

中華人民共和國  
工場近代化計画フォローアップ調査  
報告書  
(総括提言・改善事例集)  
機械

1999

105  
G3  
MPI  
RARY

# 中華人民共和國

## 工場近代化計画フォローアップ調査

### 報告書

#### (総括提言・改善事例集)

#### 機械

1999年12月

JICA LIBRARY



国際協力事業団  
鉦工業開発調査部

鉦調工
J R
99-225







中華人民共和国  
工場近代化計画フォローアップ調査  
報告書  
(総括提言・改善事例集)  
機械

1999年12月

国際協力事業団  
鉦工業開発調査部



1155319 [5]

中華人民共和国  
工場近代化計画フォローアップ調査 報告書  
(総括提言・改善事例集)  
機械

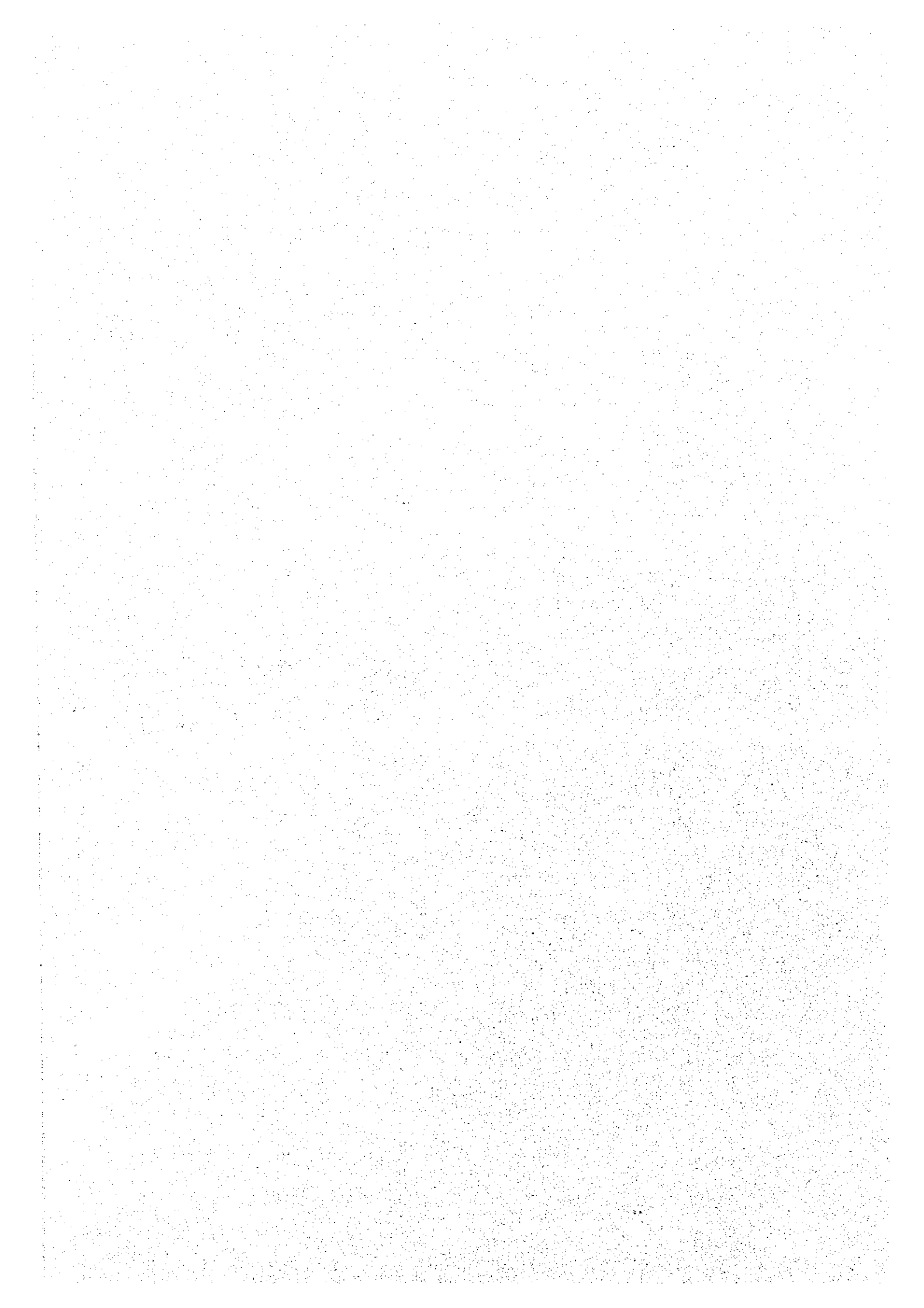
目 次

1. 海外 (特に日本) における機械産業の動向	1
1-1 素形材産業	1
1-2 クレーン、移動式クレーン	3
1-3 フォークリフト	3
1-4 建設機械	3
1-5 農業機械	3
1-6 繊維機械 (国際展示会にみる繊維機械の技術動向)	4
1-7 工作機械	4
1-8 工業用ポンプ (材料選択を主体とした技術動向)	5
2. 海外および日本における技術動向	7
2-1 鋳造	7
2-2 鍛造	8
2-3 機械加工	9
2-4 プレス・スタンピング	10
2-5 製缶	10
2-6 熱処理	12
2-7 表面処理	12
2-8 塗装	13
2-9 組立	13
2-10 試験・検査	14
3. 提言集総括	15
3-1 鋳造	21
3-2 鍛造	35
3-3 機械加工	45
3-4 プレス・スタンピング	60
3-5 製缶	69
3-6 熱処理	83
3-7 表面処理	94
3-8 塗装	101
3-9 組立	110
3-10 試験・検査	122
3-11 その他	132
4. 改善事例集	137
5. 総括提言	181





## 1. 海外(特に日本)における機械産業の動向



## 1. 海外（特に日本）における機械産業の動向

### 1-1 素形材産業

#### 1-1-1 素形材の製品別用途

表1-1に日本の素形材の製品別用途をまとめた。11の素形材のうち、自動車用（輸送機械用を含む）が8つの素形材で1位を占め、自動車産業が素形材産業の中で重要な位置を占めていることがわかる。

表1-1 日本の素形材の製品別用途（1994年）

素形材	用途	比率 (%)
鋳鉄鋳物	①自動車用	56.1
	②産業機械用	15.7
可鍛鋳鉄	①管継手用	67.4
	②自動車用	19.4
鋳鋼品	①土建鉱山機械用	18.2
	②船舶用	13.6
銅合金鋳物	①バルブコック用	40.9
	②産業機械用	19.7
軽合金鋳物	①自動車用	88.1
	②一般機械用	4.1
ダイカスト	①自動車用	73.2
	②一般機械用	7.2
精密鋳造品	①自動車用	39.0
	②一般機械用	29.8
鍛鋼品	①自動車用	23.5
	②船舶用	13.1
鍛工品	①自動車用	60.6
	②産業・土木建設機械用	24.9
金属プレス製品	①自動車用	69.3
	②電気機械・通信機器用	11.5
粉末冶金合金	①輸送機械用	85.4
	②電気機械用	7.7

出所：機械振興協会

#### 1-1-2 鋳物

##### 1) 日本の鋳物生産量

1997年の日本の鋳物生産量は708万tで、その内訳を表1-2に示す。軽合金鋳物、ダイカスト、精密鋳造品が1996年を上回ったが、鋳物合計では1996年より2%の微増であった。消費税率上昇による駆け込み需要が1~3月にあり、この間の生産量は増加したが、4~12月は減少に転じている。

表1-2 日本の鋳物生産量

(単位：t)

	1995	1996	前年比	1997	前年比
鋳鉄鋳物	4,513,506	4,478,458	99.2	4,564,276	101.9
鋳鉄管	669,800	696,608	104.0	689,374	99.0
可鍛鋳鉄	146,457	142,921	97.6	137,699	96.3
鋳鋼品	369,569	375,099	101.5	357,194	95.2
鋼合金鋳物	109,201	107,824	98.7	106,362	98.6
軽合金鋳物	389,648	393,672	101.0	417,982	106.2
グイスト	751,243	756,952	100.8	801,124	105.8
精密鋳造品	7,561	6,832	90.4	7,316	107.1
鋳物合計	6,956,985	6,958,366	100.0	7,081,327	101.8

出所：素形材センター

### 3) 世界の鋳物生産量

表1-3に世界の鋳物生産量を示した。アメリカが最も生産量が多く、次いでロシア、中国で、日本は4番目となっている。

表1-3 世界の鋳物生産量 (1994年)

単位：千t

国	生産量
アメリカ	13,267(20.0%)
ロシア	11,645(17.5%)
中国	11,626(17.5%)
日本	6,740(10.1%)
ドイツ	3,815(5.7%)
その他を含めた合計	66,460(100.0%)

出所：素形材センター

### 1-1-3 世界の鍛造品生産

表1-4に世界の鍛造品生産量を示した。日本が最も生産量が多く、次いで中国、ドイツ、アメリカ・カナダとなっている。

表1-4 世界の鍛造品生産量 (1992年)

単位：千t

国	生産量
日本	2,698(27.4%)
中国	2,110(21.4%)
ドイツ	1,763(17.9%)
アメリカ、カナダ	1,417(14.4%)
ルーマニア	379(3.8%)
その他を含めた合計	9,851(100.0%)

出所：素形材センター

## 1-2 クレーン、移動式クレーン

1995、1996年のクレーンおよび移動式クレーンの生産状況を表1-5に示す。

表1-5 クレーンおよび移動式クレーンの生産状況

年	クレーン		移動式クレーン	
	台数(千台)	金額(億円)	台数(千台)	金額(億円)
1995年	37	1,403	58	2,117
1996年	41	1,631	65	2,267

出所：機械統計年報

クレーンの技術は自動化・省人化傾向にある。環境保護のため、防音・防塵対策が進められている。コンテナクレーンは大形化、高能率化されている。移動式クレーンの新機種開発は、経費節減、人に優しい設計、使いやすさ、安全性への配慮がなされている。さらに大形化と小形化の二極分化傾向が著しい。

## 1-3 フォークリフト

1997年のフォークリフトの生産実績は、日本国内向けが8万8,184台、輸出向けが4万941台で、合計12万9,125台（前年比6%増）である。動力源の面からみると、バッテリー式、ガソリン式、ディーゼル式がシェアを三分しており、日本国内向けではバッテリー式が、輸出向けではディーゼル式がそれぞれ比重を増している傾向にも変化はない。

## 1-4 建設機械

建設機械には、電気電子化技術、電子制御技術、油圧技術を取り入れ、人間工学の観点から快適性を追求して、オペレーターの疲労、ストレスを軽減し、作業効率を向上することを狙った新しい操作方法が採用された。

例えばブルドーザーの操作系では、ステアリングを小さなレバーで電氣的にコントロール、前後進切り替えをボタン操作する方法などである。ホイールローダーのステアリングでは、ハンドルのターン角度と車体の角度をほぼ同じとし、かつシフトチェンジ前後切り替え操作が、スイッチ操作でハンドルを握ったままできるものなどである。

新しく都市工事にマッチした高速移動型で、かつ小旋回機能を備えたホイール式油圧ショベルが導入された。走行は1速を油圧駆動、2・3速は効率の良いダイレクト駆動の自動変速機が採用されている。

## 1-5 農業機械

現在、日本では農業後継者並びに農作業の労働力不足はますます深刻になっている。これらの動向を打開するための一つの方法として、労働負担を軽減し、農作業の効率を高めるような、高性能で安全性の高い機械の開発が進められている。同時に省力・低コスト化農業が指向され、それに対応する機械化が進められている。

例えば、水稲作に対して直播化や作業の複合化に対応する機械の開発が積極的に行

われている。具体的には、「代かき同時土中点播機」や「湛水耕うん同時施肥播種機」などの複合作業機である。また田植機では「ロングマット苗田植機」の開発が進んでいる。その他「ゴムクローラタイプトラクター」、「轍間距離可変形トラクター」、「大形汎用コンバイン」など既存商品の改良品が多い。

日本農業の担い手の育成確保、土地利用形農業における生産体制の整備等を図るため、労働力の大幅軽減、作業の快適化を進める新たな農業機械の開発と効果的な導入の必要性から、「農業機械等の緊急開発・実用化事業」が実施されている。

この事業の成果として開発された、いわゆる緊プロ農機は、① 野菜・畑作用（野菜接ぎ木ロボット、キャベツ収穫機、野菜全自動移植機、汎用芋類収穫機、ゴボウ収穫機、いちご収穫作業車、農業副産物コンポスト化装置、重量野菜運搬作業車、野菜残さ収集機）、② 果樹用（誘導ケーブル式果樹無人防除機、果樹用パイプ誘導式防除用自動散布機）、③ 畜産用（簡易草地更新機）、④ 水田・畑作用（水田用栽培簡易ビークル、大型汎用コンバイン、高速耕うんロータリー）などである。

#### 1-6 繊維機械（国際展示会にみる繊維機械の技術動向）

1980年頃に始まり1993年の国際展示会でピークを迎えた電子技術、コンピュータ技術を導入した繊維機械の自動化やシステム化は、1995年の展示会以降新技術ではなくなり、技術の先進性のみを誇示する実用性に欠けた展示も姿を消し、実際の使用者の要求に応える地道な改善が多く見られた。また生産性の極限を追求する超高速化の傾向もスローダウンした。これらの傾向は、世界の繊維製品の生産地が、欧米および日本から、中国、台湾、タイ、インドネシアなどのアジアの発展途上国に急速にシフトしたことにも関連している。特に、手作業の自動化、省力化やCIMなどの技術は、これらの産地ではまだ必要性が低い。展示会ではこれらの産地向けの機械として、装備を最小限に抑えた廉価機も出展された。

一方では、来場者の注目を集めた技術も紹介された。一例として、スイスのスルーザールティ社が出展した多相波状織機がある。これは、独特の波状開口の機構と緯入れにエアジェットを使うことにより、通常の超高速流体噴射織機のさらに上をいく高い生産性を実現しようとするもので、特に繊維先進国の業界から今後の実用化開発に期待がよせられた。

#### 1-7 工作機械

1997年の世界の工作機械生産高は11%増加し、582億マルクから643億マルクになった。日本は世界のシェアを26.3%とし、ドイツは17.7%で第2位の地位を保っている。日本のほか、アメリカやイタリアも生産高が増加している。

輸出は1997年に7%増加し、356億マルクから382億マルクになった。日本の製造業界が初めて30%を越すシェアを獲得したのに対し、ドイツのシェアは19.4%に減少した（1996年は21.1%）。日本、ドイツ両国のシェアは、1995年が52%、1996年が50.5%、1997年が49.8%と徐々にではあるが減少傾向にある。世界の工作機械の輸入はアメリカが頭抜けて1位となっている。市場規模では1997年、アメリカ、ドイツ、日本の順となっている。

日本の工作機械の生産統計を表1-6に示す。日本の工作機械の生産額は1996年の8,375億円から1兆171億円と21%の伸びを示した。

表1-6 日本の工作機械の生産統計

機 種	1996年			1997年		
	数量(台)	重量(t)	金額 (百万円)	数量(台)	重量(t)	金額 (百万円)
マシンセンター	11,324	101,517	217,415	15,871	156,589	288,031
数値制御旋盤	19,187	77,034	189,394	21,476	88,353	221,923
数値制御放電加工機	4,621	13,148	59,952	5,597	15,976	71,548
研削盤	6,661	30,824	96,440	6,766	32,842	108,884
専用機	4,557	35,922	115,789	4,690	49,018	142,925
機械プレス	6,311	112,580	100,307	7,584	133,085	124,437
金型(プレス用)(*1)	233,038	91,088	176,523	245,732	107,756	205,442
金型(ブラッシング用)(*1)	76,019	40,176	182,015	82,359	42,549	201,522
特殊鋼切削工具(*2)	102,741	—	98,770	105,154	—	107,435
超硬チップ(*2)	538,944	2,879	100,111	536,888	3,210	115,738
プレバケット	22,029	—	76,741	27,992	—	99,650
数値制御ロボット	11,051	—	154,508	11,600	—	190,954
金属工作機械(計)	—	—	837,452	—	—	1兆171 億円

(\*1) 数量：組

(\*2) 数量：1000個

出所：機械統計月報、通商産業省

## 1-8 工業用ポンプ（材料選択を主体とした技術動向）

### 1-8-1 スラリーポンプ

スラリーポンプには、ケーシングにダブルケーシングとシングルケーシングのものがある。

ダブルケーシングのポンプはヘビーデューティーな環境の所で使用され、損耗の激しいインナーケーシングは、消耗品として交換できるようになっている。インナーケーシングの材料には高クロム鋳鉄とゴムのものであり、スラリーの粒形が鋭角でスクラッチ摩耗が発生するような場合には、高クロム鋳鉄が選択される。羽根車も高クロム鋳鉄と、普通鋳鉄にゴムライニングしたものがある。

シングルケーシングのポンプは金属製のものが主で、その材質は高クロム鋳鉄と低クロム鋳鉄が使われている。高クロム鋳鉄は比較的ヘビーデューティーな所で使用され、低クロム鋳鉄はライトデューティーな所に用いられる。一般的に普通鋳鉄と比べた耐久性は、高クロム鋳鉄は7倍以上、低クロム鋳鉄は3倍以上となっている。高クロム鋳鉄は鋳造が難しく、溶解、鋳造方案、熱処理などにノウハウがあり、かなりの経験が必要である。切削加工はかなり困難でコストもかかる。出来る限り切削しないような設計が望ましい。特に細かい加工を要する所には、軟鋼等で加工したものをインサートした方がよい。低クロム鋳鉄は普通鋳鉄と同様に鋳造できるが、クロム量のコントロールを厳密に行わなければならないので、低周波溶解炉または高周波溶解炉を持ち、炉前の分析が迅速に出来ることが要求される。

### 1-8-2 大型ポンプ（水中ポンプ、循環ポンプ）

循環ポンプのような大型ポンプの材料は普通鋳鉄がほとんどであるが、回転数を上げてコンパクト化するため、球状黒鉛鋳鉄の利用が進んでいる。羽根車の材料は使用する周速で選択されており、許容周速は普通鋳鉄で 35m/s、高クロム鋳鉄で 37m/s、普通鋳鋼で 65m/s、ステンレス鋳鋼で 70m/s 程度である。

海水用の材料として、ケーシングにはタールエポキシ等の樹脂材料をコーティングして用いるのが、コストの点では最も有利である。しかし、メンテナンスを綿密に行う必要がある。このため、金属亜鉛を犠牲陽極として取付けることにより、メンテナンス期間を延長できる。海水に対して高い耐食性を示す材料としては、ステンレス鋳鋼が用いられる。特に低炭素で高クロム、高ニッケルの SCS13、SCS14 等が選択されている。ステンレス鋳鋼を使用する場合には隙間腐食が発生することがあるので、設計上の注意と工夫が必要である。また粒界腐食にも注意を払わなければならないが、その点でモリブデンを含有して安定な SCS14 が推奨される。

### 1-8-3 マルチステージポンプ

小型低圧のボイラー用多段ポンプの材料としては、ケーシングに普通鋳鉄、羽根車には鋼合金鋳物あるいはステンレス鋳物が用いられることが多い。中形で圧力が少し高くなると、ケーシングに球状黒鉛鋳鉄、普通鋳鉄、低合金鋼などが用いられ、羽根車には高い応力に耐えるマルテンサイト系ステンレス鋳鋼が使用される。

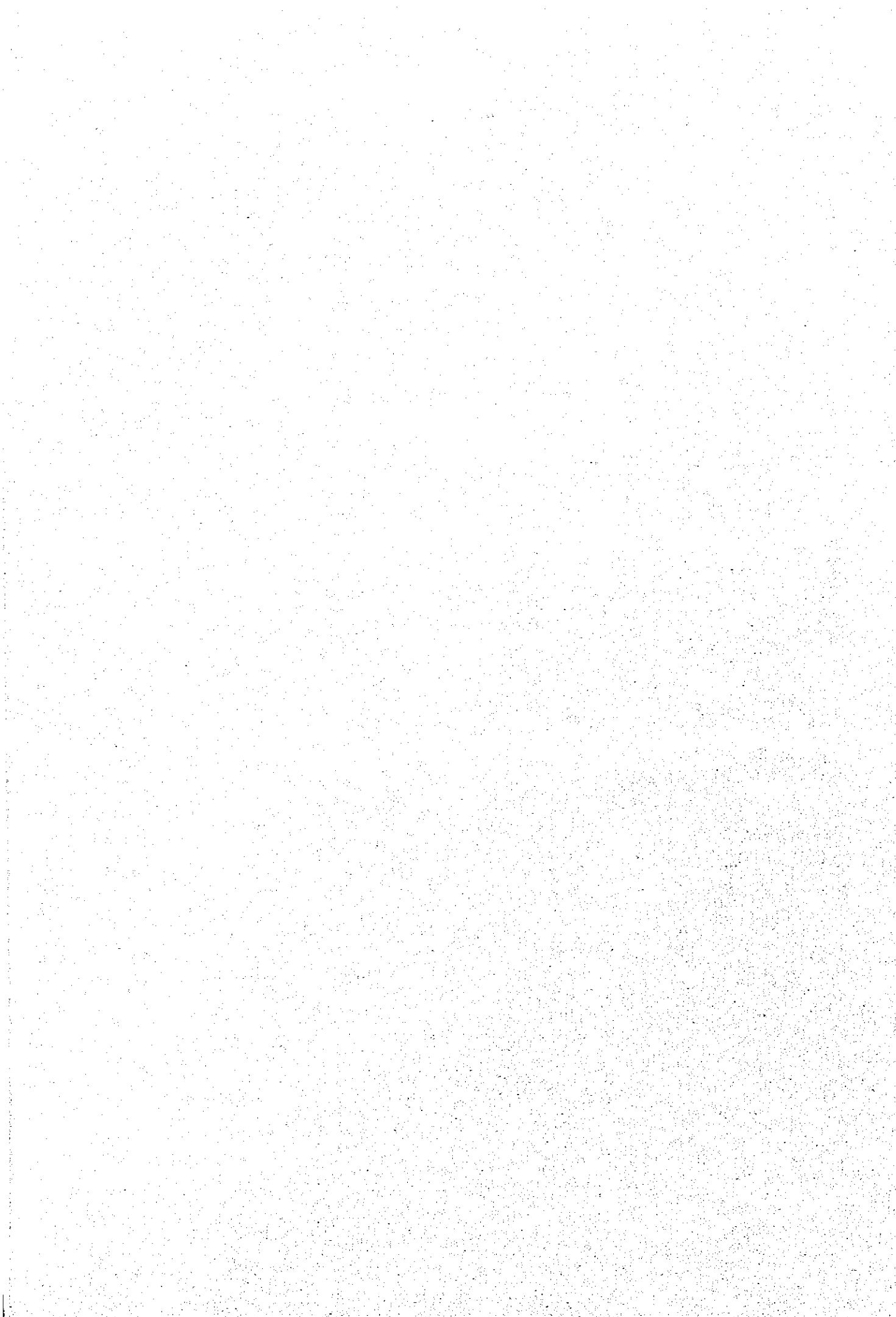
火力発電所用給水ポンプの場合、圧力が 20Mpa (200kgf/cm<sup>2</sup>) を超えるポンプでは、温度が約 200℃となり、材料の高温強度、熱水に対する耐食性が要求されるようになる。しかも品質管理も非常に高いレベルが要求され、材料分析、機械的性質検査はもとより、放射性透過検査（γ線検査）、蛍光浸透探傷検査の実施が求められる。その仕様は厳しい。ケーシング、羽根車ともにマルテンサイト系ステンレス鋳鋼に、所定の機械的性質が出るように熱処理を施して用いられることが多い。また、回転部品のウエアリング、ライナーリング、バランスディスクなどは、高炭素マルテンサイト系ステンレス鋳鋼が用いられる。

### 1-8-4 プロセスポンプ

プロセスポンプは主として石油精製プラント、化学プラント、薬品合成プラント、製紙プラントなどの各種プラントに使用される。したがって、その使用環境も多岐に亘り、使用材料も汎用（普通鋳鉄、球状黒鉛鋳鉄、一般ステンレス鋳鋼）から特殊材料（高級ステンレス鋳鋼、純ニッケル、モネル、ハステロイなどの特殊合金）まで広い範囲で選択されている。通常ポンプ材料の選定に当たっては、過去の経験によって選定されることが多い。



## 2. 海外および日本における技術動向



## 2. 海外および日本における技術動向

従来の QCD（品質、コスト、納期）の改善のために、高性能、高速化などを目指した技術開発の他に、CO<sub>2</sub>削減を考慮に入れた環境、省エネルギーが技術開発の重要なキーワードとして登場してきた。またコンピュータと加工技術の組合せも広く行われている。

### 2-1 鋳造

#### 2-1-1 鋳造シミュレーション等

鋳造加工法の改善のために、以下のシミュレーション等が開発され、鋳造方案作成などのために実用化されている。

- ① 湯流れシミュレーション
- ② 凝固シミュレーション
- ③ 鋳造品の残留応力・変形解析ソフト

#### 2-1-2 鋳造方案支援エキスパートシステム

鋳造方案の熟練技術者が持っている知識、経験をコンピュータに記憶させておき、その知識を利用して、若手で方案経験の浅い人でも、熟練者なみの方案業務ができるシステムの構築を目指した開発が進められている。その開発例を以下に示す。

- ① コンピュータの画面上で各データを簡単に参照・登録できるシステム（方案標準、過去の方案図、方案変更理由、不具合対策など）
- ② 鋳造方案専用 CAD により、方案独自の作図機能をサポート（抜け勾配・仕上げ代の自動設定、押し湯の自動設定など）
- ③ 製品の方案、モジュラス計算が簡単にできるシステム

必要とする機能は以下である。

- ① 技術根拠、方案標準の整理、データベース化
- ② CAE 技術の活用による不良の低減
- ③ 方案業務の単純化
- ④ 方案業務の技術計算の効率化、高精度化
- ⑤ 鋳造方案に特化したマンマシンインターフェースの実現

#### 2-1-3 鋳造品の薄肉化

自動車の燃費向上のために、鋳造された自動車部品の薄肉・軽量化が求められている。そのために減圧鋳造で自動車部品の軽量化が図られている。

##### 1) CLAS (Counter gravity Low pressure Air melt Sand process)

CLAS は米国ヒッチナー社が開発し、日本のメーカーが量産技術を確立した減圧鋳造法である。薄肉ステンレス鋳鋼製の排気チャンバーが CLAS で製造されている。CLAS では、まず鋳型を減圧容器にセットする。鋳型の下端を溶湯に浸漬して容器を減圧し、溶湯を鋳型内に吸引する。鋳型を減圧容器から取外し、鋳型をばらして製品

を取出す。

この方法では溶解炉から直接溶湯を鋳型内に吸引して鋳造するので、湯周りが良く2.0~3.0mmといった薄肉製品を鋳造できる。砂カミやノロカミが発生しないなどが特徴である。

また、通常の鋳造法では、取鍋に入れた溶湯を鋳型に注ぐ過程で温度が下がるのを防ぐために、溶湯の温度は凝固温度より120~130℃高くしておかなければならない。一方、CLASは溶解炉から溶湯を直接吸引するので温度降下が少なく、溶湯の温度は凝固温度よりも70~100℃高ければよい。溶湯を鋳込んでから凝固するまでの時間が短くなるので、鋳造品の結晶粒は大きく成長しないで微細になり、鋳造品の強度が高くなる。

従来の鋳造法に比べてコストが高くつく欠点はあるが、従来の方法では鋳造できない薄肉軽量の製品を作成できる。上記部品の他に、他の自動車部品や配管部品、建材部品などが作られている。

## 2) HMRAC (Hitachi Metals Reduced Atmospheric Casting)

HMRACは鋳込む際に減圧することではCLASと同じであるが、鋳型の一部を通して鋳型内だけを減圧する点が異なる。減圧時間が短くなり、生産性が向上する。溶湯は一つの湯口から流し込むため、一方向に流れて行く。この結果、空気の巻き込みや不回りが少なくなるなど、鋳物不良が減ることもメリットである。しかしコストは高くつく。HMRACによる自動車部品は、ステンレス鋳鋼製の薄肉排気マニホールドやタービンハウジングなどに用いられている。

## 2-2 鍛造

### 2-2-1 精密鍛造の動向

これまでハンマーで鍛造していた部品を、鍛造プレスで鍛造するようになり、精度の向上並びに生産性の向上が図られてきた。さらには、連続式の高速自動鍛造機が開発され、熱間鍛造技術も飛躍的に進歩した。

一方、材料の加熱方法は、高周波誘導加熱方式が広く使われるようになり、作業環境が改善され、しかも鍛造機の稼働率が向上した。

鍛造方法についても、開放式の鍛造型から密閉式の鍛造型に替わり、バリの発生を少なくして、材料の歩留りの向上を図ることも行われてきた。

さらには、被加工材料と鍛造型の温度をなるべく等しい温度になるようにして、成形する恒温鍛造法が開発されている。この恒温鍛造法によれば、被加工材料の加工中の温度はほとんど変化しないので、最も変形し易い加工領域で、目的形状に近い形状、あるいは目的形状までの加工が可能となる。この場合、鍛造型を加熱保持する必要があり、型材料並びに型技術の問題が重要となるので、鍛造コストはかなり高くなる。

### 2-2-2 鍛造エキスパートシステム

鍛造においては、設計者の従来からの経験、技能に基づいて鍛造素材寸法、工程、各工程での形状を決定し、工程設計、型設計、金型加工を行っており、設計者の経験、技能が鍛造品の生産、品質に大きく影響を及ぼしている。しかし、今後このような経験を持った人材が減少する傾向にあり、この対策が急務になっている。その上、鍛造品の精密化、短納期化が要求されている。

今までに蓄積された、あるいは今後得られる鍛造製造技術上での情報、ノウハウを有効利用すると共に、これらの情報を整理体系づけた鍛造工程、型設計のエキスパー

トシステムを開発し、経験豊富な熟練設計者に代わり、不良の出ない精密な型設計、工程設計を実施できるようにすると共に、現在行っている初期品の型打ち試作などをなくす必要がある。このため、「鍛造エキスパートシステム」の開発が行われている。

## 2-3 機械加工

機械加工は NC 化、MC 化が進み、それと共に以下の周辺システムの開発・実用化も行われている。

- ① 切削工具のスローアウェイ化
- ② オートマチックパレットチェンジャー (APC)
- ③ ツーリング技術

また PC による NC マシンも一般化されつつある。

工作機械の最近の技術開発では、高速加工を実現するための主軸の高速化と送り駆動系のリニアモーター化の進展、パラレルリンク形工作機械の進化、環境対応として期待されるドライ切削のための要素技術と工作機械への積極的取組みなどが注目されている。

### 2-3-1 高速化技術

主軸の高速化については、BT40 番相当で 1~2 万回転は安定して実現できるようになり、現在は 3~4 万回転を目指した開発が行われている。これを推進する技術として、アンダーレースオイル循環方式や内外輪に膨張係数の異なる材料を用いるなどの転がり軸受技術、2 面拘束形ツールシャンクを始めとしたツーリング技術が、そのキーテクノロジーとして注目されている。また、空気や液体を媒体とする流体軸受も転がり軸受並に高速化され、更なる高速・高精度化のための開発が行われている。

送り駆動系については、リニアモーター搭載機が注目を浴びている。リニアモーターの特長は、高速度、高加速度で、剛性が高いことで、非切削時間の短縮、高加工精度、組立工数の削減などが期待されており、ボールネジとの比較が行われている。現在は送り速度は 100~120m/分で、加速度は 1.5~2G である。一方、ボールネジについても 90m/分、1.5G の高速 MC が自動車産業用に開発されている。この MC は価格が 3300 万円とリニア機の半分以下である。

### 2-3-2 工作機械の高速化を支えるツーリング技術

工作機械の高速化により、ツーリング技術が注目されてきている。中でも 2 面高速ツールシャンクは、MC の主軸回転の高速化、高精度化に大きく貢献している。従来の BT シャンク用主軸と比較すると、主軸構造そのものより高精度・高速向きにできることから、次世代のツールシャンクとして注目されている。このシャンクの特性を生かすには、切削工具把持部の高精度化も必要であり、高剛性化されたハイドロチャックや焼ばめチャックが多数市販されるようになってきた。

この他、高速主軸用の新しいオートバルンサーや、バルンサー内蔵形のツールホルダーも開発され、主軸受寿命に良い影響を与えることが期待されている。

一方、旋盤の高速化を阻んでいるのは、高速回転時のチャック把持力の低下であるが、これに関する研究はほとんど行われておらず、実用面でのチャックの高速対応化はあまり進んでいない。

### 2-3-3 パラレルリンク形工作機械の進化

パラレルリンク形工作機械は従来の工作機械と概念を異にし、これまで工作機械の母性原理をつかさどってきた案内面がない工作機械である。剛性、速度、そしてトータルコストの面で従来の工作機械より優れたものになることが期待されており、ドイツを中心としたヨーロッパ勢および日本が開発に乗り出している。

### 2-3-4 ドライ切削

環境への配慮から、切削油を使わないドライ加工に対応した工作機械が開発されている。現在は完全ドライ方式でなく、工具の中心に穴を開け、先端から微量のオイルを含んだミストを吹き付けるセミドライ方式が採用されている。オイルは主として植物油を使うため、環境への悪影響が少なくなっている。

## 2-4 プレス・スタンピング

プレス等の鍛圧機械での製品加工は、塑性加工と呼ばれており、高精度加工部品の量産には最適な機械であり、自動車、電気、電子部品などの各種工業製品から身近な生活用品にいたるまで、幅広い部品加工分野に使われている。

この塑性加工技術は、複雑形状の製品をも高精度に加工し、生産性が高いためローコストでの供給が可能であるなどの優れた特徴から、大いに注目されている。

最近の部品工業界では、切削工程、溶接工程、組立工程などをなくして、製品のより低コスト化を実現するための、「工法の転換による高付加価値化」が求められており、改めて塑性加工技術が見直されている。「工法の転換による高付加価値化」のため、以下を目指している。

- ① ワークタイムの短縮（段取り時間の短縮）
- ② ミクロの世界の加工（超精密加工）
- ③ 環境と安全（省エネルギー、省人、安全、低騒音、低振動）
- ④ 機械本体のコンパクト化（省スペース）
- ⑤ 機械操作の簡便性（イージーオペレーション）

そのために以下の開発が進んでいる。

- ① ACサーボモーター駆動、リニアモーター駆動のフォーミングマシン
- ② データバンク機能を持たせた CNC フォーミングマシン
- ③ ネットワークの利用で機械の稼働率の向上を図った板金加工機械
- ④ PSDI（起動装置付安全装置）を組込んだプレス機械
- ⑤ 熱変位対策およびより低振動の高精度高速プレス
- ⑥ 高速プレス対応の高精度送り装置

## 2-5 製缶

### 2-5-1 溶接

溶接は与えられた鋼種に対して、溶接材料、溶接装置（溶接電源を含む）、溶接施工法の三位一体で達成される総合技術であり、これらが相互に発展していく必要がある。

溶接工程において、①もっと高品質な溶接を行いたい、②生産効率を上げたい、③

保全、管理を含めた工程にかかる人員を削減したい、というユーザーのニーズを満たすため、溶接の自動化、高速化、ロボット化が推進されてきた。

この中で溶接電源には高性能化・高機能化が求められ、その要求に対応するためにインバート制御式溶接電源が開発された。さらに最近では、高速なマイクロプロセッサを制御回路に搭載することによって、複雑なアーク現象をより精密に制御することができるデジタル制御式溶接電源も開発され、一段と溶接性能の向上が図られている。

一方、溶接工程では溶接電源の他にも、ロボット、センサー、搬送装置など数多くの機器により構成されている。これらに対処するためには、メーカーの標準機械を組合わせて利用したり、それができない場合は、溶接する製品に適した機械を開発している。

溶接材料について述べると、日本の溶接材料生産量は変動があるものの、年間30数万吨である。その中で被覆アーク溶接棒は減少の一路を辿り、ガスシールドアーク溶接用ソリッドワイヤ、フラックス入りワイヤが増加し、サブマージアーク溶接材料を含めて自動溶接用材料が80%程度を占めるに至っている。

今後この構成比率については、サブマージアーク溶接材料は横這い、被覆アーク溶接棒はやや減少、ガスシールドアーク溶接材料がやや増加し、特にフラックス入りワイヤが一部ソリッドワイヤを置換して増加傾向を示すのではないかと考えられる。

低合金鋼に対する適用性の観点からは、被覆アーク溶接棒、サブマージアーク溶接材料、ソリッドワイヤについてはかなり高度に対応できていると言えるが、フラックス入りワイヤについては、鋼材使用量の90%以上を占める汎用鋼材の適用により量的に増加しているものの、低合金への適用性では他の溶接材料に比較して限定されていると言える段階であり、将来の発展が期待されている。

### 2-5-2 次世代型板金機械

次世代型板金機械と呼べる新しい板金加工機械が次々と開発されている。そのかぎは1台の機械に工程を集約させていることである。そのため、段取り換えが少なく物流も介在しないため、多品種少量生産においても生産性が向上する。機械の稼働時間が長いために作業者の数が減らせる、機械の設置スペースが少なくすむメリットもある。

板金加工で製品が出来上がるまでの流れを下図に示した。

シャー→成形→切断→タッパ→曲げ→締結（溶接を含む）→仕上→塗装  
(一つの加工機で加工)

まず素材を加工機に搭載するために、所定の大きさに剪断する。素材はパーリングやエンボスなどの成形、穴明けや外形などの切断、タッパ加工を経て、必要な個所が曲げられる。その後締結によって製品の形ができ、仕上げ、塗装で終了する。

通常、各工程ではそれぞれ独立した機械が担当している。剪断工程はシャーリングマシン、成形はパンチプレス、切断はレーザー加工機、タッパ加工はタッピングマシン、曲げはプレスプレーキ、締結は溶接機、仕上げはサンダーなどが主として使用される。

量産品であればそれぞれの加工機を並べて、次々に素材を送り込めば良い。加工機の段取り換え時間はそれほど長くない。しかし、多品種少量生産では段取り換えに時間がかかり、生産性が上がらない。これに対し、「1台の加工機械で工程を集約すれば、段取り換え時間を飛躍的に短縮できる」。1回のチャッキングで多数の工程をこなせる

ため、原点が狂うことがなく、加工精度も向上する。上に示した板金加工の図で成形～仕上までを1台の機械で行う板金加工システムが開発されている。

機械の構成は、機械の外側を覆うドーム形状のカバー、出力1.5kWの5軸の炭酸ガスレーザー加工機、2台の3軸直交座標の多関節ロボットである。ロボットのハンドツールはツールマガジンに20セット以上収納できる。この機械で加工できる最大の素材寸法は、1215×1215mmである。

その他にもいくつかの加工工程を組合わせた板金加工機械が開発されている。

## 2-6 熱処理

熱処理は確立された技術であり、材料に適した熱処理の温度、炉内での均一温度保持、および温度保持時間を制御すれば、問題はほとんど発生しない。熱処理温度のコントロール幅を小さくする制御、および熱処理時間の精密な制御をコンピュータにより実施している。

## 2-7 表面処理

表面処理のうち、現在問題となっているメッキの廃水処理の現状について述べる。メッキ工場の廃水は、被メッキ体の洗浄水とメッキ浴廃水に分けられるが、いずれの廃水も多種類の有害物質を含有し、その処理が環境上大きな問題となっている。現在は廃水処理を十分に行い、処理水を再利用して外部に廃水を極力出さないという考え方になってきている。

メッキ工程から排出される廃水は、シアン系、クロム系、酸・アルカリ系の3系統である。これらの廃液は異なる処理が必要なので、それぞれ混じらないように別々の系統で集めることが大切である。

### 2-7-1 シアン系廃水

シアン系廃水はシアン浴のメッキ液や水洗水から排出される。シアン系廃水の処理には、次亜塩素酸塩でシアンを窒素と炭酸に酸化分解するアルカリ塩素法が広く実施されている。

### 2-7-2 重金属・クロム系廃水

廃水をアルカリ性にして、溶解している重金属を水酸化物として沈殿回収する方法が一般的であるが、イオン交換樹脂、電気透析、隔膜電解の各方法によって、溶解されている重金属イオンを金属として回収する方法もある。クロム系廃水は6価のクロムを含み、これはアルカリ性の条件下で沈殿物を生成しない。したがって、亜硫酸水素ナトリウム等の還元剤を用いて3価のクロムイオンに還元し、アルカリ条件下で水酸化クロムを生成させ、クロムを分離・除去する。

### 2-7-3 酸、アルカリ系廃水

廃水処理プロセスの中で、pH調整を行う。



## 2-8 塗装

比較的公害が少なく、塗料ロスの少ない塗装方法を以下に記載する。

### 2-8-1 粉体塗装法

#### 1) 流動浸漬法

多孔質を底板とする槽の中に粉体塗料を入れ、多孔質板の下から適量の空気を送り、槽内に粉体の流動層を形成し、この中に粉体の溶融点以上に加熱した被塗物を浸漬し、被塗物に接触した粉体が溶融して均一な膜を形成する（下記フロー参照）。

被塗物→（吊り掛け）→予熱炉→流動浸漬槽→後熱炉→冷水槽→製品→（吊り降し）

#### 2) 静電浸漬法

流動浸漬法と静電吹付法を組合わせた方法で、流動層の多孔質板に電極を装着し、高電圧をかけると、静電気を帯びた粉体の流動層ができる。この流動層の上部にアースした被塗物を近づけると、静電気作用により粉体が被塗物に塗着する。この後に加熱し溶融硬化させて、塗膜を形成する。

#### 3) 静電吹付法

高電圧をかけたスプレーガンのノズルを通して帯電した粉体塗料を、アースした被塗物に吹き付けて、静電氣的に塗着させた後、加熱し溶融硬化させて、塗膜を形成させる。

### 2-8-2 静電塗装（液体塗装）

静電塗装は被塗物を陽極、塗装機を陰極として、その間に直流高電圧をかけると、被塗物と塗装機の上に電界が形成されて、塗料分子は電界に従って被塗物に塗着する。静電塗装にはエア霧化とエアレス霧化方式があり、後者の塗着効率は前者の塗着効率（20～30%）より2～3倍となる。

## 2-9 組立

「セル生産方式」は、コンベアラインが当たり前だった製造方法を、世界的に変えてしまう可能性を秘めている。初工程から最終工程までをU字型のセル上で、1人で1台ずつ、停滞させずに組立（加工）する多工程持ちの自己完結型モノ作りが、セル生産方式である。同方式は1人の熟練作業者が、受注生産により1個作りで即納する体制を目指すものである。従来から製造工場の常識だったコンベアラインによる分業生産方式とは180度異なるこの考え方が、生産現場に広がりつつある。

セル方式が向く製品、コンベア方式が向く製品に関し、付加価値経営研究所の検討結果を表2-1に示した。

表2-1 セル方式に向く製品の範囲

日産量	サイクルタイム(秒)	基本的な判断	月産台数	試算表の条件
20~60	1,380~460	不向き	440~1,320	・稼働日数： 22日/月 ・稼働時間： 460分/日
80~100	345~276	可能範囲	1,760~2,200	
200~1,000	138~27.6	推奨範囲	4,400~22,000	
1,200~2,200	23~12.5	可能範囲	26,400~48,400	
2,400~2,800	11.5~9.8	不向き	52,800~61,600	

出所：付加価値経営研究所

「サイクルタイムが長すぎる製品にセル生産方式は不向き」という結果になっているが、日本で14時間と長時間の顕微鏡組立で成功している例もある。

セル方式には①一人方式、②分割方式、③巡回方式の3方式が考えられる。

#### 2-9-1 一人方式

小さな屋台に似たセルで、他の作業者のスピードに制約されることなく自主管理できる。マイペースになり易いので、1人に1セルが必要なため、検査装置等の高いコストの装置が必要な場合、設備投資が膨らむ。増産に対応しにくい。

#### 2-9-2 分割方式

セルの中の組立作業を分割して、数人が個々の作業を行う。最小単位の多能工で可能なので、習熟期間が短くて済む。半面、1人方式や巡回方式と比べると、自己完結型モノ作りという点で中途半端なので、最終的には1人方式や巡回方式を目指す過渡的なセル方式と考えられる。但し、万能工や多能工の熟練作業者を養成する機能を持ち、パートタイマーの受け皿として存続する。補工数のロスも他の2方式に比べて少ない。

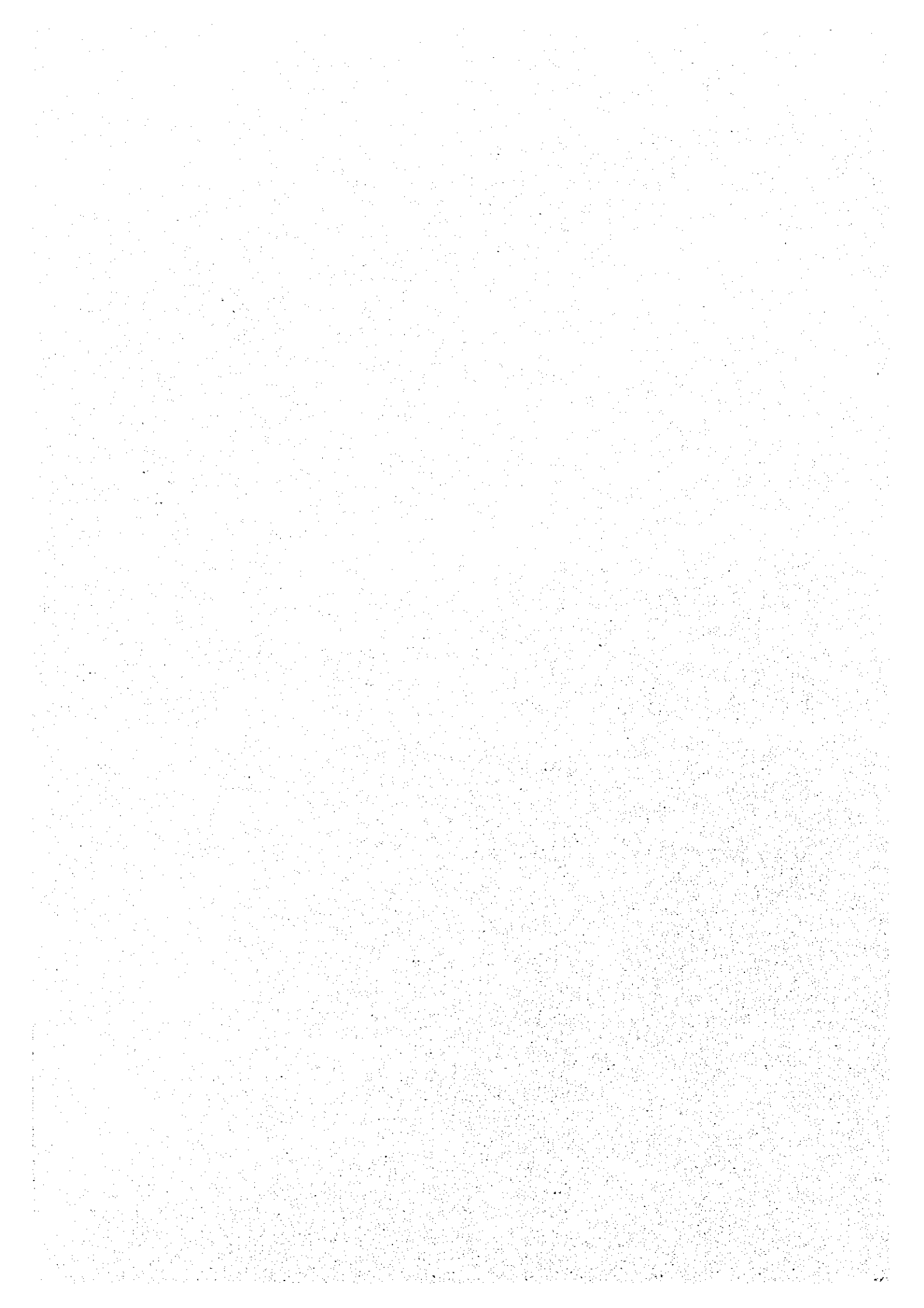
#### 2-9-3 巡回方式

セルの中で数人が巡回しながら組立を行う。追い抜きが難しいため、一番遅い作業でサイクルタイムが決まってしまう。遅い作業者にプレッシャーがかかりやすい。増減産には対応しやすい。

#### 2-10 試験・検査

完成試験、性能試験に関しては工業規格で試験方法が決められているものが多く、それに基づいた試験、および自社基準の条件で試験が行われている。コンピュータでデータの取得・分析を行い、品質保証の資料としている。

### 3. 提言集総括



### 3. 提言集総括

対象とした機械工場は 64 工場で、その工場の製品を 8 つに分類（中分類）し、さらに細分化（小分類）した。各工場とも製造している製品に類似点は少なく、全体として約 60 種類の製品を製造している。

これら工場の製品毎の提言集を取りまとめると、60 のそれぞれ相互に関連が取りにくい提言集となり、複雑なものとなる。しかし各工場で採用している加工要素は類似点が多く、ここではこの加工要素に的を絞って各報告書の提言集をまとめた。

対象とした工場の分類と、調査を実施した加工要素を表 3-1 にまとめた。対象とした加工要素は、以下の 11 である。

- ① 鋳造
- ② 鍛造
- ③ 機械加工
- ④ プレス・スタンピング
- ⑤ 製缶
- ⑥ 熱処理
- ⑦ 表面処理
- ⑧ 塗装
- ⑨ 組立
- ⑩ 試験・検査
- ⑪ その他



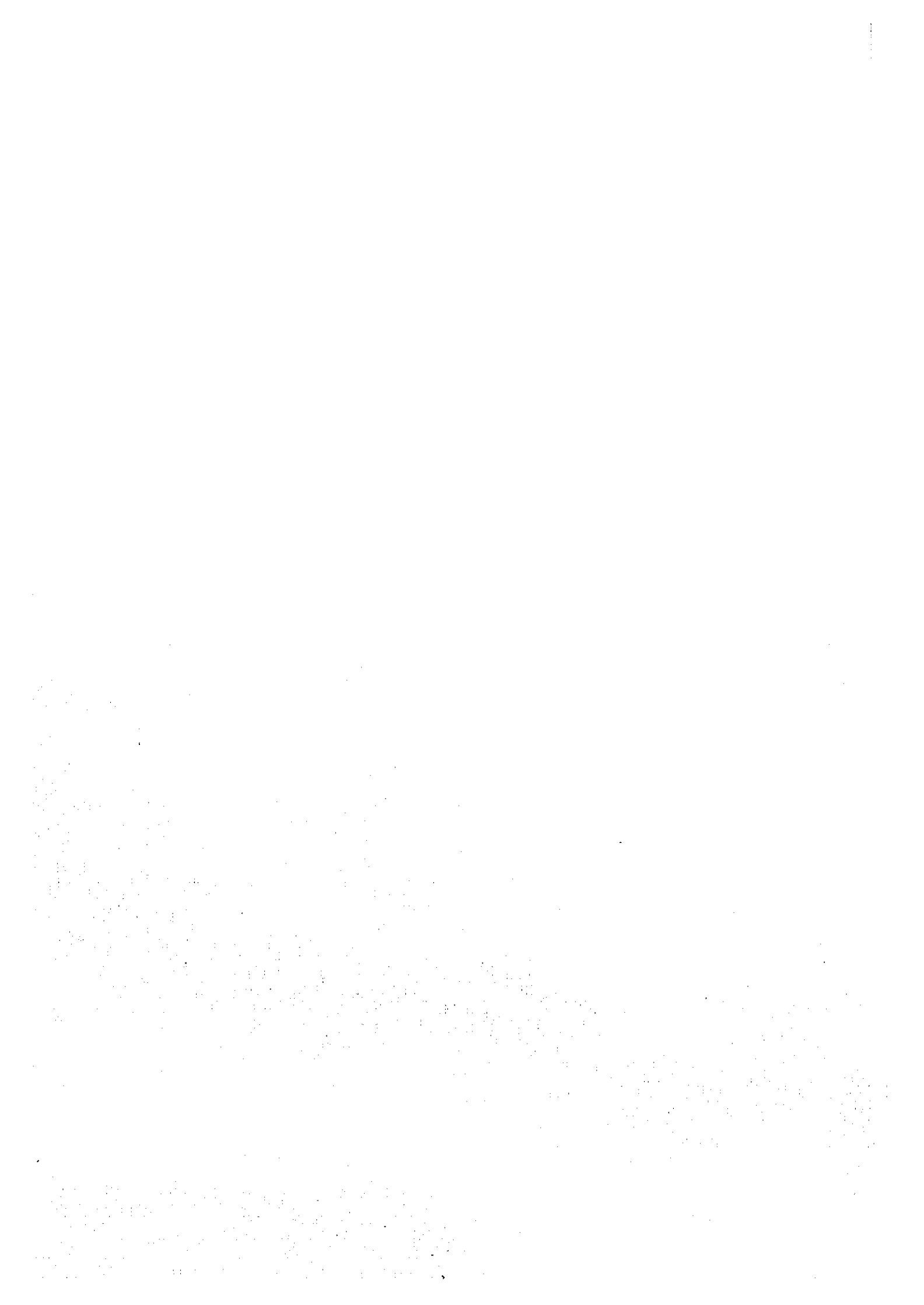


表3-1 中国工場近代化計画フォローアップ調査「機械」総括表

大分類	中分類	小分類 (業種)	案件 No.	製品	加工要素											備考			
					鋳造	鍛造	機械加工	ブリス スピン	製作	熱処理	表面処理	塗装	組立	試験・ 検査	その他 製鋼				
機械	重機械	鋳造	1	ロータ、ディスク等		○					○								
		鋳山機械(1)	2	ボリク' 機械等	○					○					○				
		設備機械(1)	3	遠心分離機			○				○					○			
		設備機械(2)	4	スクロ-圧縮機			○				○					○			
		鋳山機械(2)	5	油圧シヤル			○	○			○		○			○			
		起重機(1)	6	クレーン類			○				○			○					
		起重機(2)	7	天井クレーン							○						○		
		圧延機	8	精密圧延機	○	○	○									○	○		
	産業用機械	セメント製造機械	9	ロータ-類等	○		○												
		ポンプ(1)	10	計量ポンプ			○								○		○		
		化学機械(1)	11	空気分離設備	○	○	○	○	○	○	○	○			○		○		
		化学機械(2)	12	塔槽類、熱交、リアク-			○	○	○	○	○	○	○			○		○	
		空気機械(1)	13	送風機			○	○	○	○			○			○		○	
		空気機械(2)	14	ル-ツブ 吹-			○				○		○			○		○	
		水処理設備	15	フィルター等		○	○			○	○		○			○		○	
		繊維機械(1)	16	直流電動機			○	○					○			○		○	
		ポンプ(2)	17	ポンプ類	○		○				○		○			○		○	
		繊維機械(2)	18	ビヤ織機	○		○				○		○			○		○	
	輸送・建設・ 農業用機械	農業トラクター(1)	19	ハンドトラクター			○	○	○					○	○				
		建設機械(1)	20	コンクリ-トミキ-類		○	○	○	○	○	○								
		建設機械(2)	21	トラッククレーン	○	○	○	○	○	○	○			○	○		○		
		輸送機械(1)	22	バッテリーフォークリフト			○			○			○			○		○	
		農業トラクター(2)	23	トラクターの大型部品	○		○												
		輸送機械(2)	24	フォークリフト	○			○		○						○			
	輸送・建設機器 コンポ-ネント	エンジン部品(1)	25	ピストン	○		○				○							○	
		油圧部品	26	油圧弁、操作弁	○	○	○			○	○					○			
		ディーゼル部品	27	ターボチャージャー	○	○	○									○		○	
		ディーゼルエンジン	28	ディーゼルエンジン	○	○	○				○		○			○		○	
		エンジン部品(2)	29	キャブレター	○		○									○		○	
		エンジン部品(3)	30	シリンダ-ライナ-	○		○				○		○						
		エンジン部品(4)	31	ピストンリング	○		○				○		○						
	エンジン部品(5)	32	噴射ポンプノズル			○					○				○		○		















### 3-1 鑄造

以下に鑄造工程の提言をまとめた。

#### 3-1-1 鑄造方案

- ① 鑄造方案は鑄物の品質を決める重要な要素であり、その業務は経験を要求される。しかし経験年数の少ない技術者が鑄造方案の作成を行っており、ねずみ鑄鉄以外の合金等の鑄造方案に対し適切な対応ができない。鑄造メーカー OB による技術指導、経験豊富な鑄造技術者の中途採用などにより、レベルアップを早急に図る。
- ② 凝固シミュレーションシステムは、鑄型に注入された溶鉄が凝固していく過程を、コンピュータを利用してシミュレートするシステムで、鑄型における注入経路や鑄型の良否が事前に検討できる。このような事前検討で、不良率の低減と鑄物部品の精度向上が期待できる。また鑄造方案を補う方法としても有用なツールであるので、導入を提案する。
- ③ 鑄造方案は図面により指示されるが、作業者により変動する可能性が大きい。作業者の教育が必要である。

#### 3-1-2 模型（木型）の製作および管理

精度の高い木型製作および精度維持のため以下を行う。

- ① 模型の製作は簡単な木工機械と手作業で行われている。木工 NC フライス盤などの高性能の工作機械を導入して、模型の精度向上を図る。
- ② 大型模型を3次元測定器で測定し、精度の維持を図る。
- ③ 木型の保管は直射日光と湿度を避け、木型を直接床に置かず台上に整理して保管する。
- ④ 定期的に木型の精度検査を行い、必要に応じて補修する。補修できない物は廃棄し、新しい木型に更新する。

#### 3-1-3 造型

- ① 造型作業は全て手込めで作られている。出来上がった大物部品の形状を観察すると、型くずれによる形状不良が見られる。砂込め、型強度の不足など造型時の問題と、木型の劣化によるものと思われる。機械式造型機の導入を検討する。
- ② 作業環境改善と鑄物品質確保のため、自硬性鑄型（フラン砂）を採用すべきである。

#### 3-1-4 溶解材料

- ① スクラップをサイズ別に保管する。
- ② リターン材の成分管理を行う。
- ③ 各種合金材料を混同しないように保管する。

#### 3-1-5 溶湯温度管理

- ① キュボラからの出湯温度が低い。その原因はコークスの品質が悪く、強度不足のためである。良質のコークスを調達する。また熱風式キュプラの検討を行う。
- ② 鑄物の品種別に温度基準（例えば鑄鋼：1,600～1,700℃、ねずみ鑄鉄：1,500℃など）を設定し、測温装置を導入して溶湯の温度管理を行う。
- ③ 鑄込み温度が低下して下限温度に近い。溶湯温度の管理と共に作業工程を見直して、溶湯の温度低下を最小限に抑える。

- ④ キュボラの代わりに、適正な溶湯温度が得られる低周波誘導炉の導入を行う。

#### 3-1-6 溶解成分の管理

炉前分析により溶湯の成分を検査して、溶湯の成分コントロールをするために、以下を検討する。

- ① 現場で直ちに溶湯の成分分析を行うため、CE メーターを導入する。CE メーターの場合、溶湯の凝固開始温度と終了温度、および凝固形態から炭素当量を測定し、炭素量と珪素量を測定・計算して表示できる。新材料の割合が多くなれば、発光分光分析装置の導入を薦める。
- ② 溶湯毎にチャージ番号を付け、サンプルの分析を行い、品質管理、品質保証の資料とする。

#### 3-1-7 注湯

- ① 注湯作業を一定時間内に迅速に行うため、タイマーなどの採用を考える。
- ② 定量注湯を行うためロードセル等の秤量装置を設置する。
- ③ 鑄込み時のノロかき・除去方法が不完全で、ノロ噴み鑄物が多発している。鑄込み中のスラグ巻き込み防止のため、取鍋湯口に耐熱材仕切り板を付けてスラグ流入防止を図る。

#### 3-1-8 鑄物砂の回収

- ① 生型と乾燥型用の砂は別々のラインで処理し、ガス欠陥等の鑄造欠陥を防ぐ。
- ② フラン砂の再生システムは簡易システムであり、繰り返して長期間使用すると樹脂分が蓄積されて、ガス欠陥等の鑄造欠陥が発生しやすくなる。サンドリクレーマー、サンドフレッシャーの再生機を追加設備する。

以下に鑄造工程の提言例を示す。



1. 案件 No.	30				
2. 大分類	機械	3. 中分類	輸送・建設機械コンポーネント	4. 小分類	エンジン部品(3)
5. 対象製品	シフト・リフト				
6. 加工要素	鋳造				
7. 加工設備					
ショットブラストマシン 2、砂混練機 1、遠心鋳造機 43、ホッパー(3t/h×1、5t/h×1)、電気アーク炉 2、電気炉 1、中周波炉 1、サイクロン式除塵機 2、バグフィルタ式除塵機 2					
8. 加工プロセス	<p>1) ホッパー・中周波炉 (原材料受入)→組成配合→溶解→出湯→調整→出湯→接種</p> <p>2) 塗型剤調合工程 (原材料受入)→調合混練→分配→→→ ←←溶湯搬送</p> <p>3) 遠心鋳造機 ↓ ↓ 金型整備→両端断熱板セット→回転→塗型→鋳込み注湯→冷却→バンド外し→製品取出し→粗材検査→ラベリング材除去→材質検査</p>				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鋳造不良率は7~15%と極めて高い(日本:2~3%)。</li> <li>● 殆どの鋳造不良は内砂(内面欠陥)、外砂(外面欠陥)で、機種によっては硬化不良の現象も見られる。その成因は溶解材料、溶解工程、鋳造作業と塗型剤に起因する。</li> <li>● 内砂の原因: 珪の混入、塗型の剥がれ、低い鋳込み温度、低い金型温度</li> <li>● 外砂の原因: 珪の混入、塗型の剥がれ、早すぎる注湯速度</li> <li>● 硬化の原因: 溶湯の性質不良、低い型温度</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1995年→2000年): 200万個/年→400万個/年</li> <li>2) 溶解材料、特に珪材の管理を行う。</li> <li>3) 溶解炉の操業管理を行う。</li> <li>4) 炉前所で溶湯の性質を把握する。</li> <li>5) 徹底した珪取り対策をする: 作業者の意識改革を徹底させる。</li> <li>6) 注湯温度を管理する: 出湯温度は高くても、中間取鍋、小取鍋と移り、注湯が作業者任せで、極端に低温(1200℃以下)での注湯もしばしば見受けられた。配湯取鍋(中間取鍋)にタイマーを付け、ある時間で配湯を中止する。注湯取鍋である一定時間を超えると警告するなどの措置を取る。</li> <li>7) 定量注湯を行う: ロッド等の設置で小取鍋中の溶湯量を秤量する等の対策を取る。</li> <li>8) 遠心鋳造機を改良する: 金型温度を適正に保つ(180~280℃)ため、①タイマーによる注水(冷却)作業の標準化、②不適正な金型温度の警告、③塗型作業の自動化、④注湯桶の改良(珪の混入防止)、などの改良を行う。</li> <li>9) 塗型剤の改善を図る: 珪藻土またはシカカシにベントナイトを7:3で混合する。水を加えて混練し、一昼夜熟成し、水を加えてアスプレーで金型内塗布を行う。</li> <li>10) 鋳造作業を標準化してそれを遵守させる。</li> <li>11) 近代化設備(1995年): 6tホッパー 2、5t低周波炉 1、遠心鋳造機 2、生型造型ライン 1、ショットブラスト 2</li> </ol>				

1. 案件No.	17				
2. 大分類	機械	3. 中分類	産業用機械	4. 小分類	ポンプ (2)
5. 対象製品	ケシク、羽根車、軸受箱等(農業、工業用ポンプ)				
6. 加工要素	鋳造				
7. 加工設備	キュボウ(5t/h×2)、中周波炉(0.5t/ch×2, 1t/ch×2)、砂型乾燥炉 1、造型機 8、サドミキサ イン 2、ショットリスト 2、混砂機 2、砂処理装置 1、慣性振動砂落機 1、焼鈍炉 1				
8. 加工プロセス	造型→溶解(キュボウ、中周波炉)→注湯→冷却→型ばらし→手入れ <div style="text-align: center;">           ↓                    ↑            熱処理→ショット         </div>				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鋳造方案：経験の少ない技術者が鋳造方案を作成している。</li> <li>● 模型製作：①木型の製作は手作業で精度が悪い。②模型の精度測定が十分でない。③模型の保管などの管理がなされていない。</li> <li>● 造型：造型作業は手作業である。特に出来上がった大物部品の形状が悪い。これは砂込め、型強度不足など造型作業の問題と木型の劣化が原因と考えられる。</li> <li>● 溶解：①溶湯の成分分析に 2 日かかり、溶湯の品質コントロールに利用できない。②鋳込み温度が低い。</li> <li>● 砂処理：①生型と乾燥型の砂処理ラインが一緒であり、ガス欠陥のような鋳造欠陥を発生させる恐れがある。②ラン砂の再生システムが簡易再生システムであり、樹脂分が蓄積されて、ガス欠陥等の鋳造欠陥が発生しやすくなる。</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1994年→2000年)：水中ポンプ(180→800台)、スリポンプ(71→700台)、循環ポンプ(15→60台)、中圧マルチステージポンプ(242→600台)、次高圧マルチステージポンプ(1→150台)、プロセポンプ(54→400台)</li> <li>2) 鋳造方案：専門技術者の採用または育成を行うと共に、鋳造方案技術を補うツールとして、凝固シミュレーションシステムの導入を行う。</li> <li>3) 模型製作：①模型の工作精度を上げるために、木工 NC 立フライ盤を導入する。②木型の精度を測定するために、簡易三次元計測器を導入する。③木型の保管は直射日光を避け、木型を直接床に置かず台上に整理して保管する。④定期的に木型の精度検査を行い、必要に応じて補修するか、更新を行う。</li> <li>4) 造型：①作業環境改善と鋳物品質確保のために、大型鋳物にも自硬性砂(ラン砂)を採用する。②羽根車のような高精度が要求される部品に対し、精密鋳造設備を導入し、品質の向上と安定を図る必要がある。</li> <li>5) 溶解：①炉前分析装置として、CE マターを導入する。②キュボウの代わりに運転の安定した低周波誘導炉を導入する。</li> <li>6) 砂処理：①生型と乾燥型の砂処理ラインを別系統にする。②ラン砂の再生システムにサドリクレーマ、サドフロッサの再生機を追加設備する。</li> <li>7) 近代化計画(1995年)：大型鋳物の自硬性型化(10 t/h) 138,000 千円、CE マター 2,000 千円、三次元ワイヤマシン 4,000 千円、ショットリスト 15,000 千円、発光分光分析装置 50,000 千円、凝固解析システム 9,700 千円、精密鋳造設備 89,300 千円、低周波誘導炉 70,000 千円、高速行働加工 NC マシン 90,000 千円</li> </ol>				

1. 案件 No.	11				
2. 大分類	機械	3. 中分類	産業用機械	4. 小分類	化学機械(1)
5. 対象製品	1) 鑄鉄：圧縮機のフレーム、クランク軸、シリンダ-本体、シリンダ-蓋等 2) 合金鑄物：バルブ本体、シリンダ-ヘッド、シリンダ-ライナ等 (空気分離設備)				
6. 加工要素	鑄造				
7. 加工設備	1) 鑄造工場(100t/月)：砂型乾燥炉 2、おぼろ 3t×2、振動砂落とし機 1、砂処理設備 3、 焼鈍炉 1 合金鑄造工場(100~150t/年)：混砂機 2、砂型乾燥炉 2、中・低周波炉 各1、工業炉 5				
8. 加工プロセス	溶解→注湯→型ばらし→手入れ				
9. 現状と問題点	<p><b>鑄造工場</b></p> <p>1) 溶湯温度の不足：おぼろの温度が 1,380~1,400℃までしか上がらず、鑄物の品質を悪くしている。コークスの熱量不足とコークスが炉に合った大きさ、硬さを持っていないことが原因と考えられる。</p> <p><b>合金鑄造工場</b></p> <p>1) 手作業への対応：造型作業は全て手作業で、作業者の経験で行われている。合金鑄造部品は、砂落とし後作業台上で一点ずつヤシで鑄張りを取除いている。</p> <p>2) 耐火煉瓦の損傷：8回の溶解で煉瓦を交換しており、煉瓦の寿命が異常に短い。通常 1ト以上の炉では、間欠操業で 50回、連続操業で 100回といわれている。</p> <p>3) 作業者の技能レベルが低く、炉の稼働率が上がらない。</p>				
10. 提言	<p>A. 近代化目標(1988年→1995年)：空気分離設備(3,350NM<sup>3</sup>/h→12,000 NM<sup>3</sup>/h)、天然ガス液化分離設備(50万 m<sup>3</sup>/d→180~200万 m<sup>3</sup>/d)</p> <p>B. 鑄造工場</p> <p>1) 溶湯温度の高温化：高温の溶湯を得る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(高湿度地域だけに有効)。これらの方法は一長一短があり、技術面、経済面から総合的に検討する必要がある。</p> <p>2) 低周波誘導電気炉の導入：高温溶解が容易で溶湯の成分調整が簡単にでき、煤塵、騒音、振動の発生が少ない低周波誘導電気炉の導入を提言する。</p> <p>C. 合金鑄造工場</p> <p>1) 手作業の改善：ヤシの代わりに手動・自動グライダ-の採用、材質・形状に合った仕上げ工具の充実を図る。</p> <p>2) 炉壁補修回数削減：耐火物の種類を変更する(天井部：高アルミ質耐火物、炉体部：高アルミ質耐火物、ファン部：電融アルミ質耐火物、マグネシウム系耐火物)。</p> <p>D. 近代化設備(1989年)：酸素富化装置、熱風おぼろ 3t/h×1(89,900千円)、低周波誘導電気炉 5t/h×1(84,500千円)、小型自動グライダ- 2(3,000千円)</p>				

1. 案件No.	21				
2. 大分類	機械	3. 中分類	輸送・建設・ 農業機械	4. 小分類	建設機械(2)
5. 対象製品	バランスイト、ミシオン・ツク、ブレ・キシュ(トラックレブ)				
6. 加工要素	鋳造				
7. 加工設備	普通鋳鉄用設備：キボウ 3(×2)、乾燥炉 1、焼鈍炉 3、赤外線乾燥炉(中子用) 1、ル・ツブ・ロウ 2、横型遠心鋳造機 2、立型遠心鋳造機 1、回転台付ショットブラスト 1、タンブラー式ショットブラスト 4				
8. 加工プロセス	木型製作 材料配合・投入→溶解 ↓ 砂処理→造型・塗型→型合せ→注湯→型ばらし→砂落し・手入れ→焼戻し				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 造型：造型機がなく、砂込め、突き固め、型抜き等の重作業も全て人手で行っている。</li> <li>● 溶解・注湯：溶解記録表が用いられている。炉前で炭素当量等の確認を行う試験機器を有していないので、計量処が分析している。炭素当量等の分析結果は翌々日にでるので、炉前での成分添加・調整が行われていない。</li> <li>● 焼きなまし：全鋳造品に対し焼きなまし処理を実施している。</li> <li>● 鋳物不良：鋳物の不良率は普通鋳物 11%、球状黒鉛鋳鉄 25%と特に後者が高い。不良の原因追求がなされていない。</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1991→1996)：QY16型 512→390台、QY50型 20→70台</li> <li>2) 造型機の導入：鋳巣、芯ずれ、焼着、砂噛みなどの不良の発生は、造型に起因するものが多い。造型機を利用すれば、砂の硬度が安定し、鋳巣の発生、型くずれを防ぐなど、品質の向上を図ることができる。</li> <li>3) 溶解の改善：①溶解工程のポイントは、狙いの溶湯成分に制御することであり、そのために鋳込み後直ちに溶湯成分の分析を行うことが不可欠である。現場で簡便に使用できる炭素当量の測定装置(CEメータ)を導入する。②炉前で取鍋に接種剤を少量添加し、成分を調整したり、溶湯の性質を改良する方法を研究し、採用を行う。溶湯の鋳造性を良くしたり、黒鉛の球状化を促進することもできる。③材料切り換えは、高級材料から順に溶解させる。④鋳湯温度の管理は、湯流れ不良や砂の焼き付き防止に重要である。炉前取鍋での湯温、最終注湯時の湯温を計測し、低温度の溶湯は使わないようにする。このために放射温度計を導入する。</li> <li>4) 焼きなまし：普通鋳鉄、黒鉛鋳鉄のほとんどの焼きなましは、冷却速度の制御によって省略できる。</li> <li>5) 鋳造品の品質確認：①生産ロット毎に抜き取りで、ブリル硬度計による表面硬さの確認を行い、強度保証を行う。②定盤上で寸法検査を行い、形状寸法の確認を行う。新模型による初回品の検査の他に、6ヶ月毎の定期的な検査を実施する。</li> <li>6) 近代化設備(1993年)：造型機 1、CEメータ、放射温度計(1200～1600℃) 1、ファン砂設備(20t) 1、ロストワックス砂コーティング装置 1</li> </ol>				

1. 案件 No.	2		
2. 大分類	機械	3. 中分類	重機械
4. 小分類	鋳山機械(1)		
5. 対象製品	キアボックス等(ボ・リング 機械)		
6. 加工要素	鋳造(ねずみ鋳鉄、球状黒鉛鋳鉄が主体)		
7. 加工設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 木型製作: 帯鋸盤(1)、糸鋸盤(1)、片面切削盤(1)、横式切削盤(1)</li> <li>● 砂配合: 砂用ミサ(0.4m<sup>3</sup>×1)、塗装用ミサ(0.1m<sup>3</sup>×1)</li> <li>● 溶解: ねずみ(2.5t×1)、ブワ(40kW×1)、ミサ(0.1m<sup>3</sup>×1)、取鍋(1t×1, 0.7t×2)</li> <li>● 砂落とし設備</li> </ul>		
8. 加工プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 木型設計・製作・管理</li> <li>● 原料投入→溶解→鋳造</li> <li>● 年間生産量(1986): 311t(内 115t が外部注文)</li> <li>● 販売実績(1986): ボ・リング 機械 43 台(対象製品)、泥水ポンプ 14 台(対象外)</li> </ul>		
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 木型用木材は良質で、特に問題はない。</li> <li>● 木型破損を防止し、精度維持のための補強や摩耗防止の対策が取られていない。</li> <li>● 木型は専用倉庫に保管されているが、所狭しと棚や床上に無造作に置かれている。</li> <li>● 鋳込温度の基準は設定されておらず、溶湯温度測定も行われていない。</li> <li>● 鋳造方案は図面により指示されるが、作業者により変動する可能性が大きい。</li> <li>● 1986 年の鋳物不良は 9.5%である。</li> <li>● 品質不良の原因中、形状、寸法、重量の不良が 48%と高く、鋳型製作上の問題がある。</li> <li>● 押湯切りの際のねずみ、肉厚不良など、作業上の不注意が原因の品質不良が多い。</li> <li>● 安全対策、4S が不十分である。</li> </ul>		
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1987 年→1990 年): 45→110 台</li> <li>2) 鋳造温度管理: 鋳物の品種別に温度基準(例えば鋳鋼:1,600~1,700℃、ねずみ鋳鉄:1,500℃、球状黒鉛鋳鉄:1,550℃)を設定し、測温装置を導入し溶湯の温度管理を行う。</li> <li>3) 成分分析: 溶湯毎にキアボックス番号を付け、サンプルの成分を分析し、品質管理、品質保証の資料とする。</li> <li>4) 木型管理: 鋳物の品質向上のため、木型管理を良くする。木型の保管は直射日光と湿度を避け、木型を直接床に置かず、台上に整理保管する。</li> <li>5) 作業環境の改善 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 鋳造工場内に、一時保管のための木型置場、道具棚を設置し、職場内に安全通路を確保して整理整頓に努める。</li> <li>● 安全衛生管理としてクレーンに警報装置を取付け、クレーン運転者の合図は笛によって行う。また健康管理や安全教育を更に強化する。</li> </ul> </li> <li>6) 近代化設備(1988 年): 炉前鋳鉄成分測定装置 1(1,700 千円)、携帯式デジタル放射温度計 1(230 千円)</li> </ol>		

1. 案件No.	18				
2. 大分類	機械	3. 中分類	産業用機械	4. 小分類	繊維機械(2)
5. 対象製品	本体フレーム、小物部品等(比7織機)				
6. 加工要素	鋳造				
7. 加工設備	木工機械 4、造型機 32、混砂機 9、ショットブラスト 7、キボウ 3、銅溶解炉 1、焼鈍炉 2、乾燥炉 2				
8. 加工プロセス	造型→溶解→注湯→型ばらし→仕上げ→熱処理→検査→防錆塗装				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スラッグの品質管理：スラッグに xỉが混入している。</li> <li>● 低い溶湯温度：キボウからの出湯温度が 1,380℃以上を目指しているが、溶湯温度が低い。コークスの灰分が多い(13~14%)、キボウが水冷式でないなどが、原因として考えられる。</li> <li>● 溶湯の温度測定：溶湯温度測定用の光高温計が壊れて、溶湯温度の判定は目視に頼っている。</li> <li>● 溶湯の成分調整：溶湯成分検査に時間がかかり、検査結果が溶湯の成分調整に生かされない。</li> <li>● 鋳肌：鋳肌の荒れ、面の欠け、隅部の異型が目立ち、塗装後の外観品質を悪くしている。</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1996年→2000年)：74→385台/年</li> <li>2) スラッグの品質管理：スラッグの混入は鋳鉄の成分に大きな影響を与えるので、スラッグの目視検査で混入をチェックする。またスラッグ調達先の指導を強化する。</li> <li>3) 溶湯温度の改善：キボウの水冷化と良質のコークスを使用する。将来的には、鋳物の品質向上、作業環境の改善、操業・管理の容易さを考慮して、電気誘導炉の導入を検討する。</li> <li>4) 溶湯の温度測定：溶湯の温度測定は重要なので、光高温計の修理を早急に行う。</li> <li>5) 鋳物の鋳肌改善：鋳物の鋳肌改善のため、目標鋳肌品質を明確にして、以下の改善活動を推進する。①メッシュの均一な砂を使用する(日本では 100~150メッシュが正規分布の中心値)、②再生砂の異物、微粉を完全に除去する、③石炭粉の添加量の最適値を求め、一定に管理する、④造型の際、型くずれを起こさないように注意し、型くずれを起こした場合は補修する、⑤砂型内に成形されない砂が残らないようにする、⑥鋳肌に焼き付いた砂はショットブラストで完全に除去する。</li> <li>6) 近代化設備(1996年)：高周波電気炉 1(33万円)、高周波電気炉用電源整備費 1(200万円)、配合コピータ秤 1(8万円)</li> </ol>				

1. 案件 No.	52				
2. 大分類	機械	3. 中分類	部品・コンポーネント	4. 小分類	铸造製品
5. 対象製品	ポンプ体、インペラ体、ポンプ座等				
6. 加工要素	铸造(溶解工程)				
7. 加工設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第1分廠 溶解設備:キョボラ 多段羽口式 10トン/時×2基、ブロー ルーツ式 2基</li> <li>● 第2分廠 溶解設備:キョボラ 多段羽口式 5トン/時×2基、3トン/時×2基、ブロー-4基</li> <li>● 第3分廠 溶解設備:キョボラ 多段羽口式 1.5トン/時×1基</li> <li>● 鑄管分廠 溶解設備:キョボラ 多段羽口式 5トン/時×2基、</li> </ul>				
8. 加工プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コークス・鉄鉄・屑鉄・合金鉄配合→溶解工程→中間検査→(機械加工工程→組立工程→検査→梱包)</li> </ul>				
9. 現状と問題点	<p>キョボラの構造:①強度の弱いコークスに対して有効高さが高すぎる。          ②多段羽口式はCOガスが上方で燃焼・発熱し、酸化帯が広がり、溶湯が酸化傾向にある。羽口が多いので、炉修と保守が煩雑である。          ③羽口に覗き窓が無い。羽口から炉況が観察できるようにする。</p> <p>溶解速度:10トンのキョボラはコークス比8-9%の操業で13トン/時の溶解速度であるが、15~16トン/時の溶解速度が得られるはずである。</p> <p>炭素当量:溶湯の炭素当量や迅速化学成分分析がなされていない。CE値と成分分析結果から炉内の状況を知り、操業するのがキョボラ溶解管理の基本である。</p>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化の目標は、機械用鑄鉄鑄造品の生産能力を1990年には、1986年の約1.5倍の30,000トン/年にすることである。</li> <li>2) 熱風送風キョボラの採用と低周波誘導炉溶解の採用を提案している。</li> <li>3) 第1分廠:キョボラの熱風式改造と電気炉による溶解により、高温溶解を行い、普通鑄鉄、球状黒鉛鑄鉄、合金鑄鉄の材質の改善と鑄造欠陥を防止する。 第2分廠:低周波誘導炉の導入により、溶湯の品質を一定に管理し、良質の鑄造品を生産する。</li> <li>4) 新規導入設備は下記の通りである。 第1分廠用 ①熱風式キョボラ: 溶解能力 13トン/時、熱風温度 400℃以上、前炉 5トン ②低周波誘導炉: 容量 3トン、電力 700kW、昇温能力 20分で1400℃→1550℃に昇温 第2分廠用 ①低周波誘導炉: 容量 5トン、電力 1000kW、昇温能力 30分で1400℃→1550℃に昇温 ②低周波誘導炉: 容量 1トン、電力 350kW、昇温能力 30分で1400℃→1550℃に昇温</li> <li>5) 上記設備の価格(1987年) 第1分廠用 熱風式キョボラ 651,000千円 低周波誘導炉 61,380千円 第2分廠用 低周波誘導炉(2基分) 118,000千円 溶解工程 合計 830,380千円</li> </ol>				

1. 案件 No.	54				
2. 大分類	機械	3. 中分類	コンポーネント	4. 小分類	バルブ
5. 対象製品	ホドアイ、ヨーク等(鑄鋼バルブ)				
6. 加工要素	鑄造(溶解工程)				
7. 加工設備	電弧溶解炉: 0.5トン×1基、1.5トン×1基、 電弧炉用変圧器:400KVA×1基、1200KVA×1基				
8. 加工プロセス	● 原材料検査→溶解工程→鑄込み→仕上→検査→(機械加工)				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原料の屑鉄は屋外保管のため錆が発生している。造滓材の生石灰は大気中から水分を吸収しやすいにも拘わらず、吸湿対策が取られていない。</li> <li>● 溶解している炭素鋼の炭素含有量はC=0.01~0.03%であるが、溶解期末の炭素含有量の管理が行われていない。炭素含有量が低く、酸素精錬が出来ない場合が多い。</li> <li>● 酸化期の脱炭反応では、酸素吹込みにより急激な酸化、沸騰反応が必要がある。溶落炭素含有量が低い為、酸化精錬が不十分である。水素・窒素を除くため酸化反応が必要。</li> <li>● 造滓材を投入した後の還元期の脱酸が段階的、連続的に進められていない。</li> <li>● 出鋼時に、炉内の温度測定と生型砂試験による溶鋼中のガス成分検査がなされていない。</li> <li>● 鑄造工程において、計量管理が必要であるが、なされていないか、不十分である。 <ul style="list-style-type: none"> <li>①炉内温度計測:酸素吹精錬前、還元期末期、出鋼後取鍋内の計測はされていない。</li> <li>②装入材料計量:炉内に装入材料の重量測定が必要であるが、目測で装入している。</li> <li>③酸素の計量:酸素による酸化は、その圧力と流量によるが、測定器が完備していない。</li> <li>④炉内分析:炉内の溶鋼の成分は炉内反応により常に変化している。溶落、酸素吹精後、還元期合金鉄投入後の3回は、炭素・マンガンの分析を行う必要がある。</li> <li>⑤溶鋼温度測定:出鋼時の適正温度を確保する為、脱酸剤投入後の溶鋼温度の測定。</li> </ul> </li> </ul>				
10. 提言	<p>6) 近代化の目標は、中圧弁・高圧弁用鑄鋼品の生産能力を1990年には、1987年の3倍の5,000トン/年にすることである。</p> <p>7) 鋼屑は、水分、磷、硫黄、銅、錫等の混入を防止するため、炭素鋼のみの鋼屑で、厚さ3mm以上、長さ600mm以下で、錆・水分の無い屑鉄を使用する。 造滓材として、生石灰の使用を止め、石灰石を400℃以上に加熱乾燥して、使用する。</p> <p>8) 計量管理 <ul style="list-style-type: none"> <li>①炉内分析:溶落、酸素吹精後、還元期後半の合金鉄投入後、炭素・マンガンを分析する。</li> <li>②合金鉄のフェロマンガ、フェロシリコンは500℃以上に加熱し、高温のまま炉内に投入する。</li> <li>③炉中温度測定を酸素吹精前、還元期末期、出鋼後取鍋内の3回浸漬温度計で測定し、酸素吹精前は1600℃以上とする。還元期末期の温度は出鋼後取鍋内で1670℃~1690℃を管理目標温度とする。</li> <li>④出鋼時の成分:炭素 0.24~0.26%、硅素 0.50~0.55%、マンガ 0.70~0.75%、磷 0.020%以下、硫黄 0.010%以下とする。</li> </ul> </p> <p>9) 新規導入設備(1988年) <ul style="list-style-type: none"> <li>①計器:鋼屑重量計、装入材料重量計、酸素流量計、酸素圧力計、浸漬溶鋼温度計、発光分光分析計、液体酸素瓶、石灰乾燥炉、合金加熱炉 小計 39,724千円</li> <li>②大型電弧炉:3トン、2000KVA、受電変電設備、電弧炉集塵装置、取鍋、鋼屑重量計、チャージバケット等 小計 295,460千円 溶解工程合計 335,184千円</li> </ul> </p>				



1. 案件 No.	59				
2. 大分類	機械	3. 中分類	その他機械	4. 小分類	印刷機械
5. 対象製品	フレーム、シリンダー等(オフセット印刷機械、オフセット輪転機)				
6. 加工要素	铸造				
7. 铸造設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原材料別ホバ秤量車</li> <li>● キョボラ:5トン/時×2基、ルーツブロー:55kW×2台、</li> </ul>				
8. 組立プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原材料→溶解工程→注湯→冷却→型ばらし→砂落し→(熟処理→仕上→粗削り→検査→機械加工) ↑</li> <li>● 模型製作→鑄型・中子製作→鑄型組立→↑</li> </ul>				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原材料の内、特に鋼屑・故鉄の成分バラツキ、コークスの質の悪さ、材質(強度・靱性)のバラツキが大きく、規格維持が不安定である。</li> <li>● 砂・砂再生処理設備が悪く、鑄型の硬さ、砂の通気性が悪い。</li> <li>● 造型作業が手作業で、型くずれ、型ずれ多く、寸法精度が悪い。</li> <li>● コークスが悪く、溶解温度が低く、炭素調整も悪い為、高強度鑄鉄の規格を守れない。</li> <li>● 炉前試験はチル試験だけを実施している。これでは材質の判定は困難である。</li> <li>● 鑄込時のノロかき、除去方法が人手依存の為、不安定で、ノロ噛み鑄物が多発している。</li> <li>● 大物品の砂落しは鑿による手作業で状態は悪く、最終製品迄砂が焼着したままである。</li> <li>● 粗削加工は、砂が多量についたまま行っており、切削上・工作機械共に不具合である。</li> </ul>				
10. 提言	<p>10) 近代化の目標は、1988年の生産重量1370トン/年の印刷機械を1992年には2倍の2770トン/年に生産能力を増強し、2色オフセット印刷機械等の新鋭機を新たに開発・製作し、売上高を2.4倍にする事である。</p> <p>11) 造型機の導入:造型は全て手作業である。小型鑄物には「ジョルト・スライズ」造型機を、大・中型鑄物には「サント・スリッパ」造型機を導入する。</p> <p>12) 砂再生装置を導入し、砂を改良し良質の鑄型を作製し、鑄物製品の品質を向上する。</p> <p>13) 現在のキョボラ単独操業では、高級鑄物の材質確保が出来ないので、低周波誘導溶解炉を導入し、二重溶解法を提案している。</p> <p>14) 鑄込中のスラグ巻込防止の為、取鍋湯口に耐熱材仕切板を付けてスラグ流入を防止する。</p> <p>15) 溶湯成分の管理としてチル試験でなく、CE(炭素当量)計を導入する。</p> <p>16) 大型鑄物品の砂落し用にハンガ型ショットブラスト機を導入する。</p> <p>17) 下記の設備の導入を提案している(1988年)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①小型造型ライン2基:枠寸法800L×500W×200T 30,000千円</li> <li>②砂再生処理装置改造:シェイクアウト機(10トン/h)、粉碎篩機、サントクレーン、ダストコレクター(250m<sup>3</sup>/分)、ベルトコンベアー(500W)、CB(コンパクトビリティ)コントローラー(ミル2基用 15千円)</li> <li>③大型ハンガ型ショットブラスト:2.8トンクレーンブラスト 1500φ×2000H</li> <li>④CEメーター:C, Si, CE測定・球状化判定</li> <li>⑤サントスリッパ、注蠟装置:枠寸法300×300×50 13,000千円</li> <li>⑥低周波誘導溶解炉:1トン(32,000千円)、注蠟装置(1000φ×1200:6,000千円)</li> <li>⑦フラン砂プロセス装置:1式 40,000千円</li> </ul> <p style="text-align: right;">铸造工程設備費合計 220,000千円</p>				

1. 案件 No.	61				
2. 大分類	機械	3. 中分類	その他機械	4. 小分類	印刷機械
5. 対象製品	フレーム、ギヤケース等(グラフィック印刷機械、ラミネーティング機械、グラフィローラ)				
6. 加工要素	鋳造				
7. 鋳造用設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 砂処理設備:6台、造型設備:3台、溶解設備:5台、工業炉:2台、砂落とし機:5台、清掃設備:9台</li> </ul>				
8. 鋳造プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 炉材倉庫→造型→型枠→注湯→取出し→砂落とし→焼鈍→検査</li> </ul>				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鋳造の不合格品の発生率は平均7~10%である。フレーム、ギヤケースなどの主要部品だけの不合格率は30%を超える場合もある。この不合格品が鋳造工程の原料として戻って使用される為鋳造工場の生産工程が立て難い状況である。鋳造不合格品の要因である鑄巢、鑄砂の混入、注湯不足などの原因として、造型不良、溶解温度不良、原料材質のバラツキ、設備の老朽化、鋳造技術不足、作業員の技術水準等が考えられる。</li> <li>● 木型を間違っ使用するなどの単純な過ちもある。</li> <li>● 鑄物砂の仕様の項目が少ない。原料鉄の仕様の項目が少ない。</li> <li>● 鑄物の成分が分析されているが、この分析結果が鋳造工場の操業条件に反映されていない。</li> <li>● 鋳造工場は全体的に砂場の状態で照明も薄暗い。重量物を取り扱うが、作業員はヘルメット等安全用装備を着用していない。環境衛生設備の集塵装置、騒音対策、振動対策などの設備はない。</li> </ul>				
10. 提言	<p>18) 近代化の目標は、現在(1989年)年産390台の印刷機械・ラミネーター等の生産量を1992年までには660台/年に増産する事である。</p> <p>19) 鋳造工程の年間生産能力は3,000トンに対して現在1,600トンに止まっており、この現状を打開する方策を種々の面から改善提案している。</p> <p>20) 不合格率の高い原因は鑄型砂・溶解温度・原料配合等である。</p> <p>①鑄型砂は80メッシュ程度が良く、大型鑄造品の場合は砂に均一に樹脂をコーティングする方法が良い。造型後の乾燥はガス抜きムラや、注湯時の砂型の崩壊、剥離が生じない様に乾燥ムラがおきない乾燥方法を採用する。</p> <p>②溶解炉から出した溶鉄の鑄込み温度を1,350℃以上に保持する管理が重要である。溶解管理項目として、キューラの冷風・熱風送風量、風圧、装入口の炎の色、溶滓の色、炉壁の侵食、熱風炉の総数温度、燃焼ガス温度、排ガス温度等を上げ、それぞれの管理方法を提案している。</p> <p>③鑄込みに当たっては、取鍋の湯にマグネシウムを投入し15分以内に鑄型に注湯する。</p> <p>④原料の配合には薄鋼板屑鉄を40%以上加えれば接種(イノクレーション)が効かないのでこの管理も鋳造にとっては重要である。</p> <p>21) 鋳造工程の近代化の為に新規設備を導入する必要はない(1989年)。  鋳造工程点検し、分解修理作業一式 30,000千円</p>				

1. 案件 No.	45				
2. 大分類	機械	3. 中分類	工作機械・ 工具	4. 小分類	工作機械
5. 対象製品	フレーム等(自動車部品加工専用工作機械及び自動生産ライン)				
6. 加工要素	铸造				
7. 加工設備	<p>キャボラ(3トン)、銑鉄裁断機(10トン)、造型機(800×1100)、乾燥炉(3トン)、 砂再生装置(40 立方米/時)、砂処理機(2.4&amp;4 立方米/時)、ウォーターブラス装置(31 立方米/時)、タン ブラー、铸銅用炉、集塵装置、</p>				
8. 加工プロセス	<p>砂処理→造型・乾燥→塗型・型合せ→注湯→保温・型ばらし→砂落し・手入れ→応力除去→ →機械加工</p>				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 模型製作: 模型は「木型」が主体である。木型は使用中に変形や損傷を生じ易い。定期的精度検査を行い、必要に応じ補修を行うべきであるが、満足には行われていない。金型は限定した範囲のみに採用されている。重要且つ繰返しの多いものに優先的に採用すべきである。</li> <li>● 造型 鑄型: 最も一般的な「生型」法を採用している。造型機が 1 台しかなく、しかも旧式である。増設を要する。</li> <li>● 溶解・注湯: 溶解は 3 トンキャボラで行う。これに容量 3 トンの前炉がついてあり、単体 3 トンまでの鑄込みが可能な構造である。キャボラの場合、その構造上、材料を切換えるとき成分が安定しにくい。</li> <li>● 砂落し・応力除去: 応力除去は「枯らし」法、「焼き鈍し」法及び「機械的振動」法を採用している。枯らしを全品に対して行っているわけではないが、このため 1 年分の資金を費かせ、広い土地を占有している。鑄造応力は、凝固後の保温と徐冷を正しく行えば、減少させることが出来る。先ずこれを行った上で、焼鈍炉による方法に切換えるべきである。</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化の目標は、現在(1991年)年産 300 台の工作機械生産量を 1995 年には年産 1,150 台に増産することである。</li> <li>2) 造型工程の改善 <ol style="list-style-type: none"> <li>①砂の回収: 砂落し後の砂は 100°Cの温度であり、散水により粘土分と添加剤を回収する。</li> <li>②異物除去・篩: 異物と微粉を除去するが、微粉の除去が不十分。微粉捕捉のため、2 台の篩機にバグフィルターを設置する。</li> </ol> </li> <li>3) 溶解工程の改善 <ol style="list-style-type: none"> <li>①材料配合: 各種の材料を混同しない様に区分する。材料のバラツキを制御する。</li> <li>②溶解成分制御: 鑄込み後直ちに溶湯成分の分析を行う。現場で簡便に使用できる CEメーターを導入する。CEメーターの冷却曲線から CE値(炭素当量)を測定する。</li> <li>③溶解順序: 高級材料から順に溶解する。成分濃度が希釈されるので、途中で両材料の中間材料が出来、これを下級材料である次ロットの材料とすれば不良品から免れる。</li> </ol> </li> <li>4) 新規導入設備(1991年) <p>バグフィルター(中国製を想定し、金額は計上していない) CEメーター(内訳単価不明 50 万円程度)</p> </li> </ol>				

1. 案件No.	47										
2. 大分類	機械	3. 中分類	工作機械・工具	4. 小分類	工作機械						
5. 対象製品	ベット、コラム、テーブル等(軸受研削盤)										
6. 加工要素	鋳造										
7. 加工設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● キュボラ:半熱風型6トン/時</li> <li>● 焼鈍炉</li> <li>● シェークアウトマシン・ショットブラストマシン・ハイドロブラスト・タンブラスト</li> </ul>										
8. 加工プロセス	模型製作→造型工程→溶解→注湯→焼鈍→砂落とし・ショットブラスト等仕上→(機械加工)										
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 造型工程では、粘土砂使用の乾燥型及び生型が主流である。精度及び生産能力の面からフラン樹脂と硬化触媒を添加して鑄型を作る自硬性鑄型造型設備に移行すべきである。</li> <li>● 低級鑄鉄を使用する限り現有低温型キュボラで対応できるが、将来的には不十分である。</li> <li>● 焼鈍工程に使用している炉は、その構造上及び焼鈍方式から炉内の温度分布を均一に保ち、所定の温度曲線に合わせて昇温速度、降温速度を制御できない。</li> <li>● 鑄物仕上工程の表面清掃、鑄張り取り、溶接補修、グラインダー仕上等の工程は限りなく減少すべきである。</li> </ul>										
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化の目標は、生産技術、特に製品の数値制御、高精度、高効率を目指し、NC 研削盤と軸受研削加工の自動化を進展させ、自動車業界等に高級工作機械を提供する。</li> <li>2) 粘土砂乾燥型、粘土砂生型、フラン樹脂自硬性鑄型の混合方式から、全面的にフラン樹脂自硬性鑄型に切替え、統一する。珪砂は品質の良いものを使う。珪砂回収再生装置を使用する。</li> <li>3) 工作機械の主要構造材のベット、コラム、テーブル等の鑄物素材の材質は、高級化し強靱鑄鉄が使用される。現在の低級材の低温溶解用キュボラでは、不十分になり、風量自動制御装置付熱風水冷キュボラと材料自動定量供給装置を新たに導入する。</li> <li>4) 鑄造応力除去の焼鈍工程では、機械加工を施す前に行うようにする。焼鈍炉を現在の固体燃料燃焼方式から自動温度制御可能な都市ガス燃焼方式に入れ替える。</li> <li>5) 鑄物仕上工程では、現有のハイドロブラスト及び鑄鉄ショットを投射するターンテーブル型ショットブラストに替えて、クレーンタイプショットブラスト及びエアブラストを導入する。</li> <li>6) 新規導入設備(1993年) <ol style="list-style-type: none"> <li>①熱風水冷キュボラ溶解設備(6トン/時) 2基 108,000千円、付属設備 56,300千円、</li> <li>②焼鈍炉 1基 炉内容積 4mW×3.5mH×5mL=70m<sup>3</sup> 36,000千円、付属設備 26,500千円</li> <li>③ショットブラストマシン 660kg/分(39.6トン/時) 7.5kWモーター付4台、11kWモーター付1台、42,500千円、付属設備 10,500千円</li> <li>④エアブラストシステム 1基 1,900千円、付属設備・工事費 7,500千円</li> </ol> <table style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">FOB 価格</td> <td>188,400千円</td> </tr> <tr> <td>輸送費・保険</td> <td>3,768千円</td> </tr> <tr> <td>付属設備・工事費</td> <td>100,800千円</td> </tr> </table> <p style="margin-left: 20px;">鑄造工程 合計 292,968千円</p> </li> </ol>					FOB 価格	188,400千円	輸送費・保険	3,768千円	付属設備・工事費	100,800千円
FOB 価格	188,400千円										
輸送費・保険	3,768千円										
付属設備・工事費	100,800千円										

## 3-2 鍛造

以下に鍛造工程の提言をまとめた。

### 3-2-1 加熱炉の燃料転換

加熱炉が石炭だき炉のため、炉内の温度調整と温度分布が共に不安定であり、材料強度、韌性にバラツキが生じ易い。石油またはガス燃焼の加熱炉を導入する。

### 3-2-2 老朽化した鍛造プレスの更新

ハンマープレスによる自由鍛造は歩留まりが悪く、騒音面からも問題が多いので、老朽化した鍛造プレスは、順次、型鍛造のプレス鍛造機に更新する。

### 3-2-3 材料搬送の改善

加熱炉と鍛造機間の迅速な材料輸送、鍛造機における材料の保持、移動、回転などの鍛造作業の迅速化などのために、自走式マニプレーターを導入して作業の合理化を図る。

### 3-2-4 金型取替えの合理化

水圧プレスのサドル移動装置の設置、上金敷着脱装置の設置により、金型取替えの迅速化を図る。

### 3-2-5 バリ取りの改善

ガス切断による型鍛造のバリ取りは切断面の品質が悪く、機械加工の基準面が不安定となる。トリミングプレスを導入して、打抜きによるバリ取りを行う。

### 3-2-6 作業環境の改善

重量物の鍛造部品を手扱いしている。モノレール式のホイスト、ジブクレーンなどの設置により、作業者の負担の軽減と安全を図る。

以下に提言事例をまとめた。

1. 案件No.	27				
2. 大分類	機械	3. 中分類	輸送・建設機械コンボ・ネト	4. 小分類	ディーゼル部品
5. 対象製品	ターボチャージャー用のタービンプレートおよびシャフト(ディーゼルエンジン)				
6. 加工要素	鍛造				
7. 加工設備	加熱炉 8. 鍛造ハンマー 750kg, 560kg, 250kg, 65kg 各1, プレス機械 100t, 160t 各1				
8. 加工プロセス	(材料切断)→材料加熱→型鍛造→バリ取り欠陥除去→材料加熱→仕上鍛造→(熱処理) ↑ ↑ 型設計・方案→鍛造金型製作				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 生産量が少ないので、設備の老朽化以外に大きな問題はない。</li> <li>● 全ての作業が手作業で行われている。</li> <li>● 工程的に問題はないが、精密金型技術および閉塞鍛造技術の確立により、バリ取り欠陥除去→材料加熱→仕上鍛造の工程をなくし、直接成形することができる。</li> </ul>				
10. 提言	1) 近代化目標(1992年→1996年) : 10,420→150,000台/年 2) 近代化設備(1994年) <ul style="list-style-type: none"> <li>● スクリュープレス機の導入 : タービンプレートの成形には、被加工物が高合金であり、変形抵抗が大きいことから、高エネルギーを出せて、ハンマーに似た衝撃加圧加工ができるスクリュープレス機(300t以上)が適していると考えられる。400tスクリュープレス機の日本国内価格は450百万円(1993年)である。</li> <li>● 鍛造工程の自動化 : 材料のプレスへの供給にトランスファーを新設する。</li> </ul>				

1. 案件No.	11				
2. 大分類	機械	3. 中分類	産業用機械	4. 小分類	化学機械(1)
5. 対象製品	ピストン棒・クランク棒・クランク等の鍛鋼品、バルブ本体の黄銅品、クランク等のアルミニウム合金製品(空気分離設備)				
6. 加工要素	鍛造				
7. 加工設備	空気式ハンマ 3、蒸気式ハンマ 1、加熱炉 4、電気炉 2、工作機械、溶接設備				
8. 加工プロセス	加熱→鍛造				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 設備稼働率が低い：ハンマ鍛造機械が老朽化し、設備稼働率が低い。そのため外注が増加している。</li> <li>● 不十分な搬送設備：加熱炉と鍛造機械間の材料の搬送は、天井クレーン、フォークリフト、人力で行っている。鍛造品は鍛造物の温度管理が重要で、迅速な作業が必要である。また人力による高温の重量物の運搬は危険性が高く、能率も悪い。</li> <li>● 鍛造割れ：黄銅製弁本体の表面に鍛造割れが発生する。不良率が30%になることもある。</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1988年→1995年)：空気分離設備(3,350NM<sup>3</sup>/h→12,000 NM<sup>3</sup>/h)、天然ガス液化分離設備(50万m<sup>3</sup>/d→180~200万m<sup>3</sup>/d)</li> <li>2) プレス鍛造機の導入：ハンマは瞬間的に大きな打撃力を与えられるが、加工時間が極めて短いので変形抵抗が高く現れる。しかも比較的変形し易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。またハンマの打撃時の大きな騒音は重大な騒音公害を引き起こす。一方ハンマは、小さな設備で大きな力を出せる、変形の度合いに応じて打撃力を加減できる、繰返し打撃で加工できる等の利点があるが、一般には操作性が悪く、小物や特殊な鍛造に使われている。設備の近代化として、老朽化したハンマを撤去して、500トンプレス鍛造機を導入する。</li> <li>3) 搬送機器の合理化：小型自走式マニピュレータを導入する。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ピットアップ、人力で操作できない大物部品の取扱い、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図れる。</li> <li>4) 鍛造割れの防止：以下の加熱改善策を行う。①加熱は電気炉を使う(ガス炉の場合、火炎が被加熱体に直接接触するとサファークラックを起こし、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、素材の表面部と中心部との伸びの差が異なるため、リップを起こし割れの原因になる)、③加熱テストを実施する(被加熱体の表面と中心部に熱電対を取付け、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)。</li> <li>5) 近代化設備(1989年)：500トンプレス鍛造機1(510,000千円)、小型(11)自走式マニピュレータ1(30,600千円)</li> </ol>				

1. 案件 No.	21				
2. 大分類	機械	3. 中分類	輸送・建設・ 農業機械	4. 小分類	建設機械(2)
5. 対象製品	油圧シリンダ、歯車プーリの自由鍛造品、およびナットなどの型鍛造品(トラック用)				
6. 加工要素	鍛造				
7. 加工設備	鍛造ハンマ(150kg, 250kg, 560kg, 3t, 25t : 各 1, 1t×2)、フリクションプレス 1, 重油加熱炉 8 (生産能力 : 130t/月)				
8. 加工プロセス	(材料鋸切断)→材料加熱→鍛造→バリ取り→焼鈍→ショットブラスト・下塗り塗装→(紫形材倉庫)				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 型打ち鍛造品のバリ取り作業はガス切断のため、バリの切断面の品質が不具合である。機械加工の基準面が不安定となる。</li> <li>● 設備稼働率が低く、設備にかなりの余力がある。</li> <li>● 設備は老朽化している。</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1991→1996) : QY16 型 512→390 台, QY50 型 20→70 台</li> <li>2) トミンカプルの導入 : 100t 程度のトミンカプルを導入して、型打鍛造品については打ち抜きによるバリ取りを行う。</li> <li>3) 材料管理 : 材料管理を厳格に実施して、異材混入を防ぐ。例えば丸棒は長手方向全長に亘ってペンチを塗り、ペンチの色で材料の識別をする。材料切断後も色が分かるので、材料の間違いがなくなる。</li> <li>4) 設備の更新 : 設備の老朽化に対しては、逐次設備の更新を図る。</li> <li>5) 近代化設備(1993 年) : クラックプル 100t×1, クラックプル 300t×1</li> </ol>				



1. 案件 No.	1				
2. 大分類	機械	3. 中分類	重機械	4. 小分類	铸鍛造
5. 対象製品	ロール、ロータ、ディスク等				
6. 加工要素	鍛造				
7. 加工設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水圧プレス(4柱型、ブックタイプ、12,500t×1、6,000t×1、1,250t×1)</li> <li>● 水圧ポンプ(6基、単動ファンジヤ式、320kg/cm<sup>2</sup>、1,300 l/分、1,428HP)</li> <li>● 鍛造起重機(6基、20~250t)</li> <li>● 鍛造マニピュレータ(1×20M-T、1×200M-T)</li> <li>● 鍛造加熱炉(5×(250~450)t、9×(60~150)t、3×60t)</li> <li>● 打上焼鈍炉(6×(200~500)t、10×(50~130)t)</li> </ul>				
8. 加工プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● (製鋼)→加熱→プレス→焼鈍→(熱処理)</li> <li>● 年間生産量：23,000t</li> <li>● 普通鋼：36%、合金鋼：64%</li> </ul>				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 制御方式は円錐弁を用い、弁の開閉は弁棒の上下動によって行う手動操作である。</li> <li>● かなり精度の低い板定規による厚み測定を行っている。</li> <li>● 標準的な水圧プレスに比較して無負荷運転速度が遅い。</li> <li>● 下金敷の取替えを迅速にするためのストリッパ移動装置が設置されていない。</li> <li>● 長尺物の方向転換に苦慮している。</li> <li>● 12,500t、6,000t プレスにマニピュレータが取り付けられていない。</li> <li>● 加熱炉の炉内温度、炉内圧力の自動制御装置の導入が必要である。</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1984年→1990年)：铸鍛鋼品 33,580→85,000t/y</li> <li>2) 品質および歩留りの向上 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水圧プレス自動化と工具マニピュレータの設置：作業者の労働負荷の減少、鍛練精度の向上</li> <li>● 表面溶削用スクラッピング器具と防熱衣の購入、自動ガス切断機の設置：鍛造中に発生する表面材の除去、鍛造した材料の切断などの作業効率の向上</li> <li>● 鍛造自動クランプ金敷着脱装置の設置：取り代の低減</li> </ul> </li> <li>3) 作業能率(生産性)の向上 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水圧プレスのストリッパ移動装置の設置：下金敷取替えの迅速化</li> <li>● 水圧プレス上金敷着脱装置の設置：上金敷取付け、取外し法の改善</li> <li>● 起重機ロータリフックの設置、100~260t 鋼塊玉掛用電動鋼塊トングの設置：長尺物鍛造作業の作業効率の向上、安全性の向上、労働負荷の低減</li> <li>● 高速操作弁取付けによるプレス作業性の改善：水圧プレス運転速度の向上</li> </ul> </li> <li>4) 生産能力の増大 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水圧プレスのデイライト(DAYLIGHT)拡大法の調査：生產品種の拡大</li> <li>● 大型クランプ一体型鍛造装置力量増大法の調査：生產品種の拡大</li> </ul> </li> <li>5) 保全、計測技術の向上および作業環境の改善</li> <li>6) 近代化設備(1985年)：水圧プレスの自動化(120,000千円)、工具マニピュレータ(40,000千円)、自動クランプ金敷装置(15,000千円)、ストリッパ移動装置(8,000千円)、上金敷着脱装置(15,000千円)、起重機ロータリフック(20,000千円)、電動鋼塊トング(160,000千円)</li> </ol>				

1. 案件No.	53										
2. 大分類	機械	3. 中分類	部品・コンポーネント	4. 小分類	ベアリング						
5. 対象製品	内輪、外輪(ボールベアリング、テーパローラーベアリング)										
6. 加工要素	鍛造										
7. 加工設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 切断プレス:100トン×3基</li> <li>● 鍛造プレス:160t×2基、315t×2基、400×2基、500×1基、630×1基、</li> </ul>										
8. 加工プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 切断→鍛造工程(据え込み→成形→底抜き)→穴明け→冷間押出→焼戻し→(機械加工)</li> </ul>										
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現行工程は内輪又は外輪のみの単体鍛造であり、歩留りが40～50%と悪い。また、プレス能力も小さく、内外輪セット鍛造は製品サイズが小物に限定される。</li> <li>● テーパーローラーベアリングの内外輪は冷鍛を行っているが、材料歩留60～65%であり、高価なパイプ材に対して冷間方式はコストダウンに結びつかない。</li> <li>● 鍛造加工製品精度向上の課題として、偏肉発生が度々起ることと旋削時黒皮発生による不良が多い事である。</li> </ul>										
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化の目標は、品質の向上、品種の拡大、不良品・廃品の削減である。</li> <li>2) 材料切断工程では、冷間自動剪断機を導入し、鍛造品精度の向上、材料の歩留向上を図る。</li> <li>3) 自動温度制御、ピレット整列式重油焼き鍛造用加熱炉に改造する。高周波加熱装置を導入し、1,600トランスファープレスに直結する。</li> <li>4) 外輪外径φ80～140の製品はラジアルボールベアリング・テーパベアリングとも1,600トンプレスにて熱間鍛造内外輪セット取りを行う。1,600トランスファープレスは自動式とする。</li> <li>5) 製品外径φ40～80の小径品用に亜熱間鍛造方式を導入する。</li> <li>6) φ140以上の製品はラジアルボールベアリング・テーパベアリングとも現行方式とし、第2段階にてローリング機を導入する。</li> <li>7) 偏肉発生防止対策として、①ガイトリング方式②ハンチでダイをガイドする方式③偏芯リング方式があり、それぞれの特徴を説明している。</li> <li>8) 新規鍛造工程導入設備コスト(1987年) <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>①1600トン自動鍛造プレスライン 450tピレットシャー、1000kWピレットヒーター、 1600t自動鍛造プレス、機械間搬送装置</td> <td style="text-align: right;">647,440千円</td> </tr> <tr> <td>②亜熱間鍛造設備 高周波加熱装置、1000tトランスファープレス 150tサイジングプレス</td> <td style="text-align: right;">602,100千円</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;"><b>鍛造工程 合計 1,249,540千円</b></td> </tr> </table> </li> </ol>					①1600トン自動鍛造プレスライン 450tピレットシャー、1000kWピレットヒーター、 1600t自動鍛造プレス、機械間搬送装置	647,440千円	②亜熱間鍛造設備 高周波加熱装置、1000tトランスファープレス 150tサイジングプレス	602,100千円	<b>鍛造工程 合計 1,249,540千円</b>	
①1600トン自動鍛造プレスライン 450tピレットシャー、1000kWピレットヒーター、 1600t自動鍛造プレス、機械間搬送装置	647,440千円										
②亜熱間鍛造設備 高周波加熱装置、1000tトランスファープレス 150tサイジングプレス	602,100千円										
<b>鍛造工程 合計 1,249,540千円</b>											

1. 案件 No.	59														
2. 大分類	機械	3. 中分類	その他機械	4. 小分類	印刷機械										
5. 対象製品	軸、フランジ等の小物部品(オフセット印刷機械、オフセット輪転機)														
6. 加工要素	鍛造														
7. 鍛造設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 石炭焚炉:1200℃×4 基</li> <li>● 鍛造機(トロップハンマー):5 基(150kg、250kg×2 基、560kg、750kg)</li> </ul>														
8. 組立プロセス	● 素材受入→加熱→鍛造→検査→(入庫)														
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 素材、製品、予備品の管理が悪く、異材混入の恐れがある。</li> <li>● 鍛造機と加熱炉との距離が長く、また通路を隔てているため作業効率及び安全上不具合である。</li> <li>● 新設の 750kg ハンマーにジブクレーン等の吊具設備が無く、50～100kg/個の鍛造品を手作業で操作しており、労働過多となっている。</li> <li>● 加熱炉が石炭焚炉のため、炉内の温度調整・分布共に不安定であり、材質強度、韌性にバラツキが生じ易い。</li> <li>● 煙道のつまりが多く、煙の排出が悪く、工場内の環境を悪くしている。</li> <li>● 作業標準は無く、加熱、鍛造作業とも経験で行っている。</li> </ul>														
10. 提言	<p>9) 近代化の目標は、1988年の生産重量1370トン/年の印刷機械を1992年には2倍の2770トン/年に生産能力を増強し、2色オフセット印刷機械等の新鋭機を新たに開発・製作し、売上高を2.4倍にする事である。</p> <p>10) 現在生産効率を悪くし、労働強化となっているレイアウトの改善案を提示している。</p> <p>11) 石炭焼き加熱炉は炉内温度調整、温度分布が悪く、材料強度・内部性状にバラツキが出て品質の確保が困難である事、煙道詰まりで工場内環境の悪化、石炭くべの労働強化等の理由で、石油又はガス焼き加熱炉に変更する。</p> <p>12) ジブクレーンを設置し、単重 100kg を超える部品の移動に使う。150kg ホイストのジブクレーンを加熱炉の素材の出入れ及びハンマーでの鍛造品保持と兼用できる位置に設置する。</p> <p>13) 異物混入防止対策として、材料色別管理(端面色別法でなく、長手方向色別法)、素材受入定数原則(予備品は零)、受入素材の床への直置き禁止、不良品の赤塗料塗りで廃却、工作票による素材個数=製品個数+廃却個数の確認等の改善案を提案している。</p> <p>14) 新規導入設備(1989年)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">①電動式リフター:1000kg ジブクレーン</td> <td style="text-align: right;">1,000 千円</td> </tr> <tr> <td>②ジブクレーン:150kg 電動ホイスト</td> <td style="text-align: right;">600 千円</td> </tr> <tr> <td>③鍛造用加熱炉:1500L×1000W×800H 2基}</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">1800 L×1200W×800H 2基}</td> <td style="text-align: right;">25,000 千円</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">鍛造工程設備費合計</td> <td style="text-align: right;">26,600 千円</td> </tr> </table>					①電動式リフター:1000kg ジブクレーン	1,000 千円	②ジブクレーン:150kg 電動ホイスト	600 千円	③鍛造用加熱炉:1500L×1000W×800H 2基}		1800 L×1200W×800H 2基}	25,000 千円	鍛造工程設備費合計	26,600 千円
①電動式リフター:1000kg ジブクレーン	1,000 千円														
②ジブクレーン:150kg 電動ホイスト	600 千円														
③鍛造用加熱炉:1500L×1000W×800H 2基}															
1800 L×1200W×800H 2基}	25,000 千円														
鍛造工程設備費合計	26,600 千円														

1. 案件 No.	61																				
2. 大分類	機械	3. 中分類	その他機械	4. 小分類	印刷機械																
5. 対象製品	ローテーション、角材等(グラビア印刷機械、ラミネーティング機械、グラビアローラ)																				
6. 加工要素	鍛造																				
7. 鍛造用設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● エアーハンマー:2台、プレス:7台、シャーリング:4台、折曲機:1台、</li> <li>● ラジアルボール盤:1台、ボール盤:2台、フライス盤:1台、電気溶接機:16台、ガス溶接機:1台</li> </ul>																				
8. 鍛造プロセス	● 素材→切断→加熱→自由鍛造→検査→熱処理→仕上げ→検査→鍛造素形材倉庫																				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コストの高い鍛造部品が多すぎる。品質上鍛造品でなければならない部品に限定すべきである。</li> <li>● 鍛造品はコストが高いため、鍛造工程以外の製造手段を検討し、その検討結果から鍛造工場の設備能力を再検討する必要がある。</li> <li>● 鍛造品の不合格品の発生率は0.5%である。原因は温度不足による割れである。</li> <li>● 鍛造工場の仕掛品の保管状態はコンクリート床に直置きでバラバラに置かれている。通常工場で使用されるパレットは使われていない。</li> <li>● コンクリート床に直置きのため運搬車に積替える手間がかかり非能率的であり、積替え時に仕掛品に疵を付ける可能性が高い。</li> <li>● 仕掛品の保管に関して整理・整頓・清掃が出来ていない。</li> <li>● 鍛造工場の自動化、省力化がなされていない。</li> </ul>																				
10. 提言	<p>15) 近代化の目標は、現在(1989年)年産390台の印刷機械・ラミネーター等の生産量を1992年までには660台/年に増産する事である。</p> <p>16) 当工場の鍛造加工は、中国の鉄鋼生産で入手できない寸法のを主に鍛造している。鍛造加工はコストが高いため現在鍛造加工している部品一つ一つを板金加工に変更する可能性を検討すべきである。</p> <p>17) 鍛造工程に新規導入する設備及び価格(1989年)</p> <table border="0"> <tr> <td>①シャーリング機:1台</td> <td>5,000千円</td> </tr> <tr> <td>②ベンダー:1台</td> <td>5,000千円</td> </tr> <tr> <td>③精密ガス切断機 2台</td> <td>10,000千円</td> </tr> <tr> <td>④電気溶接機:5台</td> <td>5,000千円</td> </tr> <tr> <td>⑤スポット溶接機:1台</td> <td>5,000千円</td> </tr> <tr> <td>⑥その他鍛造工程用設備一式</td> <td>20,000千円</td> </tr> <tr> <td colspan="2">(ボール盤:1台、ジグ:5台、サンダ:20台、プレス:1台)</td> </tr> <tr> <td>鍛造工程設備合計</td> <td>50,000千円</td> </tr> </table>					①シャーリング機:1台	5,000千円	②ベンダー:1台	5,000千円	③精密ガス切断機 2台	10,000千円	④電気溶接機:5台	5,000千円	⑤スポット溶接機:1台	5,000千円	⑥その他鍛造工程用設備一式	20,000千円	(ボール盤:1台、ジグ:5台、サンダ:20台、プレス:1台)		鍛造工程設備合計	50,000千円
①シャーリング機:1台	5,000千円																				
②ベンダー:1台	5,000千円																				
③精密ガス切断機 2台	10,000千円																				
④電気溶接機:5台	5,000千円																				
⑤スポット溶接機:1台	5,000千円																				
⑥その他鍛造工程用設備一式	20,000千円																				
(ボール盤:1台、ジグ:5台、サンダ:20台、プレス:1台)																					
鍛造工程設備合計	50,000千円																				

1. 案件 No.	61																				
2. 大分類	機械	3. 中分類	その他機械	4. 小分類	印刷機械																
5. 対象製品	ローラーシャック、角材等(グラビア印刷機械、ラミネーティング機械、グラビアローラ)																				
6. 加工要素	鍛造																				
7. 鍛造用設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● エアーハンマー:2台、プレス:7台、シャーリング:4台、折曲機:1台、</li> <li>● ラジアルボール盤:1台、ボール盤:2台、フライス盤:1台、電気溶接機:16台、ガス溶接機:1台</li> </ul>																				
8. 鍛造プロセス	● 素材→切断→加熱→自由鍛造→検査→熱処理→仕上げ→検査→鍛造素形材倉庫																				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コストの高い鍛造部品が多すぎる。品質上鍛造品でなければならない部品に限定すべきである。</li> <li>● 鍛造品はコストが高いため、鍛造工程以外の製造手段を検討し、その検討結果から鍛造工場の設備能力を再検討する必要がある。</li> <li>● 鍛造品の不合格品の発生率は0.5%である。原因は温度不足による割れである。</li> <li>● 鍛造工場の仕掛品の保管状態はコンクリート床に直置きでバラバラに置かれている。通常工場で使用されるパレットは使われていない。</li> <li>● コンクリート床に直置きでの運搬に積替える手間がかかり非能率的であり、積替え時に仕掛品に疵を付ける可能性が高い。</li> <li>● 仕掛品の保管に関して整理・整頓・清掃が出来ていない。</li> <li>● 鍛造工場の自動化、省力化がなされていない。</li> </ul>																				
10. 提言	<p>18) 近代化の目標は、現在(1989年)年産390台の印刷機械・ラミネーター等の生産量を1992年までには660台/年に増産する事である。</p> <p>19) 当工場の鍛造加工は、中国の鉄鋼生産で入手できない寸法のを主に鍛造している。鍛造加工はコストが高いため現在鍛造加工している部品一つ一つを板金加工に変更する可能性を検討すべきである。</p> <p>20) 鍛造工程に新規導入する設備及び価格(1989年)</p> <table border="0"> <tr> <td>①シャーリング機:1台</td> <td>5,000千円</td> </tr> <tr> <td>②ベンダー:1台</td> <td>5,000千円</td> </tr> <tr> <td>③精密ガス切断機 2台</td> <td>10,000千円</td> </tr> <tr> <td>④電気溶接機:5台</td> <td>5,000千円</td> </tr> <tr> <td>⑤スポット溶接機:1台</td> <td>5,000千円</td> </tr> <tr> <td>⑥その他鍛造工程用設備一式</td> <td>20,000千円</td> </tr> <tr> <td>(ボール盤:1台、ジック:5台、サンダ:20台、プレス:1台)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>鍛造工程設備合計</td> <td>50,000千円</td> </tr> </table>					①シャーリング機:1台	5,000千円	②ベンダー:1台	5,000千円	③精密ガス切断機 2台	10,000千円	④電気溶接機:5台	5,000千円	⑤スポット溶接機:1台	5,000千円	⑥その他鍛造工程用設備一式	20,000千円	(ボール盤:1台、ジック:5台、サンダ:20台、プレス:1台)		鍛造工程設備合計	50,000千円
①シャーリング機:1台	5,000千円																				
②ベンダー:1台	5,000千円																				
③精密ガス切断機 2台	10,000千円																				
④電気溶接機:5台	5,000千円																				
⑤スポット溶接機:1台	5,000千円																				
⑥その他鍛造工程用設備一式	20,000千円																				
(ボール盤:1台、ジック:5台、サンダ:20台、プレス:1台)																					
鍛造工程設備合計	50,000千円																				

1. 案件 No.	46																																					
2. 大分類	機械	3. 中分類	工作機械・ 工具	4. 小分類	工具																																	
5. 対象製品	片目片口スパナ																																					
6. 加工要素	鍛造																																					
7. 加工設備	加熱設備 3基、摩擦プレス 7台(160t~1,600t)、クランクプレス 9台(80t~400t)、自由鍛造機 5台(65t~650t)、鍛造用圧延機 2台(2.8kW、22kW)、切断機 2台(11kW、18kW)																																					
8. 加工プロセス	材料投入→加熱→酸化膜除去→粗鍛造→鍛造→バリ抜き→検査→計数→曲げ→片口打抜き																																					
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 材料加熱: 炉内雰囲気調整、装入する材料の量、小型材料の装入速度と鍛造とのバランス、加熱速度と適正加熱温度保持等の操作技術に改善が望まれる。</li> <li>● 鍛造品の肌荒れ: 原因は材料の状況、加熱工程中の過熱、炉内雰囲気、炉内保持時間、炉口より引出し後の酸化膜除去、経過時間による二次酸化等である。これら各条件を徹底的に検討する必要がある。</li> <li>● 鍛造: スパナの鍛造方法として摩擦プレスを使用しているが、検討する必要がある。</li> <li>● 鍛造品の欠陥品の対応: 外面の疵、肌の状態、寸法精度等の欠陥の発生原因の究明の仕方が甘い。不良品の原因は複合原因であることが多い。</li> </ul>																																					
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化の目標は、現在(1990年)年産 195 万個の片口片目スパナを 1995 年には 4 倍の年産 760 万個に増産することである。</li> <li>2) 生産量の増加と品質の向上のため、丸鋼材の切断には丸棒専用切断機、又直径 50mm 以上の太物材料には自動帯鋸盤の導入を提言している。</li> <li>3) 加熱温度管理、炉内雰囲気管理と肌荒れとの関連を説明し、材料の前処理、過熱防止による酸化低減、加熱時間短縮、中性雰囲気確保、炉出しから鍛造までの時間短縮等の具体策を提言している。更に、LPG 燃焼の加熱炉の増設を提案している。</li> <li>4) 鍛造品の寸法精度確保と結晶間の摩擦熱の発生の理由により、摩擦プレスの代わりにエアードロップハンマーの採用を提案している。</li> <li>5) 鍛造加工工程の新規導入設備は以下の通りである(1992年)。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>自動切断機(300トン)</td> <td>1 基</td> <td>55,000 千円</td> </tr> <tr> <td>自動帯鋸盤</td> <td>1 基</td> <td>7,400 千円</td> </tr> <tr> <td>エアードロップハンマー(770kg)</td> <td>1 基</td> <td>37,900 千円</td> </tr> <tr> <td>エアードロップハンマー(1,250kg)</td> <td>2 基</td> <td>90,900 千円</td> </tr> <tr> <td>エアークンプレッサ(75kW)・タンク</td> <td>3 基</td> <td>25,686 千円</td> </tr> <tr> <td>加熱炉(LPG 方式)</td> <td>3 基</td> <td>36,700 千円</td> </tr> <tr> <td>小型エアードリフト</td> <td>3 基</td> <td>1,500 千円</td> </tr> <tr> <td>クランクプレス</td> <td>3 基</td> <td>18,000 千円</td> </tr> <tr> <td>走行クレーン(5t×16m)</td> <td>1 基</td> <td>20,000 千円</td> </tr> <tr> <td>工場用扇風機(80cm)</td> <td>3 基</td> <td>540 千円</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">合計</td> <td></td> <td>294,126 千円</td> </tr> </table> </li> </ol>					自動切断機(300トン)	1 基	55,000 千円	自動帯鋸盤	1 基	7,400 千円	エアードロップハンマー(770kg)	1 基	37,900 千円	エアードロップハンマー(1,250kg)	2 基	90,900 千円	エアークンプレッサ(75kW)・タンク	3 基	25,686 千円	加熱炉(LPG 方式)	3 基	36,700 千円	小型エアードリフト	3 基	1,500 千円	クランクプレス	3 基	18,000 千円	走行クレーン(5t×16m)	1 基	20,000 千円	工場用扇風機(80cm)	3 基	540 千円	合計		294,126 千円
自動切断機(300トン)	1 基	55,000 千円																																				
自動帯鋸盤	1 基	7,400 千円																																				
エアードロップハンマー(770kg)	1 基	37,900 千円																																				
エアードロップハンマー(1,250kg)	2 基	90,900 千円																																				
エアークンプレッサ(75kW)・タンク	3 基	25,686 千円																																				
加熱炉(LPG 方式)	3 基	36,700 千円																																				
小型エアードリフト	3 基	1,500 千円																																				
クランクプレス	3 基	18,000 千円																																				
走行クレーン(5t×16m)	1 基	20,000 千円																																				
工場用扇風機(80cm)	3 基	540 千円																																				
合計		294,126 千円																																				

### 3-3 機械加工

機械加工の主要な提言を以下に示す。

#### 3-3-1 設備のレイアウトの改善

工場の設備配置は同種の加工機械をまとめたジョブショップ型であり、工程の流れを無視した機械配置となっている。このため加工製品の運搬経路が長くなり、付加価値を生まない運搬作業が多く発生し、運搬中にきずがつくなど品質の低下も発生する。また加工ロットが大きく、大量の製品を一度に加工するため、中間仕掛品の滞留も問題である。そのため工場の性質によって、以下のレイアウトの検討を行う。

- ① グループテクノロジー (GT) 型配置：製品を丸物、角物、歯車、構造物、雑・小物など加工の似たものにグループ化して、その流れに合わせて機械を配置する方法 (GT 型の機械配置) である。P-Q (Product-Quantity) 分析を行い適切な機械配置を行う。
- ② 専用ライン化：仕事の流れが一定で、たえず繰返し生産する場合に、その流れを一つのラインとして機械設備の配置を行う。

#### 3-3-2 工作機械の自動化

中国の工場は汎用機械が多く、自動化された工作機械は少ない。加工精度を高め、生産性を上げるには、工作機械の自動化を行うことが望ましい。

機械装置の自動化・省力化の発展過程は以下の 3 つの段階があり、製品の加工工程を分析すると共に、近代化の程度と予算により選択する。

- ① LCA (Low Cost Automation)：既存の汎用機械を利用してリフトスイッチなどを取付け、リモート制御を行う自動機械化
- ② トリフト：汎用機械の駆動系に数値制御を持たせた自動機械化
- ③ 本格的数値制御機械化

#### 3-3-3 マシニングセンターの導入

バルブ本体、ケーシングなどの多面体の加工を精度良く能率的に行うには、マシニングセンター (MC) の導入が必要である。同軸度、面間距離などの加工精度向上のために MC を導入すれば、バラツキの少ない安定した品質が保証される。MC に適した加工工程をできるだけ集約し、特殊な取付治具が必要な加工は MC 前後の専用機械などで加工する。基準面の加工も MC の前で行い、ワークの MC への取付け治具の簡素化、取付け時間の短縮を図る。最近では中国でも MC を導入している工場があり、成功している事例も多い。

MC の導入には以下の点を考慮する必要がある。

- ① ツーリングシステムの整備
- ② 設計の標準化
- ③ プログラマーの育成
- ④ 操作員、保守要員 (電気、機械) の養成

#### 3-3-4 加工工程の改善：提言例参照

#### 3-3-5 治具の利用、改善

現在の加工方法を検討して適切な治具を設計し、加工精度の向上、作業時間の短縮を図る (提言事例参照)。

### 3-3-6 バイトの研磨の改善

バイトの研磨は機械加工の作業員が行っており、大きな生産ロスとなっている。バイト研磨の専任の作業員を置き、機械加工の作業員は機械加工に専念し、生産性を高める。

### 3-3-7 刃具のスローアウェイ化

刃具のスローアウェイ化を行えば、バイトの研磨が必要なくなり、バイトの取付け精度も高まる。さらに高速切削が可能となる。したがって生産性と品質の向上が達成される。

### 3-3-8 段取り、製品取外し用ウオールクレーンの取付け

重量物の機械への取付け、取外しに天井クレーンを使用したり、多人数で作業を行ったりしている。前者は能率的でないし、後者は安全性、作業効率に問題がある。機械の近くにウオールクレーンを取付け、作業者がクレーンを操作して1人で重量物の取付け、取外しができるようにする。

以下に機械加工の提言の例を示す。



1. 案件 No.	9				
2. 大分類	機械	3. 中分類	産業用機械	4. 小分類	セメント製造機械
5. 対象製品	ガ-ギヤ、支持ローラ、クワ等(ローラ-ギヤ等)				
6. 加工要素	機械加工				
7. 加工設備	普通旋盤 52、大型旋盤 3、立旋盤 10、中ぐり旋盤 4、ボール盤 11、フェイス盤 8、平削盤 12、立型削盤 3、歯切盤 7、研削盤 8				
8. 加工プロセス	<p>1) ローラ:(鑄鋼)→荒削→検査→補修→(熱処理)→機械加工→仕上加工→(組立)</p> <p>ギヤ:(鑄鋼)→(表面処理)→荒削→(補修)→UT→(熱処理)→機械加工→歯切→分解→(発送)</p>				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鑄鋼、鑄鉄品の荒削り:搬入される鑄鋼、鑄鉄品共加工面に鑄物砂の焼着があり、鑄鋼品は湯口や押湯の溶断滓が付着している。これら素材をそのまま機械に乗せ切削加工を行っており、切削工具に異常な欠損が多い。</li> <li>● ドリルによる穴明加工:鑄鉄部品の穴明作業中ドリル刃先と切粉が発熱により変色している。これは①切刃の逃面(二番)が当たっている、②切刃が摩耗している、③チップが摩耗している、ため、このまま加工を続けていくと熱によって刃先は焼きが戻り、再研磨をしても刃先の硬度が低下し切味はすぐ悪くなる。製品は熱のため変形したり、穴の周辺が硬化する。</li> <li>● 大径部品の外径仕上げ加工:大型立旋盤で加工している大径部品の外径仕上げ加工は、ヘルまたは幅広の切刃のバットを用い、低速の切削速度で仕上加工をしている。</li> <li>● 軸受台用バット等の上面仕上げ加工:溶接構造のモーター機械装置の取付台は、小さい鋼板が溶接により飛び飛びに取付けられているため、仕上削りに使用される幅の広いヘルバットでは、切込みに際して刃先が食込んで破損しやすい。したが、剣バットによる微細送りの仕上げ加工が多くなっている。</li> </ul>				
10. 提言	<p>1) 近代化目標:1985年の生産量の約2倍の12,545 t/y</p> <p>2) 鑄鋼、鑄鉄品の前処理:砂の焼着、溶断滓をユマツカハツや鑿で除去し、加工途中で発見した砂かみは洗油を侵み込ませてから切削し、切削工具の破損を防ぐ。</p> <p>3) 穴明加工の改善:素材に水分、油分の付着が禁止されていない時は、水溶性切削液を使用又は、石鹼水を注いで加工すると発熱が抑えられ、ドリルの切味が持続する。</p> <p>4) 大型部品の仕上加工の改善:セラミックまたはチタニウムを用いて、高速切削(高速送り)する。</p> <p>5) 軸受台用バット等の上面仕上げ加工の改善:バット取付に特殊な治具を製作し、ヘルバットにより能率良く仕上加工することができる。</p> <p>6) 荒削用と仕上用機械は区別し、機械の精度保持と寿命の長期化を図る。</p> <p>7) 製品の流れに沿った機械配置とする。</p> <p>8) 近代化設備(1986年):大型横中ぐり盤 1(241,500千円)、φ2.5NC立旋盤 1(149,500千円)、NC小型旋盤 1(15,500千円)、NC中型旋盤 1(35,650千円)、大型ターネ-ブル 1(90,000千円)、可搬式横形ボール盤 1(28,200千円)、大型立旋盤 1(396,000千円)、超硬バット研削盤 1(1,400千円)、大型研削盤 1(500,000千円)</p>				

1. 案件 No.	20				
2. 大分類	機械	3. 中分類	輸送・建設・ 農業用機械	4. 小分類	建設機械(1)
5. 対象製品	金属加工第一工場：シャフト・ギヤ・ギヤ箱・フランジ・ブランク類の加工 金属加工第二工場：大型歯車・鋳鉄鏡板(大型部品)の加工、プレート・ギヤ・クラッチギヤ(中小型部品)の加工等(コンクリートミキサー類)				
6. 加工要素	機械加工				
7. 加工設備					
① 金属加工第一工場：普通旋盤 30、ボルト盤 4、中ぐり盤 2、研削盤 5、フライ盤 6、歯切り盤 6、プレート 5、② 金属加工第二工場：普通旋盤 26、ボルト盤 3、中ぐり盤 1、フライ盤 4、歯切り盤 2、プレート 2					
8. 加工プロセス	<p>大型部品：外径・内径・幅加工→自主検査→歯切り加工→ドリル加工→検査→(次工程)</p> <p>中小型部品：外径・内径・幅加工→自主検査→みぞ切り加工→自主検査→罫書→ドリル加工→検査→(次工程)</p> <p>ギヤ箱：基準面加工→罫書→フランジ面加工→中間検査→罫書→ドリル加工→清掃作業→エント組立→検査→(次工程)</p>				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ロット生産方式で各工程毎に半成品が山積みされ、流れが悪い。運搬担当者が荷車を利用して工程間の運搬を行っているが、一回の量が多い。加工部品を次の工程に受け渡すときの整理・整頓が悪い。乱雑な取扱で製品の加工面に傷をつけやすく、品質を悪くするものになる。</li> <li>● 工場内の設備配置が機械の機能別になっているため、各機械の周りに加工部品をまとめておかざるをえない。</li> <li>● シャフト類のセタもみ作業を、旋盤および横ボルト盤で行っている。</li> <li>● 20kg 程度の加工部品を床から手で持ち上げて旋盤のチャックに取付けていた。</li> <li>● 鋳造品の内部欠陥が多く、加工の無駄が生じている。</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1988年→1990年)：コンクリートミキサー(1,800→2,000台/y)、トラックミキサー(30→100台/y)</li> <li>2) 機械配置の検討：ジョブショップ型機械配置を改め、GTの考え方を取入れた機械配置とし、現在の100台/ロットを20～30台/ロットに縮小して、中間仕掛品を最小限にする。将来は総合的に生産効率の高い1個流しのU字ラインによる、複数台持ちを目指す。</li> <li>3) 旋盤の自動化：旋盤の自動化を以下の手順で実施する。①LCA(Low Cost Automation)：既存の汎用機械を利用してリミットスイッチ等を取付け、リリ制御を行う自動機械化、②レトロフィット：汎用機械の駆動系に数値制御を持たせた自動機械化、③本格的数値制御機械化。</li> <li>4) 補助装置の改善：工具の着脱、加工部品の着脱等の正味手扱い作業を迅速に行う補助装置の改善、新設を行う。部品の吊り上げ装置の設置もあわせ行う。</li> <li>5) 大歯車歯切り設備の改善：大歯車の加工に時間がかかり、工程上のネックとなっている。大歯車を3～4枚重ねて同時に加工できる専用機の導入を行う。</li> <li>6) シャフト類のセタもみ付けと端面切削寸法決めが同時にできる専用機を製作する。</li> <li>7) 近代化設備(1988年)：対話式NC旋盤 2、クイックチェンジホブ 1、油圧チャック装置 1、ランス型吊上げ装置 5、単歯割出し付歯切盤 1、MC 1、ターニングセタ 1、セタもみ専用機 1</li> </ol>				

1. 案件 No.	2		
2. 大分類	機械	3. 中分類	重機械
4. 小分類	鉱山機械(1)		
5. 対象製品	ｽﾌﾟﾗｲﾝｷﾞｱ, 軸類(ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ 機械等)		
6. 加工要素	機械加工		
7. 加工設備	立旋盤、横式旋盤(大・中・小型)、平削盤、横中ぐり盤、立削盤、ﾊﾞｲﾌﾞ 旋盤、ﾌﾗｲｽ 盤(横式、立式、ﾎﾞｰ 盤、ﾊﾞﾙﾌﾞ 形削盤、ﾋﾞﾆｵﾝ 形削盤、面取機械、半自動ｽﾌﾟﾗｲﾝ 加工機、ｽﾌﾟﾗｲﾝ ｳｲﾝ 盤、円筒研削盤、内面研削盤、平面研削盤、歯面研削盤、ﾎﾞｰﾙ 盤、ﾗｼﾞｱﾙ ｾﾞｰﾙ 盤(合計 62 台)		
8. 加工プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ｷﾞｱ ｾｯﾄ: 罫書き→平削り→ﾌﾗｲｽ→罫書き→中ぐり→罫書き→穴あけ・ﾾﾞ 立て→検査</li> <li>● 軸類(調質品): 粗加工→(調質処理→曲り・歪み取り)→仕上加工→罫書き→ﾌﾗｲｽ(ｷﾞ 溝、ｽﾌﾟﾗｲﾝ 等)・穴あけ・ﾾﾞ 立て→外径研磨→検査→(組立)</li> <li>● 軸類(中炭素構造鋼に表面焼入をした軸): 粗加工→(調質処理→曲り・歪み取り)→仕上加工→罫書き→ﾌﾗｲｽ(ｷﾞ 溝、ｽﾌﾟﾗｲﾝ 等)→高周波焼入・焼戻し→外径研磨→検査→(組立)</li> <li>● 浸炭焼入ｽﾌﾟﾗｲﾝ ｷﾞｱ, 軸: 粗加工→(不完全焼入)→仕上加工→歯切り→ｽﾌﾟﾗｲﾝ 加工→(浸炭)→(焼入・焼戻し)→外径研磨→検査→(組立)</li> <li>● ｷﾞｱ 加工</li> </ul>		
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 一通りの汎用工作機械が機能別に配列されている。古い機械の修理、更新はできるだけ早く実施する。一部の機械に取付けてあるﾃﾞｼﾞﾀﾙ 式ｶﾝﾀﾞは、他の機械にも取付けて加工精度と生産能力の向上を図る。</li> <li>● 切削工具を作業員本人が研磨しているのを改め、専従者が集中研磨するほうが、生産性と精度の向上が期待できる。ｽﾌﾟﾗｲﾝ ｳｲﾝ の使用も検討する。</li> <li>● 治具の適否は生産性と精度に大きな影響を与える。技術課で一元的に検討・設計する。作業員は治具の提案、要求を出す。</li> </ul>		
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1987年→1990年): 45→110台</li> <li>2) 機械の増設の検討条件: ①勤務:2交替, ②機械の保有時間:4,000時間/y, ③機械稼働率:75%</li> <li>3) 差立板: 作業員別の差立板を設け、作業指示を明確に示し目で見える管理を行う。</li> <li>4) 加工工程、作業標準、標準時間: 加工工程ｶｰﾄﾞの活用を図る。作業標準の整備を早急に図る。実態を反映していない現在の標準時間を見直して、再設定する。</li> <li>5) その他: 上記の「9. 現状と問題点」参照</li> <li>6) 近代化設備(1988年): NC旋盤 3(147千円)、形削り盤 2(30千円)、立旋盤 1(45千円)、NCﾊﾞｲﾌﾞ 旋盤 2(72,000千円)、立型MC 1(42,000千円)、回転ﾌﾞﾛｯｸ 2(5,050千円)、ﾀｲﾑ ｸﾗｯﾌﾟ 3(195千円)</li> </ol>		

1. 案件No.	3		
2. 大分類	機械	3. 中分類	重機械
4. 小分類	設備機械(1)		
5. 対象製品	中型以上部品(第一機械工場)、小型部品(第二機械工場)、試作品等(試作品工場) (遠心分離機)		
6. 加工要素	機械加工		
7. 加工設備	工作機械 224台(内 旋盤 113台、中ぐり盤 17台、研削盤 25台)		
8. 加工プロセス	例(スクロール本体): 野書き→穴明け→中ぐり→穴明け→手仕上→旋削→手仕上→(表面処理→ 板金→熱処理→表面処理→板金)→バフ磨き→旋削→穴明け→手仕上→研削→手仕上→(組 立て)		
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 旋盤を中心に新規設備をかなり導入しているが、全て汎用機械であり、自動化を指向した近代的設備は1台も導入されていない。生産性向上に結びつかない。</li> <li>● 高精度加工を要する機械の精度が低い。</li> <li>● 加工精度を保証する検査設備が弱い。</li> <li>● 同種の機械がグループ化され、直列配置のワケタ方式で、部品の流れが悪い。</li> <li>● ワケタリングによる作業分析では、工作機械の切削が全体の25.2%で非常に低い。</li> <li>● 生産工程中の部品の取扱が悪く、部品の損、汚れの原因になっている。</li> <li>● ろう付超硬工具を使用しているが、高速度鋼が主流である。加工能率と再研磨の手間を考えると、超硬工具の多用が望ましい。超硬工具はまだ使用されていない。</li> <li>● 生産設備が汚れている。</li> <li>● タブ立てが手作業である。機械化すべきである。</li> </ul>		
10. 提言	<p>1) 近代化目標(1986年→1995年): 647→1,100台/y(1,130→2,300/y)</p> <p>2) グループテクノロジー(GT)の導入: 段取時間、工程間運搬、加工待ちを減少させ、より大きいロット数で大量生産方式に近い効果を与え、生産性を向上させるために、主要加工部品を丸物、角物、構造物、雑・小物の4種類に系統的に分類し、P-Q分析を行い、GT手法による設備配置を実施する。</p> <p>3) 工作技術の改善およびマシニングセンタ(MC)の導入</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 体系的で目標を持った生産技術と生産システムの総合的な改善活動が必要で、日常の工作技術の改善、研究成果の蓄積が不可欠である。</li> <li>● 分離機組加工改善のためにMCの導入が効果的である。MCの導入準備には、マシニングシステムの整備、設計の標準化、プログラマー・操作員・保守要員の養成が必要である。</li> <li>● 加工費の低減(工具費の低減・加工時間の短縮)のため超硬工具の導入を行う。</li> </ul> <p>4) 検査工程の近代化: 作業員による自主検査、検査員による重点検査、不具合項目の原因追求を実施する。</p> <p>5) 既存設備の改良</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● マシニングシステム/デジタル化: デジタル表示はアナログ表示と比較して読み取りミスが少なく、メモリは0.001mmまで可能で、操作も簡単で使い易い。順次既設工作機械に取付ける。</li> <li>● NC装置付加: 比較的新しい機械にNC装置付加を行い、生産性向上、加工品質の向上・安定化を図る。</li> </ul> <p>6) 近代化設備(1991年): 既存デジタル化改造 17、NC改造 9、NC小型旋盤 2、門型MC 1、NC旋盤 3、NC立型治具研削盤 1、NC円筒研削盤 1、マシニングセンタ・穴研削盤 1</p>		

1. 案件 No.	4		
2. 大分類	機械	3. 中分類	重機械
4. 小分類	設備機械(2)		
5. 対象製品	おす・めすローター、ケーシング(スクリュー圧縮機)		
6. 加工要素	機械加工		
7. 加工設備	(全工場) 普通旋盤 69、特殊旋盤 4、ボール盤 7、ラジアルボール盤 10、中ぐり盤 10、フライ盤 20、門型平削盤 3、型削盤 16、円筒研削盤 13、内面研削盤 1、工具研削盤 3、平面研削盤 6、クランク軸研削盤 3、スプライン研削盤 1、オイル研磨機 2、歯車加工機械 14、引抜き盤 1、鋸盤 7、数値制御切断機 1		
8. 加工プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● おす・めすローターの加工：素材中心線罫書→旋盤荒削加工→歯切荒削加工→(調質熱処理)→旋盤仕上加工→歯切仕上加工→溝加工→動的バランス加工</li> <li>● ケーシングの加工：素材中心線罫書→基準面加工→穴明け・タップ加工→荒削加工→旋盤仕上加工→面取り衛生仕上→穴明け・タップ加工→(耐圧試験)</li> </ul>		
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● おす・めすローターは、どちらも特殊なねじれ形状をしており、スクリュー圧縮機の性能を左右する主要部品で加工精度の要求が厳しい。工程数も多く、加工技術や加工設備によって加工時間が大きく影響される。ケーシングも箱型で複雑な形状に加え、ローター穴の軸間距離、ケーシング面間距離の要求精度が厳しく加工時間が大きく左右される部品である。これらの要求精度を満たし効率的に加工していくことが最重点課題である。</li> <li>● 鋳物素材に錆が多く、機械工場で錆で除去している。鋳物工場で除去する。</li> <li>● 切削工具のバット、フライスカッターは10-70方式の採用により段取り時間を削減できる。</li> <li>● 現在の歯形プロファイル検査法は時間がかかり正確でない。支持方法を改善する。</li> <li>● 歯切荒削用カッターの切削性が悪い。カッターの刃数が少ないため切削速度が低いことによる。多刃カッターの採用を検討すべきである。</li> <li>● 横中ぐり盤でケーシングの加工を行うとき治具の装備が十分でない。台板(取付治具)はテーブル上にセットしたまま、ケーシングだけを簡単に着脱できる方式にする。</li> </ul>		
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化目標(1990年→1997年)：移動式中圧スクリュー圧縮機(10→150台/y)、定置式低圧スクリュー圧縮機(5→300台/y)</li> <li>2) ローター加工およびケーシング加工の専用ライン化</li> <li>3) 小型部品加工の汎用加工ラインのNC化で、多品種対応を図り生産効率を上げる。</li> <li>4) ケーシング加工機の改善(MC導入)：同軸度、面間距離等の加工精度向上のためにMCを導入し、バラツキの少ない安定した品質を保障する。MCに適した加工工程をできるだけ集約し、特殊な取付治具が必要な加工はMC前後の専用機械で加工する。</li> <li>5) スクリューローター加工機の改善(歯切専用機械の導入)：ローターフライ盤のおす・めすローター(200mmφ)加工時間は、標準データで8.6時間であるが、実際は23倍の200時間かかっている。従いローターフライ盤を現在の加工経験が生かせる半自動ローターフライ盤を導入する。</li> <li>6) ローター加工工程の改善 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 加工工程の見直しを行い、工程の短縮を行う。</li> <li>● 機械加工工程の専用ライン化を図る。</li> <li>● 機械設備の自動化：①切削送りや主軸回転の自動停止などの旋盤の自動化、②横中ぐり盤用センタリングマシンの自動化、③NC旋盤の導入、④歯切カッターの改善</li> </ul> </li> <li>7) 近代化設備(1991年)：ローター加工専用フライ盤 1、手動式カッター研磨機 1、カッター測定機 1、ローター歯合せ検査機 1、横形MC 1、NC旋盤 1</li> </ol>		

1. 案件 No.	49				
2. 大分類	機械	3. 中分類	部品・コンポーネント	4. 小分類	計器
5. 対象製品	本体、歯車、磁石(ステンレスオーバル流量計及び蒸気流量計)				
6. 加工要素	機械加工				
7. 加工設備	旋盤(49台)、自動旋盤(φ13mm以下の軸加工用1台)、ホール盤(4台)、中ぐり盤(5台)、研削盤(10台)、円歯切盤(5台)、オーバル歯切盤(7台:微小用3台、φ25、40用2台、φ50、80、100用2台)、立削盤・平削盤・フライス盤(16台)、切断機(3台)、専用機(6台) 合計106台				
8. 加工プロセス	受入検査→旋盤加工→ホール盤取付穴加工→専用機加工→旋盤修正加工→フランジ加工→バリ取り→仕上→(耐圧検査)				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 加工工程図に加工図面、製品型式と名称、部品番号と名称、使用機械名、工程順序、工程名が記入されていない。</li> <li>● 切削条件(回転数、送り、切込深さ、切込回転数等)の欄が無く、作業者まかせである。切削条件の欄を設け、基準化しないと部品の精度に問題が生じる。</li> <li>● 工数時間の欄に時間の記入がない。標準工数が不明確のためコスト管理が出来ない。</li> <li>● ステンレスオーバル流量計の本体素材は溶接構造であり、工数が掛かり過ぎる。</li> <li>● ステンレスオーバル歯車歯切切削は重切削であり、ピニオンカッター切削では、工数が掛かる。</li> </ul>				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 近代化の目標は、1983年ステンレスオーバル流量計生産能力200台/年、蒸気流量計1,000台/年を、1987年迄に夫々3,000台/年、5,000台/年に拡大することである。</li> <li>2) ステンレスオーバル流量計本体を溶接構造から鑄造構造に変更する。</li> <li>3) 歯車歯切切削は重切削であり、ホブ工具による切削方法に変更し、加工機械はNCオーバル歯切盤(数値制御付ホブ盤)に変更する事を提案した。</li> <li>4) 歯車の加工は、ノットピン加工であり、歯先にバリが出る。バリ除去に工数が掛かる。ホブ工具をトップピング可能な設計とし、トップピング加工に変更する事を提案した。</li> <li>5) 磁石研削に時間が掛かり過ぎであり、材料をバリウム・フェライトに変更する事を提案した。</li> <li>6) 蒸気流量計の減速室の加工用切削工具は超硬バイトのみでなく、ホブツインバイト等を採用すべきである。将来は、NC旋盤の導入も検討すべきである。</li> <li>7) 軸受の内面加工面粗度が充分でないので、ホーニング盤を導入する事を提言した。</li> <li>8) ステンレスオーバル流量計と蒸気流量計の軸受とスラストリングの加工粉付着防止のため超音波洗浄機の採用を提案した。</li> <li>9) 近代化のための機械加工を中心とした設備価格(1985年)  中国国内調達分:ベンチプレス4台、旋盤44台、ホール盤16台、フライス盤2台、中ぐり盤2台、研削盤3台、小型円歯車歯切盤2台等 中国内調達 小計 127,000千円  輸入設備:オーバル歯切盤(大)NCコントローラー付(φ150、100、80、50用)1台  オーバル歯切盤(中)NCコントローラー付(φ50、40、80、25用)1台  オーバル歯切盤(小)NCコントローラー付(微小型φ25用)1台  歯切工具 特殊ホブ7型式各2個 計14個  ホーニング盤、平面ラップ盤、超音波洗浄機 各1基  輸入設備費 144,000千円、諸経費 20,830千円 小計 164,830千円</li> </ol>				

1. 案件No.	51				
2. 大分類	機械	3. 中分類	部品・コンポーネント	4. 小分類	金型
5. 対象製品	射出成形用金型				
6. 加工要素	機械加工				
7. 加工設備	旋盤 4、ジグボレー 2、ボール盤 4、研磨盤 11、フライ盤 6、シパ 6、ワイヤカット 3、放電加工機 2、油圧機 2、(射出成形機 4、ゲイテスト 2)				
8. 加工プロセス	機械加工→仕上げ加工→検査				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機械の台数は相当多いが、旧式の機械が多く、高精度、高能率の機械が少ない。</li> <li>● 機械の配置が過密で、且つ加工順序を考えた配置になっていない。</li> <li>● 加工工程はワイヤカット、シパ中心である。</li> <li>● 加工過程、加工作業手順、加工標準時間などについて、設計と現場の意見交流が不完全で、規格化・標準化がなされていない。</li> <li>● 現場で使用すべき測定器具が常時使用できるようになっていない。</li> <li>● NCについての知識が、ワイヤカットのテープ作成程度である。</li> <li>● 加工部品、工具の保管状況が悪く、傷が付くなどの品質上の問題、および安全上の問題がある。</li> </ul>				
10. 改善提言	<p>1) 近代化計画：金型の種類別専門化、規格化・標準化の推進等</p> <p>2) 加工標準、加工手順、加工標準時間の他、工具、測定器についてもそれぞれ基準を設定し、管理していく体制を整える。</p> <p>3) 作業者は図面どおりの加工方法で、図面どおりの加工を行う。図面に実際と違う点があれば、設計者などと話し合っ問題解決に当たる。</p> <p>4) 工場増設計画がある。</p> <p>5) 近代化設備(1985年)：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 輸入機器：NCフライ盤 3、自動プログラミングシステム 1、倣いフライ盤 1、ダイスマッキングプレス 1、放電加工機 1、彫刻機 1、三次元測定器 1、工具顕微鏡 1</li> <li>● 中国製機器：卓上ボール盤 2、成形研磨機 5、平面研磨盤 1、NCフライ盤 2、フライ盤 10、ジグフライ盤 2、横形切断機 1、立型切断機 1、卓上ジグボール盤 2</li> </ul>				

1. 案件 No.	45												
2. 大分類	機械	3. 中分類	工作機械	4. 小分類	工作機械								
5. 対象製品	軸、歯車、フレーム等(自動車部品加工専用工作機械及び自動生産ライン)												
6. 加工要素	機械加工												
7. 加工設備	旋盤 71 台、研削盤 16 台、中ぐり盤 21 台、穴明けボール盤 19 台、歯切り盤 16 台												
8. 加工プロセス	一次加工: 旋盤→円筒研削盤→平削り盤→フライス盤→平面研削盤 二次加工: 汎用横中ぐり盤→穴明け直立ボール盤→ラジアルボール盤 歯切加工: ホブ盤→歯車形削盤→歯車面取り機→歯車研削盤→ギアホーニング盤												
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 加工可能寸法: 円筒形は直径 1,600mm、角形では幅 2,500mm×長さ 8,000mm が限度。</li> <li>● 加工精度: 規定精度基準を維持するだけでは、部品の要求精度を満足出来ない。</li> <li>● 加工能率: 大多数が汎用工作機械であり、能率向上の目的で付加された機能はない。</li> <li>● 融通性・段取り即応性: 汎用機に位置決め用治具が併用されている。ロット替えの度に治具を交換する必要があり、設備の融通性が妨げられている。</li> <li>● 自動化設備: 2 台の NC 機械を除いて、他はすべて手動方式である。</li> <li>● 設備の老朽度: 機械が老朽化している。11 年以上経過したものが 4 割以上ある。</li> <li>● 工具: 工具の遅れが設備の近代化を妨げている。バイト類はろう付け方式であり、TA(Throw away)方式は採用されていない。現行法の問題点として、①工具交換の際寸法調整が必要である。②再研磨時間が掛かる。又、再研磨に個人差が出る。③自家製のろう付けバイトは損傷が発生し易い。</li> <li>● 高精度のはすば歯車の内作が出来ない。高精度加工設備と試験設備が必要である。</li> </ul>												
10. 提言	1) 近代化の目標は、現在(1991 年)年産 300 台の工作機械生産量を、1995 年には年産 1,150 台に増産することである。 2) 増産に対応するために、機械加工工程をライン化する事を提言している。 機械加工工場: 軸物 Aライン、軸物 Bライン、軸物 Cライン、フランジ・刃物台ライン 歯車加工工場: ホブ切りライン、形削りライン、仕上げライン 大物箱物工場: 大型角物ライン、中小型角物ライン、大型箱物ライン、小型箱物ライン 3) 増産には現有の加工設備では不足で下記の新設設備が必要となる。 ①旋盤: NC 旋盤 5 台 ②研削盤: 平面研削盤、内面研削盤 5 台 ③フライス盤、プラマター: 立削り盤、平削り盤の代わりに、加工能率の良いフライス盤、プラマターに切替えて行く。8 台を新規に暫時 3 年かけて導入する。 ④横中ぐり盤: 3 台 ⑤ガイトウェイ研削盤: 2 台 ⑥建屋及び天井走行クレーン: 建屋 1,290 m <sup>2</sup> 増設、天井走行クレーン 3 台 4) 新規導入設備投資額 (1991年) <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>1993 年</td> <td>187,000 千円</td> </tr> <tr> <td>1994 年</td> <td>450,500 千円</td> </tr> <tr> <td>1995 年</td> <td>236,600 千円</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>874,600 千円</td> </tr> </table>					1993 年	187,000 千円	1994 年	450,500 千円	1995 年	236,600 千円	合計	874,600 千円
1993 年	187,000 千円												
1994 年	450,500 千円												
1995 年	236,600 千円												
合計	874,600 千円												



1. 案件 No.	47																		
2. 大分類	機械	3. 中分類	工作機械・工具	4. 小分類	工作機械														
5. 対象製品	ヘッド、テーブル、シャフトスリーブ等(軸受研削盤)																		
6. 加工要素	機械加工																		
7. 加工設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 門型平削り盤 18 台、汎用横中ぐり盤 16 台、立て型旋盤、治具中ぐり盤、</li> <li>● 切削盤、NC 旋盤</li> </ul>																		
8. 加工プロセス	平削り→面取り加工→旋盤加工→ホーリング加工→仕上加工→(塗装工程)																		
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 門型平削り盤による大型部品の機械加工は、過去に工作機械メーカーが使用した方法で、近代的な加工方法は、五面加工機、マシニングセンターが中心である。18 台の門型平削り盤のうち 13 台は 20 年以上使用されている老朽機である。</li> <li>● 正味切削時間、ワーク着脱時間の改善がなされていない。</li> <li>● 被切削物による分類されたグループテクノロジー化に基づく機械配置になっていない。シャフトスリーブ及び小物加工品の GT 化された職場でも、研削盤と 2 台の NC 旋盤を除く旋盤、フライス盤、形削り盤、ホール盤等は旧式で作業能率が悪い。</li> </ul>																		
10. 提言	<p>1) 近代化の目標は、生産技術、特に製品の数値制御、高精度、高効率を目指し、NC 研削盤と軸受研削加工の自動化を発展させ、自動車業界等に高級工作機械を提供する。</p> <p>2) 工作機械工場の機械加工工程は、工場を中心機能であり、部品の加工精度、品質向上、リードタイムの短縮、部品仕掛品の削減、段取り工数の削減、フレキシビリティの拡大等の面から詳細に検討した内容を提言している。例えば、生産ロットサイズの検討、公差の見直し、標準工具、使用工具数、新型工具の採用、工具管理、同一加工工程での高精度な基準面・基準穴の加工、重量物品等の取付け、搬送を考慮した設計、切削条件の標準化等である。</p> <p>3) 製品の品質、量、コストを達成するために、下記の新鋭設備の導入を提案している。</p> <p>①大型機械加工部品の高能率加工のための五面加工機(門型マシニングセンター)</p> <p>②中型機械加工部品の自動加工のため、FMC(フレキシブルマシニングセンター)</p> <p>③汎用フライス盤、形削り盤等の設備更新のために横形マシニングセンター</p> <p>④マシニングセンター、NC 旋盤等の有効利用を図るための、近代的切削工具の設備、その管理保管のための設備及び取付け工具の整備</p> <p>4) 主要導入設備の価格(1993 年)</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>五面加工機(2050mm 幅、テーブル面 1500×3000mm)2 基</td> <td style="text-align: right;">225,000 千円/台</td> </tr> <tr> <td>ATC 工具(120 本)</td> <td style="text-align: right;">8,160 千円/台</td> </tr> <tr> <td>フレキシブルマシニングセンター(X 軸 1250mm×Y 軸 1050mm×Z 軸 810mm)</td> <td style="text-align: right;">320,000 千円</td> </tr> <tr> <td>ATC 工具(120 本)</td> <td style="text-align: right;">8,160 千円</td> </tr> <tr> <td>横形マシニングセンター自動パレットチェンジャー付 5 台</td> <td style="text-align: right;">55,000 千円/台</td> </tr> <tr> <td>ATC 工具(40 本)</td> <td style="text-align: right;">2,720 千円/台</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">合計</td> <td style="text-align: right;">1,083,080 千円</td> </tr> </table>					五面加工機(2050mm 幅、テーブル面 1500×3000mm)2 基	225,000 千円/台	ATC 工具(120 本)	8,160 千円/台	フレキシブルマシニングセンター(X 軸 1250mm×Y 軸 1050mm×Z 軸 810mm)	320,000 千円	ATC 工具(120 本)	8,160 千円	横形マシニングセンター自動パレットチェンジャー付 5 台	55,000 千円/台	ATC 工具(40 本)	2,720 千円/台	合計	1,083,080 千円
五面加工機(2050mm 幅、テーブル面 1500×3000mm)2 基	225,000 千円/台																		
ATC 工具(120 本)	8,160 千円/台																		
フレキシブルマシニングセンター(X 軸 1250mm×Y 軸 1050mm×Z 軸 810mm)	320,000 千円																		
ATC 工具(120 本)	8,160 千円																		
横形マシニングセンター自動パレットチェンジャー付 5 台	55,000 千円/台																		
ATC 工具(40 本)	2,720 千円/台																		
合計	1,083,080 千円																		

1. 案件 No.	39														
2. 大分類	機械	3. 中分類	家電・電機	4. 小分類	大中型交流電動機										
5. 対象製品	シャフト、フレーム等(大型、中型交流電動機、発電機、ポンプ・モーター)														
6. 加工要素	機械加工														
7. 加工設備	<p>切削機械加工は大型機械及び中型機械の総計 242 台で行われている。 殆どは汎用旋盤、汎用ボール盤、汎用フライス盤である。</p>														
8. 加工プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機械加工は、大型機械工場、中型機械工場、工具工場に部品、仕掛品を運搬し、それぞれの工場で行われている。</li> </ul>														
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大部分の機械は、旧式の機械であり、新機種 Y シリーズの要求する内容を達成できない。具体的には、 各機械の加工精度が悪い。特に堅型旋盤の穴加工が悪い。 各機械の切削能力が低い。旧式で、力不足である。 各機械の切削速度が遅く、生産性が低い。</li> <li>● 使用されていない機械も多く、スペースを占領している。</li> <li>● 使用する機械に合わせて仕掛品が搬送されるため、作業工程の流れが最適レイアウトではない。Y 系列への転換による加工内容の変化と加工機械の自動化の導入に備えてレイアウトの最適化が必要である。</li> </ul>														
10. 提言	<p>新機種の Y 系列電動機は、加工精度を基礎に、小型化と加工時間削減を狙っており、これに対応するため、機械加工工程に下記の高性能設備を導入することを提言した(1995年)。</p> <table border="0"> <tr> <td>1) フレームの足用 NC 専用ドリルフライス盤 1台</td> <td>300 万円</td> </tr> <tr> <td>2) フレーム用 NC 中ぐり盤 3 台</td> <td>900 万円</td> </tr> <tr> <td>3) フレーム両端面穴明 NCドリル 3 台</td> <td>180 万円</td> </tr> <tr> <td>4) シャフト・キー溝専用 NC フライス盤 2 台</td> <td>140 万円</td> </tr> <tr> <td>5) シャフト専用切削設備 2 台</td> <td>240 万円</td> </tr> </table>					1) フレームの足用 NC 専用ドリルフライス盤 1台	300 万円	2) フレーム用 NC 中ぐり盤 3 台	900 万円	3) フレーム両端面穴明 NCドリル 3 台	180 万円	4) シャフト・キー溝専用 NC フライス盤 2 台	140 万円	5) シャフト専用切削設備 2 台	240 万円
1) フレームの足用 NC 専用ドリルフライス盤 1台	300 万円														
2) フレーム用 NC 中ぐり盤 3 台	900 万円														
3) フレーム両端面穴明 NCドリル 3 台	180 万円														
4) シャフト・キー溝専用 NC フライス盤 2 台	140 万円														
5) シャフト専用切削設備 2 台	240 万円														

1. 案件 No.	63																				
2. 大分類	機械	3. 中分類	その他機械	4. 小分類	試験器																
5. 対象製品	車両性能試験器																				
6. 加工要素	機械加工																				
7. 機械加工設備																					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 普通型旋盤 6 台、大型旋盤 2 台、大型縦旋盤 1 台、門型プレーナ 1 台、大型ボーリング 1 台、ドリル 1 台、研磨機 3 台、歯切盤 1 台、横型プレーナ 4 台、ミリング 3 台、</li> </ul>																				
8. 機械加工工程	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 材料取切断→機械加工→検査→(溶接→検査→組立)</li> </ul>																				
9. 現状と問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 材料切断にガス溶断を使っているが、ガス溶断の精度、加工面が悪く、取り代も多く、熱による硬度のバラツキが発生し、加工上不利である。</li> <li>● ローラー加工:ローラー用素材のシームレスパイプは肉厚の薄いものを使用し、内面加工を省く。</li> <li>● 架台のプレーナ加工、面加工のシェーパー加工は生産性の観点からフライス加工に切替える。</li> <li>● ボーリング加工用罫書きを行っている。マグネットスケール付の機械にし、罫書き作業を省く。</li> <li>● 旋盤加工の切削条件(送り、切込み、切削速度)が作業標準通りになってない為、作業者の個人差により表面粗度のバラツキが大きい。作業標準の遵守を徹底すべきである。切削工具としてハイスバイトが主流であるが、逐次超硬バイトに切替えていくべきである。</li> <li>● 内径研磨加工・外径研磨加工用研磨機の精度チェックを定期的に行う事。</li> <li>● フライス加工用縦型・横型フライスのシャンクに水平傷が付いており締付けが十分でない。一部スローアウェイカッターを使用しているが、ハイスが多く、今後はスローアウェイに切替えるべきである。</li> <li>● ローラとモータをチェーンで駆動するスプロケットを社内製作しているが、工数が掛かりすぎている。チェーンスプロケットは部品として外部からの購買に切替えるべきである。</li> <li>● 機械の保守保全が悪く、摺動面は塵、油、切粉で汚れている。全般的に手入れが悪い。</li> <li>● 治工具は準備不十分で、数も少ない。必要治工具は、優先順位を付け整備する事。</li> </ul>																				
10. 提言	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ローラー加工の改善案として、内径加工を止める。ローラーの標準化を図り、各機種間で共通化を実現することを提言している。</li> <li>2) 架台加工工程を、架台の構造を型鋼フレーム構造から鋼板折り曲げフレームのモノック構造に変更する事により、その工数を約半分に短縮する案を提案している。架台の平面加工をシェーパー加工からフライス加工に切替え、生産性を上げる。</li> <li>3) 切削工具として、フライス加工の一部で超硬チップのカッターを使用しているが、旋盤、フライス盤、シェーパー、プレーナなどの加工ではハイスバイトを使用している。超硬バイトの切削速度はハイスの 4 倍であるから逐次試行しながら超硬バイトの導入を図る事を提言している。旋盤、フライス盤の場合は、スローアウェイ超硬チップ工具を使う方が効率的である。</li> <li>4) ドリル及びエントミルの研磨:ドリルは切れが悪くなると各個人が双頭研磨盤で研磨しているが、研磨の状態にかなりバラツキがあり、この為ドリルの偏心が大きく、加工穴が拡大し加工精度が出ないと同時に切刃の一片に負担が掛かり、工具寿命を急激に短くする。正しい専用ドリル研磨盤を設置し、質の良い工具を現場に供給する体制の確立を提言している。</li> <li>5) 機械加工近代化の為の新規導入設備の種類と価格 <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>①門型プラマター</td> <td>30,000 千円</td> <td>②大型NC旋盤</td> <td>42,500 千円</td> </tr> <tr> <td>③NC旋盤</td> <td>15,300 千円</td> <td>④NCフライス盤</td> <td>11,900 千円</td> </tr> <tr> <td>⑤工具研磨機・ドリル研磨機</td> <td>1,600 千円</td> <td>⑥生産フライス盤</td> <td>19,900 千円</td> </tr> <tr> <td>⑦ラジアルボール盤</td> <td>20 千円</td> <td>合計</td> <td>121,220 千円</td> </tr> </table> </li> </ol>					①門型プラマター	30,000 千円	②大型NC旋盤	42,500 千円	③NC旋盤	15,300 千円	④NCフライス盤	11,900 千円	⑤工具研磨機・ドリル研磨機	1,600 千円	⑥生産フライス盤	19,900 千円	⑦ラジアルボール盤	20 千円	合計	121,220 千円
①門型プラマター	30,000 千円	②大型NC旋盤	42,500 千円																		
③NC旋盤	15,300 千円	④NCフライス盤	11,900 千円																		
⑤工具研磨機・ドリル研磨機	1,600 千円	⑥生産フライス盤	19,900 千円																		
⑦ラジアルボール盤	20 千円	合計	121,220 千円																		