

1-7 熱処理

(1) 熱電対と温度記録計の管理

高温用、低温用熱電対とも6ヶ月に一回検定しているが、これだけでは十分な管理とはならない。次のような管理基準も追加する必要がある。

- 1) 検定の頻度はグレード（高温用、低温用）によって使用回数を規定し使用期間とともに両方で管理する。
- 2) 熱電対一本々に管理番号を付し、台帳管理する。
 - a) 使用実績
 - b) 検定・修理記録をその都度必ず記帳する。
- 3) 廃却基準を規定する。検定で不合格にならなければいつまでも使用を許可するのではなく、グレードによって最高使用回数を定め、その回数に到達した時点で廃却する。

温度記録計については使用回数管理は必要ないが、熱電対と同様の管理規定を設けて管理する。

参考までに日本のあるメーカーで使用している管理台帳を添付する。

(2) 熱電対の取付け位置

熱処理は前述したように鋼板及び溶接部の機械的性質を左右するので、正しい温度コントロールを実施しないと圧力容器や熱交換器の品質を保証できない。熱処理で品質を保証できるのは温度記録だけである。

したがって、温度コントロールは雰囲気制御ではなく実体測温で制御しないと保証することは難しい。

熱電対の取付けについては炉固有の特性（場所による温度分布の違い）を勘案し、製品の大きさ、形状等から取付け本数、取付け位置を決定しなければならない。炉の大きさに対して製品の大きさが比較的小さく形状が単純な場合は、温度分布は均一になり易いのであまり心配ないが、その逆の場合は均一にするのは難しく、取付け位置に注意が必要であるし、操炉に熟練を要する。

例えば、P W H T (Post-Weld Heat Treatment : 溶接後熱処理) の場合、温度が低すぎれば応力除去が不十分になり、高すぎれば機械的性質が劣化することになるし、まん

(副) 熱電對管理台帳

固有番号 490324

| 檢査試驗記錄 | | | 使用記錄 | | |
|---------------------------|-------|----------------------|----------|----------------------|-------------------------|
| 年度月日 | 項目 | 測定結果 | 使用年月日 | 使用部 | 使用温度 |
| 60.02.17 標準器番号 5712 | 標準起電力 | 16.3110mV | 60.1.14 | 165 ⁺ 加熱炉 | 600~650 ⁺ °C |
| | 起電力誤差 | +0.1270mV | 1.18 | 165 ⁺ 加熱炉 | 600~650 ⁺ °C |
| | 溫度誤差 | +3.0 ⁺ °C | 2.4 | 165 ⁺ 加熱炉 | 600~650 ⁺ °C |
| 60.02.17 標準器番号 5712 | 標準起電力 | 16.3110mV | 60.7.23 | 800 ⁺ 加熱炉 | 593~676 ⁺ °C |
| | 起電力誤差 | +0.1582mV | 61.1.10 | 150 ⁺ 加熱炉 | 593~635 ⁺ °C |
| | 溫度誤差 | +3.7 ⁺ °C | 1.22 | 150 ⁺ 加熱炉 | 600~650 ⁺ °C |
| 61.02.17 標準器番号 5713 | 標準起電力 | 16.4555mV | 61.3.13 | 150 ⁺ 加熱炉 | 600~650 ⁺ °C |
| | 起電力誤差 | +0.1026mV | 3.18 | 165 ⁺ 加熱炉 | 600~650 ⁺ °C |
| | 溫度誤差 | +2.1 ⁺ °C | 4.8 | 160 ⁺ 加熱炉 | 610~650 ⁺ °C |
| 61.7.21 | 標準起電力 | 16.2774mV | 61.6.6 | 160 ⁺ 加熱炉 | 610~650 ⁺ °C |
| | 起電力誤差 | +0.0145mV | 6.13 | 160 ⁺ 加熱炉 | 600~650 ⁺ °C |
| | 溫度誤差 | +0.3 ⁺ °C | | | |
| 61.02.03 標準器番号 5712 | 標準起電力 | 16.2774mV | 61.11.21 | 2号炉 | 592~621 ⁺ °C |
| | 起電力誤差 | +0.0145mV | 12.6 | | 600~650 ⁺ °C |
| | 溫度誤差 | +0.3 ⁺ °C | 12.15 | | 600~650 ⁺ °C |
| 61.02.03 標準器番号 5712 | 標準起電力 | 16.2774mV | 61.12.17 | | 600~650 ⁺ °C |
| | 起電力誤差 | +0.0145mV | 62.1.6 | | 595~615 ⁺ °C |
| | 溫度誤差 | +0.3 ⁺ °C | 1.19 | | 595~615 ⁺ °C |
| 61.02.03 標準器番号 5713 | 標準起電力 | 16.4555mV | 61.3.21 | 1号炉 | 595~621 ⁺ °C |
| | 起電力誤差 | +0.0319mV | 3.21 | | 600~650 ⁺ °C |
| | 溫度誤差 | +0.5 ⁺ °C | 4.8 | | 595~621 ⁺ °C |
| 61.02.03 標準器番号 5713 | 標準起電力 | 16.4555mV | 61.8.14 | | 595~615 ⁺ °C |
| | 起電力誤差 | +0.0319mV | 9.9 | | 600~650 ⁺ °C |
| | 溫度誤差 | +0.5 ⁺ °C | 9.28 | | 595~621 ⁺ °C |
| 61.02.03 標準器番号 5713 | 標準起電力 | 16.4555mV | 61.11.5 | | 600~650 ⁺ °C |
| | 起電力誤差 | +0.0319mV | 11.12 | | 600~650 ⁺ °C |
| | 溫度誤差 | +0.5 ⁺ °C | 11.1 | | 600~650 ⁺ °C |

圖VI-1-7-1 熱電對管理台帳例

がいち直火が当たったりしてオーバーヒート (over heat) すれば、製品が大きく変形してしまうこともあり得るので特に注意が必要である。

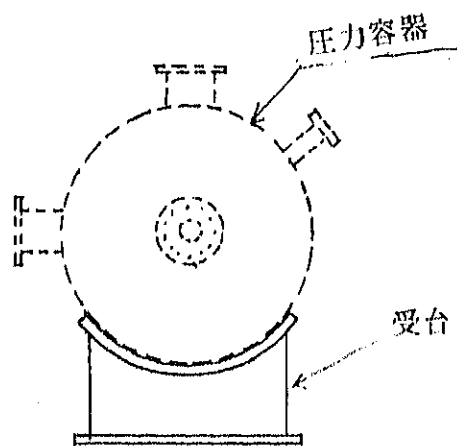
(3) 変形防止

圧力容器や熱交換器は円筒で、かつほとんどの場合横置きで熱処理するので変形には十分気をつけなければならない。

注意すべき点は次のとおりである。

1) 受台の形状

出来れば製品の形状に合った円弧状の受台が望ましい。



VI-1-7-3 熱処理受台

- 2) 大きなノズルやその他付着物が付いている場合、自重によって変形することもあるので、場合によっては補強を取付けなければならないこともあるが、一番大切なのは製品の方位 (Orientation) をどのような配置、すなわち、ノズルや付着物をどの位置にするかである。
- 3) 直火が製品に当たるとオーバーヒートして機械的性質が劣化するし、場合によっては変形することもあるので、直火が当たらないような炉内配置、保護が必要となる。
- 4) ノズル補強板や付着物の当板などは、シール溶接されていると中に溜まっている空気が温度上昇とともに膨張し、膨れ上がることがある。熱処理の直前に必ず空気抜き穴を確認しなければならない。この確認作業は班長の責任としたい。

(4) 機械加工面、ネジ部の保護

フランジシール面及びネジ部の機械加工面は熱処理時に保護することが望ましいが、今のところ良い保護方法が見当たらない。一応スケール発生防止剤はあるが、フラット面は別としてネジ部や溝部にそれを塗布すると、熱処理後の除去が非常に困難であり、あまり推奨できるものではない。しかしフラットなフランジシール面等には、その除去作業時にフランジシール面に傷を付ないようにさえすれば有効である。

PWHTの場合は特別な保護をしなくても、品質を損なうほど表面状態は荒れないので、ネジ部や溝部等は直火が当たらないように炉内配置を考慮することと、構造上その危険が避けられそうもないときには何らかの保護さえすれば心配は無い。

(5) 炉のレイアウト改善と適正台数

炉のレイアウトは大半がプレス及びベンディングロールとの兼合いで決定したものである。そのためか炉の配置が良くないし、そもそも台数が多い、場所、設備管理、さらには資金面でも無駄が多く発生している。

このような設備は簡単には移設できるものでないので、現状やむを得ないと思うが、長期的には1-3. 塑性加工で述べたようにプレス、ベンディングロールとともにレイアウトを再検討する価値がある。工場全体のレイアウトを見直す機会があればその時点ででも検討することを推奨する。

(6) メンテナンス、省エネルギー対策

現在設置されている熱処理炉の内壁はすべて耐火煉瓦で構築されているのが耐火煉瓦は経年とともに損傷しやすく、メンテナンス費用がかさむし、熱効率の点で決して良い材料とはいえず、燃料を多く消費しており省エネルギー対策上にも問題がある。

耐火煉瓦に代わる材料として、耐久性と熱効率の点で優れたセラミックウール (ceramic wool) が開発され最近は大いに利用されている。レンガの損傷がひどく修理しなければならない時がセラミックウールに交換するチャンスである。なおセラミックウールを採用するときは、バーナー (Burner) も炉内雰囲気攪拌能力の高いハイスピードバーナー (High Speed Burner) に交換する必要があることを付け加えておく。

(7) 局部加熱溶接後熱処理

現状、熱処理炉から、はみ出るほど大きな（長さをいい、径の場合は除く）反応塔、熱交換器等圧力容器の製作要求はないようであるが、石油精製、石油化学プラントの近代化・大型化にともないプラントを構成する各種機器も当然大型になってくる。

したがって、蘭州石油化工機器廠においても溶接後熱処理が熱処理炉内で、一体で施工できないほど大きな圧力容器を今後製作する機会が必ず出てくるはずである。そのような場合、圧力容器を2分割で炉内溶接後熱処理を施し、その後最終周継手を組立・溶接し、その周継手を局部加熱により溶接後熱処理を施工しなければならないことになる。

局部加熱溶接後熱処理の設備、および施工技術を自社で持つということは、すべての面で得策でない。したがって、日本では局部加熱溶接後熱処理の施工は一般に、専門の熱処理施工業者に発注することが多い。中国でも同様のことと思う。

局部加熱による溶接後熱処理は熱処理による応力、変形及びその影響について特に考慮する必要があるし、加熱部と非加熱部の間に中間温度域を生ずるため、合金鋼などではこの熱履歴の影響も考慮しなければならない場合がある。また当然、炉内溶接後熱処理に比して温度コントロールに難があり、均一加熱が難しく施工方法によってはオーバーヒートの危険もはらんでいる。

このように局部加熱による溶接後熱処理は種々の問題を抱えているので、事前に勉強して知識を高めておく必要があるし、施工業者に発注する場合、施工条件を明確に指示した仕様書を発行し、かつ、施工者から前記仕様書を満足する施工要領書及び施工記録の提出を求めることが要求される。

局部加熱は次のような方法があり、加熱部と熱処理条件に適合した方法を選定する。

- 1) 電気抵抗加熱
- 2) 電気誘導加熱
- 3) バーナー加熱

1-8 表面処理

1-8-1 研掃材と下地処理程度

(1) 研掃材

蘭州石油化工機器廠において使用されているサンドブラストの研掃材は石英(SiO₂) 3mm 1種といわれる石で砂ではない。この3mm角の研掃材では、大きすぎてスケールや錆落しに効果は発揮できない。それにこの石が表面に噴射され、破碎して白煙を上げて飛散するため、公害になるとともに研掃能率が低い。したがってまず研掃材の質を変える必要がある。日本で使用されている研掃材の種類を表VI-1-8-1に示す。

表VI-1-8-1 研掃材一覧表

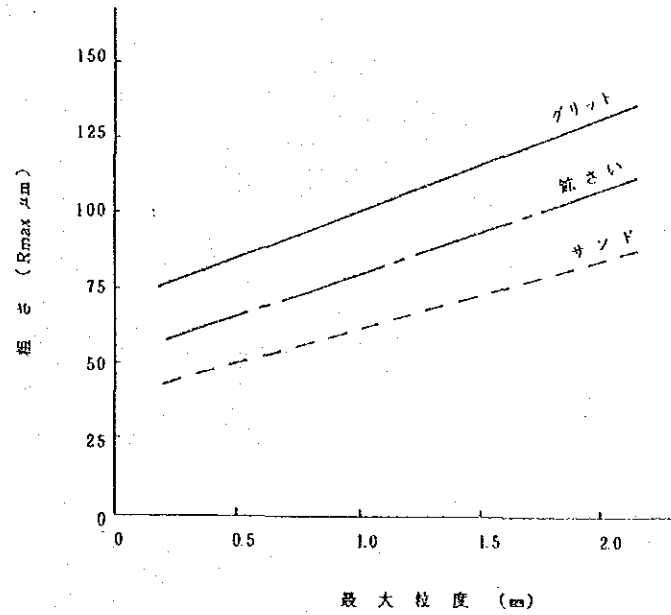
| 研 掃 材 | 粒 度 (mm) | 用 途 | コ ス ト 比 較 |
|-------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|
| 銅 鋳 滓 | 0.2 ~ 2.2 | 一般物対象、塗装前下地処理 | 1 |
| 硅 砂 | 0.2 ~ 2.2 | ステンレス肉盛溶接後スケール除去 | 2 |
| グ リ ッ ド (Grid) | 0.2 ~ 2.2 | 特に硬い材料対象とした塗装前下地処理 (グリッドは回収後再使用) | 18 |

このうち一番多く使用されるのが銅鋳滓であり、後述する塗装下地処理程度(素地調整程度)のSSPC SP-6, SP-10, SP-5まですべてに適用出来る。また調質材等の硬い材料についてはグリッドを使用することがある。ステンレス材については、ハロゲン(Halogen)系元素や低融点金属を含まない硅砂を使用する。

研掃材の粒度と研掃処理面粗さの関係を図VI-1-8-2に示す。

当工場において銅鋳滓、及び硅砂の使用を提案する。

図VI-1-8-3、図VI-1-8-4に銅鋳滓、硅砂を示す。



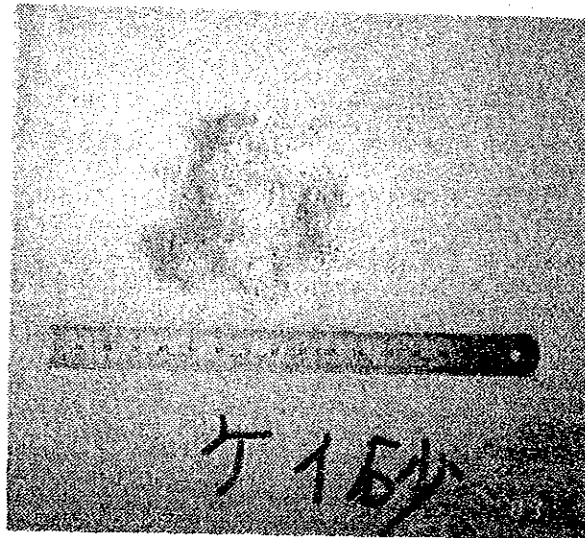
図VI-1-8-2 研掃材粒度と表面粗さ

(2) 下地処理程度

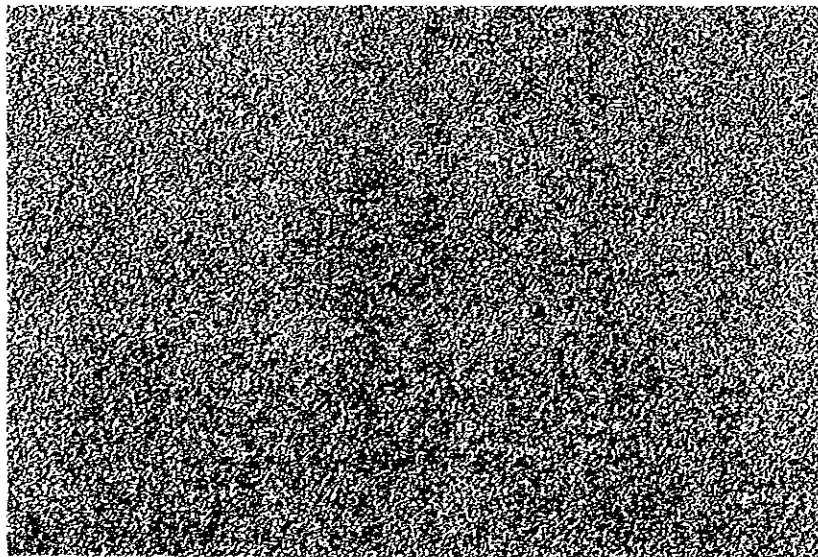
日本で下地処理程度の基準としてよく使用されているのが米国のSSPCの基準であり、ブラストクリーニングとしてはSP-5 (ホワイトメタル: White Metal) SP-10 (ニアホワイトメタル: Near White Metal) SP-6 (コマーシャルブラスト: Commercial Blast) の3種類がある。これは、その上の塗料の種類によって要求される下地処理程度が選択されるからである。当工場の下地処理はとてコマーシャルブラストの程度にほど遠い状態であり、これに近づけねばよい塗装ができない。図VI-1-8-5にSP-6コマーシャルブラストの外観写真を表わす。また表VI-1-8-6に下地処理(素地調整)程度と作業方法を表VI-1-8-7にSSPC基準と各国の基準の対比表を示す。



図VI-1-8-3 銅 粉 滓



図VI-1-8-4 珪 砂



図VI-1-8-5 コマーシャルブラストの外観

表VI-1-8-6 下地処理程度と作業方法

| 素地調整程度 | | 作業方法 | 関連規格 |
|-----------------------------|---|--------------------------------|-----------------------------------|
| 清浄度1種 (1種ケレン) (Clean) | 黒皮・錆・旧塗膜を十分に除去し、清浄な金属面とする。 | ブラスト法 | SSPC-SP5 SSPC-SP6 SSPC-SP10 |
| | | 酸洗 | SSPC-SP8 |
| 清浄度2種 (2種ケレン) (Clean) | 錆・旧塗膜を除去し、鋼面を露出させる。 ただし、くぼみ部分や狭溢部分には、錆や旧塗膜が残存する。 | ディスクサンダー・ワイヤホイールなどの動力工具と手工具の併用 | SSPC-SP3 |
| 清浄度3種 (3種ケレン) (Clean) | 錆・劣化塗膜を除去し、鋼面を露出させる。 ただし、劣化していない塗膜(活膜)は残す。 | 同上 | SSPC-SP2 |
| 清浄度4種 (4種ケレン) (Clean) | 粉化物および付着物を落とし、活膜を残す。 | 同上 | — |

表VI-1-8-7 塗装前の鋼材表面処理に関する各種基準

| SSPC ^{注1)} | SIS ^{注2)} | BS 4232 ^{注3)} | NACE ^{注4)} | JSRA ^{注5)} SPSS | 標準除錆率 ^{注6)} |
|---|--------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|
| WHITE METAL BLAST CLEANING SP-5 | Sa 3 | FIRST (NIL) | No.1 | Sh 3 Sd 3 | 99.9%以上 (~NIL) |
| NEAR-WHITE METAL BLAST CLEANING SP-10 | Sa 2 1/2 | SECOND (95%以上) | No.2 | Sh 2 Sd 2 | 95%以上 (~99) |
| COMMERCIAL BLAST CLEANING SP-6 | Sa 2 | THIRD (80%以上) | No.3 | Sh 1 Sd 1 | 67%以上 (~80) |
| POWER TOOL CLEANING SP-3 | St 3 | | | Pt 3 | |
| HAND TOOL CLEANING SP-2 | St 2 | | | | |
| | | ()内は除 錆率を示す | | | ()内は最も厳しい場合の 除錆率を示す |

注1) STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL

注2) SVENSK STANDARD SIS 05 5900-1967

注3) BRITISH STANDARD

注4) NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS

注5) 日本造船研究協会 「塗装前鋼材表面処理基準」

STANDARD FOR THE PREPARATION OF STEEL SURFACE PRIOR TO PAINTING

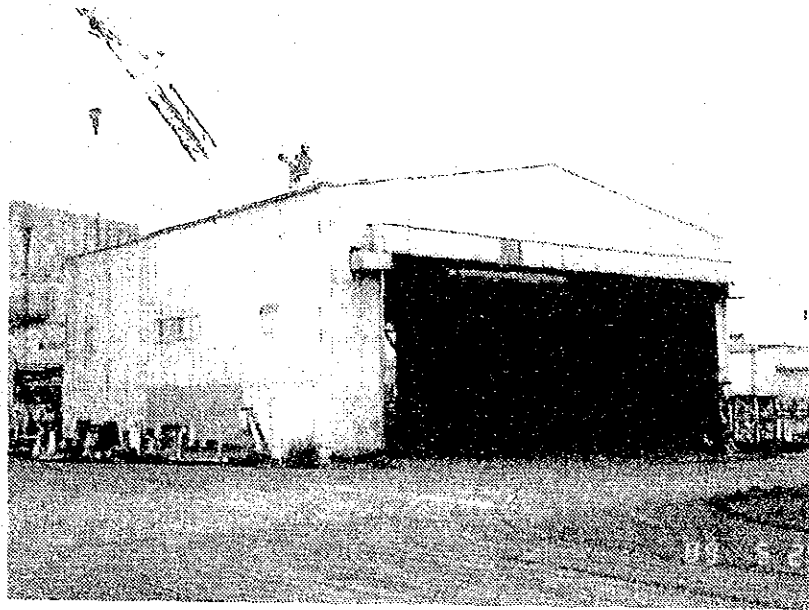
注6) THE SOCIETY OF NAVAL ARCHITECTS AND MARINE ENGINEERS 発行 (1969.12)の

ABRASIVE BLASTING GUIDE FOR AGED OR COATED STEEL SURFACES の標準値である。

なお、この基準では、素材の状態によって除錆率を変動させている。

1-8-2 サンドブラスト場の改善

サンドブラストを屋外で施工するのではなく、走行式簡易建屋内でブラスト施工することを提案する。走行式簡易建屋の外観を図VI-1-8-8に示す。

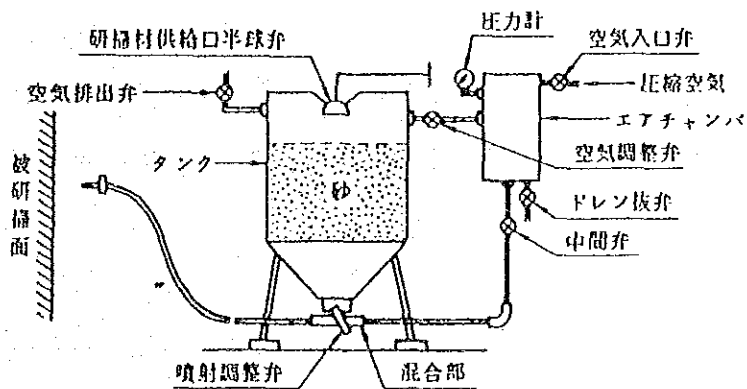


図VI-1-8-8 走行式簡易建屋

これにより、研掃材が外に飛散するのを防ぐことができる。

走行式簡易建屋のサイズはサンドブラストを施工する対象製品の大きさによるが6m×6m×20m程度でよいと思われる。

また、サンドブラスト機の構造例を図VI-1-8-9に示す。



図VI-1-8-9 サンドブラスト機の構造(例)

1-8-3 塗装工程の改善

塗装品質を向上させるためには、次の3項目が重要である。

- 1) 下地処理
- 2) 塗料の仕様に合った塗装回数と塗装間隔
- 3) 膜厚

(1) 下地処理の重要性

すべての塗装作業において、下地処理の良否が塗膜の耐久性や仕上がり品質に影響する。ピンホール、クレーター、ふくれ、つやびけ等の塗装上のクレーム(Claim)は下地処理の不備に起因することが多く、塗膜下に発生する点錆(はん点状腐食)、糸錆(糸状腐食)の原因となり、塗膜の耐久性を低下させる。

いかに優れた塗料を使用し入念な塗装を行っても、下地処理が適切でないといほとんどその効果はない。

錆の発生した鋼表面に塗装した塗膜は、付着性を失って防蝕性は劣化し、最終的には全面腐食となる。

このように下地処理は塗装工程の中で最も重要な基礎工程であり、その目的は被塗装面に付着している、錆、油脂、ごみ等を完全に除去し、塗膜の付着性を良くし、防錆効果を最大限に発揮することにある。下地処理方法としてはサンドブラスト クリーニング、ショットブラスト クリーニング、グリッドブラスト クリーニング等の機械的方法と酸洗い等の化学的方法がある。

(2) 塗装要領

塗料の種類によっては、重ね塗りによって所定の膜厚を確保し、その性能を発揮するものがある。これは下塗りによって下地表面の凹凸や打ち傷等を修正し、上塗り塗膜の平滑さ、外観を美しいものにすることにある。塗り重ねの場合、重要なのは塗装回数と乾燥のための期間(塗装間隔という)である。下塗りが充分乾燥しないで上塗りをする、と、下塗りの塗料の揮発成分が上塗り塗料との間に滞り、層間の密着性が損われ剥れてしまうからである。

(3) 膜厚管理

塗料に要求される膜厚が実際塗布されているかどうか、測定することが必要である。測定器としては電磁膜厚計が用いられるが、計算にて求めることもできる。附表- (1)に「塗付量と塗膜厚の理論計算式」を示す。

1-8-4 酸洗廃液処理

ステンレス鋼の酸洗は熱処理などで表面に生じた酸化スケールを除去するだけでなく、自己不動態化を起し不動態被膜を形成する目的で施工される。使用後の廃酸には多量の遊離酸と可溶性の金属塩類とを含有しているため、そのまま廃棄することは環境保全上極めて問題がある。

そのためアルカリ剤による中和処理し廃棄する方法がとられている。このための処理装置を設けることが安全上及び環境保全上重要である。現在蘭州石油化工機器廠には廃酸の処理装置が無いとのことであり、処理装置の設置を提案する。

附表- (I)

塗付量と塗膜厚の理論計算式

塗付量から塗膜を理論的に計算して求めることは容易で、下式で示される。

$$y = X \left(\frac{1}{dl} - \frac{100 - NV}{100 \times ds} \right)$$

$$z = \frac{X}{ds}$$

X : 塗付量 [g / m²]

y : 乾燥塗膜の厚さ [μ]

z : ウェット膜厚 [μ]

dl : 塗料の比重 [g / cm³]

NV : 塗料の不揮発分 [wt %]

ds : 揮発分の比重 [g / cm³]

しかし、上式はつぎの仮定のもとにはじめて成立する。

- 1) 平滑な被塗面に塗装されていること。
- 2) 塗膜面にばらつきがなく、平滑な塗面であること。
- 3) 塗膜構成成分の膜厚内での分布が均一で、しかも揮発分が揮発したあと空孔が残らないこと。
- 4) 膜厚測定時、へこみがないこと。

などで、実際の塗装を考えると、ばらつきをもたらす幾つかの避けられない問題がある。

すなわち、

- ① 被塗面の粗度はサンドブラストで30~50μ、ショットブラストでは50~70μである。
- ② 場所により膜厚のばらつきが必ずあり、塗面も平滑でない。
- ③ 塗装時のロスが大きい。例えば風速3m/秒の条件で、30cmの距離から塗装したときのロスは35%といわれている。
- ④ 容器内、塗装器、ホース内などに塗料が残る。

1-9 検査

(1) 素材受入検査

現在の中国において素材、それも圧力容器の耐圧部に使用される材料の入手が能力的にも納期面でも難しいのが実状である。

このため、国の基準により受入時再試験が要求されている。炭素鋼、ステンレス鋼は国内調達が可能であるが、Cr-Mo 鋼については国内調達が困難のため、日本や西独より輸入している。

このような輸入材についても再試験が要求され実施している。再試験を行う理由は、国内素材メーカーでは試験・検査能力がないからだといわれているが、輸入品については同じ試験を二度繰返すことになる。無駄であり、時間がかかり、このため工事開始までに待ちが発生する。国の基準改正の提案は、今回の近代化計画のスキームの範囲外であるが運用面での柔軟な対応を期待する。

例えば、過去の素材メーカーごとの実績からメーカー試験結果と受入時再試験結果を対比し、相違がなかった場合には、書類審査に留めるとか、数回に1度の抜取り試験にするなどして、成績の良いメーカーについては実質的に免除するようにしたらどうだろうか。特に今迄両試験結果に違いがないのならそのようにしたいものである。

受入検査の簡略あるいは取消しにより、検査員が他の仕事に従事できるメリットも考えたい。

(2) 水質規定について

中国の法規でステンレス容器への水質規定で塩素イオン(Cl) 25ppm となっており、これを満足するので苦労しているようである。これも国内の法規であるので変えるわけにはいかないが、他国で一般に用いられている規定より厳しいものである。

一般に用いられる水質規定は $Cl < 100ppm$ である。

参考文献リスト

1. 縦磁場を利用したステンレスバンド肉盛溶接法
川崎製鉄技報 - 1980Vol.12, No.1
2. 溶接棒だより 89年4月号
神戸製鋼
3. 現場溶接技術のノウハウ
中部溶接振興会編
日刊工業新聞社
4. 金属表面技術便覧
金属表面技術協会編
日刊工業新聞社
5. 熱交換器ハンドブック
熱交換器ハンドブック編集委員会編
日刊工業新聞社
6. ステンレス鋼便覧
長谷川正義監修
日刊工業新聞社
7. 石油学会規格・塔、そう、熱交換器検査基準
J P I - 7 S - 4 2 - 8 0
社団法人 石油学会
8. 切削加工技術便覧
切削加工技術便覧編集委員会編
日刊工業新聞社
9. フライス削りとフライスの設計
益子正巳 他
大河出版
10. 塑性加工
鈴木 弘
裳華房
11. 設計管理の実際
大西 清
オーム社
12. 横1工場における溶接施工の基本
I H I 横1工場
13. CCMAニュース '88-3 No. 139
超硬工具協会
14. 現代溶接技術大系第7巻 半自動・自動アーク溶接
益本 功・岡田明之共著
産報出版
15. カタログ シール自動溶接機
三菱電機株式会社

2 生産管理の近代化

2-1 全般

2-1-1 企業体質の改革

蘭州石油化工機器廠が近代化し、合理的な生産システムを構築するためには、生産管理体制の改善、生産技術の改善、設備の改良、教育訓練制度の改革等ソフト面ハード面でのいろいろな施策を考えていかねばならない。しかし真の近代化を目指すには、企業の体質を改革し、それに合せたソフト面ハード面の対策の実施が重要である。

(1) 定量的な問題認識

生産管理上の諸問題、生産工程上の諸問題、教育訓練政策上の諸問題あるいは新市場進出のための新製品の問題等、蘭州石油化工機器廠を取り巻くいろいろな問題について定量分析的なアプローチが少ないように見受けられる。

このような傾向は、蘭州石油化工機器廠独自の傾向ではなく、一般的にどの企業にも見受けられる傾向である。問題が発生したとき、既成概念で物事を判断し、問題の原因について深く分析することなく、印象的に議論を初めてしまう。平均的な問題の把握に止まりがちでそれ以上時間と費用をかけ分析を進めない。外部要因のみが大きく議論され潜在する内部要因の分析を進める機運が薄れて終わってしまう。このような阻害要因があってなかなか問題の本質を見極められないことが多い。結局問題の本質に対する認識が各部門各個人によりまちまちなまま議論が進められ、共通の判断基準を形成するに至らないで最終決定される。

問題となっている現象を定量的にとらえ、発生要因別に更に詳細な定量化を行うという手順を踏むと、分析作業が効率化されるだけでなく、データという共通の判断基準のもとに改善すべき重点分野が明らかになる。

定量分析の手法は決して難しいものではない。既成概念、先入観や日常業務優先主義等の障害を排除して、定量分析を実施しデータによる判断基準の形成までこぎつけることができれば、企業の体質改革の大半は達成されたことになる。

(2) 生産管理システムの見直し

環境の変化に対応するための合理化というと、経費節減、省力化等どちらかというと消極的かつ即効的な対策に走りやすく、また生産形態、現行製品、技術力等による制約にとらわれた宿命感が強くなりやすい。しかし企業の近代化と持続的な発展のためには、基本に立ちかえり、望ましい生産管理システムの追求とその実現のために障害となる問題点を明らかにし、積極的に挑戦する姿勢が大切である。

生産する製品の種類と量、受注形式、資材調達、労働力等生産の効率化に外部要因による制約や困難が伴うことは否定できないが、先入観や固定観念にとらわれ過ぎ、それを宿命のように考えてすべての問題をそれに結びつけてしまう傾向は多くの企業で見受けられる。どの企業にも先入観や定説めいたものはある。しかしそれらの先入観や定説の中には漠然とした感じや古いデータに基づいたものである場合が多い。社内に存在する先入観や定説については定量的に再分析し、新しいデータを生産管理システムの見直しに結びつけることが大切である。

(3) 組織の活性化

能率的な組織とは「専門化の原則」「監督範囲の原則」「命令統一の原則」を取り入れた機能別部門を編成することと、階層別に分割し上意下達の指令及び情報伝達体系を整えた組織であるといわれている。この3原則に従った組織は多くの利点を持っているが、組織の硬直化と官僚制の弊害という問題点がある。

機能別組織は、機能が分化されると同時に責任も分化され、各部門にまたがる問題を総合的に処理する能力が失われる。全体としての展望を欠くために、変化に即応する柔軟性を欠き、結果に対する責任を明確化し得ない欠点をもっている。組織の硬直化と呼ばれる問題である。また、分化された各部門の能率的な運営のために、権限の配分や仕事のやり方が職務規程、業務所掌規程等によって規則化される。規則は企業にとって組織の運営と活動には不可欠なものではあるが、余りにも細かく定められ、余りにも厳格に適用されると、規則の最低限さえ守ればよいのだという態度を生み出す。いわゆる官僚制と呼ばれる弊害が生じる。

組織内における実施権限を持つ部門（ライン）と、専門的技術的事項について助言する部門（スタッフ）との間に問題が生じることがある。「命令統一の原則」を重視する余り、決定機能を持つライン部門によってスタッフ部門はその補助機能に過ぎないとい

う考え方を導き、スタッフ部門の持つ専門的技術的事項が活用されず、企業にとって困った問題となってくる。

このような問題点を解決し、組織を活性化することが、企業の体質改革につながってくる。組織の活性化のための大原則は、組織の長である管理監督者のリーダーシップの自覚と組織に働く人々を個性を持った人間として理解することである。

組織の原則に固執する管理監督者は、命令的なリーダーシップと管理上の統制手段に頼ろうとする。それが強い自己表現の欲求を持っている個人を抑圧し、依存性や従属性を強いる結果となる。また、このような誤ったリーダーシップが自分の組織の防衛本能に走る結果、チームワークによる相互信頼の関係であるべきラインとスタッフ両部門の関係を対立的な関係に導く要因となる。

2-1-2 生産管理システム

(1) 生産管理の意義と目的

生産管理とは「経営者の定めた生産の基本計画を、能率的に、かつ合理的に実現するために生産活動を管理すること」である。ここで、生産活動とは「市場あるいは顧客の要求する製品を、市場あるいは顧客の要求する時期に必要量供給するための経済活動」である。つまり、生産管理とは、生産の場である工場において顧客の要求する製品を、最少の人員で、機械設備を効率的に使用し、最短期間で良質低原価に生産するという目的を実現するために、計画 (plan) し、実施 (do) し、統制 (control) するという一連の活動のことである。この一連の活動を管理のサイクル (management cycle) という。近代的経営においては、このサイクルを前進させるために企業全従業員の総力、考える力と実行する力を結集させねばならない。蘭州石油化工機器廠煉化分廠を近代化し、一層の飛躍を遂げるためには、この生産管理の意義と目的を再認識し、現在の生産管理システムの見直しと計画、統制活動の面での改革が重要な課題と思われる。

(2) 生産管理体系

生産管理の目的から生産管理体系を2つに分類できる。1つは「顧客の要求する製品を作り出す」ための管理活動、つまり需要に対する管理活動である。もう1つは「生産諸手段を活用し、能率的、合理的に製品を作り出す」ための管理活動、つまり供給する手段の管理活動である。この2つの生産管理体系はそれぞれに独立して存在しているの

ではなく、相互に大きく関連しあって存在している。良い生産システムは、この2つの生産管理体系がうまく機能し、相互に関連しあって良い効果をあげる。相互の関連がうまく機能しないと、管理活動に要する費用が高むばかりか管理活動そのものが停滞し、生産活動を阻害することになる。

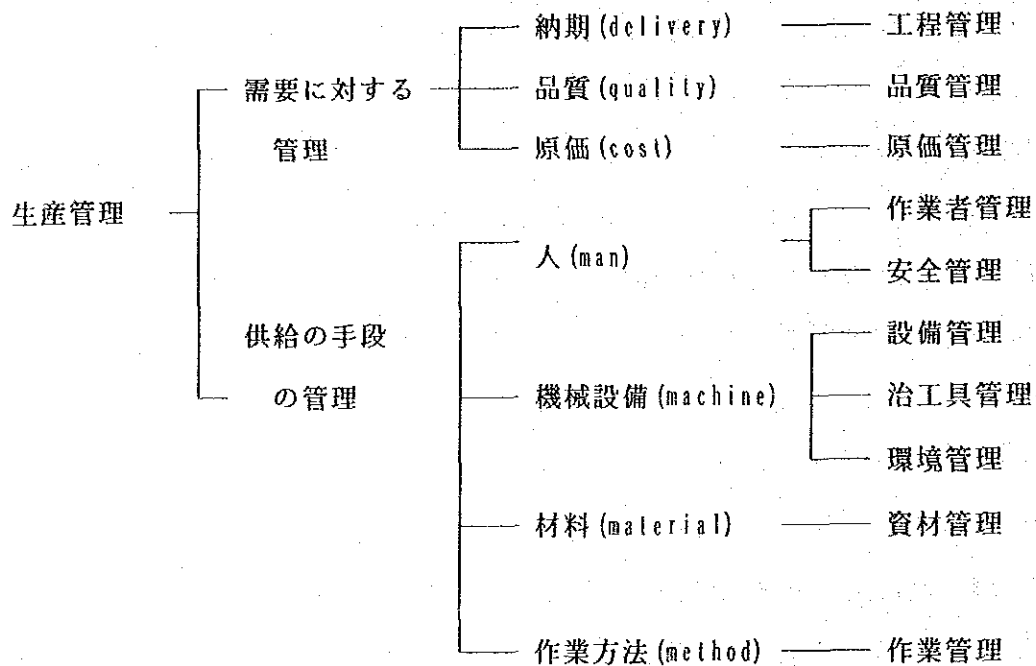


図 VI-2-1 生産管理体系図

生産管理体系図の供給の手段の管理で示されている4つの要素は、生産の手段の4要素（4M）と呼ばれ次の内容を持つ。別の説では工程を構成する3M (Man, Machine, Material)とこれを運営する2M (Method, Management) とに分けて体系づけている。

1) 人

人は労働によって材料を加工し製品として送り出す生産活動の主体である。生産活動の主体である人に対しては、働く方法と働く意欲という2つの観点から、教育訓練が必要である。

2) 機械設備

物的生産手段のことである。18世紀末の産業革命以降、機械化は人の肉体的労働の多くを代用してきた。更に技術の進歩と需要の多様化に対応して、製造技術、設備機械の開発が進められている。

3) 材料

生産の対象のことである。原材料、半成品、部品、消耗材等を含んでいる。製品によって差があるが、製品原価の60～80%を占める。生産活動の成果に大きな影響を持つ要素である。

4) 作業方法

溶接、機械加工等の各種要素技術とこれらの技術の組み合わせによって製品を生産する手段のことである。作業方法は積極的に改善し、改善されたものは標準化してその成果を保持していくことが重要である。

(3) 生産管理の内容

生産管理活動は製品生産活動の初めから、すなわち製品の受注直後から、場合によっては受注以前から、終わりまでの全過程に亘って、個別的にあるいは総合的に行われねばならない。

1) 工程管理

設計から製造、検査に至る全工程内の人、機械設備、材料を総合的に統制し、納期内に完成させるために生産活動を経済的、合理的に実施する管理活動である。主な内容として、生産計画、生産統制及び実績評価がある。

2) 品質管理

顧客の要求に適合する品質と能力を持つ製品を計画し、生産し、それを保証するための管理活動である。

3) 原価管理

顧客が要求する価格で、しかも企業としての利益を確保するための管理活動である。原価計画、原価計算、並びに原価低減のための改善活動である。

4) 作業管理

総合的な人事労務政策の一環として行われる。従業員の質、量両面からの計画、施策に関する管理活動である。教育訓練制度は重要な項目の一つである。

5) 安全管理

生産現場での不安全要因を排除し、労働災害を防止するための物的、人的両面からの管理活動である。

6) 設備管理

設備の取得から運転、保全を経て廃却されるまでの過程を通じて、設備を有効活用することによって企業の生産性を高めるための管理活動である。予防保全が重要視されている。

7) 治工具管理

機械設備の他に物的生産手段として治工具があり、これらは生産性の向上に対して大きな役割を持っている。治工具を整備することにより、機械設備の能力や稼働率を向上させると同時に、作業方法の改善にも貢献させるための管理活動である。

8) 環境管理

企業内外の環境を整備することによって、従業員が快適に作業でき、外部に公害を出さないようにするための管理活動である。

9) 資材管理

製品の生産に必要な仕様を満足する資材を、最小の費用で所定の数量、所定の場所及び時期に準備するための管理活動である。調達管理、倉庫管理及び現品管理として展開される。

10) 作業管理

製品を速く、正確に、安くかつ楽に生産するための作業方法を計画し統制する管理活動である。さらに作業を改善し、標準化し、作業者を指揮監督し、常に生産の質と量を良好な状態に保つための管理活動である。

2-1-3 生産組織

生産活動を遂行するためには、どんな組織が最良かという命題は、現代のすべての企業が模索している命題である。良い組織づくりを行い、組織を活性化し、企業の体質改革を目指すためには、組織の基本構造を知り、今後の組織のあり方の方向を探る必要がある。

(1) 組織垂直化と水平分化

垂直分化とは最高経営層、管理監督層、作業層というように、職務を縦に分化することである。この組織はより低い階層ほど人数が多くなるのでピラミッド型になる。

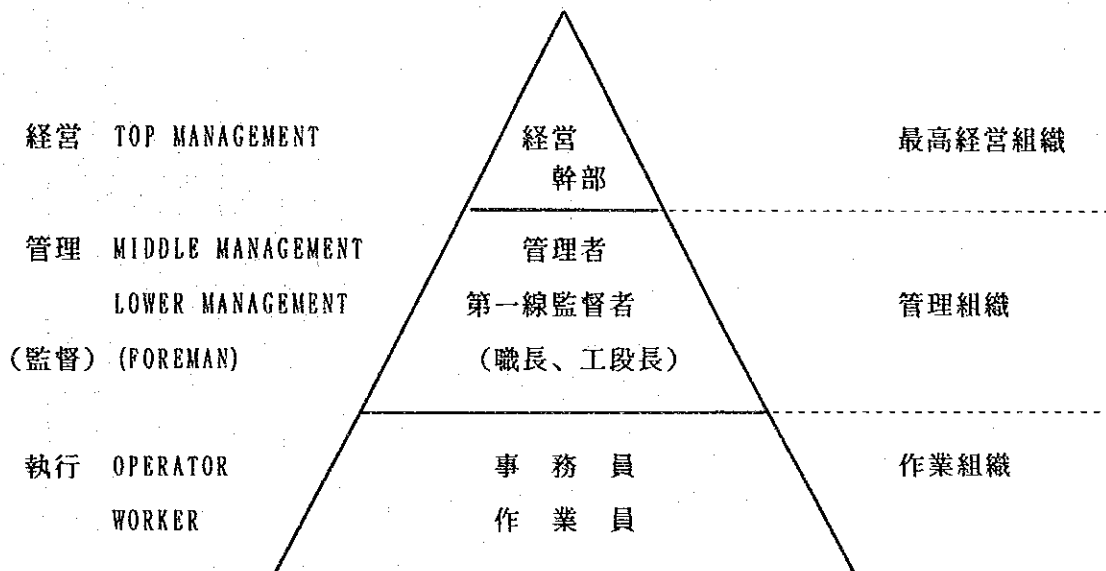


図 VI-2-2 ピラミッド型組織

1) 経営幹部 (Top Management)

経営の最高地位にあって、経営方針や経営計画を策定し、経営活動の総合的な統括を行なう階層。社長、取締役、工場長等。

3) 管理者 (Middle Management)

経営幹部の設定した経営方針や経営計画に従って、それぞれの担当部門における具体的な業務計画の設定と、それを実行に移す指揮をとる階層。技師長、部長、課長等。

3) 第一線監督者 (Lower Management)

管理者の指令に従って、直接作業の指揮監督にあたる階層。製造部門の生産現場での第一線監督者である職長 (foreman) も第一線監督者に含まれる。係長、主任、工段長等。

水平分化とは、販売、購買、製造等のライン部門や人事、経理、総務等のスタッフ部門を、職能別に横に分化することである。更に調査、企画、統制等の経営管理機能を強化補助する部門が分化される。

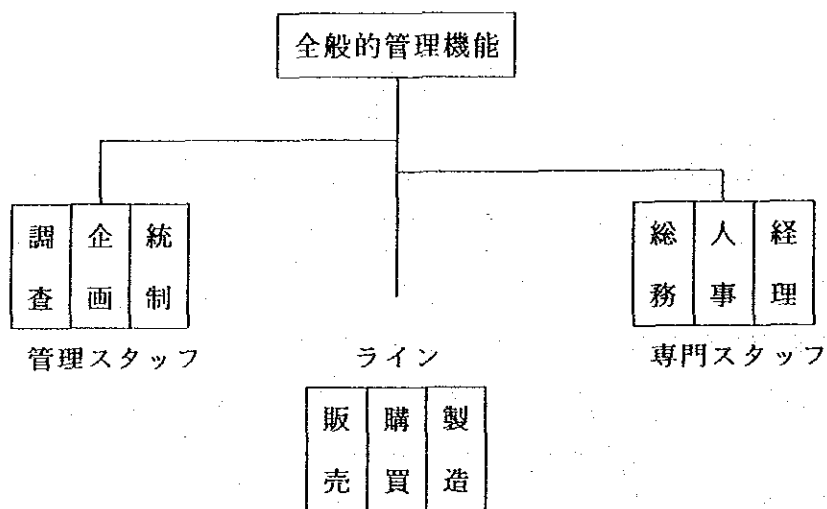


図 VI-2-3 機能別組織図

(2) 組織構成の原則

組織構成の原則は先に述べた「専門化の原則」「監督範囲の原則」「命令統一の原則」である。この3原則を具体的に述べると下記になる。

- 1) 部門の目的の明確化
- 2) 同種、関連や能力要件類似の業務、仕事の統合化 (部門固有業務の明確化。業務の重複、間隙の排除)
- 3) 各部門間の業務運営上の関係の明確化 (ラインとスタッフの関係、協議や協力のルートやルールの設定)
- 4) 職務遂行要件の明確化
- 5) 責任と権限の対応 (権限の委譲、委譲責任と監督権限)
- 6) 監督範囲の制限

(3) 煉化分廠の組織について

煉化分廠の組織と生産管理機能の業務所掌の現状は下表のごとくとなっている。

(Ⅲ-4-2節 業務内容参照)

表 VI-2-4 煉化分廠の生産管理機能と組織

| 組織 管理機能 | 本社 資材 部 | 受 注 課 | 計 画 準 備 課 | 経 営 課 | 生 産 計 画 課 | 行 政 人 事 課 | 安 全 技 術 課 | 設 備 動 力 課 | 品 質 管 理 課 | 検 査 課 | 工 芸 課 | 設 計 課 | 溶 接 訓 練 所 | 生 産 工 段 |
|------------|---------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|------------------|
| 工 程 管 理 | | ○ | ◎ | | ◎ | | | | | | ◎ | | | |
| 品 質 管 理 | | | | | | | | | ◎ | ◎ | | ○ | | |
| 原 価 管 理 | | ○ | | ◎ | | ○ | | | | | ○ | | | |
| 作 業 者 管 理 | | | | ○ | | ◎ | | | | | | | ○ | |
| 安 全 管 理 | | | | | | | ◎ | | | | | | | |
| 設 備 管 理 | | | | | | | | ◎ | | | | | | |
| 治 工 具 管 理 | | | | | | | | | | | ◎ | | | |
| 環 境 管 理 | | | | | | | ◎ | ○ | | | | | | |
| 資 材 管 理 | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | ◎ | | | | | ○ | ○ | | | |
| 作 業 管 理 | | | | | | | | | | | ◎ | | | |

◎ 主業務 ○ 関連業務

本表から煉化分廠の生産管理機能に関する組織には次のような問題点があると指摘できる。組織構成の原則による見直しが必要である。

- 1) 計画と統制の業務所掌区分が明確でない。
- 2) 統制機能が欠けている。
- 3) 工芸課に多くの業務が集中している。
- 4) 工程管理の業務が不明確である。
- 5) 資材管理の業務が複数の組織に分散していて、計画、統制の機能が不明確である。
- 6) 受注課（販売部門）の業務に製造部門の生産管理業務が含まれている。
- 7) 設計課に課せられている生産管理機能が少ない。
- 8) 生産工段は、組織の垂直分化面からみて、管理者が不在のために計画、統制の生産管理機能が欠けている。

(4) プロジェクトチーム (Project team)

組織の3原則による組織の構成は、いわゆる縦系列による組織と呼ばれている。固定化し専門化した組織であるため、固定化し専門化した業務の遂行には効率的であるが、先に述べたごとく、組織の硬直化を招き官僚制の弊害が生じる。そこで縦系列組織の欠点を補う横系列の流動的な組織の1つとして、プロジェクトチーム又はタスクフォース (Task force) と呼ばれる組織がある。

プロジェクトチームとは、複数以上の組織にまたがる問題で、直面する問題を解決するために臨時的に編成される組織である。例えば新製品の生産について、製造原価の低減について、作業法の改善について、近代的な生産システムに合致する組織について、コンピューターの導入について等の問題は全社的な問題で一部門のみでは解決できない。このような場合プロジェクトチームを臨時的に編成し、チームに編入される人は原配置のまま新たな任務が与えられ、チームリーダーの指揮下にはいり持っている専門的技術的知識を発揮する。問題が解決すれば原配置に戻る。

このような人材の流動化は、変化の多い近代社会状況に対応するための、新しい組織論として脚光を浴びている。

2-1-4 経営の近代化とコンピューターの導入

間接部門の合理化、経営情報の活用による経営の質的革新に取り組むために、コンピューターの導入を企画する企業が少なくない。しかしコンピューターを導入すれば、即、経営の近代化に多大の効果が上がると考えるのは短絡的過ぎる。コンピューターは「偉大なる馬鹿」とも「忠実なる召使」ともいわれるように、有効使用できるかどうかは使う側の腕一つで決まる。OA (Office Automation) による経営合理化という社会の流れに惑わされることなく、綿密な計画の基に導入を図るべきである。

(1) コンピューター導入の目的

次に示すのは、日本におけるコンピューター導入の目的に関するアンケート (Enquete) 資料である。

| | |
|---------------|-------|
| 1) 事務のスピードアップ | 67.0% |
| 2) 事務の正確性向上 | 55.2 |
| 3) 管理レベルの向上 | 52.7 |
| 4) 事務人員の増加抑制 | 46.4 |
| 5) 事務人員の削減 | 11.5 |
| 6) 顧客サービスの向上 | 10.9 |
| 7) 企業イメージの向上 | 7.8 |
| 8) コストダウン | 3.7 |
| 9) その他 | 1.2 |

(以上、日本経営協会資料より)

上位1)~3)はいずれも情報の活用による経営合理化の手段としてコンピューターの位置付けの大きさを示している。4)、5)は情報入手の手段として事務作業の合理化を狙ったものである。以上のことから、コンピューターの導入は、経営の第4の資源、人、物、金につぐ情報の入手に、各企業経営者が強い関心を持っていることを示すと同時に、情報の入手に関わる間接部門の合理化を目的としていると判断できる。

(2) 事務の合理化の狙い

事務作業の役割は必要な経営情報を収集、処理し、結果を経営幹部に必要な時期に伝達することである。事務作業合理化とはこの情報の収集、処理の手続きの効率化（安く）、正確化（正しく）、迅速化（速く）、標準化（楽に）することが目的である。

コンピューターはOA機器の中でも、ワードプロセッサ（Word Processor）、複写機、ファクシミリ（Tele-Fax）のような単能機器とは違い、経営情報の加工、蓄積、伝達という事務作業全般にわたる処理をする機能を持っている。この機能を活用して事務作業を安く、正しく、速く、楽に処理するのがコンピューター導入による事務の合理化の狙いである。

(3) 現状把握

コンピューターの導入によって、従来の事務処理のシステムが大幅に変わることがありうる。導入に先だててまず大切なことは、事務手続きの現状の詳細調査を行うことである。

- 1) どのような経営資料が作られているか
- 2) 経営資料はどのように活用されているか
- 3) 経営資料を作る手順はどうなっているか
- 4) どの部門で、どのような事務作業が行われているか
- 5) どのような帳票が、どのような使われ方をしているか
- 6) 同じような帳票や資料を違う部門で作っていないか
- 7) 転記作業がどれくらい行われているか

(4) 管理システムの改善

コンピューターを導入する時陥りやすい失敗は、コンピューターを導入すれば何でもできるというイメージを持つことである。特に経営幹部がコンピューターの能力を過大評価し、事務作業の範囲は何でもコンピューターに処理させようとして失敗する。

通常、コンピューターに処理させ易い業務はパターン化された定型事務作業である。逆にいうとコンピューター処理をしようとするなら、事務作業を定型化させ、伝票と物や作業が完全に一致するようにシステムを調整しなければならない。事務処理作業の

現状把握により、定型化のためのシステムの改善が必要となる。

在庫管理とか原価管理等はコンピューターに処理させ難い業務といわれている。それは範囲が大きすぎることで、コンピューター処理以前の管理のシステムに問題があることによる。まず、具体的な対象を明確にし範囲を限定することである。例えば在庫管理の場合、在庫の現在量を知りたい、金額を知りたい、過剰在庫を知りたい、原価管理なら工数実績を知りたい、材料費実績を知りたい等である。続いて伝票と物、伝票と工程の動きを一致させるよう在庫管理や原価管理のシステムを改善する。

(5) 導入担当者

コンピューター導入に際しては、企業全体の組織や仕組みが理解でき、経営者の立場にたって判断できる課長クラスを責任者としてプロジェクトチームを作り、専念させることである。プロジェクトチームの業務としては次のようなことが考えられる。

- 1) 経営幹部の方針に基づき適用業務を決める
- 2) 事務の流れや事務処理作業量をつかむ（専門のSE (System Engineer) の援助を受けるのがよい）
- 3) 社内関連全部門の調整をする
- 4) 管理システムの問題点を把握し改善する（上記2)に同じ）
- 5) システムの基本設計をする（この業務やプログラムの作成にはコンピューターメーカーの専門家の援助が必要）
- 6) 購入費用や運営費用を見積もる
- 7) 機種を選定する
- 8) 導入スケジュールを決める
- 9) 導入後の運用責任者として他部門との調整を行う

(6) コンピューター導入の効果

コンピューターは機械だけでは動かない。機械を動かすためのソフトウェアの作成費が必要である。SEやプログラマー (Programmer) の費用である。その他に安全に正確に使用していくための保守費用、フロッピー (Floppy Disc) や用紙等の消耗品の費用等も必要である。これらの費用は長期的に継続的に発生するものと一時的に必要なものがある。これらを総合的に判断し、さらに基礎データ入力やキイバンチャー (Key

Puncher)等の人件費も含め、流出する費用と得られる効果を計算して導入計画を確立しなければならない。経営者の中には機械の費用のみを投資すればよいと早合点し、意外と出費がかさむことに気がつかないことが多い。

一般的に金銭上の効果だけで対比すると、コンピューター導入によるメリットは非常に小さいものである。コンピューター導入によるメリットは、金銭上の効果よりもむしろ生産管理システムを合理化することによる企業全体としての生産性向上にある。

2-2 設計管理

(1) 現場に指示する設計図面

1) 設計図書の品質を考えると製品に付加される品質の面と製作側に有益でありその結果、品質の良い製品になるという場合の2種類がある。そこで製作面での設計品質の向上について述べてみたい。

そのポイントは

- a) 製作手順を考慮した図面になっているか
- b) どの寸法を押しねばならぬかが明確になっているか

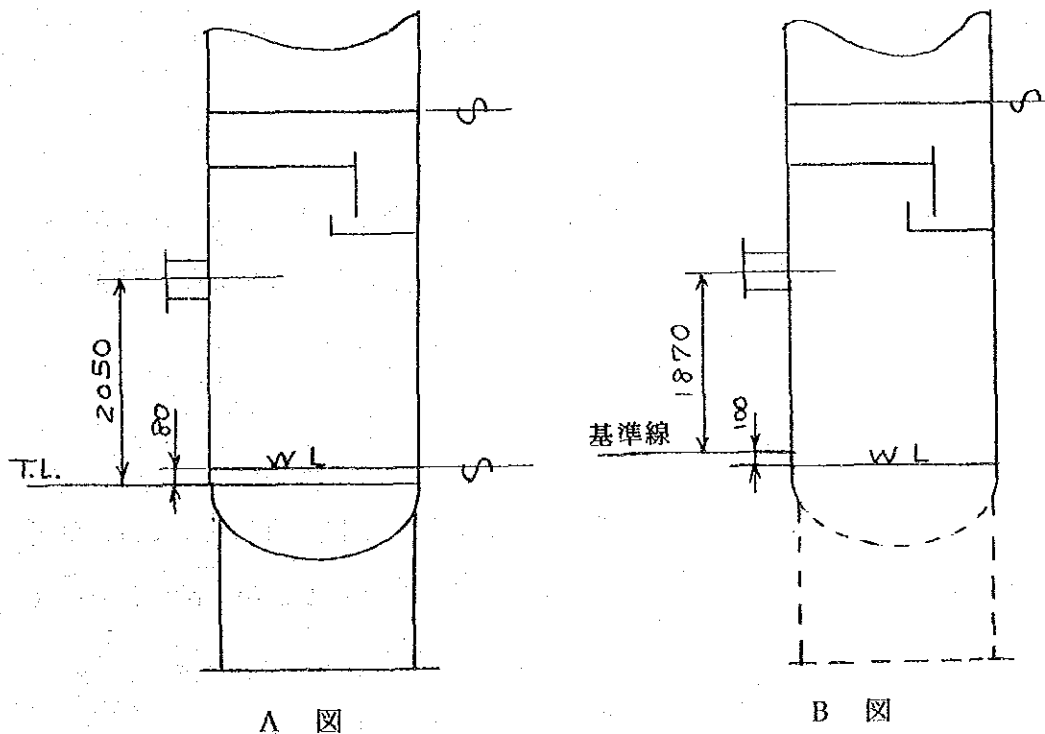
の2点である。

2) 製作手順を考慮した図面

ノズルやトレイサポートリングはどの段階で取付けられるのであろうか。

例えば、下鏡板が付いてないときにノズルを取付ける場合、図VI-2-2-1のA図では、現場の作業者が基準となる線からの寸法を計算してそして取付けることになり、勘違いや計算ミスを起こす可能性がある。一方B図では、計算することなく、基準線から実測寸法で取付けることができる。

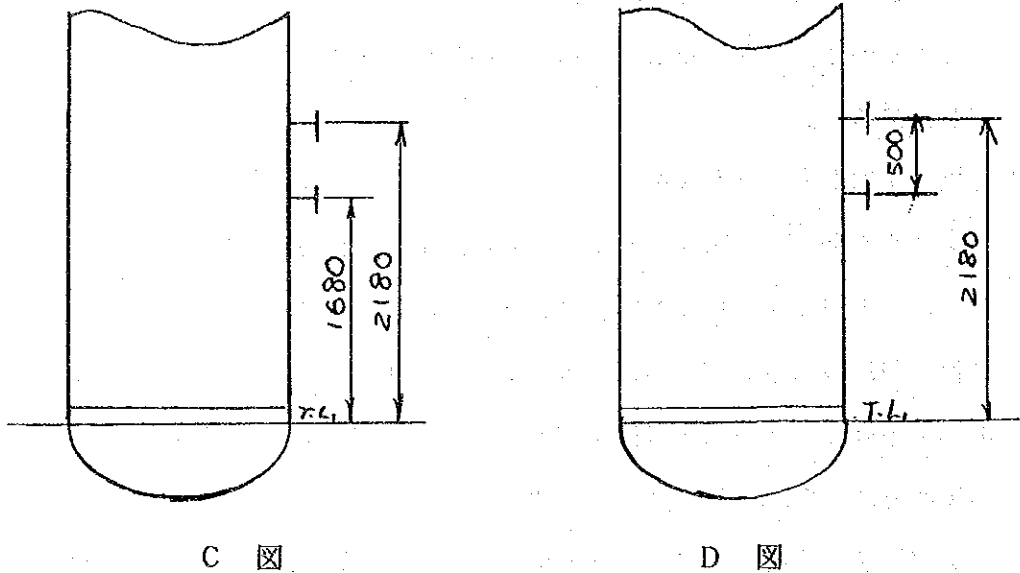
製作手順を考慮して現場が間違いにくい図面が製作側からみて品質の高い設計図面と言える。



図VI-2-2-1 製作手順を考慮した図例

3) 押えるべき寸法の指示

液面計ノズルは2つの間隔が重要であるが、図VI-2-2-2のC図とD図では押えるべき寸法を何にするかが違っている。つまり液面計の場合ではD図のように指示されるべきで、たとえ同じ寸法でも表示の仕方によって意味が違ってくることを十分注意し、寸法指示をしなければならない。



図VI-2-2-2 押えるべき寸法図例

(2) 事前計画

工場製作段階において出図される図面は、製造部門と十分協議され、その結果が反映されたものでなければならない。このことは初めて経験する容器に対し特に重要である。

日本で行われている例を説明する。

1) 事前検討会

客先から受注し、材料を手配する前に設計/製造間で、製作手順、継手位置、溶接方法、PQR等について打合せのもので、この結果設計は材料手配、組立図の作成に入る。

2) 定例会議

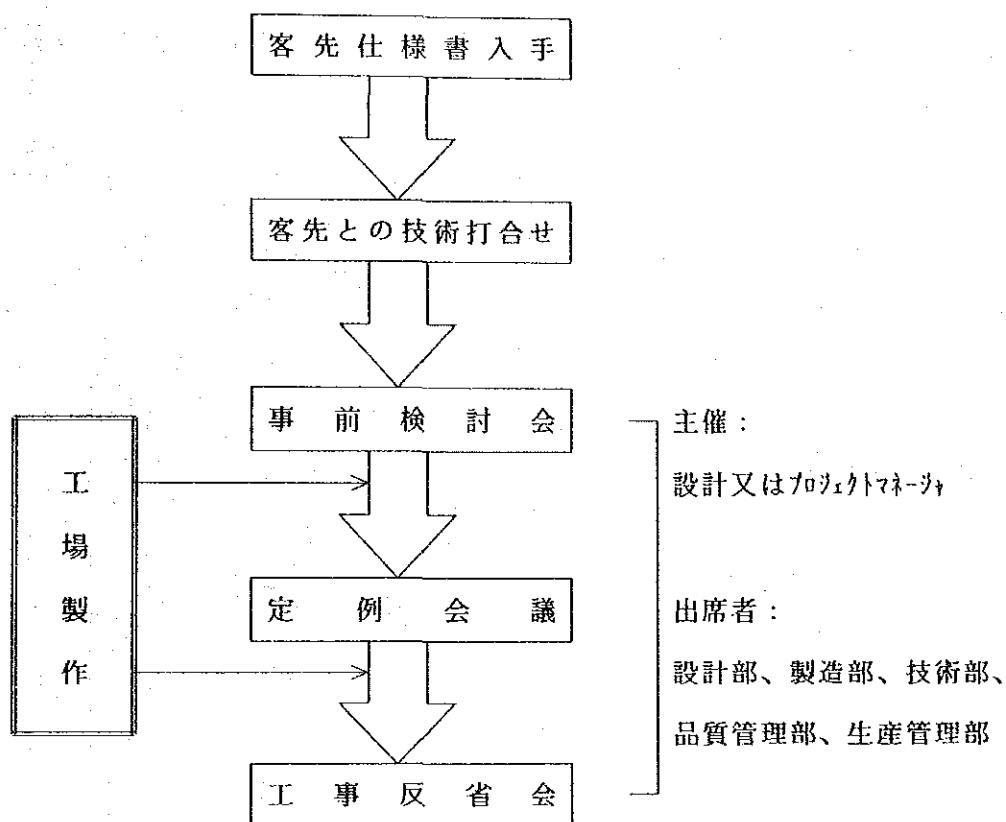
製作に入ってから週1回程度に関係部門が集まり各部門でかかえている問題点を

協議し解決を図る。また、現場からの意見を吸い上げ、設計図書に反映する。

3) 工事反省会

工事終了後、工事反省会を開催し、次工事へのフィードバック事項をまとめる。類似工事を次に設計する者は、このフィードバック事項を新規工事に反映する。

以上のイベントを図に表わすと図VI-2-2-3となる。



図VI-2-2-3 事前計画と工事反省会のフロー

2-3 資材管理

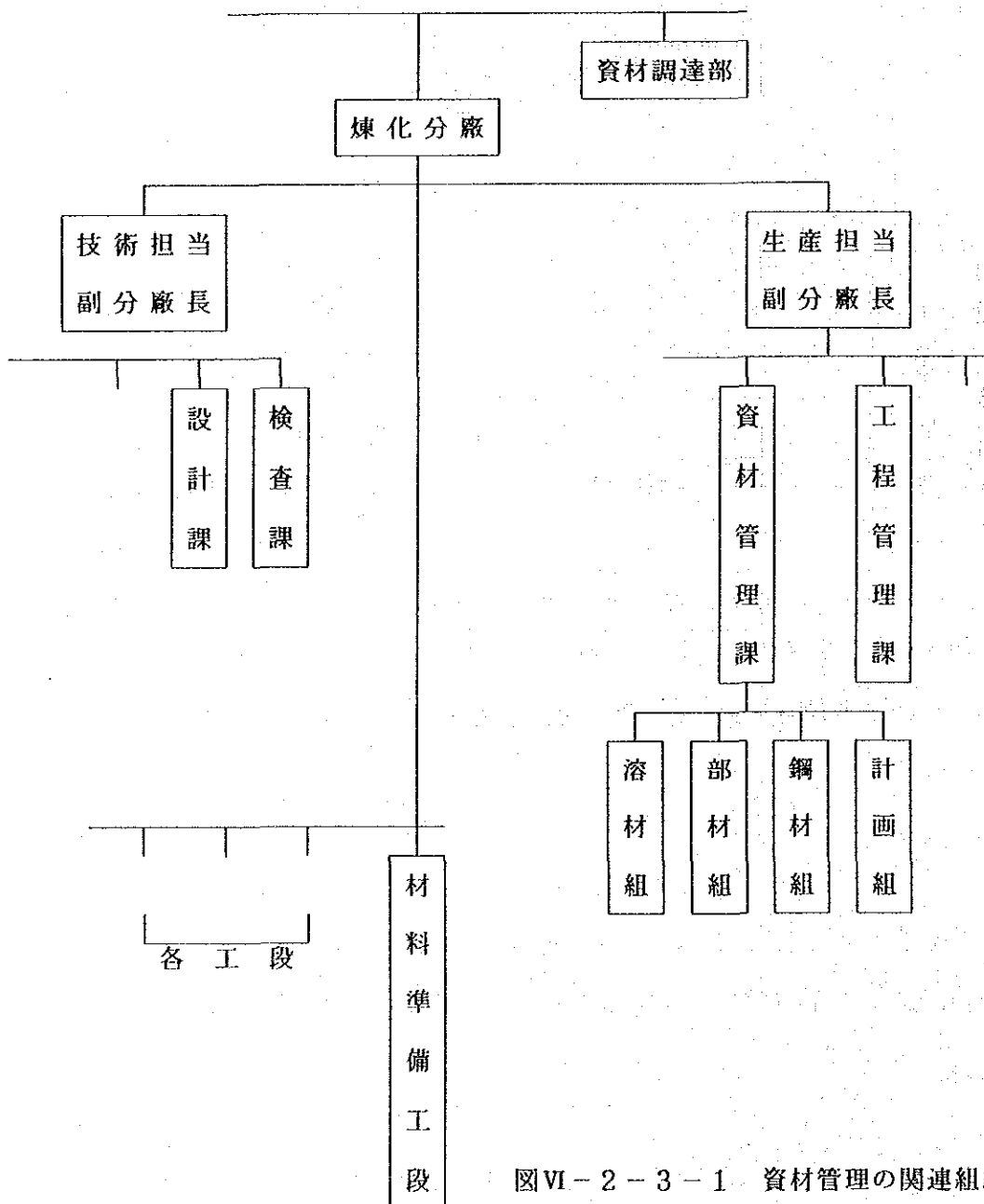
近代的な管理システムを樹立し、生産管理に必要な資材情報を容易に得られるようにする。

長期的にはコンピューターを導入し、設計課の材料データを取込み、発注、検収、入・出庫、戻入、在庫引当、棚下しまでコンピューターで処理する。

短期的にコンピューター導入の準備も兼ねて、業務の整流簡素化を行う。

(1) 組織および職務分掌

調達要求、調達、工程管理、資材管理の4機能をそれぞれ4部門(課)に集約し、それぞれの部門の役割と責任を明確にする。



図VI-2-3-1 資材管理の関連組織

職務分掌

設計課：受注課、工芸課（工作技術課）の調達材料を決定する業務をとりこみ、調達材用料表を発行する。（仕様、物量責任）

工程管理課：① 総合工程と製品別工程を計画し、調達用材料表に納期を設定する。
② 入荷材料を把握し、検査、試験を手配し、出庫可能の状態とする。
③ 工程表を修正し、投入材料を決定し、資材管理課、材料準備工段に投入を指示する。（日程責任）

資材調達部：調達用材料表により、在庫材を引当て、購入量を決定する。納期を確認（本社）し、変更があれば工程管理課へフィードバックする。（納期責任）

資材管理課：工程管理課の投入指示にもとづき、材料準備工段と協議調整の後、中央倉庫へ出庫要求を行う。鋼材組の鋼材ヤードは配材場とする。余剰の未切断材は中央倉庫へ戻入する。切断端材は、鋼材ヤードへ保管し、工程管理課にフィードバックして、引当を促進する。（端材は台帳管理を行う）

部品組、溶材組は、中央倉庫の業務を取りこみ、倉庫として、入・出庫、保管、在庫管理等の資材管理業務を総合的に所掌する。

材料準備工段は、鋼材ヤードに搬入された時点で受領とし切断順に配材を行う。

工芸課は、加工法を決定し、工数の算定を行い上記4部門に情報として提供する。

(2) 帳票の合理化

- ① 調達用材料表：工事番号別に作成される。鋼材は、重量ベースでなく、数量ベースとする。（設計課）
- ② 鋼材台帳：発注した材料を上記材料表から転記し材種別、工事番号別に、発注（資材調達部）から出庫までの情報を記録する。
- ③ 貯蔵品台帳：常備材、予備材、余剰材を貯蔵品として管理し、工事番号への引当（資材調達部）当、入庫、出庫、棚卸し等に使用する。
- ④ 投入指示材料表：設計図面および調達用材料表及び調整された工事日程により（日程管理課）起票し投入指示を行う。
- ⑤ 出庫票：① 投入指示材料表により中央倉庫の入荷情報を確認し、中央倉庫（資材管理課）へ出荷要求する。

② 材料準備工段に渡す場合の引渡証（受領印）を兼ねる。

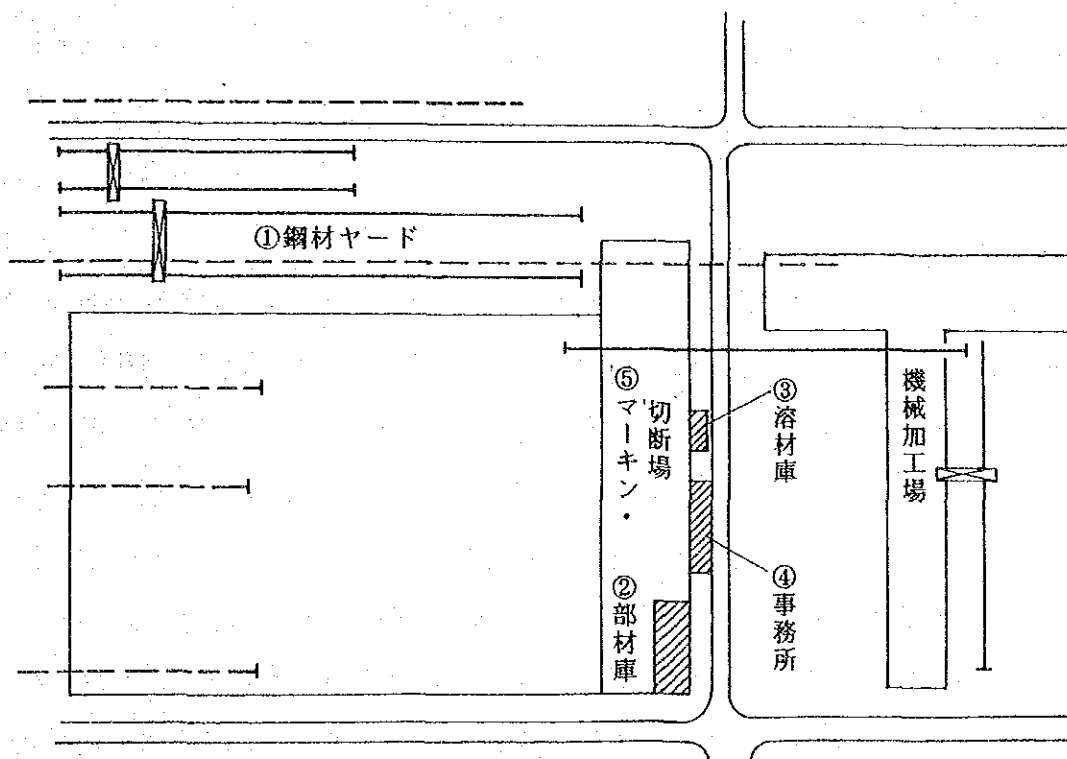
注 部品（鋼材、溶材以外の鍛造素材、購入部品、半製品、雑品等）のすべてを、
資材管理課部材組が倉庫を管轄し、資材管理業務を総括する。

同様に溶材については溶材組が総括する。

(3) 倉庫（置場）の統合

分廠の資材の置場は、鋼材ヤード、総合部材庫、溶材庫の三ヶ所に統合し、それぞれ鋼材組、部材組、溶材組が管轄する。

資材管理課の事務所は、各置場に近い場所とし、指示連絡を容易にし、人の移動、運搬を節減する。



鋼材ヤード ①： 材料の荷受、仕分、大型鍛造素材と端材の保管を行う。マーキン場として一部を提供する。

部材庫 ②： パレット (pallet) ・パレットラック (pallet rack) を設置し、リーチフォーク (reach fork-lift) を使って、スペースを立体的に利用する。

溶材庫 ③： 溶材の受入、乾燥、出庫、戻入れ、等

マーキン切断場： マーキン場を鋼材ヤードに一部を移し、代りに各工段への投入部材及び半製品の置場に提供する。

図VI-2-3-2 倉庫の統合（案）

2-4 原価管理

2-4-1 利益管理

(1) 利益計画

利益計画は、ある一定の期間において企業の経営活動によってもたらされる収益（売上高）と費用との対比によって計画される。利益計画は短期利益計画と長期利益計画とに分けられる。短期利益計画は通常1年の会計年度が対象期間となる。長期利益計画は3年～5年の期間を対象とする。長期利益計画では必ずしも目前の利益を最大にすることに主眼をおくものではなく、むしろ長期間にわたって安定した適正な利益率を確保することを狙いとしたものである。長期利益計画は長期の営業戦略の基本となるものであり、生産管理という観点からは短期利益計画が対象となる。

(2) 利益統制

利益統制とは利益計画に対して予算を編成し、企業の生産活動を管理することである。事前に計画された予定収益や予定費用を統制することによって、目標利益の実現を図るものである。このうち予定費用の中の原価の計画、実施、統制に使われる手法が原価管理である。

(3) 利益目標の設定

利益計画では予定される利益目標が、そのまま利益統制における利益目標として最終決定をみることはむしろ少なく、一般には次のような理由から両者の間には調整計算が行われる。

- 1) 利益計画で予定される利益目標においては、経営幹部の希望的要素が強く打ち出されるが、利益統制における利益目標においては、担当部門の現実的意見が大幅に参考にされる。
- 2) 利益計画上の目標は、代替可能な諸方策を比較することによって設定されるが、利益統制上の目標は、実際に予定される活動を予測する方法によって設定される。
- 3) 利益計画上の目標は、大綱的基準を示すにすぎないが、利益統制上の目標は、細目的な具体的基準を示す。

- 4) 利益統制上の目標は、利益計画上の目標に準拠して実施されるが、時間的ずれがあるため、利益統制上の目標を設定するにあたっては、その後の情勢の変化が織り込まれる。

以上のような理由で、利益計画によって予定された利益目標が、担当部門管理者の利益目標と大幅に乖離することがしばしば起こる。このため年間利益計画と利益目標の設定に一連の調整作業が行われる。利益計画と利益統制の関係は決して一方的、一律的でなく、往復的、多義的なものといえる。ここで問題となるのは、利益目標に対する原価の算定が高いのか低いのかの判断である。

2-4-2 原価管理

(1) 原価計画

原価管理とは企業の目的とする利益を得るために、原価を計画し統制することである。したがって原価管理は企業のすべての原価計算が対象となるが、生産管理という観点からは製品を生産するために消費される直接的、間接的原価の管理がその目的となる。原価計算によって原価の予算と実績を比較し差異を求め、差異の分析を通じて非能率な部門と金額の原因を明らかにし、改善のための対策が科学的に検討され実施される。

原価計画の最も原始的な方法は経験と勘に頼る方法である。その道の経験者が長年の経験による勘によって判断するわけで、原価の基準は経験者の独善的、主観的なものとなる。小人数のワンマン経営の企業では通用するかも知れないが、近代的生産管理の手法とはいえない。

(2) 標準原価の設定

原価計算の基準となる原価は、客観的で適正な数字でなければならない。それが標準原価である。標準原価とは、製品の生産に必要な各原価構成要素について、最も合理的であると判断できる原価である。直接的な原価構成要素とは設計時間、作業時間、材料消費量その他経費である。間接的な要素としては動力エネルギー費、機械設備保全費、安全保護具費、消耗材料費等である。

原価管理とはこれらの要素についての、標準原価又は原単位当たりの標準原価を設定すると同時に、低減目標を明確に示すことである。

標準原価の設定については過去の実績値との対比でなされるのが通常である。先月とか前年度の原価実績と比べてとか、前回の製品の実績と比べてどうかという評価をして標準数値を決定する。このとき、十分注意しなければならないのは、実績値をそのまま採用しないことである。単に過去の数値の絶対値を標準原価とするのは、管理された状態での標準原価の決定とはいえない。

過去の事実を土台として、これに新たな改善による向上が織り込まれた量や時間、単価の単位で設定すべきである。この際、標準単価が適用され、統制の対象となる部門の管理監督者や作業員自身が標準原価の設定に参画し、標準を十分理解し、低減目標にチャレンジする意欲をかきたてる必要がある。

(3) 原価統制

原価統制とは、原価計算によって算出された実績値と予定値、実績原価と標準原価との差異を分析し、原価低減活動に結びつけることである。実績値をそのままの数字として受取り、原価低減のための改善活動に結びつけないのなら、それは単に原価計算をしているだけであって原価管理を実施しているとはいえない。差異を分析し、生産の手段の4要素（人、機械設備、材料、作業方法）を改善することによって原価の低減を図らねばならない。何故差異が出たのか、標準原価に問題があるのか、作業方法に問題があるのか、設計に問題があるのか、使用方法に問題があるのか等々原因の追及を行わなければならない。原因を追及し、原因を除去するための施策を実施することが原価統制である。

「従厳治廠」のスローガンによる利益改善のためには、原価統制の意義をよく理解し原価低減の具体的な施策の展開が重要である。

差異の分析は定期的に、かつ継続的に実施されなければならない。定期的分析の周期はできるだけ短い方がよい。一般的には一か月毎に予実対比を行い、翌月の生産活動の改善や原価の低減に結びつける。そのためには原価計算期間を極力短くし、翌月の早い時期に実績を報告できることが重要である。

2-4-3 溶接組立工業における原価計算

(1) 生産条件

およそ原価計算には、その工場の生産条件が反映されてなければならない。蘭州石油化工機器廠煉化分廠のような溶接組立工業の場合、原価計算との関連からその生産条件には次のような特徴がある。

- 1) 個別注文生産である
- 2) 製造期間が長期にわたる
- 3) その生産は人の労働（加工時間）を基本として行なわれる
- 4) 総合組立工業である

このような企業の実際原価は個別原価計算によって計算されるが、原価管理を行うためには予定ないしは標準を設定することが必要である。製品の仕様が受注単位毎に異なることが多く、かつ製品の種類が多種の場合には予定原価によって原価計算と原価管理が行われる。

(2) 予定原価

製品の受注と同時に生産計画として製造命令書が発行され、設計図、工事日程表、材料部品管理表等が作成され生産活動が開始される。原価管理は製造命令書に基づいて作成される予算書（実行予算書）の予定原価によって行われる。実行予算書の条件で最も重要なことは、受注価格との対比において利益が確保されていることである。逆説的には販売部門が受注契約する際には、その製品の予定価格が工場の実力として把握されていなければならない。

実行予算書は個別注文の全製品について発行される。実行予算書の内容は企業の原価体系によって異なるが、下記のような費目に対して各担当部門の目標とすべき予定原価が指示される。

表 VI-2-4-1 製造実行予算書

| 費目 | 内容 | 仕様 | 数量 | 予定単価 | 合計金額 |
|---------------------------------------|--|----|----|------|------|
| 材料費 (購入品) | 原材料 鑄鍛造品 部品 半成品 消耗材料 | | | | |
| 加工費 (作業時間) | 設計 生産準備 倉庫 製造(加工、組立、溶接、塗装等工程部門単位) 半成品社内加工 検査 梱包、運搬 | | | | |
| 外注加工費 | | | | | |
| 経費 | 水道光熱費 燃料費 旅費交通費 通信費 雑費 | | | | |
| 総計 | = 製造原価 | | | | |
| 受注金額 - (製造原価 × 本社経費配賦 × 金利 × 税金) = 利益 | | | | | |

原価管理の基準となる予定原価の科学性は、過去の同種製品の原価実績のみならず、各種技術的な検討が加味されたエンジニアリングの結果で証明されなければならない。したがって、各種作業単位に細分しその共通作業についてその資料を保管しておくのみでなく、それら資料を常に参照しうる準備が必要である。またこの種工業にあっては設計、工作要領がその原価におよぼす影響は支配的であるといっても過言ではない。したがって予算編成に際しての見積予定原価の計算にエンジニアリングは特に重要視されている。

実行予算書の作成の過程は下記による。

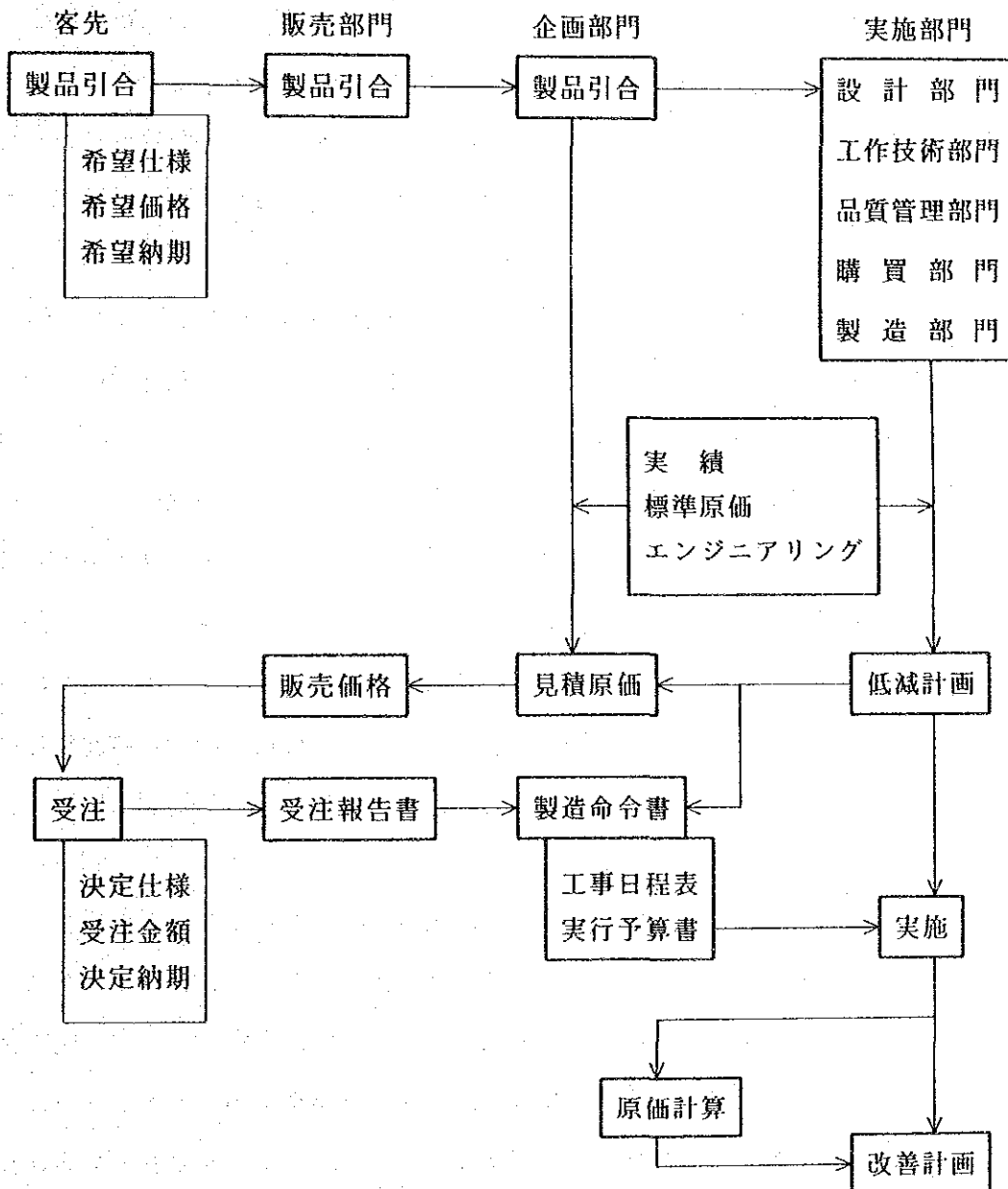


図 VI-2-4-2 実行予算作成過程

(3) 設計と原価管理

個別注文生産による大型総合組立製品の原価に大きい影響を持っている設計業務と原価見積もりから実施への過程は何段階かに分かれて進められる。客先の仕様、価格、納期に対応できるような製品の生産と、原価低減のためのエンジニアリングが設計の進行とともに、設計部門を中心として企画部門、実施部門相互間に行なわれ、設計の修正作業としてフィードバックされる。

1) 第一次原価見積もり

販売部門からの客先希望仕様情報（製品の形状、数量、品質、機能）に基づいて設計の基本を決め、これによって要素別に原価の見積もりをする。客先から基本図支給の場合は設計にて工場の標準原価要素に対応する帳票に翻訳される。この時点では材料や工数についての実績、標準原価等の資料が基になる。原価見積もりは設計部門又は企画部門の第一次原価見積もり担当グループが行うのが一般的な業務所掌となっている。第一次原価見積もりに対して、工作技術部門、品質管理部門、購買部門、製造部門が企画部門が主催する受注前エンジニアリングに参加し検討調整を行い、案として決定する。販売部門はこれを基に客先との価格交渉や入札に臨む。

2) 第二次原価見積もり

概略設計を行い主要寸法、材質が決まる。品質、機能について客先の承認を取得する段階である。主要材料の寸法、所要量、主要部品の仕様、数量が設計によって積算される。購買部門、製造部門はこれによって材料費、工程と工数等の推定ができるので、改めて要素別の原価計算をする。この時点では、第一次原価見積もりと受注価格によって実行予算が目標として与えられているので、概略設計による第二次原価見積もりとの対比がなされる。客先より基本設計図が支給される場合は設計期間がそれだけ短縮されることになるが、見積もり作業は支給図を資料として実施される。

3) 第三次原価見積もり

詳細設計を進め、部品表、生産設計図が作成される。これにより細密の原価見積もりを行う。工作技術部門、購買部門、製造部門が更に一層のエンジニアリングによって、実行予算に対する原価低減計画の再検討を行い、実施段階に入る。第二次原価見積もりから第三次原価見積もりの過程では、設計部門と実施部門との間で検討、調整が繰り返され、原価低減の見地からの提案が設計へフィードバックされ、基本仕様の範囲内での部品設計、生産設計の変更が行われる。

(4) 間接費の配賦

製造期間が長期にわたるといふ生産条件の特徴は、間接費の配賦計算の困難性を意味する。人の労働（作業時間）がその製品の製造にある程度比例するとなれば、加工時間がその進捗度を示し、したがって間接費については、作業時間をその配賦基準に選ぶことが、煉化分廠のような製造業に一般的に採用されている方法である。

配賦される間接費についてはその構成内容をよく吟味する必要がある。原価管理上、間接費は固定費と変動費に区分される。変動費は多くの場合管理可能費として管理担当責任者の責任によって運用される費用である。したがって間接費予算の編成に当たっては、予定操業度（作業時間、機械時間）を基準として、変動費予算と固定費予算を明確に区分しなければならない。

(5) 労務費と加工費

労務費とは製品の生産のために直接、間接に費やされる労働力の対価である。この場合労働力とは、設計等の知的労働力及び生産現場での肉体的労働力の総称である。労務費として計上される費目は企業の原価体系によって異なるが、一般的には給料、賃金、賞与、特別付加金等の他住宅手当、家族手当、通勤手当等を含む。又福利厚生費も労務費として計上される。

直接労務費は直接作業員に対して発生する労務対価であるとする説もあるが、直接作業員時間に対応する労務費とする方が妥当であり、管理効果を上げるうえでよいとされている。したがって間接時間に対しては間接労務費となる。

直接労務費と間接労務費の原価計算は、発生源に遡って区分することは不可能なので、年間を通じての予定賃率で計上する。予定賃率の計算式は下記による。予定賃率は原価計算期間（企業の会計年度）を通じて一定でないという意味が無い。

$$\text{予定賃率} = \frac{\text{予定年間直接作業員総労務費}}{\text{予定年間総直接作業時間（操業度）}}$$

直接労務費予定賃率は部門あるいは職種によって変える場合、均一とする場合があるが、企業の原価体系によって決まる。一般的には部門別とするのが原価計算上効率的である。

部門別予定賃率の例

設 計 部 門
生 産 技 術 部 門
倉 庫 部 門
検 査 部 門
製 造 部 門
機 械 保 全 部 門

直接作業時間あたりに配賦される間接経費と時間当たりの直接労務費との和を加工費と呼ぶ。原価計算上は年間を通じて予定加工費で計算されることは、労務賃率の場合と同様である。

$$\text{予定配賦額} = \frac{\text{予定年間間接経費総額}}{\text{操業度}}$$

$$\text{加 工 費} = \text{直接作業時間} \times \text{労務賃率} + \text{配賦額}$$

間接経費の配賦額を全直接時間に対して均一とするか部門別、職種別で変えるかは企業の原価体系で決まるが、上記労務賃率の場合と同様部門別とするのが一般的である。加工費の概念が上記のごとくであるので、基準となる作業時間はネット (net) の作業時間が好ましく、煉化分廠で採用している換算時間に対する配賦では妥当性に欠ける。同時に作業時間の計上は工時定額とは切り離して集計しなければ、間接費の配賦の見地から不確実な数字を基準にした原価となるおそれがある。

(6) 機械用役費

一部の大型機械設備についてはその機械設備の作業時間を基準とし、関連する間接費を配賦する方法がある。機械用役費と呼ばれている。機械用役費の計算方法及び運用法は加工費の場合と同様であるが、当該機械の機械操作の直接作業員の労務費とか原価償却費も機械用役費に含まれるので注意を要する。機械設備の取得価格を基準とした換算時間制度より機械用役費制度の方が合理的で原価計算も能率的である。

(7) 仕損じ費

原価管理上、特に研究を要する費目は仕損じ費の問題である。仕損じ費についてはその原価を計算するとともにその発生原因を明らかにし、例えば材料不良に原因する場合にはその原価を調達部門に、設計に起因する場合は設計部門に、前工程部門であればその工程に振り替えるような方法が原価管理上有効である。仕損じ費は生産性向上に対しては全く後ろ向きの原価であり、原価管理の管理項目としては勿論、品質管理の管理項目としてや作業改善のためのサークル活動のテーマとしても、大きく取り上げて管理すべき項目である。煉化分廠で採用している不良品通知票（收款凭单）制度の有効活用が必要である。（表VI-2-4-3参照）

表 VI-2-4-3 不良品通知票

兰州石油化工机器厂收款凭单

19 年 月 日 编号:

| 借方科目编号及名称 | 贷方科目编号及名称 | 金 额 | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|---|---|--------|--------|
| | | 千 万 | 百 万 | 十 万 | 千 | 百 | 十 元 | 角 分 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 合计(大写) | | | | | | | | |
| 摘 要 | | | | | | | | |

附单据
张

财务处长 复核 出纳 制单

(8) 直接作業員実働時間

煉化分廠のごとく、その製品の製造が人の労働を中心として行われる企業では、生産管理の立場からそして原価管理の立場から、注意すべき問題が2つある。

1) 直接作業員の作業時間の分析

作業時間が原価の基準になっている関係上、直接作業員の実働時間がすべての原価計算上の基礎となる。直接作業員の実働時間は細分して、材料待ち時間、機械休止時間、工程待ち時間等は、教育訓練時間、サークル活動時間、医療のための不稼働時間等と合せて間接費として計上し、その時間に相当する賃金は間接費の変動費として処理されるべきである。

2) 直接作業員と間接作業員の区別

直接作業員の実働時間が細分して原価管理の対象となるので、直接作業員と間接作業員の区別が明確化していなければならない。これに関しては部門別、種類別に詳細に区分されている必要がある。

2-4-4 在庫資産管理

在庫資産管理を行う場合、次の三つの要素に分けて考える。

- 1) 原材料、部品、副資材等外部よりの購入品
- 2) 半成品
- 3) 仕掛り品（製造中の製品）

蘭州石油化工機器廠では、原材料特に特殊鋼材、合金材の入手に外部要因による困難があるので、在庫資産が多いのはやむを得ない点もあるが、管理目標を決め、数値による統制を行う必要がある。蘭州石油化工機器廠の在庫資産管理で今後留意していく必要があるのは仕掛り品の在庫資産管理である。製造開始後出荷までの期間に発生する原価を在庫資産としてとらえ、管理する必要がある。

(1) 在庫回転率

在庫管理システムにおける管理指標として在庫回転率がある。蘭州石油化工機器廠における調査では在庫回転率のデータは取ってなく、したがって、追跡管理はされていない。デッドストック (dead stock) が多ければ回転率は悪くなる。在庫品が有効に使用されているかの判断に使われる。

$$\text{半成品回転率} = \frac{\text{過去6カ月平均出庫高}}{\text{当月半成品在庫高}} \quad (\text{月別})$$

$$\text{原材料回転率} = \frac{\text{過去6カ月平均出庫高}}{\text{当月在庫高}} \quad (\text{月別})$$

$$\text{仕掛り品回転率} = \frac{\text{過去6カ月平均出荷高}}{\text{当月製品滞留高}} \quad (\text{月別})$$

$$\text{在庫率} = \frac{\text{当月在庫高}}{\text{過去6カ月平均出庫高}} \quad (\text{月別})$$

管理密度により年4回とか毎月のデータを出す。

その他に、後述する不良在庫削減のための管理指標として棚卸資産回転率がある。

上記の回転率を評価する場合、回転率が高いほど良いが、それならば分母が小さければ小さいほど管理水準が高いように理解される。しかし分母が小さ過ぎると品切れを起し欠品となるおそれがある。適正な在庫量を持った上で回転率を上げるような管理をしなければならない。

回転率を上げるためには資材部や経営課だけの努力だけでなく、要求元の設計課、工藝課や生産工段も協力して成果が上がるのであり、工場長以下工場全体が目的をよく理解して管理する必要がある。

(2) 半成品の在庫削減

鋳鍛造分工場で作られ機械工場で加工された半成品が半成品倉庫に納められている。一方半成品倉庫でなく次工程の組立工場に直接送られ、それぞれの場所で在庫の型で保管されているものもある。

工場間の生産量と使用量の調整を行う目的で半成品倉庫が設けられているが、在庫品が多く、余分な保管場所、保管費用が発生し、在庫回転率が悪くなり、工場の運転資金を固定化し、圧迫している。

半成品の生産量と使用量が違うため在庫はゼロにはできないが、使用量に見合った半成品の生産を行うことにより、半成品の在庫量MINIMUMを図るべきである。

一般的に半成品在庫を減少させる対策として次のようなものがあげられる。

1) 作業順序を検討する。

作業順序を入れかえることにより、工程間の在庫が減少する。

2) 特殊な作業工程を別ラインにする。

メインラインよりはずし、管理する。特殊な作業は作業費の多少により、人員、機械設備、治工具をこのライン用に適宜配置する。

3) 工程間の距離を短くする。ラインを工程順に整備する。

半成品の運搬ロットを少なくする。作業工程が後戻りして生産工程が混乱しないようにする。

4) 生産量に合った工程のレイアウト (lay out) とする。

生産量を上げて一部で生産量が上らないと停滞が起きる。

5) 外注品の使用も考慮する。

付加価値の低い部品等は工場内製作より、外注が有利な場合がある。

6) 各工場の生産量の調整を密に行う。

自工場の能率だけでなく、工場間のバランスを取るよう工場全般での調整を行う。

7) 各工場間の応援、被援を行う。

(3) 不良在庫品

ここでいう不良在庫とは

- 1) 遊休品 現在は使用していない、将来は使用される可能性は十分ある。
- 2) 過剰品 一定以上の在庫水準を越え、相当期間在庫品が滞留するもの。
- 3) 不要品 全く使用予定のないもの。設計変更等により現場より返却されたものも含む。
- 4) 不良品 不良品と現場で破損などして返却されたものなどをいう。

不良在庫の発生防止、削減を行うためには、その発生原因を的確にとらえねばならない。発生原因としては

- 1) 機種の変更によるもの
- 2) 設計変更、改正によるもの
- 3) 設計予量、発注量の間違いによるもの（数量、型式）
- 4) 納期遅れのため他に追加発注を行い、結果として二重発注になったもの
- 5) 生産計画の大幅な変更により、出庫予定のずれたもの
- 6) 不良品が納入された

などがあげられる。

(4) 不良在庫品の把握

現状および月々の推移を把握するための一つの方法として、滞留状況を調べる方法がある。

各倉庫に長期間滞留している原材料、部品の中で、主要管理品目を選んで調査する。

(表VI-2-4-4参照)

(主要管理品目とは高価なもの、在庫量の多いものなど管理すべき品目として選んだもの)

表 VI-2-4-4 主要品目滞留内訳表(例)

1988年3月～5月実績

| 品目 | | 鋼材薄板 千円 | 鋳鍛品 千円 | 溶接棒 千円 | 電線 千円 | 潤滑油 千円 | |
|-----------------------------|------------------------------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-------|
| 3 5 カ月 滞 留 | 3月 | 5,000 | 8,000 | 1,800 | 2,000 | 8,000 | |
| | 4 | 6,000 | 8,000 | 2,800 | 500 | 9,000 | |
| | 5 | 2,500 | 9,000 | 1,900 | 400 | 2,000 | |
| | 6 | | | | | | |
| | 7 | | | | | | |
| | 8 | | | | | | |
| | 9 | | | | | | |
| | 6 11 カ月 滞 留 | 3月 | 12,000 | 20,000 | 5,000 | 500 | 1,500 |
| | | 4 | 12,000 | 21,000 | 3,000 | 300 | 800 |
| 5 | | 15,000 | 15,000 | 1,000 | 800 | 400 | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 1 年 以 上 | 3月 | 8,500 | 25,000 | 3,500 | | | |
| | 4 | 9,000 | 26,000 | 4,000 | | | |
| | 5 | 9,000 | 28,000 | | | | |
| | 6 | | | | | | |

上記の表は滞留月別に分けて在庫金額を出す。各品目ごとに型式、サイズ別に分類して、どのサイズが長期滞留しているかを調査するためのものである。

この内訳表は毎月の月末実績を算出しているが、管理密度により2カ月ごと又は3カ月ごとでもよいが、きめこまかくやれば当然対策が早くできる。

(5) 不良在庫削減方法

- 1) 生産計画にもとづいた適切な納期の設定。
- 2) 長期滞留品に対しては、設計と協議の上、優先的に引当てる。
- 3) 設計と協議して代替品として使用する。
- 4) 用途変更により引当する。
- 5) 不良品で補修できるものは、補修後再使用する。

などの方法により不良在庫を削減するか、全く使用見込みない物については他に売却若しくはスクラップ売却を行い棚卸資産を減らす努力を行う。

経営課は設計と協議して流用するものは絶えず長期滞留品リストを設計にフィードバックしておく必要がある。

工場として不良在庫金額値の目標を立て、期ごとあるいは年単位に管理していく。管理データ（表-VI-2-4-4）と別に期ごとあるいは月ごとのグラフに表わし現状を認識すると同時に本社資材部、経営課、工芸課と協力して削減に努力する。

管理用のグラフを例として図VI-2-4-5、VI-2-4-6に示す。

(6) スクラップの処理

不良在庫品として全く使用見込みのない物はスクラップとして売却処分する。

ややもするといつか使用するかも知れない、他の企業へ製品として、スクラップより高く売れないかと考え、なかなか処分できず野積みになれ腐食、損傷されている。

思い切ってある時期になれば処分するための工場内の基準を作り、これにより処理するのが財務上からも必要で、棚卸資産回転率も向上する。

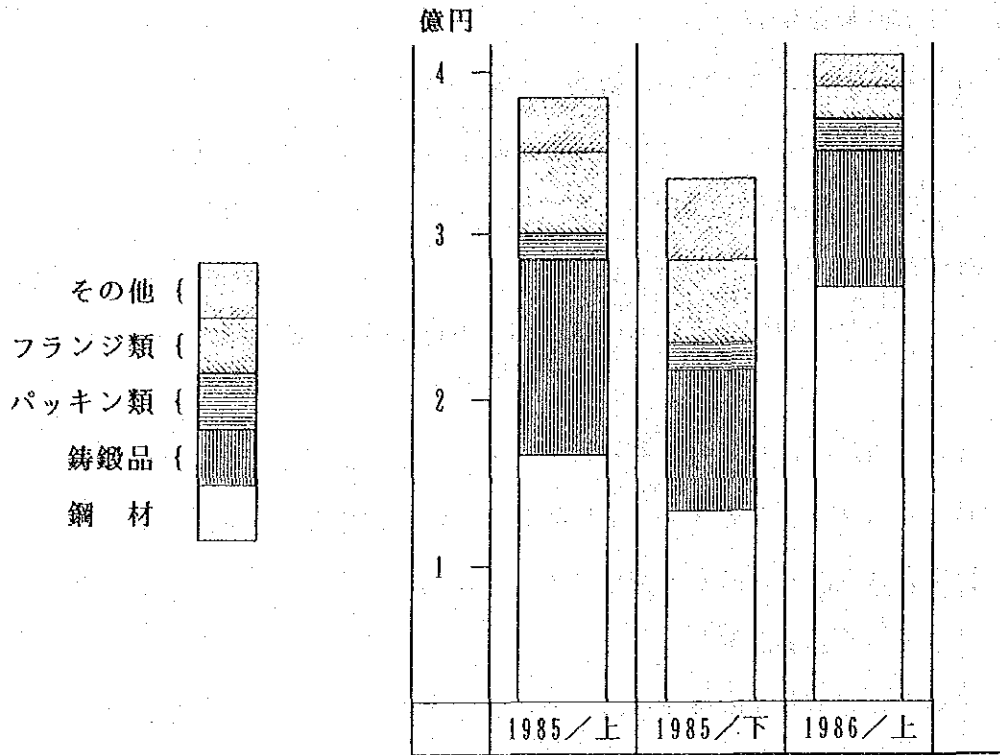


図 VI-2-4-5 品物別滞留分布推移 (期累計額) 「例」

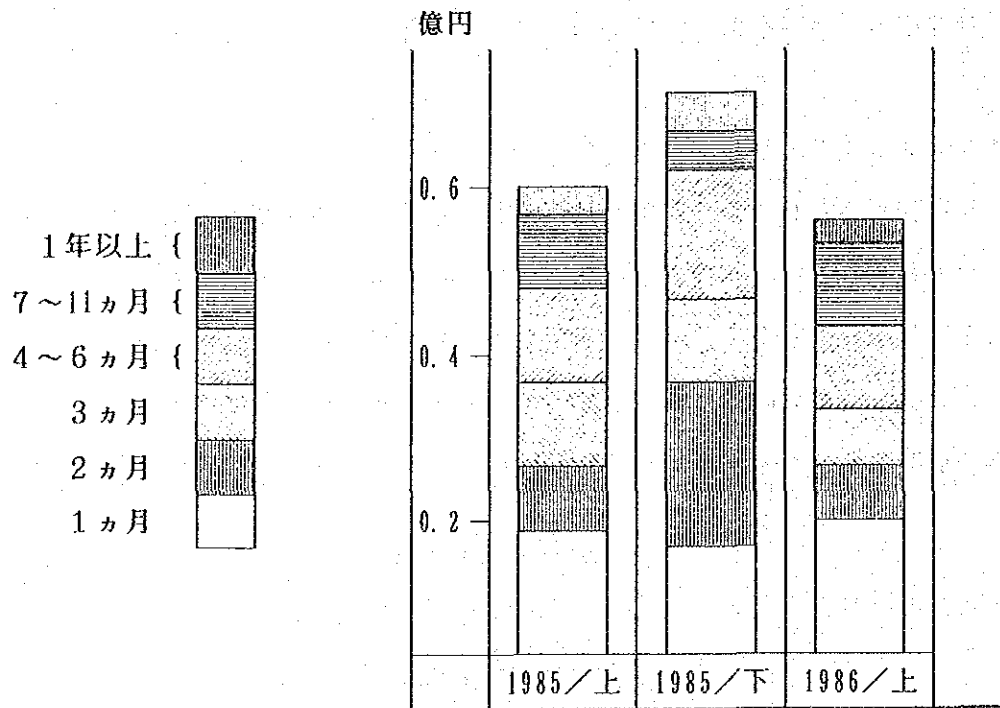


図 VI-2-4-6 滞留月別分布推移 「例」

参考文献

- | | | |
|-------------|--------|---------|
| 実務原価計算の手ほどき | 深井秀夫著 | 経林書房 |
| 管理技術と原価計算 | 今井 忍 著 | 国元書房 |
| 工程管理便覧 | | 日刊工業新聞社 |

2-5 工程管理

2-5-1 工程管理の考え方

(1) 工程管理の目的

工場の生産活動の最終目標は製品の販売にあり、販売面から生産面に要求することは「品質」、「納期」、「原価」の3項目である。この3項目の条件が少しでも欠ければそれだけ販売面で不利となる。生産管理はこの需要に対する管理として、相互に密接な関連を持って活動を展開する。特に工程管理は品質管理とともに、その適否が結果を左右する。そこに工程管理の狙いがあり、その目的は大きく分けて次の3項となる。

- 1) 納期の確実化
- 2) 稼働率の向上
- 3) 生産速度の向上

蘭州石油化工機器廠煉化分廠近代化計画の基本方針（Ⅱ-1章参照）の達成のためには、工程管理システムの近代化が最重要課題である。

(2) 工程管理の機能と役割

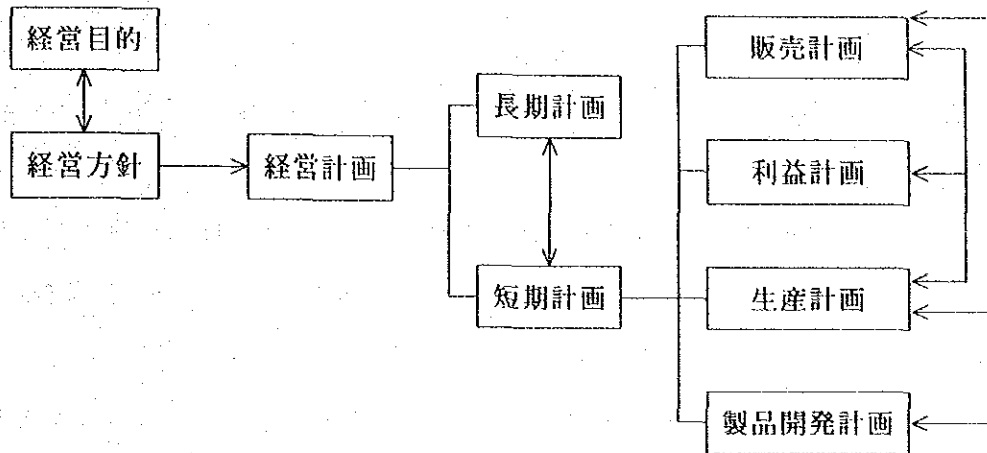
工程管理は製品の設計から製造、検査を経て完成に至る全工程において、人、機械設備、材料を総合的に統制し納期内に完成させるために生産活動を経済的、合理的に実施するための管理活動である。

したがって工程管理は製造部門は勿論、設計、研究、検査、購買、倉庫、運輸等の各部門も統制下におかれるものであって、工程管理は全生産部門の活動を統轄するといえる。このように工程管理活動は生産管理の中核として、他の諸管理活動と密接なつながりを持っているので、工程管理の改善を徹底的に推進するためには他の諸管理の改善を伴わなければならない。

(3) 工程管理の内容

工程管理は生産計画、生産統制及び実績評価の3つの内容を持っている。

生産計画の合理化が工程管理の基本である。しかし広義の生産計画は経営計画の一環であるから、生産計画の合理化と改善は、経営方針の総合的な確立と販売計画、資金計画、利益計画等の合理化や製品開発計画と平行して実施されることが重要である。



図VI-2-5-1 経営計画と生産計画

(4) 大日程計画

生産計画の内容を総括し、生産目標の具体的指示として計画されるのが大日程計画である。大日程計画は通常、年間計画（年度計画）、四半期計画（季度計画）として指示される。

大日程計画は販売計画で決められた「何を売るか」という目的に対して、「何が造れるか」という生産能力の面の制約を考慮した上で、最終的な生産の目標を示すものである。生産能力の面の制約とは品質、材質、生産技術、生産量、工期等の面で人、機械設備、材料の3要素による制約である。販売計画と生産能力との調整の結果として、何を、幾つ、何時までに造るかという目標が大日程計画として指示される。大日程計画は同時に利益計画に対する目標でもある。

このように、大日程計画は具体的な生産に入る前の段階において、経営幹部が考慮し決定する、長期間の工場全体を対象とした計画である。したがって大日程計画がそのままの形で、工程管理における生産計画として使われると、納期確保という工程管理の目的から逸脱するおそれがある。

煉化分廠における工程管理の近代化の第一歩は、年度計画、季度計画は経営計画のための計画であって、これだけでは納期確保のための工程管理には不十分であることを良く理解することから始まる。

2-5-2 生産計画と生産統制

(1) 生産計画の内容

生産計画は、日程計画、手順計画、工数計画の3つに区分される。日程計画の一部分として材料計画がある。手順計画と関連して配置計画があるが、定常的生産計画においては、通常考慮されない。

- 1) 日程計画： 受注製品の納期確保のための手配、着手、完了の時期を決めること
- 2) 材料計画： 日程計画に従って、生産に用いられる材料、部品、半成品、消耗材料等の仕様、必要量、必要時期を決めること
- 3) 手順計画： 仕様書、設計図に基づいて作業手順、作業方法、作業条件、治具等を決めること
- 4) 工数計画： 負荷計画とも呼ばれる。手順計画に従って作業量を明らかにし、それに対する作業員、機械設備の生産能力との調整を行うこと
- 5) 配置計画： 作業工程の流し方や機械設備の配置を決めることで、生産システムの大幅な改革や新製品生産計画等、経営計画の一環としての生産計画として考慮される計画

(2) 生産統制の内容

生産統制とは生産計画に従って、生産活動を計画どおりに進めるために、その活動を統制することである。この生産統制が適正になされることによって納期が確保される。

生産統制の内容は作業手配、作業分配、進度管理、現品管理等に区分される。

- 1) 作業手配： 生産の開始前に行われる準備的な性格の業務で、生産活動に従事する各部門に対してそれぞれの業務の実施上の基準を示すこと。煉化分廠の工程管理近代化にとって重要な項目の一つである。
- 2) 作業分配： 日程計画によって手配された設計図、製作要領図、材料、治具等の準備状況を確認し作業員や機械に割り当てること

- 3) 進捗管理： 日程計画通りに作業が進行しているかどうか現状を把握し、必要に応じて遅延対策を講じること。進捗管理が生産統制の基本である。
- 4) 現品管理： 材料、仕掛かり品、製品の所在と数量を把握し、滞留を無くし次工程に安定供給すること

生産統制がうまく実施されないと納期が確保されず、工程に混乱が生じる。工程の混乱は単に納期遅延のみではなく、品質の低下、原価の増大、不安全隐患の増加と工場にとっていずれもマイナスの効果となる。生産統制の適正な実施には全社的な工程管理システムの合理化が必要であるが特に製造部門（生産工段）の工程管理機能の強化が必要である。

(3) 実績評価

計画に対する実績の評価を行うことである。作業、工程の終了後、その結果について計画と比較し、それが適当であったか、不適当であったか分析、評価することである。

工程遅れの原因として

- 1) 計画の不備
- 2) 各種手配のミスや遅れ
- 3) 材料不良や機械設備の故障等の突発事故
- 4) 計画の変更
- 5) 設計の変更
- 6) 作業員の技力不足や欠勤

等であるが、実績評価により原因を定量的に把握し、問題点を顕在化する。問題解決を図り、目標設定の変更、計画内容の改善に結びつける。

(4) 資料管理

生産統制や実績評価の資料となるのが各種管理図表や伝票制度である。過去の経験が生かされず場当たり的な対策のために、同じトラブルが繰り返されることが多いのは、これらの資料の管理が不十分なためである。

統計をとり資料として管理する一般的な項目には以下のようなものがある。

- 1) 管理図表
- 2) 生産実績（生産量等）

- 3) 作業時間（工数、稼働率等）
- 4) 作業日報（個人別、機械別）
- 5) 材料（使用量、歩留まり等）
- 6) 品質（不良率、手直し率等）
- 7) その他

2-5-3 日程計画

(1) 中日程計画

日程計画は通常、大、中、小の3段階に別けて計画される。大日程計画は、先に述べたように生産計画の総括で、経営幹部や上級管理者が工場経営のための長期的視野に立って活用する計画である。納期確保のための工程管理では、中日程計画及び小日程計画が主役である。

中日程計画とは製品別の生産予定を工程別、職場別、日別に設定し、着手と完了を指示する計画である。中日程計画は、契約から完成までの期間を通しての日程表として表わされ、納期から逆算して何日から着手し完成するかが指示される。中日程計画のことを、作業日程表とか工事日程表とか呼ぶこともある。中日程計画は製造命令書に付随して同時に発行される。受注した製品の生産活動に従事するすべての部門に、納期を確保するために各部門が守らねばならない日程として指示され、生産計画、生産統制の基本となる。

中日程計画は納期確保が主目標であるから、当然のこととして「納期遅れが無いこと」に留意しなければならないが、同時に「完了までの期間ができるだけ短いこと」「工程間の余裕が少ないこと」が必要である。そのためには、作業そのものに何日要するかという基準日程の設定とともに、手持ち仕事量、緩急順序、仕事の流し方が考慮されなければならない要素である。したがって、中日程計画は単独で計画できるのではなく、手順計画、工数（負荷）計画と平行して進められる。

工事日程表の例を図VI-2-5-2に示す。

No. PCD-

図VI-2-5-2

工事日程表 WORK SCHEDULE (社内製作用)

工事番号
JOB.NO. 5501-

工事名称
PROJECT A-2004 A/B 反応器

PREPARED AS OF 1988 年 9 月 19 日調

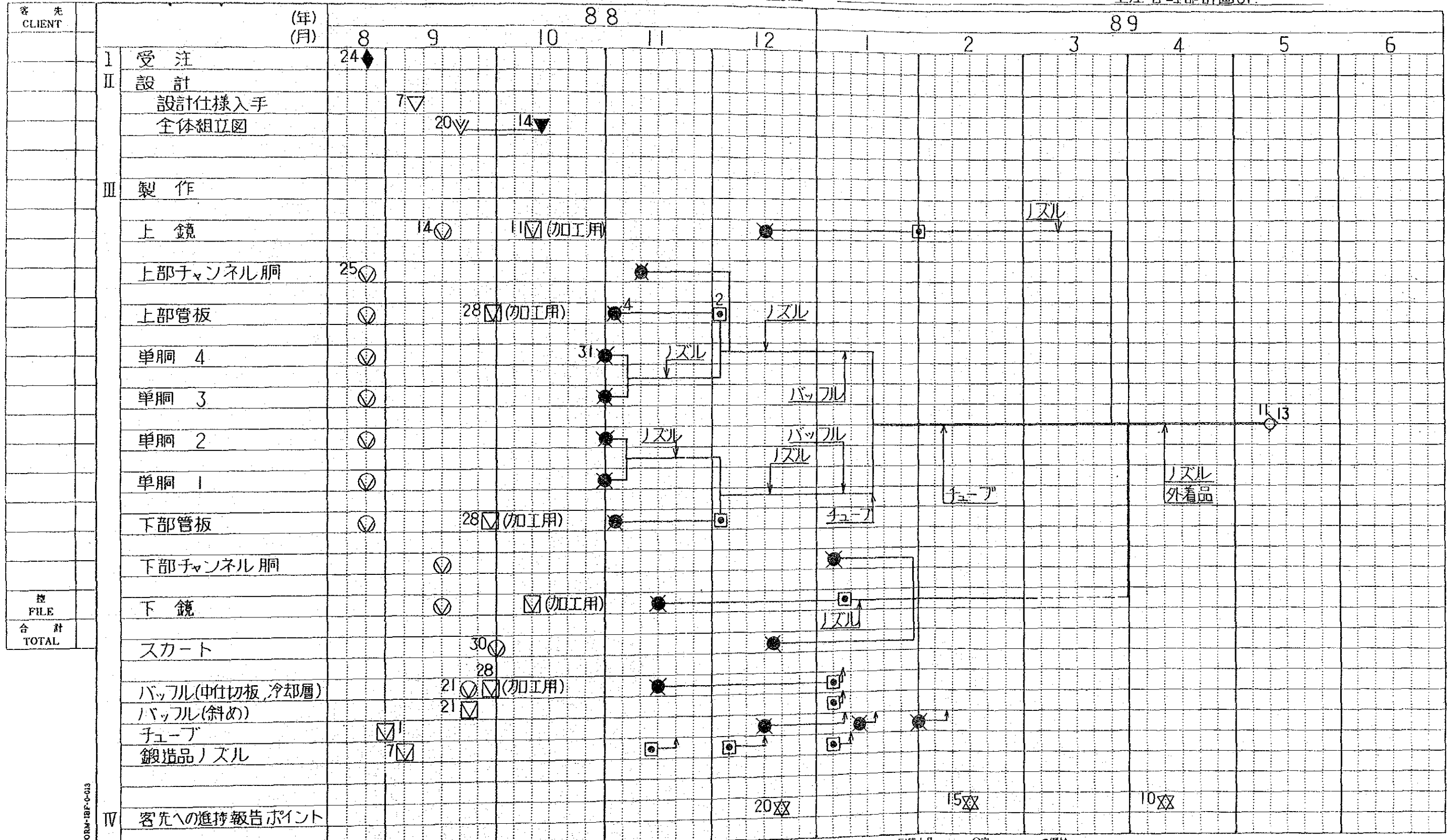
| | | |
|----|----------------|----------------|
| 発行 | 承認 APPROVED BY | 担当 PREPARED BY |
| | | |

配布先 注文主 殿
DISTRIBUTION CLIENT

契約納期 1989年5月13日 数量
DATE OF DELIVERY 客先岸壁渡し QUANTITY 2基

発行部課名

生産管理部計画GC



FORM-IBF-0-013

CP0035-1 63.2. 100×10 099

◆受注決定 EFFECTIVE DATA OF CONTRACT
 ○届付完 COMPLETION
 ◎社内検査 INSPECTION(BY IHI)
 ◊立合検査 WITNESS

■実行予算書発行 BUDGET
 ◊立合検査 WITNESS

◎材料準備表 MATERIAL LIST
 →先方書 SITE ARRIVAL

☒注文要領 M/R
 ~基礎工事期間 FOUNDATION WORK

▽製作図 DWG
 ○基礎工事完 COMPLETION(FOUNDATION)

▽承認図提出 DWG FOR APPROVAL
 ○承認図返却 APPROVED DWG RECEIVE

☐購入品 PURCHASE
 ○完 EX-WORK

■鋼材 MATERIAL
 ~試運転・調整 TRIAL TEST

工番

(2) 基準日程

基準日程の設定とは中日程計画の基礎となる標準的な日程を決めることである。すなわち、個々の作業の着手から完了までの所要日数を基準として決めることである。基準日程は個々の工程、加工作業、組立作業、製品全体等のそれぞれに対して決められる。また、製造部門のみでなく設計、生産準備、倉庫、検査、整備、運輸等の業務に対しても決めておかねばならない。

この基準日程は中日程計画での実施日程とは違う意味を持つ。実施日程には他の製品の仕事との関係が織り込まれ、例えば同一機械に、同一日時に2種類以上の基準日程が重なるときには、ずらすことによって実行可能になるように組み込まれている。このため一般に実施日程は基準日程より長くなる傾向にある。基準日程は、中日程計画の指示により小日程計画をする場合、最終完成日の何日前には着手しなければならないかの緩急順序の決定に使われる。

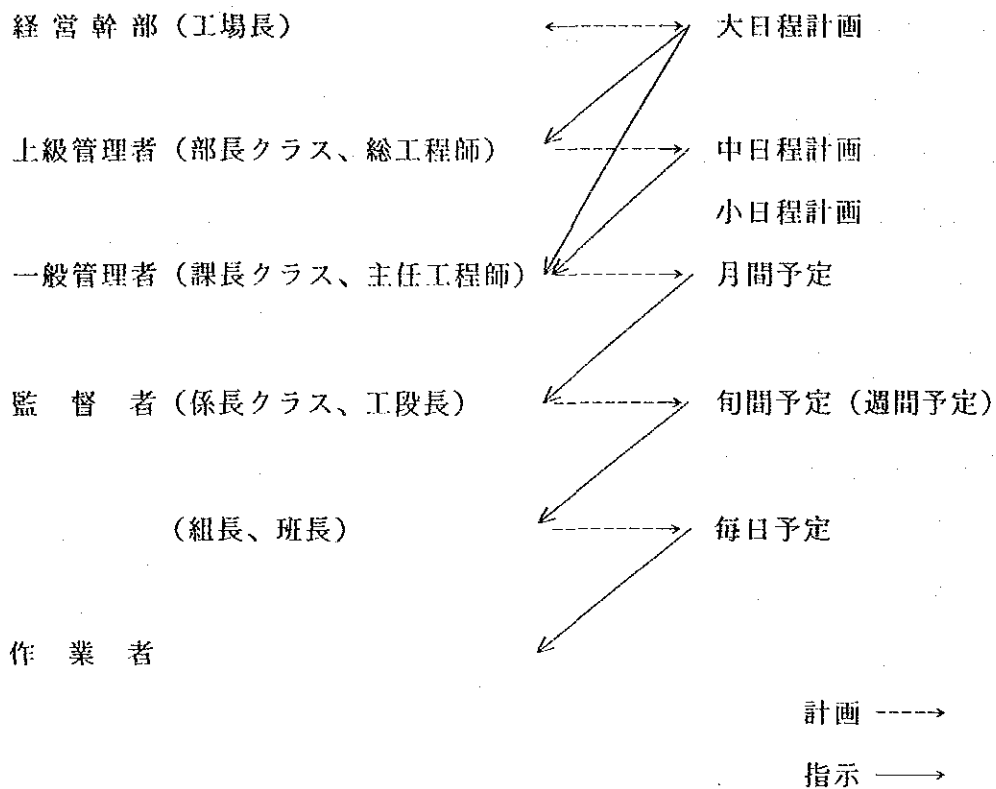
実施計画の際、基準日程に対して余り余裕を持たせると、材料、部品、半成品や仕掛品が滞留し、余分の場所と運搬等の手間が発生する。余裕が無いと手配に不備があったり、不良品等の場合手待ちとなり同じくロスが生じる。実施計画を作る際、最も考慮しなければならないのは基準日程に対する余裕の取り方で、したがって中日程計画は、手順計画、工数計画と平行して計画されるのである。

(3) 小日程計画

小日程計画とは各職場において日常立てられる細部の計画であって、各職場内で個人別に作業を割り当てる計画である。月間予定、旬間予定あるいは週間予定として示されるが、近代的な工程管理では毎日単位で個人に示されるべき計画である。

日程計画は納期通りに製品を完成させるための計画である。納期通りに製品を完成させるのは、個々の作業員の作業の積み重ねである。したがって、個々の作業員に対して、どの製品のどの部分の、どの作業を、何時から何時までに、どのように作業するかという指示が毎日適確になされていることが重要である。個々の作業員に対する指示が大日程計画や中日程計画ではできない。月間予定、旬間予定あるいは週間予定でもまだ不十分であろう。

煉化分廠が工程管理を近代化するには、工程表はそれを使う階層に準じて作られることの認識が重要である。



図VI-2-5-3 階層別日程計画

毎日単位の小日程計画制度が確立されるには、まだまだ解決されねばならない問題が山積している。先ず納期を守るという大前提を、経営幹部から作業員一人一人にまで浸透させることである。企業体質の改革、生産管理システムの近代化、管理監督者の能力開発、労働意欲の向上、技倆の向上等一つずつ解決することである。

(4) 小日程計画と作業分配

作業分配は作業準備と作業割当の2つの業務に分けられる。いずれも小日程計画を守るために製造部門の管理監督者の任務として行なわれるもので、作業者が自由に行ってよい業務ではない。

作業準備の目的は「手待ちの防止」と「稼働率の向上」である。小日程計画の緩急順序に従い材料、部品、治工具類、図面、作業標準、伝票類等が準備されていて、今の仕事が済んだらいつでも次の仕事に進めるように、準備しておくことである。この他に広義の準備として後始末の仕事も含まれる。検査、次の工程への運搬、治工具類の返却、実績記入、残材の片付け等である。後始末が悪いと職場の整理整頓に悪影響を与える。

作業割当の目的は「進捗確保」と「技能の適正化」である。具体的には「何をやるべきか」と「誰がやるべきか」ということを考慮に入れて決定することである。個人の判断で都合の良いのからやるのではなく、小日程計画の指示により急ぐものから先に着手するのが原則である。ノルマの多く稼げるものから先にやったり、手元に材料があるからといって急ぎでないものを余分に作ったり、仕事が追われていないのに残業をしたりするようなことがあってはならない。緩急順序が先なのに準備が完了していないものについては、その原因をよく追及して是正に努めなければならない。

作業準備と作業割当は、納期確保のために管理監督者に課せられた、工程管理の重要な任務である。

(5) 材料計画

材料計画とは、中日程計画によって指示された時期までに必要とされる仕様の材料の種類と数量を手配し、生産現場に配送する一連の作業計画である。

具体的には設計図によって必要な原材料、部品、半成品、消耗材の仕様、種類、寸法、形状、数量が決定し、これを材料準備表に作成し、購買部門に指示して調達を行わせる計画である。この計画では材料の入手時期の明示が重要なポイントである。

現実には指定納期どおりに材料が入手できない場合が多い。このようなとき、「売り手市場だから仕方がない」とすべてを外部要因で片付けてしまっているが、事実をよく調べてみる必要がある。

材料の納入遅れの原因は多くの場合、内部要因によるものである。

- 1) 材料準備表の出図日が計画されていなかった。
- 2) 材料準備表の出図が遅れた。
- 3) 材料準備表に必要な材料が全部記載されてなかった。
- 4) 材料の仕様指示が曖昧で確認に時間がかかった。
- 5) 調査不足で、実際必要な期間より短い期間で入手できると計画していた。
- 6) 材料計画に受入検査期間が予定されていなかった。
- 7) 予定通り納入されたが、連絡不十分で受入検査が遅れた。
- 8) 予定通り納入されたが、倉庫業務の不手際で必要な時期に生産現場に配送されなかった。

このような内部要因はどこの企業でもみられることである。大事なことはこのような内部要因の実態をよく把握し、材料計画の精度をあげていくことである。煉化分廠が今後材料計画の精度をあげていくための留意点は、したがって下記のような点である。

- 1) 材料準備表の作成部門を明確にすること。
- 2) 材料準備表の作成部門は一つとし、複数部門にまたがらないこと。
- 3) 材料準備表の出図時期を明確にすること。
- 4) 材料納期指定の担当部門を明確にすること。
- 5) 納入場所を明確にすること。
- 6) 納品－受入検査－保管－配送のシステムと帳票の流れを確立すること。
- 7) 市場調査による必要材料の価格、納期の情報整理のシステムを確立すること。

2-5-4 手順計画

(1) 手順計画の意義

手順計画とは、設計図や仕様書に基づいて工程順序やその工程の概略を示す計画である。一般に設計図は製品（部品）の最終的な形態を示すもので、使用する材料も指示するが、それをどんな順序と方法で製品に仕上げるかということは示さない。設計図に基づいて工場が保有する人員の技能や機械の性能を考慮して最適の方法を決めるのが手順計画である。すなわち品質面の要求を満たし、人や機械の最大能力を発揮させるための計画である。この場合生産量が、作業方法を決める重要な条件となることに注意しなければならない。例えば多量生産であれば多少の費用を投じて特別な治工具を利用する方が有利となる。手順計画ではこのように、単に作業方法を考慮するだけではなく、工程の合理化を心掛けることも重要なポイントとなる。

手順計画は新設計製品や試作品研究の場合を除いて、類似製品の繰り返し生産計画では、特に工作法を変えない限り毎回計画する必要はない。

手順計画において計画すべき主な項目を下記に示す。

- 1) 作業工程の順序と内容
- 2) 組立作業の順序と取り付け部品
- 3) 各工程に必要な職種と人員数
- 4) 各工程に必要とされる機械設備と特殊治工具
- 5) 各工程の必要時間

6) その他の事項－材料取りの方法、材料の準備区分、工程分類、担当職場等

よく工程管理には相当の技術と経験とを必要とするといわれているが、実際には工程管理業務の中で、工学的な設計技術や工作技術を要するものは手順計画である。工芸課で手順計画をしっかりとやっておくならば、他の業務は比較的経験の乏しい事務員でも十分にやっていけるものである。

(2) 手順計画による合理化

手順計画を進めることは「作業任せ」「現場任せ」のいわゆる「成り行き管理」の状態から脱却して、「計画的管理」を行うための第一歩といえる。手順計画立案に際しては、この点を良く考慮して工程の合理化に結びつける。手順計画の実施に入る時には次のような項目に留意する必要がある。

1) 生産計画に対する考慮

同じ製品を作るにしても、生産量によって生産方式が違ってくる。その製品の生産量がどれくらいであるか、将来どれくらいの期間生産が継続するかということを考えて、工程の別け方、流し方、加工方法、組立方法、使用治工具、担当職場等を決めなければならない。

2) 生産設計的な考慮

加工方法、組立方法の容易化や材料取りの合理化、歩留まりの向上のためには、ある程度設計の変更が必要となってくる。特に多量生産の場合には、工芸課の担当者から設計部門に対して、このような提案を進める態度が重要となってくる。

3) 現有能力の合理的利用

なるべく現在保有している機械設備の性能、精度や、作業者の技能程度に適合するような作業方法とする。そのためには、このような現有能力の定量的な資料を整備すると同時に、能力増強のための設備計画や技能者の能力開発計画も必要となってくる。

4) 工程系列の並列化

大物の組立作業については、一連の直列的な系列となっている工程を、平行的に作業ができるように分解する。つまり単一的の工程系列を並列型にすることで、幾つかの部分組立を平行的に行って、最後に総合組立を行うような分割組立方式を採用することである。これによって作業が簡易化し、分業化が促進されるとともに、生産期間も短縮可能となる。

5) 工程の細分化

手作業又はこれに準ずる作業については、これを細分化して多くの工程に分けると効果がある場合がある。一つの工程の受け持ち範囲が狭くなるため、作業者の習熟が容易となるので能率が向上し、生産期間も短縮される。ただし、この場合には作業者の習熟による能率の向上が不可欠の条件であり、製造部門の管理機能や作業組織、レイアウトへの適合性を充分考慮しないと、分業制により逆に生産期間が長くなるおそれがある。

6) 加工方法の機械化

作業能率を向上させるために、治具、取付具を設計し、又専用機械等の利用を図る。

7) 材料取りの方法の合理化

材料の歩留まりを向上するとともに、作業も容易化するように、設計あるいは購買部門に素材の形状寸法を指定し、要すれば切断工程に対して材料取りの方法も指示する。

(3) 工作技術部門の役割

工作技術部門（工芸課）は煉化分廠での手順計画立案の中核部門である。工芸課は生産に関わるエンジニアリングセンターとしての責任がある。設計部門と密接な連携のもと、生産開始前の検討を行ない、製造部門のみならず工場内各部門に技術情報を提供するのが工芸課の重要な役割である。工芸課の業務内容としては次のような項目が考えられる。

1) 製品製作の基本方針及び手順計画の取り纏め

2) 管理量の算出

・部材重量・溶接長・溶接材予量・切断長・塗装面積等

3) 工事要領書の策定

・野書要領・開先加工要領・板曲げ加工要領・組立要領・足場計画・吊り上げ要領・溶接要領・熱処理要領・水圧（気密）試験要領・表面处理、塗装要領・出荷、梱包要領・治具計画等

4) 設計審査、図面検討への参加

5) 生産開始後の監視と不具合は是正

6) 工事終了後の実績取り纏めと分析

- 7) 作業改善及び標準化への取組
- 8) 実績工数の分析と標準工数の取り纏め
- 9) 人材育成

2-5-5 工数計画

(1) 工数計画の意義

工数計画とは、中日程計画によって投入される生産量と、手順計画で指示される仕事量とをある期間について纏め、その期間における総負荷と生産能力との関係から調整を行なう計画である。生産量の表示方法は通常生産数（個数、品数、重量、長さ、面積等）が用いられる。仕事量は作業時間あるいは機械時間で表示される。

ここで工数計画に使われる言葉の意味を次のように定義づける。

- ・作業時間 作業にかかる時間（条件によって変わる）
- ・標準時間 作業を管理するための基準となる標準の時間（段取りなどの一部の間接時間を含む基準時間ということもある）
- ・実績時間 実際に直接作業に費やした時間
- ・能力時間 作業可能な最大の時間数
- ・工数 作業時間の実績

以上のごとく単純な定義づけを行い、これから述べる言葉の持つ意味を次に示す。

- ・標準工数 作業を管理するための基準となる作業時間を集積したもの
現有機械設備を用いて、通常の作業を平均的技術レベルの作業者が行うに必要とする作業時間の集積である
- ・能力工数 現有機械設備を使って各職場が毎日、毎月あるいは毎期どれだけ作業できるかその集積したもの
- ・実績工数 現有機械設備を使って現在の作業者の技術レベルで作業を行い、日々、月々に発生する作業時間を集積したもの

能力工数は実績工数をいくらか上廻った値である。すなわち作業者あるいは機械設備が一日一杯稼働して消化し得る生産のための工数を示す。これ以上は補充なり補強なりしないと増大しない限度を示す。標準工数は、実績工数にいくらかの余裕を持たせた状

態を指し、日々の生産活動で、多少の出入りのある作業日程のずれから発生する不稼働時間も含んでいることがある。この割合をいくりにするかは工場の設備の状況、作業者の仕事に対する考え方、モラルによって変わってくる。

(2) 標準工数の採用

工数計画は標準工数と能力工数との対比による職場あるいは工程の負荷の調整計画である。蘭州石油化工機器廠では、標準工数に本社労働人事教育部が設定した工時定額を使っている。工時定額は一般的にこのような工数計画には馴染まない言葉で、工程ごとの作業時間で時々見直しされる、作業者の勤務状況の評価のための基準時間と解釈される。事実工場の実情からみて実績工数との乖離が非常に大きいのではないかと推察される。

一般に標準工数の設定の目的としては、

- 1) 作業能率測定の基礎及び作業改善への足がかりを作る
- 2) 作業員訓練のための標準を明らかにする
- 3) 原価見積りの基礎とする
- 4) 生産計画策定の基礎とする — 基準日程及び工数計画

等がある。煉火分廠にとってすべての点で、工時定額とは違った形での標準工数の設定が必要であるが、特に生産計画の基礎としての標準工数の精度向上が必要である。

$$\text{標準工数} \times \text{仕事量} = \text{生産計画工数}$$

の計算式が成り立つと工程管理は組織だって実施することが可能になる。

標準工数を採用することにより職場の問題点が顕在化してきて早めに具体的な対策がとれる。

(3) 標準時間の把握

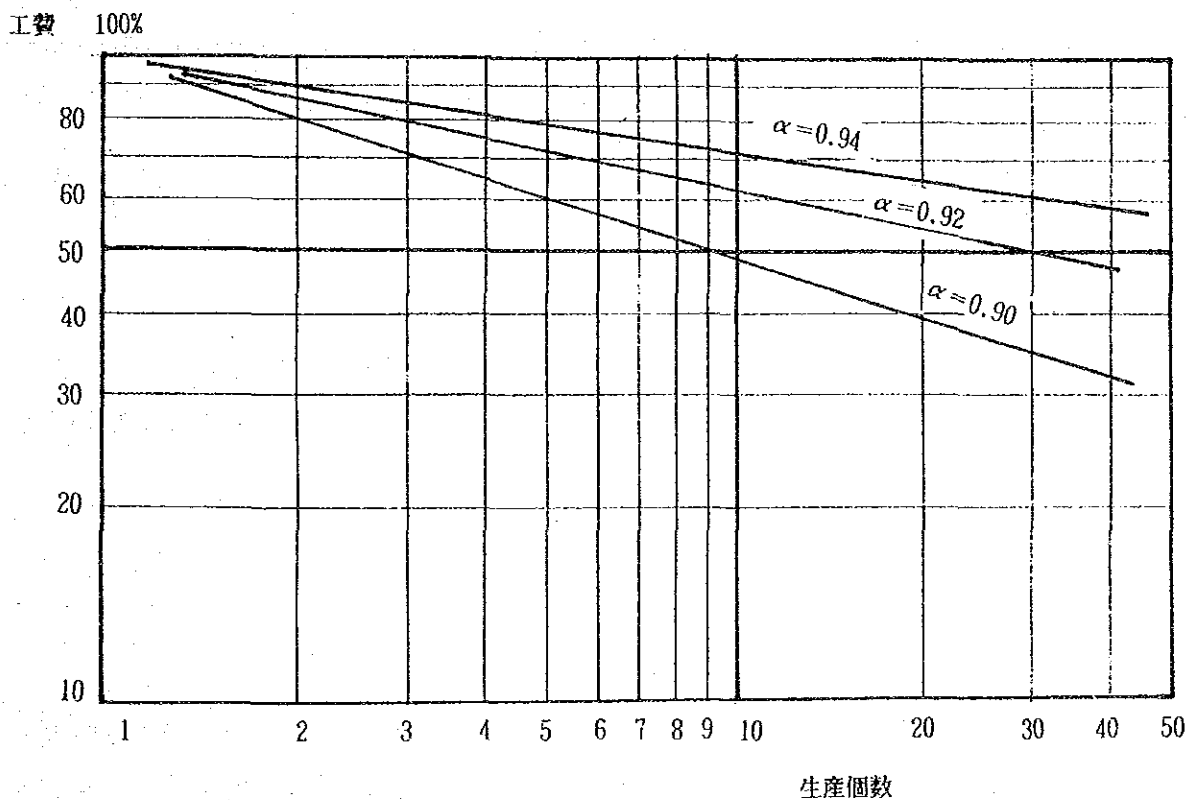
標準工数の基となる標準時間は、所定の標準的な作業条件の下に、決められた作業方法で、その作業について一定の習熟期間を経た作業員が、標準の努力で仕事を遂行するに要する時間である。必要とあらば各職場の生産能力、各作業員の能力を知るうえでも各工程ごとの時間分析 (time study) を実施して、関係者合意のうえで標準時間を決めるべきである。しかし、現実の問題として、時間分析による標準時間の見直しには膨大な人と時間を必要とする。

日本に於ける標準時間の設定に、製造現場のベテラン作業者が、体験的に把握している時間を基礎として効果をあげている例がある。このような体験的見積法では査定者によるばらつきが多く、又概して作業者に甘く見積られる懸念があるが、結果的には体験による見積り時間の方が、管理部門の基準数値よりも少ない数値を示す例が多く、生産性の向上と工期の短縮に効果をあげている。

工芸課で発行している零件総合明細書（表Ⅳ-3-4-3参照）に記入する実績時間の精度をあげ、これを集計分析して標準時間の設定を図るのも一つの方法である。

工程管理業務上、作業能力を正しく把握することは重要な業務である。精度の高い標準時間を設定し工数計画を行うことが必要である。

標準時間は作業改善、作業の標準化等によって、常に新しい目標値に向かって改善の努力を続けることが重要である。同一製品あるいは類似製品の繰り返し生産の場合は、習熟曲線（図Ⅵ-2-5-4）が目標値にチャレンジする参考となるであろう。



図Ⅵ-2-5-4 習熟曲線

(BCG Product Portfolio Management)

(4) 工時定額のあるべき姿

工時定額は本社労働人事教育部により設定され賃金、ボーナスの計算基礎となっている。賃金、ボーナスは職場ごとの成績、個人の技術等級等によって決められているが、現行の工時定額値はやや甘くなっている傾向がみられ、個人の作業改善努力がはっきりと表面に出てこない。厳しい見方をすれば、現状のままで何等改善の努力をしなくても、ある一定以上の給与が保証されているシステムとなっている。また職場ごとの成績の基準が、月ごとの総生産重量となっているため、工程管理上の機能が全く働かないシステムとなっている。

蘭州石油化工機器廠が近代化を推進するためには、工時定額とボーナスの制度を生産管理とは切り離れた制度とし、作業者の改善努力、管理監督者の管理能力が別の形で評価できるような人事労務制度が望まれる。

(5) 作業の分析

標準時間の把握など工場の生産活動の実態を正しく把握し、合理的な改善を導くためには、作業の分析が必要である。作業の分析の手法を I E (Industrial Engineering) という。I E の定義は「人」「機械設備」「材料」の総合的なシステムの「設計」「改良」「導入」を行うとされている。多量の製品を扱う工場においては、

- ・工程分析
- ・製品工程分析
- ・運搬に対する考え方
- ・ラインバランス（作業の流れの効率化）

が重要である。その手法について文献より抜粋し、VI-2-5 工程管理の末尾に紹介する。

参考文献 「現場の I E テキスト」上、下

著者 石原勝吉

発行所 日科技連出版社

I E は技術者 (engineer) の仕事であるとされているが、現在日本では作業方法の改善、標準化、諸問題の解決等については、職長（工段長）、班長以下現場作業員にいたる現場の第一線監督者と従業員が自からの責任として行い、生産性向上に大きく貢献している。

2-5-6 作業手配

(1) 作業手配の領域

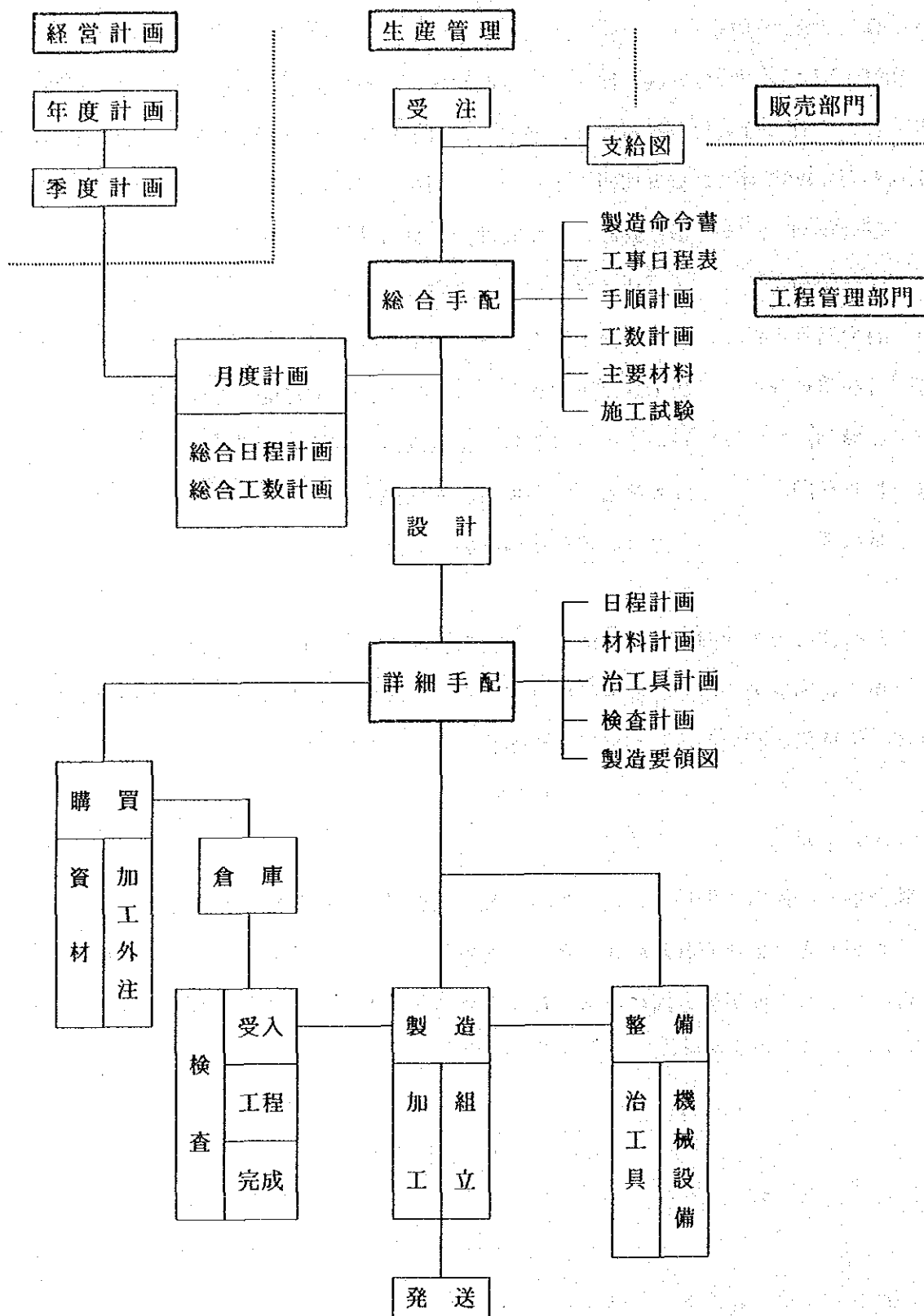
作業手配とは中日程計画に従って、生産関係の各部門に対して必要な指示を行なうとともに、それらの部門の業務遂行に必要な資料を提供することである。作業手配の領域すなわち手配の対象となる部門と主な指示事項を下記にあげる。

- 1) 設計部門 : 基本設計、生産設計図、材料準備表
- 2) 工作技術部門 : 工作要領書、特殊治具設計、管理量
- 3) 材料管理部門 : 材料準備表に対する材料の必要時期
- 4) 外注管理部門 : 加工外注すべき品目、作業工程、所要量、必要時期
- 5) 設備部門 : 特殊治工具の製作、機械設備の整備
- 6) 検査部門 : 受入検査、中間検査、完成検査
- 7) 試験室 : PQR、その他諸試験

手配業務は販売部門、設計部門、購買部門、検査部門、製造部門すべての生産部門にまたがる問題を扱うので、経営幹部（工場長）のスタッフ部門である中央管理部門（企画部、管理部、計画部等）が担当する業務である。

(2) 総合手配

総合手配の段階に於いて、個々の製品及び全製品にたいして、総合日程計画や総合工数計画が大まかに行われ月度計画として調整される。その結果は一定の手続きによって総合手配として関係各方面に連絡、指示される。このプロセスは次図のとおりとなる。



図VI-2-5-5 手配業務のプロセス

主な手配事項を示すと次のようになる。

- 1) 製造命令書： 個々の製品の受注に応じて発行配布される。
- 2) 工事日程表： 製造命令書に添付して契約より完成、納入までの各部門の基準日程が指示される。
- 3) 設計手配： 設計の仕様及び日程が指示される。大型製品の場合、仕様については受注に先だって行われる見積書提出の際に、営業部門と設計とであらかじめ協議されていることが多く、このような時は生産設計の展開の指示となる。客先より基本図が支給される場合も同様である。
- 4) 購買手配： 購買手配は設計図が完成しなければ指示できないが、この段階では客先支給図により明白な主要材料や主要部品のみを指示して、早期に発注を行わせる。受注確実な製品で、調達期間が長期間必要となることが予想され、製品の納期に影響を及ぼすおそれがある場合は、このような主要材料や主要部品の購買手配が受注確定に先行して指示されることがある。
- 5) 施工試験手配： 圧力容器製作に係わる施工試験の要領及び日程が指示される。施工試験の必要性は見積の段階で判断可能なので、上記同様受注確実な製品では先行手配の指示がなされることがある。

(3) 製造命令書

製造命令書は受注が確定した製品の生産活動開始のための命令書であり、工場におけるすべての生産活動に秩序を与え、その統制を容易にする工程管理の基本となる指示書である。したがって製造命令書は、販売部門が発行する受注報告書に対応して、工場の生産管理の中央管理部門が発行すべき性格のものである。営業部門が発行する受注報告書は、単に受注した製品の内容を報告するものであって、生産活動開始のための命令書ではないということをよく認識することが重要である。

表VI-2-1-6 受注報告書と製造命令書

| 受注報告書 (営業部門) | 製造命令書 (生産管理部門) |
|--|---|
| <p>契約番号</p> <p>顧客名 納入場所</p> <p>製品の内容 名称 仕様 数量 寸法 等</p> <p>契約内容概要 受注日 納期 受注金額 等</p> <p>見積原価</p> <p>予定利益</p> | <p>製造番号</p> <p>顧客名 納入場所</p> <p>製品の内容 名称 仕様 数量 寸法 等</p> <p>契約内容概要 受注日 納期 受注金額 等</p> <p>工事日程表</p> <p>製造原価 内訳 部門別実行予算</p> <p>主要材料表 内容 仕様 数量 納期 等</p> |

(4) 詳細手配

設計図が完成すれば、これに基づいて更に詳細な業務や作業に対する具体的な指示が出される。製造部門各職場に対する個人的な作業の指示をはじめ、購買部門に対する資材発注及び加工外注の手配、補助部門に対する治工具、機械設備、検査準備の手配等である。

詳細手配は一般的には、製造部長のスタッフとしての工程管理部門が担当するが、中央管理部門が引き続き担当する場合もある。業務所掌は組織形態によって異なり、中央集権方式か分権方式かによっても変わる。

(5) 生産準備工程の合理化

煉火分廠の工程管理上の問題点に、生産準備工程があげられている。生産準備工程の問題点とは、主として作業手配業務に問題があると考えられる。生産準備工程の短縮を図り、工程管理を近代化するには、工程管理全般及び作業手配業務の内容を良く理解し、現状のシステム及び組織の改善が必要である。

組織改善のための留意点を下記に述べる。

1) 経理部受注課の業務内容の見直し

経理部受注課の業務内容は客先との折衝により、製品の仕様、納期及び価格を決定し契約することである。すなわち販売部門である。販売部門である受注課に総合手配業務が入っている。製造命令書の発行、主要材料の手配、事前準備事項の指示である。総合手配業務は工程管理の重要な機能として、工程管理担当部門が責任を持つべき業務である。受注課の業務より除くのが妥当と考えられる。

2) 経理部計画準備課の独立

経理部計画準備課は、機能としては経営幹部に対する経営管理機能を補佐するスタッフ部門と考えられる。販売部門の受注課と計画準備課が、経理部として一つの組織となっているよりは、分離独立させ、販売と生産管理との責任範囲を明確にするのが妥当と考えられる。

3) 計画準備課と生産計画課

生産管理及び工程管理システムでの、計画準備課と生産計画課の業務内容を再検討する必要がある。総合手配 — 生産計画 — 詳細手配の工程管理のプロセスで、どの課が、どの機能を持ち、どのプロセスに責任を持つのか明確にする必要がある。

現状の業務所掌から考えて、計画準備課は経営計画としての生産計画、生産管理の中枢としての機能と工程管理における総合手配とに責任を持つ。生産計画課は月度計画としての工場全体の調整と詳細計画に責任を持つ。このように分けるのも一つの方法である。生産管理部として一つの部とし課を二つにするのも良い。いろいろな考え方があがるが、いずれにしても、機能が重複しないように、また間隙があかないようにする配慮が重要である。

4) 材料管理部門の確立

煉火分廠の生産準備工程の問題点の一つに資材の手配がある。材料計画の項でも述べたが生産に必要な資材を、日程に合わせて生産現場まで配送するまでのプロセスに対して、担当部門と業務内容を明確にする必要がある。

5) 製造部門の管理機能の強化

他の章でも述べられているが、製造部門である工段の管理機能が非常に弱いと判断される。工段は分廠長（副分廠長）の直轄となっているため、工作技術、工程、品質、原価、資材、すべての問題が、分廠長が自ら解決をしなければならない組織となっている。分廠長がいかにかスーパーマンでも処理しきれない。分廠長はもっと高度な工場経営に関する戦略を企画するべきで、日常の問題は製造部門で処理されるべきである。

製造部として独立した組織とし、製造部長—課長のラインと、スタッフ部門としての作業手配、生産計画、統制を行う組織を確立するのが必要と考えられる。工段長は課長の指揮下に入り、作業改善、部下の教育訓練の職務をもっと充実させるのがあべき姿であろう。

参考文献

工程管理便覧

日刊工業新聞社

工程管理

遠藤健児著

丸善株式会社

生産管理

横光俊治著

評言社

§ 1 工程分析

現場で製品を作る場合、材料が現場にはいつてから完成品となって出荷されるまでの過程は、その間に何台かの機械装置にかかり、何人かの作業者の手をへて、段階的に完成品として変化していく「流れ」としてとらえることができる。

この流れを工程といい、よりよい製品を、確実に、速く、安く、楽に作るために、工程の改善をたえず考えねばならない。工程の改善をよりの確に行うためには、工程の現状を正しくとらえ、そこから問題点や改善の着眼をうまく引き出していくことが大切である。

このための有効な I E 手法が工程分析であり、工程分析は、工程での「物の流れ」または「人の仕事の流れ」の状態を記号で表すことによって工程全体の基本的な問題点を把握する手法である。工程分析を正しく、有効に行うために、まず工程とは本来どのようなものかを考え直してみることが大切である。

(1) 工程とは

製品を作る場合、一人の作業者によってすべてまとめられていた仕事が、分業化、機械化されて、二人以上の作業者、複数の機械に分担されるようになると、作業者や機械が受け持つ作業のまとまりの単位ができてくる。このまとまり作業のつながりによって、素材が製品へと変化していく過程を工程という。

この工程の内容には、素材を製品へと変化させることを直接の目的とした加工と、その出来栄えをチェックする検査、次の工程に素材を運ぶ運搬、および工程間のバランスをとる停滞の 4 種類があり、これらは工程の最小単位といえる。すなわち、工程とは「材料が加工されたり、検査されたり、運搬されたり、停滞しながら、製品へと移り変わっていく過程」と見ることができるし、「加工工程、運搬工程、検査工程などという流れの一つの単位」と見することもできる。

これらを特に区別すると次のようになる。

- ① 製品の変化の過程…… 工程の流れ（工程系列）
- ② 製品の流れの単位…… 単位工程（加工、検査、運搬、停滞）

工程の流れを作っている加工、検査、運搬、停滞の意味と役割は次のとおりである。

加工とは、材料や製品の形や寸法、性質を変えたり、組み立てたり、分解したりすることをいい、工程の目的は材料を製品に近づけることであるから、加工は、こ

の目的を直接果たす工程といえる。したがって、工程中の加工の割合を大きくしたり、加工を効率化することが重要になってくる。

検査とは、材料または半製品、製品が、実際に、所定の品質または数量を満足するかどうかを基準と比較することであり、その合否を判定したり、前の工程の良し悪しを見たりすることでもある。検査は、製品を作る上に必ずしも必要ではなく、基準どおりの加工が行われていれば不要な工程であり、機械や工具、作業条件を整備することにより、ときどき製品をチェックすればよいようにする必要がある。

運搬とは、材料または製品の位置を変えること、すなわち、次の工程へ物を移動することである。運搬は、加工や検査を結びつけるというはたらきをするが、材料を製品に変えるはたらきはないので、できるだけ回数を少なくし、距離を短くすることが大切である。

停滞とは、物が加工も検査も運搬もされないで、一定の場所にとどまっている状態をいい、うっかり見落とされがちであるが、加工、検査、運搬の前後にしばしば生じている。停滞は、加工や検査工程の時間調節をし、手待ちをふせぐというはたらきをすることがあるが、工程の目的から見ると、全く不必要なもので、できる限り取り除くことが大切である。

これら四つの工程を表1の図示記号で示すことによって、工程の流れを分類し、図表化することができる。

以上は、工程を製品の流れで見たが、一人の作業者が場所を変えながら仕事をしている場合も、同じ考え方ができる。すなわち、作業者の行動を、作業、移動、手待ち、検査に分けることにより、作業者の行動、工程の流れとしてとらえることができる。

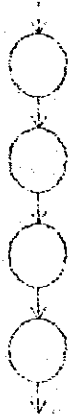
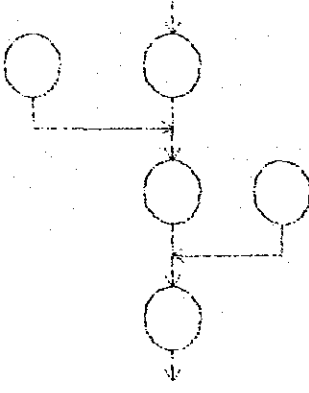
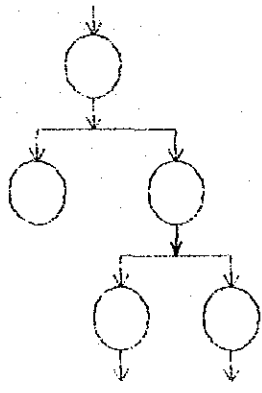
しかし、工程の流れは、加工、運搬、検査、停滞が一定の順序ある流れ方をしているのではなく、製品や作業によっては組み合わせさったり、枝分かれしている場合が多い。

基本的には、表2の「工程の流れの形」に示すように、単一型、組立型、分解型の三つに分けることができる。一般にはこれらが組み合わせられて一つの製造工程を形づくっている。この工程の流れをスムーズにし、より確実に、より速く製品を作るためには、工程全体の現状を把握し、問題点を改善していかなければならない。このための有効な手法が工程分析である。

表1 工程の内容と図示記号

| 図示記号 | 工程名 | 内 容 | 例 |
|------|-----|-------------------------------|----------------------|
| ○ | 加工 | 材料の形・質を変える。 品質を作りこむ。 | リード線を半田付け |
| ● | 運 搬 | 材料・製品の位置を変える。 加工や検査を結びつける。 | 検査台へ運搬 |
| □ | 検 査 | 品質・数量のチェック。 加工の出来栄をみる。 | 半田付具合、外観および特性を 検査 |
| ▽ | 停 滞 | 時間のみが経過する。 時間調整、ムダな待ち。 | 次工程への運搬待ちの停滞 |

表2 工程の流れの形

| 種 類 | 単 一 型 | 組 立 型 | 分 解 型 |
|------|---|--|---|
| 説 明 | 一つの材料から一種類の 製品が作られる場合 | 多くの部品が組み合わされ て一つの製品が作られる場 合 | 一つの材料が枝分かれ して多くの製品が作ら れる場合 |
| 図 例 |  |  |  |
| 主な工程 | ・機械加工工程 ・鋳造工程 | ・組立工程 | ・装置工程 |
| 例 | ・ダイカスティング ・部品のプレス加工 | ・ラジオの組立 ・部品の組立 ・スピーカーの組立 | ・化学処理、エッチン グ、成型製品 |

(2) 工程分析とは

現場で製品をより確実に安く、速く、楽に作るには

- ① ムダな工程や作業をなくす。
- ② ムダな停滞がないようにする。
- ③ 順序を入れ替えてみる。

など、作業者の動きを少なくし、材料の流れをよくすることを心がけることが大切である。

このように、一つ一つの工程とか作業をうまく結びつけ、工程の流れとして最も効率のよいものを捜し出していくことは、分業の効果を最大限に引き出す有効な方法といえる。そのためには、まず工程の順序に従って、「現状を細かく」「ありのままに表し」、これによって「問題点をつかみ」「改善の見通しをつける」ことが大切である。このための基本的で有効な手法が工程分析である。

工程分析とは「材料や部品が工場内を加工されながら流れていく順序を、製品または作業者について、決められた記号を用いて分析、図表化し、総合的、根本的に工程の流れを改善するための手法」と定義できる。工程分析はIE手法の中でも稼働分析と並んで最も基本的な手法であり、かつ問題整理の手法である。

改善活動の本質はいきなり気づいた問題を処置するのではなく、まず全体を把握し、問題点の大きさを位置づけて解決してゆくことがポイントである。

(3) 工程分析のねらいと用途

工程分析のねらいは「工程の現状を全体的な立場から知り、問題点をつかむこと」であり、具体的には次のようになる。

1) 工程の現状の概略を知る

- ① 工程の流れを順序だてて把握する。
- ② 工程の前後関係を明らかにする。
- ③ 各工程のおおよその時間を知る。
- ④ 工程のバランス状態を見る。

2) 工程の問題点を見つけることができる

- ① ムダな工程を見つける。
- ② 工数が多いなど、問題となる工程を見つける。

③ 停滞や手待ちなどのあそびを見つける。

以上のねらいから、次のような用途が考えられる。

① 工程の流れをよくするための問題工程を発見する場合に活用できる。

② 問題工程を詳細に分析し、改善するための基礎資料として活用できる。

③ 工程改善や作業改善を報告するときに、工程系列全体を図表でわかりやすく、共通の言葉で説明する場合に活用できる。

などを挙げることができる。

(4) 工程分析の種類

工程分析には、分析の対象として「物の流れを中心に分析する方法」と「人の動きを中心に分析する方法」とがある。対象によって製品工程分析と作業工程分析に分けることができる。また、作業者と機械との関係や共同作業をする複数の作業者の関係を分析する手法として、組合せ作業分析がある。

1) 製品工程分析

材料、部品、製品等の生産対象が、加工や検査を受けながら変化してゆく過程を物中心に表す方法である。この手法は何人かの作業員、何台かの機械が一つの製品をつぎつぎと取り扱っている工程を分析する場合に適している。

2) 作業工程分析

作業員の製品や生産対象物に対する働きかけを作業員中心に表す方法である。

一人の作業員が場所を変えながらいくつかの製品や機械を扱っている工程の分析に適している。

3) 組合せ作業分析

作業員と機械、あるいは複数の作業員の共同作業について、お互いの時間関係を知るときに用いる手法である。

これら三つの手法を分析の目的や工程の状態により、うまく使い分け、必要な情報や有効な結果に結びつけていくことが大切である。それには、適切な手法の選方を身につけておく必要があり、表3は、各手法の目的、利点、欠点をまとめたものであり、適切な手法を選ぶための参考となる。

表3 工程分析の種類と特徴

| 手 法 | 製品工程分析 | 作業工程分析 | 組合せ作業分析 |
|-------|--|---|---|
| 目 的 | 製品の流れを知る。 | 作業者の仕事の流れを知る。 | 人と機械、人と人の時間関係を知る。 |
| 工程の特徴 | ・何人かの作業員、何台かの機械によって、同じ製品が次々と造られている場合。 | ・一人の作業員が場所を変えながら、いくつかの製品や機械を扱っている場合。 | ・一人の作業員が何台かの機械を取り扱っている場合。 ・何人かの作業員が共同で一つの仕事をやっている場合。 |
| 利 点 | ・物が流れている場合はどのような工程でも分析できる。 ・管理工程図を参考にすると簡単に分析できる。 | ・作業員のムダな動きを簡単に見つけることができる。 ・作業員自身が作業方法を改善するのに有効 | ・互いの時間関係から、あそび時間が簡単にわかる。 ・人や機械の稼働状態を図表で知ることができる |
| 欠 点 | ・作業員の行動がわからない。 | ・作業員により、分析結果の異なることがある。 ・実際に作業員を追って観察しなければならない。 | ・互いに時間関係がない場合は分析しても意味がない。 ・ある程度正確な時間値を求める必要がある。 |

(5) 工程分析を行う際の注意事項

工程分析をうまく行うための注意すべき点を示すのでよく理解して、効果的な分析を行う。

1) 分析する対象をまちがえないようにする

分析する場合、その対象を「製品」にするか「作業員」にするかは最初から明確にしておく必要がある。最初「モノ」中心で分析しているうちに「ヒト」の分析を混入してしまうことがよくあるので注意しなければならない。

2) 分析を確実にし、改善活動に結びつけるために、分析の目的を決めておく。

分析の目的を具体的に決めると、分析の要点、調査項目が明確になり、確実に、要領よく、分析できる。ただ何となく分析を行っても、改善のアイデアは出てこない。

3) 分析のれがなないように、最初に分析の範囲を決めておく

分析をどこからどこまで行うのか、その範囲をあらかじめ決めておく必要がある。分析する範囲は、工程系列の一部であるから、分析のれや、分析後の混乱をさ

けるために工程の始めと終わりをはっきりさせておくことが大切である。

4) 実際に作業場で作業者といっしょに考えながら分析する

自分一人で分析したり、実際の作業を見ないで分析したりすると、抜けや間違いをおかし、またよい改善のヒントも生まれない。作業者と一緒に考え、作業者の意見を聞きながら分析することが大切である。QCサークル活動を通じて分析を行うことも一つの方法である。

5) 工程の流れが変化する場合は、最も基本的な生産の流れに基づいて分析する

生産予定量の変化や至急品の割り込みなどにより、工程の流れが変わる場合、どのように分析してよいか迷うことがある。このような場合は、基本の流れについて分析を行い、工程の流れが変化する点は参考として記録しておき、しばしば流れが変わる場合は、各々の場合ごとに分析をする。

6) 分析中に改善のアイデアを考えておく

工程分析では、分析結果から改善案を導くよりも、分析の過程で改善のアイデアを出していく方が効果的である。分析中にたえず5W1H質問法やチェックリストにより各工程をチェックし、問題点や改善着眼点を記録しておくことが大切である。

7) 改善案を出す場合は、工程の流れ全体の改善からまず考える

改善を行う場合、でてきた問題点について、手あたりしだいに改善を考えるよりも、工程全体の改善ができないかをまず考え、次に詳細な分析をすることが大切である。たとえば、10メートルの運搬を改善する場合、全体を考えてレイアウトを変更することによって、その運搬をゼロにできることがある。

運搬だけ改善すると、その改善がムダになることがある。

§ 2 製品工程分析

(1) 製品工程分析とは

製品工程分析とは「工程を材料、部品、製品などが、加工されながら完成品へと変化していく流れの状態を、加工、運搬、検査および停滞を表す記号により分類し、線で結んだ図表を作ることによって、物の流れの大すじをつかむための手法」である。また、各工程の作業内容、使用機械、治工具、所要時間、運搬距離などの条件を調査、記録することにより、製品の流れに関する問題点を見つけ、改善の見通しをつけることができる。

分析に用いる記号は表4「製品工程分析図示記号」のように定められている。工程はすべてこの四つの記号で表すが、工程の担当部署を区別したり、途中の工程を省略したいときなどは、表5「補助図示記号」を用いる。

以上に述べた記号は基本記号であり、さらに詳しく調べるには表6「工程図示詳細記号」を使う。

表4 製品工程分析図示記号 (JIS Z 8206)

| 記号 | 工程名 | 内 容 |
|----------|-----|--|
| ○ | 加工 | 材料、部品または製品が、作業の目的に従って形状、寸法、性質等の変化を受ける状態、あるいは次の工程のために準備が行われる状態をいう。 |
| ○ (⇒) | 運搬 | 材料、部品または製品が、それ自体、なんの変化も受けずにある位置から他の位置へ移動される状態をいう。 注) 記号の大きさは加工の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ とする。 |
| □ | 検査 | 材料、部品または製品の品質、数量などを測定し、基準と比較して合否または適否を判定することをいう。 ただし、これに伴う準備、整理などを含む。 |
| ▽ (D) | 停滞 | 材料、部品または製品が、加工または検査されないで停止または貯蔵されている状態をいう。ただし、停止と貯蔵を区別するときは、停止をDで表す。 |

表5 補助図示記号 (JIS Z 8206)

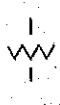


| 記号 | 意味 | 内容 |
|---|-------------|---|
|  | 所管別 区分 | 生産工程を図示するに当たって、管理上、その所管する部門を区別する場合がある。その場合は、工程系列を表す線に破線記号を加えて所管区分を図示する。 |
|  | 工程図示の 省略 | 工程の一部を省略して図示する場合がある。この場合は、工程系列を表す線を中断して直角に2本の細線をいれて図示する。 |
|  | 廃却 | 生産工程中に、原料、材料、部品または製品を廃却する場合がある。この場合は、工程系列を表す線の末端にXの記号をつけて図示する。 |

表6 工程図示詳細記号

| 基本記号 | 工程名 | 内容 | 詳細記号 (例) |
|----------|-----|-----------------------------|---|
| ○ | 加工 | 物が変形、変質、組立、 分解される工程 | ③ 第3加工工程 Ⓟ B部品の第5加工工程 Ⓢ 加工中に検査を同時に行う (外側が主となる工程) |
| ○ (⇒) | 運搬 | 物の位置が変化される工程 | Ⓜ 男子工による運搬 Ⓣ 手押車による運搬 |
| □ | 検査 | 物が検査される工程 | ◇ 品質の検査 □ 数量の検査 Ⓢ 品質と数量の検査 (品質が主) |
| ▽ | 停滞 | 物が停滞している工程 (変化を目的としない停滞) | △ 素材の貯蔵 ▽ 部品半製品、製品の貯蔵 ▽ 工程間の停滞 (D) ☆ 加工中の一時停滞 |

注) ○□◇のうちいずれか2つ以上が同時に行われる場合には記号を重ねて書く。

これを複合記号といい、主になるほうを外側にする。

(2) 製品工程分析のねらいと用途

製品工程分析は、製造工程における材料や製品の流れの状態を図表化する方法であり、次のようなねらいがある。

- ① 製品の流れを順序だてて知る。
- ② 製品の流れを加工、運搬、検査、停滞の状態で把握し、その回数や時間の比率を知る。
- ③ 製品の運搬の状態を知る。
- ④ 製品の停滞場所を見つける。
- ⑤ 製品がスムーズに流れない原因を見つける。

また、次のような用途が考えられる。

- ① 製品の流れに関する問題点を把握する場合に活用する。
- ② 各工程を詳細に分析し改善するための基礎資料として活用する。
- ③ 工程のバランスを検討するための資料として活用する。
- ④ 工程改善の目標を設定する場合に活用する。
- ⑤ 工程改善の効果の確認をする場合に活用する。

(3) 製品工程分析のやり方

製品工程分析は、工程の流れを製品の流れとしてとらえ、記号を活用し、図表化することによって、工程の問題点、改善点のアイデアを見つける方法で、実際に工程を観察したり、聞き込みを行って分析する。次に、基本的なやり方を手順で示す。

1) やり方の手順一覧表

- 手順1 分析する目的を決める。
- 手順2 工程の範囲を決める。
- 手順3 分析対象となる製品を決める。
- 手順4 分析の日程計画をたてる。
- 手順5 予備調査をする。
- 手順6 分析の準備をする。
- 手順7 分析用紙に必要事項を記入する。
- 手順8 工程の内容を調べ4種に分類する。
- 手順9 調査事項を各項目の欄に記入する。

手順10 結果を整理し、総括表を作成する。

手順11 流れ線図を作成する。

手順12 分析結果を検討し、改善案を立案する。

2) 製品工程分析の具体的手順

手順1 分析する目的を決める。

目的によって分析の精度や結果のまとめ方が違って来るから、まず最初に何が問題なのか、目的は何かをはっきり決めてから分析にかかること。

たとえば

- ① 工程全体の工数をへらす
- ② 工程間のバランスを整える
- ③ レイアウトの改善を行う
- ④ 作業の改善を行う

など、目的を具体的に決めることによって、分析の要点、調査項目などをはっきりさせることができる。また、要領よく確実に、速く分析することもできる。

手順2 工程の範囲を決める。

どの工程からどの工程まで分析する必要があるのか、分析の目的を考え合わせて決める。分析図表はより広い工程系列の一部分であるから、分析の始めと終わりをはっきり決めておかないと、余計な調査をしたり、調査し忘れたりする。また、分析後、範囲が混乱したり、分析目的により違って来るが、たとえば部品、材料や完成品の保管など、他部署との境界等を明確にし選ぶこと。

手順3 分析対象となる製品を決める。

分析しようとする工程の製品は、普通1機種だけではないから、対象とする製品を選ばなければならない。次に示すような工程を代表する製品を選ぶこと。

- ① 生産量が多くその工程の主力となる製品
- ② 流れの順序が一定している製品
- ③ 工数が多いなど問題のある製品

手順4 分析の日程計画をたてる。

分析する日時、期間と分析者を決め、日程計画をたてる。ただし、対象として選んだ製品がその日に流れているかどうかを確認する必要がある。また、I E担当課など他部署の人と共同で分析する場合には、日程を十分調整しておかなければならない。

手順5 予備調査をする。

間違いなく、しかも要領よく分析するには、予備調査が必要である。調査では下表に示す資料を準備し、工程や製品の知識を再確認する。よく知っているからといって、予備調査を行わなければ、有効な分析はできない。このような情報収集活動が現場のI E活動では重要なのである。

表7 予備調査準備資料

| 項目 | 資 | 料 |
|----|--------|------------------|
| 方法 | ◎製造規格 | ◎製造法規格 ・作業指導書 |
| 製品 | ・設計図 | ・検査基準 |
| 材料 | ・材料基準 | |
| 設備 | ◎配置図 | ・設備一覧表 |
| 生産 | ・生産予定表 | |

注) ◎印は最も必要な資料であるから、必ず予備調査しておくことが大切である。

手順6 分析の準備をする。

用具

- ① 分析用紙（ワークシート）
- ② 筆記用具（観測板があれば準備する）
- ③ 観測用の腕時計（またはストップウォッチ）
- ④ まき尺（配置図があれば不要）
- ⑤ メモ用紙

資料

- ① 予備調査資料
- ② 工程分析チェックリスト

手順7 分析用紙に必要事項を記入する

分析にはいる前にまずわかっている事項を分析用紙に記入

- ① 工程系列名 …… 工程系列全体を示す名称
- ② 分析範囲 …… 分析の始めの工程と終わりの工程
- ③ 製品名 …… 工程を流れている製品の名称
- ④ 分析対象 …… 製品工程分析と作業工程分析の区別
- ⑤ 氏名 …… 分析者名
- ⑥ 所属 …… 工場、課名、グループ名
- ⑦ 年月日 …… 分析した年月日

また、必要に応じてメモ用紙などに製品、材料配置の略図を記入しておくことも必要である。

手順8 工程の内容を調べ4種に分類する。

工程内容を順に調べ、加工、運搬、検査、停滞に分類する。製品工程分析の対象は製品であるから、作業者の仕事と混同しないように注意することが大切である。そのためには、たえず「製品がどのようにして造られているか」と常に検討することが大切である。また、製品の造られている状態を見るだけでなく、「何のためにこのような方法で造るのか」というように、目的で見ていかなければならない。たとえば、製品が一時停滞している場合でも、「冷却」や「エージング」が目的ならば、その工程は加工になるわけである。

工程の流れを分類する際に、管理工程図やQC工程図との比較を行うと、分析を簡単に行うことができる。また、管理工程図と現状との違いを知ることができる。

工程を加工、運搬、検査、停滞の四つの記号に分類できたら、工程分析表にその記号を線で結び、工程の内容をわかりやすく記入する。

手順9 調査事項を各項目の欄に記入する。

工程の分析ができれば、次に各工程についての時間、数量、運搬距離、設備などを調査する。調査項目は、表8「製品工程分析調査項目」の通りだが、必ずしも全部調査する必要はない。分析の目的や精度などにより、必要なものを選びだして調査する。調査は、分析範囲内のすべての工程を分類した後

でも、手順8と同時に進めてもかまわない。

調査した内容を分析表の各項目の欄に記入し、分析表に項目のない調査事項がある場合は、備考またはメモ用紙などに各工程との対応をわかりやすくつけて記入する。

表8 製品工程分析調査項目

| 工 程 | 主 体 | 場 所 | 時 間 | 方 法 |
|----------|--|-------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 加 工 ○ | 作業者（職名、人数） 機械設備（名称、機番、 台数、材料、部品） | 作業場所 | 加工時間、 単位時間当 り生産数量 | 加工部位、加工順序 加工条件、主要治工具 |
| 運 搬 ○ | 作業者（職名、人数） 運搬設備（名称） 運搬手段（名称） | 運搬距離 経路、 回数 | 運搬時間 | 1回の運搬回数、積込み ・積み降り方法、 使用工具 |
| 検 査 □ | 作業者（職名、人数） 検査機器（名称、精度） | 検査場所 | 検 査 時 間 | 検査箇所、検査方法、 規格、不良率 |
| 停 滞 ▽ | 保 管 責 任 者 | 置き場所 保管場所 | 停滞時間 停滞数量 入出庫月日 | 容量、置き方状態 |

注) 場所、時間、方法に分類してあるが、それぞれの項目内容に重要度A, B, Cで評価して、重要なものから調査項目としてとりあげること。

手順10 結果を整理し、総括表を作成する。

一通り分析が終われば、「分析もれ」「まちがい」がないか、もう一度工程の順をおって確認し、必要に応じて補足調査をする。確認が終われば、工程数、時間、距離などの合計を求め、総括表を作成する。総括表は、各工程の回数や時間の比率から大まかな問題点を見つけたり、改善案との比較を行うために必要となる。必ず総括表を作成する。

手順11 流れ線図を作成する。

配置図に、製品の流れを分析記号を用いて記入する。流れ線図は、配置図上に実際の製品の流れと同じように表すことができるから、レイアウト上の問題点、たとえば、

- ① 流れが逆もどりしている。
- ② 流れが交差している。

- ③ 流れがジグザグである。
- ④ 流れを妨害するものがある。
- ⑤ 不必要に遠回りしている。

などの問題点が明らかになってくる。

流れ線図を書く場合、運搬の方向をはっきりさせるために必ず運搬記号⇒にするか、線に矢印をつける必要がある。

手順12 分析結果を検討し、改善案を立案する。

分析結果が整理できれば、分析表や総括表、流れ線図から、工程の流れ全体の検討を行い、各工程に対しては5W1H法、チェックリストなどによって改善案の構想をたてる。この際、特性要因図、パレート図、ヒストグラムなどを使って図表化すると非常に効果的である。改善後の製品の流れを製品工程分析表に表わし、新旧の工程数、時間などを比較し、改善の効果を確認する。

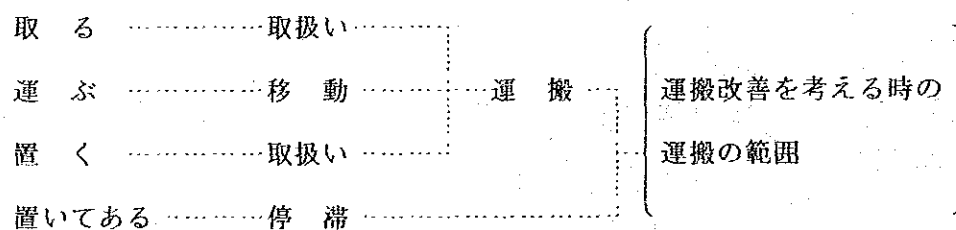
§ 3 運搬に対する考え方

(1) 運 搬

運搬とは文字どおり物を運ぶことであり、工場内の運搬は「各工程に必要な物を供給するために物を運ぶ」ことである。運搬は加工と違って製品を形づくるために直接貢献するものでなく、運搬だけでは価値を生み出さない工程である。しかしながら、限られた「スペース」「人」「時間」で製品を能率よく生産するためには、物をいかにうまく流していくかということが鍵となる。

特に製品の品質や生産能率を向上するために、工程が分業化、細分化するにつれ、工程編成はますます長くなり、各工程間をつなぐ運搬の果たす役割が重要視されてくる。すなわち、生産工程の停滞が少なくしかも仕掛品を工程内に停留させずスムーズに製品が流れるように運搬を考えることが大切である。

運搬は単に物の移動だけでなく「物を積んだり」「おろしたり」「並べたり」する取扱いも含まれる。運搬は「物の位置の変更（移動）と物の置き方の変更（取扱）」を意味し、「運搬の時間、コスト、製品品質への影響は物を移動している間より物の取扱いの間の方が大きい」ことを忘れてはならない。また「物が運搬される前と後の保管や貯蔵、すなわち物が運搬されておらず停止している状態も運搬の一部と考えること」も運搬の改善を検討する上で重要なことである。



(2) 運搬改善の必要性

生産工程は大きく「加工」「運搬」「検査」「停滞」に分けられる。この中で加工と運搬が生産時間の大半を占め製造コストに大きな影響を及ぼし、しかも加工と運搬とは一体のものであり、加工前後にはほとんどの場合運搬が伴う。また停滞も運搬のやり方の適切さによってかなり削減される。運搬は工程に必要な物を適時、適量、適切に供給し、スムーズに生産を進めるための重要な働きをになっている。

工程が物の流れであると考えたと運搬がうまくいっているということは、とりもなおさず工程がうまく流れているということになる。

ところが、往々にして運搬の目的や重要性が認識されず、工程の流れと運搬の関係を正しくつかんで工場内の一環した物の流れという観点から検討していないことがある。したがって、個々にはよい運搬のやり方に見えても、全体として運搬工程を分析すると意外にムリ、ムダ、ムラな運搬が多く発生している。

生産規模が拡大し製品品種や生産方式が急速に変化していく中で運搬の改善だけがとり残され、後まわしにされ「運搬の機械化、自動化が不十分であったり」「直接作業者が運搬のために多くの時間をとられている」こともある。運搬においては物の取扱いや運搬に全身を用い労力を使うことから疲労や災害の原因ともなり、運搬が多いほど品質の劣化も進み、工程の管理もやりにくくなる。

工場における運搬改善の重要性を次に示す。

- ① 加工費の25～40％は運搬費である。
- ② 工程所要時間の80～90％は運搬および停留時間である。
- ③ 工場災害の約85％は運搬作業で発生している。

また、運搬とコストとの関係を示すと

- ① 運搬が増えると運搬部門の費用が増える。
- ② 直接作業者が運搬作業をすると生産と同じレートで費用がかかる。
- ③ 運搬により、物や設備や人に損害が生ずる。
- ④ へたな運搬により、スペースが浪費され、そのコストがかさむ。

運搬工程は直接の価値を生み出さない工程であるから、まず運搬をなくすことを第一に考えることが大切で、その上でどうしても運搬が必要であれば最小限の運搬にし、距離、時間、回数をへらすことが必要である。必要な運搬については、できるだけ「人力を省き」「傾斜や車などを利用し」「運搬に必要な人員や疲労を最小限にする」ことが大切である。しかも、できれば運搬におけるコストは運搬の目的に合った必要最小限のコストにおさえるように改善することも大切である。

(3) 運搬改善のねらい

運搬の改善は「運搬の本来の目的である生産工程をスムーズに流し、生産時間、

生産コストの低減や生産管理方法の改善を第一のねらいに、それに合った運搬のやり方に改善する」ことである。したがって、運搬コストを下げるために生産に支障をきたすような改善は望ましくない。生産のスムーズな進行のための手段として必要最小限の運搬にすることが大切である。

運搬がないか、あるいは少ないほど「費用が削減され」「スペースの有効活用」「災害や運搬労力の削減」「品質劣化の防止」などの成果が期待される。

運搬の改善のねらいとしては次のようなものがある。

- ① 生産の停滞、工程の仕掛品の減少
- ② 運搬時間の短縮、運搬作業者の削減（生産作業への切換）
- ③ 運搬距離の短縮
- ④ 工場スペースの有効活用
- ⑤ 運搬中の品質劣化の低減
- ⑥ 作業場環境の向上
- ⑦ 運搬による作業者の疲労、災害の減少

(4) 運搬の改善についての心構え

運搬を改善する場合、ともすると個々の運搬作業そのものの姿をながめているために問題意識がわいてこないことが多い。運搬は「物の移動」と「取扱い」を含めて全体の実態を把握し、一つ一つその働きや目的を5W1H（WHAT WHEN WHO WHY WHERE HOW）法などで評価し、検討することが大切である。一般に次の点に特に注意する必要がある。

a) 取扱いを無視しない。

常識的な運搬の考え方では移動の距離が重視され、距離を短縮することに重点がおかれがちであるが、運搬では移動よりもむしろ「取扱い」の方が「頻度」「時間」「労力」を多く要するものである。「積み上げ」「積みおろし」がなければ、移動そのものはさほど問題にならない。取扱いに注目して分析することが大切である。

b) 物の置き方を重視する。

移動する前に「積み」移動した後で「おろす」のが普通である。取扱いは少なくとも移動回数2倍あるのが普通で「積みかえ」や「整理」を考えるともっと倍率

が大きくなる。また「取扱い」が「移動」より多くの労力を要するのが普通であるからやはり取扱いをよく調べる必要がある。

この取扱いの手間を左右する最大の要素は、その取扱い前の物の置き方である。置き方によって取扱いの手間がほとんど決まってしまうぐらいである。置いてある状態の代表例と手間数を比べると、次のごとくなる。

| (置いてある状態) | (手間数) |
|----------------------------|-------|
| ① 床にバラ置き : 台上などでもよい…………… | 4 |
| ② コンテナ : 袋や束になっているもの…………… | 3 |
| ③ パレット : スキットなど枕のあるもの…………… | 2 |
| ④ 車 両 : …………… | 1 |
| ⑤ 動いている : …………… | 0 |

c) から運搬を見逃さない。

品物も移動することだけを考えて、から運搬をするために必要な人の移動を考えないことが多い。品物の移動以外に多くの人や車の移動が行われている。例えば、旋盤作業者が自分で品物を検査場に運ぶ時

- ① 手押し車を置場まで、取りに行き
- ② 手押し車を自分の旋盤のところへもってきて
- ③ 製品を手押し車で検査場へ移動し
- ④ から車を持って、車置き場に行き
- ⑤ 車をおいて自分の旋盤のところへもどってくる

という、5回の移動が考えられる。このうち③以外の4回の移動は無視されることが普通である。

この場合の③以外の移動を「から運搬」と呼ぶが、このから運搬は品物の移動の倍以上の回数があることが多く、所要時間も余裕を含めて考えると、5倍以上になることがある。これを直接作業者が行うとなると、その間は機械を遊ばせることになり、損失も多くなる。

ゆえに、品物の動きだけを考えるのではなく人や車の動きを追ってから運搬を明確にする必要がある。

d) 運搬のつなぎ目を重視する。

個々の運搬に工夫しても、そのつなぎ目を更に注目する必要がある。「積み直し」「入れ替え」「移し替え」などでこの取扱いは生産上ほとんど無効の作業で「数量のまちがい」「品物に疵をつける」こともある。しかも、主として人力で直接作業に含まれるなど大きな損失があるのに軽視されがちである。

§ 4 ラインバランスの考え方

(1) ラインバランス (Line balance)

通常多くの作業を一人で行おうとすると、必要なすべての部品、材料や治工具を一箇所に集めるか、あるいは作業者が作業場内を順に移動して作業しなければならない。また、いろいろ異なった作業を一人でするためには、作業に慣れるのに時間がかかったり、優秀な作業者が作業する必要がある。その上、機械でやれば、高能率でできる作業まですべて作業者がやることになってしまう。量産工場ように、大量の物をより速く作るには、一人の人が多くの異なった作業をするやり方は不適切なわけで、一つの作業をいくつかに分けそれを数人の人が分担すれば各作業者は一定の場所で短時間の同じ作業を繰り返すだけでよいことになり、一人の作業者の受け持つ作業内容が少なくなり単純化されるので、習熟しやすく各自の取り扱う材料や治工具の数を減少したり、準備や移動などの不必要な作業動作を排除したり、機械化などにより、能率向上や品質の向上をはかることができる。

しかし、このように一つの仕事を数人で分業すると生産する対象の物を各作業者に常にスムーズに流してやる必要がある。このためには、できるだけ一定の速度で物を流せるように各作業者の「作業時間」「作業者の配列」「物の運搬」の適切なやり方を考えねばならぬ。すなわち、流れ作業方式を考える必要がある。

ところが、各作業者の作業時間を皆同じにすることは、ほとんど不可能である。一定の速さで物を流すとどうしても忙しい人やひまな人ができるために、仕掛品が途中にたまったり、手待ちが起こることになる。こうした状態では、人手がかかるだけで、分業の効果が十分に得られない。したがって、各工程の所要時間を正しくつかみ、均一になるようにたえず心がけねばならない。各工程の所要時間が均一であるかどうかその状態のことを、ラインバランスといい「生産ラインの各工程の所要時間の差が少ない度合いのこと」を意味する。

ラインバランスは流れ作業方式で工程を編成する場合には、特に考えなければならないことであり、ラインバランスがとれていないと、せっかく個々の工程で作業方法の改善や治具化を行っても、ライン全体としての工数は低減せず、むしろ仕掛けや手待ちが増えてしまう。製品を能率良く生産するには、時間の多くかかっている工程を改善し、時間を短縮したり、あるいは時間の少ない工程を他の工程に割り

む。

② 作業時間の多くかかっている問題工程をつかむ。

b) ラインバランス分析用途

① 作業者および、設備の稼働率を向上する場合。

② 工程間の仕掛りを減らす場合。

③ 製品一個当たりの生産時間を短縮する場合。

④ 流れ作業方式を新たに採用し、ラインを編成する場合。

⑤ 作業、動作、レイアウトなどの改善に伴い、ラインバランスを再度検討する場合。