

## 6 溶 接

### 6-1 概 要

圧力容器の製造を主にする当分工場にとって溶接は基本技術である。溶接品質の安定を計り、改善開発を続ける事により、工場の活動基盤が強くなる。そういう意味で蘭州石油化工機器廠において溶接についての設備の更新、工作技術、溶接士の教育訓練、新技術の開発等、再重点課題として取り組んでいる。

#### 6-1-1 組織及び役割り

溶接の管理面の強化、施工技術の安定、又、新技術の開発について全社をあげて取り組んでいる。各部門の主な役割りは次の通りである。

- |           |   |
|-----------|---|
| 中央試験所     | ： 溶接施工法確認、各種試験、分析、レポート作成                        |
| 工場研究所     | ： 新工法、新材料の研究、開発                                 |
| 溶接試験組     | ： P Q R（溶接施行試験記録）用溶接、試験片加工、試験                   |
| 訓練所       | ： 溶接士の技量訓練及び技量資格試験                              |
| 工場工芸課     | ： 溶接についての工作技術のとりまとめ（計画及実施フォロー）                  |
| 溶接組       | ： W P S（溶接施行要領書）の発行、W I R（溶接指示書）<br>の発行、要領書の発行等 |
| 工場工段(1～4) | ： 溶接作業の実施                                       |
| 溶接資格委員会   | ： 溶接士の資格認定、審査等についての全社委員会、技師長が主任委員である。           |

#### 6-1-2 溶接設備

(1) 所有する溶接機及び補助装置を表IV-6-1に示す。

表IV-6-1

機 械 名		台 数	製 造 年 度			計
			70年代	80~84	85~	
溶 接 機	直流アーク	77台	—	77	—	151 台
	ユニオンメルト	35	13	1	21	
	半自動MIG	10	—	—	10	
	TIG	17	—	2	15	
	狭開先溶接	1	—	1	—	
	エレクトロスラグ	1	—	1	—	
	バンド・オーバーレイ	2	2	—	—	
	その他	1	—	—	8	
補 助 装 置	溶接架台（移動式）	10				
	ポジショナー（30 TON）	1				
	ターニングローラー	多				
	マニプレーター	3				

(2) 毎年1回の定期点検と毎月1回の部分点検を実施している。

点検責任責任部門は設備能源課である。

### 6-1-3 人 員

(1) 溶接エンジニア数

表IV-6-2 溶接エンジニア数

単位：人

学 歴			計 人	経 験		
大学卒	短大卒	その他		10年以上	5年以上	5年以下
14	11	3	28	11	4	13

(2) 溶接士

被覆アーク溶接	(SMAW)	190人
サブマージアーク溶接 (潜弧溶接)	(SAW)	60人
T I G 溶接	(GTAW)	5人
M I G 溶接	(GMAW)	0人

計 190人

サブマージアーク溶接、T I G 溶接の有資格者は、被覆アーク溶接の資格を有している。

6-2 溶接工程の管理面から見た現状

6-2-1 溶接工程計画

- (1) 溶接計画は工芸課溶接組にて実施している。工作要領、溶接条件、標準化及び実工事についてのW P S (Welding Procedure Specification : 溶接施行要領書) の発行である。
- (2) 溶接継手形状、開先形状は設計部門で決定する。計画については工芸課が中心になり、生産ラインとの意見調整、経験データ等をふまえ設計へフィードバックしている。生産ラインへの具体的な溶接指示はW I R (Welding Instruction Report : 溶接指示書) により行なっている。W I RはW P Sより具体的に溶接条件を決めて施工条件を記入したもので溶接士1人々に渡している。
- (3) 溶接変形、溶接收縮については経験的な数字を工作要領に折込んでいるが、現場での日々の生データは現在とっていない。設計指示の寸法公差によりその都度対応しているので現在問題にはなっていない様である。
- (4) P Q R (Procedure Qualification Record : 溶接施行試験記録) については研究所溶接試験室の責任で実施している。W P Sの発行は工芸課、溶接施工は溶接試験室、T Pの機械加工、試験分析及びレポートのまとめは中央試験室でまとめている。P Q Rについては計画からレポート完成まで約2ヶ月かかっており、時間がかかりすぎているのが問題である。

## 6-2-2 溶材管理

溶接材料の注文、検収、配布、使用、返却については圧力容器溶接材料管理制度があり規定通り運用出来ており、良い状況にある。

溶接材料は本社資材部にて注文し、本社倉庫に入庫、検収を実施する。倉庫においては

“3つのはっきり” — 数量、規格、材質

“2つのきちんと” — 保管、清掃

“3つの一致” — 台帳、カード、物

を実行する事になっている。溶材についてはルール通り実行出来ている。

分工場は溶接材料管理室にて管理する。ここで保管管理している溶材は全て検収済の合格品であり、検査合格印のついているものである。当管理室における入庫、保管、溶材の加工、溶材の溶接士への受渡し、戻入れ等について詳しく規定、文章化出来ており運用状況も前述の通り良好である。

## 6-2-3 溶接士の管理

### (1) 溶接士技量資格管理制度

圧力容器の圧力パーツにかかわる溶接に従事する全ての溶接士は国の認定を受けた有資格者である。溶接士の技量資格については国の規定にもとずき甘肅者労働局がコントロールしている。

社内においては溶接試験委員会が構成されており、労働局に代って試験の実施、合否の判定、資格、認定等を行なっている。但し省の担当者の立合いはある。

### (2) 溶接士試験委員会の組織及び機能

#### 1) 組織

本溶接委員会は次のメンバーにより構成されている。

主任委員	:	圧力容器 技師長
副主任委員	:	“ 副技師長
委員	:	溶接技師2～3人、技術部1名 品質保証1人、溶接士代表1人 検査1人、訓練センター1人

## 2) 機能

- ・試験委員会は定期的に溶接士の資格を審査し組織的に試験を行う。
- ・試験に合格した溶接士名簿、合格種目等について省労働局への申請及び報告、連絡等である。
- ・試験に合格した溶接士名簿と工場長他社内関連部門への連絡。

## 3) 個人の溶接資格の審査

- ・規則試験に合格した有資格者が6ヶ月以上溶接に従事しない場合は合格証は失効となる。  
又、溶接士が作業中に重大な品質上の欠陥を出した場合は個人別に記録を残す。又、作業能力、技能レベルに疑問がある場合、あるいは3ヶ月続けてRTの合格率が98%以下の場合には試験を行う。
- ・試験に合格した溶接士は2年毎に試験を受けて更新しなくてはならない。但し、溶接品質の出来ばえが免除基準を上まわれば1回のみ免除する事が出来る。

## (3) 溶接士の配員計画及び技量管理

各生産現場（各工段）の溶接組長は20人～30人の溶接士を監督しており、作業指示及び安全、品質についての責任者である組長は、溶接作業の内容に応じて有資格者を配員している。溶接の有資格者一覧表は最新のリストが工場に配布されており、リストに基づいて行っている。

作業の指示は口頭による指示とWIR（溶接指示書）による指示によっている。

良い溶接を実施出来る条件としては、溶接資格を有している事と現場の溶接作業は種々の条件があり、溶接士がそれに対応して実施出来る応用技量を有している事である。その為には組長はその条件に応じた指示に対してその都度適確な訓練指導が必要となる。当工場における溶接ビードの形状等の出来ばえを見ると、欠陥があり満足出来る状況ではない。それは組長又は班長のリーダーシップにより多少の差はあるが、20人～30人の作業員を見るのは無理な面があり、溶接士が自由に溶接している所に起因していると思われる。

溶接品質の出来ばえについては、溶接士の個人個人の技量に負う所が大きく影響するので、溶接士1人1人をよく指導監督出来る管理スパン、体制になっていることが必要

である。

同時に個人の溶接技量について把握する必要がある。把握する方法は技量管理カード  
又、RT合格率等によりチェック出来る様にするのも良い、裏波、RT合格率、ガウン  
ジグ等の技量レベルが評価出来、又6ヶ月毎、1年毎に見直し出来る評価表になって  
いることが重要である。

#### 6-2-4 溶接機器及び周辺機器の整備状況

##### (1) 溶接機器の整備、管理状況

1) 溶接方法については手溶接とサブマージアーク溶接が主体である。手溶接機80台、  
サブマージアーク溶接機35台、ティグ溶接機20台有しており、合計約150台の溶接機  
器がある。

点検整備、修理の責任部門は設備能源課である。全溶接機について定期的に点検を  
行っている。毎年1度の定期点検と月例の部分点検である。各溶接機について現場よ  
りの補修依頼により修理を実施しており修理来歴書、カルテ等も整備している。

2) 一方、工場に配置してある溶接装置、電源付カバー等が破損している状況が散見さ  
れて必ずしも健全な溶接機器が配置出来ているとは見えない。

手溶接機の場合はアークの状況を見て電流、電圧の調整が出来るので、溶接機器の  
不備が欠陥につながらない事もあるが、サブマージアーク溶接機の場合はその故障不  
良が溶接品質に直接結びつき、その影響は非常に大きい。溶接装置を構成する、送給  
装置、制御装置、走行台車、電源等について機器部品の点検確認とアークの状態、ピ  
ードの状況についてまで確認する必要がある。そういう意味で溶接品質を守るとい  
う認識に立った細かい点検、整備は十分であるといえない。修理の専門家と溶接作業  
者が一体となった整備の強化体制づくりが望まれる。

3) 溶接作業場所周辺の整理整頓の状況及びケーブルの布設状況についても改善すべ  
き点が多い。直角平行運動、粉塵の除去、作業用通路の確保等について職場の意識が低  
い。美しい作業環境の中で溶接する事が重要である。最終的には溶接開先内にゴミ、  
ホコリ、油、水等の不純物が入らない様にする事である。

## (2) 作業用架台及び足場

溶接姿勢は設計により指示、決定される事項であるがその姿勢を維持する為に現場で工夫が行われなければならない。それは作業用架台であり足場である。溶接対象物、架台、足場、作業員の位置、姿勢がマッチングしてよい品質の溶接が可能となる。

蘭州石油化工機器廠は手溶接とサブマージアーク溶接を主体にしてあり、手溶接の比率が高い。手溶接の場合下向き溶接で自然に立った状態で溶接出来かつ、アークをよく見える姿勢が望ましい。その為に溶接対象物を定盤等により台上げしたり、又は足場、架台を布設する事が施工上のポイントとなる。難しい姿勢で溶接している場合があり、作業姿勢、高さについて工夫が不足している。又サブマージアーク溶接については高所作業になるケースが多い、各棟にそれぞれ専用架台が配置してあり良い状況にある。

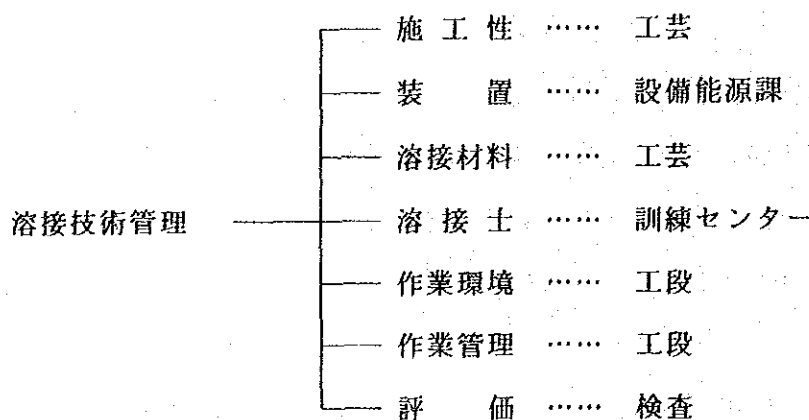
## (3) ターニングロール、ポジショナー

圧力容器製作の主たる組立溶接作業は円筒状の単胴、連胴の作業が多い。単胴、連胴の組立、溶接はターニングローラー上で実施しており効率よく作業しているターニングロールは回転スピードが3段階に可変出来る。

鏡のシーム溶接、鏡とフランジの溶接、又肉盛り溶接にはポジショナーを使用し下向きでは溶接を実施しているポジショナーの数量については不足しており、サドル、スカート、ノズル等の溶接に適用範囲を広げる必要がある。

## 6-2-5 溶接技術管理

溶接技術の管理担当は下記の通りである。



図IV-6-3 溶接技術の管理担当

## 6-2-6 技術開発

### (1) 技術開発、研究部門の体制

製品の品質向上、生産性の向上については日々技術開発を行い現場に適用して生産基盤を強化してゆく必要がある。溶接技術の開発について経営トップが関心を持ち取り組んでいる。具体的テーマは後述するが課題は多い。

本社部門の技術部、中央試験所、工場部門では試験研究所、工芸課、訓練センター等が役割を分担して連携を取りながら進めている。中心になってリーダーシップをとっているのは研究所溶接試験組である。総員14名である。

エンジニアの質と量が弱く、又各部門に仕事が分割されている為に技術開発に時間がかかりすぎる様に思われる。

### (2) 現在取り組んでいる開発テーマ

#### 1) タンデムサブマージ溶接施工法の確立

実験段階であり実機適用出来ていない。

スラグ除去、フラックスの研究、電極間の距離等解決すべき問題多い。

#### 2) 内面オーバーレイ技術の研究

水素添加反応器についての内面オーバーレイの技術について現在サブマージアーク溶接施工で幅60mmまで実施している。

この幅を75mm～100mmへ広げて実用化を計りたい。

#### 3) エレクトロスラグオーバーレイ溶接法の確立

現在まだ実施していないが溶材、施工技術、設備の導入を計り実用化まで進めたい。

#### 4) プラズマアーク肉盛り溶接

実験中の段階で技術的に殆ど目処がついた状態。

パイプ内面のオーバーレイに使用する予定。

#### 5) 低温用合金鋼の溶接

-40℃、-60℃、-100℃の仕様についての材料、溶接ニーズが多い。

-40℃、-60℃材は実工事に適用済であるが、-100℃材(3.5Ni鋼)について現在実験中である。

#### 6) 熱交換器、管板/チューブのシール溶接の自動化

まだ設備準備出来ていない段階。

#### 7) 圧力容器、ノズル管台の孔の3次元切断及び自動溶接の開発。



## 6-3 溶接施工及び技術の現状

### 6-3-1 施工

#### (1) 溶接方法

溶接方法については手溶接が主体である。

圧力容器の本体縦シーム、周シームの溶接はサブマージアーク溶接を、肉盛り溶接については帯状電極によるサブマージアーク溶接を実施している。

自動化率は30%程度である。自動、半自動ミグ溶接、自動TIG溶接については研究開発段階であり実機への適用を急いでいる。

溶接の生産性、向上、溶接品質の安定向上の為に自動化率を年々高めてゆく必要がある。

#### (2) 溶接作業の位置及び姿勢

溶接作業の基本要素としては安定した作業姿勢をキープする事である。工場における溶接姿勢を見ると、かがみ込んだ状態であったり、又身体が伸びきった状態であったり良くない姿勢がある。

溶接対象物の位置と目の位置について配慮した作業計画、作業段取りに、もう少し目を向ける必要がある。

置き方、反転、移動、又作業用足場の仮設を設けると作業者が楽になり、溶接品質の向上につながる。作業者の姿勢についていつも関心をもち、現状を改善する習慣をもちたい。

#### (3) 溶接前の組立、開先形状の確認

溶接前の組立て現状及び開先形状、清掃状況についても溶接品質、維持、向上の重要な要素である。組立て寸法のバラツキ、開先形状のリップ厚さ、開先角度のバラツキ等について溶接士一人一人が確認を行い、合否の判定を行う必要がある。公差をオーバーしている場合は組立修正等の依頼を行い、精度向上のリーダーシップをとることが作業改善につながる。溶接対象物の組立状態、開先状態について良くないものであっても溶接してしまう傾向がある。組立、溶接工程間のコミュニケーションを、もっと計る必要がある様に思う。

#### (4) 仮止め溶接

仮止め溶接は、溶接対象物を本溶接に先立って、その寸法形状を保持するための溶接線のところどころを仮に溶接する事である。

当工場においては組立士と溶接士が組んで作業しており、仮止めも溶接資格者が行っており良い体制にある。

仮止めは本溶接に比べると大変少ない溶接であり、急冷になるので予熱施工、ビード長さ等について本溶接と同様の施工が前提となる。仮止め溶接はブローホールや割れ等の欠陥を生じやすく、仮止めの良否が本溶接に及ぼす影響が大きい。

現状における仮止め溶接についてはWIRに記入されておらず、溶接士の判断で実施されており品質のバラツキが見える。

#### (5) 裏はつり

圧力容器の耐圧部の本体溶接継手部については内外面、両側よりの完全溶接が要求される。その為に裏はつり作業がある。裏はつり作業は裏面の開先残部の除去、成形及び欠陥の生じやすい表面初層部の除去を目的にしたものである。

裏はつりの良否は裏側溶接の難易に、又欠陥発生に大きく影響する。

蘭州石油化工機器廠においては裏はつりの作業はアーケアーガウジングとグラインダーの組合せで実施している。作業者はアーケアーガウジングが溶接士、グラインダーは組立士と分担して作業を行っている。

アーケアーガウジングの状態で放置されているシームの形状を見ると、ほり深さ、幅、直線性がバラツキている。アーケアーガウジングのほり精度が裏開先の形状を決めるので寸法指示を明確にしてしっかりした作業を行う事が大切である。特にサブマージアーク等自動溶接部については開先精度が内部欠陥の発生防止に有効な対策である事を認識して取り組む課題である。

#### (6) タブ板のサイズ取付方法

容器本体及びスカート単胴作りの工程が多く、単胴総継手をサブマージアーク溶接によっている。スタートタブ、又エンドタブとして両端部にタブ板を取付け溶接している。工場としてのタブ板の標準サイズは巾 100mm、長さ 150mmである。

一方、実際に工場の中で施工、取付けされているタブ板サイズは標準より小さく、幅

50mm、長さ 100mm程度のもが多く、又1枚板で開先のないタブ板を使用しているケースもある。タブ板と本体の溶接についても雑な溶接になっているケースも散見した。タブ板と本体の溶接はショートビードになる事が多く、それが集中ブロー、又本体母材の割れの原因になる事もある。最終的には単胴継手の両端部にRT（放射線検査）欠陥が多発する可能性がある。

仮止め溶接と同様、タブ板溶接についても本溶接と同じ管理レベルの施工が必要である。

#### (7) 予 熱

低合金鋼や厚板の溶接施工について予熱の指示、実施は重要な管理項目である。予熱の指示についてはWIR（溶接指示書）に明確に記載、指示してあり問題はない。予熱の施工実施方法、温度計測、確認についてやや不十分な状態にある。施工管理という面から改善する必要があると判断出来る。予熱管理は予熱の指示、実施、計測、記録、確認である。合せて予熱作業そのものが安全に、効率よく出来る段取り、計画、治具、バーナーの整備が望まれる。ポイントを下記に示す。

- 指 示 : 予熱温度の指示はWPS、WIR（溶接施行要領書、溶接指示書）による
- 実 施 : 全体予熱又は継手近傍の部分予熱
- 実施方法 : 炉内予熱、バーナー予熱
- 計 測 : 表面温度計又は温度チョークにより母材表面だけでなく板厚全体の均一加熱
- 治 具 : ヘッダー、ガスホース、バーナーの固定治具  
品物の形状によく相応したバーナーの開発

## 6-3-2 溶接の自動化率及び溶接効率の現状

### (1) 自動化率

現状の溶接方法は手溶接 (SMAW) とサブマージアーク (SAW) 又一部シールドガス溶接 (GTAW) にて実施している。

仕事の内容、工事内容の変動により変化があるが溶材ベースで手溶接70%、自動溶接30%程度の割合になっている。昨年の自動化率は30%であり世の中のレベルと比較して極めて低い状況にある。溶接の主体は直流アーク溶接であり、圧力容器本体胴の縦シーム、周シームにSAW溶接が適用されている状況である。溶接の自動化率を高めたいという経営上の方針はあるが、積極的に自動化を推進しようとする姿は見えない。

将来の目標については10年以内に60%までアップすることである。

### (2) 溶接効率

溶接効率については

SMAW 5kg/7.5hr

SAW 25kg/7.5hr で計画している。

計画値は妥当なものである。但し実績についてのデータは入手していないので判らない。溶接効率を考える時に溶接士の役割の内容により評価が変わる。例えば、溶接前の段取り作業、グラインダー作業、ガウジング等のアークの出ている付帯作業を誰が実施するかによりアークタイム率が変わる。又自動溶接については配員数によって大きく変わるものである。

グラインダー作業については現在組立士が実施している。又SAWの配員数は原則として2名である。いずれにしても手溶接をした施工方法での効率改善には限界があるので、自動化率向上と合せて半自動溶接(MIG化)の研究、適用が急務である。

## 6-4 溶接品質

### (1) RT (放射線検査) 合格率

溶接部RT (放射線検査) の品質については2種類のデータで管理している。一つは合格線長であり、もう一つは合格フィルム数である。数値は不良率でなく、合格率で表わしている。

$$1) \text{ 合格線長率} = \frac{\text{全長} - \text{欠陥長}}{\text{全長}} \times 100$$

欠陥長はフィルムに表われた欠陥長さを合計する。

$$2) \text{ フィルム合格率} = \frac{\text{合格枚数} - \text{不合格枚数}}{\text{全基本フィルム枚数}} \times 100$$

フィルム長さは300mmだが、有効長さ250mmで管理している。

現在の実績では1年間のフィルム枚数は24万枚で合格線長率=99%、フィルム合格率=87%である。欠陥長は非常に短いものであり、これで99%というのは当然であり、管理データに成りえない。一方フィルム合格率は、日本でも管理データとして使用されているが、合格率87%は低い。これは溶接長さが3m毎に1枚不合格フィルムがあることを意味し、ほとんどの継手に欠陥があることを表している。

蘭州石油化工機器廠の合格率目標が90%ということであるが、欠陥率が10%を超える事は大変な問題であり、溶接期間が、欠陥無しで作業した場合の2倍以上要していると推定される。

溶接補修率については検査部門探傷室がデータを集計し毎月の工場全体の品質会議において幹部にも報告されている。又溶接士個人個人の出来ばえについても集計があり成績優秀者には奨励賞、特別賞を与える表彰制度が設けられている。

欠陥の内容、補修回数に応じて補修要領、手続きが規定化され実施している。第1回目の補修はライン長の指示で補修出来る。又第2回目の補修からは工芸課の指示が必要であり、対策まで立案される。第2回目でも合格しない場合は総技師長まで報告し、指示、承認を受ける事になっている。又溶接部の割れについての欠陥は重大欠陥であり、総技師長へ報告され処理する仕組みである。

溶接補修を必要とする欠陥が多い為に技量の優秀な溶接士は補修溶接の専門家になっ

ており溶接品質 R T 補修率低減のリーダーになっていないのは残念である。

## (2) 溶接ビード外観

溶接ビード外観の合否の判定基準は中国規格「JB 741」によって決められている。外観形状、アンダーカット、オーバーラップ等について規定されている。溶接ビードについての合否が識別出来るサンプルや写真は工場に準備されておらず、溶接士又は検査員の判断によっている。工場内での手溶接のビードを見ると全般的に良くない。寸法面では余盛の過不足、スミ肉脚長の不揃いがあり、ビード形状ではアンダーカット、オーバーラップ、ビードのつなぎ部の不良等が散見出来る。又スパッターの付着、本体材へのアークストライク等も時々ある。これらは溶接士の技量にかかわるところが大きく起因している。日々の指導と訓練により改善出来るものである。溶接の品質はビードを見れば分ると言われている。溶接を基本技術にしている圧力容器の製造だけに目標を高くして取り組む課題である。

## 6-5 溶接士技能訓練

圧力容器の製作は鋼材を所要の形に溶接して組立てることであると言える。従って、圧力容器の製作は溶接無くして成り立たないし、溶接の質、溶接工数の大小によって圧力容器の品質が決まり、原価が決定づけられると言っても過言でないぐらい溶接が重要である。

その重要な溶接を支えるのが溶接士の体系的な教育訓練とエンジニアのたゆまぬ研究開発であり、これが十分に機能して初めて競合他社との競争に打ち勝つことが出来るとともに、国際的な水準を達成でき、維持発展につながるのである。

### 6-5-1 現 状

#### (1) 教育訓練体制

資格取得あるいは更新のためのシステムは (2) 項のように確立されているが真の教育訓練については組織だったものは何もない。組長、班長も指導の任を負っていない。

#### (2) 資格取得及び更新の現状

1) 資格試験委員会があり、溶接士の資格取得及び更新等、資格管理を実施している。実務は訓練センターが中心になり実施している。

- 2) 新人は約2年間現場で実習してから次のような教育訓練を経て資格取得の試験を受ける。但し、技術学校出身者の現場実習は6ヵ月である。

表IV-6-4 教育訓練時間

	SMAW	GTAW	SAW
理論	80Hr	30Hr	60Hr
実技	120Hr	160Hr	80Hr

- 3) 資格更新は国の溶接基準により、3年に1回行われており、1人1人試験を受けて合格者のみ更新する。
- 4) 試験は甘粛省労働部の立会のもとで行われる。試験内容は、①ビード外観、②X線検査、③自由曲げである。
- 不合格の場合は、1ヵ月後再試験となる。それでも合格しない時はもう一度チャンスが与えられ3ヵ月後試験する。合格率は新人80%、更新者は95%である。
- 5) 訓練センターには溶接士1人1人の記録があり、資格の範囲有効期限がリスト化され、ライン長及び関係者に配布される。
- 6) 毎月1人1人のX線検査の合格率が探傷室より提出される。重大な欠陥がある時は技師長に報告され、その資格について審査する。
- 7) ASMEは3ヵ月、中国コードについては6ヵ月溶接に従事しないと資格が抹消される。それを防止するためのアラームが訓練センターから発行される。

#### 6-5-2 問題点

資格取得及び更新については資格委員会があり、システムも出来ており、それにもとづき管理しているので問題ない。残念ながら溶接するのに資格が必要なため、単にその資格を取得あるいは更新しているにすぎないように見受けられる。勿論資格がなければ溶接できないわけであるから、資格が第一要件ではあるが、最低要求事項にすぎない。要は欠陥のない、ビード外観の美しい高能率の溶接ができる溶接士に教育・訓練し、育てることが最重要課題である。そのためには体系的な教育・訓練システムが必要であるし、毎年各工段で教育・訓練実施計画を立案し実行することが必要である。

## 6-6 溶接工程における問題点

### 6-6-1 管理面

#### (1) 溶接工程計画

- 1) 溶接作業計画は工芸課溶接組にてWPS、WIR（溶接施行要領書、溶接指示書）が発行出来ているが計画通り実施出来ているかどうか監視、指導する機能が弱体である。監督、指導の機能は本来ライン（ライン長、組長、班長）に持つべきであるが現実には作業者まかせになっている。
- 2) 工芸課は計画する部門、各ラインは実施する部門と機能的に分れている為に、作業計画書の中に実施部門への細かいポイントが記入出来ていない。溶接順序、溶接についてのビードの置き方、ビード成形のやり方、運棒の方法、姿勢、足場計画等について計画者と作業者の意見が入った計画書になっていない。
- 3) 溶接変形、溶接收縮の生データが採取されていない、溶接変形、例えばノズル溶接による鏡・板・胴板の落ち込みについて生データの蓄積をする必要がある。変形防止の治具の工夫につながり、治具の効果の確認が出来る。又溶接による収縮についてはデータ処理し分析する事により、単材寸法の決定、又平板時におけるノズル孔の開孔、内外着品のマーキングが可能になる。図面公差と収縮量の予測により作業の工程手順の変更につながる。
- 4) 溶接施工法確認試験においてTP（試験片）材の入手からPQR（施行試験記録）の完成まで通常2ヵ月かかっており溶接工程のスタートが遅れる。

#### (2) 溶接士の技量レベル

- 1) 手溶接のビード形状について寸法、形状の欠陥が多く。又RT、UT等の内部欠陥による手直しが多い。個人別の技量資格管理は立派に実施している。

一方、個人の技量は経験、知識、状況判断、熱意等によりバラツキが大きい。技量の評価基準を整備し、個人別に把握し、教育、訓練計画を作成し全体のレベルを上げると同時に溶接士個人個人の技量に応じた作業指示を行うことも課題である。又管理、監督者の役割りとして部下の技量の把握と向上させる事を位置づけるようにすべきである。



### (3) 溶接機器の整備

- 1) 溶接機器について毎年定期的に点検を行い、必要に応じて修理しているとのことであるが一般設備、機器と同様の点検に終わっている。溶接機器のメンテナンスは製品の品質に大きな影響があるので機器の性能、即ちアーク状態、ビードの状況までの点検が必要である。品質を中心にした点検、清掃が出来ていない。
- 2) 自動溶接機については溶接装置毎にナンバリングを打ち、溶接機1台毎のカルテを持ち、溶接者もその特性を承知して作業をする事が重要である。しかしながら蘭州石油化工機器廠においては自動溶接機、特にSAWについてのメンテナンスが十分に行なわれていない。

## 6-6-2 施工面

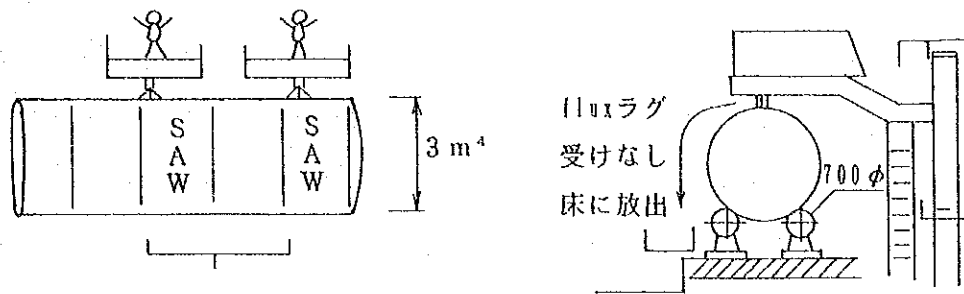
### (1) 単胴工程

- 1) 現在、単胴製作は、4つの各工段で施工されている。単胴製作を一ヶ所に集中させ、技術の集約、高能率化を計ることが望ましい。そのためには単胴専用ラインの設置を提案する。
- 2) 胴内径が1600φ以下の容器や板巻きパイプについて、現在、内外面とも被覆アーク溶接で施工しているが、予熱の必要な材質のものや、径が500φのものは、人が中に入るのは大変である。是非、初層TIG、残層は被覆アーク又はサブマージアーク溶接により片側溶接にすることが望ましい。

### (2) 連胴工程

- 1) 連胴工程は、大変効率よく作業している。特に2棟の走行式溶接架台による、2シーム外面同時溶接は大変良い。

但し、予熱は内面に60φのガスホースをいれて一ヶ所で加熱しているが、直火であり、かつ局部加熱であり、2シームの溶接部が規定の温度になっているのか不安である。長手溶接なら直線状、周溶接なら円弧状のラインバーナーに変更したい。また、ターニングローラ周辺のワイヤー、ホースが散乱しており、安全面でも好ましくない。整理、整頓が必要である。フラックスやスラグが下に落され、床に散乱している。スラグ回収箱等の設置を行うべきである。



図IV-6-5 連胴工程の溶接作業

- 2) 連胴工程では、ターニングローラ上で本体を回転させながらサブマージアーク溶接を行うが、ターニングローラの回転スピードは可変式のもの(300、400、530 mm/min)の2種類がある。最適な溶接施工条件を与えるためにも無段変速式にすることが望ましい。
- (3) ノズル組立、付着品溶接
- 1) ノズルフランジとパイプネックの周溶接は、内外面共被覆アーク溶接(SMAW)で施工しているが、エルボとの継手は、内面溶接時、手の届く長さでパイプを継ぐことになり、手間がかかる。これについても初層TIG溶接による片側溶接に早く移行することが望まれる。
- 2) 容器内面へのトレイサポートリング等の内着品の取付溶接、外面へのラグ取付溶接、スカートベースブロック及びスカートの本体への取付溶接等すべてのスミ肉溶接をSMAWで施工している。被覆アーク溶接はビード外観上やスパッターの付着のためグラインダー作業が必要となり能率もよくない。出来るだけ早く半自動MIG溶接に移行していくことが望まれる。
- (4) 管/管板溶接
- 1) 現在、熱交換器の管と管板溶接は、胴を立置にして炭素鋼は被覆アーク溶接、ステンレス鋼は手動TIG溶接で施工している。熱交換器の管の厚さは2~3mmと薄く、かつ25mm以下と小径で手溶接ではチューブ先端が溶けてしまう恐れがあり大変難しい。蘭州石油化工機器廠ではこのため技量レベルの高い溶接士が施工しているとのことだが、品質の安定化のためTIG溶接それも自動TIG溶接に移行することが望まれる。自動TIGならば、胴は横置で可能である。

(5) 水素添加リアクタの溶接

- 1) 水素添加リアクタには容器内面に4～8mm厚さのステンレス肉盛溶接を施工するが、半球鏡板には25mm幅、円筒胴には60mm幅の帯状電極を用いたサブマージアーク溶接法で行っている。半球鏡はポジショナーに、また、円筒胴はターニングローラーにセットされ回転しながら、肉盛溶接を施工しているが、ビードは不揃いで凹凸、ビードのつながりが不連続でほぼ全面グラインダーをかけ、手溶接による手入れを必要としている。このため、かなり能率の悪い作業となっている。原因は回転機械（ポジショナー、ターニングローラー）の回転速度が安定せず、スムーズでないためと思われる。設備の改善が必要である。
- 2) 水素添加リアクタのような厚肉容器の本体継ぎに対しては、溶着量の低減のために開先の幅を狭くした、狭開先溶接が用いられる傾向になっている。

蘭州石油化工機器廠でも1984年に狭開先溶接機を導入し、実用化を推進している。

- 3) 厚肉容器のもう一つの溶接の進め方として、サブマージアーク溶接の電極を2本並べて同時施工するタンデム化がある。これにより従来の溶接能率の倍になるわけで開発の重要課題である。

## 7 熱処理

熱間加工のための加熱にしろ、焼入れ、焼戻しあるいは溶接後熱処理（応力除去焼きなまし）にしろ、熱処理は鋼板あるいは溶接部の機械的性質を制するものであり、圧力容器の基本的な強度を決定づける重要な工程である。特に溶接後熱処理の場合は生産工程の最終工程でもあり、そのトラブルは溶接やその他の工程と違って簡単には手直し出来るものでない。

従って、実施に当たっては確実性が要求されるし、また、失敗は絶対に許されない職場である。

### 7-1 現有設備

表IV-7-1に示す各種炉を保有している。さらに新工場に大型焼鈍炉を新設中である。

表IV-7-1 現有設備一覧表

設備名称	大きさ（高さ×幅×長さ）m	用途、その他
加熱炉	1.4×5.0×15.5	熱間加工用
加熱炉	3.2×3.5×8.5	熱間加工用
加熱炉	4.1×4.6×12.0	焼入れ、焼戻し用
加熱炉	3.5×3.5×12.0	焼入れ、焼戻し用
焼鈍炉	3.2×3.5×21.0	
焼鈍炉	2.5×2.5×4.0	
電気炉		試験板用
大型焼鈍炉	5.0×5.0×24.0	新設中

## 7-2 勤務体制、作業員資格および人員

勤務体制は2交替制で、一直は 8:00 ~ 17:00、二直は17:00 ~ 0:30 で、二直の時間帯で終わらない時は二直が朝まで実施する。

作業員は現在12名で、年一回試験を実施して指名している。試験内容は理論と実際の作業によるチェックが含まれており、肉眼で温度を判定するテストも行っている。

熱処理工程のエンジニアは工芸課に6名配属されている。その内訳は

学歴別は	経験年数別では
学 卒 — 3人	10年以上 — 2人
短大卒 — 2	5年以上 — 2
その他 — 1	5年未満 — 2
<hr/>	<hr/>
6人	6人 となっている。

## 7-3 作業指示および熱処理累積時間管理

図面指示によるもの、および工程上必要なもの（脱水素処理等）すべて工芸課で熱処理要領書を作成し、熱処理工段へ指示される。

脱水素処理等中間熱処理を、継手毎に実施する低合金鋼等の圧力容器の熱処理累積時間管理も、工芸課で管理表を作成し集計管理している。

## 7-4 熱処理工程の現状と問題点

### (1) 熱電対および温度記録計の管理

熱電対は高温用と低温用に分けて管理している。6ヶ月に一回検定・校正し、合格したもののみ引続き使用しているが、これだけでは十分な管理とは言えない。

使用期間のみならず使用回数も規定して、両方で管理すべきである。また検定で合格したからといって何時まででも使用を許可するのではなく、最高使用回数を規定し、その回数に到達した時点で廃却すべきである。

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必要がある。

蘭州石油化工機器廠に、近い将来計測管理部を設ける計画があり、熱処理機器の検定・校正管理もここで実施していく予定になっている。

## (2) 熱電対の取付位置

特別の要求がないかぎり製品に直接熱電対を取付けることはなく、すべて雰囲気温度でコントロールしている。各炉とも詳細な温度分布を測定し、そのデータにもとずき雰囲気制御に踏切っているなら問題ないが、そうでなければ実体測温を心掛けるべきである。

## (3) 炉のレイアウトと台数

炉のレイアウトは大半がプレスおよびベンディングロールとの兼合いで、配置を決定したものと思われるが、炉のレイアウトが良くないし、台数も多すぎて無駄を感じさせられる。

## 8 表面処理

### 8-1 設備能力

サンドブラスト作業及び塗装場は屋外にあり、圧力容器最終段階での下地処理、塗装を行っている。酸洗場は、 $\phi 3\text{ m} \times 10\text{ m}$  深さの槽を備えており、主にステンレス、アルミニウム、チタン材の非鉄金属の小物部品の酸洗い作業を行っている。大物部品の酸洗はペースト状のものを塗り、水洗い処理している。

### 8-2 組織及び人員

組織上、補助工段の27名が表面処理を担当している。

エンジニアリングは工芸課1名が担当している。

### 8-3 作業内容

- (1) 塗装面下地処理
- (2) 炭素鋼、低合金鋼のサンドブラストによるミルスケール、錆の除去
- (3) 炭素鋼、低合金鋼への塗装
- (4) ステンレス、アルミニウム、銅、チタン材の酸洗による表面洗浄

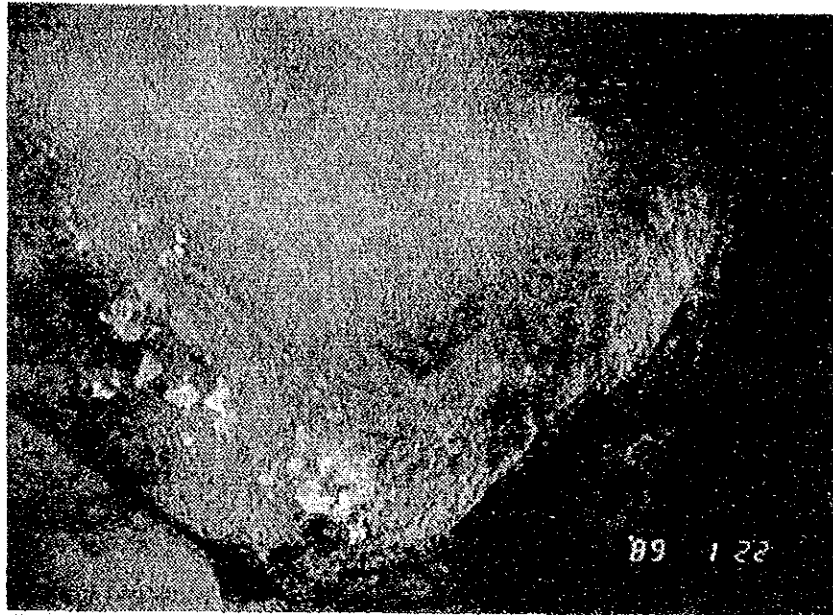
### 8-4 現状と問題点

#### (1) 塗装前下地処理面の品質

一般下地処理方法としては、a) サンドブラスト、b) ショットブラスト、c) グリッドブラスト、d) 機械的方法（ディスクサンダー、ワイヤブラシ他）があるが、当工場では、すべてサンドブラストで実施している。

ところが、そのサンドブラスト後の鋼表面の品質は大変悪い、何故なら、サンドブラストの目的は、ミルスケールや錆を除去し塗料の性状に適したアンカーパターン（地肌のアラサ）を作り、塗料が鋼に密着できる下地を作ることにあるが、蘭州石油化工機器廠のサンドブラスト後の面には、いたるところにスケールが除去されず残っており、かつ表面のアンカーパターンも満足できるものでないことである。

図IV-8-1に蘭州石油化工機器廠での実例を示す。



図IV-8-1 サンドブラスト面

この下地処理では、塗装後、均一な塗装膜厚を確保できないばかりか、ひび割れたり、はがれてしまったりして塗装の品質を大いに損う。

また、外観上も、アバタになり大変見苦しいものである。

中国の国内規格では、下地処理のグレードを

- |    |      |     |            |           |
|----|------|-----|------------|-----------|
| a) | グレード | I   | スケール全面除去   | (100 %除去) |
| b) | "    | II  | " 少し残ってもよい | (%不明)     |
| c) | "    | III | " 残ってもよい   | ( " )     |

と3種類定めてあるが、現在の蘭州石油化工機器廠の能力ではグレードIの仕事が出来ない。現在製作しているものに、グレードI要求のものがないので助かっているが、将来的には当然でてくる。

サンドブラスト作業のポイントは、a) 砂の種類、サイズ、b) 噴射装置性能、c) プラスト圧力の3点であるが、プラスト圧力が6~7 kg/cm<sup>2</sup>で日本と同じであり、連続してブラスティングできているのを見ると砂に問題があるように思える。現在使用している砂は、石英(SiC) 3mm1種といわれるもので、一辺が3mm以上の石で砂ではない。日本では一般に1mm位の銅鉱さいや細かい川砂を使用しており、ここにも原因があるのではないかと思われる。その為には、研掃材を変更することが考えられる。



## (2) 大気汚染

サンドブラスト場は、工場建屋から離れた屋外にあり、ブラスト作業することにより、もうもうと粉塵が舞い上り、あたり一面、真白になっている。工場敷地内には、従業員用アパートもあり、このブラストによる大気汚染が問題になるのは当然である。今後このような放置は許されなくなるであろう。

板の段階でサンドブラストするものもあるが、ブラスト後砂を除去しないままケガキ、切断のため工場内に搬入している。これも工場内を汚染させる原因となっている。仕付けの問題とはいえ、品質を作り込む意識がみえない。簡易的な建屋内での施工を考えた

## (3) 塗 装

塗装前に検査員が、目視で錆、スケールがとれているかどうか確認し、要求グレードに応じた下地処理がなされているならば8 H以上の乾燥を保持した後、塗装作業に入る。日本ではスケールが、残っているのは論外であり、その上塗料の種類により、アンカーパターンをSSPC規格のコマーシャルブラスト、ニアホワイトメタル、ホワイトメタルのようにグレード別けしているが、中国ではそんなにきびしい塗料を使用していないのか、地肌については問題視していない。

塗装作業での指示内容は、塗料の種類、塗料回数であって、特に乾燥膜厚については規定していない。難度の高い塗料に対処するためには、サンドブラスト技術の向上が望まれると同時に膜厚管理も必要である。

## (4) 酸 洗

1) 酸洗は、ステンレス鋼、銅、アルミニウム、チタン等の非鉄金属の表面汚れや熱処理後の酸化スケールの除去に施工されている。炭素鋼については酸洗は行われていない。

2) 酸洗の要領は表IV-8-2に示す。

表 IV-8-2 酸洗要領

材 質	酸 の 種 類	時間	温度
ステンレス鋼	塩酸、硝酸	30分	室温
アルミニウム、アルミ合金	カセイソーダ、硝酸	15分	7～8℃
銅	$K_2Cr_2O_4$ 、硫酸	10分	室温
チタン	塩酸、硝酸	3～4分	室温

脱脂洗浄－酸洗－水洗－不動態化処理、酸洗は小物部品、全体浸漬、大物部品はペー  
 ースト状のものを塗布後、ジェット水洗い、廃液の処理はなされていない。

酸洗後の表面肌は、専任の検査員が目視検査するが問題は地肌にあばたができるこ  
 とである。また、酸洗液や水洗に使用する水（生活用水、工業用水）の塩素含有量が  
 21～38ppm であり、中国規格25ppm 以下を満足できない。

## 9 検査

### 9-1 概要

圧力容器製作に於て検査工程の占める位置は重要である。何故なら圧力容器はⅢ章で述べた種々の製作工程が連なり、組合わされて完成するが、その途中で次の工程に進んでも、後工程に品質上の問題を残さないように確認するのが検査工程の役割りである。検査は品質管理活動をする検証部門といえる。

### 9-2 現有設備

材料や溶接部の非破壊検査（NDE）をする主な設備を表Ⅳ-9-1に示す。機械はすべて新しく圧力容器工場としては能力、台数ともに、十分保有している。

又、新高圧容器工場には 4.0 Mevのリニアアクセレータを導入予定である。

表 Ⅳ-9-1 非破壊検査機器

検査方法	名 称	能 力	台 数	用 途
RT	リニアアクセレータ	1.5Mev	1	溶接継手
	X線装置	420KV	2	"
	"	320KV	3	"
	"	250KV	5	"
	"	360°照射	1	パイプ周継手
	γ線装置		1	
UT	超音波探傷装置	—	10	内部欠陥検出
MT	磁粉探傷装置	—	3	表面欠陥検出

### 9-3 組織、人員

#### 9-3-1 検査とNDE

検査は、検査課と探傷試験室が実施している。検査課は材料や部品の受入検査、工程、検査（野書、切断、機械加工、塑性加工、組立、溶接、熱処理、等）そして耐圧試験を担当し、48名在籍している。探傷試験室は、非破壊検査（RT, UT, MT, PT）を担当し、70名在籍している。

### 9-3-2 検査員の資格

#### (1) 一般検査員

寸法検査や工程検査の要員は現場のベテラン作業経験者の中から訓練を受け、試験を合格した者が任命される。従って、検査員の年令は高い。罫章、切断、機械加工、塑性加工、組立、溶接、熱処理、表面処理等の専門検査員である。

検査員の資格は理論、実技の試験を年1回行った結果で更新する。

#### (2) 非破壊検査員

非破壊検査員の技術グレードはⅠ、Ⅱ、Ⅲ級の3段階に分けられており、最高はⅠ級である。検査員の等級分けと認定は、検査員の技術に応じて、工場の試験委員会が鑑定し、下表に示す機関に推薦し、審査、認定されるシステムとなっている。

表 IV-9-2 NDE資格認定機関

等級	審査・認定機関
Ⅰ級	国家労働人事部 (全国非破壊探傷学会鑑定試験委員会)
Ⅱ級	省労働局試験委員会
Ⅲ級	工場試験委員会

蘭州石油化工機器廠での非破壊検査員の資格保有状況を表IV-9-3に示す。

表 IV-9-3 資格保有状況

種類	Ⅰ級	Ⅱ級	Ⅲ級
X線探傷(RT)	3	30	1
超音波探傷(UT)	4	16	1
磁粉探傷(MT)	-	14	0
浸透探傷(PT)	-	14	0

なお、70名在籍のうち、何んらかの資格保有者は51名である。

## 9-4 検査工程の現状と問題点

### 9-4-1 受入検査

中国労働部の基準により、耐圧部の材料、部品は受入時、再検査を実施する。これは国内製造元の能力が、圧力容器に必要な要求を満たしていないため工場で検査し、合格したものだけ使用を許可するためである。検査内容は鋼板、管及び溶接材料は、成分分析、機械試験を、鍛造材は、これに超音波探傷が追加される。購入バルブは水圧試験を実施する。検査量は10~20%のサンプリング方式であるが、初めてのメーカーについては100%実施し、以後実績をみて、検査件数を低くすることが認められている。Cr-Ni鋼のような特殊材は、国内調達が困難な為、日本等からの輸入品となるが、これについても材料検査を実施しており、手続に時間がかかると共に無駄な感じがする。

### 9-4-2 工程検査と3検制

(1) 工程検査は、全工程について実施しているのではなく、検査スケジュールに指示されているものについてのみ行っている。現在の検査対象に3種類ある。

#### 1) ASME工事

工程の手順を示したチェックリストにASME検査官の立会項目が決められておりサインが必要である。蘭州石油化工機器廠のQCエンジニア、QAエンジニアもみている。最終的には工場長までサインする。

#### 2) ASME準用工事

ASMEのスタンプは必要ないが、ASME規格に準じて製作する工事で、客先検査項目に合わせて検査スケジュールをつくる。

#### 3) 国内向工事

中国の品質管理制度に従い検査スケジュールをつくる。

(2) 中国では3検制という検査制度がある。

- 1) 自己検査 — 自分で作業後確認。
- 2) 互検査 — 他人を手伝って検査する。
- 3) 探傷室検査 — 一般の工程検査

自己検査では、溶接士がビード外観が悪いと補修したりするが、互検査は班長がフォローする意味と思うが、あまり実行されていないのが実態である。

### 9-4-3 非破壊検査と一般検査

(1) 非破壊検査は、公的資格を有する専門家が実施しており技術的にも設備からも問題はない。

(2) 一般検査は、溶接の開先合せ検査等のようにルールがあるにもかかわらず、その寸法許容値を超えて取付けられているのを見ると充分に行なわれているとは思えない。

ビード外観が悪いのも溶接士の技量に問題があるのは勿論だが、それを検査する検査員にチェックする機能がないことが問題である。検査員が現場に妥協することなく適確な判断基準をもって検査することが品質向上につながるわけである。

### 9-4-4 耐圧試験場

(1) 容器の耐圧試験は工場建屋から離れた水圧試験場で実施する。水圧試験場の管理は補助工段が行っている。床の地耐力不足のためか、ひび割れしたり、陥没している。床の補強を要するが、大型容器の場合は受圧部の下に鋼板を敷くなどして荷重分散を計る工夫が必要である。

(2) 工場建屋から搬入はレール台車によるが、水圧試験場の入口が狭く、大型容器搬入に問題がある。

(3) 酸洗の水質と同様にステンレス容器への水質要求は  $Cl \leq 25ppm$  であり、これをクリアするのが困難である。

### 9-4-5 爆破試験

(1) 工場建屋から離れた所に地下爆破試験室がある。

試験室のサイズは  $2m \times 6m \times$  深さ  $4m$  であり、油圧ポンプは、 $6000kg/cm^2$  である。研究所の製品開発室が管理しており、新製品の強度保証や客先からの要求に応じて試験する。使用頻度は年に  $2 \sim 3$  回である。

(2) 試験は材料性能、応力分布状態、溶接継手形状の健全性等を調査する目的で実施する。今迄に新型式の水素添加リアクタ、液化ガスタンク、コニカル形状等を試験した。

(3) 日本でも昔は超高圧容器の実験に爆破試験が行なわれたが、コンピューターの発達に従って動的解析も進み、モデルでの試験は行なわれない傾向となっている。



## V 生産管理の現状と問題点





## V 生産管理の現状と問題点

### 1 設計管理

#### 1-1 概要

製造工場に於いて設計部門に要求される任務は、製作に必要な情報を必要な時期に図書にして現場に供給することである。

設計工程は生産前の第1段階であり、製品の要求品質を決定する大変重要な工程である。

この設計業務を円滑に運営するための管理システムを設計管理という。

#### 1-2 設計業務内容

##### (1) 設計機種

蘭州石油化工機器廠にて設計、製作している機種を表V-1-1に示す。

表V-1-1 設計機種一覧

機種	名称	用途
塔	常圧塔、減圧塔、分留塔 ガス吸収塔	石油精製用 ガス精製用
熱交換器	フロートタイプ熱交換器 高圧水素添加熱交換器	石油精製用 化学工場用
反応器	高圧水素添加リアクタ リフォーミングリアクタ	石油精製用
貯槽	横型ドラム、球形タンク	LNG、石油ガス用
ステンレス容器	アンモニア吸収塔、蒸発器	化学肥料設備用

(2) 自己設計と外部設計

蘭州石油化工機器廠での設計方法には2種類がある。

- 1) 自己設計 — 客先より主要寸法と使用条件の入った図面を入手し、強度計算、製作図面を作成する。
- 2) 外部設計 — 外部の設計会社より製作図面を入手する場合で設計エンジニアが国の規格、工場標準に適合しているか審査し、工場能力に合わせ部分修正する。

自己設計と外部設計の比率を製品の機種別に分類すると表V-1-2の如くなる。

表V-1-2 設計の機種別分類

機 種	機 種 比 率	自 工 場 で 設 計	他 社 より 図 面 支 給
塔 (TOWER)	10.7%	4基	30基
反応器 (REACTOR)	41.1%	8基	20基
熱交 (HEAT EXCHANGER)	8.9%	30基	100基
貯器 (DRUM、TANK)	40.5%	28基	100基
平 均		70基 (22.2%)	246基 (77.8%)

1988年度実績

蘭州石油化工機器廠の現状では自己設計が20%、外部設計が80%である。

(3) 仕 事 量

設計では強度計算、製作図面を作成し、製作要領書は工芸課が担当している。年間350工事（350種類の容器に相当）を行い、そのうち標準品が25%、非標準品が75%である。標準品とは標準仕様の容器である。非標準品は客先の仕様に合わせた設計、製作するもので、内訳は国内工事が95%、ASME工事が5%である。ASME工事とはいっても据付先は中国国内であり、日本企業が発注している。

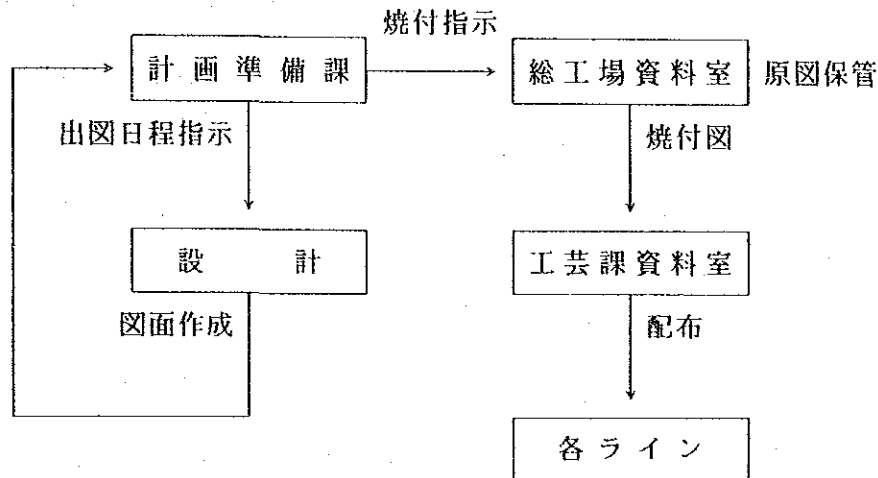
(4) 組織及び人員

設計業務は設計課にて行う。設計課には設計エンジニアが32人、作図員7人の計39名が在籍している。設計エンジニアは表Ⅲ-4-7の学歴別人員構成表に示すように高学歴者であり、工芸課と並んで技術のセンターといえる。

### 1-3 出図日程管理

設計図書の出図日程管理は、経理部計画準備課が行っている。日程は計画準備課が作成するが、材料調達期間が長く製作開始前に十分な日数があるため、ほとんど遅れなく出図している。図書の配布責任部門は、計画準備課で、総工場資料室に焼付指示をし、分工場工芸課資料室に焼付図書が渡り、ここからラインに配布される。

以上を図V-1-3にフローで示す。



図V-1-3 設計図書の配布ルート

### 1-4 変更管理

#### 1-4-1 変更フロー

設計図面に変更が発生した場合、どのように処理されるかを、国内向工事とASME工事の2種類について説明する。

##### (1) 国内工事用図面

設計にて図面仕様変更通知を作成し、これに基づいて設計員が資料室内の未配布の焼付図面や配布先に行って焼付図面に1枚々朱書きで変更する。また総工場の資料室に保管してある原図を訂正する。原紙を訂正後、焼付けし配布すると7日位要するが、この方法だと1日で済むからである。但し、訂正量が多い場合は原紙を訂正、焼付け、再出図する。

##### (2) ASME工事用図面

ASME工事の場合は、正式に原紙を訂正し、再出図するが、資料室員が配布先に行って旧図を回収し、図面配布表に回収サインまでする。ASME工事の量が少ないので現状では対処できている。

#### 1-4-2 改正率

設計図面の品質を表わす指標として図面改正率が挙げられる。一般に図面改正とは、製品の基本的性能、機能を変更する。いわゆる設計変更（Design Change）と図面の誤りを訂正する図面変更（Drawing Change）の2種類の内容があるが、いずれにしても出図した図面を改正することは同じで処理手順に相違がないことから同様に扱っている。

図面を改正せざるをえないということは、その品質に問題があった訳でこの発生原因を見つけ対策を立て再発を防止することで図面の品質を向上させていくことが出来る。

図面の改正率を表わす式は評価したい内容により変わってくる。蘭州石油化工機器廠では、

$$\begin{aligned} \text{図面改正率} &= \text{図面改正工事率} \\ &= \frac{\text{図面改正のあった工事件数}}{\text{全工事件数}} \times 100 (\%) \end{aligned}$$

この方式で蘭州石油化工機器廠の図面改正率を出すと約8%ということであった。これはある容器の製作図面枚数が20枚あるとしてもそのうちの1枚改正しても改正工事件数は1件となり、工事が100あればそのうち改正がゼロの工事が92件もあることを示している。

従って蘭州石油化工機器廠ではめったに改正がないことを意味している。日本の圧力容器工場での図面改正工事率は逆に92%位になると思われるので、何故そんなに改正が少ないか調査したところ、

- (1) 中国では前の1-3 出図日程管理の項で述べたように設計と製作開始の間に十分な期間があり、ほとんど変更がない状態になってから工事開始する。
- (2) 製品はほとんど国内向であり、客先側の変更が多いとペナルティーを課すので客先も変更はしない。

との理由が挙げられた。

また、先の式で自分達の誤記による図面改正率は5%以下とのことであった。

従って、改正率は問題がないと思われる。

#### 1-5 現場からのフィードバック方法

現場からの問題点、改善項目は下記のようにしてフィードバックされる。

- (1) 新製品は製作開始前、総工師、設計、工芸課、現場のライン長が出席して設計審査会議を開催し、この中での指摘されたものが設計に反映される。制作中は設計担当者が現場サービスチームの一員として現場に張り付き問題点、改善項目を発見したら関係

者と協議し設計変更していく。

製作完了後、鑑定会議（工事反省会）を開催し、次工事へのフィードバックを行う。

(2) 従来品は現場サービスチームが問題点を吸収し、設計、工芸課、総エンジニアで協議し解決する。

#### 1-6 問題点

(1) 現場サービスチーム制度があるが、設計から 2～3人と工芸課員でチームを組み、1チーム15日で交代制をしている。

サービスチームの任務は蘭州石油化工機器廠のQAマニュアルにも規定されているが実状はトラブル処理班のようである。

できるだけ早くサービスチームがなくても現場の製作がスムーズに運ぶようにならねばならぬ。

(2) 設計の図面改正が白焼に朱書きというのでは非効率であり、改正もれが発生する可能性がある。それというのも焼付配布に7日も要することが原因である。

焼付けが本社部門にあるだけというのが問題である。エンジニアリング部門の近くに白焼、複写機の設備が是非必要である。

## 2 資材管理

資材管理は、材料の供給を適切に行うために手順や手続きを規制した一連の業務システムであり、単に物を預かる倉庫業務だけではない。適切な供給とは、要求する部門に対して必要な材料を、必要な量だけ、必要な時に、必要な場所へ、最少限のコストで供給する事である。資材管理は日程管理と不可分であり、材料の入荷時期や工程の進捗状況によって日程が修正され材料供給がこれに伴うことが必要であり、材料要求時期が受領側によって自由に変更されると工程の混乱を招くことになる。

また、材料在庫、半製品の滞留および材料劣化等を極力削減して、材料コストの増加を抑え、なお生産に支障が無いように管理することも資材管理の大きな目的である。

### 2-1 資材の種類と物量

煉化分廠で使用する資材は、鋼板、パイプ、形鋼、棒鋼等の鋼材と大形・中小形鍛造品、溶接材料、購入部品（バルブ、ゲージ、ボルト・ナット等）および消耗材料等があり、生産工程に特に影響を与えているのは、入手事情が良くない鋼板と素材である。

表V-2-1 1988年の資材使用実績

	輸 入 品	国 産 品	合 計
炭素鋼板	2,400トン		
合金鋼板	780		
ステンレス鋼板	840		
シームレスパイプ	360		
合 計	4,380トン	約10,000トン	約14,000トン

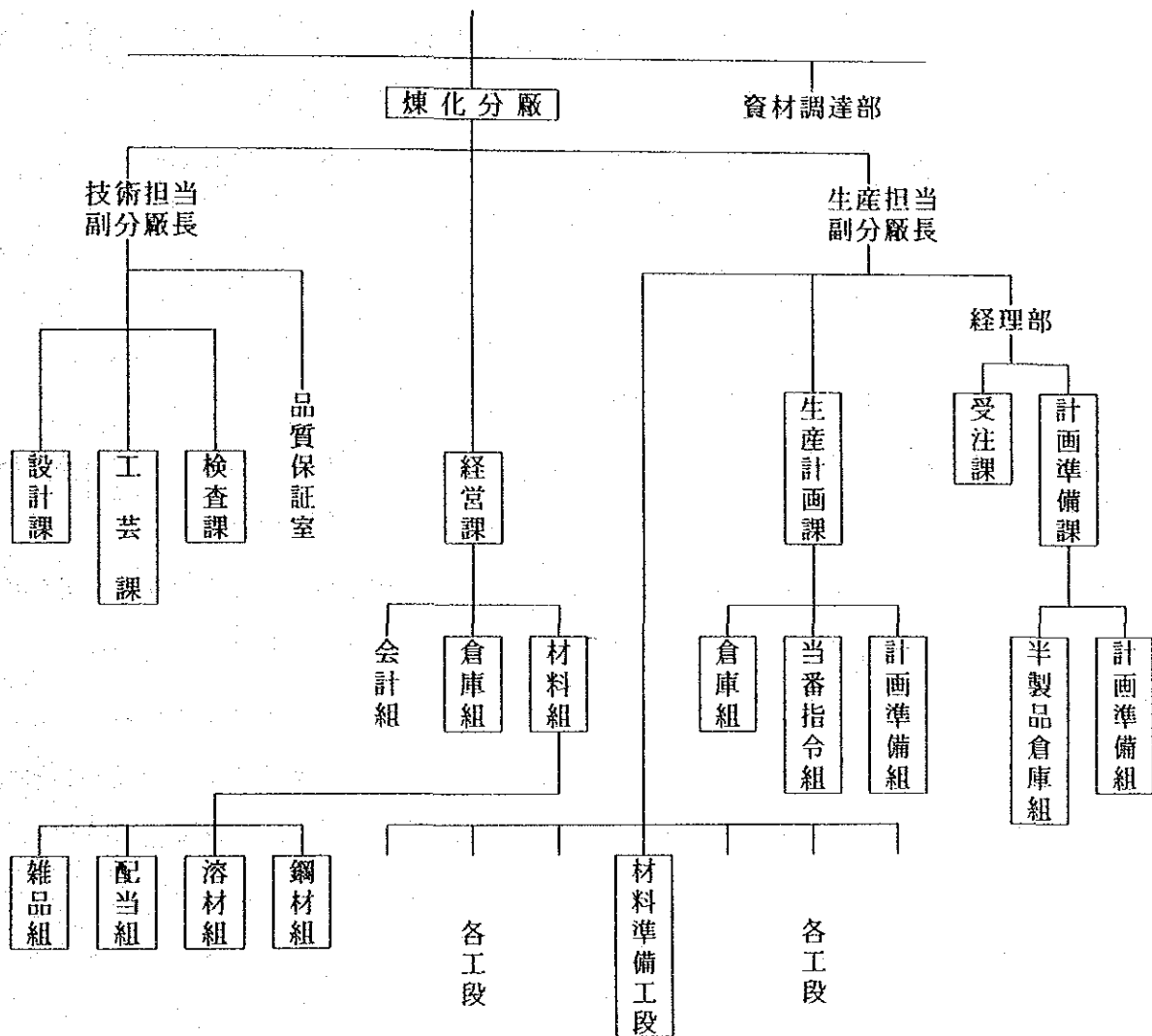
鋼材の材質別種類は20~30種で特に多くはないが、定常的に材料の過不足を生じてその対策におわれており良い管理状態ではない。

必要な時期に入荷していない、入荷時期が必要な順序になっていない、未入荷品の入荷

予定がたたない、購入量と使用量の差が大きく余剰品在庫を増やしている等、在庫量の多いのに品揃いが悪いという問題を抱えている。

## 2-2 資材管理の組織と所掌分担

煉化分廠の組織で資材管理に関係する部門は、図V-2-2に示すように多岐に亘っている。



枠で囲んだ部門が資材管理に関係している部門をしめす。

図V-2-2 資材管理の組織



資材管理関連部門の業務分担は次のとおりである。

- (1) 設計課 ; 支給図面にもとづき製作図面を作成する。
- (2) 工芸課 (工作技術課) ; 製作図面にもとづき材料表 (材料定額) を作成する。
- (3) 経理部受注課 ; 材料表により主要材料の調達を資材調達部へ要求する。
- (4) 経理部計画準備課 ; 産品別カードを作成し主要な材料および部品の納期を決める。
- (5) 資材調達部 ; 材料表にもとづき在庫材料を引当てる。  
材料を注文する。  
入荷品の受入れ、検査 (検査課が行う)、保管、出庫を行う。
- (6) 生産計画課 ; 投入計画 (投入日、完成日) を指定する。  
材料出庫要求表 (材料限度額表) を発行する。
- (7) 経営課 材料組 ; 寸法別材料明細表を作成する。  
倉庫組 ; 中央倉庫より材料を受領、保管、供給をする。  
生産計画課 倉庫組 ; 部品の受領、保管、供給を行う。  
計画準備組 倉庫組 ; 半製品の受入れ、保管、供給を行う。

資材の調達事情が悪い現状では受注後極力早く注文し、入荷したら即刻投入できる状態にすることが望まれる。

現在の組織は上記のように材料に拘わる部門が多く、役割りが分散しているので非能率で時間の浪費と、責任の所在を不明確にしている。

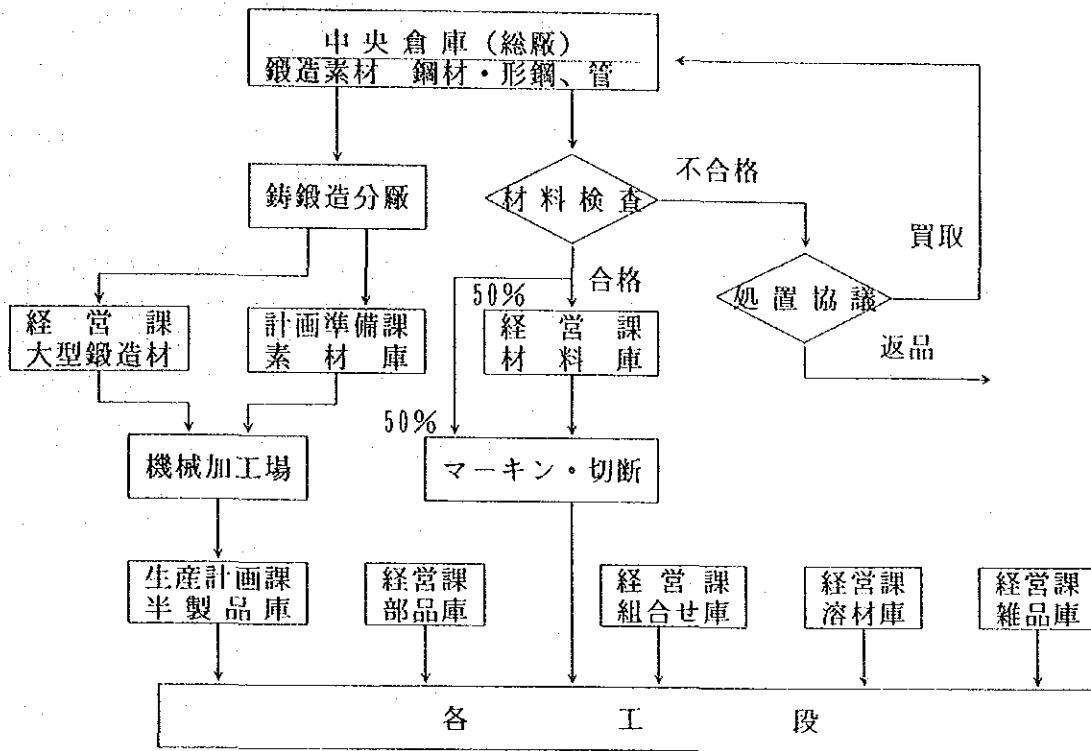
材料の品揃いが悪いことが工程を乱し、品質を落として、これを捕うために人が働き、組織が大きくなり、非能率を招くという悪循環が生じていると考えられる。機能を集約し接点を減らすことが肝要である。

## 2-3 資材と帳票の流れ

現在の資材の流れを図V-2-3に示す。

主要資材は総廠の資材調達部に所属する中央倉庫 (一級倉庫) に入荷し受領され、改めて行う材料試験に合格して出庫可能の状態となる。分廠の要求により分廠の各倉庫へ出庫され、一旦入庫のうえ各工段に出庫・投入される。

中・小型鍛造品の素材は、入荷後鋳鍛造分廠へ加工委託を行い一旦納入後、機械加工場にて加工のうえ半製品庫に入庫する。このように資材も帳票も長い経路を辿っており資材管理が難しい状況にある。



図V-2-3 資材の流れ

中央倉庫が本来の倉庫であり、分廠の倉庫は置場であるが、管理の必要が発生して倉庫の機能も持っており、機能の重複が見られる。

中央倉庫と分廠材料庫の業務は次の通りである。

中央倉庫；注文契約書と入荷材料との照合、材料書類受領と配布、置場へ一時保管、材料検査（規格、寸法、化学成分、機械的性質）の手配、検収、不合格品の処置、棚卸（年1回）

材料倉庫；材料リスト作成、出庫要求（中央倉庫へ）受領後検査、保管または出庫、余剰材料の保管・引当て、棚卸（月1回、さらに3か月毎に資材調達部が1回行う）

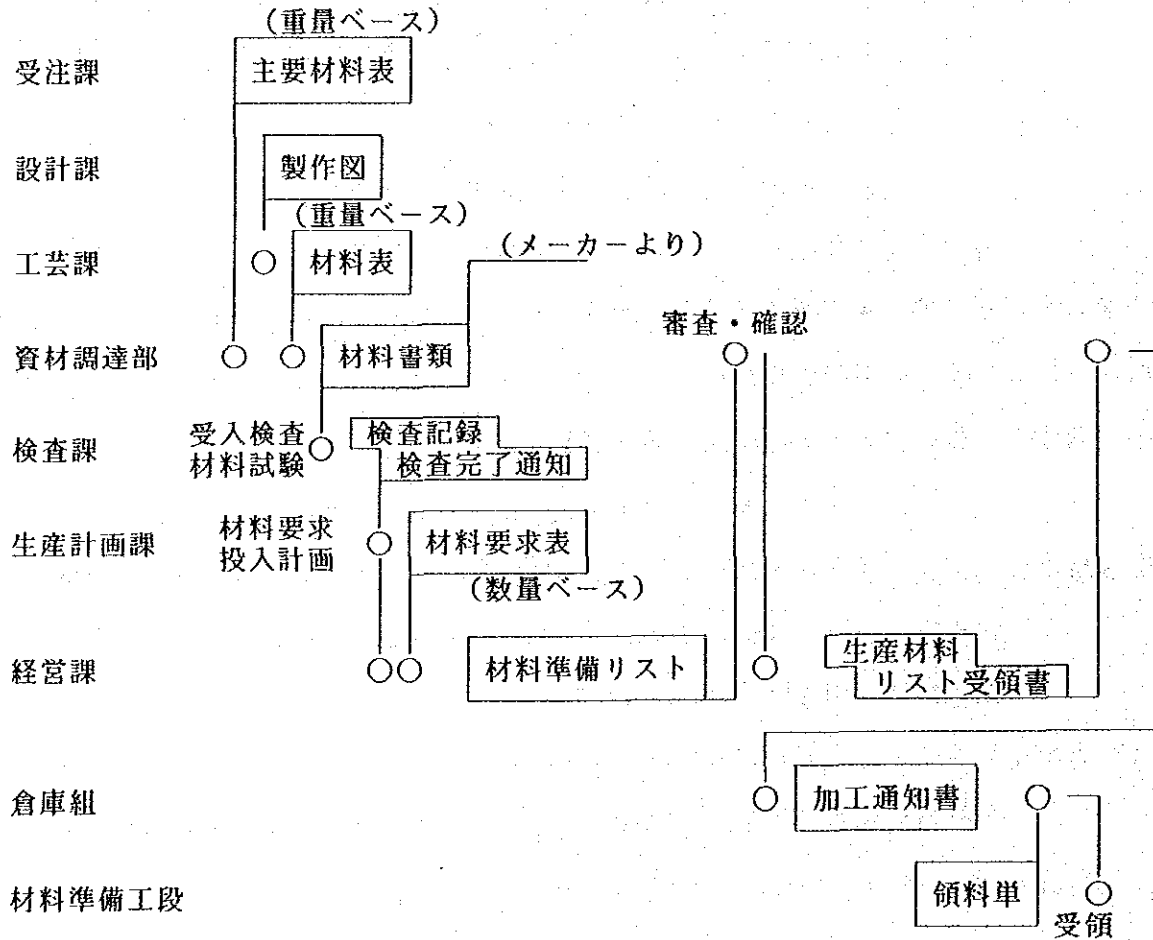
分廠の各倉庫とその配員は次のとおりである。

表V-2-4 倉庫の配員数

倉庫名	計画準備課	生産計画課		経営課			
	素材庫	半製品庫	部品庫	材料庫	組合せ庫	溶材庫	雑品庫
	5名	3名	2名	12名*	2名	9名	3名
面積				8,000㎡			

\*材料庫の配員；計画2名、受入れ1名、保管4名、出庫4名、台帳1名

資材管理帳票の流れの現状を図V-2-5に示す。



図V-2-5 資材管理帳票の流れ

鋼材の調達を重量ベースで行い、出庫は数量ベースとなるために、帳票の種類も多くなっている。また、業務分担が細分化されているため経路も長い。業務の節点での誤記や時間の無駄が懸念される。

#### 2-4 資材の納期

国の経済事情から調達期間が4~12か月を要している。

調達は総廠の資材調達部の所掌であり、分廠は殆ど関与していない。納入予定が不確実のため実際に入荷するまで、具体的な日程計画が立てられない状況にある。

生産を担当する分廠に材料入手の責任が無いために、入荷遅れや不良品発生のおき安易に日程をずらして終い、工程の末期への皺寄せが日常的になっている。

材料種類によって調達期間が短いものと長いものとの幅が広く、加工量を消化するために入荷している物から着手する事となり、合理的な工程に従う事が出来ず、各ステージに半製品が滞留している。

#### 2-5 入・出庫、保管

(1) 中央倉庫へ入荷から分廠の材料庫へ入庫までの期間は1~3か月を要している。国家制度で規制されている入荷後の材料試験および溶接施工法試験等に使う材料が本体材料と同時に入荷のため、試験結果を待つ期間が浪費されている。

材料庫から工段への出庫にも3~14日掛かっている。情報の経路および材料の流通経路が長く節点が多いため各ステップでの待ち時間が累積している。また、運搬を別部門(総廠の運輸部)に委託する事になっており事前の運搬が出来ないで、このための待ち時間も累積する。

(2) 現在使用されている運搬要具は、次のとおりである。

トラック …………… 100台 (内、稼働しているのは約20台である)

フォークリフト ……… 10台

天井クレーン …………… 10台

工程が順調でない状態では小運搬が頻繁に必要となるが、トラックや台車がある場でも自由に使えないのは不能率である。

(3) 材料の識別

材料の表示は荷札で行っている。鋼種を示す識別色は使われていない。

屋内・屋外共に置場の区画割り、表示板等による置場の明示が実施されていない。

材料置場に出荷待ちのタンクパネルの梱包品が置かれている。また、熱交換器用チューブ材料が段積みされているが異種材料が混在していたり、また錆が発生して密着状態になって識別できない。

鍛造品は屋外の草むらに地面に直接置いており、汚れや錆で識別が困難なものがある。

## 2-6 欠品と在庫

現在、煉化分廠では、使用する予定の材料を 15,000 トン保有している（総廠全体では 35,000 トン）。これは一年分の消費に相当する量で、平均して入荷後一年保管してから出庫している事を示している。前払い調達による金利、鋼材の劣化損失、置場占有費、品物の移動費等、膨大の損失を負担している事になっている。

購入量に対して、実際の使用量は 81% で、残り 19% からスクラップを除いて約 1,500 トンが予備材として在庫することになる。購入量が多いのは、重量ベースで要求しスチールメーカーの標準寸法で購入するため歩留りが悪いこと、また不足した場合の材料入手困難を補うため、予め余裕を見込んで注文していることが起因していると思われる。

この予備材は、発見された品質不良や、図面変更、加工仕損じ等の事態で代用に供する事になるが、代用するには国家機関の承認が必要で容易ではない。

予備材は、中央倉庫と分廠倉庫で、それぞれ保有しており引当て業務も両者が行っており一元化されていない。

分廠倉庫では月に一回棚卸を行っているが、倉庫や置場に劣化して使用不可と思われる材料および識別困難の材料が保管されており、材質劣化品の処置規準が確立していないために見過ごされている。また毎月帳簿と現品の照合を行う必要があるということは、入・出庫の記帳が正確で無いことを証明している。

### 3 原価管理

#### 3-1 原価計算の現状

##### 3-1-1 原価計算の担当部門と業務内容

###### (1) 担当部門

原価計算は経営課会計組が担当している。

###### (2) 業務内容

経営課会計組の業務内容は次の通りである。

- 1) 製造命令書（製品別カード）、材料表（材料定額）、実行工数計画（工数定額）によって工事番号別の予定製造原価を計算する。
- 2) 工事番号別に製造原価実績を集計する。
- 3) 工場経費を集計する。
- 4) 年一回、棚卸し結果に基づいて在庫資産を計算する。
- 5) 作業表に基づいて支払い賃金及びボーナスを計算する。

##### 3-1-2 原価の構成

###### (1) 直接原価の構成

直接原価（製造原価）の構成は下記による。

材料費	素材
	鑄鍛造品
	部品
	溶接材料
	補助材料 <sup>*1</sup>
加工外注費	
経費	燃料費
	水道、電力費 <sup>*2</sup>
	専用治具費
	スクラップ損失費
加工費	

- 注) \*1 補助材料には非破壊検査材料、サンドブラスト材、塗料、梱包材料等が含まれる。
- \*2 水道、電力費は消費量の80%が直接原価に計上され、20%は間接原価に計上される。

(2) 間接原価の構成

間接原価（工場経費）の費目分類は下記による。

固定費	従業員給与及び手当
	事務用品費
	暖房費
	機械設備修理費
	図書費
	安全保護費
	保健費
	福利厚生費
	原価償却費 <sup>*3</sup>
変動費	消耗材料費
	保全費
	エネルギー費
	水道、電力費
	運輸費
	市内交通費
	検査、材料試験費
	技術研究、実験費
	印刷製本費
	在庫資産損失費
	その他

注) \*3 原価償却は定額法を採用している。耐用年数は次の規準による。

揚重設備	15年
プレス加工設備	15年

金属切削設備	18年
熱処理炉、焼鈍炉	15年
建物	50年

### (3) 本社経費の構成

煉化分廠の製造原価に負荷される本社経費（企業管理費という）の費目は、本社部門に於ける工場経費と同費目の他に下記の費目がある。負荷率は20%で加工費に負荷される。

労働組合費  
 通信費  
 国内出張費  
 海外出張費  
 宣伝費  
 接待費  
 会議費  
 販売経費  
 教育研修費  
 警備消防費  
 環境保護費  
 租賃  
 利息

### (4) 加工費の計算方法

生産作業をその作業に使用される機械設備によって8等級に類別し、その換算率を決めている。換算率は機械設備の価格と操作の難易度を考慮して決定される。従って機械設備を必要としない作業、例えば手溶接、グラインダー掛け、罫書、切断、組み立て等は、類別1級、換算率1で計算される。自動溶接は類別3級、換算率7で計算される。

機械設備を使用する作業では、旋盤作業が類別1級、換算率1の基準作業となっている。

製品の所要工数は、生産工程を作業、職種並びに使用する機械設備毎に分解、計算しそれに換算率を乗じた換算工数が使われる。操業度は換算工数の総和で示される。



加工費は 3-1-2 (2) に記述した工場経費の総和を操業度で割った工場経費係数に換算工数を乗じて計算される。毎月、操業度と総工場経費の実績を基に加工費が計算される。

以上を数式に示すと下記の如くとなる。

機械設備類別	1	2	3	4	5	.....	8	
換算率	1	3	7	12	20	.....		
所要工数	35	12	4	21	18	.....		
換算工数	(1x35) + (3x12) + (7x4) + (12x21) + (20x18) +						.....	= A
月間操業度							.....	Σ A
月間総工場経費							.....	B
工場経費係数	B / Σ A						.....	C
加工費	A × C							

### 3-2 工事利益管理の現状

#### 3-2-1 工事利益の計算

工事利益計算は、生産前価格（予先価格という）と生産後価格（産後価格という）の2種類の価格について行われる。

##### (1) 予先価格

予先価格は見積り製造原価に本社経費、利益率、税金を上乗せした製品価格を指す。予先価格は経理部受注課で決定する。

$$\text{製造価格} = \text{製造原価} (\text{材料費} + \text{加工外注費} + \text{経費} + \text{加工費} \times \text{本社経費} (20\%)) \\ \times \text{利益率} \times \text{税金} (30\%)$$

一般的に国家の計画による受注の場合は国家標準価格が設定されている。製品価格も国家標準計算式によって算出され、利益率も確保される。入札による場合やネゴによる場合の受注価格は予定利益率を下回ることもある。

##### (2) 産後価格

産後価格は製造原価実績を基に計上される。産後価格及び利益額の決定は本社でなされるので、煉化分廠では実態を把握していない。

### 3-2-2 製造原価実績の把握

#### (1) 材料費

材料費実績は倉庫部門が出荷伝票に金額を記入したものを集計する。材料の価格は市場価格の大きな変動を考慮して、蘭州石油化工機器廠があらかじめ設定してある、定価による。定価は毎年一回見直される。

#### (2) 加工費

加工費は毎月、その月の換算工数による操業度と工場経費総額によって計算される。換算工数は工段で記入された工数統計帳（工段施工票という）が、工芸課で工事番号別に集計された数字が基になる。

#### (3) 動力、エネルギー費の配分

電力、水の費用は20%は工場経費として計上される。残りの80%は直接原価として計上される。計算方法は各製品毎に配分比が決められていて、実績工数比によって各工事番号に計上される。熱処理炉用燃料費は全額直接原価に計上される。

### 3-3 在庫資産管理の現状

在庫資産は年一回棚卸しの結果を基に計算するが、管理の対象とはなっていない。半製品は年末点検時に出荷材料費と消費工数実績を集計して金額をだしている。

### 3-4 工数管理の現状

#### 3-4-1 工数管理の担当部門と業務内容

##### (1) 担当部門

工数管理の担当部門は本社労働人事教育部と煉化分廠工作技術課（工芸課という）工時定額組とがある。

##### (2) 労働人事教育部の業務内容

労働人事教育部は職種別の工数規準の設定、分廠間のバランスの調整と全社的な工数管理を総括している。

### (3) 工芸課工時定額組の業務内容と人員

工芸課工時定額組は煉化分廠の製品についての製造工数管理を担当する。

工芸課工時定額組の人員構成は下記の通りである。

組長	2名	
加工工数担当	2名	各工数担当は現場作業員からの転籍者
溶接工数担当	2名	
整備組立工数担当	3名	
統計員	1名	
計		10名

### 3-4-2 標準工数（工時定額）

労働人事教育部が設定する工時定額は全社統一基準で、職種別のパラメーターは下記の通りである。工時定額は習熟曲線（定額学習曲線という）や、実績値によって修正されるが、修正は不定期的で制度化されてはいない。

#### 職種別工時定額パラメーター

溶接	溶着金属量、姿勢、自動／手溶接、板厚、開先
塗装、表面処理	面積
ガス切断	切断長、板厚、形状、切断形式
機械加工	切削速度、機械操作手順
プレス加工	機械操作手順、重量
組立	部品数、重量
グラインダー	グラインダー長
水圧検査	容積、マンホール数
運搬	基準無し
探傷検査	基準無し、管理していない

### 3-4-3 製造工数管理

#### (1) 工数計画

工事番号別の製造工数計画は、設計図、工作要領図、部材表、工時定額及び経験を基に算出し、工程別、工段別、職種別、部品別の作業単位に分解され、一覧表（零件＝部





品＝総合明細表という。表Ⅳ－3－1参照)にして配布される。この際、受注時の見積り原価の工数計画は資料が配布されていないので考慮されていない。

工数削減は、本社から或る特定の機種に対して、削減率(5～10%減)が指示されることがある。

## (2) 予実対比

製造工数の予実対比は工事番号単位ではなく、月間製造計画が基準となっている。つまり、月間製造計画で一ヶ月に完成すべき生産量と必要工数が指示され、それに対して実績工数の対比がなされる。実績工数の分析は各製品の完成生産重量(Ton)当たりの消費工数でなされる。

1985年～1988年の計画工数と実績工数の比率は下記となっている。

	1985	1986	1987	1988
実績工数/計画工数	1.356	1.24	1.27	1.24

## (3) 生産ノルマとボーナス

生産ノルマの設定は月間製造計画との対比で行われる。前項で述べた如く、月間製造計画で一ヶ月に達成すべき生産量が重量で指示されるが、この計画量は能力に対して負荷をかけた数値となっている。一般的には20%以上の負荷率となっている。例えば200Hr/月/1人の能力に対して240Hr/月/1人以上の生産量が計画値として工段に与えられる。工段平均として240Hr/月/1人以上の生産量が達成出来れば超過した分についてボーナスが支給される仕組みとなっている。

## (4) 工数実績の集計

各工段に所属する記録員が、生産工程が完了した時点で、工段施工票に計画と実績を記入し、工時定額組に廻す。工段施工票への記入は班単位が基本となっていて、作業員一人一人の毎日の実績は記入されていない。工時定額組は工数統計計算台帳に転記、月毎に集計して経営課会計組へ廻す。経営課会計組はこの台帳によって加工費の計算資料とする。

### (5) 仕損じ工数処理

設計不良、材料不良、前工程不良等による後戻り処理工数は不良品通知票（収款凭単という）を発行し、原因課と工時定額組に配布する。工時定額組は工数集計後、経営課会計組へ廻す。本不良品通知票は、後戻り処理のために生産ノルマが達成出来ず、ボーナスに影響するのを防ぐのが主たる目的で使われている。後戻り処理工数が総工数に占める割合は5～8%と推定されるがシステムとしての統計はされていない。

原因課へ配布された不良品通知票には、原因と対策が記入されて工時定額組に戻されファイルされる。

## 3-5 原価管理の問題点

原価管理とは、収益に対して原価の計画、実施、統制を行い企業の利益の増加に寄与するための管理活動である。管理の道具として使われるのが原価計算である。原価管理は原価計算の結果によって作業の改善を行い、原価低減を目標とする管理活動である。蘭州石油化工機器廠では、「從嚴治廠」＝「管理を厳しくしよう」「各人が努力して良くしよう」というスローガンを掲げて利益改善に取り組んでいるが、原価計画、原価計算、統制の全ての面で、原価管理の基本認識に欠けている点が見受けられる。

### 3-5-1 原価計算の問題点

#### (1) 材料費

材料費は年間を通じて定価が設定されており、原価計算上は合理的である。しかし、市場価格の変動による真の材料費との差異が検出されないので、真の製造原価が把握されていない。インフレによる材料費の価格上昇が予想される現状では、定価と実際価格の差が適確に且つ早期に把握され、受注価格に反映される制度が望ましい。

#### (2) 加工費

加工費の計算方法は非常に煩雑で尚且つ次の矛盾を持っている。

- 1) 機械設備を取得価格によって類別し換算率を決めているが、機械設備の価格は原価償却費として工場経費に算入されている。換算工数によってふくらんだ操業度で原価償却費を含んだ工場経費を割るのは、二重計算をしていることになる。
- 2) 操作の複雑な機械設備は当然多くの工数を必要とする。その多い工数に事務処理の

手間を掛けて更に換算工数を出し、操業度を実際より水増しする意味が不明である。

- 3) 加工費は毎月の操業度と工場経費の実績によって計算される。当然月毎に単位時間当たりの加工費が変動する。そのため製造原価での加工費の真の値が不明確になる。同じ製品又は類似製品の製造原価が完成月によって変動し、真の価格が不明確となり予実対比の分析も難しくなる。単位時間当たりの加工費は会計年度の間は一定の数値とするのが望ましい。

### (3) 原価の集計

原価の集計は現在手計算で行われている。加工費の計算だけでも 2人× 6日間必要とされている。現状把握と分析により、有効な対策を講じるのが管理の原則であり、原価集計の期間を短縮する手段が望ましい。将来的には電算機の導入による事務処理の合理化が望ましい。

## 3-5-2 工事利益管理の問題点

### (1) 予先価格と産後価格

工事利益を計算するのに、予先価格と産後価格の2種類の価格があり、且つ産後価格については、工場の原価管理の担当部門である経営課が関知していないということは理解に苦しむ。工事利益は予先価格であれ、産後価格であれ実際に顧客から入金する金額と製造原価との対比で管理され、工場経営幹部に定期的に報告される制度の確立が望まれる。

### (2) 製造原価の見積り

原価管理の基礎である製品の受注価格に予先価格と産後価格の2種類があり、更に経営課が産後価格を把握していないことは、前項で述べたがもう一つの問題は予先価格の決定に経営課が関与していないことである。

予先価格は経理部受注課が、国家標準計算式又は市場価格によって決定するが、受注後の製造原価計画に反映されていない。経営課は製作図、部材表、工数配分計画等の資料が全部揃って初めて予定製造原価の計算をする。従って非常に遅い時期に計画されるし、受注価格との乖離も考慮されていない。前項の真の工事利益額の把握と併せて、原価管理制度の見直しが望まれる。



### 3-5-3 在庫資産管理の問題点

在庫資産の削減は工場経営上の一つの大きな方針となっているにも拘らず、在庫資産量の把握が年一回の計算では問題である。在庫資産を倉庫在庫資産と仕掛り品（未完成製品）とに分け、目標値を決めるとともに、統計値が定期的に報告される制度の確立が望まれる。但し、在庫資産額把握のための事務処理量の増加も考慮しなければならない。3-5-1(3)項で述べた電算機の導入による原価管理と併せて検討することが望ましい。

### 3-5-4 工数管理の問題点

#### (1) 工数計画

工芸課工時定額組による工数計画には次の様な問題がある。

- 1) 工数計画は零件総合明細表によって各工段に指示される。この明細表は図面番号別、部材別、工段別、職種別に各作業の必要工数が配分され、非常に精密に出来ている。しかし、この配分表は受注価格によって指示される製造工数の達成目標を配分しているのではなく、それとは無関係に各作業が必要とする標準工数を積み上げているところに問題がある。勿論、各作業の必要工数が、動作分析とかタイムスタディ等により最小必要限のネット時間が正確に把握されているならば問題は無いが、この様なことを全ての製品の全ての作業に適用することは不可能である。

細分化された作業に対して、個々に必要工数を積み上げた場合の合計は、一般的には受注価格見積り時に於ける工数計画よりも多くなる。予先価格の資料が配布されず、見積り原価が考慮されていない現状では尚更である。

- 2) 明細表の配布時期についても問題を含んでいる。この明細表は製作図、工作要領図、部材表等の資料が完備してから始められる。計算にも時間がかかる。明細表が出来て初めて各工段の配員計画がなされている現状では、年間又は季間生産計画との齟齬が生じる。

#### (2) 工数実績の追跡

工数実績の計上は明細表で指示されている部材単位の作業が完了した時点でなされる。一方、生産ノルマは月単位の完成生産重量と消化工数で指示される。工段長は毎月、月末近くなるとノルマを睨みながら生産量の調整をする。生産ノルマが不足と見れば、残業をかけたり、意識的に完成計上することとなる。この結果、毎月の消化工数の実績が

工事番号毎の進捗度と直結した数字となって現われてこない。

現在の予実対比が月単位の総生産重量と消費工数、能率評価が同じく月単位での総生産重量当たりの総消費工数という制度では、工事番号別の日程管理や工数管理は難しい。工段レベルでの関心は完成生産重量に始まって完成生産重量に終るといっても過言ではない。製品の納期厳守とか、作業改善による能率向上や品質向上といった課題よりも生産量を計上することが優先する現在の制度の改革が強く望まれる。

工数管理の観点からは、工数実績が作業員個人単位、工事番号単位で毎日計上され、真の数字が把握出来る制度の確立が望まれる。

### (3) 工数管理システムの見直し

明細表の目的は生産ノルマと密接なつながりがあると推察される。従って、原価管理の本来の目的である原価低減のための機能が全く働いていない。工時定額－零件総合明細表－生産ノルマ－ボーナスというシステムとは切り離れた、工数計画－作業改善－工数低減－原価低減というシステムの確立が必要である。

### (4) 仕損じ工数処理

仕損じによる後戻り処理工数を不良品通知票によって計上する制度は、工数管理上良い制度である。問題は、この制度が生産ノルマとボーナス計算にのみ活用されていることである。他責には厳しく計上され有効だが、自責には無効に近い。又、品質管理や原価管理等の他の管理に活用されていない。後戻り処理工数が、製造工数全体に占める割合が 5～8%というのは非常に大きい数字である。後戻り処理工数統計を活用し、数字を下げるためにはどうすれば良いかといった観点から全工場的な活動として展開するような制度の確立が望ましい。

## 4 工程管理

### 4-1 工程管理の現状

#### 4-1-1 工程管理の担当部門と業務内容

##### (1) 担当部門

工程管理の担当部門は年度計画、季度計画については経理部計画準備課で、月々の生産計画及び投入計画については生産計画課が実施している。

##### (2) 業務内容

煉化分廠で使用している工程表の種類と作業内容は次の通りである。

表V-4-1 生産計画

工程表	担当	発行日	内容
(1) 年度計画	経理部計画準備課	一回/年 前年度11月作成	翌年度の生産計画 大体翌年の9月頃迄の受注は決定している。
(2) 季度計画 (四半期計画)	経理部計画準備課	一回/季 翌季45日前作成	年度計画の修正
(3) 月生産計画 月度生産大綱  月度配套計画	生産計画課		季度計画の修正 組立以降の工程に対する生産実施計画 問題点の対策、処理案 加工工程に対する生産実施計画
(4) 投入計画 産品進度計画  材料準備計画	生産計画課		マスタースケジュールに相当、主要産品にのみ作成 材料準備指示

配布先 煉化分廠全部課と各工段長、同調度員

生産計画及びマスタースケジュールの例を図V-4-2、V-4-3に示す。

\* 日程管理は各工段長、同調度員と生産計画課の調度員とによって調整されている。

#### 4-1-2 日程計画及び日程調整の方法

##### (1) 日程計画

年度計画、季度計画に基づき生産計画課にて投入計画を作成している。投入計画は産品進度計画と材料準備計画より構成されている。

産品進度計画が受注製品に対するマスタースケジュールに相当するものである。原則として製品全数についてマスタースケジュールを作る事になっているが生産計画課では主要製品についてのみ作成している。通常工場に流れている製品の日程表は工段長の責任において作成し、生産計画課でレビューしているのが現状である。

##### 1) 主要設備スケジュール（生産計画課作成）

横ボール盤

立型旋盤

加熱炉、焼鈍炉

4,000TONプレス

ベンディングローラー

立型旋盤スケジュールの例を図V-4-4に示す。

##### 2) 加工工段施工票（工段長、調度員作成）

マーキン、切断 班単位

機械加工 個人単位

組み立て グループ単位

プレス 班単位

##### 3) 定盤計画、製品移動計画（工段長、調度員作成）

各工段が独自に作っている。

##### (2) 日程調整

生産計画課が担当して日程調整会議を開催している。煉火分廠副分工場長が主催する毎週1回の定例工程会議である。出席メンバーは各工段長及び関係する各課長である。

問題点の調整、具体的な指示は生産計画課にて行う。

(3) 生産計画課の業務について

課 員 50名

業 務 各種工程表の作成

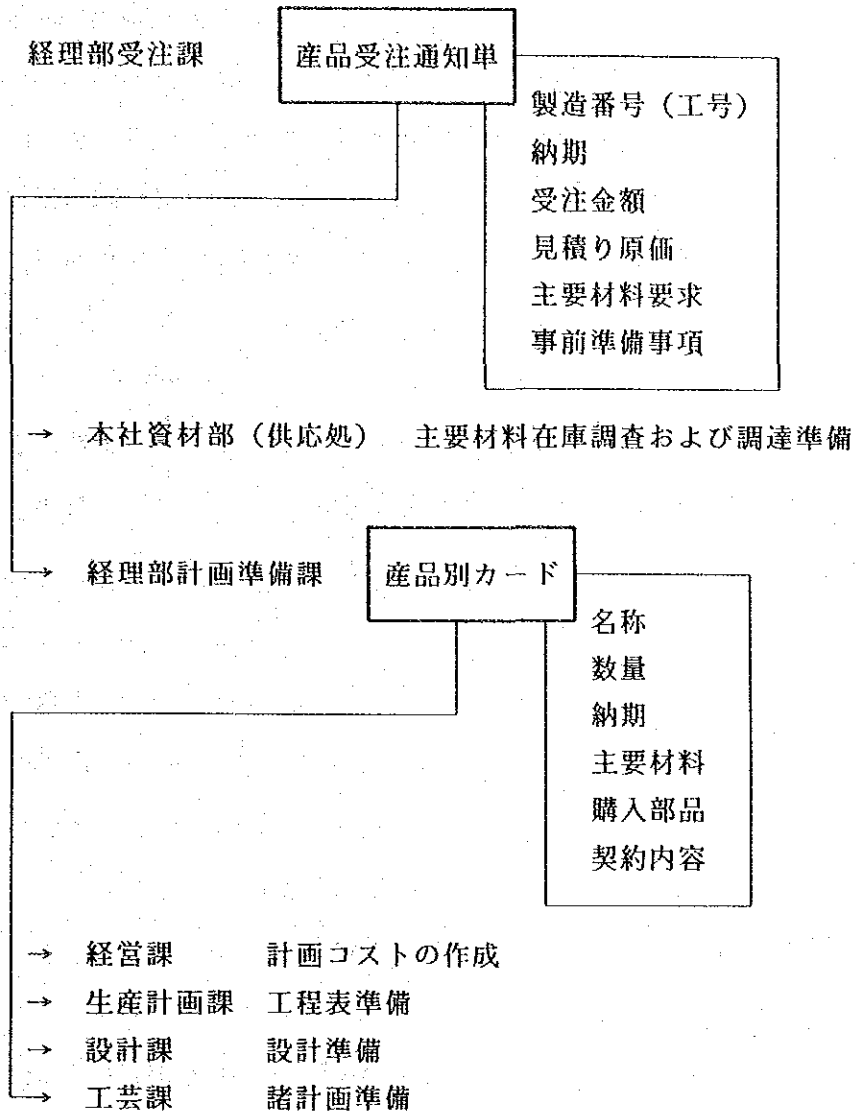
工程会議のとりまとめ

工程調整、各生産工段とのタイアップにより実施

4-1-3 生産工程計画の役割り及びフローについて

(1) 製造命令書のフロー

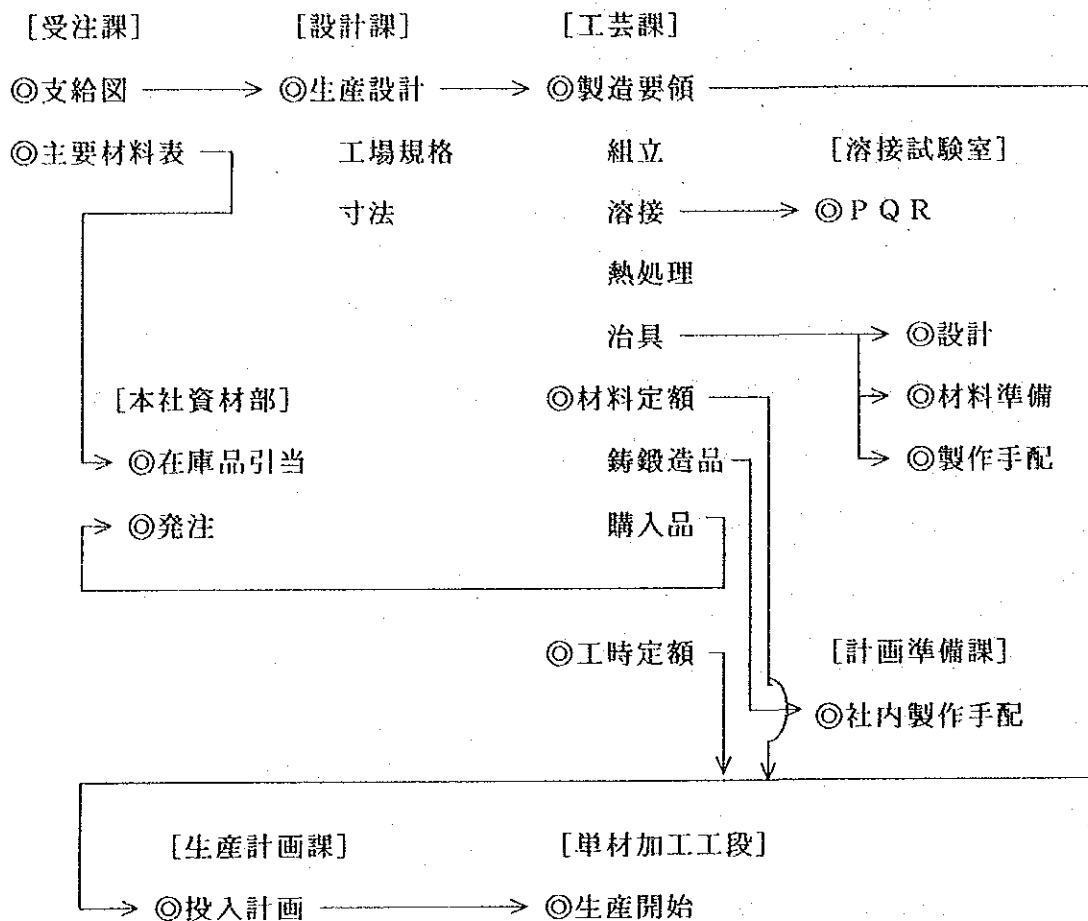
製造命令書は、経理部受注課が受注報告書（産品受注通知単という）で製造番号（工号という）を発番し、併せた形で発行している。経理部計画準備課がこれを受けて、改めて産品別カードを発行し、製造手配を行っている。工場内の製品別の生産管理活動は産品別カードが基本となる。製造命令書のフロー及び主な内容を下記に示す。



図V-4-5 製造命令書のフロー

(2) 生産準備計画フローについて

受注後の生産準備の為の事前計画は工芸課にて行っている。生産設計の完成後、製造要領、材料定額（材料表）、工時定額（工数実行予算）が計画されて生産計画課に出図される。受注から生産開始までのフロー及び作業内容を図V-4-6に示す。



図V-4-6 生産準備のフロー（支給図=約80%は支給図=の場合）

◎作業内容

(2) 工芸課の業務について

受注製品についての製造要領（工作技術、工程手順等）及び治具設計、実行予算の算出についての業務をまとめている。

課員約90名の大部隊である。又、生産ラインに対するスタッフとして製造現場に常時はりついて工程進捗状況の確認及び異常発生時の現場対応を行っている。約10名のスタッフがその任に当たっている。

工芸課の役割り及びスパンは大変幅広く技術的には深さも要求されるので専門化しておりいくつかの組に分れている。

溶接組、組立組、熱処理組、治具設計組等である。他に工具室が所属していて、工具管理をしているが、これはやや異質な機能と見受けられる。

## 4-2 工程管理の問題点

### 4-2-1 工程管理の機能

#### (1) 工程管理の機能の認識

工程管理の機能が有効に活動していないようである。製品が多種多量生産である為管理が難しい。700種類の製品と10,000TON/年の生産量であり、使用材料も種類が多い。管理項目が複雑にからみあい、管理すること自体が難しいと先入観念になってしまっている。

工程管理は所定の品質、原価、数量の製品を所定の納期に生産するため、工場内の生産資源、すなわち人、機械設備、材料を経済的、合理的に運用する為の管理活動である。その為の活動は大別して生産計画を立てることと生産統制を行うことである。最終的には計画、統制、実績をいつも比較検討し問題点を抽出し改善に結びつける活動であるともいえる。計画精度の向上、計画目標の向上につながる活動であるともいえる。

管理が難しいという言葉で片付けないで工程管理の基本に戻り、納期確保に向けて重点管理項目を決めて取り組むことが大切である。

#### (2) 日程計画

納期通りに完成しない製品があるということは、企業にとって大変良くない事実である。納期遅延は顧客に対し信用を失墜し、その信用回復は容易でない。国際市場へ向って進出するという目標を達成するには、先ず何をおいても納期遅延がゼロでなければならない。内部要因にしろ、外部要因にしろ、納期確保の信念を持って、経営幹部が姿勢を正し、問題点の把握と解決に努力することである。

内部要因の一つは、日程計画にある。日程計画には、大日程計画、中日程計画、小日程計画という長期計画から短期計画への段階的な区分がある。この期間的な区分と対応して広範囲な計画から狭範囲へと区分される。

大日程計画→全工場単位、中日程計画→職場単位、小日程計画→個人又は機械単位と対応している。

煉火分廠の場合、年度計画、季度計画、月生産計画その他日程諸計画の期間と範囲の区分が明確になっていないところに問題があると言える。同時に、生産工段での工程管理の機能が弱いことにも問題があると言える。



### (3) 材料計画

工程管理の主要な目標は納期確保であるが主製品の約20%についての納期遅れがある。

納期遅れの主原因は材料の調達計画通り進まないことである。特殊鋼材の購入期間のかかりすぎ、鋼材の品質不良による遅れ、材料基準表の精度の悪さ等である。

材料計画は生産計画の中でも主要な管理項目であり、調達材料の品質管理、納期管理、現品管理共に日々の進捗状況をしっかり行い品質、日程がスムーズに進むよう、手をあててゆく必要がある。

材料計画システムの見直しと共に材料基準表の精度、代用材、重量ベースでの材料手配、補助材の計画等何が問題になっているのか明らかにしていく必要がある。材料手配のフローを図V-4-7、V-4-8に示す。



#### (4) 進捗管理と実績評価

当工場において各種の日程表が作成発行されている。生産計画課は工事日程表、主要設備のスケジュールを担当している。各工段において加工工段施工票、定盤計画製品の移動計画等を作成、発行、指示している。

それにもかかわらず納期が守れない製品があるという事実は、それぞれの日程表が守られていないことを示している。日程調整については必要に応じて工場長、副工場長が中心になり行われている。日程調整は今後共、継続して実施してゆく事になると思う。大事な事は現状の日程計画に対する精度がどの程度であるのか、工場の進捗管理がどのような状況にあるのか明らかにする事である。

現状の姿を数量的に把握し、目標を設定し、目標達成の為に具体的な施策を計画し、実践することである。そのアプローチする姿が現在見られない。生産工程計画に問題があるのか、作業員、機械の負荷調整計画に問題があるのか明らかにするのが第1歩である。溶接品質の向上と共に当工場の取り組むべき重点テーマである。

### 4-2-2 生産準備の期間

#### (1) エンジニアリングの期間

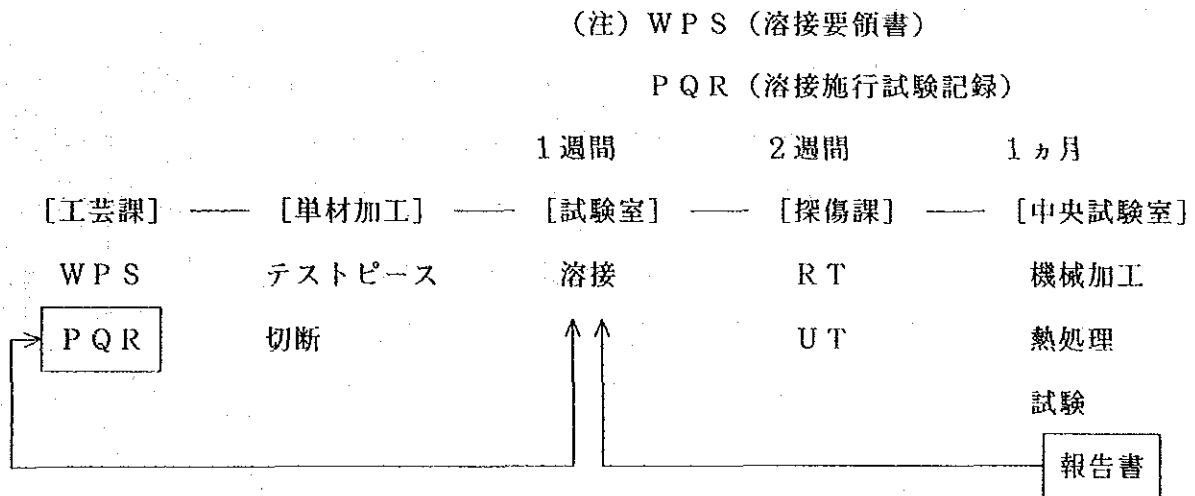
受注製品の加工技術については全て工芸課にてまとめている。固有技術、製造手順、製造要領、材料準備、治具計画等である。そのエンジニアリングの期間に3～6ヶ月要しており大変長い。特に材料手配については調達期間がかかるのでその工期に対する影響は大である。

工期を短縮したいという目標に対して改善する為のポイントの一つである。エンジニアリングの期間についての日程計画を作り、エンジニアリングの期間の短縮を図ることにより、全体の工期短縮を生み又、製造期間に余裕を生む。この点に着目して対応する事が重要である。

#### (2) PQR準備

当工場の対象機種は圧力容器であり、主たる作業は溶接工程である。その溶接工程に入る前に客先にPQRを提出し、承認を受ける必要があるケースが多い。現在、WPS発行後、PQR作成まで約2ヶ月の期間を要しており溶接スタートを遅らせる原因になっている。単材工程がゆるやかにスタートし、工程が進むにつれて日程が厳しくなる1

つの要因であり解決しなければならない問題の1つである。材料入手及び中央試験室における工程が長い。受注製品の緩急に応じて対応する管理技術が必要となる。図V-4-9にPQRのステップを示す。



図V-4-9 PQRのステップ

### (3) 技術準備のレベル

製造手順、製造要領、工作技術についての情報、指示の内容についてレベルが低いケースがある。要領書の通り実施してもトラブルが起る時があり、又、要領書について細かい作業上の指示が記入されていない為に、要領書の意図する通り作業が進まないケースがある。

技術スタッフの技術レベルのばらつきが技術資料の内容の低下を招いている。

工芸課の役割りと課員の教育訓練計画の見直しが必要である。

## 4-2-3 生産技術及び設備上の問題

### (1) 溶接技術

溶接部の品質のバロメーターの一つはRT検査の合格率であるが合格率が低い。従って補修が多くなり工程を乱す。

当工場においてRT成績は二つのデータで管理している。一つは主溶接線長に対する合格長さであり、一つは全フィルム数に対する合格枚数である。現状の成績は長さで99%、フィルム合格率は87%である。長さにしる、フィルムにしる出来ばえは良いとはいえない

い。フィルム合格率が90%以下であるという事は溶接線 3mに 1枚不合格フィルムがある事を示しており、日程、工程、品質、コストへの影響は大変大きい。

RT合格率向上の為に工場の総力を結集して取り組む事である。

## (2) ネックマシン

加工機械について立型旋盤、ラジアルボール盤、単材加工工程についてのマーキン定盤、検査工程についてRT用機械台数が不足している。本当に不足しているか、詳細に工程調整、ネックマシンの調整が出来ていないのか分析されていない。仕事の負荷に対して、個々の作業工程への能力との調整がされないまま生産活動が行われていると見られる。生産計画の不備と管理監督能力の発揮がなされていない。











## 5 品質管理

### 5-1 概 要

品質管理は圧力容器製作の中核であり、品質を決定づける重要な管理体系である。圧力容器用材料調達、設計段階、製作段階の品質に関わるすべての活動を管理するのが品質管理システムである。

### 5-2 品質管理システム

(1) 蘭州石油化工機器廠では「圧力容器品質管理制度 (A0-02P-500/86)」にて品質管理のシステムを定めている。これは下記の5つの章から成り立っている。

- 1) 設計管理制度
- 2) 溶接管理制度
- 3) 非破壊検査管理制度
- 4) 材料管理制度
- 5) マーキングと品質検査管理制度

(2) 品質管理の推進役は品質保証事務室であり、在籍は5名である。

### 5-3 品質管理の現状と問題点

#### 5-3-1 RT合格率

(1) 生産工程Ⅲ-5-1-4にて記述したように、現状の溶接品質は悪い。特にRT合格率を向上する対策として溶接士個人毎の合格率を月別に算出し、合格率98%以上の物に奨励賞を、100%達成者には特別賞を与えている。

また逆に合格率84%以下の溶接士は再教育を受ける。

(2) 全体のRT成績は月1回工場にて開催される品質会議の席上発表される。この会議は品質向上の策を立てる会議の場で工場幹部が出席する。

(3) RT欠陥の補修は、技量の優れた補修専門溶接士が実施する。第1回目の補修は、ライン長の指示で出来るが、第2回目の補修は工芸課の指示が必要であり、対策まで立案されている。2回の補修をもっても合格しない場合は、総工程師（技師長）の承認が必要であり、硬度測定や熱処理を行うかどうか決定する。

(4) 蘭州石油化工機器廠ではRT不良率低減のために本格的に取り組む必要があるが、そのためにはTQCの思想を取入れ、データをとり現状把握から始めることが大事である。

### 5-3-2 寸法精度管理

(1) 圧力容器に要求される最終的な寸法精度は容器の真円度、真直度、全長、ノズルや付着物の取付位置精度等を意味するが、これらを満足するためには、最後に気を付ければよいというわけではなく、最初の単材工程から寸法精度をいくつに押さえるかを考えておかなければならない。

蘭州石油化工機器廠では一貫した寸法精度管理の思想がないように見えた。

それぞれの工程で適当に製作し、問題を後工程へ順送りしているように見受けられる。

### 5-3-3 清浄度管理

(1) 清浄度を考える場合、ステンレス容器であろうと炭素鋼容器であろうと共通の問題がある。それは製品を汚さない、製品にキズを付けない、そして製品発送時ゴミ、ホコリ、錆等の異物を混入させないことである。IV編の生産工程の中でこれらについての問題点と対策については述べてきたのでここでは割愛する。

(2) もう一つの問題は、ステンレスの取扱いである。蘭州石油化工機器廠にはステンレス鋼専用ラインがあるが、現在はステンレスの仕事量が少なく、炭素鋼と混在したラインとなっている。

ステンレス鋼の劣化原因として、1) 異材との接触によって局部電池を形成し浸食される、2) ハロゲン化合物（特に塩素イオン）付着による応力腐食割れ、があり、製作過程に於いてもこれらの発生を防止しなければならない。その対策として炭素鋼との接触を断つべく、作業場を区別したり、ステンレスのライナーを治具に付けたり、ステンレス専用工具を使用したりするが、基本的なことはステンレス鋼を清潔に保つことである。ステンレス取扱いについては工芸課が要領をマニュアルにし作業員に教育したと報告を受けたが、工場内ではほとんど守られていなかった。

### 5-3-4 不具合管理

(1) 不良品、不具合が発生した場合不具合対策会議を開催し、原因説明、責任者発見、教育、再発防止策を決定している。1回目の不具合は本人の責任を問わぬが、2回目以降は罰金を処すとのことであるが、責任者を罰すればよいということではなく、そのように不具合が発生する真の原因を追及し、発見し対策を立て再発防止を計ることが大切である。

- (2) 製作段階での品質、技術上のトラブル解決のため現場サービスチーム制度があり、設計や工芸課のメンバーが常時6～7人現場にはいる。不具合が発生したらその場で解決するが、困難な問題は工芸課、設計課の上司と相談し解決する。現場サービスチームがいること自体、蘭州石油化工機器廠での品質が安定していないことを示しており、現場の技術が向上しない要因になっているように思われる。
- (3) 不具合は品質会議にて発表される。ここでは作業員の問題、日程、工程、再発防止のフォローが打合わされる。

#### 5-3-5 品質管理記録

プロセスチェックリスト、ゲージ類の較正基準、溶接材料の受入れ、払い出し、NDE設備のメンテナンス等品質管理のシステムは前述の品質管理制度で整備されている。

## 6 設備管理

### 6-1 設備管理の所掌

#### (1) 煉化分廠でのメンテナンス

分廠では、設備動力課を設置して機械、設備のメンテナンス管理と修理とを責任を持って担当している。

人員構成は、エンジニア5人、助理工程師7人、電気工38人、機械工30人、作業員9人であり、分工場内の諸機械、設備全体が正常に稼動し製造工程に支障を生じないように管理し、不具合が生じたらすみやかに修復、改善を行っている。

メンテナンス修理は、中国の経済市場事情および分工場の立地条件からほとんどの機械、設備、即ちクレーン、旋盤、プレス機、溶接機、モーターの巻線から蒸気機関車、トラック、自動車工具類にいたるまでの安全点検、修理、改造、交換部品の加工等を自社内で処置している。

このため多種多様の修理技術、設備、人員が必要となる。しかし企業活動上十分な修理技術、設備、人員をすべてととのえるのは不可能であり、ある一定限度枠内で分工場のメンテナンス管理、修理を行わねばならず、その結果として故障、不具合を事前に防止すべき保守点検や故障、不具合発生時の修復・改善作業が充分に行えぬために工場の製造活動に手待ちがでて工程遅延の原因になっている。

現状では、故障や不具合が発生してからの手当作業に追われているため後手後手の設備管理になっている。

今後は故障、不具合の発生を最少限にとどめるべき事前防止である日常の定期保守点検作業にマネジメントの重点を移すべきである。

火がついてからの消火作業よりは、火災になるのを事前に防ぐための防火対策と管理に重点を置くべきである。

#### (2) 煉化分廠での工具管理

分工場の工具管理は、工芸課の付属道具室が担当している。

構成人員は課長の下にエンジニア1人、技術者1人、管理員9人、道具修理員3名であり、工具、計測器等の受けわたしとその管理、計量器の定期的検定、工具の修理、保全業務を担当している。

本社部門の工具部は部長3人、課長7人、技術者46人、エンジニア23人、助理工程師9人、作業員187名で、工具専門工場の面積は4350㎡、110の機械、設備をもって、修理、改造から調達までを行っている。

### (3) 廃却、更新の基準

機械、設備および工具の廃却と更新の基準は、使用年限や破損の程度により、社内の設備標準規定によってそれぞれの専門技術関係者が鑑定して廃却、更新を決めている。

機械、設備の平均的使用寿命は社内基準で18年となっているが、現在可動中の約70%の機械、設備は20年以上を過ぎている。

このため故障、不具合の発生率は年々高くなり、保守、点検から修理・改造にかなりのメンテナンス作業時間と費用が発生している。

機械、設備が20年以上も古くなってくると特殊メンテナンス交換部品の補給手当も困難になってきている。

特に外国からの輸入機械類については、古いメンテナンス交換部品の補給は不可能に近く、工場の製造活動にも大きな支障を生じてきている。

このため工場近代化により生産性向上、品質向上および市場拡大を計画、実施していくためには、機械、設備の更新は重要、不可欠な課題の一つである。

天井クレーンは、工場内の動脈設備であり、これが停止したら工場機能はマヒしてしまうが、すでに35年稼働しているため老朽化ははげしく故障による休止頻度は少なくない。リミットスイッチはよく故障するがこれは製造工程への影響よりも工場の災害防止、安全管理上の最重要事項でもある。よってこの様な設備は一時的な保守、修理ではなく関連箇所も含めた徹底的な改造、部品交換を行う必要がある。

### (4) 工具の貸し出し

工具の貸し出し管理は、工具部が「各職種長期借用工具配置標準」により各使用者に貸し出しをして管理している。

又短期貸し出しは、定められた貸用帳票を使って管理している。

貸し出した工具を紛失したり、破損した場合は、社内の「工具管理制度」にしたがい処理している。工具を紛失、破損した者には必要に応じて教育をしており、状況によっては賠償制度を適用することもある。

工具管理は定期的に棚卸しを行う台帳管理と工具類が正常状態であるか否かを確認する安全点検を中心に管理を行う必要がある。

#### (5) 安全検査

機械、設備、工具類の安全性能検査は、社内の「精度検査標準」等で原則として安全と性能を毎週、毎月定期的に検査を行う基準になっているが、作業量と人員の関係から実際には抜き取り検査が実体である。

社内基準以外に国家の安全管理規程があり、法的に安全性能検査を義務づけられたものもある。

安全性能検査は職場での事故防止、危険からの安全実施等安全な環境を作る上で重要な行為である。このために会社と組合との協調と協力関係の維持発展が強くもとめられてきている。

#### (6) 実施の現状

機械、設備の定期的点検、修理制度の実情については、それぞれ点検用チェックリストで毎週点検を実施している。

工場の生産状況と機械、設備の特性、運転稼働条件と状況等によって、大修理、中修理、小修理の区分と精度検査の方式が決められている。

工場の諸機械、設備を分類して各保全制度を確立している。運転操作については、各機械、設備ごとに操作担当責任者が操作作業規則により保全管理も含めて実施している。

定期点検は、本社部門が毎月、分工場は半月毎、各班、組は週一回の割合で検査を実施している。

#### (7) 定期保全計画

定期修理計画は、年度計画、季度（3ヶ月単位）計画および月間計画の3種類がある。

分工場は月間計画により定期修理を実施し、本社が季度計画に基づいて毎月修理状況を審査している。

定期修理において大きい金額のものは本社が担当している。

修理工場には50人の技術員がいてその内訳は機械関係30人、電気関係20人。

電気関係の修理技術員はモーターの巻線まで自社で行っている。

その他に作業員を約50人ようしている。

#### (8) 設備管理の記録

定期修理結果記録書および臨時修理結果記録書としては「設備点検交接班記録簿」、「設備完好検査表」および「設備修理任務単」等があり、修理内容、修理に要した工数、と共に修理担当者のサインと修理後それを引き渡され操作、運転する人のサインが記録されている。

これ等の修理内容と結果の記録書は、一般的に一年間保管している。

しかし、この修理記録書の保管状況はただ一年間保管しているだけで保管管理の規定は十分とはいえない。修理された機械、設備で製造された製品が納入後何らかのトラブルが発生した場合、その原因の究明、改善対策実施上、修理・改造時の内容、経緯および修理完了時の精度、性能確認の検査の記録書が必要になる場合がある。

製品の品質管理の質的向上のためにも修理・点検記録書は工段又は工場設備区画ごとに時系列的にかつ機械、設備ごとに整理して保管しておく必要がある。

修理・点検の記録書は、その機械、設備の経歴をしるしたカルテであるので、次回の定期点検、修理の時はこのカルテを参照して実施することが重要である。

以上の必然性から、各機械、設備、工具ごとに修理、点検の時系列記録のカルテを作り、設備管理を行うべきである。修理、点検と担当組織別での記録の保管では不十分である。

#### (9) 実績

機械、設備の故障や不具合による生産工程の影響について1988年の場合、総停止時間は9632時間であった。

全生産工作時間に対する生産工作停止時間の比率では約2%の影響を受けている。但し、機械、設備により生産への影響比率は異なり設置後25年になるソ連製4000トン水圧プレス機では年間稼働時間の3%は故障、不具合で停止している。

メンテナンス整備に要する総費用は、完成高の約1% (70~80万円) を占めている。この機械、設備の故障等による生産活動への影響と経営上の損失は大きく、故障、不具合が発生しないような定期的保守点検の充実と古いものの更新で常に健全な状態下で生産活動が行われるような前向きな経営マネージメントが必要である。



(10) 問題点

メンテナンス機械部品、保守用消耗品を調達する上での諸問題点としては次の通りである。

- 中国国内市場の事情から部品、消耗品の供給が量、質、納期、価格で充分ではない。
- 設置してから20年以上と古くなっているため、機械、設備のメーカーはすでに部品供給が不可能になってきているものがある。
- 電気関係の部品は中国市場から調達する場合、高価で品不足傾向である。
- 中国製機械、設備を導入した場合、売方市場のためアフターサービスが充分迅速に行われにくい。
- 輸入機械、設備の交換部品は手配手続きが煩雑で入手にかなりの時間がかかり、修理にまにあわない。

輸入機械、設備の場合自社で交換部品を製造したくともその部品の詳細図面が無いため代替部品の加工も不可能である。

- 新しいNC機械を導入してもそのメンテナンスを行える電子関係のエンジニアが不足している。

## 7 教育訓練

### 7-1 教育訓練の機能と制度

#### 7-1-1 教育訓練の担当部門と業務内容

##### (1) 教育委員会

蘭州石油化工機器廠は本社機構の1つとして教育委員会を設け、全社的な教育訓練の方針、計画及び実施を統括している。教育委員会の編成は下記の通りである。

委員長 蘭州石油化工機器廠副社長  
委員 労働組合長  
大学教授  
労働教育人事部  
他本社部門、各分廠の責任者

##### (2) 労働教育人事部の業務と人員

本社労働教育人事部教育管理室は上記の教育委員会の事務局として、全社の教育訓練計画の立案、実施並びに各分廠の教育訓練計画の審査及び統制を担当している。同管理室は又、蘭州石油化工機器廠が経営している下記の教育機関の運営を担当している。

技術学校 中学卒業者を対象とする。  
職業訓練学校 中等専門学校と大学があり、従業員の技術教育、職業教育を行っている。

教育管理室の人員構成は下記の通りである。

主任 2名  
管理員 3名  
計5名

##### (3) 溶接訓練所の業務と人員

溶接訓練所は煉化分廠に所属し、溶接技能訓練を担当している。

業務内容は下記の通りである。

- 1) 蘭州石油化工機器廠全社の溶接技能者の技能訓練と資格審査
- 2) 蘭州石油化工機器廠以外の他社の外来溶接技能者の技能訓練

3) 溶接技能者以外の技能訓練の計画（訓練の実施はOJTで行われる。）

溶接訓練所の人員構成は下記の通りである。

主任	2名
教育計画	1名
溶接理論教師	2名
溶接技能指導員	2名
資料管理員	1名
計	8名

(4) 溶接訓練所の設備

溶接訓練所の訓練用設備は下記の通りとする。

教室	2室	50㎡×1室、	40㎡×1室
実習場	270㎡ <sup>*1</sup>		
溶接機	手溶接機		15台
	サブマージドアーク溶接機		1台
	TIG溶接機		2台

視聴覚教育設備は持っていない。

注) \*1 現在新しい訓練所を建設中で、1989年4月に移転を予定している。

7-1-2 教育の制度

蘭州石油化工機器廠は教育を重視していて、従業員の教育訓練について次のような制度を持っている。この制度は中央政府又は省政府の規程に沿った制度で、教育訓練は原則として自社経営の教育機関で行われる。

(1) 階層別教育制度

1) 総工程師、總會計師、總經濟師

国家の教育計画に従って、国家教育機関による教育を受けている。

2) 技術者

国家の教育計画に従って、技術者に対し新技術の知識、石油精製技術に関する知識、外国語（英語、日本語、ロシア語）の教育を実施している。蘭州石油化工機器廠経

営の職業訓練学校は技術者教育の資格を持っている。

### 3) 一般職員

会計、統計、品質管理、安全管理等の業務に従事する職員については、1989年までに中等専門学校卒業程度にレベルを引き上げるとの電気機械省の計画があり、この計画に従って、甘粛省機械会社が主催している100Hr コースに参加させている。

## (2) 技能教育

技能者に対する教育訓練は初級、中級、高級の3段階に別けて実施している。

### 1) 初級クラス

新入者は入社後2か月間初級クラスの教育を受けた後職場に配属される。教育内容は、国家基準による図面の読解、電気知識、材料基本知識等の理論学習が主体である。

約1年後、より高度な理論の補習を行い、成績によって2～3級の資格となる。

### 2) 中級クラス

4～5級の中級クラスの技能者を対象とした教育を行っている。国家基準では在籍者の40%以上に対して教育することになっている。内容は主として技術理論と製図で200Hr コースの講座となっている。

### 3) 高級クラス

6級以上の高級クラスの技能者を対象とした教育を行なっている。国家基準では在籍者の5%以上に対して教育することになっている。内容は機械加工、熱処理、溶接等のより高度な理論学習で400Hr コースの講座となっている。1987年度は118人(3クラス)受講、110人卒業、1988年度は機械加工クラス29人受講、全員卒業の実績となっている。

## (3) その他の教育制度

### 1) 留学、派遣制度

蘭州石油化工機器廠で実施出来ない教育をするため、他の教育機関や他工場へ委託する留学、派遣制度がある。留学制度は主として国内の大学への留学で原則として1年以上の長期間の教育を受ける。派遣制度は2か月以上1年未満の期間の教育で例えば甘粛省労働局の探傷工教育コース、ボイラー操作員教育コース等がある。

## 2) 製品知識の教育

生産部門の作業員に対して新製品についての教育を行っている。指導は主任設計師、主任エンジニア、主任溶接師等が担当し、新製品の用途、仕様、材料特性、溶接特性等を講義する。全員がマスターしてから製造開始することになっている。

## 3) 機械設備の取扱い教育

機械設備の取扱いについては技術者が指導訓練している。平均理論2～5日、実技2～5日の教育期間となっている。

## 4) 技術講座

生産管理、品質管理、新技術の紹介等の技術講座を開催している。開催は不定期で参加者はその時のテーマによる。例えば1988年管理職を対象に品質管理講座を開催した。

## 7-2 技能等級制度

国家基準による8級技能者等級制度を採用している。蘭州石油化工機器廠の専門家が問題を作り、試験をして等級を決めている。試験は理論と実技の両方を行う。この技能等級制度と給料とは直接関連はしていない。

同業他社も同様の制度を採用している。

## 7-3 小集団活動の現状

### 7-3-1 小集団活動の現状

#### (1) 小集団活動の制度

各分廠毎にQC委員会を組織している。QC委員会は品質保証事務室が統括し、リーダー代表、技術者代表、労働者代表から構成されている。各分廠のQC委員会の上部組織として、全社QC委員会があり、本社品質管理部が統括している。

#### (2) 小集団の編成

工段長と工段員によってグループを編成し、技術者が顧問格で参加している。QC小集団活動は生産部門のみで、技術部門、管理部門では活動していない。生産部門のQCグループも全員参加ではない。

### (3) 活動内容

分廠QC委員会が小集団活動の方針、目標及び実施計画を作成し、本社品質管理部及び全社QC委員会で承認され実施に移す。実施期間は定期的ではなく、テーマによって必要期間を設定する。

蘭州石油化工機器廠のQCグループの代表が毎年開催される甘肅省機械總公司主催のQC大会に参加、発表する。

### 7-3-2 提案制度の現状

蘭州石油化工機器廠の合理化提案制度は労働組合が管理し、提案に対する報奨金も労働組合が負担している。提案の内容は技術、生産、安全、省力その他合理化に関する全てを含んでいて、労働組合が技術者や専門家に諮問して審査する。審査の結果を会社が採用し、実施するかどうかは投資額による。

### 7-4 安全管理及び安全教育の現状

#### 7-4-1 安全管理の担当部門と業務内容

##### (1) 安全管理の担当部門

安全管理は安全課（安全環境技術課）が担当している。全社的な安全管理は本社安全技術部で各分廠の安全課を統括している。

##### (2) 安全課の業務内容

安全課の業務内容は次の通りである。

- 1) 国家の安全法令、制度に沿っての実施
- 2) 安全管理推進目標の設定
- 3) 整理整頓の推進
- 4) 安全教育の実施
- 5) 事故、災害の分析、報告
- 6) 安全成績統計

安全課の人員構成は次の通りである。

課長	1名
工 程 師	1名
安全管理員	4名
計	6名

### (3) 安全環境保護委員会

煉化分廠の安全管理の推進機構として安全環境保護委員会を組織し、毎月一回安全環境保護会議を開催する。安全環境保護委員会の編成は下記の通りである。

委員長	生産担当副分廠長
委員	安全課
	各工段職場安全委員
	労働組合代表

各工段の職場安全委員は専任又は班長（副班長）の兼職で職場の安全環境保護のため次のような業務を行うとともに、危険作業や安全規律違反に対して制止する権限を持っている。

- 1) 安全課の指示の遵守
- 2) 安全作業の日常点検
- 3) 整理整頓の日常点検
- 4) 事故、災害の原因分析及び対策の立案

## 7-4-2 安全管理の現状

### (1) 休業災害発生状況

1988年の休業災害率は0.62%である。災害率の計算は、煉化分廠の年間総労働人員に対する災害件数の百分比で表わされていて、百万労働時間当たりの災害度数率に換算すると約 2.6となる。統計に計上する災害は8hr以上の休業を必要とするものを1件としている。

原因の分類別の災害発生状況は下記の通りである。

手動の機械、工具によるもの	1件
物の取扱い、運搬中によるもの	3件

物の崩壊、飛来によるもの	1件
墜落によるもの	3件
一般動力機械によるもの	2件

## (2) 安全保護具

安全帽、作業服、安全靴、手袋等の安全保護具は全額会社負担で、労働保護具カードによって保護具倉庫から借りだせる。作業現場は安全保護具着用区域となっていて、そこで作業する者は全て保護具を正しく着用することが義務づけられている。しかし現状では保護具の着用状況は十分とはいえない。例えば安全帽の着用率は0に近い。これは会社側の安全帽の準備が不十分で数量が不足していることに原因がある。

## (3) 整理整頓

文明生産管理細則を制定し、定置管理 (to place in right position) 運動によって整理整頓を推進している。毎週土曜日、工段の職場安全委員と安全課によって整理整頓状況をパトロールし、1か月の統計によって成績を査定しボーナスに影響させている。

### 7-4-3 安全教育の現状

#### (1) 安全教育

安全教育は3段階に別けて実施している。新入者に対しては安全課が安全管理の基礎教育を行う。各部課では責任者が安全知識教育を行う。生産部門では工段長が安全知識教育を行い、班長が職場安全教育を行う。

#### (2) 危険予知訓練

危険予知訓練は採用していない。

#### (3) 安全作業資格制度

電気、玉掛け、クレーン運転、溶接等の特殊作業者に対し、毎年一回安全作業訓練を行い、試験の結果によって資格を認定している。以外の職種の作業者については不定期に行っている。



#### 7-4-4 労働環境保護の現状

##### (1) 労働環境保護についての規程

環境保護法による設計基準があり、工業排水の規程、工業排気の規程、照度の規程等で基準数値が示されている。設計時には、この基準数値を満足していなければならないが、完成後の検査の制度は無い。

##### (2) 環境測定

定期的に環境測定を行い、各分廠間の環境保護状況の優劣を競う制度がある。主な環境測定項目と頻度は下記の通りである。

排水	毎日	バッテリーカーの廃液
大気	1回/月	気化物中のCl <sup>+6</sup>
		ボイラーの排煙
		溶接ヒューム
		プラズマヒューム
		サンドブラスト粉塵
		塗装ミスト
騒音	1回/3か月	
X線	1回/3か月	
照明	測定していない	

##### (3) 測定担当

本社安全技術部の検査ステーションが担当している。

#### 7-5 教育訓練の問題点

##### 7-5-1 教育訓練制度の改革強化の必要性

蘭州石油化工機器廠の教育訓練についての政策は、中国政府の教育重視政策とあいまって、意欲的に推進していることが見受けられる。教育訓練の制度も整備され、教育機関、設備も自社経営の各種学校が完備している。しかしながら、今回の調査に於いて各部門の責任者とのインタビューでは、部下の労働意欲と作業能力の質が問題であるとの発言にしばしば接し、工場幹部からも同様の意見がだされ、従業員の教育訓練制度の改革強化が、

工場近代化に対する重要課題の1つであるとの認識がある。

教育訓練の制度も整備され、会社内外の教育期間も充分活用されているのに、どうして従業員の能力と質が問題になるのだろうか。どうして教育訓練制度の改革強化が必要と考えているのだろうか。

#### 7-5-2 教育訓練制度の問題点

蘭州石油化工機器廠の教育訓練制度の問題点は、知識偏重の教育訓練制度にある。企業にとって「知識のある人」は勿論必要だが、それよりも「仕事の出来る人」の方がより必要である。学校教育や社内外の教育機関では、「知識のある人」は教育できるが、「仕事の出来る人」の育成はできないことを認識しなければならない。蘭州石油化工機器廠の教育訓練制度の問題点は、「仕事の出来る人」の教育訓練が行われていないことである。

「仕事の出来る人」の教育訓練は企業自身の責任で行うべきものであるとの認識が欠けていることにある。企業自身の責任で行う教育訓練とは、自分の部下の教育は自分でやるということである。工場長は部長の、部長は課長の、課長は課員の、工段長は班長の、班長は班員の教育訓練に責任があるということである。教育訓練は労働人事教育部や学校の責任で、自分の責任ではないとの認識では人材の育成は難しい。工段長の職務に部下の教育指導が入っていない現在の人事労務施策と教育訓練制度では、人材の育成も労働意欲の向上も期待に程遠いといえる。

#### 7-5-3 OJTの必要性

「仕事の出来る人」の育成を目的とする企業内教育訓練は、職場内訓練 (OJT=On the Job Training) が主体となる。OJTとは管理監督者が日常の業務を通じて部下を育成する教育訓練制度である。職場外訓練 (OFF J T=Off the Job Training) はあくまでOJTを補完するための教育訓練である。OJTとOFF J Tとは車の両輪を構成し管理監督者の責任で運転される。

蘭州石油化工機器廠の教育訓練制度は、OFF J Tは整備されているが、OJTが不十分である。OJTを充実させるためには、管理監督者の部下の教育訓練についての責任を明確にするとともに、管理監督者自身の再教育も含めた教育訓練制度の改革が強く望まれる。

## 7-6 安全管理の問題点

安全管理の問題点は制度が十分に活用されていないことにある。安全環境保護委員会が組織され、安全課と職場安全委員による文明生産運動が展開されているということだが、作業現場の現状は管理された安全、清潔な職場というイメージが少ない。欠点を数え上げれば限り無いが、例えば安全帽の着用率が0に近い、安全通路の確保が不十分、物の置き方に計画性も統一性も見受けられない、工場が暗い、作業足場が不安全等々である。

職場規律の確立と安全意識の向上に対する教育の徹底、安全保護具の充足と着用の義務付けの徹底、整理整頓の基準の設定と強力な実施、安全作業基準の見直しと実行等安全管理についての施策の確立が望まれる。

