

## 薄板工場における統計的品質管理の一例

大同鋼板株式会社  
尼崎工場次長

林 美 孝

(多賀谷教授紹介)

目次	1 まえがき
	2 管理図法について
	3 工場実験特に相関分析について
	4 結 論

## 1. ま え が き

品質管理という問題が工業人の口に上るようになってからまだ二年足らずであるがその普及の速度は実に目覚ましいものがある。何故こんなに驚くべき速度で普及して行くのであろうか？

日本に於ても統計数学は相当進歩して居り生命保険の如きはその力によつて経営を維持して来たのであるが工業方面への導入は限られた範囲であつた。特に戦時中は全くかえり見られなかつたといつてよい程である。之と対照的に米国に於ては戦時経済に突入すると同時に品質の管理を統計的に行う事が研究されて A. S. T. M. の規格になる程まで進歩していた。戦後其の結果が日本工業に導入せられるや燎原の火の如く速かな速度で普及したのである。

即ち市場性のある品物を経済的に生産する一つの道具として従来経験と勘によつて行つていた作業を数理統計学の方を借りて偶然的なものゝ必然的なものに區別して管理していかうとする。即ち経験と勘に代る管理の道具として統計的品質管理が登場したわけである。

従来職長の勘に依り相傳された技術を統計数学の力に依り或は数学によつて明らかにし製品の均質優秀なものを市場に出すようにしなければならない。

現在各社共競つて品質管理方式を導入し中央に於ても鉄鋼協会には品質管理部会が発足し世は將に品質管理時代たらんとしている。これに拍車をかけたのが昨年本年二度に亘るデミング博士の来朝であり J. I. S. の審査である。

品質管理の普及に際して注意を要する事は上は社長から下は一作業者に至る迄が之に対する深い認識と理解を必要とする事であつて一部技術者が専有すべきものでなく亦之では百害あつて一利なき結果になる。

工場としての Policy に基いて各工程に於ける管理項

目を決定し管理の責任修正処置の責任報告先等を明確にして一応組織を作つて動かさなければならない。

当社の組織は委員会制度を採用し、品質管理委員会、各課分科会、各係分科会よりなつて居り、各係に品質管理担当者をおいて日常の業務を行はせている。

当社は一年余準備期間を過ぎ漸く実施の段階に入つたのである。

淺学ではあるが薄板工場の品質管理の一例として当社で実施している例を説明する。

## 2. 管理図法について

アメリカ戦時規格 Z1 によると管理図とは品質に関する情報を図式方法によつて表はすもので品質管理を行う上の色々の判断を下すための資料としてあるいは又品質の記録としてなどの為めに用いられるものである。そして判断の基準として偶然変動の大きさを基準として上下管理限界が設けられている。

尚管理図の用途として次の二つが挙げられている。

1. 管理状態が存在しているか否かを判定するため。
2. 生産時に製品の品質を管理状態に保持する。

上に述べた管理限度によつて繰返し生産される製品の品質が偶然変動のみを起しているのか或いは意味のある変動を起しているのかを判断する然し管理図が適確に偶然変動と意味のある変動を分離してくれるためには副群のとり方試料の採取り方が合理的でなくてはならない。でないに偶然変動を意味のある変動と間違えたり又逆に意味のある変動が起つているのに偶然変動として修正処置を取らなかつたりするわけである。

管理図で最も大切な事は修正処置である。修正処置には工場内で取れるものもあれば原料の如く工場外でとらねばならぬものもある。工場内の処置には固有技術の問題もあり不注意に原因するものもある。

要するに管理図を画いて修正処置 (action) を起す事が大切である。

第一表は当社庄延課で作成している管理図の種類、副群の採り方等を示すものである。

薄板に於ては重量を一定にする事が特に重要であるが

第1表  
各工程の管理図の種類

工程	項目 特徴値	管理図 の種類	試料 の枚数	試料採取要領
材 剪	シートパー 長さ	$\bar{X}$ -R	5	1ヶ班より5枚、標準 を0とし土で表わす
	シートパー 重量	$\bar{X}$ -R	5	1ヶ班より5枚、製造 者別標準を100%とし %で表わす
圧 延	ダブラー厚	$\bar{X}$ -R	5	DとD0に分類、1ス タンド1ヶ班5回測定
	圧延長さ	X-R	5	号機別組別に1ヶ班よ り5組ずつ3回
精 整	歩留	X	1	号機別組別に分類して 精整1級歩留を以てす
	重量	$\bar{X}$ -R	5	1スタンド1ヶ班の成 品から5組を試験
	不良原因別	X	1	号機別組別に圧延、材 料、調整、密着の発生原 因別分類
焼 鈍	エリキオン 値	$\bar{X}$ -R	3	焼鈍ロット毎に標準試 片を挿入試片1枚、最 低値3ヶのX-R

ら一例として重量管理図について説明す  
る。

薄板の製造方式にも種々あるが当社に  
於ける方式は板の厚みによつて一枚二枚  
三枚四枚六枚八枚十枚と合せて圧延する  
所謂折疊圧延法である。そして材料であ  
るシートパーも製品の厚み、長さによつ  
て種々異り厳密には各ゲージサイズ毎に  
別々のシートパーを使用するのがよいが  
互換性を考慮して出来るだけ小種類のシ  
ートパーで製造している。従つてシート  
パーから製品迄の重量歩留もゲージサイ

第2表  
重量歩留及標準圧延長

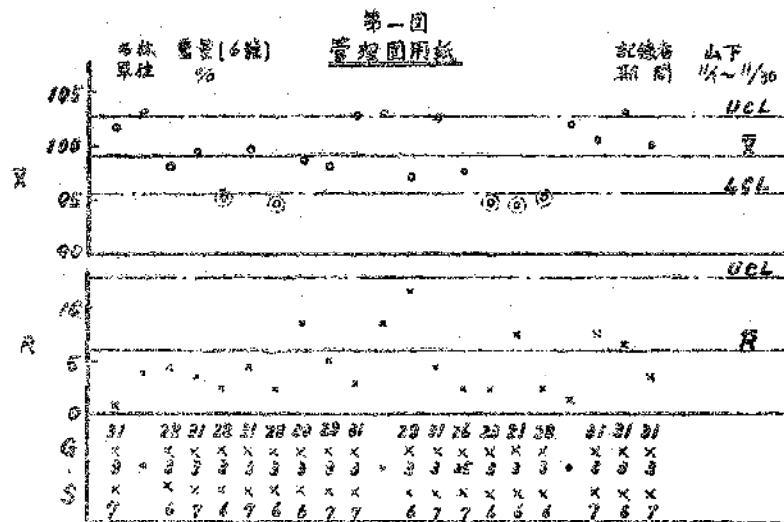
ゲージサイズ	シートパーか らの重量歩留	標準圧延長
21×3×6	85.0%	1995%
26×3×6	83.7	2020
26×3×7	86.0	2300
26×3×8	85.4	2640
28×3×6	85.2	1955
31×3×6	85.2	1945
31×3×7	82.7	2350
32×3×6	81.3	2030

ズにより若干異なる値を示している。其の値を第2表に  
示した。

次に製品の重量と関係ある色々の要因を考えてみると

- 1 シートパー重量 (シートパーからの重量歩留を  
も含む)
- 2 加熱温度
- 3 圧延終る長さ
- 4 焼減
- 5 ダブラー切捨量

等があるが、大きな要因は1, 3, 5. である。尙何枚  
か合せて圧延する関係上その1組の中での重量の「ばら  
つき」が当然生ずる。即ち側板は冷却が早くて重くな  
る。(伸びが悪くて)これは偶然的な変動(避けられない)  
と考えられるのであるが上述の要因の中で④の影響が余  
り大きいので現状では修正処置の目安として1組の間の  
変動をとる事は出来ない。そこで現在は1交代中に圧延  
された板から連続5組を測定して5組の間の重量の「ば  
らつき」を偶然的なものと考えて交代毎の変動を管理し  
ている。(標準重量に対する%で表はす)。



第1図は本年11月分6号機の重量管理図である。管理  
限度は過去の実績より算出したもので次の通りである。

$$\bar{X} \begin{cases} \text{u.c.L} & 102.6\% \\ \text{C.L} & 99.1\% \\ \text{L.C.L} & 95.6\% \end{cases} \quad R \begin{cases} \text{u.c.L} & 12.6\% \\ \text{X} & 6.0\% \end{cases}$$

管理限度外にあるものは上3点、下5点をして、上は  
#31×3×7 が殆んどで下は #28×3×6 が4点で  
ある。即ちゲージサイズによつて重量に相当の相異が考  
えられるので前述の5つの要因について考えてみると

- 1 シートパーカーからの重量歩留は #28×3×6  
が85.2%で #31×3×7 が82.7%で約2.5%の相異が  
ある。
- 2 仕上厚みであるが何れも8枚合せてであるので、#

31×3×7が2.32% #28×3×6が3.2%で約0.9%の相異がある即ち #28の方が伸び易いわけで軽くなると考えられる。(ロールの締切は同一なので)

3 圧延長については標準に対して #31×3×7は99%で短目に圧延して戻り #28×3×6では104%で長目である。

以上の事から修正処理は圧延長の徹底した管理以外に方法がない次第である。尚圧延長の管理に関しては第1表に示した如く  $\bar{X}$ -R チャートで管理している。

### 3. 工場實驗特に相關分析について

品質は特性の分布で表はされる。そして品質に分布出来るのは色々な製造条件の多少づゝのずれがからみあつて生ずるものである。従つてよい品質を作る条件の組合せもあれば悪い品質を作る条件の組合せもある筈である。

工場實驗で「ばらつき」のあるデータを分析する方法には分散分析法 (analysis of variance) と相關分析法 (analysis of covariance) とがある。前者は変化の原因が連続的でない場合で後者は連続した2つ或いはそれ以上の量の間を關係を分析する手法である。

これらの分析法の基礎となる概念は組織的な変化による「ばらつき」を分離してこれを比較対決して判定するのである。

当社に於ても色々な工場實驗を現在運行つて来た。即ち密着に及ぼす化学成分圧下率中延のカーブ。或いは酸減に及ぼす化学成分硫酸の濃度湿度酸洗時間或いは重量と圧延長、ダブラー層の相關分析等々。此処では重量についての相關分析について述べる。

相關には二つの変量の間を相關するものを単相關 (Simple correlation) と二つ以上の変量の間を相關するものを重相關 (Multiple correlation) と他を固定しておいて特に二つの変量だけの相關關係の偏相關 (Partial correlation) がある。鉄鋼關係の工場では特に重相關、偏相關の問題が多い。と云ふのは製品の品質に影響を及ぼす要因は、一つの場合は少く多くの要因があり又これらの内特にその二つの間の關係が知りたい場合が多いからである。

前述せる如く、重量に關係する大きな要因として圧延長、ダブラー層が考えられるので、これら三つの要因の間の相關分析を行つた。例えば #32×3×6 10枚合せ20組について測定した結果である。

第3表 重相關係數計算表

重量 $x_i$	ダブラー $y_i$	圧延長 $z_i$	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$z_i - \bar{z}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(z_i - \bar{z})^2$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})(z_i - \bar{z})$	$(y_i - \bar{y})(z_i - \bar{z})$
33.6 <sup>kg</sup>	4.75 <sup>kg</sup>	2004%	-0.40	1.15	-76	0.16	1.3225	5776	-0.46	30.4	-88.92
35.5	3.85	1968	1.50	0.25	-112	2.25	0.0625	12544	0.375	-168.0	-28.0
35.25	4.05	2021	1.25	0.45	-59	1.5625	0.2025	3481	0.5625	-73.75	-26.55
34.90	5.10	2038	0.90	1.50	-42	0.81	2.25	1764	1.35	-37.8	-63.0
33.80	4.05	2053	-0.20	0.45	-27	0.04	0.2025	729	-0.09	5.4	-12.15
35.45	2.15	1908	1.45	1.45	-172	2.1025	2.1025	29584	-2.1025	-249.40	249.4
33.00	2.95	2145	-1.00	-0.65	65	1.00	0.4225	4.225	0.65	-65.0	-42.25
35.10	2.60	2070	1.10	-1.00	-10	1.21	1.0	100	-1.1	-11.0	10.0
34.50	3.50	2043	0.50	-0.10	-37	0.25	0.01	1369	-0.05	-18.5	3.7
31.75	3.90	2110	-2.25	0.30	30	5.0625	0.09	900	-0.675	-67.5	9.0
33.70	3.15	2155	-0.30	-0.45	75	0.09	0.2025	2025	0.135	-22.5	-33.75
34.00	2.65	2128	0	-0.95	48	0	0.9025	2304	0	0	-45.6
33.85	4.20	2048	-0.15	0.60	-32	0.0225	0.36	1024	-0.09	-4.8	-19.2
32.40	4.10	2058	-1.60	0.50	-22	2.56	0.25	484	-0.8	35.20	-11.2
34.70	2.74	2072	0.70	-0.86	-8	0.49	0.7396	64	-0.602	-0.56	0.688
34.25	3.60	1990	0.25	0	-90	6.25	0	8100	0	-22.5	0
34.10	3.65	2218	0.10	0.05	138	0.01	0.0025	19044	0.005	13.3	6.9
33.30	3.25	2163	-0.70	-0.35	83	0.49	0.1225	6889	0.245	-58.1	-29.05
32.65	4.10	2153	-1.35	0.50	73	1.8225	0.25	5329	-0.675	-98.55	36.5
32.60	2.80	2191	-1.40	-0.80	111	1.96	0.64	12321	1.12	-155.4	-88.8
$\bar{x}=34.00$	$\bar{y}=3.60$	$\bar{z}=2.080$				28.1425	10.9321	96785	-2.202	-8503	-2888.58

第3表より各要因の標準偏差を計算すると

重量の標準偏差  $S_x = \sqrt{\frac{28.1425}{20}} = 1.118$

ダブル層 "  $S_g = \sqrt{\frac{10.9321}{20}} = 0.74$

圧延長 "  $S_z = \sqrt{\frac{96785}{20}} = 69.92$

相関係数は  $r = \frac{1}{N} \cdot \frac{\sum \sum f_{ijk} (x_i - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{S_x S_y}$  で計算される。

$r_{xy} = 0.125$     $r_{xz} = 0.515$ ※    $r_{yz} = 0.278$

これから重相関係数、偏相関係数及び回帰平面の方程式を算出すると第4表の如くである。

第4表  
重相関・偏相関係数及回帰平面方程式

重相関係数	$F = \frac{r^2}{1-r^2} \times \frac{N-k}{k-1}$	xyに対する	yzに対する	zxに対する
		zの	xの	yの
		0.637※	0.6※	0.434
		5.78	4.78	1.970
	F 0.05	3.59	〃	〃
	F 0.01	6.11	〃	〃
偏相関係数	相関係数	zを固定したとき	xを固定したとき	yを固定したとき
	有意水準表	0.0227	0.251	0.504※
	F 0.05	0.4555	〃	〃
	F 0.01	0.5751	〃	〃
	N=3			
回帰平面の方程式	xyに対する z の			
	$0.014z - 0.437x - 0.284Y - 13.18 = 0$			
	yzに対する x の			
	◎ $X + 0.48Y + 0.0096z = 55.7 = 0$			
zxに対する y の				
$0.99Y + 0.016x - 0.003z + 2.104 = 0$				

即ち単相関では重量と圧延長に相関があり。重相関では圧延長と重量及びダブル層、重量と圧延長及びダブル層の間に相関がある。更に偏相関ではダブル層と固定した時の重量と圧延長の間に相関が認められる。更に回帰平面の方程式によつてダブル層を 3kg と 2.5kg に固定した場合の標準圧延長を計算すると (yzに対するxの回帰平面の方程式より算出)

3kgの場合      1975%

25kgの場合      2000%

各ゲージサイズについて同様の事を行つて標準作業を決定した。

次に重相関係数の分析を行うに際して注意すべき事項

を若干述べる。

(1) データの吟味を充分行う事、即ち工場に於けるデータは実験室のそれと異り何か特別の原因で飛離れた値を示す事がある故管理図を使うなり棄却検査を行うなりして充分吟味する事が必要である。単相関の場合にはそれ程でもないが重相関のような高等な手法になると単に一個の変な値で逆な結論が出て来る事がある。

(2) 変数の種類について。

相関分析は最初に述べた如く正規分布をする連続変数に対して適用される故不良率の如き離散変数を取扱う場合には予め変数変換を行はねばならない。長さとか重量とかは明らかに連続変数であり且つ正規分布をなす事も予想出来るが不良率だと厳密には正規分布をなさないし不良個数は1ヶ2ヶでその間の数即ち 0.4ヶとか 0.5ヶは存在しないので変換を必要とする。

#### 4. 結 論

以上当社に於ける品質管理実施状況の例を簡単に説明した次第であるがまえがきに於て述べた如くやつと実施段階に入つたばかりで諸賢の参考にならぬかも知れない。

然し当社としては品質管理の実施によつて

(1) 重量不足の原因が加熱炉にある事を発見して炉の改造及び圧延長及び圧延方式を改めてその効果を挙げ。

(2) 歩留の管理図によつて或る種の不良の約率が作業者の一寸した操作によつて減少する事が判明した。

等々効果は大なるものがあつたと考えている。

今や推計学を用いた品質管理は工業界にとつてなくてはならぬ管理手法となりつゝある。理解の困難な推計学であり確率論であるが専門家によつて使用し易い形にされており勿論知つているに勝る事はないが仮定さへ間違えず確率の場さえ準備して使用すれば何等心配は不要と考える。

注意しなければならぬ事は統計的方法によつて出た結論を技術的に解釈する事であり統計的方法を万能と考へない事である。

要は新しい管理手段としての統計的品質管理を駆使して一日も早く日本の工業をして世界市場で買も量も少しもひけを取らないものとするべく勉めるのが現代に生きる我々技術者に課せられた使命であると考え次第である。