

点は、高速運転時における振れ回り不安定である。摩擦損失が小さいから高速運転が可能とはいっても、実際にはこの振れ回り不安定性のため、高速化は制限を受けることになる。

したがって、高速安定性を改善するために、使用条件に合った試作、実験が必要である。

更に気体軸受の開発にあたっては、気体軸受を高速運転するために軸受の安定化、軸の軽量化と固有振動数の向上、運転の温度および遠心力による変形への対策、軸受精度の確保等に関して構造面、材料面、製作面の研究が必要である。

3) 振動試験設備

回転機械における振動発生の原因は、回転子が回転するときに軸中心線以外の構成部分に遠心力が働くので、構成部分が軸に対して対称でないと、回転子に不釣り合い力、不釣り合いモーメントが生じ、その各部の応力が増大し、振動を発生させることになる。

したがって理論的には回転子が完全に釣り合い状態であれば振動は生じないことになる。

しかし実際的には振動発生の要因は構造上のもの、機械加工上のもの、組立上のもの等いろいろあり、発生状況によりケースバイケースで対処しなければならない。すなわち回転体を単独で完全な釣り合い状態にしても実機に組込んで運転した場合に振動が発生することがある。

回転機械の振動は軸受メタルの摩耗や静止部との接触にもつながり往往にして重大な事故をひき起こす場合があるので、振動の原因を十分に究明しなければならない。

特に回転機械の開発にあたっては、運転中の振動データを採取し、分析を行い振動の原因を明らかにして、その対策を構ることが、機械の安定化を図るために重要である。振動データの計測と解析ができるように機器の充実を図る必要がある。

振動解析システムの構成図を図 V-1-13-7 に示す。

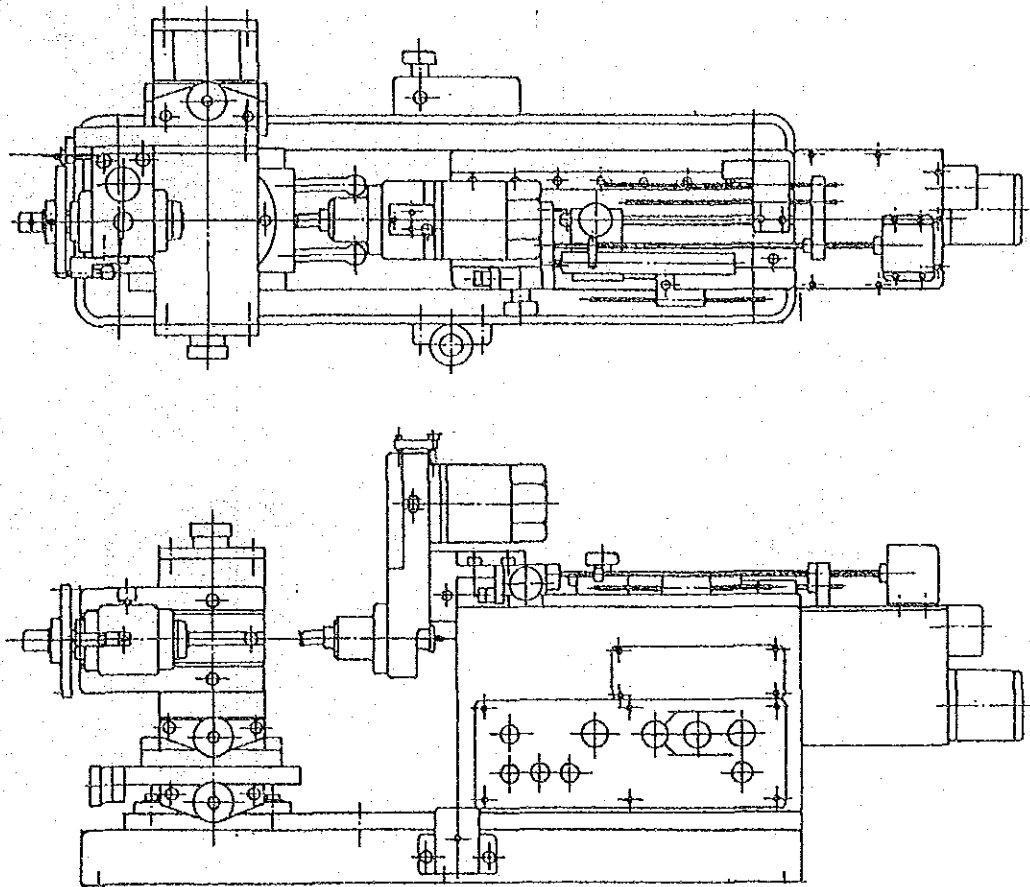
振動センサにて測定部の振動をキャッチし、チャンネル切換器より解析を要するデータを解析器に伝送し、周波数と振幅の関係を分析する。

測定箇所はセンサの数を増すことによりチャンネル数だけ測定が可能で、同一測定箇所でも H（水平）、V（上下）、A（前後）各方向の振動計測ができる。

また、計測データはレコーダに集積され、解析はいつでも随時可能である。

このシステムにより回転機械の増速および減速過程の振動変化が連続的に解析され、また連続運転中の振動状態を定期的に計測し、分析することができる。

このシステムを構成する機器類は、いずれも容易に可搬できるので、開発、試作場だけでなく、試運転場での運転状態の測定に使用することができる。



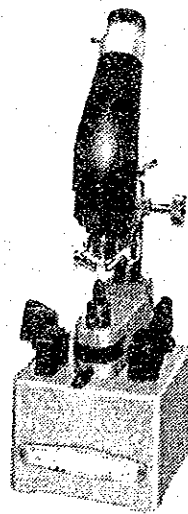
図V-1-13-1 小径・深穴加工機の外觀図

表V-1-13-1 主なる仕様

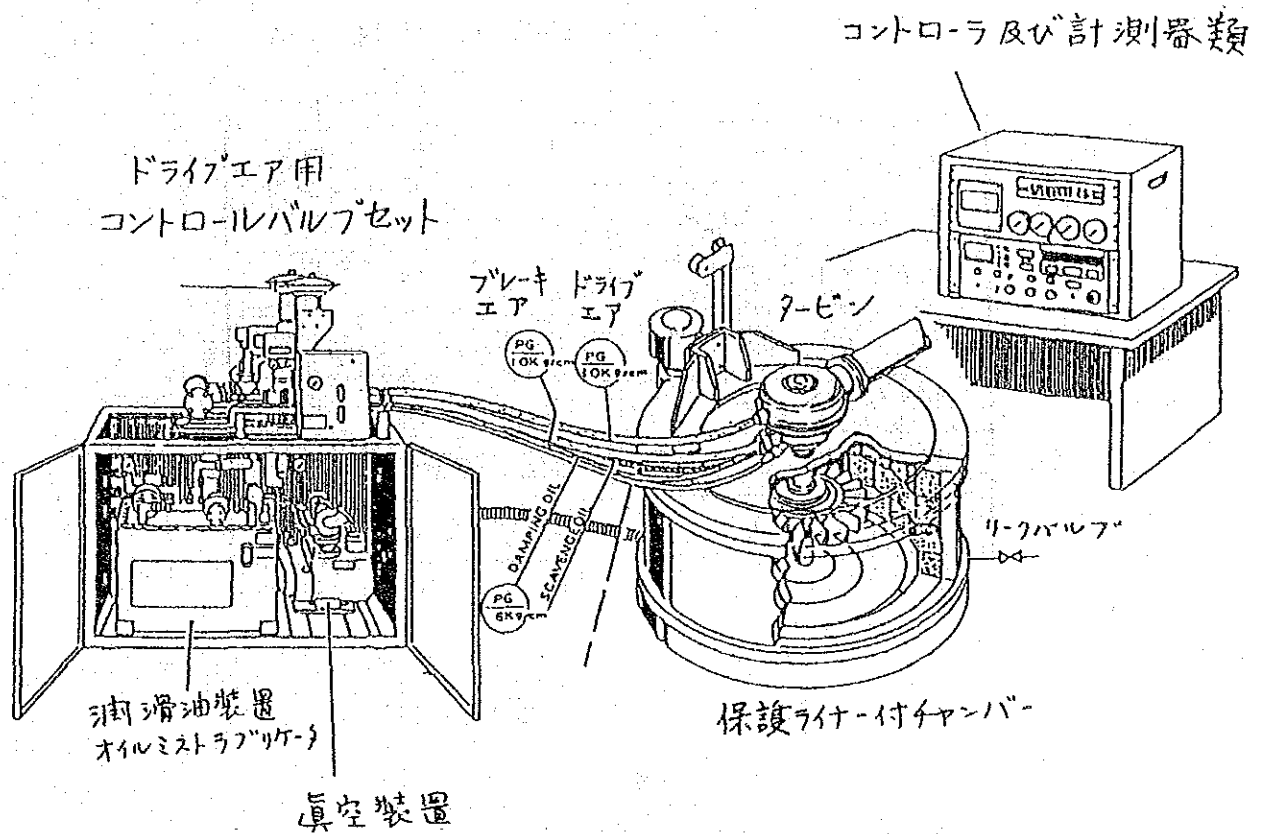
ドリル径	$\phi 0.3 \sim 1.2\text{mm}$
ドリル軸ストローク	150mm
ドリル切削送り	1.2~12mm/min
ドリル早送り/早戻り	800mm/min

表V-1-13-2 ルーマ形ツイストドリル
 材質 HSS (SKH9) (単位: mm)

d ドリル直径	ℓ みぞ長	L ₁ シャンク長さ	D シャンク径
0.30-0.31	2.30	16.0	1.0
0.32-0.35	2.50	16.0	1.0
0.36-0.37	2.70	16.0	1.0
0.38-0.39	2.80	16.0	1.0
0.40-0.41	3.00	16.0	1.0
0.42-0.43	3.10	16.0	1.0
0.44-0.45	3.30	16.0	1.0
0.46-0.47	3.40	16.0	1.0
0.48-0.49	3.60	16.0	1.0
0.50-0.54	3.70	16.0	1.0
0.55-0.59	4.00	21.0	1.5
0.60-0.64	4.50	21.0	1.5
0.65-0.69	4.80	21.0	1.5
0.70-0.74	5.00	21.0	1.5
0.75-0.76	5.50	21.0	1.5
0.77-0.79	6.00	21.0	1.5
0.80-0.84	6.00	21.0	1.5
0.85-0.89	6.00	21.0	1.5
0.90-0.94	6.00	21.0	1.5
0.95-0.99	6.00	21.0	1.5
1.00-1.09	6.50	21.0	1.5
1.10-1.19	7.00	21.0	1.5
1.20-1.29	7.00	21.0	1.5



図V-1-13-2 ドリル研磨機外観図



図V-1-13-3 スピンテスタ概念図

表V-1-13-3 スピンテスタの主要仕様

a) 最高回転数	60,000RPM
b) 最大吊重量 (アーバの重量込)	約 80kg
c) 駆動空気圧力	0~9.9kg/cm ²
d) 駆動空気流量	0~15m ³ /min
e) 真空チャンバー内径	φ 700mm
f) チャンバー有効深さ	750mm
g) 運転制御盤	手動 / 自動切換式
h) 真空度	0.5Torr

表V-1-13-4 直流式電気動力計の仕様の一例

形 式	屋 内 型
容 量	220 kW
トルク検出方式	ロードセル
回 転 数	50,000 rpm
回 転 方 向	可 逆 回 転
揺 動 方 式	油圧浮揚方式
冷 却 方 式	強 制 風 冷

表V-1-13-5 給油装置仕様例

タンク容量	2,000 ℓ
ポンプ吐出量	50ℓ / min
ポンプ吐出圧力	5.5kg / cm ²
モータ容量	1.5 kW
冷却水量	50ℓ / min
戻油温度	20℃
電気ヒータ容量	10 kW

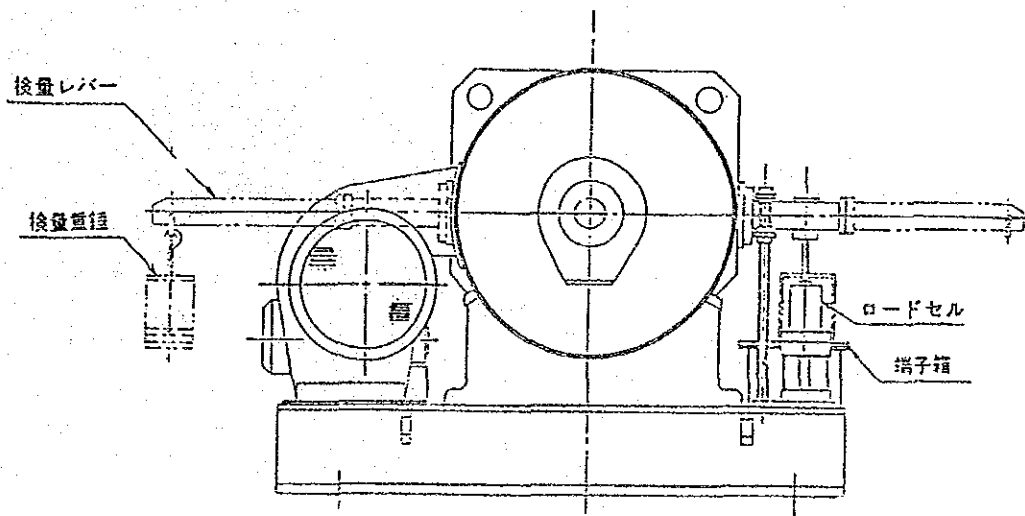
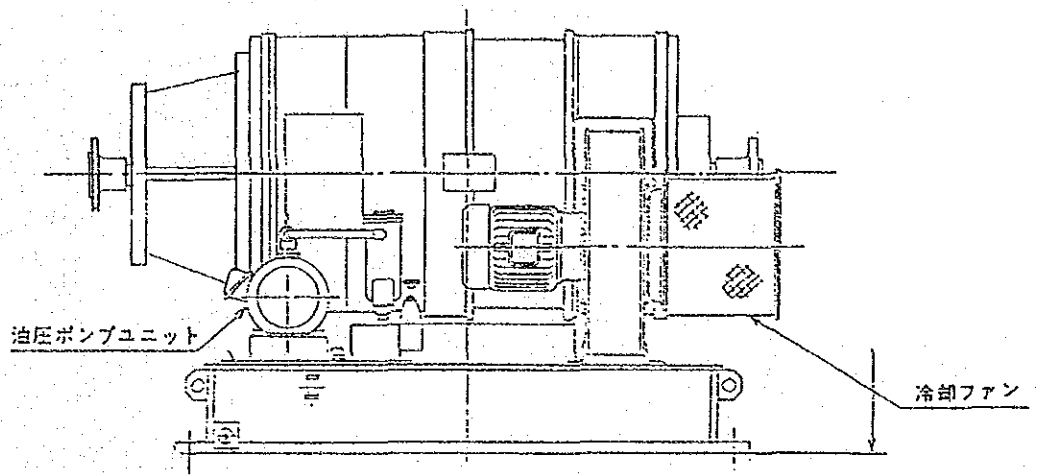
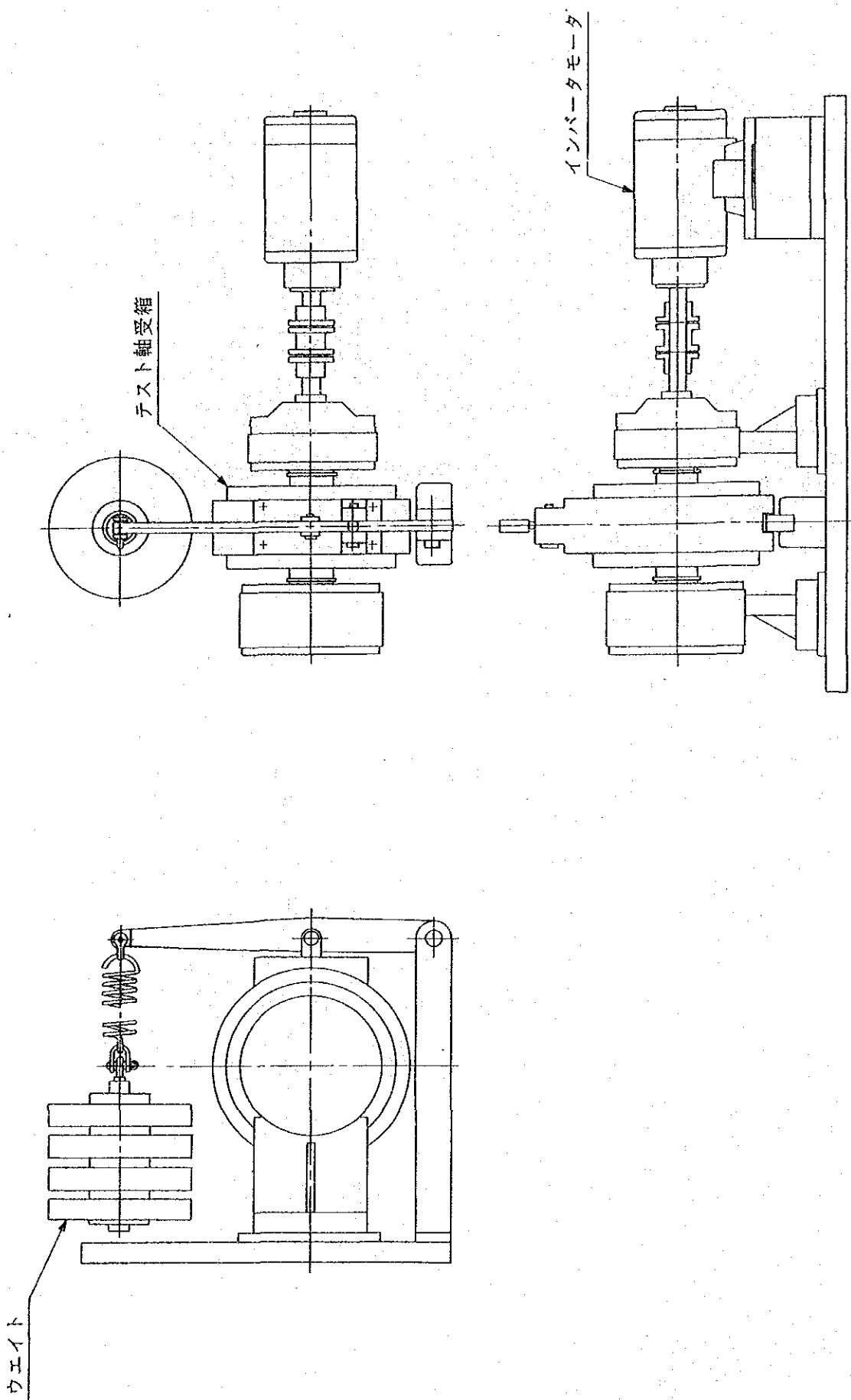
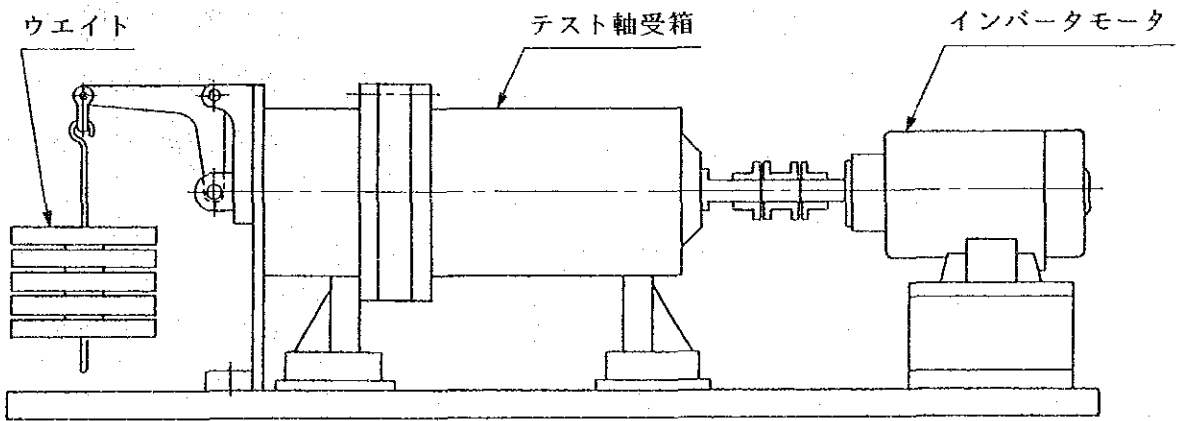
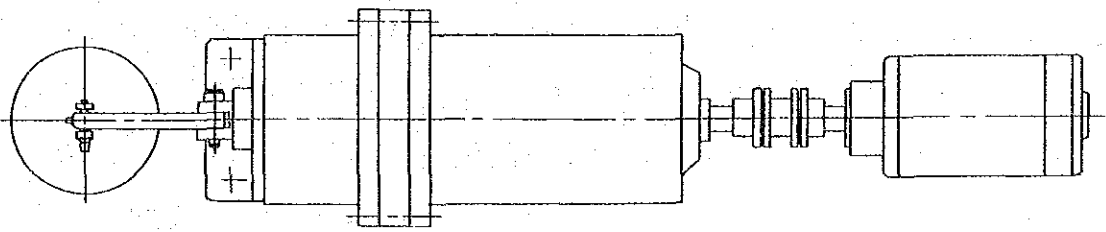


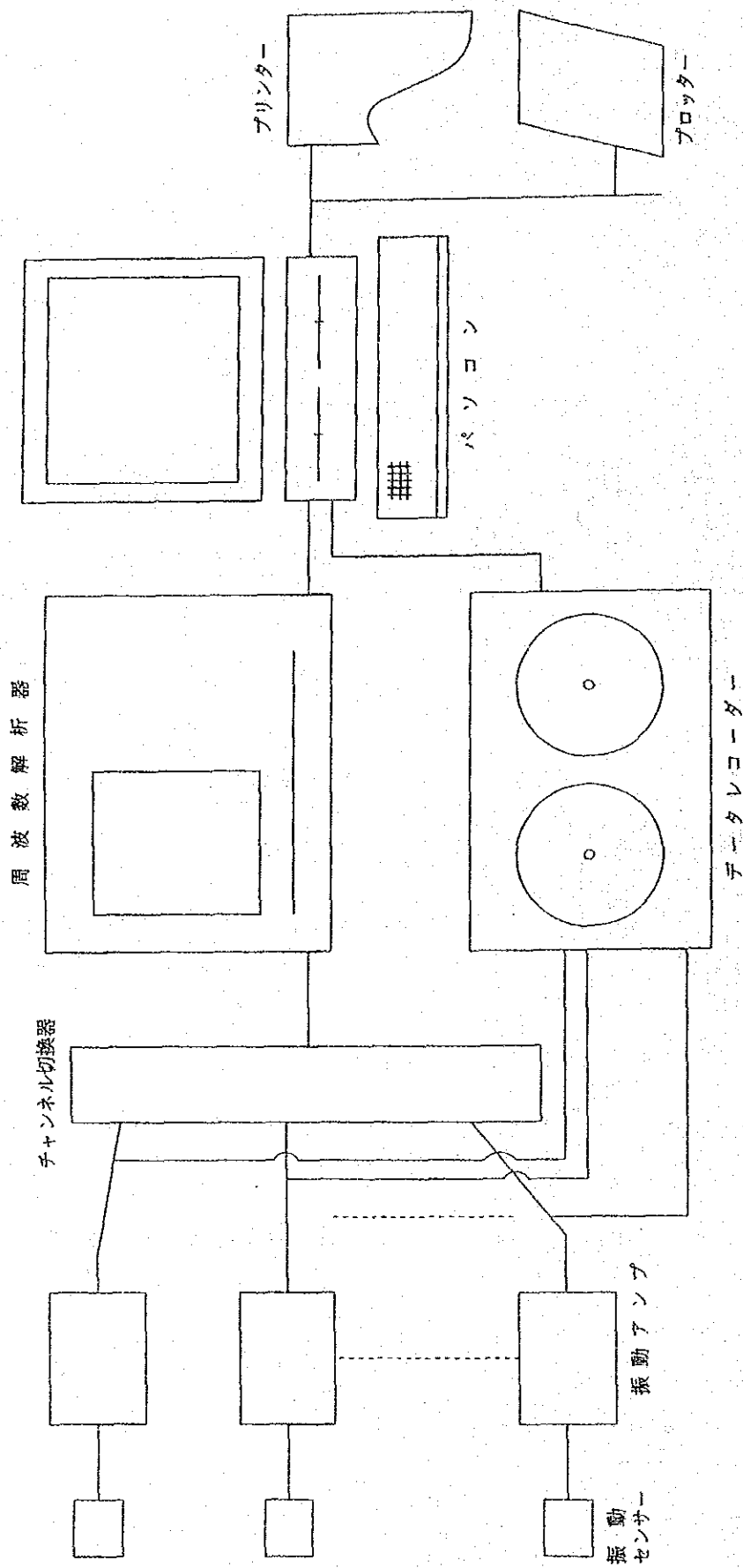
図 V - 1 - 13 - 4 直流式電気動力計の外形図



図V-1-13-5 ジャーナル軸受用試験設備外観図



図V-1-13-6 スラスト軸受用試験設備外観図



図V-1-13-7 振動解析システム構成図

2. 製造技術の近代化

2-1 熱処理工場

(1) 焼入れ油交換基準の必要性

焼入れ油の重要な管理項目は第一には水分であり、次に冷却曲線とスラッジおよび残炭の増加量で、これらの管理により使用時の焼入れ油の状態をつかむことができる。

1) 焼入れ油中の水分

焼入れ油が空気中から吸収する水分が平衡状態になる最大量は約0.03Vol %程度で、それ以上はなんらかの事故により混入した水分である。

現在はタンク内の攪拌に工場の圧縮空気を使用しているため、そのドレンが混入することは十分考えられる。

水分の混入による事故として次のことが考えられるので注意すべきである。

- a) 焼割れ、焼ヒズミの発生
- b) 焼入れ油が着火（発火）しやすくなる。
- c) 硬さムラの発生
- d) 光輝焼入れの場合、光輝性が低下。

なお、油中の含有水分（%）とその影響を表V-2-1-1に示す。

表V-2-1-1 油中の含有水分量とその影響

含有水分量	水分が混入した時の状態	水分の影響
約0.05%以下の場合	油の炭化水素分子に吸着した状態で油温により吸脱着する。	1) 約0.02~0.04%までは空気中から吸収し油中に混入するが、余り影響はない。
約0.05%~0.1%の場合	油中に懸濁した状態で含有し、少し乳化状態になることがある。	2) 約0.03%以上からCr鋼の場合光輝性に影響がある。約0.05%以上から焼入ひずみに影響がではじめる。
約0.1%以上の場合	懸濁した状態であるが、いずれ水分が分離し沈殿する。	3) 約0.1%前後から、条件次第では焼割れが発生する。

(注) 焼入油の水分量は低温焼入れの場合は0.05%以下、高温焼入れの場合は0.1%以下に規定する。

2) スラッジ (溶剤不溶解分)

焼入油中のスラッジは劣化とともに増加する。これは実際に熱処理する場合、冷却性能に悪い影響を与えるものである。すなわちスラッジ量が増加すると焼入れ硬さが低下し、含有量が約0.1~0.2%以上になるとその傾向が顕著に現われる。

なお、焼入れ油中のスラッジ (溶剤不溶解分) は基油の組成、添加剤の種類などにより粉状、泥状の差があり、粉状のスラッジは焼入れ油との分離がよく、泥状のスラッジは分離が悪い傾向にある。スラッジは水分の懸濁剤ともなるから注意すべきである。

3) 残炭 (劣化)

焼入れ油の劣化は熱分解と酸化重合及び熱重合との融合したものであるが、まず熱分解により油中に軽質油が生成しその結果、特性温度が低下し、冷却性能は低下する。また酸化重合及び熱重合により劣化生成物としてスラッジが生成し、これが時間と共に過酸化物生成、分解、重合と進行する。

すなわち、過酸化物、レジン、アスファルテン、カーボン、カーボイド、コークスと変化し、カーボイド、コークスのように炭化物になれば熱の不良導体であるから冷却性能を低下させるので注意すべきである。

以上のように焼入れ油の管理は焼入れ特性に大きな影響を与えるので、基準を作成し、十分な管理を行うことが大切である。定期的に分析し、その分析値の変化の傾向で判断するのも一方法である。表V-2-1-2に油試験成績書の一例を示す。

また、「焼入れ油の保安全管理」に関する資料を参考のためV-2-付1として添付した。

表V-2-1-2

油試験成績報告書

試料名			
試験番号			
試験年月日			
試験採取場所			
試料採取受領年月日			
使用時間			

比重	15/4°C		
色 (ASTM)			
反応			
引火点	°C		
動粘度	50°C cSt		
	37.8°C cSt		
	98.9°C cSt		
粘度指数			
流動点	°C		
全酸価	mgKHO/g		
全塩基価	mgKHO/g		
残留炭素分	重量%		
灰分	重量%		
イオウ分	重量%		
水分	ppm		
不溶解分	重量%		
	(n-ペンタン)		
	(ベンゼン)		
	(レジン)		
銅板腐食 (100°C, 3時間)			
界面張力	dyne/cm		
ミリポアフィルター	mg/100mℓ		
冷却曲線			
焼入強烈度	Hcm ⁻¹		
備考			

2-2 鍛造工場

(1) 鍛造割れの防止

黄銅製弁本体に鍛造時に表面割れが発生し、不良率が30%以上に達することがある。素材は購入材と自社材を使用しているが割れは購入素材に集中して発生している。

両者の化学成分をみると自社素材に鉛(Pb)分を含んでおり成分的にみると割れやすさは自社素材の方が高いはずである。

成分的には鍛造前の加熱温度は同温で問題はなく、鍛造方法も同じで問題はないので、加熱の方法の改善が必要と思われる。

改善策を確立するために次の事項を実施することを推奨する。

1) 加熱は電気炉を使用する。

ガス炉の場合火炎が被加熱体に直接接触するとサルファアタック(Sulphur Attack)を起し割れの原因になる。

2) 加熱は徐々に行う。

急激に加熱すると表面部と中心部との伸びの差が異なるためスリップを起し割れの原因となる。

3) 加熱テストを実施する。

被加熱体の表面と中心部に熱伝対をとりつけ、各々の温度の上昇速度と時間を計測し最適な加熱時間を設定する。

2-3 メッキ工場

(1) スラッジ処理

メッキ排水中の重金属類を電解法やイオン交換法により分離、脱水して固形物として取扱えるようになったものをスラッジケーキ(Sludge Cake)と呼ぶが、この処分は埋立するか、コンクリート固化するか、再利用するかしなければならない。スラッジケーキの埋立処分は地下水により金属イオンなどが溶出して二次汚染を起こすおそれがあるので好ましい方法ではなく、次の方法を検討すべきである。

処理の方法については一工場に対処することは困難が伴うので国家的視野にたって解決を図らなければならない。

1) 山元還元

再資源化を進める。すなわちメッキスラッジケーキは金属水酸化物が主体であるの

で、これを山元へ送って有価金属を回収する方法である。

このためにはスラッジケーキ中の有価金属の濃度を高める努力が必要であり、また受入れ可能な山元の範囲を拡大する必要がある。

この方式は有価金属回収だけでなく、スラッジケーキの処分が解決される、きわめて意義の大きい方法である。

2) スラッジケーキの固化

スラッジケーキを投棄によって処分するためには、何らかの方法で固化、密閉して環境に溶出しないようにする必要がある。一般にセメントやアスファルトなどを混入して固化する方法、他の無機物などと混合して焼結処理する方法などが採用される。またプラスチックを用いて溶融固化する方法もある。

コンクリート固化法は、セメントが比較的安価な固化剤であり、単に混合操作だけで固化できる。スラッジケーキの性状によっては固化が不可能な場合や溶出に対する抵抗が十分でない場合があり、万能とはいえないがよく使われる。

焼結処理は、焼結剤としてガラスや粘土類を添加し、800～1,000℃で焼成される。焼結品が建築骨材、煉瓦などに活用できる点ですぐれている。

2-4 板金工場

(1) 肌合せ治具の改善

板金工場における、構造材の胴と胴及び鏡板と胴の周溶接線の肌合せ作業では、アルミニウム(Aluminum)の場合を例にとると、1点を決め加熱と木槌による変形を用いて肌合せを実施する方法がとられている。この方法では、製品の表面に傷をつけたり、仮付け溶接時に溶接不良を起こしたり、また、肌合せの公差を平均的に逃がせない等の問題が発生する。

通常の溶接組立ての場合、開先のギャップ(Gap)や不均一な開先形状は変形、目違い、収縮に大きく影響することから、開先肌合せ、仮付け溶接は十分注意して行い、板厚、部材形状に適した拘束治具や組立治具を開発し適用することが必要である。

周溶接の肌合せにおいて、図V-2-4-1のような円筒の内周治具や外周治具を用いて、円形を十分確保して肌合せを行うことにより、安定な溶接が可能となる。

この開発に当たっては、機械工場での鏡板加工時の内部拘束治具(図V-2-4-2を参照)を改良するか、その設計思想を適用すれば開発がすみやかに進められる。

(2) 材料の取扱い法の改善

1) 汚れの付着、傷の発生、作業空間の適正確保の点で、原材料の現場での保管量は必要最少限とし、余分な材料あるいは現場に放置されている端材などについては、材料の出庫管理、端材の返材管理を徹底し常日頃の現場監視で十分フォロー (Follow) する体制が必要である。

2) 溶加材は厚手のポリエチレン (Polyethylene) 袋に入れて市販されている。これは表面への水分の付着・変質を防止するものであり、したがって、使用前はもちろん使用後も所定のケース (Case) に入れ乾燥した場所に保管することが必要である。

溶加材についての汚れ等の問題の基本的考え方を以下に示す。例えば板厚10mmの母材を60° V開先で長さ1M溶接する場合の開先部の表面積は230.9cm²である。このV型溝部を板表面まで充填するのに必要な溶加材を直径1.6mmで行うと、その表面積は1,443.4cm²となり、母材の約6.3倍に達する。したがって、母材開先部の汚れ対策以上に溶加材を清浄に維持することが重要である。

具体的な溶加材管理は、以下に示すとおりで、溶接工および溶接材管理者に十分徹底することが望ましい。

- a) その日の溶接作業終了後、直ちに恒温箱内に保管する。
 - b) 溶接作業のあい間には、シートカバー (Sheet Cover) をして、ほこりが付着しないようにする。
 - c) 素手や汚れた手袋で取り扱わない。
 - d) 長期保管を避け、必要時に少量手配・購入する。
- 3) 胴パイプ (Pipe) の半成品の取扱い上の変形は、クレーン (Crane) 運搬時のワイヤ (Wire) 掛け時に発生したものであり、また、雑然と工場の床に積み重ねられているなど、物の取扱いが非常に乱雑である。
- 4) 特に有色金属のように軟質材の半成品の加工後の運搬には専用の運搬パレット (Palette) の導入が必要である。

(3) 溶接条件の改善

日本で用いられている一般的な溶接条件を、表V-2-4-1にアルミニウムの交流ティグ (TIG) 溶接、表V-2-4-2に、アルミニウムの (MIG) 溶接の条件の例を示す。

1) アルミニウムの溶接の場合、他の材料の溶接に較べて、溶融池が大きくアーク (Arc) 現象が激しいことから、シールド (Shield) を十分に行う必要があり、通常、鉄鋼の溶

接に較べてシールドガス (Shielded Gas) 口径をひと回り大きく、またシールドガスの流量を 2 倍程度にすることが必要である。

また、交流ティグ溶接法を用いて裏波溶接を行うのに、当工場では板厚 4 ~ 5 mm までは I バット (Butt) の開先が採用されている。一般に、このような開先で裏波溶接を行うには、電流の高い溶接法が採用される。このために、溶融金属の垂れ下りが生じ易くなる。一方電流を下げると溶融量が小さくなって溶込み不足が生じる。

- 2) 配管の溶接では図 V-2-4-3 に示すような開先を用いて、まず、確実に初層で裏波を確保して、次層以降で継手を形成する方法を用いることにより、均一な裏波の溶接継手を確保することができる。
- 3) 仮付け溶接あるいは仮付け要領については、十分な管理が見受けられないが、仮付け溶接時は本溶接と同等以上の注意を払う必要がある。溶接の始端部にはブローホール (Blowhole) の発生が多く、また、終端部にはクレータ (Crater) 割れが多く、したがって、本溶接で仮付け溶接部を十分溶かし込めない場合は、仮付け溶接の欠陥がそのまま残るため、終始端の繰返しの多い仮付け溶接の品質は本溶接の品質を左右すると言っても過言ではない。

仮付け溶接の終始端部を状況に応じてカッター (Cutter) で除いて、あらかじめ欠陥を完全に除去することが必要である。

- 4) 同様に、治具の溶接についても十分な注意が必要で、決して本体側に溶接欠陥を発生させない配慮が望まれる。また、治具の本体溶接部を取りはずす時は、グラインダー (Grinder) で溶接金属を十分除去してから、ハンマー (Hammer) で取り外すことが大切である。
- 5) 製品の大型化に伴って板厚が従来より約 75% 増加する。このことから溶接入熱の増大、あるいは板厚固有の問題として溶接部及び溶接熱影響部にマイクロ (Micro) 欠陥が発生しやすくなる。

入熱の増大あるいは厚板化に関する問題としては、

- a) 低融点成分の蒸発・飛散による強度低下
- b) ラミネーション (Lamination) 等の偏析帯を中心とした割れの発生
- c) 共晶融解によるマイクロ割れの発生
- d) 溶接割れ

が挙げられる。これらの問題の解決としては、

- a) 原材料及び溶加材の成分管理（特に微量成分の管理）
- b) 溶接入熱の管理（必要に応じて多層盛溶接の採用）

に十分注意を払うことが望ましい。

したがって、材料の変化（板厚の増大、入手先の変化、材質の変更）あるいは、新しい施工法（溶接機の更新、新しい溶接法の適用）にあたって、上記の溶接上の問題点を十分考慮して、溶接試験を実施し、特に、ミクロ観察に対する試験を充実することが望ましい。

溶接条件の管理は、当工場があまり多くの経験がないことに起因しているのか、条件が各個別の板厚で決定されており板厚の増加に伴う溶接条件の推定あるいは中間板厚条件の推定が可能な溶接条件の基準作りが行われていない。

表V-2-4-3は、アルミニウムの大電流ミグの溶接条件を示したもので各板厚での溶接条件がひと目でわかるようになっている。このような溶接条件の一覧表作成には、溶接電流に対する溶込み深さの算定、溶接電流に対する溶着量の算定等十分な基礎データ(Data)をもとに、決定されることが望ましい。

(4) 補修溶接工程の改善

補修溶接工程は、おおむね良好と判断される。しかし、以下の点での改良が必要とされる。

補修を3回以上行くと設計で補修指示を発行するようになっているが、材料及び施工法に応じて工場・設計・研究所で補修の判断基準を作成して補修のチェックポイント(Check Point)を明確に作業指示書に示した方が良い。

また、重要な欠陥の種類、例えば割れ、フローホールによっては、その原因があらかじめ判断可能な場合を除いては、初回から関係部門を集めて対策を協議実施することが、重大な欠陥をあらかじめ防止することに有効である。

また、検査工程では溶接割れ等を目視で判断しているが、必要に応じて、あるいは欠陥が発生し易い部分にはカラーチェック(Color Check)等の浸透探傷試験を実施することが望ましい。特に、最終検査は最終検査員が実施するにしても、パス(Pass)間でのカラーチェック検査は溶接工に、自主検査を行わせて、中間層での欠陥の発生は最小限にするべきである。

(5) 溶接作業者の技量レベル(Level)の改善

溶接作業者の技量レベルの管理については、おおむね良好である。しかし、工場の資格者認定リスト(List)から判断すると、溶接の技量資格認定が下向き姿勢と立向き姿勢のみになっており、欠陥が発生し易く技量的に高度な技術が要求される横向き、上向き姿勢についての資格が取得されていない。

このことは、作業姿勢が限定されるため、製品のハンドリング(Handling)を十分考慮して、設計を行う必要があり、またこの点から製品デザイン(Design)が限定される。

今後の製品の大型化に伴って工場内でのハンドリングの難しさ、あるいは現地での限られた姿勢での溶接工事の発生を考慮すると、横向き、上向き姿勢の資格取得を進めると同時に、横向き、上向き姿勢の溶接施工法の開発も進めることが必要となる。

(6) 予熱管理の改善

予熱を実施する場合は、その目的にしたがって熱伝導的な考慮または冶金学的な考慮を行って予熱温度を合理的に決定しなければならない。

当工場では、アルミニウムの厚さ10mm以上で150℃の予熱を行っている。通常アルミニウムの溶接では予熱を行う必要はない。これは炭素鋼などのように熱影響部に焼入れ硬化の現象がないからである。

また予熱する時はガス(Gas)炎で行ったり、小物は炉中で均一加熱するが、大型のものは一般に材料の熱伝導が良いことから予熱は容易でない。

しかし、8mm以上のアルミニウムに交流ティグ(TIG)溶接を行うとき、また肉厚の一樣でない鋳物の補修溶接や、とくに割れやブローホールをそれによって除去したいというような場合には容量500Aの交流電源の溶接機の使用が望ましい。

この予熱は、熱処理材や冷間加工材に対しては、強度の変化が生じることから原則として行わない。予熱温度は作業条件によって異なるが、150~200℃が普通で、温度を上げすぎないように、温度チョーク(Chalk)や接触温度計で検査しながら加熱状態を管理することが重要である。また過度の加熱は変質や変形を招くので注意を要する。

なお材料に結露した場合は溶接欠陥を招かないように40℃程度に母材を加温することが普通である。これは、通常予熱とは別に考えて良い。

(7) 素材の受入検査の改善

アルミニウム電極ワイヤの表面状況は、特にミグ溶接の場合、溶接欠陥に重大な影響をおよぼす。

電極ワイヤは線引き後、化学薬品で表面仕上げをしたものと、工程中に皮剥ぎをし、脱脂・鏡面仕上げを行った光輝線とがある。一般的には光輝線の方が溶接部のブローホールが少ない。

当工場で使用されている電極ワイヤは、表面に多くの傷が発生している。これらの傷には線引き時の油脂類の付着があり、ブローホールの原因となり易い。コンタクトチューブ(Contact Tube)やチップ(Chip)の摩耗を早めたりする。電極の製造技術に、まだ改善の余地がある。電極の入手先を変更したり、必要に応じて電極ワイヤの表面の傷の検査、及びガーゼ(Gauze)等でワイヤの表面を拭き、油脂類の付着状況を確認する目視テスト(Test)を実施して品質のチェック(Check)を行うことが望ましい。

溶接材料の微量成分の働きとしては、Fe、Siが増加すると溶融池の湯流れ性が良く、溶接性が良くなるが、一方継手の靱性が低下する。また、溶接金属の結晶粒を小さくして溶接割れを防止するためにTi、Bが少量添加されている方が望ましい。このように微量成分でも微妙に溶接現象に影響を与えるので、チェックする必要がある。

(8) 銅の溶接の改善

中国規格のH62は黄銅と呼ばれているもので、通常この溶接には、酸素アセチレンガス(Acetylen Gas)溶接、被覆アーク(Arc)溶接、ティグ(TIG)溶接、ミグ(MIG)溶接が用いられる。ここでは、当工場で施工されている酸素アセチレンガス溶接及び自動化を考える場合に必要なティグ溶接技術について述べる。

一般に銅合金の溶接上の注意点は次のとおりである。

- 1) 開先角度を大きくとる。
- 2) 開先間隔を広くとる。
- 3) 仮付溶接は間隔を狭く、多くする。
- 4) 予熱温度と層間温度を高くする。(材質によっては害になるので注意を要する)
- 5) 軟鋼の溶接の場合より、大径の溶接棒と高い電流を用いる。
- 6) ピーニング(Peening)は行った方が良い。

黄銅の酸素アセチレンガス溶接において、特に高亜鉛黄銅でも容易にガス溶接ができ

るが、溶接棒は共金として若干の亜鉛の多いものが良い。

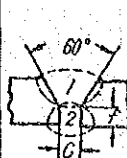
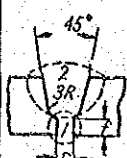

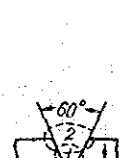
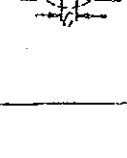
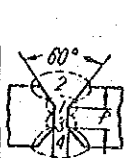
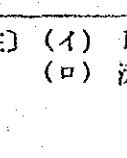


亜鉛を含む黄銅のガス溶接で、最も注意しなければならない点は、亜鉛の酸化・蒸発で、この防止法としては、早く黄銅表面に酸化亜鉛の保護膜を作り、溶融金属からの亜鉛の蒸発を止めるよう、酸化炎を用いた適切なフラックス(Flux)を使用しなければならない。また、鉛が黄銅中に0.5%以上に存在すると、亜鉛が比較的低温で溶解し、沸騰する性質があるので気孔が発生する。

黄銅のティグ溶接も、幅広く用いられる。ティグ溶接では、まず、タングステン(Tungsten)電極は常に清浄に保ち、先端を鋭く研削しアークの集中を良好に保持する。母材や溶接棒の溶金が付着したままで溶接すると、アークが不安定となり完全な溶接が困難になる。溶接としては直流正極性(DCSP)を用いて行う。溶接棒としては、RCuAl⁻²(Al約10%Cu約90%)を用い、共金または亜鉛を大量に含有する黄銅系の溶接棒は使用できない。また、鉛を含んだ黄銅はガスアセチレン溶接と同様に避けた方が良い。予熱については、板の場合以外は250℃程度にするのが良い。

表V-2-4-1 アルミニウムの交流ティグ溶接条件

板厚 (mm)	継手形状	(イ)溶接順序	開先寸法		電極棒径		溶接		溶加棒		アルゴンガス		備考	
			すきま (c) (mm)	肩 (f) (mm)	(mm)	(in)	電流 (A)	速度 (mm/min)	径 (mm)	消費量 (g/m)	流量 (l/min)	ノズル 口径 (mm)		
1.2	I型	F V O	1	0~1	—	1.6~2.4	1/16~3/32	45~65	200~250	1.6~2.4	8~10	5~8	6~11	裏まし 当し 望い
			1	0~0.5	—	1.6~2.4	1/16~3/32	40~60	150~200	1.6~2.4	8~10	6~9	6~11	
			1	0~0.5	—	1.6~2.4	1/16~3/32	40~60	130~180	1.6~2.4	8~10	6~9	6~11	
2	I型	F V O	1	0~1	—	1.6~2.4	1/16~3/32	80~110	180~230	1.6~2.4	10~12	6~9	6~11	同上
			1	0~1	—	1.6~2.4	1/16~3/32	60~90	150~200	1.6~2.4	10~12	6~9	6~11	
			1	0~1	—	1.6~2.4	1/16~3/32	80~110	80~130	1.6~2.4	10~12	8~11	6~11	
3	I型	F V O	1	0~2	—	2.4~3.2	3/32~1/8	100~140	110~160	2.4~4	30~35	7~10	7~12	同上
			1	0~2	—	2.4~3.2	3/32~1/8	90~130	90~140	2.4~4	30~35	7~10	7~12	
			1	0~1	—	2.4~3.2	3/32~1/8	90~130	80~130	2.4~4	30~35	8~11	7~12	
4	I型	F V	1	0~2	—	3.2~4	1/8~5/32	180~230	80~130	2.4~4	50~55	7~10	7~12	同上
			1	0~2	—	3.2~4	1/8~5/32	160~210	70~120	2.4~4	50~55	7~10	7~12	
		2	0~2	—	3.2~4	1/8~5/32	160~210	70~120	2.4~4	55~60	7~10	7~12	裏はつり	
	V	1	0~2	—	3.2~4	1/8~5/32	170~220	60~110	2.4~4	60~65	8~11	7~12		
	O	1	0~2	—	3.2~4	1/8~5/32	160~210	80~130	2.4~4	55~60	8~11	7~12		
	V型	F V	1	0~2	0~2	3.2~4	1/8~5/32	150~200	130~180	3~4	75~80	8~11	7~12	同上
2			0~2	0~2	3.2~4	1/8~5/32	150~200	150~200	3~4	75~80	8~11	7~12		
6	I型	F V	1	0~1	—	4~6	5/32~1/4	240~300	100~150	3~4	60~55	9~15	8~12	裏あて
			2	0~3	—	4~6	5/32~1/4	250~300	110~160	3~4	75~85	9~15	8~12	
			2	0~3	—	4~6	5/32~1/4	230~280	120~170	3~4	80~90	9~15	8~12	
	V型	F V	1	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	240~290	100~150	3~4	75~80	9~15	8~12	裏まし あて 望
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	220~270	110~160	3~4	75~80	9~15	8~12	
		V	1	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	200~250	100~150	3~4	75~80	9~15	8~12	
		O	1	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	200~250	90~140	3~4	75~80	9~15	8~12	
	型	F V	1	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	220~270	100~150	3~4	70~80	9~15	8~12	裏はつり
			2	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	200~250	110~160	3~4	70~80	9~15	8~12	
			2	0~2	0~3	4~6	5/32~1/4	220~270	90~140	3~4	75~85	9~15	8~12	
型	F V	1	0~2	0~3	4~6	5/32~1/4	220~270	100~150	3~4	70~80	9~15	8~12		
		2	0~2	0~3	4~6	5/32~1/4	170~220	70~120	3~4	70~80	9~15	8~12		
型	F V	1	4~6	—	4~6	5/32~1/4	220~270	80~130	4~5	—	9~15	8~12		
		2	4~6	—	4~6	5/32~1/4	220~270	120~170	4~5	—	9~15	8~12		
型	F V	1	4~6	—	4~6	5/32~1/4	220~270	70~120	4~5	—	9~15	8~12		
		2	4~6	—	4~6	5/32~1/4	190~240	90~140	4~5	—	9~15	8~12		

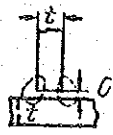
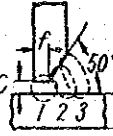
表V-2-4-1 アルミニウムの交流ティグ溶接条件(つづき)

板厚 (mm)	継手形状	(イ)溶接姿勢	溶着順序	開先寸法		電極棒径		溶接		溶加棒		アルゴンガス		備考
				すきま (c) (mm)	肩 (f) (mm)	(mm)	(in)	電流 (A)	速度 (mm/min)	径 (mm)	消費量 (g/m)	流量 (l/min)	ノズル 口径 (mm)	
8	V型 	F	1	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	240~290	80~130	4~5	—	9~15	8~12	裏はつり
			2	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	250~300	80~130					
			2	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	210~260	70~120					
	V型 	V	1	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	210~240	70~120	4~5	—	9~15	8~12	
			2	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	190~240	70~120					
			2	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	210~250	80~130					
	O型 	O	1	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	210~250	80~130	4~5	—	9~15	8~12	
			2	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	210~250	70~120					
			2	0~3	0~3	4~6	5/32~1/4	210~250	70~120					
8	U型 	F	1	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	220~270	110~160	4~5	150~160	9~15	8~12	裏めて望ましい
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	230~280	80~130					
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	110~210	80~130					
	V型 	V	1	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	160~210	80~130	4~5	170~180	9~15	8~12	
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	160~210	90~140					
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	120~170	80~130					
	O型 	O	1	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	120~170	80~130	4~5	200~210	9~15	8~12	
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	130~180	70~120					
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	130~180	70~120					
10.0	X型 	F	1	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	240~290	80~130	4~5	240~250	9~15	8~12	裏はつり
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	250~300	80~130					
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	180~230	60~110					
	V型 	V	1	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	170~220	70~120	4~5	250~260	9~15	8~12	
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	170~220	70~120					
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	150~200	60~110					
	O型 	O	1	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	150~200	60~110	4~5	280~290	9~15	8~12	
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	150~200	70~120					
			2	0~2	0~2	4~6	5/32~1/4	150~200	70~120					
12.0	X型 	F	1	0~2	0~2	5~6	3/16~1/4	260~310	80~130	4~5	280~300	10~15	8~12	裏はつり
			2	0~2	0~2	5~6	3/16~1/4	290~350	90~140					
			3	0~2	0~2	5~6	3/16~1/4	280~330	60~110					
	V型 	V	1	0~2	0~3	5~6	3/16~1/4	210~260	60~110	4~5	280~300	10~15	8~12	
			2	0~2	0~3	5~6	3/16~1/4	220~270	70~120					
			3	0~2	0~3	5~6	3/16~1/4	240~290	60~110					
	O型 	O	1	0~2	0~2	5~6	3/16~1/4	160~210	60~110	4~5	300~320	10~15	8~12	
			2	0~2	0~2	5~6	3/16~1/4	160~210	60~110					
			3	0~2	0~2	5~6	3/16~1/4	150~200	70~120					
12.0	X型 	F	1	0~2	0~2	5~6	3/16~1/4	280~330	70~120	4~5	310~330	11~15	8~12	裏はつり
			2	0~2	0~2	5~6	3/16~1/4	290~350	90~140					
			3	0~2	0~2	5~6	3/16~1/4	280~330	60~110					
	V型 	V	1	0~2	0~3	5~6	3/16~1/4	240~290	60~110	4~5	320~340	11~15	8~12	
			2	0~2	0~3	5~6	3/16~1/4	240~290	70~120					
			3	0~2	0~3	5~6	3/16~1/4	240~290	70~120					
	O型 	O	1	0~2	0~3	5~6	3/16~1/4	160~210	50~100	4~5	320~340	11~15	8~12	
			2	0~2	0~3	5~6	3/16~1/4	170~210	60~110					
			3	0~2	0~3	5~6	3/16~1/4	170~210	60~110					

(注) (イ) F: 下向, V: 立向, O: 上向

(ロ) 流量 1l/min=2.12cfh

表V-2-4-1 アルミニウムの交流ティグ溶接条件 (つづき)

板厚 (mm)	継手形状	脚長 (mm)	(イ) 溶接姿勢	層 数	電極棒径		溶接		溶加棒		アルゴンガス		備考		
					(mm)	(in)	電流 (A)	速度 (mm/min)	径 (mm)	消費量 (g/m)	流量 (l/min)	ノズル 口径 (mm)			
2		3~3.5	F, V	1	1.6~2.4	1/16~3/32	60~90	60~90	1.6~2	30~35	6~8	5~8			
4		4	F	1	3~4	1/8~5/32	170~200	170~200	2.4~3	35~40	7~9	5~10			
		4	HF	1	3~4	1/8~5/32	170~200	170~200	2.4~3	35~40	7~9	5~10			
		5.5	V	1	3~4	1/8~5/32	160~190	110~140	2.4~3	50~55	7~9	5~10			
6		C ≤ 2mm T型	6	F	1	3~4	1/8~5/32	200~250	140~190	4~5	55~60	8~10	7~10		
			6	HF	1	3~4	1/8~5/32	200~250	110~150	4~5	55~60	8~10	7~10		
			7	V	1	3~4	1/8~5/32	160~210	80~120	4~5	60~65	8~10	7~10		
8			7.5	F	1	3~4	1/8~5/32	220~260	70~110	4~5	70~75	8~11	7~10		
			8	HF	1	3~4	1/8~5/32	220~260	70~110	4~5	70~75	8~11	7~10		
			7.5	V	1	3~4	1/8~5/32	220~260	65~105	4~5	75~80	8~11	7~10		
6			—	HF	1	3~4	1/8~5/32	200~240	70~110	4~5	70~75	8~11	7~10		
8				—	F	1			250~290	60~100					
	—			HF	2	4~5	5/32~3/16	270~310	80~120	4~5	210~220	9~11	7~10		
	—			HF	3			250~290	100~140						
10	C ≤ 2mm f ≤ 2mm t ≥ 6mm			—	F	1			250~290	50~90					
				—	HF	2	4~5	5/32~3/16	280~320	80~120	4~5	250~260	10~12	7~10	
		—		HF	3			260~300	90~130						
12		片刃型 (L型)		—	F	1			260~300	50~90					
				—	HF	2	4~5	5/32~3/16	290~330	80~120	4~5	270~280	10~12	7~10	
				—	HF	3			280~320	90~130					

(注) (イ) F: 下向, V: 立向, HF: 水平

表V-2-4-2 アルミニウムのミグ溶接条件

板厚 (mm)	開先形状	(イ)溶接姿勢	溶着順序	開先寸法		ワイヤ径 (mm)	溶接			ワイヤ速度 (mm/min)	アルゴン流量		備考
				すきま (c) (mm)	肩 (f) (mm)		電流 (A)	電圧 ^(ロ) (V)	速度 (mm/min)		(l/min)	(cfh)	
2		下向	1	0~1	—	1.0	70~100	19~20	1000~1200	4500~6000	16~18	35~40	裏あて 望ましい
3		下向	1	0~1	—	1.6	120~150	21~23	800~900	3500~4200	16~18	35~40	裏あて
4		下	1	0~2	—	1.6	170~210	22~25	550~750	5000~6300	16~18	35~40	裏あて
		向	1/2	0~2	—	1.6	160~190	22~25	600~900	4800~5600	16~18	35~40	裏はつり
5		下	1	0~2	—	1.6	220~250	24~26	550~600	6500~7500	16~24	35~50	裏あて
		向	1/2	0~2	—	1.6	180~230	23~25	550~900	5500~7000	16~24	35~50	裏はつり
6		下	1	0~2	—	1.6	230~260	25~27	450~500	7000~8000	16~24	35~50	裏あて
	250~280						24~26	450~500	2500~3000				
		向	1/2	0~2	—	1.6	80~210	23~26	450~650	5500~5800	16~24	35~50	裏はつり
	向	1/2	0~2.5	0~3	1.6	190~240	24~27	500~700	5500~7400	16~24			
8		下	1/2	0~2.5	0~3	1.6	240~270	24~27	450~500	7500~8500	16~24	35~50	裏はつり
	230~260						24~27	500~550	7000~8200				
		向	1/2	0~2.5	1.5~3.0	1.6	230~260	24~27	500~550	7000~8200	16~24	35~50	裏はつり

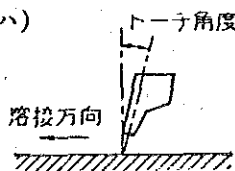
表V-2-4-2 アルミニウムのミグ溶接条件(つづき)

板厚 (mm)	開先形状	(イ)溶接姿勢	溶着順序	開先寸法		ワイヤ径 (mm)	溶接			アルゴン流量		備考	
				すきま (c) (mm)	肩 (f) (mm)		電流 (A)	電圧 (V) (ロ)	速度 (mm/min) (ハ)	ワイヤ速度 (mm/min)	(l/min)		(cfh)
10		下	1	0~2.5	1.5~3.0	1.6	240~270	24~27	350~450	7500~8500	16~24	35~50	裏はつり
			2										
		向	1	0~2.5	1.5~3.0	1.6	240~290	24~27	350~450	7500~8500	16~24	35~50	裏はつり
			2										
		下	1	0~2.5	1.5~3.0	1.6	270~290	24~27	350~450	7500~8500	16~24	35~50	裏はつり
			2										
12		下	1	0~2.5	1.5~3.0	2.4	320~350	27~28	375~450	4600~5400	18~28	40~60	裏はつり
			2										
		向	1	0~2.5	1.5~3.0	1.6	230~260	25~28	600~700	7000~8000	16~24	35~50	裏はつり
			2										
		下	1	0~2.5	1.5~3.0	1.6	250~280	27~29	400~450	7800~9500	18~28	40~60	裏はつり
			2										
	向	1	0~2.5	1.5~3.0	1.6	190~220	25~28	600~700	5600~6200	18~28	40~60	裏はつり	
		2											
4以上		下	1	4~6	-	1.6	230~260	25~27	450~700	7000~8500	16~24	35~50	
			4										

(注) (イ) 立向と上向には電流値を10~20%減少し、溶接速度を適当に選ぶ。

(ロ) 表中のアーク電圧は冷却水ホース内を通るケーブルの電圧降下を加算したもので実際のアーク電圧よりも2~3V高い。

(ハ)



トーチ角度は約20°とする。

表V-2-4-2 アルミニウムのミグ溶接条件(つづき)

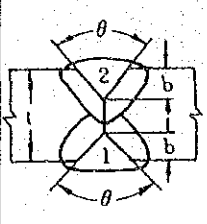
板厚 (mm)	接手形状	脚長 (mm)	(イ) 溶接姿勢	層 数	開先形状		ワイヤ 径 (mm)	溶接			アルゴン流量		
					すきま (c) (mm)	肩 (f) (mm)		電流 (A)	電圧 (V)	速度 (mm/min)	ワイヤ速度 (mm/min)	(l/min)	(cfh)
2		3~5	水平 下向	1	0~2	—	1.0	60~80	19~20	800 ~1000	4000~5500	16~18	35~40
3		4~7	水平 下向	1	0~2	—	1.6	140~160	21~22	650~750	4000~4800	16~18	35~40
4		5~8	水平 下向	1	0~2	—	1.6	160~180	22~26	350~500	4600~5200	16~18	35~40
5		6~9	水平 下向	1	0~2	—	1.6	190~210	24~26	450~600	5600~6200	16~24	35~50
6		7~10	水平 下向	1	0~2	—	2.4	220~250	24~26	450~600	2000~2600	16~24	35~50
8		8~11	水平 下向	1	0~2	—	2.4	250~280	24~26	500~600	2600~3400	16~28	35~60
6		—	水平 下向	1	0~2	0~2	2.4	220~250	24~26	450~600	2000~2600	16~24	35~50
8		—	水平 下向	1	0~2	0~2	2.4	250~280	25~27	400~550	2600~3400	16~28	35~60
10		—	水平 下向	2	0~2	0~2	2.4	250~280	25~27	450~600 400~550	2600~3400	16~28	35~60
12		—	水平 下向	2	0~2	0~2	2.4	270~300	25~27	450~600 350~500	3000~4000	16~28	35~60
8		8~11	水平 下向	1~2	0~2	0~2	2.4	240~270	24~26	550~600	2300~3000	18~25	40~60
10		10~12	水平 下向	2~3	0~2	0~2	2.4	250~280	25~27	500~600	2600~3400	18~28	40~60
12		11~13	水平 下向	2~3	0~2	0~2	2.4	270~300	25~27	450~600	3000~4000	18~28	40~60
4		—	水平 下向	2	4~6	—	1.6	180~210	23~25	600~800	5600~6300	16~24	35~50
5		—	水平 下向	2	4~6	—	1.6	190~230	24~26	550~750	5700~7200	16~24	35~50
6		—	水平 下向	2	4~6	—	1.6	220~240	24~26	500~700	6700~7500	16~24	35~50
8		—	水平 下向	2	4~6	—	2.4	240~270	24~26	400~700	2300~3000	16~24	35~50
10		—	水平 下向	2	4~6	—	2.4	290~320	25~27	400~500	3500~4500	18~28	40~60
12		—	水平 下向	3	4~6	—	2.4	290~320	25~27	500~600	3600~4500	18~28	40~60

(注) (イ) 立向、上向には電流 20~30% を減少し、場合によっては層数を増す。

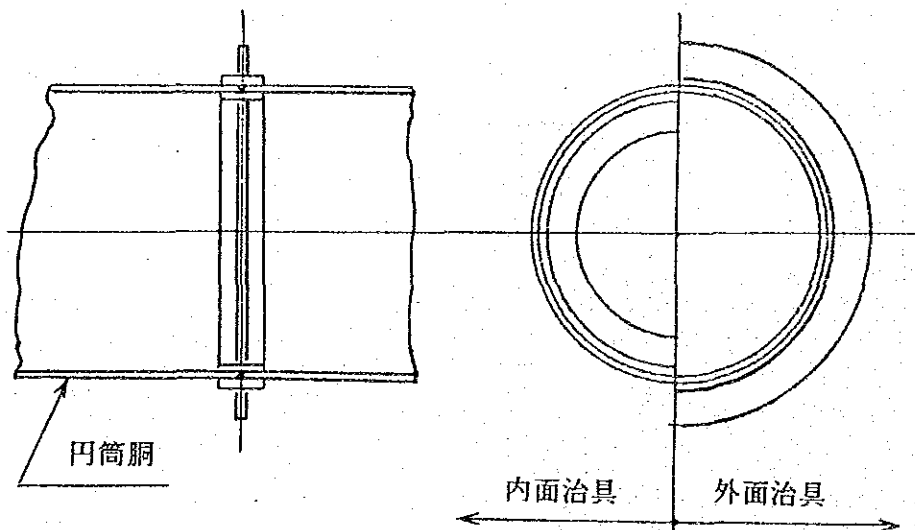
(ロ) コントロールボックスの送線ローラのところの電圧で、本当のアーク電圧より 2~3V 高い。

(ハ) トーチ角度は約 20°、ノズル先行とする。

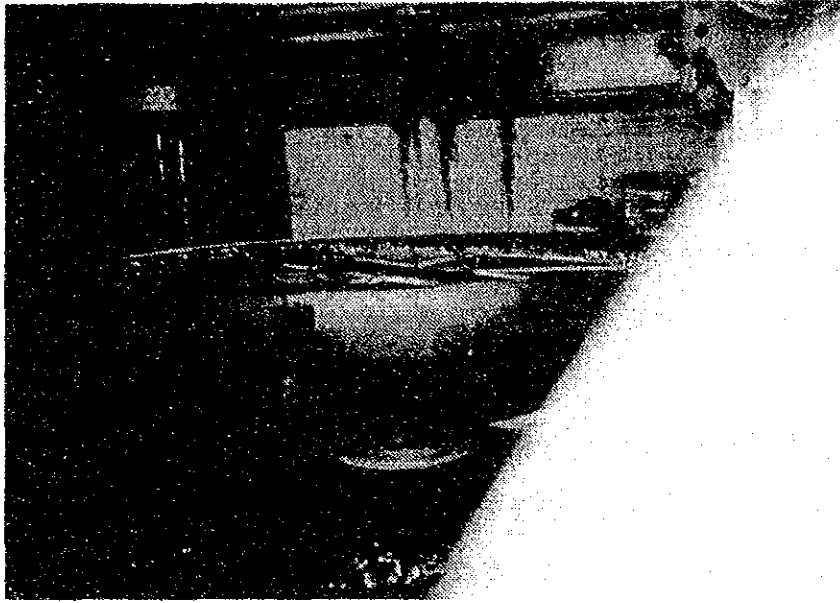
表V-2-4-3 アルミニウムの大電流ミグの溶接条件

板厚 t (mm)	開先形状	溶接材料		層数	溶接条件						
		θ (度)	a (mm)		b (mm)	ワイヤ ³⁾ (mm)	ガス ²⁾	溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	ガス流量 (l/min)
25		90	—	5	3.2	Ar	2	480~530	29~30	30	100
38		90	—	10	4.0	Ar	2	630~660	30~31	25	100
45		60	—	13	4.8	Ar+He	2	780~800	37~38	25	150
50 ¹⁾		90	—	15	4.0	Ar	2	700~730	32~33	15	150
60 ¹⁾		60	—	19	4.8	Ar+He	2	820~850	38~40	20	180

- 注：1) 5°程度の上り坂溶接が望ましい。
 2) Ar+He：内側ノズル 50%Ar+He
 外側ノズル 100%Ar
 3) 溶接ワイヤ：5183



図V-2-4-1 周溶接における拘束治具



図V-2-4-2 鏡板の拘束治具

適用板厚 (MM)	開先加工形状
$2 \leq T \leq 3$	
$3 < T < 6$	

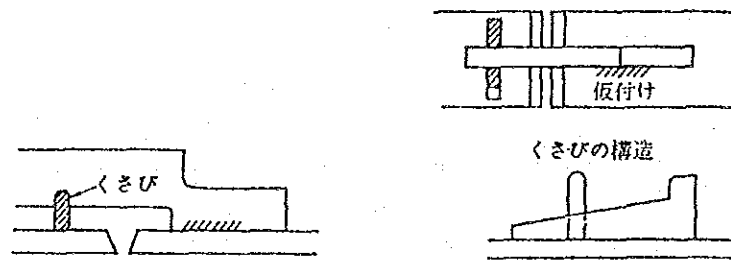
図V-2-4-3 配管の開先

2-5 製缶工場

(1) 肌合せ治具の改善

肌合せやその他溶接関係に使用する治具の設計の考え方は、添付V-1-付5溶接設備管理に示したとおりである。特に、製缶製品の組立では、ある程度の組立寸法誤差を認めなければならないので、製品の機能上問題のない部分は逃がしておくことが必要である。この意味で肌合せ治具には機械工場の真円治具の設計思想を適用することが望ましい。

しかし、簡易的な肌合せには、製缶工場で用いている両端溶接したストロングバック (Strong Back) より、組立寸法誤差を平均的に逃がして組立を行う、楔方式で肌合せを行う方が望ましい。図V-2-5-1に楔方式による肌合せの例を示す。



図V-2-5-1 肌合せの例

(2) 材料の保管法の改善

工場環境での湿度の影響についてはV編1-7節(2)項で説明しているように、特に手溶接棒とサブマージアーク (Submerged Arc) 溶接用のフラックス (Flux) は吸湿が激しいので、作業前の乾燥基準を十分守ることが必要である。

(3) 溶接条件の改善

開先寸法では、開先はその隙間が狭すぎると溶込み不良を招きやすく、広すぎると割れ、スラグ (Slag) 及び巻込みなどの原因となるため注意が必要である。

代表的な手溶接の溶接条件を表V-2-5-1に、サブマージアーク溶接の溶接条件を表V-2-5-2に、軟鋼に対する純CO₂アーク溶接の溶接条件を表V-2-5-3に示す。

仮付溶接は長さが短いため、ビード (Bead) のスタート (Start) とクレータ (Crater) の連続したもので、溶接としては最も悪条件が重なっているものであるから、溶接電流、

順序に留意し、また部品の端、角、重要強度部分など応力の集中する場所を避ける必要がある。

仮付けの溶接電流は本溶接の電流よりやや高くし、長さもあまり短くないように注意し、溶込み不良やスラグの巻込みなどを作らないようにすることも大切である。

仮付けは、本溶接以上に重要であり、とかく、初心者には練習を兼ねて行わせている傾向が強いが、仮付けの位置やピッチ (Pitch)、大きさが適切でないと本溶接において、寸法、歪や、その他の欠陥を生じ、作業能率を低下させるので、むしろ熟練工の方が望ましい。

また、材料に対する管理としては、例えば一般構造用鋼材では次の成分の管理に十分注意することが望ましい。

炭素は含有量が多くなると溶接性を害し、亀裂が生じやすく、靱性が低くなる。マンガ (Mn) は脱酸効果があり、硫黄の安定化を図る。また、鋼材の組織を微細化し、靱性を向上させるがあまり多くなって炭素量も多いと焼割れが生じ易くなる。リン (P) は鋼中で不均一な分布をして溶接性を害する。硫黄は、その量が多くなると帯状になって、いわゆるサルファーバンド (Sulphur Band) を作り、亀裂やピット (Pit) の発生の原因となる。

(4) 補修溶接工程の改善

補修溶接工程に対する考え方は、板金工場の 2-4 (4) 項で示したとおりである。ここでは、補修方法の 1 例を示す。

溶接部に諸種の欠陥が発見された場合には手直しを行う。アンダーカット (Undercut)、オーバーラップ (Overlap) などそのまま補修溶接を行うか、または、はつり取れば良い。X線検査で内部の欠陥が発見された場合は、健全な部分まではつり取って確実に溶接することが望ましい。手直しを必要とする欠陥がブローホール (Blowhole) またはスラグ巻込み、溶込み不良等であれば、それらを十分はつり取ってから溶接する。亀裂の場合は、鋼種によっては、両端に止め孔を明けておかないとはつり取ったり、溶接したりしたためにかえって亀裂が進行することがあるので注意を要する。

はつり取りは運棒やトーチ (Torch) の運びが自由にできるように広く行い、必要な場合は近傍の関連する溶接部も一部をはつり、できるだけ自由な状況で再溶接することが望ましい。

また、母材のラミネーション (Lamination) やサルファーバンド (Sulphur Band) は溶接

に著しい悪影響を及ぼし、しばしば亀裂の原因となるので、これが発見された場合はでき得る限り、材料を交換するのがよい。

溶接欠陥の発生する原因は、使用する材料および溶接施行法の不適あるいは溶接工の技量が未熟なことなどによっている場合が多いが、これらの原因が単独に作用することは少なく、多くの場合重り合って影響をおよぼし、また一つの原因からも種々の欠陥が発生するので、欠陥の防止対策にはその原因を十分みきわめてから対応することが必要である。

以下、鋼の溶接での欠陥例を示す。

a) アンダーカット (Undercut)

主として溶接電流が大きい時、溶接速度が速すぎる時に生じ易い。

b) オーバーラップ (Overlap)

主として溶接電流が小さい時、溶接速度が遅すぎる時に生じ易い。

c) クレータ (Crater) 割れ

クレータの処置不良によって生じる。

d) 形状不良 (のど厚の過不足、外観不良)

溶接電流、溶接速度、溶接棒の乾湿度などに起因する。

e) 溶接割れ (収縮割れ、硫黄割れ、ラミネーション割れ、ビード下割れ)

硫黄やリン (P) の影響によっての高温割れ、収縮応力等で生じる低温割れ、また水素の拡散による水素割れ等がある。

f) ブローホール (Blowhole) とピット (Pit)

シールドガス (Shield Gas) 中の空気の混入、溶接棒およびフラックス中の有機物と湿気、開先面の錆と油脂、冷却速度や溶接条件不良の場合に発生する。

g) スラグ (Slag) の巻込み

溶接速度が速い場合、溶接電流が低い時に発生し易い。

h) 溶込み不良と融合不良

電流が低い場合や溶接速度が速い場合、さらに、開先角度やルート (Root) 間隔が小さい場合に生じ易い。

(5) 溶接作業者の技量レベル (Level) の改善

溶接作業者の技量レベルについては、板金工場の 2 - 4 節 (5) 項に述べた内容と同様である。

(6) 素材の検査の改善

素材の検査については、板金工場の2-4節(7)項に述べた内容と同様である。

(7) 個別技術の問題

1) 炭素鋼の管/管板のシール(Seal)溶接の改善

管/管板の溶接では、管側の肉厚が非常に薄く、かつ、管板の肉厚が厚くなっているため、溶接を行う場合に、管側が先溶けする。このため、溶接の入熱量が少なくなり、溶接部ののど(Throat)厚が減少する。したがって、ブローホールが発生し易く、スタート割れ及びクレータ割れも発生し易くなる。

この防止法としては、まず、開先形状を図V-2-5-2に示すように管と管板側の熱容量を同一になるような形状にし、さらに、管と管板の間にあまり隙間を設けないように加工精度を上げるか、拡管を行って管/管板の密着度を確保することが重要である。

こうした技術を確立した後、手溶接を自動溶接に転換して行くことが必要である。このために管と管板の溶接を行う自動溶接機を試験的に導入することを推奨する。

2) 薄板の円筒胴の溶接方法の確立

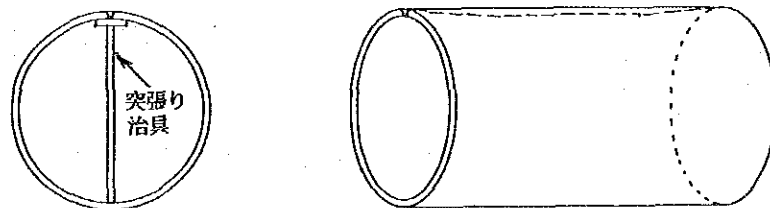
薄板の炭素鋼及びステンレス(Stainless)鋼の圧力容器の円筒胴及び鏡板の溶接において、溶接施工方法が確立されていないため、溶接時に芯精度が悪く開先の合せに多くの時間を費やしている。また溶接歪が発生している。

したがって、肌合せ及び溶接歪を防止するために、治具を活用した溶接技術の確立を図る必要がある。

ここに薄板(厚板6mm)ステンレス鋼の容器の溶接方法の例を示す。

a) 胴の長手方向継手の溶接

i) 外側開先

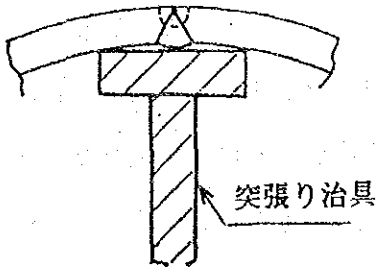


図V-2-5-3 胴の長手方向継手の溶接法(外側開先)

内部から図V-2-5-3に示すような突張り（治具）を用いて溶接をする。

- ① 一層盛り溶接を行った後、突張りを入れ支える。胴の長手方向の両端300mm位は、突張りを無しとして、途中500-600mm間隔でこの突張りにより支える。両端が牛の背のように競り上がってくる。
- ② 端から一気に溶接を行う。

ii) 内側開先



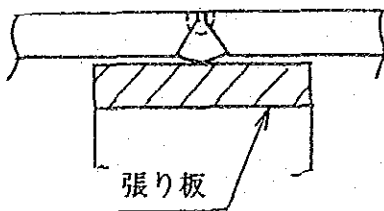
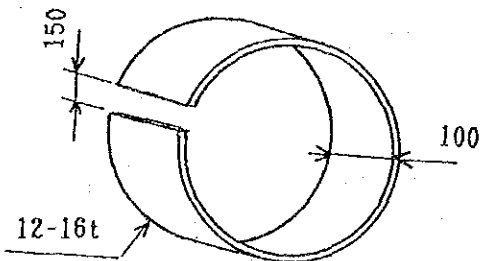
- ① 内側から仮り溶接または一層盛り溶接をする。その後全面を盛り上げる。
- ② バックチップ (Back Chipping) を行う。
- ③ 内側から突張り（治具）を入れ支える。突張り（治具）は、板厚16-20mm×幅50mmで作られ、胴（製品）に溶接することなく、油圧ジャッキを用いて突張る。
- ④ 外面溶接を行う。

図V-2-5-4 胴の長手継手の溶接法（内側開先）

- ⑤ 溶接後80-100℃に胴体を予熱し、ゴムマット (Rubber Mat) の上で内側から溶接ビード (Bead) の上に当て金を置いて、その上を軽く叩いて落ち込みを修正する。

b) 胴の周継手の溶接

i) 内側開先

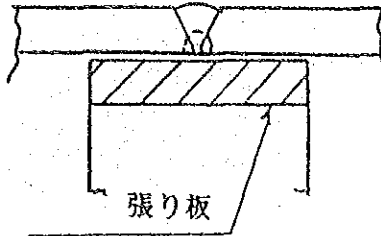


図V-2-5-5

胴の胴の周継手の溶接（内側開先）

- 内径に沿うような張り板（左図）を準備する。小さな油圧ジャッキにより、この張り板を拡げて内側より突張る。こうした張り板（治具）を使うことが大切である。
- ① 内側から仮り溶接を行う。
 - ② バックチップを行う。
 - ③ 内側に張り板を付ける。
 - ④ 外面の本溶接を行う。
 - ⑤ 修正方法は前項a), ii), ⑤に同じ。

ii) 外側開先



図V-2-5-6 胴の周継手の溶接
(外側開先)

- ① 外側から一層盛り溶接を行う。
 - ② 内側に張り板（治具）を付ける。
 - ③ 外の全体溶接をする。
 - ④ バックチップを行う。
 - ⑤ 内面溶接を行う。
- 注：④、⑤の工程では張り板を外す。
- ⑥ 修正方法は前項b), i) ⑤に同じ。

c) 鏡板と胴の肌合せ

鏡板の修正要領を次に示す。



- ① この部分を加熱すると外側に少し広がる。
- ② この部分を加熱すると内側に縮む傾向にある。

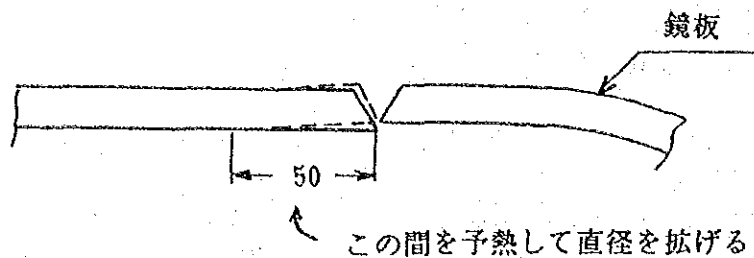
ただし、炭素鋼の場合は上記の傾向にあるが、ステンレス鋼の場合はあまり変化は

図V-2-5-7 鏡板の加熱による影響 期待できない。

一般に鏡板の径より胴板の径を少し大きめに作って準備をしておく、目安は $1,500\text{mm}\phi + 3\text{mm}$ 位である。

これは溶接後に胴の方が、大きくなっていると見栄えが良いからである。

ステンレス鋼の場合は、焼曲げが難しい。炭素鋼とは逆に胴の径を小さく（直径で 1mm ）して、胴の方を $80\sim 100^\circ\text{C}$ 位に予熱して伸ばして直径を少し大きくして仮付溶接をする。約 300mm 位の間隔で断続的に仮付溶接を行う。



図V-2-5-8 鏡板と胴板の修正方法

3) 裏波溶接の改善

ステンレス鋼の管や薄板の溶接は片側溶接では一般にティグによる裏波溶接が多用されている。ステンレス鋼の裏波溶接において、溶接部の裏側が大気と接する環境下では裏波ビードは激しく酸化し、健全な溶接部が得られずまた安定した裏波ビードが得られない。このことから、通常裏波溶接では、ガスによるバックシールド (Back Shield) 施工が行われる。バックシールドの要領を図V-2-5-9に示す。

最近では、上記バックシールド施工を行うと、多量のガスの消費及びバックシールドに要する時間が工程上無視し得ないことから、裏波溶接専用のフラックスが開発され市販されている。図V-2-5-10にバックシールドコストの割合を示す。

市販されている裏波溶接専用フラックスを用いた場合のティグ溶接条件を図V-2-5-11に示す。いずれもアルゴンバックシールドと同等の適正溶接条件範囲が得られ継手性能も良好である。(表V-2-5-4)

4) 保冷外塔板の溶接法

薄板の溶接法の注意点を次に述べる。

板の中央付近に重錘を乗せて周囲の全面溶接を行う。

線状加熱で修正するときは、外から内へ良いところから悪い方へと徐々に加熱する場所を移動していく。

5) 厚板小径管の製作

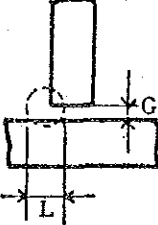
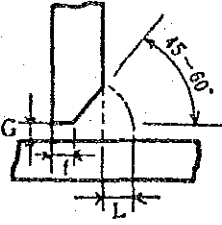
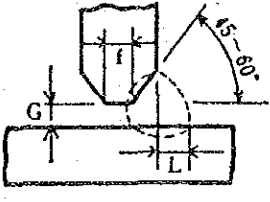
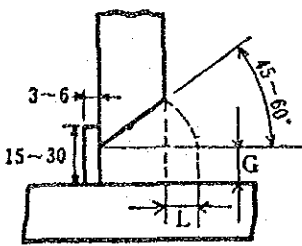
プレス加工による板曲げについての注意点を次に述べる。

- a) 板厚50mm×内径600mmのような厚板の場合は、板を2分割とし半円状に製作する。
- b) 板のプレス押しピッチは、板厚間隔が限度であり、これ以上ピッチを狭くしても無意味である。
- c) プレス後板端の曲がらない部分は切り捨てる必要がある。

表V-2-5-1 手溶接の溶接条件

板厚 mm	開先形状	溶接姿勢	層数	開先寸法			溶接電流 A	溶接速度 mm/min	棒径 mm	備考
				ルート間 (ϕ) mm	ルート幅 (l) mm	開先 角成 (α)				
2		F	2	0~1	-	-	40~60	140~160	2.6	裏はつり 裏あて金
		F	1	2	-	-	80~110	100~140	3.2	
		F	1	0~1	-	-	60~80	100~140	2.6	
3		F	2	2	-	-	80~110	100~140	3.2	裏はつり 裏あて金
		F	1	3	-	-	110~150	150~200	4	
		F	2	2	-	-	90~110	140~160	3.2	
5		F	2	3	-	-	80~110	120~140	3.2	裏はつり 裏あて金
		F	2	4	-	-	120~150	140~180	4	
		F	2	2	2	75°	90~110	140~180	3.2	
6		F	4	0	2	80°	90~140	160~180	3.2,4	裏はつり 裏あて金
		F	2	4	-	60°	140~180	140~150	4,5	
		F	3	2	2	75°	90~140	140~160	3.2,4	
9		F	4	0	3	80°	130~140	140~160	4	裏はつり 裏あて金
		F	3	4	-	60°	140~180	140~160	4,5	
		F	4	2	2	75°	90~140	140~160	3.2,4	
12		F	5	0	4	80°	140~180	120~180	4,5	裏はつり 裏あて金
		F	4	4	-	60°	140~180	120~160	4,5	
		F	4	2	2	75°	90~140	130~160	3.2,4	
16		F	7	0	6	80°	140~180	120~180	4,5	裏はつり 裏あて金
		F	6	4	-	60°	140~180	110~160	4,5	
		F	7	2	2	75°	90~180	110~160	3.2,4 5	
22		F	7	-	-	-	140~180	130~180	4,5	裏はつり 裏あて金
		F	9	4	-	45°	160~200	110~170	5	
		F	10	2	2	45°	90~180	110~160	3.2,4 5	
32		F	14	-	-	-	160~200	140~170	5	裏はつり

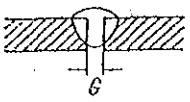
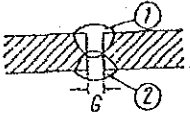
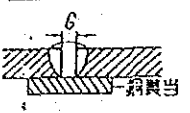
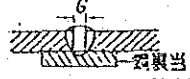
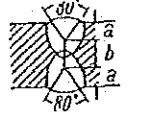
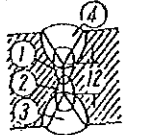

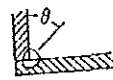

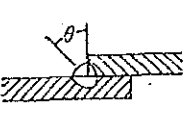
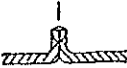


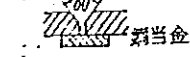
表V-2-5-1 手溶接の溶接条件(つづき)

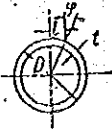
板厚 mm	開先形状	脚長 (L) mm	溶接姿勢	層数	開先寸法		溶接電流 A	溶接速度 mm/min	棒径 mm	備考
					ル-1開 (G) mm	ル-1開 (f) mm				
6 9 12 16 22		4.5	F	1	0~2	-	160~190	150~200	5	
		6	V	1	0~2	-	80~100	60~100	3.2	
		7	F	2	0~2	-	160~190	150~200	5	
		9	F	3	0~2	-	160~190	150~200	5	
		10	V	2	0~2	-	80~110	50~90	3.2	
		12	F	5	0~2	-	160~190	150~200	5	
22	16	F	9	0~2	-	160~190	150~200	5		
6 12 22		2	F	1~2	0~2	0~3	160~190	150~200	5	
		2	V	1~2	0~2	0~3	80~110	40~80	3.2	
		3	F	8~10	0~2	0~3	160~190	150~200	5	
		3	V	3~4	0~2	0~3	80~110	40~80	3.2	
		5	F	18~20	0~2	0~3	160~190	150~200	5	
		5	V	5~7	0~2	0~3	80~110	40~80	3.2,4	
12 22		3	F	3~4	0~2	2~4	160~190	150~200	5	
		3	V	2~3	0~2	2~4	80~110	40~80	3.2,4	
		5	F	7~9	0~2	2~4	160~190	150~200	5	
		5	V	3~4	0~2	2~4	80~110	40~80	3.2,4	
6 12 22		3	F	2~3	3~6	-	160~190	150~200	5	裏あて金
		3	V	2~3	3~6	-	80~110	40~80	3.2,4	裏あて金
		4	F	10~12	3~6	-	160~190	150~200	5	裏あて金
		4	V	4~6	3~6	-	80~110	40~80	3.2,4	裏あて金
		6	F	22~25	3~6	-	160~190	150~200	5	裏あて金
		6	V	10~12	3~6	-	80~100	40~80	3.2,4	裏あて金

表V-2-5-2 サブマージアーク溶接の溶接条件

板厚 (mm)	開先形状	ワイヤ径 (mm)	パス A:表 B:裏	溶接条件			
				電流(A)	電圧(V)	速度(cm/min)	
6		3.2	A	350	33	65	
			B	450	33	65	
9		4.0	A	450	33	65	
			B	520	33	65	
9		4.0	A	400	33	65	
			B	520	33	65	
12		4.0	A	450	33	60	
			B	550	33	50	
16		4.0	A	550	34	40	
			B	650	34	47	
16		4.0	A	1	550	33	45
				2	550	33	40
			B	650	33	43	
20		4.8	A	650	33	30	
			B	800	35	35	
20		4.0	A	1	500	33	45
				2	550	34	40
				3	600	35	40
			B	650	35	35	
24		4.8	A	720	32	20	
			B	950	34	27	
24		4.0	A	1	500	33	40
				2	600	34	35
				3	650	35	30
			B	700	34	35	
≧24		4.0	-	450 ~600	32~36	25~50	

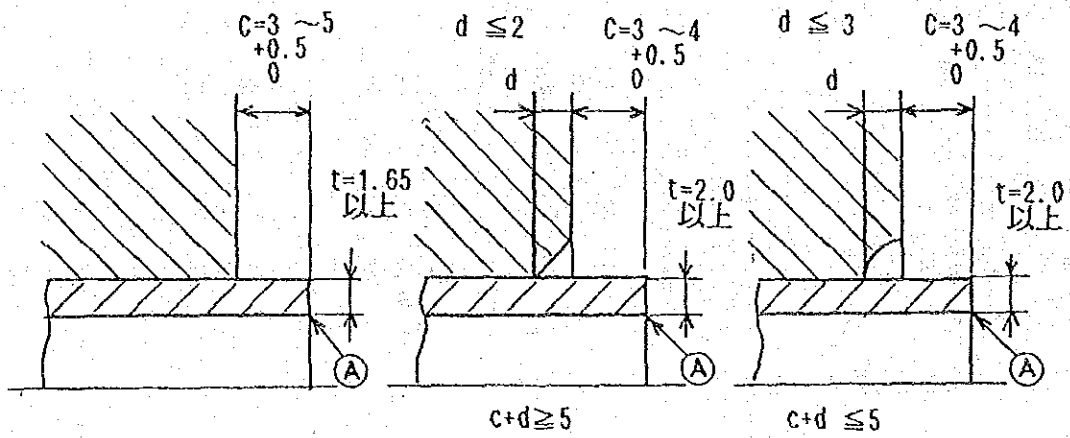
表V2-5-3 軟鋼に対する純CO₂アーク溶接の溶接条件

開先形状	板厚 (mm)	ギャップ (G) mm	ワイヤ (mm)	電流 (A)	電圧 (V)	溶接速度 (cm/min)	備考	
	1.6	1	1.2	130~140	20	85	溶込み: 100%	
	4	0~0.8	1.2	280	24~26	100	溶込み: 80%	
	8	0~0.8	1.6	480	30	150	溶込み: 70%	
	4	0~0.8	1.2	220	24	120	ワイヤ突出長: 15 mm	
	6	0~1	1.6	①380 ②400	26	150	ワイヤ突出長: 15 mm	
	10	1	2	500	30	80	ワイヤ突出長: 15 mm	
	16	1~2	2	①520 ②600	37 41	50		
	1.6	0	1.2	130~140	21~22	85	ワイヤ突出長: 10 mm	
	3.2	0~0.6	1.2	280	27	150	ワイヤ突出長: 10 mm	
	6	1	2	480	30	75	ワイヤ突出長: 6 mm	
	1.6	1	1.2	150	23	70	ワイヤ突出長: 10 mm	
	3.2	0.5~1	1.6	400	26	150	鋼裏あて板 t=3.2 mm	
	16		2	570	37	80	a=4 mm, b=8 mm	
	25		2	660	42	60	a=7.5 mm, b=10 mm	
	30		2	680	42	40	a=9 mm, b=12 mm	
	38		2	①650	43	50		
				②650	43	50		
				③600	42	30		
				④600	42	30		
	100		?	530~600	30~34	65	層数: 30	
	4		1.6	380	31~32	75	θ=30°, 脚長: 4 mm	
	10		1.2	300	36	30	θ=45°, 脚長: 8 mm	
			1.6	460~480	38~42	50~75	脚長: 9.5 mm	
			1.6	500~520	38~42	40~50	脚長: 13 mm	
	1		0.9	60	19~20	75	θ=25°	
	2.3		1.2	130~140	21	70	θ=35°, ワイヤ突出長: 10 mm	
	4		1.2	300	27	100		
	8		1.6	400	34	60	脚長: 5 mm	
	2.3	0	1.2	100	21	70	ワイヤ突出長: 7 mm	
	2.5		0.9	240	26	100		
	6		1.2	220	35	50		
	1.5	0	0.9	100	17	75	φ=5~10° ワイヤ突出長: 8 mm D=42mm, l=12 mm	
	3.2	0~1	1.2	300	27	110	φ=5~10° D=300mm, l=20 mm	



表V-2-5-4 裏波専用フラックス塗布によるSUS 304ステンレス鋼の継手性能

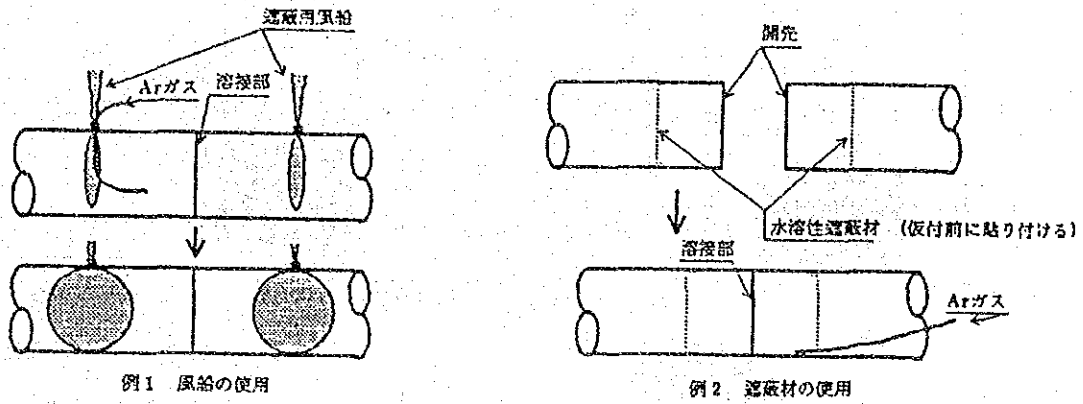
試験方法	ウラナミックス (裏波専用フラックス)		Arバックシールド ^{*1}	
	TP No. 1	TP No. 1	TP No. 1	TP No. 2
放射線透過試験 ^{*2}	1 級	2 級	1 級	1 級
継手引張試験、引張り強さ (Mpa)	651.7	656.6	647.8	651.7
表曲げ試験	無欠陥	無欠陥	無欠陥	無欠陥
側曲げ試験	無欠陥	無欠陥	無欠陥	無欠陥
裏曲げ試験	無欠陥	無欠陥	無欠陥	無欠陥
縦ビード裏曲げ試験	無欠陥	無欠陥	無欠陥	無欠陥
硬さ測定 ^{*2} (HV)	220 ~ 240		215 ~ 240	
Vノッチ衝撃試験 ^{*2} vE ₀	31.4	31.4	33.3	33.3
(1/4 サイズ・J) vE ₋₁₀₀	36.3	33.3	41.2	45.1
vE ₋₁₉₆	36.3	32.3	41.2	43.1
フェライト量 ^{*3} (%)	一層仕上	4.5	5.7	
	全層仕上	2.7	2.7	
溶接金属の化学成分 ^{*2} (%・O, N:PPM)	C: 0.049	Si: 0.67	C: 0.059	Si: 0.57
	P: 0.020	Mn: 1.19	P: 0.017	Mn: 1.44
	S: 0.004	Ni: 8.51	S: 0.005	Ni: 8.69
	Cr: 19.04		Cr: 18.66	
	O: 205	N: 485	O: 16	N: 353
硫酸・硫酸銅腐食試験 ^{*2}	無欠陥	無欠陥	無欠陥	無欠陥
備考	*1 : 参考値 *2 : 裏波溶接金属に対し実施 *3 : ビードの裏側を計測			



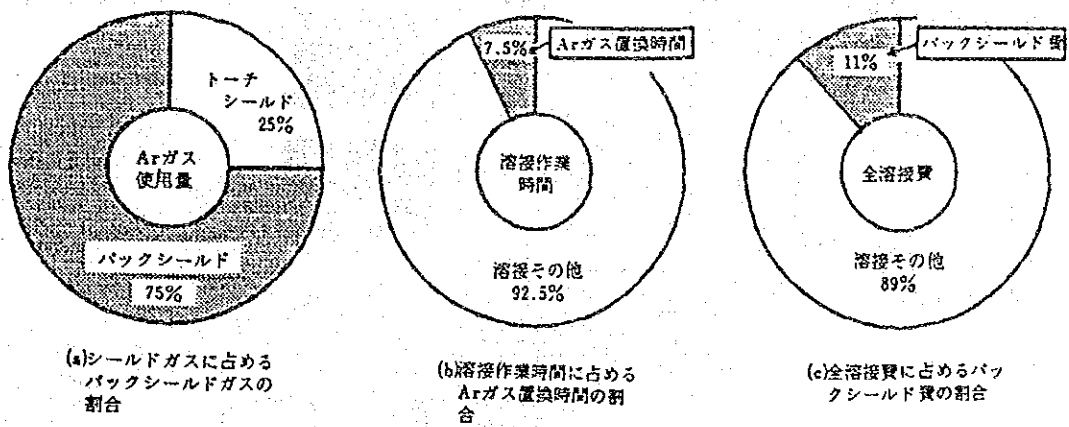
管端を溶かさずに溶接する継手の場合（管端非溶融継手）

管端を溶かさずに溶接とは、一般に管内側（管面部A）が溶け落ちないように溶接するものである。

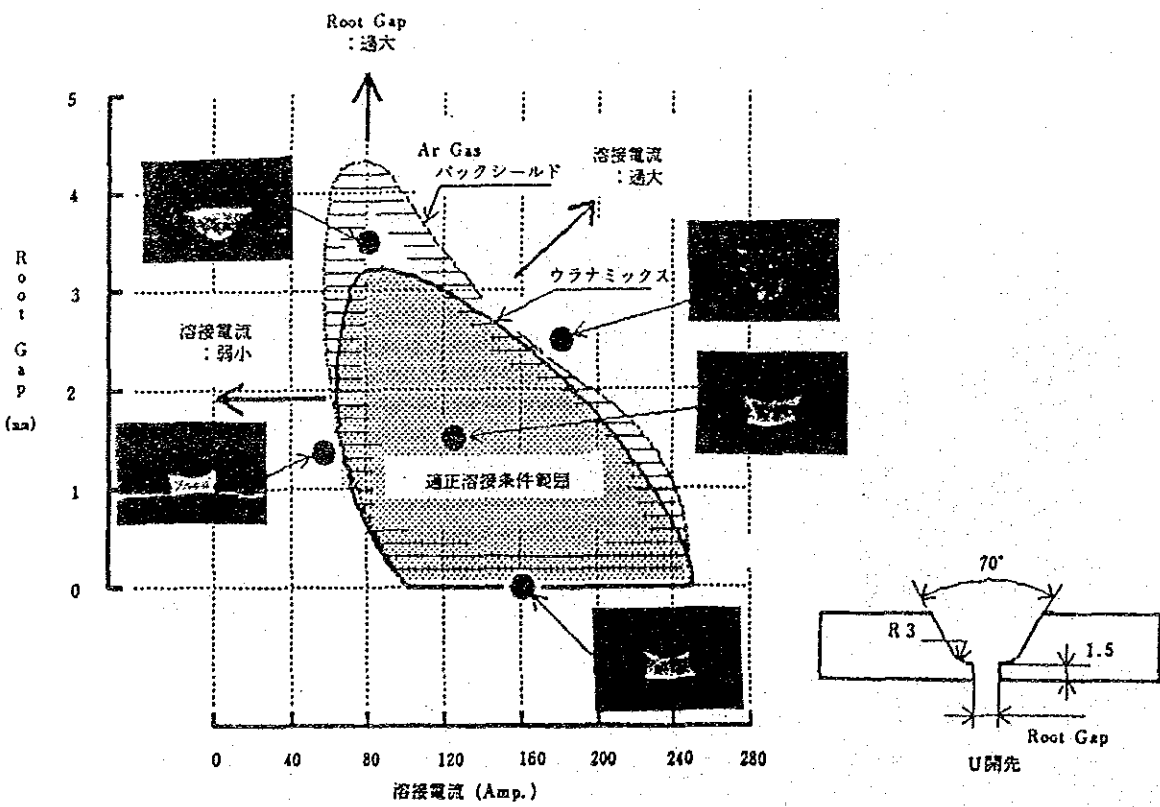
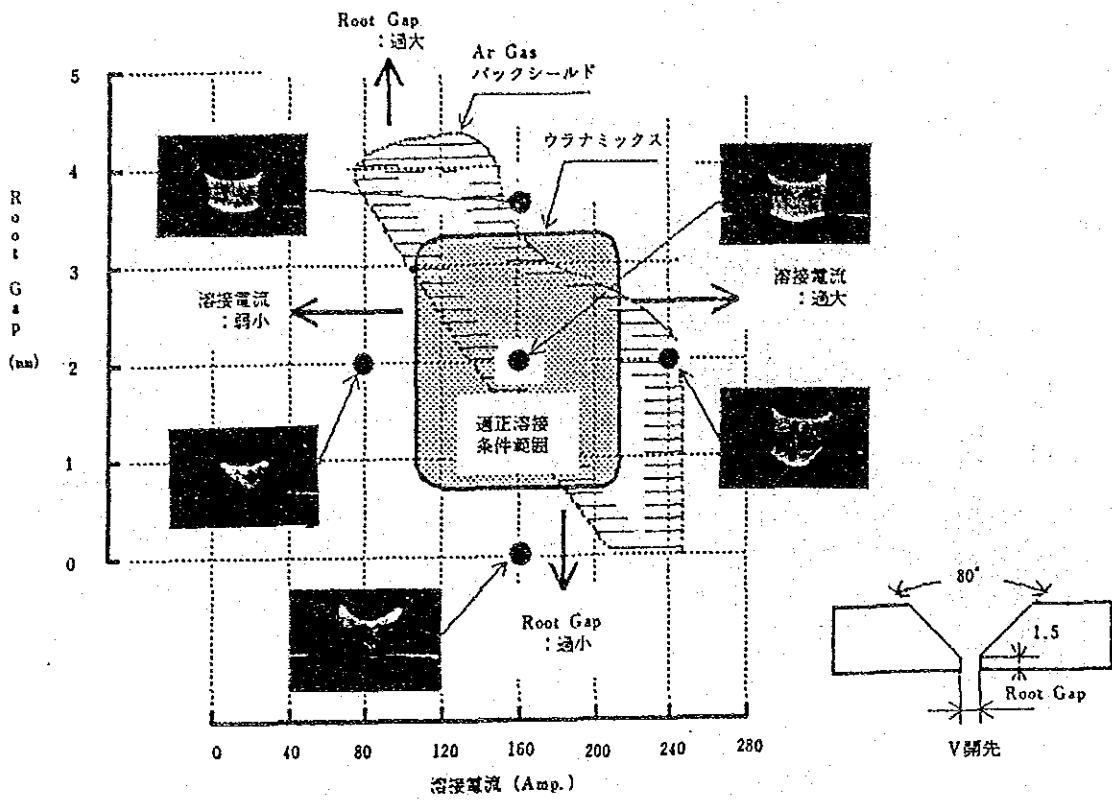
図V-2-5-2 管/管板のシール溶接の開先形状



図V-2-5-9 バックシールドの要領



図V-2-5-10 バックシールドコストの割合



図V-2-5-11 ティグ溶接条件

2-6 機械工場

(1) 搬送機器の増強

生産工場は物の形や性質を変えることをその本来の仕事としているが、物の生産工程を分解してみると、物の移動、停滞、加工、検査の四つの工程の組合せにすぎない。

このうちの移動、停滞の二つは運搬管理の対象範囲に属している。

生産工程の中で運搬の占める比重は、業種によって異なるが、多品種少量生産の工場においてはその比率は高く、合理化の検討項目として着目される。

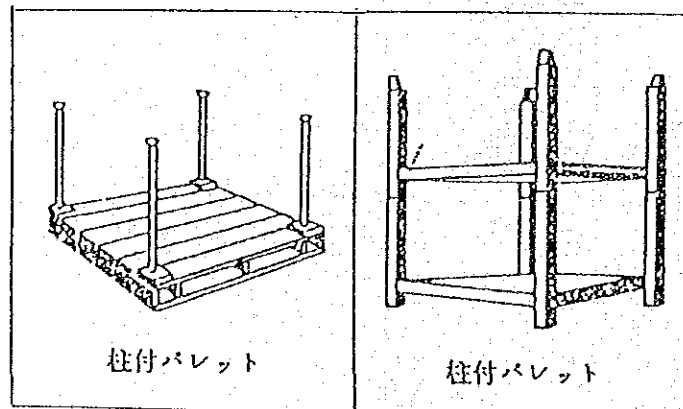
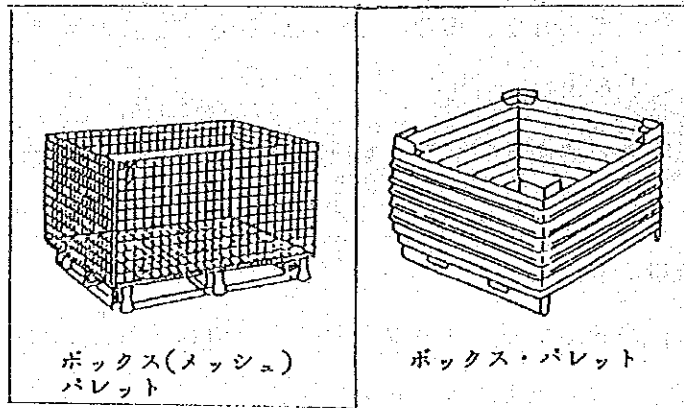
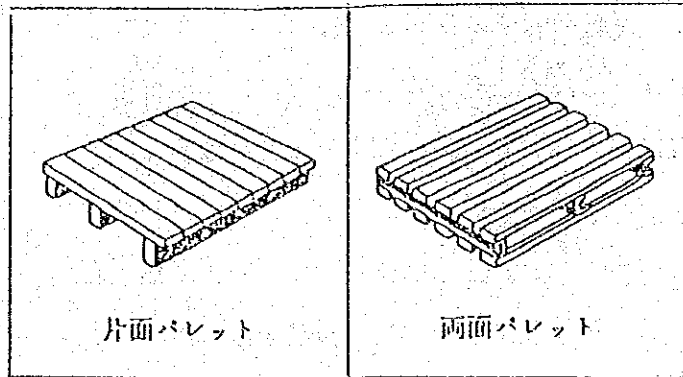
四川空気分離設備廠における運搬作業の改善点は多く、レイアウト上から発生する問題、システム上から発生する問題等がある。これらは別項で述べるとして、ここでは搬送機器の増強について記す。工場全体としてパレット類、台車、格納箱等が不足しており運搬効率が悪い。パレット類の不足は製品を床に直下置きすることにもなり品質上からも改善する必要がある。

工場で取扱う製品の大きさ、重量にはいろいろあるが、図V-2-6-1に示すようなパレットを充実することがよい。

素材の投入や完成品の運搬をすべてパレットを使用して行えば運搬効率と品質は向上し、また保管時にはパレットごと積み重ねることができるので、工場内の整理整頓はもとよりスペースの有効活用にもつながる。

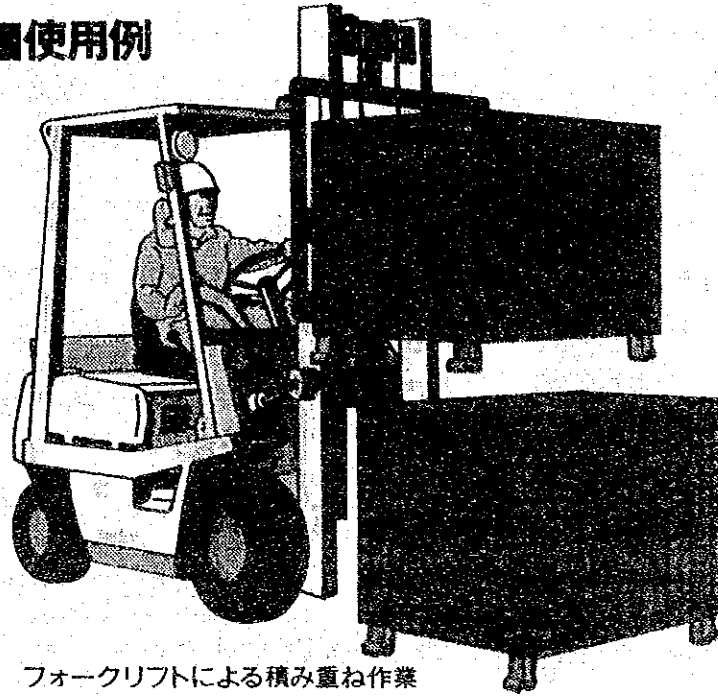
パレットの導入に合せてフォークリフトや台車を増強するとその効果が一段と高くなる。

図V-2-6-2はフォークリフトや運搬車の使用例を示す。

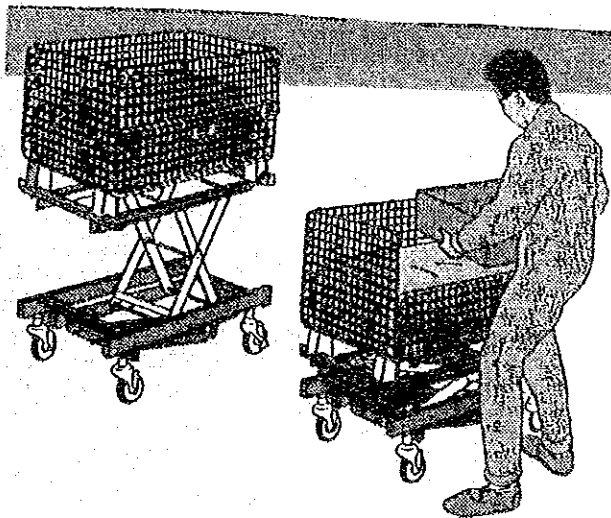


図V-2-6-1 パレット類

■使用例



フォークリフトによる積み重ね作業



図V-2-6-2 運搬車使用例

2-7 バルブ工場

(1) 「目に見える」管理の導入

目で見える管理は工場のなかに数多く潜んでいる無駄や異常や問題点を誰がみてもわかるように顕在化することである。ややもすると管理は計数を中心とした机上での管理で、かつ、わかっている人のみができるようになりがちである。

今回の調査で指摘した、機械のまわりに置かれた加工待ち部品の加工の順番や、組立場への未納品の入手日が作業者には解からないことなどが、まさしくこれにあたる。

生産現場では、今現場で問題になっているものは何かについて、だれが見ても容易に発見できるような状態にしておくことが大切である。つまり目で見ても異常が発見できて、迅速な対策がたてられるような現場にしておくことが必要である。

何を目に見えるようにするかは、工場、職場により異なるが、総花的ではなく、重点的な展開の方が効果が大きく効率的である。

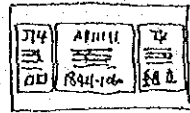
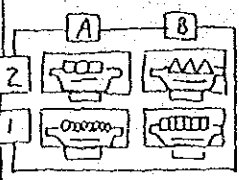
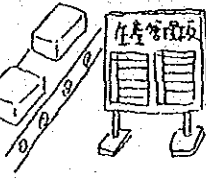
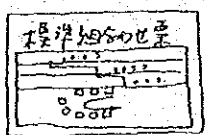
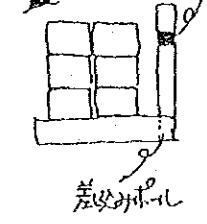
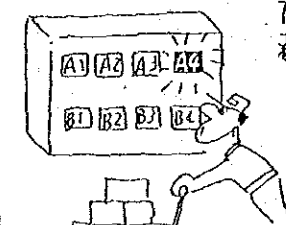
目で見える管理を推進していくにあたっての目で見える管理チェックリストの例を表V-2-7-1に示した。各工場、各職区ごとに重点項目を選び、推進することを提唱する。

図V-2-7-1にいろいろな実施例をマンガ的に示した。

表V-2-7-1 目で見る管理チェックリスト

		目で見る管理チェックリスト				年	月	日
職場名		チェック者						
チェック項目		わかる 10点	まあ 6点	あ あ ない 2点	手段・方法	問題点 改善着眼 点など	改善 実施 時期	
整理 整頓	① 喫煙場所がわかるようになっているか				喫煙場所の設置			
	② 通路と作業職場、仕掛品置場がわかるようになっているか				通路、作業職場、仕掛品置場の明示・表示			
	③ 不要品があるかないかがわかるようになっているか				不要品置場の設置			
日進 程度 計画 管理 と	① 日程に対して遅れているかどうか分かるようになっているか				日程計画 進捗グラフ			
	② 今現在の生産実績がわかるようになっているか				作業進捗管理板 デジタル表示板			
	③ 今日の今現在の標準計画に対する進捗状況がわかるようになっているか				作業進捗管理板 デジタル表示板			
	④ 明日の計画がわかるようになっているか				作業進捗管理板			
外納 注期 販管 売理	① 計画に対して遅れているかどうか分かるようになっているか				納期管理板			
	② 欠品状況がわかるようになっているか				納期管理板			
品 質 管 理	① ロット検査結果がわかるようになっているか				取表			
	② 昨日の不良数、不良率がわかるようになっているか				不良グラフ			
	③ 前月までの月別、不良金額、不良率がわかるようになっているか				不良グラフ			
	④ 不良項目および要因がわかるようになっているか				特性要因図 パレート図			
	⑤ 今現在、不良品がどれだけあるかがわかるようになっているか				不良品置場の設置			
現品 管理	① どんな材料・部品・仕掛品がどこにどれだけあるかがわかるようになっているか				置場の明確化 品名の記入・色分け			
	② どんな製品がどこにどれだけあるかがわかるようになっているか				置場の明確化 品名の記入・色分け			
	③ 材料・部品・仕掛品在庫が過大、正常、欠品状態であるかがわかるようになっているか				かんばんの掲示			
作業 管理	① 標準作業通りに作業が行われているかどうか分かるようになっているか				作業標準書			
	② 作業、工程、機械設備の異常、不具合の発生状況がわかるようになっているか				かんばんの掲示 呼出灯・表示灯の設置			
	③ サイクルタイムがわかるようになっているか				作業標準書			
人員 管理	① ラインの人員配置がわかるようになっているか				人員配置板			
	② 欠勤者がわかるようになっているか				人員配置板			
	③ 人員の過不足がわかるようになっているか				人員配置板			
	④ 出勤先、戻業先がわかるようになっているか				人員配置板			
設備 治 理 工 具	① 治具、工具、測定器がどこにどれだけあるかがわかっているか				置場の明確化			
	② 治具、工具、測定器の保全状態がわかるようになっているか				チェックリスト			
	③ 設備の保全状態がわかるようになっているか				チェックリスト			
合 計								
全 般 的 考 察							合計点	
							平均点	

いろいろな「目で見える管理」

<p>1 赤札</p>  <p>いろいろなものを区別するための赤い札。不要品の除去活動で使う。</p>	<p>6 かんばん</p>  <p>シフトに714を守り始める運用の道具。引取りかんばんと、仕掛けかんばんがある。</p>
<p>2 看板</p>  <p>どこにどのくらいの在庫があるかを誰か見てわかるようにするための表示板。</p>	<p>7 生産管理板</p>  <p>ラインにある生産状況を示すための表示板。生産実績、稼働状況、停止原因などを記入する。</p>
<p>3 白線表示</p>  <p>仕掛り置場や通路などを、はっきりさせるために引いた白色の線。整理整頓に役立つ。</p>	<p>8 標準作業票</p>  <p>人の機械と物を有効に組み合わせ、仕事のやり方をきめた票。ラインに掲示する。</p>
<p>4 赤ライン</p>  <p>倉庫の在庫や置場の仕掛りなどの最大在庫を示す。</p>	<p>9 不良品展示</p>  <p>不良をいじめ、ため、職場の人々に、おしめしたる。</p>
<p>5 アンドン</p>  <p>工場内の異常を、たんに管理・監督者に知らせるための表示灯。</p>	<p>10 ミス防止板</p>  <p>ミスを減らすための自主管理による防止板。</p>

図V-2-7-1 実施例

2-8 機械修理工場

(1) 設備の重点管理

自主保全活動についてはV-1-9で述べたが、全工場の保全計画は、限られた保全費の中で保全の効果を高めるためには、重点設備を選定し、重点管理をすることが有効かつ経済的である。

このため、過去のデータを1～2年集め、将来の生産計画と設備計画を予測して、保全効果の大きいものから保全計画にとり入れる必要がある。

重点設備は一度決めたら変えないのではなく、生産計画や設備の新設、改造、保全の効果などによって変っていくものである。

したがって、重点の検討は1～2年の周期で見直すことが大切である。

重点設備の選定にあたっての検討項目はいろいろあるが、利用率が高いことも一つの要素となる。すなわち稼働率が高いこと、故障した場合に代替機がないこと等、生産上支障が起きる設備であり、品質上、安全上の検討も十分なされなければならない。

表V-2-8-1は重点設備の選定基準の一例を示す。

この例により全設備の格付けを実施し、設備の重点管理をすることが好ましい。

表V-2-8-1 重点管理設備選定格付表

設 備 名		据 付 場 所	課	係
製造（取付）年月	年 月	製 作 者		

区分	No	項 目	評 価			評 価 の 基 準
生 産	1	稼働状況はどうか	4	2	1	稼働状況80%以上の場合 :④ 稼働状況50%以下の場合 :①
	2	代替（予備機）の有無	5	4	2	1 代替設備なし。代替設備を使用しても工数 が多くかかる場合 :⑤ 他工場を利用できる :④ ストックでカバー :② 代替設備あり :①
	3	専門度（類似種類の製品を 作る割合）はどうか	4	2	1	100～75% :④ 75～35% :② 35～0% :①
上	4	故障した場合、他の工程に及 ぼす影響の度合はどうか	5	4	2	1 工場全体に影響する :⑤ かなり影響を与えるもの :④ この機械が停止するだけ :①
品 質 上	5	この設備による工程が製品の 最終品質にどの程度影響する か	5	4	2	1 決定的に品質に影響する :⑤, ④ ある程度品質に影響する :② とくに品質に影響しない :①
保 全	6	故障の頻度はどうか（修理費 はどうか（月単位）	4	2	1	修理費50万以上 :④ 30～50万 :② 30万以下 :①
上	7	故障、修理による休止時間	4	2	1	3 h以上 :④ 休止時間 1～3 h :② 1 h以下 :①
安 全 上	8	故障により作業環境（騒音他） に与える度合はどうか	5	4	2	1 人命に影響を与える :⑤ 作業の停止を必要とする :④ とくに影響のないもの :①

Aランク（30点以上）重点設備

Bランク（29～20点）

Cランク（19点以下）

注）評点5が1つでもある場合は、総合評価のいかにかわらず優先的にAランクに格付ける。

3 生産管理機能の近代化

生産管理とは何か、広義に解釈すれば企業の経営であり、狭義にとらえれば企業活動の中の一部である生産工程の調整機能といえる。これらは企業の運営にあたって、個人では対応できなくなり集団で対応するところに組織が生まれ、業務の分担が生まれ、しかるのちこれらの活動を調整する機能として生産管理が必要となってきた。工場の近代化という視点から組織のあり方、広義の生産管理について考えてみる。

3-1 生産管理

3-1-1 機能組織

生産管理機能を遂行するための組織は、企業の規模、製品の生産形態によって、さまざまな組織を考えることができるが、製品管理の基本的機能組織（直接工場部門を除く）を図V-3-1-1に示す。

3-1-2 組織編成の考え方

組織は生産管理を分業によって分担するグループの集まりであるから、その分業のしかたによって機能別に分割した横割の組織と、製品別に分割した縦割の組織との二つに分けられる。組織編成の基本的態度として次のものがある。

- a) 機能の遂行を中心に考える。
- b) 重複業務の排除に徹する。
- c) 情報伝達の円滑化を図る。
- d) 責任の所在を明確にする。

(1) 横割組織の例とその利害得失

図V-3-1-2にその例を示す。利害得失は次のとおりである。

1) 利点

- ・ 人材の有効的活用。
- ・ 管理技術の専門化、高度化。

2) 欠点

- ・ 管理対象の特性に応じた弾力的運営がむずかしい。
- ・ 製品別の実態に対する責任所在の不明確さ。

3) 採用の条件

- 少種多量生産形態であること。
- 中小企業規模であること。

(2) 縦割組織の例とその利害得失

縦割組織は企業規模の拡大、生産品目の増加にともなって生じる横割組織の欠点を補い、しかも企業方針にのっとった線で組織化されるが、その形態は横割、縦割、折衷方式から事業部制のような完全な縦割組織に至るまで、さまざまな形態をとる。

したがって、縦割組織をとる企業はおおむね、大企業に多く、中規模企業が採用する場合には、人や設備の有効な活用が得られるか否か十分検討する必要がある。

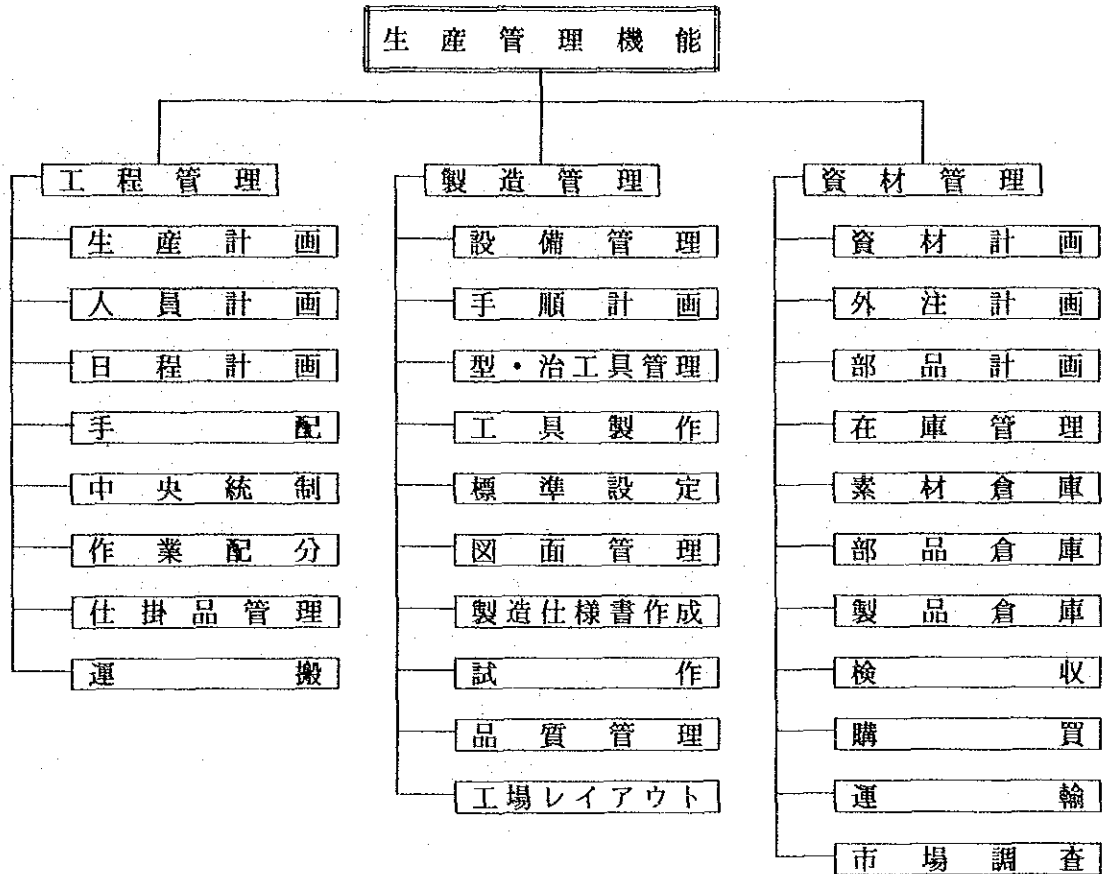
縦割組織には、直接製造部門を製品別に縦割として、これに関連するスタッフ部門は機能別にまとめたものがある。図V-3-1-3にその例を示す。

この組織化は、組立・調整・試験が製品によって著しく異なる一方、工作部門・資材部・スタッフ部門の作業がほとんど類形化されていて、これらを製品別までに分割することは企業規模からして不適當である場合にとられる。

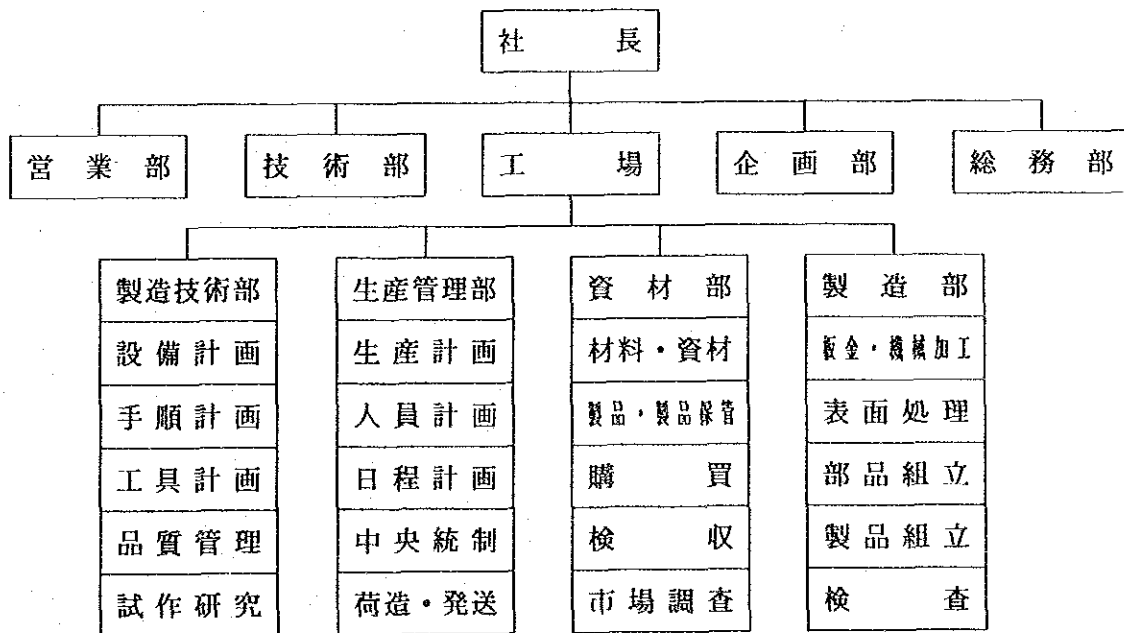
企業規模が漸次、拡大されていくと、製品別に直接間接部門が吸収され、純スタッフ部門のみ独立する組織となる。図V-3-1-4にその例を示す。さらに、拡大されると、全社的に縦割になった事業部制の組織形態がとられる。

以上のことから生産管理機能は図V-3-1-1に示すごとく、大きく分けて工程管理、製造管理、資材管理が柱となるが、この柱となる機能をもっとも効率よく動かすために、さまざまな管理体系が枝分かれしてできる。(末尾に掲載する資料「生産管理」を参照)したがって、こうした枝分かれした各部門の専門知識を有する人々の集まりを組織化し、その機能を有効に発揮させることが企業経営の要となる。言いかえれば、組織に従属する人々、集団の物の考え方、活動の仕方によって、その組織の良否が評価される。

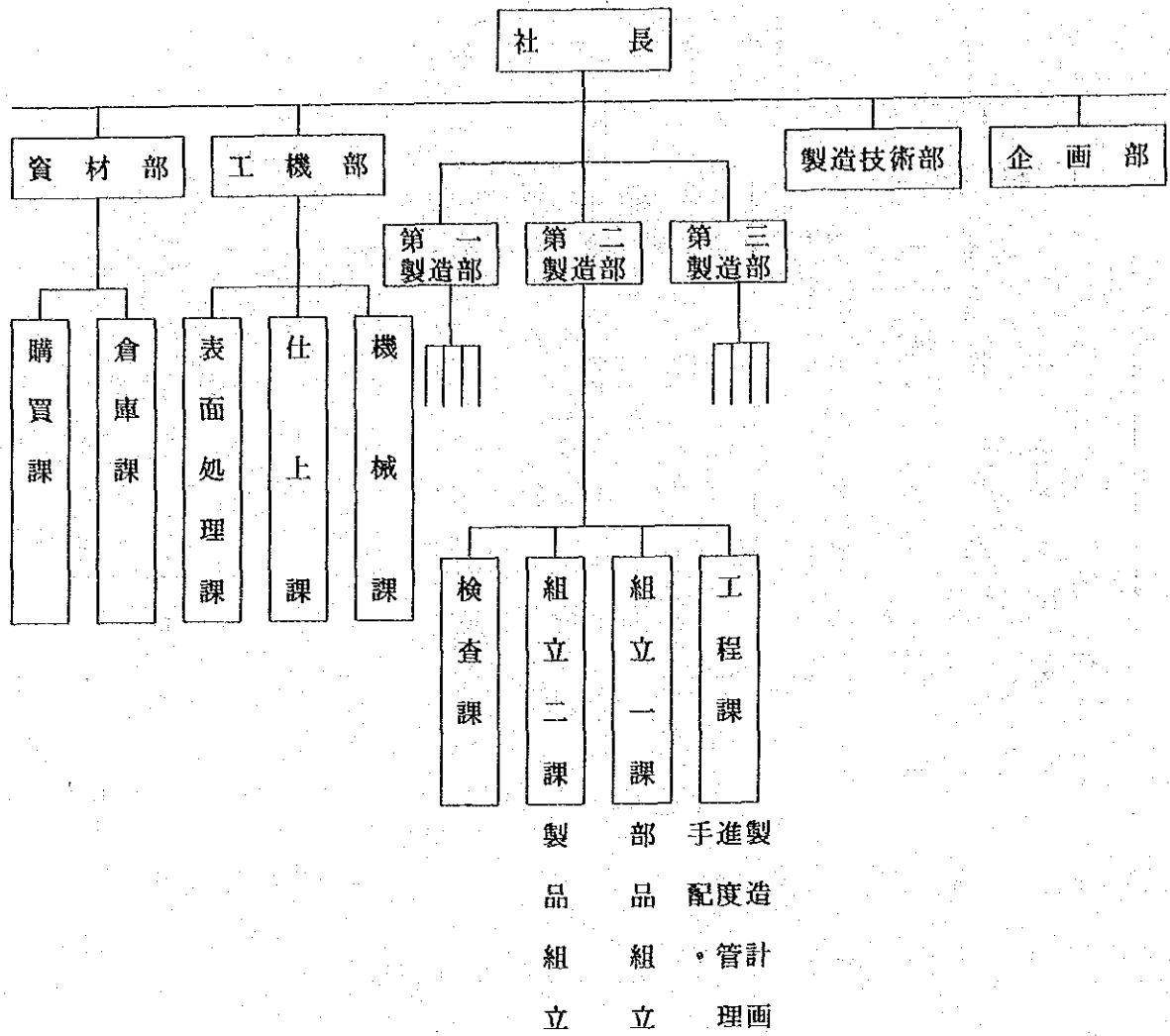
したがって各部門に専門知識を有する人々を配属する事はもちろんであるが、業務に従事する個人個人の物の考え方、行動の基本理念がどうあるかが組織の、ひいては企業経営の重要な要素となる。



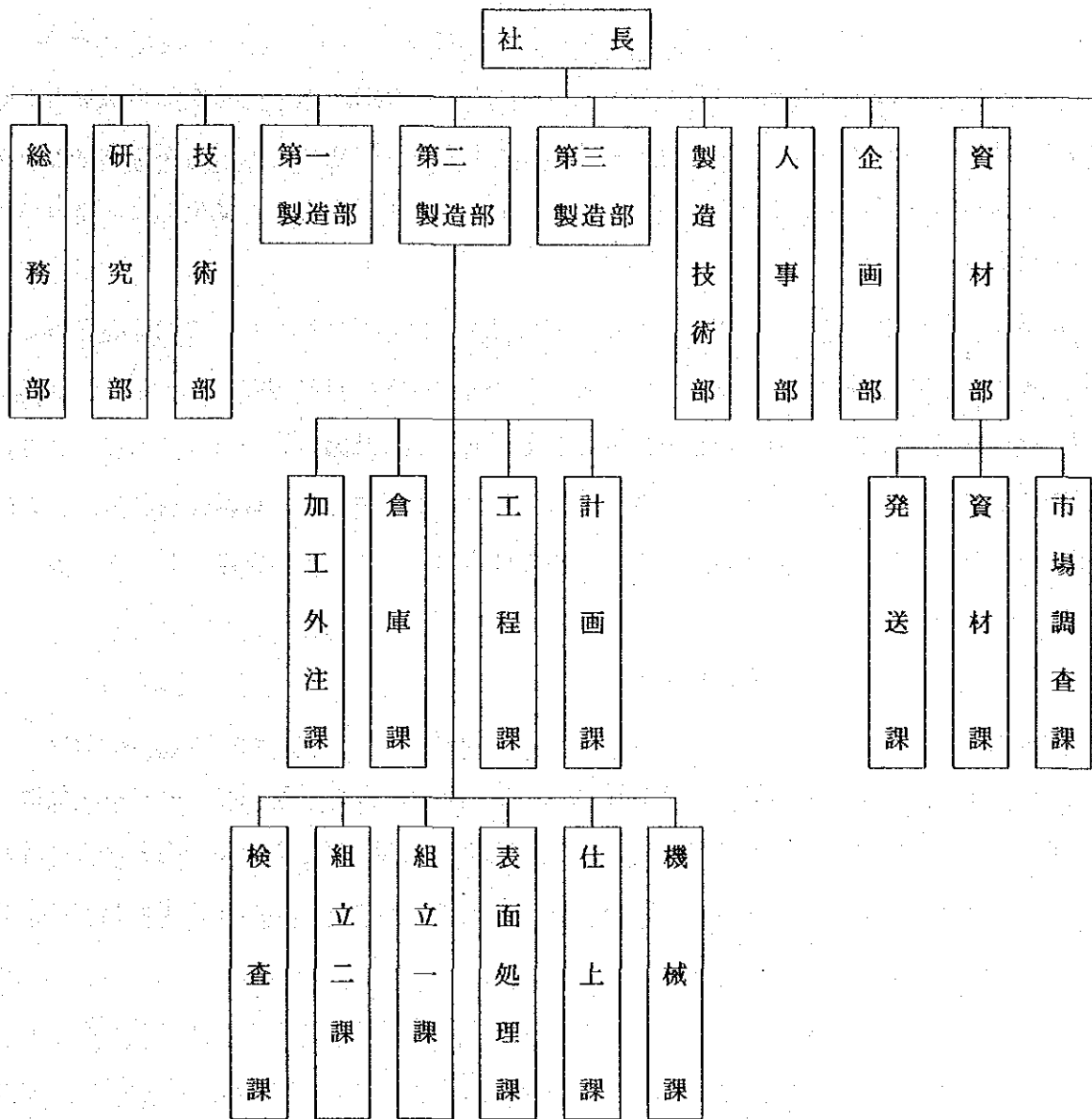
図V-3-1-1 生産管理の基本機能組織



図V-3-1-2 大規模な横割組織の例



図V-3-1-3 機能別縦割組織の例



図V-3-1-4 製品別縦割組織の例

3-1-3 企業経営の基本理念

企業は材料提供者やユーザー (User)、出資者、あるいは従業員が存在して、はじめて成立つものであり、そのリーダー (Leader) が経営者である。

すなわち、これらの人々は企業への参加者であり、企業はそのような多数の参加者から成立つ共同体 (Cooperative system) である。こうした人々の持つ共通目的が企業目的であり、最終目的は明らかに生存 (Survival) といえる。そして、利潤は企業生存に必要な一つの副目的である。

企業は共通目的に対して集まった多数の参加者から構成される人間の協同体と考えるべきである。(C. I. Barnard の提唱による。) 各参加者は企業に対して、何らかの貢献 (Contribution) をし、協同成果の配分として、何らかの誘因 (Inducement) を受けとる。誘因は給与、地位、権力、技術の修得、友人関係など多様であり、貢献は作業労働、責任、部下の管理など種々様々である。しかも、個人は同時にいくつかの貢献をし、いくつかの誘因を受けとる。

もし企業から受ける各人の満足度を

$$\text{満足} = \text{誘因} - \text{貢献}$$

と表わせば、各参加者は満足が負 (Minus) にならないことを好み、自己の満足が負になれば、企業から離脱すると考えてよい。(ときには企業内で非生産的な存在となる場合もある。)あるいはまた、参加者が企業から離脱する限界を満足 = 0 として満足を定義することもできる。(* 1)

ところが成果の配分の対象には、出資者、経営者、従業員、ユーザーなどがあり、それぞれの求める誘因は同一ではなく、貢献の種類も異なっている。例えば、出資者の貢献は資本であり、誘因は配当である。従業員の貢献は労働であり、誘因は賃金や社会的地位などである。ユーザーの貢献は商品に対する代価であり、誘因は商品そのものである。したがって各グループの満足の構成内容は同一ではなく、しかもそれらが負にならないことが、協同体としての企業の組織均衡維持の条件である。(* 2) 現実の問題として、従業員は上位者の命令に忠実に働らく単なる労働力の所有者ではなく、共通目的に反する指示には

(* 1) 市橋英世 : マーケティング・システムの行動理論、大阪府立大学経済研究第 27 冊

(* 2) 占部都美 : 経営学の基礎理論、白桃書房

反論もし、一方的命令には簡単に応じない。不当な利益をもつ商品はユーザーに見はなされ、適切な利益を与えなければ材料供給者は遠ざかっていくのが今日の姿である。

経営の基本理念は、「現代企業は全参加者の満足均衡の上に成立つ」といえる。しかしこのことは、能率を無視した無差別平等を意味するものではなく、全参加者の総意に基づく適切な成果の配分を前提としている。（*3）

3-1-4 経営目標

共同体である企業の全ての内・外参加者の貢献は、賃金、努力（あるいは労力）、原材料に大別することができ、経営の目標を達成する方法は、全参加者の満足が負にならないことを条件とし、

- a) 企業全参加者の努力の有効な活用
- b) 資金の有効な活用
- c) 原材料の有効な活用

ということが出来る。

一般に個人個人の努力は、それが独自の判断で行われ、共通目的に対して結集されなければ、全体としてきわめて微力であり、全体に対してマイナス(Minus)の効果を生む場合さえある。経営目標の有効な達成のためには、全員の努力が制御システムとして体系づけられていることが必要条件である。そして企業が機械・器具を用いる人間の努力を体系化したものであるという意味から人間-機械システムともいわれる。（*4）企業内における生産管理システムは、生産目標を達成しようとする制御システムとしての人間-機械サブ・システム（経営システムの部分システム）といえる。（*5）

（*3）市橋英世：マーケティング・システムの行動理論 P. 81

（*4）必要十分条件ではない。システム化し、その円滑な運営をはからねばならないからである。

（*5）経営システム、人間-機械システムという用語は、たんに企業だけでなく、人間努力の体系という意味からは、官庁、学校、軍隊等にも用いられる。利潤を中心にした点異なるだけである。

したがって、生産企業の基本職能は、生産計画、購買、製造、販売、サービスであり（*6）、そのシステム化と円滑なシステム運営こそが、経営目標の有効な達成を可能とする。この場合、材料提供者の満足均衡については、要求する品質、数量、期日を条件に、適正利潤を保証することによって確保され、ユーザーとの均衡は、その要求品質と販売価格の均衡を必要とする。

一般に企業における生産の流れは、

材料供給者 → 生産者 → ユーザー

というフィード・バック・ループ (Feed back loop) を欠いた開回路システムを形成する。

これに対してユーザーの要求を第一義的にとり、マーケティング (Marketing) 指向の企業における生産の流れは、

ユーザー要求 → 計画 → 購買 → 製造 → 販売 → サービス
→ 要求 → 計画 → 購買 → 製造 → 販売 →

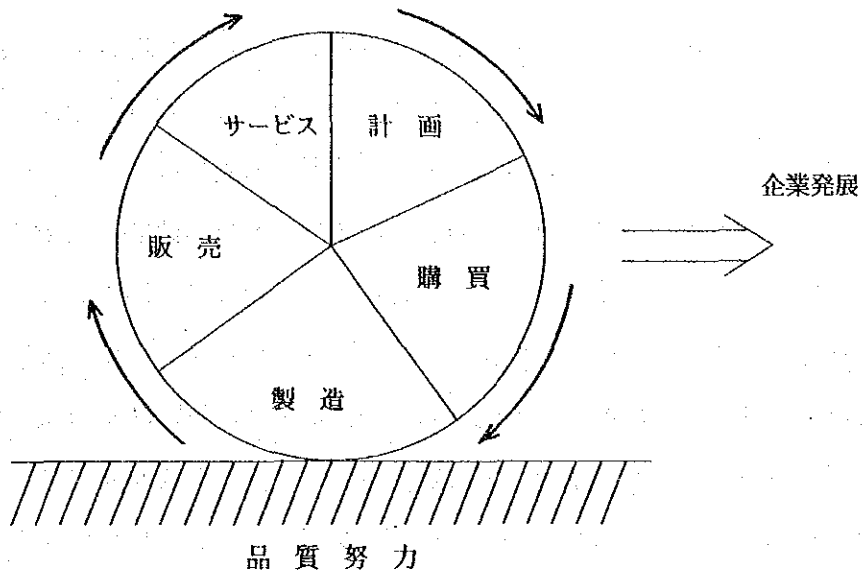
という循環運動となる。

前者では、生産者とユーザー間の均衡は成立たない。これに反して後者では、両者間の均衡が成立つ。したがって、ユーザー要求品質の把握を第一にとり、これを基本にした5機能（計画、購買、製造、販売、サービス）の円滑な活動こそが、有効な経営活動といえる。このことは図V-3-1-5に示すデミング・サークル (Deming circle) がもっともよく説明してくれる。（*7）すなわち、基本5機能の相互連結に基づく品質努力上のサークル活動、これが経営活動であり、その円滑な回転は、5機能の相互連結の良否を意味し、企業の成長発展を支配する。

ここにいう5機能の相互連結は、品質を中心とした基本機能に関する人間努力のサイクリカル (Cyclical) な活動であり、それは各人のもつ業務のシステム化を意味する。これが生産システムであり、共通目的を達成するべく、有効な運営をはかることが、生産管理にほかならない。したがって生産システムは経営システムのサブ・システムであっても、それと全く相似の、基本的サブシステムであり、生産管理の目標は、経営目標に一致するということもできるであろう。

（*6）一般に経営学では、財務、生産、販売を基本的職能と考える。しかし生産の流れを考慮した場合、このような説明が理解しやすい。

（*7）石川 馨：品質管理入門（A）、日本科学技術連盟 P.19より



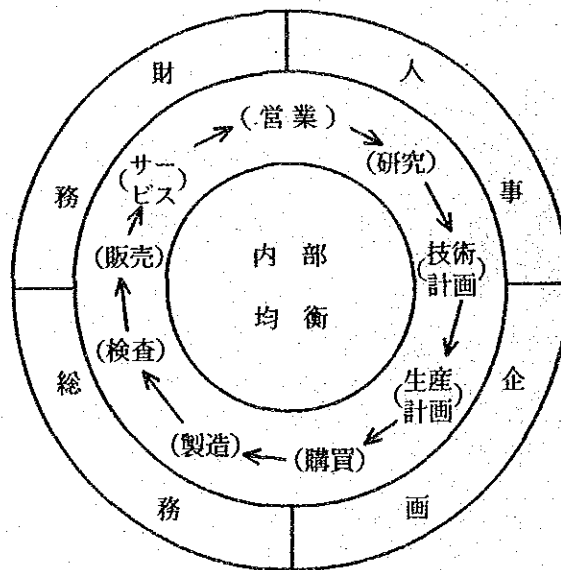
図V-3-1-5 デミング・サークル

3-1-5 生産システムの位置づけ

これまでに記した経営の基本問題をふまえて、企業の活動として生産方式の決定、内外作の決定、従業員の雇用、組織作り、設備を運用した生産などが行われる。それは機械、器具を用いた従業員の仕事であり、仕事の体系を形成する。これらの仕事は、通常、財務、人事、企画、総務、研究、技術、製造、検査、購買、営業に大きく分けることができる。

財務は調達資金の運用に関する全般業務、出資者との均衡問題を取扱い、人事は従業員に関する業務、企画は経営全般の計画、総務は他の各種経営問題というように、これら四つの業務は経営システム全般に関連する。他方、残り六つの業務は、ユーザー対生産者間の均衡問題を取扱う営業業務を出発点とし、研究ならびに技術計画を通じて生産計画となり、必要資材の購入、製造、検査を経て販売、ユーザーへのサービスという一連の業務の流れを形成する。このことは図V-3-1-5のデミング・サークルにほかならない。

しかし、これらの仕事は、いずれも企業従業員によって遂行されるから、経営者、従業員の満足均衡、すなわち内部均衡が中心とならなければならない。したがって、内部均衡を核としたデミング・サークルが存在し、財務、人事、企画、総務は、それを包括する全体業務とみななければならない。これは図V-3-1-6に示す経営システムの三重構造形態として表わされる。



図V-3-1-6 経営システムの三重構造

この各業務は、多くの人によって遂行されるから、たんに財務、人事と表現せず、財務部門、人事部門と呼ばれることが多く、その部門自体の体系化を必要とし、他部門を関連づけた、それぞれの部門の管理システムを形成する。すなわち、財務システム、労務管理システム、コンピューター・システムなどはこれである。

これに対して、生産システムは、営業、研究、技術、…といった各業務、すなわち営業部門、研究部門、技術部門、…を一系列に、あるいは円形に連結したシステムである。

したがって生産システムは、財務システム、労務管理システムといった全般業務に関するシステムと交錯し、生産システム内の各従業員は、多くの他のシステム要素にもなる。

このように多くの部分システムを含み、多くの部門から構成される経営システムは、同時に、環境に対して開かれたシステム、すなわち開システム (Open system) でなければならない。本編 3-1-3 で述べたように、

- a) 資金を通じた出資者との関係
- b) 材料を通じた材料提供者との関係
- c) 商品を通じたユーザーとの関係

といった関係は、その一つである。

しかし、企業と環境との関係は、たんにこれだけではない。技術革新に関する情報の収集、これは、

- d) 技術者 (団体) との関係

といってもよく、これを無視することはできない。また、

- e) 国家、地方自治体との関係

もあり、

- f) 一般大衆との関係

もある。公害に対する大衆の批判はこれに相当する。さらに結託、あるいは操業調整といった形でわれる。

- g) 企業間関係

も考えねばならない。経営システムは、これらの関係を保ちながら生存する人間-機械システムである。

3-1-6 生産システムの科学的管理

従来から述べられている管理には、

- 1) 抽象論、理想論が多い。
- 2) 具体的手段がない。
- 3) 細かい手法に走り、大局的、総合的面に欠ける。
- 4) 上司、担当者だけが情報を把握しており、全員に教育するという思慮に欠けているおそれがある。
- 5) 陣頭指揮をもって最良の管理と考えている。

といった欠陥が見い出される。(*8) 管理のもつ真の意味は“システムを、もっとも効率的に運用する”ことにあり、通常PLAN-DO-SEEの3ステップで説明されるが、より具体的、実際的に修正した科学的管理(Scientific management)の次の7ステップが必要となる。(*9)

科学的管理法に基づく7ステップは、

- i) 目的をきめる。
- ii) 方法をきめる。
- iii) 教育、訓練する。
- iv) 実施させる。
- v) チェックする。
- vi) 修正処置(アクション)をとる。
- vii) アクションの結果を再チェックする。

であり、マネージメント・サイクル(Management cycle)としての活動体系をなす。

仕事はそれなりに何らかの目的をもっており、それを明らかにしておくことが先決である。目的が明らかになれば、それを達成するための方法を決め、その上で実行に移される。この場合、多くの人によって行われる仕事では、当然、その方法の教育から始めねばならない。実行された結果は常にチェックされ、目的達成に添わない方法は、適時修正されね

(*8) 石川 馨：品質管理入門(A)、P. 29にもとづく。

(*9) 通常、科学的管理法の説明では、PLAN-DO-SEEの3ステップになっている。より具体的、実際的に修正したのが、この7ステップである。

石川 馨：品質管理入門(A)、P. 30より。

ばならない。ここで、「アクションの結果を再チェックする」という項目は、特に重要である。多くの場合、この第7ステップが忘れられがちである。

3-1-7 生産管理

生産管理の目的は、生産システムの効率的な運用にある。これをより具体的に表現すれば、3-1-4経営目標の項で述べたように「ユーザーの要求する品質の製品を、もっとも経済的に、必要時に必要量生産すること」となる。しかし、ここでいうユーザーの要求する品質という用語は、例えば、その企業が1級品を狙っているとか、2級品を狙っているとか、といったことは意味しない。これは企業目的であり、その決定範囲内におけるユーザーの要求品質が、生産管理の対象となる。

前述した科学的管理法の第1ステップ「目的をきめる」は明らかである。

第2ステップの「方法の決定」は、生産システムの設計を意味し、その中には、

- ① 加工プロセスの設計
- ② 製品の研究、設計
- ③ 生産計画の確立
- ④ ①から③までの運営システムの確立

がある。

①、②は主として固有技術に強い関係があり、設備保全、部品交換等も含まれる。③は①、②との関連における生産量、生産速度の計画を意味し、④は①～③の運営態勢の確立を意味する。いわゆる生産量管理、進捗管理、品質管理等は、すべて④に含まれる。

ここで特に注意すべきは、一般に①、②及び工程管理、品質管理は技術者の仕事であり、生産量、生産進捗に関する計画、進捗は事務者の仕事であるとする考え方である。生産管理という意味においては、事務、技術といった区別をすべきではない。生産システムの効率的運営という生産管理の目的に即し、関連業務をいかに体系づけるかを考えねばならない。

第3ステップ、第4ステップは、生産システムの各生産現場に配置された従業員に対し、目的、計画、そしてその方法を教え、必要に応じて訓練し、実施させることである。この場合の実施には、

- a) 生産そのものの実施
- b) そのチェック活動の実施

の二つがある。

b)のチェック活動の実施は第5ステップ以降を意味し、生産の実施に当たり、品質、数量、速度、あるいは設備、部品、その他のチェック、チェックの結果異常とみられた場合の処置、処置の確認を意味する。狭い意味での管理である。しかしチェックの活動にたずさわる人にとっては、b)は実施であり、そのチェックは、上司である管理者によって行われる。

3-1-8 生産システムの活動業務

生産システムは、デミング・サークルにそった仕事の体系であるが、そこで取扱われる業務を、より具体的に示せば次のとおりである。まず、

A) ユーザーの要求する製品品質、数量、時期の予測である。

通常、市場予測といわれ、見込み生産 (Anticipative production) と受注生産 (Ordered production) とで、その方法も予測精度も大きく異なる。

予測活動につづいて、

B) 製品設計

C) 加工手順、加工、組立て方法の決定 (作業標準 Operation standard の決定)

D) 材料品質の決定

がなされる。一般にこれらは、純技術的問題であり、生産管理の対象から除外されがちである。しかし生産の意義からすれば、見逃し得ない業務であり、生産管理という観点からすると、重要要素の一つである。

つづいて、

E) 加工プロセスの設計

F) 生産計画の樹立

が行われる。一般に生産計画は、生産量、生産進度、ロット構成計画を意味する。しかし E) が明らかにならなければ確立できない。多くの工場の生産計画担当者は、E) にはタッチせず、経験に基づいて自主的に作成、製造現場に押しつけている。それでは生産管理とはいえ、生産管理システムの意味もうすれる。

第7の業務は、

G) 設備管理

である。この中には、機械、器具、部品等の準備、あるいは設備がある。

以上は、主として計画業務であり、製造プロセスに入る前の業務である。これらが終わると、

H) 必要資材の購入

I) 製品の加工、組立

となる。資材の購入に当たっては、品質、数量、時期、搬入方法、保管方法等が問題となる。

そして加工工程においては、

J) 各種管理活動

が必要となる。生産量管理、進捗管理、品質管理、工程管理等がこれであり、生産結果を検討して異常原因を発見し、処置をとるというフィード・バック・システムが現われる。

加工され、組立てられた製品は倉庫に保管され、仕分けされ、ロット構成を行い、ユーザーに発送される。ここには、

K) 製品管理

L) 包装管理

M) 輸送方法の決定

といった問題が生まれ、さらに、

N) 事後製品管理

ともいうべきアフター・サービス、あるいは調査を含んだ業務がある。そしてこの結果は、次の計画に反映されねばならない。

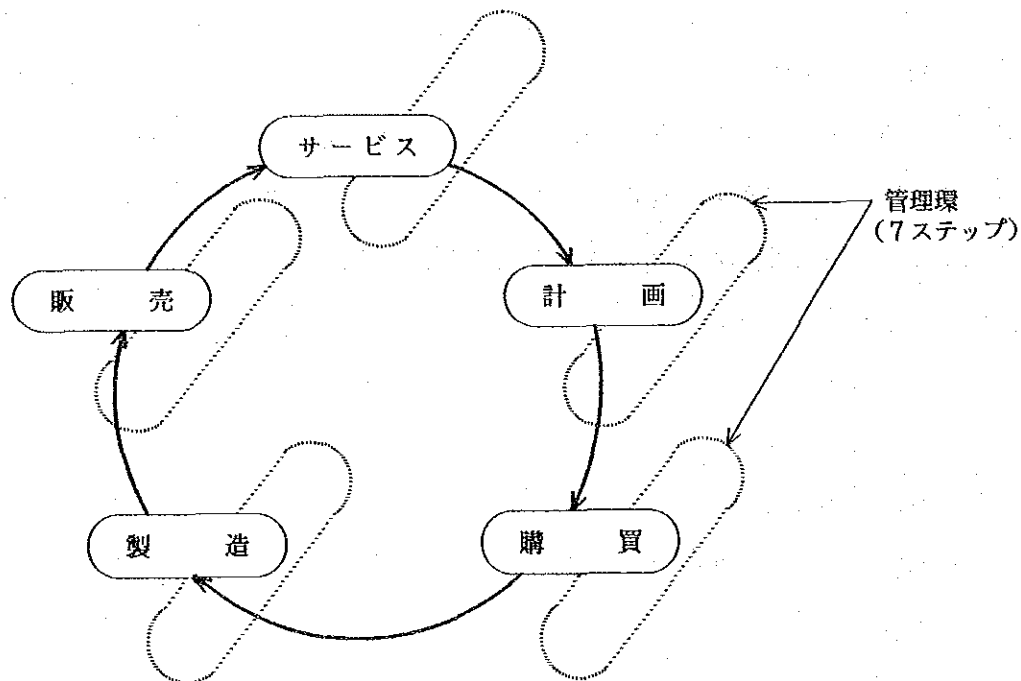
以上A)～N)は、明らかにデミング・サークルにそった仕事の流れであり、制約条件は、すべて製品加工に集中される。設備、生産方式はもとより、資金、労力は生産量に影響し、材料品質、技術状態は品質の支配要因となり、他部門からの拘束、法規制も生産に影響を及ぼす。

しかし、現実の生産の場においては、これだけの制約を受けているとは、だれも感じない。それは計画があり、準備態勢が取られるからである。例えば、設備能力、労力等を考慮して生産量は決定され、品質基準は、設備、加工技術、材料品質を考慮して決められるからである。したがって計画、準備の良否が、製品加工の難易を決め、製品品質、生産量、生産速度を左右し、コストの大小を決定する。ここに計画の重要性がある。

ところがA)～N)の前半は、企業目的にそった計画業務であり、方法の決定、準備業務である。そしてI)は実施、その後の業務は統制業務である。これはデミング・サークルにそ

った業務が、そのまま、管理の7ステップに対応していることを意味する。しかし管理の7ステップは、あらゆる仕事に適応されるものであって、A)～N)のそれぞれに対しても、これが用いられねばならない。以上の関係は図V-3-1-7に示される。(*10)

生産システムは、このように縦横に走った7ステップから構成される。これはシステムが有効であるための十分条件の一つである。生産システムの科学的管理、効率的運用により企業の成長発展がある。



図V-3-1-7 ジュランの管理環

以上述べたように近代的生産システムは、工場すべての部署が有機的なつながりを持ちつつ、サイクリカルに活動することが要求される。言いかえると、近代的生産システムの確立は工場の基本的行動方針を決めるものであるので、工場のトップである工場長を初めとした工場幹部が参画し、明確な経営理念の決定と、それに基づく近代的生産システムの構築が必要となる。

生産管理全般に関する基本的概念を把握するために、添付資料V-3-付1に文献の抜粋を紹介する。

(*10) 7ステップは業務のサイクリカルな活動体系であって、とくに管理環(control cycle)ともいわれる。 J. M. JURAN : 品質管理成功法、日本科学技術連盟

3-2 調達管理

調達管理は生産計画に基づき、企業活動に必要な諸資材や用役を外部から、必要時期に、適正な品質のものを、最適コスト (Cost) で購入することである。

企業としては、非常に重要な仕事であり、この業務が十分にその機能を果たさないために、例えば、工場で生産ライン (line) が止ったり、逆に資金が不足する程の過剰な在庫を抱えたり、ユーザーから品質に関する苦情が続発したりして、企業内中の人達が走り回ったりすることも非常に多い。

購入に当っては、品質、納期、価格等が事前に十分検討され、購入仕様書にこれらがおりこまれていなければならない。

また購入材料の発注時期、発注量についても現在の在庫情報及び工事計画を正確に把握した上で決めなければならない。

近代化に当たっては購入材料の納期管理と品質の確保を目標とした調達管理の実施が要点となる。

3-2-1 調達業務と取り組み方

外部から材料や組立品を調達する購買活動は、工場として、『コスト・ダウン (Cost Down) の要』としての役割が期待されている。

この理由は、

- ・購入品の原価比率が大きく、調達業務による利益の貢献度が大きい。企業によって少しは異なるが、一般的に材料費は、60~80%、労務費10~30%、経費30~40%ぐらいで製造原価が構成されていると言われている。この比率を見れば、どの原価要素を低減すべきか明白である。
- ・生産活動の第一歩である。

生産活動の実際面における最初の行動であり、外部から機能設計や生産設計に必要な重要かつ最新の諸情報を極めて入手しやすい唯一の部門でもある。

物の調達がうまくゆかないと、品質や納期でトラブル (Trouble) を起こし、その後の生産活動に大きな影響をあたえる。

従来、購入活動の役割は要求部門の期待する購入対象を、必要な時期に、狙いとする品質のものをより安く購入するという極めて常識的、かつ簡単なことであるように考えられてきた。しかし、実際は、品質、納期などのトラブル発生の処置に業務の大半を費し、消

極的・受身である場合が多い。

調達業務の近代化は、こうした従来からの消極的な態度・行動から、積極的な行動への転換が求められる。従来の活動、今後期待される活動の対比例を示すと表V-3-2-1のようになる。

表V-3-2-1 従来の活動、今後期待される活動の対比

消 極 的 活 動	購 買 課 題	積 極 的 活 動
納期の督促業務、遅延対策業務	納 期	生産期間（リード・タイム）(Lead-time)の短縮、在庫の削減
不良発生に伴う具体的な対策、処置、代替品の指示、手直し依頼受入	品 質	品質保証を購入先、外注先で作り込むことに重点を置く
後追いの、実績中心、相場中心で正確な原価の積算及び値引き交渉	コ ス ト	より安価なコストになるための条件をいかに整え設計するか
口座のある取引先中心、もしくは十分に保証された業者の中から購入	業 者 選 定	常に業界の動き、技術動向に注目し、新しい業者やこれから伸びそうな業者や部品に目をつける
自社での応接で、先方からもたらされる情報の管理、専ら机の上の作業が中心	情 報 収 集	セールスマン (Sales-man) 以上に行動的で、専ら材料メーカーや部品メーカーでの情報収集活動に重点を置く
例えば、なるべく多くの在庫を抱えて、製造部門からの納期督促等で苦しい仕事をしたくない	態 度	例えば、最少の在庫を抱えていかに素早く状況に即応するか、いかに在庫量の低減を図るかを考える

3-2-2 調達品の納期確保

(1) 納期の重要性

調達品の納期が守られないことによる損失は計り知れない。具体的な損失項目を列挙して見ると次のようなものがある。

- ・ 諸計画（工程設計、組立計画、配送計画）の変更による損失。
- ・ 手持ち時間の発生、不急作業時間の増加による能率の低下。
- ・ 督促、管理、対策のための管理要因及び管理費の増大。
- ・ 在庫の増大、不要在庫の発生による金利、運搬費、減耗費等の増大。
- ・ 誤動作、手直し作業の増加による不良率の増大、生産コストの増大。
- ・ 得意先の信用失墜に伴う売上減、遅延料金の発生。
- ・ 社内全般に対する納期の不信がもたらす無用の事前チェック、ダブルチェック (Double check) 等、不信予防対策費、等々。

組織的な仕事というのは、言葉を換えて表現するならば、いろいろな立場の人達が時間という共通の尺度の中で、相互信頼を基本とし仕事を互いに協力しあうところに、その最初の要点がある。納期というものはこうした観点からも、近代的な管理体制の中では最も重要な項目の一つであると言える。

(2) 納期が守られない要因

一般的に納期の守られない原因は、購入先にあると考えられがちであるが、よく原因を調べて見ると発注側にも責任があることが多い。

納期管理の問題点を発注側の責任と購入先の責任から見ると、納期が守られない要因は表 V-3-2-2 のようになる。

こうした要因を再考してみると、単なる納期督促だけの繰り返しでは、問題の抜本的な解決策にはならない。

発注前、すなわち発注計画から発注後、フォロー・アップ (Follow-up) までの一連の業務を、総合的、体系的に再考し、対策を講じなければならない。

表V-3-2-2 納期が守られない要因

発注側の責任	購入先の責任
① 生産計画の遅れ（販売計画の遅れによる無理な短納期の押付け）	① 能力以上の受注（生産計画の不備）
② 生産計画の不備（所要調達期間の不足、緊急発生や飛込みによる発注先の混乱）	② 工程管理や作業管理の不備（日程計画・進捗管理の不備）
③ 設計（図面）仕様の変更や内容の不備	③ 品質管理の不備（不良発生による遅れ）
④ 材料支給や治工具支給の遅れ	④ 自己調達材料（再下請部品）の遅れ
⑤ 事務手続の不備（手配の遅れ、連絡の不徹底）	⑤ 納期確保に対する責任感の不足
⑥ 外注管理の不備（外注先能力の把握不十分、指導や督促の不足）	⑥ 低価格による意欲低下
⑦ その他の不備（支払遅延や低価格による意欲低下、検収能力の不足）	

(3) 納期設定の方法

適正納期とは、材料調達期間、生産能力、品質の確保、維持が現実に可能であり、しかも生産コストが最少になるように期待できるものでなければならない。したがって、納期管理の際には、まずこうした条件に合う納期をいかに設定するかという問題と、決められた納期をいかに達成するか、という二つの大きな問題を解決しなければならない。

一般的に、納期の設定は、ほとんど購入先の生産管理上の配慮なしに、発注側の一方的な生産日程に合わせて行われることが多いが、ここでいう適正納期とは、あくまでも購入先が製造、納入する管理が無理なく行われることを意味している。

納期遅延原因の大きな要因となっているものとして、調達期間に無理を来たしている場合が多い。すなわち、納期確保のために発注前における納期設定方法を検討しなければならない。そのためには、

1) 要求内容の明確化

納期を設定するためには、まず最初に、何を、どれだけ、いつまでに購入するのかという要求内容を知る必要がある。

一般的な要求内容として、

- a) 購入品目（機種名、図番、品名など）
 - b) 必要数量（発注ロット (Lot)、数量、納入ロット数量、総数量など）
 - c) 希望納期（納入日、時間など）
 - d) 納入場所、荷姿、運搬要領、分割納入、納入品の経路
- 等が要求内容になる。

要求内容が最初から具備されていないなどは論外であるが、設計変更時、緊急手配時、例外処理時、臨時手配時などに特に留意しなければならない。

要求内容は真に必要なのか、購入先の条件に適合しているか、総合的にコストが小さくなっているかなどの検討が十分に事前になさなければならない。

発注側の各部署の一方的な要求を受入れ、これを購入先にただ単に伝達したり、押しついたりするのが調達部門の機能ではない。

2) 購入先の生産工程及び日数表の入手

次に、希望する納期までに納入できるかを調査しなければならないが、発注する都度、購入先へ納入までの工程及び日数を調査依頼しては、無駄な労力と調査期間（時間）がかかる。

工程と日数は、今までの経験や購入先の事前調査からあらかじめ標準化しフローチャート (Flow chart) や、一覧表等で書いておけば、希望納期と照らし合わせるだけで一応の判断を下すことができる。

標準化すべき手順（工程）と日数に関する項目を挙げてみると、次のようになる。

- a) 購入依頼書受付から、注文書発行、購入先への連絡がとれるまでの順序
- b) 各種材料入手順序
- c) 業種別、工程別生産工程
- d) 二次、三次外注など、特殊加工のある場合の生産工程
- e) 検査工程（納入品受付から検査完了まで）
- f) 流通順序。

標準化した生産工程と日数には、望ましいあるべき日数も同時に付記しておく、
購入先の管理目標にもなり、指導の目安にもなる。

3) 回答納期が希望納期を超える場合の処置

希望納期に対して、回答納期が往往にして超える場合が見られるが、その対応策は次のようになる。

a) 購入先に対する問題点と原因の調査

購入先の事情をよく調査し、希望納期に入らない理由を確認し、問題点を整理する。

一般的に考えられる主な問題点は、

- ① 材料調達の問題
- ② 生産能力の問題
- ③ 生産技術力の問題
- ④ 政策的な問題

b) 対応策の検討

これらの問題点に対する対策を、発注側、購入先が一体となって考え、立案されたものに対して5W1H (What, Who, Where, When, Why, How) の展開を行う。

特に、発注側の情報力、調達力、技術力などの援助が大きな解決策になる。

また、伝票処理、連絡などのような事務処理や、払い出し、受け入れ検査などの間接業務の日数を短縮すること、また、各部品間の優先順位も十分考慮することを忘れてはならない。

これらの希望納期が得られない場合の対応策の例を表V-3-2-3に記す。

表V-3-2-3 希望納期が得られない場合の対応策

問題点	内 容	対 応 策	
材 料 調 達	材料入手おくれ メーカー材料の不足	在庫調査 入手経路の調査 代替材料の支給	入手経路の調査
生 産 能 力	生産遅延 人員不足 設備能力の不足	人員の応援 設備の貸与 他社発注調査	超過労働の可否調査 2次外注の調査 生産計画の再検討
技 術 力	実験検討を要する 技術開発を要する 不良率が高い 金型、治工具が不備	技術者の派遣、指導 仕様の変更の検討 金型、治工具の貸与 他企業へ発注組立	2次外注の調査 問題点の明確化と発注側の協力体制作り
政 策	協力姿勢がない コストが合わない 物流手段がない	市場調査 原価調査 政策内容の明示	基本姿勢の明確化 原価計画、売価の再調査

4) 希望納期の調整

このように、あらゆる手段を考慮しても希望納期に入らない場合は、これまでの経過と結果を発注依頼元へ提示し、計画変更、仕様変更などの検討をしなければならない。

今まで述べてきた事項が、事前に検討され、起りうる危険を予測しこれが加味された計画表が作成されていれば、常に前を向いた購買活動に専念できる体制が整う。

上に述べたことが確実に行われていれば、現実には何の不安もトラブルもないように考えられるが、実際には、毎回同じような理由により同じような現象を繰り返している企業も沢山ある。これにもまた、諸々の理由が考えられるが、その一つとして、納期遅延の対策が上手に次の計画にフィードバックされていないことが挙げられる。

(4) 納期を守らせる管理

1) 進捗管理とその必要性

発注側、購入先双方で確認した上で設定した納期であっても、現実には種々のトラブルが発生し、すべてが計画通りに進むとは限らない。しかしながら、合意の上で決定した納期を振り出しに戻すことは不可能であるから、できるだけ速やかにトラブルを解決し、所定の納期を満足する体制を整え直さなければならない。したがって、納期確保のために、発注された物の進み具合がどうかを把握し、問題点が発生したその都度、解決していく管理方法が大切になる。

このように、発注された物の進捗を常に監視し、途中でトラブルが発生したり、あるいは、トラブルが予想された場合直ちに対策を講じ、納期を守らせることが進捗管理の目的となる。

2) 優先順序をつけた納期管理

発注したもののすべてを同じように管理するのでは、多くの労力を必要とするだけでなく、管理がどうしても散漫になり易い。したがって、管理の対象や項目範囲を明確化すれば、効率の良い納期管理ができることになる。

一般に、重点管理すべき対象品は、

- a) 常に遅延を生じているもの
- b) 代替や改善が困難な特殊品
- c) 在庫できないもの
- d) 調達するために長い工期が必要なもの
- e) 特急入手を計画しているもの

などが考えられる。また、管理項目は、前に述べた遅延理由のいずれかが工程別、業者別に過去の実績値や現行の状況からおおむね把握されており、そうしたことからチェックするのが望ましい。

3) 納期管理の手法

納期管理には色々な方法があるが、その機能として

- a) 発注側、購入先がそれぞれ納期を確認する。
- b) 納入状況を知る。

ということであり、これにより発注側が購入先へ、納期の督促や問題発生に対する対応策を立てることに使用し、また、それが納期遅延を防止することにもなるのである。

表V-3-2-4に一般的な納期管理手法の例を示す。

表V-3-2-4 一般的な納期管理手法

納期管理手法	概要
カラーコントロールシステム (Color control system)	納入日別に色別された管理棚をおくことにより、納期遅れが一目で誰にも明確にわかるようにする。
督促台帳システム	品番別に発注品をカードに記入しておき、これを納期別に並べておく。納期の何日か前になったら購入先への確認の連絡を漏れなくする。
管理板方式	発注先別、品目別に納期や督促日を日程表にして掲示し、毎日納入されたものは消し込んでいく。
コンピューターによる管理システム	コンピューターに納期を記憶させておき、督促日をディスプレイ (Display) 装置等で表示させる。
カムアップシステム (Come-up system)	納入日程表をあらかじめ作成し、督促日や納入日が来たら第三者が機械的に、納期の督促や確認を行うシステム。
異常報告制度	どんな異常でも異常発生時には、必ず発注側へ報告させるシステム。

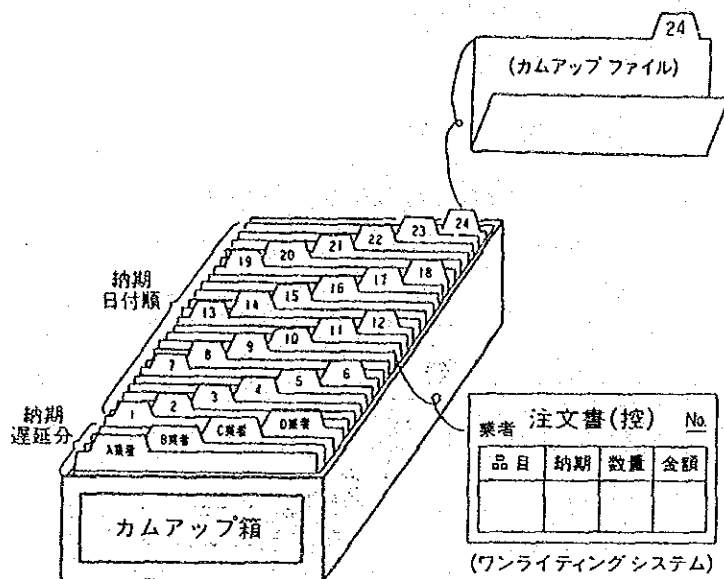
なお、納期管理事務をカムアップ・システム (Come-up system) のように、第三者かコンピュータを使用したり、購入先に自主管理させるような合理化をあわせて考えていく必要がある。

またこのほかに、外注に対して納期や進捗管理、技術指導までを含む巡回視察を行い、納期遅延を未然に防止する等の事前予防を積極的に拡げることが大切である。

カムアップ・システムの例を図V-3-2-1に示す。これは、フォローアップ・システム (Follow-up system) とも呼ばれ注文書の控を納期順にそろえて、伝票整理係が事務的にその日の納期分のものを取り出し、督促をし、納期を守ろうとするものである。

次のような効果が期待できる。

- a) 記憶にたよった処理とは違い、確実性が増す。
- b) 購入先の納期遅れの問題を早期に発見できる。
- c) 購買業務が標準化され、誰でもできるようになる。
- d) 標準化することにより、能率の向上、人員の減少が可能となる。



図V-3-2-1 カムアップ・システム

(5) 納期遅延が発生した場合の処理

1) 納期が守られない原因

納期が守られない背景には、必ずそこに何らかの原因があるはずである。しかし、その原因がどこにあるかということ进行深入に追及せず、そこにあらわれた表面的な原因だけを追及することで止めたり、その場限りの便法としての応急策を講じてその場をあたかも解決したかのようにし、抜本的な解決をしていないことが多い。

表面上の原因や要因を挙げてみると、例えば

- a) 購買計画、営業活動上のトラブル。
- b) 運搬、輸送上のトラブル。
- c) 生産管理、工程管理、日程管理上のトラブル。
- d) 製造上のトラブル。
- e) 不良率の異常発生、品質上のトラブル。
- f) 購入先と再ベンダー (Vendor) とのトラブル。

g) 発注側の計画変更、指示内容の変更、発注漏れなどの要因。

などである。このような表面的な現象や原因をより深く追及して、その根本的な原因を探り出して、抜本的な対策を講じなければならない。

2) 遅延の原因把握と対策

納期遅延が生じた場合、当然発注側として遅延状況やその真の原因をつかまなければならない。又、想定される対策を常に考慮に入れながら、フィードバックしやすい項目に重点を置いた調査、把握をすることが大切である。

把握すべき項目は、

- ① 品物は何か、数量はいくつか。
- ② 問題を起こした真の原因は何か。
- ③ 対応策はどうたてられているか。
- ④ 対応策を実施するためにはどれだけの所要日数が必要か。
- ⑤ 他部門への影響はどうか。

などが挙げられる。

対応策を立てる場合、まず、トラブルを起こして停止しているものを動かすための、応急対策を講じなければならない。

納期遅延の現象及び問題点は、いろいろな場合があるので、そのステップ(Step)を変えたり、問題解決のために他の方法を見い出さなければならない。そして、十分に検討を行うことが大切である。

一応、応急対策で問題を解決したならば、次にこの問題の再発防止対策を講じなければならない。

再発防止策の重点は、問題を起こした真の原因を、あますところなく明らかにすることである。

これが明確になれば、おのずから解決策は、見出せるものである。

なお、対策及び再発防止策の決定事項は、必ず購入先、関連部署に厳守事項として、その徹底を図らなければならない。また、フォローアップは、対策を完遂する鍵を握ることになるので、組織を通して行うことも必要である。

3-2-3 調達品の品質確保

品質確保の問題は、コストや納期と同じように非常に重要な課題である。

現在、四川空気分離設備廠は、品質を確保するために、購入品の入庫の際、ほぼ全数にわたり、厳しい検査、場合によっては、メーカーとのダブルチェック (Double check) を行っている。将来的には、現在のように結果として現われる不良だけを追わず、相手側に一歩踏み込み、積極的には、工程の途中で品質を作り込む体制を整えさせるべきであろう。また、品質検査もこのような体制が整えば、全数検査でなく、よりコストと時間が少くできる抜取検査に移行できるはずである。

(1) 品質を重視した購入先の選定

新規に取引先を選定する場合の要領を記すと次のとおりになる。

1) 購入先選定の原則

- a) 要求品質を十分満足させる加工技術と機械設備があること。
- b) 要求品質を保証できる管理能力があること。
- c) 納期を遵守できる工程管理力があること。
- d) 経営者の経営姿勢が前向きで、合理化に積極的であること。
- e) 従業員の定着性が高いこと。
- f) 品質保証責任者がいること。(責任者になり得る人でも可)
- g) 立地条件がよいこと。
- h) 資金繰り状況がよいこと。
- i) 労使関係が円滑で、協調体制がとられていること。
- j) 技術上、取引上の機密を完全に保持できること。

2) 購入先の選定手順

a) 予備的調査

- ① 金融機関、材料メーカー、商社などからの情報収集と分析。
- ② 同業者、業界誌などによる情報収集と分析。

b) 面接調査

- ① 調査対象工場の責任者と面接し、工場概況を聴取し、工場見学を行い、品質管理、工程管理のレベルを把握する。
- ② 経営者の考え方(経営理念)や会社の方針・目標を聴取すると共に、現状の問題点やその状況を聴取する。
- ③ 会社経歴書、組織図など実地調査前に必要な書類の提出を依頼する。

c) 品質保証の審査

- ① 調査チームを編成し、調査項目を決める。
- ② 工場を実地に視察し、設備・管理・技術面を調査する。
- ③ 総合的に調査し、継続発注に対して安心できるかを判断する。品質保証審査表等により品質保証能力をチームで評価することが重要である。

(2) 品質保証に関し購入先と取り決めるべき事項

1) 品質の基準に関する事項

- ① 図面、承認図、購買仕様書の発行。
- ② 検査基準、限度見本の明示。
- ③ 納入荷姿の指示。
- ④ 図面変更、入れ替え管理など。

発注側としての義務事項を明らかにしておくための契約事項である。

2) 品質の具現方法に関する事項

- ① 作業標準、検査要領の作成遵守。
- ② 検査機器、治具管理方法の明示。
- ③ 検査記録の保管や納入ロット添付の遵守。
- ④ 工程管理基準の厳守。
- ⑤ 品質責任者の役割。
- ⑥ 自主点検表の定期的提出の義務。

造る側の製造部門で守るべき義務事項を明らかにし、契約事項として取り決める。

3) トラブル発生時の処置、対策、補償に関する事項

- ① 不良対策書の記入要領及び回答経路の明示。
- ② 品質改善推進表の活用の義務づけ。
- ③ 補償の判定方法、補償代金の算出方法。
- ④ 保証期間の明示。
- ⑤ 市場からの苦情品の処置、協議事項などについて契約する。

一般的に、発注側の意見が強いため、発注側の一方的な取り決めとなり、品質トラブル時、あいまいな処置をとりやすい。

双方が対等の立場で、甘えのない取り引きをするよう取引契約書は、細心の注意を払って作成すべきである。

取引契約書には、材料支給、金型貸借、機密保持等に関する条項が含まれる。こうし

た契約事項は定期的（1年に1回位）に見直し、より内容を充実させ、双方がこの契約書に準拠して仕事をするよう心掛けなければならない。

また、取り決める項目は誰にもわかり易い表現とし、難解な文章は避けて一覧表や略図などを使うように工夫することが大切である。

このように、発注時における品質確保は、今後起こるであろうと予測される諸々の品質要因を事前に抽出し、発注側、購入先とで納得した上で取り決め、文章化し、お互いの自発的な努力で厳しく守る姿勢そのものであるということが出来る。

(3) 品質トラブルの未然防止策

品質トラブルを発生させないためには、適宜、工場を訪問し、発注側から要求している品質をつくり出すために、個々の部材について工場として守るべき、管理項目が意図したとおり守られているかを確認し、実際に行われていない場合は、その原因を究明して、原因部門を明らかにし、発注側、購入先とで品質改善に関する合同会議を開き対策を立てることが必要である。

これによって、品質トラブルの要因を事前に撲滅することができ、発注側の責任項目も明確になり、双方の信頼関係の向上にも結びつくことになる。

(4) 品質トラブルが発生した場合の処置

原材料、購入部品、外注品の不良によって、発生する損失コストの低減は、調達部門にとって、他人まかせにできない重要課題である。

再発防止策をたてる場合は、まず事実確認に努めることが重要である。

事実をとらえるには、先入観を排して、現状をありのままに知る必要がある。

事実確認を効果的に進めるためには、「なぜ」を考える前に「なにが」「いつ」「どこで」「どの程度」の順に確かめることにより、問題の本質により速く到達できる。

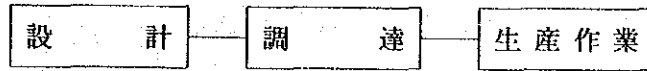
原因が究明され、それが外部より調達したものに於ける場合は、トラブルの現象、原因、損失日数及び金額、対策等を記入した書類を作成し、一度発生した不良を二度と発生させないために購入先にフィードバックすることが必要である。

購入先には、このフィードバック情報をもとになぜ不良が発生したか、その再発防止策はどうか、を立案させ、実施させるのも忘れてはならない。

トラブル発生から、対策立案、フィードバックの一連の作業フローと作成書類は、パターン化(Pattern)しておく必要がある。

3-2-4 調達機能の積極的展開

資材の調達業務は広義の生産活動の一環をなしており



という3段階の基本業務の構成の中間の位置にある。これらの業務は単に一方交通的に進行するものではなく、ときには逆転（フィードバック）する場合もある。つまり各業務は相互補完的な関係があるので、その点を考慮して、総合的な生産の合理化を進めるならば、大幅な効果をもたらすような根本的な改善を行うことができる。

(1) 設計機能へのフィードバック

設計との関係においては、設計図を無批判的に受入れて、直ちに材料見積りを行うという受動的な態度にとどまらず、VE (Value Engineering) による設計変更の意見をフィードバックするという積極的な態度が必要である。ときには設計業務の外注という機能によって、設計部門の能力を補強することもできる。

最近技術革新により新しい材料が続出しているが、設計者としては十分な知識がないために、従来どおりの材料を使うように設計する場合が多い。これに対しては材料計画の担当者から、新材料の品質や価格に関する情報を提供して、品質の向上と原価の引下げを図るように、設計や仕様を変えさせるべきである。

(2) 作業機能との関連における合理化

作業との関係においては、これを作業の前段階という角度からみれば、準備的、補助的な機能にとどまるが、それのみでなく独自の存在意識をもち、直接的に生産性の向上や利益の増大に寄与するものである。例えば、材料の種類の変更により、加工方法を変えて作業能率を向上させたり、内作の外注転換により、設備、労力の節減と同時に原価の引下げを図ることができる。

前述のように、調達とは単純な素材の購入のみでなく、加工度の進んだ材料の購入もあり、これによって作業面の負担を軽減し、人員や設備を増さずに増産することが可能である。外注はその極端な形式であって、これによって、調達や設計の業務まで外部に転換することができる。しかし、生産量や保有設備によっては、内作のほうが原価が安くなる場合もある。そこで生産上の諸条件を考慮し（購入材料の加工度の問題を含めて）内外作の区分 (make or buy) の問題を再検討する必要がある。

(3) 材料と加工方法の選択の問題

一つの部品または製品を造るにもいろいろな方法がある。そこで手順計画においては

最適の方法を選択するのであるが、その場合、材料の選択ということが重要な研究課題となる。すなわち材料といっても、いろいろな種類があるが、これを加工度からみると、素材、加工材、粗形材、購入部品、外注部品などの区分がある。一般に加工度の進んだ材料を買えば価格（材料費）としては高いが、工場内の加工の手間が省けるので加工費は安くなるし、品質も向上する場合が多い。

また加工方法に応じて使用材料が変わる場合もある。例えば、

- ① 薄肉の鋳物を薄板のプレス加工に変える。
- ② 厚板の溶接構造を鋳物に変える（またはその逆方向もある）。
- ③ 普通鋳物をダイキャスト (Die-casting) やプラスチック (Plastic) に変える。

これについては品質や原価の面から検討する必要があるが、一般に生産量の多少に応じて原価が変動するので、選択の基本が変わるものである。

このような点を考慮して、総合的な原価の引下げを図るとともに、生産性や品質の向上を図ることが、ここでいう材料選択の問題である。

(4) VE (Value Engineering) またはVA (Value Analysis) の適用

企業は常に、最適な機能をもった製品を最小のコストで作るにはどうしたらよいか、を追い求めているが、VEの狙いもまさしくこの点にあり、資材調達段階で行われるVEは、積極的調達を行う上では不可欠のものとなりつつある。VEは、コスト・ダウン (Cost-Down) の手法として1947年米国GE社で開発された。

価値分析 (VE/VA) とは、『最低の総コストで必要な機能を確実に達成するために、製品とかサービスの機能分析にそそぐ組織的な努力である』と定義されている。

企業でのVEの導入は、購買部門で始まるのが普通である。手始めに、コストの大きな部分を占める材料費に重点を置いて、コスト・ダウンに勉めるのは当然のことである。

しかし、現在では、購買部門でスタートを切ったVEも一歩前進し、設計へその重点が移っている。

1) 近代的なVE

a) VEが設計中心になっている

当初のVEは上手な購買方法のように考えられ、VEといえば調達部門ということになっていた。しかし、考えてみると、図面ができた段階ですでにコストの80%から90%が決まってしまっている。したがって調達部門でコスト・ダウンをしようとしても容易ではない。そのため最近では調達部門が設計を巻き込んでVEをやるというよ

りは、VEの中心が設計に移っているという状況であり、さらに製品企画の段階までVEが入り込んでいる。

これらを区別して“製品”ができてしまっからのVEをセカンド・ルックのVE (2nd look VE)、設計図面の出図前のをファースト・ルックのVE (1st look VE)、さらに製品企画の段階のをゼロルックのVE (zero look VE)と呼んで区別している。

VEとVAを強いて分ければファーストルックのVEをVEと呼び、セカンドルックのVEがVAとなろう。

ファーストルックのVEといっても、完全は期し難く、どうしても、見落としがあるのが普通である。

ファーストルックのVEだけでは、どうしても不十分であって、セカンドルックのVEも必要である。

b) VEの対象が製品以外の組織、手続き、物流などソフトの分野まで広がっている。

VEが基本的な“物”の価値を「この働きは何か？」と追究し、そこから発想させているので、組織・手続き等の合理化の面でも「何のためにあるのか？」と問いかけて大きな成果を生んでいる。そのため、製品を対象にしてVEを成功させた会社を中心にソフト面への適用が盛んに行われている。また、若干意味が異なるが建設、土木、運送、化学、銀行等にまでVEが広がっているのも最近の傾向である。

2) VEの考え方・進め方の特徴

a) VEは、対象を「機能（はたらき）」にすべてを置き換えて発想を促す。

ユーザーが製品を買うのは、製品そのものを買うのではなく製品が果たす機能を買っているのだと考える。例えば、ユーザーが灰皿を買うのは灰皿そのものを買っているのではなく「灰を受ける」という灰皿の機能を買っているのだと考える。そうすれば、灰を受けるためには何も特別な容器でなくてもビンの蓋でもいいではないかという発想が出てくる。

このようにすべてを機能に置き換えることによって、同じ機能を果たすものが他にないかと新たな発想が生まれてくる。また、同じ路線の発想では行きづまっても、まったく別の発想をすれば大幅なコスト・ダウンができることがある。

b) VEは価値の向上を狙う

価値分析で使う価値の尺度は、次の式で表される。

$$\text{価値 } V \text{ (Value)} = \frac{\text{機能 } F \text{ (Function)}}{\text{コスト } C \text{ (Cost)}}$$

先ほどの灰皿について考えてみると灰皿の値段が200円、ところで灰皿の機能は「灰を受ける」であったが、ユーザーがこの機能を手に入れるのにいくら払ってもいいというだろうか、100円と言うかもしれない。これが機能の値段で、

$$V = F / C = 100 \text{円} / 200 \text{円} = 0.5$$

これが灰皿の価値、いかえてみるとユーザーの満足度で、この場合、高過ぎたと思っっているはずである。

価値をあげるには機能をあげてもよいし、コストを下げてよい。しかし、機能を落とし安かろう悪かろうになることは禁じられている。

また、先ほどの式のようにコストも機能もすべて金額で表そうと努力をする。これによってVEを行う動機付けに一層拍車が掛かることになっている。

c) VEは部門間の壁を取り払う

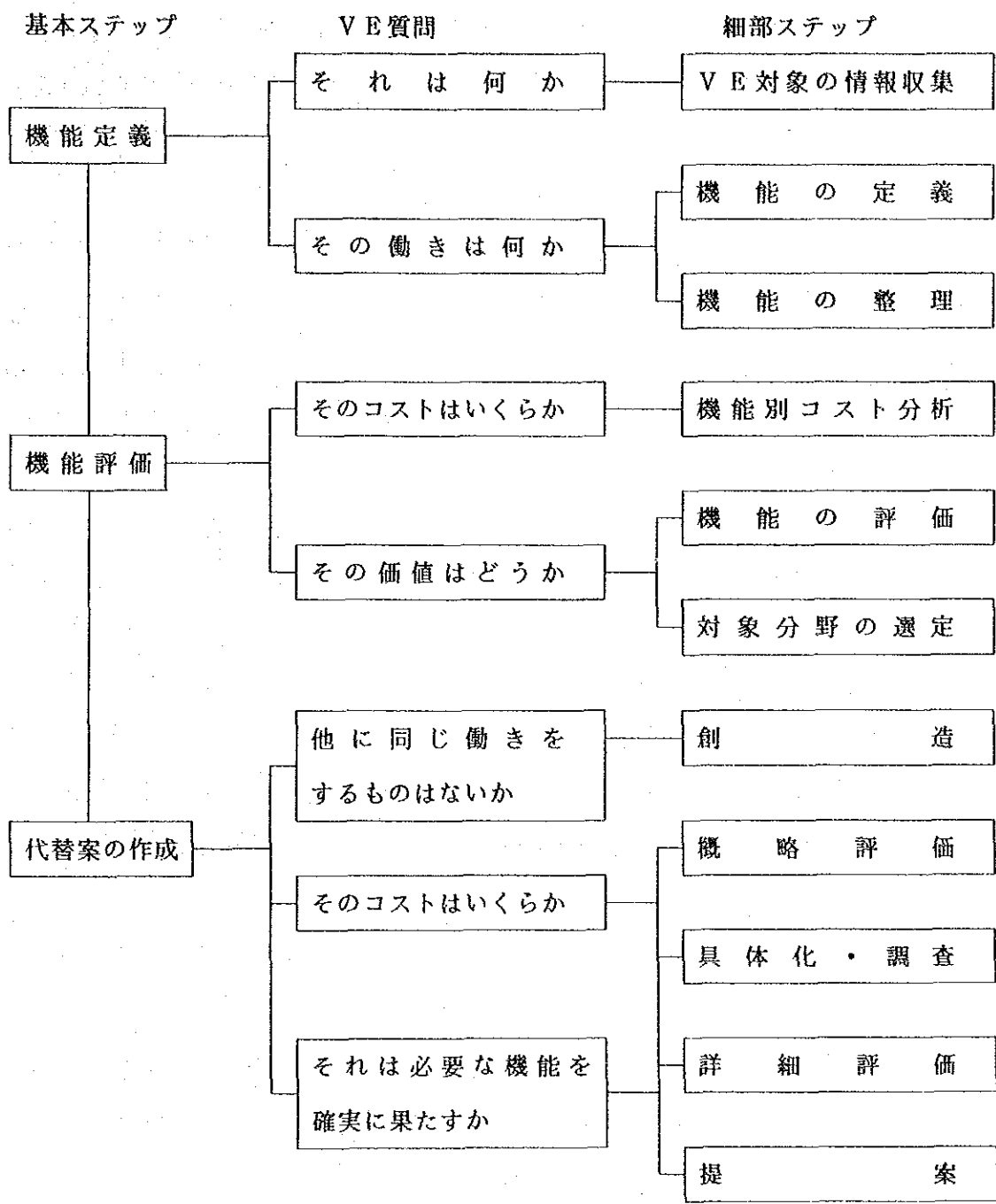
VEはチームを組んで行うのが基本になっている。そのチームは設計、営業、生産技術、製造、調達、品質管理、材料、原価等の多様性をもった人々で組むようにすすめられている。これは限られた時間に多くの知識を必要とするため情報源を拡げると、各々がコスト・ダウンという一つの目的を達成するために違う角度から見るようにするためである。

そうして、一連のステップ(Step)を忠実に踏んで段々と全員の努力の方向を統一し、すぐれた案の出やすい状態に導いてゆくわけで、そこでは部門代表の意識など消え去ってしまっている。ここにも多くの着想が生まれる重要な要点がある。

普通の業務の中で、製品とか図面に注文をつけると、とかくケチをつけられたと受け取られ、その実現がうまく行われないうらいがあるが、VEには共通認識でその壁を取り除けるという大きな効用がある。

3) VEの方法

VEを進める順序は対象が異っても、基本的に同じなので製品の場合を例にとって説明する。VEの実施順序を図V-3-2-2に示す。順序は大きく分けると三つで、細く分けると11ステップになる。ここでは、大区分の方で説明する。

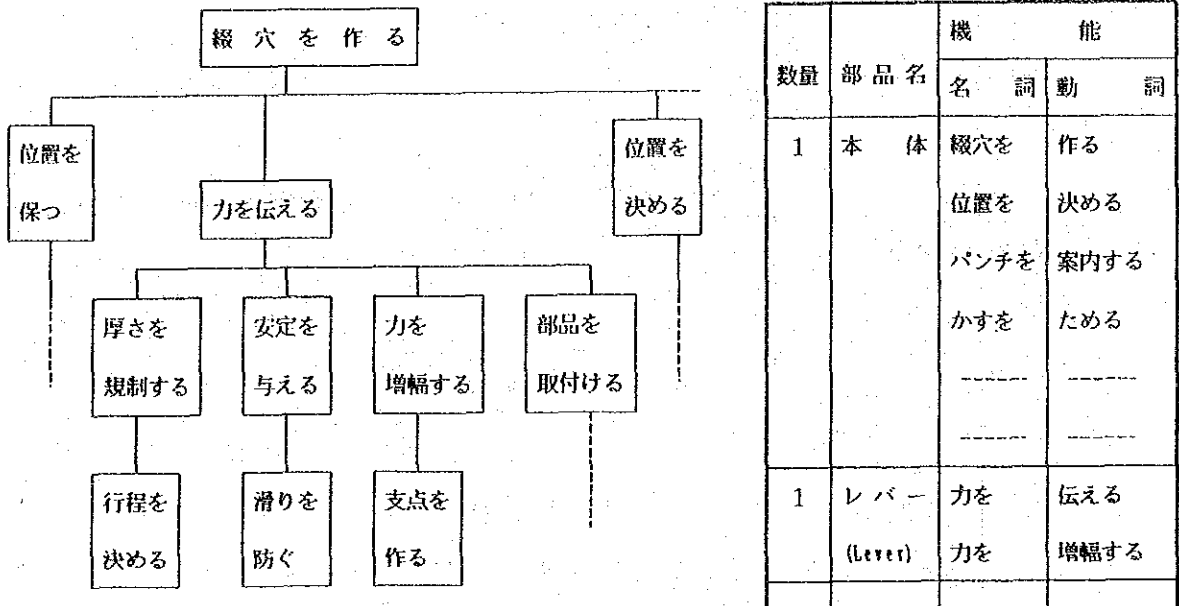


図V-3-2-2 VEの実施順序

a) 機能定義

「それは何か?」「その働きは何か?」という問いに答えるステップで、対象品を確実に知ると共に、機能を徹底して洗い出す。機能は「名詞」+「動詞」の形で定義する。例えば、孔明けパンチ(Punch)の機能を「綴穴を作る」と定義する。次いで部品の定義を順々にしてゆく。さらに必要なら凹み等の部分についても定義する。

このようにして必要な機能を全部洗い出す、次にこれらの関連を明らかにするために目的と手段の関係で結びつけ機能系統図にまとめる。孔明けパンチの機能定義と機能系統図を図V-3-2-3に示す。



図V-3-2-3 孔明けパンチの機能定義と機能系統図

b) 機能評価

ここは「そのコストはいくらか?」「その価値はどうか?」に答えるステップである。すなわち、先に出てきた $V = F / C$ の C と F の値を出すステップである。

まず、 C であるが製品のコストを部品別、費目別、必要なら工程別にとらえ、これを先ほど出した機能ごとに割付けて機能別コストをだす。これが C である。

次いで、 F であるが各々の機能の値打ちをユーザーに聞いてだすとか、手紙での問い合わせをすとかして F の値をだす。これはコスト・ダウンの目標値でもある。これで分母、分子がでたので $F / C = V$ をだす。先に灰皿で出した $1000円 / 2000円 = 0.5$ はこの一例である。 V の値が出たら V の低いところから重点的に攻めていく。

c) 代替案の作成

ここは「他に同じ動きをするものはないか?」「それは必要な機能を確実に果たすか?」に答えるステップで、案をだし、その中から採用し得る案を作ってゆくステップである。

VEとして自然に案が出るわけではなく、いままでで必要情報を全部頭の中に押し込み、自らに目標を課し追い込むことによって案を考え出すのである。手法としてはブレイン・ストーミング (Brain Storming)、チェックリスト (Check list) 法などを使っているが、その収れんの方法は評価と視覚化の繰返しで行う。とかく拡げすぎて収拾に困るこの段階で、このやり方は応用範囲が広い。

面倒だからといって手を抜くことは成果にムラを生じ、メンバーを不安にさせ、ひいてはVEを一時的なものに終わらせてしまう。

ソフトへの適用も同一ステップと述べたが、若干説明すると機能定義は「何のためにその仕事をしているのか?」「何のためにあるのか?」の問いに答えて定義をする。この場合も「名詞」+「動詞」で定義するがこれだけで表現しにくいことが多いので、その時は補足・条件を書きたす、また用語も定義しておく。

機能系統図を作るときも目的・手段の系統で並べることは同じであるが、インプット (Input) - プロセス (Process) - アウトプット (Output) のシステム (System) 思考も利用して上下関係を整備してゆく。

機能の評価は質・量および短期・長期を考えて評価をしてゆく。また、この際のチェック・リストとして問題点のリストが活用できる。

調達管理の近代化については、特に納期確保の問題は四川空気分離設備廠にとって避けられない課題である。

この解決のためには、調達部門が中心になり、設計部門、生産部門を巻き込んで、まず発注側である自工場の仕様内容、条件等の問題点を解決し、次に購入先の内容調査、問題点の抽出、指導、納期確保の協力要請等を行うべきである。更に進んでは上流の設計の段階まで逆昇り、設計部門、調達部門が一体となってVE (Value Engineering) を実施することが必要である。

これによって、一層のコストダウンが図れ、製品に大きな競争力をつけることになる。

3-3 在庫管理

3-3-1 適正在庫量

資材の在庫は、最終的には、在庫ゼロ (Zero) 方式の方向が理想とされている。

しかし、実際は、工場において担当する業務の立場によって、その人その人の見方が変り、全員一致で在庫ゼロ方式を目指すということは、仲々難しい。

例えば、製造担当者から見れば、在庫を十分持つということは、製造担当者がもっともおそれている「欠品」や「ライン・ストップ (line stop)」を避けることができ、つぎに、大量に造り込むことで、面倒な段取りを減らすことが可能となる。

購買担当者も、製造担当者とはほぼ同じ立場をとり、欠品をおそれ、経済ロットや大ロットを好み、業者との折衝の簡単なやり方を選ぶはずである。一方、財務担当者は、毎日資金繰りに追われるのが普通で、在庫によって発生する金利等の損失を、何とか減らしたいと考える。(統計によると、在庫維持費用は、年間在庫金額の約20~25%といわれている)

これら相反する問題点をそれぞれあげて見ると、

(1) 過大在庫による損失

1) 金利負担の増大

資本の固定化と、運転資金、利息の増大。

2) 経費の増大

倉庫料、保険料、人件費など。

3) 陳腐化発生

陳腐化、死蔵化、値下げなどの危険性の増大。

4) 倉庫面積の増加

5) 取扱費用の増大 (積み降ろし、運搬)

(2) 過小在庫による損失

1) 販売面と作業面での品切れの発生。

2) 稼働率の低下 (手持ちの発生)

3) 納期遅延の増加

4) 加工費の増加

5) 購入経費および購入単価の増加。

このように、在庫が企業に与える問題は、いくつか考えられるが、在庫が企業生命を