



表9.1 建設期間中の資金繰表

(単位 万元)

年 月	1994			1995											
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 経常収支															
A. 売上収入															
売上高	278	278	278	341	341	341	341	341	341	341	341	341	341	511	511
前受金増	23	23	23	0	0	0	0	0	0	0	0	51	51	25	0
売掛金増	10	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	13	13	35	35
(収支)	291	298	298	335	335	335	335	335	335	335	335	380	380	501	476
B. 費用支払															
材料費	139	139	139	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171	256	256
工賃	30	30	30	30	30	30	30	33	33	33	33	33	33	33	33
製造費用	28	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29	29	37	37
減価償却	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
材料前払金増	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0
材料在庫増	38	38	38	0	0	0	0	0	0	0	0	40	69	69	34
仕掛品増	0	6	0	32	0	0	0	4	0	0	0	0	0	16	0
製品在庫増	0	9	0	32	16	0	0	6	0	0	0	0	0	22	0
販売費	12	12	12	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	16	16
管理費	20	21	21	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
支払利息	8	7	7	8	8	8	8	8	13	13	13	13	13	13	13
買掛金増	0	13	0	32	32	32	32	16	0	0	0	0	0	87	87
(収支)	277	280	204	300	252	236	236	269	280	280	293	320	349	391	234
A-B	13	18	94	35	82	98	98	66	55	55	42	60	31	110	242
2. 設備投資等															
土地使用権	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
敷地及び据付	0	2	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0
新工場建設	191	0	0	0	0	0	0	0	383	0	0	0	64	0	0
設計他	18	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	24	0	0
操業前試験	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
教育訓練	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備機械	326	0	0	0	0	95	0	0	557	0	0	0	109	0	78
法人税	0	0	159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302
営業外収益	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
特殊基金払込	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
営業外支出	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
(支出)	736	26	202	0	0	95	1	0	995	0	0	1	197	0	423
3. 財務収支															
長期借入金	700	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	0
短期借入金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(収支)	700	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	0
総合収支	-23	-8	-108	35	82	3	97	66	60	55	42	59	-166	110	-181
月初現金預金	528	505	496	388	423	505	509	606	672	732	787	829	888	721	831
月末現金預金	505	496	388	423	505	509	606	672	732	787	829	888	721	831	650



$$[\text{現金収支}] = [\text{経常収支}] + [\text{財政収支}] - [\text{設備投資額}]$$

として計算される。これを総合収支の欄に記入した。

月末の現金預金（現金と当座預金の合計）は月初の現金預金に総合収支の額を加算したものとなる。

月末現金預金に残高がないと、企業は支払不能となるので、市場経済の下では金融倒産に至る。従って、現金預金の管理は重要である。表9. 1の計算では現金預金は1994年12月に388万元となるのが底である。変動誤差を考えても、この時点で289万元以上の現金預金があれば十分であり、388万元はこれを超えている（詳しくは第10章10. 5節参照のこと）。尚、1994年10月の月初現金預金は、1993年期末値107万元に1994年1月から10月迄の毎月の総合収支の合計を加えて算出した。

#### 実施運用上の注意

表9. 1に示した資金繰表は売上高をはじめ、ほとんどすべての項が予測値でつくられている。本計画を実施する時期が近くなれば売上計画を含めて、更に精度の高い予測ができるはずであるので、精度をあげて、全体を見直すことが望ましい。

#### 9. 3 結論

図9. 1に示す日程で9. 2節(1) - II)で述べた資金計画に基づいて本計画を実施することが可能である。

## 第10章 経済性評価



## 第 10 章 経済性評価

### 10. 1 経済性評価の方針

経済性評価の目的は近代化計画を財務的に実施可能とすること、および計画が期待に応えるだけの十分な経済的効果をあげることができるかどうかを評価することにある。

第3章経営分析の結果から明らかな様に南通風機工場はすでにかなりの高収益をあげている堅実な企業である。従って、本近代化計画に期待されている経済効果は単に現状を維持して収益を改善しようとするのではなく、本計画が目標の一つとしている1980年代の先進国並みに近い生産性を南通風機工場で実現させることによって、同工場に生じる労働力および設備能力の余力を活用し、その上で新しい生産設備の増強を行い、生産の拡大と収益の増大を図ることにある。

このために、本計画では南通風機工場と協議した結果、基本原則として次の二つの条件を設けた。

- ①本計画に必要な人員の確保は部門間の人員の移動によって確保し、南通風機工場全体として一切の増員を行わない。
- ②製造費用（材料費および賃金上昇の影響を除く）は電気代、新規導入設備の保守・維持費用を除き増額しない。

本計画は先にも述べた様に、

新工場の建設  
旧工場の改善

の2つに区分される。旧工場の改善においては、旧工場はすでに現状のままでもかなりの高収益を得ており、小額の投資によって、固定費の上昇を小さな範囲に止めた上で、大巾な売上高の増大を図ることができる。従って、旧工場の改善の計画は単独でも経済性が高い。新工場の建設によって、発電所ボイラ用誘引送風機の市場への参入が可能になり、大巾な売上高の増大が可能となる。新工場を建設するためかなりの額の投資が必要であり、このための固定費上昇はさけられないが人件費の上昇は前記原則①によって賃金上昇およびインフレの影響を除いてさけられるので、売上高の増大に比して費用が小さく抑えられ、損益分岐点比率が大巾に改善して、利益が増大する。

以上の本計画の特質からみて、本計画の高経済性についてはほとんど疑いの余地がないが、これをシュミレーション的に1994年～2002年間の損益計算を行うことで立証する。また、本計画の実施可能性についてはすでに1994年10月～1995年12月の期間について月毎の資金繰表で立証したが、これを1994年～2002年の間に拡張して年毎の資金運用を計算し、

本計画によって生じる余剰資金の大きさを示す。次に、これらの計算結果の整合性を示すために、上記損益計算書および資金運用表に基づいた貸借対照表を作成する。

更に、経済的効果については旧工場の改善だけによった場合の効果を計算し、新工場の建設を併せて行った場合の効果と比較して、新工場建設の経済効果を立証する。

## 10.2 経済性計算の前提条件

本計算では、南通風機工場の現状における商習慣を尊重して、これに大きな変更を加えない様に計算条件を設定した。

### (1) 建設期間

建設期間は先に第9章9.1節で示した1994年10月初～1995年9月末とする。

### (2) 操業期間

本計画による工場の操業開始は図9.1により旧工場については1995年5月1日とする。また、新工場については1995年10月1日とする。

実際の工場の操業は少なくとも設備の耐用年数（建家30年、設備12年とした）の間は問題なく続けられるわけであるが、あまり長い期間について計算しても、前提条件の変化がさけられないので無意味である。本計画では、生産計画に合せて1994年～2002年迄の9年間を計算の対象とする。

### (3) 売上高

売上高は第7章7.4節生産計画および販売計画のところで述べた生産計画（表7.2）の値を用いた。販売目標（表7.3）が達成された場合はこれより良くなるが、慎重な計算とするため保守的な方を用いた。

### (4) 価格の基準

中国経済は現在、年率10%程度のGNPの伸びを示しており、好景気の下にあるが、年率10%程度のインフレーションの進行があり、人件費および設備価格についてインフレーションの影響を考慮に入れる必要がある。しかし、個々の賃金・価格についてインフレーション率を推定することは困難であるので、本計算では基準年を定めて、すべての価格および賃金を基準年価格で計算した。従って、計算結果にインフレーション率を乗じて名目



額を算出することが可能であるが、インフレーション率はすべての価格に対して同一であると仮定したこととなる。基準年月は1994年1月とする。

為替レートも基準年月の価を用いるものとする。1994年1月末の日本国東京銀行でのレートは次の通りであったので、これを採用する。

1 人民元 = 12.96 日本円

#### (5) 人件費

人件費についても前期基準年月のものを用いることとするが、中国では急速に実質GNPが上昇しており、南通風機工場の実質賃金が全く上昇しないと仮定することは現実的でない。そこで南通風機工場の実質賃金が次に示す率で上昇していくものとした。尚、この上昇率は給与だけでなく、福利厚生費を含む人件費全体に適用した。

#### (実質) 人件費上昇率

1994年～1997年	10%/年
1998年～2000年	8%/年
2001年～2002年	5%/年

尚、賃上げは前年12月末の決算の結果をみて関係者が協議し、実施されるものと考え、毎年5月に行われるものとした。

#### (6) 資金の調達

本計画で必要とする資金は10.3節で後述する積算結果により2,128万元である。これを次により調達する。

(単位：万元)

自己資金：	255
買掛金：	173
銀行借入：	1,700
<hr/>	
計	2,128

買掛金（設備供給者による金融）は無利子とする。また、銀行借入は全額中国政府系銀行による3年間の長期貸付とし、金利は6.6%/年とする。

借入期間は次とする。

借入額（万元）	期間
700	1994年10月1日～1997年9月30日
1000	1995年6月1日～1998年5月30日

上記の他、南通市系銀行による短期貸付（1年以内）で金利10.6%/年のものが利用可能であるが、計算上は借入の必要がない。

#### （7）建設中の金利

建設中の金利は新工場の操業開始時点で固定資産に振替えるものとする。この計算は外部支払いを伴わないので資金運用には影響しない。

#### （8）租税

##### i) 附加価値税（増値税）

附加価値税は基本的に品物の購入者が負担する税である。従って、売上高は附加価値税を含まない値を用いた。

設備等の購入に当たっては当然附加価値税を支払う必要が生じるので、外部から購入する設備などについては附加価値税を含む値を使用する。

材料についても同様の理由で附加価値税込みの値を用いる。

附加価値税の税率は17%である。

##### ii) 法人税および都市農村保護建設税

企業に対しては利益の33%が法人税として課税される。更に地方税として、都市農村保護建設税0.6%が加算される。

本計画では合計33.6%が法人税他として利益に対して課税されるとした。

##### iii) 関税

本計画では外国から輸入する機械は含まれていないが、後年度計画設備の代案に輸入する機械が含まれている。

機械設備に対する関税率は：

NC付機械 : 9.7%

NCなし機械 : 35%

であるが、国家が認めるプロジェクトについては関税率を1/2にする制度があるので本計画の場合はこれが適用される。

NC付機械 : 4.85%

NCなし機械 : 17.5%

を適用する。

#### V) 土地使用税

土地使用税は0.52元/m<sup>2</sup>が課税される。新しく新工場建設のために取得する土地は約7,000 m<sup>2</sup>であるので合計 3,640元 (0.4 万元) となる。この値は僅少であるので製造費用に含まれるものとして特に加算しないで計算する。

#### (9) 減価償却

企業財務会計規則によると減価償却期間は

建家 生産用建物 : 30-40年

設備 機械工業専用設備 : 8-12年

となっている。また、償却方法は定率償却、定額償却のいずれも認められているが、本計算では等額償却とし、次の値を用いた。

建家 : 40年

設備 : 12年

減価償却は外部支払を伴わないので資金運用表では製造費用から減算する必要がある。

#### (10) 対顧客支払条件 (前受金、売掛金)

顧客から南通風機工場に対して支払われる代価の標準的な支払条件は次の通りである。

南通風機は顧客と納期の3ヶ月前に正式契約を行い、契約時に代価の30%を前受金として受取る。次に製品を納入し、検収を終った時に代価の60%を受取る。残りの代価の10%は検収後1ヶ年の後受取る（保証期間終了時）。

1993年度決算の実績では次の通りである。

1993年実績値			
	(単位：万元)	受取率	(月数)
売上高	3210	-	-
前受金	206	0.3	2.6
売掛金	524	0.1	19.6

前受金は契約から納入までの期間が約3ヶ月とすると、受取りが遅れているとしても僅かであるが、売掛金は納入後1ヶ年で回収されるはずでありかなり遅れていることになる。本計画では実状を考えて次の様にする。

	受取率	(月数)
前受金	0.3	2.5
売掛金	0.1	16
基準	売上高	

#### (11) 材料費の支払条件（前払金、買掛金）

南通風機工場が外部から材料を購入した場合の支払条件は1993年の実績からみると次の通りである。

	(単位：万元)	支払率	(月数)
材料費	1749	-	-
前払金	30	0.3	0.69
買掛金	460	0.7	4.5

但し、上記は支払条件を前払金として代価の30%を発注時に支払い、残りの70%を買掛金とするものとした場合である。

本計算では上記を参考として、

	支払率	月数
前払金	0.3	0.5
買掛金	0.7	4.5
基準		材料費

として計算した。すなわち、材料は製品納入の3ヶ月前に購入契約をし前払金30%を支払う。この後0.5ヶ月して残金70%が支払われるとした。

#### (12) 原材料在庫

原材料の在庫量は1993年度の実績からみると次の通りである。

	(単位：万元)	(月数)
材料費	1749	—
原材料在庫	396	2.72

本計算では前述(10)で述べた前受金が材料入手のために必要な額であると考え、原材料在庫を次によって計算することにする。

	(月数)
原材料在庫	2.5
基準	材料費

#### (13) 仕掛品および製品在庫

仕掛品および製品在庫は1993年決算実績では製造原価の発生額に対して次の通りである。

	(単位：万元)	(月数)
製造原価	2654	—
仕掛品	238	1.08
製品(発送済を含む)	418	1.89

製品の平均的な生産期間は1ヶ月であるので仕掛品はそれを下回るはずである。また、受注生産であるので製品在庫はゼロに近い値でよいはずである。しかし、実状を考えて下記とする。

(月数)

仕掛品 : 1.0  
製品在庫 : 1.5  
基準 : 製造原価

(14) 電力代および保守点検費用 (製造費用)

南通風機工場では製造原価を材料費、工賃、製造費用の3つの要素に分けて計算しているため、本計算もこの区分によって計算した。この内工賃は直接労務費に相当し、製造費用は製造間接費に相当する。製造費用には電力料金、設備の保守・点検費用 (修理代を含む) が含まれる。電力代については単価を0.66元/kWhとして、新工場および旧工場の改善によって150kW、2114時間分が加算されるとした。従って、新工場操業以降は

$$0.66 \times 150 \times 2.114 \approx 21 \text{ (万円/年)}$$

が製造費用に加算される。

保守・点検費用は建築物および機械設備に対して下記を算入することとした。

	初期投資額との 比率 (%)	金額 (万円)
建物設備初期投資額	-	1725
初年度	0	0
操業後2~5年	2	17
操業後6~10年	3	26

(15) 1994年度の製造原価 (初期条件)

先に第3章経営分析のところでは指摘した様に1993年度の決算は制度切替えの影響を受けていて計算の基準 (初期条件) とするのには適当でない。このため、1994年度の製造原価を1993年度の決算結果にはよらず、下記によって算出し、これを初期条件とした。

1) 材料費

材料費は売上高の50%とした。1993年度下期の生産基準製造原価 (第3章3.2節表3.

3に示す)では原材料は製造原価の66.17%であり、1991~1993年の3年間の平均(第3章3.2節表3.4に示す)では売上高対売上利益比率は24.03%である。従って、材料費の売上高に対する比率は $66.17 \times 0.7597 \div 50$ である。

#### ii) 工賃

工賃は1993年下期生産基準(第3章3.2節表3.3に示す)によると、326.2万元であるが、1994年5月以後の賃金上昇(10%を仮定)を加算して1994年の値を349万元とした。

#### iii) 製造費用

1994年の製造費用は工賃と同じく1993年下期生産基準252.6万元に賃金上昇の影響分および電気代を加算して335万元とした。

#### (16) その他の初期値

製造原価、販売費、管理費および販売税以外の各費目については1993年度の値をそのまま1994年度の値に用いた。理論的にはこの部分については改善が加えられるべきであるが過去の経緯等もあり、簡単でない面もあると思われるので変更しなかった。

尚、本計画では1994年の値を初期値として、これに対する増減を計算することで2002年までの計算を行った。

#### (17) 人員配置の転換(販売部門の強化および新工場への人員配置転換)

販売部門へ管理部門の人員を配置転換することで販売部門の強化をすることとする。但し、販売費と管理費の合計は変えない。従って、この人員配置転換は本計算の結果に影響しない。

次の値を計算に使用した

	人員(人)		費用(万元)	
	販売部門	管理部門	販売部門	管理部門
1993年	31	196	83	288
1994年	62	165	131.0	243.9
1995年	93	134	187.3	213.3
1996年以降	124	103	251.8	175.6

新・旧両工場の合計人員は旧工場だけの場合と変わらないとした。従って、旧工場から新工場への人員配置の転換は計算の結果に影響しない。



### 10.3 所要資金の積算

#### (1) 概要

第8章設備計画、第9章実施計画の検討結果に基づいて、南通風機工場の近代化計画に必要な総所要資金を計算した。

総所要資金は本計画が開始されてから工事を完了し、新規導入機器を用いての本格的運転が開始されるまでの期間に投資される資金の総計である。次の4つの費用に大別する。

- ・工場近代化費用
- ・操業前費用
- ・運転資金
- ・建中金利

以下、この分類に従って費用の算出根拠を述べる。尚、10.2節で述べた様に積算価格は1994年1月現在の価格を使用し、インフレーションによるエスカレーションは行っていない。また、積算の貨幣単位は内貨、外貨共に中国人民元表示にすることとした。

#### 1) 総所要資金

総所要資金を表10.1にまとめた。10.2節(6)で述べた様に、本計画のための長期資金(設備資金)の主要部分は中華人民共和国政府系銀行より借入れ、金利は6.6%である。建中金利はこれにより算出した。それ以外の資金は、南通風機工場の自己資金および買掛金を充当する。

#### (2) 総所要資金の内訳

総所要資金の積算は以下の通り行った。

##### 1) 工場近代化費用

###### ・土地使用权

工場に隣接する新工場建設のための土地の使用权購入費200万円を計上した。

###### ・整地および掘付

整地には5人2組15日間を要し、1人当たりの賃金を80元/日とした。

設備据付費用32万元の内容は次の通りである。

	(万元)
天井クレーン2基分	4
組立用レール定盤	3.5
立型旋盤	12
動的釣合試験機	6.5
変圧器	4
試験測定装置	2
計	32

・工場建物

巾24m×長さ90m、天井高さ15mの建物1棟の建築費用および厚さ0.3mの鉄筋コンクリート200㎡および厚さ0.15mの鉄筋コンクリート1960㎡の床および基礎に対する費用638万元を計上した。

内容は：

	(万元)
建物	465
床および基礎	80
付加価値税	93
計	638

$80\text{元}/\text{日} \cdot \text{人} \times 5\text{人} \times 2\text{組} \times 15\text{日} = 12000\text{元}$

この他に建設機械使用料8000元を加算した。

従って、整地費用は合計2万元である。

・エンジニアリング費用

土地使用権購入費、整地、工場建物、設備（据付を含む）の費用の合計の約3%60万元を工場の建物および設備の詳細について設計するためのエンジニアリング費用とした。工事期間中の監督は南通風機工場が行うのでゼロとした。これ以外に外部コンサルタントは不要と考えた。

・機械設備

本計画に必要な機械設備の購入費は中国側（南通風機工場）で調査し、その結果に基づいて積算した。新工場928万元、旧工場158万元、合計1087万元である。購入する機材

は全て中国製であり、スペアパーツ入手に困難はないので積算にスペアパーツ代金は含まれていない。

- 輸送費

国内輸送費の合計は38.42 万元である。輸送費は各々の設備の価格に含めた。

- 輸入税、および通関費用

機械類は全て中国国内で購入するため輸入税および通関費用は不要である。

- 教育訓練費

本計画に伴い、5人が6ヶ月日本で研修を行うとし、この費用を教育訓練費とした。

航空運賃 上海－成田往復	10万円/人×5人分=50万円→	4 万元
日本での日当(食・寝・給)	7.5万円/人・月×5人×6ヶ月=	225 万円
“ 交通費	0.5万円/人・月×5人×6ヶ月=	15 万円
	小計290 万円→	300 万円 (24万元)

- 予備費(Contingency)

予備費は偶然誤差により生じる予算不足に備える費用である。この費用は今まで説明して来た項目すなわち土地使用権、整地および据付、工場建物、エンジニアリング費用、機械設備、輸送費、教育訓練費の合計に対して15%以内と考えられる。しかし、建設資金としては計上せず、手持資金(現金預金)の余裕によって処置するものとする。

### (3) 操業前費用

操業前費用として新たに購入した設備の試運転のための動力費を計上した。試運転は南通風機工場の人員で行うので人件費は計上していない。

$$180\text{kWh} \times 176 \text{ 時間/月} \times 0.66\text{元/kWh} = 20908 \text{ 元} \rightarrow 2 \text{ 万元とする。}$$

### (4) 運転資金

近代化計画の実施に伴い生産量が増加するので、売掛金、在庫等が増大し、これに対処するための運転資金が増加する。この問題については資金運用表で総合的に検討する。

(5) 建中金利

設備の建設中の金利は操業開始時点で固定資産に振替える。建設中の金利は各々の期間について計算する。尚、銀行からの借入は月初めに行われ、利息の支払は月末に行われるとした。

貸入金額	期 間
700 万元	1994年10月～1995年5月（8ヶ月）
1,700 万元	1995年6月～1995年10月（5ヶ月）

表10. 1 設備費用積算1/2

(単位：万元)

項目	数量	材料費	輸送費	その他	小計	附加 価値税	合計	
1. 土地利用権取得費	1式			200	200	-	200	
2. 整地及び据付	1式							
整地				2	2	0	2	
機械据付				32	32	5	37	
3. 工場建物	1棟			34	34	5	39	建物465 基礎 80
4. 無形資産				545	545	93	638	
設計・エンジニアリング	1式			51	51	9	60	
操業前試験	1式			2	2	-	2	
教育訓練	1式			24	24	-	24	
5. 機械設備				77	77	9	86	
新工場								
(1) 天井クレーン		83	4		87	15	102	
・32t/5t	1基	(45)	(2)					
・20t/5t	1基	(38)	(2)					
(2) 溶接機		33.4	0.6		34	6	40	
・炭酸ガス半自動	6台	(16)	(0.3)					
・直流	3台	(9)	(0.15)					
・交流	3台	(8.4)	(0.15)					
(3) ポジショナー		6			6	1	7	
5トン用	1台	(4)						
3トン用	1台	(2)						
(4) 組立レール定盤	160ピース	120	10		130	22	152	
(5) 組立用ブロック	8個	18	1		19	3	22	
(6) 鋸焼炉	1基	1.9	0.1		2.0	0	2	
(7) 鋸打機	1台	6.5	0.5		7.0	1	8	
(8) 試験設備		40.0			40.0	7	47	
・ダクトφ2.5m×13.5m		(2.0)						
・ダクトφ2m×11m		(1.8)						
・回転テスト用ケージ		(7.6)						
・450kW 電動機	1台	(17)						
・測定装置	1式	(11.6)						
(9) 立型施盤	1基	194.5	5.5		200	34	234	
(10) 動的釣合試験機	1基	150	12		162	28	190	
(11) 定盤	1面	3.1	0.9		4	1	5	
(12) 配管、弁	1式	6			6	1	7	
・酸素、アセチレン 集合配管		(3.1)						
・空気配管		(2.9)						
(13) 空気圧縮機	2基	12			12	2	14	
(14) 照明	1式	3			3	1	4	
(15) 変圧器600KVA	1式	40			40	7	47	
(16) 電気容量増量費	1式	38			38	6	44	
(17) 空気式工具 他	1式	3			3	1	4	
新工場合計 (機械設備)		758.4	34.6	0	793	136	929	

表10. 1 設備費用積算2/2

(単位: 万元)

項目	数量	材料費	輸送費	その他	小計	附加 価値税	合計
旧工場							
1. ケーシング工場用定盤	1面	1.7	0.63		2.33	0.4	2.73
2. 羽根車工場用定盤	1面	1.7	0.63		2.33	0.4	2.73
3. 組立工場用定盤	1面	1.7	0.64		2.34	0.4	2.74
4. プレーナー改造	1基分	3.68	0.32		4	1	5
5. サンドブラスト設備改造	1基分	25			25	4	29
6. 炭酸ガス半自動溶接機	4台	9.8	0.2		10	2	12
7. 電動工具	20セット	1			1	0.2	1.2
8. バンドソー (帯鋸)	1台	14	1		15	3.0	18
9. NC切断機改造	1台分	16			16	3.0	19
10. 羽根車溶接用クレーン (3トン用×2) (1トン用×2)	4台	7 (4) (3)			7	1.2	8.2
11. 8m旋盤用円筒 研磨ユニット	1式	2.8	0.2		3	0.6	3.6
12. 鋸焼炉	1基	2.8	0.2		3	0.6	3.6
13. 各工場、設計室 照明設備改善	1式	3			3	0.6	3.6
14. 設計室用作図盤	10セット	2			2	0.4	2.4
15. タイムレコーダ	1式	1			1	0.2	1.2
16. 財務、会計用 コンピューター	1式	20			20	3.0	23
17. フォークリフト (1.5トン用×1) (2トン用×1)	2台	17 (8.2) (8.8)			17	3.0	20
旧工場合計 (機械設備)		130.18	3.82	-	134	24	158
機械設備合計 (5項目)		888.58	38.42	-	927	160	1087
近代化計画合計 (1~5項目)		888.58	38.42	856	1783	267	2050
建設中金利							78
総所要資金							2128

#### 10.4 損益計算

1993年～2002年の間の損益計算の結果を表10.2に示す。1993年は実績を示し、1994年以降については10.2節で述べた前提条件に従って計算した結果を示す。

売上高の増大に応じて利益は大きく増大している。この計算は現状を是認した条件を取り入れたものであるので現状を改善すればこれ以上の利益を挙げることが可能である。

法人税はこの計算による結果を10.5節で述べる資金運用表の計算に用いた。また、製造費用の計算を本表で行った。尚、10.2節(5)で述べた実質賃金の上昇による影響を取り入れてある。

表10.2 損益計算

(單位 萬元)

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
売上高	3210	3330	4435	6470	7150	7825	8500	9280	10050	10820
製造原価	2654	2349	2965	4103	4520	4923	5330	5797	6273	6746
材料費	1749	1665	2218	3235	3575	3913	4250	4640	5025	5410
工賃	445	349	385	425	469	517	570	627	688	753
製造費用	460	335	362	443	475	492	510	530	560	583
償却										
建家	0	0	4	16	16	16	16	16	16	16
設備	0	0	7	45	45	45	45	45	45	45
旧固定資産	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
保守点検費			0	0	17	17	17	17	26	26
電気代増			4	21	21	21	21	21	21	21
小計	74	74	89	156	173	173	173	173	182	182
販売税	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
売上利益	476	981	1470	2367	2630	2902	3170	3483	3777	4074
管理費	288	244	201	155	156	156	156	156	157	157
販売費	83	137	196	259	278	299	322	347	374	402
支払利息	44	56	129	156	145	72	44	44	44	44
営業利益	61	545	944	1796	2052	2376	2647	2936	3202	3471
配当利益	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
営業外収益	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
営業外支出	46	73	46	46	46	46	46	46	46	46
経常利益	21	478	904	1756	2012	2336	2607	2896	3162	3431
法人税他	12	159	302	588	674	783	874	971	1061	1151
特殊基金払込	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
純利益	6	316	599	1165	1335	1550	1730	1922	2098	2277



## 10.5 資金運用表

1994年～2002年迄の9年間の資金運用表を計算した結果を表10.3に示す。この表の値は1993年については実績を示し、1994年以降については10.2節で述べた前提条件に従って計算したものである。

1995年に買掛金増が大きくなっているのは設備購入のための買掛金が増えているためである。長期借入金も先にも述べたように1994/1995年に借入れ、1997/1998年に返済する。期末現金預金が小さくなって、資金繰りが最も厳しくなるのは1994年末の388万元であるが、この時でも1993年末の107万元より良い状況にある。建設中資金増と固定資産増の合計738万元の15% (110.7万元) を予備費 (Contingency) として必要とし、売上高の変動に対して1ヶ月分の予備費を見込むと、各々の変動の起こる確率は独立であるから、

$$\sqrt{110.7^2 \times 277.5^2} = 299 \text{ (万元)} < 388 \text{ (万元)}$$

であり、この時点でも十分な余裕がある。従って、この資金計画は実施可能である。

次に問題となるのは1995年末の資金繰りである。この時点では上記と同様の考え方で、計算すると

$$\sqrt{205^2 + 511^2} = 550 \text{ (万元)} < 650 \text{ (万元)}$$

であり、問題はない。

1996年末以降の期末現金預金の額は過剰であってこの様に多額の現金預金を保有する必要はない。従って、この余剰資金は新しく計画を作成してそれに投資することができる。

表10.3 資金運用表

(単位 万元)

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1. 経常収支										
①売上収入										
売上高	3210	3330	4435	6470	7150	7825	8500	9280	10050	10820
前受金増	73	69	127	43	42	42	49	48	48	-676
売掛金増	466	16	147	271	91	90	90	104	103	103
その他収益	281	0	0	0	0	0	0	0	0	0
営業外収益	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
(収支)	3104	3389	4421	6247	7108	7783	8465	9230	10001	10047
②費用支払										
材料費	1749	1665	2218	3235	3575	3913	4250	4640	5025	5410
工賃	445	349	385	425	469	517	570	627	688	753
製造費用	460	335	362	443	475	492	510	530	560	583
減価償却	74	74	85	135	135	135	135	135	135	135
材料前払金増	23	7	13	4	4	4	5	5	5	-68
材料在庫増	81	115	212	71	70	70	81	80	80	-1127
仕掛品増	90	6	51	95	35	34	34	39	40	39
製品在庫増	-267	9	77	142	52	50	51	58	60	59
販売費	83	137	196	259	278	299	322	347	374	402
管理費	288	244	201	155	156	156	156	156	157	157
支払利息	44	56	129	156	145	72	44	44	44	44
買掛金増	358	13	318	95	89	89	88	102	101	101
営業外支払	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
その他支払	237	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(収支)	2801	2882	3487	4803	5081	5430	5846	6335	6842	6062
①-②	303	507	934	1444	2026	2353	2618	2895	3159	3985
2. 設備投資等										
固定資産増	153	201	1904	0	0	0	0	0	0	0
建設中資産増	-37	537	-537	0	0	0	0	0	0	0
長期投資増	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
法人税	12	159	302	588	674	783	874	971	1061	1151
特殊基金払込	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
教育訓練費等	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0
(収支)	133	926	1672	591	677	786	877	974	1064	1154
3. 財務収支										
長期借入金	8	700	1000	0	-700	-1000	0	0	0	0
短期借入金	-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
自己資本増	-91	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(収支)	-163	700	1000	0	-700	-1000	0	0	0	0
総合収支	7	281	262	853	649	567	1741	1921	2095	2831
期首現金預金	100	107	388	650	1503	2153	2720	4461	6382	8478
期末現金預金	107	388	650	1503	2153	2720	4461	6382	8478	11308

## 10. 6 貸借対照表

1994年～2002年の間の9年間の貸借対照表の計算結果を表10. 4に示す。1993年は実績を示し、1994年以降については表10. 2による損益計算の結果および表10. 3に示した資金運用表の結果を用いて計算したものである。

貸方では損益計算による純利益を自己資本に合算している。借方の現金預金は資金運用表で算出したものを使っている。現金預金は実際の運用では、当然のこととして、本計画に続く投資計画によって固定資産の購入に充当し、事業の拡大を図るべき性質のものである。1996年以降においては大きな活用できる資金が生まれることが示されている。

計算の結果、1994年～2002年の9年間で自己資本が10倍を超えることが判る。当然、この増大した自己資本は借方では固定資産に投資されるべきである。本計算では1996年以降の投資計画が取り入れられていないので、貸借対照表の予測としては不備である。表はこの点を考慮して見る必要がある。

表10.4 貸借対照表

(単位 万元)

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
借方										
流動資産										
現金預金	107	388	650	1503	2153	2720	4461	6382	8478	11308
売掛金	524	540	687	959	1049	1139	1229	1333	1436	1539
在庫	915	1046	1386	1694	1851	2005	2172	2349	2528	1500
その他	230	237	250	254	258	262	267	272	-277	209
計	1776	2211	2973	4410	5311	6127	8129	10336	12719	14556
固定資産										
固定資産原価	1161	1362	3266	3266	3266	3266	3266	3266	3266	3266
(減) 累積償却	419	493	578	713	848	933	1118	1253	1388	1523
長期投資	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
建設中資産	1	537	0	0	0	0	0	0	0	0
無形及び繰延	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	776	1439	2721	2586	2451	2816	2181	2046	1911	1776
借方計	2552	3650	5694	6996	7762	8443	10310	12382	14630	16332
貸方										
流動負債	1358	1440	1885	2022	2154	2284	2422	2572	2721	2146
長期負債	132	832	1332	1832	1132	132	132	132	132	132
自己資本	1062	1378	1977	3142	4477	6026	7757	9678	11777	14054
貸方計	2552	3650	5694	6996	7762	8443	10310	12382	14630	16332

## 10. 7 投資効果の評価

本計画の投資効果はすでに10. 4節で述べた損益計算の結果によって明らかであるが、先に10. 1節で述べた様に、新工場の建設による効果と、旧工場の改善による効果を分離して示すことが必要なので、本節でそのための計算を行う。

旧工場において全く改善を行わないとすることは著しく非現実的である。事実、旧工場改善のための投資は小額で、自己資金で十分まかなえる範囲にあるので、旧工場の改善を自己資金で行う場合について計算し、これと新工場建設が加った場合との比較を行う。

表10. 5に1994年～2002年迄の9年間における旧工場の改善のみを実施し、新工場を建設しなかった場合の損益計算の結果を示す。表の値は1993年は実績値でそれ以外は他の計算と同様に9. 2節で述べた条件を適用して行った計算の結果である。

売上高は表7. 2に示した生産計画の内ボイラ用送風機売上を除外して計算してある。軸流送風機は新工場で生産する予定であるが、旧工場でも生産できるので除外しなかった。

計算の結果は表10. 2と比較すると、新工場建設の場合と1995年迄の利益には大きな差がないが1996年以降において大きな差を生じている。

利益の発生に時間的な差異があるので、両者を現在価値を用いて比較する。

表10. 6に新工場を建設する場合のキャッシュフロー（現金流）を計算した結果を示す。この計算は資金運用計算と似ているが、在庫や売掛金等による現金の流れを無視して、毎年得られる現金収入の値を計算している点で異なる。

現金流の値を一定の利率で割引いて現在価値とした。この計算では割引き利率として20%を用いた。一般に割引利率には資金を他に転用して得られる期待利益率を用いることになっている。多くの場合、他に貸すことを考えて銀行の貸付金利を入れる。しかし、本計算では中国が好景気下にあることを考え、新工場の建設を過大評価しないために、やや高めではあるが20%を採用した。

表のD欄に示した現在価値の値は1994年を1年目とし、n年目については：

$$\frac{1}{(1+0.2)^n}$$

に割引いて示してある。すなわち、現在価値を1994年1月基準とし、収入は1994年12月にはじまり、毎月月末に受取るものとして計算してある。

表10. 7は旧工場の改善のみを実行した場合を同様の方法で計算した結果である。この計算では1994年のみ両者は同額で、1995年以降、引続いて2002年迄新工場を建設した方が有利である。9年間の合計では現在価値で2倍以上の利益があることが判る。表10. 8に両表の差をまとめて示した。

これらの結果から明らかな様に、全体として利益の絶対額は現在価値（1994年1月基準）

表 10. 5 損益計算 旧工場のみ

(単位 万円)

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
売上高	3210	3330	4095	4430	4770	5105	5440	5880	6310	6740
製造原価										
材料費	1749	1665	2048	2215	2385	2553	2720	2940	3155	3370
工賃	445	326	326	326	326	326	326	326	326	326
製造費用	386	253	272	347	347	353	353	359	386	366
償却										
建家	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備	0	2	11	11	11	11	11	11	11	11
旧固定資産	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
小計	74	76	85	85	85	85	85	85	85	85
計	2654	2320	2731	2973	3143	3317	3484	3710	3932	4147
販売税	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
売上利益	476	1010	1365	1457	1627	1789	1956	2170	2378	2593
管理費	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288
販売費	83	134	158	189	194	198	203	209	214	220
支払利息	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
営業利益	61	544	875	936	1101	1259	1421	1629	1832	2041
配当利益	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
営業外収益	6	6	93	6	6	6	6	6	6	6
営業外支出	46	70	46	46	46	46	46	46	46	46
経常利益	21	480	922	896	1061	1219	1381	1589	1792	2001
法人税他	12	160	308	300	355	408	463	532	601	671
特殊基金払込	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
純利益	6	317	611	593	703	808	915	1054	1188	1327

表10.6 現金流計算 新工場建設 (CASH FLOW) (単位 万元)

期間	建設					操業					計
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		
操業度 (%)	31	41	60	66	72	79	86	93	100		
金額 (万元)											
A. 受取	3330	4435	6470	7150	7825	8500	9280	10050	10820		67860
1. 売上高	3330	4435	6470	7150	7825	8500	9280	10050	10820		67860
B. 支払	2807	3783	5315	6360	7120	6614	7202	7795	8386		55380
1. 設備投資	93	277	321	845	1072	44	44	44	44		2783
a) 自己資金	37	148	0	0	0	0	0	0	0		185
b) 借入金返済	0	0	0	700	1000	0	0	0	0		1700
c) 借入金金利	56	129	156	145	72	44	44	44	44		733
d) 買掛金返済	0	0	165	0	0	0	0	0	0		165
e) 買掛金金利	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
2. 生産費	2555	3204	4405	4841	5265	5696	6187	6690	7191		46035
3. 法人税	159	302	588	674	733	874	971	1061	1151		6563
C. 現金流 (A-B)	523	652	1155	790	705	1886	2078	2255	2434		12480
D. 現在価値 (20%)	436	453	669	381	233	632	580	524	472		4430

表10.7 現金流計算 旧工場改善のみ (CASH FLOW) (単位 万元)

期間	建設					操業					計
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		
操業度 (%)	31	38	41	44	47	50	54	58	62		
金額 (万元)											
A. 受取	3330	4095	4430	4770	5105	5440	5830	6310	6740		46100
1. 売上高	3330	4095	4430	4770	5105	5440	5830	6310	6740		46100
B. 支払	2806	3767	3986	4291	4597	4914	5304	5707	6108		41479
1. 設備投資	91	189	60	44	44	44	44	44	44		554
a) 自己資金	47	95	0	0	0	0	0	0	0		142
b) 借入金返済	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
c) 借入金金利	44	44	44	44	44	44	44	44	44		396
d) 買掛金返済	0	0	16	0	0	0	0	0	0		16
e) 買掛金金利	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
2. 生産費	2555	3320	3626	3892	4145	4407	4728	5062	5393		37127
3. 法人税	160	308	300	355	408	463	532	601	671		3798
C. 現金流 (A-B)	524	328	444	479	508	526	576	603	632		4621
D. 現在価値 (20%)	436	228	257	231	204	176	161	140	123		1356

表10.8 新工場建設の評価

(単位 万円)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	計
A. 新工場建設	523	652	1155	790	705	1886	2078	2255	2434	12480
B. 旧工場改善のみ	524	328	444	479	508	526	576	603	632	4621
C. 差 (A - B)	-1	324	711	311	198	1360	1502	1652	1802	7859
D. 現在価値 (20%)	0	225	412	150	80	455	419	384	349	2473



でも非常に高い。また、新工場建設の利益への貢献は旧工場の設備改善以上に高い。

#### 10.8 後年度投資

南通風機工場では本計画の後続として1996年以降に次の投資を計画している。

- ①NC付プラズマ切断機
- ②設計用CAD
- ③工場内アナウンス装置

##### ①NC付プラズマガス切断機

現在のNC切断機はガス切断機であるため、用途が炭素鋼板の切断に限られており、切断速度が遅い。このため、ステンレス鋼等の切断にも適用可能で切断速度の速いものの買入れを希望している。

プラズマ切断機は中国で入手可能であるが、現在の中国製NC切断機を見ると、作動速度が遅く、また、実用的なプログラムを組むことが困難である。入手時期に、あるいは中国製が大巾に改善しているかもしれないが不確実であるので、この機械については輸入を代案として考えることとする。

##### ②設計用CAD

設計用のCADについては高度な機能のものから簡単なことしか出来ないものまで種々のものがある。一応中国製を本案とするが、外国製ですでに先進国の送風機メーカーで使っているものを代案とする。

##### ③工場内アナウンス装置

本計画にはタイムレコーダが含まれているが、工場には始業、昼休み、終業等を告げるアナウンス装置がない。これは片手落ちであるので、追加投資する。中国製を考える。

## 所用資金

### A案（中国製のみ）

（単位：万元）

	機材費	附加価値税	計
①NC付プラズマ切断機	181	31	212
②設計用CAD	120	21	141
③工場アナウンス装置	10	2	12
			計 365（万元）

### B案（輸入を含む）

（単位：万元）

	C I F 南通	関税	附加価値税	計
①NC付プラズマ切断機	528	26	94	648
②設計用CAD	192	9	34	235
③工場アナウンス装置	10	-	2	12
				計 895（万元）

表10. 3資金運用表より明らかであるが、どちらの案を採用するにしても1996年に発注し1997年に使用開始することで自己資金による購入が可能である。A案であれば1995年に発注し1996年に使用開始することも可能であろう。

投資の効果は次の様に考えられる。

#### ①NCプラズマ切断機

NCプラズマ切断機は高速切断が可能となるのでおそらく、この機械を使う以外のガス切断作業はほとんど不要となるであろう。従って、現在25名いるガス切断組の人員のかなりの部分（10～20名）を他の職場へ移籍することが可能となる。従って、これらの人材の有効活用によって経済効果が期待できる。

#### ②設計用CAD

設計作業が大巾に短縮できるので、余力を利用して新設計製品の増大による市場拡大を図ることができる。

### ③工場アナウンス装置

現在、南通風機工場では仕事のかかり遅れ、早仕舞いが多い。工場アナウンス装置はこれらの防止に役立つ。従って、生産性が5～10%向上する。

## 第11章 結論及び勧告

## 第 1.1 章 結論及び勧告

### 1.1.1 現状分析

南通風機工場はこれ迄確実に利益をあげて来ている。経営状態は安定しておりかつ良好である。

中華人民共和国は開放経済の下で急速な発展をしており、特に、1993年以降市場経済が実行に移され、中国経済に大きな変化を与えている。

南通風機工場は国营工場の一つとして市場経済導入による変化に対応して行かなければならず、改革を迫られている。

南通風機工場のかかえる現状における問題点は大きく分けて2つある。

1. 製品の品質向上
2. 生産性の向上

である。

### 1.1.2 品質の問題

南通風機工場はこれ迄主に汎用送風機を製造して来た。汎用送風機は、不特定の顧客が購入して使用条件の厳しくない用途に使用する送風機である。又、計画経済の下では政府が生産と供給を管理していたので、南通風機工場は製品市場から離れたところで国によって保護されていた。

しかし、状況は2つの点で異なって来ている。

1. 市場経済の導入で南通風機工場が自分で製品の販路（顧客）を求めなければならない。
2. 火力発電所ボイラ用誘引送風機の様な、特定用途の（汎用でない）送風機の市場に参入しようとしている。

南通風機工場の体制は未だ、この2つの状況に十分対応できていない。

特に、製品の品質と顧客サービスが問題である。

現状における南通風機工場の製品の品質は汎用送風機としても疑問のある水準である。まして、使用条件の厳しい特定用途の、例えば火力発電所ボイラ用誘引送風機の品質水準からかけ離れていると言わねばならない。この点について、すでに工場幹部は十分認識しているが、あえて述べれば、

1. 外観が極めて悪い、すなわち、溶接欠陥、塗装欠陥、打痕、切断面等の仕上の悪さが目立つ。
2. 精度が悪い、すなわち、歪んでいる部品が多く、取付精度、隙間精度、寸法の仕上り精度がよくない。

ことが指摘できる。

南通風機工場が「外観が悪くても中身が良ければ…」と考えているわけでは全く無いが、今以上に、顧客は「外観が悪ければ中身も悪い」と必ず判断することを強く認識すべきである。経験によると、残念ながら、この判断は99%正しいのである。そして、あとの1%の誤りは「外観がよくても中身の悪い」ものがあるだけである。

市場経済に対応するには顧客の求めている品質を実現することが必要である。

### 11.3 生産性の問題

最近、中華人民共和国の国民所得（GNP）は年率10%に近い上昇を示している。上昇の主たる理由は工業生産の増大にある。従って、国民所得の上昇は工業生産に参加している人々の給与所得の上昇とほとんど同義である。南通風機工場も従業員の賃金上昇を可能にして行かなければならない。

南通風機工場が1人当りの生産量を増大しないで、賃金だけを増大させれば製品の製造原価が上昇して、市場で製品を売ることが出来なくなることは明らかである。これ迄、中国では先進国に比べて極度に賃金水準が低いことによって、低価格の製品を実現できていたが、状況は日々変っていると云っても過言ではない。

南通風機工場が1993年に行った賃金上昇は経営分析で指摘した様に、すでに生産性の向上を上回っている。元来、製品の価格が低く、競争力があったために、このことが直接表面化していないが、南通風機工場にとって、生産性の向上は緊急の課題である。

### 11.4 顧客サービス

南通風機工場は宝鋼課と言う様な特定の客先に対応する課を設けて顧客サービスをしている。又、重要な客先から人がきた時にはすぐれたホスピタリティを発揮して接待している。

しかし、生産管理等の実質的な面では顧客サービスの体制ができていない。以下に例をあげて改善を提案する。

設計部門は客先と仕様の内容を明確にし、客先の計画に協力すべきであり、承認図書を提出すべきである。

生産部門は、工場を流れている部品および仕掛品に契約番号と部品番号を明示し、顧客

にも判る様な現品管理をきちんと行うべきである。

品質管理部門は品質工程図を作成し、中間検査をきっちりと生産工程の中に折込み、顧客に判る様にすべきである。

完成試験の方法と内容を明確にして顧客に示すべきである。

これらのことは多分、最初は企業側に面倒を持たむことになるであろう。しかし、顧客にははっきりと示すことで生産者としてやるべきことをやることになるので、長期的には顧客の信頼が得られ生産を円滑に進めることに役立つ。

### 11.5 生産方式

現在の南通風機工場の生産組織は工程毎に分れている。この形の組織では各職場が一つの工程（切断、羽根車製作、ケーシングの製作等）に分れて専門化するので、いわゆる分業の効果が出ると考えられている。しかし、最近、この方式の悪い面がいろいろ指摘されて、見直しがすすめられている。

南通風機工場の場合も、分業方式の悪い面が顕著に現れている。次の様な事例が指摘できる。

分業方式では作業者は自分の作っているものが何に使われるかが判らないので、作業者としては品質上の要求を納得できない。その結果、品質に対する関心がやすい。作業量だけが評価されるので粗製濫造になる。

工場の幹部は顧客から製品の品質が悪いことで苦情を受けるが、完成した状態のものに対して苦情を受けるので、工場幹部は完成した製品のあるところ、組立運転場等で欠陥を発見して注意を与える。しかし、これらの欠陥は組立職場には責任がなく、例えば鋳金職場で板を切断した時に生じたものであるから、組立職場でいくら注意しても良くならない。

一貫生産方式であれば、作業者は完成した（又は半完成の）状況で検査できるので、作業結果である品質が自分で評価できる。しかし、分業であれば前工程の不良は職場長に訴えるしかない。職場長はおそらく、前工程との面倒を嫌がるので、こうした行動は作業者から自発的には起らない。従って、不良品はそのまま受入れられ、後工程へ流れる。

新工場では別の理由で分業方式をとらず、一貫生産方式がとられる。これは一つの改革であるので、一貫生産方式の特徴を生かした運営をすることが大切であるが、その上で成果を出し、旧工場にも一貫生産方式の良いところを取り入れるべきである。

### 11.6 生産性

経営分析のところで述べた様に、南通風機工場の従業員1人当りの生産高は先進国に比べて極めて低い。しかし、南通風機工場の従業員は中国の職業教育制度の下で正規の教育を受け、職業資格を取得して働いており、個々の作業者が先進国の労働者に劣ると言うこ

とはない。機械装備も大きな差ができるほど劣ってはいない。

従って、南通風機工場は従業員1人当りの生産高を大きく変えることの出来る潜在力を有していると考えらるべきである。問題は南通風機工場がこの潜在力を正しく把握し、管理していないことにある。潜在力の大きさはマクロ的には経営分析で述べた様に、先進国の企業と従業員1人当りの加工高を比較して知ることができる。経営分析の結果、約69倍の差があることが明らかとなった。

この様な大きな差の原因の一つは標準作業工数である。南通風機工場では工程毎に標準工数で作業者に作業時間のノルマを与えているが、実績を報告させていない。サンプル的に作業時間を計測して標準時間を決めるための参考としているが、この計測がノルマを決めるためのものであることを作業者は知っているのも、最善の努力をして標準作業時間を短くすることは考えない。従って、現行制度の下では作業時間短縮の努力は実現せず、標準作業時間、すなわちノルマが必要以上に長時間に設定されている。これを改めるには、ノルマを廃止し、標準作業時間は参考として与え、実績作業時間を毎日日報で報告させて集計し、作業時間を大幅に改善した作業者又は職場を評価することが必要である。個別原価計算のプロセスの中でこれが可能となる。

差の別の原因は稼働率である。南通風機工場の作業者の稼働率は現行のノルマ基準でも67%である。従って、適正作業時間基準では10%台ではないかと思われる。稼働率を高めるには、ガントチャートを採用して日程計画をきちんと行い、山積表を使用することで余力管理を行うことが必要である。

設備の面では、ポジショナーの使用、定盤、罫書用具等の適切な使用によって作業能率を向上させる。これらは元来、生産技術部門の専門家が工夫して、生産現場に与えるべきものである。現場に密着した生産技術を育てるべきである。

NC切断機、炭酸ガス半自動溶接機の使用は生産性の向上に大きな効果がある。早急にこれらが使用できる様に従業員を訓練すべきである。

平削盤のプラノミラーへの改造も生産性の向上に貢献する。

以上の設備改善の結果は従業員1人当りの加工高を2～3倍向上させるであろう。従って、直接部門の生産性は作業時間の短縮、稼働率の向上と併せて本計画の実施期間中に10～15倍に向上することが可能である。

南通風機工場は、汎用送風機の市場から発電所ボイラ用誘引送風機の様な高附加価値製品の市場へ販売の重点を移そうとしている。この様な高附加価値製品の生産は高品質化のための努力を必要とするが、結果として、高生産性を実現する。高生産性を実現している企業はほとんどが高附加価値性製品を生産している企業である。

南通風機工場の間接部門の人員は直接部門の人員に比して過大である。直接部門の生産性が低いのであるから、間接部門の生産性はこれを上回っていちぢるしく低いことを意味している。間接部門の生産性を高めるには事務の簡素化と、情報化（コンピュータを導入して事務を改善すること）が必要である。企業の管理部門が官僚化して膨脹していること



の弊害は広く指摘されている。個々の間接部門は必要があって、必要な人数を確保していると主張するであろうけれども、マクロ的にみて過剰であることは事実である。間接部門および管理部門を減員して生産部門および販売部門に回すべきである。

本計画では情報化は財務会計のコンピュータ化のみを折込んだが、これを核として将来更に情報化を推進すべきである。企業経営の改革に情報化は大きな役割を果たす。

直接部門と間接部門を総合した生産性の向上に成功すれば、南通風機工場は大きな余力を生み出すことができる。本近代化計画では2002年迄に売上高を約 3.4倍にすることになっているが、この様な改革で生み出すことのできる余力はその10倍以上である。従って、この余力を更にどの様に活用するかが南通風機工場の経営幹部の新しい課題になる。

### 11.7 近代化計画の概要

南通風機工場の近代化計画を同工場の2002年迄の生産計画に基づいて立案した。この生産計画では先に述べた様に2002年の生産量は1993年の売上高に比して約 3.4倍となっている。11.6節の説明で明らかな様に、近代化計画実施後の南通風機工場の生産力はかなりの余力があり、この程度の生産増大で支障を来すことはない。又、南通風機工場の販売目標では2002年の売上高は更に生産計画の約 1.4倍となっているが、その場合でも生産に支障は全くない。

近代化計画のための所要資金総額は2,128 万元で次によって調達する。

	(単位 万元)
1. 自己資金	255
2. 買掛金 (供給者金融)	173
3. 銀行借入	1,700
計	2,128

自己資金は建設期間中に旧工場で生産を続けることによって得られる税引後利益を充当する。買掛金は建屋および機械設備を購入した時、1ヶ年の補償期間内に留保した、買入代金の10%に相当する額である。従って、これは無利子である。銀行借入金は中国政府系銀行より3年間の期限で金利 6.6%/年で借入れる。

前期資金の用途は次の通りである。

	(単位 万元)
1. 土地使用権取得	200
2. 整地および設備据付	39
3. 新工場の建築費	638

4. 無形資産	
設計・エンジニアリング	60
操業前試験費	2
教育訓練費	24
5. 機械設備	1,087
(内) 新工場設備	929
旧工場設備	158
6. 建設中金利	78
計	2,128

近代化計画は火力発電所ボイラ用誘引送風機と鉱山用軸流送風機を一貫生産する新工場の建設と旧工場設備の改善の2つに分けて行う。前者は1995年10月に完成し、後者は1995年5月に完成する計画である。

#### 11.8 近代化計画の実現性

1994年10月～1995年12月迄の建設中期間について、11.7節で示した資金で計画を実行した場合の月毎の資金繰りを計算した。その結果、投資額に15%程度の偶然誤差による変動があっても計画は実行可能であることが確認できた。

#### 11.9 近代化計画の経済性

1994年～2002年の期間について、近代化計画に基いて生産・販売した場合の各年度における損益を計算した。その結果、高い利益が継続して実現できることが証明された。

又、同じ期間について資金運用計算を行い、資金運用には全く問題がないことおよびこの計画によって大きな余剰資金が生まれることが判った。

同じ期間について貸借対照表を計算し、上記の計算の妥当性を立証した。

尚、計算には現状とほとんど変わらない支払条件に基いた運転資金の額および実質賃金の上昇額を予想して折込んである。

#### 11.10 新工場建設の経済性

1994年～2002年の期間について、旧工場の改善だけを自己資金で行う場合と、新工場の建設と旧工場の改善を計画に従って行う場合の2つの場合について、現金流（キャッシュフロー）計算を行い、両者を現在価値法によって比較した。

その結果、旧工場の改善だけでも高い経済性があることが実証され、新工場の建設によ

る経済効果は旧工場だけの場合を更に上回る大きなものであることが証明された。

#### 11. 11 近代化計画についての結論

本報告書で述べた調査および検討の結果、本近代化計画は高い経済性のある計画であると結論できる。

又、南通風機工場の技術的可能性および財務的可能性から見て、十分実行可能な計画である。

本計画の実施に当って、環境に対して十分な対策をとることが可能である。又、本計画は南通風機工場の従業員の実質的な賃金上昇および関連産業の振興を通じて南通市の経済に貢献する。

本計画ではほとんど海外からの設備購入を必要とせず、又、火力発電所ボイラ用送風機のようなこれ迄輸入依存度の高かった製品を生産する。このことは、中華人民共和国の外貨バランスの改善に直接寄与する。

以上を総合して、本近代化計画を実施することを提言する。

# 付 録

## 付録 I . 送風機について

本報告書の中で南通風機工場の生産しているものと、これから生産しようと計画している送風機が出てくる。しかし、送風機全体についての知識がないと南通風機工場の製品を理解することが難しいので、本文では送風機全般についての解説を述べる。

尚、本文は荏原製作所風力機械部編「送風機設備講座」および中條・押田著「送風機・圧縮機」の2著書を参考としてまとめたものである。

### 1. 送風機・圧縮機の形式と分類

送風機（ファン、ブローを総合して送風機と呼ぶ）を大別すると、ターボ形と容積形とに分けられる。ターボ形は羽根が付いていて、それで気体に速度と圧力を与えて、送風するものであり、容積形は一定容積中に吸い込まれた気体の容積を回転体またはピストンで圧縮するものである。南通風機工場で生産している送風機は全てターボ形のものである。

ターボ形には軸流式と遠心式とがある。遠心式の中には更に羽根の出口角度の大小に応じて、多翼、ラジアル、ターボの3つの形式がある。

ファン、ブロー、圧縮機の区分は圧力を規準としており、吐出圧力が1 mmHg未満をファン、1～10 mmHgをブロー、1 kgf/cm<sup>2</sup>以上を圧縮機と呼んでいる。南通風機で生産を計画しているものは全てファンに分類されるものである。容積型を含めてこれらを一覧表にしたものが図A. 1である。

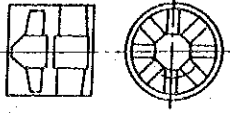
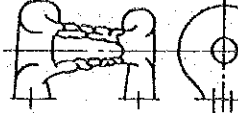
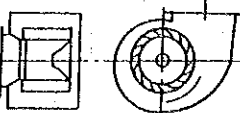
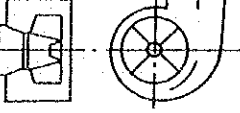
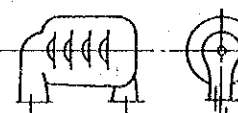
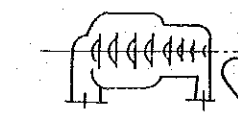

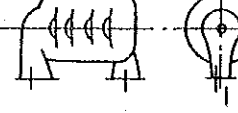
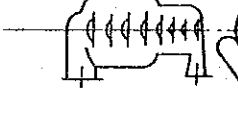
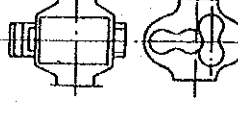
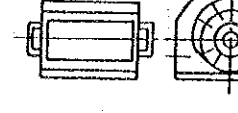
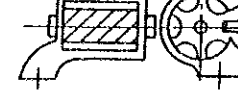

以下で本計画の対象とした送風機を中心にその特徴と用途、および構造の概要を述べる。

### 2. 軸流送風機

本計画では南通風機工場は鉱山用軸流送風機を生産することになっている。しかし、ここでは軸流送風機全般について説明する。

#### i) 特徴と用途

軸流送風機は円筒形ケーシング内に納められた翼車の回転により、軸方向に気体を送風する。圧力は換気用の無圧のものから1段当たり400 mmHg程度迄で、風量は5 m<sup>3</sup>/分位のものもあるが、20,000 m<sup>3</sup>/分以上のものが製作されている。一般に、低圧大風量に適した送風機である。高効率（効率90%に達するものもある）であり、高速回転にできるので大容量小型の設計が可能である。また、軸方向に送風ができるので管路途中に簡単に挿入でき、全体としてコンパクトにまとめ易い特徴を持っている。ただ、遠心送風機に比べて騒音が

名称		送風機		圧縮機
		ファン	ブロウ	
種別	圧力	1000mmAq未満	1以上10mAq未満	1kgf/cm <sup>2</sup> 以上
	ターボ形式	軸流式 軸流		
多翼				
ラジアル				
ターボ				
容積形式	ロータリ			
	回転式 可動翼			
	ねじ			
	往復式 往復			

図A. 1 送風機、圧縮機の種類

大きく、羽根の汚染により経年的に性能が低下する欠点を持つ。

鉱山用送風機の主扇に多く使用されているが、最近では用途が拡大しており、冷却塔・風洞・自動車トンネル・工場排煙などに使われている。特に注目を浴びているのは、高速道路トンネル内の換気である。この用途には大容量の送風機が必要であるためであるが、更に、交通量に応じ換気量を広い範囲で調整できる特徴が生かせるからである。

換気条件に合わせて風量を台数制御・回転数制御・可変ピッチ制御を組合せて制御している。又、大型火力発電所のボイラでは、最大負荷に対し50～80%の部分負荷で運転されることが多いため、部分負荷効率の高い送風機が要求されている。動翼可変ピッチ制御にした軸流送風機は、一定回転数の下で広範囲にわたって高効率であるので、高価な可変速の駆動機を使わなくても定速の電動機駆動にできる。従って、この分野でも最近軸流送風機が使われ始めている。

## 11) 形式と構造

軸流送風機はその用途と電動機の配置によって次の様に呼ばれている。尚、ここで述べる種別は1つの製品が2つ以上の種別に属する場合もあり、厳密な意味での分類ではない。

### a) 汎用

汎用送風機は使用条件のあまり厳しくない不特定の用途に対して供給される標準型の送風機である。一般に、騒音等により周速度の制限を受け、吐出圧力として100 mmAq以下が多い。

#### ・開放型 (A O型)

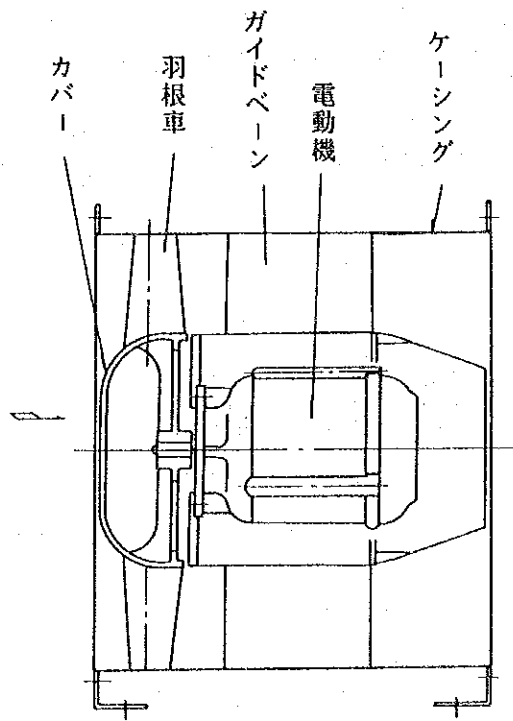
開放型と呼ばれているものは動翼だけがあってその突端だけを覆う枠がついている。この枠に電動機がつけられていて動翼を駆動している。枠は壁掛け構造である。室から大気、もしくは室から室への換気に使用される。ダクト配管に使用するには適さない。

#### ・直管型 (A E型)

直管型は直管内の内胴に電動機を内装し、その軸端に羽根車を取り付けた構造で一般の換気通風用に広く利用されている。(図A. 2)

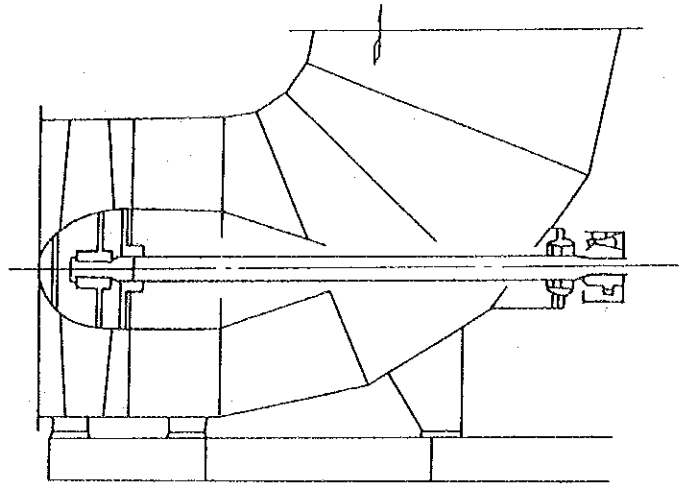
#### ・屋上型 (A W型)

屋上型は建物の屋上に据付、内部の空気を排風するのに使用する。このため直管型ケーシングの吐出側に、雨が直接降込まないように円錐屋根が取付けてある。

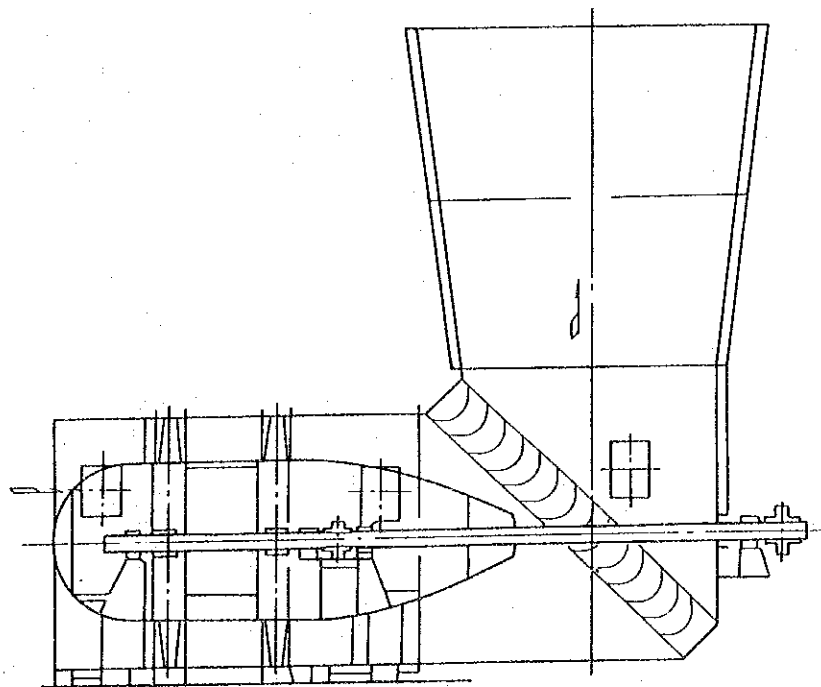


図A. 2 軸流送風断面図





図A. 3 吐出曲管をもつ軸流送風機



図A. 4 吐出曲管をもつ軸流送風機  
(偏流翼付)

- ・分岐型（AT型）

分岐型の送風機はケーシングの中央をえぐって外気と貫通している空間部を設け、そこに電動機を設置し、その軸端を延長してケーシング内に羽根車を取付けた構造をしている。100℃以上の高温ガスの吸排気に適している。

#### b) 特殊用途

- ・吸込側駆動型（AS型）

吸込側駆動型の送風機は風路の端に設置し、羽根車の主軸を吸込側外部で電動機とカップリングで直結している。

ボイラの強制送風用、開放型風胴用、トンネル換気用に適する。

- ・曲管型（AB型）

曲管型の送風機はケーシングの吐出側に曲管を設け、曲管外部で電動機と直結している。小型のものは特殊ガスの送排気用に利用する。（図A. 3）

鉱山・トンネル換気用など大型になると曲管部に偏流翼をつけ、ディフューザを設けて静圧回復を図っている。（図A. 4）

- ・反転型（AE型）

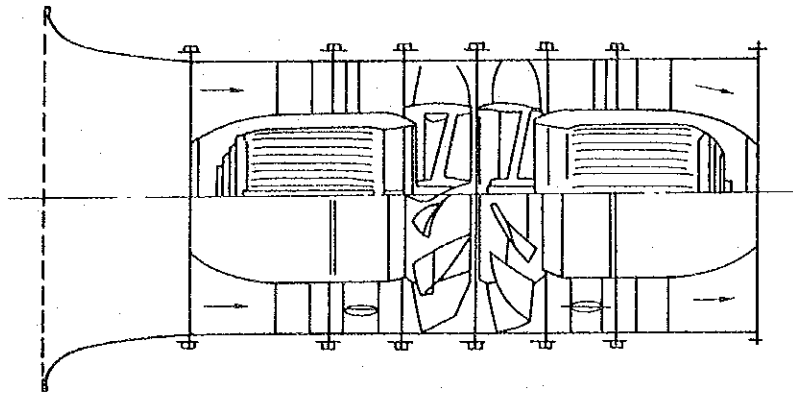
反転型は二つの羽根を互いに反対方向に回転させる送風機で、前の動翼が後の動翼の前置静翼の働きをし、後の動翼が前の動翼の後置静翼の働きをするので、静翼がなくても内部損失が少なく効率が良い。電動機を二つに分けて内装しているので小径にできる。この型の送風機は鉱山・道路トンネル・ボイラ通風用などに広く利用している。（図A. 5）

#### III) 羽根車

軸流送風機の動翼には翼型断面をもつアルミニウム合金鋳物を用いている。口径1500mm以下の小型のものは、翼とディスクが一体鋳造で、大型になるとディスクに翼をボルト締めする構造である。ボルト締め構造は翼の取付角度を変える事ができ、吐出静圧を調節できる。

#### IV) ケーシング

一般に、軸流送風機のケーシングは、駆動装置を内胴内におさめ、内胴を静翼又は柱で支持した円筒状の鋼板溶接構造である。小型の場合、一体構造であるが、口径2000mm以上



图A. 5 反转型轴流送风机

のものでは、運搬・組立・保守などを簡便にするため、分割できる構造とする。

静圧が15mmAq以上の場合には羽根車の前又は後ろに静翼を設ける。静翼を可変にして風量制御を行うと、効率良く風量制御を行うことができる。

風洞用・鉱山主排風用などに使う大型の機種では、寸法が大きくなるので、熱膨張に対する配慮が必要である。また曲管壁や曲管部の偏流翼などは気流の衝突による腐食磨耗を防ぐため耐蝕塗装、ライナ張りなどを講じる。

内胴の内部に設置される電動機や軸受などには通風冷却をする。又、軸受の点検のためのマンホール及び聴音管を設ける。

#### v) 軸及び軸受

軸は熱処理を施した炭素鋼を使用する。軸径は危険回転数を常用回転数より十分低い値とするため、十分な太さとする。特に軸流送風機は用途によってはサージング領域を通過する必要があり、短時間のサージング運転に耐えることができる剛性の高い軸が要求される。

内胴内に設置される軸受はケーシング内の負圧や変動圧の影響を受ける。従って潤滑油の漏洩を生じない様に、負荷条件の許すかぎり、転がり軸受を用い、グリース潤滑にする。油潤滑を行う場合、油浴式は好ましくない、強制注油方式を用いる。また軸封部はオイルシールとラビリンスを併用して漏洩を防ぐ。

### 3. 遠心送風機

南通風機工場の製品の主力は現在、遠心送風機である。この状況は本計画が実施された後も変らない。以下にて遠心送風機について説明する。

#### i) 特長と用途

遠心送風機は軸流送風機に比べて送風機の寸法が大きくなる欠点があるが、同一圧力を出すための羽根周速が軸流送風機の約半分ですむため、振動・騒音が小さく、強度的な制約が少ない。

羽根がダストで磨耗したり、ダストが羽根に付着したとき、遠心送風機は軸流送風機より低周速であるので、アンバランスによる振動発生が少ない。遠心送風機は羽根外周とケーシングが軸流送風機のように接近していないので、ダストを含むガスを扱ってもこの部分でのトラブルがない。また、吸い込みガスが高温の場合、遠心送風機は軸受をケーシングと切離して外部に設けることができるので、軸受はガス温度の影響を受けない。従って、遠心送風機は取扱い気体がダストを含む場合および温度が高い場合に長所を発揮できる。

又、騒音を問題にする建築物の送排風用に適している。

## 11) 構造

遠心送風機は羽根の出口角度によって、ターボ・ラジアル・多翼の3種に大別され(図A. 6)、さらにターボはリミットロード、サイレント、エアホイルの3形式に分れる。前向きに湾曲した羽根が多数ついているのが多翼送風機で、放射状の羽根を持ったものがラジアル送風機、運動方向に対して後ろ向きに湾曲した羽根を有するものがターボ送風機である。

### a) ターボ送風機

ターボ送風機は送風機の中で性能的にも強度的にも極めて安定した機種であり、その用途は広い。ボイラの押込送風機、誘引送風機がその例であるが、他にも各種炉への送風および排ガスに使用されている。羽根車は、回転方向に対して後方に湾曲した12~20枚の羽根を持っており、羽根の出口角度は $30^{\circ}$ ~ $50^{\circ}$ である。

ボイラの誘引送風機や集塵装置の排気送風機のごとく、比較的小さなダスト量で、羽根の磨耗寿命を十分保てる場合には、次に述べるラジアル型よりターボ型を使うほうがエネルギーを節約できるので得策である。このような場合は羽根車を耐磨耗構造とする。

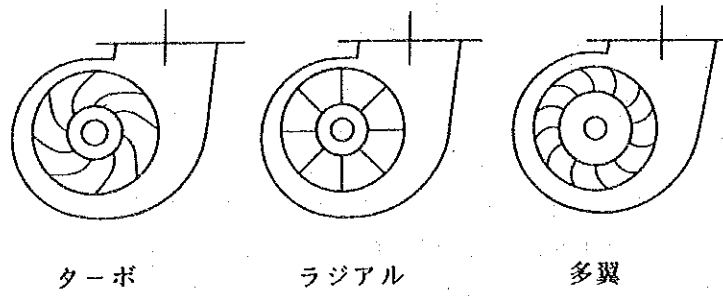
### b) ラジアル型送風機

ラジアル型送風機は構造が簡単で羽根板の交換・修理に便利なところから、ガス中に多くのダストを含む微粉炭・鋸屑・チップなどを直接吸引して空気輸送する場合、セメントキルン等ダスト量が極めて多いガスを排出する場合に使われている。羽根は直線羽根で、枚数は6~8枚で少ない。羽根はヒトデ状のボスに放射状に取り付けられている。性能は犠牲にされており、効率は50~65%で騒音が高い。

効率をいくらか重視する必要がある用途では、羽根車の構造をターボ型とほぼ同じとし、羽根の出口角度を $70^{\circ}$ ~ $90^{\circ}$ として羽根枚数を8~12枚とした設計のものもある。

### c) 多翼送風機

多翼送風機は古くからシロッコファンと呼ばれているもので、多数の前向きの羽根をもつ遠心送風機である。同一の風量・風圧に対して他の形式の遠心送風機に比べて羽根直径を小さくできる特長があるため、大きさが問題となる空調用および室内換気用に使用されている。効率は45~60%であり、騒音が高い。また羽根の構造上、高速回転に適さないの



図A. 6 遠心送風機の種類

で、静圧は70～80mmAqである。

### iii) 形式

遠心送風機の構造仕様は次のような点を区別しておく必要がある。

- 吸込方法・・・・・・・・片吸込、両吸込
- 吸込風路の有無・・・・・・・・吸込風路付き（袖つき）、吸込風路無し（袖なし）
- 軸の支持方法・・・・・・・・片持ち、両持ち
- 運転方法・・・・・・・・直結、直動、Vベルト駆動
- ケーシングの分割・・・・・・・・一体型、分割型
- 吸込口と吐出口の方向・・軸方向・軸直角方向

### iv) 羽根車

遠心送風機の羽根車は主板、側板、羽根、ボスから成り、羽根は主板及び側板に鉚又はボルト締めされるか又は溶接されている。羽根にはいろいろな形状のものが有り、その羽根の形が遠心送風機の種類をきめている。（前述した様に、ターボ・ラジアル・多翼の各形式がある）又、羽根車には単流の羽根車の他に2個分の羽根車をまとめて作った、複流型の羽根車がある。この場合には単流に比べて静圧は同じだが、風量が2倍の送風機ができる。

### v) ケーシング

遠心送風機のケーシングは渦巻型で、一般に鋼板を溶接して製作する。吸込口はガスを軸方向から吸込む場合は丸形、軸心と直角方向から吸込む場合は角形になる。前者は吸込みコーンのみで良いが、後者は吸込みコーンの上流に吸込み風路が必要である。吸込み風路は「袖」と呼ばれ、吸込み風路付きのケーシングを袖付きケーシングと呼ぶ。吐出口の形状はケーシングの構成上必然的に角形となる。

ケーシングを支持する脚は本体の最下部に設ける。高温ガスを扱うものでは熱膨脹による中心線の狂いを防ぐために脚の下面を出来るだけ本体の中心に近付けた構造とする。この様な脚を有するものをセンターサポート型のケーシングと呼ぶ。ケーシングは羽根の清掃・補修、ケーシングの輸送等のために開放する必要がある。このためケーシングを分割している。小型のものは吸込みカバーを取り外す構造とし羽根車をケーシング側面から出し入れするが、大型のものや袖を有するものではケーシング全体を上下に分割する。ケーシングに使う鋼板の厚さは送風機の大きさによって異なる。鋼板は、型钢や平鋼で補強し、運転中に振動が出ないようにする。

#### vi) 軸

遠心送風機の軸は第一次の危険回転数が常用回転数より十分高くなる様に剛性を持たせているので、同じ大きさの送風機でも回転数の早いものほど太くなる。

羽根車をはさんでその両側に軸受を設けたものを両持ち型、また羽根車の片側に二つの軸受を設けたものを片持ち型と言う。

小型のものおよび回転数の低い送風機は、片持ちとするが、異物付着などのため振動の出るおそれのあるもの、高速回転のもの、大型のものでは両持ちとする。

本計画で対象機種として示したのは片持ちの機種であるが、顧客が両持ちを指定することも十分ありうる。又、複流型の場合は両持ちであるので複流型を指定することもありうる。

軸は、カップリングに近い方の軸受部にスラストカラーを設け、そこを固定点としてもう一方の軸受部の方へ熱膨脹が完全に逃げられるようにする。

#### vii) 軸受

遠心送風機の軸受はほとんどスタンド型（軸受けケースに脚が付いたもの）で、グリス潤滑の転がり軸受を使用している。しかし、吸込みガスが高温のために軸受を冷却しなければならない場合、軸受の荷重や滑り速度が大きくて、転がり軸受が市販していない特殊なものとなり入手困難な場合には強制潤滑を行った平軸受を採用する。



## 付録Ⅱ 統計的品質管理について

本文は南通風機工場で行った1993年12月のセミナーで説明した内容をもとに、補足して作成した。

\*TQCについては、南通風機工場はすでにTQC室を設け、推進を図っている。TQCでは工場長から末端の従業員迄全員が参加する品質向上運動であるという性格からして、4S、5W-1Hと言った初歩的な知識と要因分析図、パレート図(ABC分析)といった誰にでも簡単に理解できる手法を利用して成果を挙げている。

しかしながら、TQCには実行できる手法に限界があるので、TQCと併せて、専門的な知識に基いた統計的品質管理が行われなければ、実際に安定した品質を確保することは難しい。本文では統計的品質管理の手法の内、OC曲線と $\bar{x}-R$ 管理図について説明する。尚、本文では日本工業規格(JIS)の規格書にある図および表を説明に使用した。

### \*注記：TQCとQCサークルについて

中国でもTQCはかなり組織的に展開されている様であるが、南通風機工場の場合をみると日本の企業内で行われているTQCとは大きな相違点がある。それは、日本の企業内で行っているTQCは従業員が仲間同志で組織したQCサークルが中心となって進めているのに対し、南通風機工場では会社の組織としてTQC室が設けられていて、QCサークルが結成されていない。

日本の企業内で組織されているQCサークルは企業の正式の組織ではない。これは作業能率の研究者が生産能率は企業の公式の組織ではなく非公式(Informal)な組織での対人関係によって生じる職場のモラルに大きく影響されることに着目したことに始まり、企業内で品質向上のための非公式組織を作ることに発展して来たものである。従って、企業はQCサークルのリーダー(これは課長、職場長、組長等、役職にある人ではない。)の育成、QCサークルの助成等を行っているが、QCサークルの活動自体は就業時間外に行われている(従って、給与は支払われない)。このため、QCサークルは必ずしも管理職の意図の通りには動かないが、作業者の改善意欲を高めるのに大きく役立っている。

日本では全社組織、全国組織等もあり改善コンクールが行われる。優秀なものは企業が賞を与えている。

## 1. OC曲線（抜取検査の方法）

抜取検査では全数検査と違って、検査をしなかった部分に不良品が混入している可能性を否定できない。抜取検査ではロット全体の不良率が低ければそのロットが合格する確率が高く、逆にロット全体の不良率が高ければそのロットが不合格になる確率が高くなる。このことは、極端な場合を考えてみれば明らかである。仮に 100%合格品のロットであれば抜取検査の結果は必ず合格であるし、100%不良品のロットでは必ず不合格になる。では、この中間のロットではどうなるのか、これを示すものがOC曲線である。

OC曲線は抜取検査法の規格に示されている。日本の品質管理に関する規格JIS Z9002からとった1例を図B. 1に示す。この図では図の上に $n=10$ と書いてあるが、これが検査するサンプルの数である。曲線が2つあって $c=1$ 、 $c=0$ と書いてある。これは各々合格ラインを示していて、 $c=1$ の時は $n(=10)$ ヶのサンプルの内1個不良があっても2個以上なければ合格であるとする場合を示し、 $c=0$ は1個でも不良があれば不合格とする場合を示している。

図の横軸は不良率(%)を示し、縦軸は検査に合格する確率を示している。つまり、この曲線は横軸で示された不良率のロット(母集団)から無作為に $n(=10)$ 個のサンプルを抜き出して検査し、合格ラインを $c$ とすると、どの位の確率で合格するかを示している。

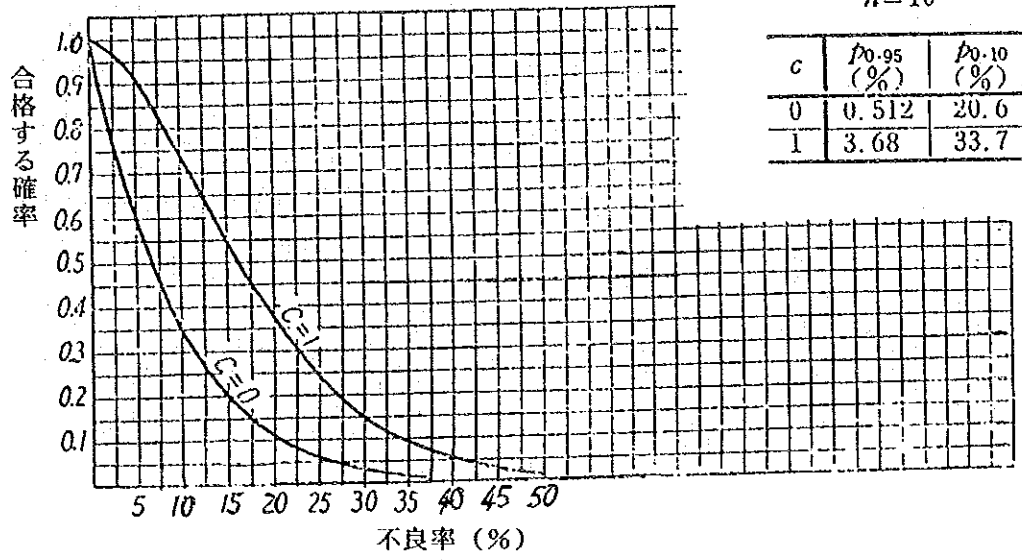
今、買手側になって考えると、不良率の高いロットが合格して入って来るのは困る。例えば20%の不良率のものは入って来て欲しくないと考えたとすると、横軸の不良率20%のところから上に線を延ばして、 $c=0$ のOC曲線の上で縦軸を読むと0.1である。又、 $c=1$ のOC曲線で読むと0.35である。これは、もし、10個サンプルをとって1個でも不合格とする基準なら0.1の確率、すなわち、10回に1回は不良率20%のロットが合格して入ってくる危険のあること、1個は合格で2個なら不合格( $c=1$ )の基準なら、0.35の確率、すなわち約3回に1回は不良率20%のロットが合格して入って来る危険のあることを意味している。

従って、もし、不良率20%のロットが来て10回に1回合格しても許せると考えるならば、 $c=0$ の基準で $n=10$ の抜取検査をすればよい。

しかし、10回に1回すなわち合格する確率が0.1では満足できない時は、サンプルの数 $n$ を増やせばよい。 $n$ を増やした時のOC曲線は品質管理の規格書に示されている。 $n=20$ の例を図B. 2に示す。この図で $c=0$ のOC曲線を使い不良率20%のところの縦軸の値をみると、0.01である。すなわち、サンプルの数を20個にすると100回に1回位しか不良率20%のロットは合格しない。

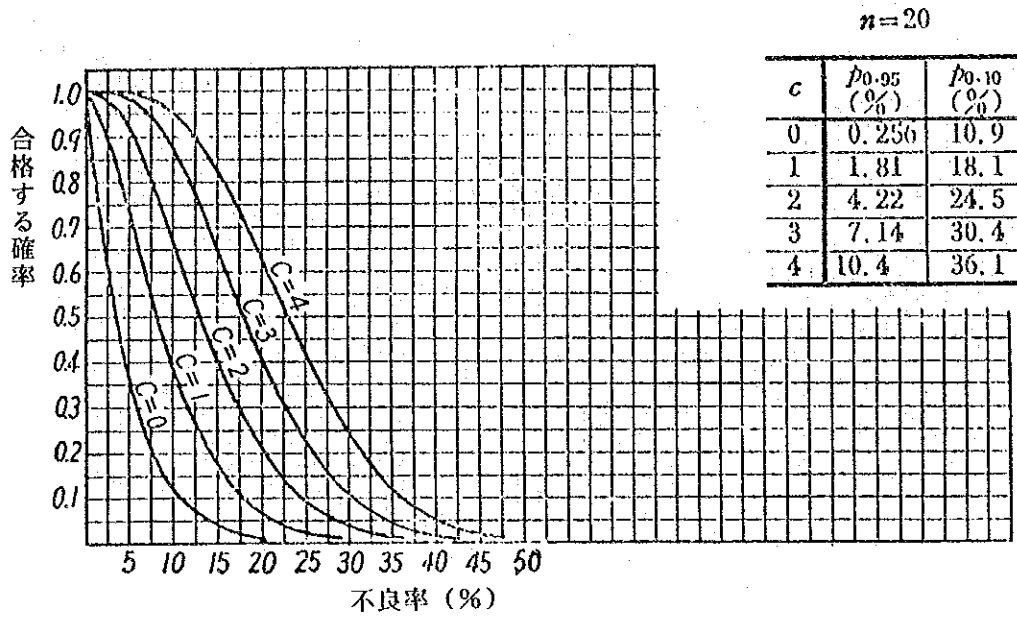
OC曲線はロットの大きさ( $N$ で表すこととする)は全く示されていない。これは不思議に思われるかもしれない。しかし、500個のロットから10個のサンプルをとって検査するとしても10,000個のlotから10個のサンプルをとって検査するとしてもOC曲線は変わらないのである(厳密には僅かな差があるが、変わらないと言ってもよい位の差である)。何

$n=10$



図B. 1 OC曲線の例 ( $n=10$ )

$n=20$



図B. 2 OC曲線の例 ( $n=20$ )

故かと言うとロットに含まれる不良品は均一に分散していて、無作為にその中からサンプルを取出すことが前提になっているからである。

従って、OC曲線を使って、サンプルを取出す数： $n$ を決める時にはロットの大きさ： $N$ は考える必要はないが、均一に不良品を含んでいると考えられるものを1つのロットとすることが重要である。例えば、製作所が異なれば不良率は異なるはずであり、製造日が異なっても不良率は異なるであろう。これらは異なったロット（母集団）と考えるべきであろう。

最初に述べたが、不良率ゼロ%のロットの合格率は100%である。もし、ある製作所の特定の納入品が長期間にわたって100%の合格率を示したとすると、この製作所のこの製品は不良率ゼロに近い母集団を形成していると考えてよい。従って、抜取検査を行う必要がなくなる。この様にして無検査納品を認めている例もある。言う迄もないが、無検査納品は間接部門費の節約になる。

抜取検査でロットが不合格となった場合、どうするか決めておく必要がある。結論から言うと、不合格のロットは返品すべきである。しかし、親切心を起して、返品しないで全数検査をして、良品だけ受け入れている場合がある。この様にすると、売手側は買手側が親切にしてくれることを期待して、自分では全く検査をしないで納品してくるようになる。結果は、間接部門費の増大となる。従って、これは企業に対する一種の背信行為である。必ず、返品して、全数検査を売手側でおこなわせるべきである。

今度は売手側として考えよう。抜取検査では合格ラインにある低い不良率のものでも不合格になる危険がある。仮に、5%不良率のロットを納入したとしよう。受入側はサンプル数 $n=10$ 、合格ライン $c=0$ で受入時に抜取検査をしたとすると、このロットが合格になる確率は図B. 1で0.6である。すなわち、10回に6回合格するだけで4回は不合格になる。従って、売手としては不満が生じるかもしれない。先に述べた買手側のリスクに対して、この種のリスクを売手側のリスクと呼ぶ。

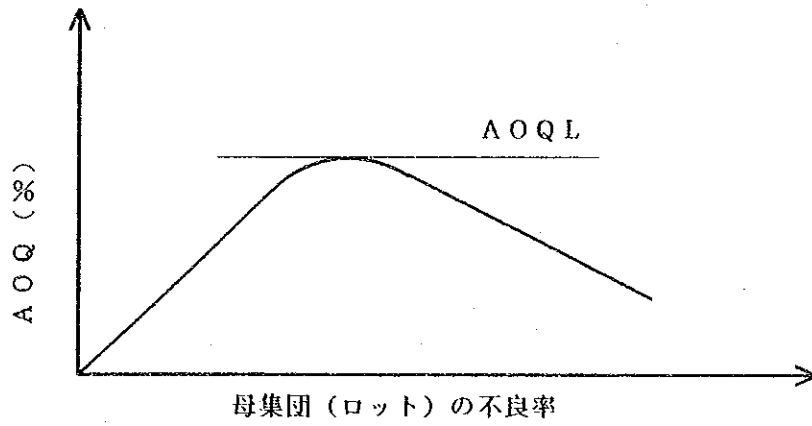
規格のOC曲線では右上に $p0.95$ と $p0.10$ として $c$ に対する値が示されているが、これが、各々売手側のリスクと買手側のリスクを示している。 $p0.95$ の方は合格する確率が0.95の時の不良率(%)を示している。図B. 1の例では $p0.95$ 、 $c=0$ で0.512(%)であり、0.512%の不良率のものでも100回に5回は不合格になると言うことを示しており、売手側のリスクを示している。これに対して、 $p0.10$ 、 $c=0$ の欄の20.6(%)は不良率20.6%のものでも10回に1回は合格することを示しており、買手側のリスクを示している。抜取検査において、サンプル数： $n$ と合格規準： $c$ を定めて、売手と買手で検査法を決めておけば、相方のリスクがOC曲線によって明らかにできるので紛争が避けられる。

抜取検査が買手側できちんに行われることになると、売手側でもあらかじめ抜取検査をして送り出すことが必要となる。この場合、不合格となったロットは全数検査をして不良品を除去するか良品と取替えることとなる。ロットの不良率の高いほど不合格になる確率が高いので、最終的に不良品を除去したロットの不良率は、一定値をピークとしてそれ以

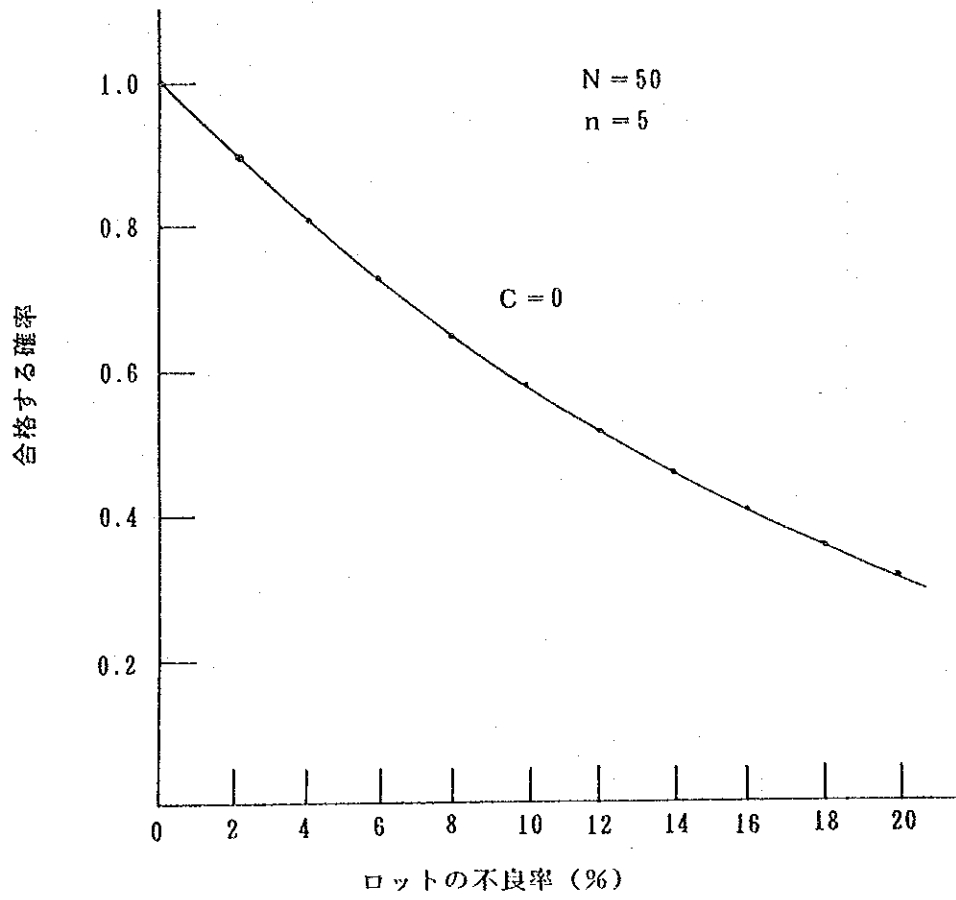
下に抑えられる。従って、ロットの不良率を横軸にし、抜取検査をして不合格となったロットについて、全数検査を行い不良品を除いた後のロットの不良率（AOQ：平均検出品質）を縦軸に示すと、図B. 3に示す様になる。この様な意味でのピーク値に相当する不良率をAOQL（平均検出品質限界）と呼んでいる。

AOQLも規格書に計算法が示されている。AOQLは抜取検査で品質水準を保ちうることを示しているが、これを頼りにして母集団の不良率を低減する努力を怠ると全数検査をする頻度が多くなり、抜取検査は意味をなさなくなる。母集団（ロット）の不良率を下げる努力が基本的に必要である。

ロットの大きさ：Nが小さい時にはサンプルの数：nを大きくすると、抜取検査を行う利益がほとんどなくなってしまふ。従って、規格書ではこの様な場合は全数検査をすすめている。ロットの大きさNの小さい時の例として、 $N=50$ 、 $n=5$ 、 $c=0$ の場合について計算して画いたOC曲線を図B. 4に示す。買手リスクを示す $p_{0.10}$ の不良率が35%で危険性が高い。従って、この様な抜取検査は買手にとってほとんど意味がない。



図B. 3 AOQL



図B. 4 小さなロットのOC曲線



## 2. $\bar{x}$ -R 管理図

同じ機械で同じ形の物を作っても、必ずできあがった物には、厳密に計測すると寸法の誤差が出る。この様な寸法の変動をヒストグラム（柱状グラフ）で表した例を図B. 5に示す。この図でf（横軸）は、軸の寸法が横軸に示す寸法範囲に入った回数（頻度）である。図は90本の軸を加工した例を示すが、この様な軸を何千本、何万本と削って計測した結果は、もし、この寸法の変動の原因が全くの偶然にあった場合には、誤差の分布が正規分布に近づくことが知られている。

正規分布は、中央に対して対象で両側に裾をひいた形をしており、形は標準偏差（通常 $\sigma$ ：シグマで表す）だけで決まる。従って、計測の結果が、偶然起った誤差だけの場合は、標準偏差の値が分れば、正規分布表からどの位の割合でどの程度の誤差が起るかが分る。

管理図では $3\sigma$ 法（スリーシグマ法）と呼ばれる方法がとられている。これは、平均値から $3\sigma$ に相当する巾の間にある測定値は偶然に起り得ると考え、その外にある測定値が現れた時に、異常が起ったと判断するものである。ちなみにこの範囲に入る確率は、正規分布表によると、±両方の誤差を考えて、99.74%である。すなわち、 $3\sigma$ 法で正常を異常とあやまって判断するのは1,000回に2.6回程度となる。但し、後で説明するが、 $\bar{x}$ -R管理図法では $\sigma$ は計算しないで $\sigma$ に変わるものを使うので、実際に $\sigma$ を計算する必要はない。

測定値： $x$ を $3\sigma$ で管理する方法を使う時に、実際に $\sigma$ を計算するのは面倒である。 $\bar{x}$ -R管理図は、測定値 $x$ の代わりにサンプル数： $n$ の測定値の平均値 $\bar{x}$ を使い、 $\sigma$ の代わりにサンプル数： $n$ の測定値の中の一番大きな値と、一番小さな値の差

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

を使う。

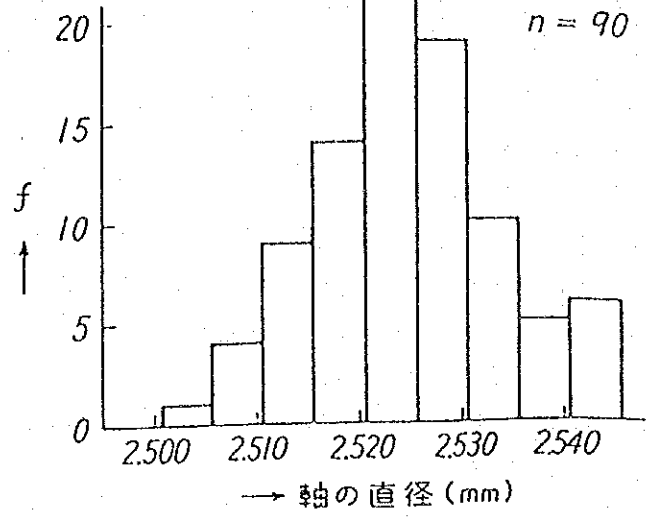
$\bar{x}$ -R管理図は、寸法等の測定値を管理するのに便利で広く使われている。

以下、例によって説明する。表B. 1は $\bar{x}$ -R管理図用のデータシートの記入例である。この例では外径6.4mmの軸の外径寸法を管理している。軸5本を1組としていて、測定値 $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ 、 $x_5$ は、1組としたグループの各々の軸の外径測定値を示す。但し、ここに記入されている値は、欄外に注釈してあるように〔測定値〕-6.4mmを1000倍した値である。

組の番号1に例をとって説明する。

この場合、

$$\begin{aligned} & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \\ &= 47 + 32 + 44 + 35 + 20 \\ &= 178 \end{aligned}$$



図B. 5 ヒストグラム

表B. 1  $\bar{x}-R$ 管理図用データシートの例

$\bar{x}-R$ 管理図データシート												No. _____	
製品名称	××型××軸			製造命令番号	△△-△△△			期 日					
品質特性	外径 (6.4mmからのはずれ)			職 場	△△								
測定単位	1/1000mm			規 準	日産高 △△△△			機 械 番 号	□□□				
規格 限界	最大	6.470mm			試 料	大きさ	5			作 業 員			○○○○
	最小	6.400mm				間 隔	毎時間			検 査 員 氏 名 印			○○○○○
規格番号	××××			測定器番号	□□-□□□								

日 時														
組の番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
測 定 値	$x_1$	47	19	19	29	28	40	15	35	27	23	28	31	22
	$x_2$	32	37	11	29	12	35	30	44	37	45	44	25	37
	$x_3$	44	31	16	42	45	11	12	32	26	26	40	24	19
	$x_4$	35	25	11	59	36	38	33	11	20	37	31	32	47
	$x_5$	20	34	44	38	25	33	26	38	35	32	18	22	14
計	178	146	101	197	146	157	116	160	145	163	161	134	139	
平均値 $\bar{x}$	35.6	29.2	20.2	39.4	29.2	31.4	23.2	32.0	29.0	32.6	32.2	26.8	27.8	
範 囲 $R$	27	18	33	30	33	29	21	33	17	22	26	10	33	

日 時													
組の番号	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
測 定 値	$x_1$	37	25	7	38	35	31	12	52	20	29	28	42
	$x_2$	32	40	31	0	12	20	27	42	31	47	27	34
	$x_3$	12	24	23	41	29	35	38	52	15	41	22	15
	$x_4$	38	50	18	40	48	24	40	24	3	32	32	29
	$x_5$	30	19	32	37	20	47	31	25	28	22	54	21
計	149	158	111	156	144	157	148	195	97	171	163	141	
平均値 $\bar{x}$	29.8	31.6	22.2	31.2	28.8	31.4	29.6	39.0	19.4	34.2	32.6	28.2	
範 囲 $R$	26	31	25	41	36	27	28	28	28	25	32	27	

$\frac{n}{4}$	$A_1$	$\frac{D_1}{2}$	$\frac{D_2}{-}$	$\bar{x}$ 管理図				$R$ 管理図			
5	0.58	2.11	-	$\sum \bar{x} = 746.6 \quad \bar{\bar{x}} = 29.9$				$\sum R = 686 \quad \bar{R} = 27.4$			
				$UCL = \bar{\bar{x}} + A_1 \bar{R} = 45.8$				$UCL = D_1 \bar{R} = 57.8$			
				$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} = 14.0$				$LCL = D_2 \bar{R} = -$			

記 事

---

このData sheetに記入した数字は、測定値から6.4mmを引き、1000倍したものである。いいかえれば、6.4mmからのはずれを1/1000mm単位で測定した値である。したがって47と記してあるのは、実際の寸法で、6.447を意味する。

このように測定値から共通な部分を引き去り、小数点をずらせて、簡単な数字になおすと計算が楽になり、間違いも少ない。このようにして得た結果を実際の寸法になおすには、この手順を逆行行なえばよい。

たとえば  $\bar{x} = 29.9$ は実際の寸法では  $\bar{x} = 6.4 + \frac{29.9}{1000} = 6.4299\text{mm}$

$\bar{R} = 27.4$ は実際の寸法では  $\bar{R} = \frac{27.4}{1000} = 0.0274\text{mm}$

で、この 178 が「計」の欄に示されている。

サンプルの数：n は 5 であるから

$$\text{平均値：}\bar{x} = 178/5 = 35.6$$

である。

この組の 5 つの x の内、最大は  $x_1 = 47$  で、最小は  $x_5 = 20$  だから

$$R = x_{\max} - x_{\min} = 47 - 20 = 27$$

この値が範囲：R として示されている。この例では同様にして、25 組のデータが示されている。

計算した  $\bar{x}$  を 25 組のデータについて合計した値が、表の下方の欄に  $\Sigma \bar{x}$  として示されており、これを組の数：25 で割り算して

$$\bar{\bar{x}} = 746.6 / 25 = 29.9$$

を算出する。これが全データの平均値である。

R の値も同様に 25 組の値を合計して  $\Sigma R = 686$  を求め、これを組の数：25 で除して

$$R = 686 / 25 = 27.4$$

を求めている。

$\bar{x}$  に対する UCL (上方管理限界)、LCL (下方管理限界) は

$$UCL = \bar{x} + A_2 R$$

$$LCL = \bar{x} - A_2 R$$

で求める。ここで係数： $A_2$  は、R を  $\bar{x}$  の分布の  $3\sigma$  に相当する値に換算した値であり、理論的に求められたものである。この値は試料の大きさ：n、すなわち 1 組のデータの数、実例では  $n = 5$  によって表 B. 2 から求めることができる。この例では  $A_2 = 0.58$  である。  
平均寸法： $\bar{x}$  に対して次のように管理限界を決める。

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{x} + A_2 R \\ &= 29.9 + 0.58 \times 27.4 = 45.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCL &= \bar{x} - A_2 R \\ &= 29.9 - 0.58 \times 27.4 = 14.0 \end{aligned}$$

範囲Rに対しては同様にして、表B. 2に示す係数 $D_4$ および $D_3$ を使って、Rから3 $\sigma$ に相当する値が計算できる。この例では次の様になる。

$$UCL = D_4 R = 2.11 \times 27.4 = 57.8$$

$$LCL = D_3 R \quad (-)$$

この場合LCLは負になるので $D_3$ の値がなく、下方管理限界はゼロとする。

表B. 1に示したデータシートによって作成した $\bar{x}-R$ 管理図を図B. 6に示す。 $\bar{x}-R$ 管理図はこの様にして毎日データを記入して行き、その変化によって異常を知る。又、変動の中が小さくなって、管理限界が小さくなるのをみて、精度（品質）が向上したことを知る。

$\bar{x}$ 又はRが、UCL又はLCLを超えて外に出た場合は、異常が起ったと考えなければならない。 $\bar{x}-R$ 管理図では $\bar{x}$ およびRの動きによって、設定値に誤差ができたためにRは変わらないが $\bar{x}$ が動いた、とか機械の消耗によって $\bar{x}$ もRも大きく変わったとか、いろいろの場合が見分けられる。

寸法の場合には図面に寸法公差が入っているので、これとUCL、LCLとの関係が問題になる。UCL、LCLが寸法公差より小さい場合は問題ないが、これが寸法公差より大きいと、その程度に応じて不合格品が出ることになる。この対策としては、

- ①UCL、LCLが寸法公差より小さくなる様に工作機械を変えて、精度の良いものにする。または、熟練度の高い作業者に変えて精度を上げる。
- ②寸法公差を変えてUCL、LCLより大きくする。

の2つの方法が考えられる。

①の方が望ましいことは勿論であるが、もし、過剰品質が要求されているなら②の方向も考えられる。何の対策もしないで不合格品を出すことは、厳に避けるべきである。

管理図にはこの他、不良率で管理するp管理図、欠陥数（不良箇所の数）で管理するc管理図およびu管理図がある。これらは $\bar{x}-R$ 管理図よりも更に簡単に使用できるので活用してほしい。

表B. 2  $\bar{x}$ -R管理図の管理限界を計算するための係数表

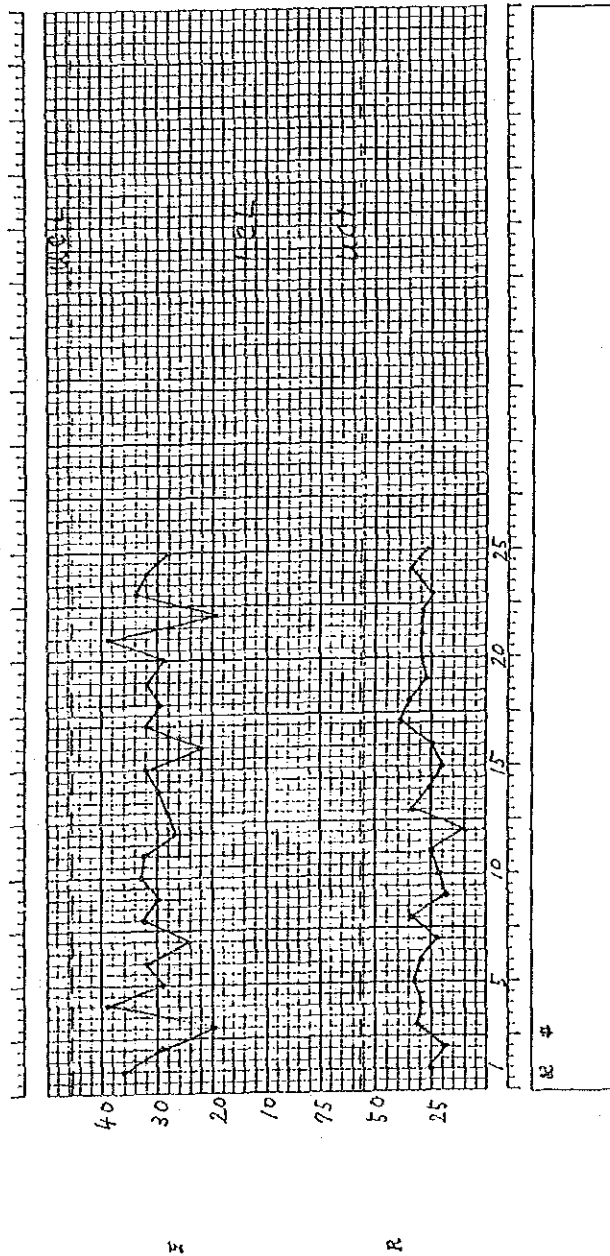
試料の 大きさ n	$\bar{x}$ 管理図	R管理図	
	UCL = $\bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$ LCL = $\bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$	UCL = $D_4 \bar{R}$ LCL = $D_3 \bar{R}$	
	$A_2$	$D_3$	$D_4$
2	1.88	-	3.27
3	1.02	-	2.57
4	0.73	-	2.28
5	0.58	-	2.11
6	0.48	-	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78

$D_3$  の欄の-は、下方管理限界を考えないことを示す。

五一R管理図

No. \_\_\_\_\_

製品名称	規格番号	製造命令番号	種類
品質特性	最大 規格限界	種 規準日産高	検査員
測定単位	最小 試料	検査番号	限界
測定方法	測定	作業日	指定差
測定器番号			



図B. 6 X-R管理図の例





### 付録Ⅲ. ガントチャートについて

本文は1993年12月南通風機工場で行ったセミナーでの説明の一部に手を加えて作成したものである。

ガントチャートは日程計画を作成する方法として極めて一般的な方法であるが、意外にこの方法を知らない工場が多い。南通風機工場もその一つである。ガントチャートは極めて簡単であるが特長の多い方法である。更に進んだ方法として大型プロジェクトの日程計画ではパート（PERT）が用いられているが、南通風機工場の様な機械製造業ではガントの方が便利である。

例題を挙げてガントの使用例を示す。

今、表C. 1の様な工程で部品がつくられるとする。部品はAとBの2つあり、表の欄内には各々の工程での加工時間が示されている。又、A、B 2つの部品が組立てられて完成するものとする。工場設備は旋盤、溶接、ドリルの各々について1台しかないとする。一番早く作るにはどうすればよいであろうか？

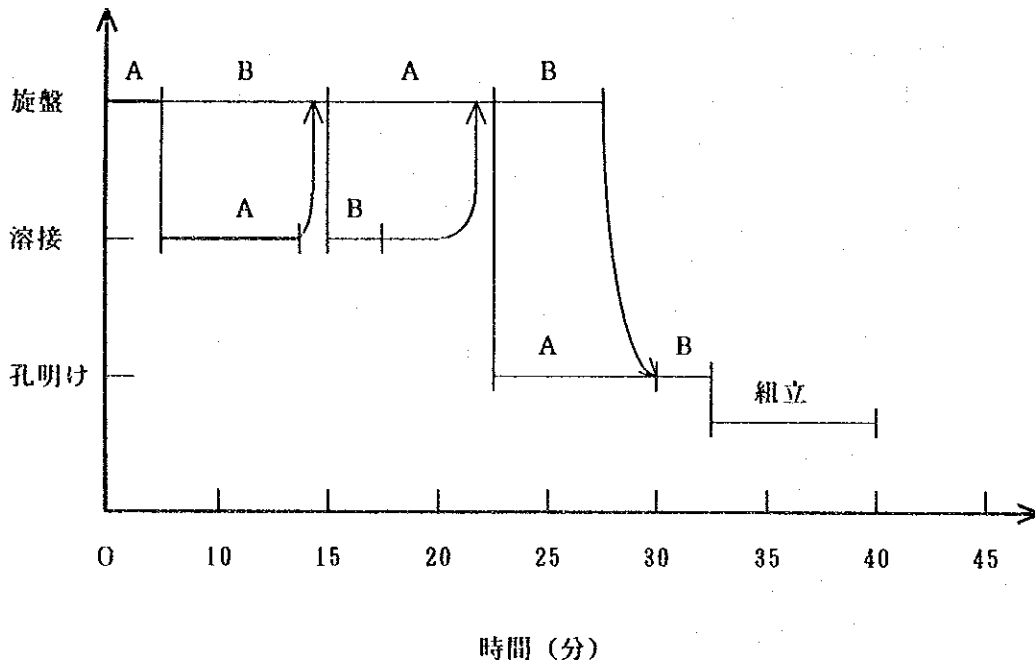
この設問に対する答は表をみているだけではなかなか出てこない。しかし、ガントチャートを作れば極めて簡単である。答を図C. 1に示す。この様に図上で考えると日程計画は極めて容易である。

ガントチャートの特長はこの様に工程順序を決める時だけでなく、どの設備又は人員がどの時期に空いているか（余力があるか）を具体的に一目でみることができる。従って、工程・日程・余力のすべてが一括して計画できる点にある。

表C. 1 工程表

(単位: 分)

	旋盤	溶接	旋盤	孔明け	組立
部品A	5	12.5	15	15	15
部品B	15	5	10	5	



図C. 1 日程計画

## 付録IV. 原価について

### 1. 直接原価法

本文は南通風機工場で1993年12月に幹部に対して説明した内容の一部に基づいて作成した。伝統的な個別原価計算では、工数単価が

$$\frac{[\text{費用}]}{[\text{払出し工数}]}$$

の形で決められており、「加工費」はその製品に要した工数をもとに

$$[\text{加工費}] = [\text{工数}] \times [\text{工数単価}]$$

で決められている。そしてこれに材料費を加えたものが製造原価の規準とされる。

しかし、この方式では、工数単価を決めた「費用」はほとんどが固定費で占められて短期的には変動しない性質であり、「払出し工数」は努力して増やせる性質であることが忘れられて、「工数単価」が固定した値であると誤認されることが多い。例を挙げて問題を指摘しよう。

今、簡単のために「費用」はすべて固定費であって、500万元かかっているとす。直接工は300人いて、年間払出可能時間は2,000時間/人である。

簡単のために原価は材料費と加工費だけとする。製品はA・Bの2種類だけとし、

製品	販売価格 (元)	工数 (時)	材料費 (元)
A	10,000	240	5,000
B	1,700,000	27,200	850,000

とする。販売台数は次とする。

製品	販売数量
A :	840台
B :	7台

従って、払出し工数は

$$840 \times 240 + 7 \times 27,200 = 392,000 \text{ (時)}$$

となり、工数単価は

$$\frac{5,000,000}{392,000} = 12.76 \text{ (元/時)}$$

に決められる。

この企業は次の通り利益を挙げている。

	売上高 (万元)	原 価 (万元)	利 益 (万元)
A	840	677	163
B	1,190	838	352
計	2,030	1,515	515

今、仮に第3の製品Cの注文が1,000台あったとする。この製品は次の様であるとする。

	販売価格 (元)	工 数 (時)	材料費 (元)
C	5,000	200	3,000

この製品の原価は先の工数単価を使った原価計算では

$$200 \times 12.76 + 3,000 = 5,552 \text{ (元)}$$

となる。従って、販売価格より552元高く、受注できないことになる。

しかし、本当にそうであろうか？この製品を受注したほうがよいことは次の様にして計算すれば判る。

製 品	売上高 (万元)	材料費 (万元)	加工費 (万元)	利 益 (万元)
A	840	420	} 500	
B	1,190	595		
C	500	300		
計	2,530	1,315	500	715

年間払出工数が  $300 \text{ (人)} \times 2,000 \text{ (時/人)} = 600,000 \text{ (時)}$  以下であれば固定費である「費用」はふえない。Cを生産しても：

製 品	所要工数
A	$840 \times 240 = 201,600$
B	$7 \times 27,200 = 190,400$
C	$1,000 \times 200 = 200,000$
計	592,000

であり「費用」はふえない。

利益は先に計算したA、B 2製品の時と比べれば明らかである。

$$715 - 515 = 200 \text{ (万円)}$$

の利益増となる。

この様に原価を2つに分けて、「固定費」に相当する部分(例題では「加工費」と「変動費」に相当する部分(例題では「材料費」)を計算する方法を直接原価法と呼んでいる。「変動費」に相当する部分は「限界費用」と呼ばれているので、以下ではこの用語を用いる。

直接原価法の計算は次の様に行う。

製 品	売 上 高 (万円)	限界費用 (万円)	限界利益 (万円)
A	840	420	420
B	1,190	595	595
C	500	300	200
計	2,530	1,315	1,215

$$\text{利益} = \text{「限界利益の合計」} - \text{「固定費」}$$

$$1,215 - 500 = 715$$

従って、個々の製品については「限界費用」が「原価」の代りに用いられる。

直接原価法で実際に原価を計算している企業はほとんどない。この例ではC製品に直接原価法を適用して安くしたわけであるが、このことが知れるとA、B製品の顧客もC製品同様に値引きをしてほしいと要求することになるからである。直接原価法は利点が大きく、市場経済に対処するための有力な方法であるが、注意して使わないと、販売価格の全面的

な値崩れを招くおそれがある。従って、企業の首脳が戦略的に使う場合に限定するのがよい。

## 2. 線型計画法

直接原価法の考え方を1歩進めた更に合理的な考え方として、線型計画法がある。実際に線型計画法を利用して原価を決めたり、会社の運営方法を決めたりしているところは少ないが、この考え方は、原価を考える上で非常に有益な知恵を与えてくれる。

以下で基本的な考え方を例題によって示す。

今、44人の直接組立工と、60台の工作機械（機械には作業者がついているとする。）のある企業を考える。製品はA、Bの2つがあり、A製品の生産量を $x_1$ 、B製品の生産量を $x_2$ とする。この会社の操業時間は年間2,000時間であるとする。従って機械工数は120,000 機械・時間、組立工数は88,000人・時間あることになる。

A製品は1台製造するのに

機械工数 300時間

組立工数 160時間

B製品は1台製造するのに

機械工数 150時間

組立工数 176時間

を要するものとする。

今、売価から直接原価（材料費等）を差引いた残り、すなわち限界利益は1台当たり

A製品 20万元

B製品 12万元

とする。

まず機械工数から来る制約を考えると、（時間）を単位として、

$$300x_1 + 150x_2 \leq 120,000 \quad \dots (1)$$

組立工数から来る制約を考えると、（時間）を単位として、

$$160x_1 + 176x_2 \leq 88,000 \quad \dots (2)$$

となる。

限界利益の合計をこの条件の下で最大とするのが目的であるから、（万元）を単位として

$$20x_1 + 12x_2 \rightarrow \text{Max.} \quad \dots (3)$$

この種の問題が線型計画と呼ばれるものである。この問題は、線型連立方程式の解を求める問題と似ているが、変数が2つ（ $x_1$ 、 $x_2$ ）で式が3つあるので、普通の連立方程式の解法では答が得られない。この種の問題を解く方法としてシンプレックス法があるが、ここではその説明はしないこととして、別の方法で説明する。

図D. 1に、 $x_1$  を横軸、 $x_2$  を縦軸にとって、(1)式と(2)式で決められた制約線を描いた。この図で2つの線と2つの軸に囲まれた部分、すなわち、四角形OABCの内側が実行可能な生産を示す。

今、A点で生産すると限界利益は(3)式から

$$12 \times 500 = 6.000 \text{ (万元)}$$

B点で生産すると(B点は式(1)と(2)を使った連立方程式の解として求められ $x_1 = 275$ 、 $x_2 = 250$ となる。)

$$20 \times 275 + 12 \times 250 = 8.500 \text{ (万元)}$$

C点で生産すると

$$20 \times 400 = 8.000 \text{ (万元)}$$

となり、B点で生産するのが一番良いことが判る。B点の $x_1$ 、 $x_2$ が最適な生産の製品割合(プロダクトミックス)の答である。

限界利益 8.500万元が工場の年間の固定費より大きければその差が利益となる。

ここで、補足的に何故A、B、C点の様な角の点が最適点になるのか、ということの説明する。今、限界利益 8.500万元一定でB点を通る線を考えますと(3)式から

$$20x_1 + 12x_2 = 8.500$$

という直線になる。この線は定数である 8.500を変えると平行移動するだけであるから、

$$20x_1 + 12x_2 = c$$

$$c \rightarrow \text{Max}$$

とした時に実行可能な範囲にある点は、必ずA、B、Cの様な角に当ることになる。この場合はBになったが、(3)式の形によってはA又はCになることもある。

更にここで、機械を1台増やして 2.000時間能力を増大する場合を考える。(1)式は

$$300x_1 + 150x_2 \leq 122.000$$

と変る。この結果、最適点：Bは

$$x_1 = 287.2 \quad x_2 = 238.9$$

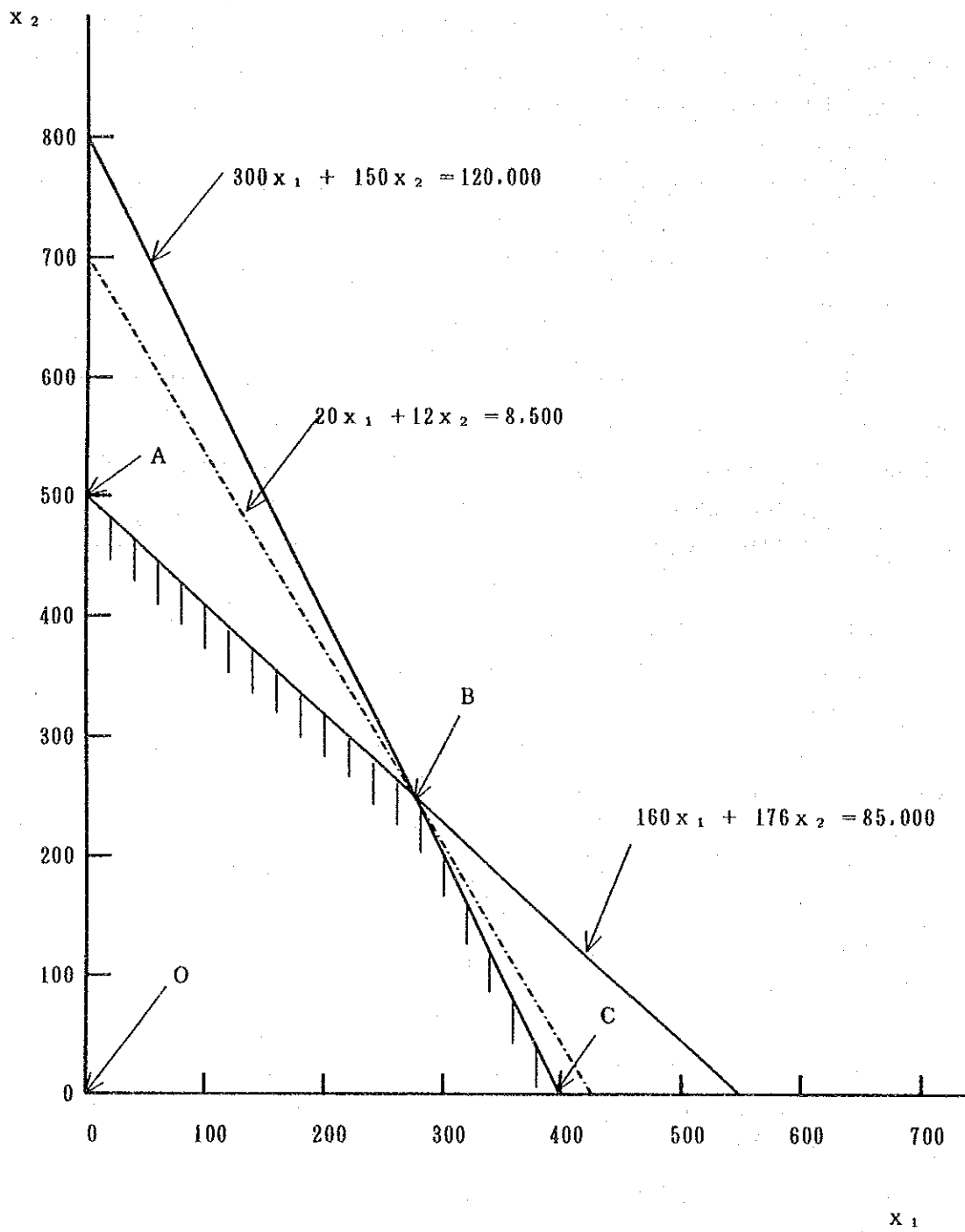
に移る。従って限界利益は

$$20 \times 287.2 + 12 \times 238.9 = 8.610$$

に増える。すなわち、元の 8.500万元に対して 110万元増えた。従って、仮に、機械1台増した時の年間費用(固定費)の増大が 110万元以下であれば、機械1台分の投資をした方がよいことになる。すなわち、この 110万元をもとに算出できる機械購入に許される価格が、その機械の本当の価値を現していると考えられる。この様な値をシャドープライスと呼んでいる。

組立工数の方も同様にして、シャドープライスを計算することができる。

シンプレックス法では計算の過程で、シャドープライス(限界貢献価値と呼んでいる人もいる)が計算される。



図D. 1 線型計画



線型計画法はこの例でも分るように、機械工数、組立工数等を企業の資源と考え、資源を最大限に活用する方法を見出す手法である。この方法を国の開発計画等では実際に活用しているが、企業での利用はまれである。しかし、シャドープライスの概念は重要であるので、経営のために活用していただきたい。

尚、シンプレックス法を使って、線型計画を行えばこの例の様に  $X_1$ 、 $X_2$  の2変数の場合だけでなく、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、…と多数（有限個）の変数のある場合も解くことができる。



## 付録Ⅴ. 数値制御 (NC) について

### 1. 工作機械のNC化

工作機械の数値制御は1952年に米国のマサチューセッツ工科大学でNCフライス盤を試作したのが始まりと言われている。その後、米国は勿論、日本においても飛躍的な発展をとげ香港、韓国、シンガポールをはじめ、タイ・マレーシア等においても広く採用される様になっている。

数値制御工作機械は人手を節約できるだけでなく、性能が高まったことによって、熟練工の不足を補う役割を果たす様になっている。

南通風機工場では現在、数値制御を行っている機械は溶断機が1台あるだけであるが、将来、旋盤等工作機械のNC化、マシニングセンターの導入等にとり組む必要があると考えられる。

本文では日本機械学会編「機械工学便覧」、稲葉清右衛門編「やさしいNC読本」等を参考として、NC制御の簡単な解説を行う。これが現在、問題をかかえているNC溶断機の改善および次に導入を考えているNCプラズマ溶断機に対して南通風機工場の参考となれば幸いである。

### 2. 数値制御機械の機能と構成

数値制御機械の構成は全体として次の3つの機能要素から成り立っている。

1. MMC … 作業者と機械 (コンピュータ) の接点
2. PMC … 工具の交換、速度保持等機械の操作を制御
3. NC … コンピュータにより工具の動きを制御

MMC (Man Machine Controller)は作業者が機械に対して指示をする操作パネルの部分である。この部分にはテープ読取り装置がついていて、ここを通して機械が作業者から指示をうける様になっている。又、この部分には操作ボタンがパネルの上についており、CRTがあつて映像画面に指示した内容を写し出す様になっている。従つて、通常、ここに指示プログラムの内容を画像と文字で画し出して、もし、誤りがあれば操作ボタンを使って、その修正ができる様になっている。(但し、南通風機の現在のものにはCRTがない)。図1に日本で使われている代表的な操作パネルの例を示す。

PMC (Programable Machine Controller)は工具の交換、旋盤主軸の回転数制御等を行う部分で、これらを作業順序に従つて変えて行く働きをしている。溶断機で始点の穴をあけ

ること等もこの機能を活用して行うことができる。

NC (Numerical Controller)は数値制御の本体とも言うべき部分で、X・Y・Z軸のサーボモータを動かして刃物等の位置決めを行う部分である。この部分の構成は図2の様になっている。

機械を動かす指令は指令をパンチ穴で示したテープで行われる。穴のあけ方によって符号を示すわけであるが、これにはEIAコードとJISコードの2つが使われている。JISコードはISOコードと同じである。図3にコード表を示す。

図4にEIAコードを使って、テープに指令を穴あけした実例を示す。この例では図の下に示した様に最初にERが示されているがこれはEnd of Recordのことで、テープが巻き戻された時にここで止るようにつけられたマークである。次のEOBはEnd of Blockの略で次に出てくるEOBとの間に1つの指令が入っていると言うことを示しており、区切りを示すマークである。従って、

G01X123450Z234560F10

が指令の内容になる。この指令は旋盤に与えられたものでG01は直線補間を示している。次のX123450Z234560は1 $\mu$ mを単位として示しておりX方向に123.45mm、同時に、Z方向(Xと直角上方)に234.56 $\mu$ m刃物を直線的に(G01による)動かすことを指示している。F10は刃物の送りを0.1 mm/rev.とすることを指示している。準備機能Gの内容は0~99迄JISで定められている。又、位置を示す数字の単位をどの様にとるかは機械毎に設定できる様になっている。従って、溶断機では当然のことであるが1 $\mu$ mを単位とする必要はない。図4に示したのはインCREMENTAL方式の例であるが、X、Y、Zの代わりにU、V、Wのコードを使ってアブソリュート方式による指令もできる。詳しくは専門書を参照されたい。

直線補間と言うのは2点を定めて、その間を直線的に刃物又はトーチ(溶断機の場合)を動かす様に制御するものである。X軸、Y軸は各々別のサーボモータで動かしているので、デジタル信号は図5に示した例の様にX軸とY軸に2パルスずつ送るとY軸に1パルス余分に送ると言う様な方法でX軸とY軸を動かしているわけである。しかし、コンピュータのパルス信号は10~30MHzと言う様な大きな周波数のパルスで動いているので実際上は滑らかに動くこととなる。

コンピュータの中で計算をしてX軸とY軸に出す信号の配分を変えると曲線上を動かすことも可能であり、一般に、円弧補間と放物線補間が行われている。JISではG02(時計方向の円弧補間)、G03(反時計方向の円弧補間)、G06(放物線補間)がコードとして示されている。これらの機能は信号テープではG02、G03又はG06として与えるだけなので、機械の方についているマイクロプロセッサがこれを受付けて補間する機能がないと作動しない。現在ほとんどのNC機械で円弧補間ができる様になっている。送風機のケーシング

では厳密には渦巻き曲線となるが、いくつか分割して円弧で代用することが可能である。南通風機の溶断機ではこの点でも全くプログラム出きていない様である。拋物線補間はやや特殊であり、できる機種は少い。

### 3. プログラミング

NC機械を動かすためには、プログラムを作ってこれをテープにパンチしてそれで機械を動かさなくてはならない。

テープにパンチされた信号の内容は、作業者が見てもとても理解出来るものではないのでプログラマーはまず、人間に理解できる言葉でプログラムを作成し、これを機械が理解できる言葉に翻訳してテープにパンチしなくてはならない。

テープを作成する最も単純な手段としては先に図3に示したコードでプログラムを作成し、これを機械でテープにパンチアウトする方法がある。この方法はマニュアルプログラミングと呼ばれている。しかし、この方法では、図面をみて、加工手順や刃物の動きを一つ一つ計算して、プログラムを作成しなくてはならない。

図面に示された情報を、人間に判りやすい言語でプログラムしてこれを更に、コンピュータを使って自動的に計算を行わせてコード化し、テープにパンチする方法が開発されていて、この方法の場合を自動プログラミングと呼んでいる。図6にこれらの2つの方法の手順を比較して示す。

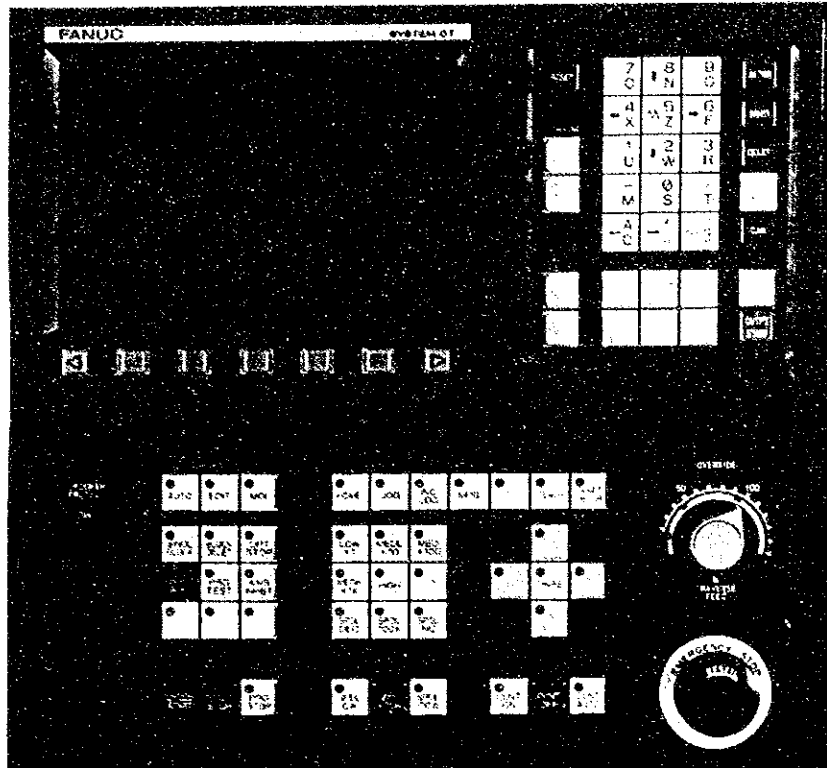
自動プログラミングのために使用する言語としてはAPT (Automatically Programmed Tool) がある。これは米国で開発されたもので最新版としてAPT IVがある。これと別にドイツで開発されたEXAPT があり、これは作業順序、加工条件、工具選定等も出力できる。しかし、これらの言語を使用するには大型のコンピュータが必要なので、パソコンを用いた簡易型のNC自動プログラミング装置が開発され使用されている。簡易APT 言語によるプログラムの例を図7に示す。

最近のNC機械は各々1台の工作機械に1台の小型コンピュータを内蔵させ、キーボードから直接加工形状、加工条件、加工動作等のデータを入力し、コンピュータで自動プログラミングをしてNCデータに変換し、テープを使わずに作動するものになって来ている。この種の機械はCNC (Computerized Numerical Control) と呼ばれている。

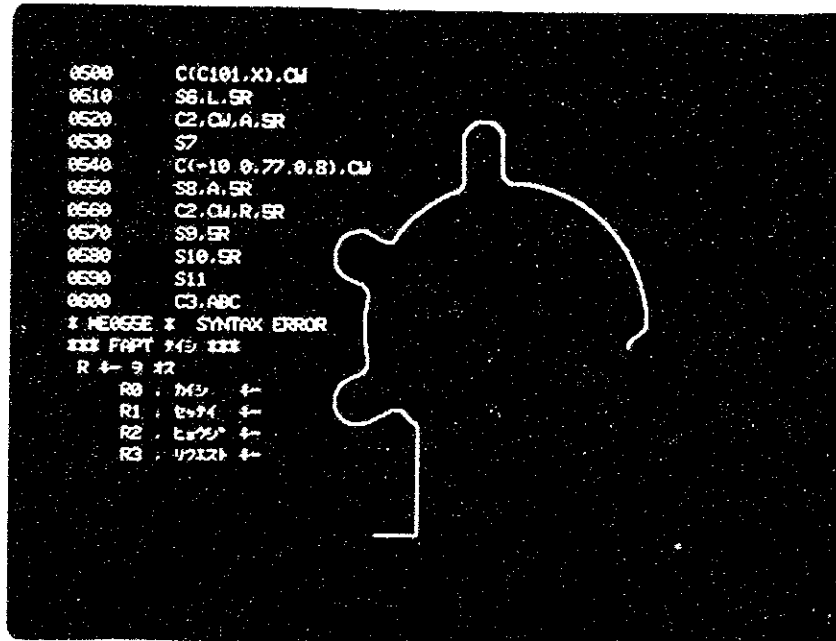
CAD (Computer Aided Design) とCNC を結合したシステムとして、図8に示す様な対話型のシステムも出現している。これはCAD による図面又はデジタル出力の3次元測定機で模型を計測した結果をCRT の上で検討して、ミニコンピュータでデータ化し、これを工作側のミニコンピュータに送り、ここで加工条件等をCRT 上で検討してCNC 工作機械を動かすと言うものである。

又、更に、1台のCNC 機械だけでなく、いくつかの機械を1台の中央コンピュータでコントロールして、中央コンピュータに入力されたプログラムに従って作業させるものも出

現しており、群制御あるいは直接数値制御（DNC）と呼ばれている。図9にこのシステムの概念を示す。図中MTCはMachine Tool Controllerである。



操作パネルの例 (FANUC-OT)



画面表示の例 (FAPT-CUT)

図1 操作パネル

出典：稲葉清右衛門「やさしいNC読本」

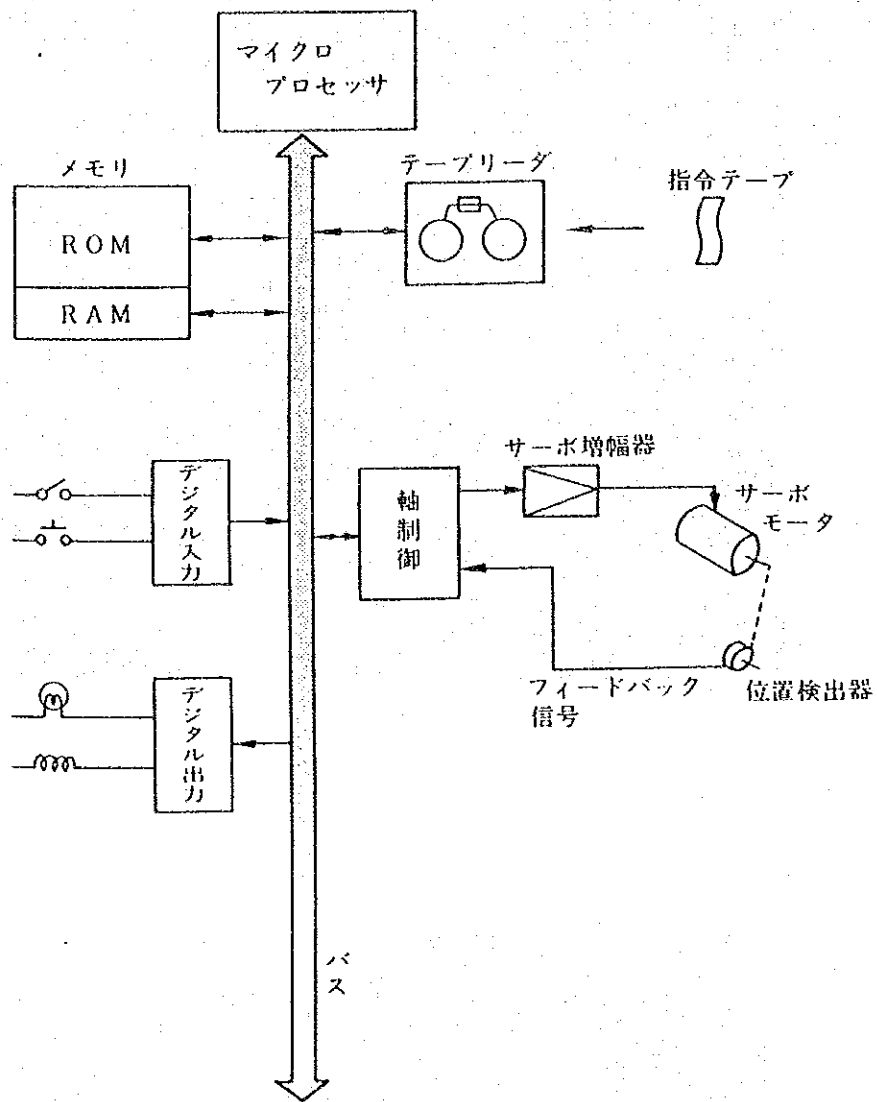


図2 NCの構成

出典：稲葉清右衛門「やさしいNC読本」



EIA コード		JIS コード	
●● ○ ●	A	● ○ ●	X 軸まわりの角度ディメンション
●● ○ ●	B	● ○ ●	Y 軸まわりの角度ディメンション
●● ○ ●	C	●● ○ ●	Z 軸まわりの角度ディメンション
●● ○●	D	● ○●	特殊軸まわりの角度ディメンションまたは第3の送り
●● ○●	E	●● ○●	特殊軸まわりの角度ディメンションまたは第2の送り
●● ○●	F	●● ○●	送り機能
●● ○●	G	● ○●●	準備機能
●● ○●	H	● ○●	指定なし
●● ○●	I	●● ○●	} 輪郭制御の 補間パラメータ
●● ○●	J	●● ○●	
●● ○●	K	●● ○●	指定なし
●● ○●	L	●● ○●	補助機能
●● ○●	M	● ○●●	シーケンスナンバ
●● ○●	N	● ○●●	使用しない
●● ○●	O	●● ○●	} X 軸 } に平行な第3の運動のディメンション } Y 軸 }
●● ○●	P	●● ○●	
●● ○●	Q	●● ○●	} Z 軸 } の早送りあるいはZ軸に平行な第3の運動 } 軸機能 } のディメンション
●● ○●	R	●● ○●	
●● ○●	S	●● ○●	工具機能
●● ○●	T	●● ○●	} X 軸 } に平行な第2の運動のディメンション } Y 軸 }
●● ○●	U	●● ○●	
●● ○●	V	●● ○●	} Z 軸 } の運動のディメンション
●● ○●	W	●● ○●	
●● ○●	X	●● ○●	} X 軸 } の運動のディメンション } Y 軸 }
●● ○●	Y	●● ○●	
●● ○●	Z	●● ○●	Z 軸
●● ○●	0	●● ○●	} 数字
●● ○●	1	●● ○●	
●● ○●	2	●● ○●	
●● ○●	3	●● ○●	
●● ○●	4	●● ○●	
●● ○●	5	●● ○●	
●● ○●	6	●● ○●	
●● ○●	7	●● ○●	
●● ○●	8	●● ○●	
●● ○●	9	●● ○●	
●● ○●	:	●● ○●	アライメント ファンクション
●● ○●	+	●● ○●	正
●● ○●	-	●● ○●	負
●● ○●	/	●● ○●	オプションルスキップ
●● ○●	(	●● ○●	コントロールアウト
●● ○●	)	●● ○●	コントロールイン
●● ○●	EOB,CR	●● ○●	エンドオブブロック
●● ○●	TAB	●● ○●	タブ
●● ○●	SP	●● ○●	間隔
●● ○●	DEL	●● ○●	よっ消
●● ○●	(STOP) %	●● ○●	プログラムスタート(ストップ)
●● ○●	BS	●● ○●	後退
●● ○●	(ER) CR	●● ○●	復帰(エンドオブレコード)
●● ○●	NUL	○	空白
87654 321	キャラクタ	87654 321	意味
繰り出し穴		繰り出し穴	
トラック番号		トラック番号	

図3 NCテープの符号

出典：日本機械学会「機械工学便覧」

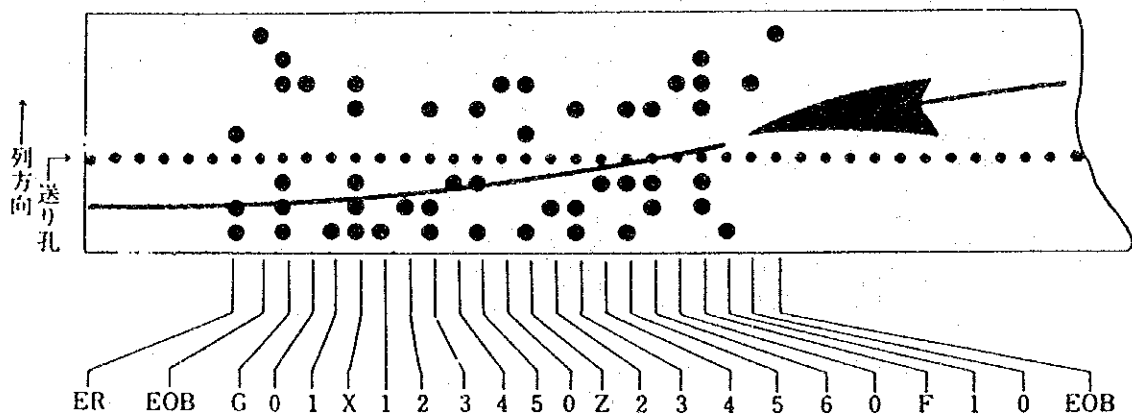


図4 指令テープの実例

出典：稲葉清右衛門「やさしいNC読本」

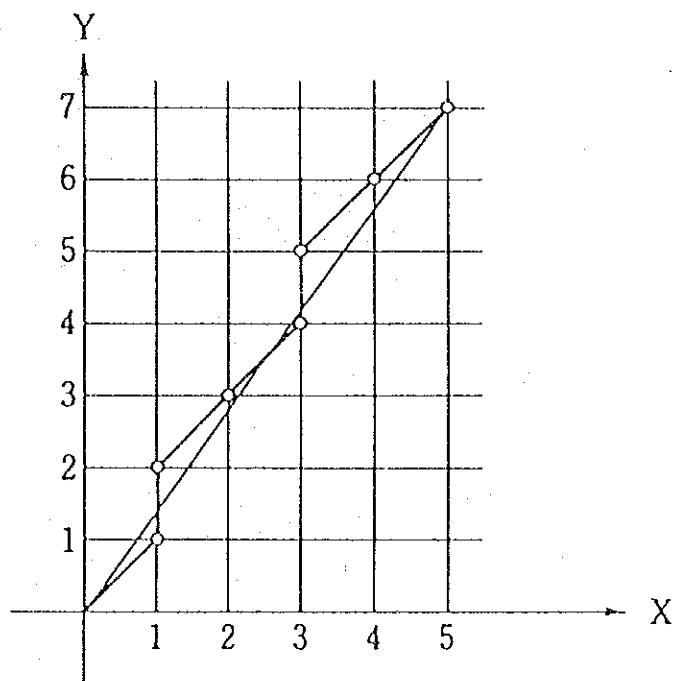


図5 直線補間の時のパルス信号

出典：稲葉清右衛門「やさしいNC読本」

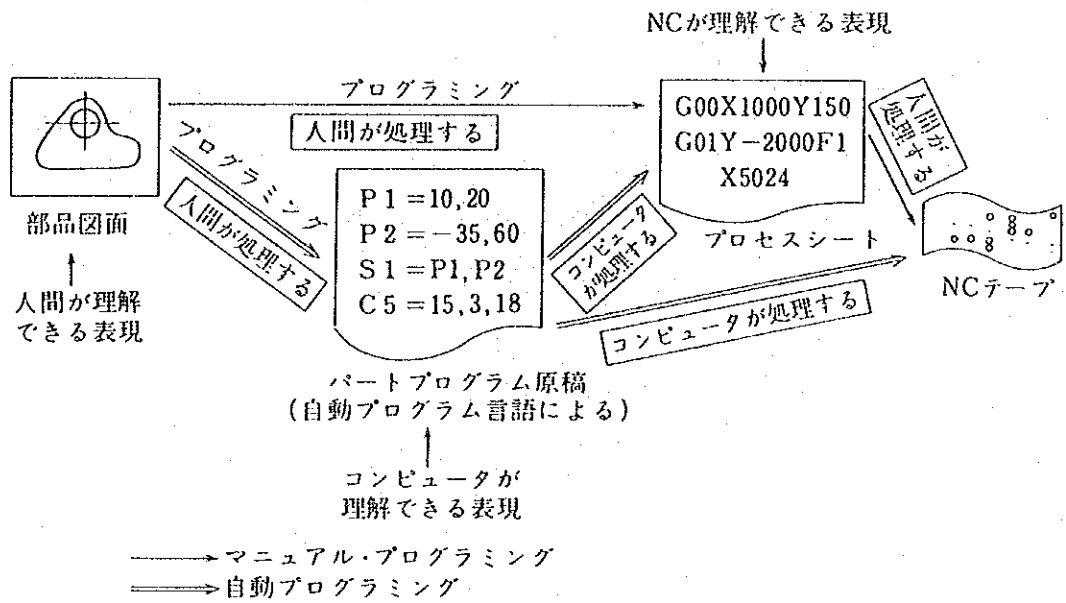


図6 マニュアルプログラミングと自動プログラミング

出典：日本機械学会「機械工学便覧」

0010	PART,EMILL SAMPLE	0250	P6=10,10	0490	C(P6,14),R
0020	MCHN,NILL,INCR	0260	↑	0500	S3,R
0030	↑	0270	CUTTER,16	0510	C(P4,14),L
0040	↑ XY,I 0.6 130/120	0280	TLLFT	0520	S4,R
0050	MAC,CIRC	0290	FEED,200	0530	C(P5,14),L
0060	RPD,P7(50,50)	0300	0%	0540	S4,R
0070	DLT,-21	0310	FROM,P10(0,0),60Z	0550	C(P6,14),A,PAST,S1
0080	S5(50Y),R,TO,C1(P7,30)	0320	0S12M03	0560	RPD,DLT,20
0090	C1,CCW,R,ON,S5	0330	RPD,0Z	0570	COPY,CIRC,2,116,R
0100	RPD,P7	0340	DLT,-20,0F100	0580	RPD,P10,60Z
0110	RPD,DLT,21	0350	THICK,2	0590	↑
0120	MEND	0360	TO,S1(14X)	0600	CODE,2,20,0T
0130	MAC,DRIL	0370	S1	0610	CYCL,DRIL
0140	RPD,DLT,-20	0380	S2(102Y)	0620	RPD,G(P1,,P6),0Z
0150	DLT,-15	0390	S3(210X)	0630	CYCL,OFF
0160	0C04P50	0400	S4(14Y),ON,S(0X)	0640	RPD,P10,60Z
0170	RPD,DLT,35	0410	↑	0650	0M05
0180	MEND	0420	THICK,0	0660	0M02
0190	↑	0430	TO,S1	0670	0%
0200	P1=10,106	0440	S1,0	0680	FEED,200
0210	P2=116,106	0450	C(P1,14),R	0690	FINI
0220	P3=222,106	0460	S2,L	9999	PEMD
0230	P4=222,10	0470	C(P2,14),R		
0240	P5=116,10	0480	S2,L		

図7 簡易APT 言語 (FAPT) によるプログラムの例 (フライス加工用)

出典：稲葉清右衛門「やさしいNC読本」

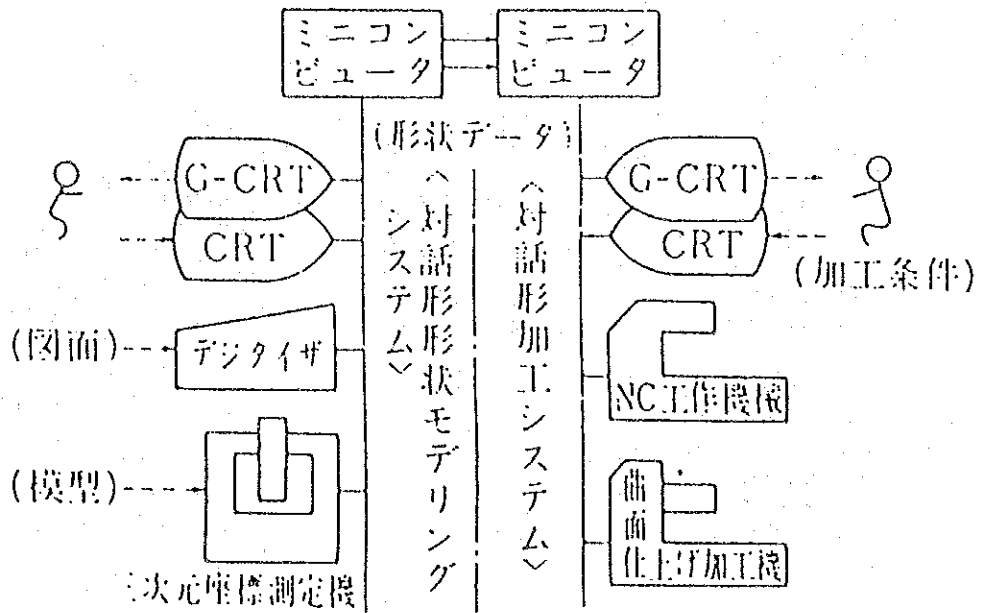


図8 対話型NC自動加工システム

出典：日本機械学会「機械工学便覧」

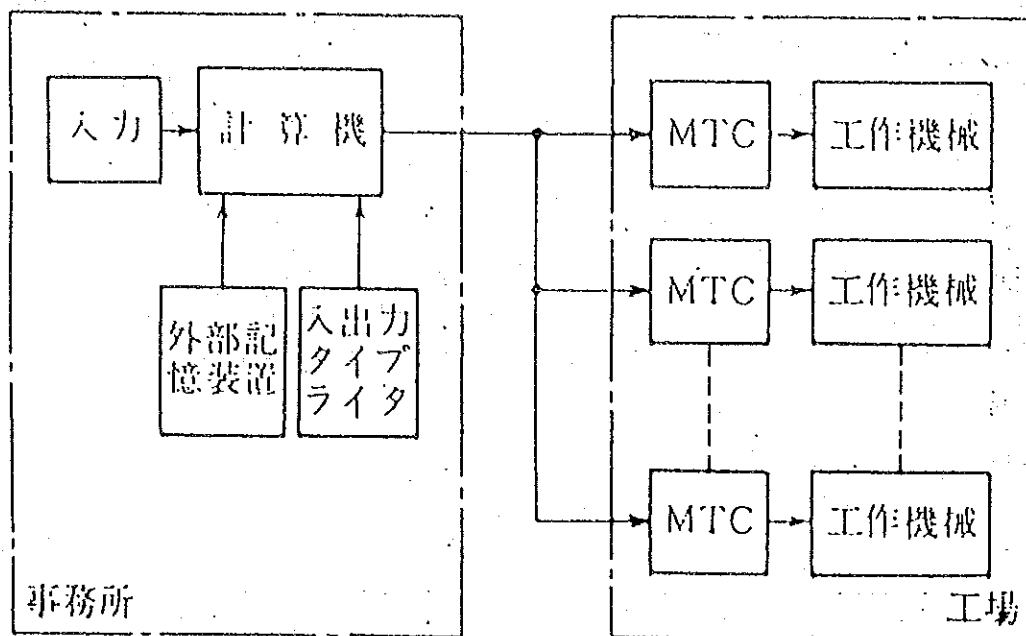


図9 DNCシステムの構成

出典：日本機械学会「機械工学便覧」

(参 考)

荏原製作所鈴鹿工場で使用しているNC切断機のNC制御は次の様になっている。

入力方法：

①タレットパンチプレス（プラズマ切断機付）

パソコン（ワークステーション級専用機）で入力し、テープにパンチして機側盤に入力

②プラズマ切断機（ハイカット）

パソコン（ワークステーション級専用機）で入力、フロッピーディスクにコピーして機側盤に入力

機側盤：

14インチのカラー画面CRT がついていて入力データの内容が確認できる。誤りの修正もできるが、自動プログラミング言語が使えなくて手動プログラミングになるので、実際は持ち帰ってコンピュータに入れて自動プログラミング言語を使って修正している。

入力コード：

JIS (ISO) を使用している。

指令方法：

アブソリュート方式にしている。

補 間：

G02、G03 円弧補間がついている。

G06 放物線補間はない。

コンピュータ：

タレットパンチプレス…日本DEC PC380

ハイカット …PFU Σステーション230

どちらもワークステーション級（普通のパソコンより少し上）である。専用の自動プログラミング言語を使っており、コンピュータも専用機である。





JICA