

図8 14ジョブ (Aグループ) — 5工程グループ・スケジューリング
 (総処理時間最小化) (表2) の最適解 (表3) に対するガント・チャート

GT加工の経済性

GT加工が従来からの通常加工に比べて、経済的に優っている点はずぎの2点である。

- (i) 段取り時間の短縮に伴う段取り費用の減少
- (ii) GT治工具によるツーリング・コストの削減

いま作業員の単位時間あたりの直接労働・間接費を c とすれば、段取り費用は、通常加工の場合、 $c \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^{M_i} l_{ij} s_{ij}$ 、GT加工の場合 $c \sum_{i=1}^G (s_i + \sum_{j=1}^{M_i} l_{ij} p_{ij})$ また通常加工の場合治工具は部品数 M だけ必要で、個々の部品治工具費用を k_{ij} とすれば、ツーリング・コストは $\sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^{M_i} k_{ij}$ 、他方GT加工の場合、各グループに共通の治工具と各部品別の取付具が必要で、これらの費用を前者は k_i 、後者は k_{ij}' であるものとすれば、GT加工のツーリング・コストは $\sum_{i=1}^G (k_i + \sum_{j=1}^{M_i} k_{ij}')$ である。

したがって、段取費用とツーリング・コストの総和は、つぎようになる。

$$\text{通常加工: } C_c = \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^{M_i} (c l_{ij} s_{ij} + k_{ij})$$

$$\text{通常加工: } C_{GT} = \sum_{i=1}^G \{ c s_i + k_i + \sum_{j=1}^{M_i} (c l_{ij} p_{ij} + k_{ij}') \}$$

多くの場合 $C_{GT} < C_c$ であり、GT加工が経済的であるといえる。

む す び

これからの生産活動は程度の差はあれ、コンピュータ採用生産—CAMが主流を占めることになる。このハードウェア技術は年々進歩してきており、いわゆる無人工場も夢とはいえない段階にきている。世の中の要求に応じてCAMで多種少量生産を指向するには、それに対処するためのソフトウェア技術がともなわねばならない。GTの原理や方法はそのため一つの基本条件である。GTが紹介された当時のように、単に部品分類にとどまることなく、工程設計、生産計画、日程計画など生産システムの管理に応用される道が開かれ、かくしてGTに関する広義の認識と展開が必要になってきたといえよう。

附表一（2）

ドリル研削機

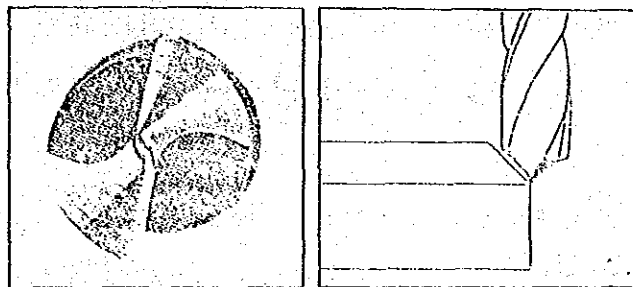
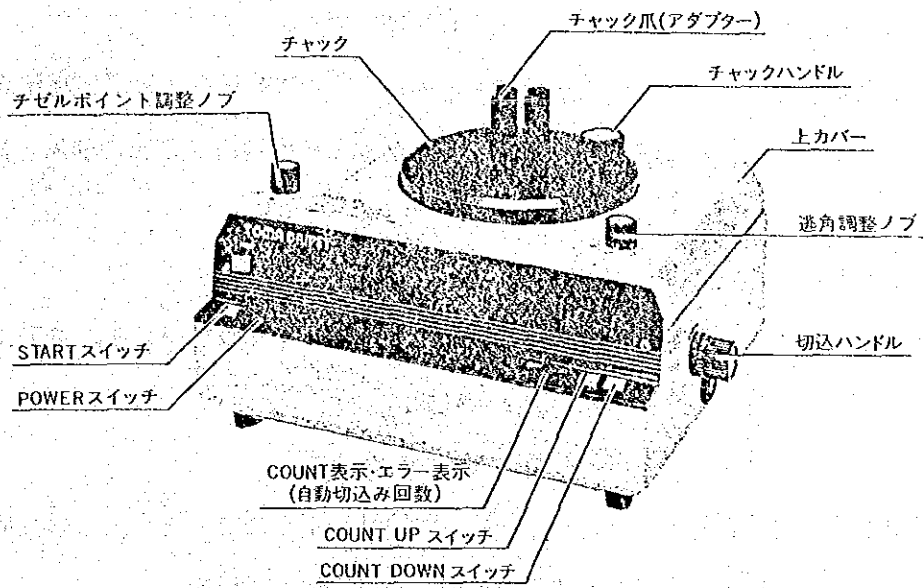
特長

- コンピュータ搭載により、研削を自動化
- 鉛筆削りの手軽さで、ドリルチャックが極めて簡単です
- 熟練を全く要しません。女性の方にも手軽にお使い頂けます
- テーパ・ストレートによるチャック交換は不要です
- 研削は、わずか3秒、シンニング・逃げ角も同時処理
- 完全密封式で安全性も抜群、また切粉も飛散しません
- ホラゾン砥石使用により、ドレッサーは不要です
- 刃裏の形状は問わない刃先位置決め方式

運転手順

- ① ドリルをチャック爪に差込んでチャックハンドルを回し固定する。
- ② 逃角調整ノブ、チゼルポイント調整ノブを調整する。
- ③ 切込回数をセットする。
- ④ STARTボタンを押すと自動的に研削を開始し、設定した研削量プラス仕上研削をして自動的に停止。
- ⑤ チャックを開いてドリルを取り出します。

	仕 様
研 削 範 囲	8.0 φ～32.0 φm/m
先 端 角 度	118°（定角）
シ ャ ッ ク	同時加工スパイラルポイント
逃 げ 角	同時加工・角度可変式
砥 石	CBN 110φ×31.8φ（特殊）
チャック	スクロール4本爪方式
切込み範囲	自動設定 1.0m/m まで16段階
切込み装置	自動0.066mm/rev
機械寸法・重量	500×605×335・80kg
使用電力	AC200V×300W



附表一 (3) 高硬度材切削用バイト

■概 要

ボロンは1977年に開発された画期的なCBN工具です。

ボロンは主成分のCBN（立方晶型窒化硼素）に特殊結合材を加え、超高压高温下で焼結したもので、従来研削加工に頼ってきた焼入鋼や高硬度鋳鉄などを切削加工によって仕上げることでできる夢の工具です。

■種類と特長

BN100：CBN含有量が多く、耐熱性、耐溶着性にすぐれています。このため、

- ① 耐熱合金の高エネルギー加工に最適。
- ② 鉄系焼結合金の長寿命加工が行えます。

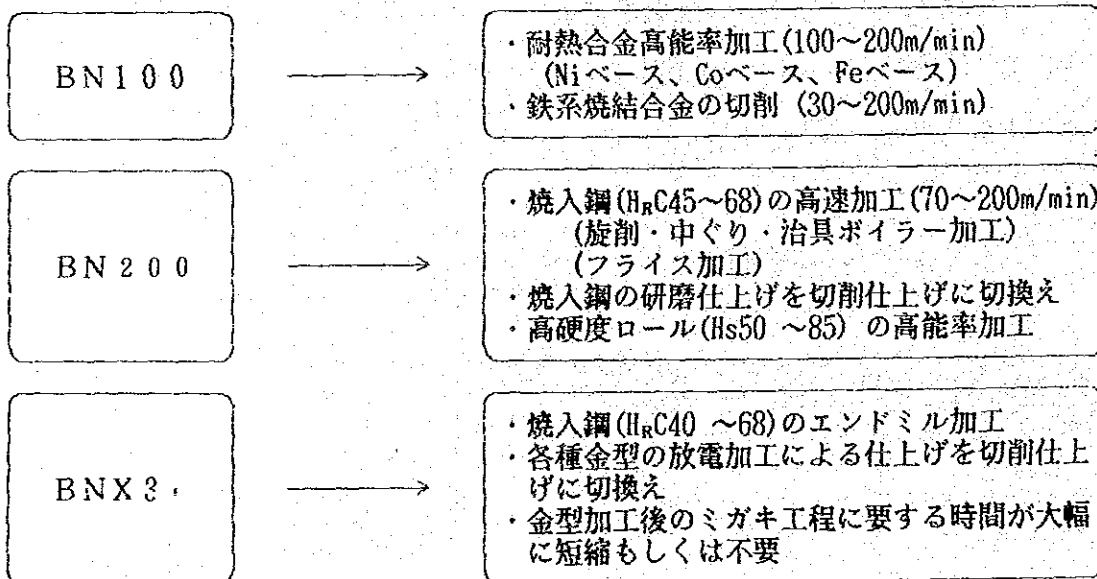
BN200：特殊結合材との組合せで靱性、耐熱性にすぐれています。このため、

- ① 焼入鋼や高硬度鋳鉄の高速・高エネルギー加工に最適。
- ② 焼入鋼部品の研削から切削仕上げに切換え可能。

BNX3：微粒CBNと特殊結合材の組合せで耐チップング性にすぐれています。このため、

- ① 高硬度の焼入鋼のエンドミル加工に最適。
- ② 切削加工のみで1~2 μmの仕上面が得られる。

(() 内は推奨切削速度 V (m/min) を示す)



■推奨切削条件
・BN100

被削材		推奨条件			
材質	代表例	切削速度 V (m/min)	送り f (mm/rev)	切込み d (mm)	
耐熱合金	インコネル718	~150	~0.15	~3	
	Niベース	インコネル600	~150	~0.15	~3
		ルネ95	~200	~0.15	~3
	K-モネル	~150	~0.15	~3	
	Coベース	ステライト コルモノイ	~150	~0.15	~3
鉄系焼結合金	Feベース	~200	~0.15	~3	
	その他	タンダステン モリブデン	~100	~0.25 ~0.25	~3 ~3
	焼結耐熱鋼 鉄系焼結部品一般	~150 ~200	~0.25 ~0.40	~3 ~3	
超硬合金	焼結 (金属結合剤を15%以上含むもの)	~30	~0.25	~1	

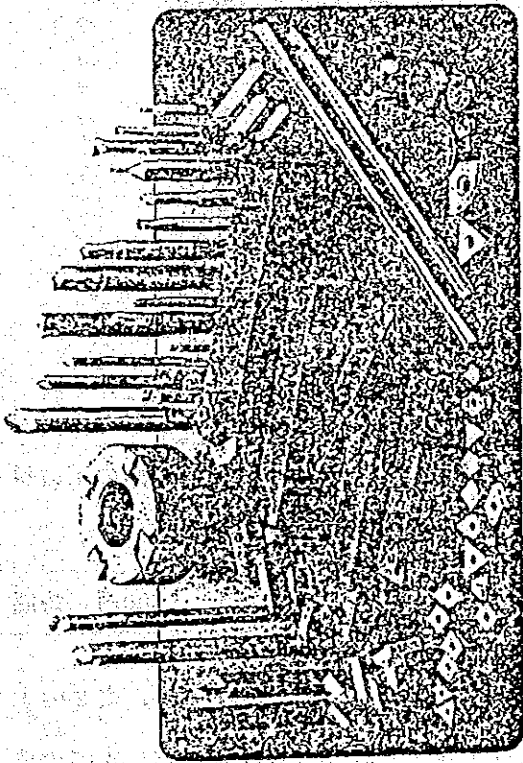
■BN200

被削材		推奨条件			備考		
材質	代表例	硬度	切削様式	切削速度 V (m/min)		送り f (mm/rev)	切込み d (mm)
構造用鋼 合金受軸 炭素工具鋼	炭素鋼 SCr, SCM SNC, SNCM SUJ SK	H _R C 45~68	旋ぐその他	70~150	~0.2	~0.5	乾式 湿式 いずれでも可 断続切削で は乾式がよ い
			フライス	100~200	~0.15	~0.5	
合金工具鋼	SKD, SKT SKH, SKS	H _R C 45~68	旋ぐその他	50~100	~0.2	~0.5	乾式 湿式 いずれでも可 断続切削で は乾式がよ い
			フライス	100~200	~0.15	~0.5	
圧延ロール材	フルタマ イイトン ン チルグ レーン ン 鍛鋼・铸鋼	H _s 50~75	旋	70~150	~1.5	~2.5	乾式 湿式 いずれでも可 丸チップ使用
		H _s 75~85	旋	40~80	~0.8	~2.5	

■BNX3

被削材		工具径 (mm)		※Rd > 0.2mm		※Rd ≤ 0.2mm	
材質	代表例	硬度	切削速度 (m/min)	送り (mm/刃)	切削速度 (m/min)	送り (mm/刃)	切削速度 (m/min)
構造用鋼	S□□C	H _R C 40~50	~φ10	30~120	~0.02	30~120	~0.03
			φ10を越え ~φ20	50~150	~0.03	50~150	~0.06
合金受軸	SUJ		30~80	~0.02	30~80	~0.03	~0.03
炭素工具鋼	SK		30~80	~0.025	50~120	~0.05	~0.05
合金工具鋼	SKD, SKT SKS	H _R C 51~65	50~120	~0.025	50~120	~0.05	~0.05
高速度鋼	SKH		50~120	~0.025	50~120	~0.05	~0.05

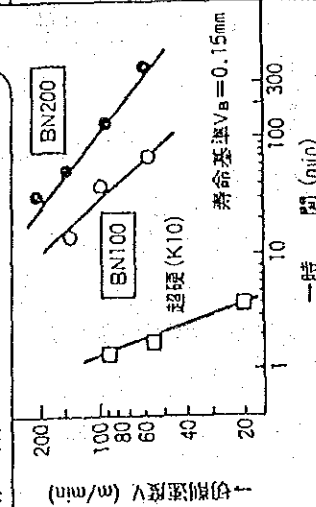
※Rd (半径方向の切込み)



組成	BN100	BN200	BNX3
CBN含有率	多	中	少
硬度(Hv)	4000~4500	3000~3500	2500~2700
組織			

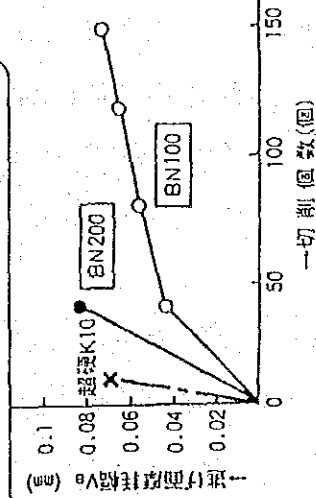
性能

焼入鋼旋削における寿命線図



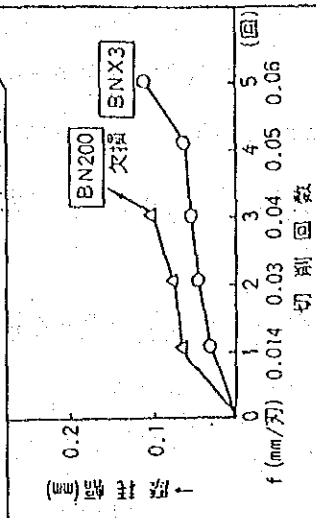
(被削材: SCM415(深炭焼入れ: HRC65)
 (工具: ハイト, $f=0.1 \text{ mm/rev}$, $d=0.2 \text{ mm}$, dry)

焼結耐熱鋼旋削における耐摩耗性



(工具: SNG432 切削条件: $V=6 \text{ km/min}$
 $d=0.2 \text{ mm}$, $f=0.5 \text{ mm/rev}$, dry)

焼入鋼エンドミルにおける耐欠損性



(工具: BNET32R
 被削材: SKD4
 $N=1,000 \text{ rpm}$
 $f=0.014 \sim 0.06 \text{ mm/刃}$)

附表一（４）

■スローアウェイバイトの経済性

スローアウェイ工具が多く使われるようになったのは特殊な事情をのぞいては特長を総合して経済的に有利であるからにはありません。

ここでスローアウェイバイトと従来のロウ付けバイトの工具費、加工費について比較してみます。

ロウ付けバイトの1切刃当りの費用 C_B は

$$C_B = \frac{B + R_c \cdot n}{1 + n}$$

B : ロウ付けバイトの購入 (円/本)

n : ロウ付けバイトの再研削回数

R_c : 1回当りの再研削費 (円/本)

スローアウェイバイトの1刃当りの費用 C_T は

$$C_T = \frac{H + a \cdot N + A}{Z \cdot N}$$

a : スローアウェイチップの購入価格

A : ホルダ廃却までに要する部品費用

H : スローアウェイバイトホルダの購入価格 (円/本)

N : ホルダ廃却までに取り替えられるチップ数

Z : スローアウェイチップの切刃コーナー数

表1 計算上の前提条件

スローアウェイ バイトホルダの 平均寿命	ロウ付けバイト の再研削回数	再研削に付随す る時間	ハンドホーニン グチッププレー カ研削	再研削の工数単 価
400切刃物	12回	5分	共に 0.5分	800円/時間

前提条件の表1を基礎に代表的なJIS31-3、33-4について比較すると、表2のようになります。この表から、スローアウェイ工具はイニシャルコストは高いが、実際の費用はロウ付けバイトに比較し、最高で68%、M級チップを使用すればなんと35%の費用しか掛らないことがわかります。また、図1は再研削回数、再研削費と工具費の関係をグラ

フで表しています。

図のみかたは①1切刃当たりの再研削費をユーザーの実状にそって決め(この場合は50円/切刃物とした⑤)そこから縦軸と平行に線を引く。②使用バイトの再研削回数を設定(鋳鉄用として $n=16$ とした)し、その交差をⒶとします。

③Aより横軸に平行に引いた線とタテ軸(1切刃当たりの工具費の線)との交点をⒷとします。(100円/切刃)

スローアウェイバイトでは、1切刃の工具費は一定ですから、横軸に平行な線となります。

したがってこの平行線より上にある部分ではスローアウェイバイトが有利であり、下にある部分ではロウ付けバイトが有利な範囲となるわけです。

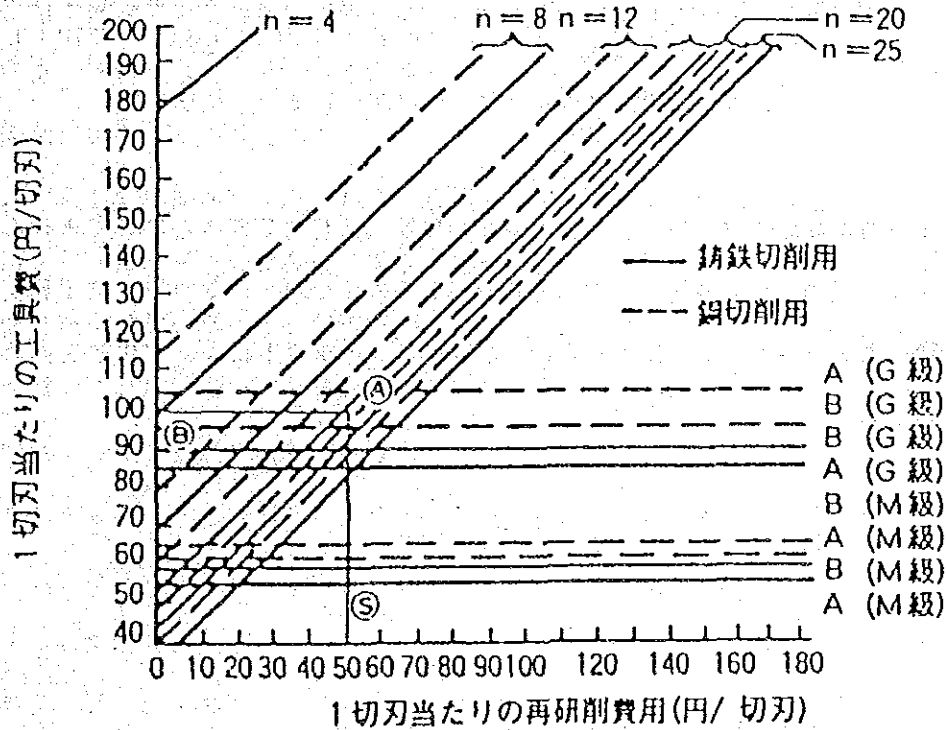


図1 再研削費と工具費の関係 (31-3 バイト)

■工具費

ロウ付けバイトの1切刃当りの費用 C_B とスローアウェイバイトの1切刃当りの費用 C_T の比較

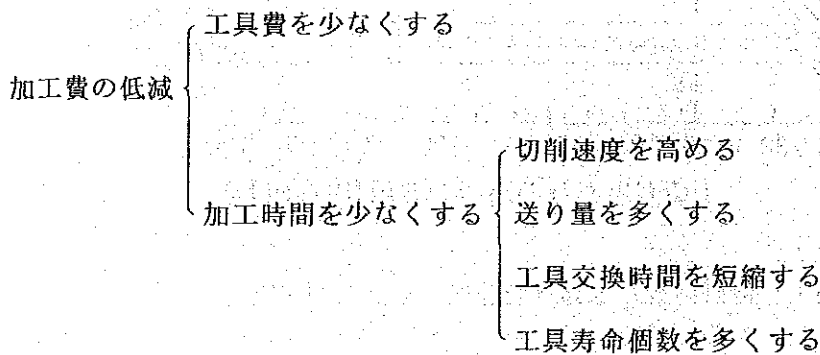
表2 ロウ付けバイトに対するスローアウェイバイトの工具比率

種類		被削材	J I S 31-3 相当				J I S 33-4 相当			
			鋳鉄		鋼		鋳鉄		鋼	
		工具費	工具費	比率	工具費	比率	工具費	比率	工具費	比率
ロウ付けバイト			130	1	153	1	168	1	194	1
スローアウェイ バイト	Aバイト	G級	84	0.65	104	0.68	91	0.54	112	0.58
		M級	54	0.42	60	0.39	59	0.35	67	0.35
	Bバイト	G級	89	0.68	95	0.62	96	0.57	104	0.54
		M級	59	0.45	64	0.42	65	0.39	70	0.36

(ただし鋼切削用にはチップブレーカがついている状態です)

■加工費

いかに工具費が低減されても、加工費が少なくなければ有利であるとはいえません。スローアウェイ工具の本当の目的は、工具費の低減もその一つだが、それ以上に工具交換に要する段取り費の削減や複雑な工程も合理的なツールレイアウトによって生産を高めることができるからです。



附表一（５）

ドリルタッパ

ぐ〜んと能率アップ!!

ビッグドリルタッパは、従来のマジックチャックにタッピング機能をもたせた工具迅速交換チャックです。

タップ保護用安全クラッチは最もシンプルなスプライン方式で、各サイズごとに最適に調整しており、安全かつ故障知らずです。

量産加工はもちろん、治工具工場では抜群の作業性を発揮いたします。

特長

① 3秒で工具交換OK!

1箇所のタッピングには、穴明、面取、タッピングと3回の工具交換が必要ですが、これらをトータル9秒でクリアーします。

② 完全自動の安全クラッチ!

盲穴、通し穴に関係なく、トルク調整は一切不要。本体に内蔵した精密な安全クラッチと専用タップホルダーの組合せで安心してタップ作業ができます。

③ 他に類を見ないタッピング範囲

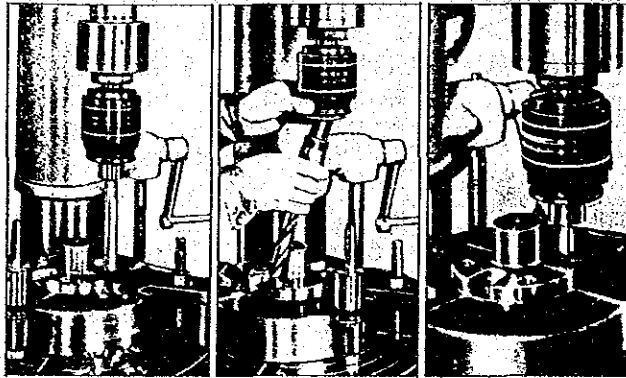
1機種でこれだけ広いタッピング能力は他に類を見ません。

④ 機械主軸のテーパ保護に最適!

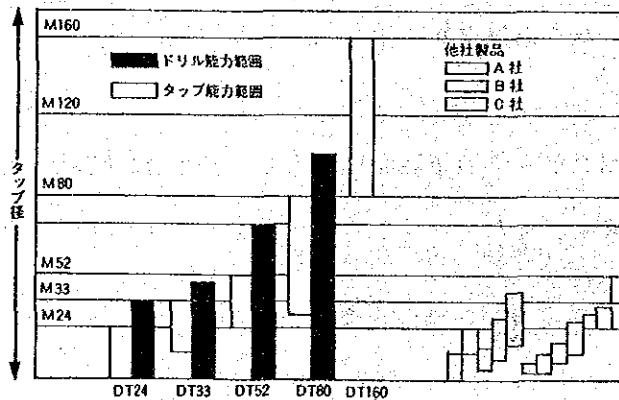
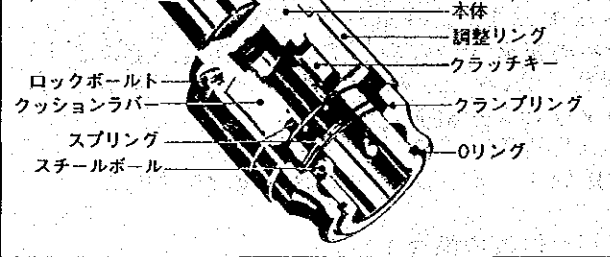
ドリルタッパ一台でドリル、リーマ、座ぐり、タップとあらゆる工具を使用でき、機械主軸テーパはまったくの損傷知らずです。

⑤ すぐれた耐久性

他のタッパに比べクラッチの接触面積が広く、また最高級鋼の使用と精密研削仕上で長期間の使用に耐えます。また、クラッチキーとクッションラバーの交換のみで半永久的に使用できます。



■ 内部構造図



附表-(6)

ホールテスト<セット>

369シリーズホールテスト(三点式内側マイクロメータ)

符 号	測定範囲	最小読取り値	標 準 付 属 品
Dセット	2~3mm (2個組)	0.001mm	セットリングφ2.5 1個 六角棒スパナ 1個
価格(円)			287,250
Eセット	3~6mm (3個組)	0.001mm	セットリングφ4 1個 セットリングφ5 1個 六角棒スパナ 1個
価格(円)			356,250
Fセット	6~12mm (3個組)	0.001mm	セットリングφ8 1個 セットリングφ10 1個 エクステンションロッド(100mm) 1個 スパナ 2個 六角棒スパナ 1個
価格(円)			207,900
Gセット	12~20mm (2個組)	0.005mm	セットリングφ16 1個 エクステンションロッド(150mm) 1個 スパナ 2個 六角棒スパナ 1個
価格(円)			146,100
Hセット	20~50mm (6個組)	0.005mm	セットリングφ25 1個 セットリングφ35 1個 セットリングφ45 1個 エクステンションロッド(150mm) 1個 スパナ 2個 六角棒スパナ 1個
価格(円)			463,650
Jセット	50~100mm (5個組)	0.005mm	セットリングφ50 1個 セットリングφ70 1個 セットリングφ90 1個 エクステンションロッド(150mm) 1個 スパナ 2個 六角棒スパナ 1個
価格(円)			530,700
Kセット	100~200mm (4個組)	0.005mm	セットフレームφ125・φ175用 1個 エクステンションロッド(150mm) 1個 スパナ 2個 六角棒スパナ 1個
価格(円)			668,700

単体

L形は単体のみです。

符 号	測定範囲	最小読取り値	価格 (円)
L 1	200~225mm	0.005 mm	177,900
L 2	225~250mm	0.005 mm	188,250
L 3	250~275mm	0.005 mm	198,600
L 4	275~300mm	0.005 mm	208,800

※スパナ1個、六角棒スパナ1個が標準付属品です。

・測定子を交換することにより、特殊形状の内径も測定できます。

・F・G・H・J・K・L形は、カウントタイプも製作いたします。

3点で円の内側に接触するため、2点式の測定器に比較してはるかに使いやすく、安定した値が得られラチェットストップの回転による微小な軸方向の震動が、ホールテストに自動的な求心作用を与えるため、測定に熟練を要しません。真円でない孔の内径（楕円形、三角形あるいは多角形、たる形、円錐形などの単独あるいは組合わされた形）の場合でも2点式よりはるかに使いやすく、正確に測定でき、シャフトの軸方向の膨張が測定結果に影響しないなど、温度変化が測定に影響しない構造機能をもっております。精度は従来の単体、組合せ内側マイクロメータよりさらに一段と高精度です。

・測定面は、超硬合金チップを使用しています。

・深穴の測定も可能です。（但しF~K、L1~L4はエクステンションロッドを使用）

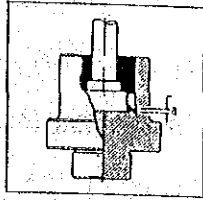
・替測定子、替駒測定子は、Gタイプから取付けられます。

・替測定子、替駒測定子を取り付けることにより、スプラインの測定、丸溝の測定などができます。

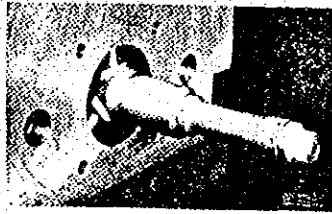
・定圧装置付

・盲穴の底面近くまで測れます。

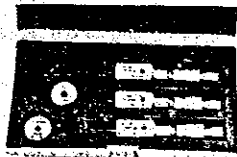
・D・Eは2点式です。



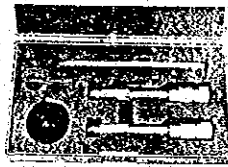
符 号	a (mm)
F	2
G	0.5
H	0.5
J	2.5
K	11.5
L	11.5



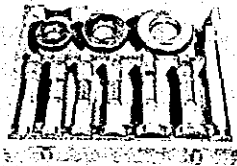
測定例



Dセット



Fセット



Gセット



Hセット

2-2 製缶工場の近代化

2-2-1 近代化に向けて

製缶工場はコンクリートミキサーの機種変更にともない急激に曲げ加工、溶接作業が増大し、その改善、生産性向上が急務となっている。工場としてもこの問題に直面し近代化計画にそって設備の改善、能力の増大、各工程のバランスをはかることを計画、実施中である。計画の主旨はプレス棟に各種設備を設置し製缶工事の部品片を集中生産し、部品片の工作精度を高めようとはかっている。製缶第一工場では部品片の仮組立、溶接、全体組立品の溶接を主に、溶接機を主設備とした配置で行っている。また、目下、溶接第二工場を建設中で、ここでは将来鉄構造物の製作を行う予定である。

1) 部品片（単品加工）の加工技術

ほとんどの部品片がプレス棟内の設備で切断されたり、曲げられたり、あるいは部分的に溶接されて、造りあげられていく。この一連の加工工程で最もネックとなっている工程の加工技術と近代化へ向けての生産技術の導入を提案する。

2) 組付け、溶接技術の向上

製缶第一工場ではプレス棟から送りこまれた部品片を仮組みして精度調整をしながら全体溶接を行って部品を造りあげて行く。この加工工程における工作技術と生産設備に焦点をあて、組み立て、治工具の活用、溶接にCO₂半自動溶接機の採用を提案する。

2-2-2 自主検査体制の確立

1) 製缶工場の自主検査のあり方

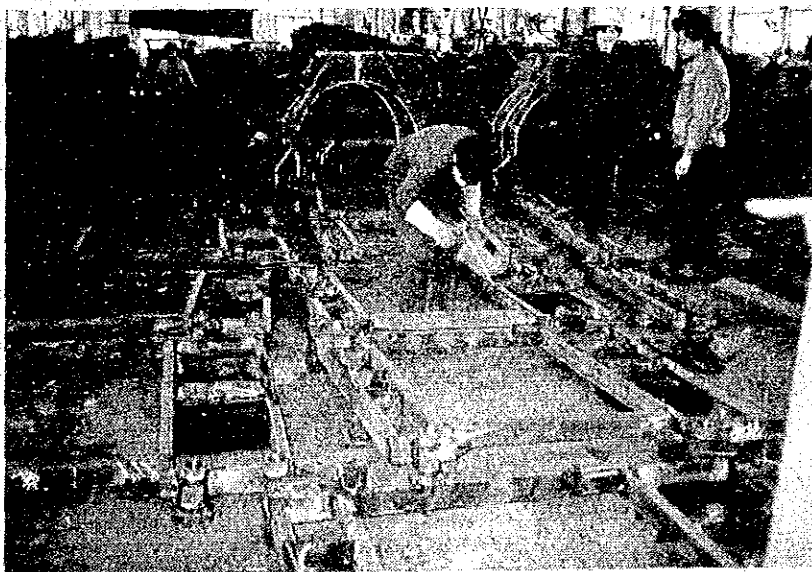
製缶工場は単純に部品を加工するだけの工場であってはならない。同一部品片を数多く作業者の手作業で造るところであり、その品質のばらつきが後工程の組立工場の生産活動に大きく影響する。組立工場で行われているコンクリートミキサー組立工程中の調心作業、現物合せドリル加工、現場溶接、などの現物合せ作業はいずれも製缶工場の工作精度不良に起因するものである。こうした後おくり現象は製缶工場の管理監督者自身が原因を探り改善の手を指しのべるべきで“工作上やむをえない”と対策を放棄することは近代化への第一歩をあきらめているようなものである。工場の管理監督者皆んなで対処すべき問題といえる。積極的に取組んで問題解決に当たってほしいものである。

2) 作業者に自主検査の意識をもたせる。

作業者は与えられた仕事を決められた時間内で完了させることは当然のことであるが、往々にしてその作業中に品質を作り込むことを忘れがちである。特に製缶加工は機械加工と違って寸法公差が甘くなっていると思いがちである。製缶加工だから甘くて良いということはありません。いかにして品質を保証するか製缶工事に従事する関係者一同再考すべき問題と考える。調査団が製缶工場を調査中に見聞した事例を述べると次のとおりである。コンクリートミキサーの部品「下部フレーム」(底盤)の検査が検査課員により行われていた。床面にとこせましと並べられた下部フレームのいたるところに不良マークがチョークで指摘されていた。一方、作業者はその指摘された不良部分の手直しを行い部品は組立工場へと送り込まれていた。自主検査は確実に実行されていたがそれでも不良手直しが多いのはなぜか。検査課員の判断基準と作業者の判断基準に差があることが原因で共通の判断基準すなわち溶接作業基準、溶接検査基準などが必要でこれを作業者に十分に教育指導し、作業にあたっては基準を守るよう指導することである。

製缶工場では自主検査の技術レベルを向上させることが、とりもなおさず近代化への第一歩である。溶接の訓練を行う教育の場を工場の一隅に設置することを提案する。

次に図V-2-24に下部フレーム(底盤)の検査と手直し状況を示す。



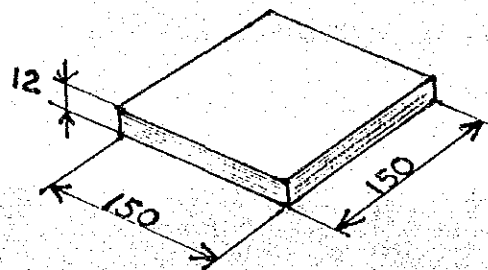
図V-2-24 下部フレーム検査、手直し状況

2-2-3 プレス棟工場の加工技術の改善

(1) ガス切断作業の機械化

韶関工場はガス切断作業のほとんどが、手動ガス切断器を使用した手切りであった。能率面から見れば生産性向上はほとんど望めない状態であり、一方では切断精度が悪く、組付け、溶接作業に支障をきたす。NC自動ガス切断機と手切り作業では能率面における相違点があり簡単に説明すると次のとおりとなる。図V-2-25に示すような平行四辺形の部材をガス切断したときの対比を行なってみた。NC自動ガス切断機の切断速度は表V-2-5より算出した。手切りの場合はNC自動ガス切断機の手切り速度より15~20%落ちるとして、ガス切断の能率を比較した。

	NC自動ガス切断機	手 切 り
板 厚	12mm	12mm
切断全長	600mm	600mm
切断速度	400mm/min	350mm/min
切断能力	5個切り	1個切り
切断面の粗さ	良 好	一般的かあるいはそれ以下となる
1個当りの加工時間	1分30秒	1分43秒
5個単位の加工時間	"	7分35秒



図V-2-25 ガス切断部材

NC自動ガス切断機は手切り作業に比べて切断の能力が5倍ぐらいあり、かつ切断速度が速く約6倍の能率向上が期待できるとともに、生産性向上にはたす役割は多大である。

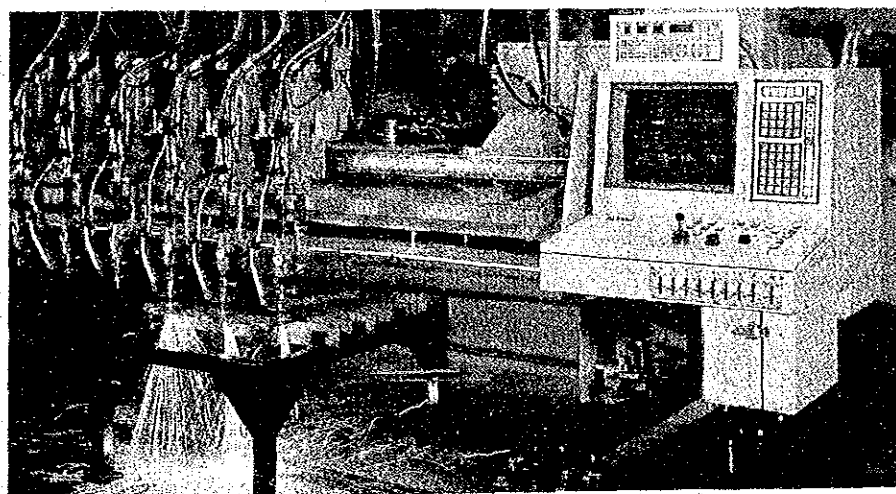
また一連の切断作業の機械化は生産工程に及ぼす影響は大きく、とりわけ前工程の「けがき作業」が手切り工程では連動して必要とされているが機械切断では不要となり削除可能な工程となる。

表V-2-5はNC自動ガス切断機の切断速度と酸素圧力の関係を示す。

図V-2-26にNC自動ガス切断機を示す。

表V-2-5 NC自動ガス切断機の切断速度と酸素の圧力

鋼板の厚 (mm)	切 断 速 度 (mm/分)	1 mの切断に要する時間 (分)	酸素の圧力 (kg/cm ²)
4	450 ~ 500	2.0 ~ 2.2	2
5	400 ~ 480	2.1 ~ 2.5	3
10	340 ~ 450	2.2 ~ 2.9	3.5
15	300 ~ 375	2.7 ~ 3.3	3.75
20	260 ~ 350	2.8 ~ 3.8	4
25	240 ~ 270	3.7 ~ 4.2	4.25
30	215 ~ 250	4.0 ~ 4.7	4.5
40	180 ~ 230	4.3 ~ 5.5	4.5
60	160 ~ 200	5.0 ~ 6.2	5
80	150 ~ 180	5.5 ~ 6.7	6
100	130 ~ 165	6.0 ~ 7.7	7



図V-2-26 NC自動ガス切断機

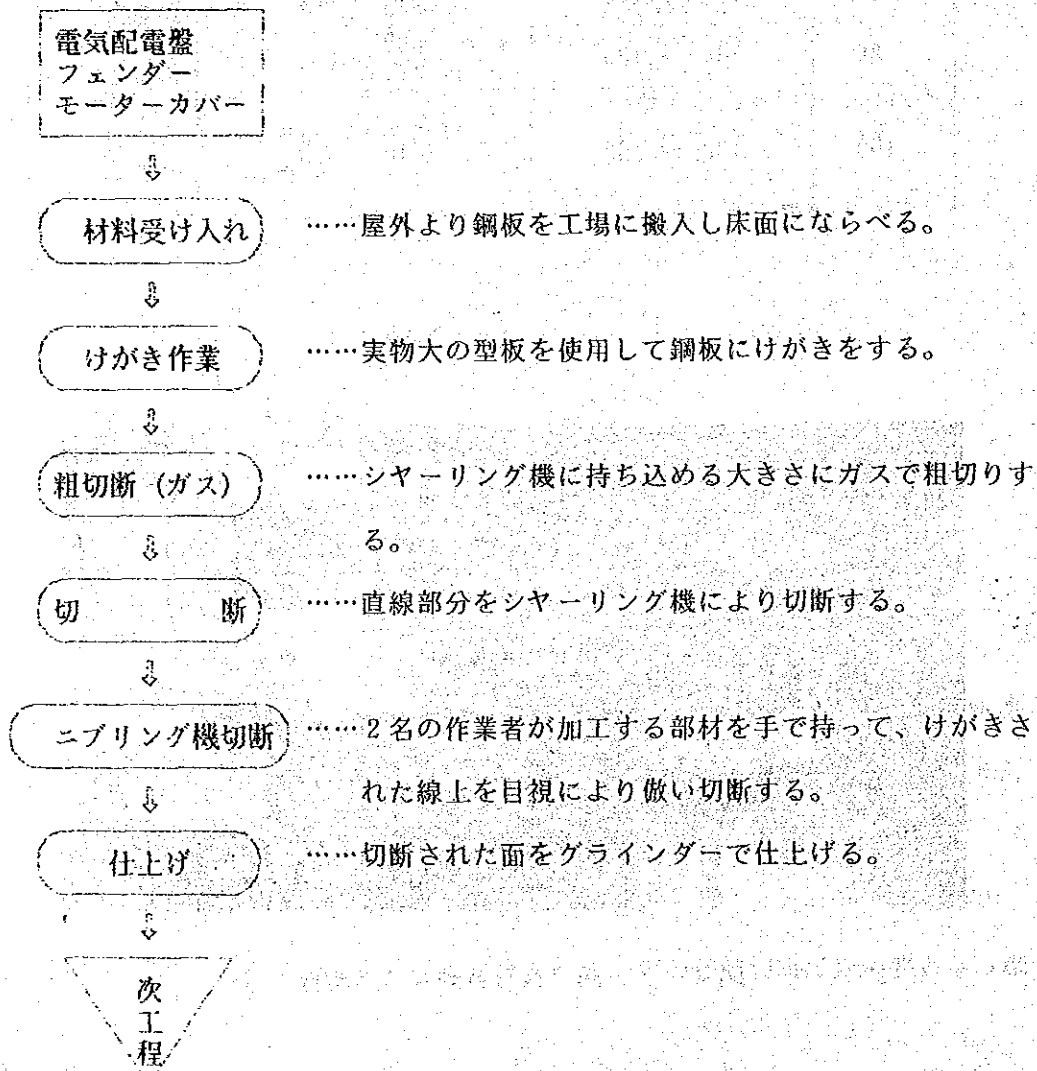
生産管理面から見ると工程とは物理的に最少の工程数で編成管理されるべきものであり、加工技術面からは生産性向上のあくなき追求が目的である。

前述の対比は一般的な比較である。コンクリートミキサーの部品片はさらに複雑な形状が多く、もはや手切り作業では能率面、品質面ともに対応できる状態ではなく、自動切断機の導入が必要である。

(2) 薄板加工技術の向上

IV編工場の現状の2-2-1-(4)薄板加工作業、図IV-2-1ニブリング機による切断作業状況でも述べたとおり、電気配電盤、フェンダー、カバー等に薄板が多く採用されている。

これらの加工方法として次の薄板加工手順が用いられていた。



薄板加工の中でニブリング機による切断工程は人間の勘と経験、すなわち高度な熟練を要求される工程であり、作業能率の向上と品質面の精度向上は期待できない。

なぜならばこのような一般的な汎用設備は機械の操作を手で動かすために、けがき線に倣って切断することがむずかしく、切断された部品の精度が悪い。

したがって、倣い式ニブリング機の導入による加工技術の確立が望ましい。

この倣い式ニブリング機（倣式振動機）は実物大の模範を固定し、その模範に倣って別置きされた薄板にタレットパンチされ、模範どおりの製品が完成する。

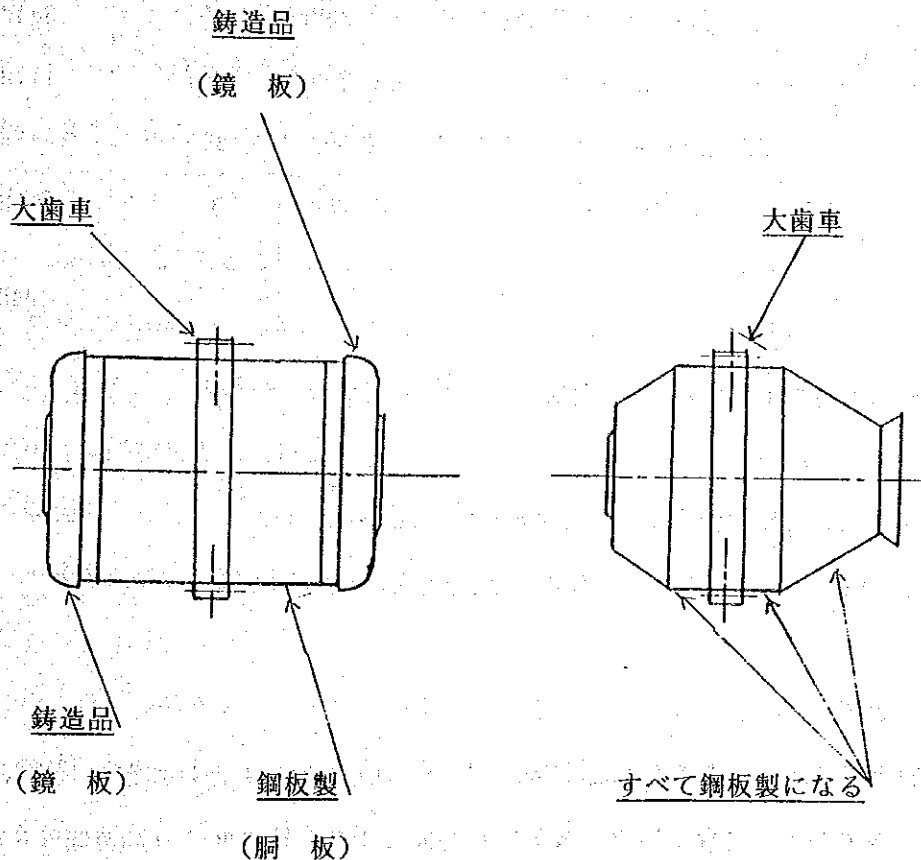
この倣い式ニブリング機の特徴は模範の精度が確保されていれば、新入社員でも素人も短期間（4～7日間）で技術習得できるものである。

また能率面では、くり返し生産を行うのに適し、品質面においても模範の損耗、変形がない限り、安定した品質が得られる。

(3) ロール曲げ技術の確立

主力機種である、コンクリートミキサー J Z 型の主要部品であるミキサードラムが鋳造品から鋼板製に設計変更されている。

この設計変更を図 V-2-27 に示す。



従来の J G 形コンクリートミキサー 主力機種となる J Z 形コンクリートミキサー

図 V-2-27 設計変更されたミキサーの構造

この設計変更により、鋼板の曲げ加工工程（主にロール曲げ）が大幅に増加し、現状の加工技術と加工設備では1990年度の生産量の目標を達成することは困難である。

この主たる理由は次のとおりである。

（表V-2-6 製缶工場の工数定額表を参照）

(a) JZ350 ミキサーの図番2-2-1-1投入錐体（送料錐体）

(b) " " 2-2-1-2円柱体（円柱体）

(c) " " 2-2-1-3放出錐体（出料錐体）

この3点の部品がロール曲げ加工を必要とするものであり、工数定額は各々次のとおりである。

表V-2-6 工数定額表

名 称	部 品 名 称	数 量	ロ ー ル 曲 げ 工 数 定 額	生 産 量 / 月 (台)	山 積 工 数 / 月
JZ-350 コンクリート ミキサー	投 入 錐 体	2 個	@1.00 2.00Hr	167	334Hr
	円 柱 体	1 個	0.70Hr	167	117Hr
	放 出 錐 体	2 個	@1.25 2.50Hr	167	418Hr
JC6トラック ミキサー	ドラム本体	1	14.90Hr	8.4	125Hr
合 計					994Hr

この月間山積み工数に対する消化能力は、ロール曲げ作業員3名にて実施しているので消化工数は、次のとおりとなる。

$$25日 \times 8時間 / 日 \times 3名 \times 出勤率97\% = 582 時間 / 月$$

であり、170%の能力オーバーとなり生産計画は達成できない。

1) 原因と対策

この原因はミキサードラムの設計変更に伴い、従来はロール曲げ作業がドラム中央の円柱体のみであり、月間山積み工数が117時間とJC6輸送車の125時間の合計242時間であり十分消化できていた。

また現状設備の汎用3軸ロール機はその機能からして端曲げ加工ができず、後工程で

修正作業がともなう。

修正作業に要する工数は次のとおりである。

別表V-2-7 製缶工場の工数定額表の“校正”欄参照のこと。

図番	名称	数量	修正工数	生産量/月	山積時間/月
2-2-1-1	投入錐体	2	@1.40 2.80Hr	167台	478 Hr
2-2-1-2	円柱体	1	3.30Hr	167台	551 Hr
2-2-1-3	放出錐体	2	@1.75 3.50Hr	167台	585 Hr
合計					1,614 Hr

端曲げ作業が3軸ロール機ではできないために、後工程で1,614時間/月の修正工数が発生する。

この作業は3名の作業者が定盤上に錐体を置き大型ハンマーにてたたき作業により円錐体を完成するもので、人件費のロスと、ハンマーにてたたき打痕をつけてしまう。

またハンマー打痕は品質管理面から見て好ましくないので、最終工程の組立工場でパテ付け、磨き作業を余分に行い完成させている。したがってハンマーにて叩く作業と、組立工場で行っているパテ付けと磨き作業を廃止し、生産性向上と品質の向上を目的に4軸ロール曲げ機を検討する。

2) 3軸ロール曲げから4軸ロール曲げに改善する。

ベンディングロール機は、ロールの回転により加工板に曲げの力を加え、広幅板の曲げを順次行う機能をもっている。

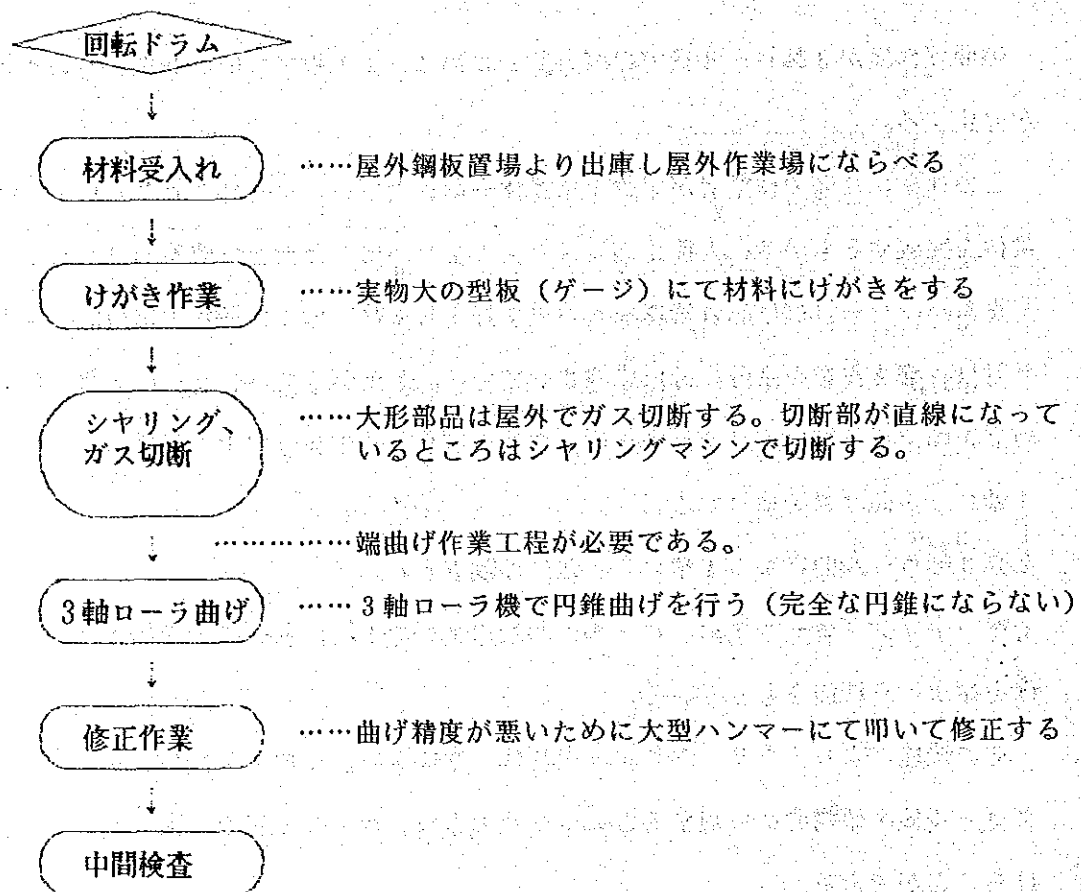
その機能によりミキサードラムの円柱体、錐体等の曲げ加工が行われる。ベンディングロール機を機構的に分類すると、ロールの本数、ロールの配置によってその種類をわけることができる。

すなわちロールの本数には3軸ロール、4軸ロールが一般的である。3軸ロール、4軸ロール機は図V-2-28に示すごとくピラミッド型、イニシャルピンチ型、ピンチピラミッド型にわけることができる。

従来から使用されている主力ロール機は一般的に3軸ロール機である。これはおもに加工能力に重点がおかれ採用されていた。

近年では、とみに使用者より強く要請され始めている「曲げ加工の高精度化」と「加工の効率化」に対し3軸ロール機では対応できないことから、現在では3軸ロール機から4軸ロール機へと需要の主力が移り変っている。

特に韶関ショベル工場の製缶工場では3軸ロール機によるロール曲げ作業で、端曲げ作業の工程を生産工程として組み入れなければならないが、端曲げの設備がない。製缶工場ではやむを得ず端曲げ作業工程を抜いて直接ロール曲げ工程へと移す。その工程の流れは次のとおりである。



次に3軸ロール機と4軸ロール機の曲げ工程における作業分析の比較表を示す。

（図V-2-29 ロール曲げ比較表参照）。

3) 効果

この比較表からもわかるとおり、同一材料の曲げ作業で4軸ロール機は3軸ロール機に比較して3倍の能率が達成できる。また後工程で発生する、ハンマーにてたたいて修正する作業工程は完全に廃止できるとともに仕上塗装工程で発生するハンマー打痕のパテ付け、パテ磨きの余分な工程もなくなる。

したがってロール曲げ作業を改善することにより、工場全体におよぼす生産性向上の波及効果は、はかりしれないほどである。

表V-2-7 製缶工場の工数定額表

韶关挖掘机制造厂			铆焊车间另件工时定额表																	产品名称	编制	批准	
																				型号	审核	1987年11月22日	
另件号	另件名称	每台数量	工 序 及 工 时																	合 计			
			下料	剪	剪	冲	划	钻	钻	弯	修	配	点	气	电	卸	校	磨	开		清	清	
350.2.3-3	小叶片	2	0.04	0.05					0.08	0.05		0.05	0.05		0.1		0.25				0.025		1.41
4	大叶片	2	0.14	0.2					0.3	0.2							1-				0.1		3.88
2.2.1-1	进料锥体	1/2计	0.2 0.04	0.07					0.5	1-		0.25	0.13		0.3	0.3	0.7 0.7	(装进料口卷)			0.23		9.6
2	圆柱体	1	0.3 0.2	0.34					1-	0.7	0.4	0.2	0.1		0.25	0.7	1.3 2-				0.45		8.14
3	生料锥体	1/2计	0.23 0.05	0.08					0.6	1.25		0.25	0.13		0.5		0.75 1-				0.25		11.08
350.3.1	进料斗体	1										0.8 1.6 1-	0.6 1.6 1-		2- 3- 2-		0.6 3-	0.45					17.85
A14.10.1-1	生料口板	1	0.15	0.2					0.15	0.2							0.1				0.05		0.85
350.3.1-2	前则板	2	0.035	0.05													0.03						0.32
A14.10.1-3	上盖板	1	0.1	0.12	0.07				0.11	0.2											0.035		0.635
1-5	安全角钢	2	0.04	0.03	0.015																		0.17
350.3.1-6	后盖侧板	各1	0.04	0.05	0.05		0.04	0.045		0.05		0.05	0.05		0.085		0.08						1.08
7	角 钢	1	0.025			0.1			0.05	0.12	0.06	0.15	0.15		0.25		0.1						1.055
A14.10.1-8	耳	2	0.01	0.015						0.02													0.09
9	耳子垫板	2	0.012	0.017													0.03						0.118
10	垫 板	2	0.012	0.017													0.015						0.088
350.3.1-11	底 板	1	0.08	0.1									0.2 0.2										0.58
13 14	左右支承板	各1	0.035	0.045			0.04	0.045	0.15	0.035							0.05				0.04		0.88
15	中间支承板	1	0.013	0.02													0.015						0.048
16	半字支承板	1	0.03	0.035		0.05			0.13	0.03	0.05	0.045	0.015		0.2		0.05				0.05	0.05	0.765
合 计			2.716	2.063	0.16	0.25	0.16	0.18	4.7	6.95	0.25	6.75	5.275		9.67	1.3	16.27	0.45			0.05	1.895	58.639

	ピッチ下型	<p>2本の下部ロールで板を受け、上部ロールで、その中央部を押して曲げる構造となっている。ただしこの型は、端曲げが不可能なため、作業時間が合理化できない。</p>	
3本ロール機	イニシャルピンチ型	<p>上下に配置した2本のロールで、加工板を挟み、ピンチロールの後に配置された、サイドロールで加工板を加圧加工する形式。一方の端曲げ加工完了後、材料の入れ換えを行い、他端の端曲げをしなくてはならない不便さがある。</p>	
	ピンチピラミッド型	<p>イニシャルピンチ型と、ピラミッド型を併せ、加工板の入れ換えなしに両端の端曲げが行える。ピラミッド型として、端部以外の部分の曲げを能率よく行えるようにしたものである。</p>	
4本ロール機		<p>4本ロール型は、機械センターを中心に、上下2本、左右に2本のロールが配置されている。この型式の特色は、加工板の入れ換えをすることなく、能率的に端部まで、一様な成形ができることであり、板曲げロール機としては、最高の形式である。</p>	

図V-2-28 ロールの機構

曲げ形状		板厚		幅		長さ		曲げ直径	
円筒曲げ		6mm		2500mm		2827mm		φ900mm	


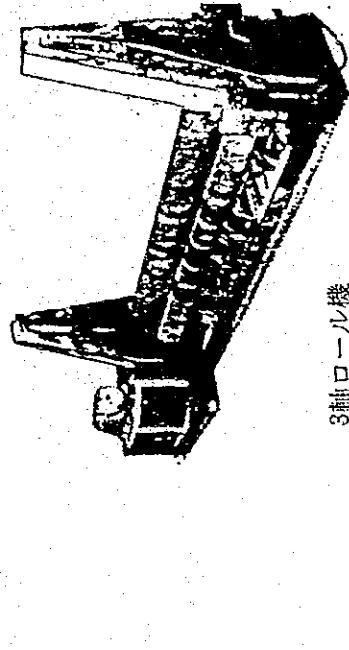
工程		4軸ローラー機操作法		3軸ローラー機操作法	
工程	時間	工程	時間	工程	時間
端曲げ					
① 材料セット (クレーン使用)	1分	① 材料セット及び平行出し (クレーン使用)	1分	① 材料セット及び平行出し (クレーン使用)	1.5分
② 材料端面をサイドローラーに突き当て平行出し、上部ローラーで材料をピンチング	1分	② 片側端曲げ (曲げ回数5~10回)	1分	② 片側端曲げ (曲げ回数5~10回)	5分
③ 片側を端曲げ	1.5分	③ 材料反転及び平行出し (クレーン使用)	1.5分	③ 材料反転及び平行出し (クレーン使用)	2分
④ 反対側に端曲げ部を送る	1.5分	④ 反対側端曲げ (曲げ回数5~10回)	1.5分	④ 反対側端曲げ (曲げ回数5~10回)	5分
胴曲げ					
⑤ 円筒曲げ	4分	⑤ 3本ローラー材料セット (クレーン使用)	2分	⑤ 3本ローラー材料セット (クレーン使用)	2分
⑥ 5回曲げ ロールスピード 最大 5m/min	15分	⑥ 円筒曲げ 5回曲げ ロールスピード 3m/min 上ローラーは手動でネジ押し	15分	⑥ 円筒曲げ 5回曲げ ロールスピード 3m/min 上ローラーは手動でネジ押し	15分
⑦ 製品取出し 上ローラー路上 油圧式	4分	⑦ 製品取出し 上ローラー路上 油圧式	4分	⑦ 製品取出し 上ローラー路上 油圧式	4分
合計	10.5分	合計	10.5分	合計	34.5分
<ul style="list-style-type: none"> ● 上ローラーと下ローラーによる一貫した板のピンチングにより、搬入から完成まで板の滑りやずれが全くなく、正確な曲げ精度と抜群の操作性を発揮する。 ● 左右対称のサイドローラーの同調とインジケータ方式により、正確な端曲げが行える。 ● 押り易い簡単な操作で、短時間に使いこなすことができる。 		<ul style="list-style-type: none"> ● 全体に操作が難しく、精度を出すのに容易ではない。 ● 使いこなすには相当の経験と時間を要する。 		<ul style="list-style-type: none"> ● 全体に操作が難しく、精度を出すのに容易ではない。 ● 使いこなすには相当の経験と時間を要する。 	
 <p>4軸ローラー機</p>		 <p>3軸ローラー機</p>			

図 V-2-29 ロール曲げ比較表

2-2-4 組付け、溶接作業の改善

(1) 組付け作業

製缶工場における組付け治具は、大物部品ではドラム、下部フレーム、ホッパー、サポート等に対して完備している。また中、小物部品のフェンダー、工具箱、ブラケット類に対しても、現場作業員の智恵と努力の結晶として完備されている。

しかし、この治具類は作業者が与えられた割当て量を達成するための手段として造り上げたものであって、工作精度の面では十分でない部分もある。それらを次に示す。

- a) 組立工場における現物合せによるドリル穴作業をしていること。これらは組付け治具の改善により、製缶工場ですべて対応できるものである。
- b) 組立工場におけるブラケットの現物合せによる、取付け、溶接を実施していること。これらも工作精度の向上をめざし治具の改善をするなどして製缶工場ですべて対応すべき問題である。

(2) 溶接作業の標準化

製缶工場の品質管理で特に整備しなければならないものは溶接の標準化である。

誰がどの部品を溶接しても必ず均一な精度をもって溶接されなければならない。技能等級が2級だから悪かった、5級の作業員だから品質の良い製品が完成した、などの言い訳では生産性はもとより品質面でも問題が残る。

すなわち溶接作業の標準化を図り、現場の作業員に溶接技術を徹底教育して始めてその効果が期待できる。いくら立派な標準書ができていても現場の作業員が活用しなければ無用となる。溶接の標準書の内容はその企業の技術レベルをあらわす尺度ともなる。その企業の特徴を入れた独特のものでなくてはならない。参考として図V-2-30、図V-2-31、図V-2-32、にその具体例を示す。

(3) 溶接作業の効率化

一般的に手溶接棒はその長さの10%がスクラップとなる。箱の中とか狭い場所の溶接では更にスクラップとなる量が増大する。

これは補助材料費が増加するばかりでなく、生産性にも影響を及ぼす。すなわち人間の手作業を主体とする手動溶接では手溶接棒を1本溶接するごとに棒を交換しなければならない。

この棒の交換は段取り作業であって、なくなることはない。この棒の交換の時に溶接作業者のひと休みとなり若干のロスタイムが発生する。小さなロスタイムではあるが交換回数が多いため無視できないものである。

すなわち溶接作業の能率をあげるためには自動化が必要である。CO₂半自動溶接機を導入することにより生産性の向上が期待できる。また、このCO₂半自動溶接機の導入だけにとどまらず、周辺を整備することである。

図V-2-33はK社におけるCO₂半自動溶接機の稼働状況である。CO₂の供給装置とキャプタイヤケーブルは180度回転できるビームに吊り下げ、作業の邪魔にならないようにする。作業環境が非常に良い状態で作業ができるとともに床面積が広く利用できる。

(4) 下向き溶接作業で効率化を

またすべての溶接作業の作業姿勢は可能な限り下向溶接にすることが重要である。そのおもな理由は次のとおりである。(図V-2-33 CO₂半自動溶接機の稼働状況参照) 溶接作業工程の中で、溶接位置の移動および反転作業は回転溶接治具を使用する。

この回転溶接治具を使用することにより、段取り時間が27~30%削減できる。すなわち天井クレーンを使用して、反転作業を行うと、一つの箱体の溶接作業では最低、4回の反転作業が必要となる。回転溶接治具を使用することにより、任意の溶接作業姿勢をとることができ、下向姿勢が簡単に得られる。作業者は高度な溶接技術を必要としなくても十分に作業できることになる。

(5) 自動溶接の応用拡大を

製缶工場の溶接工程で、自動溶接(CO₂半自動溶接機を含めて)が実施されていた。この自動溶接装置は、金額の高い全自動溶接機を購入したものではなくCO₂半自動溶接機を自動溶接装置に改善、改良したものである。よく工夫されている。

この自動溶接が実施されている背景には溶接技術が確立されていることになる。すなわち板厚に対する溶接条件として電流、電圧、溶接速度が設定されて、始めて自動溶接が可能となるからである。その実施状況を図V-2-34に自動溶接の稼働状況、図V-2-35に下部フレームの回転溶接治具を使った溶接作業状況、及び図V-2-36に回転溶接治具による溶接作業を示す。

(6) 溶接工場の作業環境改善

製缶工場の溶接職場は環境改善が遅れている部門でもある。その主なものを次に示す。

- a) 溶接棒の残棒、フラックス、煙草のすいがらが床に放置されている。
- b) 床に溶接用キャプタイヤ、アース線、ガスホース類が散乱している。
- c) 工場内は溶接ヒュームがたちこめ充満している。
- d) 工場内は部品の半成品が山と積まれ、工場の床面積が生産のために有効に活用されていないとともに、安全衛生面から見ると不安全状態も見受けられた。

これらは調査団が製缶工場に入った段階で受けた印象であった。「整理」「整頓」「清掃」「清潔」と「躰」は生産活動の原点である。またこれらは日常の生産活動の中から自然に実施されなくてはならない。清掃せよ、整頓せよと管理者、監督者が声を大にしても思うように進まないものである。どうするか。すなわち整理、整頓がしやすい環境を作ることである。その手法を次に示す。

- a) 工程待ち部品、仕掛部品などは、ばらばらに置くのではなくパレットなどを準備し、整理、整頓がしやすい状況にする。
- b) 溶接用キャプタイヤ等の整理が簡単にできる工夫をする。
- c) 煙草のすいが入れ、溶接棒の残棒入れ、スクラップ入れを造りそれぞれ色分けして管理する。

次にK社における整理、整頓、清掃、清潔の具体的な例を紹介する。

図V-2-37は組付け、仮溶接の状況である。CO₂半自動溶接機の供給装置とキャプタイヤケーブルは、180度回転するビームに吊り下げているので床に散乱することがなくなった。

図V-2-38は工程間を部品が移動するために作られた箱式パレットである。加工完了するとフォークリフトで次の工程へ移動するのに便利である。

(7) 大物部品加工に流れ生産方式の導入を

製缶工場第一棟の組付け、溶接工程において、仕掛部品及び工程待ちによる部品の停滞が各所で見受けられた。

- ① 下部フレーム（底盤）が20個ほど工場の床に、ところせましとならべられて検査手直しがおこなわれていた。（図V-2-24参照）
- ② ミキサードラムの組付け工程が進みすぎて、溶接工程に部品が停滞している。

③ ホッパーを15個ほど床にならべて歪み取り作業を行っていた。

こうした現象があらわれると色々の問題が発生する。

① 大物部品を造りすぎることにより、部品は停滞し床面積はいくらでも必要となってきた、安全通路にも部品がおかれ通行できなくなる。

② 部品が停滞することにより周囲の状況が悪くなる。したがって安全の基本である整理、整頓、清掃、清潔、躰がおろそかになる。

③ 1回に加工する数量が多いと加工期間が長くなり、次の生産着手がおくれ、必要とされる納期に間に合わなくなる。

部品が停滞する原因としては、製缶工場に課せられた割当て量を達成するために、班長および作業者が生産を優先するために工程にみだれを生じさせてしまうことにある。

当面は1回に加工する数量が現状では20個程度の単位であるが4～5個程度で流し生産周期を短くし、将来的には大物部品の加工は1個流しを原則として生産体制および工程管理の見直しを行っていくことが必要である。

すなわち組立工場における流れ生産方式に準じた流れ生産が必要とされる。(後述のV-2-3 組立工場の近代化を参照)

配布先 枚	IWS	溶接部の外観条件	441-15BW
-------	-----	----------	----------

Acceptance Criteria for Defective Weld Profiles

1. 適用範囲

この基準は、溶接部の外観条件（アングカッタ、オーバーラップ、ビードの凹凸、余盛り高さ、ビード幅の不揃い）について規定する。

ただし、つぎの場合にはこの基準を適用しない。

- (1) 法規または社外の検査機関などより指示された場合
- (2) 特定の機種で別に規定のある場合

注： 応力集中が問題となる場合には、止端部をなめらかに仕上げる。

2. 外観条件

2.1 アングカッタ

溶接部のアングカッタの深さが表1の許容限界値をこえる場合は、すべてその部分を手直しする。アングカッタの深さが一部許容値をこえる場合でも、溶接線の90%以上が規定値以内であれば手直しの必要はない。

表1 アングカッタ深さの許容規定値および許容限界値

板厚	許容規定値 (mm)	許容限界値 (mm)
6mm未満	0.3	0.6
6mm以上	0.5	0.8

2.2 オーバラップ

主要部材にはオーバーラップはあってはならない。発生した場合はすべて手直しを行う。

ただし、副部材の場合で、外観上見苦しくない程度のオーバーラップであれば手直しの必要はない。

2.3 ビードの凹凸

(1) ビード表面の凹凸は、ビード長さ25mmの範囲において高低差が2mm以下であることを標準とする。

(2) すみ肉溶接に対しても特別の場合（凹形すみ肉など）を除いて上記(1)項に準ずる。

2.4 余盛りの高さ

余盛りの高さは、板厚の10%を目標とするが、表2の許容値をこえないようにする。

改正回数	0	A	B	C	D	E	F
年月日	'86-9-1						
年月日 86-8-13	来歴	IWS委員会により制定					
		引用IS-441-15B					

図V-2-30 溶接標準書

記布先	数	IWS	すみ肉溶接脚長の寸法許容差	143-11A
-----	---	-----	---------------	---------

総 則
 すみ肉溶接の脚長は溶接法、溶接棒の種類、溶接姿勢などにより相違し、正確は期しがたいのであるが、図面指図寸法より相当過大となっているものが多い現状にかんがみ資材の節約、歪の発生緩和などの目的のために良否の基準としてこのIWSを制定したものである。したがってこの基準が直ちに合否の判定基準となるものではない。

1. 適用範囲

この基準は被覆アーク溶接によるすみ肉溶接^{*}脚長の寸法許容差について規定する。ただし、かど溶接などの場合（例えば管フランジ先端）で(+)寸法が許せないものはこの限りでない。

注(1) ※ここでいう脚長とはJIS Z 3001（溶接用語）で規定されたサイズを指す。

(2) つぎの場合にはこの基準は適用しない。

- a) 法炭または社外の検査機関より指示された場合
- b) 特定の検査で他に規定のある場合

2. 注意事項

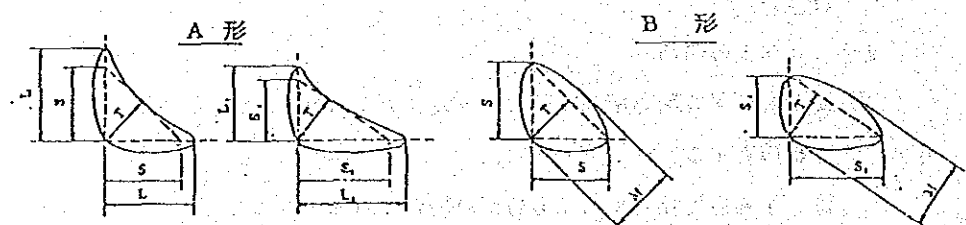
(1) 図面指示寸法は最小値とし、寸法許容差は原則として指示しない。

従来平均値で指示していたところは、数値について再検討し最小値を指示する。

(2) 第3項の炭定から外れたものは(-)側は原則として補修し、(+)側は使用条件などを考え検討とすることができる。

ただしこの場合その原因について検討し、以後同様な結果を生じないようにする。

3. 寸法許容差



S……サイズ(図面指示寸法) L……脚 T……のど厚(理論のど厚)

改正回数	0	A	B	C	D	E	F
年月日	'86-9-1						
年月日	86-8-13	IWS委員会により制定 引用IS-143-11A					
来歴							

図V-2-31 溶接標準書

3.1 寸法許容差はつぎのとおりとする。ただし脚長の一方が-となつた場合は、3.2項による。

区 分		寸 法 許 容 差			
		S	T	最大(参考)	
				L	M
A 形	S = 8 未満の場合	-	T +2 -0	S +4 -0	-
	S = 8 以上の場合	-	T +3 -0	S +5 -0	-
B 形	S = 8 未満の場合	S +2 -0	-	-	T +4 -0
	S = 8 以上の場合	S +3 -0	-	-	T +5 -0

注：(1) のど厚(T) = 0.7Sとする。

(2) 検査はA形についてはTで、B形についてはSについて行なうのを原則とする。

3.2 脚長の一方が-となつた場合は、つぎの限界内でなければならない。

S	S ₁ (最小)	S ₂ (最大)	最大(参考)		S	S ₁ (最小)	S ₂ (最大)	最大(参考)	
			L ₁	L ₂				L ₁	L ₂
4 以下	S-0.5	S+0.8	S+1	S+3	13~14	S-2.0	S+4.0	S+1	S+7
5~7	S-1.0	S+2.5	S+1	S+5	15~16	S-2.5	S+5.0	S+1	S+8
8~10	S-1.5	S+3.5	S+1	S+6	17~19	S-2.5	S+4.5	S+1	S+8
11~12	S-2.0	S+4.5	S+1	S+7	20 以上	S-3.0	S+5.0	S+1	S+8

注：(1) 許容不足率は25%とする。不足率とは、マイナス誤差のS寸法に対する割合をいう。

(2) 上表の範囲であれば、のど厚は指定のど厚(0.7S)と大体同じである。

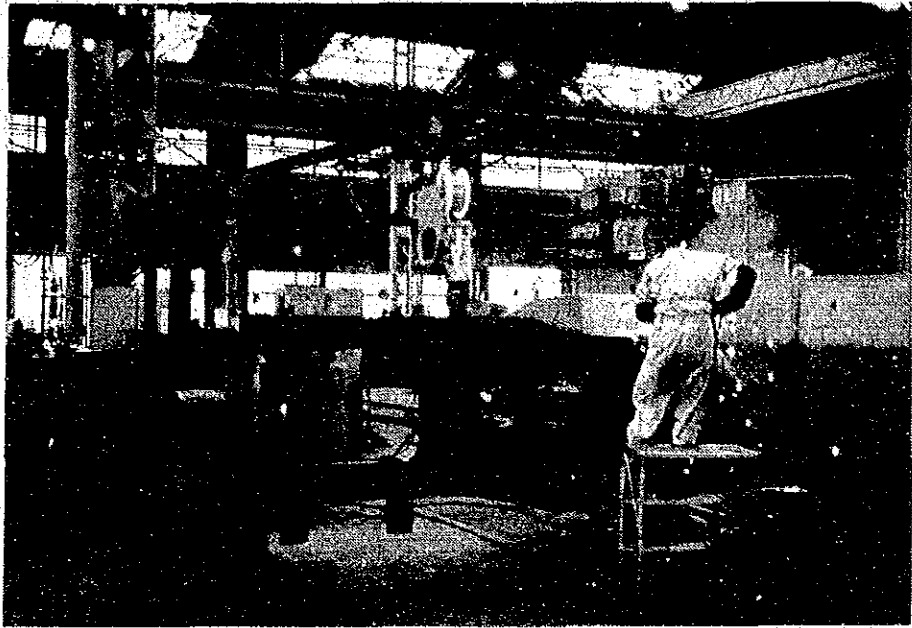


図 V - 2 - 33 K 社における CO_2 半自動溶接機の稼動状況

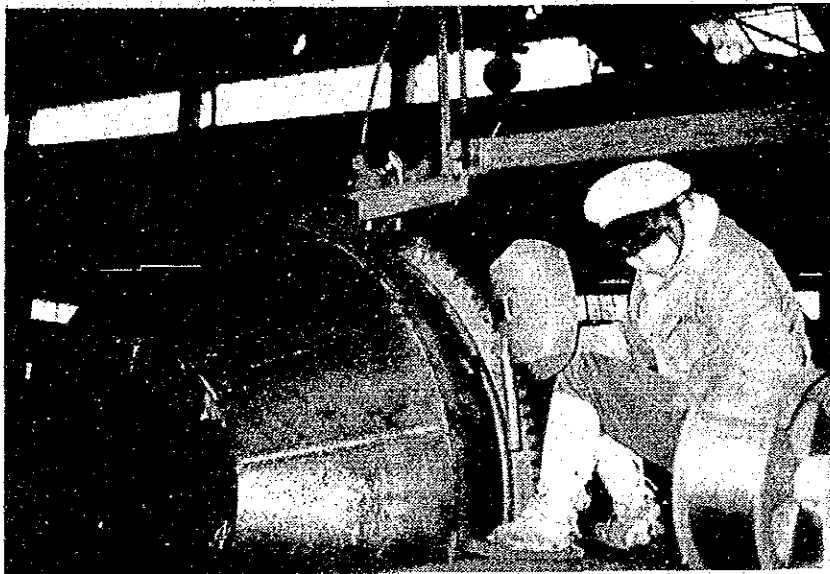
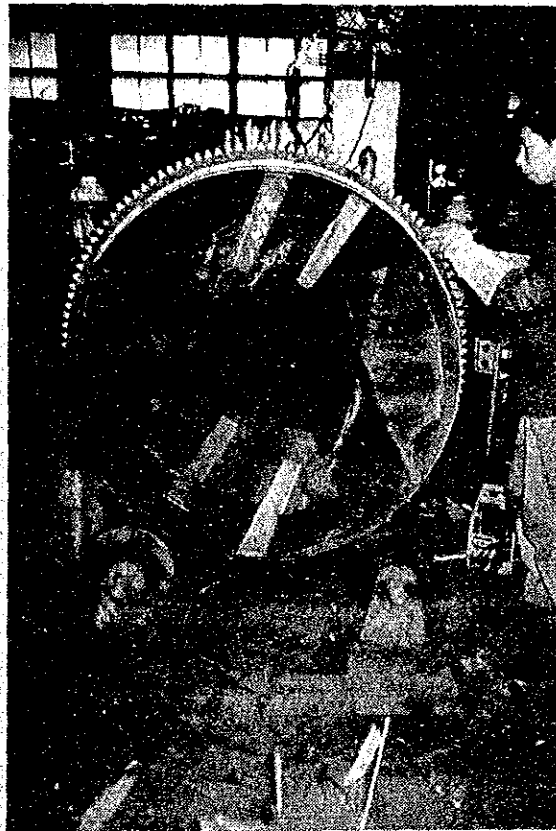


図 V - 2 - 34 自動溶接機の稼動状況



図V-2-35 下部フレームの回転溶接治具



図V-2-36 回転溶接治具による溶接作業

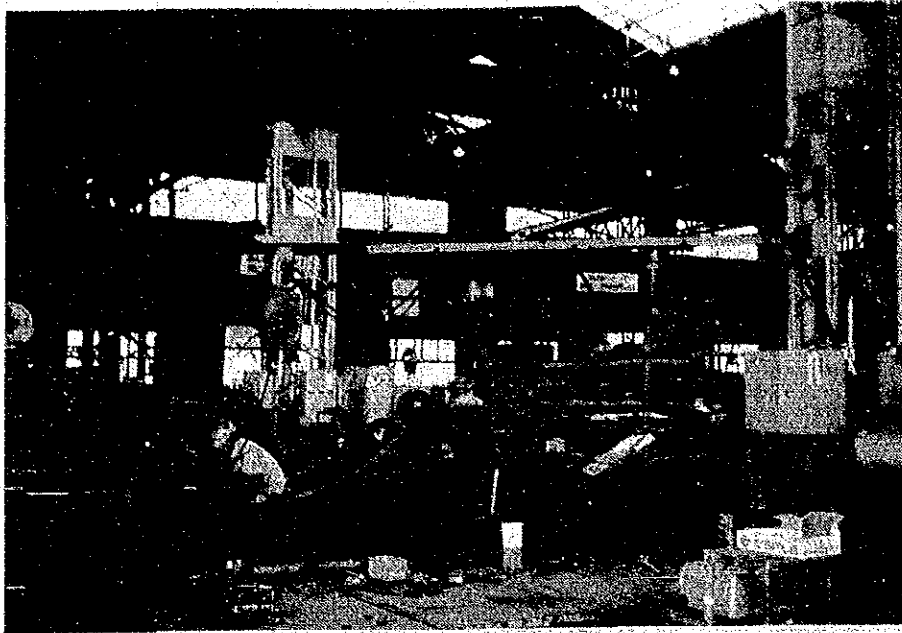


図 V - 2 - 37 K社の組付け仮溶接状況

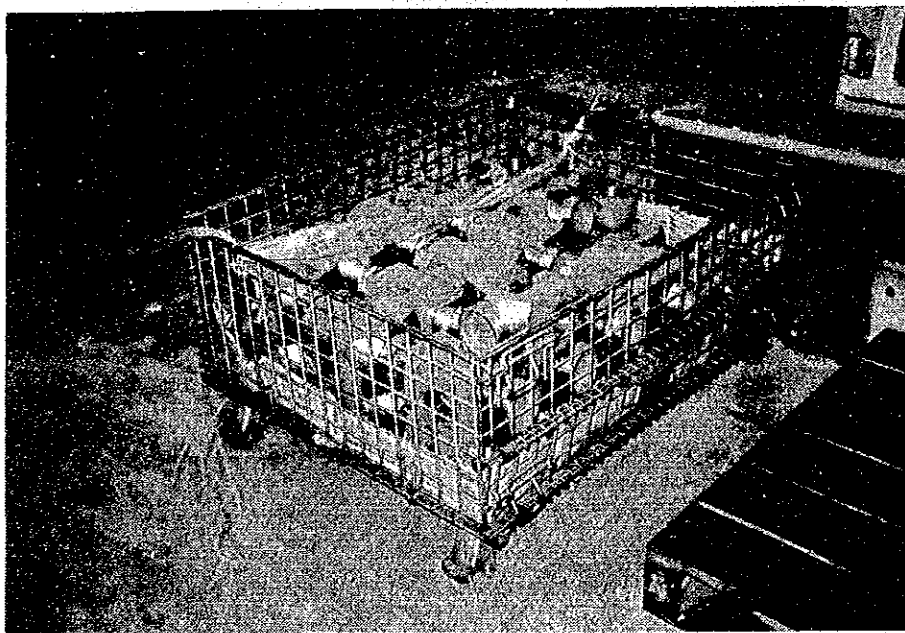


図 V - 2 - 38 K社の部品の運搬状況

2-2-5 製缶工場設備の近代化

製缶工場の設備については、プレス棟の部品片をいかに効率よく生産することができるか、すなわち、この部品片の生産性向上と品質の安定が達成されれば、後工程の組付け、溶接作業は問題なく推進できる。

組付け作業は組立工場と同様に数多くの部品片を治具を利用して組付けし、仮溶接されるものである。

この段階で部品片に寸法のばらつき、ドリル穴加工のミス、曲げ不良、歪等がなければ問題となるものはない。また、製缶部品は組付け精度が良く、溶接部分の「すきま」とか「食い違い段差」「平行度」などのくるいがない限り、溶接作業の生産性は向上する。

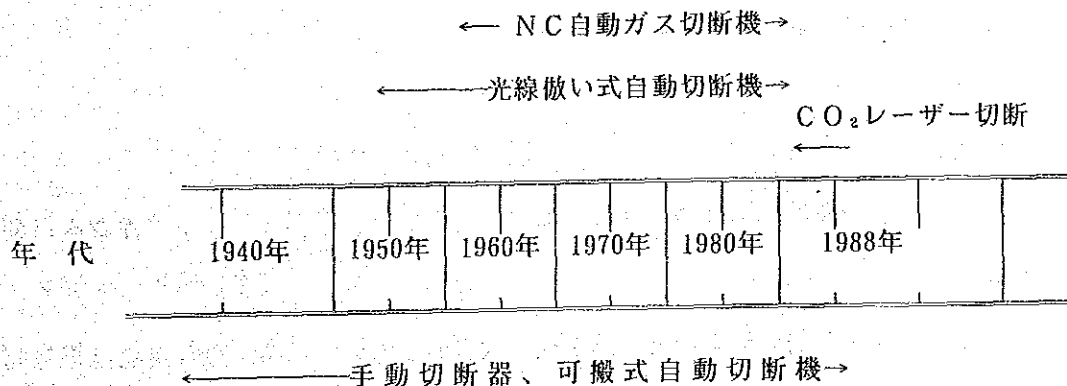
したがって部品片の加工精度の良、否によって製缶工場の操業度が左右されると言っても、いい過ぎではない。部品片の品質向上、寸法精度向上を目指して次の生産設備の導入を提案する。

(1) ガス切断の自動化

現状のガス切断のほとんどは、手動切断器を使っての手切り作業である。

人間は呼吸をする。ひと呼吸ごとに体全体が脈動するために、手先が、かすかに動く。手動切断器を使っての手切り作業では作業者はこの微妙に動く手先を制御しながら切断作業をしなければならない。

高度な熟練を要求される作業である。熟練工であっても、その日の感情の状態により変化する。これらは生産性に大きな影響を与えることはもちろん、品質的にも切断面が使用できなくなるような粗さであったり、直線が曲ったりもする。これを改善する設備は自動ガス切断機である。切断機の形式も多様である。1988年の段階での世界的な傾向はおよそ次のとおりである。



表のとおり、現在もっとも普及しているガス切断機はNC自動ガス切断機であるが、その取扱いの容易さ、誰でもすぐにその取扱いと操作ができる光線倣い式自動ガス切断機の導入が望ましい。

この方式は実物大の型板（ゲージ）を作り、周辺を黒と白の区分けをする。この黒と白を光が反応し黒と白の中間点を選定し自動的に倣って切断作業を行なうものである。

この利点は次のとおりである。

- a) 実物大の型板（ゲージ）は、現在けがき作業用に作られているものがそのまま転用できる。
- b) 実物大の型板の改造、修正が簡単にできる。すなわち組付け、溶接工程からの問題をフィードバックし部品品の改善にすばやく反応できる。
- c) 材料の取り合せ（カッティングプラン）が、職場内で自由に構成できる。すなわち管理手間が省ける。
- d) 操作が簡単で、誰でも4～5日で習得できる。
- e) 単発品の特急工事では紙を使用して、その場で対処できる。

光線倣い式自動ガス切断機の仕様の一例を示す。

名 称	……光線倣い式ガス自動切断機
切 断 幅	……1,530 mm (5' 幅)
切 断 長 さ	……6,000 mm (20' 長さ)
切 断 厚 さ	……0～75mm (3" 厚さ)
吸 管 本 数	……5 本
倣い台寸法	……1,530 × 6,000 mm
倣い型の材質	……薄い型板、フィルム、紙

(2) 倣い式ニブリング機の導入

2-2-3-(2)の薄板加工技術の改善でも述べたとおり、手動ニブリング作業を自動化する必要がある。

図V-2-39はNC制御による薄板加工機の代表的なものである。主な用途は電気制御盤とか複雑な薄板加工の多種生産に効果が発揮されているが、価格的にも高価なものである。

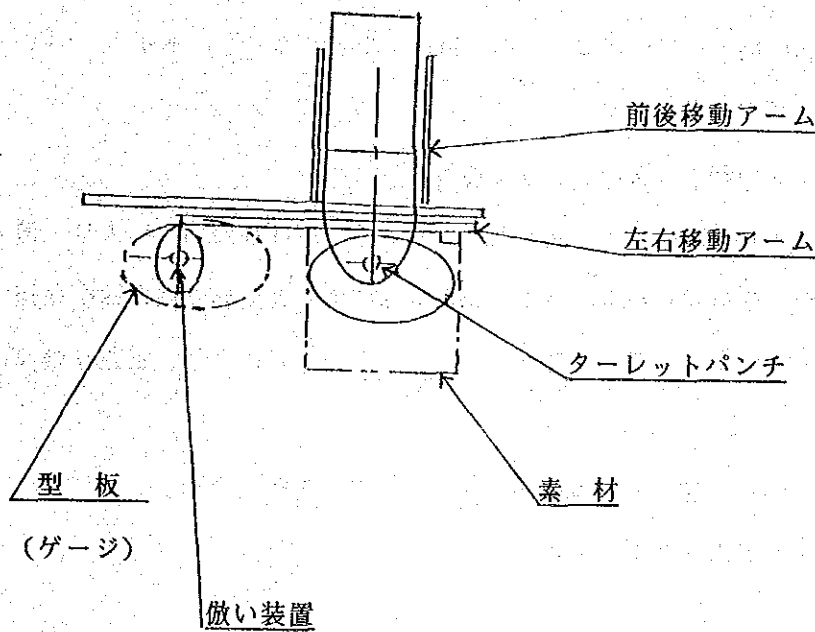
したがって、薄板加工の生産性をあげるとともに、品質的にも改善される倣い式ニブリング機を提案する。

この方式は実物大の型板（ゲージ）を作り、それに倣って、部品片を作りあげて行く簡単な構造である。したがって、誰でもすぐに使用できる機械である。

この特徴は次のとおりである。

- a) 型板（ゲージ）に倣って切断するので、複雑な構造でも図面どおりの製品ができ、品質的なばらつきがなくなる。
- b) 型板（ゲージ）の改良、修正が簡単にできるので、組付け、溶接工程からの不具合点や改善要望に対し即座に対応できる。

次に図V-2-40倣い式ニブリング機の構造を示す。



図V-2-40 倣い式ニブリング機

(3) 4軸ロール機の導入

2-2-3-(3)の加工技術で述べたとおり、現状の3軸ロール機ではその前後の工程とあわせて、生産性をあげることが困難である。

その前後の工程とは端曲げ作業である。本来この端曲げ作業のために必要とされる生産

設備は機械式、長尺クランクプレス（別名プレスブレーキとも言う）であり、その仕様は次のとおりである。

能力……350トン

ベッド長さ……3,000 mm

ストローク数/毎分……15～30ストローク

型式……多板クラッチ

ストローク調整……クランク棒、微調整方式

この設備が整って、はじめて3軸ロール機の機能が活かされるのであり、また3軸ロール機によるロール曲げ作業後のハンマーにて作業する叩いて修正する工程が大幅に削減できる。

しかしながら現状設備の3軸ロール機では能率が悪く、生産計画を達成することがむずかしい状況である。

したがって端曲げ機の代行が可能である4軸ロール機の導入を提案する。図V-2-41に4軸ロール機の標準仕様を示す。

この4軸ロール機の利点は次のとおりである。

- a) 上ロールと下ロールによる一貫した板のピンチング(Pinching)により、搬入から完成まで板の滑りや、ずれが全くなく、正確な曲げ精度と抜群の操作性を発揮する。
- b) 左右対称のサイドローラの同調とインジケーター方式により、正確な端曲げが行える。
- c) わかり易い簡単な操作で、短時間に使いこなすことができる。
- d) 端曲げ設備を導入しなくてもよい。

(4) CO₂半自動溶接機の増強

製缶工場におけるCO₂半自動溶接機の稼働状況は2-2-4-(5)で述べたとおりであり、その一部は職場の創意と工夫により改良されCO₂自動溶接機として稼働している。

この応用範囲を拡大し、溶接工場全体に広めることにより、生産性はもとより溶接技術が向上し品質の向上も達成されるので、CO₂半自動溶接機の補充をすることを提案する。

またCO₂半自動溶接機の補充とともに周辺装置の補充もあわせて行うことにより職場の作業環境も改善される。

CO₂半自動溶接機の仕様についてはすでに稼働中なのであらためて紹介はしない。

(5) 天井クレーンの増設

製缶工場第一棟の南側には、天井クレーン1基（吊り上げ能力5 TON、スパン19,500mm）が稼動していた。この棟はコンクリートミキサーの大型部品を組付け、溶接する職場で、ホッパー、ミキサードラム等が完成された状態でおかれていた。組付け、溶接、検査などの段取りにクレーンが使用され完成部品の搬出にまでは手がつけられない状況であった。

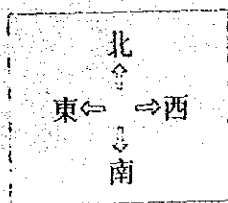
これらを効率よく運営するために作業場の配置替えを行なうか、天井クレーンの増設を提案する。

また天井クレーンには次の改善を提案する。

- a) 運転室を廃止する。
- b) 電気押釦制御方式を採用し、運転操作を地上で行なう。
- c) 電気押釦に方向を明示する。



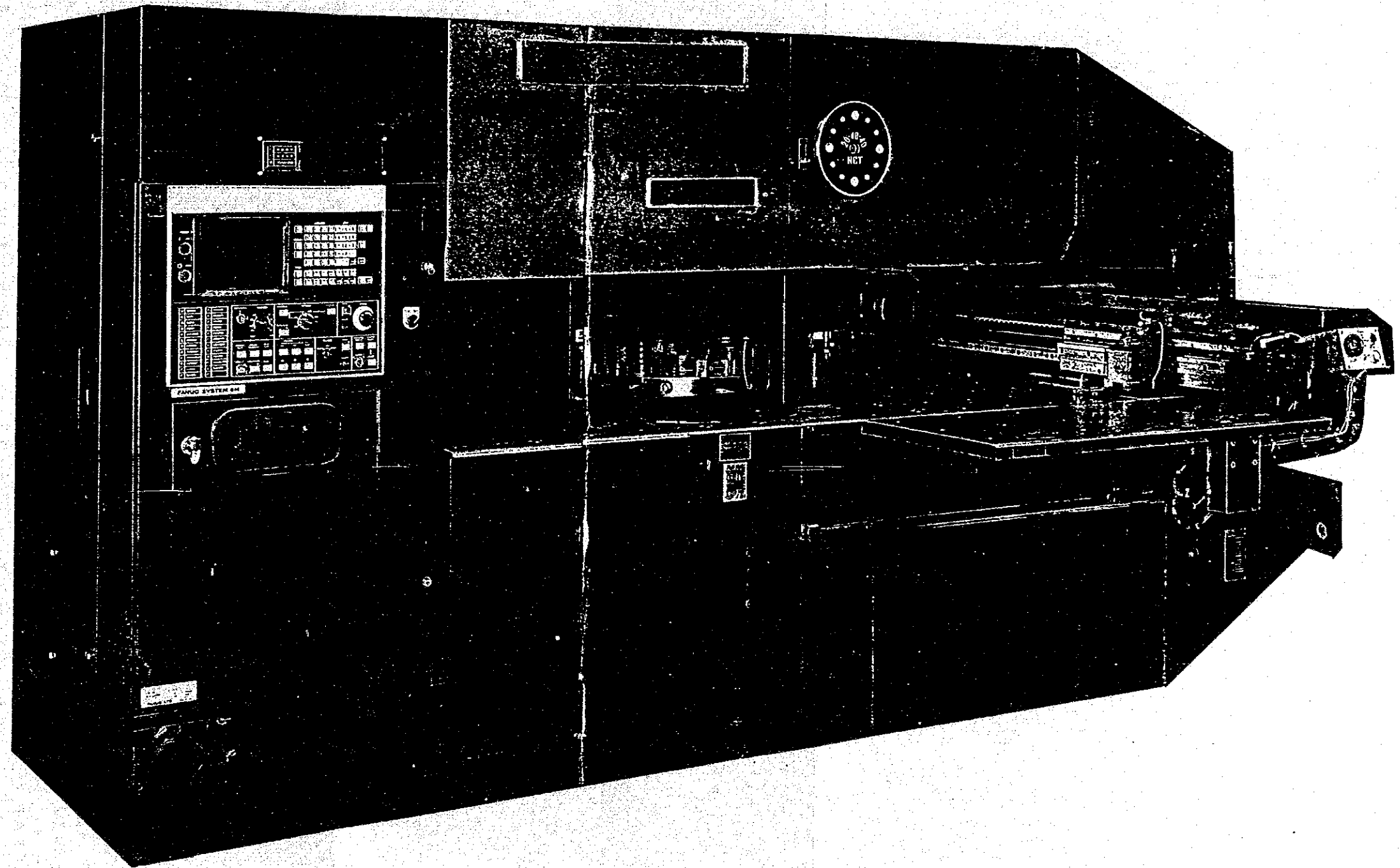
- d) 天井クレーンガーダー下面に方向指示の表示板を取りつける。



すなわち操作員は手元の電気押釦の標示と天井クレーンに取付けられた標示板の方向を一致させることができるので操作ミスがなくなり安全上からも好ましい。

(6) プレスの操作方法の改善

パンチプレス、油圧プレス等のほとんどが、レバー式操作による制御である。これらは機械ごとにならず操作員を必要とするものである。これを電気式操作に改善することにより、少ない人員で稼動させることができる。



図V-2-39 NC制御による薄板加工機

機種	成形能力		センター ロール径 φ	サイド ロール径 φ	ロール スピード M/MIN	油圧力 kg・f/cm ²	モーター容量 KW		主要寸法 MM				重量 kg・w
	長さ	板厚					ロール 駆動	ワーク クランプ	作業高さ	全長	全幅	全高	
	2,040	6	200	160	0～8	70	5.5	0.75	690	4,120	1,070	960	4,500
	2,040	10	250	200	0～6	110	7.5	0.75	715	4,120	1,070	1,000	5,300
	2,040	24	400	320	0～5	140	18.5	2.2	935	4,660	1,370	1,370	16,800
	2,540	8	250	200	0～6	90	7.5	0.75	710	4,620	1,070	1,000	5,500
	2,540	12	320	250	0～5	140	15	1.5	815	5,160	1,280	1,180	10,600
	2,540	22	400	320	0～5	140	18.5	2.2	935	5,160	1,370	1,370	18,400
	3,100	8	250	200	0～6	110	7.5	0.75	715	5,120	1,070	1,000	6,700
	3,100	12	320	250	0～5	140	15	1.5	815	5,720	1,280	1,180	11,600
	3,100	20	400	320	0～5	140	18.5	2.2	935	5,720	1,370	1,370	20,000
	4,040	12	350	270	0～5	120	18.5	2.2	885	6,720	1,280	1,270	17,200
	4,028	20	480(上) 430(下)	370	0～4.5	140	30.0	1.5	1,100	7,050	1,800	1,870	35,000

図V-2-41 4軸ロール機の標準仕様

2-3 組立工場の近代化

2-3-1 近代化にむけて

自動化された組立工場でない限り、大半の組立工場は現在でも作業の多くを人的要素に委ねている。

組立工場の組立の作業形態も全く同じであったが、他企業の組立と違う点は次のとおりであった。

- (1) 訪問客は組立工場の入口で工場の主任や工程のわかった案内者から工程ごとの作業内容の説明を受けないとその全容がわからない。
- (2) 物の流れが判断できない。
- (3) 工程管理、品質管理などの管理目標を示すものがない。

この基本的な違いは、組立工場の生産体制が、定置積み上げ方式（ビルトアップ方式）であるがために、組立工程の前後関係が明確に判断できないことにある。

職場の整理、整頓を行い、部品を組立順序ごとに配列して工程ごとに管理板をたてるなどして「目で見てわかる工程管理」を採用することが望ましい。

この「目で見てわかる工程管理」の目的とするところは次の3点である。

- 1) 誰が見ても不具合点や異常事態がわかり改善処置が早くとれるようにする。
- 2) 生産にたずさわる関係者全員が、部品の遅れ、欠品などが目で見てわかるようにする。作業員一人ひとりが受け持った仕事量を正しく消化し、要求品質を満足させ、次に何をなすべきかを自主的に判断し積極的に動けるようにする。
- 3) 工程管理者は刻々と変化する組立工程の中に、ひそんでいる問題点を事前につかみきることにより、予防対策が打て、先取り管理ができるようにする。

2-3-2 品質を工程ごとに作り込む生産体制とする。

組立工場は単純に「もの」を組立てするだけの工場であってはならない。製品は何種類ものユニットからなり、ユニットごとに決められた独立機能をもっている。出荷された製品がユーザーに渡ったのちに、このうちの一種類の機能が満足に働かなくても、その製品全体が「不良品」となり、ユーザーの生産活動は停止し、大きな損害を与える。

製造メーカーは「不良品」という名のレッテルを貼られてしまい、これによって企業の信用は失われて行き市場占有率は徐々に下降して行く。

一方では故障した製品の修理に現場へ作業員を出張させるか、または、代理店に修理要

請を行うために出張費用、食費、宿泊費、部品輸送費等に多くの金が支払われ経営基盤を圧迫する。

したがって組立作業は品質管理の面からいえば、各部品ごとに品質をチェックしながら組立を行い、その機能を十分に発揮させることにある。すなわち作業者は自分の受け持つ工程の品質を「自主検査方式」によって確認し、保証せねばならない。

作業者がその工程の中でその都度手直しをしたり、現物合せで、ドリル加工作業をすべきではない。

組立工程の中でこうした手直しや現物合せのドリル加工をすることは、その場かぎりの作業となり互換性を無視した造りとなり、ユーザーに対して製造メーカーとしての品質保証をはたしていないことになる。

こうした品質に対する基本的な考え方をもとに、組立作業の中では誰がみても、誰が作業しても均一な製品ができあがる作業工程にすべきである。

2-3-3 目で見える組立管理

目で見える管理は工場の中に数多く潜んでいる「ムリ」、「ムダ」、「ムラ」を異常と認め問題として顕在化することから始まる。ややもすると管理は、データを中心とした机上での数値管理であり、わかる人のみがわかるようになりがちである。

これでは職場の改善があまり進まないことになる。目で見える管理の基本は素人にでもその場で異常状況がわかるような工夫がされていなければならない。

目で見える管理にはいろいろなものがある。「ムリ」、「ムダ」、「ムラ」をはっきりさせるため、問題を浮き彫りにして、その問題に応じて管理方法を使い分けるべきである。

このほかにも工場ごとの知恵と独自の目で見える管理があると思われる。管理の必要性を洗い出し、最も安くて、かつ、目で見えてすぐにわかるように工夫することが必要である。

次に目で見える管理方法の具体例を示す。

- ①赤札……………不要品除去活動で使う赤い札を指す。日常の生産活動で不要なものを、はっきりさせる、改善の原点である。
- ②看板……………物と置き場をはっきりさせる表示板のこと。どこに何が、どのくらいあるか、誰にでもわかるようにすることがポイント。
- ③白線標示……………機械設備の位置や、仕掛け置き方、それに通路を明確にするために、白線を引く、安全面から見ても重要。

- ④赤ライン……在庫の最大量を示す。倉庫や棚などに置かれている品物の最大在庫量に赤ラインを引く。また、仕掛り最大量を示すために壁やパレットなどにもしるしをつける。
- ⑤アンドン……工程で起きた異常を、監督者に知らせるための表示灯。監督者やリリーフマン (Relief man) * を呼ぶための呼び出しアンドンや仕事の進み具合を表示する進度アンドンなどがある。
- ⑥かんばん……造り過ぎを防ぎ、Just in timeを守るための道具、引取りかんばんと仕掛けかんばんがある。
- ⑦生産管理板…ラインにおける生産状況を示すための表示板。
- ⑧標準作業票…人と機械と物を有効に組み合わせて仕事のやり方を決めた票。ラインごとに掲示する。
- ⑨不良品展示…不良をいましめるため、現品をさらして、注意をうながす。
- ⑩ミス防止板…ミスの自主管理防止板。

さらに①項から⑩項までを具体的に示したものが、図V-2-42のいろいろな「目で見える管理法」である。

(1) 流れ作業の導入

工場の状態が一見して異常か、正常か、がわかる工夫をこらしてあること、つまり工場における「工程管理の限界」を何によって求めるかを考慮する必要がある。

したがって目で見える組立管理の工程管理限界は「線」、「色」、「高さ」、「面積」など視覚に訴える形で表示されることが条件となる。

そのためには組立工場において、流れ作業にすることが生産管理上もっとも望ましい。

すなわち組立工程を工程順序に一本の線上に配置し一定の流れを与えることである。全工程の組立作業を細分化し、作業者は特定製品の特定工程のみを担当することである。

またユニット単位による機能別ユニット組立工程を設け、ラインへのサイドチャージができるように配列することが当然必要となる。

* Relief man : 緊急時の応援者

部品はその流れの工程にしたがって送られ、ユニット組立され、更にユニットが組み合わされて完成品となる。

その基本的な流れ作業の具体例を図V-2-43に示す。

(2) 流れ作業の特徴

組立作業の生産能率を高め品質を向上させるためには、その仕事をできる限り細かくわけ、各作業者の仕事を分業単位で単純化し簡素化するのがもっとも良い方法であると言われている。

したがって多量生産の場合にはコンベアという道具を使った生産体制がもっとも理想的な形であるとされてきた。

作業の近代化という名のコンベア生産方式の導入によって、生産性を大幅に向上させ、成功した生産工場は少なくない。これらの生産性向上と品質向上の要素となったものは次の5項が主たるものである。

- 1) 一人当たりのサイクルタイム（繰返し作業時間）が短いため、新入社員や未熟練者でも早く一人前にすることができる。
- 2) 生産管理上の手間が少なくすむ。すなわち仕事の流れが見とおしのよい一本道で生産ができるので、いろいろの遅れがはっきりとし、早期発見、予防、回復が早い。
- 3) 生産を一定の流れで行うために、各作業者の作業ペースに強制力を与えることができる。すなわち流れ作業上での製品の歯抜けやライン停止時間、製品の品質にばらつきがなければ、毎日の生産活動による生産量は原則的に一定となる。
- 4) 仕掛品、製品の運搬の手間が省ける。
- 5) 直接工の間接時間が除去される。すなわち作業者が作業位置を離れないようになるために、作業者の間接時間が減少し実質的な稼働率が向上する。

(3) 流れ作業の形式

流れ作業にはいろいろの分類方法がある。流れ作業の形式および運搬方式について、別表V-2-8に示す。韶関工場の組立工場の近代化では「タクト式流れ生産」が望ましい。

タクト式流れ生産は間欠（移動）式とも言われ、作業が1サイクル終ると、全工程の製品が一齐に1ピッチ送られるものがおもで、作業者が担当職場から離れることなく製品が移動するので、物進式と言われている。