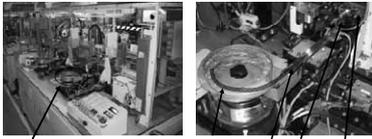


こんな計測特性で改善

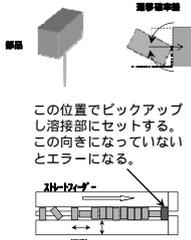
～ パーツフィーダの誤動作 ～
坂川品質相談所 坂川義満

第12回品質工学研究発表大会 No. 3, 2004
(NECトーン)

課題 パーツフィーダーで整列ミスが発生



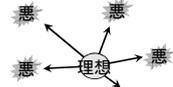
電子供給部 フィーダー部 吸着エッジ部 溶接部



発生頻度は数回 / Hr とそれほど多くない。
現象にバラツキが多く、原因特定に至っていない。
慢性不具合

評価指標の検討

- ・不具合回数は計数値で精度が取れない。(時間がかかる)
影響因子はガイド板の角度、振動周波数等たくさんある。
その組み合わせも考えると、膨大な実験が必要。
その間にほかの条件が変わると判断が信頼できなくなる。
精度の取れる計量値で、短時間に測りたい。
- ・不具合の元、「悪さ」は様々。
一つの悪さ(計測項目)を良くするとほかの悪さが拡大する。
いちいち全項目評価しきれない。(もぐらたたき)
- ・全ての悪さを除去した「理想状態」はたった一つ。
その一点からのずれが悪さ。
理想からのずれを最小化する。



「理想的に機能している」とはどういうことか？
理想の極致とは何を見れば言える？
それをどうやって数値化する？
「良くする指標」が狙い。相対比較出来ればいい。

基本機能を測る

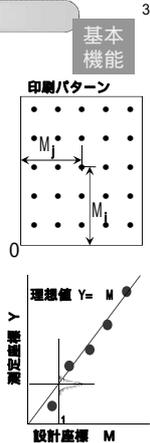
- ・対象物には期待する機能がある。
- ・機能は外乱によって乱されるのが通常。
- ・機能が理想的に働いていることを定量的に調べる。
外乱により数値が悪くなることを検出するのが狙い。
機能性評価 と呼ぶ

例:

【転写性の評価】

複写機は原画と同じ位置に同じ形を再現する。
いろいろな場所に点を置き、X, Y座標を測る。
どの点でも測定値と設計値が同じになるのが理想。
下のグラフの直線上にピッタリ乗るのが望ましい。
印刷した点がどちらにずれても直線から遠ざかる。

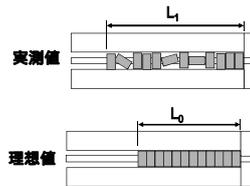
全データから、最も近い近似直線を求める。
全データを直線に平行に移動させ、一定の場所に集める。(例えば M = 1)
その点でのデータばらつきは直線からのずれを表す。
ばらつきの少なさが理想への近さを表す。
この数値には全データの悪さが反映されている。



現場での発想

じっと見ていると直前で整列し、ひやひやすることがある。
「もっと余裕をもって整列しないかな～」 これだ!!

計測特性



固定したカメラで写真を撮り、
画面上の長さを測れば
簡単に数値化できる。

装置各部の条件が良ければ早めに整列し、その後はずれない。
待ち行列は短くなるはず。長さで良否が比べられる。

一定個数の列の長さL1を測り、理想値L0に近い方がいい。

良さを数値にする

理想との長さの差 L は:

$$L = L_1 - L_0$$

SN比

「悪さ」は L²とする。累進的に重みづけする。
複数データの場合、その平均をとる。(標準偏差 の2乗と同じ概念)

$$\text{悪さ} = (L_1^2) / n$$

「良さ」はその逆数。

これをデシベル表示して **SN比** と呼ぶ。
(望小特性のSN比)

$$\text{SN比} = -10 \cdot \text{LOG} \left((L_1^2) / n \right) \quad [\text{db}]$$

様々な実験条件でSN比を調べ、大きい条件が良い条件と判断。

いい条件、いい条件と相対比較で突き進めば最良条件に至る。

どんな条件で試すか

改善できそうな設計因子(制御因子)とその実験水準を決める。
因子、水準の全ての組み合わせの中から最適条件を選び出す。
その指標としてSN比を用いる。
全ての組み合わせは膨大になるが、直交表 という道具で合理的に、大幅に
実験回数の削減が出来るので心配ご無用。

制御因子

技術的知見から次のような条件を決めた。

	制御因子	水準1	水準2	水準3
A	ワイヤガイド量	0.3mm	1.0mm	-
B	ストロークゲ-周波数	共振 - 8Hz	共振 - 4Hz	共振MAX
C	ストロークゲ-振幅(目盛)	35	40	45
D	板Aの厚み	1.0mm	1.8mm	2.0mm
E	ストロークゲ-と振動子間クリアランス	0.2mm	0.3mm	0.4mm
F	ワイヤ溝幅	0.25mm	0.27mm	0.29mm
G	ストロークゲ-の傾斜角	上向き2度	0度	下向き2度
H	フィーダー-電子排出量	100個/分	150個/分	200個/分

カバー範囲に抜けはないか

7

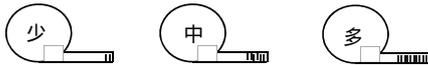
パーツフィーダーとしての正常使用の範囲内では期待される機能が完璧であってほしい。
しかし、仕様範囲内でも上限、中央、下限等の違いで異なるメカニズムで機能が乱れることがある。それを見逃してはいけない。

部品搭載量が違うと部品間隔が異なり、整列状態も違うかもしれない。

その条件を振り、機能の完璧さを測る。
標示因子

待ち行列の計測個数を変え、理想値Mを振り、測定。

標示因子	水準1	水準2	水準3
M: 部品長さ (mm)	10	30	50



管理できない外乱にも強く

8

設計に組み込めないが現実には変化する外乱因子がある。
それを偶然に任せず、意図的に一定量与えて模擬し評価する。
これこそが強靭な設計の勘所
誤差因子

計測値を小さい方に変化させる外乱条件N1、
大きい方に変化させる外乱条件N2の最低2条件で測る。
複数の外乱因子を組み合わせ実現してもよい。(誤差の調査)
計測値の差が小さいほど外乱に強い条件と判る。

ここでは素子のリード線の曲りを用いる。



誤差因子	水準1	水準2
P: 90°曲がり	無し	導入率50%

* 曲げは一定角度にコントロールする。

実験数の効率的削減

9

直交表の決まった枠に条件を割り当てると実験条件表が完成。
データを取り、SN比を計算する。

直交表
割り付け

L18直交表

実験	A		B		C		D		E		F		G		H		測定値		SN比
	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	水準	
実験 1	0.3	8	35	1.8	0.2	0.25	上向き 2	100											37.08
実験 2	0.3	8	40	1.8	0.3	0.27	0	150											34.21
実験 3	0.3	8	45	1.8	0.4	0.28	下向き 2	200											33.86
実験 4	0.3	4	35	1.0	0.3	0.27	下向き 2	200											35.15
実験 5	0.3	4	40	1.8	0.4	0.28	上向き 2	150											35.82
実験 6	0.3	4	45	1.8	0.2	0.25	0	150											40.64
実験 7	0.3	8	35	1.8	0.2	0.28	0	200											39.87
実験 8	0.3	8	40	2.0	0.3	0.28	下向き 2	100											38.32
実験 9	0.3	8	45	1.0	0.4	0.27	上向き 2	150											42.10
実験 10	1.0	8	35	2.0	0.4	0.27	0	100											39.43
実験 11	1.0	8	40	1.0	0.2	0.28	下向き 2	150											41.35
実験 12	1.0	8	45	1.8	0.3	0.25	上向き 2	200											35.43
実験 13	1.0	4	35	1.8	0.4	0.25	下向き 2	150											38.60
実験 14	1.0	4	40	2.0	0.4	0.27	上向き 2	200											42.50
実験 15	1.0	4	45	1.0	0.3	0.28	0	100											41.18
実験 16	1.0	8	35	2.0	0.3	0.28	上向き 2	150											42.07
実験 17	1.0	8	40	1.0	0.4	0.25	0	200											36.82
実験 18	1.0	8	45	1.8	0.2	0.27	下向き 2	100											43.50

B3を含む実験に着目すると、他の7因子の全水準が均等に含まれる。
どの因子、水準に着目しても同じ。他の因子の効果は差し引きゼロ。
着目実験のSN比の平均は全体平均と着目水準固有の成分の和になる。

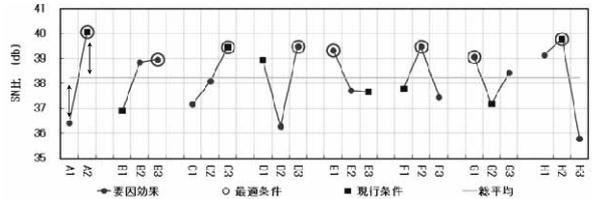
結果の視覚的確認

10

制御因子、水準ごとのSN比を図示する。
要因効果図

要因
効果図

総平均からの差がその水準固有の効果。
SN比の大きい水準だけを選べば最適条件が得られる。



任意の水準の組み合わせが計算で推定できる。
コスト等の制約があれば改善の策も検討できる。 本来の「設計」
V字型は間引き実験による交互作用の弊害かもしれない。
必ず確認実験する。

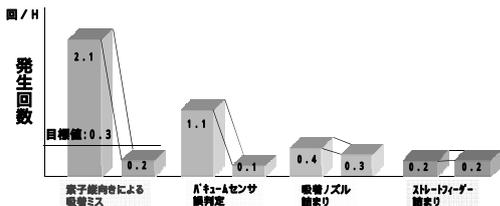
本当に現場で改善した？

11

吸着ミスはもちろん、関連するほかの不具合も改善。
個別の悪さではなく、機能の理想を追求した結果と考えられる。

改善
効果

部品そのものは安価だが、チョコ復帰工数は年間100万円 / 装置
程度の改善が見込める。

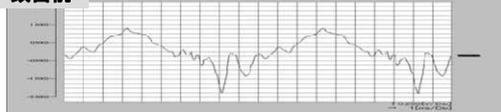


おまけ

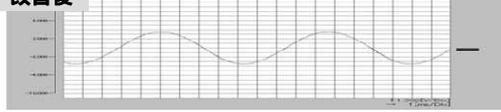
12

ストローパーは板バネを介して振動子につながり、振動によって
部品を安定な向きに回転させる。
フィーダーの振動波形を調べると、改善前後で図のような違いが出た。
管理項目ではないが、動作が総合的に安定したことを物語る。

改善前



改善後



フィーダーの振動波形