

中華人民共和國工場
(四川空氣分離設備廠)
近代化計画調査報告書
要 約

1989年12月

国際協力事業団

中華人民共和國工場
(四川空氣分離設備廠)
近代化計画調査報告書
要 約

JICA LIBRARY



1079083101

20414

1989年12月

国際協力事業団



目 次

| | |
|------------------------------|------|
| I 序 | 1- 1 |
| 1 近代化計画調査の背景 | 1- 1 |
| 2 中国の国民経済、社会発展状況 | 1- 1 |
| 2- 1 1987年度計画の執行状況 | 1- 1 |
| 2- 2 1988年度計画の主な目標と任務 | 1- 2 |
| 2- 3 四川省内の経済発展状況 | 1- 2 |
| 3 四川空気分離設備廠の近代化の必要性 | 1- 3 |
| 4 調査団の構成 | 1- 4 |
| II 工場近代化計画策定方針 | 2- 1 |
| 1 近代化計画の目標 | 2- 1 |
| 1- 1 基本事項 | 2- 1 |
| 1- 2 工場の具体的到達目標 | 2- 1 |
| 1- 3 調査対象機器類の主要寸法の拡大変更 | 2- 2 |
| 2 工場近代化計画策定の理念及び基本方針 | 2- 3 |
| 2- 1 策定の理念 | 2- 3 |
| 2- 2 基本方針 | 2- 3 |
| 3 近代化計画実施の基本プログラム | 2- 4 |

| | |
|-------------------------|------|
| III 工場の概要 | 3-1 |
| 1 四川空気分離設備廠の概要 | 3-1 |
| 2 生産品目及び販売状況 | 3-2 |
| 2-1 主要生産品目 | 3-2 |
| 2-2 販売状況 | 3-3 |
| 3 販売市場予測 | 3-4 |
| 4 工場側の技術改造及び設備増強構想 | 3-5 |
| 4-1 7-5計画期間中の実施内容及び進展状況 | 3-5 |
| 4-2 7-5計画期間中の投資状況 | 3-6 |
| 4-3 8-5計画期間中の技術改造構想 | 3-7 |
| IV 工場の現状と問題点 | 4-1 |
| 1 製造設備の現状と問題点 | 4-1 |
| 1-1 鑄造工場 | 4-1 |
| 1-2 合金鑄造工場 | 4-1 |
| 1-3 熱処理場 | 4-2 |
| 1-4 鍛造工場 | 4-4 |
| 1-5 メッキ場 | 4-5 |
| 1-6 板金工場 | 4-6 |
| 1-7 製缶工場 | 4-7 |
| 1-8 機械工場 | 4-9 |
| 1-9 バルブ工場 | 4-10 |
| 1-10 組立・試運転場 | 4-10 |
| 1-11 機械修理工場 | 4-11 |

| | | |
|------|---------------|------|
| 1-12 | 工 具 工 場 | 4-12 |
| 1-13 | 開発・試作工場 | 4-12 |
| 2 | 製造技術の現状と問題点 | 4-14 |
| 2-1 | 合金鑄造工場 | 4-14 |
| 2-2 | 熱 処 理 場 | 4-14 |
| 2-3 | 鍛 造 工 場 | 4-14 |
| 2-4 | メ ッ キ 場 | 4-14 |
| 2-5 | 板 金 工 場 | 4-15 |
| 2-6 | 製 缶 工 場 | 4-16 |
| 2-7 | 機 械 工 場 | 4-17 |
| 2-8 | バルブ工場 | 4-18 |
| 2-9 | 組立・試運転場 | 4-19 |
| 2-10 | 機械修理工場 | 4-19 |
| 3 | 生産管理機能の現状と問題点 | 4-20 |
| 3-1 | 生 産 計 画 | 4-20 |
| 3-2 | 調 達 管 理 | 4-21 |
| 3-3 | 在 庫 管 理 | 4-22 |
| 3-4 | 工 程 管 理 | 4-22 |
| 3-5 | 品 質 管 理 | 4-23 |
| 3-6 | 製造・検査設備管理 | 4-25 |
| 3-7 | 設 計 管 理 | 4-26 |
| 3-8 | 教育・訓練と安全管理 | 4-26 |
| V | 近代化計画 | 5- 1 |
| 1 | 製造設備の近代化 | 5- 1 |
| 1-1 | 鑄 造 工 場 | 5- 1 |

| | | |
|------|------------|------|
| 1-2 | 合金鑄造工場 | 5-1 |
| 1-3 | 熱処理場 | 5-2 |
| 1-4 | 鍛造工場 | 5-3 |
| 1-5 | メッキ工場 | 5-4 |
| 1-6 | 板金工場 | 5-5 |
| 1-7 | 製缶工場 | 5-8 |
| 1-8 | 機械工場 | 5-9 |
| 1-9 | バルブ工場 | 5-10 |
| 1-10 | 組立場、試運転場 | 5-11 |
| 1-11 | 機械修理工場 | 5-12 |
| 1-12 | 工具工場 | 5-12 |
| 1-13 | 開発試作工場 | 5-12 |
| 2 | 製造技術の近代化 | 5-14 |
| 2-1 | 熱処理工場 | 5-14 |
| 2-2 | 鍛造工場 | 5-14 |
| 2-3 | メッキ工場 | 5-15 |
| 2-4 | 板金工場 | 5-16 |
| 2-5 | 製缶工場 | 5-18 |
| 2-6 | 機械工場 | 5-19 |
| 2-7 | バルブ工場 | 5-20 |
| 2-8 | 機械修理工場 | 5-20 |
| 3 | 生産管理機能の近代化 | 5-21 |
| 3-1 | 生産管理 | 5-21 |
| 3-2 | 調達管理 | 5-22 |
| 3-3 | 在庫管理 | 5-23 |
| 3-4 | 工程管理 | 5-23 |
| 3-5 | 品質管理 | 5-24 |
| 3-6 | 設計図面管理 | 5-26 |

| | | |
|-----|----------------|------|
| 3-7 | 教育、訓練 | 5-27 |
| 3-8 | 安全管理 | 5-28 |
| 4 | 実施のスケジュール | 5-30 |
| 5 | 近代化に要する経費の算出 | 5-39 |
| 5-1 | 見積範囲及び条件 | 5-39 |
| 5-2 | 経費見積 | 5-39 |
| 6 | 近代化計画実施上の留意点 | 5-40 |
| 6-1 | 全体の統制 | 5-40 |
| 6-2 | 設備投資に際し検討すべき事項 | 5-40 |
| VI | 結論と勧告 | 6-1 |
| 1 | 製造設備について | 6-1 |
| 2 | 製造技術について | 6-2 |
| 3 | 生産管理機能について | 6-3 |
| 4 | 品質保証体制の確立について | 6-4 |

I 序

I 序

1 近代化計画調査の背景

中華人民共和国（以下「中国」と称す）は1979年以来「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに、中国的特色を持つ新しい形の社会主義経済体制の確立のため、企業の活性化に取り組んでいる。

1982年の党大会においては2000年までに農工業生産を1980年水準の4倍に拡大するとの計画を発表した。

同国政府は企業の活性化をはかるため、既存工場の近代化を強力に推進しており、我が国に対しても協力を要請してきた。これを受けて、日本国国際協力事業団は1981年度より1988年度にかけて52の既存工場の近代化計画調査に協力してきた。

本調査報告書は国際協力事業団が中国国家計画委員会の要請に基づき、近代化計画調査協力の一環として四川空気分離設備廠に対し近代化計画作成のための工場診断調査を行い、その結果に基づき、工場の現状、問題点の指摘、近代化するにあたっての方策、指針について述べたものである。

2 中国の国民経済、社会発展状況

中国は国民経済及び社会発展第7次5ヵ年計画において、1986年から1990年までの期間における、中国の経済、社会発展の基本政策を明らかにし、この5ヵ年計画において、現状の中国の状態、すなわち先進国との格差を十分考慮し、現実的で積極的かつ確実な基礎の上にたって重要な原則、方針及び目標を定めている。

1988年3月の第7回全国人民代表大会においては、1987年度計画の執行状況と1988年度計画の主な目標と任務が審議され発展計画の方向づけを行っている。以下に計画案の要点を引用し、現在の中国の国民経済、社会発展の状態を理解し、工場近代化計画のあるべき姿、あるいは近代化計画策定にあたっての工場の置かれている立場、社会背景などを理解するための資料とする。

2-1 1987年度計画の執行状況

- 1) 社会生産が安定成長をとげた。

- 2) 固定資産投資膨脹の勢いが抑制された。
- 3) 対外経済貿易と技術交流が拡大した。
- 4) 科学、教育及びその他の事業も発展した。
- 5) 都市、農村人民の所得が増えた。
- 6) 企業の活性化を中心として経済活力が強まった。

2-2 1988年度計画の主な目標と任務

1988年の経済活動の基本方針は、

- ・ 経済体制改革の深化と加速をはかり、各方面の積極性を引き出すこと。
- ・ 増産節約、収入増加、支出節減運動を広く、深くくりひろげ、各方面の潜在力を十分に掘り起こすこと。

この二点を緊密に結びつけて相互に促進させ、国力と人民の生活水準を向上させる。具体的目標は次のとおりである。

- 1) 国民総生産額を前年度より7.5%引き上げる。農業生産を4%引き上げ、工業生産は物資の消費を下げ、資金の占用を減らし、製品の質を高め、需要に合わせるという前提のもとで8%引き上げる。
- 2) 固定資産投資の全体規模は3,300億元で、そのうち、全人民所有制部門の固定資産投資が2,060億元で、前年度の実質的投資額をやや下回る。
- 3) 財政赤字は80億元におさえ、前年度の実質的価値を保つ。
- 4) 賃金、奨励金、価格差補給金、科学、文化・教育およびその他、国内国外債務の元利償還などの支出を適度に増やすほか、基本建設の資金割当、行政費及びその他の事業費などの支出は前年度の予算額より低くするか、またはその予算額をほぼ維持する。
- 5) 都市、農村人民の所得が物価上昇分を除いて、前年度の予算額より若干増えるようにする。

2-3 四川省内の経済発展状況

中国各省は国務院の示す国民経済、社会発展計画を基本として、それぞれの省政府において経済社会発展計画を立案し、管轄内の企業の育成指導を行っている。四川省における1986年度の経済の発展状況が次のとおり発表されている。

- ・全省の工業総生産額は542.74億元で、前年度比9.94%の増加である。
- ・全人民所有制部門の工業生産額は359.78億元で、前年度比4.74%の増加である。
- ・集団所有制部門の工業生産額は123.51億元で、前年度比14.1%の増加である。
- ・村および村以下の部門（少量及びその他の所有制部門を含む）の工業生産額は32.96億元で、前年度比70.2%の増加である。
- ・軽工業部門の工業生産額は229.62億元で、前年度比8.1%の増加である。
- ・重工業部門の工業生産額は256.03億元で、前年度比5.88%の増加である。

各部門の工業生産額が占める割合の変化は、

- ・全人民所有制部門の工業生産額の占める割合は、75.6%より74%へ降下している。
- ・集団所有制部門の工業生産額の占める割合は、23.8%より25.4%へ増加している。
- ・村及び村以下の部門の工業生産額の占める割合は、3.84%より6.07%へ増加している。
- ・軽工業部門の工業生産額の占める割合は、46.8%より47.3%へ増加している。
- ・重工業部門の工業生産額の占める割合は、53.2%より52.7%へ降下している。

四川省管内においては企業は着実に発展しており、特に集団所有制部門の増加が顕著である。村及び村以下の部門の工業生産額は小さいながらも割合が著しく増加しているのは小企業が増えてきていることを示すものと思われる。重工業部門は安定した伸びを示しているものと思える。

3 四川空気分離設備廠の近代化の必要性

四川空気分離設備廠は1975年創業以来、空気分離設備、天然ガス液化分離設備を構成する機器類を主要生産機種として今日に至っているが、これら生産機種は比較的の小容量の部類に属する製品が多かった。近年、これらの製品を使用する業界の要望が次第に大容量化する傾向になっている。

一方、国の長期展望からみれば、国内においては空気分離設備の需要がまだまだ多く、2000年までに180万Nm³/Hrが必要と予測されており、天然ガス液化分離設備においても、油田の開発が着々と進められており、その潜在需要は大きく且つ容量が増大する傾向にあると予測されている。また、国外においては近隣の発展途上国あるいは体制を同じくする東欧の関係諸国における空気分離設備、天然ガス液化分離設備の需要の可能性に目を向け、国際社会に通用する品質の確保、製造技術の確立を図り輸出に対応する必要にせまられてきている。

四川空気分離設備廠もこうした需要の要求に合致させるには、製作機器類の容量増大、製造技術の確立、製品品質の国際水準への到達、設備機械、機器類の見直し整備、多品種少量の生産管理機能のあり方などの問題に直面しており、これまでに培ってきた技術力、管理機能、設備能力を基盤として、この増大する要望に対応すべく、当面する諸問題を抜本的に見直し改善を図らねばならない。あわせて工場の体質を強化向上して国の期待にこたえることが必要である。

4 調査団の構成

1988年11月11日、中国政府の提案に基づいて、日本国国際協力事業団と中国国家計画委員会との間で「中華人民共和国工場（四川空気分離設備廠）近代化計画調査実施細則」が締結された。

この実施細則に基づいて、1989年1月7日より1989年1月27日までの間に工場の本格調査が実施された。その調査団の構成は次のとおりである。

| 氏 名 | 所 属 | 担 当 |
|-------|--------------|------------|
| 和多山 登 | 石川島播磨重工業株式会社 | 団長、総括 |
| 三塚 康典 | 同 上 | 生産管理 |
| 佐藤 禎司 | 佐藤技術士事務所 | 生産工程 I |
| 大澤 裕 | 石川島播磨重工業株式会社 | 生産工程 II |
| 吉永 則昭 | 同 上 | 生産設備、積算 I |
| 中嶋 省三 | 同 上 | 生産設備、積算 II |
| 土屋 和之 | 同 上 | 生産工程 I、II |

II 工場近代化計画策定方針

II 工場近代化計画策定方針

1 近代化計画の目標

事前調査、本格調査時に工場側より提示された工場近代化の目標を基本事項として、この目標実現のための近代化計画を策定し、工場の指針とする。

1-1 基本事項

工場側から提示あった下記事項を基本事項とする。

(1) 製作期間を短縮したい。

現在、工場の製作期間は受注契約後18ヵ月～24ヵ月を必要としている。ネック(Neck)となっている工程の問題を解決し、国際的に通用する程度の製作期間に短縮する。当面、目標として12ヵ月程度にしたい。

(2) 製品の品質水準を向上する。

工作技術の遅れ、設備の精度低下など諸問題を解決し、8-5計画(1991～1995)終了までに1980年代中期の国際的な品質水準に到達させる。

(3) 重点機種の呼称能力を増大する。

現在の重点機種の呼称能力の大きい分野の生産体制を整え、将来の需要増大に対処する。

1) 空気分離設備

現在、3,350Nm³/Hrの呼称能力を12,000 Nm³/Hrまでに増大する。

2) 天然ガス液化分離設備

現在、50万m³/Dの処理可能な分離設備の製作技術を生かし、将来は180～200万m³/Dの処理能力を有する機種まで生産能力を拡大する。

1-2 工場の具体的到達目標

8-5計画期間が終了する1995年度末における工場の具体的到達目標は次のごとく想定されている。

(1) 主要経済指標

| | |
|----------|-------------|
| 工場総生産額 | 10,700 万元 |
| 製品重量 | 8,800 TON |
| 利益及び税金総額 | 1,765 万元 |
| 全員労働生産率 | 3.57 万元/人・年 |

(2) 主要製品の年間生産量

1) 空気分離設備

| | |
|----------------------------|-----|
| 1,000 N m ³ /Hr | 3 基 |
| 3,350~6,000 " | 3 " |
| 10,000~20,000 " | 2 " |

2) 天然ガス液化分離設備

| | |
|------------------------|-----|
| 30 万 m ³ /D | 1 基 |
| 50 " | 2 " |
| 100~200 " | 2 " |

3) 低温液体貯蔵運搬設備

| | | |
|-----------|------------------------|------|
| 多層断熱真空容器 | 10 ~ 20 m ³ | 3 台 |
| 粉末真空容器 | 5 " | 30 " |
| 液化石油ガス貯蔵槽 | 1,000~3,000 " | 1 " |
| タンクローリー車 | 1.2~ 4 " | 15 " |
| " | 10~ 20 " | 3 " |

1-3 調査対象機器類の主要寸法の拡大変更

空気分離設備、天然ガス液化分離設備には各種の機械、機器、塔槽類が使用される。分離設備の処理能力増大にともない、これらの機器類も、容量が増大し主要寸法が変わってくる。機器類の大きさが変わると生産工場の設備の消化能力に重大な影響を及ぼす。設備の検討については工場より提示された表Ⅱ-1目標製品の主要寸法を基に行う。

2 工場近代化計画策定の理念及び基本方針

2-1 策定の理念

四川空気分離設備廠の工場近代化計画は中国及び四川空気分離設備廠にとって技術的かつ経済的に実行可能な方策でなければならない。すなわち、可能な限り新設備の導入を抑え、既存の設備の有効活用を図り、持てる技術力を駆使して、設備の改良、改善を行い、再活用化することを第一に考える。

従業員の技量については、できるだけ多能化を図り全員が幅広く高度な技術に対応できる技量を培い、優秀な技術集団となるように教育、訓練、などにも言及するものでなければならない。

また、生産管理については多品種少量生産といえども諸々の管理手法を駆使して、安全で良い品質の製品を高度な生産性をもって造れる企業集団となるような現実的かつ実現の可能性の高い近代化計画を策定することを理念とする。

2-2 基本方針

実施細則において合意された内容に基づき行われた工場の本格調査結果から次の基本的な考え方を骨子として調査報告書を形成し、その内容は工場の近代化計画の指針とするものである。

- ・ 品質を確保するのに適切な設備となっているか、不足するものはないか、改良すべきものはないか、検討を加える。
- ・ 工作技術について治工具、補助機材の活用を検討し助言する。
- ・ 製品の流れからみた工場のレイアウト(Layout)、あるいは各職場内の機器の配置のあり方などについて検討する。
- ・ 生産管理方式の基本的な考え方を提言する。
- ・ 工場の実力が把握できる管理体制について言及する。
- ・ TQC、QCについて基本事項を言及する。

3 近代化計画実施の基本プログラム

工場の近代化計画は工場自身の経理内容や工場をとりまく諸状況の影響を受けて、近代化の実施の緩急あるいは実施内容の変更などが発生することが考えられる。すなわち、一般的にいて市場の経済情勢、製品の需要動向、新技術の開発状況、労働力の変化、投資資金力の問題などが微妙にからまって実際に施行される近代化計画の実施行程は逐次改良修正してその都度決定されてゆくべきものである。こうした事柄を念頭におき、工場の近代化計画の実施プログラムは段階的に推進するようにし、常に見直しの機会を持ち実施項目相互の調整がとれるよう配慮することが必要である。

第一期： 生産活動の基礎となる生産品目の整理統合、内外作区分の方針を明確にすると共に、製作機器の標準化、モジュール (Module) 化を行い、これに必要な図面その他関係資料の整備を急ぎ、合わせて内作部品一品一品の工程分析、工作法の確立、標準的工作時間、作業時間の設定を行いマイクロ (Micro) の管理、マクロ (Macro) の統制を管理の基本とする時期とする。

第二期： 需要の動向に合わせて設備の改善、改良、工作技術の開発、熟練化を図り、生産体制を整え、持てる技術力でもって応用分野の開拓を図る時期とする。

第三期： 新製品を徐々に投入し、生産体制、管理体制の不具合な処を是正しながら、工作技術を磨き、更に設備の高精度化を図り、従業員全体が「品質は工程で作り込む」という意識で職務に従事し明るい活気に満ちた安全で良い品質、生産性の高い製品を造り出す企業集団を形成して、あらたな分野へ発展して行く時期とする。

表Ⅱ-1 目標製品の主要寸法（その1）

単位mm, Ton

| 対象部品名 | | 直径 | 肉厚 | 長さ | 重量 | 材質 | |
|------------|------|-------|-------|--------|--------|-------------------|-----------|
| 空気分離設備 | 上塔 | 既製作品 | 1,900 | 4 | 12,000 | 3 | |
| | | 目標製品 | 2,600 | 5 | 20,000 | 6.8 | LF2 |
| | 下塔 | 既製作品 | 1,900 | 18 | 6,000 | 3.4 | LF2 |
| | | 目標製品 | 2,600 | 18 | 11,400 | 8 | LF4 |
| | 蒸発器 | 既製作品 | 1,936 | 10 | 3,300 | 3.3 | |
| | | 目標製品 | 3,800 | 18 | 5,200 | 12.5 | LF4/LF2 |
| 空気冷却塔 | 既製作品 | 1,400 | 8 | 14,000 | 5.2 | 鋼 | |
| | 目標製品 | 2,400 | 12 | 14,500 | 14.5 | | |
| 天然ガス液化分離設備 | 乾燥器 | 既製作品 | 1,400 | 25 | 7,000 | 10 | |
| | | 目標製品 | 2,000 | 48 | 8,600 | 38 | 16MnR |
| | 常温塔器 | 既製作品 | 900 | 16 | 20,000 | 18 | |
| | | 目標製品 | 1,800 | 32 | 28,000 | 50 | 16MnR |
| | 低温塔器 | 既製作品 | 600 | 15 | 22,000 | 12 | 321 |
| | | 目標製品 | 1,600 | 18 | 32,000 | 33 | 304/3.5Ni |
| | 熱交換器 | 既製作品 | 900 | 12 | 9,000 | 10 | 鋼 |
| | | 目標製品 | 1,500 | 20 | 7,600 | 30 | 16MnR |
| 膨脹タービン | タービン | 既製作品 | 160 | — | — | | |
| | | 目標製品 | 220 | — | — | 2.3 ^{kg} | LD5 |
| | インペラ | 既製作品 | 150 | — | — | | |
| | | 目標製品 | 250 | — | — | 3.2 ^{kg} | LD5 |

表II-1 目標製品の主要寸法(その2)

単位mm, kg

| 対象部品名 | | 長さ | 幅 | 高さ | 重量 | 材質 | |
|------------------------------|-----------------------|------|------------|--------------|----------|----------|-------------|
| 酸 素 圧 縮 機 | 1 段目 シリンダ | 既製作品 | 400 | 580 | 960 | 392 | HT25-47 |
| | 1. 3段目 | 目標製品 | 1,080 | 1,000 | 980 | 1,080 | " |
| | 2. 3段目 シリンダ 2段目 | 既成作品 | 780 | 570 | 620 | 464 | " |
| | | 目標製品 | 635 | 880 | 785 | 640 | " |
| | 機械本体 | 既製作品 | 1,170 | 570 | 535 | 379 | HT20-40 |
| | | 目標製品 | 1,570 | 940 | 1,120 | 850 | " |
| | クランク ケース | 既製作品 | 1,170 | 750 | 360 | 302 | " |
| | | 目標製品 | 1,570 | 1,110 | 470 | 730 | " |
| | クランク軸 | 既製作品 | 1,170 | 750 | 360 | 111 | QT60-2 |
| | | 目標製品 | 1,890 | 180 | 180 | 170 | " |
| | クロスヘッド | 既製作品 | — | 160 ϕ | 252 | 13 | QT50-5 |
| | | 目標製品 | — | 240 ϕ | 325 | 25 | QT60-2 |
| | 連接棒 | 既製作品 | 494 | 56 | 162 | 11 | " |
| | | 目標製品 | 700 | 80 | 235 | 18 | " |
| | 一段 ピストン | 既製作品 | — | 262 ϕ | 300 | 13 | ZL108 |
| | | 目標製品 | — | 500 ϕ | 185 | 42 | ZL402 |
| | 4 段 二段ピストン | 既製作品 | — | 208 ϕ | 417 | 12 | ZL108 |
| | | 目標製品 | — | 300 ϕ | 230 | 30 | LD5 |
| | 3 . 5 段 三段ピストン | 既製作品 | — | 128 ϕ | 410 | 11 | 3Cr13 |
| | | 目標製品 | — | 180 ϕ | 210 | 41 | Zr HF, 59-1 |
| 1 段ピストン棒 2 . 4 段 ピストン棒 | 既製作品 | — | 45 ϕ | 1,216 940 | 14 10 | 3Cr13 | |
| | 目標製品 | — | 55 ϕ | 1,320 | 22 | " | |
| 弁 座 | 既製作品 | | 135 ϕ | 22 | 1.5 | ZQA1 9-4 | |
| | 目標製品 | | 235 ϕ | 25 | 5 | ZG2Cr13 | |

Ⅲ 工場 の 概 要

III 工場の概要

1 四川空気分離設備廠の概要

四川空気分離設備廠は、浙江省杭州市にある杭州酸素製造機廠より分離独立し、1967年より8年の歳月を費いやし四川省簡陽縣に新しい工場を建設し、1975年より生産を開始して以来、中国産業界に必要不可欠な酸素を空気より分離精製する設備全体の機器類を製造する総合工場として発展し、今日に至っている。

工場の所在地は四川省の省都である成都市から東南へ70km、峠を一つ越えた小高い丘陵地帯の人口約10万人の集落、簡陽縣にある。成都市と重慶市を結ぶ成渝鉄道の簡陽駅の近く、並びに揚子江上流の支流の一つである沱江の西側に位置する。

1987年における工場指標は次のとおりである。

| | | |
|---------------|-------|-------------|
| 工場敷地面積 | 38.3 | 万㎡ |
| 工場建屋面積 | 17.9 | 万㎡ |
| 現有固定資産 | 5,256 | 万元 |
| 所属従業員総数 | 2,699 | 名 |
| そのうち全人民所有制部門 | 2,556 | 名 |
| 集団所有制部門 | 143 | 名 |
| 生産並びに補完工場数 | 9 | 工場（約40棟に分散） |
| 技術、管理、事務等の部門数 | 26 | 課及び室 |

図III-1に工場配置図を、また図III-2に工場組織図を示す。

2 生産品目及び販売状況

2-1 主要生産品目

杭州酸素製造機廠より移転独立して成長してきた企業であるので生産品目は低温工学技術に関連する機械、機器、塔槽類が主体となっている。

(1) 空気分離設備

空気を圧縮し一旦液体空気とし、これを蒸発させて酸素、窒素、その他アルゴンガス (Argon gas) などの稀少ガスを、用途に応じて分溜精製する全体装置を製作している。生産機種として小容量の分離設備の他に、 $3,350\text{Nm}^3/\text{Hr}$ の分溜能力を持つ機種を基準にして、 $1,000\text{Nm}^3/\text{Hr}$ 、 $6,000\text{Nm}^3/\text{Hr}$ 、 $10,000\text{Nm}^3/\text{Hr}$ の4段階の機種の生産態勢を準備しつつある。今回の近代化計画では、 $10,000\text{Nm}^3/\text{Hr}$ の機種を $12,000\text{Nm}^3/\text{Hr}$ に容量増大することも考慮している。

(2) 天然ガス液化分離設備

石油採取基地において採取される天然ガス、油田ガス等を圧縮し液化させ、それぞれ性状の違ったガスを分離抽出する設備である。

生産機種として処理能力10万、15万、30万、50万 Nm^3/D の形式を準備しているが、今後180～200万 Nm^3/D の処理能力を有する機種まで生産機種を増大させていくことを検討中である。

(3) 低温液化ガス貯蔵タンク類

空気分離設備、天然ガス液化分離設備で分離精製されたガスあるいは液化ガスの貯蔵、輸送のためのタンク類の製作を行っている。

多層断熱容器、粉末真空貯蔵タンク、粉末断熱貯蔵タンク、粉末真空タンク運搬車などがある。

(4) 各種単体機器、バルブ類

各種の分離設備に使用される諸機器類の単品生産も行っている。特にプラント (Plant) の配管に使用する低温用バルブは専門工場として生産にあたっている。

2-2 販売状況

工場側提示の資料による販売額について1983年から1987年までの実績値を表Ⅲ-1に示す。1987年の販売実績からそれぞれの機種のおめる割合は、空気分離設備28%、天然ガス液化分離設備13%、その他の機器類59%となっている。

表Ⅲ-1 主要製品の販売額実績

単位：万元

| 機種 \ 年度 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 空気分離設備 | 169.87 | 335.74 | 394.83 | 463.95 | 991.68 |
| 天然ガス液化分離設備 | — | 224.50 | 83.18 | 181.82 | 452.37 |
| その他の機器類 | 898.96 | 1,167.64 | 2,160.56 | 2,031.16 | 2,093.49 |
| 合計 | 1,068.83 | 1,727.88 | 2,638.57 | 2,676.93 | 3,537.54 |

3 販売市場予測

空気分離設備については、中国国内市場において製品製造工程の一つとして、酸素、窒素を必要とする冶金鋁業、石油精製、化学肥料工場などの生産量が2000年までに倍増される予定であり、これを空気分離設備の総容量に換算すると約180万 Nm^3/Hr に相当するといわれている。大型の空気分離設備の需要が見込めるようである。

天然ガス液化分離設備については、石油精製や海上油田発掘の進展により分離能力100万 Nm^3/D 以上の処理ができる設備が必要になると見込まれている。

四川空気分離設備廠の技術力を生かしたその他の市場分野においては、

- ・低温液体貯蔵槽を利用した各種設備
- ・低温流体ポンプ、低温流体用バルブなどの機器製品
- ・アセチレン (Acetylene) 溶解設備
- ・食品関係の冷凍及び貯蔵設備

などが、国民経済、社会生活の発展とともに需要が増大してくるものと予測されている。

主な需要先として、冶金鋁業、石油化学工業、汎用機械製造業及び軽工業、紡織工業、石炭関連工業などが考えられる。また、一方では国内における競合企業は先輩格である杭州酸素製造機廠、開封空気分離設備廠、及び哈爾濱酸素機器廠があり、1989年からはこれまでの協調、調和型の市場分割が競争型に転換することになっている。四川空気分離設備廠としても、同業他社と技術力、製品価格面で競争しながら、1990年には5,500万元、1995年には9,500万元の販売額を達成すべく目標をたてている。

4 工場側の技術改造及び設備増強構想

四川空気分離設備廠における第7次5ヵ年計画（1986年～1990年）、及び第8次5ヵ年計画（1991年～1995年）期間中に実施しようと考えている技術改造、設備の増強の内容及び進展状況は次のとおりである。

4-1 7-5計画期間中の実施内容及び進展状況

(1) 電算機センターの設立

建築面積1,358 m²、240 万元を投資し、電算機VAX 8350型を輸入設置し、1988年12月より調整試験に入っている。設計の計算能力の増大、管理水準の高場を図っている。

(2) 製品組立試運転場の建設

1458.8 m²の作業場で1990年に完成予定としている。

(3) γ -Ray 照射探傷室の拡大

製品が大型化するにともない照射室を拡大する。1989年度に実施する予定である。

(4) 圧力試験室の設置

製缶工場内に圧力試験室を設置する。1990年に実施する予定である。

(5) 大型焼鈍炉の設置

製品の大型化にともない焼鈍炉を設置、1988年11月末に完成して、12月より操業している。

(6) 配電所の増設

各種技術改造後の電力消費増加にそなえ配電所を増設する。1990年に予定している

(7) 工作設備、計器類などの更新、補充

1987年までに45台を完了し、1988年は12台、1989年、1990年の2年にわたり28台を更新又は補充する。合計85台を計画している。

(8) マシニングセンター (Machining Center) の改造拡大

膨脹タービン (Turbine)、ロータリー (Rotary) 圧縮機および低温用バルブ部品加工を行うために改造し能力を拡大する。

(9) 板金、製缶工場の改造拡大

大型真空貯蔵運搬設備、大型低温液体貯蔵槽、タンクローリー (Tanklorry) などの

生産能力の拡大を図る。

(10) 溶接設備の増強及び更新

自動溶接法の利用を拡大する。ガスシールド (Gas Shield) 溶接法を、有色金属の溶接への応用研究を行う。

(11) 工作機械を数値制御方式に改造

老朽化した工作機械を部分的に更新し、数値制御方式の導入を図り、機械の再利用を考える。

(12) 計量室、理化学試験室、技術資料センターの改造拡大

計量、計測、科学分析等諸試験の技術水準の向上、技術資料類の集中管理をめざす。

(13) 新製品試作試験場の建設

研究所における新製品開発、試作試験あるいは特殊加工の実験などを行う試験場を設ける。

(14) 低温設備測定試験センターの設立

多成分混合気体の分析や低温設備の測定試験を実施する。

4-2 7-5 計画期間中の投資状況

(1) 投資計画

| | | |
|----------------|----------|----|
| 技術改造項目に関する投資額は | 1,000.36 | 万元 |
| そのうち、建造物 | 131.39 | “ |
| 工作技術用購入品 | 66.75 | “ |
| 設備の購入、据付 | 557 | “ |
| その他の設備類 | 176.05 | “ |
| 予備費 | 69.17 | “ |

(2) 年度ごと投資予定と実際投資額 単位 (万元)

| 年 度 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 合 計 |
|---------|------|------|------|------|------|-------|
| 当初計画投資額 | 150 | 200 | 300 | 350 | | 1,000 |
| 実際投資予想額 | 131 | 139 | 500 | 330 | 250 | 1,350 |

当初計画に対し、実際の投資予想では350 万元超過しそうで、上部監督庁に7-5 計画期間中の技術改造の投資額を増加するよう要請中である。

4-3 8-5計画期間中の技術改造構想

1991年から始まる8-5計画期間中の技術改造構想について、工場では目下調査検討中であるが、7-5計画期間中の実施が遅れている項目を合わせ概略次の構想を考えている。

(1) マシニングセンターの改造拡大

膨脹タービン、ロータリー圧縮機及び低温用バルブの加工能力を拡大し、大型製品の組立能力を強化する。7-5計画から引き続き行う予定となっている。

(2) 板金、製缶工場の改造拡大

大型真空貯蔵運搬設備、熱交換器、塔槽類の大型化にともない、成形、溶接などの工作技術の近代化を図り、製品の生産能力の拡大及び生産効率を向上する。7-5計画に引き続き実施する予定である。

(3) 溶接設備の増強及び更新

7-5計画に引き続き実施する予定である。

(4) 老朽設備の更新又は部分改造

鏡板製作用の旋回圧延機 (Spinning machine)、完全成形加工設備などを増設、工作用治工具の精度を向上して製品の大型化、品質向上にそなえる。工作機械についても部分的更新を行い、数値制御方式を用いる。

(5) 計量室、理化学試験室、技術資料センターの改造拡大

7-5計画に引き続き実施する予定である。

(6) 試作試験場の建設

7-5計画に引き続き実施する予定である。

(7) 低温設備測定試験センターの設立

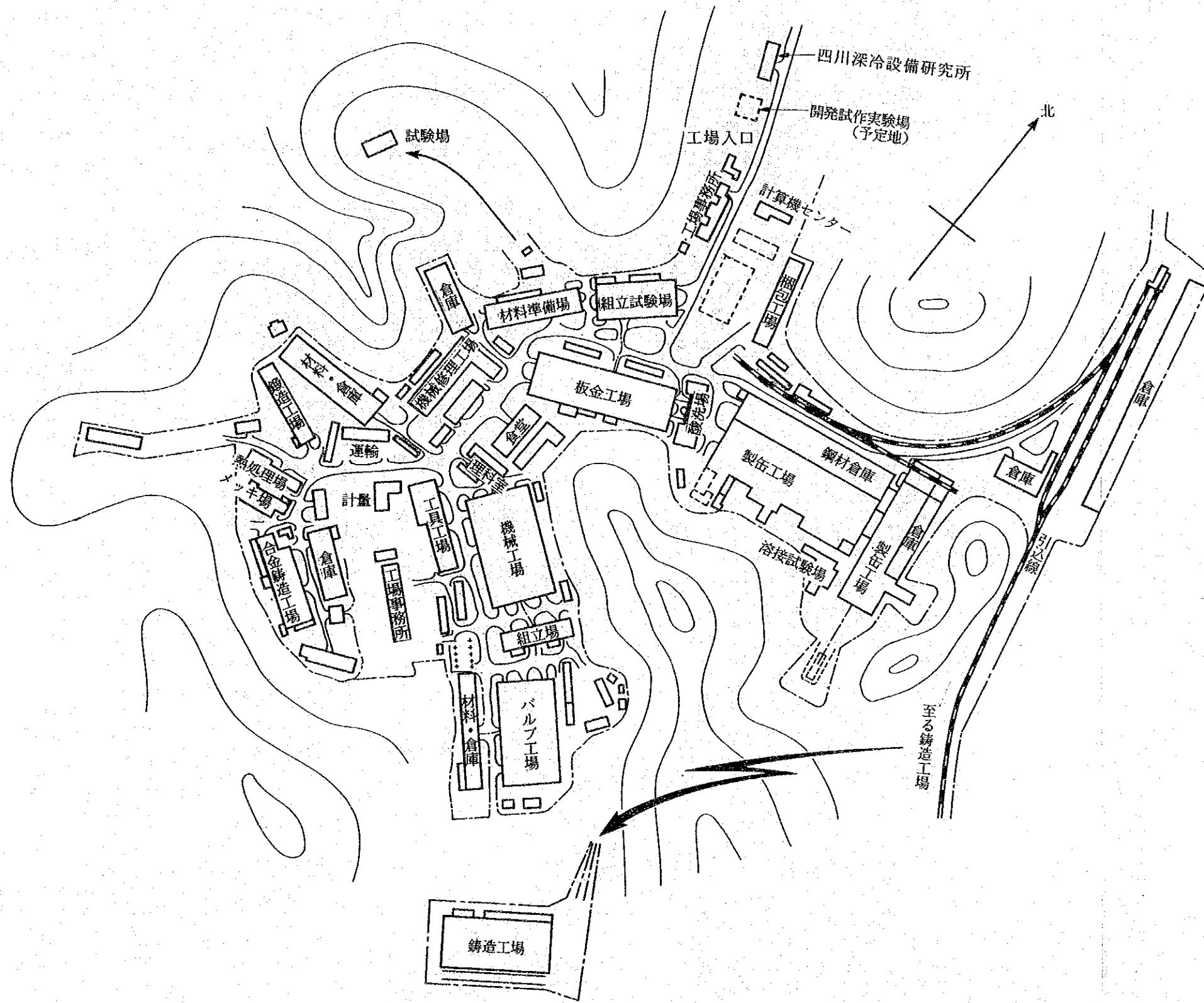
7-5計画に引き続き実施する予定である。

(8) 製品の技術水準及び品質の安定向上

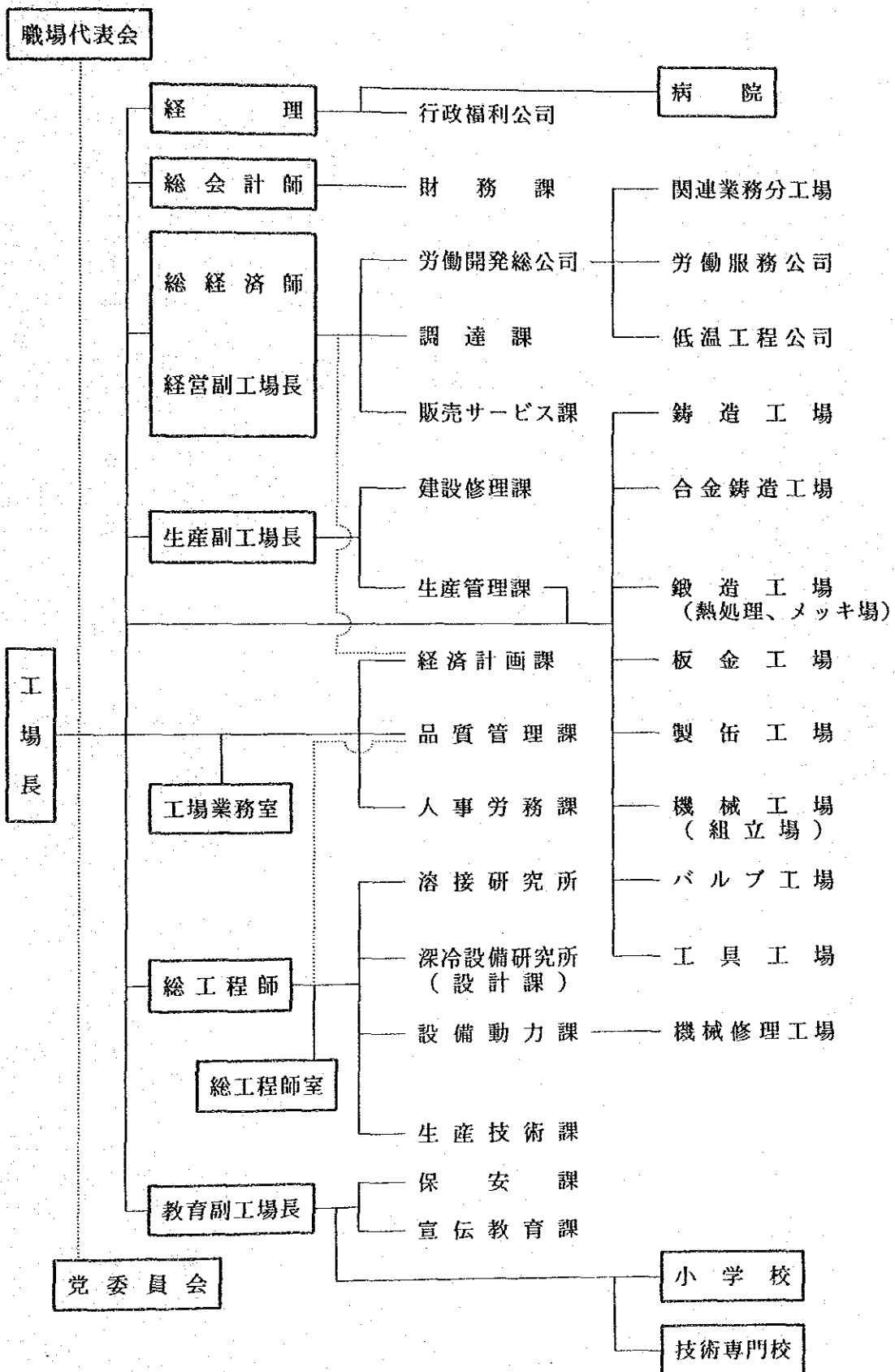
国際的に通用する製品品質とすべく、品質基準を1980年代中期の国際水準までに到達させる。これに必要な諸設備、機器類の増強を考える予定である。

(9) 工場の管理水準及び経済収益性の向上

近代的な管理手法を適用し、順次電算化管理に移行する予定である。



図III-1 四川空気分離設備廠 工場配置図



図Ⅲ-2 工場組織図

IV 工場の現状と問題点

IV 工場の現状と問題点

1 製造設備の現状と問題点

1-1 鑄造工場

鑄造工場は四川空気分離設備廠で使用する鑄物のうち、灰色鑄物（ねずみ鑄鉄）とQT50-1.5以下の鑄鉄（日本工業規格、JIS G 5502の3種相当品）を製造している。主な製品は圧縮機のフレーム、クランク軸、シリンダー本体、シリンダー蓋などである。その他の鑄物は、例えば、黄銅、アルミニウム、ステンレス鋼といったような合金の鑄物は別の合金鑄造工場で製造しているし、それ以外の鑄鋼は外注しているのでこの鑄造工場ではいずれも製造していない。生産量は完成製品重量にして月当たり約100TON程度であり、1988年の実績では年間の完成重量が1,040TONであった。

鑄造工場の組織は工場主任がトップにあり、そのラインとして作業員が96名、一般管理員が11名の合計して108名という構成である。設備は、約4,600㎡の鑄造工場に3TON容量のキュボラを中心にして各種旋盤・溶接機・焼鈍炉等ひとつの工場設備が鑄造工場として整備されている。鑄造工場の設備のなかに電気炉が含まれて居ないが、これは中国の電力事情から今のところ設置する計画は無いようである。

鑄造工場設備の問題点として、キュボラの溶解温度が低いことが挙げられる。

健全な鑄鉄品を生産するためには鑄込み時の溶湯温度が十分に確保される必要がある。現在キュボラの溶解温度は1,380～1,400℃までしか上らず、鑄物の品質を悪くしている。溶解温度が上らない原因はキュボラの性能低下もあるが、コークスの熱量不足とコークスが炉に合った大きさ、硬さを有していないことに起因していると思われる。工場では溶解温度を上げる手段として酸素を吹込む方法を検討しているが、これも含めて溶解温度を上げる対策が必要である。

1-2 合金鑄造工場

合金鑄造工場では四川空気分離設備廠で使われる鑄物のうち、黄銅・アルミニウム等の合金鑄物、ステンレスの鑄鋼品及びQT60-2以上の鑄鉄（日本工業規格、JIS G

5502の4種相当品)の4種類の鋳物を主に製造している。製品としてバルブ本体、シリンダー・ヘッド、シリンダー・ライナーなどがあるが、生産量はすべての鋳物を合計しても年間の完成重量が100~150TON程度である。

合金鋳造工場の組織については先に説明した鋳造工場と特に変わったものではない。すなわち工場主任がトップに在り、そのラインとして一般管理員が6名、作業員が3グループに分かれて35名の合計して42名という構成である。合金鋳造工場の設備については5台の工業炉を主にして約2,700 m²の工場内に、砂型乾燥炉・金属切削機械・溶接機等の合金鋳造工場に必要な設備がひとつとようり整備されている。

合金鋳造工場設備の問題点は、次の2点である。

(1) 手作業への対応

合金鋳造工場には製造設備も一通りのものがあり、全工場的にみて問題の少ない職場の一つである。しかし製品の品質に重大な影響を及ぼす作業や、生産効率の低い手作業は逐次機械化を図る必要がある。製品の中で大物としてはステンレス製及び黄銅製の弁本体(重量70~80kg)と弁蓋(重量20~30kg)ぐらいであり、大半が小物で数もの部品である。これらの合金鋳造部品は砂落し後、作業台上で一点づつ鋳張りをヤスリ(File)でとり除いている。また造型作業はすべて作業者の経験により行われている。造型の砂込め硬さは鋳物の品質にとって重要な要素であるので、作業者により品質の均一性を図るためには将来は造型作業の機械化を検討することが望ましい。

(2) 耐火レンガ(煉瓦)の損傷

合金鋳造工場の生産上の大きな問題は炉内の耐火レンガがこわれやすく、8回の溶解でレンガ交換をしなくてはならない。一般に耐用回数は炉容量、炉体構造、操業度などによって相当に変化するが、炉容量1Ton以上の炉では間けつ操業で50回、連続操業で100回程度が普通であるといわれている。

電気炉の稼働は間けつ操業であるが、最大8回でレンガ交換をしなければならないことは極端に悪く、改善を図らなければならない。

1-3 熱処理場

熱処理場は、四川空気分離設備廠の組織では鍛造工場に所属している。この熱処理場で行っている作業は、クランク軸、ピストン棒、バルブ本体などの焼入れ・焼戻しや焼鈍作

業である。設備は、高温・低温の焼入れ・焼戻しを行う水タンクと油タンクや、各処理槽が約720 m³の熱処理場に13基設置されている。

熱処理場の作業員は13名であり、一般管理員のスタッフや間接の作業員は熱処理場が鍛造工場の組織下にあるので、鍛造工場としてまとめて配置されており、熱処理場に単独には配置されていない。

熱処理場設備の問題点は次のとおりである。

(1) 炉内温度の自動制御の必要性

処理温度まで上げる昇温速度は、クランク軸、ピストン車室等の重要部品についてのみ決めているが、一般部品は作業者にまかせている。一応の目安として、炉が冷えているときは3～4時間、炉が熱い時は1～2時間としている。これらの温度制御はすべて手動で行っており、作業者の経験に支えられている。

熱処理品質は温度管理と設備管理がすべてであるといわれるように温度管理は最重点に考える必要がある。熱処理要員の13名は大半が経験の少ない若年者である。作業量が多い時には、若年者に炉の操作をさせなければならず、生産上、若年者の経験不足が問題点の第一に上げられている。このような背景を考慮すると、品質の安全を図るために温度制御は自動制御ができるように改造することが望ましい。

(2) 焼入れ、焼戻しタンクの温度管理

高温焼入れ用の水タンク、油タンクと低温焼入れ用の水タンク、油タンク、いずれのタンクも冷却装置はなく温度制御ができるようにはなっていない。またタンク内の攪拌も工場圧縮空気を吹き込んで行っており、品質上、はなはだ好ましくない状態である。焼入れ品質を安定状態にするために、水温、油温を適温にする装置を検討する必要がある。また、タンク内の攪拌に圧縮空気を吹き込む方法は焼入れ品質上避けなければならない。タンク内の液を循環する方式にするなどの改善が必要である。

(3) 高周波焼入れ装置の故障

高周波焼入れ装置を13年前に購入したが部品がこわれ、型式も古く予備品の入手ができないため、現在は使用していない。そのため表面硬化処理としてフレイムハードニング(Flame Hardening)を一般部品について行っているが、硬化層を計画値内に入れるのが難しい。重要部品であるピストン棒、シリンダーライナ(Cylinder Liner)、接合棒締付用ボルト、工作機械用歯車の表面硬化処理は外注にて高周波焼入れを行って

いる。

フレームハードニングの品質の安定と外注費の削減、納期の確保の面からも故障中の高周波焼入れ装置の修復を図るか、それが不可能であれば、新規設備の導入を検討する必要がある。

1-4 鍛造工場

四川空気分離設備廠の鍛造工場では、鍛造作業の他に熱処理、メッキ、バネ製造の各種作業も行っている。鍛造作業場の設備は約1,100 m²の作業場に主要設備が31台設置されている。メインの設備は、蒸気式鍛造機(1TON)と空気式鍛造機の合計4台の鍛造機である。その他に、加熱用の電気炉と天然ガスの炉が合計して6台設置されている。

鍛造工場全体の人員構成は、工場主任の基に管理要員8名、技術員7名、作業員53名の総計69名であるが、鍛造工場のうち鍛造作業にのみ専従している作業員は、鍛造工の13名と空気ハンマー工の3名の合計16名である。

鍛造作業場で生産する鍛造品は、ピストン棒、クランク軸、フランジ等の鍛鋼品、バルブ本体の黄銅品、フランジ等のアルミニウム合金製品であるが、その生産量は完成品重量にして1988年の実績は年間100TON程度であった。鍛造作業場で製造する製品の制限が、大きさとして直径600mmまで、重量80kgまでとなっているので、この制限を超過するものは外注している。外注品の重量は年間150TONに達しており、上記の鍛造作業場で製造する製品の年間実績100TONよりもはるかに多い。

鍛造工場設備の問題点は下記のとおりである。

(1) 設備稼働が低い

空気式鍛造機の内250kg鍛造機は1950年代に購入され、150kg鍛造機は1960年代に購入されたもので、導入後20~30年が経過し、老朽化が進み、機器の損耗による機能の低下から生産効率も悪く、稼働率はすこぶる低い。4台の鍛造機械の平均稼働率は30~40%で、一番高い560kg空気式鍛造機でも50%である。250kg空気式鍛造機はほとんど稼働していない。工場の近代化計画によると、空気分離設備と天然ガス液化分離設備の容量アップにともない最大外径φ1,200(厚さ200mm)のフランジが必要となり、全体に鍛造品も大型化するので外注比率はますます増大することになる。老朽化した能力の低い設備を撤去し、新鋭機械を導入して、外注品をできるだけ

取込み、工場内の操業を上げる必要がある。

(2) 搬送設備

加熱炉と鍛造機械間の材料の搬送は5 TON 天井クレーンと2 TON フォークリフトを使用するほかは、すべて人力で行っている。鍛造作業は鍛造品の温度管理が重要であり、迅速な作業を要する。また作業による高温の重量物の運搬は危険性も高く、不安全であり、能率も悪い。材料搬送用設備の増強が必要である。

1-5 メッキ場

メッキ場は四川空気分離設備廠の全体組織表によると、鍛造工場に属している。メッキ場では、四川空気分離設備廠で製作されるインペラ、弁棒の主要部品からボルト、ナットの類に至るまでのすべてのメッキ作業を担当している。このメッキ作業場のメッキラインは、銅メッキ、ニッケルメッキ、クロームメッキ、亜鉛メッキの4ラインに大別される。その他に、アルマイト槽と開発のためのメッキ槽とがそれぞれ1槽ずつ設置されている。これらのメッキ槽は、すべて整流器を備えてはいるが操作は手動である。

メッキ場の作業量は四つのメッキラインをすべて合わせても月に3 TON 程度である。作業員の数は、前に述べたようにメッキ場を含む鍛造工場全体では総員53名であるが、このうちメッキ場専従の作業員は6名に過ぎない。その他に一般管理要員8名と技術員7名の合計15名が、メッキ場専従としてではなく鍛造工場全体のスタッフとして配置されている。

メッキ場の問題点は下記のとおりである。

(1) 排水処理装置

排水処理装置は工場の裏手に沈澱槽と中和槽を設けすべて手動で操作している。中国では最近排水基準が厳しくなりつつあり、工場としてもその対応策の検討をすすめている。しかし現有の装置では排水処理はすべて手動で行われており、排水基準を満足するためには設備の改善が必要である。なおメッキ工場の床は耐腐蝕性岩石を敷きつめているが、メッキ液の地下への浸透も考えられるので、排水設備の改善と併せて床の修復も実施する必要がある。

(2) メッキ槽の温度管理

各メッキ槽とも温度管理は棒温度計をみながら、昇温する場合は蒸気をタンクに吹き

込み、降温する場合は水をタンクに注入することにより手動で行っており、またタンク内の攪拌は圧縮空気を吹き込んでいる。メッキの品質に影響を与える要因はいろいろあるが、メッキ液の温度も重要な要素の一つである。現状の温度制御方式では安定した良いメッキ品質を確保することが難しい。メッキ工程中は設定温度が保持できるような装置を検討する必要がある。

(3) ミストセパレータ

クロムメッキ工程で発生するミストは皮膚や粘膜に付着すると腐蝕作用を起し、長期間続くと骨に達するまでになり人体に非常に危険な害を及ぼす。工場もクロムの害についての認識は十分もっているが、現有のクロムメッキ設備にはミストセパレータ等のミストを除去する装置は設置されていない。人の生命にかかわる問題であるので早急に改善を図る必要がある。

1-6 板金工場

非鉄金属類、銅合金、アルミ (Aluminum) 合金、の加工・組立を主体とする。非鉄金属の切断、孔あけ・プレス (Press) ・曲げ・組立・溶接などの作業を行い、大型空気分離設備の精溜塔や精溜塔の内部構成部品及び熱交換器を主に中、小型構造物の製作及び組立を担当する工場である。

ほとんどの工程が作業に携わる作業者の個人的技量及び機械精度が大きく影響するところであり、部品をいかに効率良くまとめていくかは、工程の組み方、人員の配置、設備の近代化が重要な意味を持つ職場である。

板金工場の組織及び人員配置は職場主任の下に副主任を配し、主任が計画調整グループ (Group) を主に管理し、それぞれ管理部門及び生産部門を統括している。副主任は技術グループを主に管理している。管理部門は2グループで構成され人員は11名、生産部門は16班で構成され、人員は187名、合計200名で構成されている。

板金工場における主要製造設備とその問題点は下記のとおりである。

- (1) 溶接機は、主要設備の老朽化が目立つ。これらの溶接機の修理もしくは更新が必要である。老朽化の状況は溶接機の補修率にも現れ、電気系統を中心に故障が多く発生している。
- (2) 板金工場の作業環境のなかで、溶接品質に大きな影響を与える要因として次の項目

が上げられる。

1) ブローホールが発生しやすい高湿度下での作業環境の改善、作業方法の改善、環境の管理システム (System) の改善を行う必要がある。

2) アルミ (Aluminum) 合金や銅合金の溶接が板金工場で行われているが、異種材料のグラインダ (Grinder) 作業の混在、空気駆動工具の使用は原則として避けるべきであり、材料による作業環境の分離等の改善が必要である。

(3) 板金工場では、溶接作業に必要な作業工具がほとんど見受けられない。

(4) 板金工場でのほとんどすべての溶接及び組立作業がコンクリート (Concrete) の床での直置き作業となっている。

(5) 溶接用大型回転治具

大電流ミグ (MIG) 溶接などの自動溶接を実施する場合、ターニングローラ同志の回転軸の合わせ精度が確保できないため、溶接中に溶接機と開先中心との間にずれが大きく生じて来ることから、溶接作業中に常に溶接トーチ (Torch) の位置のコントロール (Control) に注意を払う必要がある。この、位置合わせが最少限になるような機器を適用して、溶接中の溶接士の負担を軽くし、溶接作業に注意を振り向けて溶接品質の向上を図る必要がある。

(6) 大型の加工機器及び、小型の圧力容器の製作ライン (Line) では、細かいハンドリング (Handling) に適した、揚重運搬機器の設置が必要である。

(7) その他、安全面で特に目立ったのは下記のとおりであり、必要な改善策が急がれる。

1) 溶接の保護面の遮光ガラス (Glass) が一種類しか用いられておらず、輝度の高いアルミニウムの溶接では目の障害を起こしやすい。

2) 作業に適した服装、靴及び補助保護具の配慮がされていない。

(8) パイプベンダー (Pipe Bender) が2ロール (Roll) 型であるため、パイプ (Pipe) に無理な力が掛かり、曲げ加工時にパイプに変形が生じており、真円度の確保ができない。加工法の改善が必要である。

(9) 塔板の孔明け加工は押抜き機及び校平機各1台により行われている。この設備は、1970年代に製造され古く、要求された精度を確保することが難しい。

1-7 製缶工場

鋼板類、炭素鋼、ステンレス鋼 (Stainless Steel)、の加工、組立を主体とする。鋼材

の切断、孔あけ、プレス、曲げ、組立、溶接などの作業を行い、大型空気分離設備の圧力容器及び各種冷却箱を主に大型構造物及び塔槽類の鏡板の製作を担当する工場である。

ほとんどの工程が作業に携わる作業者の個人的技量が大きく影響するところであり、大型部品をいかに効率良くまとめていくかは、工程の組み方、人員の配置、設備の近代化が重要な意味を持つ職場である。

製缶工場の組織及び人員配置は職場主任の下に副主任を配し、主任が技術グループ、設備管理グループを主に管理し、管理部門及び生産部門を統括している。副主任は計画調整グループを管理している。管理部門は4グループで構成され人員は19名、生産部門は14班であり、人員は224名、合計245名で構成されている。

製缶工場における製造設備の問題点としては、板金工場と共通するものが多いが、製缶工場特有の問題点は下記のとおりである。

(1) 開先加工機

12mの大型の開先加工機があるが、現在、加工量がオーバーフロー(Overflow)して残業で工事量を消化している。適当な治具の考案、簡易揚重工具及び小型寸法の材料に適した開先加工法の検討が必要である。

(2) X線透過試験設備

X線フィルムの検査の結果、透過度計(Penetrrometer)の指示は適正であるが階調計が示されておらずフィルムの鮮明さに欠けている。検査精度の向上と計器の改善が必要である。

(3) 大径薄板の鏡板の製作

鏡板加工を外注に依存することから、納期の不安定さ及び加工精度確保に問題がある。

(4) 磁気吹き対策

炭素鋼のマグ(MAG)溶接において、溶接の終端部での溶接アーク(Arc)の乱れが出て、ビード(Bead)形状が乱れたり、あるいは極端な場合には溶接が不可能な現象が指摘されている。材料の製造段階からの取扱い及び工場独自の消磁対策が必要である。

(5) サブマージアーク溶接装置

サブマージアーク溶接、特に、胴物の外周溶接をサブマージアーク溶接装置で施工を行う場合、余剰のフラックス(Flux)が床に落下することから、溶接工が作業台から出

て回収作業を行ったり、落下したフラックスを回収したりしている。作業上危険であり、また、フラックスに塵の混入が生じて回収後の使用に不適当な場合もある。回収作業の自動化が必要である。

1-8 機械工場

機械工場は、四川空気分離設備廠で製作する各種の圧縮機、膨脹機、低温ポンプ等の各製品の部品加工と、板金工場や製缶工場から搬入されてくる半成品の加工を担当している。機械工場の人員構成は、工場主任と副主任の2名の配下に7グループ204名が配属されている。設備は、NC機、放電加工機などが延べ数にして167台という多くを装備しており、いかなる部品でもこの機械工場加工ができるような体制が整えられている。

機械工場設備の問題点は次のとおりである。

(1) 縦型ホーニング盤の精度低下

ホーニング盤は大型（内径500、ストローク1,000）と小型（内径280、ストローク400）のものが各1台あるが、いずれのホーニング盤とも加工精度が悪く、ホーニング後の円筒度が上側と下側で異なり、公差から外れるケースが起きている。

この現象は大型ホーニング盤に多くみられる。往復圧縮機の性能を上げるために高圧化すれば更に高い精度が必要であるが、現有の設備では要求品質を確保することは難しい。特に使用頻度の多い大型ホーニング盤は早い時期に精度向上のための改造か、更新が必要である。

(2) NC機械が少ない

主製品である空気分離設備と天然ガス液化分離設備を構成する機器は、いずれも高精度で高い品質が要求されるものが多い。

機械加工設備をみると汎用機械が主体であり、作業者の経験と勘に頼る割合が多い。経験の少ない若年者の多い職場では安定した品質を確保することは難しい。

特に高精度を要する膨脹タービン、往復圧縮機の重要部品と重要工程は安定した品質状態を保つために汎用機械から漸次NC機械に置きかえていく必要がある。

(3) 代替機の必要性

大型平削盤が1台しかなく、故障時や定検時に代替機がないため生産に支障をきたす。工具工場に平削盤が一台あるので故障時には加工可能なものはこれを活用している。

空気分離設備は近代化計画によると10,000Nm³/Hrに容量がアップされる予定であるが、工具工場の平削盤は能力的に代替機として使用できなくなる。

将来の容量アップに備えて大型平削盤の代替機の導入を検討しておく必要がある。

1-9 バルブ工場

四川空気分離設備廠のバルブ工場は、工場の広さが約5,200m²で、人員構成は工場主任・副主任以下6グループで総員110名である。

工場の設備は、主要生産設備の82台を含めて延べ128台を数える。バルブ工場の製品の主力は、各種の低温弁、安全弁、調節弁などの80種に及ぶバルブであるが、その他にも酸素圧縮機や空気圧縮機を製造しており、四川空気分離設備廠で使用する各種の標準部品の加工・組立でも担当している。

バルブ工場には工場主任の他に、党支部書記をかねた工場副主任が配属されている。バルブ工場の組織としては一般管理グループが9名、技術グループが11名、保全・調達グループが14名、工具・オペレータのグループが9名、直接作業員には機械工が3グループ37名、組立工が3グループ28名の総員110名の構成である。

バルブ工場設備の問題点としては、ほとんどの設備が10年～20年以上を経過していることである。設備の老朽化の傾向は全工場に共通しているが、特にバルブ工場が顕著であり、バルブ工場の設備の修理時間がとびぬけて多い。工場側も生産上の問題点として設備が古く、故障が多いことを第一に上げていたが、近代化計画の策定に当っては、機械精度の低下と生産効率の低い設備は逐次新鋭機械に置きかえることを検討すると共に、保全計画をたてて計画的にオーバーホール(Overhaul)をすすめて、精度の維持と生産効率の向上に努める必要がある。

1-10 組立・試運転場

組立・試運転場は、四川空気分離設備廠の組織では機械工場に所属している。機械工場の建屋に隣接して独立した作業場を有しているが、18m×60m(約1,080m²)の組立・試運転場には塗装場も併設されており、更に組立て部品の置き場もかなりのスペースを占めている。組立と試運転の作業場としては極めて狭く、塗装場の塗料ミストが飛散するために環境も悪い。

組立・試運転場は、四川空気分離設備廠の組織では機械工場の所属になっている。組立・試運転場の作業員はこの機械工場の組織の中の組立一グループ・組立二グループ・塗装グループで構成されている。

組立・試運転場設備の問題として次の3点が挙げられる。

(1) 組立・試運転場の環境

狭い工場内に組立部品が乱雑に置かれ、組立前の部品を洗浄するタンクも見当たらなかった。また組立場の隣りには上部が吹き抜けた壁で仕切ってあるだけの塗装場があり、組立場への塗料ミストを防ぐための防塵対策はなされていない。動く機械の最終製品品質を保証する場所としては根本から見直し、環境の改善を図る必要がある。

(2) 試運転設備

運転ベースは往復圧縮機用が2台、膨脹タービン用として1台が固定化している。

吸入管、吐出管は圧縮機／膨脹タービンの容量により、取替られるようになっているが、常時消音器も含めて固定されている。給油装置の整備も悪く、操作盤も無造作に放置され、計器類も検定されたあともみられない。また試運転に必要な計器類も完備されていない。設備管理を含めた試運転設備を見直す必要がある。

(3) 運搬機器の不足

組立工程は部品の運搬作業が最も多い工程である。18m×60mの建屋内に組立場、試運転場、塗装場と部品置場があり、5TON天井クレーン1基が運搬作業に供している。したがって少々の重量物でも人力で運搬することになり、またクレーン待ちの時間が発生し、生産効率を悪くしている。クレーンの稼働率を調査し、必要なら天井クレーンを増設するか、壁クレーンの設置等の運搬機器の増強が必要である。

1-1-1 機械修理工場

四川空気分離設備廠の機械修理工場は、設備動力課の下部機構として四川空気分離設備廠のすべての生産設備の定期点検やオーバー・ホールさらには機械類の改造・修理までを担当している工場である。機械修理工場そのものの専属の作業員は14グループの127名であるが、上部機構の設備動力課に機械修理工場の管理も兼ねた多数のスタッフが配属されている。機械修理工場の設備については、四川空気分離設備廠のすべての生産機械の修理に対応するために92台もの主要機器類を備えている。なお、1988年度の四川空気分

離設備廠の機械類の維持・修理費は59.3万円にも達しており、改造を含めた大修理の費用は33万円であった。

機械修理工場設備の問題点は次のとおりである。

(1) ねじ加工機の精度低下

工作機械の精度維持、向上のためには長ねじ (Ball Screw) の精度が最重要であるが、現有のねじ加工機では3級のねじ精度を確保するのが限界である。工作機械用のねじ精度は1級が要求されるが、この精度を満足できるねじ加工設備がないため、別会社か、外注に頼っている。全工場的にみて老朽化の進んでいる工作機械の精度向上は最優先すべきことであるので、工作機械の精度に重要な影響を与える長ねじ加工機の更新は早期に実施すべきことである。

1-12 工具工場

四川空気分離設備廠の工具工場は、生産工場を支援するために廠内で使用する工具類の製作や補修を行っている。工具工場には延べ数にして51台もの機器類が設置されている。これらは生産部品の加工には使用されていないので、その稼働率はかなり低い。工具工場の人員構成としては、主任1名に工具工場の作業員が70名、倉庫管理の6名の合計77名である。

工具工場はやたらに仕切りが多い。。ジグボウ等の恒温室といい放電加工機を設置している部屋といい、個室や仕切りで分断され、作業性がよくない。工場のレイアウトの見直しと平行して仕切りを取り除く検討をする必要がある。

1-13 開発・試作工場

四川空気分離設備廠での開発・試作の設計は深冷設備研究所が担当している。しかしながら、この研究所で開発設計されたものを試作し、実験するような独立した実験場は、現在のところ無い。ここでは、四川空気分離設備廠が、それぞれの製造工場で既存の機械類を使用して行っている現状の開発設計の試作実験に対して、設備について考えられる問題点を提示する。

(1) ガスベアリング

窒素プラント用小型膨脹タービンにガスベアリングを採用する計画があり、その開発を進めている。ベアリングは膨脹タービンの中でも重要部品の一つであり、高い精度が要求される。現有設備で加工できる最小径は $\phi 1.2$ （深さ800mm）までであり、開発中のガスベアリングは加工できない。新規設備の導入が必要である。

(2) スピンテスター (Spin Tester)

既述のごとく、タービン効率を向上させるために形状の複雑なろう（鑢）付インペラーの開発をすすめている。このように新しい設計要素の多いインペラーは実用化を図る前に、信頼性を十分に確認したうえで実機に採用することが必要がある。インペラーの強度を高速で回転させ強度が確認できるような安全な設備の導入を図る必要がある。

(3) 試作実験場

膨脹タービンの効率を上げるためにはいろいろな開発計画があるが、これらを試作し実験する設備がない。新設計を実機に採用する前に、要素試験を十分に行い、信頼性を確認して実用化を図ることは重要なことである。インペラーの強度試験、性能試験やガスベアリングの機能試験を含め回転機械の開発を推進するための試作実験場の設置は重要、かつ必要なことである。

2 製造技術の現状と問題点

2-1 合金鑄造工場

炉を稼働させる目安を炉容量の3倍に置いているので月の稼働は全炉合計で12~13回ぐらいである。溶解担当の作業者は8名いるが、経験者が少なくほとんど同じ作業者が炉の操業を行わねばならず、炉を同時に2基稼働することができない。技能レベルの低さが炉の稼働を低くしている要因の一つでもある。生産量の拡大にそなえて作業者の技能レベルを上げる必要がある。

2-2 熱処理場

熱処理工程に必要な設備や熱処理方案等は一通りととっているが、設備の操作や判断等は作業者の経験に頼っていることが多い。焼入れに使用する油の交換も経験に頼っているため、焼入れ後の硬度検査で計画値に入らなく再熱処理をすることがある。油の劣化は焼入温度、数量、回数により一概にはいえないが、品質の安定のために交換基準を作成し、管理された状態にしておく必要がある。焼入れ後の硬度確認は全数行っているが、不合格の場合は記録も残さず再処理している。これなども作業者の判断に任せず、改善を図るべきである。

2-3 鍛造工場

黄銅製(材質HPb 59-1)弁本体の表面に鍛造割れが発生する。不良率は時には30%の高率になる。製鉄所からの購入素材と自社素材の化学成分を入手したが、両者の成分が異なることが判明した。成分的には鉛(Pb)を含む自社素材の方が鍛造時に割れやすい傾向になるが、加熱方法も含め鍛造の方法を見直す必要がある。

2-4 メッキ工場

排水規制が厳しくなるのに対応するため、処理方法の改善を検討し、実験中であるが最終工程で発生する廃棄物処理に問題がある。処理方法の改善として Cr^{+6} に対しては電解法を採用し実験をおこない、好結果を得ている。しかしこの時析出されるスラグの処置が問題となる。また Ni^{+2} 、 Zn^{+2} 、 Cu^{+2} の除去方法としてpHを8.5~9にあげて各イオンを沈澱させ微少なフィルターで濾過して除去する方法を実験したが、これも析出す

るイオンスラグ処理に問題がある。

いずれの方法も実験段階であるが、排水基準を十分に満足することが確認されたので、これらの方法を実用化に移すためにはスラグ処置の問題を解決しなくてはならない。

2-5 板金工場

(1) 肌合わせ治具

圧力容器の胴と胴の溶接工程で、芯精度を確保するために、溶接開先の肌合わせに多くの時間が費やされている。表面が傷つきやすいアルミ合金の肌合わせとしては、製品に疵が発生しないように溶接用の肌合わせ治具を使用する必要がある。

(2) 溶接作業指示書及び工場での溶接作業から考えられる検討項目は下記のとおりである。

- 1) 溶接条件に較べて電極径およびシールドガス (Shielded Gas) 口径が小さく、加えて、シールドガス量が少ないため、ブローホールの発生やタングステンスポット (Tungsten Spot) が生じやすくなっている。
- 2) 溶接開先形状が不適性であるため、裏波溶接での溶込み不足が生じやすい。また、溶着量の多くが無駄になっている。
- 3) 仮付け溶接、治具取付け溶接要領及び治具取り外し要領が、工場作業者に徹底して指示されていない。
- 4) 今後、製品の大型化に伴ってマイクロ欠陥の観察が重要になる。溶接試験書にはマイクロ観察の項目はあるが、実施されていない。
- 5) 溶接条件の管理が、各個別の板厚で決定されており、板厚の増加に伴う溶接条件の推定、あるいは中間板厚に対する条件の推定が可能な溶接条件の基準作りが成されていない。

(3) 補修溶接工程

溶接ビード (Bead) は検査課の検査員によってその良否が判定される。手直しの実施は検査員が決定し、補修作業指示書は工場の技術員が作成する。これらの検査工程では、溶接ビード割れ及び溶接割れ等を検査員が、まず外観を目視で判断している。判断の確実性に欠ける。

(4) 溶接作業者の技量レベル (Level)

今後、製品の容量増大に伴う大型化に対しては、工場内でのハンドリングの難しさ、

あるいは現地での限られた姿勢での溶接工事の発生が想定され、現有の溶接資格では対応できなくなるおそれがある。

(5) 予熱管理

予熱や加熱処理は、溶接品質の安定に大きく影響するので、機械や溶接条件を考慮した温度管理を行う必要がある。

(6) 素材の管理及び受入体制で以下の問題点がある。

- 1) アルミニウムの溶加材の表面に肌荒れが生じている。この肌荒れ部分に引抜加工時の油脂あるいは有機物が付着するとブローホール等の溶接欠陥が生じる原因になる。溶加材の受入検査、保管要領等の見直し・改善が必要である。
- 2) 素材の受入検査には、主要成分検査と機械的試験が実施されている。しかし、溶接材料については不純物量によって溶接性の良否、あるいは微小溶接欠陥の発生の有無が生じることから、これらの受入管理及び溶接への影響の調査研究体制の整備が必要である。
- 3) ティグ (TIG) 溶接の溶接棒を使用する場合、ミグ (MIG) 溶接用のワイヤー (Wire) から切り出して代用している例が見受けられる。このため、運棒作業中に溶接棒の振れが生じてティグ溶接の直線性を欠き、安定したビードが得られにくい。ティグ専用の溶接棒を使用することが望ましい。

(7) 銅の溶接

板金工場では、黄銅の熱交換器が製作されている。この溶接ではブローホール欠陥が多く生じている。また、アセチレンガス溶接の場合溶接工の技量によって溶接品質が大きく左右される。安定した品質が得られる自動溶接の適用が必要である。

2-6 製缶工場

製缶工場における製造技術上の問題点は板金工場と共通であるが、製缶工場に特有のものは下記のとおりである。

(1) 炭素鋼の管/管板のシール (Seal) 溶接

炭素鋼の管/管板のシール溶接では拡管を行わず開先形状で手溶接を行っている。本溶接では、ブローホールとクレータ (Crater) 割れ及びスタート (Start) 部に割れの発生が多い。

(2) 鏡板/胴溶接部の溶接

炭素鋼及びステンレス鋼の鏡板／胴溶接部の溶接（14～15厚×2,000～3,200 Φ）において、周長精度は良いが、芯精度が悪く胴合わせに時間を費している。

(3) 薄板胴の溶接

ステンレス鋼の薄板の胴合わせ（4～10厚×900～2,600 Φ）の周溶接において、内側への落ち込み変形が大きい。

(4) 裏波溶接の開先

炭素鋼及びステンレス鋼の片面溶接において、裏波ビード（Bead）の形成が不安定なので両面溶接が施されている。溶接開先の改良及び裏波を安定して形成するフラックス（Flux）を使用して、品質向上、能率向上を図る必要がある。

(5) 保冷外塔板の溶接

熱交換器の保冷外塔板は、板厚6mm程度の炭素鋼板とアングル（Angle）で構成され、それぞれの間は、手溶接で断続溶接されている。溶接手順及び溶接法が適切でないため、保冷外塔板に凸凹の歪みが最大13～17mm程度発生し、製品の外観品質を著しく損なっている。

(6) 厚板小径管の製作

小型の高圧容器で（50厚×600 Φ×1,600L）炭素鋼及びステンレス鋼の造管工事が多い。プレス（Press）による押し曲げ加工後、シーム（Seam）溶接で管製作を行っているが、十分な精度が確保できない。精度を確保できる製作工程を検討する必要がある。

2-7 機械工場

(1) 数もの生産への取組み不足

調査中に大型平削盤（機械番号 B2152）のテーブルに往復圧縮機のケーシングを6個並べて同時削りを行っていたが、このような数もの加工に対する考え方が他にはほとんど見られなかった。数ものの加工に対する運搬の方法、段取りの方法、検査の方法等の改善を積極的に進め、生産技術の向上を図る必要がある。

(2) 搬送機器の不足

機械工場内には加工前後の部品が床に直接置かれ、数ものは山高く積上げられていた。重量物は天井クレーンで一品一品つり上げており、運搬効率はすこぶる悪い。工程管理、品質と安全面の改善を図るために、部品置台や収納箱、パレット等の必要な物流機器の見直しとその充実に努める必要がある。

(3) 物の流れの変更

加工完了部品の検査場までの運搬は作業者が行っている。検査完了後は専門の運搬担当者により全数倉庫に納入されるシステムになっている。このシステムは全工場とも共通であり、一部品を除いて組立場に直接搬送されることはない。この流れでは運搬回数が多くなり、運搬距離も長く運搬ロスが大きくなるばかりか、部品の出し入れに関する事務作業が煩雑になっている。運搬ロスを削減して生産効率を高めるためにもこの物流システムを見直し、改善を図る必要がある。

(4) 作業指導書の不備

経験年数の少ない若年者が多い割には作業指導書が完備されていない。クランク軸の孔明け工程、鏡板の開先加工工程、弁棒、弁システムの加工等の重要な工程に関してのみ作業指導書が整っており、ほとんどの作業は作業者の経験をベースに行われている。若年者が多い現状では重要部品の重要工程だけでは不十分であり、全部品の全工程に関して指導書を完備する必要がある。

2-8 バルブ工場

(1) 加工待ち部品の管理

加工待ちの部品には加工図面と手順工作書が添付されているが、この帳票には完成日が指示されていないので、どの部品を先行して加工するのかわからない。作業者はリーダから指示されて解っているということであったが、どの部品をいつまでに加工する必要があるのか「目にみえる」管理状態にすることが好ましい。

(2) 機械部門と組立部門の操業アンバランス

当月の生産量に関する製造命令は前月の3～5日前に出される。機械加工の着手はそれからとなるので組立場に加工部品が投入されるのは通常月の中旬となる。したがって組立場は月初めは部品待ちの状態となり組立作業はすすまない。

反面、機械部門では機械まわりや、部品置台上に加工前後の中間仕掛品が山積みされている。加工は一ロットの全部品が完了するまで次工程に移動しないシステムになっているので、ロットが大きいと組立場への部品の投入が遅れることになる。

組立場の操業が月間を通して平準化するように、ロットサイズの見直しを含め生産システムの改善を図る必要がある。

2-9 組立・試運転場

組立場に搬入された部品は油のしみ込んだ床上に直接置いたり、よごれた枕木の上に無雑作に置かれている。防塵対策など全く施されていない。同一建屋内にある塗装場で圧縮機の部品を塗装していたが、給油孔は無防備で異物やペンキがついていた。組立場で部品を洗滌しているところは見られなかったし、洗滌タンクも見当らなかった。組立工程では異物の混入防止と部品の洗滌は基本動作の一つであるが、その認識が高いとは思われない。組立部品の保管や組立作業に対する教育も含めた改善が必要である。

2-10 機械修理工場

(1) 保修要員の不足

各工場とも機械が故障しても、すぐに修理をすることは少なく、大半が修理着手まで、故障のまま放置されている。その原因は保修要員の技能レベルの低さと、絶対数が不足しているため直ぐに修理に着手できないという説明であった。莫大な修理費用と修理にかかわるロスタイムの削減のために、現籍要員の技能レベルの向上と、併せて保守要員を増強し、その育成を計画的に、強力に推進する必要がある。

(2) 利用率の高い機械の予防保全

機械工場やバルブ工場で二交替制を導入している機械はかなり高い稼働率を示している。これらの機械は重要機械であり、故障による機械の停止は、直ちに生産に支障をきたすものである。

利用率が高く、故障による損失の大きい重要機械は保全の効果を高める必要があり、予防保全の最優先機械として重点管理をすることが必要である。

3 生産管理機能の現状と問題点

3-1 生産計画

需要調査、資材調達、資金調整、生産計画等を総合的にバランス (Balance) をとり企業の発展計画、生産経営計画を策定するため、次の3課を配している。

(1) 経済計画課

主な業務は、工場長のもとで、企業の総合経営計画を策定し、国家経済政策及び企業経営戦略に基づいた経営目標・生産計画（生産計画大綱及び年度経営計画）を作成することである。また、この計画草案をもとに各関連部門の計画内容の調整をとっている。実施にあたっては計画を推進し、監督する責任がある。

(2) 生産管理課

経済計画課が準備する生産計画大綱草案調整に関する討議に参加し、生産管理、均衡生産、安全生産の面から検討を加える。

また、生産計画大綱が工場長に承認された後、これをもとに経済計画課で作成される年度経営計画を生産工場別、機種別、季別に展開し、季度生産計画、月度生産計画を作成し、生産の実施を指揮する。

(3) 販売サービス課

販売計画については、販売サービス課が作成を担当している。製品販売に関しては、毎年販売計画を作成している。この計画は、次年度の受注予定、市場予測等に従っている。外国からの受注は、輸出販売を国家规定により、中国の輸出会社に任せている関係から、直接の受注活動は行っていない。市場予測は、商業分析情報に従い、製品の種類と数量の予測を行っている。

四川空気分離設備廠における生産計画の問題点は、以下のとおりである。

- (1) 同業他社から購入するプレート・フィン熱交換器 (Plate fin type heat exchanger) 及びターボ圧縮機 (Turbo compressor) の価格が高く、納期が長い、このため大型空気分離設備製造の足かせとなっている。
- (2) 客先は当社の納期に満足していない。

3-2 調達管理

調達計画とは、生産活動にとって必要な資材の品目、品質、数量の決定ならびに具体的な生産計画・製造計画に対応し、機能する計画のことである。

計画作成にあたっては、まず経済計画課が、販売サービス課よりもたらされた市場情報の収集、整理を行い需要予測を出した上で、年度生産計画大綱を作成し、提出している。

調達課は、この年度生産計画大綱に基づき、年間生産に必要な金属材料、組立用外注完成品及び非金属材料、燃料、オイル、補助材料等の調達計画及び管理を行っている。

調達管理業務は、調達課の所掌となっている。担当内容は次のとおりである。

(1) 総合グループ

資材の総合調整、審査を担当している。この中には、購入品品質、安全、設備の審査、貯蔵品にあてる資金、労働資産の調整、統計等を含んでいる。この総合グループの下に、原材料グループがあり、鋼板、アルミ、ステンレス鋼、鋳物材料等の調達、入庫、保管、出庫、廃品回収処理を行っている。

(2) 調整係

全工場の生産現場に必要な時期に、必要な資材機器を投入できるよう購入計画を行う。この調整係の下に、機器資材グループがあり、機器資材、非金属の材料計画と購入を担当している。

(3) 自動車運搬グループ

各部門間の資材運搬を行っている。

(4) 鉄道専用線グループ

貨車の運転及び鉄道のメンテナンスを行っている。

調達管理上の問題点は次の2点である。

(1) 原材料と購入品に納期遅れが発生する。特に、外部（市場）調達のものにこの傾向がある。

(2) 部品調達のやり直しが少なくない。原因はいろいろあるが多い順からあげると、

1) 設計変更（ユーザー要求等も含む）

2) 設計考慮不十分

3) 現場での部品破損

である。

3-3 在庫管理

在庫管理は大別して、次の二つの管理形態をとっている。

- (1) 購入部品等で当工場で未だ加工していない部品、製品については集中型の在庫管理を行い、調達課が担当している。
- (2) 仕掛品、完成品等、当工場で付加価値を与えられた部品に対しては分散型の在庫管理をとっており、仕掛品は、生産管理課が管理し、販売製品としての完成品は、販売サービス課が管理している。

調達課は、前節(IV-3-2)で述べた調達業務の他に、入出庫業務、材料切断作業を行っている。また、自動車運搬グループ及び鉄道専用線グループは、各工場間の資材運搬及び工場外への製品の発送業務を行っている。

生産管理課では、板金、冷間加工、機械加工、弁、鋳鉄、鋳鋼、及び鍛造についてそれぞれ一人の係があり、仕掛品に関する在庫管理を行っている。また、販売サービス課にはユーザー向けに販売する製品、材料倉庫(主として、アフターサービス用予備品)があり、実施グループが担当している。

調達管理に関する問題点は、以下のとおりである。

- (1) 倉庫に保管している材料部品の動きが悪く、資金が眠っている。
- (2) 購入部品が倉庫にどんどん入ってくるが、倉庫に置くところがない。

在庫が増える原因

- a) 工場が予定通り使ってくれない。
 - b) 部品が全数揃わないとユーザーが受取ってくれない。
- (3) 在庫管理技術レベル(Level)がまだ低い。

材料の計画、統計、記録カード、購入品カードなど、手作業である。このため作業が大変なものとなっている。

3-4 工程管理

工程管理は製品仕様、技術資料等が決まると、それをもとに作成される手順計画、手順どおりに加工するための所要工数を決める工数計画、製品・部品別に決められた手順で何日に着手し、何日までに完成するかを示した日程計画、によりなされている。

手順計画は生産技術課及び各工場の技術グループにより行われている。工数計画につい

ては、単位作業の工数標準（工数定額）を人事労務課の各労働時間定額係りが行い、総合的な人員計画は生産管理課及び各工場で行っている。

日程計画については、季度生産計画を生産管理課、月度生産計画を各工場が行っている。

四川空気分離設備廠における工程管理上の問題点は次の3点である。

(1) 技術設計の遅れが、生産工程に悪影響をあたえ、日程遅れの一因となっている。

生産設計の時間が予定通りとれないため、生産設計が終わったあと生産に設計が合っているか否か確認する時間がないまま、生産を開始しなければならない。

また、購入品を現場の要求時期どおりに供給するのも難しくなる。

(2) プラント類の工期の制御が難しい。

各部品（生産品）を、現場に送り組み立てるが、この制御が難しく、遅れる。また、総作業時間の集計は、材料待ちで実労働時間が4時間/日のこともあり、実績をとるのが難しいので行っていない。工事で特に問題となる点は、管材、メーター類が納期通りに入手できないため、手待ちとなり工事が遅れることである。現地工事は、工場から送られる部品・材料によって左右される。

(3) 工数の実績が集計されていない。予定作業時間（工数定額）は提示されるが、これに対する実績が集計されていないため、信頼のおける値となっていない。

「定額を見直ししているが、その値は妥当ではない」という声は、工場での現状調査の際、あちこちから聞かれた。また、工数定額と実績は等しいということで、統計がとられていない事実は、言い替えると、工数定額に合わせて働いているということになり、合理的作業を追求する第一歩が欠落しているといえる。

3-5 品質管理

国家の製品品質にかかわる方針、政策、法律規定を実施し、全社的な品質管理、製品品質の監督、検査、引きとりの責任を負っているのが品質管理課である。

組織としては、工場長直轄となっており品質管理について、独立した権限を行使できるようになっている。組織に合わせた具体的な機能は、品質管理事務室が、工場全体の品質管理を、計量室・メーター室は、工場全体の計量管理と計器類の修理校正を、理化室は、物理・化学についての分析作業を実施している。また、行政技術グループは、全工場の行政管理・検査技術準備を、各検査グループは、入庫から製品完成に至るすべての工程の検

査を行っている。

品質管理にかかわる問題点は、次のとおりである。

(1) 現在、QCグループは76グループ(Group)、グループ人員数300～400人とのことであるが、全従業員2,556人に占めるQCグループ人員の比は、約15%であり、全員参加のQC運動から、かなりかけ離れたものになっている。

現在のQC運動は、ある問題解決のためのプロジェクトチーム(Project Team)という性格が強く、工場従業員の大半を占めるグループ員でない人の仕事を行う上での「動機づけ」をどのようにするか問題が残されている。

(2) 作業のすべてのステップ(Step)ごとに、作業者が自主検査した後、必ず品質管理課の検査グループが検査を行っている。

この方法は、作業者を信頼していないことになり、QC運動の基本である作業者の自主性を育てるという観点からは問題がある。作業者の技術レベル(Level)に信用が置けないならば、それなりに教育すべきである。品質管理課の業務は、最終製品検査、性能検査、高圧ガス国家検査など専門技術を要するものに主力をそそぎ、工場作業者の中間検査等の業務はできるだけ、工場作業側に移すべきである。

(3) アフター・サービス(After service)は、販売サービス課の担当となっているが、品質管理課が得ているフィード・バック(Feed-back)情報の数が少いし、この分析もされていない。ユーザーとの情報交換は、メーカーにとって、もっとも重要な業務であり販売サービス課にまかせておくばかりでなく、重複してもよいから積極的に行い、設計・製造部門に問題点・改良点をフィード・バックする必要がある。技術アフター・サービス・グループの人員(6名)は、他部門の充実ぶりに比べ、意外なほど少い。小型空気分離装置や低温液タンクのアフター・サービスを十分に行うためには、生産規模からして、この人員構成では不足である。補償サービス費用が少いこととあわせ考えると、ユーザーに眼を向ける姿勢が足りないのではないと思われる。

(4) 購入品の受入検査時における品質管理が難しい。

購入品は種類が多く、一部(原動機、圧縮機、電動機)を除いては、品質管理課で受入れ検査を行うが、検査設備が少い。特に、非金属、メーターの一部の検査設備が不足しているとの説明であった。購入品は、元来メーカー側が専門家であり、これを受け入れる設備をユーザー(四川空気分離設備廠)がそろえることは容易ではない。メーカー

側との技術協議やメーカーの持つ検査設備による製品検査の立会いなどで信頼関係を持ち、最終のプラント・ユーザーに満足の得られるまで、部品メーカーも責任を分担する契約を結ぶ等の方策を考えるべきである。

3-6 製造・検査設備管理

保全組織は、保全要員が組織上及び配置上、集中するか分散するかの方法を一般にとっている。当工場では、日常点検等軽度の保守点検作業を作業現場保守グループが行い（部門保全）、定期的に行う開放修理等、専門的技術を要する保守点検作業を設備動力課が行っている（集中保全）。

以下に製造・検査設備管理の問題点を述べる。

(1) 機械設備の老朽化

工作機械の大半が10～20年以上使用されており老朽化している。1988年に故障に要した修理費は年間で59.3万元にも達し、定期修理費の33万元を大きく上回っている。設備故障の大半は機械の経年に起因する正常摩耗と電気系統の老朽化が原因であった。

(2) 機械故障の修理に時間がかかりすぎている。

各工場とも機械が故障しても、すぐに修理をすることは少なく、大半が修理着手まで故障のまま放置されている。月別設備故障件数とつき合せて考えて見ると、故障1件当たり平均して修理着手までの時間が22時間、修理着手してから完了するまでの時間が27時間となり、故障して機械が停止すると修理のため平均して2日停っていることになる。

(3) 水処理が完全ではない

1988年12月の水処理記録をみると、6価クロムの工場排水実測値が1.02～1.72 mg/Lで許容限度0.20 mg/Lを大幅に超えている。許容限度を超えたのは、12月に行った8回の計測のうち3回であった。

(4) 水の消費量管理

水量計を工場内の各所につけて管理しているということであったが、巨視的見地から消費水量を計測しただけで、満足してしまい、次取るべき方法、例えば、現場で実際にどのように消費されているか、無駄な使い方はされていないか、設備不良で放水状態になっていないかなどの調査はなおざりにされ、実効が上っていないのではないと思われる。

3-7 設計管理

当工場では、いわゆる設計部門は、研究所という呼び名を用いており、工場長が示す長期発展計画、年度経営目標に基づいて、総工程師の指導下で工場の技術開発、技術の蓄積、新製品開発、新技術応用を押し進め、新材料・新工程のテスト・研究、技術基準の制定・改正、国家技術政策の徹底施行、及び技術改造方案の立案・通知許可等を行っている。

また、大型設備を設計する際は、ユーザーの要求に基づいて、建屋、ユーティリティ (Utility) の仕様を作成し、設計院に図面を作成させている。この研究所では、所長を含め119名の人員で構成される。機能的には、プロセス設計、機器設計、電気計装設計、情報収集管理、標準化制定・審査、気体分析、電算、低温技術試験、製品の試運転を担当している。

設計管理の問題点は、次のとおりである。

(1) 設計標準化の水準が低いため、品質が良くかつ納期の短い製品の設計ができない。

設計に使用されている標準は、国家標準、企業標準があるが充実したものではない。

(2) 設計に荷重がかかり過ぎており、人的資源が不足している。設計課は、本来の業務に加え、ユーザーに納入した製品の現場での技術指導、ユーザーとの技術折衝・契約作成業務も行っている。このため設計者が出張することが多く、設計室に人の居なくなることが起き、設計の遅れが発生する。

(3) コンピュータ (Computer) の利用は、技術計算などのごく限られたものしか使われず、持てる能力が十分に発揮されていない。現在、工場内にコンピュータセンター設立計画が進行中でありコンピュータを設計の補助的手段に用いることを考慮中である。

(4) 図面番号体系が確立されていない。

現在の図面番号体系は、上3桁は工場として決められているが、それより下の桁は、設計者がその時、その時で決めている。コンピュータ・センターの設立に伴い、将来、生産管理部門及び製造部門にも、コンピュータを利用したシステムが導入されると思われるが、システムの鍵となる部品の番号体系が確立されていないとコンピュータ化も不可能となる。

3-8 教育・訓練と安全管理

3-8-1 教育・訓練

工場長、副工場長等工場幹部で構成される職員・工員教育委員会で工場の教育・訓練に関する基本方針を決定する。また毎年、各職場は、上級機関に一年間の人材需要の企画と訓練計画を報告する。宣伝教育課は、総合的に全工場のこれら計画をまとめ、調整したあと、工場全体としての生産経営の要求、人員の素質、国家の職員・工員教育方針に基づいて、正式に計画を作成し、実施に移している。

訓練計画は、短期、余暇、独学が原則である。各職場・課室はいずれも職員・工員の技術訓練の担当者を1名指名し、とりまとめ作業を行わせている。

教育・訓練に関する問題点の具体例をあげると次の通りである。

(1) NCプログラマーの不足

機械工場には旋盤1台、ミーリング盤1台のNC機械がある。またバルブ工場にはNC旋盤1台が設置されているが、工場調査中にNCとして稼働していたのはミーリング盤のみで、旋盤はいずれも汎用機として使用されていた。

NC機械でNC加工をしない理由はNCプログラムの作成に時間がかかること、NC機構の故障が多く、また故障時のNCメーカーのサービス体制が悪いことにある。

プログラマーは生産技術課、機械工場、バルブ工場に各1名づついるが、経験年数はいずれも1年余りと低い。膨脹タービン軸、往復圧縮機のピストン棒等のR部は応力集中を避けるため重要な加工工程であり、これらの部品加工はNC加工とし、品質の安定を図る必要がある。

(2) 中堅技術者の不足

全工場のNC機械の保有台数は5台（内放電加工機2台）と少ないが、加工精度の向上と品質の安定を図るために最小限のNC化の推進を図らなければならない。しかしNC化を進めるための技術者は2名で、簡単な修理ができる程度であり、NCメーカーの援助が必要である。機械修理工場にある堅型フライス盤をNC機に改造していたが設計は成都電子工程学院が行い、機械及び電気部品共、すべて購入品で構成されている。

中堅技術者の不足は生産技術全般に関していえる。中堅技術者の育成を計画的に推進する必要がある。

(3) 作業指導書の不備と教育

機械工場の職種別、経験年数別の人数を見ると経験年数が5年以下の若年層の割合が44%と高い。この傾向は機械工場だけでなく全工場に共通している。

経験年数の少ない若年者が多い割には作業指導書が完備されていない。若年者が多い現状では重要部品の重要工程だけでは不十分であり、全部品の全工程に関して指導書を完備し、教育する必要がある。

(4) 生産技術要員の質的レベル

数もの加工に対する運搬の方法、段取りの方法等に関する改善をすすめる必要がある。そのための生産技術要員の質的レベルの向上を図る必要がある。

3-8-2 安全管理

工場長をリーダー (Leader) とする工場安全生産委員会が工場の安全管理方針を定め、生産副工場長がリーダーとなる工場安全生産リーダー・グループ及び各工場安全生産リーダー・グループが安全管理方針に基づいた施策を実行・指導している。

生産班安全員グループは、各作業グループの中から選ばれた安全員で構成され、各作業グループの問題を吸い上げ上部組織に流したり、作業現場での安全啓蒙を行っている。

生産課安全環境保護室は、工場全般の安全管理業務及び市政府等上部関連機構との窓口業務を行っている。事故が起った時の安全対策会議は、重大災害の時は、工場安全生産リーダー・グループが、重大災害以外のものは各工場安全生産リーダー・グループがそれぞれ主催し、原因究明と災害防止対策を立案し、報告し、施策を実行に移している。

調査期間中に各職場を巡回した際、見受けられた安全管理上の問題点は次の通りである。

(1) 鋳造工場

鋳砂をバケットに入れ天井クレーンで運搬して、鋳型に入れる作業の際、玉掛者は鋳型のまわりにいる作業者の人払いをしていない。鋳型作業者に注意をうながすとともに吊荷が通る場所での作業を、一時中断させ作業者を移動させる指示を明確に出すべきである。

(2) 合金鋳造工場

1) 作業床面上にエアーストックを引かずまわしている。作業者がエアーストックを踏んだり、つかけたりして、転倒する危険があり、改善を要する。作業場には不要なものは持込まないようにし作業スペース (Space) を大きくとる習慣を身につけさせる必要がある。

2) 中子を工場内の棚に保管しているが、棚の整理も悪く、棚のまわりに物が多く置い

であり、危険である。物の置き方や整理整頓を含め安全教育をとおり、従業員の認識を高める必要がある。

(3) 鍛造工場

560kg空気式鍛造機で鍛造したあとのクレーン作業で、クレーン運転者は、玉掛者の合図もないのに運転をしていた。クレーン作業の事故は重大災害につながる危険があるので、玉掛者の合図と誘導に関して再教育を実施し徹底を図る必要がある。

(4) 組立・試運転場

往復圧縮機の試運転の際駆動ベルトにおおいもせず、むき出しの状態で行っていた。立入禁止の表示も、柵もなく近づくと非常に危険である。更にまわりには運転用の配管が散乱しており、整理整頓をすすめる必要がある。安全に関する認識は高いが、実態が伴っていないようである。

(5) 安全成績を表示しているが、日々更新されたものになっていない。また安全統計も集計が遅すぎる。

例えば、生産課安全環境保護室には、立派な安全成績表示盤が掲げてあるが、性別・年令別事故統計表、損害事故種類別統計及び職種別事故統計表は、1年前の1987年までのものしか記入されていない。

また安全成績表示盤も工場全員が通るところに表示し、PRを兼ね“見える安全管理”にする必要がある。

V 近代化計画

V 近代化計画

1 製造設備の近代化

1-1 鑄造工場

3 TON キュボラ 1 基を有し鑄鉄の溶解を行っているが、溶解温度が1,380 ~1,400 °Cまでしか上らず、鑄物の品質に悪影響を与えている。キュボラ操業において、高温の溶湯を得るためには一般に次の方法が用いられる。

- 1) 熱風操業（可能な限り送風温度を高めるほど有利となる）
- 2) 分割送風（高灰分コークスでは溶湯が酸化されやすい欠点がある）
- 3) 羽口からの補助燃料吹込み（操業管理が複雑となる）
- 4) 酸素富化操業（操業管理が複雑となる）
- 5) 除湿送風（高湿度の地域だけ有効）

これらの方法はそれぞれ一長一短があり、採用に際しては技術面、経済面から総合的に検討する必要がある。

一方、低周波誘導電気炉による鑄鉄の溶解は、高温溶解が容易で溶湯の成分調整が簡単にでき、作業環境面でも溶解過程で発生する、ばいじん、騒音、振動の大小はキュボラに比較して格段にすぐれている。しかし現在の国内電力事情からみると誘導電気炉の導入は難しい状況下にある。しかし将来は、要求される鑄物の機械的性質の向上に伴って、鑄鉄品質の信頼性確保と公害対策、省エネルギー対策等の環境改善が必須と予想される。国内電力事情の好転に合せ、5 TON 低周波炉の導入を検討する必要がある。

1-2 合金鑄造工場

(1) 手作業の改善

合金鑄造工場で製造される製品は、比較的小物で数ものが多い。材質的には、アルミ合金、銅合金、ステンレス鑄鋼等多岐にわたっており、取扱いも画一的にはいかず注意が必要である。

工場設備として問題は少ないが、小物で数ものを扱うので、手作業の改善が必要である。特に製品の仕上げ工程はヤスリで行われており、非能率的である。

手動グラインダや自動グラインダへの切換えと材質や形状に合った仕上げ工具の充実を図る必要がある。

(2) 炉壁補修回数の削減

中周波誘導電気炉で低温弁用のステンレス鋳鋼やクランクシャフト用のダクタイル鋳鉄の溶解を行っている。現状では生産量が少なく、電気炉の稼働は低いが、炉内の耐火レンガの損障が早く、最高8回の稼働で補修する必要があり、生産効率がすこぶる低い。炉壁の損障は必ず起きる問題であるが、一般的にみて現状の炉の耐用回数は極端に少ない。耐用回数は耐火物の種類、炉容、炉体構造、操業条件等により異なるが、耐用回数を延ばす改善を図らなければならない。

中周波誘導電気炉に使用される耐火物の種類と使用部分は一般的には次の通りである。

- ・天井部：高アルミナ質 (Al_2O_3) キャスタブル耐火物
- ・炉体部：高アルミナ質 (Al_2O_3) 耐火物
- ・チャンネル部：電融アルミナ質 (Al_2O_3) 耐火物
マグネシア系 (MgO) 耐火物

1-3 熱処理場

(1) 炉内温度の自動制御化

箱型電気加熱炉4基、ピット型電気加熱炉4基（内ソルトバス2基、ガス浸炭炉1基）を有し、熱処理作業を行っている。焼入れタンク、焼戻しタンクは炉に接近して設置されており、焼入れ、焼戻し作業は炉を2基稼働し、間隔をあけずに行っている。また熱処理方案も主要部品に関しては完備されており、細かい管理がなされている。しかし、熱処理工程で最も重要である炉内の温度管理が手動で行われており、作業者の経験にまかされている。熱処理工場は若年者の割合が高く、炉の操業上の問題となっている。作業による品質のバラツキをなくし、熱処理品質の安定を図るために炉の温度制御を自動化する必要がある。

(2) 焼入液の温度管理

鋼を焼入れするとき、複雑な形状をした高合金鋼製の部品ではときに空気焼入れといって、単に空中放冷するだけでもマルテンサイト組織にすることができる場合もあるが、多くの場合、水または油のなかに投入して急冷するのが普通である。

一般に水冷の場合は使用する水の温度は30～35℃以下にしないと焼入れ特性が落ちる。

油冷の場合の油温は60～80℃が最適であり、80℃を超えると焼入れ効果が低下する。また焼入れ時の油温の上昇は20℃以内にすることが重要であり、そのために、油量を多くして、冷却装置により油温を下げる必要がある。焼入れ効果を上げるためには、パーライト変態の起きやすいA₁変態点から550℃間の温度範囲を十分に急冷することが必要で、焼入液を攪拌して蒸気膜を早くとり除くことが重要である。気泡を巻き込むような圧縮空気の吹き込みなどは絶対に避けなければならない。

現状の焼入れタンクはいずれも冷却装置や攪拌装置が設置されていないのでポンプを用いた循環方式の設備に改善することが必要である。

(3) 高周波焼入装置の更新

高周波焼入装置は13年前に購入したもので、型式も古く、修理部品が入手できないため、故障したまま放置されている。高周波焼入れの場合、誘導子の設計に難かしさはあるが、被加熱体が平歯車、シリンダーライナー、ボルト類など比較的単純な形状をしているので設計は容易である。また高周波焼入れに関する技術者が3名おり、作業員も2名いるので、工場内で高周波焼入れの処理能力はある。

高周波焼入れ部品の形状と機器の大型化を考慮し、竪型高周波焼入装置1基を導入することを検討すべきである。

1-4 鍛造工場

(1) プレス鍛造機の導入

鍛造設備として空気式ハンマ3基と蒸気式ハンマ1基が設置されている。

ハンマは瞬間的に大きな打撃力を与えることができるが、加工時間がきわめて短いため、変形抵抗が高くあらわれる。しかも比較的に変形しやすい表面のみが塑性変形し、材料内部が変形し難い傾向がある。現有設備の中で特に150kg空気式ハンマと250kg空気式ハンマは老朽化が進み、また鍛造部品の大型化にともない、能力不足となりほとんど稼働していない。この老朽化して、稼働率の低い既設の150kg、250kg空気ハンマー2台を撤去し、その跡に500TON プレス鍛造機を導入することを推奨する。

(2) 搬送機器の合理化

4基の鍛造機械と6基の加熱炉が設置され、鍛造材の搬送は5TON 天井クレーン1台と2TON フォークリフト1台で行われている。

鍛造作業は高温のものを扱うので、その搬送は迅速さと安全性が重要な要素である。

特に鍛造プレスの導入により大物重量物の鍛造を行う場合は現有設備では効率的な対応ができないので、小型自走式マニプレータを導入することを推奨する。

これにより鍛造時の材料の保持、移動、回転など鍛造作業のスピードアップ、人力で操作できない大物部品の取扱い、あるいは加熱炉への材料の出し入れ運搬作業など諸作業の合理化がはかれる。

1-5 メッキ工場

(1) 排水処理設備の改善

メッキ工場から排出される有害物質としてシアン化合物、六価クロム化合物等と銅、亜鉛、鉄等の金属化合物が含まれている。

現有の排水処理装置は沈澱槽、中和槽を用い薬品の投入により、有害物質や環境を害する成分を無害化又は除去しているが、設備的に操作員の経験に頼らざるを得なく、厳しくなりつつある国内の排水規制値を満足するには排水処理設備の改善が必要である。排水処理設備の改善はシアン系排水、クロム系排水、酸・アルカリ系排水に分け、それぞれの反応槽で処理したあと、各排水を集合させ重金属化合物を除去し清澄水化するように計画すべきである。

(2) メッキ槽の温度制御の改善

メッキの製造工程は前処理工程、メッキ工程、後処理の3工程に大きく分けられる。いずれの工程にもメッキの品質に影響を与える原因が多々あるが、現有設備として、メッキ工程中の槽内液温管理のやり方に問題があり改善が必要である。

現在の槽内温度の上げ下げは手動により蒸気と水量を加減して行っており、メッキ工程中一定の温度に保つことは困難であり、温度の変動が生じている。メッキ工程中の液温の変動はメッキの品質を悪くするので避けなければならない。メッキ槽の液温を設定温度に保持できる装置を設置し改善を図る。本装置はメッキ槽だけではなく、中和槽、脱脂槽等、液温を常温以上に保つ必要がある槽のすべてに設ける。

(3) ミストセパレータの設置

現有設備として装飾クロムメッキ用と工業用硬質クロムメッキ用の2槽が設置されている。メッキ工程で発生するクロム酸ミストの人体におよぼす影響は非常に危険であるので、皮膚に触れないようしなければならない。クロム中毒を予防するには保護具（眼鏡、帽子、ゴム手袋、ゴム長靴等）の完全着用は当然として、設備面からもクロム

酸ミストの飛散を防止し、除去する装置を装備する必要がある。各槽ごとにタンクフードを設け、ミストセパレータによりクロム酸ミストを分離、除去する設備を設置する。

1-6 板金工場

(1) 溶接機の新設および更新

板金工場のみならず当工場内では、数多くの溶接機が使用されている。したがって溶接機の整備、修理及び老朽設備の償却・更新などを一定の基準で経済的に最も有利になるように計画することが、近代化作業の一環として重要である。基本的な考え方は、下記の通りである。

- 1) 板厚の増加に伴う溶接電流の増加に対して、能力のアップ(Up)した溶接機の使用
- 2) 溶接線長および溶接量の増加に伴う、溶接機台数の増加
- 3) 厚板化に伴うミグ(MIG)溶接機の増強

(2) 工場環境の改善

1) 湿度対策

当工場のように年間平均湿度が80%以上超える環境で製品を製作するには、設備及び施工に関して種々の高湿度対策が必要とされる。最もブローホールが発生し易いアルミニウムでの溶接の例では、湿度が80%以下ではあまりブローホールは発生しないが、80%を超えると急激にブローホールの発生が多くなる。したがって当工場での溶接作業では、ブローホールの発生の防止策が、溶接欠陥率を直接下げる有効な手段と言える。施工面からの具体的な高湿度対策としては以下に示す通りである。

- a) 可能な限り電極ワイヤ、送給装置及びコンジットをアルゴン(Argon)雰囲気中に確保し、大気へ直接曝露しない工夫をする。
- b) 水分の吸着を生じ易いゴム(Rubber)のガス配管を避け、トーチヘッド(Torch Head)周辺の可動部以外は金属、ステンレス(Stainless)鋼あるいは銅の配管あるいはテフロン(Teflon)の配管を用いる。溶接機の内部配管についても同様である。
- c) 溶接前にトーチ配管やトーチ内部のページ(Purge)を十分に行って、内部に吸着された水分を十分に除去する。
- d) 溶接直前にテストアーク(Test Arc)を置いてトーチ内を十分乾燥させる。
- e) 溶加材及び溶材の保管に注意し、不用に現場に放置しない。

特に高湿度になると欠陥の発生し易い有色金属については、施工対策だけでは、十分に欠陥の発生を防止することは難しいことから、溶接作業用のクリーンハウス (Clean House) の設置が望ましい。クリーンハウスの設備は、恒温、恒湿を確保するとともに、他の作業から発生する粉塵の混入の防止が図られる。

2) 作業場の分離

アルミニウムや銅と鉄鋼構造物との混在作業による影響の一例として、アルミニウムのミグ (MIG) 溶接作業前に試験板を放置した日数とブローホールの発生率との関係を調べてみると、開先面をビニールシート (Vinyl Sheet) 等で保護した場合はブローホールの増加は余り認められないが、保護しないと増加する。

これに示されるように混在作業、特に金属粉末の飛散の激しいグラインダ (Grinder) 作業を伴う場合は、有色金属に以下の問題が発生する。

a) 付着した鉄粉は酸化して有色金属へ固着して、ブローホールや異物巻込みが生じる。

b) 同様に固着した酸化鉄は茶褐色に変化するため、製品の美観を損う。

これらを防止するためには、作業場を別棟にするか明確な作業場の分離が必要であり、設備計画で板金工場の有色金属の作業用として別棟の建造を計画することが望ましい。

(3) 溶接用作業工具の改善

アルミニウムの加工工具は鋼と違って、木材用の加工工具を若干パワーアップ (Power-up) したものを専用工具として用いた方が能率的である。グラインダによる開先加工は、軟質な有色金属においては、砥石の粘結剤が開先面に付着したり、砥石が開先面に食い込んだりしてブローホールを発生させるため、避ける方が望ましい。小径の圧力容器やノズル (Nozzle) の配管の溶接では、溶接姿勢を正しく固定し、また回転速度を均一にするための装置が必要である。小型のポジショナー (Positioner) を用いることにより、個々の溶接作業の安定化・均質化が図れる。

(4) 作業環境の改善

開先加工後の開先について、十分に注意を払って行うことが必要である。開先に傷つけたり、異物を食い込ませる様なコンクリート (Concrete) 上への直置きは避けて、盤木をはさんで保護することを工場作業者に徹底することが必要である。製品、半製品の取扱いは同様で、製品上に生じた傷も欠陥であることを十分認識する必要がある。

(5) 溶接用大型回転冶具の改善

回転冶具としてターニングローラを使用して構造物を回転する場合、ターニングローラ同志の回転軸とローラ (Roller) 位置合せが難しく、回転する間に回転ずれを起こす。

この回転ずれを防止するために、一方向を大型の回転ポジションナを設置し、回転速度と溶接線の位置固定を行い、また構造物の重量はフリー (Free) のターニングローラで支持し、両者の特徴を生かして大型の構造物の溶接を行うことが必要である。

(6) 工場内の運搬作業の改善

1) 板金工場の運搬施設は、主に天井走行クレーン (Crane) 及び電動台車によって行われていたが、中小の機器、部品及び数物の部品等を取り扱う場合、これらの設備では機動性がなく、一度に運搬する量も限られる。したがってフォークリフト (Fork-lift) を採用することを提案する。

2) 数物である小物類、ガスケット (Gasket) 及びリング (Ring) 等の部品をプレス (Press) 加工した後、作業員が員数チェック (Check) をし作業台上に山積する。その後運搬作業員が、この部品を再度一個一個台車上に乗せて運搬している。これらの部品を入れる適当なパレット (Palette) や箱等を考案することにより、プレス加工後の作業から運搬作業までの工程が大幅に改善される。

(7) 安全面の改善

1) 板金工場内の溶接工の溶接用保護面の遮光ガラス (Glass) の明るさは、軟鋼の手溶接ガラスの遮光性能しかない。設備の大型化に伴い溶接入熱量が増加する。またアーク反射率の高いアルミニウムの溶接等では、更に遮光度を上げる必要があるし、溶接の内容に見合った遮光ガラスを用意して眼傷害の発生を防止する必要がある。

2) 作業に適した服装、靴及び保護具の配慮がなされていない。例えば、靴はハイヒール (High-heeled Shoes) を着用して作業を行っている作業者が多く見受けられた。このような不安定な作業装備によって思わぬ災害が起りやすく、作業に適正な装備の徹底を計る必要がある。

(8) パイプベンダー (Pipe Bender) の更新

パイプベンダーは2ロール (Roller) 型であるので、パイプ支持側の摩擦抵抗により曲げ加工時に負荷が生じ、軟質な有色金属では、断面の変形が生じる。これを防止するには、支持側の摩擦抵抗の少ない3ロール型のパイプベンダーを導入することによって、加工時の変形を抑えることが可能になる。

(9) 板材矯正装置の設置

空気分離設備の精溜塔の内部構成部品である塔板（棚板）は、板金工場に保有する押抜き機及び校平機各1台により加工している。

当工場に保有するこの設備は1970年代に製造されたもので、要求された塔板の製作精度を確保するために苦勞している。また空気分離設備の容量増大とともに、塔板の寸法が大きくなり、これら現有の設備では加工が困難となる。したがって容量増大を考慮した設備の更新の計画を検討する必要がある。

1-7 製缶工場

(1) 溶接開先加工設備の導入

製缶工場に保有する固定式溶接開先加工機1台により、製缶工場及び板金工場で作成する板材の溶接開先の加工を行っているが、現在、加工量に対して設備が不足しているため残業によって補っている。したがって、ハンディ (Handy) 型の溶接開先加工機の導入を検討する必要がある。

(2) X線透過試験設備の改善

X線による非破壊検査では、X線出力の増大によってX線の照射に要する時間の短縮が図れるが、その一方、依然としてフィルムカセット (Film Cassette) の設定、X線管を用いる場合の照準作業には多大の人手と時間を要する。X線フィルムに対する問題は、ペネトラメータだけではなく、階調計を設置して、溶接部の撮影をすることにより、検査精度の向上を図ることが望ましい。

(3) 鏡板の成形加工機の導入

一般に先進工業国では、特種の鏡板を除いて、専門の鏡板メーカー (Maker) に依存している。したがって、当工場においても、次の点について検討する必要がある。

- 1) 使用頻度の高いものは、現有のプレスで加工を行う。
- 2) 使用頻度の低いもの及び欠陥が発生するものについては、スピニング (Spinning) 機の新規導入を検討する。
- 3) 使用頻度の低いもので外部から購入ができ、しかも納期にも満足できるものは、外部より購入することを検討する。
- 4) 外部からの購入もむづかしく、納期も満足できない大径厚肉の鏡板については、将来、当工場に生産することも考え、そのための設備の設置についても考慮すべきである。

(4) 磁気吹き対策

磁気吹きを防止するには、アースの位置を変えたり、また溶接棒の角度を変えて短いアークを用いる等の方法がある。また、Crを含む鋼では、材料そのものがマグネットチャック (Magnet Chuck) 等の影響で、帯磁している場合があって、この磁気の影響で上記のような磁気吹きを起す場合もあり、入手材料の残留磁気量についても監視する必要がある。

(5) サブマージアーク溶接装置の改善

サブマージアーク溶接は、フラックスと心線が別々に供給される。粒状のフラックスは溶接用ワイヤの前方に供給され、アークはフラックス中で、溶接用ワイヤと被溶接材の間に発生して溶接を行う。平板を溶接する場合は、特に問題は無いが、胴物の溶接の場合、溶接後に残留したフラックスが回転するにつれ床に落下するので、フラックス回収装置の吸入口をアークの後方に設置して自動回収する方が、ごみ等の混入が無く、再使用の場合の問題点が少ない。

1-8 機械工場

(1) 豎形ホーニング盤の更新

全工場とも機械設備の老朽化がみられるが、特に往復圧縮機の主要部品であるシリンダー車室の内面研磨に供されるホーニング盤は精度が低下し、加工精度の確保が難かしい。大型、小型、ホーニング盤が各1台あるが、いずれも精度が低下しており、過去に精度修復のための開放修理を繰返しているが、精度の回復までには至っていない。シリンダー車室は鋳物のため、研磨粉が摺動部に入りやすく、かなり摺動部が損耗している。精度の回復が難かしいので、使用頻度の高い大型ホーニング盤を更新する。

(2) NC加工部品の拡大

全工場でNC機械は旋盤2台、放電加工機2台、ミーリング盤1台があり、現在汎用ミーリング盤1台をNC機に改造している。主要製品である空気分離設備と天然ガス液化分離設備を構成する機器は、いずれも高精度の加工を要するものが多い。特に重要部品として膨脹タービンのシャフト、往復圧縮機のピストン棒、結合棒のビッグエンドボルト (Big end bolt)、クロスヘッド軸受等の加工精度は製品の品質に大きく影響する。これらの部品は汎用機械で熟練作業員により加工されている。加工精度の確保と品質の均一性を図るため、軸もの加工用にNC旋盤を導入する。NC旋盤の導入は新規設備で

はなく、現有の汎用旋盤をNC機に改造することにより行うことが望ましい。

(3) 代替機の導入

大型平削盤（テーブル幅1,500mm×長さ4,000mm）が1台のみで、故障時や定期開放時に代替機がない。工具工場に平削盤（テーブル幅1,000mm×長さ3,000mm）が1台あるので、加工可能な範囲でこれを活用している。近代化計画で空気分離設備の容量がアップすると、往復圧縮機のクランクケースが大きくなり（巾1,100×長さ1,570×高さ470）工具工場の平削盤では代替機として対応できなくなる。近代化計画に備えて、代替機として大型平削盤を導入する。

自力でNC機へ改造することにより次のことが期待できる。

| 現 状 | 期 待 効 果 |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> 加工精度が落ちた。 | <input type="checkbox"/> 機 能 向 上 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 能率が悪くなった。 | <input type="checkbox"/> 操 作 性 向 上 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 故障が多い。 | <input type="checkbox"/> 生 産 性 向 上 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 部品が入手できない。 | <input type="checkbox"/> 加 工 精 度 向 上 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 加工製品の形状が変わって、現有機では対応できない。 | <input type="checkbox"/> 生 産 技 術 向 上 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 手動機械なので、自動化したい。 | <input type="checkbox"/> 品 質 の 均 一 性 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 遊休機械の活用をはかりたい。 | <input type="checkbox"/> 老 朽 機 有 効 利 用 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 技術レベルをあげたい。 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 若年者が多く、品質バラツク。 | |

1-9 バルブ工場

全工場に共通していえることは全般的に製造設備が老朽化しており、生産効率と製品品質に悪い影響を及ぼしている。特にこの傾向はバルブ工場の設備が顕著であり、故障による機械停止時間が他工場に比べて極端に多くなっている。

老朽機械への対応として修復するか、更新するかを選択は画一的には決められず、生産効率面、品質精度面、投資効果面等あらゆる角度から検討して決定しなければならない。過去の統計からみて故障が多く非生産的な機械や、加工精度が極端に悪く修復が期待でき

ない機械のリストアップ(Lift up)を行い現状を正確に把握することが重要である。

更に重要なことは現有設備の効率的活用を図るため、劣化を防ぐために、全員参加で保全活動を展開することであろう。

1-10 組立場、試運転場

(1) 組立場、試運転場の整備

環境改善のために塗装場を塗装工場に移転し、組立場と塗装場の仕切壁を撤去し建屋内を改造することを推奨する。塗装場の移転跡は組立場、試運転場とし、作業スペースを拡大する。また試運転場に設置してある給油装置と操作盤を現在の組立場に移設し試運転場も拡大すれば良い。

(2) 試運転機器の整備

工場試運転は設計どおりの性能がでているか、また機械的に異常なところがないかを確認する工程であり、工場内での総合的な最終品質を確認する唯一の手段である。試運転データは的確に記録され、検査記録として保管されなければならない。また試運転中は些細な変化を見逃すことなく、常に各部の状況を監視する必要がある。試運転状況の集中監視とデータの一括採取のための操作盤/計器盤を新設することを推奨する。給油装置は清掃された形跡もなく、老朽化しているので、可搬式のものに更新する必要がある。

(3) 運搬機器

組立場、試運転場の建屋内には運搬機器として5TON 天井クレーンが1台あるだけで、工事が輻輳するとクレーン待ちによる生産ロスが発生する。特に組立作業は人力作業が主体であるので、その作業形態に適した運搬機器を導入し人力作業、人力運搬の合理化を図る必要がある。

組立作業時の重量物搬送に適し、フォークリフトを用いて移動が自由にできる運搬機器を3基導入することを推奨する。この運搬機器は水平移動、斜め移動、三次元移動、旋回動作が容易にでき、かつ、操作レバーにより動作速度が微速から高速まで無段階に調整できるうえ、操作レバーから手を放すか、手の動きを止めると物体は瞬間にその位置で停止するようになっており、安全なことはもとより、組立作業に適しているものである。

1-11 機械修理工場

(1) 長ねじ製作用旋盤及び精密ねじ研削盤の導入

機械修理工場では年間補修計画をたて、計画的に工作機械の精度の維持・向上に努めているが、現有のねじ切り盤ではねじ精度が3級しか確保できず、特に長ねじ加工はすべて外注に依存している。

工作機械のねじ精度の悪さは、加工物の加工精度に直接つながるので、ねじ切り盤の精度向上を図る必要がある。長ねじ加工用のねじ切り盤は、過去に於いて開放、修理を行い、精度の修復に努めたが、1級精度には回復できず、現在に至っている。

工作機械の精度低下を回復させるために1級のねじ精度が確保できるように長ねじ製作用旋盤及び精密ねじ研削盤の導入を図る。

1-12 工具工場

工具工場の建屋の大きさは巾18m、長さ84mと比較的に狭い。

旋盤をはじめ平削盤、横中ぐり盤、研磨盤等40台の設備が設置されている。

このほか放電加工機が別建屋にあり、恒温室にはジグボウラ等の精密加工機3台が各々個室に設置されている。また、建屋内には鏡板用金型の材料倉庫と研磨室、工具加工室が仕切壁により、区分され専用の作業場になっている。この仕切壁は物の動きや人の動きの障害となるばかりか作業指示等の情報伝達にも好ましくなく、一人作業の場合の安全確認の点からも弊害である。材料倉庫に保管してある材料は調達課の倉庫に移し、その跡に研磨機を移設する。

老朽化して精度の悪い研磨機2台は廃却にする。研磨機の移設跡に独立建屋内にある放電加工機2台を移設し同一建屋内に入れる。

恒温室は機械1台ごとに一室になっているが室内の仕切壁をとり除き大部屋とする。

併せて恒温室の内部の状況が外から確認できるように窓ガラスを設置することを推奨する。

1-13 開発試作工場

(1) ガスベアリングの開発

膨脹タービンユニットの軸受としてガスベアリングの開発計画がある。

軸受は回転機械における重要部品の一つであり、その開発には、製造設備と開発設備

に関しても十分に検討を図らなければならない。ガスベアリングの穴加工は穴径の精度はもちろんのこと、円周上の割ふりと軸方向のピッチは超精密さが要求される。これらの条件を満足できる小径深穴加工機の導入を図る必要がある。

(2) スピンテスタ

膨脹タービンのインペラはアルミ鍛造の削り出しで、高速回転で使用される設計になっている。またインペラ効率を高めるためにろう付タイプの新インペラの開発をすすめている。更に、近代化計画で天然ガス液化分離設備と空気分離設備とも容量がアップされることになり、それに伴ってインペラの外径寸法も $\phi 160$ から $\phi 250$ と大型化する。このようにインペラの使用条件は厳しくなるが、構造的な一体性と安全性を確認するための設備がない。ろう付タイプと大型化するインペラに対応するためにスピンテスタを設置する。

(3) 試作実験場

製品レベルの向上を図るために、製品の改良、開発は自らの力で不断に推進する必要がある。社会的要請によるプラント容量の増大や、効率の向上に対応して新技術の導入はますます重要となり、モデルチェンジや新設計に対して品質や性能を確認するための実証試験設備の充実が強く望まれる。全工場的に研究開発を必要とするものは材料、加工技術、要素技術等多岐に亘るが、第一段階として回転機械の開発に重点を置き、試作実験場の建設を行う。

試作実験場に設置する設備として、膨脹タービンに関する次のものが必要である。

- 1) 空力性能試験設備
- 2) 軸受試験設備
- 3) 振動試験設備

2 製造技術の近代化

2-1 熱処理工場

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

1) 焼入れ油中の水分

水分の混入による事故として次のことが考えられるので注意すべきである。

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

2) スラッジ（溶剤不溶解分）

焼入れ油中のスラッジは劣化とともに増加するが、基油の組成、添加剤の種類などにより粉状、泥状の差があり、粉状のスラッジは焼入れ油との分離がよく、泥状のスラッジは分離が悪い傾向にある。スラッジは水分の懸濁剤ともなるから注意すべきである。

3) 残炭（劣化）

焼入れ油の劣化は熱分解と酸化重合及び熱重合との融合したものである。すなわち、過酸化物、レジン、アスファルテン、カーボン、カーボイド、コークスと変化し、カーボイド、コークスのように炭化物になれば熱の不良導体であるから冷却性能を低下させるので注意すべきである。

以上のように焼入れ油の管理は焼入れ特性に大きな影響を与えるので、基準を作成し、十分な管理を行うことが大切である。定期的に分析し、その分析値の変化の傾向で判断するのも一方法であろう。

2-2 鍛造工場

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

両者の化学成分をみると自社素材に鉛（Pb）分を含んでおり成分的にみると割れやすさ

は自社素材の方が高いはずである。

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

改善策を確立するために次の事項を実施することを推奨する。

1) 加熱は電気炉を使用する。

ガス炉の場合火炎が被加熱体に直接触れるとサルファアタックを起し割れの原因になる。

2) 加熱は徐々に行う。

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

3) 加熱テストを実施する。

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

2-3 メッキ工場

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

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

1) 山元還元

再資源化を進める。すなわちメッキスラッジケーキは金属水酸化物が主体であるので、これを山元へ送って有価金属を回収する方法である。この方式は有価金属回収だけでなく、スラッジケーキの処分が解決される、きわめて意義の深い方法である。

2) スラッジケーキの固化

スラッジケーキを投棄によって処分するためには、何らかの方法で固化、密閉して環境に溶出しないようにする必要がある。一般にセメントやアスファルトなどを混入

して固化する方法、他の無機物などと混合して焼結処理する方法などが採用される。
またプラスチックを用いて溶融固化する方法もある。

2-4 板金工場

(1) 肌合せ治具の改善

通常の溶接組立ての場合、開先のギャップ(Gap)や不均一は変形、目違い、収縮に大きく影響することから、開先肌合せ、仮付け溶接は十分注意して行い、板厚、部材形状に適した拘束治具や組立治具を開発し適用することが必要である。

周溶接の肌合せにおいて、円筒の内周治具や外周治具を用いて、円形を十分確保して肌合せを行うことにより、安定した溶接が可能となる。この開発に当っては、機械工場での鏡板加工時の内部拘束治具を改良するか、その設計思想を適用すれば開発がすみやかに進められるであろう。

(2) 溶接条件の改善

1) アルミニウムの溶接の場合、他の材料の溶接に較べて、溶融池が大きくアーク(Arc)現象が激しいことから、シールド(Shield)を十分に行う必要があり、通常、鉄鋼の溶接に較べてシールドガス(Shielded Gas)口径を1回り大きく、またシールドガスの流量を2倍程度にすることが要求される。

2) 交流ティグ溶接での裏波溶接では、当工場では板厚4~5mmまでIバット(Bull)の開先が採用されている。一般に、このような開先で裏波溶接を行うためには、電流の高い溶接施工法が採用される。このために、溶融金属の垂れ下りが生じ易くなる。一方電流を下げると溶込み量が小さくなって溶込み不足が生じ裏波溶接がでにくくなる。

配管の溶接では、まず、確実に初層で裏波を確保して、次層以降で継手を形成する方法を用いることにより、均一な裏波の溶接継手を確保することができる。

3) 仮付け溶接あるいは仮付け要領については、十分な管理が見受けられない。

仮付け溶接の終始端部を状況に応じてカッター(Cutter)で除いて、あらかじめ欠陥を完全に除去することが必要である。同様に、治具の溶接についても十分な注意が必要で、決して本体側に溶接欠陥を発生させない配慮が望まれる。また、治具の本体溶接部を取りはずす時は、グラインダー(Grinder)で溶接金属を十分除去してから、ハンマー(Hammer)で取り外すことが肝心である。

4) 製品の大型化に伴って板厚が従来より約75%増加する。このことから溶接入熱の増

大あるいは板厚固有の問題として溶接部及び溶接熱影響部にマイクロ (Micro) 欠陥が発生しやすくなる。

これらの問題の解決としては

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

に十分注意を払うことが望ましい。

- 5) 溶接条件の管理は、当工場では各個別の板厚で決定されており板厚の増加に伴う溶接条件の推定あるいは中間板厚条件の推定が可能な溶接条件の基準作りが行われていない。このような条件の作成には、溶接電流に対する溶込み深さの算定、溶接電流に対する溶着量の算定等十分な基礎データ (Data) をもとに、決定されることが望ましい。

(3) 補修溶接工程の改善

補修を3回以上行う場合設計で補修指示を行うようになっているが、材料及び施工法に応じて工場・設計・研究所で補修の判断基準を明確にして補修のチェックポイント (Check Point) を明確に作業指示書に示した方が良い。また、重要な欠陥の種類、例えば割れ、ブローホールによっては、関係部門を集めて対策を実施することが、重大な欠陥をあらかじめ防止することに有効である。

(4) 溶接工の技量レベル (Level) の改善

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

(5) 予熱管理の改善

予熱を実施する場合は、その目的にしたがって熱伝導的な考慮または冶金学的な考慮を行って予熱温度を合理的に決定し、加熱を管理することが重要である。

(6) 素材の受入検査の改善

- 1) アルミニウム電極ワイヤの表面は、電極ワイヤを線引き後、化学薬品で表面仕上げをしたものと、工程中に皮剥ぎをし、脱脂・鏡面仕上げを行った光輝線とがある。一般的には光輝線の方が溶接部のブローホールが少ない。
- 2) 溶接材料の微量成分の働きとしては、Fe、Siは増加すると溶融池の湯流れ性が良く、溶接性が良くなるが、一方継手の韌性が低下する。また、溶接金属の結晶粒を小さくして溶接割れを防止するためTi、Bを少量添加されている方が望ましい。

このように微量成分でも微妙に溶接現象に影響を与えるので、チェックする必要がある。

- 3) 当工場で使用されている電極ワイヤは、表面に多くの傷が発生しており、これらの傷は線引き時の油脂類の付着があり、ブローホールの原因となり易いこと、コンタクトチューブ(Contact Tube)やチップ(Chip)の摩耗を早めたりすることから、電極の製造技術に、まだ改善の余地がある。

(7) 銅の溶接の改善

当工場で施工されている酸素アセチレンガス溶接の自動化を考える場合に必要なティグ溶接技術について述べる。

一般に銅合金の溶接での注意点は下記の通りである。

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

2-5 製缶工場

(1) 炭素鋼の管/管板のシール(Seal)溶接の改善

管/管板の溶接では、管と管板側の熱容量を同一になる様にし、さらに、管と管板の間にあまり隙間を明けないように加工精度を上げるか、拡管を行って管/管板の密着度を確保することが重要である。技術を確立したうえで、自動溶接を採用することが好ましい。

(2) 薄板の円筒胴の溶接方法の確立

薄板の炭素鋼及びステンレス(Stainless)鋼の圧力容器の円筒胴及び鏡板の溶接において、溶接時に芯精度が悪く開先の合せに多くの時間を費やしている。また溶接歪が発生している。したがって、肌合せ及び溶接歪を防止するために、治具を活用した溶接技術を下記について確立する必要がある。

- 1) 胴の長手継手の溶接
- 2) 胴の周継手の溶接

3) 鏡板と胴の肌合せ

(3) 裏波溶接の改善

ステンレス鋼の裏波溶接において、溶接部の裏側が大気と接する環境下では裏波ビードは激しく酸化し、健全な溶接部が得られずまた安定した裏波ビードが得られない。このことから、通常裏波溶接では、ガスによるバックシールド(Back Shield) 施工が行われている。

(4) 保冷外塔板の溶接法

薄板の溶接法の注意点を次に述べる。

板の中央付近に重錘を乗せて周囲の全面溶接を行う。線状加熱で修正するときは、外から内へ良いところから悪い方へと徐々に加熱する場所を移動していく。

(5) 厚板小径管の製作

プレス加工による板曲げについての注意点を次に述べる。

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

2-6 機械工場

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

このうちの移動、停滞の二つは運搬管理の対象範囲に属している。

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

四川空気分離設備廠における運搬作業の改善点は多く、レイアウト上から発生する問題、システム上から発生する問題等がある。工場全体としてパレット類、台車、格納箱等が不足しており運搬効率が悪い。パレット類の不足は製品を床に直下置きすることにもなり品質上からも改善する必要がある。

工場で取扱う製品の大きさ、重量にはいろいろあるのでパレットを充実するのがよい。素材の投入や完成品の運搬をすべてパレットで行えば運搬効率と品質は向上し、また保管

時にはパレットごと積み重ねることができるので、工場内の整理整頓はもとよりスペースの有効活用にもつながる。

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

2-7 バルブ工場

目で見える管理は工場のなかに数多く潜んでいる無駄や異常や問題点を誰がみてもわかるように顕在化することである。ややもすると管理は計数を中心とした机上での管理で、かつ、わかっている人のみができるようになりがちである。機械のまわりに置かれた加工待ち部品の加工の順番や、組立場への未納品の入手日が作業者には解からないことなどが、まさしくこれにあたる。

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

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

2-8 機械修理工場

全工場の保全計画は、限られた保全費の中で保全の効果を高めるためには、重点設備を選定し、重点管理をすることが有効かつ経済的である。このため、過去のデータを1~2年集め、将来の生産計画と設備計画を予測して、保全効果の大きいものから保全計画にとり入れる必要がある。

重点設備は一度決めたら変えないのではなく、生産計画や設備の新設、改造、保全の効果などによって変っていくものである。したがって、重点の検討は1~2年の周期で見直すことが大切である。

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

3 生産管理機能の近代化

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

3-1 生産管理

生産システムで取扱われる業務を、より具体的に示せば次のとおりである。まず、

- A) ユーザーの要求する製品品質、数量、時期の予測
- B) 製品設計
- C) 加工手順、加工、組立て方法の決定（作業標準Operation standardの決定）
- D) 材料品質の決定
- E) 加工プロセスの設計
- F) 生産計画の樹立
- G) 設備管理
- H) 必要資材の購入
- I) 製品の加工、組立
- J) 各種管理活動
- K) 製品管理
- L) 包装管理
- M) 輸送方法の決定
- N) 事後製品管理（アフターサービス）

現実の生産の場においては、これだけの業務があるとは、だれも感じない。それは計画があり、準備態勢が取られるからである。例えば、設備能力、労力等を考慮して生産量は決定され、品質基準は、設備、加工技術、材料品質を考慮して決められるからである。したがって計画、準備の良否が、製品加工の難易を決め、製品品質、生産量、生産速度を左右し、コストの大小を決定する。ここに計画の重要性がある。生産システムの科学的管理、効率的運用により企業の成長発展が望める。

3-2 調達管理

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

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

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

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

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

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

一般的に納期の守られない原因は、購入先にあると考えられがちであるが、よく原因を調べて見ると発注側にも責任があることが多い。単なる納期督促だけの繰り返しでは、問題の抜本的な解決策にはならない。発注前、すなわち発注計画から発注後、フォロー・アップ(Follow-up)までの一連の業務を、総合的、体系的に再考し、対策を講じなければならない。

品質確保の問題は、コストや納期と同じように非常に重要な課題である。

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

きる抜取検査に移行できるはずである。

3-3 在庫管理

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

しかし、実際は、工場において担当する業務の立場によって、その人その人の見方が変わり、全員一致で在庫ゼロ方式を目指すということは、仲々難しい。在庫が企業生命を危くすると言われる理由は、資金が眠るといった財務上の問題と共に工場の改善意欲をなくしてしまうという基本的なところにも問題点が隠されているからである。つまり、在庫は製作途上で発生した諸問題を、根本的に解決することなく、おおい隠してしまうという側面を合わせ持っている。たとえば、ある工程で設備故障が起き、大量の不良が発生した場合、在庫があれば、すぐこれを補足して間に合わせることができる。しかし、このため「なぜ、設備故障が発生したのか？」という本質的問題解決がなおざりにされ、数字として現われにくいこれらの改善の芽が多く在庫によって摘まれてしまうことになる。これは、企業にとっては、生死にかかわる重大な問題であり、製造企業を営む上での確でタイムリーな在庫の把握と適正な在庫量の維持が不可欠な要件となる。

資材の管理を行う場合に、重点資材を対象とすることがある。その重点資材を選出する手段として用いられる手法にABC分析がある。

全在庫品目をその重要性、金額、数量、管理の複雑性などの順序にしたがってABC三つのクラス(Class)に分類し、それぞれの区分に適した方法で統一的に管理しようとするもので、欠品を起こさずかつ在庫維持費用を最小にすることを狙っている。

在庫管理システムにおいて管理指標として良く使われているものに在庫回転率がある。

これは、工程管理に支障を生じないという前提のもとで、資金の固定化を最小にするには、在庫量を最小にとどめ、資材の回転を早めることが必要である、という今までに述べて来た考えをもとにした算式である。

3-4 工程管理

工程管理にも広義、狭義のいろいろな解釈があるが、これを一口でいうならば、「一定の品質、原価、数量の製品を所定の期日までに生産するために、人的労力や機械設備を経済的に運用させること」を目的とし、そのために、「工場の生産活動を総括的に統制すること」であるといえる。

企業の経営方針として「何を、どれ位、生産する能力を持つ工場にしよう」ということが決まったならば、それに応じて工場の規模（敷地、建物、機械、設備、人員等）や生産の組織を決めるのが工程管理である。したがって、工場の現場（職場）はもちろん、設計、研究、検査、購買、外注、輸送、倉庫等の各部門も工程管理の統制下におかれるのであって、工程管理は全生産部門の活動を統轄するものである。

受注品が全く新しい製品である場合には、ユーザーから指示された仕様に基づいて設計図が作られる。この設計図は製品の品質並びに材料の所要量、作業方法、加工時間の算定等、コストを決めるためのものであり、重要な意味を持っている。

設計図が発行されると、資材調達部門では生産に必要とされる材料の種類と所要量を見積った上で（材料計画ともいう）、在庫していない分についての購買の手配をとる必要がある。

一方、製造部門では図面によって、作業がどんな順序と方法で行われるかを決め、さらにそれに対して、どれだけの人員や機械工具等が必要であるかを計画する（手順計画ともいう）必要がある。

このように設計図の製作は製造に入る前段階として重要な作業であり、製造の良否、すなわち、良い品質、納期確保、低コストを左右する基となる。したがって、設計図の製作については、標準化、パターン (Pattern) 化、モジュール (Module) 化の考えを取り入れて、設計品質を高める必要がある。

種々の計画が立てられ、材料や治工具の準備が整えられると、実際の製造作業が開始される。スケジュールによって材料出庫の命令がだされ、加工作業が進行するが実際にはいろいろな問題が発生し、作業が予定どおり進まないことが多い。受注の都合で特急の仕事が臨時に投入されたりすることもある。こうした場合その都度予定を変更し、遅れた作業の促進を図らなければならない。工場の規模が大きくなり、仕事の種類が多くなると、それだけこの面の仕事が煩雑化する傾向がある。そこで作業伝票を発行して命令や報告を迅速化し、作業の細かな進行状況がよくわかるように進度表に記録したりするとともに、ときどき各関係者が集まって対策会議を行うことが必要となる。

3-5 品質管理

…………… 品質は工程で作り込む ……………

近年は製品の高度化、複雑化にともない製造者は欠陥品をユーザーに出荷しないように

すること及びユーザーが製品を使用する段階で、トラブルがなく、十分に目的を達成し、満足して使うことができるような品質保証(Quality Assurance: QA)をしなければならない時代となってきた。また、製品工程内での品質不良は再製作及び手直しなどの費用が発生すると共に工程を乱し、高い生産性は得られず結果的に製造コストは高くなり、価格競争力をも低下させることになる。このような状況下において品質管理及び品質保証の考え方は、「品質は検査によって作られるものでなく、工程で作り込まなくてはならない」ということである。検査によって品質が作られるということは、工程の結果として生まれる製品が検査(選別)され、良品と判定された製品の品質が次工程に送られる品質となることである。

これに対して、工程で品質を作り込むということは、工程の操業の条件を確立することによって、規格、図面公差に合致して、かつ安定した製品が生まれるようにすることをいっている。

品質管理活動を企業にとって有効なものとするためには、その活動状況を定期的に診断し、必要な是正処置をとっていくことが必要である。品質管理の診断においては、これを改善していくために必要な活動の実施状況を調べる必要がある。これらの基礎的活動の例をあげる。

外注不良について

- ① 外注先ごとに外注方針の決定
- ② 外注指導部門の設定、指導方法の計画立案
- ③ 外注評価方法の確立
- ④ 受入検査方式の改善
- ⑤ 変更管理
- ⑥ 新規優良外注、購買先の開発

などである。

外注品の不良率を低減するためには、外注先の品質管理状況を調査し、要求した品質に合致した製品を入手できるように指導あるいは改善すべき点を指摘する必要がある。

外部より調達する外注品の品質管理活動と共に、企業内における品質管理活動の一つとしてQCサークルの活動がある。従業員まで含めて、全員参加で、QCサークル活動を通じて職場におけるモラルを高め、品質管理が職場の末端まで徹底して行われるようにする。またその基礎として品質意識、問題意識の高揚を図る。このようなねらいをもった