M7 製品の品質／生産管理

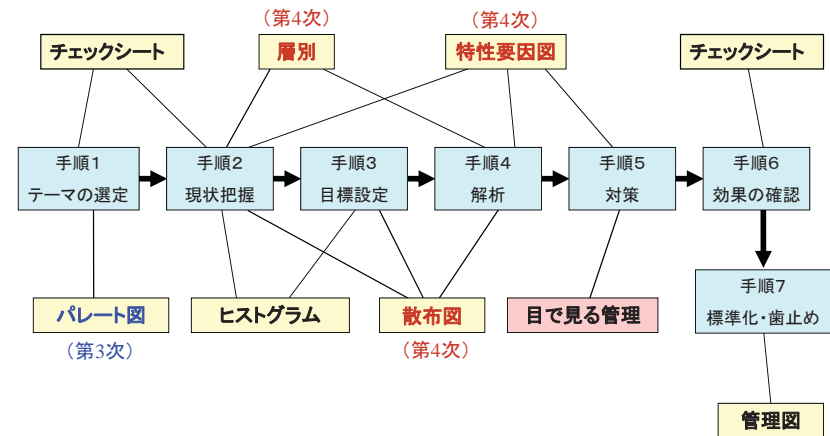
M7-4 製品の不良の原因と分析方法 (QC7つ道具ほか) ②-1

射出成形では、様々な成形不良が発生する。それら不良の原因を究明し、対策を講じる手法として“QC7つ道具など”を使った分析方法を修得する。(解説および演習問題編)

Oct.2011

1

問題解決の手順と使用するQC7つ道具(手法)の関係



2

研修内容

1. 層別・散布図

- 1.1 層別とは？／散布図とは？
- 1.2 散布図の作り方
- 1.3 問題演習

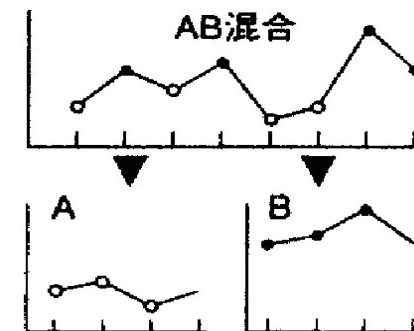
2. 特性要因図

- 2.1 特性要因図とは？
- 2.2 特性要因図の作り方
- 2.3 問題演習

3

1.1 層別とは？(1)

- ・ 1つの集団を何らかの特徴に基づいて幾つかの部分に分けること。分けた部分ごとに検討し、比較することによって問題解決の手がかりを得る。層別は難しい手法ではなく、データに対する重要な考え方である。



4

1.1 層別とは？(2)

適用

- 品質不良の原因分析に適用すると効果が高い。適切な項目によって不良品を層別し、良品と不良品が生産される項目(生産条件)を見極めれば、的確な対策が可能になる

層別する項目がポイント

成形不良分析における層別項目の例

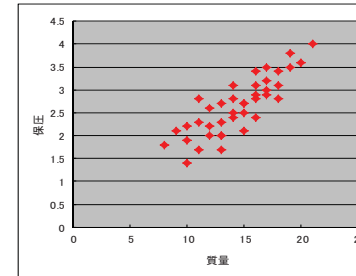
- 材料ロット ・再生材料比率 ・成形機 ・金型温調機 ・乾燥機
- キャビティNo. ・ゲートとの相対位置 ・冷却回路 ・成形条件
- 作業者 ・熟練度 ・シフト(昼/夜) ・天気 ・風 ・空調

5

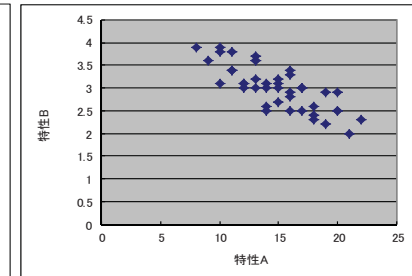
1.1 散布図とは？(1)

- 2種類のデータの相互関係を調べるため、一方を横軸(特性A)に、他方を縦軸(特性B)に取り、測定値をプロットしたグラフである。

正の相関



負の相関



6

1.1 散布図とは？(2)

適用

- 主に問題解決の原因調査や品質/生産性の改善において、2種類の特性値(数値データ)の関係を明らかにしたい場合に使われる。
- データは層別する必要がある。例えば、複数の機械や多数個取り金型で作った製品、2社から購入している材料など。それらのデータを一括した散布図で判断すると正しい判断が出来ない。

活用のポイント

- 相関を判断する際に、技術的な検討と平行して進めるのが良い。調査期間、データ数など限られた条件のもとで作成・判断するので技術的な裏付けが必要である。
- 相関は直線とは限らず曲線のケースもある。

7

1.2 散布図の作り方(1)

例題:

医薬品の製造工程で添加剤(A/B)の量とM成分回収率の関係を検討することになった。得られたデータは、右表の通りである。

(1) 次の散布図を作成せよ。

- ① 全体の散布図
- ② 添加剤Aの散布図
- ③ 添加剤Bの散布図

(2) 散布図から得られる情報を述べよ。

No.	添加剤の種類	添加量(ml)	M成分回収率(%)	No.	添加剤の種類	添加量(ml)	M成分回収率(%)	No.	添加剤の種類	添加量(ml)	M成分回収率(%)
1	B	21.4	44	25	B	21.6	46	49	A	22.3	47
2	B	22.6	43	26	B	21.8	46	50	B	21.9	40
3	A	21.9	41	27	B	22.0	48	51	B	22.0	44
4	B	22.1	37	28	A	22.4	46	52	A	21.7	36
5	A	22.5	48	29	A	21.8	42	53	B	22.0	42
6	B	21.8	35	30	B	21.7	49	54	B	21.7	39
7	A	21.5	40	31	B	22.1	35	55	B	22.2	41
8	A	22.0	45	32	B	22.4	38	56	A	22.1	41
9	B	21.3	42	33	A	22.3	42	57	B	22.2	45
10	B	22.3	36	34	B	22.6	41	58	B	21.6	38
11	B	22.3	43	35	A	21.8	38	59	A	21.8	44
12	A	21.7	39	36	B	22.7	44	60	B	22.4	44
13	B	22.4	40	37	A	22.3	45	61	A	22.2	40
14	A	22.5	45	38	A	22.1	43	62	B	22.1	47
15	A	21.6	37	39	B	21.4	39	63	B	21.7	45
16	B	22.3	46	40	A	22.5	44	64	A	22.2	47
17	A	21.5	36	41	B	21.7	41	65	B	21.9	45
18	B	21.8	48	42	B	21.9	37	66	B	22.3	39
19	B	21.4	41	43	A	22.1	46	67	B	21.9	47
20	A	22.6	47	44	A	22.2	44	68	A	22.2	48
21	B	21.5	41	45	B	21.7	43	69	A	21.9	43
22	A	22.0	39	46	B	22.1	38	70	B	21.8	40
23	A	21.4	37	47	B	21.5	43				
24	A	21.6	41	48	A	22.4	42				

8

1.2 散布図の作り方(2)

手順-1: 添加量(X)とM成分回収率(Y)の最大値と最小値を求める

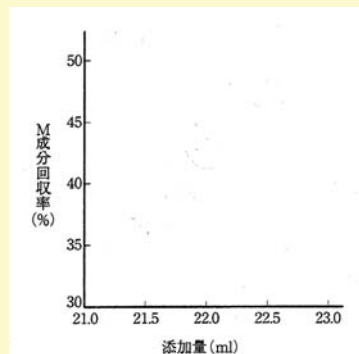
例題では、 $X_{\min}=21.3$ $X_{\max}=22.7$ $Y_{\min}=35$ $Y_{\max}=49$

手順-2: 横(X)軸と縦(Y)軸の長さがほぼ等しい長さになるように計算し、グラフを作る

例題では、

$$X_{\max} - X_{\min} = 1.4$$

$$Y_{\max} - Y_{\min} = 14$$



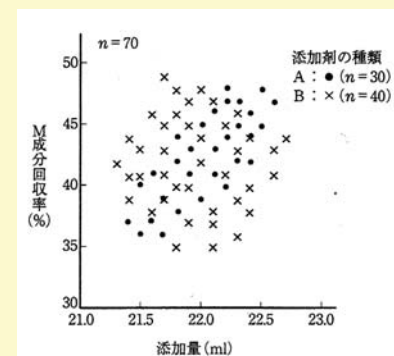
9

1.2 散布図の作り方(3)

手順-3: データを打点する

横(X)軸と縦(Y)軸の交点に打点する。同じデータがあつて重なる場合は、 \cdot^2 のように。例題の場合は、A: \cdot 、B: \times のマークにて打点。

手順-4: 必要事項を記入する(データ数、製品名、工程名、作成者名、作成年月日、複数のマークを打点する場合は、その明示など)

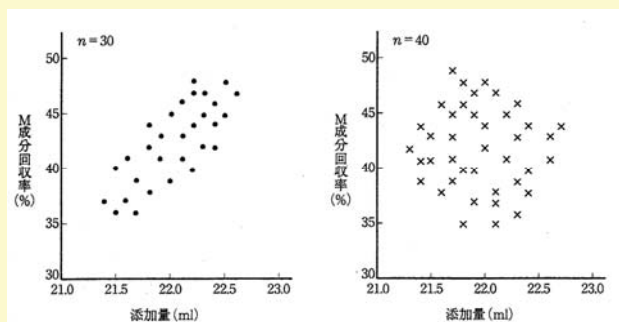


全体の散布図

10

1.2 散布図の作り方(4)

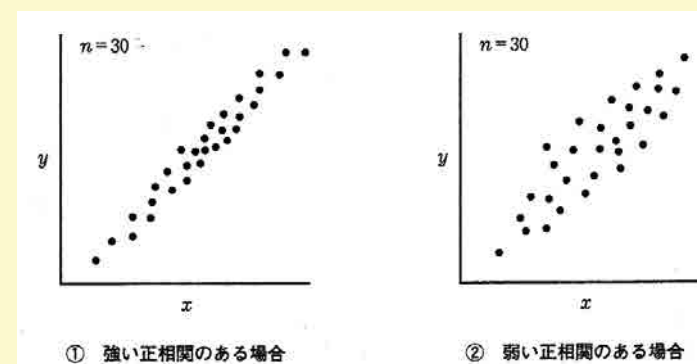
手順-5: 同様に添加剤Aのみ、およびBのみの散布図を作成する。この場合、各散布図を比較することに意味があるので、3つの散布図の目盛は同じとする。



11

1.2 散布図の作り方(5)

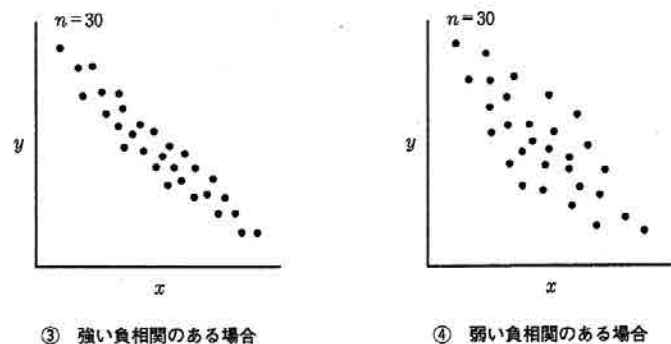
手順-6: 相関関係をチェックする(正の相関の例)



12

1.2 散布図の作り方(6)

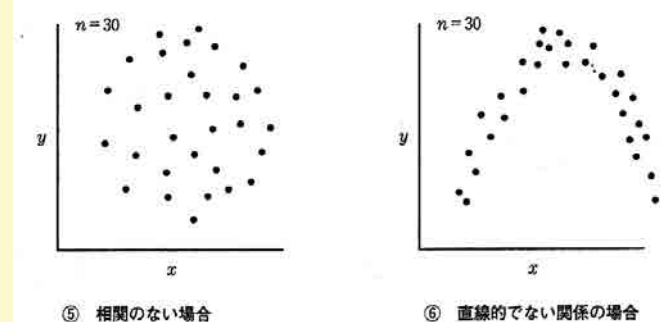
手順-6: 相関関係をチェックする(負の相関の例)



13

1.2 散布図の作り方(7)

手順-6: 相関関係をチェックする(相関なし、その他の例)



☆ 相関の有無を厳密に調べるには“相関の検定”を行う必要がある。ただし、この研修では省略する。

14

1.2 散布図の作り方(8)

手順-7: 散布図から得られる情報を考察する

(例題の場合)

➢ 全体の散布図によると、添加量とM成分回収率に相関関係はない。ただし、添加剤Aと添加剤Bを層別することによって、以下の点が明らかになった。

- ① 添加剤Aについては、添加量とM成分回収率に弱い正相関が認められる(添加量を増やすとM成分回収率は増加する)。
- ② 添加剤Bについては、相関関係がなく、添加量とM成分回収率の増減は関係ない。

15

1.3 問題演習

演習問題:

2個取り金型で成形した製品の射出時間と製品重量を記録した。記録データは、右表の通りである。

なお、V・P切替えまでの射出時間は、1.1秒。

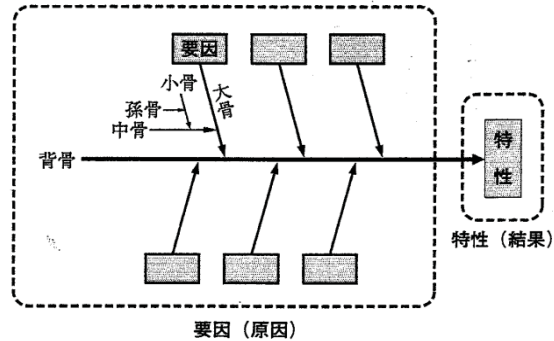
- (1) 散布図を作成せよ。
- (2) 散布図から得られる情報を考察して述べよ。

№	射出時間	Cavity	製品重量
1	2.0 (Sec)	A	28.90 (gr)
2		B	29.00 (gr)
3	3.0 (Sec)	A	29.90 (gr)
4		B	30.00 (gr)
5	4.0 (Sec)	A	30.75 (gr)
6		B	30.85 (gr)
7	5.0 (Sec)	A	31.07 (gr)
8		B	31.25 (gr)
9	5.5 (Sec)	A	31.08 (gr)
10		B	31.35 (gr)
11	6.0 (Sec)	A	31.08 (gr)
12		B	31.35 (gr)
13	6.5 (Sec)	A	31.08 (gr)
14		B	31.35 (gr)

16

2.1 特性要因図とは？(1)

- 特性要因図とは、問題とする特性と、それに影響を及ぼしていると思われる要因との関係を整理し、魚の骨のような体系図にまとめたもの。ISHIKAWA DiagramまたはFish-bone Chartともよばれる。



17

2.1 特性要因図とは？(2)

➤ 適用

問題点を改善するために関係する人々の意見を集め、最も影響すると思われる原因の解析と改善策の検討に適用される。

➤ 特性項目

改善分野(品質/生産性/納期/原価/安全/人事など)によって特性項目が異なる。

➤ 成形品の品質不良原因分析における特性項目

成形品の品質不良に対する原因分析としては、数値化し難い成形不良項目(黒点/銀条/焼け/フローマーク/ショートショット/ウェルドライン/ひけ/バリ/ジェットイング/クラックなど)が特性となる。

18

2.1 特性要因図とは？(3)

➤ 主要因

成形品の品質不良に対する特性要因図を用いた原因分析において、主要因(大骨)としては、4M+2Pが基本となる

- ✓ 成形機(Molding Machine)
- ✓ 成形材料(Molding Material)
- ✓ 金型(Mold)
- ✓ 方法(Method)=成形条件(Molding Condition)
- ✓ 人(Person)=作業員
- ✓ 製品設計(Product Design)

19

2.2 特性要因図の作り方(1)

例題:

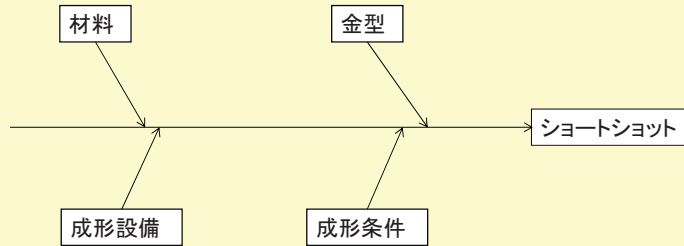
下の写真のようなショートショット不良が多発している。考えられる要因を検討し、特性要因図を作成しなさい。



20

2.2 特性要因図の作り方(2)

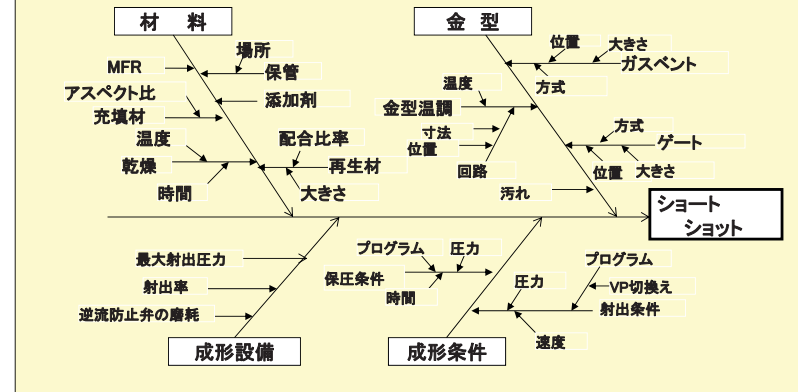
- 手順-1: 問題とする特性を決め、右端に特性値を書いて枠で囲む。
 手順-2: 左から特性値の枠に矢印(→)を引き、背骨とする。
 手順-3: 要因を4~8位に大きく分類し、背骨の上下に配置して枠で囲む。
 手順-4: 要因枠から背骨に向けて斜めに矢印を引き、大骨とする。



21

2.2 特性要因図の作り方(3)

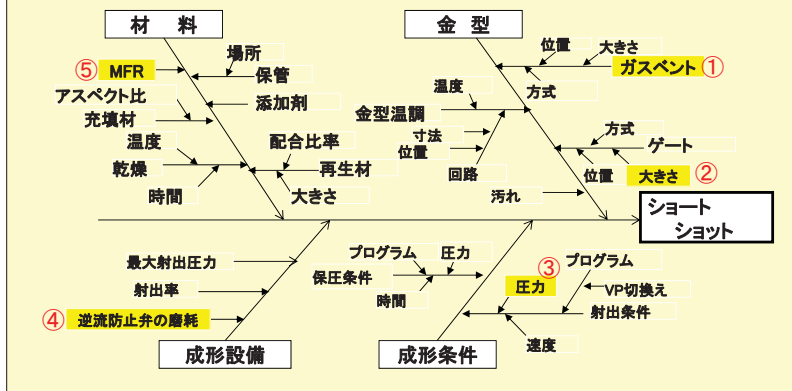
- 手順-5: 大骨の要因を追及して中骨、中骨の要因を追及して小骨、さらに孫骨へと細かく分類し、要因と骨を記入する。



22

2.2 特性要因図の作り方(4)

- 手順-6: 要因に漏れがないかチェックし、重要と思われる要因に印を付ける。また、重要度に応じて順位をつけておくと改善活動に有効である。



23

2.3 問題演習

演習問題:

SANの成形品に下の写真のような“黒点、異物”不良が発生している。不良率は3~5%でほぼ一定、また黒点の位置はランダムである。考えられる要因を検討し、特性要因図を作成しなさい。



24

M7 製品の品質／生産管理

M7-4 製品の不良の原因と分析方法 (QC7toolほか)②-2

射出成形では、様々な成形不良が発生する。それら不良の原因を究明し、対策を講じる手法として“QC7つ道具など”を使った分析方法を修得する。(解答解説編)

Oct.2011

1

1.3 問題演習

演習問題:

2個取り金型で成形した製品の射出時間と製品重量を記録した。記録データは、右表の通りである。

なお、V・P切替えまでの射出時間は、1.1秒。

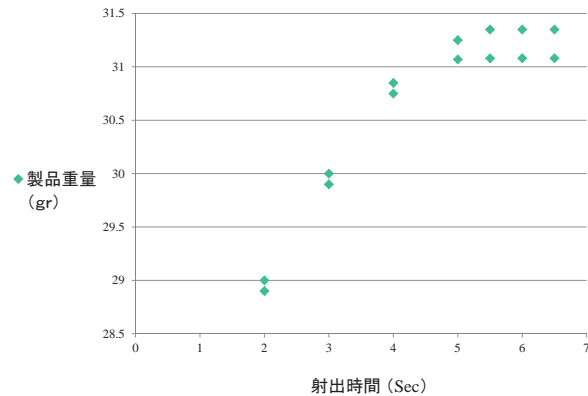
- (1) 散布図を作成せよ。
- (2) 散布図から得られる情報を考察して述べよ。

No	射出時間	Cavity	製品重量
1	2.0 (Sec)	A	28.90 (gr)
2		B	29.00 (gr)
3	3.0 (Sec)	A	29.90 (gr)
4		B	30.00 (gr)
5	4.0 (Sec)	A	30.75 (gr)
6		B	30.85 (gr)
7	5.0 (Sec)	A	31.07 (gr)
8		B	31.25 (gr)
9	5.5 (Sec)	A	31.08 (gr)
10		B	31.35 (gr)
11	6.0 (Sec)	A	31.08 (gr)
12		B	31.35 (gr)
13	6.5 (Sec)	A	31.08 (gr)
14		B	31.35 (gr)

2

1.3 演習問題の解答(1)

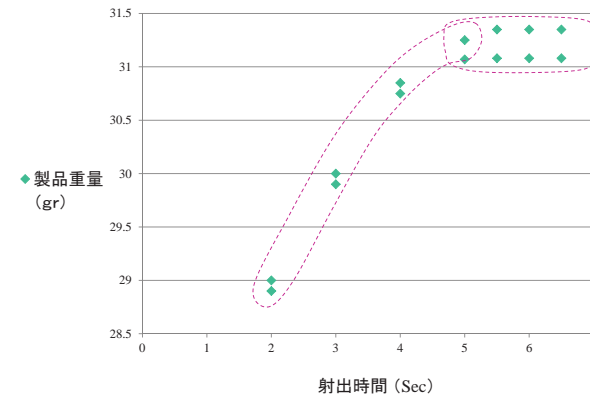
- Cavityの層別をしない散布図:
射出時間2~5秒程度までは製品重量との正相関がみられる。



3

1.3 演習問題の解答(2)

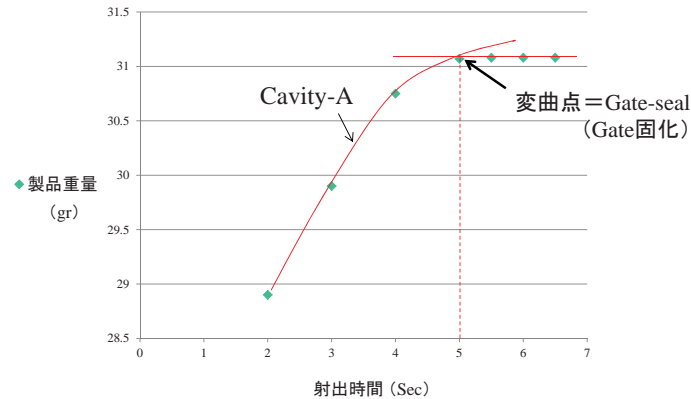
- Cavityの層別をしない散布図:
射出時間2~5秒までの正相関は曲線的。それ以後は相関が無い。



4

1.3 演習問題の解答(3)

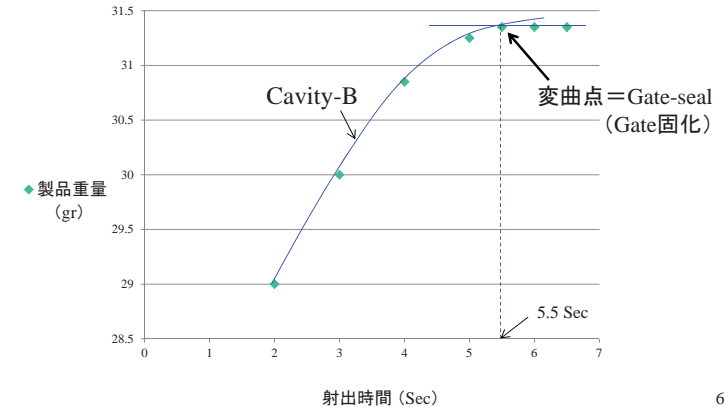
- Cavity-Aを層別した散布図: 射出時間2~5秒までは製品重量との(曲線的)正相関がみられる。ただし、それ以後は相関が無い。層別したことにより明確な変曲点(Gate-seal Point)が判明。



5

1.3 演習問題の解答(4)

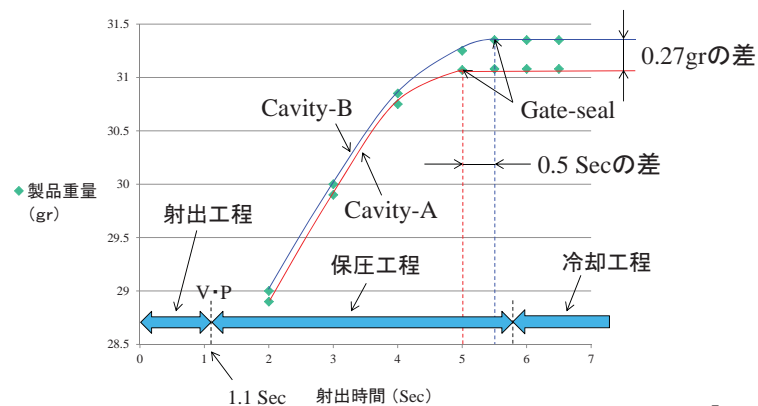
- Cavity-Bを層別した散布図: 射出時間2~5.5秒までは製品重量との(曲線的)正相関がみられる。ただし、それ以後は相関が無い。層別したことにより明確な変曲点(Gate-seal Point)が判明。



6

1.3 演習問題の解答(5)

- Cavity-AとBを層別した散布図を重ねて比較するとCavity-Bは、AよりGate-seal時間が0.5Sec遅く、その結果製品重量が0.27gr重い。



7

1.3 演習問題の解答(5)

- 層別した散布図より以下のことが推察できる。

- Cavity-A、-Bとも保圧時間を長くすると製品重量も増加する。ただし、増え方は一定(直線的)ではなく、保圧時間が経過するほど増え方が小さくなる(曲線的)。
- Cavity-Aは、VP切替え後5秒を超えると製品重量の変化がなくなる。これは、ゲートが固化(Gate-seal)したため、保圧力が製品部にかからなくなったと推察できる。同様にCavity-Bは、VP切替え後5.5秒でゲートが固化(Gate-seal)したと推察される。
- Cavity-AよりCavity-BのGate-seal時間が0.5秒遅くなるのは、A・B両Cavityのゲートサイズが同じと仮定すると、Cavity-AよりCavity-Bの冷却機能が劣っていることが考えられる。
- もう一つの可能性は、A・B両Cavityの冷却機能が同じと仮定すると、Cavity-AよりCavity-Bのゲートサイズが大きいことが考えられる。こちらの可能性の方が大きい。

8

2.3 問題演習

演習問題:

SANの成形品に下の写真のような“黒点、異物”不良が発生している。不良率は3~5%でほぼ一定、また黒点の位置はランダムである。考えられる要因を検討し、特性要因図を作成しなさい。



9

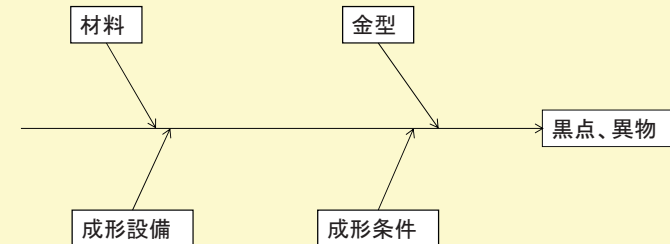
2.3演習問題の解答(1)

手順-1: 問題とする特性を決め、右端に特性値を書いて枠で囲む。

手順-2: 左から特性値の枠に矢印(→)を引き、背骨とする。

手順-3: 要因を4~8位に大きく分類し、背骨の上下に配置して枠で囲む。

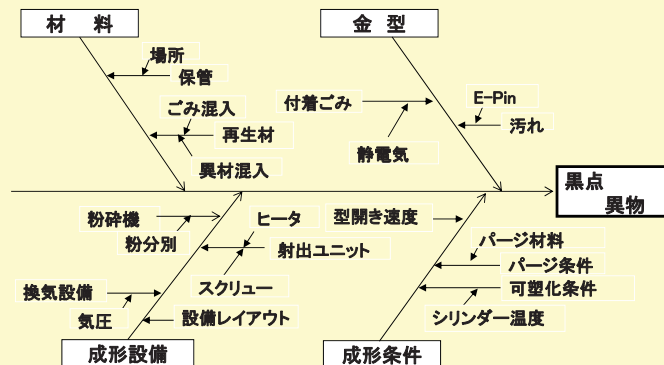
手順-4: 要因枠から背骨に向けて斜めに矢印を引き、大骨とする。



10

2.3演習問題の解答(2)

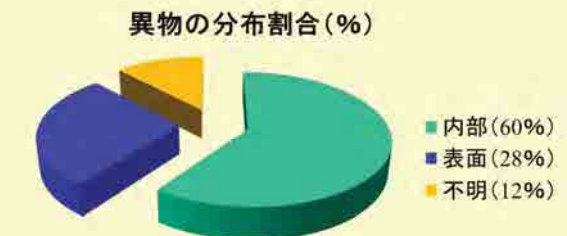
手順-5: 大骨の要因を追及して中骨、中骨の要因を追及して小骨、さらに孫骨へと細かく分類し、要因と骨を記入する。



11

2.3演習問題の解答(3)

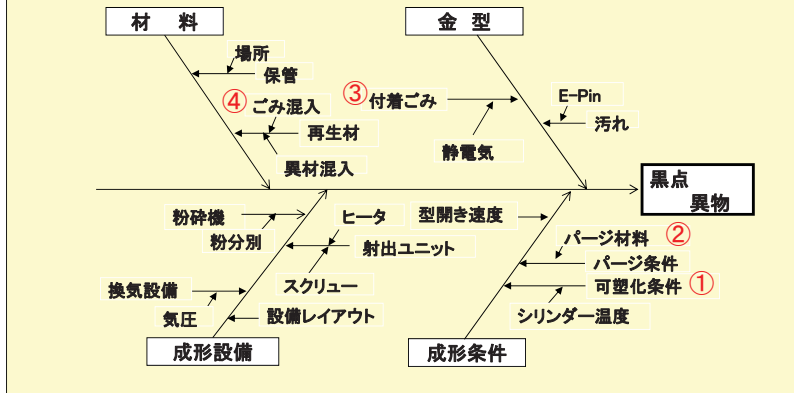
手順-6: 要因の重要度を判断する手がかりとして、異物が成形品表面にあるか内部にあるかについて層別する。内部にある異物ならば、射出ノズル以前(射出シリンダー内など)に混入した可能性が高く、表面にあれば射出ノズル以後の金型などに付着したごみの可能性が高い。



12

2.3演習問題の解答(4)

手順-7: 要因に漏れがないかチェックし、重要と思われる要因に印を付ける。また、重要度に応じて順位をつける。



13

2.3演習問題関連参考資料(1)

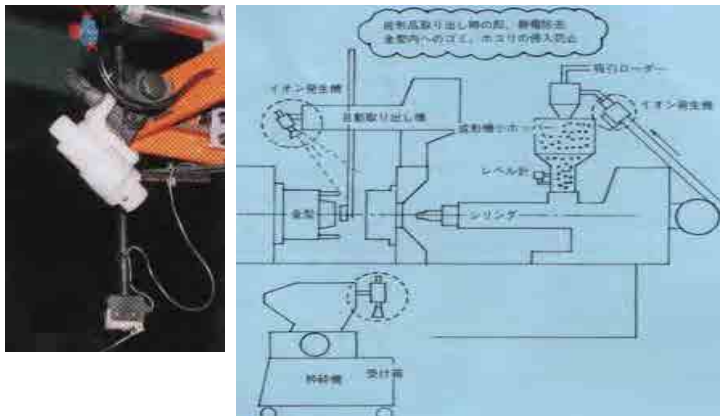
▶ パージ材料



14

2.3演習問題関連参考資料(2)

▶ 静電気除去用イオンブロー装置



15

M7 製品の品質／生産管理

M7-4 製品の不良の原因と分析方法 (QC7toolほか)③

射出成形では、様々な成形不良が発生する。それら不良の原因を究明し、対策を講じる手法として“QC7つ道具など”を使った分析方法を修得する。

2012/10/29,30

1

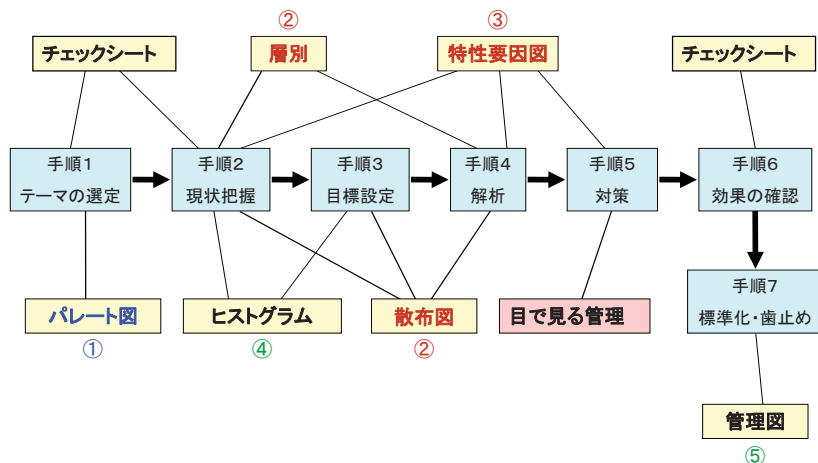
研修内容

1. ヒストグラムとは？
2. ヒストグラムの見方、使い方
3. 例題と解答
4. ヒストグラム作成演習

2

A-383

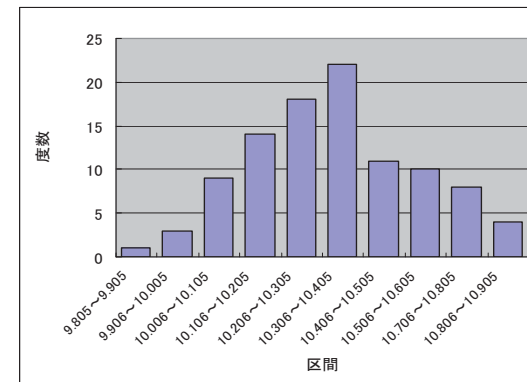
問題解決の手順と使用するQC7つ道具(手法)の関係



3

ヒストグラムとは？(1)

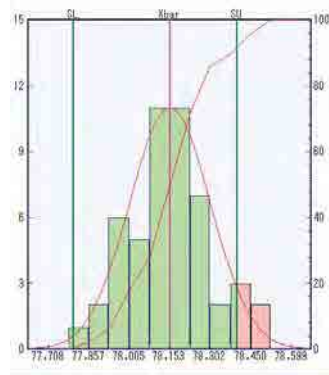
- ・ ヒストグラムとは、データの存在する範囲(最小値～最大値)を幾つかの区間に分け、各区間に入るデータの出現度数を棒グラフにしたもの



4

ヒストグラムとは？(2)

- ・ヒストグラムは、長さ、重さ、時間、温度などを測定して得られた“ばらつき”のある数値データ(品質特性値)の分布状態を目に見える形(棒グラフ)にする品質管理ツールである

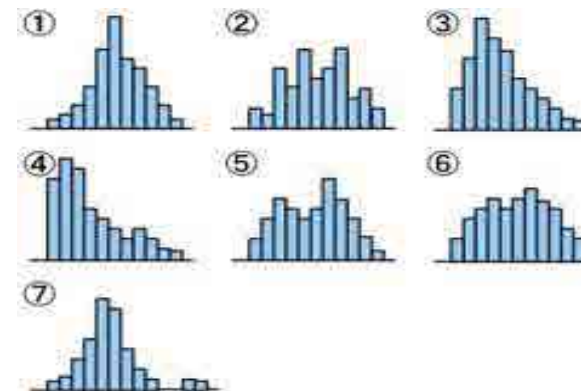


項目	数値
データ数	50
最小値	77.83
最大値	78.50
平均値	78.153
標準偏差	0.1484
上限規格値	78.40
下限規格値	77.80

5

ヒストグラムの見方、使い方(1)

- ・ヒストグラムから(データの集団としての)情報を得るためには、多少の凹凸は無視し、全体の姿に着目する

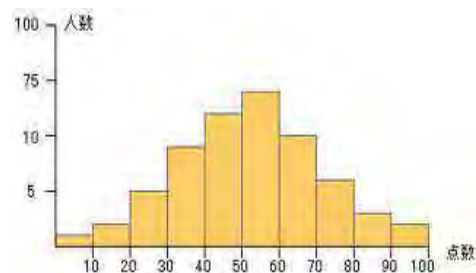


出典: Webページ“ビジネスパーソンになりたい”

6

ヒストグラムの見方、使い方(2)

ヒストグラムの形



ヒストグラムの形は、上図のように中心付近の度数が最も多く、中心から離れるに従って徐々に少なくなる左右対称形状が一般的。これ以外の形は何らかの理由があるので、データなどをチェックする必要がある

7

ヒストグラムの見方、使い方(3)


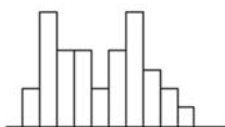
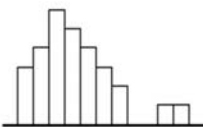
ヒストグラムの形とチェックポイント(1)

歯抜け型	右裾引き型	左絶壁型
区間の幅を測定最小単位の整数倍にしたかどうかチェックする	ある条件の時に測定データを取っていない場合に生じる	規格外データの無視や測定値のごまかし、検査ミスがないかどうかチェックする

8

ヒストグラムの見方、使い方(4)

ヒストグラムの形とチェックポイント(2)

高原型	ふた山型	離れ小島型
		
幾つかの分布が混じりあったときに表れるので、データを層別する必要がある	2つの分布が混じりあったときに表れるので、データを2つに層別する必要がある	異なった分布からのデータがわずかに混入していないかどうかチェックする

9

ヒストグラムの見方、使い方(5)

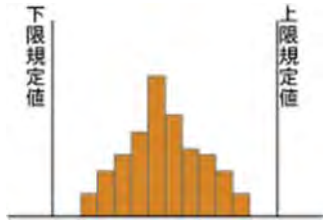
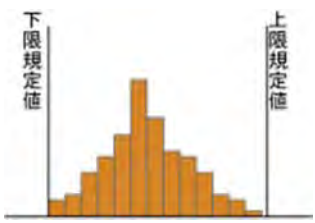
ヒストグラムを見るときに注意点

- ① 分布の中心位置(平均値)と規格の中央値にズレはないか
- ② 分布は規格幅の中に入っているか
- ③ 分布のパラツキは大きいのか、小さいか
- ④ 分布の高さは、低くて平らか、高くて尖っているか
- ⑤ 分布の形は、左右対称か、非対称か
- ⑥ 分布の形が、途中で歯抜け状になってないか
- ⑦ 分布の右か左が絶壁型になってないか
- ⑧ 分布の形が、ふた山になってないか
- ⑨ 飛び離れたデータ分布はないか
- ⑩ データを層別する必要はないか

10

ヒストグラムの見方、使い方(6)

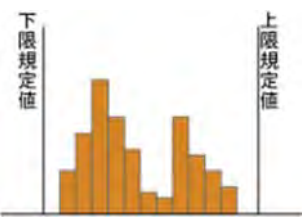
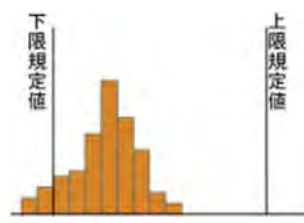
ヒストグラムの判定(1)

ヒストグラムの形		
判定	平均値が規格値の中央にあり、バラツキと規格値に余裕があるので品質不良が生じにくい。定期的な抜き取り検査で対応可。	バラツキが大きく、規格値との余裕がない。規格値の幅を広げられなければ工程を見直し、バラツキを小さくする改善が必要。

11

ヒストグラムの見方、使い方(7)

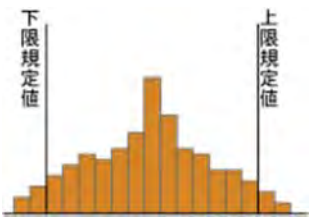
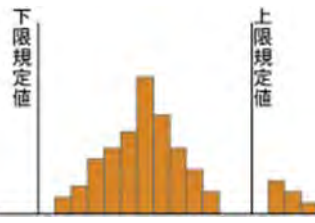
ヒストグラムの判定(2)

ヒストグラムの形		
判定	ふた山型の分布なので、他の母集団のデータが混入している可能性がある。データを再チェックし、層別する必要がある。	下限規格値外れのデータがあり、平均値も小さい方にずれているので、平均値を大きい方にずらす改善が必要。

12

ヒストグラムの見方、使い方(8)

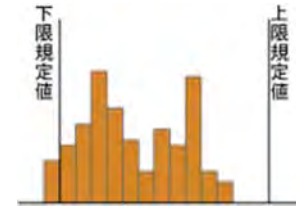
ヒストグラムの判定(3)

ヒストグラムの形		
判定	規格値に対してバラツキが大きすぎるので、規格値の幅を大きくできないのであれば工程を見直し、バラツキを小さくする改善が必要。	飛び離れたデータがあり、他の母集団のデータが僅かに混入している可能性がある。データを再チェックし、層別する必要がある。

13

例題(1)

次に示すヒストグラムの見方と処置について①～④の中で最も適しているものはどれか？



- ① 下限規格値を外れている原因を調べる
- ② 品質特性値を高い方に寄せる
- ③ 層別して原因を調べる
- ④ 品質規格(規定値)を改める

※ヒント
ヒストグラムの姿(形)に着目する

14

ヒストグラムの作り方(1)

作り方の手順

- ① データを集める($n=50\sim 200$)
- ② 最大値(L)と最小値(S)を求め、区間(R)を計算する: $R=L-S$
- ③ 区間の数(N)を求める: $N=\sqrt{n}$ (答えを整数値に丸める)
- ④ 区間の幅(W)を決める: $W=R/N$ (答えは測定最小単位の整数倍)
- ⑤ 第1区間の下側境界値(L_1)を求める: $L_1=S-(\text{測定最小単位}/2)$
- ⑥ 第1区間の上側境界値(U_1): $U_1=L_1+W$ =第2区間の下側境界値(L_2)
- ⑦ 第1区間と同様に区間の数だけ上下境界値を決める
- ⑧ 区間No.、区間、中心値、度数マーク、度数から成る度数表を作る
- ⑨ 度数表を基にしてヒストグラム(縦棒グラフ)を作る

15

例題(2)

A社の主力商品である成形品「アクロン」は、内径寸法の不良が問題となっている。この問題を改善するため、まずは現状分析を行うことにした。内径寸法の社内規格値は、 $78.2\pm 0.3\text{mm}$ であり、毎日4回の抜き取り検査データは下表の通りである。ヒストグラムを作成せよ。

		データ (単位: mm)									
		時間				時間					
日	時間	9時	11時	14時	16時	日	時間	9時	11時	14時	16時
1		77.84	78.04	78.08	77.90	14		78.00	78.36	78.12	78.02
2		78.18	78.16	78.12	78.10	15		78.16	78.06	78.18	78.14
3		78.10	78.28	78.14	78.04	16		78.12	78.22	78.10	78.02
4		78.16	78.12	77.98	78.12	17		78.14	78.00	77.86	78.08
5		78.30	78.20	78.08	78.18	18		77.94	77.96	78.04	78.10
6		78.08	78.00	77.88	78.04	19		78.06	78.16	78.08	78.14
7		78.26	78.20	78.14	78.16	20		78.26	78.28	78.22	78.56
8		77.96	78.00	77.92	78.06	21		78.06	78.18	78.02	78.06
9		78.24	78.14	78.04	78.12	22		78.02	78.16	78.10	78.12
10		78.10	78.48	78.10	78.46	23		78.42	78.38	78.04	78.12
11		78.32	77.96	78.20	77.98	24		78.24	78.08	78.14	78.18
12		78.08	77.98	77.98	78.18	25		78.10	78.14	78.12	78.08
13		78.44	78.12	78.20	78.06						

16

解答(1)

手順-1: データ表を作成し、データの最大値(L)と最小値(S)を求める。

$$L=78.56 \quad S=77.84$$

手順-2: 区間(R)を求める。

$$R=L-S=78.56-77.84=0.72$$

手順-3: 区間の数(N)を求め、答えを整数値に丸める。データ数 $n=100$ 。

$$N=\sqrt{n}=\sqrt{100}=10$$

データと最大値、最小値

日	時間	9時	11時	14時	16時
1		×77.84	78.04	78.08	×77.90
2		78.18	78.16	78.12	78.10
3		78.10	78.28	78.14	78.04
4		78.16	78.12	77.98	78.12
5		78.30	78.20	78.08	78.18
6		78.08	78.00	77.88	78.04
7		78.26	78.20	78.14	78.16
8		77.96	78.00	77.92	78.06
9		78.24	78.14	78.04	78.12
10		78.10	○78.48	78.10	78.46
11		78.32	×77.96	78.20	77.98
12		78.08	77.98	77.98	78.18
13		○78.44	78.12	78.20	78.06
14		78.00	78.36	78.12	78.02
15		78.16	78.06	78.18	78.14
16		78.12	78.22	78.10	78.02
17		78.14	78.00	×77.86	78.08
18		77.94	×77.96	78.04	78.10
19		78.06	78.16	78.08	78.14
20		78.26	78.28	○78.22	○78.56
21		78.06	78.18	78.02	78.06
22		78.02	78.16	78.10	78.12
23		78.42	78.38	78.04	78.12
24		78.24	78.08	78.14	78.18
25		78.10	78.14	78.12	78.08

(注) ○印: 各列の最大値, ×印: 各列の最小値
 ◎印: 全データの最大値, ×印: 全データの最小値

17

解答(2)

手順-4: 区間の幅(W)を決める。測定最小単位は、0.02(データ表)。

$$W=R/N=0.72/100=0.072(\text{仮の値})$$

測定最小単位の整数倍で0.072に最も近い値は、0.08(0.02×4)故にW=0.08に決める。

手順-5: 第1区間の下側境界値(L_1)を求める。

$$L_1=S-(\text{測定最小単位}/2)$$

$$L_1=77.84-(0.02/2)=77.83$$

手順-6: 第1区間の上側境界値(U_1)を求める。

$$U_1=L_1+W=\text{第2区間の下側境界値}(L_2)$$

$$U_1=77.83+0.08=77.91$$

手順-7: 第1区間と同様に区間の数(10)だけ上下境界値を決める(右表)。

No.	区間
1	77.83~77.91
2	77.91~77.99
3	77.99~78.07
4	78.07~78.15
5	78.15~78.23
6	78.23~78.31
7	78.31~78.39
8	78.39~78.47
9	78.47~78.55
10	78.55~78.63

18

解答(3)

手順-8: 区間の中心値を求める。

手順-9: 区間No.、区間、中心値、度数マーク、度数から成る度数表を作る。

度数表

No.	区間	中心値	度数マーク	度数
1	77.83~77.91	77.87	////	4
2	77.91~77.99	77.95	###/	9
3	77.99~78.07	78.03	###/###/###/	20
4	78.07~78.15	78.11	###/###/###/###/###/	34
5	78.15~78.23	78.19	###/###/###/	18
6	78.23~78.31	78.27	###/	7
7	78.31~78.39	78.35	///	3
8	78.39~78.47	78.43	///	3
9	78.47~78.55	78.51	/	1
10	78.55~78.63	78.59	/	1
合計				100

19

解答(4)

手順-10: グラフ用紙を用意し、横軸に特性値の中心値、縦軸に度数を目盛る。縦軸と横軸の第1区間の特性中心値との間は、2区間の幅を空け、縦横軸の長さがほぼ同じになるよう目盛るのが望ましい。

手順-11: それぞれの区間の度数に応じた高さの棒グラフを作成する。

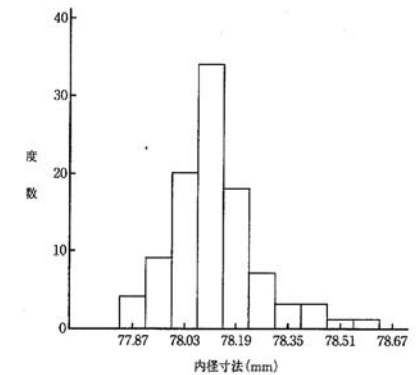


図 6.3 柱の記入

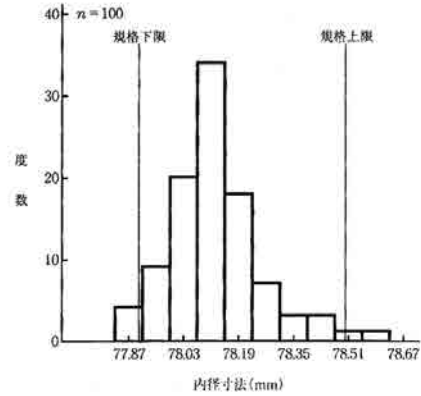
20

解答(5)

手順-12: 棒グラフに規格値の下限と上限の線を加える。

手順-13: 必要事項を記入してヒストグラムを完成させる。

右のヒストグラムの見方と処置は？
どのような改善策が想定されるか？



製品名: アクロン
期間: 9月1日~9月30日
作成者名: 高草達也

工程名: A-2ライン
作成日付: 10月1日

内径寸法のヒストグラム

ヒストグラム作成演習

(1) 第6次現地派遣終了時にペーパーナイフ成形品50ショット分100個の重量を最小測定単位0.002gで精密測定する宿題を課した。そのデータを基にして以下のヒストグラムを作成せよ。規格値は $5.35 \pm 0.05g$

- ①全数 (n=100) のヒストグラム
- ②キャビティ1 (n=50) のヒストグラム
- ③キャビティ2 (n=50) のヒストグラム
- ④キャビティ1、Shot-No.1~25 (n=25) のヒストグラム
- ⑤キャビティ1、Shot-No.26~50 (n=25) のヒストグラム

(2) それぞれのヒストグラムについてバラツキの原因を想定し、処置、改善策などを検討せよ。

M7 製品の品質／生産管理

M7-5 工程能力管理

射出成形品の品質の内、重要な長さ寸法や重さなどの数値が規格値に入る能力(品質達成能力)を数値化する方法を修得する。

Feb.2013

1

研修内容

1. 工程能力とは？
2. 工程能力管理はなぜ必要か？
3. 平均値と標準偏差
4. 工程能力指数
5. 工程能力の評価
6. 工程能力指数計算・評価演習
7. 管理図(M7-1復習)
8. 管理図の見方(M7-1復習)

2

1. 工程能力とは？

＞ 広義の工程能力

- ・ 工程能力とは、“**工程の持っている能力**”のことであり、製造工程の工程能力は、そのアウトプットである製品のQCD(品質、コスト、納期)で評価される。

＞ 狭義の工程能力

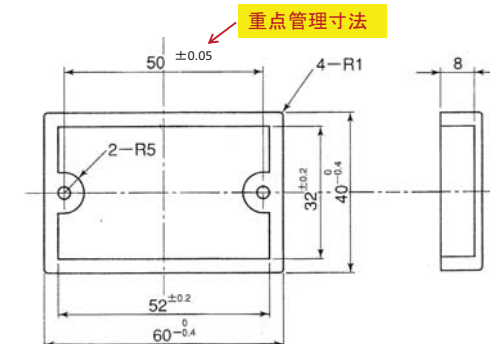
- ・ 工程能力とは、工程における品質に関して“**定められた規格限度内で製品を生産できる能力**”のことであり、特に数値化できる品質レベルについては、工程能力指数(Cp, Cpk)で評価する。

※ ここでは(数値化できる品質の)工程能力管理を学習する。

3

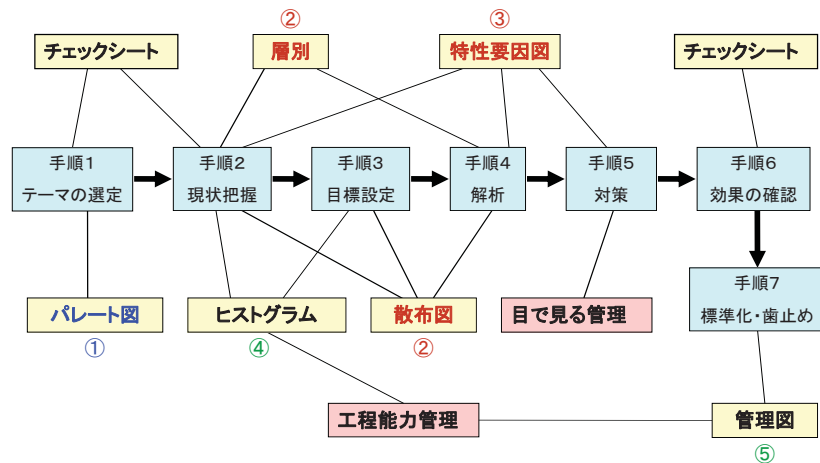
2. 工程能力管理はなぜ必要か？

- ・ 工程能力管理は、数値化できる重要な品質特性が規格値に入る能力(信頼性)を評価し、それを維持または改善するために行う。



4

問題解決の手順と使用するQC7つ道具(手法)の関係

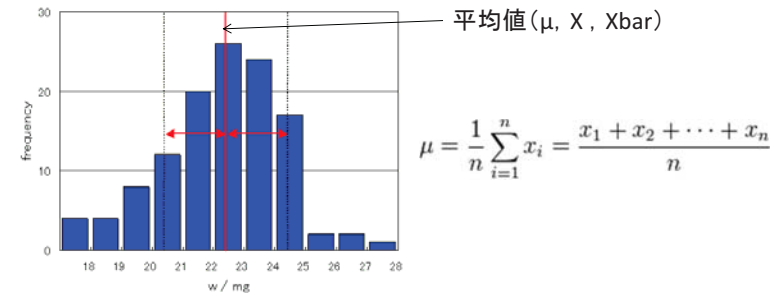


5

3. 平均値と標準偏差(1)

平均値とは？

- 平均値とは、最も広く使われている“分布の中心を表す尺度”であり、“データの総和をデータの個数で割った値”である。



6

3. 平均値と標準偏差(2)

標準偏差(σ, s, u)とは？

- 標準偏差とは、一般的によく使われている分布のばらつきを表す尺度であり、“**分散を平方根に開いた値**”である。

分散(σ², s², u²)とは？

- 分散とは、標本(サンプル)が標本平均からどれだけ散らばっているかを示す指標であり、以下に示す2種類がある。

標本分散: 偏差を2乗した値の合計をデータ数(n)で割った値

不偏分散: 偏差を2乗した値の合計をデータ数-1(n-1)で割った値

偏差とは？

次ページの式参照

- 偏差とは、“ある母集団に属する数値と母集団の平均値との差”である。

7

3. 平均値と標準偏差(3)

標本分散と不偏分散

- 標本分散**とは、**統計値**の分散を求める場合に用いられる。統計値とは、得られたn個のデータがそれで全てである場合のこと。

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2$$

偏差

- 不偏分散**とは、偏りのない分散のことであり、**推定値**の分散を求める場合に用いられる。推定値とは、得られたn個のデータが母集団の一部である場合のこと。

$$u^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2$$

8

標準偏差の計算例①

▶ 次の数値データ(10個)の標準偏差(δ_n , δ_{n-1})を求めなさい。

数値データ: (2 3 5 5 5 7 8 9 10 100)

(1) 平均値を求める: $(2+3+5+5+5+7+8+9+10+100)/10=15.4$

(参考) 中央値は数値の中央 $(5+7)/2=6$

(2) 偏差を求める: 平均値15.4 - 数値

(-13.4 -12.4 -10.4 -10.4 -10.4 -8.4 -7.4 -6.4 -5.4 84.6)

偏差は負の数が含まれるため、数的処理上偏差を2乗した数値が良く使われる。

(3) 分散を求める:

$\delta_n^2 =$ 偏差の2乗和(8010.4)/データ数(10)=801.04

$\delta_{n-1}^2 =$ 偏差の2乗和(8010.4)/データ数(10)-1=890.04

(4) 標準偏差を求める:

分散(801.04, 890.04)の平方根

$\delta_n = \sqrt{801.04} = 28.30$ $\delta_{n-1} = \sqrt{890.04} = 29.83$

9

標準偏差の計算例②

・ 生徒10人の数学テストの得点(61, 74, 55, 85, 68, 72, 64, 80, 82, 59)の平均値、分散、標準偏差を計算しなさい。

表2 平均と分散・標準偏差の計算

生徒	数学テストの得点 (X)	偏差 ($X-\mu$)	偏差の2乗=分散 ($(X-\mu)^2$)	平均 (μ) $\mu = \frac{\sum X}{n} = 70$
A	61	-9	81	$\mu = \frac{700}{10} = 70$
B	74	4	16	
C	55	-15	225	
D	85	15	225	
E	68	-2	4	
F	72	2	4	
G	64	-6	36	
H	80	10	100	
I	82	12	144	
J	59	-11	121	
合計 (10人)	700 (平均 $\mu = 70$)	0	856	分散 (σ^2) $\sigma^2 = \frac{856}{10} = 85.6$
				標準偏差 (σ) $\sigma = \sqrt{85.6} \approx 9.8$

10

例題(1) - ①

・ ヒストグラム研修の例題におけるデータ表および度数表を用いて平均値と標準偏差(推定値)を計算せよ。

表 6.2 データ表 (単位: mm)

日	時間				日	時間			
	9時	11時	14時	16時		9時	11時	14時	16時
1	77.84	78.04	78.08	77.90	14	78.00	78.36	78.12	78.02
2	78.18	78.16	78.12	78.10	15	78.16	78.06	78.18	78.14
3	78.10	78.28	78.14	78.04	16	78.12	78.22	78.10	78.02
4	78.16	78.12	77.98	78.12	17	78.14	78.00	77.86	78.08
5	78.30	78.20	78.08	78.18	18	77.94	77.96	78.04	78.10
6	78.08	78.00	77.88	78.04	19	78.06	78.16	78.08	78.14
7	78.26	78.20	78.14	78.16	20	78.26	78.28	78.22	78.56
8	77.96	78.00	77.92	78.06	21	78.06	78.18	78.02	78.06
9	78.24	78.14	78.04	78.12	22	78.02	78.16	78.10	78.12
10	78.10	78.48	78.10	78.46	23	78.42	78.38	78.04	78.12
11	78.32	77.96	78.20	77.98	24	78.24	78.08	78.14	78.18
12	78.08	77.98	77.98	78.18	25	78.10	78.14	78.12	78.08
13	78.44	78.12	78.20	78.06					

11

例題(1) - ②

表 6.5 度数表

No.	区 間	中心値	度数マーク	度 数
1	77.83 ~ 77.91	77.87	////	4
2	77.91 ~ 77.99	77.95	### ///	9
3	77.99 ~ 78.07	78.03	### ## # # #	20
4	78.07 ~ 78.15	78.11	### ## # # # # # # #	34
5	78.15 ~ 78.23	78.19	### ## # # #	18
6	78.23 ~ 78.31	78.27	### //	7
7	78.31 ~ 78.39	78.35	///	3
8	78.39 ~ 78.47	78.43	///	3
9	78.47 ~ 78.55	78.51	/	1
10	78.55 ~ 78.63	78.59	/	1
合計				100

12

例題(1)解答－①

データ数が多い場合は度数表から計算表を作り、それを基にして計算する方法(簡略法)が簡便である。

手順-1: 計算表を作成する。

No.	区間	中心値 X	度数 f	u	uf	u^2f
			(1)	(2)	(3) = (2) × (1)	(4) = (3) × (2)
1	77.83 ~ 77.91	77.87	4			
2	77.91 ~ 77.99	77.95	9			
3	77.99 ~ 78.07	78.03	20			
4	78.07 ~ 78.15	78.11	34			
5	78.15 ~ 78.23	78.19	18			
6	78.23 ~ 78.31	78.27	7			
7	78.31 ~ 78.39	78.35	3			
8	78.39 ~ 78.47	78.43	3			
9	78.47 ~ 78.55	78.51	1			
10	78.55 ~ 78.63	78.59	1			
合計			100			

13

例題(1)解答－②

手順-2: u の欄を決める

度数 f が大きく、分布の中心と思われる区間の u 欄を 0 とし、中心値の小さい方へ順に -1, -2, ..., 大きい方へ順に 1, 2, ..., と記入する。

⇒ 例題では、No.4区間の度数が34で最も大きいのでこの区間に対応する u 欄を 0 とする。この中心値(78.11)から小さい方に -1, -2, ..., 大きい方へ順に 1, 2, ..., と記入する。

手順-3: uf を求める

u と f を掛けた値を uf 欄に入れ、その合計を求める。

手順-4: u^2f を求める

u と uf を掛けた値を u^2f 欄に入れ、その合計を求める。

14

例題(1)解答－③

手順-5: 計算表に計算値を記入し、表を完成させる。

No.	区間	中心値 X	度数 f	u	uf	u^2f
			(1)	(2)	(3) = (2) × (1)	(4) = (3) × (2)
1	77.83 ~ 77.91	77.87	4	-3	-12	36
2	77.91 ~ 77.99	77.95	9	-2	-18	36
3	77.99 ~ 78.07	78.03	20	-1	-20	20
4	78.07 ~ 78.15	78.11	34	0	0	0
5	78.15 ~ 78.23	78.19	18	1	18	18
6	78.23 ~ 78.31	78.27	7	2	14	28
7	78.31 ~ 78.39	78.35	3	3	9	27
8	78.39 ~ 78.47	78.43	3	4	12	48
9	78.47 ~ 78.55	78.51	1	5	5	25
10	78.55 ~ 78.63	78.59	1	6	6	36
合計			100		14	274

15

例題(1)解答－④

手順-6: 平均値 \bar{X} を計算する

$$\bar{X} = u_0 + (\sum uf / n) \times h = (u \text{ を } 0 \text{ とおいた区間の中心値}) + (uf \text{ の合計} / \text{データ数}) \times (\text{区間の幅})$$

$$\Rightarrow \text{例題の場合 } \bar{X} = 78.11 + ((14/100) \times 0.08) = 78.1212$$

手順-7: 標準偏差 S を計算する

$$S = h \times \sqrt{\frac{\sum u^2f - (\sum uf)^2 / n}{n-1}} = (\text{区間の幅}) \times$$

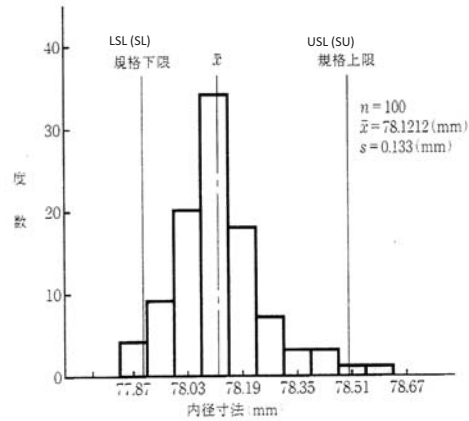
$$\sqrt{\frac{(u^2f \text{ の合計}) - \{(uf \text{ の合計})^2 / (\text{データ数})\}}{(\text{データ数}) - 1}} \Rightarrow \text{例題の場合以下}$$

$$S = 0.08 \times \sqrt{\frac{274 - (14^2/100)}{100-1}} = 0.08 \times 1.6577 = 0.1326 = 0.133$$

16

例題(1)解答－⑤

手順-8:ヒストグラムにXbarとSを記入する。



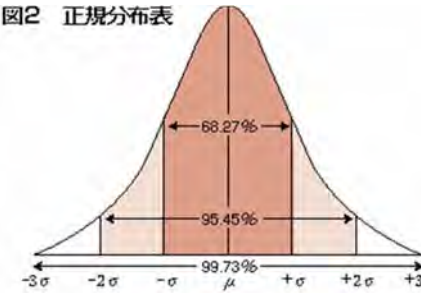
17

4. 工程能力指数(1)

➤ 工程能力指数(Cp, Cpk)とは？

・ 工程能力指数とは、“ある工程の持つ工程能力を定量的に評価する指標”のこと。規格値の幅、または規格値と平均値の差とばらつき(の尺度である標準偏差(σ))との比率で表す。

図2 正規分布表



※ 安定した管理状態の工程では、計量値が正規分布に従うという性質を利用している。

18

4. 工程能力指数(2)

➤ 工程能力指数(Cp, Cpk)の計算

Cp: 平均値が規格の中央にある両側規格の場合

⇒ あまり実用的ではない値

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

σ : 標準偏差

Cpk: 平均値が規格の中央にない両側規格の場合

⇒ 平均値の偏りを考慮して、現在の実力を知る値 = 実用的

$$C_{pk} = \min\left(\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right)$$

μ : 平均値

19

5. 工程能力の評価(1)

➤ 工程能力が十分か否かの評価は、Cp値またはCpk値の数値によって以下のように判定する。

No.	C _p (またはC _{pk})の値	分布と規格の関係	工程能力有無の判断	処置
1	C _p ≥ 1.67		工程能力は十分すぎる	製品のばらつきが若干大きくなっていても心配ない。管理の簡素化やコスト低減の方法などを考える。
2	1.67 > C _p ≥ 1.33		工程能力は十分である	理想的な状態なので維持する。

20

5. 工程能力の評価(2)

No.	C_p (または C_{pk}) の値	分布と規格の関係	工程能力有無の判断	処置
3	$1.33 > C_p \geq 1.00$		工程能力は十分とはいえませんがまずまずである	工程管理をしっかり行い、管理状態に保つ。 C_p が1に近づくと不適合品発生のおそれがあるから、必要に応じて処置をする。
4	$1.00 > C_p \geq 0.67$		工程能力は不足している	不適合品が発生している。全数選別、工程の管理・改善を必要とする。
5	$0.67 > C_p$		工程能力は非常に不足している	とても品質を満足する状態ではない。品質の改善、原因の追究を行い、緊急な対策を必要とする。また、規格を再検討する。

21

例題(2) - ①

・ 例題(1)の計算結果およびヒストグラム(17ページ参照)から以下の問いに答えなさい。ただし規格値は、 78.2 ± 0.3 mmである。

- (1) 工程能力指数による管理が有効かどうか。
- (2) 工程能力指数(C_p)を計算しなさい。
- (3) 工程能力指数(C_{pk})を計算しなさい。
- (4) 計算結果から工程能力を評価し、なさい。

【解答】

- | | |
|---------------|------------|
| (1) 有効 | ← なぜ? |
| (2) 0.752 | ← 計算しなさい |
| (3) 0.554 | ← 計算しなさい |
| (4) 非常に不足している | ← なぜ? 原因は? |

22

6. 工程能力指数計算・評価演習

・ 第7次現地派遣研修時にペーパーナイフ成形品50ショット分100個のヒストグラム作成演習を行った。その時の計算結果およびヒストグラムから以下の問いに答えなさい。ただし規格値は、 5.35 ± 0.05 g。

- (1) 5ケースについて工程能力指数による管理が有効かどうか。
 - ① 全数 ($n=100$) の工程能力
 - ② Cavity1 ($n=50$) の工程能力
 - ③ Cavity2 ($n=50$) の工程能力
 - ④ Cavity1 Shot №1~25の工程能力
 - ⑤ Cavity1 Shot №26~50の工程能力
- (2) 工程能力指数 (C_p 、 C_{pk}) を計算しなさい。
- (3) 工程能力を評価しなさい。
- (4) 工程能力の評価に基づいて原因を分析し処置を検討しなさい。

23

7. 管理図

復習M7-1

- 製品の品質は、生産工程内の様々な要因によりバラツキを生じる。バラツキは管理できないバラツキ(偶然変動)と管理可能なバラツキ(異常変動)に分けられる。
- 管理図では中心線と上下一對の管理限界線が引かれ、データをプロットすることによって偶然変動は限界内に、異常変動は限界外に出る傾向を示す。
- 管理図を利用することにより、品質不良や工程異常を察知し、不良原因の除去や再発防止対策をとることが出来るようになる。

➤ 使い方

① 工程解析用

製造工程のある期間のデータを機械別や原料別、組別などに層別、またはデータの分け方を変えて管理図を描く。それにより、どこに大きなバラツキがあるのかを調べることでバラツキ原因を解析することが出来る。

② 工程管理用

標準化などにより製造工程が安定している状態で、そのデータを連続採取し、管理図にプロットする。データが管理限界を外れたら工程に異常が発生していることを示している。その原因を調査し、再発防止対策を実施することにより品質を管理する。

24

8. 管理図の見方

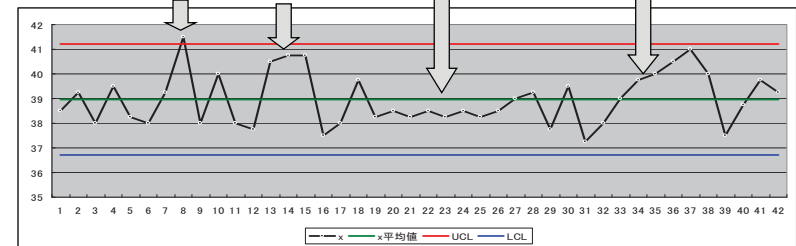
復習M7-1

	呼び方	見方	処置
1	管理はずれ	工程の平均値やバラツキの点が管理限界外に出る。	異常原因を示しているなので、その原因を調べ再発防止対策を講じる。
2	9つ以上の連続点	中心線の片側に連続して9つ以上の点が並ぶ。	技術面で問題がある可能性が高く調査を要す。
3	限界近くの点	管理限界の2/3以上離れた所に連続点3点中2点ある。	工程のバラツキが大きくなったことを示す。要注意
4	点の偏り	点が上向き、下向きにつながり周期性を示す。	工程管理面で問題がある可能性が高く調査を要す。
5	安定状態	連続25点以上の中に1~4項が無い。	維持を確認する。

25

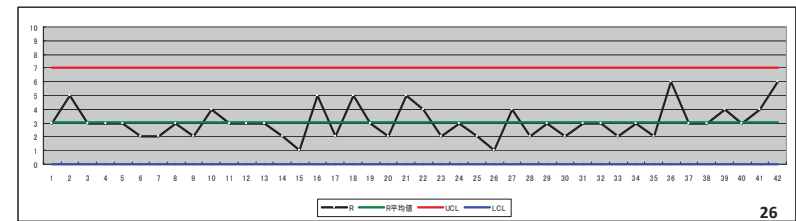
(平均値のバラツキ) \bar{x} -R管理図 復習M7-1

\bar{x} 管理図



R 管理図

(範囲のバラツキ)



26

M7 製品の品質／生産管理

M7-5 工程能力管理②

射出成形品の品質特性の内、重要な寸法などの数値データが規格値から外れないよう工程管理する管理図の手法を修得する。

Jun.2013

1

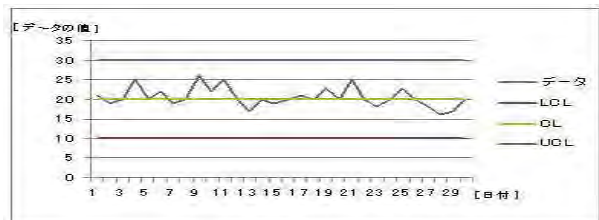
研修内容

1. 管理図とは？
2. 管理図の使用目的
3. 管理図の種類
4. 管理図の見方
5. 例題と解答
6. 問題演習

2

1. 管理図とは？

- 製品の品質は、生産工程内の様々な要因により変動(バラツキ)を生じる。変動は管理できない“偶然変動”と管理可能な“異常変動”に分けられる。
- 管理図は、工程における品質特性の異常変動を判別し、品質不良の発生を未然防止するための管理ツールである。
- 管理図は、中心線(CL)と管理限界線(UCL、LCL)から成り、ヒストグラムや散布図では困難な品質特性の時間的変化が記録できる。



3

管理図の用語

参考

- 管理線：以下に示す中心線1本と管理限界線2本の合計3本の線
- 中心線 (CL)：平均値を示す線
- 管理限界線：
 - 上方管理限界線 (UCL) と下方管理限界線 (LCL) があり、中心線からの間隔を計算によって求める。1926年米国の W.A.Shewhart博士は、この間隔を標準偏差の3倍 (3σ) とした3シグマ法管理図を提唱した。
- 群の大きさ (n)：1つの群に含まれるデータの数 (2~6個)
- 群の数 (k)：群分けしてできた群の個数 (20~25)

(Note) CL : Center Line

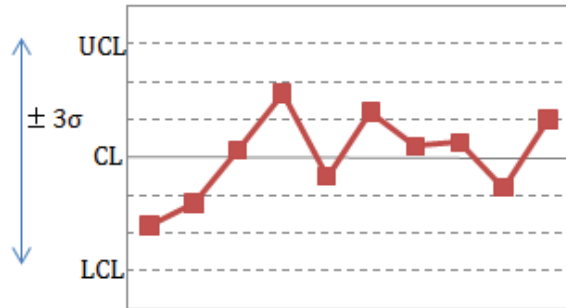
UCL : Upper Control Limit, LCL : Lower Control Limit

4

Shewhart管理図 (3シグマ法管理図)

参考

➤ 工程が安定状態 ($\pm 2\sigma$ 以内)にあることを示す例



5

群の大きさ(n)、群の数(k)の例

参考

【表1】

k	データ(群)の大きさ(n=2~6個)					平均Xbar	範囲R
	X1	X2	X3	X4	X5		
1	19.19	19.18	19.18	19.12	19.19	19.17	0.07
2	19.22	19.17	19.22	19.20	19.13	19.19	0.09
3	19.19	19.14	19.21	19.18	19.16	19.18	0.07
4	19.14	19.12	19.17	19.22	19.22	19.17	0.10
5	19.21	19.17	19.19	19.19	19.18	19.19	0.04
6	19.20	19.19	19.23	19.16	19.15	19.19	0.08
7	19.19	19.16	19.17	19.23	19.19	19.19	0.07
8	19.15	19.24	19.19	19.20	19.17	19.19	0.09
9	19.14	19.26	19.18	19.18	19.20	19.19	0.12
10	19.29	19.20	19.16	19.16	19.16	19.19	0.13
11	19.18	19.17	19.14	19.12	19.17	19.16	0.06
12	19.18	19.22	19.21	19.17	19.19	19.19	0.05
13	19.12	19.20	19.18	19.22	19.19	19.18	0.10
14	19.19	19.13	19.16	19.22	19.18	19.18	0.09
15	19.20	19.19	19.15	19.14	19.29	19.19	0.15
16	19.19	19.16	19.24	19.26	19.20	19.21	0.10
17	19.23	19.17	19.19	19.18	19.16	19.19	0.07
18	19.16	19.23	19.20	19.18	19.16	19.19	0.07
19	19.15	19.19	19.17	19.20	19.16	19.17	0.05
20	19.19	19.14	19.21	19.18	19.16	19.18	0.07
↑ データ(群)の数 (k=20~25)					合計	383.68	1.67
					平均	19.184	0.0835
							↑ 中心線 (CL) ↑

6

2. 管理図の使用目的(用途)

① 解析用管理図

・ 工程解析や工程能力調査、工程状態の推定などに使われる管理図のこと。これらの解析や調査では、データの層別や分け方(群分け)を変えて管理図を作成し、差異や管理状態を確認する。

(Note) 工程解析：工程から生産される製品の品質特性と、その要因との関係を明らかにすること。

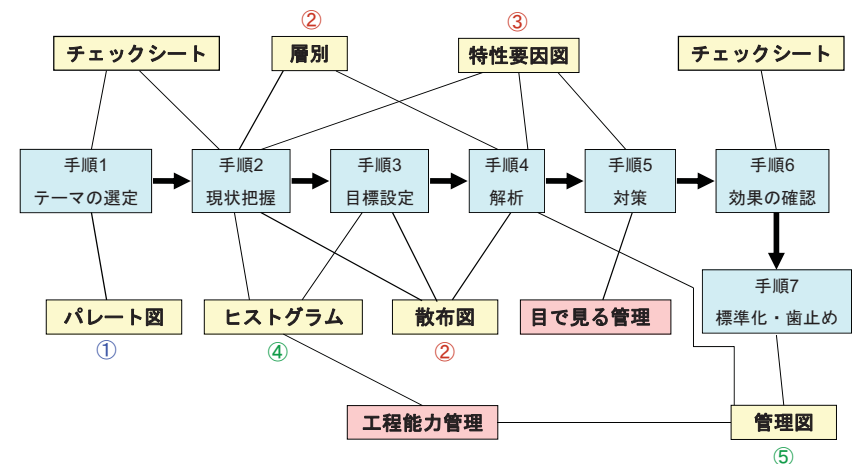
② 管理用管理図

・ 工程を良好な状態に維持するために用いる管理図のことであり、本来の目的に沿った管理図である。

7

問題解決の手順と使用するQC7つ道具(手法)の関係

参考



8

3. 管理図の種類

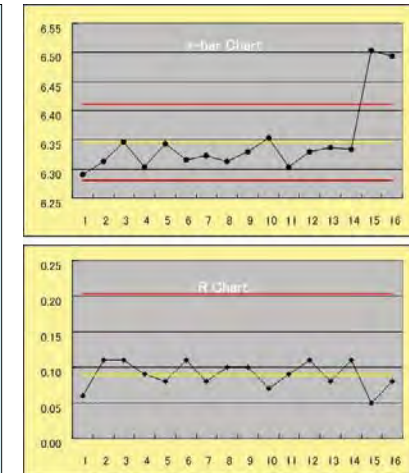
分類	種類	管理対象	使用状況
計量値	Xbar-R管理図	平均値－範囲	一般的な使用
	Me-R管理図	中央値－範囲	簡易的使用
	X管理図	個々のデータ	nが少ない場合
計数値	np管理図	不良品数	nが一定の場合
	p管理図	不良品率	nが変わる場合
	c管理図	不良数	不良品数が少なく、nが一定の場合
	u管理図	単位当り不良数	不良品数が少なく、nが変わる場合

9

Xbar-R管理図の詳細

参考

- 寸法、重さ、強度などの計量値によって工程を管理する場合に用いられる管理図であり、工程について最も多くの情報が得られる。
- Xbarは群の平均値、Rは群の範囲を示し、二つの管理図は一組で用いられるのが一般的である。
- Xbar管理図は群の平均値の変化を管理し、R管理図は群内のばらつきの変化を管理するために使われる。



10

Xbar-R管理図の管理線計算

参考

管理図	中心線	管理限界	管理図用係数表			
			n	A ₂	D ₃	D ₄
Xbar 管理図	Xbar-bar (Xbarの 平均値)	Xbar-bar ±A ₂ ·Rbar	2	1.880		3.267
			3	1.023		2.575
			4	0.729		2.282
			5	0.577		2.115
			6	0.483		2.004
			7	0.419	0.076	1.924
			8	0.373	0.136	1.864
			9	0.337	0.184	1.816
			10	0.308	0.223	1.777
			R 管理図	Rbar (Rの平均値)	UCL=D ₄ ·Rbar LCL=D ₃ ·Rbar	

11

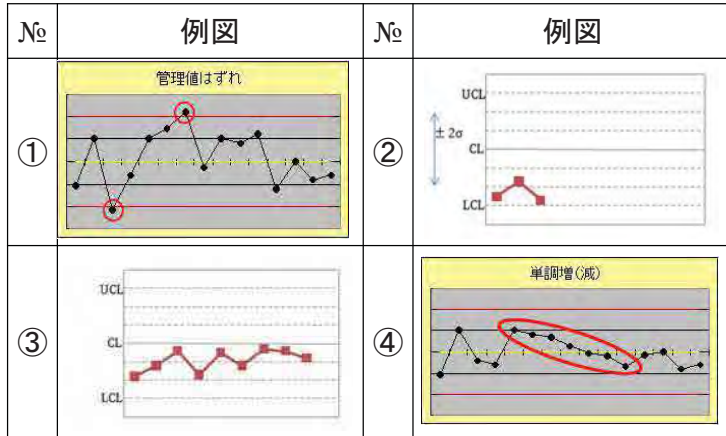
4. 管理図の見方

1. 管理状態にある（工程が安定している）管理図
(①and②)
 - ① 点が管理限界線の外に出ていないこと
 - ② 点の並び方、散らばり方にクセのないこと
2. 管理状態にない（工程が異常である）管理図
 - ① 点が管理限界線の外に出た場合
 - ② 連続3点中2点が管理限界線の2/3より外に出た場合
 - ③ 中心線の片側に9点以上の連続点が並ぶ場合
 - ④ 連続して6点が増加または減少している場合
 - ⑤ 点の並び方に明らかな周期性がみられる場合
 - ⑥ 連続8点中1点も管理限界線の1/3以内でない場合
 - ⑦ 連続15点が管理限界線の1/3以内にある場合

12

工程が異常である管理図の例①

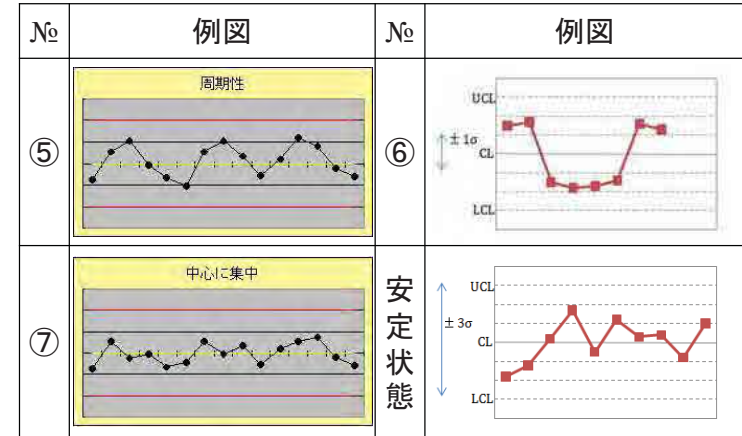
参考



13

工程が異常である管理図の例②

参考

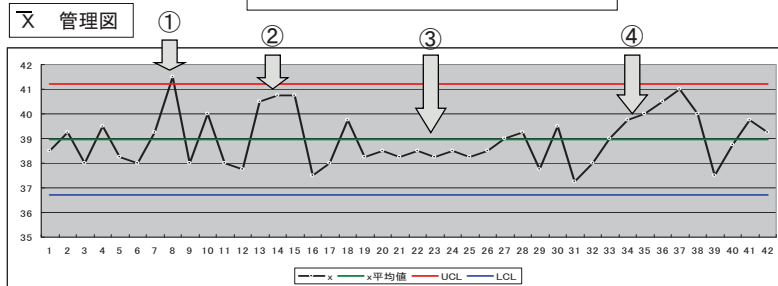


14

(平均値のバラツキ)

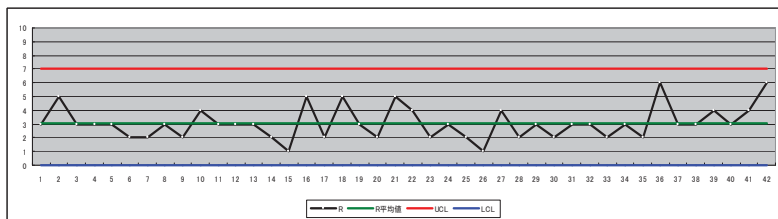
\bar{x} -R 管理図

M7-1 引用



R 管理図

(範囲のバラツキ)



15

例題①

表1の計算表よりXbar管理図とR管理図の管理限界線を計算せよ。

【表1】

k	データ(群)の大きさ(n=2~6個)					平均Xbar	範囲R	
	X1	X2	X3	X4	X5			
1	19.19	19.18	19.18	19.12	19.19	19.17	0.07	
2	19.22	19.17	19.22	19.20	19.13	19.19	0.09	
3	19.19	19.14	19.21	19.18	19.16	19.18	0.07	
4	19.14	19.12	19.17	19.22	19.22	19.17	0.10	
5	19.21	19.17	19.19	19.19	19.18	19.19	0.04	
6	19.20	19.19	19.23	19.16	19.15	19.19	0.08	
7	19.19	19.16	19.17	19.23	19.19	19.19	0.07	
8	19.15	19.24	19.19	19.20	19.17	19.19	0.09	
9	19.14	19.26	19.18	19.18	19.20	19.19	0.12	
10	19.29	19.20	19.16	19.16	19.16	19.19	0.13	
11	19.18	19.17	19.14	19.12	19.17	19.16	0.06	
12	19.18	19.22	19.21	19.17	19.19	19.19	0.05	
13	19.12	19.20	19.18	19.22	19.19	19.18	0.10	
14	19.19	19.13	19.16	19.22	19.18	19.18	0.09	
15	19.20	19.19	19.15	19.14	19.29	19.19	0.15	
16	19.19	19.16	19.24	19.26	19.20	19.21	0.10	
17	19.23	19.17	19.19	19.18	19.16	19.19	0.07	
18	19.16	19.23	19.20	19.18	19.16	19.19	0.07	
19	19.15	19.19	19.17	19.20	19.16	19.17	0.05	
20	19.19	19.14	19.21	19.18	19.16	19.18	0.07	
↑ データ(群)の数 (k=20~25)						合計	383.68	1.67
						平均	19.184	0.0835
							↑ 中心線(CL) ↑	

16

例題解答－①

手順-1：与えられた値を確認する。

$$\bar{X} = 19.184 \quad \bar{R} = 0.0835$$

手順-2：管理図用係数表から A_2 、 D_3 、 D_4 を求める。

群の大きさ $n=5$ なので係数表から

$$A_2 = 0.577 \quad D_3 = 0 \quad D_4 = 2.115$$

手順-3： \bar{X} 管理図の管理限界線（UCL/LCL）を計算する。

$$UCL = \bar{X} + A_2 \cdot \bar{R} = 19.184 + 0.577 \times 0.0835 = 19.232$$

$$LCL = \bar{X} - A_2 \cdot \bar{R} = 19.184 - 0.577 \times 0.0835 = 19.136$$

手順-4：R管理図の管理限界線（UCL/LCL）を計算する。

$$UCL = D_4 \cdot \bar{R} = 2.115 \times 0.0835 = 0.1766$$

$$LCL = D_3 \cdot \bar{R} = 0 \times 0.0835 = 0 = \text{示されない}$$

演習問題

ヒストグラム研修および工程能力指数研修の例題におけるデータ表（表6.2）を用いて \bar{X} -R管理図を作成し、管理状態を考察せよ。

表 6.2 データ表 (単位：mm)

日	時間				日	時間			
	9時	11時	14時	16時		9時	11時	14時	16時
1	77.84	78.04	78.08	77.90	14	78.00	78.36	78.12	78.02
2	78.18	78.16	78.12	78.10	15	78.16	78.06	78.18	78.14
3	78.10	78.28	78.14	78.04	16	78.12	78.22	78.10	78.02
4	78.16	78.12	77.98	78.12	17	78.14	78.00	77.86	78.08
5	78.30	78.20	78.08	78.18	18	77.94	77.96	78.04	78.10
6	78.08	78.00	77.88	78.04	19	78.06	78.16	78.08	78.14
7	78.26	78.20	78.14	78.16	20	78.26	78.28	78.22	78.56
8	77.96	78.00	77.92	78.06	21	78.06	78.18	78.02	78.06
9	78.24	78.14	78.04	78.12	22	78.02	78.16	78.10	78.12
10	78.10	78.48	78.10	78.46	23	78.42	78.38	78.04	78.12
11	78.32	77.96	78.20	77.98	24	78.24	78.08	78.14	78.18
12	78.08	77.98	77.98	78.18	25	78.10	78.14	78.12	78.08
13	78.44	78.12	78.20	78.06					

M7 製品の品質／生産管理

M7-5 工程能力管理② (演習解答編)

射出成形品の品質特性の内、重要な寸法などの数値データが規格値から外れないよう工程管理する管理図の手法を修得する。

Jun.2013

演習問題

ヒストグラム研修および工程能力指数研修の例題におけるデータ表(表6.2)を用いてXbar-R管理図を作成し、管理状態を考察せよ。

表 6.2 データ表 (単位: mm)

日	時間				日	時間			
	9時	11時	14時	16時		9時	11時	14時	16時
1	77.84	78.04	78.08	77.90	14	78.00	78.36	78.12	78.02
2	78.18	78.16	78.12	78.10	15	78.16	78.06	78.18	78.14
3	78.10	78.28	78.14	78.04	16	78.12	78.22	78.10	78.02
4	78.16	78.12	77.98	78.12	17	78.14	78.00	77.86	78.08
5	78.30	78.20	78.08	78.18	18	77.94	77.96	78.04	78.10
6	78.08	78.00	77.88	78.04	19	78.06	78.16	78.08	78.14
7	78.26	78.20	78.14	78.16	20	78.26	78.28	78.22	78.56
8	77.96	78.00	77.92	78.06	21	78.06	78.18	78.02	78.06
9	78.24	78.14	78.04	78.12	22	78.02	78.16	78.10	78.12
10	78.10	78.48	78.10	78.46	23	78.42	78.38	78.04	78.12
11	78.32	77.96	78.20	77.98	24	78.24	78.08	78.14	78.18
12	78.08	77.98	77.98	78.18	25	78.10	78.14	78.12	78.08
13	78.44	78.12	78.20	78.06					

A-401

解答一①

手順-1: 計算表を作成し、各群の平均値(Xbar)と範囲(R)を計算する。

- ・群の大きさ: n=4
- ・群の数: k=25
- ・データ数N=100

群番号	データ				平均値 \bar{X}	範囲 R
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄		
1	77.84	78.04	78.08	77.90	77.965	0.24
2	78.18	78.16	78.12	78.10	78.140	0.08
3	78.10	78.28	78.14	78.04	78.140	0.24
4	78.16	78.12	77.98	78.12	78.095	0.18
5	78.30	78.20	78.08	78.18	78.190	0.22
6	78.08	78.00	77.88	78.04	78.000	0.20
7	78.26	78.20	78.14	78.16	78.190	0.12
8	77.96	78.00	77.92	78.06	77.985	0.14
9	78.24	78.14	78.04	78.12	78.135	0.20
10	78.10	78.48	78.10	78.46	78.285	0.38
11	78.32	77.96	78.20	77.98	78.115	0.36
12	78.08	77.98	77.98	78.18	78.055	0.20
13	78.44	78.12	78.20	78.06	78.205	0.38
14	78.00	78.36	78.12	78.02	78.125	0.36
15	78.16	78.06	78.18	78.14	78.135	0.12
16	78.12	78.22	78.10	78.02	78.115	0.20
17	78.14	78.00	77.86	78.08	78.020	0.28
18	77.94	77.96	78.04	78.10	78.010	0.16
19	78.06	78.16	78.08	78.14	78.110	0.10
20	78.26	78.28	78.22	78.56	78.330	0.34
21	78.06	78.18	78.02	78.06	78.080	0.16
22	78.02	78.16	78.10	78.12	78.100	0.14
23	78.42	78.38	78.04	78.12	78.240	0.38
24	78.24	78.08	78.14	78.18	78.160	0.16
25	78.10	78.14	78.12	78.08	78.110	0.06
計	-	-	-	-	1,953.035	5.40

Xbar-R管理図の管理線計算

参考

管理図	中心線	管理限界	管理図用係数表			
			n	A ₂	D ₃	D ₄
Xbar 管理図	Xbar-bar (Xbarの 平均値)	Xbar-bar ±A ₂ ・Rbar	2	1.880		3.267
			3	1.023		2.575
			4	0.729		2.282
			5	0.577		2.115
			6	0.483		2.004
			7	0.419	0.076	1.924
R 管理図	Rbar (Rの平均値)	UCL=D ₄ ・ Rbar LCL=D ₃ ・ Rbar	8	0.373	0.136	1.864
			9	0.337	0.184	1.816
			10	0.308	0.223	1.777

解答一②

手順-2：総平均 \bar{X} を計算する。

- ・ $\bar{X} = \text{各群の}\bar{X}\text{の合計} / k = 1953.035 / 25 = 78.1214$

手順-3：範囲の平均値 \bar{R} を計算する。

- ・ $\bar{R} = \text{各群の}R\text{の合計} / k = 5.40 / 25 = 0.216$

手順-4： \bar{X} 管理図の管理線を計算する。

- ・ $CL = \bar{X} = 78.1214$
- ・ 管理図用係数表より $n=4$ の場合 $A_2 = 0.729$
- ・ $UCL = \bar{X} + A_2 \cdot \bar{R} = 78.1214 + 0.729 \times 0.216 = 78.2789$
- ・ $LCL = \bar{X} - A_2 \cdot \bar{R} = 78.1214 - 0.729 \times 0.216 = 77.9639$

手順-5：R管理図の管理線を計算する。

- ・ $CL = \bar{R} = 0.216$

5

解答一③

- ・ 管理図用係数表より $n=4$ の場合 $D_3 = 0$ 、 $D_4 = 2.282$

- ・ $UCL = D_4 \cdot \bar{R} = 2.282 \times 0.216 = 0.493$

- ・ $LCL = D_3 \cdot \bar{R} = 0 \times 0.216 = 0 = \text{示されない}$

手順-6：グラフ用紙を用意し、管理図のヨコ軸とタテ軸を決める。

- ・ \bar{X} 管理図を上、R管理図を下に配置する
- ・ タテ軸のUCLとLCLの間隔は、ヨコ軸の群と群の間隔の6倍程度

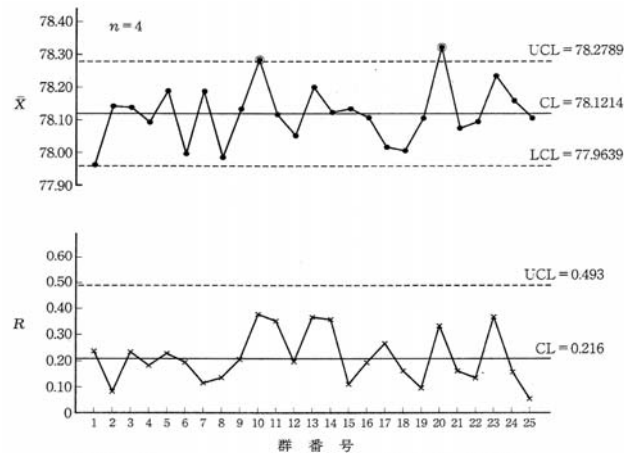
手順-7：管理線を引く。

- ・ 実線（——）にて中心線を引く
- ・ 解析用管理図の場合は破線（-----）で管理限界線を引く
- ・ 管理用管理図の場合は一点鎖線（- · - · - ·）で管理限界線を引く

手順-8：各管理図上に各群の \bar{X} とRを打点し必要事項を記入する。

6

解答一④



商品名：アクロン
 試料：1日4個（9時、11時、14時、16時）
 単位：mm
 特性値：内径寸法
 規格：78.20 ± 0.30
 作成者名：.....

7

解答一⑤

手順-9：管理状態を考察する。

⇒ R管理図は管理限界外の点がなく、また点の並び方、散らばり方にもクセがないので、品質特性値の群内変動範囲は安定した管理状態にあると判定できる。

⇒ \bar{X} 管理図は、群番号10および20で管理限界外の点がある。

したがって、品質特性値の平均値の群間変動は管理状態にないと判定できる。群番号10と20（10日と20日）で、他の日と異なった何らかの異常が生じていると思われるので、品質不良を未然防止する観点から、この原因を究明し、処置をとる必要がある。

8

M7 製品の品質／生産管理

M7-6 5SとKAIZEN活動

2012/2/1,2

目次

- 1. KAIZEN 活動と5S
 - 1.(1) 作業改善の目的と正しい考え方
 - 2. 5Sとは何か？
 - (1) 5S改善活動
 - (2) 5Sと3定導入
 - (3) 実践5S(身近な基準)
 - (4) 目で見える整理 (赤札作戦)
 - (5) 目で見える整頓 (看板作戦)
 - (6) 目で見える、治工具の整頓
 - (7) 清掃
 - (8) 清潔
 - (9) 躰(習慣化)
 - (10) 5Sがもたらす効果
- 3. プラスチック成形工場に有効な改善活動
 - 3.(1) 目で見える管理とは？
 - ① 目で見える管理の目的と用途
 - ② 作業標準書の改善
 - ③ 成形品機能試験例
 - ④ 作業台の限度見本の掲示例
 - 3.(2) ムダ取り
 - ① ムダとは何か？
 - ② 作業者の動きのムダ
 - ③ 現場におけるムダの総点検の例
 - ④ 7つのムダ
 - ⑤ 7つのムダ取り改善と要点
 - ⑥ 改善活動を推進するための手法
 - ⑦ 改善のステップ
 - ⑧ 作業改善から設備改善へ
 - ⑨ インサート成形品検査と梱包改善
 - ⑩ ムダ取り後の外観検査



1. KAIZEN 活動と5S

- ・モノ作りの基本 = 良い品質の商品を、安く、タイムリーに供給すること(Just In Time)
- ・モノ作りの失敗 = 不良品を作ること ← 損失コストは極めて大きい
 - ↳ モノ作りの仕組みのどこかにKAIZENすべき箇所がある
 - ↳ = 生産要素の4Mに着眼

- ・4MのKAIZEN例
 - ✓ 工程での品質の作りこみ
 - ✓ 設備装置のポカヨケ
 - ✓ 自動化の適切化
 KAIZEN方策を横展開する → 失敗前の改善(未然防止)

- ・KAIZEN活動の範囲
 - ①品質向上、②原価低減、③生産性向上、④安全管理など企業活動全般
- ・KAIZEN活動に有効な管理手法 = 目で見える管理(見える化)
- ・有効なKAIZEN手法 = 3Mの顕在化と徹底したムダの排除 = ムダ取り
- ・KAIZEN活動の基礎の基礎、KAIZEN活動の第一歩 = 5S
- ・KAIZEN活動、5S活動の原則 = 全員参加

注記。(1) 3M: ムリ、ムラ、ムダ
(2) 4M: 人(Man)機械・設備(Machine)材料(Material)加工方法(Method)

1.(1) 作業改善目的と正しい考え方

図-1作業改善目的

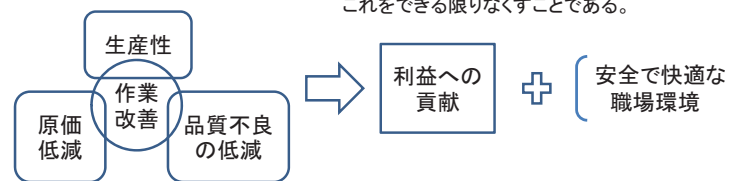


図-2 生産の4要素

工程	付加価値	要する時間
加工・組み立て	○	秒～分
検査	×	秒～分
運搬	×	分～時間
停滞	×	時間～日

注意: 部分最適でなく全体最適を目指す。

名古屋QS研究会編: 目で見える管理、p19,25,1993,日本規格協会、

2.5Sとは何か

- 1s (Seiri)** : 「必要なもの」と「不要なもの」を区別し、「不要なもの」を処分すること
- 2s (Seiton)** : 「必要なものが誰にでも、すぐ取り出せる状態にしておき、誰にでもわかるように明示しておく」こと
- 3s (Seiso)** : 「常に掃除し、きれいにすること
- 4s (Seiketsu)** : 「整理・整頓・清掃を徹底すること
- 5s (sitsuke)** : 「決められたことを、いつも正しく実行できるように習慣づけ」ること

5

2.(1) 5S改善活動

- 1) 5S活動とは職場にルールを定め、効率的で安全な職場環境をつくる。
職場において徹底されるべき事項として整理、整頓、清掃、清潔、躰の5項目を指す。
- 2) 5S活動は全ての企業において不可欠な改善活動。
5Sは品質向上、原価低減、生産性向上、安全管理など企業活動の基本である。それは全ての業種において効果を発揮する。
- 3) その狙いは？
①社員の自主性の向上②良好なチームワークづくり③リーダーシップの養成
- 4) 全員参加が定着の基本

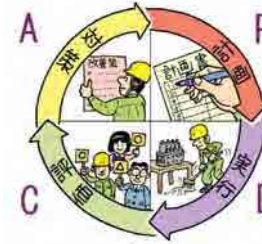


図-4 管理のサークル

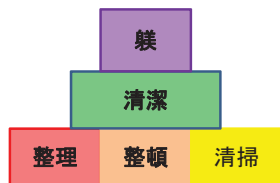
Plan: 計画
Do: 実行
Check: 評価
Action: 対策

社団法人建設荷役車両安全協会「5S活動」実践ガイドから

6

2.(2) 5Sと3定の導入

1. step 推進体制の確立
2. step 対象職場と担当区分の明確化
3. Step 推進計画の立案
4. Step 活動宣言(キツクオフ)
5. step 5Sと3定教育
6. step 実践
7. step 評価



(注記)
3定とは①定位②定品③定量
3現とは①現場②現実③現物

図-5 5S の階層

7

2.(3) 実践5S

(身近な基準)

1. 常に身の回りの5S
 - ◎ 自分の身体・服装・保護具は常に清潔にする。
 - ◎ 自分の机や作業場所とその周辺は、自分で整理整頓する。
2. 物を放置しない
 - ◎ 置き場を決め、決められた場所に置く。
 - ◎ 消火器・消火栓・防災扉・救急設備・スイッチボックスの前に物を置かない。
 - ◎ 避難路・非常口・階段・エレベーター付近に障害物を置かない。
3. 置き場所の明示
 - ◎ 倉庫や作業場内には物の置き場、置き方を表示する。
4. 物の置き方
 - ◎ 「燃えやすいもの」「危険なもの」「壊れやすいもの」は別々に置く。



8

2.(4) 目で見る整理(赤札作戦)

月日とともに汚れと一緒にムダがたまる。
赤札作戦とは不必要なモノを誰が見ても分かるようにする整理の1つの手法
職場の“アカ”を“赤札”の貼り付けで浮かびあがらせる。

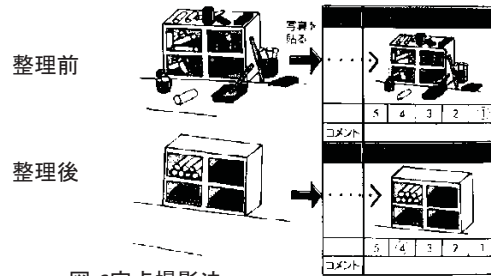


図-6 定点撮影法

改善活動の経過や成果を目で見て確認しやすいように
定点撮影し目で確認するツールを作る。

岡田貞夫: 作業改善の本、p47,2004.日刊工業新聞社

9

2.(5) 目で見る整頓(看板作戦)

目で見る整頓を看板作戦という。
職場看板、置き場看板、機械看板
「定位」所表示と番地表示(例:A22(A町2丁2番地))
棚には棚品目表示を、モノにはモノ品目表示を
最大量表示と最小量表示。

先入れ先出し(First in, First out)

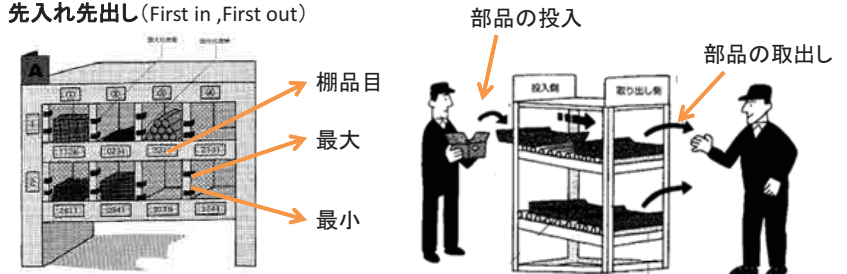


図-7 3定と品目・量の表示

図-FIFO方式

平野裕也、古谷 誠: 5Sの本、p54-94,2006,日刊工業新聞社

10

2.(6) 目で見る、治工具の整頓

個人管理から集中管理へ変えよう。
目で見てわかるオープン管理、目で確認しやすい置き場にしよう
使う場所に置こう、分散管理と工具のライン化。
戻さない置き方で乱れを防ぐ。

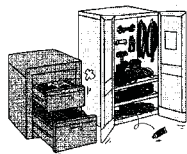


図-8 中が見えないクローズ管理



図-10 分散管理、
機械に取り付けられた
段取り工具

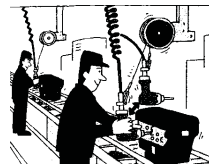


図-11 電動ドライバーの
吊り下げ管理

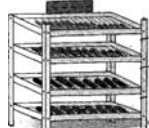


図-9 ドリルのオープン3定管理

平野裕也、古谷 誠: 5Sの本、p54-94,2006,日刊工業新聞社

11

2.(7) 清掃

白い作業服は現場の異常を読み取る。
現場の汚れは、現場の異常を映しだす。
汚れの基準は目でわかるものに。

1. 日常清掃: ①清掃対象、②清掃担当、③清掃方法を決め、④清掃用具を準備する
2. 清掃点検: ①清掃に点検業務を組み込む、②清掃点検方法を定める、③清掃点検を実施しよう
3. 清掃保全: 清掃点検を保全活動につなげる



12

2.(8) 清潔

1. 仕組みを作り清潔を維持しよう。
 - ① 汚したらその場で清掃する。
 - ② 次に使用する人のことを考えて、清掃、保管を行う。
 - ③ 服装は清潔・安全を基礎にルールを守る
2. 予防3S
 - ① 捨てない「整理」は不要物が発生しない仕組み。
 - ② 乱れない「整頓」は戻さなくてよい仕組み。
 - ③ 汚れない「清掃」は汚れない仕組み。



図-12 汚れない清掃



図13 汚れない整頓

13

2.(9) 躰(習慣化)

躰づくりで崩れない5Sにする。躰も具体策で進める

- ① ルールや規律を明確にすること
- ② お互いに信頼でき、協力しあう組織風土を作る
- ③ 自分の責任範囲を明確にして、意識すること
- ④ 後工程はお客様と考えて行動する。
- ⑤ 整理・整頓・清掃の状況は目で見る5Sで
- ⑥ 全社の推進(年間行事化と実践活動)



平野裕也、古谷 誠: 5Sの本、p134-144, 2006, 日刊工業新聞社

14

2.(10) 5Sがもたらす効果

◎優れた、○良い、△普通、

Seiri	Seiton	Seisou	Seiketsu	Sitsuke	効果
○	◎	△	○	◎	多品種化対応 切り替えゼロ
◎	○	△	○	◎	問題表面化 在庫ゼロ
◎	◎	○	◎	◎	コスト削減 ムダゼロ
○	◎	◎	◎	◎	品質保証 不良ゼロ
	○	◎	◎	◎	生産保全 故障ゼロ
○	◎	○	○	◎	納期短縮 停滞ゼロ
○	◎	◎	◎	◎	安全第一 災害ゼロ

平野裕也、古谷 誠: 5Sの本、p16, 2006, 日刊工業新聞社

15

3. プラスチック成形工場に有効な改善活動

- ・プラスチック成形工場の改善活動は、5Sをベースにして生産の4Mである
 ①成形材料、②射出成形機、③金型、④周辺機器(乾燥機、金型温度調節機など)、
 および作業員(Man)が行う作業方法(Method)について3Mをチェックし、特にムダを
 顕在化して徹底的に排除する「ムダ取り」の手法が効果的である。
- ・ムダの顕在化と排除による改善の効果について作業員の意識を高め、情報の共有化
 を図る生産管理手法が「目で見る管理(見える化)」である。
- ・プラスチック成形工場の生産におけるムダには成形機故障などによるムダ、段取り時
 間のムダなどがあり、それぞれ「TPM」や「シングル段取り(SMED)」など別のアプロ
 ーチによる有効なKAIZEN手法もあるが、ここでは先ず「目で見る管理(見える化)」、続い
 て「ムダ取り」について研修を行う。

16

3.(1) 目で見える管理とは

1) 経営環境の変化と目で見える管理の必要性

- ① 企業間競争激化への対応。
- ② 多様な労働力活用要請への対応。
- ③ 多品種少量短納期生産要求への対応。

全員参加で間違いのない仕事を消費者の満足を得るために、しかも多様な労働力を活用して実施するためには目で見える管理をどうしても導入・推進する必要がある。

2) 目で見える管理の定義

「職場の全員が、目を見て仕事の進み具合が正常か異常かの判断を素早くでき、対策につなげることである。」

★ より進むと

「良い品を、安く、納期通り、必要数、安全に、しかも全員がやる気になって仕事をし、職場の利益を十分確保してもらうために、関係者全員に必要な情報を提供し自主的に一つ一つの仕事を完全に理解、納得して実施してもらうこと。」

3.(1)-① 目で見える管理の目的と用途

究極の目的：長期安定利益と短期極大利益の確保・向上

当面の目的	諸管理との関係
① 品質の維持・向上	品質管理
② 原価の維持、改善	原価管理
③ 納期の厳守 数量の確保、 生産期間短縮、 在庫の削減と維持	
④ 安全の確保・向上 環境の維持・向上	安全・環境管理
⑤ 職場の5S チームワークの維持向上	5S、労務管理
⑥ その他	設備管理 現品管理 作業管理 情報管理
⑦ 職場の利益確保・向上	利益管理

直接的な目的 = 用途
① 異常・問題点の顕在化
・ 早期発見・早期対策
・ 全員参加・三直三現
・ 維持の完全化
標準との対比
② ムダ、ムラ、ムリの顕在化
理想状態との対比
③ 管理の効率化
間接部門の排除・効率化
管理のサイクル短縮化
コミュニケーションの強化

3.(1)-② 作業標準書の改善

作業手順	注意ポイント	注意ポイント
① コイルとケースの確認	切り替えカンバンにてコイル品番とケース品番と物の確認をする	
② コイルをセット	確実に奥までセットする (バッキンのスレに注意)	
③ ワークをセット	治具に確実にセット (ワークが傾くと危険)	
④ 自動起動	ハンダ形状のチェック (かしめ強度に影響)	
⑤ ベークワッシャー	ボビンの真直本の奥まで押し込むこと	
⑥ コンペアに置く	⑤ 端子側を左にし、コンペアの中央部に置き	
⑦ M磁子をセット	アイレットの方向と角フックの傾向を正確に確認	
⑧ リングを嵌める	ホルトの中央部まで挿入 (594のみガラスに当たらないこと)	
⑨ 検品の確認	⑧-①を繰り返す	

改善前

作業手順	注意	標準時間
1. 左手でケースを取り出す	スミス手袋を使用し、素手で部品を触らないこと。	3.6秒
2. 右手でコイルを取り出す	落下部品は廃棄のこと (黄箱へ)。	
3. 両手でコイルをケースにセットする	部品損及び缺陷に作業終了時、蓋をすること。	
4. 右手で部品を取り出し作業台に置く	作業終了のときは、コンペアを押すこと。	
5. 左手でM磁子部品を持ちケースに組み付ける	安全：光線式安全装置のチェックを行うこと。	
6. 両手でベークワッシャーを組み付け、左手で完成品をコンペアに置く		2.9秒
7. 左手でM磁子部品を持ちケースに組み付ける		2.8秒
8. 左手で組み付けた部品を保持し、右手でリングを組む		2.8秒

改善後

3.(1)-③ 成形品機能試験例



外観検査している

目で見える管理:
作業標準書

未検査品

LED表示とブザー音で合否判定を表示する。(ポカヨケ)

写真-1 インサート成形品の機能テスト器

3.(1)-④ 作業台の限度見本の掲示例



良品限度見本掲示

品種別成形
ロット票掲示

不良品区分箱
(赤箱)

写真-2 縦型成形、インサート成形品の
不良品と良品見本の掲示例



写真-3 縦型成形、インサート成形工程

3.(2) ムダ取り

利益を生み出す源泉は生産現場でのムダ取りにある。
現場のムダやロス徹底的に継続的に排除することが必要であり改善のサイクルをまわすことが重要である。

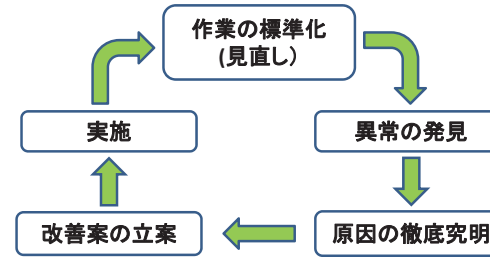


図-14 改善のサイクルを回す

3.(2)-① ムダとは何か？

仕事をするうえで、役に立たないことを言う。生産上または時間的に付加価値を生まないもの、また過剰な材料、工数を消費しているものが該当する。

(1) 現場作業の中味

作業者の一日の動きは次の3つに分けられる。

- ① **正味作業** : 付加価値を高める作業で部品の加工が該当する。
- ② **付随作業** : 付加価値のない作業であるが現状の作業条件ではやらなくてはならないもの。段取り替え、部品を取りに行く。
- ③ **ムダな作業** : 付加価値を生まない人の動き、設備の動き

(2) 様々なムダの例

- ① **時間(工数)のムダ** : 手待ち、探し、運搬の2度手間、切り粉取り(バリ取り)、過剰な検査など
- ② **工程の流れのムダ** : 流れ全体のムダ、加工そのもののムダ、検査のムダ、運搬のムダ、停滞のムダとしての材料・資材の買いすぎ、中間製品の積み重ね、製品在庫の過多及び長期滞留での劣化ロスなど
- ③ **設備稼働のムダ** :

岡田貞夫: 作業改善の本、p682004.12日刊工業新聞社

3.(2)-② 作業者の動きのムダ

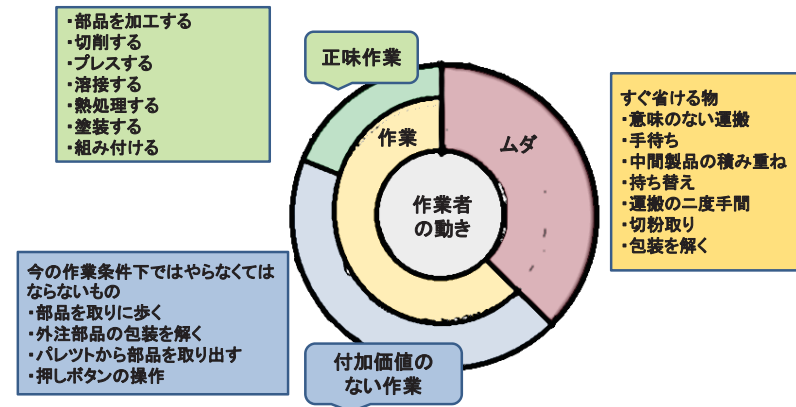
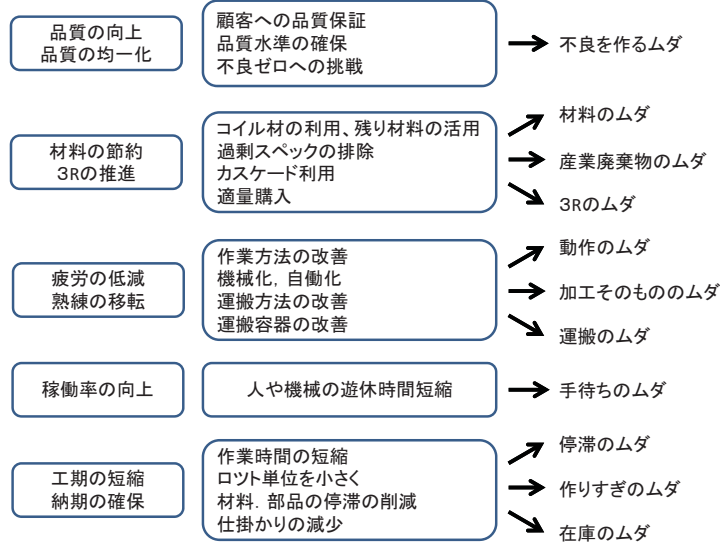


図-15 作業者の動きのムダ

岡田貞夫: 作業改善の本、p69,2004.日刊工業新聞社

3.(2)-③ 現場におけるムダの総点検の例



岡田貞夫：作業改善の本、p68,2004日刊工業新聞社

3.(2)-④ 7つのムダ (TPS分類)

7つのムダ	内容
①作りすぎのムダ ①、③、④、⑤	仕事の進みすぎ、過剰な人、設備での原料の先食いなどで発生
②手待ちのムダ ③、④、⑤	自動化設備での見ているだけ、機械故障で作業ができない、部品待・欠品での作業待ちの状態
③運搬のムダ ①、③、④、⑤	必要以上の運搬距離、工程途中の仮置き、二度手間、運搬発生、積み替え移動
④加工そのもののムダ ②、④、⑤	作業状態が不安定、または作業者が未熟なために最適速度で加工できない
⑤在庫のムダ ①、③、④、⑤	倉庫費、運賃費、管理費などの在庫管理費用やザビなどによる劣化損失
⑥動作のムダ ③、④、	歩行や材料・治具などの取り置き、またムリな作業姿勢や判断の間違いによるロス。
⑦不良をつくるムダ ②、⑤	不良発生による、材料および部品・工数のムダ

注記：ムダとは「付加価値を高めない、いろいろな現象や結果」を言う。
顕在化の方法：①JIT②自動化、③標準作業、④工程の流れ化⑤目で見える管理

トヨタ生産方式を考える会：トヨタ生産方式、p91,2004日刊工業新聞社

3.(2)-⑤ 7つのムダ取り改善と要点

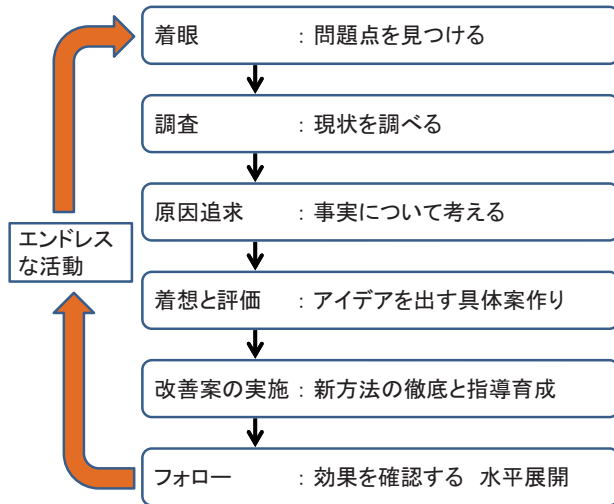
ムダ取り改善	要点
作業の再配分	再配分では手空きを明確に 作業量の均等配分は作業のムダを隠す
作業改善と 設備改善	自社流のモノ作りは作業改善の繰り返しからスタート 設備投資による改善は一時的、作業改善は無限
目で見える管理で 異常に対処	誰がいつ見ても、正常か異常かわかる状態に 基本とポイントは、整理整頓、生産差異の管理、情報の公開
各種の管理板	管理ツールの目的は改善のためのデータを集めること 自社の現場に合った管理ツールの設定が大切
探す手間を省く 整理・整頓	モノを探し回るムダ、整理整頓は5Sの基本 必要度による層別管理
環境清掃よりも 点検清掃	自分で使う機械は自分で守る。点検は不具合の発見。 貴重な「ちよつと変？情報」
多台持ちから 多工程持ちへ	タクトタイムの平準化、多能工化が決めて 仕掛かり品の作りすぎを防ぐ
スムーズで柔軟な レイアウト	人・モノ・情報の流れを変える。基本原則に従ったレイアウト計画
改善の定着	改善のサイクルを回す。改善の第一歩は標準化。異常を捉える感性を磨く。

3.(2)-⑥ 改善活動を推進するための手法

活動名	目的	特徴	範囲
改善提案 (提案制度)	職場の身近な仕事の改善活動 社員の意見を経営に反映	1人でも全員でも取り組める 取組が簡単 期限が限定されない	全員 全部門
TQM 総合的 品質管理	品質を中心とした仕事の改善 品質管理、生産管理、原価管理 製品企画、設計、購買、営業	方針管理、日常管理 職場の活性化(QCサークル活動) 比較的取組は容易	全員 全部門
TPM 全員参加の 設備保全	設備の総合的効率化 生産保全のトータルシステムの改善	全員参加の設備保全 設備の可動率向上 設備に強い人材育成	設備計画 製造 保全部門
VA/VE 価値分析 価値工学	製品の必要機能を最低のコストで得る ための手法 設計、製造、システムの原価低減	開発・量産段階におけるコスト低減法 製品を機能や目的でとらえる	設計 調達 製造部門
IE 生産工学	人・モノ・設備からなる生産システムを 経済性にもとじて設計し、成果を予測する。	工程分析、動作分析、稼働分析運搬分析、配置分析、ラインバランス 理論的かつ専門的	主に 製造部門
TPS トヨタ 生産方式	ジャスト・イン・タイム 自動化(人べんつき) 徹底したムダの排除	生産革新 徹底した合理化のコンセプトと手法 トツブダウンとボトムアップ	全社展開

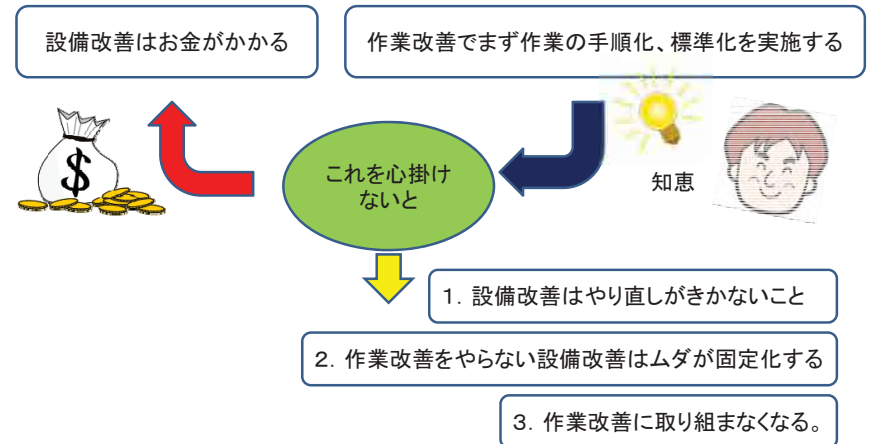
岡田貞夫：作業改善の本、p74,2004日刊工業新聞社

3.(2)-⑦ 改善のステップ



岡田貞夫: 作業改善の本、p111,200、日刊工業新聞社

3.(2)-⑧ 作業改善から設備改善へ



岡田 貞夫: 作業改善の本、p111,2004. 12、日刊工業新聞社

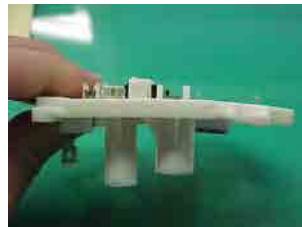
3.(2)-⑨ インサート成形品の外観検査と梱包



見える化した検査標準書 (Visualized inspection standard)

限度オーバ品を見つけやすくする (Make it easy to find excess items)

反り不良(相手部材勘合不良) (Warping defect / mismatch with mating part)



成形、製品突出し後 (After molding, product ejection)

写真-4 成形品の外観検査、そり不良検出梱包セル (Photo-4 Appearance inspection of molded parts, sorting defective parts into packaging cells)

3.(2)-⑩ ムダ取り後の外観検査



見える化した検査標準書 (Visualized inspection standard)

取りやすくした(並べ替えの排除) (Made it easy to pick up (elimination of re-arranging))



成形 (Molding)

未検査品の補充(運搬のムダ排除) (Replenishment of un-inspected parts (elimination of waste in transport))

写真-5ムダ取り後の外観検査 (Photo-5 Appearance inspection after waste removal)

M7 製品の品質／生産管理

M7-7 金型段取り改善の手法(SMED)

射出成形では、金型交換を主体とする段取り作業の効率が設備生産性に大きく影響する。この研修では段取り改善を進める有力な手法であるSMEDについて学習する。

2012/5/29,30

1

研修内容

1. 設備生産性
 - 1.1 生産性と段取り
 - 1.2 設備総合効率について
 - 1.3 射出成形と7大ロス
2. 段取り
 - 2.1 段取りとは？
 - 2.2 段取り作業の構成
 - 2.3 段取りの分類
 - 2.4 内段取りとは？
 - 2.5 外段取りとは？
3. シングル段取り(SMED)
 - 3.1 SMEDとは？
 - 3.2 SMEDの手法
 - 3.3 SMEDの具体的進め方
 - 3.4 現状把握、分析
 - 3.5 段取り改善のポイント
 - 3.6 段取り作業改善の技法例
 - 3.7 能率向上装置導入例

2

A-411

1. 設備生産性

生産性と段取り①

■ 生産性とは？：

- ・生産性 = 産出(Output) / 投入(Input)
- ・労働生産性

$$= (\text{産出工数} / \text{投入工数}) \times 100 (\%)$$

$$= (\text{出来高工数} / \text{投入工数}) \times 100 (\%)$$
- ・設備生産性

$$= (\text{産出稼働時間} / \text{投入時間}) \times 100 (\%)$$

$$= (\text{価値稼働時間} / \text{投入時間}) \times 100 (\%)$$

3

1. 設備生産性

生産性と段取り②

■ 設備稼働時間と不稼働時間：

作業時間			
負荷時間(有効稼働時間)			SDロス
実稼働時間		停止ロス	
正味稼働時間		性能ロス	
価値稼働時間	不良ロス		

負荷時間：生産活動のために割り当てられた時間

SD(Shut-down)ロス：無効時間(未負荷/待機/定期保全/朝礼など)

停止ロス：故障/段取り/調整/金型不具合などで停止した時間

性能ロス：基準サイクル時間からの遅れや小停止に使われた時間

不良ロス：品質不良品の生産や手直しに要した時間

4

1. 設備生産性

設備生産性の指標

■ 設備生産性の有効な指標:

設備総合効率(OEE):

(生産設備が有効に使われているかどうかを表す
設備生産性の総合的な指標)

■ 設備総合効率(OEE)の求め方:

設備総合効率(OEE) =

時間稼働率(EA) × 性能稼働率(PR) × 良品率(QR)

OEE: Overall Equipment Effectiveness

EA : Equipment Availability

PR: Performance Rate

QR: Quality Rate

5

1. 設備生産性

設備総合効率の計算手順

■ 時間稼働率(EA)を求める:

$$EA = ((\text{負荷時間} - \text{停止時間}) / \text{負荷時間}) \times 100 (\%)$$

■ 性能稼働率(PR)を求める:

$$PR = ((\text{基準サイクルタイム} \times \text{加工数}) / \text{実稼働時間}) \times 100 (\%)$$

■ 良品率(QR)を求める:

$$QR = ((\text{加工数量} - \text{不良数量}) / \text{加工数量}) \times 100 (\%)$$

■ 設備総合効率(OEE)を計算する:

$$OEE = EA \times PR \times QR (\%)$$

6

1. 設備生産性

設備総合効率の計算例

■ 1日の操業時間: 480分 (60分 × 8時間)

■ 時間稼働率(EA)を求める:

$$EA = ((460\text{分} - 60\text{分}) / 460\text{分}) \times 100 = 87 (\%)$$

■ 性能稼働率(PR)を求める:

$$PR = ((0.5\text{分} \times 400\text{個}) / 400\text{分}) \times 100 = 50 (\%)$$

■ 良品率(QR)を求める:

$$QR = ((400\text{個} - 8\text{個}) / 400\text{個}) \times 100 = 98 (\%)$$

■ 設備総合効率(OEE)を計算する:

$$OEE = 0.87 \times 0.5 \times 0.98 = 42.6 (\%)$$

7

1. 設備生産性

設備総合効率改善と7大ロス

■ 設備総合効率改善:

⇒EA、PR、QR値の増大⇒7大ロスの低減
(停止ロス) ① 故障ロス

② 段取り・調整ロス

③ 刃具(Tool)ロス

④ 立ち上がりロス

(性能ロス) ⑤ 小停止・空転ロス

⑥ 速度低下ロス

(不良ロス) ⑦ 不良・手直しロス

8

1. 設備生産性

プラスチック射出成形と7大ロス

■ 段取り・調整ロス

射出成形では、金型交換などの段取り・調整ロスが大きく、特に多品種少量生産や小ロットのJIT生産では、このロスを極小化することが効率化の決め手となる。

■ 刃具 (Tool) ロス

射出成形では、金型トラブルによる時間や物量のロスがこれに相当する。金型の予防保全がポイント。

■ その他ロス

その他のロスについても金型との関連が大きい。

9

2. 段取り

段取りとは？

■ 一般的に“段取り”とは、何か行う前に順序や方法を決めることを言う。

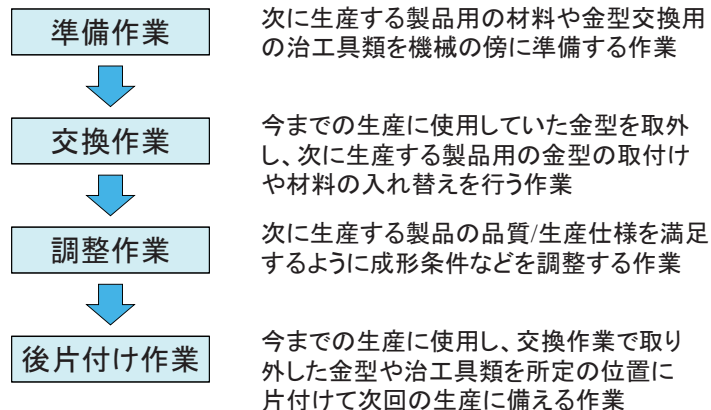
■ 生産活動における“段取り”の定義：

生産活動における“段取り”とは、現在生産している製品から次の(品質適合)製品を生産するための準備作業から後片付け作業まで生産の切替えに伴う一連の作業やその方法のこと。

10

2. 段取り

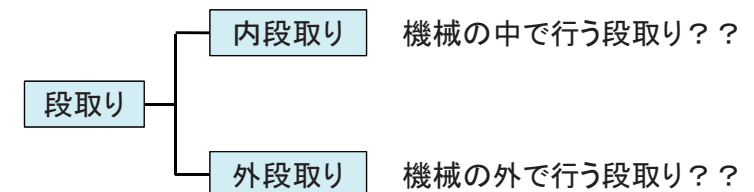
段取り作業の構成



11

2. 段取り

段取りの分類



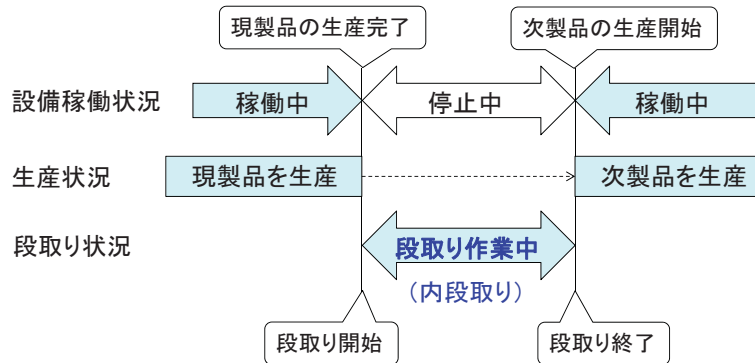
※ 内段取りと外段取りを分けることが後述する
シングル段取り(SMED)のポイント

12

2. 段取り

内段取りの概念

内段取り: 機械や生産ラインを止めて行う段取り

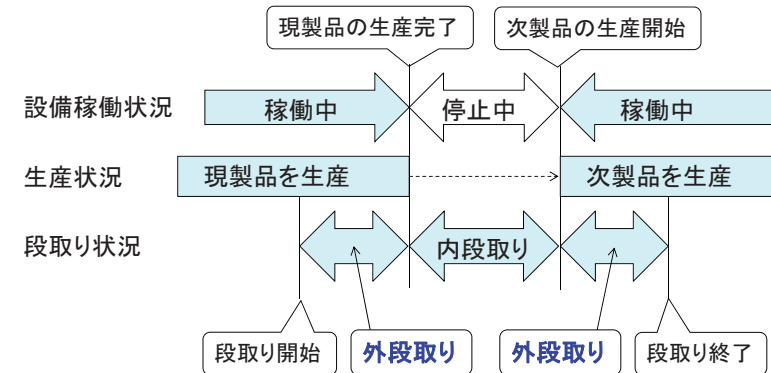


13

2. 段取り

外段取りの概念

外段取り: 機械や生産ラインを止めないで行う段取り



14

3. シングル段取り

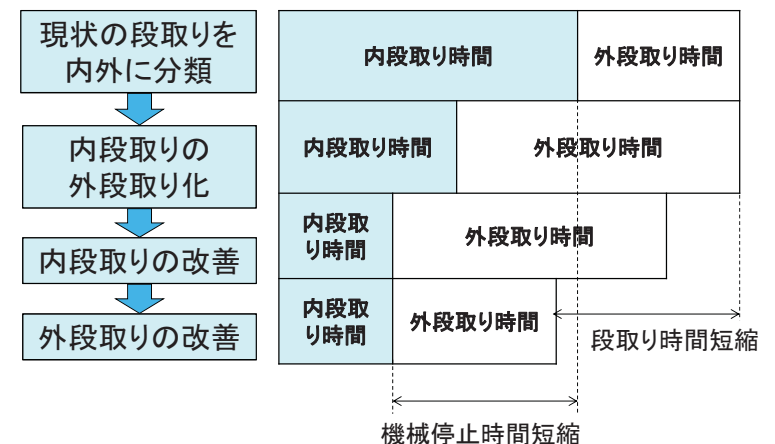
シングル段取り (SMED) とは？

- “シングル段取り (SMED: Single Minute Exchange of Die)” とは、金型交換を1分間で行う段取りという意味ではない。金型交換を含むすべての段取りを10分未満(つまり1桁台の分)で行う段取り手法のことである。
- 1950年代、日本の新郷重夫によって提唱され、トヨタ自動車など多くの企業でその手法を使った段取り時間のSingle Minute化が実証された。

15

3. シングル段取り

SMEDの手法



16

3. シングル段取り

SMEDの具体的進め方

▶ 段取り時間短縮の手順

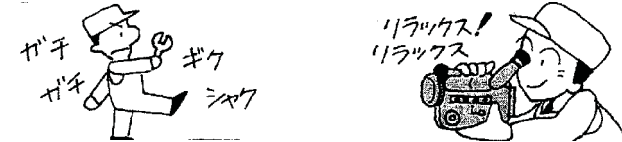
No.	項目	内容
1	現状把握、分析	ストップウォッチやビデオを使って現状の段取り作業を記録し、実態の把握と作業分析を行う
2	目標値の明確化	最初の目標時間を現状の半分とする
3	改善案の検討	分析結果を整理し、改善案を検討する
4	ムダ取り改善	ムダ(特に“探す/運ぶ”)を徹底的に排除する。
5	段取りの区分と再構築	“内段取り”の“外段取り”化を行う
6	内段取り時間の短縮	内段取りを改善し、機械停止時間を短縮する
7	外段取り時間の短縮	外段取りを改善し、総段取り時間を短縮する
8	効果の確認	最初の目標に対する成果を確認する

17

3. シングル段取り(現状把握、分析)

観察(ビデオ撮り)のポイント

- 作業者に協力を求める ⇒ 趣旨説明を行い、いつもの方法、順序で作業してもらう
- 録画画面に時刻や経過時間を入れる
- 気付いた点など音声入力を活用する
- 作業者の動きを追う ⇒ 追いかけて記録する
- 作業者の手元を撮る ⇒ 背中を撮らない
- 作業のジャマをしない ⇒ 接近しすぎない
- 2人作業は、2人の作業を同時に撮れる位置で



出典: 岡田貞夫著、続々-目で見て進める工場管理、日刊工業新聞社

18

A-415

3. シングル段取り(現状把握、分析)

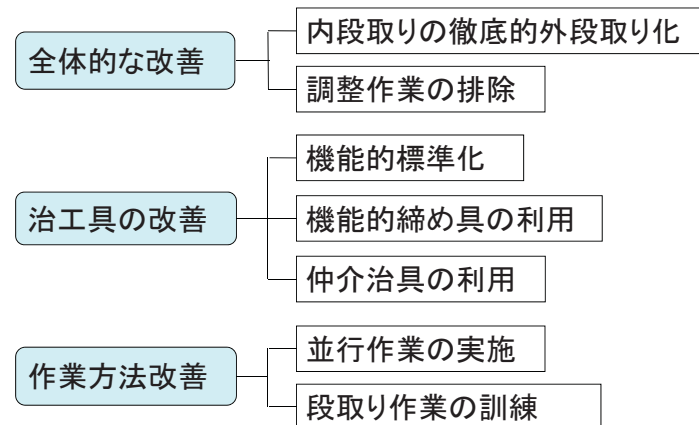
段取り作業観察記録例

No	要素作業	読み時間	正味時間	分類			改善着眼点
				内	外	ムダ	
1	金型温調機を停止する	10	5	○			
2	金型温調ホースを外す	480	240	○		○	継手ねじ締め
3	金型内温調水をエアで除去する	360	150	○		○	探すムダ排除
4	金型のPLを開く	20	10	○			
5	PL面を清掃し、錆止め剤を塗布	400	180	○		○	探すムダ排除
6	型締めを行う	30	10	○			
7	成形機のモータを停止する	10	5	○			
8	吊りボルト、開き止め具を取付ける	300	210	○		○	探すムダ排除

19

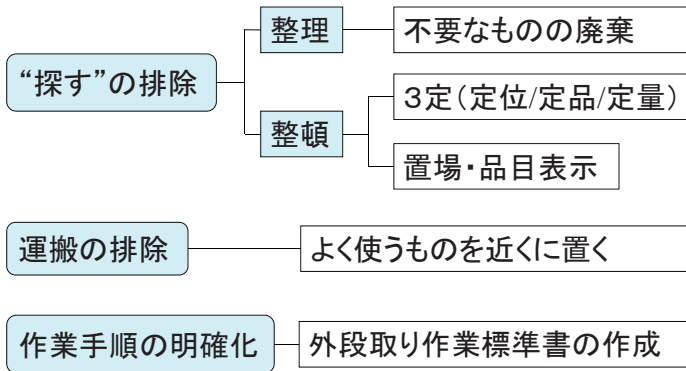
3. シングル段取り

内段取り改善のポイント



20

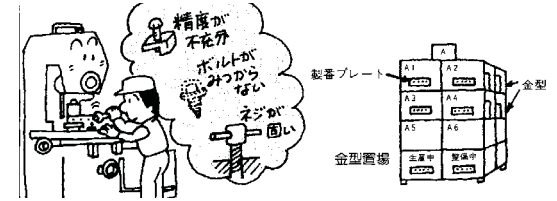
外段取り改善のポイント



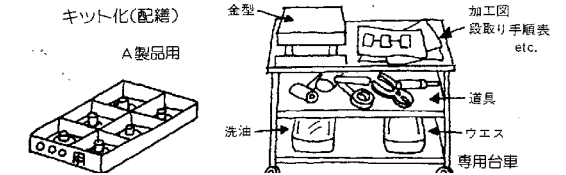
段取り作業改善の技法例

準備のムダ取り改善

・探すムダの排除



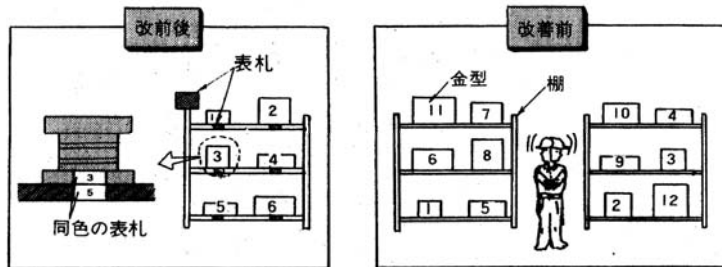
・準備不足のムダ排除



段取り作業改善の技法例

準備のムダ取り改善

・探すムダの排除(金型置場改善例)



段取り作業改善の技法例

準備のムダ取り改善

・機能不完全のムダ排除

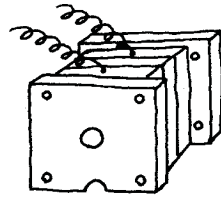


※ 機能チェックを怠ると、試打ちをして金型補修の不完全箇所が発見され、段取り作業重複のムダを発生させることがある

3. シングル段取り

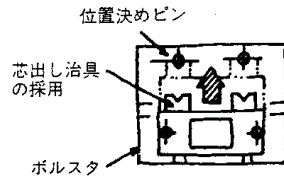
段取り作業改善の技法例

➤ 事前準備
(外段取り化)



ヒーターによる予熱
(射出成型、ゴム成型)

➤ 仲介治具活用
(外段取り化)



出典: 岡田貞夫著、続々-目で見て進める工場管理、日刊工業新聞社

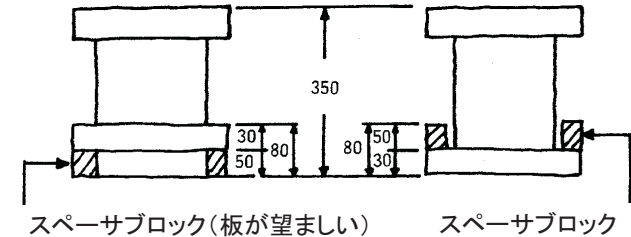
25

3. シングル段取り

段取り作業改善の技法例

➤ 機能的標準化

- ・ 型厚寸法を揃える
- ・ 締付け部のみ寸法を揃える



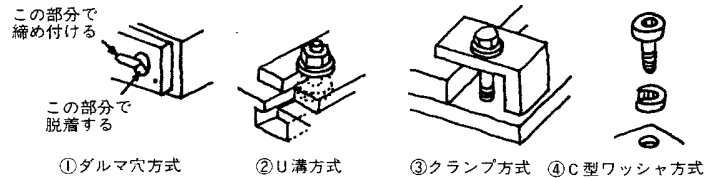
出典: 岡田貞夫著、続々-目で見て進める工場管理、日刊工業新聞社

26

3. シングル段取り

段取り作業改善の技法例

➤ 機能的締付け具(締付けの簡素化)



※ モーターやエア駆動のトルクレンチを使用してボルト締めを行えば内段取り時間を大きく改善することができる。



出典: 日本プラド社WEBページ

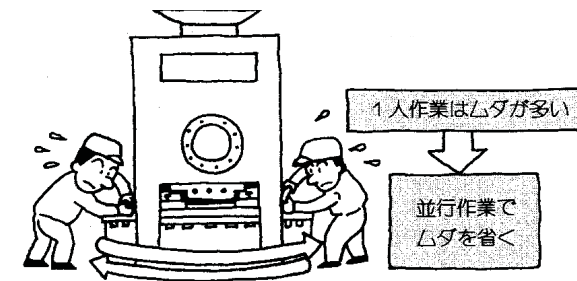
出典: 岡田貞夫著、続々-目で見て進める工場管理、日刊工業新聞社

27

3. シングル段取り

段取り作業改善の技法例

➤ 並行作業(2人協同作業)



※ 2人協同作業では声を掛け合い、安全を確認しながら作業をすることが最も重要である。

出典: 岡田貞夫著、続々-目で見て進める工場管理、日刊工業新聞社

28

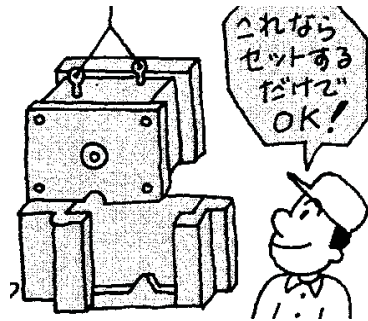
3. シングル段取り

段取り作業改善の技法例

▶調整作業の廃止

■ 右図のような金型取付け
の前提条件

- ・ 型厚寸法を揃える
- ・ 締付け部の寸法を揃える



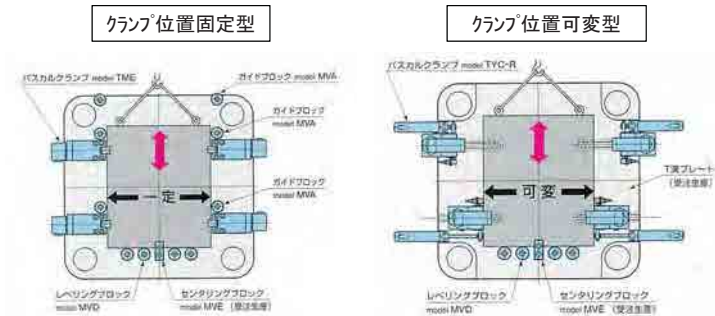
出典: 岡田貞夫著、続々-目で見て進める工場管理、日刊工業新聞社

29

3. シングル段取り

能率向上装置導入例

▶金型(油圧/空圧)クランプ装置



出典: 相生精機PASCAL SYSTEMカタログ

30

3. シングル段取り

能率向上装置導入例

▶マグネットクランプ装置



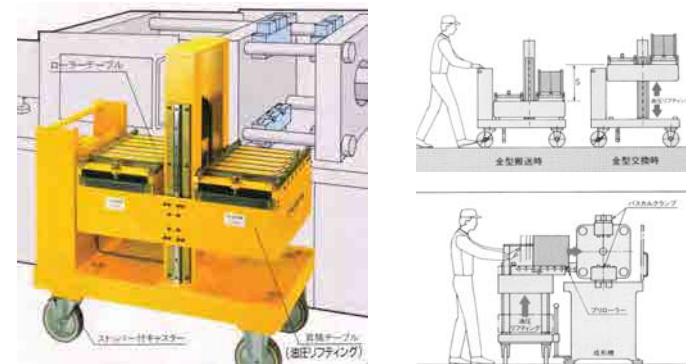
出典: TECNOMAGNETE社カタログ

31

3. シングル段取り

能率向上装置導入例

▶クレーンレス金型交換装置



出典: 相生精機PASCAL MOLD CHANGERカタログ

32

M8 射出成形不良と成形条件調整

M8-1 材料乾燥条件に関連する成形不良

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良

M8-3 射出条件に関連する成形不良

M8-4 保圧条件に関連する成形不良

M8-5 成形品取り出しに関連する成形不良

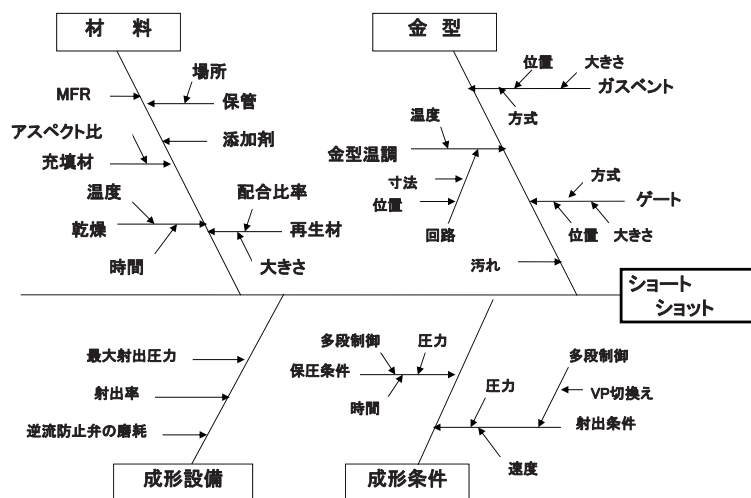
24/Jun/2013

射出成形不良と成形条件調整

- 成形工程で発生する成形不良原因についてはいろいろな要因が考えられる。要因として大別すると**成形設備・金型・材料・成形条件**の4つが考えられる。
- ショートショット不良の特性要因例を次ページに示すが各要因が**絡みあっている**場合が多く、1つの対策(改善策)で満足する成形品を得ることは困難な場合が多い。

特性要因図-5

参照M7-1 P24



成形不良要因のつきとめ方

- 成形不良の発生過程の確認
ショートショット法で樹脂の型内流動と不良発生工程を考察する。(充填工程・保圧工程)
- 成形不良の変化の確認
射出速度・圧力等一般的な要因を極端に変化させて不良発生の様子を観察する。
- パージ作業により樹脂の可塑化状況を観察
(乾燥不良や焼けの発生)
- 金型・成形設備・周辺機器・材料などの面からも不良対策を検討する。

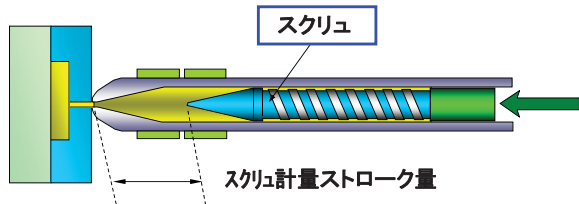
成形不良要因のつきとめ方

1. ショートショット法による確認

ショートショットから 徐々に計量ストローク増やしていき不良発生位置を確認する



ショート 大 中 小 無し



射出成形不良と成形条件調整

成形不良要因のつきとめ方

2. 成形条件の変更

引用 M5-2 P4

温度	時間	圧力	速度	位置・分量
----	----	----	----	-------

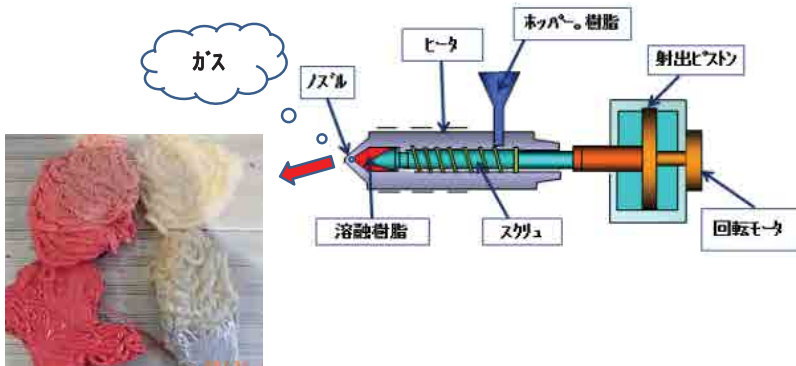
NISSEI Escuela Texto

射出成形条件の概要

成形不良要因のつきとめ方

3. パージ作業により樹脂の可塑化状況を観察

- ガスの発生状況や樹脂の状態を観察
- 最初から発泡状態か？途中で気泡や発泡状態となったか？



射出成形不良と成形条件調整

M8-1 材料乾燥条件に関連する成形不良-1

- なぜ乾燥が必要か？
乾燥不足の場合には樹脂の中の水分で発泡状態となり成形品表面に銀条 (Silver Streak) と言われる流動痕となって現れる。
- 【吸湿性樹脂】PA・PC・PETに代表される材料。
- 【非吸湿性樹脂】PE・PP・塩ビに代表される材料。
- 樹脂内部に形成されている毛細管の直径、水の分子の大きさ

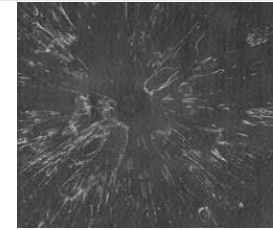
射出成形不良と成形条件調整

M8-1 材料乾燥条件に関連する成形不良-2

- 通常、材料乾燥は温度×時間で管理されている為、時間の経過で乾燥出来ていると思ってしまう。
- 熱風乾燥機の場合、大気【空気】の状態が乾燥能力に比例される。(洗濯物・晴れ・雨)
- 乾燥機の進化 * 熱風乾燥機→除湿乾燥機→減圧乾燥機→窒素乾燥機
- 乾燥機の進化の背景には、樹脂【原料】の進化

M8-1 材料乾燥条件に関連する成形不良-3

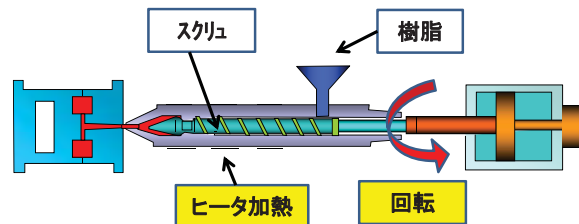
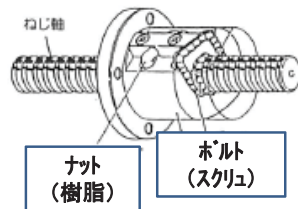
シルバーストリーク
(乾燥不足)



特徴	柳状で細長い。ゲート通過後すぐから成形品全体に発生。
原因	<ul style="list-style-type: none"> •乾燥温度、時間の不適 •乾燥機の熱風量が少ない •エアフィルターの目詰まり •ホッパー容量の不適(乾燥時間が短い) •温度調節器の不良
対策	<ul style="list-style-type: none"> •乾燥条件の見直し・最適化 •乾燥機熱風量の調節 •エアフィルターの清掃 •ホッパー容量の最適化 •温度調節器の修理

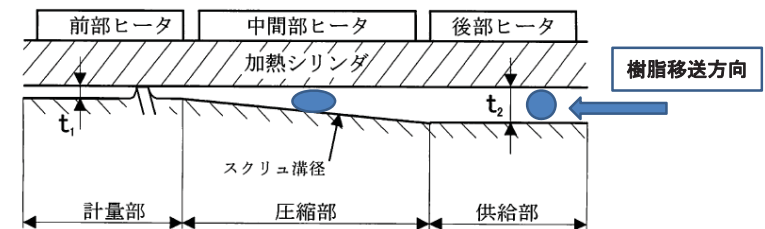
M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-1

- 可塑化条件とは？
 スクリューと樹脂はボルトとナットの関係
 ボルトを回転するとナットは移動
 スクリューを回転すると樹脂はノズル側に送られせん断作用とヒータ加熱により溶融される



M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-2 引用M5-1 P38

- 1.供給部 ホッパーより落下した樹脂はスクリューの回転によるせん断作用とヒータ加熱によって軟化状態となり圧縮部に送られる
- 2.圧縮部 体積圧縮を受けるとともにせん断作用とヒータ加熱により溶融混練されながら計量部に送られる
- 3.計量部 送られてきた溶融樹脂を混練し均一化してスクリュー先端部におくる

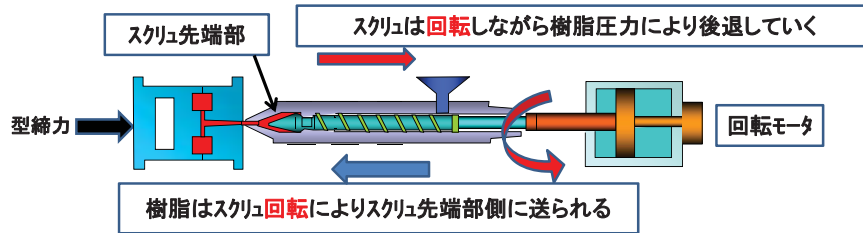


M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-3

引用 M5-1 P39

- 1, スクリュ回転によって送られた樹脂は溶融可塑化されスクリュ先端部に送り込まれる。
- 2, 送り込まれた樹脂によりスクリュ先端側の圧力が発生しスクリュを後退させる(背圧設定が必要)

供給材料が無くなると先端部に樹脂が送られなくなりスクリュ後退できない



13

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-4

ノズル・シリンダ温度不良によるシルバーストリーク

原因	シリンダ温度の制御異常等により樹脂温度が異常に高すぎた場合には樹脂が分解し発泡状態となり発生する。ノズルより分解ガスを伴って樹脂が吹き出すこともある。
対策	<ul style="list-style-type: none"> •樹脂温度を計測し適切な温度設定をする •ヒータ・サーモカップル等の点検をする

射出成形不良と成形条件調整

14

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-5

背圧不足によるシルバーストリーク

原因	背圧が少ない場合には可塑化時にエアやモノマーガスを巻き込んで計量されるため成形品全体に不規則に発生する。
対策	<ul style="list-style-type: none"> •背圧を上げる •スクリュ回転数を下げる •背圧の急激な抜けを防ぐ

射出成形不良と成形条件調整

15

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-6

スクリュ回転数の速すぎによるシルバーストリーク

原因	スクリュ回転数が速すぎる場合、未可塑の状態で計量される。この際に未可塑樹脂に含まれた小さなエアやモノマーガスを巻き込み発生する。成形品全体に不規則に発生。
対策	<ul style="list-style-type: none"> •背圧を上げる •シリンダ温度を上げる(中間・後部) •スクリュ回転数を下げる

射出成形不良と成形条件調整

16

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-7

サックバックの取り過ぎによるシルバーストリーク

原因	サックバックストロークを必要以上にとるとノズルからエアを吸い込み次のショットで樹脂と一緒にキャビティーに充填される。ゲート近くに発生しストロークの大きさにより発生する大きさも変わる。
対策	<ul style="list-style-type: none"> • 背圧多段制御を使用し、計量完了手前より背圧を下げサックバックストロークを最小限とする • スクリュ回転の開始と終了時の速度を下げる • スクリュ回転数を下げる • シリンダ温度を上げる(中間・後部)

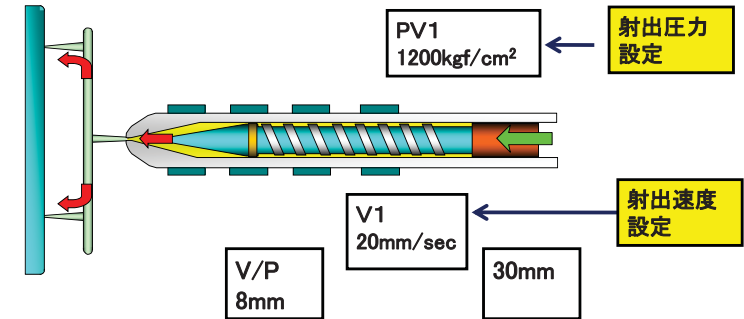
M8-3 射出条件に関連する成形不良-1

・射出条件とは？

金型に流入する樹脂はランナー、及び細いゲート部を通りキャビティーへ充填される。

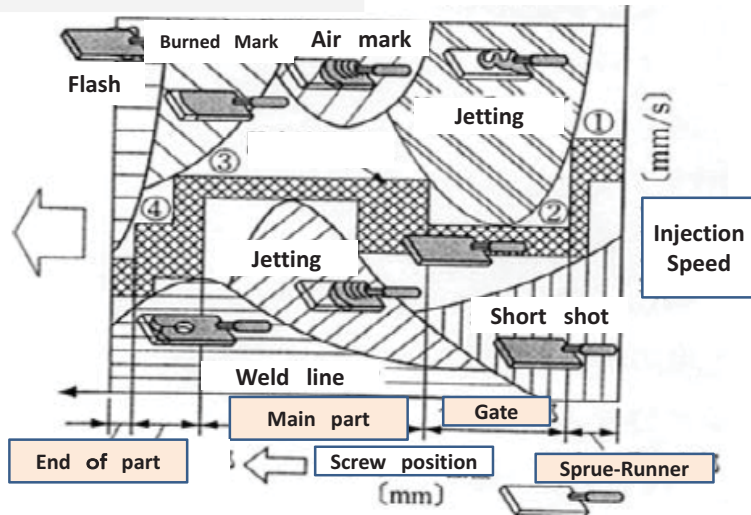
射出条件(充填条件)は計量値(SM)からV/P切替位置までの

射出速度(1速～多段) mm/sec、 **射出圧力** MPa、kg/cm²を設定



M8-3 射出条件に関連する成形不良-2 引用M5-4 P17

射出工程の主な成形不良



M8-3 射出条件に関連する成形不良-3

ショートショット (Short shot)

現象と原因	金型キャビティーに完全に充填出来ない現象 樹脂量不足、充填の圧力不足。他
成形設備要因	充填量不足。射出圧力が低い。射出速度が低い。 樹脂温度が低く流動性が不足。 ノズル部の圧力損失が大きい。
材料要因	樹脂の流動性が悪い
金型要因	金型温度が低い。キャビティー肉厚が薄い。 スプール・ランナー・ゲートが小さい 排気不良。ガスベント不足。
成形条件対策	射出速度を上げる。射出圧力を上げる。保圧圧力を上げる。 エアが逃げやすいように型締力・充填末期の射出速度を調整する。

M8-3 射出条件に関連する成形不良-4 ジェットイング (Jetting)

現象と原因	ゲート近くにてできる樹脂の流れ模様。 フローフロントがゲートから飛び出す流れかたをする。
成形設備要因	ゲート通過時のフローフロント速度が早すぎる。
材料要因	樹脂の流れが良すぎる。
金型要因	ゲート断面積が小さい
成形条件対策	射出速度を多段速設定としゲート通過時の速度設定を遅くする

射出成形不良と成形条件調整

21

M8-3 射出条件に関連する成形不良-5 フローマーク (Jetting)

現象と原因	流れ方向に対し直角にてできる波状模様。 フローフロントの速度が遅い。
成形設備要因	樹脂温度が低く流動性不足。 ノズルが冷えている。 射出速度が遅く、射出圧力が低い。
材料要因	樹脂の流れが悪い
金型要因	金型温度が低い。 金型の冷却回路が不適切。 コールドスラッグ溜りが小さい。
成形条件対策	射出速度、射出圧力を上げる。 保圧切替位置を調整 (遅らせてみる)

射出成形不良と成形条件調整

22

M8-3 射出条件に関連する成形不良-6 ウェルトライン (Weld line)

現象と原因	分流した樹脂の合流点にてできる線状の表面模様 合流した樹脂粘度が高い。その部分に加わる圧力が低い。 エアが末端に閉じ込められる。他
成形設備要因	樹脂温度が低く流動性不足。 射出圧力が低い。射出速度が遅い。 ノズル先端が冷えている。
材料要因	樹脂の流れが悪い。樹脂の固化が早い。 材料中に揮発分や水分が多い。
金型要因	金型温度が低い。排気不良。 ゲート位置よりの流動長が長い。 離型剤の使用量が多い。
成形条件対策	射出速度を上げる。射出圧力を上げる。保圧圧力を上げる。 エアが逃げやすいように型締力・充填末期の射出速度を調整する。

射出成形不良と成形条件調整

23

M8-3 射出条件に関連する成形不良-7 エアマーク (Air mark)

現象と原因	成形品凸部分の影のできるエアの巻き込み跡
成形設備要因	フローフロント速度が速い
材料要因	材料粘度が高い
金型要因	エア逃げが悪い
成形条件対策	エアが逃げやすいように型締力・射出速度を下げる。

射出成形不良と成形条件調整

24

M8-3 射出条件に関連する成形不良-8 ガス焼け(Burned Mark)

現象と原因	金型内のガス抜きが不十分な場合、残ったガスは樹脂圧力で断熱圧縮され高温となって焼けが発生。最終充填位置に発生する。
成形設備要因	射出速度が速い 型締力が大きく排気不良
材料要因	潤滑剤が多い
金型要因	排気不良 金型温度が高い 金型内に油分が付着している
成形条件対策	樹脂温度、スクリュ回転数を下げる。 エアが逃げやすいように型締力調整 充填手前の射出速度を下げる。

射出成形不良と成形条件調整

25

M8-3 射出条件に関連する成形不良-9 バリ(Flash)

現象	充填末期、パーティングライン(PL)に材料がはみ出す現象 (成形品全体にバリがでる場合)
成形設備要因	型締力不足。射出圧力が高い。 樹脂温度が高い。 充填量が多すぎる。
材料要因	材料粘度が低すぎる
金型要因	投影面積が大き過ぎる 金型温度が高すぎる。剛性不足。
成形条件対策	保圧切替を早くする 射出速度・保圧圧力を下げる

射出成形不良と成形条件調整

26

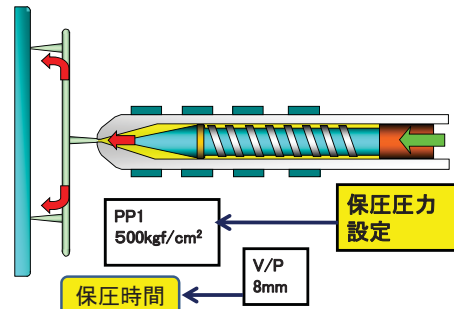
M8-4 保圧条件に関連する成形不良-1

• 保圧条件とは？

射出された熔融樹脂は冷却・固化されるに従って体積収縮する。又、圧縮性があり充填した後直ぐに射出を止めると樹脂がスクリュ側に戻ってしまう。

これらをかへるため保圧圧力を掛ける
V/P切替後の保圧圧力MPa・kg/cm² 保圧時間 secを設定

保圧時間の設定
射出時間を設定する成形機の場合には射出時間－充填時間＝保圧時間となる。
射出時間設定を長くすると保圧時間が長くなる。



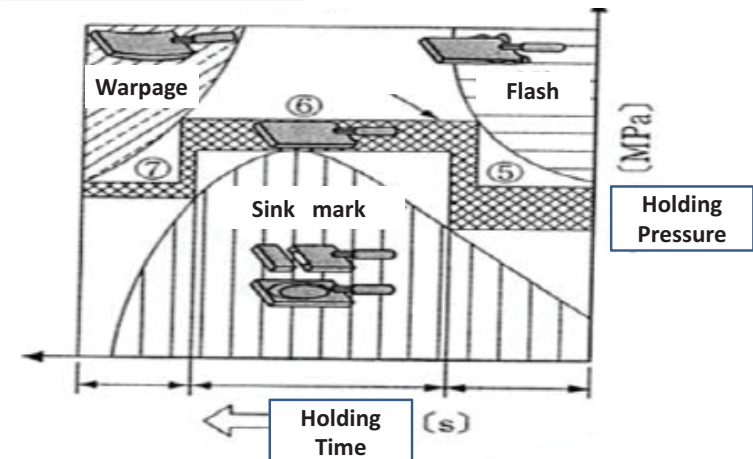
射出成形不良と成形条件調整

27

M8-4 保圧条件に関連する成形不良-2

引用M5-4 P18

保圧工程の主な成形不良



射出成形不良と成形条件調整

28

M8-4 保圧条件に関連する成形不良-3 バリ(Flash)

現象	保圧工程、パテイングライン(PL)に材料がはみ出す現象 (成形品全体にバリがでる場合)
成形設備要因	型締力不足。保圧圧力が大きい。 樹脂温度が高い。
材料要因	材料粘度が低すぎる
金型要因	投影面積が大き過ぎる 金型温度が高すぎる。剛性不足。
成形条件対策	保圧1段を下げスキン層形成とし2段で保圧を掛け形状形成とする。1段の時間と圧力がバリとヒケに関係する。

射出成形不良と成形条件調整

29

M8-4 保圧条件に関連する成形不良-4 ヒケ(Sink mark)

現象と原因	成形品表面に凹状に発生するもので体積収縮量の大きい肉厚部に現れる。スキン層が弱いとヒケ、強いと内部にボイドが発生する。成形品表面の冷却速度の関係する。
成形設備要因	射出圧力・保圧圧力が低い。 樹脂温度が高い。
材料要因	材料の収縮率が大きい。 樹脂の流動性が良すぎる。
金型要因	金型温度が高すぎる。又は不均一。 ランナー・ゲートが小さい。 肉厚部分がある。
成形条件対策	保圧圧力を上げ保圧時間を長くする。

射出成形不良と成形条件調整

30

M8-4 保圧条件に関連する成形不良-5 ソリ(Warpage)

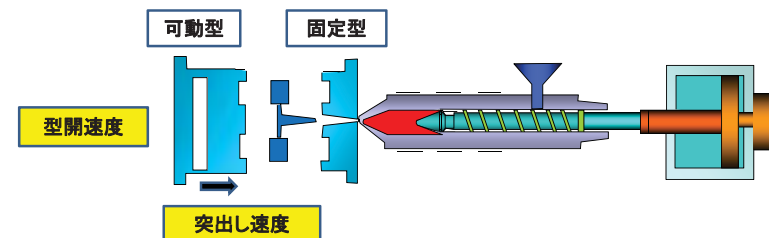
原因	冷却時の圧力が不均一に起因する残留応力や過充填により起こる。成形品形状に起因し起こることが多く対策は難しいことが多い。
成形設備要因	充填圧力・保圧圧力が大きい 樹脂の熔融不足、温度が低い。 充填速度が遅い。
材料要因	配向ひずみ大きい
金型要因	金型温度が高い。冷却が不均一。 突き出し不均一、離型不良。 ゲートが大きい。
成形条件対策	樹脂温度を上げ充填時間が短くなるような射出速度・射出圧力設定とし保圧圧力は下げる。 (キャビ・コアで温度差をつける)

射出成形不良と成形条件調整

31

M8-5 成形品取り出しに関連する成形不良-1

- 成形品取り出しとは？
冷却時間終了後、金型を開き成形品・ランナーを取出す工程
- 成形品は可動型に残る事が必要
- 初期型開速度を調整し固定型残り防止対策。
- 開き後、突出し動作により可動型より成形品を突出し取出す
突出し速度が早すぎる場合には白化や離型不良が発生。



射出成形不良と成形条件調整

32

M8-5 成形品取り出しに関連する成形不良-2 (外部応力による)

成形不良	不適切要因	対策
変形 そり 曲がり ねじれ 白化 こすれ	型締圧抜き 型開速度	型締圧抜き調整 型開速度調整
	突出しピン位置 突出しピン本数 突出しピン太さ	突出しピンをバランス配置 バランス配置 突出しピン径の変更
離型不良 固定残り 割れ	突出し速度 突出し圧力	突出し速度調整 突出し圧力調整
	突出しタイミング	冷却時間調整 金型温度調整
	取出し方法	取出機の調整 掴む位置
	取出し後の姿勢	矯正治具の使用 受け治具使用

射出成形不良と成形条件調整

33

M8-5 成形品取出しに関連する成形不良-3 離形不良・変形

原因	冷却時の圧力が不均一に起因する残留応力や過充填により起こる。成形品形状に起因し起こることが多く対策は難しいことが多い。
成形設備要因	充填圧力・保圧圧力が大きい 樹脂の熔融不足、温度が低い。 充填速度が遅い。
材料要因	潤滑剤不適當
金型要因	冷却不十分。金型温度バランス不良。ゲートバランス不良。 突出しバランス不良。突出しピン径が小さい。 キャビ面磨き不良。金型精度不良。
成形条件対策	過充填しない(保圧圧力を下げる、時間を短く) 型開き速度、突出し速度を下げる。 冷却時間を長く。離型剤を使用。

射出成形不良と成形条件調整

34

M8 射出成形不良と成形条件調整

M8-6 成形不良改善に関する 応用演習

2013/9/20

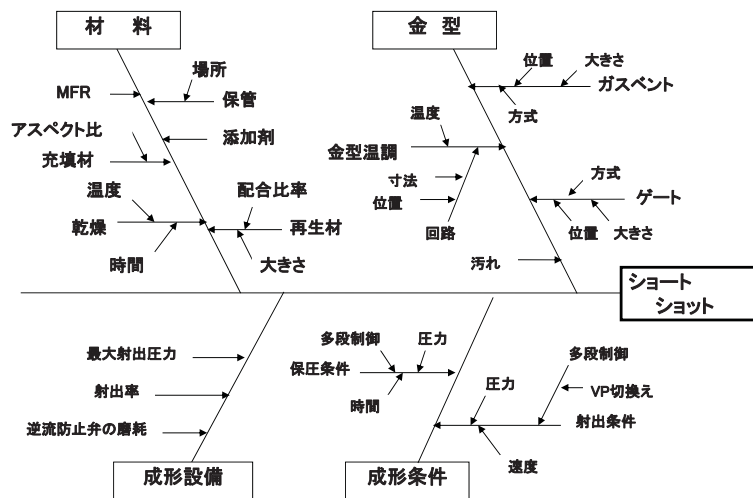
射出成形不良と成形条件調整

- 成形工程で発生する成形不良原因についてはいろいろな要因が考えられる。要因として大別すると**成形設備・金型・材料・成形条件**の4つが考えられる。
- ショートショット不良の特性要因例を次ページに示すが各要因が**絡みあっている**場合が多く、1つの対策(改善策)で満足する成形品を得ることは困難な場合が多い。

A-428

特性要因図-5

参照M7-1 P24



成形不良要因のつきとめ方

- 成形不良の発生過程の確認
ショートショット法で樹脂の型内流動と不良発生工程を考察する。(充填工程・保圧工程)
- 成形不良の変化の確認
射出速度・圧力等一般的な要因を極端に変化させて不良発生の様子を観察する。
- パージ作業により樹脂の可塑化状況を観察
(乾燥不良や焼けの発生)
- 金型・成形設備・周辺機器・材料などの面からも不良対策を検討する。

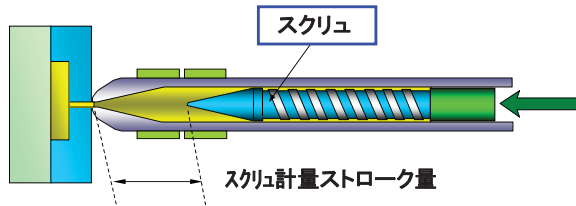
成形不良要因のつきとめ方

1. ショートショット法による確認

ショートショットから 徐々に計量ストローク増やしていき不良発生の位置を確認する



ショート 大 中 小 無し



射出成形不良と成形条件調整

成形不良要因のつきとめ方

2. 成形条件の変更

引用 M5-2 P4

温度	時間	圧力	速度	位置・分量
----	----	----	----	-------

1速2圧設定画面

V/P位置

背圧

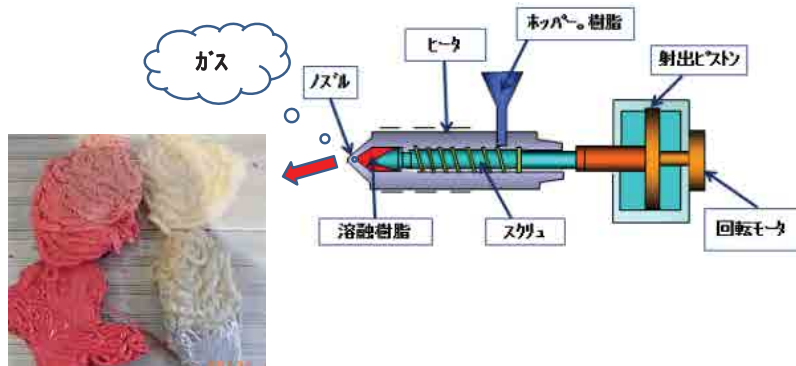
スクリュ回転数

射出成形条件の概要

成形不良要因のつきとめ方

3. パージ作業により樹脂の可塑化状況を観察

- ガスの発生状況や樹脂の状態を観察
- 最初から発泡状態か？途中で気泡や発泡状態となったか？



射出成形不良と成形条件調整

M8-1 材料乾燥条件に関連する成形不良-1

- なぜ乾燥が必要か？
乾燥不足の場合には樹脂の中の水分で発泡状態となり成形品表面に銀条 (Silver Streak) と言われる流動痕となって現れる。
- 【吸湿性樹脂】PA・PC・PETに代表される材料。
- 【非吸湿性樹脂】PE・PP・塩ビに代表される材料。
- 樹脂内部に形成されている毛細管の直径、水の分子の大きさ

射出成形不良と成形条件調整

M8-1 材料乾燥条件に関連する成形不良-2

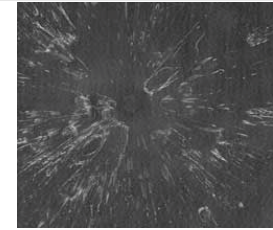
- 通常、材料乾燥は温度×時間で管理されている為、時間の経過で乾燥出来ていると思ってしまう。
- 熱風乾燥機の場合、大気【空気】の状態が乾燥能力に比例される。(洗濯物・晴れ・雨)
- 乾燥機の進化 * 熱風乾燥機→除湿乾燥機→減圧乾燥機→窒素乾燥機
- 乾燥機の進化の背景には、樹脂【原料】の進化

射出成形不良と成形条件調整

9

M8-1 材料乾燥条件に関連する成形不良-3

シルバーストリーク
(乾燥不足)



特徴	柳状で細長い。ゲート通過後すぐから成形品全体に発生。
原因	<ul style="list-style-type: none"> •乾燥温度、時間の不適 •乾燥機の熱風量が少ない •エアフィルターの目詰まり •ホッパー容量の不適(乾燥時間が短い) •温度調節器の不良
対策	<ul style="list-style-type: none"> •乾燥条件の見直し・最適化 •乾燥機熱風量の調節 •エアフィルターの清掃 •ホッパー容量の最適化 •温度調節器の修理

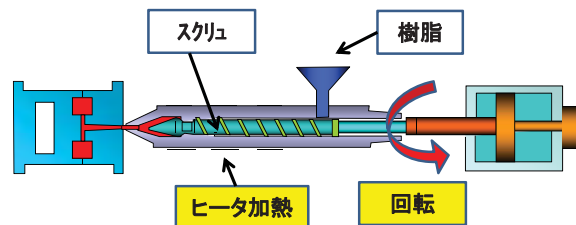
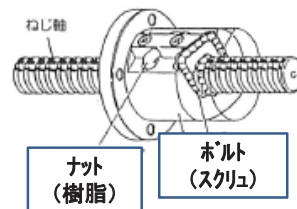
UMG WEBページ

射出成形不良と成形条件調整

10

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-1

- 可塑化条件とは？
 スクリューと樹脂はボルトとナットの関係
 ボルトを回転するとナットは移動
 スクリューを回転すると樹脂はノズル側に送られせん断作用とヒータ加熱により溶融される

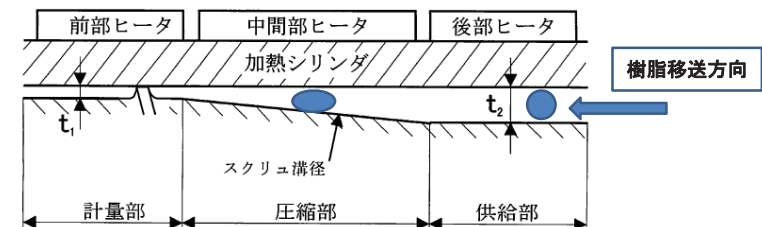


射出成形不良と成形条件調整

11

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-2 引用M5-1 P38

- 1.供給部 ホッパーより落下した樹脂はスクリューの回転によるせん断作用とヒータ加熱によって軟化状態となり圧縮部に送られる
- 2.圧縮部 体積圧縮を受けるとともにせん断作用とヒータ加熱により溶融混練されながら計量部に送られる
- 3.計量部 送られてきた溶融樹脂を混練し均一化してスクリュー先端部におくる



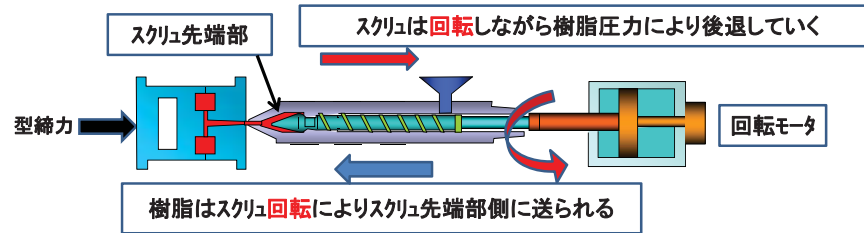
12

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-3

引用 M5-1 P39

- 1, スクリュ回転によって送られた樹脂は溶融可塑化されスクリュ先端部に送り込まれる。
- 2, 送り込まれた樹脂によりスクリュ先端側の圧力が発生しスクリュを後退させる(背圧設定が必要)

供給材料が無くなると先端部に樹脂が送られなくなりスクリュ後退できない



13

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-4

ノズル・シリンダ温度不良によるシルバーストリーク

原因	シリンダ温度の制御異常等により樹脂温度が異常に高すぎた場合には樹脂が分解し発泡状態となり発生する。ノズルより分解ガスを伴って樹脂が吹き出すこともある。
対策	<ul style="list-style-type: none"> •樹脂温度を計測し適切な温度設定をする •ヒータ・サーモカップル等の点検をする

射出成形不良と成形条件調整

14

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-5

背圧不足によるシルバーストリーク

原因	背圧が少ない場合には可塑化時にエアやモノマーガスを巻き込んで計量されるため成形品全体に不規則に発生する。
対策	<ul style="list-style-type: none"> •背圧を上げる •スクリュ回転数を下げる •背圧の急激な抜けを防ぐ

射出成形不良と成形条件調整

15

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-6

スクリュ回転数の速すぎによるシルバーストリーク

原因	スクリュ回転数が速すぎる場合、未可塑の状態で計量される。この際に未可塑樹脂に含まれた小さなエアやモノマーガスを巻き込み発生する。成形品全体に不規則に発生。
対策	<ul style="list-style-type: none"> •背圧を上げる •シリンダ温度を上げる(中間・後部) •スクリュ回転数を下げる

射出成形不良と成形条件調整

16

M8-2 可塑化条件に関連する成形不良-7

サックバックの取り過ぎによるシルバーストリーク

原因	サックバックストロークを必要以上にとるとノズルからエアを吸い込み次のショットで樹脂と一緒にキャビティに充填される。ゲート近くに発生しストロークの大きさにより発生する大きさも変わる。
対策	<ul style="list-style-type: none"> •背圧多段階制御を使用し、計量完了手前より背圧を下げサックバックストロークを最小限とする •スクリュ回転の開始と終了時の速度を下げる •スクリュ回転数を下げる •シリンダ温度を上げる(中間・後部)

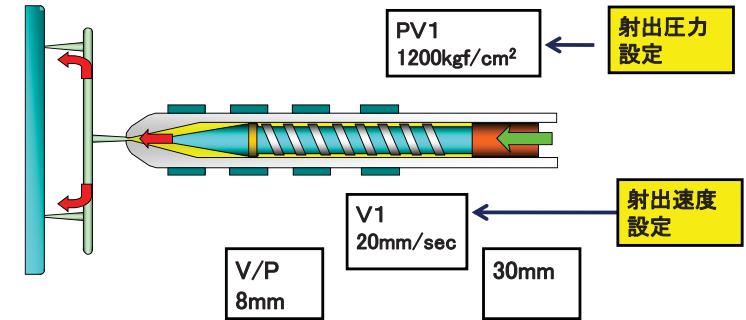
M8-3 射出条件に関連する成形不良-1

・射出条件とは？

金型に流入する樹脂はランナー、及び細いゲート部を通りキャビティへ充填される。

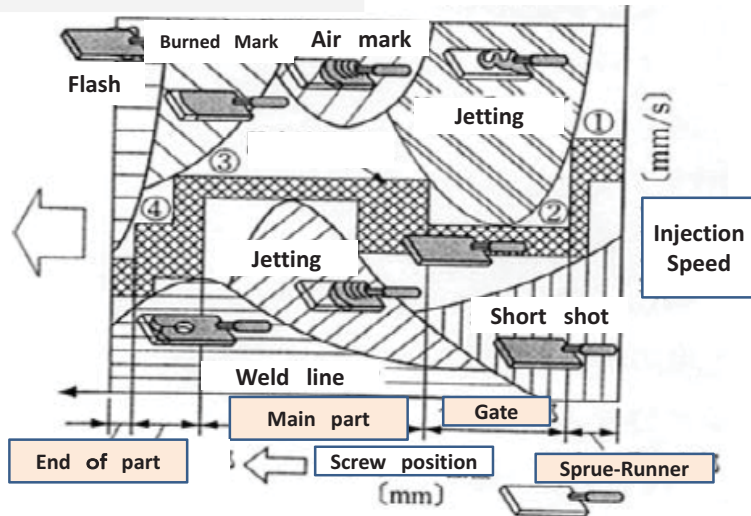
射出条件(充填条件)は計量値(SM)からV/P切替位置までの

射出速度(1速～多段) mm/sec、 **射出圧力** MPa、kg/cm²を設定



M8-3 射出条件に関連する成形不良-2 引用M5-4 P17

射出工程の主な成形不良



M8-3 射出条件に関連する成形不良-3

ショートショット(Short shot)

現象と原因	金型キャビティに完全に充填出来ない現象 樹脂量不足、充填の圧力不足、他
成形設備要因	充填量不足。射出圧力が低い。射出速度が低い。 樹脂温度が低く流動性が不足。 ノズル部の圧力損失が大きい。
材料要因	樹脂の流動性が悪い
金型要因	金型温度が低い。キャビティ肉厚が薄い。 スプール・ランナー・ゲートが小さい 排気不良。ガスベント不足。
成形条件対策	射出速度を上げる。射出圧力を上げる。保圧圧力を上げる。 エアが逃げやすいように型締力・充填末期の射出速度を調整する。

M8-3 射出条件に関連する成形不良-4 ジェッティング(Jetting)

現象と原因	ゲート近くにてできる樹脂の流れ模様。 フローフロントがゲートから飛び出す流れかたをする。
成形設備要因	ゲート通過時のフローフロント速度が早すぎる
材料要因	樹脂の流れが良すぎる。
金型要因	ゲート断面積が小さい
成形条件対策	射出速度を多段速設定としゲート通過時の速度設定を遅くする

射出成形不良と成形条件調整

21

M8-3 射出条件に関連する成形不良-5 フローマーク(Jetting)

現象と原因	流れ方向に対し直角にできる波状模様。 フローフロントの速度が遅い。
成形設備要因	樹脂温度が低く流動性不足。 ノズルが冷えている。 射出速度が遅く、射出圧力が低い。
材料要因	樹脂の流れが悪い
金型要因	金型温度が低い。 金型の冷却回路が不適切。 コールドスラッグ溜りが小さい。
成形条件対策	射出速度、射出圧力を上げる。 保圧切替位置を調整(遅らせてみる)

射出成形不良と成形条件調整

22

M8-3 射出条件に関連する成形不良-6 ウェルトライン(Weld line)

現象と原因	分流した樹脂の合流点にできる線状の表面模様 合流した樹脂粘度が高い。その部分に加わる圧力が低い。 エアが末端に閉じ込められる。他
成形設備要因	樹脂温度が低く流動性不足。 射出圧力が低い。射出速度が遅い。 ノズル先端が冷えている。
材料要因	樹脂の流れが悪い。樹脂の固化が早い。 材料中に揮発分や水分が多い。
金型要因	金型温度が低い。排気不良。 ゲート位置よりの流動長が長い。 離型剤の使用量が多い。
成形条件対策	射出速度を上げる。射出圧力を上げる。保圧圧力を上げる。 エアが逃げやすいように型締力・充填末期の射出速度を調整する。

射出成形不良と成形条件調整

23

M8-3 射出条件に関連する成形不良-7 エアマーク(Air mark)

現象と原因	成形品凸部分の影のできるエアの巻き込み跡
成形設備要因	フローフロント速度が速い
材料要因	材料粘度が高い
金型要因	エア逃げが悪い
成形条件対策	エアが逃げやすいように型締力・射出速度を下げる。

射出成形不良と成形条件調整

24

M8-3 射出条件に関連する成形不良-8 ガス焼け(Burned Mark)

現象と原因	金型内のガス抜きが不十分な場合、残ったガスは樹脂圧力で断熱圧縮され高温となって焼けが発生。最終充填位置に発生する。
成形設備要因	射出速度が速い 型締力が大きく排気不良
材料要因	潤滑剤が多い
金型要因	排気不良 金型温度が高い 金型内に油分が付着している
成形条件対策	樹脂温度、スクリュ回転数を下げる。 エアが逃げやすいように型締力調整 充填手前の射出速度を下げる。

射出成形不良と成形条件調整

25

M8-3 射出条件に関連する成形不良-9 バリ(Flash)

現象	充填末期、パーティングライン(PL)に材料がはみ出す現象 (成形品全体にバリがでる場合)
成形設備要因	型締力不足。射出圧力が大きい。 樹脂温度が高い。 充填量が多すぎる。
材料要因	材料粘度が低すぎる
金型要因	投影面積が大き過ぎる 金型温度が高すぎる。剛性不足。
成形条件対策	保圧切替を早くする 射出速度・保圧圧力を下げる

射出成形不良と成形条件調整

26

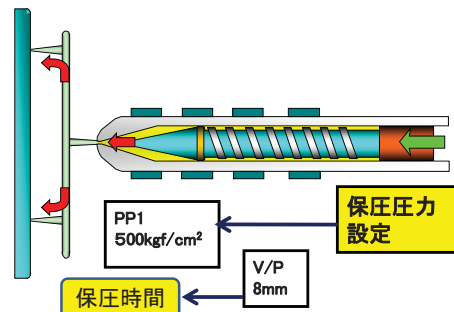
M8-4 保圧条件に関連する成形不良-1

• 保圧条件とは？

射出された熔融樹脂は冷却・固化されるに従って体積収縮する。又、圧縮性があり充填した後直ぐに射出を止めると樹脂がスクリュ側に戻ってしまう。

これらを防ぐため保圧圧力を掛ける
V/P切替後の保圧圧力MPa・kg/cm² 保圧時間 secを設定

保圧時間の設定
射出時間を設定する成形機の場合には射出時間－充填時間＝保圧時間となる。
射出時間設定を長くすると保圧時間が長くなる。



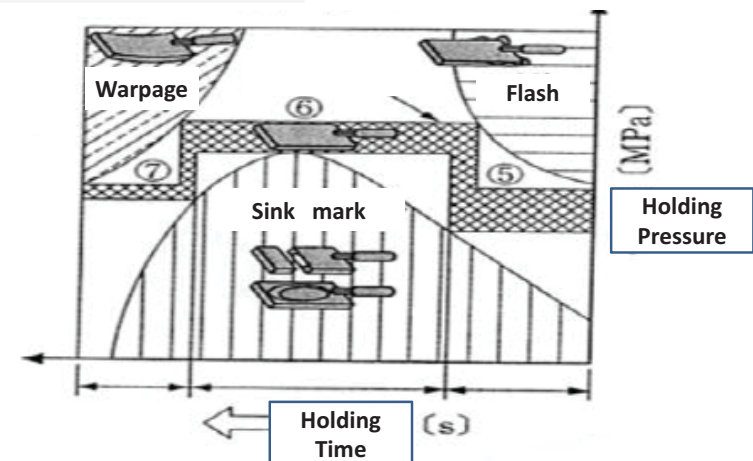
射出成形不良と成形条件調整

27

M8-4 保圧条件に関連する成形不良-2

引用M5-4 P18

保圧工程の主な成形不良



射出成形不良と成形条件調整

28

M8-4 保圧条件に関連する成形不良-3 バリ(Flash)

現象	保圧工程、パテイングライン(PL)に材料がはみ出す現象 (成形品全体にバリがでる場合)
成形設備要因	型締力不足。保圧圧力が大きい。 樹脂温度が高い。
材料要因	材料粘度が低すぎる
金型要因	投影面積が大き過ぎる 金型温度が高すぎる。剛性不足。
成形条件対策	保圧1段を下げスキン層形成とし2段で保圧を掛け形状形成とする。1段の時間と圧力がバリとヒケに関係する。

射出成形不良と成形条件調整

29

M8-4 保圧条件に関連する成形不良-4 ヒケ(Sink mark)

現象と原因	成形品表面に凹状に発生するもので体積収縮量の大きい肉厚部に現れる。スキン層が弱いとヒケ、強いと内部にボイドが発生する。成形品表面の冷却速度の関係する。
成形設備要因	射出圧力・保圧圧力が低い。 樹脂温度が高い。
材料要因	材料の収縮率が大きい。 樹脂の流動性が良すぎる。
金型要因	金型温度が高すぎる。又は不均一。 ランナー・ゲートが小さい。 肉厚部分がある。
成形条件対策	保圧圧力を上げ保圧時間を長くする。

射出成形不良と成形条件調整

30

M8-4 保圧条件に関連する成形不良-5 ソリ(Warpage)

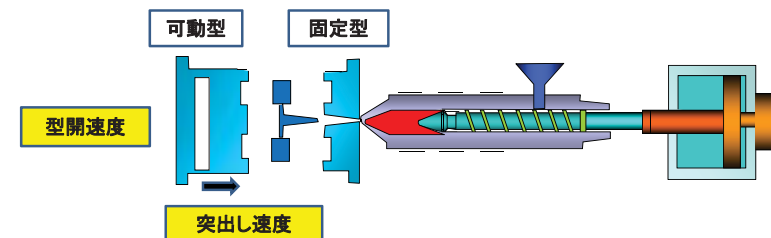
原因	冷却時の圧力が不均一に起因する残留応力や過充填により起こる。成形品形状に起因し起こることが多く対策は難しいことが多い。
成形設備要因	充填圧力・保圧圧力が大きい 樹脂の熔融不足、温度が低い。 充填速度が遅い。
材料要因	配向ひずみ大きい
金型要因	金型温度が高い。冷却が不均一。 突き出し不均一、離型不良。 ゲートが大きい。
成形条件対策	樹脂温度を上げ充填時間が短くなるような射出速度・射出圧力設定とし保圧圧力は下げる。 (キャビ・コアで温度差をつける)

射出成形不良と成形条件調整

31

M8-5 成形品取り出しに関連する成形不良-1

- 成形品取り出しとは？
冷却時間終了後、金型を開き成形品・ランナーを取出す工程
- 成形品は可動型に残る事が必要
- 初期型開速度を調整し固定型残り防止対策。
- 開き後、突出し動作により可動型より成形品を突出し取出す
突出し速度が早すぎる場合には白化や離型不良が発生。



射出成形不良と成形条件調整

32

M8-5 成形品取り出しに関連する成形不良-2 (外部応力による)

成形不良	不適切要因	対策
変形 そり 曲がり ねじれ 白化 こすれ	型締圧抜き 型開速度	型締圧抜き調整 型開速度調整
	突出しピン位置 突出しピン本数 突出しピン太さ	突出しピンをバランス配置 バランス配置 突出しピン径の変更
離型不良 固定残り 割れ	突出し速度 突出し圧力	突出し速度調整 突出し圧力調整
	突出しタイミング	冷却時間調整 金型温度調整
	取出し方法	取出機の調整 掴む位置
	取出し後の姿勢	矯正治具の使用 受け治具使用

射出成形不良と成形条件調整

33

M8-5 成形品取出しに関連する成形不良-3 離形不良・変形

原因	冷却時の圧力が不均一に起因する残留応力や過充填により起こる。成形品形状に起因し起こることが多く対策は難しいことが多い。
成形設備要因	充填圧力・保圧圧力が大きい 樹脂の熔融不足、温度が低い。 充填速度が遅い。
材料要因	潤滑剤不適當
金型要因	冷却不十分。金型温度バランス不良。ゲートバランス不良。 突出しバランス不良。突出しピン径が小さい。 キャビ面磨き不良。金型精度不良。
成形条件対策	過充填しない(保圧圧力を下げる、時間を短く) 型開き速度、突出し速度を下げる。 冷却時間を長く。離型剤を使用。

射出成形不良と成形条件調整

34

M8 射出成形不良と成形条件調整

M8-7 金型に関連する成形不良

2013/10/8

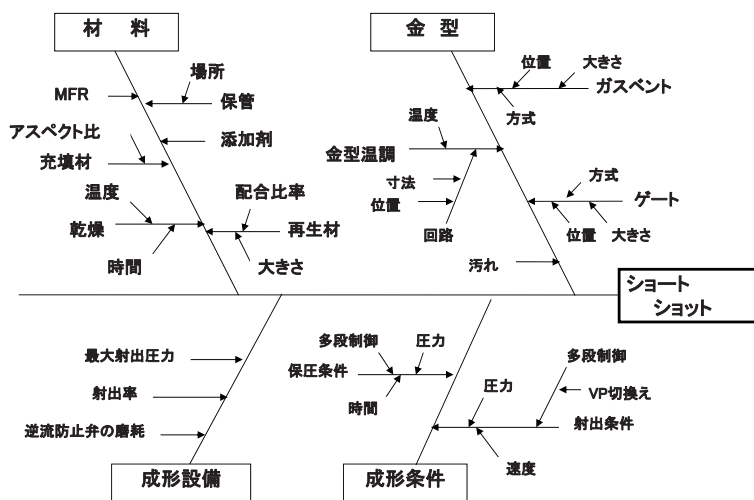
射出成形不良と成形条件調整 参照 M8-1 P4

- 成形工程で発生する成形不良原因についてはいろいろな要因が考えられる。要因として大別すると**成形設備・金型・材料・成形条件**の4つが考えられる。
- ショートショット不良の特性要因例を次ページに示すが各要因が**絡みあっている**場合が多く、1つの対策(改善策)で満足する成形品を得ることは困難な場合が多い。

A-437



特性要因図-5

参照M7-1 P24



M8-7 金型に関する成形不良

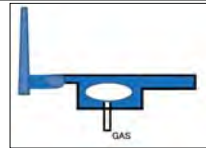
バリ ()

<p>現象と原因</p> 	<p>ランナー部やパターニングライン(PL)に材料がはみ出す現象 多数個取りで一部のキャビにバリ発生(ゲート詰まり)</p> <p>* 成形条件に起因することが多い</p>
<p>金型要因</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. パターニング面の密着不良。 2. 面ダレ不良。 3. 射出圧力による変形(型の剛性不足) 型締力による変形 4. ゲート詰まりで過充填・バリ発生。(多数個取り)
<p>金型対策</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 成形機に取り付けた状態でPL面の当たり確認 2. 面ダレ部は補修(溶接・叩きだし) 3. 変形対策---サポートピラ追加 4. ゲート部磨き(ゲート残り対策) <p>* 型締力を下げたほうが型締力による金型の変形が少なくバリ発生が減少する場合もあり。</p>

M8-7 金型に関する成形不良

ヒケ ()

現象と原因	成形品の肉厚が不均一であったり、裏側に厚いリブや太いボスがあったりすると樹脂の収縮により表面が凹む現象である * 金型設計の不適切によることが多い
金型要因	1. 金型温度が高すぎる。又は不均一。 2. ランナー・ゲートが小さい。 3. 肉厚部分がある。
金型対策	1. 冷却回路の修正・追加 2. ランナー・ゲートの拡大 3. 肉厚の均一化 * ガスアシスト成形法もあり



金型に関する成形不良

5

M8-7 金型に関する成形不良

ショートショット ()

現象と原因	金型キャビティに完全に充填出来ない現象 樹脂量不足、樹脂粘度が高い、充填の圧力不足、金型の排気不良、他
金型要因	1. 金型温度が低い。 2. キャビティ肉厚が薄い。 3. スプール・ランナー・ゲートが小さい 4. 排気不良。ガスベント不足。 5. ゲートバランス・位置不良
金型対策	1. 冷却回路・設定温度の見直し 2. キャビティ肉厚の増加 3. スプール・ランナーの拡大 4. ガスベントの追加 5. ゲート位置改善・ゲートバランス改善。 * 型締力を下げることにより、ガス抜きが改善されショート不良が改善される場合もあり



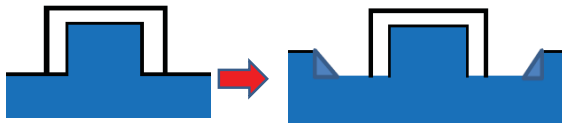
金型に関する成形不良

6

M8-7 金型に関する成形不良

型傷・すり傷 ()

現象と原因	型開き時、成形品側面にこすれ傷が発生する現象や突出し時にリブ部分に発生する現象。 過充填や型の精度不良・抜き勾配の少なさや磨き不足の原因
金型要因	1. シボ面が荒い 2. 抜き勾配が少ない。 3. 型精度不良(たわみ易い構造) 4. PL面にカエリ(ダレ)発生(アンダーカット部あり) 5. リブ部分の面粗さ不良
金型対策	1. シボ審定の見直し 2. 抜き勾配の増加 3. ズレ止め、たわみ防止、インロー構造の追加・見直し 4. 磨きによりカエリ除去 5. 磨き追加・EP追加



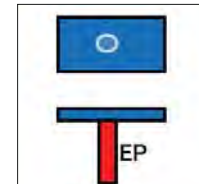
金型に関する成形不良

7

M8-7 金型に関する成形不良

割れ・白化 ()

現象と原因	突出し時の離形抵抗が大きく割れやEP部の白化が起こる現象。 過充填やEP配置不良やEP径が細かったりコア部分の磨き不足等が原因。
金型要因	1. EP径が細い 2. EP数が少なく配置不良 3. コアの磨き不足。抜き勾配が少ない 4. スプール部の抜け不良
金型対策	1. EP径を太く 2. EP数を増やしバランス良い配置に改善 3. コア磨き(抜き方向に磨く)、抜き勾配増加 4. 磨き調整・抜き勾配変更。



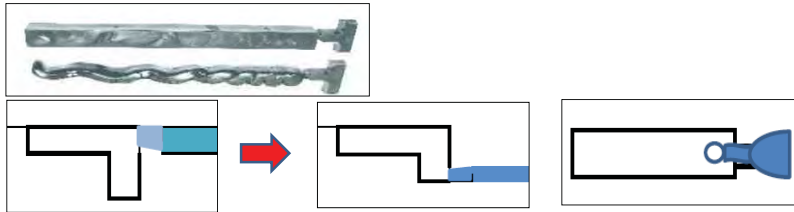
金型に関する成形不良

8

M8-7 金型に関する成形不良

ジェットイング()

現象と原因	ゲート近くにできる樹脂の流れ模様。 フローフロントがゲートから飛び出す流れかたをする。
金型要因	・ゲート断面積が小さい ・解放部にゲートがある
金型対策	・ゲート径の拡大 ・ゲート位置変更「壁につきあてる」、ピンに当てる。



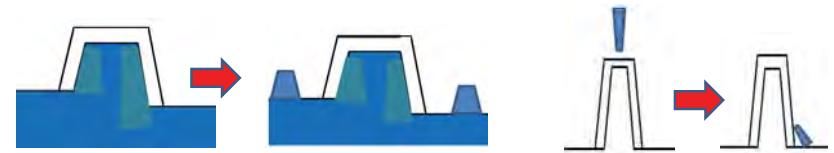
金型に関する成形不良

9

M8-7 金型に関する成形不良

偏肉()

現象と原因	キャビ・コアの位置関係がズレたり、コアピンが曲がり製品肉厚に差がでる現象 型の位置決め構造やゲート位置の不適切が原因
金型要因	1. キャビ・コアの位置が樹脂圧によりズレる 2. 樹脂圧でコアが倒れる
金型対策	1. 位置決めやインロー構造の改善 2. ゲート位置・仕様変更



金型に関する成形不良

10

M8-7 金型に関する成形不良

ガス焼け()

現象と原因	金型内のガス抜きが不十分な場合、残った空気が樹脂圧力で断熱圧縮され高温となって樹脂焼けが発生。 最終充填位置に発生する。
金型要因	1. ガス抜き不十分 2. 金型温度が高すぎる
金型対策	1. ガスベント量を調整。ベント機構の見直し。 2. 金型温度の調整、回路の見直し *型締力を下げることによりガス抜きが良くなり、ガス焼けが改善されることもある。



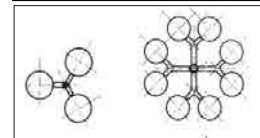
金型に関する成形不良

11

M8-7 金型に関する成形不良

寸法バラツキ()

現象と原因	多数個取りにおいて寸法の許容寸法内に入らないバラツキが発生する現象。 キャビテー寸法のバラツキが大きいことや充填バランスが悪いことが原因
金型要因	キャビテー寸法のバラツキが大きい ランナー・ゲートのバラツキが大きい 排気・ガスベントのバラツキが大きい 金型温度のバラツキが大きい
金型対策	キャビテー間の寸法バラツキを低減 ランナー・ゲート寸法のバラツキを低減 ガスベント寸法のバラツキを低減 金型温度回路の見直し・各回路の流量の確認・調整



金型に関する成形不良

12

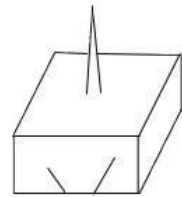
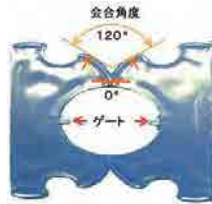
M8-7 金型に関する成形不良

ウェルドライン()

現象と原因	2つ以上のフローフロント(流動先端部)が会合した場所に発生するVノッチ状の糸状の細い線状痕が現れる現象 射出速度が遅い・樹脂温度が低い・金型温度が低い
-------	--

金型要因	1. 金型温度が低く樹脂の流動性が悪い 2. ゲート位置が不適切・ゲート径が小さい 3. ガスベント量の不足。ガスベント部のつまり
------	---

金型対策	1. 金型温度を上げる 2. ゲート位置の変更・ゲート径の拡大 3. ガスベントの追加、ガスベント部のメンテナンスの実施
------	--



金型に関する成形不良

13

M8-7 金型に関する成形不良

フローマーク()

現象と原因	ゲートを中心とした縞模様で現れる現象。 樹脂温度が低い、金型温度が低い。射出速度が遅い。 肉厚の急激な変化がある
-------	--

金型要因	1. 金型温度が低い 2. ランナー・ゲートが小さい 3. キャビ内の空気の逃げが悪い 4. 製品肉厚が厚い、シャープコーナーが多い
------	---

金型対策	1. 金型温度を上げる 2. ランナー・ゲートの拡大 3. ガスベントの追加・拡大 4. 厚肉をさける。流動に直角方向の段には必ずコーナーRを付ける
------	---



金型に関する成形不良

14

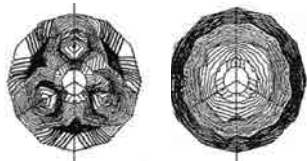
M8-7 金型に関する成形不良

同軸度不良()

現象と原因	歯車成形において中心軸に対する歯車部分の同軸度精度が出ない現象 金型設計・加工精度に起因する事が多く同軸度精度確保を考慮した設計が重要 真円度確保にはゲートバランス・点数・位置の検討が重要
-------	--

金型要因	設計不具合による金型精度不良 多点ゲート間の充填アンバランス(真円度) ゲート位置不適切による(真円度)
------	--

金型対策	同軸度精度を考慮した金型設計、入子設計 多点ゲートのバランス調整(真円度) ゲート位置の変更(真円度)
------	---

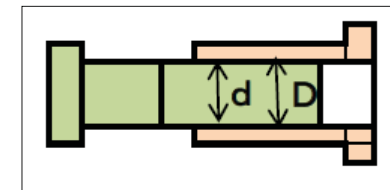


金型に関する成形不良

15

M8-7 金型に関する成形不良

GPとGB間のクリアランス



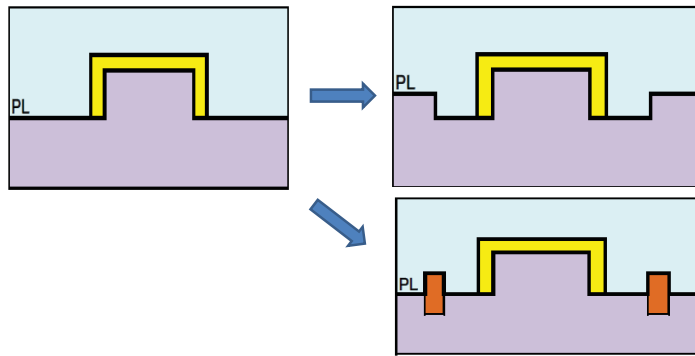
	$\Phi 25$
D (GB)	(-0.010 ~ -0.015)
d (GP)	(-0.025 ~ -0.030)
	0.010~0.020

金型に関する成形不良

16

M8-7 金型に関する成形不良

PL間の位置決め方式



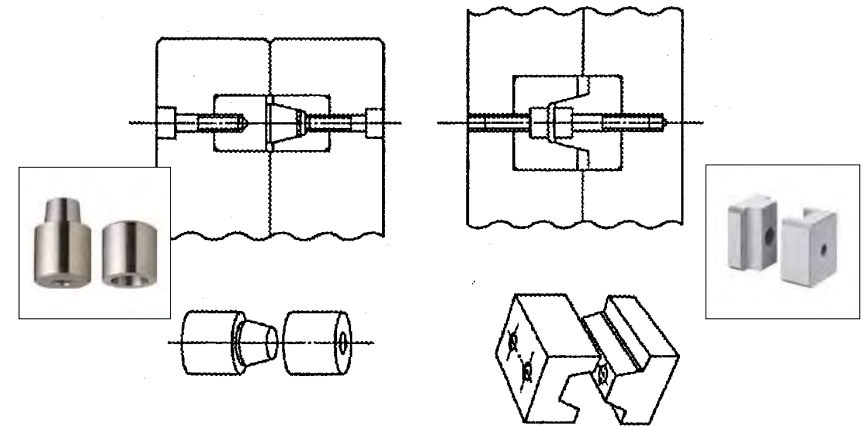
GPではPL間の精密な位置決めができない。
必要に応じてキャビ・コアインロー方式、位置決めピンや位置決めブロックを使用する

金型に関する成形不良

17

M8-7 金型に関する成形不良

PL間の位置用部品



Acoplamiento por perno cónico

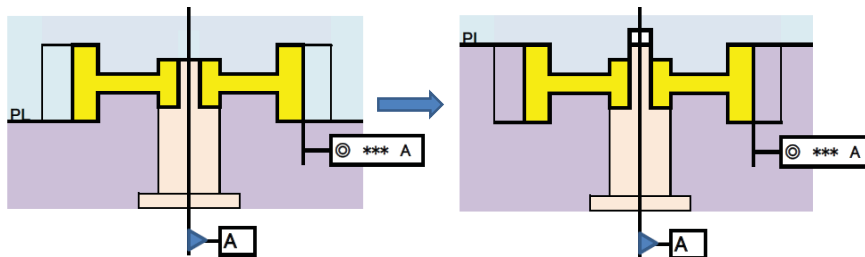
Acoplamiento por block cónico

金型に関する成形不良

18

M8-7 金型に関する成形不良

同軸度が要求される場合の入子配置



歯車入子と中心ピンの配置が固定側・可動側と異なる場合には金型での同軸度精度の確保は困難。可動側に配置することにより金型での精度向上がはかれる。

中心ピンを突き当てた場合、バリが発生した場合には横バリとなり製品は不良となる。ピンを飛び込ませる方式の場合にはエア逃げが可能となり成形条件中も広がる。バリが発生した場合は立バリとなる。わずかなバリは組立上許容される場合もある。

金型に関する成形不良

19