

中華人民共和國
工場(ピストン)近代化計画
調査報告書

(要 約)

1986年10月

国際協力事業団

105
63
MPI
LIBRARY

工 計 鉦
[Redacted]
86-129

中華人民共和国
工場(ピストン)近代化計画
調査報告書

(要 約)

JICA LIBRARY



1034073[5]

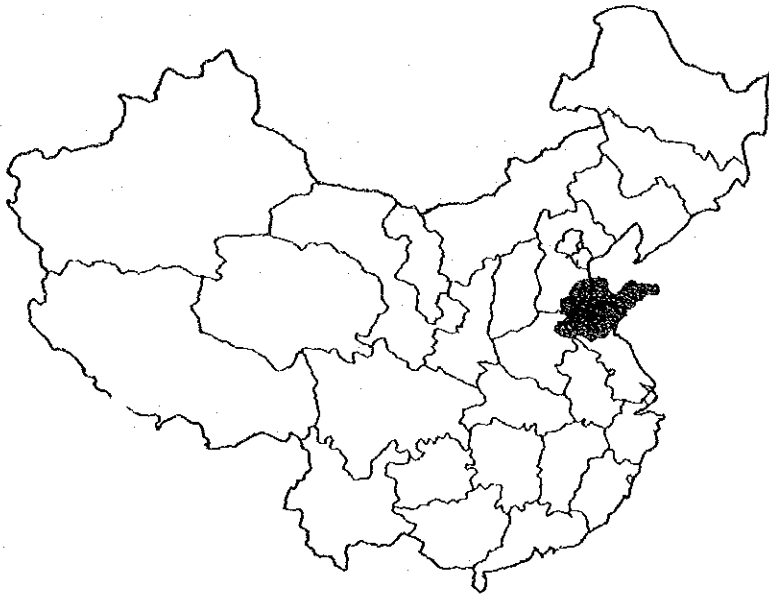
1986年10月

国際協力事業団

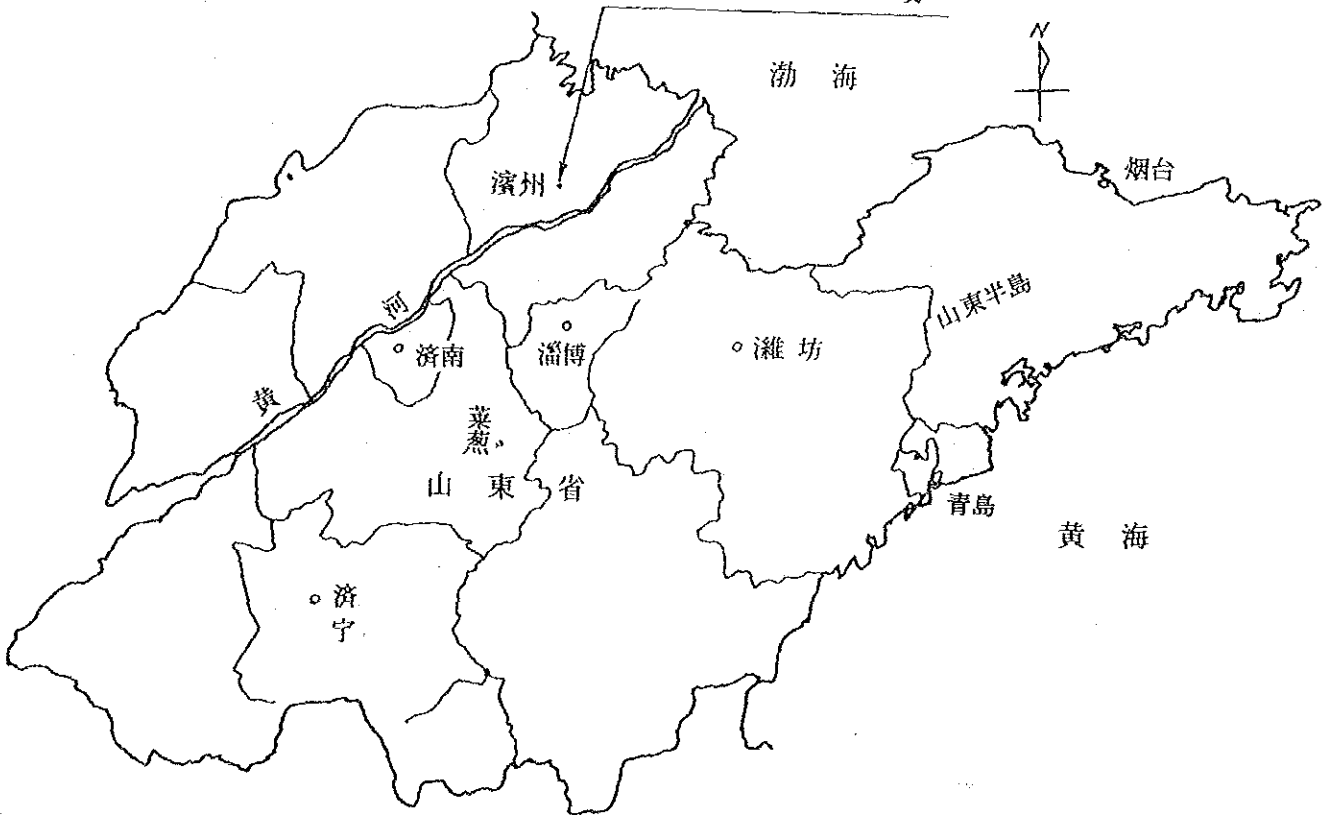
国際協力事業団	
受入 月日 86.10.29	105
	63
登録No. 15565	MPI

中華人民共和国主要部

工場所在地略図



山東濱州ピストン工場



要 約

1. 調査の概要

1.1 調査の目的と対象

中国側の既存工場近代化計画推進に際し、我国への協力要請があり、これを受けて国際協力事業団が現地調査を行った。本報告は山東濱州ピストン工場に関する近代化のための改善案提案書である。

1.2 調査内容および範囲

山東濱州ピストン工場は、溶解、鑄造、熱処理、機械加工、完成品検査・包装を包含する一貫したピストン工場である。当該調査は、ピストン工場の生産量倍増およびピストンの品質向上を中心題目として行った。調査の対象は、アルミニウム合金ピストンの製造工程である溶湯精製、鑄造、熱処理、機械加工工程と製造に必要な金型、治具、切削工具の製作工程と検査、品質管理および生産管理ならびにピストン製造のための専用機の製造、組立工程とした。

1.3 調査日程ならびに調査団

期 間： 1986年2月17日 ～ 3月9日

団 員： 日本プラント協会（JCI） 宮嶋信雄氏を団長とし、他5名

2. 山東濱州ピストン工場の概況

2.1 工場概要

山東濱州ピストン工場は、1951年に北鎮鉄工所として創設され、1963年にピストン専門工場として北鎮ピストン工場と改称し、さらに1983年に山東濱州ピストン工場と改称し、現在に至る。

同工場は、中国黄河流域の山東省の省都済南市の北に位置する濱州市街地にあり、その敷地面積は84,000㎡、総建家面積35,000㎡である。なお、工場の従業員数は約600名であり、また1985年度における売上は約9,200千元の中堅工場である。

2.2 生産実績および計画

1985年の年間生産実績は、約100万個でその製品構成は次のようになっている。

(主要製品構成)

(1) ディーゼルエンジン用ピストン(Diesel engine)	576,000 個
(2) 自動車用ピストン	125,000 個
(3) オートバイ用ピストン(Motor-cycle)	99,000 個
(4) 冷凍機用ピストン	50,000 個
(5) 船舶用ピストン	3,000 個
(6) エアーコンプレッサ用ピストン(Air-Compressor)	129,000 個

合 計 982,000 個

なお、将来計画として山東濱州ピストン工場では、生産量を現在の倍増の年間 200万個の生産を増員なしで考えている。

2.3 工場設備

同工場は、アルミニウム合金溶解設備(2 t 反射炉×3 台)、鑄鉄溶解設備(2 t キューボラ Cupola × 1 台)、アルミニウム合金ピストン鑄物の熱処理設備(溶体化炉×4 台、時効処理炉×4 台)と治具・金型ならびに機械部品を熱処理する熱処理設備(高周波焼入れ設備×1 台、浸炭焼入れ炉×1 台)およびピストン機械加工設備(専用加工ライン×7 ライン)と治具・金型ならびに機械部品を機械加工する工作機械設備(大型旋盤、精密中ぐり盤、研削盤、平削盤等 約30 台)、その他各種検査設備(分光分析器×1 台、超音波探傷機×1 台、測長機×1 台、円度形状測定機×1 台、表面粗さ計×1 台、その他各種計測機器類と標準ゲージ(Gauge) 類)を有する中国有数のピストン専門工場である。

設備は、最近になって外国から輸入した機械や中国製の機械等が部分的に設備されたものもあるが、総体的にはかなり旧式で、生産効率は低い。

3. 結論と勧告

山東濱州ピストン工場の現状調査結果を各分野の専門的観点よりまとめると、以下のとおりである。

3.1 溶湯精製

- (1) 製品の品質を安定させること、すなわち、溶湯中の化学成分量をコントロール（control）することがもっとも重要なことである。原料配合によりアルミニウム合金溶湯を溶製しているのであるから炉前分析を行なうことは必須であると考えなければならない。したがって、迅速に分析できる装置の導入が必要である。
- (2) 溶湯の過熱を防止すること、すなわち溶湯温度を温度計により正確に測定して温度コントロールをすることが重要である。
- (3) ピストン生産 200万個体制下ではディーゼル機関およびガソリン機関のピストンが大巾に増加することで、アルミニウム合金の種類は寡占化することであろう。したがって集中溶解方式をとることになり、一段と効率の良い、信頼性の高い溶解炉の導入が必要である。溶解炉の位置は鑄造機の新設との関係から現在地より東西へ移動することになるであろう。
- (4) 現状人員で生産量が倍増すれば、その一方では作業の負担は軽減されなければならない。しかも作業の信頼性をさらに高める必要がある。汎用性のある設備たとえばリフトカー（lift car）を導入して溶解作業を確実にやり、合わせて作業環境の改善を図ることが重要である。
- (5) 切粉再生の回収率向上には汚染物質の除去、アルミニウムの酸化と廃却量の抑制に必要な機械設備と操業方法の改善を要する。

3.2 鑄造・熱処理

- (1) ピストン製造の要となる鑄造機が手作業となっており、鑄造機の自動化が急務である。自動化は汎用機では金型の開閉と鑄物の取出しを必須条件であり、他にストラット（strut）の自動装着がある。
- (2) 鑄物の品質向上対策は次の通りである。溶湯過熱防止によるガス欠陥の低減、断熱系塗型材の採用による湯回り改善、層流確保の鑄造方案による巻込み不良発生防止、鉄坩堝から黒鉛坩堝への転換による鉄溶入と巻込み欠陥発生防止、持続性改良処理剤の採用による品質安定化、赤磷粉末から磷化合物フラックス（flux）への転換による巻込み欠陥発生抑制など。この他、後工程への欠陥品流出防止のためにX線探傷装置の導入を図ることを奨める。

- (3) 耐摩環入りピストンの品質向上には設備の改善が必要である。設備改善には金型開閉の自動化、耐摩環装着のための金型方案の見直し、耐摩環浸漬用の専用処理炉の導入が重要であり、鑄造作業の安定化を図ることである。また、不良品の流出防止には融着検査を要し、作業性の良い検査装置の導入を図ることである。
- (4) 現状人員で鑄物生産量を倍増するには鑄造機を自動化することが重要であり、多数個取り、多台操作を行うことを奨める。鑄造機は現在地から延長して配置し、保温炉はこれと平行して移設配置したい。
- (5) 溶体化炉を時効炉の形式が異なっているため無駄な作業を行っており、炉の形式を統一することが必要である。小ロット品の処理には丸型バッチ (batch) 炉が適当であり、断熱材使用と熱風循環の強化を図ること。
- (6) 焼入水槽は水温調節と循環を行わせることが好ましく、とくに、焼入バスケット (basket) へ冷却水を吹き付けることを奨める。
- (7) 単一機種が生産量が增大することが予想され、この対策には連続熱処理炉の導入を図ることが適切と考える。炉への挿入から取り出しまでの一貫した熱処理工程を自動化することを奨める。
- (8) ピストン用アルミニウム合金は過酷な条件で使用されるディーゼルエンジン (diesel engine) 用としては ZL109合金を、それに比べて過酷でないガソリンエンジン (gasoline engine) あるいは冷機用としては ZL108合金を使い分けることが望ましい。

3.3 機械加工

- (1) 機械設備の自動化率は、まだまだ低い。また機種切換えに多大の時間を要している。作業能率および生産性の向上のためには、機械設備を改造し作業の容易化を図る必要があると考えられる。
- (2) 生産要員1人当りの生産量が低いように思われる。また、各加工ラインの工程間に仕掛品が多い。生産量を増大するためには、作業体制の見直しおよび新規機械設備の増設を実施し、さらに増設に伴い、工場の一部を拡張する必要があると考えられる。
- (3) 各工程の品質面に対する安定度は全体的に十分とはいえない。不良率を低減す

るには、品質の安定化が重要である。機械精度の向上、切削条件および刃具管理の見直しが必要と思われる。

3.4 金型・治具・切削工具

a. 金 型

- a-1 機械設備は汎用機械が主体であり、専用機械の設備が立遅れている印象を受ける。このために、複雑な形状部加工が手仕上げ作業となっており、精度確保に難点がある。また商標・型式・型番号などが中型にたがねにより刻字されている。設備の導入による精度の向上、製品価値の向上が急務である。
- a-2 金型組み合せ基準部（下型に対する外型の位置・外型に対する中型の位置）に関しては、製作工程の中で設置されており、組み合せ精度に難点がある。巾木部を有効に活用しての精度向上が望まれる。
- a-3 周辺機器の有効的な活用が劣っている。汎用機械での製品作り込み補助工具として、治具の改善・追加などまだまだ採るべき対策は少ない。
- a-4 金型寿命が短かく、ピストン生産数量に対する金型の製作台数が非常に多い。材料選定の見直しと熱処理の採用により、型精度維持長寿命化が必要である。
- a-5 検査設備は汎用器具のみであり、立体的な金型および素形材の検査用として、三次元測定機の導入による精度の確認が検討項目としてあげられる。これは治具・切削工具および機械部品検査用としても必要である。

b. 治 具

- b-1 機械設備は比較的充実しているが、研削技術が劣っている為に、耐久性のある高精度の治具の採用ができず、ピストン加工精度、機種切替え時間などのさまたげになっている。早急に加工方法の改善に取り組み、焼入鋼材料への材質切替え、熱処理の実施により、高精度で耐久性のある治具供給が必要である。
- b-2 ピストン加工機械主軸端フランジ（flange）の精度も b-1項と同様の改善による交換が必要である。
- b-3 ピストン外径プロファイル加工の旋削化が緊急課題となっているが、マスターカム（master cam）の製作設備が未設であり、早急な設置と技術導入が必要と思われる。

c. 切削工具

- c-1 ろう付作業はろう付強度の向上のために、作業方法の改善および周辺機器の追加など早急な改善が望まれる。
- c-2 切削工具の刃先研削は、ピストン加工作業者が担当しており、個々の技能による手研ぎであり標準化ができていない。研削設備と検査設備の導入により、切削工具の標準化研削と集中管理によるピストン加工職場への供給体制など早急な改善が望まれる。
- c-3 治具・刃具ホルダー（holder）の改善による、強度および精度の向上により、超硬チップのより耐摩耗性の良い方向での切削実験に取り組み、ピストン加工精度の向上と刃具の長寿命化を期待する。

3.5 検査、品質管理および生産管理

- (1) 主要検査設備は理化室で集中管理されているが、製造職場およびピストン完成品検査職場には設備がされておらず、「品質は工程でつくり込む」の品質管理の原則を守るためには、十分な検査設備をそれぞれの職場に配置することを推奨する。
- (2) 検査職場での品質検査は、「顧客に品質を保証する」と云う立場からみて、検査項目や検査方法などの内容を早急に改善が必要である。
- (3) 品質管理の強化徹底を図るためには、先ず品質を測定評価する設備が必要となるが、生産量の倍増計画と相俟って現在の検査職場では狭いので、一部拡張が必要である。
- (4) 従業員の技術・技能について、とくに品質管理に関する知識と各種計測機の知識が不足しているように思われるので、品質管理を推進させるために、製造および検査職場の生産要員への教育訓練が必要である。
そうすれば、現在人員を増員せずに生産量を消化できることになる。
- (5) 生産管理面では、生産管理課から統計技師が各職場に派遣され、正確な統計資料がとられて工場運営に活用されている。しかし、生産管理は各職場で正確な統計資料をとり、それを日々の生産活動に反映させるよう改善することが必要である。

また、各職場でとられる統計資料のうち工場全体のコントロール(control)に必要なものは機械処理にすれば簡素化できる。

(6) 品質保証の基礎となる設計仕様の確認試験を行う試験設備がやや不足しているので、早急に導入されるように推奨する。

3.6 ピストン製造専用機製作設備

ピストン製造専用機は現在のところ専門のメーカー(maker)がなく、自社で専用機を製作している。ほとんどの機械は普通旋盤(engine lathe)を改造したものである。それで生産能率や加工精度の面で満足していないものもある。とくに自動鑄造機、ピストン外径楕円加工機およびピストンピン孔精密中ぐり盤の設計標準や製作技術には強い関心がある。

品質の良い製品を作るためには設計段階での標準化が必要であるが、現時点では、まだ標準類は作成されていないようである。また製作面や精度検査面でも同じようである。

部品類は、できるだけ社内調達の方針である。従って増強や補充する必要のある設備がでてくる。購入部品類では信頼性に問題があるようである。

4. 調査結果に基づく工場近代化のための改善策

主としてアルミニウム合金製ピストンの生産量倍増と、品質不良率低減ならびにピストン製造専用機の内製化と新技術導入による品質向上の観点に立ち、溶湯精製、鑄造・熱処理、機械加工、金型および治具切削工具、検査・品質管理、ピストン製造専用機の技術分野別に調査を行ったが、その調査結果に基づく改善策は以下のとおりである。

4.1 溶湯精製

ピストン用アルミニウム合金の溶湯精製における近代化のための重点課題は溶湯品質の向上であり、高効率溶解炉など近代設備による溶湯の安定供給を図り、作業環境を改善することである。

改善課題	内容	効果
溶湯化学成分管理	炉前分析の実施	溶湯品質の保証
	カントメーター (quantometer) など機器分析装置の導入と5分以内の分析体制	成分調整の効率向上・品質の安定化
燃焼効率の向上と溶湯過熱の防止	連続操業の実施	燃料の有効利用 溶解炉の信頼性向上
	高効率溶解炉の導入と排熱利用・作業の機動力の活用	燃料消費量 100kg/t・Al以下
	温度測定計器の導入	溶湯品質の確保
合金溶製方法の変更	合金地金の購入と成分配合の廃止	溶湯品質の保証と安定化

改善課題	内容	効果
溶解炉の整備 と環境改善	パーナータイル(tile) および炉内圧調節ダンパー (damper)の設置、断熱材の 利用	経済的溶解の 促進
	炉の屋内配置	安定操業の確保
原材料の取扱い	原料置場の区分明記	異材混入防止
	雨水・粉じんからの汚染防止	溶湯品質の確保
	配合原料の容器の利用	異材混入防止と 配合精度の向上
溶解作業の機械化	材料投入・攪拌・除滓・配湯 運搬のためのリフトカー(lift car)の導入	作業の省力化と 作業環境の改善・ 品質の安定化
切粉再生回収率 の向上	乾燥装置、磁選機、急速溶解炉 混練機、灰しぼり機の導入	回収率 90%以上

改善課題	内 容	効 果
配湯工程の改善	取鍋断熱材の利用	保温性向上
	予熱装置の設置	湯温低下防止
	取鍋精練の有効利用	浴湯品質向上
	配湯への機動力(リフト)の活用	湯温低下防止

4.2 鑄造・熱処理

鑄造・熱処理工程における近代化のための重点課題は次の通りである。生産力向上のための鑄造機の自動化と熱処理炉の改良、鑄造条件・鑄造方案の改善による鑄物品質の向上、操業条件の見直しと作業環境の改善である。

改善課題	内 容	効 果
< 鑄 造 >		
溶湯ガス(gas) 吸収の低減	溶解温度の制御・計器測温と 燃焼コントロール(control)	鑄造不良率低減
鑄込温度の見直し	断熱系塗型材の採用により 720° ~ 750° C → 690° ~ 720° C	鑄造不良率低減
鑄込溶湯の乱流 防止	傾斜湯道、湯だまりおよび 薄い板堰の設置	鑄造不良率低減
鉄分の溶入防止	黒鉛坩堝の全面採用	鑄造不良率低減
共晶珪素微細化 効果の持続	浮遊改良処理剤の利用	・ 鑄物品質の安定化
高珪素アルミニウム 合金の巻込防止	赤珪粉末から燐化合物フラック クスへの転換	鑄造不良率低減
耐摩環入りピスト ンの鑄造方法	鑄造機の機械化・金型の環装 着部の改良・浸漬炉の導入	鑄造不良率の低減
内部欠陥品の後 工程への流れ防止	X線探傷装置の導入	鑄造不良率の低減

改善課題	内容	効果
鑄造機の自動化 による鑄造方案 の変更	正立型(ピストン頭部を上方) の鑄造方案の利用・可傾式鑄 造法の適用	鑄物の歩留り向上
鑄造機の自動化	多数個取りの実施	現状人員での 生産量の倍増
	多台操作の実施	

< 熱処理 >		
熱処理炉の形式 の統一	時効炉に丸型バッチ炉を採用	移し換え作業の 無駄排除 品質の向上
	熱処理用バスケットの共通化	
丸型バッチ炉の 改善	熱風攪拌の強化	炉内温度の均一化
	加熱コントロール帯の細分化	
	断熱保温材の採用	
連続熱処理炉の 導入	材料の挿入から熱処理完了 取出しまでの自動化	大ロット(lot)品 の生産能力の向上 品質の安定化 作業の安全性

改善課題	内容	効果
焼入水槽の改善	冷却水の循環と水温制御装置の設置	焼入れ品質の安定化
	バスケット上部への冷却水の噴きつけ	

< 製品品質 >		
製品品質の安定化	化学成分量のバラツキを最小にする	寸法の安定化
	炉内温度分布の均一化と焼入効果の安定化	強度の安定化 硬度のバラツキが小
使用条件による材質の選択	ZL108合金→ガソリン用 ZL109合金→ディーゼル用	ピストンの長寿命化

4.3 機械加工

機械加工における重点課題としては、作業能力の増大、不良率の低減があげられる。

改善課題	内容	効果
生産能力の増大	機械設備の改造 a. 機械設備の半自動機、手動機の自動化 b. 作業の容易化 ○ 治具および切削工具の標準化 ○ 切削工具取付台の改造	生産要員の労働 負荷の低減 切換え時間の短縮 刃具調節の迅速化
	ラインの増設	生産量の増大
不良率の低減	端面内径加工の加工方法の変更	切換え時間の短縮 品質の向上
	ピン孔仕上加工工程に刃具補正装置付機械の導入	刃具調節の迅速化 品質の安定化
	外径研削加工の加工方法の変更	立体形状加工が可能 品質の向上
	計測器類の見直し	生産要員の計測 誤差防止

4.4 金型・治具・切削工具

- a) 金型の製作における近代化のための重点課題は、品質向上のための設計標準の見直し、加工治具の改善・加工設備の増強、品質維持のための材料の見直しと熱処理の採用である。

改善課題	内容	効果
設計標準見直し	中型合せ面勾配部の標準化	加工能率の向上
	金型組み付け基準部(巾木)の見直しと標準化	品質向上
	捨て加工と中型組み付け装置の採用	修正・修理の簡易化
	外型組み合せ位置決めピンの設置	品質向上
	下型の材料の耐熱鋼の組み合せ	耐久性の向上
加工治具の改善	中型組み合せ治具の改善	品質の向上 耐久性の向上
	ボス穴くり治具の改善	加工能率および品質の向上
加工設備導入	手持工具の採用 (マイクログライディングなど)	加工能率および品質の向上

改善課題	内容	効果
加工設備導入	1) 放電加工機の導入による複雑な形状の作りこみ 2) CNC旋盤・CNCフライス盤の導入 3) 彫刻盤の導入による彫刻作業	品質の向上 品質の向上および自動鑄造機開発に対応 見映えのする製品
材料見直しと熱処理設備導入	熱間金型用材の利用 窒化処理による金型の熱処理	品質の維持および耐久性の向上
検査機器導入	三次元測定機の導入	精度確認 品質の向上

b) 治具の製作における近代化のための重点課題は、研削治具の改善により、高精度で耐久性のある治具の採用が急務である。

改善課題	内容	効果
研削治具の改善	マンドレル、端面内径受け治具の設備	精度の向上 耐久性向上
ピストン主軸端フランジの改善	マンドレル、端面内径受け治具の設備	精度の向上 耐久性の向上 段取り替え時間の短縮
材質変更	焼入鋼材への変換	耐久性の向上

改善課題	内容	効果
マスターカムの製作	CNCカム研削盤の導入と技術研修	ピストン外径のプロファイル加工の精度向上

- c) 切削工具の製作における近代化のための重点課題は、ろう付け設備および副資材の改善によるろう付け強度向上、機械研削による刃先精度の向上、管理システム (system) の改善による切削工具の供給があげられる。

改善課題	内容	効果
ろう付け改善	電気抵抗ろう付機の採用 銀ろう、フラックスの改善	ろう付強度の向上
	保護具の使用と排気装置の設置	安全
研削治具の改善	板バイト粗研削三点受け治具の採用	歪の矯正効果向上
研削設備の導入 (溝バイトなど)	平面研削盤の導入による 仕上研削の採用	研削精度の向上
研削設備の導入	超硬工具研削盤の導入 光学式成形研削盤の導入	刃先研削精度の向上 形状精度の向上
	ドリル研削盤の導入 チップソー研削盤の導入 鋸刃自動研削盤の導入	精度の向上 刃具交換の標準化 定期研削による 長寿命化

改善課題	内容	効果
検査設備の導入	投影機の導入	確認による精度向上
集中研削への改善 (工具室の設置)	ろう付けから研削完了まで 一貫作業体制化	切削工具管理と 標準化
刃具の長寿命	切削実験による 耐摩耗性のある超硬材質の研究	精度の向上 長寿命化

4.5 検査、品質管理および生産管理

検査、品質管理および生産管理面の近代化のための重点課題としては、検査・試験設備の充実と品質管理および生産管理技術の向上改善があげられる。

改善課題	内容	効果
検査設備の改善	ロックウエル(Rockwell) 硬度計の増設	硬度品質保証の確立
	水圧試験機の設置	耐水圧品質保証の確立
	円度形状測定機の増設	品質向上
	表面粗さ計の増設	品質向上
	万能投影機の設置	品質向上
	超音波探傷機の増設	耐摩環融着品質の保証
	X線テレビ検査装置の設置	中空油溝品質の保証
	ピストン専用検査ラインの設置	ピストン品質保証の確立
試験設備の改善	疲労試験機の設置	品質保証のための 設計仕様の確立
	摩耗試験機の設置	品質保証のための 設計仕様の確立

(表のつづき)

改善課題	内容	効果
試験設備の改善	微小硬度計の設置	品質保証のための設計仕様の確立
	応力測定装置の設置	品質保証のための設計仕様の確立
	熱疲労試験機の設置	品質保証のための設計仕様の確立
	モータリングおよびエンジンテスト装置の設置	品質保証のための設計仕様の確立
	ピストン実体熱膨張試験装置の設置	品質保証のための設計仕様の確立
品質管理および生産管理技術の向上改善	品質保証体制の見直し	品質保証体制の確立
	検査設備機器類の運転技術の教育訓練	機器機能の強化により不良品率低減
	検査員の品質管理教育と計測技能訓練	検査機能の強化により不良品率低減
	各種生産管理統計の自主独立化	生産職場での日常管理活動活発化による生産向上

(表のつづき)

改善課題	内容	効果
品質管理および 生産管理技術の 向上改善	各種生産管理統計の機械化 処理	統計資料の有効 活用による品質・ 生産改善の容易化

6 ピストン製造専用機製作設備

工場近代化のための重点課題としては、下表に示す項目があげられる。

改善課題	内容	効果
(機械設備) 製品精度の向上、 安定化	ジグ中ぐり盤(jig boring machine)の導入 例えば主軸頭加工の能力向上	主要部品の加工 能力および精度 の向上、製品品 質の安定化
	内面研削盤(internal cylin- drical grinding machine) またはホーニング盤(honing machine)の導入 例えば油圧 シリンダ(cylinder) の内径仕上面の向上	
	高周波焼入装置の導入 機械摺動面の耐久度の向上	
	プレスブレーキ(press brake)の導入	生産能力増大に 対応

(表のつづき)

改 善 課 題	内 容	効 果
(機械製作) 社内標準の充実	設計標準類、組立標準類等 の作成	品質の保証と向上 部品の互換性の 向上
(精度検査) 機器類の整備	各種検査機器類の精度維持	品質の保証と向上
(主要材料 および部品) 信頼性の向上	鋳物材質の高級化、購入品 の信頼度調査	品質の安定化

5. 教育、訓練

本報告書において、アルミニウム合金製ピストンの生産量倍増、品質不良率低減、ピストン製造専用機の内製化等を目的として種々の設備改善ならびに新規設備の導入を提言している。しかし、ただ単に設備を購入するだけでなく、それらの能力を100%発揮させるための運転技術の習得が同時に行われなければならない。このためには、設備の納入者に据付指導員・運転指導員の派遣を要請し、現地で行われる据付指導・運転指導を、有益な要員の教育訓練の場として利用することが望まれる。

また、さらに加えて、専門家の指導のもとで品質管理の専門教育による一般的品質管理(SQC)、QCサークル(QC circle)活動、機械設備の工程能力調査と改善を進める一方、各種試験設備の新規導入による品質の向上を図るための専門技術の教育指導による技術習得が行われなければならない。

6. 工場近代化のための所要資金および実施計画

6.1 設備の改善

第Ⅲ章で述べた工場近代化のための改善提案に基づく、設備の改善（新設・改造）は各技術分野に於ける改善項目について、その重要性および緊急性を考慮し、3期に分けた所要資金および実施計画を表6.1-1に示す。

なお、設備費用の算定に当たり、見積の条件および範囲は次のとおりとした。

- (1) 設備費用は、日本国内市場価格を基とし、FOBベース（base）で算定した。
予備品は除外している。
- (2) 設備の設置あるいは改造に伴う設備据付費用並びに建屋改造費用は除外した。
- (3) 設備の新設あるいは改造に伴い、新たなユーティリティ（utility）については、現有動力供給設備にて十分賄えるものとし、設備検討から除外した。

6.2 中国政府、国家経済委員会による山東濱州ピストン工場に対する支援

上記の設備改善、操業改善に伴って中国国内調達資材の手配や建設上の技術的支援、特に工場建設のための土木建築部門については、予算面、技術面とも中国政府、国家経済委員会の積極的支援が必要である。

表6.1-1 所要資金および実施計画

(1 / 5)

(単位： 日本円、千円)

項 目	実 施 計 画			備 考
	1 期	2 期	3 期	
1. 溶湯精製	(32,400)	(32,400)	(104,000)	
(1) 傾動式溶解炉	30,000	30,000		1時間 2基 1基当り/500kgf 取出し
(2) アルミ屑回収用灰しぼり機			30,000	1基
(3) 真空式カントメーター (quantometer)			50,000	1基
(4) 据付・運転指導	2,400	2,400	2,400	1,2,3期共 1名×40日
(5) 溶鋸技術指導			21,600	1名×18箇月 (1機種)
2. 鑄造機	(80,800)	(88,000)	(235,600)	
(1) 自動鑄造機	70,000	70,000	210,000	10台
(2) 据付・運転指導	3,600	3,600	3,600	1,2,3期共 1名×60日
(3) 技術指導：				
① 耐摩環入りピストン			7,600	1名×3箇月 移転：400万円
② 鑄造方案改善			7,200	1名×6箇月 (1機種)
(4) 製品品質の向上 (鑄物レベル向上： 鑄造不良率3.5%に低減)	7,200	14,400	7,200	1期：1名×6箇月 2期：2名×6箇月 3期：1名×6箇月
3. 熱処理	(16,200)	(100,000)	(1,800)	
(1) 連続調質炉		100,000		1ライン
(2) 据付運転指導	1,800		1,800	1,3期共 1名×30日
(3) 技術指導：				
① 永久歪 0.03%→0.01%	14,400			1名×12箇月
4. 機械加工	(92,600)	(125,800)	(689,600)	
(1) ラインの改造	(62,000)	(51,000)	(284,000)	4ライン分
a. 現有機械設備の改造	(2,000)	(15,000)	(24,000)	
○ピンボス(pin boss)油孔 穿孔機	2,000		4,000	3台
○ピン孔粗中ぐり機		5,000	10,000	3台

表6.1-1 つづき (2/5)

(単位: 日本円、千円)

項 目	実 施 計 画			備 考
	1 期	2 期	3 期	
○外径仕上専用機		5,000	10,000	3台
○クリップ(circlip) 溝専用機		5,000		1台
b. 新規機械設備の導入	(60,000)	(36,000)	(260,000)	
○端面内径仕上機	18,000		54,000	4台
○刃具補正装置付中ぐり機	22,000	22,000	44,000	4台
○楕円倣い加工機	20,000		120,000	7台
○バニッシング(burnishing)機		14,000	42,000	4台
(2)ラインの増設	(18,000)	(55,000)	(393,000)	合計2ライン分
○端面内径仕上機			36,000	2台
○外径粗加工機			28,000	2台
○ピン孔粗中ぐり機			28,000	2台
○ピンホス油孔穿孔機			12,000	2台
○溝粗、外径中仕上機		16,000	16,000	2台
○溝油孔穿孔機		10,000	10,000	2台
○スロット(slot)切加工機		11,000	11,000	2台
○溝仕上加工機		18,000	18,000	2台
○刃具補正装置付中ぐり機			44,000	2台
○クリップ溝加工機			28,000	2台
○バニッシング機			28,000	2台
○楕円倣い加工機			80,000	4台
○頭部仕上加工機	18,000		54,000	4台
(3) 据付・運転指導	5,400	5,400	5,400	1,2,3期共 1名×90日
(4) 製品品質の向上 (機械加工不良率 1%に低減)	7,200	14,400	7,200	1期: 1名×6箇月 2期: 2名×6箇月 3期: 1名×6箇月
5. 検査機器その他	(25,520)	(25,320)	(63,660)	

表6.1-1 つづき (3 / 5)

(単位： 日本円、千円)

項 目	実 施 計 画			備 考
	1 期	2 期	3 期	
(1) 円度形状測定器	12,000			1台
(2) 超音波探傷機		15,000		1台
(3) 水圧試験機			2,000	1台
(4) 硬度計(Rockwell)			3,000	1台
(5) 万能投影機			3,500	1台
(6) ピン孔径用エア-マイクロメーター (air micrometer)		800	3,600	11セット
(7) 外径用エア-マイクロメーター (air micrometer)		600	4,800	9セット
(8) ダイアルコンパレータ (dial comparator)			27,000	9セット
(9) リング溝巾ゲージ	3,120	3,120	9,360	10機種分 2セット
(10) 表面粗さ計	5,000			
(11) その他検査具		4,000	5,000	
(12) 据付・運転指導	5,400	1,800	5,400	1期 1名×90日 2期 1名×30日 3期 1名×90日
6. 鋳造金型製作	(62,400)	(6,800)	(119,000)	
(1) 放電加工機			30,000	1台
(2) CNCフライス盤	20,000		20,000	2台
(3) CNC旋盤	20,000		20,000	2台
(4) 彫刻盤		5,000		1台
(5) 窒化処理設備			40,000	1台
(6) 三次元測定機	17,000			1台
(7) 据付・運転指導	5,400	1,800	1,800	1期 1名×90日 2期 1名×30日 3期 1名×30日
(8) 一般鋳造金型設計 製作の技術指導			7,200	1名×6箇月
7. 治具・切削工具	(80,400)	(11,800)	(53,900)	

表6.1-1 つづき (4/5)

(単位： 日本円、千円)

項 目	実 施 計 画			備 考
	1 期	2 期	3 期	
(1) 光学式成形研削盤			28,000	1台
(2) 超硬工具研削盤		10,000		1台
(3) 工具平面研削盤			10,000	1台
(4) 電気抵抗ろう付機			1,000	1台
(5) チップソー自動研削盤	15,000			1台
(6) 鋸刃自動研削盤			3,000	1台
(7) ドリル研削盤			3,000	1台
(8) マスターカム製作用 CNC研削盤	60,000			1台
(9) 投影機			3,500	1台
(10) 据付・運転指導	5,400	1,800	5,400	1期 1名×90日 2期 1名×30日 3期 1名×90日
8. 専用機の製造	(9,200)	(7,200)	(107,200)	
(1) ジグ中ぐり盤			35,000	1台
(2) 内面研削盤			20,000	1台
(3) 高周波焼入装置			20,000	1台
(4) プレスブレーキ			14,000	1台
(5) 温度記録計	2,000			2台
(6) 振動計			1,000	1台
(7) 超精密真円測定器			10,000	1台
(8) 据付・運転指導	7,200	7,200	7,200	1,2,3期共1名×120日
9. 試験設備	(83,900)	(91,700)	(246,300)	
(1) 疲労試験機			20,000	1式(万能疲れ、高温 回転)
(2) 摩耗試験機			10,000	1式
(3) 微小硬度計			2,000	1式
(4) 応力測定装置			20,000	1式

表6.1-1 つづき (5/5)

(単位： 日本円、千円)

項 目	実 施 計 画			備 考
	1 期	2 期	3 期	
(5) 熱疲労試験機		50,000		1式
(6) X線テレビ検査装置	20,000			1式
(7) モータリング(motoring) および エンジンテスト (engine test)装置			150,000	1式
(8) ピストン実体熱膨張試験装置	35,000			1式
(9) 表面膜厚計			1,500	1式
(10) CADシステム		21,000		1式
(11) 据付・運転指導	9,000	9,000	9,000	1,2,3期共1名×150日
(12) 技術指導：				
① オイルガラリーピストン			21,600	1名×18箇月(1機種)
② 高珪素アルミニウム 合金ピストン	7,200			1名×6箇月(1機種)
③ 疲労強度改善のための各種 試験設備のレイアウトなら びに材料試験指導				
③-① 操作トレーニング	4,000	3,000	3,000	15名×0.5箇月 =延べ7.5箇月 滞在費 30万×7.5箇月 トレーニング 100万×7.5箇月
③-② 据付指導	1,500	1,500	2,000	15日×7種
③-③ 試験指導	7,200	7,200	7,200	1名×18箇月
合 計	483,420	489,020	1,621,060	総 計 2,593,500

6.3 教育訓練

本報告書において、アルミニウム合金ピストンの生産量倍増および品質向上を目的として種々の新規設備の導入を提言している。しかし、ただ単に設備を購入するだけでなく、それらの能力を100%発揮させるための運転技能の習得が、同時に行われなければならない。このためには、設備の納入者に据付指導員・運転指導員の派遣を要請し、現地で行われる据付指導・運転指導を有益な要員の教育訓練の場として利用することが望まれる。

これに係わる所要資金および実施計画を表6.1-1に示す。なお、費用の算定にあたり、見積条件および範囲は以下のとおりとした。

- (1) 表6.1-1にあげた設備に対して派遣される据付指導員・運転指導員の
日当×推定実働日数より所要金額を算出した。
- (2) 据付指導員・運転指導員の日当は、現時点における国際的な一般水準である
60,000円/日とし、旅費(国内、国外)、宿泊費、食費等は除外している。

6.4 技術指導

以上に述べた工場近代化計画をより速い速度で実施していくためには、高い水準の操業技術、いわゆる技術ノウハウ(know-how)を保有する者との技術提携を通じて書面による技術の回示、技術指導員の派遣、技術者の受入教育などを受けることもひとつの有効な方法である。

但し、本件に係わる所要金額は、技術提携先および技術提携範囲により大きく異なるかもしれないが、当面の検討用として、現時点で想定される金額を記入している。

6.5 実施効果

溶湯精製：第Ⅰ期において現状の溶解炉の改善を折り込んだ新規溶解炉の導入により、溶湯品質の向上と省エネルギー効果を狙った。第Ⅱ期はさらに溶解炉の増設により溶湯の増産への対応能力を確保できるようにする。第Ⅲ期では品質面で分析装置の導入により、溶湯品質の安定化を促進し、省資源のためには灰しぼり機を新設することにし、また、一部新技術の導入を図る。

鑄造・熱処理：品質面においては、現有設備を改善して有効利用を考慮し、さらに、自動鑄造機の導入により、第Ⅰ、Ⅱ期で大巾な改善をすることにした。第Ⅲ期において現状の鑄造不良率14.7%を低減して、3.5%の目標に到達できることを狙った。

また、増産に対応すべく自動鑄造機の増設を第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期と段階的に実施し、また、連続熱処理炉を第Ⅱ期で導入し、目標の200万個への増産に対応させるようにした。

技術面では第Ⅰ期に2件、第Ⅲ期に3件の新技術の導入を図ることにした。

機械加工：第Ⅰ、Ⅱ期は、一部高性能の新規設備の導入などで現有設備の改善を図り品質レベルの向上を主眼に置いた実施計画とし、第Ⅲ期に新鋭設備の導入による生産性向上と生産量増量を可能とする実施計画とした。

検査：第Ⅰ、Ⅱ期は製造工程内の品質管理を中心とした指導を重点に実施計画を策定し、第Ⅲ期に完成品検査の諸設備を導入して、品質保証の体制整備に重点を置いた実施計画とした。

金型・治具切削工具：

製造ラインの体制整備に見合った技術レベルを確保できるように、
ほぼ均等な3段階に分けた実施計画とした。

ピストン製造専用機：

ピストン製造専用機製作用設備としては、ジグ中ぐり盤（jig boring machine）および高周波焼入れ装置等の導入を実施計画として提案した。

改善効果としては、主要部品の加工能力および精度の向上ならびに製品品質の安定化をはかるとともに自動鑄造機、ピン孔精密中ぐり盤、ピストン外径楕円加工機は年間25台位製作組立てが可能となる。

7. 工程表

設備改善、教育訓練の工程を、図7-1に示す。

8. 結 言

8.1 工場の現状調査に基づく改善並びに近代化の方向

本調査は、アルミニウム合金製ピストンの生産量倍増と品質不良率低減ならびにピストン製造専用機の内製化に主眼をおき行ったが、本報告書には、工場近代化のための提言として、さらに作業能率（生産性）および機械設備の保全ならびに計測技術の向上改善、また新技術の導入等、多岐にわたる改善策を盛り込んでいる（第4項参照）。

各技術分野における改善項目について、その重要性および緊急性を考慮し、3期に分けた実施計画表を第6項に示したが、実施に当たっては、中国側にてより実情に沿った形に修正の上、近代化推進計画を策定されることを念願する。

8.2 近代化のための留意点

近代的工場というのは、いうまでもなく、ただ単に近代的な設備を持った工場を指すものではない。必要な技術、ノウハウ（Know-How）の導入、常に最高品質の製品を効率よく作り出して行こうとする職場体質の構築、品質管理、試験研究といった技術力向上のためのバックアップ（back-up）部門の充実なども、近代化計画の推進のために欠くことのできない要素であることを強調したい。

