

表Ⅲ-1-1-07 主要機械設備の故障率

年 度	部 門	設備の実際の 総稼動時間	故障による 停止時間	故障率(%)
1992年	1. 鑄造工場	185,868	342	0.18
	2. 鍛造・熱処理工場	22,018	160	0.73
	3. 機械加工第1工場	553,713	8,480	1.53
	4. 機械加工第2工場	563,718	464	0.08
	5. 機械加工第3工場	364,795	360	0.10
	6. 総組立工場	48,188	144	0.30
	7. 動力工場	102,808	45	0.04
	8. 工具・型工場	105,675	128	0.12
	9. 設備修造工場	109,865	50	0.05
1993年	1. 鑄造工場	92,238	324	0.35
	2. 鍛造・熱処理工場	12,716	108	0.85
	3. 機械加工第1工場	367,558	11,399	0.38
	4. 機械加工第2工場	226,803	512	0.23
	5. 機械加工第3工場	192,454	462	0.24
	6. 総組立工場	10,780	142	1.30
	7. 動力工場	54,669	93	0.17
	8. 工具・型工場	55,683	256	0.46
	9. 設備修造工場	60,969	16	0.03

1-1-3 問題点

当工場の近代化計画の最重点は増産計画にあると思われるが、近代化計画を達成するための障害となっている問題点は次のとおりである。

(1) 当工場が認識している問題点

- ① 製品の品質、価格、納期が満足できる状態でない。
- ② 原材料、購入品の品質、納期、価格が満足できる状態でない。
- ③ 設備能力の不足、または老朽化、故障の多発

80～90年代の高性能、精密な設備が少なく、60～70年代の古い設備で精度が悪

い。このため故障率が高く、設備の利用率も低い。生産性を向上するための障害となっている。

④ 生産技術力が不足しているため、生産性が低い。

新技術、新工程の実施、吸収、採用のいずれも遅れているため、加工能力が向上せず、効率が低く、情勢の展開に追いついて行けない。

⑤ 技術者の不足、または技術者の能力不足

○専門的能力をもった生産技術要員が不足し、部分的に適材適所に人を配置できない。

○在職技術要員の専門的技術訓練が不足している。

○外部の先進的技術を吸収する機会が少ない。

⑥ 現場作業者の技能不足

⑦ 管理技術の不足

⑧ 資金不足

(2) 調査結果、検討が必要と考えられる事項

① 技 術

○機械設備の自動化が遅れている。

自動化をする目的は能率化、省力化ばかりでなく品質を上げる有力な手段である。更なる自動化の推進が望まれる。

○技術の吸収と改善：

技術は日進月歩である。現在の技術レベルの遅れを取戻すため、先進情報収集のルートを自から開拓する必要がある。例えば国や省、大学の研究機関あるいは海外の研究機関、文献、専門書などの購読をすることによって調査研究をする部門をつくる必要がある。

② 品 質

○製品、部品が汚い。

どの製品、部品をみても錆、ほこり、加工きず、バリ、切粉、油漏れなどがあり非常に汚い。品質を向上させるためには、まず全社一丸となって製品、部品をきれいにすべきである。

○屋外保管の材料や部品などに錆が発生している：

錆がついたまま倉出しされ、使用されている。初工程から品質に対する配慮が欠けている。

- 組立で洗浄した部品も後の扱いが悪いためごみやほこり、油がついたまま組付けられている。洗浄の目的を良く理解していない。特にエンジンの内部の部品の洗浄度合でエンジンの寿命が決まることを理解していないと思われる。

③ 設 備

- 生産の基本設備である床、照明などへの投資、工場環境の改良が忘れられている。高価な新しい設備を導入する前に、工場の基本条件を整えることが前提条件である。

④ 意識の改革

- 部品へのごみ、錆の付着に対する意識：

管理者から作業者にいたる全員が、加工ごとに発生する仕掛品の切粉、ほこりなどをその都度除去するという最も品質の基本になることを実施していない。設備機械を入れて部品の形状をつくることのみに専念し、その背後にある一番重要な品質問題を認識していない。錆が発生しても洗浄しようという意識が全くない。誰がみても製品とは思えないものを次工程へ平気で送っている。

- 「完全でないものは渡さない。受取らない」をスローガンで終らせないで実行することが大切である。（次工程にまちがいないものを渡す）

機械加工工場ではバリや切粉が付着したまま次工程に送られている。品質のよいものを次工程に送るという気持ちがない。品質についての現場教育に不足を感じる。

- 5 S（整理・整頓・清掃・清潔、しつけ）の基本がまったく忘れ去られている：品質は整理、整頓から始まると言われている。特に整理、整頓はひどい状態にある。仕掛品が床（土の出ている床）のいたるところに放置されている。このため錆による品質低下が著しい。

- 品質と物づくりの考え方の教育が必要である：

新しい設備を導入すれば、工場の近代化ができと思っている人がほとんどである。新しい設備を導入する前に物づくりの考え方の基本を徹底的に教育することが必要である。

⑤ 運搬・部品の工程間移動

部品や半加工品、素材などは運搬や移動しても価値はあがらない。価値のあがらない作業はできる限り減少させ、やめることが望ましい。

⑥ 工場内照明

すべての工場について言えることであるが、工場内が非常に暗い。このような暗さではミクロン単位の計測目盛が読めない。製品にごみがついていてもよく分らないなどの問題が当然発生する。

また安全上からいつも暗いため、目を近づけないとよく判らないので近づきすぎて機械等に巻きこまれたりする災害が発生する可能性が大きい。早急な改善が望まれる。

⑦ 工場内の床

工場内の床および通路の破損がいちじるしく、土の露出と切粉が混って凹凸がはげしい。この状態では工程中における製品へのごみ、土の付着、NC機械など精密機械への悪影響がさけられない。設備機械を期待通り稼働させ、製品の品質を確保するためには、床の補修改良は不可欠である。

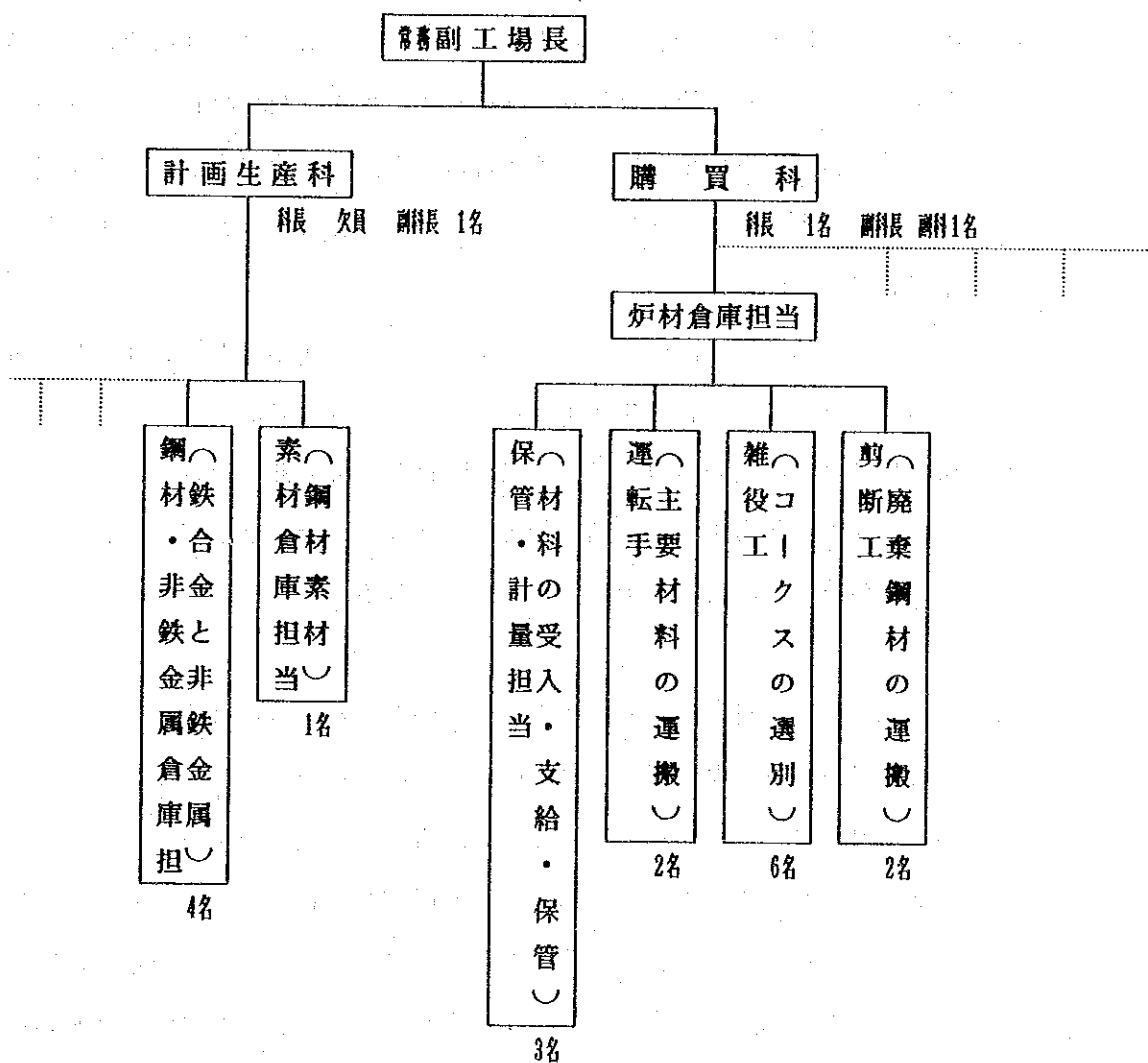
⑧ 試運転工場の配管の漏れ：

試運転工場の燃料配管の漏れ、水の配管の漏れは言語に絶する。この状況は放置されたままである。この場所はディーゼルエンジンの最終検査する環境ではない。公害のたれ流し職場になってしまっている。早急な改善が必要である。

1-2 原材料受入

1-2-1 概要

当工場で使用する原材料としては鉄鋼材料、非鉄金属、鋳物用銑鉄、鋳型用砂、鋼屑、コークスなどがある。原材料の管理は鋼材・非鉄金属については生産科が担当し、鋳造用材料と溶解炉および造型材料については購買科が担当している。図Ⅲ-1-2-01に原材料管理の組織を示す。



図Ⅲ-1-2-01 原材料管理の組織

鋳物用銑鉄、鋳型用砂、鋼屑、コークスなどの原材料の当工場への搬入は、運河を利用した水上輸送で行なわれ、工場裏の岸壁から荷揚げされている。

1-2-2 受入検査・保管・設備

(1) 検査

当工場は原材料の受入れに当っては、すべて入庫検査を実施している。検査項目、検査方法、抜取り検査要領などはすべて国家基準および当工場の製造技術文書規定にもとづいて行なわれる。また、当工場と原材料供給元との間の物品供給契約または技術協議で定めてある場合はこれにもとづいて行なわれる。

1) 鑄造用銑鉄、鑄型用砂、コークスなどの原材料の入庫検査は下記のような順序で実施される。

- ① 各種原材料は上記の検査基準にもとづき検査・チェックを行なう。倉庫の担当者が入荷した材料を検査報告リストに記入して検査員に渡し、検査を依頼する。
- ② 同じ原材料を大量に工場に入れる場合は、販売元の倉庫へ検査員を派遣しサンプルを抜き出してきて化学分析を行ない、品質保証と合致しているかどうかの確認を行なう。
- ③ 品質検査員は3日以内に合格・不合格の結論を出すものとし、理由なく検査の遅滞により生産に影響を与えてはならないとしている。
- ④ 検査に合格し、検査員のサインを受けてはじめて入庫ができ、生産に用いることができる。不合格の原材料は使用できないシステムとしている。
- ⑤ 検査に合格した原材料は分類し積み上げられる。

2) 鋼材など金属材料の検査の受入れは下記の順序により行なわれる。

- ① 鋼材など金属材料の検査は国家基準の細則にもとづいて行なう。
- ② 鋼材など金属材料の入庫に際しては、品質保証書（ミルシート）が添付されていることが必要である。倉庫担当者は入荷した材料についてその産地、数量、検査規格、番号、包装、外面状況（錆の有無など）、寸法を確認した後、検査報告リストに記入し検査員に渡し、検査を依頼する。検査用サンプルの取出しは倉庫担当者が検査員の立会いのもとに行なう。鋼材のサンプル検査は化学成分と機械的性質について実施される。
- ③ 検査に合格した材料は、検査員のサインを受けてはじめて入庫ができる。不合格の材料は販売元が引取り責任を持って処理する。
- ④ 合格・不合格の検査結果は3日以内に出すことが検査員の責任となっている。

(2) 保管状態

原材料の保管状態を図Ⅲ-1-2-02に示す。

鋼材の保管は、材料別にペイントによる識別され種別、寸法別に分類されて保管されている。



a. 鋳型用砂の保管



b. コークスの保管



c. 鋳物用銑鉄の保管



d. 鋼屑の保管



e. 鋼材の保管



f. 鋼材置場

図Ⅲ-1-2-02 原材料の管理状態

(3) 設備

- 1) 入荷材料の分析・試験は当工場の計量センターで実施される。計量センターには、必要な分析機器・試験装置を備えられている。
- 2) 入荷材料の運搬・移動にはダンプカー、フォークリフト、農業用運搬車と人手が用いられている。

1-2-3 問題点

(1) 当工場が認識している問題点（Ⅲ－2－3 在庫管理と重複）

- ① 機械による運搬がすくない。
- ② 材料置場が十分に活用されていない。たとえば、クレーンが設置されていないため、薄板や銑鉄・屑鉄の移動が容易でないため、積み上げによる材料置場の立体的な活用ができない。

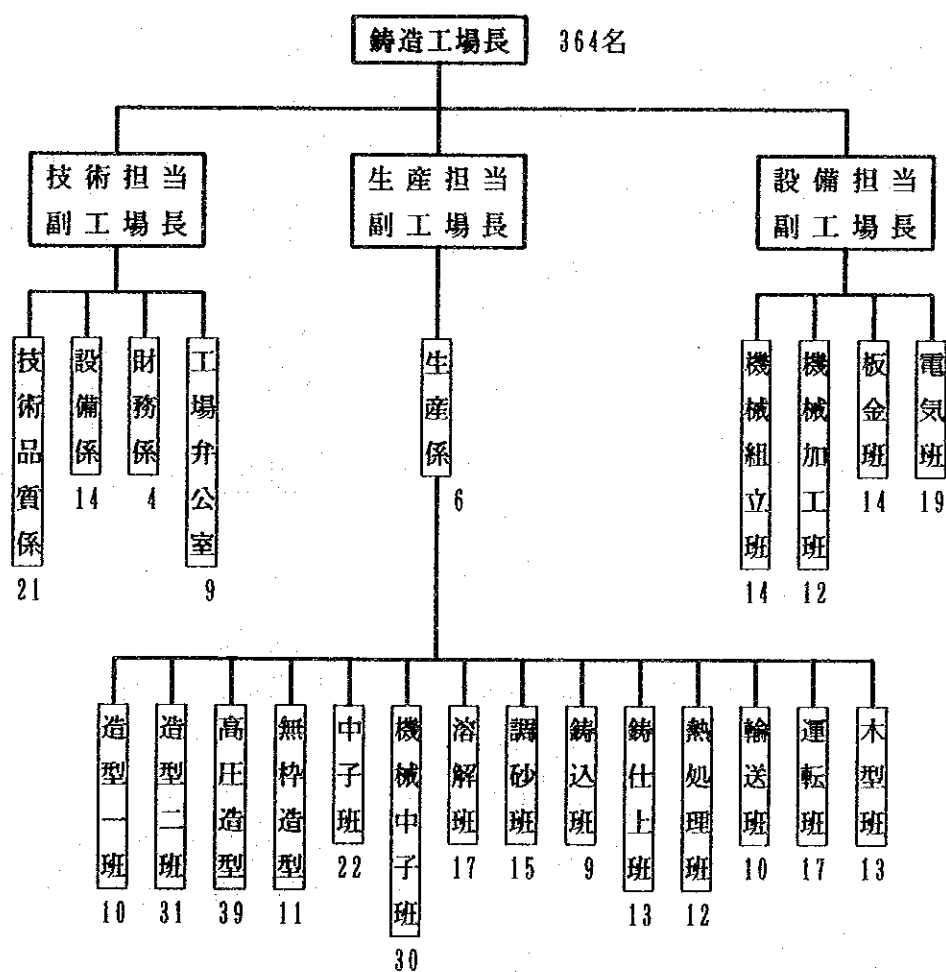
(2) 調査の結果検討が必要と考えられる事項

- ① 手作業を機械化して作業の能率を向上させるとともに、材料置場のスペースを有効に活用する。
- ② 検査前材料置場を定めて、検査に合格の入庫品との区別を明確にする。
- ③ 材料が常に整理・整頓された状態で保管することを習慣化する。

1-3 鑄造工程

1-3-1 概要

当工場の鑄造工場は、ディーゼルエンジンの主要部品、すなわちシリンダブロック、シリンダヘッド、クランクシャフトなどを製造している。鑄造工場の建物はいくつかに分かれているが、鑄造工場全体として約16,000m²の面積をもち、その生産量は、年間6,500トン程度である。鑄造工場は、生産担当の副工場長の管轄する9つの分工場の1つである。鑄造工場の人員は364名で、鑄造工場長（鑄造分廠長）以下、図Ⅲ-1-3-01に示すような体制をとっている。鑄造工場は、生産ライン、技術、設備の3つの機能に分かれ、それぞれは副工場長が統括している。現在のところ技術副工場長は、鑄造工場長が兼任している。生産している鑄造品は生型機械造型による生産が主体で、材質は、ねずみ鑄鉄および球状黒鉛鑄鉄である。

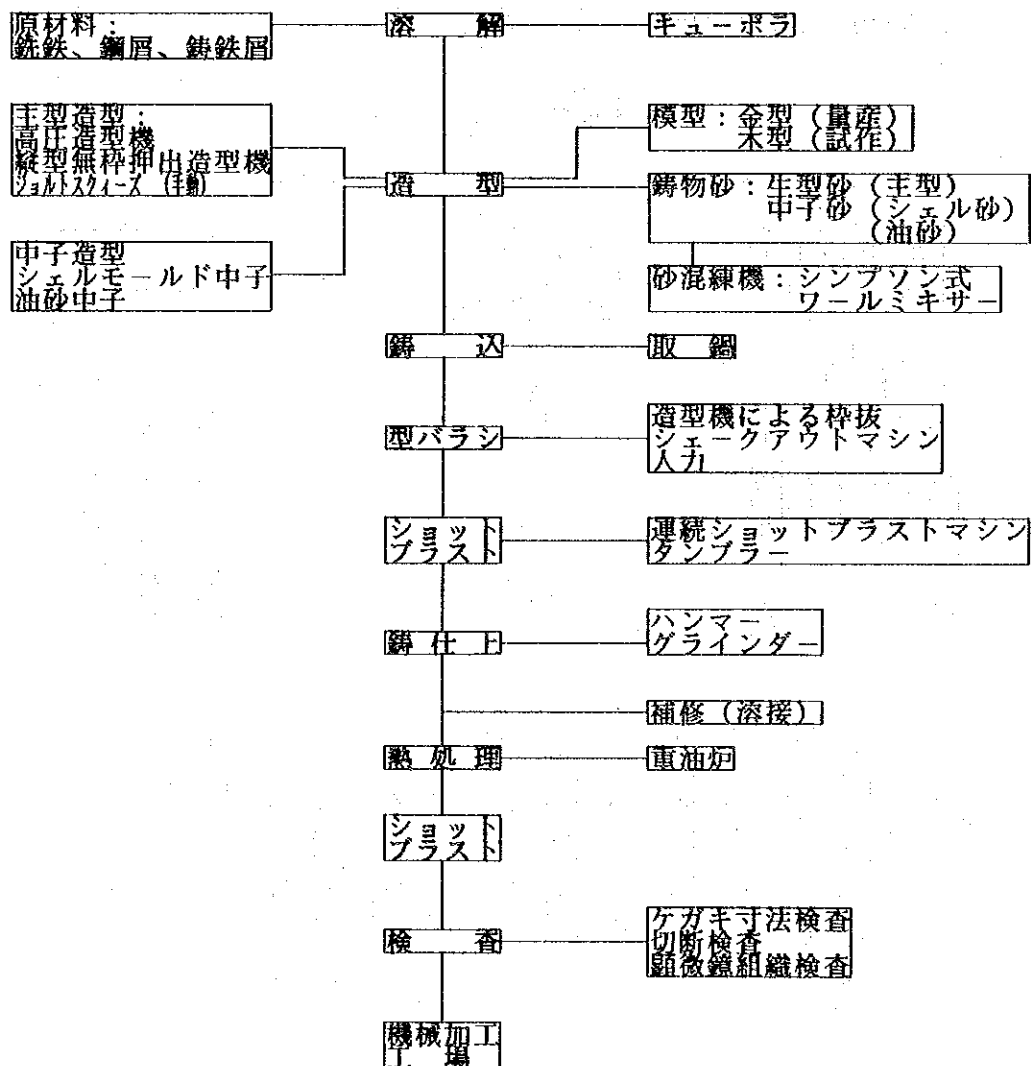


図Ⅲ-1-3-01 鑄造工場組織図

1-3-2 生産方式・技術・品質・設備

(1) 鋳造品生産の流れ

当鋳造工場における鋳鉄の溶解は、前炉付きキューボラによって行われている。したがって、溶解の原材料は、銑鉄、鋼屑、鋳鉄返し材を配合し、溶解熱源としては、コークスを使用している。主型の造型は機械込め造型で、模型は金型を使用している。中子の製造はシェルモールドによる機械中子造型と、手込めによる油砂中子がある。鋳込は上注ぎ傾動取鍋で行われる。鋳込後、型バラシされ、ショットブラストをかける。鋳仕上げ後クランクシャフトなどは熱処理や、ショットブラストを経て、検査後機械工場へ出荷される。鋳造品の生産流れ図はつぎのようである。



図Ⅲ-1-3-02 鋳造品製造工程流れ図

(2) 鋳造の主要工程における生産方式と技術

1) 溶解工程

キューボラは高圧造型棟に2基、クランクシャフト造型棟に2基設置されている。高圧造型ラインに使用しているキューボラは毎時5トンの出湯能力をもっているが実際の出湯は4.5T/Hである。一方、クランクシャフト造型場にあるキューボラは鋳造技術改造計画により、新設されたものである。このキューボラは当初3T/Hの能力で92年に設置されたが、生産量が増加したため、改造し、93年末から3.5～4T/Hの能力になっている。この新設キューボラの隣りには低周波誘導電気炉(5T)が新設され、94年2月末完成予定で、現在調整中である。

高圧造型ラインにあるキューボラは1986年に自社製作したもので前炉付きである。一般に、中国のキューボラは前炉付きのことが多い。送風はルーツ式ブローを使用している。送風については92年に送風する空気の除湿装置を導入した。夏場は湿度が高く空気中に 24g/m^3 程度の水分があるが、除湿装置により $7\text{g}\sim 9\text{g/m}^3$ に減少している。除湿装置の使用は4月から9月にかけての湿度の高い時期に使用している。この装置の導入は溶湯の品質管理の上からもよい効果が期待できる。

高圧造型ラインの古いキューボラの投入材料の計測は、天秤式台秤(300～500 Kg)を使用している。新設のキューボラはリフマグ(Lifting Magnet)に自動計量装置をつけている。測定重量は自動的に記録され、その誤差は100Kgに対し $\pm 3\text{Kg}$ の実測結果を得ている。古いキューボラのほうも記録計を設置したが、まだ稼働はしていない。材料の投入方法はいずれのキューボラも投入バケットのスキップ方式である。

キューボラ溶解に使用する原材料のうち銑鉄は、ねずみ鋳鉄品用と球状黒鉛鋳鉄品用で区別している。球状黒鉛鋳鉄に用いられている銑鉄はSiが1.0～1.3%のダクタイル銑鉄相当のものである。それぞれの銑鉄の成分を表Ⅲ-3-1-03に示す。また溶解材料の配合表を表Ⅲ-3-1-04に示す。

表Ⅲ-3-1-03 銑鉄の成分(%)

銑鉄の種類	C	Si	Mn	P	S
ねずみ鋳鉄用	4~4.5	1.8~2.2	0.2~0.4	<0.06	<0.03
球状黒鉛鋳鉄用	4~4.5	1.0~1.3	0.2~0.4	<0.06	<0.03

表Ⅲ-3-1-04 溶解材料配合表(%)

材 質	銑鉄	鋼屑	鋳物返材	Fe-Si	Fe-Mn
ねずみ鋳鉄	40	20	40	1.3	1.3
球状黒鉛鋳鉄	70	10	20		0.3

キューボラ溶解に使用するコークスは山西省のものと北京のものがある。最近は山西省のものの使用がほとんどのようである。コークスの大きさは60~100mm という基準になっているが、現物をみるともっと大きいものが入っている。コークスの灰分は13~15% である。国家基準では16% 以下としているので、それよりは少ないが、日本の場合は 6.1~8.0%であるから、かなり多い。コークスの強度はデータがないが、感触ではかなり硬いようである。(ザクザクにくずれるようなことはない)

表Ⅲ-3-1-05 コークスのサイズと灰分

種 類	産地	大きさ	灰分
山西コークス	山西	60~100mm	13~15%
北京コークス	北京	40mm	13~15%

出湯後の溶湯の炉前管理のために現場的には通常C Eメーター (Carbon Equivalent Meter)を設置することが多いが、当鋳造工場では設置されていない。材質の分析は別棟の分析室へ運び分析する。分析は出湯後10分かかるので、鋳込みまでの判断には間に合わない。

鋳込温度に関しては、ねずみ鋳鉄が 1,320℃以上、球状黒鉛鋳鉄が 1,300℃以上としている。いずれも鋳込温度は低い。ねずみ鋳鉄の前炉からの出湯状況を見た状況では溶湯の温度は低く、鋳込後、湯口部の溶湯がすぐに凝固被膜を作るのが観察された。

球状黒鉛鋳鉄の球状化処理は、Mg-Re (Mg:7~9%, Re:5~6%) 系統の球状化剤を使用している。球状化処理後の鋳込みまでの最大時間は20分としている。球状黒鉛鋳鉄の出湯成分は表Ⅲ-1-3-06に示す。QT800-2 (抗張力 80Kg/cm²) の球状黒鉛鋳鉄にはCuを0.5~0.8%添加している。

表Ⅲ－１－３－０６ 球状黒鉛鑄鉄の鑄込成分（％）

C	S i	M n	P	S	R e 残	M g 残
3.8~4.0	1.8~2.4	<0.4	<0.08	<0.03	0.03~0.05	0.03~0.06

キューボラの操業は旧5Tキューボラが1日10時間操業（11:00～21:00）で出湯量は40トン、新設キューボラは7時間（18:00～24:00）で出湯量は20トンである。鑄造工場の技術改造計画で導入した新設の低周波誘導電気炉（5T）はまだ操業に入っていないが、これが稼働したらキューボラと電気炉の二重溶解法により溶湯の品質は向上する。

2) 造型工程

造型工程は高圧造型機ライン、縦型無枠造型機ライン（ディサマティック方式と類似の造型方法）、及びジョルトスクィーズマシンによる造型（型かぶせは手作業）の3系統である。このうち、ジョルトスクィーズマシンではクランクシャフトの生産が行われていたが、これを撤去し、新設のエアークラフト造型ラインで製造する。新設造型ラインは鑄造の技術改造計画にもとづくもので、現在造型の試運転調整中である。したがって、今後は次の3つのラインが稼働することになる。

表Ⅲ－１－３－０７ 鑄造工場の造型ライン

造型ライン	工場棟	鑄造品例
高圧造型ライン	1	シリンダブロック
エアークラフト造型ライン	2	クランクシャフト
縦型無枠造型ライン	3	エンジン部品小物

高圧造型機は自社製造の生型砂造型機である。鑄枠サイズは700×900×280/280mmで、1ライン93枠から構成されている。造型能力は50Set/Hであるが、実際の造型は、40Set/H程度である。鑄込場はキューボラの近くにあるが、溶湯は工場建屋通しの天井ホイストクレーンで取鍋を吊り鑄込むので、その間クレーン作業を必要とする場合は、作業が中断されることもあり得る。専用のループ型モノレールラインを設置すれば天井クレーンを解放することができる。

この高圧造型機のスクィーズ（型締め）はセグメント方式である。一般に高圧造型という場合は、鋳型硬度は 90 以上であるが、当造型機の鋳型硬度は85～90程度であると言っている。これでは高圧造型とは言えない。事実、鋳型を指で押して見ると、容易に鋳型がへこむ。これは造型砂の状況（水分が多いなど）によるのか造型機自身の能力不足か、よく原因を追及する必要がある。

高圧造型ラインの棟は粉塵が多く、働く人の環境のみならず、造型した鋳型や中子の品質に対してもよい環境とは言えない。床もかなりの砂ぼこりがたまっており、もっとクリーンな環境にする努力が必要である。砂ぼこりの原因としては、砂搬送のオーバーヘッドコンベヤからの粉塵、鋳込後の型抜きで発生する粉塵などが多いと考えられる。これらは長期的な見通しを持ち、クローズドタイプに改造して行く必要がある。

主型にセットする中子の準備（シリンダブロック中子の湯まわり防止砂詰め作業）が造型ラインの脇で行われている。その作業を見ると中子が床に直接置かれていること、また砂詰め作業は中子の上に作業者が乗り、スコップで砂を流し込んでいるなど製品（中子）に対する取扱が粗雑である。このような、物に対する取扱の粗雑さが品質に影響してくることは当然で、管理者の指導力が問われるところである。

3) 砂混練

生型砂混練場には 5基の砂混練機があり、その砂混練能力は全負荷の場合76T/h である。混練機のタイプはシンプソンタイプのものでワールミキサータイプのものである。表Ⅲ－1－3－08に各混練機的能力を示す。

表Ⅲ－1－3－08 生型砂混練機的能力

砂混練機の種類	基数	能力
シンプソン型混練機	1	20T/h
シンプソン型混練機	1	15T/h
シンプソン型混練機	1	15T/h
ワール型 混練機	2	13T/h

生型砂の特性値管理は砂混練場に簡単な現場用の砂試験室があり、混練した砂の試

験を行っている。原料砂の粒度はかなり細かく60～100 メッシュ程度である。砂は湖底に産出するものを使用している。砂配合の基準と混練特性値を表Ⅲ－1－3－09に示す。

表Ⅲ－1－3－09 砂 配 合 基 準

砂種類	新砂	古砂	ベントナイト	石炭粉	水分	通気度	コンパクタビリティ	抗圧力
手込め用	10%	90%	1.5%	1.0%	5.2%	>100	45±5	>0.10 Pa
			~2.5	~2.0	~6.2			
機械込め用	16	84	1.5	1.5	4.8	>100	40±5	>0.10 Pa
			~3.0	~2.5	~5.8			

実際の混練のデータ（94.1月）を見ると、混練砂の水分は 5.8～7.6%、通気度は98～102、抗圧力は0.092～0.116Pa、コンパクタビリティは33.8～50.8%である。この値を見ると、水分の基準が高く（通常機械込めでは 3.5～4.5%）実際の配合では大部分の混練がこの基準をオーバーしている。これは造型時に砂の鑄枠への充填が悪く鑄型強度が出ない、鑄込後ブローホールの発生がし易いことを示している。

砂の回収では、微粉の回収除去が十分に行われていないので、かなりの量が回収砂に含まれている。このことは混練砂の強度不足や鑄物の欠陥を生じやすい原因となる。

4) 中子造型

中子の造型は中子造型機による造型と手込め油砂による造型とがある。中子造型機のタイプは2種類あり、中子の内部を中空にするタイプと、中子を砂で全部充填するタイプである。両タイプ共 8台ずつ保有している。いずれも加熱方法は電気加熱である。

使用しているシェル砂は両タイプの中子造型機とも共通である。シェル砂はレジンをコーティングした、いわゆるコーテッドサンドを購入している。コーテッドサンドは山東省の流南造型材料廠から調達しており、袋詰めで購入している。

購入品の管理は、湿気や高温をさけ、また圧力のかからないよう1m以下に積むようにしている。使用期間は6ヵ月、ただし、夏期は3ヵ月としている。当鑄造工場で使用しているコーテッドサンドの特性値を示す。

表Ⅲ-1-3-10 コーテッドサンドの特性値

型番	SiO ₂	レジン量	粒度	高温皺	常温皺	抗湾皺	ガス量	溶融点
	%	%	Mesh	MPa	MPa	MPa	ml/g	℃
FS・101	>95	4	75/150	0.45~0.65	3.0~3.7	5.0~5.7	24~28	98±2

上記の表に示すように当鑄造工場で使用しているコーテッドサンドのレジン量はかなり多い。通常は 2~ 3% である。レジンを多くしている理由は中子の強度が保てないためと言っている。レジンそのものの性質、原料砂、などについてさらに研究して改善していく必要がある。現状のコーテッドサンドではブローホールなどの鑄造欠陥が出やすいのは当然である。

シェル中子の焼成の状況を見ると、焼成の足りない薄黄色の状態のものもあれば、濃い茶褐色あるいは黒に近い褐色で、焼き過ぎのものもあり、焼成が一定していない。判定の基準には「濃いチョコレート色」となっているが、判定のために見本のサンプルなどは置いていない。

中子の塗型は水性（黒鉛系）塗型剤である。主型はアルコール性（黒鉛系）である。黒鉛は泥状黒鉛が使われている。

5) その他の工程

型バラシは高圧造型機およびエアークラッシュ機ではラインの中で枠抜きが行われるようになっている。縦型無枠造型機ではシェークアウトマシンにかける。高圧造型機ラインからの解枠された鑄物は新設のチェーンコンベヤにかけられ、冷却するようになっているが、まだ稼働はしていない。チェーンコンベヤは、まず二階に入り室内を蛇行しながら、一階に降りて来るようになっている。一階および二階には排気ファンが設けられているが、現状では、一、二階とも四方が壁でできているので放熱がうまくいくか疑問である。

ショットブラストは連続式ハンガータイプの設備が一基ある。これはシリンダブロックなどの清浄に使われる。ショットの時間は 1回10分程度である。ショット後の清浄程度がよくなければ、再度ショットをかける。使用されているショット球は鑄鉄製（φ2mm）であるのでショット球が割れて微粉となる。この微粉がよく分離されていないのでショット球と一緒に投射されるとエネルギーが吸収され、ショット力が半減さ

れる。事実使用しているショットには粉碎されたショット球の微粉がかなり混ざっている。小物用にはタンブラー式（ドラム式）のショットブラストマシンが3基ある。

熱処理は、シリンダブロックなどのねずみ鋳鉄の歪取焼鈍のほかに、クランクシャフトなどの球状黒鉛鋳鉄の熱処理が行われている。熱処理炉はバッチタイプ台車引出式で、加熱源は重油である。熱処理は900～920℃に保持し、その後台車を引出して空冷し、調質する。

(3) 鋳造品の品質

当鋳造工場で製造されている鋳造品は限定されており、ディーゼルエンジンの要となる重要部品を製造している。それだけに鋳造も選別された材料や高度の技術を要求される。80年代後半より91年頃までは20,000台前後のディーゼルエンジンが生産されていたが、92年からは急激な増産となっている。この間、鋳造工場は技術改造に着手し、当初の計画（設備面）は、ほぼ完了に近づいている。しかし品質の状況はいぜんとして低迷している。過去2年間の鋳造品の品質状況を表Ⅲ-1-3-11に示す。

表Ⅲ-1-3-11 過去2年間の主要鋳造品の不良率（個数率）

		4102 シリンダブロック				4102 クランクシャフト			
		1992年		1993年		1992年		1993年	
		内	外	内	外	内	外	内	外
	不良個数	2,334	533	2,705	1,437	1,809	1,491	4,134	2,376
	内外別不良率	11.4%	2.6%	7.1%	3.8%	8.2%	6.8%	10.5%	5.8%
	不良率合計	14.0%		10.9%		15.0%		16.3%	
中子 造 型	中子砂	383	4	489	486				
	ピンホール								
	片側中子								
	砂かみ	314	123	348	91	333	250	471	150
	枠壊れ	40		50	2	45		29	
型	ピンホール	1,428	334	1,510	767	276	118	800	176
	片側鋳型不良	14	18	44		7		106	20
	枠間違い	3			15	91	14	60	3
鋳 込	鋳込不良	38		33	5	37		79	
	溶け込み不良	35		51		54		223	
	踏み壊し								
	ノロ混入	77	44	110	28	278	94	684	360
	枠上り		18		24				
	球状化不良					138		250	
	原料違い						9		
鋳 仕 げ	温度低下						1		
	解枠早過ぎ						922		1,330
	叩き壊し	3	1				4		6
	振動壊れ	9	1	19					
	収縮壊れ	36	10	42	19	31	6	175	141
生産量（個数）		20,424		38,033		2,044		40,695	

(4) 鑄造技術改造

鑄造工場技術改造プロジェクトは1987年に国家経済委員会のプロジェクトとして認められた。鑄造工場の技術診断は日中経済貿易センターを通じて日本からの専門家により、1989年1月に行われ、5月に診断報告書が提出された。この提案に沿って設備の改造がなされた。（設備は中国側の事情により、変更されているものもある）技術改造プロジェクトは、1990年から開始された。その主な改造内容はつぎのようなものである。

- ① 既存の高圧造型ラインおよび縦型無枠造型ラインの改造
- ② エアーインパクト造型機ラインの新設
- ③ シェルモールドینگマシンの導入（2台）
- ④ 3T/Hキューボラの新設（2基）
- ⑤ 5T低周波誘導電気炉の新設（1電源 2炉）
- ⑥ 砂回収システムの改造

プロジェクトの完成は本年（1994）2月末としており、プロジェクトの完成後は、生産量は15,000T/年を計画している。また、不良率は5%以下を目標としている。診断提案の変更および現状の進行状況の概略はつぎのとおりである。

- ・高圧造型ラインでは、鑄込場のモノレールはまだ設置されていない。中子場から造型ラインへのオーバーヘッド搬送ラインは設置されているが、中子場側のリフターの作動に問題があり、使用できる状態とはなっていない。型バラシ後の製品取り出し振動コンベアは設置されていない。中子セット治具は使用したが、セッティングが複雑であるのと重量があるので、ハンガーで吊れないなどの理由から使われていない。チェーン式ハンガーコンベヤラインはほぼ完了している。
- ・縦型無枠造型ラインの鑄込後のラインは延長した。
- ・当初既存の造型機を増設してラインを作る計画案が提示されていたが、エアーインパクト造型機ラインに変更されている。現在操業の調整中である。
- ・シェルモールドینگマシン 2台および金型が導入され、使用されている。
- ・キューボラについては、診断では8T/Hが提案されているが、3T/Hが設置された。その後溶解量が不足し、現在5T/Hに改造されている。
- ・電気炉については2T高周波電気炉（2電源 3炉）が提案されていたが、5T低周波

電気炉(1電源 2炉)が導入され、現在調整中である。

- ・ブレーカースクリーンなどの設備はまだ設置されていない。

(7) 鑄造設備

鑄造技術改造プロジェクトの設備も含めて主要な設備はつぎのようなものである。

表Ⅲ-3-1-12 鑄造工場の主要設備

職 区	設 備 名	能 力	数 量
溶解設備	・5T/Hキューボラ	5T/H	2
	・3T/Hキューボラ(新設)	3T/H	2
	・5T低周波電気炉(新設)	5T/H	1電気2炉
砂処理設備	・サンドマラー	13T/H	2
	・シンプソン型ミル	15T/H	2
	・シンプソン型ミル	20T/H	1
造型設備	・高圧造型機(ライン)	50枠/H	1
	・縦型無枠造型機(ライン)	180枠/H	1
	・E7-インバート造型機(ライン)	50枠/H	1
中子造型設備	・シェルモルディングマシン(中子タイプ)	20~40型/H	8
	・シェルモルディングマシン(壳型タイプ)	20~40型/H	8
鑄仕上設備	・ハンガー式連続ショットブラストマシン	50T/H	1
	・ターンブラスト	2T/H	3
	・シェークアウトマシン		3
熱処理設備	・熱処理炉		2
その他の設備	・木工旋盤		1
	・グラインダー		5
	・クレーン		13
	・旋盤		5
	・フライス盤		1
	・溶接機(直流:1, 点溶接機:2 含む)		18

1-3-3 問題点

(1) 当工場が認識している問題点

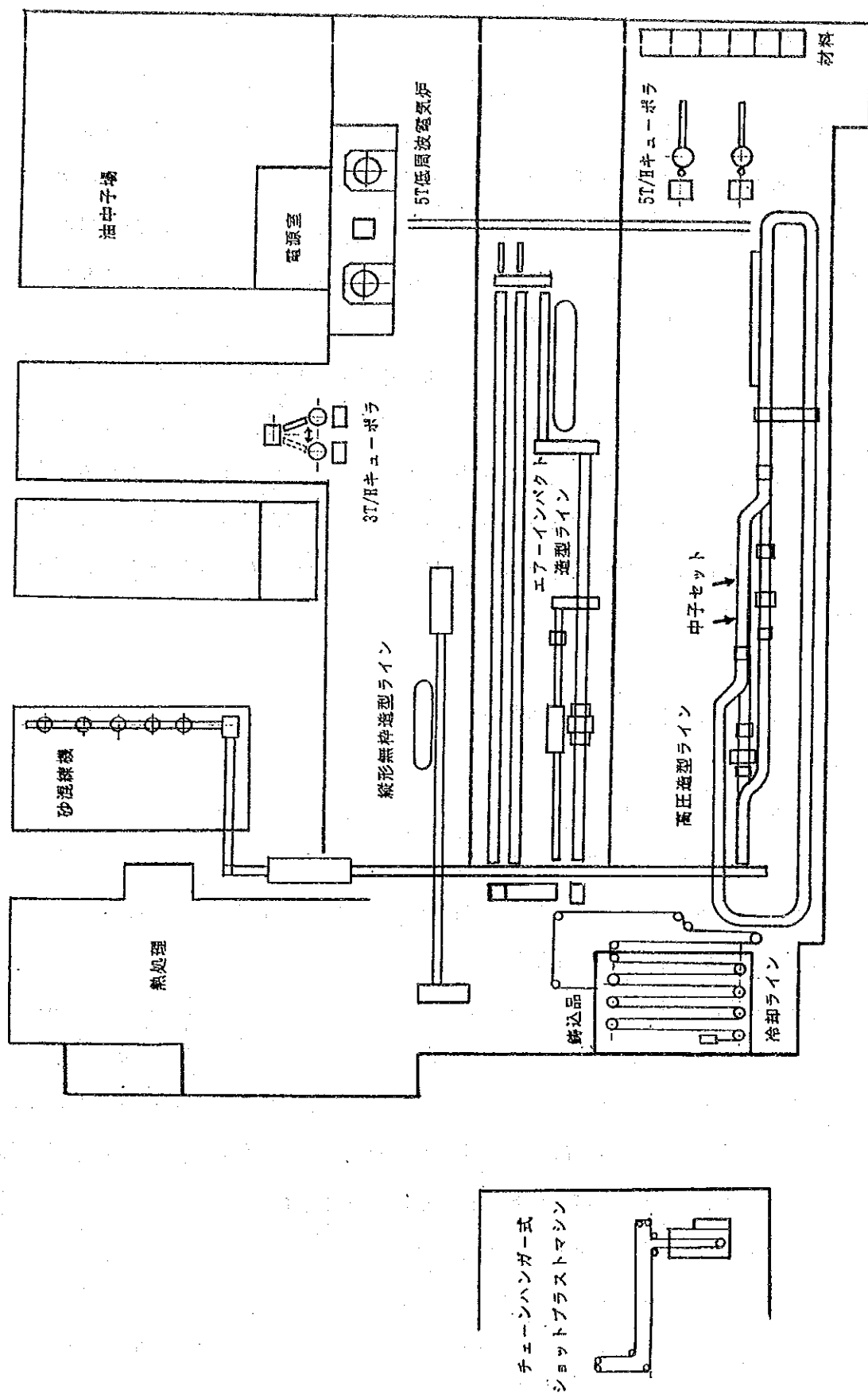
- ① 回収砂の微粉除去が完全でなく、また回収砂の温度が高いので、回収砂の性状がよくない。
- ② 生型砂の混練は、経験者の勘で行われているので、水分のコントロールが一定に保てない。
- ③ 中子の強度を保つためシェルコーテッドサンドの樹脂量を多くしているが、ガス発生などの鑄造欠陥が多く発生する。
- ④ キューボラの操業が一定していないので、材料投入、送風量、出湯温度など、一定にコントロールすることが難しく、溶湯の品質にバラツキがある。
- ⑤ 設備の故障率が高く、生産の障害となっている。

(2) 調査結果、検討が必要と考えられる事項

鑄造品の品質がよくない。鑄造工場内においても、機械加工工場においても鑄造品

の不良が多い。品質、生産性向上の点からも鑄造品の品質の改善がまず必要である。
鑄物の品質は溶解から造型、鑄込までのプロセスで品質が大きく左右される。
鑄造工場の現状より、下記項目について検討が必要と考えられる。

- ① 鑄造品の品質がよくない。
- ② 不良率（廃却）が高く、これは鑄造工場内でも、機械加工後においてもかなり高率である。
- ③ 不良現象は、ガス欠陥、砂喰い、ノロ喰いが多い。
- ④ 鑄造ではまず鑄物砂の管理が大切である。回収砂の微粉が多く、適切な混練砂の性状が保たれていない。微粉が多ければ、混練砂の強度が出ず、鑄造欠陥が出やすい。
- ⑤ 鑄込後の砂の温度コントロールがなされていない。同じ量の水分添加では、混練砂の性状が変わってくる。したがって水分コントロールも難しくなる。
- ⑥ 生型砂の水分が常識で考えられるより、基準としてもかなり多い。実際の混練ではさらに多いので鑄込後ブローホールなどの欠陥が出やすい。
- ⑦ 生型混練砂に配合しているベントナイトの膨潤度が低く、適切でない。
- ⑧ 中子砂として使われているシェルコートサンドは添加している樹脂量が多く鑄込後ガス発生による鑄造欠陥が多い。
- ⑨ 高圧造型機の故障が多いため、生産能力が十分に生かされていない。これは、造型だけの問題ではなく、溶解が連続して操業できない問題とも関係してくる。
- ⑩ キューボラによる溶解ではコークスの灰分が多くよいコークスとは言えない。
- ⑪ 溶解温度が低く、鑄込温度も低い。これは鑄造品の品質を低下させる一因となる。
- ⑫ ショットブラストの投射ショット球が鑄鉄製で割れやすく、微粉となり、これが十分選別除去されていないのでショット能力が半減されている。
- ⑬ 鑄鉄品の補修に溶接が行われているが（本来鑄鉄品は溶接補修するものではない）溶接基準が不十分で、溶接してはならない部位などは明確になっていない。
- ⑭ 鑄造品の鑄バリ除去については設備もあまりなく十分行われていない。
- ⑮ 鑄造工場の技術改造の実施状況では、生産増大のための設備はおおよそ導入されているが、品質改善のための技術的なフォローアップはあまり進行していない。



図Ⅲ-1-3-13 鑄造工場改造レイアウト

1-4 鍛造工程

1-4-1 概要

当鍛造工場は、ギヤ、カップリング、シャフト類などのディーゼルエンジン部品の一部と工場でする治工具類の製造をしている。工場は約1,200 m² (60m×20m) で、そのうち一部は板金プレスも行われており、鍛造としては約900m² である。設備はリングギヤの専用鍛造設備のほかはエアーハンマー（自由鍛造機）、フリクションプレス（摩擦鍛造機）などで古い設備が多い。鍛造品の生産状況は年間約 3万セット（37T）程度で、その中には職場より依頼された鍛造品の生産もある。主要な鍛造部品は専門の鍛造工場へ外注されている。鍛造工場は構内通路と向い合いの熱処理工場も含めて1つの職区となっており、正式には熱処理・鍛造工場である。鍛造の組織は、鍛造工程のつぎに示す「1-5 熱処理工程」の組織図に示されている。この組織図に示すごとく、鍛造は1つの大きな組となっている。組の作業員は29名で、その他にエンジニア3名と助手2名から構成されている。

1-4-2 生産方式・技術・品質・設備

(1) 生産方式・技術

生産設備は概要で述べたごとく、エアーハンマーとフリクションプレスで生産されており、量産をする体制とはなっていない。

ディーゼルエンジン部品の鍛造材料は#45 (JIS:S45C相当) で、治工具類は炭素鋼材のほかに 9SiCr材などが使われている。

材料の加熱は反射炉タイプのバッチ式炉 (0.6m² ×2) で燃料は石炭である。したがって、酸化被膜の形成が多くなる傾向があることと、公害の問題もある。

加熱の昇温時間は炉が常温からの場合、2.5 時間、2 回目以降は1～2 時間である。

エアーハンマーは型鍛造の前の材料の荒地成型用にも使用される。能力は750Kg～65Kg程度で、計 5台を保有している。鍛造されているディーゼルエンジン部品は次のようなもので、ギヤ、シャフト類が多い。

・ 95型 鍛造品

ギヤ、 エンジンポンプギヤ、 カップリング、 集塵ろ過器ジョイント
アイドルギヤシャフト、

・ 102 型鍛造品

スターティングギヤシャフト

鍛造の1例としてリングギヤ (5.25Kg) の製造概略はつぎのようである。生産量は平均25#/H 程度である。

- ・材料 (#45) 加熱 (石炭反射式加熱炉)

↓

- ・エアーハンマー (750Kg) 据込 (材料を円盤状にする)

↓

- ・フリクションプレス (300T) 穴あけ (打抜材は別途利用)

↓

- ・リング鍛造機 (250mm) リング成型

↓

- ・熱処理 (焼ならし)

その他の部品例 (2Kg 以下の小物品)

部品名	使用設備
・オイルポンプ	: 750Tエアーハンマー ⇨ 300Tフリクションプレス ⇨ 100Tフリクションプレス
・カップリング	: 750Tエアーハンマー ⇨ 300Tフリクションプレス
・オイルポンプドライブシャフト	: 400Tエアーハンマー ⇨ 100Tエアーハンマー
・アイドルギヤシャフト	: 300Tフリクションプレス ⇨ 100Tフリクションプレス
・フィルタージョイント	: 100Tフリクションプレス ⇨ 150t クランクプレス

鍛造用の金型は基本的にはすべて自社製である。材料は5CrMnMo, 3Cr2W8が使用されている。金型の耐用回数は約 5,000回程度である。

鍛造品の機械加工代は 5mm前後である。小物の場合は3mm 程度である。1例として、リングギヤの場合は、直径方向 3.5mm (片側)、軸方向 3.0mm (片側) が基準である。治工具など工場で使用する部品はこれより多い。

(2) 鍛造品の品質

当鍛造工場内での不良率は3～5%程度である。鍛造品のうち、湾曲品は不良が多

く5%程度となっている。鍛造品の不良率目標は3%以下である。不良品の多い部品はリングギヤ、フィルタージョイントなどである。これらは過熱で材料が溶け、成型できない場合が多い。不良現象で多いのは加熱の際の酸化膜による寸法不良、挟み傷であり、不良現象の80%を占めている。

(3) 外注鍛造品

当工場のディーゼルエンジン用主要鍛造部品は外部の鍛造専門工場に発注されている。主な外注品はコネクティングロッドであり、そのほか4102型のリングギヤが外注されている。コネクティングロッドは合肥および常州の鍛造工場から購入している。昨年(93年)はそれぞれ8万個を購入した。94年度の購入計画はつぎのとおりである。

- ・495型用コネクティングロッド…15万個(単重:2.6Kg/個、材質:445炭素鋼)
- ・4102型用コネクティングロッド…15万個(単重:4.0Kg/個、材質:40Cr合金鋼)

コネクティングロッド外注工場のうち、江蘇省の常州鍛造廠とは以前から取引が行われてきている。生産量の増大に伴い、新しく安徽省の合肥鍛造廠を開拓し、93年から発注している。両工場とも自動車鍛造品の専門メーカーである。最近の傾向では合肥鍛造廠のほうが増える傾向にある。

コネクティングロッドの加工代は495型、4102型とも同じでつぎのようである。

- ・コネクティングロッドの加工代(一般)…4.0mm
- ・大穴(クランクシャフト側)…7.5mm
- ・小穴(ピストン側)…4.0mm

技術・品質的には両工場とも中国においてはレベルが高いほうである。鍛造品は打放品(加工なし)が入荷される。入荷されたものは抜取り磁粉探傷検査を検査部門の係りが行う。抜取り検査はロット毎に1~3%検査をする。ロットの量が多くなれば1%、ロットの量が少ない場合は3%を検査する。外注品の不良率は両工場とも3%以下である。これは当工場の基準以下に入っている。(工場基準:熱処理後3~6%)なお、熱処理は当工場の熱処理工場で行われる。

4) 鍛造工場の設備

鍛造工場には鍛造のほか板金、プレス設備が入っているが、ここでは鍛造に使用されている設備を表Ⅲ-1-4-01示す。表に示すごとく設備は古いものが多く、最近導入されたものとしては92年に設置された750T エアハンマー(1台)がある。設備の故障率は7~10%である。故障しやすい設備はエアハンマー、油圧プレス、フリクションプレスで、機械部品の故障が多い。

表Ⅲ-1-4-01 主要鍛造設備

設 備 名	台数	能力	使用開始 年月	製造 年月
750Kg エアハンマー	1	750Kg	1975	1973
750Kg エアハンマー	1	750Kg	1992	1991
400Kg エアハンマー	1	400Kg		
150Kg エアハンマー	1	150Kg	1955	1954
65Kg エアハンマー	1	65Kg	1960	1960
300T フリクションプレス	1	300T		
100T フリクションプレス	1	100T	1964	1964
100T フリクションプレス	1	100T	1983	1983
リングギヤ鍛造機	1	φ250	1981	1980
リングギヤ鍛造機	1	φ350	1989	
300T 油圧機	1	300T	1980	1979

(注：製造年月日、使用開始年月日の示していないものは設備リストに表示されていないため不明である)

1-4-3 問題点

(1) 当工場が認識している問題点

1) 外注鍛造品に関する問題点

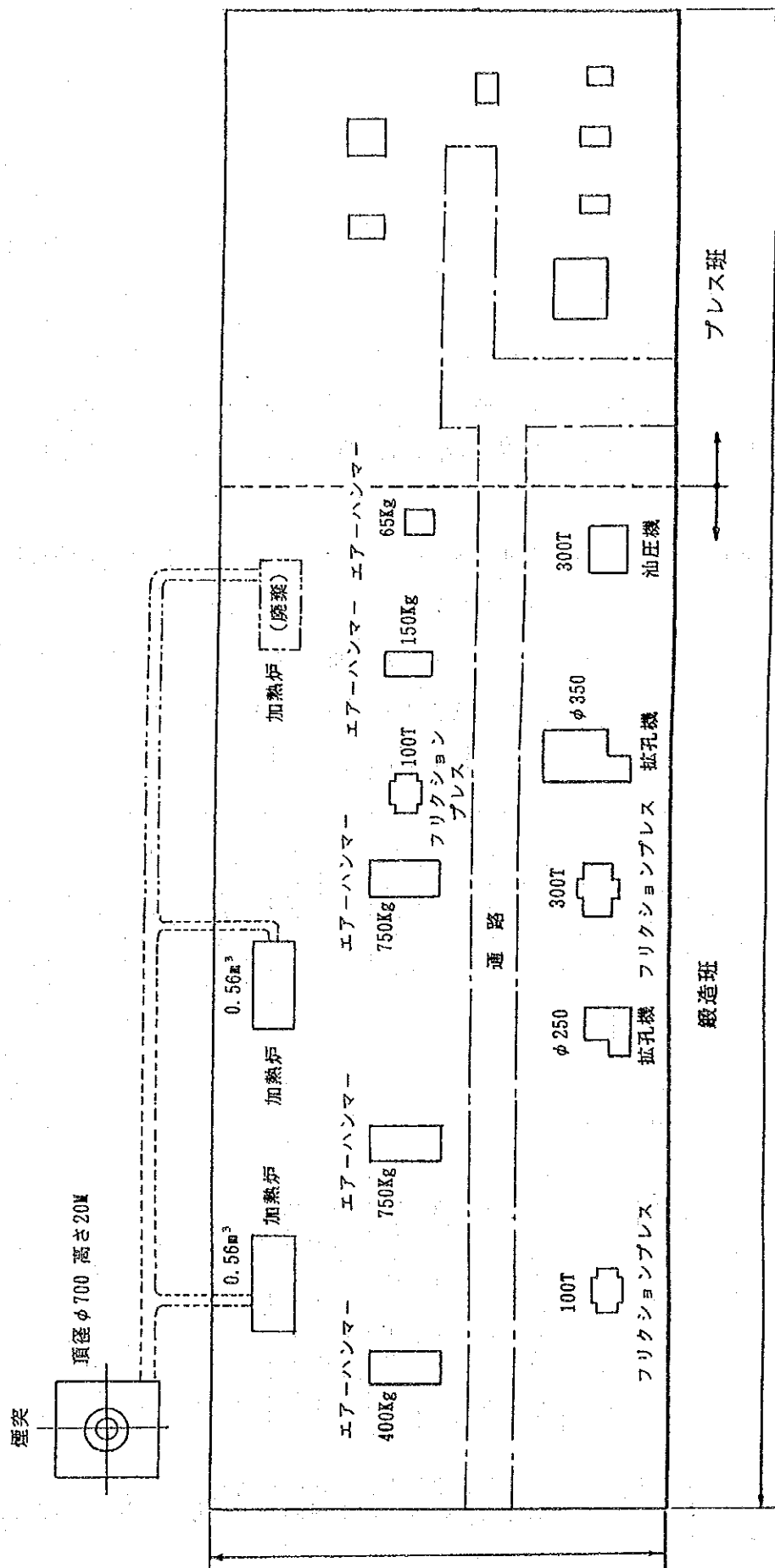
- ① コネクティングロッドの角の部分が陥没しており形状がきちんとしていない。
- ② コネクティングロッドの鍛造で、上型と下型のずれのため、製品に型ずれを生じているものがある。

2) 当鍛造工場の鍛造品に関する問題点

- ① 設備が老朽化している。特に3台のフリクションプレスの精度が悪い。
- ② 設備の故障率が高い。
- ③ 加熱炉の加熱有効面積が小さい。
- ④ 加熱炉が壊れやすい。
- ⑥ 加熱炉は熱源が石炭なので、煤煙などの発生で環境がよくない。
- ⑦ 加熱で材料が酸化される。

3) 調査結果検討が必要と考えられる事項

- ① 設備の故障に対する対応策（オーバーホールなど徹底した対応）が必要である。
- ② 加熱炉の熱源も含めた対応策（重油、ガス方式などの検討）が必要である。
- ③ 鍛造工場内での板金、プレス作業場の移転が望ましい。
- ④ 外注専門工場へ委託できる生産部品の検討を行い、順次外注に移行するのが望ましい。



図Ⅲ-1-4-02 鍛造工場レイアウト

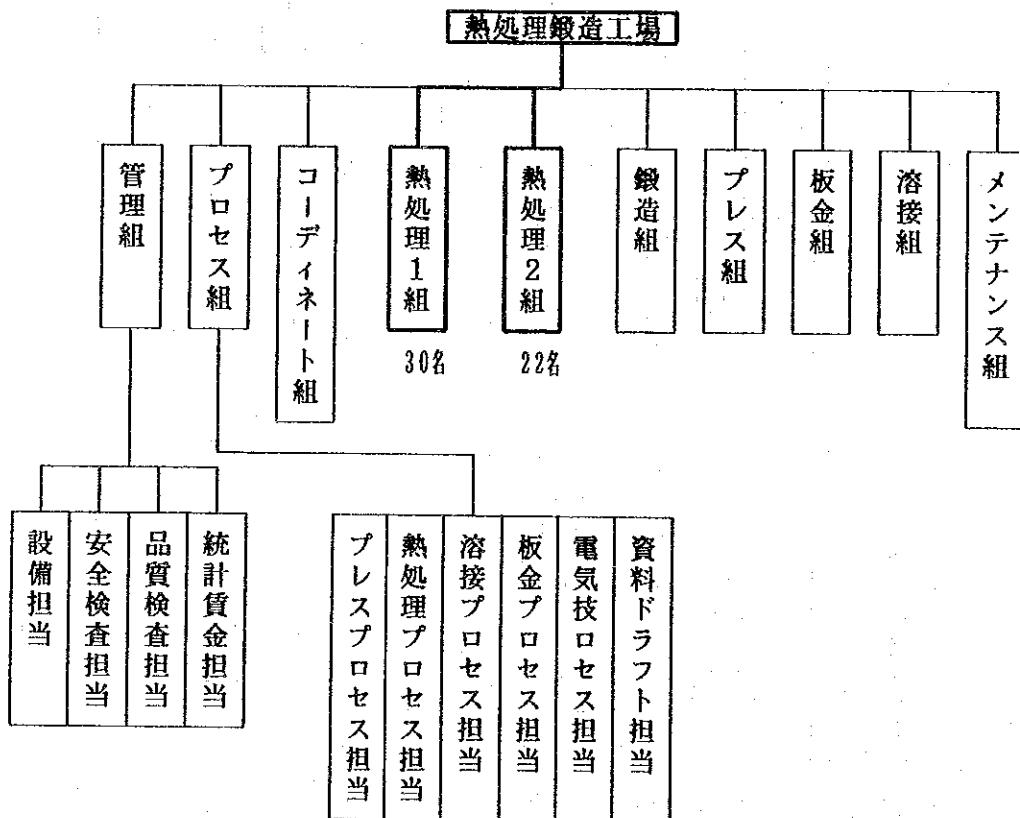
1-5 熱処理工程

1-5-1 概要

熱処理工場は一つの独立した工場として組織されておらず、鍛造工程を含む熱処理鍛造工場に属している。

熱処理工場で実施している熱処理の種類は、焼入れ、調質、焼なまし、焼ならし、浸炭焼入れ、高周波焼入れ、青熱着色処理（黒染め）および等温焼き入れである。熱処理を実施する主な材料は炭素鋼45、炭素鋼20、40Cr、9CrSi、炭素工具鋼T10 (T8) などである。

熱処理工場は二つの大きな組、即ち、主として半製品、素材の全体的な処理を担当する熱処理1組と主として表面処理を担当する熱処理2組から成っており、人員は技師2名を含み合計52名である。また、熱処理工程要員として、エンジニア2名とその助手4名がいる。熱処理工場の組織を図Ⅲ-1-5-01に示す。



* 熱処理1組、熱処理2組はそれぞれ1名の技師を含んでいる。

* 熱処理1組は主に半製品、素材の全体的な処理を担当し、熱処理2組は表面処理を担当している。

図Ⅲ-1-5-01 熱処理工場組織図

熱処理工場の勤務体制は、1組が6時間勤務の3交替で電力事情により、昼12時から午後6時の間は一部の設備・炉を停止する。2組は6時間勤務の4交替である。

熱処理工場では処理を実施する主要ディーゼルエンジン部品は表Ⅲ-1-5-03に示すとおりであるが、生産能力は総合設備で年間6万台分、個別設備で焼なまし炉が年間5万台分である。

熱処理に使用する熱伝対・計器類は計量センターが定期的に検査を実施するが、この検査に合格したものを使用している。

1-5-2 生産方式・技術・品質・設備

(1) 主要部品と熱処理要領

ディーゼルエンジンの主要部品とその熱処理プロセスは表Ⅲ-1-5-03のとおりである。熱処理要領は当工場では標準化した熱処理工程カードに指示されており、これに従って実施している。工程カードの例を図Ⅲ-1-5-04に示す。

(2) 温度の管理

温度検出・記録に使用する熱伝対と記録計類は計量センターの定期検査に合格したものを使用している。検査合格品には合格ラベルが貼られている。また、熱処理工場内に於てもメンテナンスを行い、問題があれば直ちに良品と取り替える。

熱伝対の定期検査は1年に1回以上実施し、記録計の定期検査は1年に2回実施している。尚、計量検査カードは計量センターが保管する。

熱伝対は、中温・高温用（1,000℃以上）、低温用（1,000℃以下）、共にNiCr-NiAlを使用している。

熱伝対の取付けは、できるだけ実際の品物に近付けた位置とするように工夫している。

各種炉の常温状態からの昇温時間は高周波加熱炉で1～2時間であり、台車炉、ピット炉、塩浴炉、冷却炉で2～3時間である。また、処理品の挿入時間と降温時間はそれぞれ30分以内である。

炉内の温度分布は均一に保たれ、温度偏差は測定誤差を含んだ値で10～15℃である。

(3) 検査

検査は自主検査を作業者が行ない、専門検査を品質検査科から工場に出向いている専門の検査員が実施する。検査方式は抜き取り検査で、4102型ディーゼルエンジンのコネクティングロッドの例では、最初1本を検査し、次からは100本に対し1本の検査を実施している。

新しい製品の開発段階では、硬度、処理温度などのデータの採取を行ない、量産を開始すると1%（ロット数が多い場合は0.5%）について切断検査を実施するのを標準としている。検査は温度記録、硬度、金属組織、表面硬化品の硬化層深さなどの項目について実施している。この項目の外にカムシャフトについては、毎回10本前後の真直度検査を実施している。

(4) 品質

硬度の測定はロックウェル硬度計で実施しているが、同一部品の硬度差はロックウェルC硬度（HRC）5以下である。

通常発生する技術的な問題としてつぎのようなものがある。

① 亀裂の発生

主に炭素鋼45の臨界危険寸法の部品と成分異常のものに発生している。

② 熱処理によるさまざまな変形の発生

現在は、焼入れ・焼戻し後に変形直しを実施している。

③ 一部積み重ね部品の硬度不足

冷却不良がその原因と考えられている。

熱処理工程での不良率は、材料不良が原因で発生するものを除き、硬度不足と亀裂の発生で3%前後である。人為的ミスや異常な状況で発生した不良品は、通常再熱処理を実施して使用している。

(5) 熱処理設備

熱処理工場の設備は表Ⅲ－１－５－０２のとおりである。また、熱処理工場のレイアウトを図Ⅲ－１－５－０５に示す。

表Ⅲ－１－５－０２ 熱処理工場設備

設 備 名 称	容 量	台数
標準箱型炉	30 kW	2 台
標準箱型炉	45 kW	1 台
台車式炉	75 kW	2 台
チェーン式焼戻し炉	160 kW	1 台
ピット式ガス浸炭炉	75 kW	2 台
焼戻し炉	55 kW	2 台
焼戻し炉	36 kW	1 台
等温炉	55 KW	2 台
加熱炉	55 kW	1 台
高周波炉	150 kW	1 台
ピット式焼戻し炉	55 kW	1 台
塩浴炉	55 kW	1 台
高周波焼入れ装置		2 台

* 上記設備は当工場作成の熱処理平面配置図による。

(6) 4102型ディーゼルエンジン熱処理済部品の購入

当工場では4102型ディーゼルエンジンのリングギヤならびに一部のギヤは直接完成品を購入している。これらの部品には高周波焼入れが施されている。

1-5-3 問題点

(1) 当工場が認識している問題点

- ① ロッカーアームシャフトの加工工程が複雑なため、「機械加工－熱処理」の工程を繰り返し行なうので能率がよくない。また、表面処理は手動で行なっており大量生産に適していない。ロッカーアームシャフトは消耗部品のため消費量が多いので、能率良く量産できるようにしたい。
- ② 4102型ディーゼルエンジンのコネクティングロッドの焼入れ用にディーゼルエンジン用軽油を使用しているが、火が発生し易い。専用油を使用してみたが、若干の効果が認められたものの大差がなく問題の解決に至っていない。
- ③ ディーゼルエンジンの生産量増加により、調質の仕事量と鍛造部品の焼ならし量が増加しており、75kW台車炉2台の能力では対応しきれなくなっている。
- ④ 高合金材料の処理設備（高温炉）がないため、工具金型の内部需要に対応できない。
- ⑤ 高周波炉の負荷が高く、故障率も高いので必要な仕事量を消化できなくなりつつある。対策として一部の部品を外注することを考えている。
- ⑥ ロッカーアームシャフトの浸炭後の高周波焼き入れを人手で行なっている。品質の問題と省力化の面から設備を導入したいと考えているが、適当な設備メーカーが今のところ見つからない。
- ⑦ クランクシャフトに対する強化処理を実行していない。当工場としてクランクシャフトの耐磨耗性と疲労強度の向上を目的に窒化処理を施することを決めているが、現在はまだ実行していない。

(2) 調査の結果検討が必要と考えられる事項

熱処理工場の現状より下記項目について特に検討が必要と考えられる。

- ① ロッカーアームシャフトの熱処理の品質と生産性の向上
- ② 生産量の増大に対する対応策（能率向上、設備増設、外注加工など）
- ③ 設備管理の見直し（焼入れ用油、ソルト含有量、温度管理など）

図Ⅲ-1-5-03 熱処理工場にて処理しているディーゼルエンジン部品 (1/2)

部 品 名 称	エンジン型	材 料	技 術 要 求	熱 処 理 プ ロ セ ス
フライホイールシャフト		QT60-2	等温焼入れ HRc43-51	890℃加熱, 250℃等温 合計1.時間/本, 焼戻し
コネクティングロッド	95 型	45	調 質	820℃加熱, 塩浴焼入れ, 550℃焼戻し 120分
コネクティングロッドキャップ	"	45	"	"
コネクティングロッド	102 型	40Cr	"	860℃加熱, 油焼入れ, 620℃焼戻し
メインシャフトベアリングガイド		45	"	830℃加熱 35-40分, 油焼入れ, 540℃焼戻し 120分
コネクティングロッドガイド		45	"	"
クランクギヤ	95 型	45	焼入れ 歯面 HRc45-50	820℃加熱 35-40分, 塩水焼入れ, 540℃焼戻し 180分 表面 高周波焼入れ
クランクギヤ	102 型	45	" 歯面 HRc53-63	"
ウォーターポンプシャフト		45	調 質	820℃加熱 45 分, 塩水焼入れ, 540℃焼戻し 180分
シャフトロッド		45	"	"
フライホイールリングギヤ	95 型	45	歯面高周波焼入れ HRc46-52	860℃高周波焼入れ, 280℃焼戻し
ロッカーアームシャフト	"	10	浸炭高周波焼入れ HRC54-62	930℃浸炭8.5 時間, 870℃高周波焼入れ, 200℃焼戻し
アイドルギヤシャフト	"	45	表面高周波焼入れ HRc48-53	870℃高周波焼入れ, 260℃焼戻し
シャフトカブラー		45	火炎焼入れ HRc35-48	840℃加熱, 340℃焼戻し 90 分

表Ⅲ-1-5-03 熱処理工場にて処理しているディーゼルエンジン部品 (2/2)

部 品 名 称	工 装 試	材 料	技 術 要 求	熱 処 理 プ ロ セ ス
シャフトカプラージョイント		45	高周波焼入れ HRc35-48	880℃焼入れ, 250℃焼戻し
潤滑油ポンプシャフト	95 型	45	高周波焼入れ HRc45-50	870℃高周波焼入れ, 270℃焼戻し
ロッカーアームシャフト	102 型	10	浸炭高周波焼入れ HRc54-62	930℃浸炭8.5時間, 870℃高周波焼入れ, 200℃焼戻し
アイドルギヤシャフト	"	45	表面高周波焼入れ HRc46-51	820℃加熱, 塩水焼入れ, 530℃焼戻し 高周波焼入れ, 200℃焼戻し
潤滑油ポンプシャフト		45	調 質 HRc24-30 表面 HRc48-53	850℃加熱, 塩浴, 530℃焼戻し 表面焼入れ, 300℃焼戻し
メインシャフト		40Cr	調 質 HRc24-30 表面 HRc48-52	860℃加熱, 油焼入れ, 600℃焼戻し 高周波焼入れ, 220℃焼戻し
ドライビングメインシャフト		45	調 質 ギヤ面 HRc40-45	830℃加熱, 塩水焼入れ, 540℃焼戻し 表面焼入れ, 300℃焼戻し
アイドルギヤシャフトボルト		45	調 質 HRc24-29	790℃加熱 30-35分, 塩水焼入れ, 520℃焼戻し 120分
減圧ボルト		45	調 質 HRc26-31	820℃加熱 35-40分, 塩水焼入れ, 520℃焼戻し 120分
アイドルシャフトリテーナーリング		45	焼入れ HRc40-45	830℃加熱 1.5-2分, 塩水焼入れ, 520℃焼戻し 120分
フライホイールシャフト スラストワッシャー		45	焼入れ HRc39-44	960℃加熱 1-1.5分, 塩水焼入れ 360℃焼戻し 120分
潤滑油ポンプメインホイール		45	調 質 HRc24-29	820℃加熱 35-40分, 塩水焼入れ, 540℃焼戻し 180分

扬州柴油机厂		热处理工艺卡片		产品型号	YB4102D	图号	YB4102D-05101	材料	45					
二 车间				产品名称	柴油机	零件名称	凸轮轴	数量	1					
				材料牌号	QT600-9	热处理工艺								
				工艺路线	等温淬火 等温回火									
				技术要求	硬度 HRC43-51									
				使用期限	HR-150H 硬度计测定									
				检验方法	100% 金相检查									
				允许公差	≤0.35 mm 百分表									
工序	工 序 内 容			设备	工装及 工装编号	加热 温度 (℃)	加热 时间 (h)	冷却 时间 (h)	冷却 速度 (℃/h)	冷却 介质	冷却 时间 (h)	冷却 速度 (℃/h)	冷却 介质	冷却 时间 (h)
一	检验 1) 操作者自检合格后由检验员按图样规定的尺寸进行检验。 2) 加温温度由操作者决定，操作者自检合格后由检验员按图样规定的尺寸进行检验。													
二	加热保温 合金硅(%)多少决定加热温度 $Si\% = 2.0-2.4\%$ $Si\% = 2.4-2.6\%$ $Si\% = 2.6-2.8\%$ $Si\% = 2.8-3.2\%$			加热炉	4-614	800-850	40-45h							
三	等温 1) 等温箱内的温度由操作者决定，操作者自检合格后由检验员按图样规定的尺寸进行检验。 2) 加工品在等温箱内放入后，应立即上下移动。 3) 等温箱内放入后应立即上下移动。			等温炉										
四	自主检查 1) 硬度：每隔1-2本检查，硬度HRC45-50。 2) 硬度：每隔1-2本检查，硬度HRC45-50。			HR-150H										
五	洗油 将零件放入洗油中，用刷子洗油。			清洗炉										
六	加热、校正 加热、校正力矩以图样规定的尺寸为准。全长的尺寸HRC45-50以下。			RJ-36	百分表	200℃	120分							
七	时效 校正时效处理。			RJ-36		200℃	120分							
八	检查 1) 硬度：每隔1-2本检查，硬度HRC45-50。 2) 硬度：每隔1-2本检查，硬度HRC45-50。			HR-150H										
编制(日期) 审核(日期) 会签(日期) 批准(日期) 批准(日期)														

图 III-1-5-04 热处理工程卡参考例 (4102型凸轮轴)

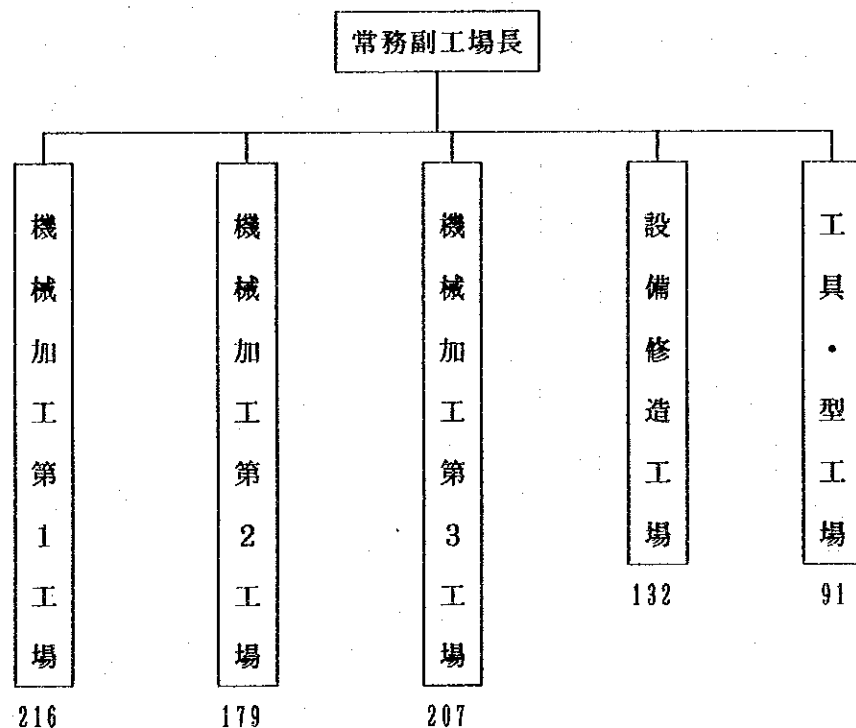
1-6 機械加工工程

1-6-1 全体概要

機械加工は、主に機械加工第1工場、機械加工第2工場、機械加工第3工場で、それぞれ、95系列および102系列のエンジン部品別ラインに分けて行われている。いくつかに分れた工場建屋は、敷地の中の5つの区画の中に配置されている。

機械加工第1工場では495型エンジンのシリンダブロック、シリンダヘッドなどの大物部品を主に加工している。建屋は一つの区画にかたまっていて、およそ6,000㎡の作業場面積があり、設備総数は222台、作業者は216名である。機械加工第2工場では4102型エンジンの大物部品を主に加工している。建屋は二つの区画に分れていて、作業場面積はおよそ6,800㎡あり、設備総数は114台、作業者は179名である。機械加工第3工場ではコネクティングロッドのほか小物部品を加工している。建屋は二つの区画に分れていて、作業場面積はおよそ3,000㎡あり設備総数は130台、作業者は207名である。第1工場、第2工場、第3工場の合計人員は602名である。

この他に工場の補助部門として設備修造工場と工具・型工場がある。当工場における機械加工工程の組織については、図Ⅲ-1-6-01に示す。

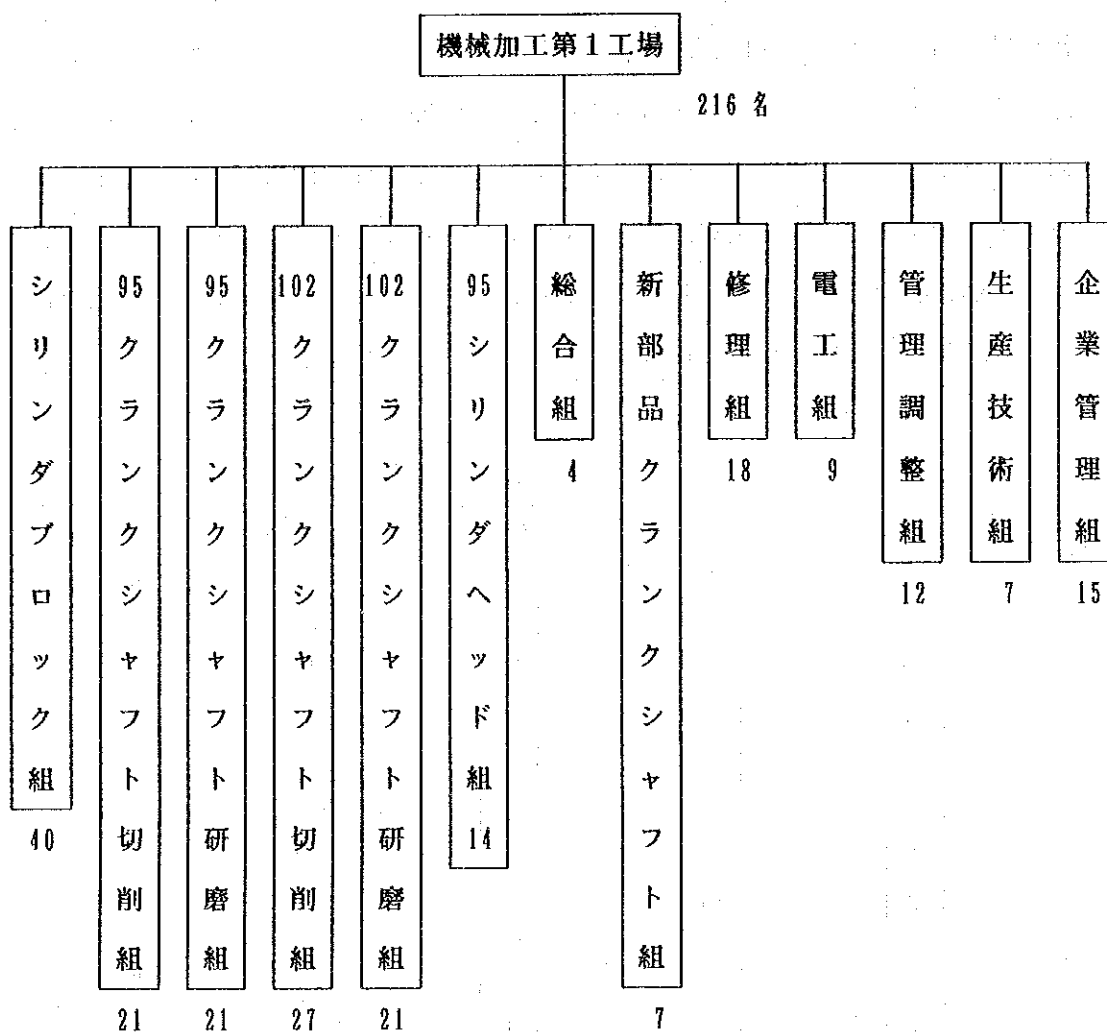


図Ⅲ-1-6-01 機械加工工程組織図

1-6-2 機械加工第1工場

(1) 概要

部品の生産は8組に分けて行われている。その組分けは、加工する部品の種類と加工作業の内容により行われている。生産の補助を担当するのは、修理組と電工組の2組である。管理業務を担当するのは、管理調整組、生産技術組と企業管理組の3組となっている。機械加工第1工場の組織は図Ⅲ-1-6-02に示すとおりで、合わせて13の組に分かれている。



図Ⅲ-1-6-02 機械加工第1工場組織図

各組の業務内容を表Ⅲ－１－６－０３に示す。

表Ⅲ－１－６－０３ 各組の業務内容

組 名	業 務 内 容
95型シリンダブロック加工組	495 型シリンダブロック機械加工
95型クランクシャフト切削組	495 型クランクシャフト旋盤加工
95型クランクシャフト研磨組	495 型クランクシャフト研磨加工
102 型クランクシャフト切削組	4102型クランクシャフト旋盤加工
102 型クランクシャフト研磨組	4102型クランクシャフト研磨加工
95型シリンダヘッド加工組	495 型シリンダヘッド機械加工
総合組	協力工場に派遣駐在、生産協力
新部品クランクシャフト加工組	380/480 クランクシャフト試作
修理組	設備の小中修理、一部設備治具の加工
電工組	工作機械の電装品の部分修理
管理調整組	生産調整、安全監督、設備管理
生産技術組	技術、生産技術、TQC管理
企業管理組	統計、会計、労使、ノルマ、勤務評定 班・組構成、生産環境、補助作業

(2) 生産方式・技術・品質・設備

1) 当工場で機械加工している生産品目と生産能力を以下に示す。主要な生産品目については 25,000 個～30,000 個／年の生産能力である。

- ・ 495型ディーゼルエンジン : シリンダブロック 25,000個／年
- クランクシャフト 25,000本／年
- シリンダヘッド 30,000個／年
- ・ 4102型ディーゼルエンジン : クランクシャフト 24,000本／年
- ・ 480型ディーゼルエンジン : クランクシャフト 1,500本／年

2) 495型のシリンダブロック加工ライン

協力工場で外面の荒削り加工を済ませたシリンダブロックの素材が、当工場の加工

ラインに供給される。表面加工は、中仕上フライス、および精密フライスの二段工程で行われている。ほとんどの加工は、専用機械に専用の治具を取り付けて行われている。高い加工精度を要求されるシリンダブロック上面の加工には、高精度フライス盤が使用されている。普通の穴と特殊な平面の加工は、主に自社製の専用工作機械で行われている。主要な穴の精密加工には、専用機メーカーの製造した高精度専用工作機械を使用している。工程間のワークの移動にはローラーコンベヤを使用し、ローラーコンベヤに載せたワークを手で押して移動している。一部のボトルネック工程は2直あるいは3直を行い、一日あたり約80個加工できる。加工工程は、機械加工第2工場で行なわれている4102型シリンダブロックの加工工程と同様であるので、機械加工第2工場における4102型シリンダブロックの加工工程で述べる。

3) 495/4102型クランクシャフト加工ライン

クランクシャフトの加工ラインは、汎用機と専用機の組み合わせラインになっているが、流れ加工ラインではない。加工ライン全体は、旧式の汎用機による加工が主であり、機械の故障と加工寸法不良が多く、生産効率が低い。工場の床は機械から漏れたオイルや切削油で汚れている。通路にはクランクシャフトや使用済みの砥石等が散乱していて職場の整理整頓がまったくできていない。各加工職場の近辺には不良品が置かれている。不良品は週毎に一度まとめて処理する事になっている。ラインでは加工品にペイントマークを付けて、作業者別の識別ができるようにしている。4102型のクランクシャフトの加工工程を表Ⅲ-1-6-04に示す。加工工程の表から分かるように、4102型のクランクシャフトの加工ラインでのボトルネックは、クランクジャーナルとピンの切削工程、クランクメインジャーナルの仮仕上研磨工程、クランクの回転バランス調整工程である。稼働は一部のボトルネック工程が2直あるいは3直で、一日あたり78本加工できる。495型クランクシャフト加工工程は、4102型のクランクシャフトの加工工程と同様であり、一日あたり80本加工できる。クランクシャフトの加工ラインは社内の加工能力が不足しているので、一部のクランクシャフトの加工をクランクシャフト分工場へ出している。

4) 495型のシリンダヘッド加工ライン

495型のシリンダヘッド加工ラインは、フライス等による前加工、一本の直線流

しトランスファマシンのによるメイン加工、ボール盤などによる後加工に分けられる。稼働は一部のボトルネック工程が2直あるいは3直で、一日あたり80個以上加工できる。加工工程は、機械加工第2工場で行われている4102型シリンダヘッドの加工と同様であるので、4102型シリンダヘッド加工の項で述べる。

5) 設備

設備は汎用機、専用機、トランスファマシンなどが主体である。加工設備のほとんどが、アンカーボルトによって固定されていない。床面のコンクリートの厚さは、一部では2cm程度で極端に薄く、強度が不足しているので機械の精度不良の原因となっている。加工状況を見ると、加工機械の主軸ケースのゆるみ、ボーリング用バイトチップの破損等が発生しており、切削条件をそなえた工具・機械加工設備の調整ができていない。加工代の多い部品は、2段荒加工、2段仕上加工による、加工時の機械的負荷分散などの手段で機械設備一台あたりの加工負荷を低減し、設備稼働率が低下するのを防いでいる。さらに一部のボトルネック工程は2直あるいは3直稼働で、生産をあげている。

量産ラインの主な設備のほとんどが中国製であり、そのうちの約32%が自社製である。495型シリンダヘッドの加工は、およそ10年前に自社で完成した、トランスファマシンで行われているが、多軸ヘッド・主軸ヘッドがゆるんで動く、駆動部品のギヤ・ベアリング等が不良になるなどの故障が多い。全般に品質要求の高い重要工程での生産能力が低く、フライス加工と精密ボーリング加工はネックになっている。最近、設備の老朽化による磨耗が原因となる故障が、多くなっている。

機械加工第1工場が保有する主要設備を表-1-6-05に示す。

(3) 問題点

1) 当工場が認識している問題点

- ① 加工工程の設備では、多軸ケースや主軸ケースがゆるみガタを生じている。その結果ギヤの疲労現象やベアリングのゆるみの発生、などの故障の頻度が増加する問題が起きている。
- ② クランクシャフトジャーナル部の加工設備は普通旋盤で生産効率が低く故障が多い。

- ③ シリンダヘッドのリーマ加工設備のリーマカッターの磨耗がはやく、製品の品質が安定しない。
- ④ クランクシャフトの油穴は、自社製の設備で加工しているが、直径 5 mm の深穴で、切粉の排出が悪いのでドリルが折れやすく、生産効率が低い。
- ⑤ クランクシャフトの荒加工工程で、軸方向の寸法が加工不良となる。
- ⑥ クランクシャフトの加工中の不良率が最も高く 10% でほとんど素材不良である。

2) 調査結果検討が必要と考えられる事項

- ① 機械設備のアンカーによる基礎への固定が十分でなく、設備の初期精度の維持ができない。
- ② 床面基礎の構造が弱く、基礎の変形により機械精度が保持できない。
- ③ 工作機械が剛性不足で、加工精度に影響している。
- ④ 品質要求の高い重要工程の生産設備能力が不足している。例としては、フライス加工と精密ボーリング加工等があり、加工工程のボトルネックとなっている。
- ⑤ 495 型エンジンの部品加工ラインは設備の磨耗（老朽化）による故障が多い。
- ⑥ クランクシャフトの両端面の加工代は、基準では片肉 3.5 ～ 4.5 mm となっているが、実際は 6 mm 近くあり、加工代が多い。
- ⑦ 旧式の汎用機での加工が多く、また機械の故障と加工寸法不良が多く、生産効率が低い。
- ⑧ 工場の床は機械から漏れたオイルや切削油で汚れている。通路にはクランクシャフトや使用済みの砥石等が散乱し、職場の整理整頓がまったくできていない。
- ⑨ クランクシャフトの研磨面の面精度が悪い。
- ⑩ 部品の洗浄による切粉等の除去が十分ではない。
- ⑪ クランクシャフトの回転バランス調整の工程では、クランクシャフトのカウンターウエイトに穴を明けてバランス調整を行っているが、基準の調整穴数では調整出来ないで、基準を無視して多数の穴をあけている
- ⑫ 4102 のクランクシャフトの加工ラインでのボトルネックは、クランクジャーナルとピンの切削工程、クランクメインジャーナルの仮仕上研磨工程、クランクの回転バランス調整工程である。

表Ⅲ-1-6-04 4102クランクシャフトの加工工程

順番	作業内容	工程数	加 工 時 間 分	備考
1	端面のフライス加工、センター穴加工	1	3.5	
2	位置決め面のフライス加工	1	3.5	
3	カウンターウェイト外径、メインジャーナル荒削り加工	1	8.0	
4	第3ジャーナルの荒削り加工	1	8.0	
5	第3ジャーナルの仕上削り加工	1	3.5	
6	第3ジャーナルの荒研磨	1	2.5	
7	第1245ジャーナルの荒削り、仕上削り加工	1	11.0	◎
8	第1245ジャーナルの荒研磨工	1	10.0	◎
9	第14ピン切削	1	12.5	◎
10	第23ピン切削	1	12.5	◎
11	カウンターウェイト外径仕上削り加工	1	5.0	
12	小端面と大端面の切削、穴明け、ネジ立て、中ぐり加工	2	5.0	
13	オイル戻しネジ切り加工	1	2.0	
14	斜め油穴の荒、仕上加工と大端面のネジ立て面取加工	3	2.0	
15	斜め油穴の面取加工	1	1.5	
16	かえり、バリの除去（手作業）	1		
17	検査	1		
18	メインジャーナルの仮仕上研磨	1	10.0	◎
19	ピン部の仮仕上研磨	1	5.0	
20	ピン部の仕上研磨	1	9.0	
21	クランク歯車取付軸部研磨	1	1.5	
22	オイルシール当り面研磨	1	1.5	
23	キー溝フライス加工	1	7.0	
24	探傷、脱磁	1	5.0	
25	回転バランス調整	1	12.0	◎
26	第5メインジャーナルの仕上研磨	1	3.0	
27	第1234メインジャーナルの仕上研磨	2	6.0	
28	斜め油穴口元面取・みがき	1	1.0	
29	洗浄（手作業）	1		
30	ジャーナル部のラッピング仕上	1	2.0	
31	検査	1		
32	錆止油塗布（手作業）	1		
	合計	36	154.5	
	機械加工の合計	31	154.5	

機械加工の1工程当たりの平均機械加工時間は約5分である。

備考欄に、◎印の加工は1工程当たりの機械加工時間が10分を超える加工である。

表Ⅲ-1-6-05 機械加工第1工場 主要設備リスト

設 備 名	自社製	中国製	設 備 名	自社製	中国製
普通旋盤	1台	16台	クランクピン旋盤		9台
直立ボール盤	3台	7台	ラジアルボール盤		5台
立多軸ボール盤	3台		横両頭多軸ボール盤	8台	
クランク加工専用機	1台		端面センター穴加工機		3台
片頭多軸ボール盤	1台		縦穴斜穴加工多軸ボール盤	1台	
軟質缸多軸ボール盤	7台		斜穴加工多軸ボール盤	4台	
仕上リーマー盤	1台		シンドロク軟質缸多軸ボール盤	1台	
立中ぐり盤	4台		横中ぐり盤	4台	
クランクシャフト油穴加工専用機	2台		両頭仕上げボーリング専用機	1台	
シンドロク軟質缸ボーリング専用機	1台		シンドロク仕上機ボーリング専用機	1台	
コネクティング穴加工専用機	1台		万能研削盤		2台
端面研削盤		1台	内面研削盤		1台
グライNDER		5台	クランクシャフト研削盤		16台
半自動クランクシャフト研削盤		2台	工具研削盤		3台
フライスカッター研削盤		1台	平面研削盤		1台
クランクシャフトラッピング盤		2台	タップ盤	1台	
横両頭タップ盤	1台		立フライス盤		1台
立キー溝フライス盤		1台	液圧平削盤	1台	
万能フライス盤		1台	横フライス盤	10台	
クランクフライス盤専用機	3台		キー溝フライス盤	1台	
両頭生産フライス盤		1台	立型高精度組合せフライス盤		1台
鉋型フライス専用フライス盤	2台		門型フライス盤		1台
門型平削り盤		1台	形削り盤	1台	1台
放電加工機	1台		水圧機	1台	
油圧機	1台	1台	走行クレーン	3台	3台
揚重機・バランサー		29台	動釣り合い試験機		4台
磁粉探傷機		2台	電気溶接機		1台
浸透プラント		1台	洗浄機:	5台	1台
主要設備総数: 199台 (自社製63台外国製1台) 設備内製化率: 31.6%					

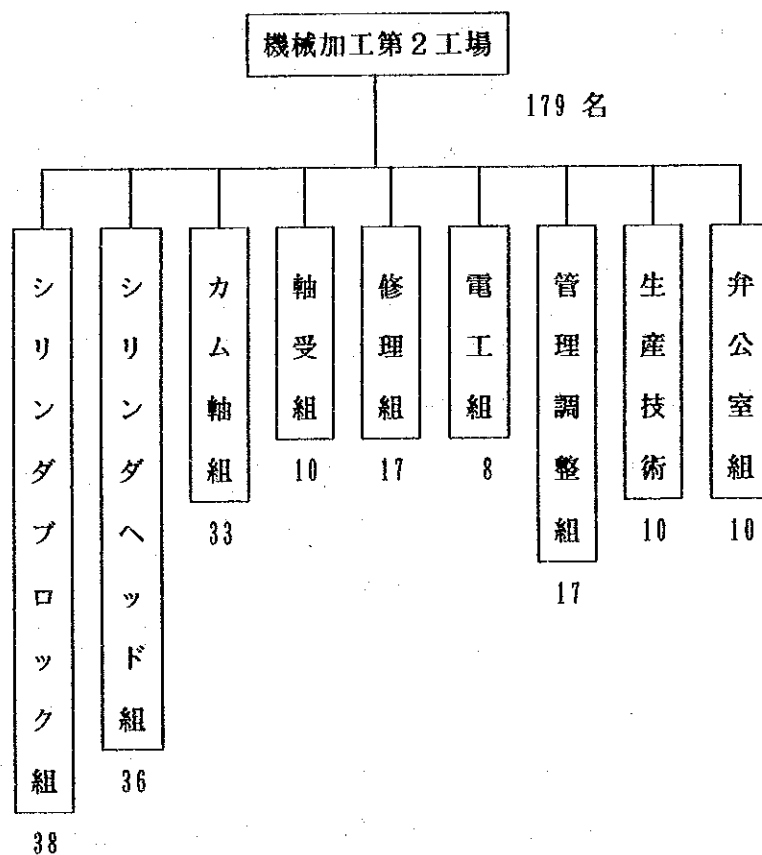
1-6-3 機械加工第2工場

(1) 概要

部品の生産は4組で構成されている。組分けは、加工する部品の種類と加工作業の内容により行われている。

生産の補助を担当するのは、修理組と電工組の2組である。管理業務を担当するのは、管理調整組、生産技術組と弁公室組の3組となっている。

機械加工第2工場の組織は、図Ⅲ-1-6-06に示すとおりで、合わせて9の組に分かれている。



図Ⅲ-1-6-06 機械加工第2工場組織図

各組の業務内容表Ⅲ－１－６－０７に示す。

表Ⅲ－１－６－０７ 各組の業務内容

組 名	業 務 内 容
シリンダブロック組	: 4102/4105 型シリンダブロック機械加工
シリンダヘッド組	: 4102型シリンダヘッド機械加工
カム軸組	: 4102/495/480/380型カム軸機械加工
軸受組	: 4102型ベアリングキャップ機械加工
修理組	: 設備の小中修理、一部設備治具の加工
電工組	: 工作機械の電装品の部分修理
管理調整組	: 生産調整、安全監督、設備管理
生産技術組	: 技術、生産技術、TQC管理
弁公室組	: 統計、会計、労使、ノルマ、勤務評定
班・組構成、生産環境、補助作業	

(2) 生産方式・技術・品質・設備

1) 当工場で機械加工している生産品目と生産能力を以下に示す。主要な生産品目については、約30,000 個／年の生産能力である。

- ・ 4102型ディーゼルエンジン : シリンダブロック 30,000個／年
シリンダヘッド 30,000個／年
ベアリングキャップ
- ・ 4102/495型ディーゼルエンジン : カムシャフト（仕上加工）

2) 4102型シリンダブロック加工ライン

シリンダブロックの加工は、外面の荒フライス工程から始まる。加工ラインは専用機が主体であり、フライス盤、立多軸専用機、横多軸専用機、横ボーリング専用機、などの加工設備の間をローラーコンベヤでつないで構成されている。工程間のワークの移動はローラーコンベヤに載せたワークを手で押して行われている。ほとんどの加工は機械加工第1工場で行われている495 型シリンダブロックの加工と同様である。表Ⅲ－１－６－０８に示した4102型のシリンダブロック加工工程から分るように、

加工ラインのボトルネックは、外面の荒フライス工程と、前後面のフライス仕上加工工程、シリンダライナ穴の仕上ボーリング加工工程である。加工不良の発生は、前後面のフライス荒加工の工程が最も多く、1.55%発生している。加工品の精度検査の結果は、図面に指示された精度を一応満足している事になっている。しかし、加工中の機械にガタ音が発生していること、加工バイトのチップが破損したままで加工されていること、ワークの変形を考慮したワークのクランプが行われていないこと、などから加工精度には相当なバラツキが発生していることが考えられる。生産は一部のボトルネック工程が、2直あるいは3直で行われ、一日あたり80個以上加工できる。

3) 4102型シリンダヘッド加工ライン

4102型のシリンダヘッド加工ラインは、前加工、メイン加工、後加工、の3つに大きく分けられる。

前加工は、フライス等により主に外面加工を行う工程であり、最初にシリンダヘッドの素材を2台のロータリーフライスに各6個取り付けて、1パスでそれぞれ上下面の荒加工を行う。加工代は片面3mmである。つぎに位置決めピン穴加工、そして吸気・排気両面のフライス荒削りと、前後面のフライス加工を行う。つづいて吸気・排気両面のフライス仕上削りを行うが、加工代は片面1mm～2mmである。つぎに上下面の荒研削加工と専用機による前後面の穴加工を行う。以上で前加工は終了して、ワークは一度ストックされる。ここまでの各加工には機械1台に作業者が1名付いている。工程間のワークの移動は天井クレーンで行われている。

メイン加工は、一本の直線流しトランスファマシンにより、シリンダヘッドの上下面の主要な穴加工のほとんどを行う工程である。

後加工は、小型の立型マシニングセンタによる、ノズル穴、バルブ穴の加工とラジアルボール盤による、グロープラグ穴の加工、プレスによる盲栓穴へのプラグ圧入、ノズルスリーブの圧入そして、バルブガイド穴とバルブシート面のリーマカッター加工などである。

後加工の設備のうち、2台の小型の立型マシニングセンタは別建屋の工場に設置され、1名の作業者の操作により、シリンダヘッドのバルブガイド穴とバルブシート座

面のリーマ加工を行っている。加工は各2本の荒仕上げと、仕上げの繰型カッターを含む計6本の刃物を自動交換して行われている。繰型カッターは、ヘッドを4,000個加工する毎に交換しているが、使用している切削油の品質が安定していないので、常にカッターの状態を監視し、早めに交換する状況となっている。また自動工具交換装置が不調であり、加工中に作業者が工具に手を触れて動かそうとしており、大変危険である。安全に対する認識が不足しているので、再教育が必要である。この別建屋での部品の生産を外注工場へ移行したため、建屋内には他の設備はほとんど設置されておらず、わずかに建物の一部分が倉庫として使用されている状態である。工場敷地の有効な使用を検討する必要がある。

表Ⅲ-1-6-09に示した4102型のシリンダヘッド加工工程から分るように、加工ラインのボトルネックは、小型の立型マシニングセンタによるノズル穴およびバルブ穴の加工である。前加工の上面と下面のフライス荒削り加工は、加工時間から計算すれば、1直7.5時間の稼働では、45個生産でき、3直で加工すれば一日に135個の加工ができる。マシニングセンタは稼働状態が少し低く、生産量は1台あたり1直20個であり、2台で3直の場合、1日に120個の生産が可能である。したがって、生産量の動向は、マシニングセンタの稼働状況に左右されていることになる。

4) カムシャフトの加工工程

協力工場で荒削りを済ませたカムシャフトは、当工場の熱処理工場へ納入される。熱処理工場では熱処理と曲り直しを行った後に機械加工第2工場では、仕上げ加工が行われる。

カムシャフトの仕上げは、カム研磨盤による研磨工程、磁気探傷、脱磁、検査の工程で行われている。カム研磨盤の砥石の修正（ドレッシング）はカム軸を2本加工する毎に行われている。作業用検査用具は基準カム径用のものがある。

カムの基準径の測定具は準備されているが、カム高さの測定具は準備されていないなど、重要部分の測定具は不足している。当工場の現在の作業者は5名であり、協力工場での荒削り加工に、作業者を派遣駐在させている。

5) ベアリングキャップの加工工程

ベアリングキャップの加工工程は、取り付け面などの外面のフライス加工と平削り

加工、半円のフライス加工、組み付け面のブローチ加工、ネジ穴・位置決め穴のドリルとリーマ加工、フライスカッターによる溝加工である。平削り加工の設備は旧式で面精度も悪く加工能率も低いので、フライス加工に変更する必要がある。

6) 設備

量産ラインの主要な設備のほとんどが中国製であり、表Ⅲ-1-6-10に示すように設備の約27%が自社製である。品質要求の高い重要工程での生産能力が低く、フライス加工と仕上げ加工は、ネックになっている。現在4102型の生産ラインのボトルネックになっている機械は、偶発的な故障が多い。主に電気、油圧部品の故障が多い。設備の磨耗による故障の他には、油圧空圧部品の突発的な故障がある。時々、突然の停電による故障も発生している。

シリンダヘッドの加工は、自社製トランスファマシンで行われ、一部の高精度加工は小型の立型マシニングセンタで行われている。マシニングセンタ1台のシリンダヘッド加工時間は20分で、加工能力は1台あたり1直20個であり、生産能力が極端に低い。当工場ではマシニングセンタと、ラジアルボール盤による加工工程を、トランスファマシン化する改造を行っている。改造後の新しい4102型のシリンダヘッドの加工工程を表Ⅲ-1-6-11に示す。現在の加工工程表Ⅲ-1-6-09と比較すれば1工程当たりの平均加工時間が4.8分から3.3分に減少することにはなるが、トランスファマシンの前工程の加工のボトルネックが、加工時間10分のままで改善されなければ、生産量の動向はこの加工時間10分を要する設備の稼働状況に左右されることになる。したがって、次に改善すべき生産設備は、上下面の荒削りフライス盤ということになる。

(3) 問題点

1) 当工場が認識している問題点

- ① 設備は、多軸ケースや主軸ケースがゆるみ、ガタを生じている。全体として加工機械が老朽化してベアリングのゆるみが発生する、などの故障が増加し生産効率が低いという問題が起きている。
- ② シリンダヘッド加工での問題は、バルブステムガイド穴とバルブシート面の同心度に、バラツキが発生することである。

- ③ シリンダブロックの前後面の粗フライス加工工程で、前後方向（クランクシャフトの軸方向）寸法が加工不良となる。廃却率は1.55%となっている。
- ④ 生産効率が低いカムシャフトの荒加工は、協力工場へ出しているが、完成まで一貫して外注したほうが合理的である。

2) 調査結果検討が必要と考えられる事項

- ① 4102型シリンダブロック加工ラインでは、495型加工ラインと同様に、フライス盤とボア穴ボーリング専用機の刃具：チップの先端が、破損したままで加工を続けている。
- ② 重要部分の測定具が不足している。1例として、カムの基準径の測定具は準備されているが、カム高さの測定具は準備されていない事があげられる。
- ③ 品質要求の高い重要工程の設備能力が不足している。その例としては、シリンダライナ穴の研磨工程には、自動定寸測定装置付きのホーニング設備が無いので、精度のコントロールが困難で、生産効率も悪い。
- ④ カムシャフトの研磨仕上げ面の精度が悪く、これはタペット当たり面の早期異常磨耗の原因となる恐れがあるので、加工を改善して、カム面を1.6%に仕上げる必要がある。
- ⑤ 治具の剛性不足による変形が加工精度に影響している。
- ⑥ シリンダヘッドの一部分の穴加工を、別の工場建屋で行っているのは合理的ではない。この工程は、シリンダヘッドのトランスファマシンのラインへ入れるべきと考える。（本件はトランスファマシンの改造が行われているので解決の方向にある）
- ⑦ ベアリングキャップの加工で加工の一部を平削り盤で行っているが、能率的な加工方法に変更すべきである。
- ⑧ 同じラインの中で生産が間に合わない工程は2直、3直稼働することになっているので、その分工程間に多数の在庫が発生している。
- ⑨ 通路にシリンダブロックが散乱していて職場の整理整頓ができていない。
- ⑩ 部品の洗浄による切粉等の除去が十分ではない。
- ⑪ トランスファマシンの稼働状態は1直7.5時間に対して、実際は6時間の稼働であり、設備の能力を十分に発揮していない。

表Ⅲ-1-6-08 4102シリンダブロックの加工工程(1/2)

順番	作業内容	工程数	加時間分	備考
1	上下面のフライス荒加工	1	14.8	◎
2	左右面のフライス荒加工	1	19.3	◎
3	前後面のフライス荒加工	1	10.7	◎
4	上面のフライス粗仕上加工	1	7.1	
5	ウオータジャケット内砂抜き、反転（手作業）	1		
6	下面のフライス仕上加工	1	5.5	
7	加工基準穴のドリル、中ぐり、リーマ加工	1	6.6	
8	クランクメタル取付面のフライス荒加工	1	6.2	
9	左右面のフライス仕上加工	1	6.9	
10	シリンダライナ穴の荒ボーリング加工	1	7.2	
11	シリンダライナ穴の1回目の粗仕上ボーリング加工	1	5.1	
12	シリンダライナ穴の2回目の粗仕上ボーリング加工	1	5.1	
13	シリンダ穴の面取加工（手作業）	1		
14	カムシャフト穴荒削りと水穴の加工	1	6.4	
15	前後面のフライス仕上加工、潤滑ポンプ穴上面のフライス加工、潤滑ポンプ穴明け加工と面加工	3	10.5	◎
16	検査	1		
17	シリンダヘッド取付面ネジ下穴と油穴加工	1	5.5	
18	シリンダヘッド取付面位置決め穴と油穴加工	1	5.2	
19	シリンダヘッド取付面位置決め穴リーマ加工と水穴加工	1	5.5	
20	メイン潤滑油穴明けドリル加工	1	3.7	
21	メイン潤滑油穴明けドリル加工	1	3.7	
22	メイン潤滑油穴明け加工とカムシャフト穴削り加工	1	3.7	
23	前後面の潤滑油穴ドリルとリーマ加工	1	3.7	
24	前後面のネジ下穴のドリル加工	1	3.7	
25	前後面のタップ加工、カムシャフト穴と主軸半円穴の加工	2	3.7	
26	左右面のネジ下穴のドリル加工	1	4.9	
27	左右面のメクラ栓穴とオイル孔の加工	1	5.4	
28	左右面のメクラ栓リーマ加工	1	4.6	
29	左右面のタップ加工	1	4.9	
30	主軸受け面のフライス加工、潤滑ポンプ下面のフライス加工、潤滑ポンプ上下面のドリルとタップ加工	3	5.8	
	小計	35	175.4	
備考欄に、◎印の加工は1工程当たりの機械加工時間が10分を超える加工である。				

表Ⅲ-1-6-08 4102シリンダブロックの加工工程 (2/2)

順番	作業内容	工程数	加時間分	備考
31	主軸受け面の潤滑油孔のドリル加工	1	6.2	
32	主軸受け面の潤滑油溜め溝フライス加工	1	5.2	
33	主軸受け面のメタル止め溝フライス荒加工	1	5.2	
34	シリンダブロック下面ネジ下穴加工	1	4.5	
35	ベアリングキャップ取付面ネジ下穴加工	1	7.3	
36	ベアリングキャップ取付面位置決め穴加工	1	7.9	
37	シリンダヘッド取付面タップ加工	1	7.3	
38	シリンダブロック下面タップ加工	1	4.2	
39	ベアリングキャップ取付面のタップ加工	1	4.5	
40	タペット穴のドリル、面取加工	2	4.6	
41	タペット穴のボーリング加工	1	5.1	
42	タペット穴のリーマ加工	1	5.1	
43	検査（未加工の有無）	1		
44	洗浄機による洗浄	1		
45	メイン潤滑油孔加圧漏れテスト	1		
46	ジャケット漏れ検査（未実施予定中）	1		
47	検査	1		
48	ベアリングキャップ取付面ブローチ加工、位置決め孔加工	2	6.1	
49	洗浄機による洗浄とエアブロー	1		
50	ベアリングキャップ取付（手作業）	1		
51	主軸受穴と潤滑油ポンプ穴の荒削り	1	9.3	
52	潤滑油ポンプ穴の粗仕上削りとスラストメタル取付面加工	2	9.3	
53	主軸受穴の仕上げ削り、潤滑油ポンプ穴のリーマ加工と シリンダヘッド取付面フライス仕上加工	2	6.6	
54	シリンダライナ穴の仕上ボーリング加工、 修正面取加工とホーニング加工	3	12.1	◎
55	洗浄機による洗浄と乾燥	1		
56	カムシャフト用ブッシュのプレス圧入	1		
57	検査	1		
58	防錆油の塗布（手作業）	1		
	合計	69	285.9	
	機械加工の合計	55	285.9	

機械加工の1工程当たりの平均機械加工時間は5.2分である。
備考欄に、◎印の加工は1工程当たりの機械加工時間が10分を超える加工である。

表Ⅲ-1-6-09 4102シリンダヘッドの加工工程(1/2)

順番	作業内容	工程数	加工時間分	備考
1	上面のフライス荒削り加工	1	10.0	◎
2	下面のフライス荒削り加工	1	10.0	◎
3	位置決めピン穴加工とリーマ加工	1	8.0	
4	吸気、排気両面のフライス荒削り加工	1	7.0	
5	前後面のフライス削り加工	1	7.0	
6	吸気、排気両面のフライス仕上削り加工	1	7.0	
7	下面と上面の荒研削加工	1	3.0	
8	前後面の穴明け加工	1	0.8	
9	前後面のタップ加工	1	0.8	
10	トランスファマシンへ9個ずつセットする。 (トランスファマシンの各ステーションの加工に入る)	1		
11	上下面の穴加工、面取加工	1	2.5	
12	上下面の穴加工、リーマ加工、座ぐり加工、面取加工	1	2.5	
13	上下面の座ぐり加工、面取加工	1	2.5	
14	上下面の穴加工、座ぐり加工、面取加工、リーマ加工	2	2.5	
15	上下面の穴加工、タップ加工	1	2.5	
16	ワークの向きを90度変える。	1		
17	吸気、排気両面のドリル加工、リーマ加工	2	2.5	
18	吸気、排気両面のネジ下穴加工	1	2.5	
19	吸気、排気両面のタップ加工	1	2.5	
20	トランスファマシンからワークが搬出される。	1		
21	ノズル穴、バルブガイド穴、バルブシート座の仮仕上加工	1/4	2.5×2	☆
22	ノズル穴、バルブガイド穴、バルブシート座の仮仕上加工	1/4	2.5×2	☆
23	ノズル穴、バルブガイド穴、バルブシート座の仕上加工	1/4	2.5×2	☆
24	ノズル穴、バルブガイド穴、バルブシート座の仕上加工	1/4	2.5×2	☆
	小計	22	93.6	
備考欄に、◎印の加工は1工程当たりの機械加工時間が10分を超える工程である。				

表Ⅲ-1-6-09 4102 シリンダヘッドの加工工程 (2/2)

順番	作業内容	工程数	加工時間 分	備考
25	ノズル穴の複合ドリル加工	1/2	5.0x2	☆
26	ノズル穴のタップ加工	1/2	5.0x2	☆
27	グロープラグ穴のドリル加工	1	2.5	
28	グロープラグ穴のドリル加工	1	2.5	
29	グロープラグ穴の複合座ぐり加工	1	2.5	
30	グロープラグ穴のタップ加工	1	2.5	
31	洗浄機による洗浄	1		
32	砂落とし作業 (手作業)	1		
33	洗浄機による洗浄	1		
34	盲栓穴へφ30、φ22、φ10、φ12プラグ圧入	4		
35	ノズルスリーブ圧入	1	1.5	
36	水圧試験	1		
37	上下面の仕上研磨	1	4.0	
38	洗浄機による洗浄	1		
39	バルブシート、バルブガイドの圧入	1		
40	吸気バルブガイド穴、バルブシート面、リーマ加工	1	2.5	
41	排気バルブガイド穴、バルブシート面、リーマ加工	1	2.5	
42	検査	1		
	合計	42	134.1	
	機械加工の合計	28	134.1	

機械加工の1工程当たりの平均機械加工時間は約4.8分である。

備考欄に、◎印の加工は1工程当たりの機械加工時間が10分を超える工程である。

備考欄に、☆印の加工は小型の立型マシニングセンタ2台による加工である。

マシニングセンタ2台の、合計加工時間は40分となるので、マシニングセンタ1台あたりのシリンダヘッドの加工時間は20分になる。

表Ⅲ-1-6-10 機械加工第2工場 主要設備リスト

設備名	自社製	中国製	設備名	自社製	中国製
立中ぐりフライス盤		2台	普通旋盤	3台	11台
クランクピン旋盤		9台	NC工作機械		2台
カム軸旋盤		2台	立型ボール盤		3台
立旋盤		1台	立NCボール盤		4台
ラジアルボール盤		4台	横中ぐり盤		1台
本体中ぐり盤		1台	主軸穴、カム穴中ぐり盤		2台
カム穴荒中ぐり盤	1台		三複合式中ぐり盤	2台	
ボア穴仕上ボーリング専用機	1台		センター穴専用機		1台
シリンダロック油穴加工専用機	2台		シリンダロック面穴加工専用機	1台	
ベアリングキャップ穴加工専用機	1台		シリンダヘッド 取付穴加工専用機	1台	
シリンダロック面穴加工専用機	1台		シリンダロック面穴加工専用機	1台	
シリンダロック斜油穴加工専用機	1台		立中ぐり盤		3台
コネティングロッド穴加工専用機	1台		コネティングロッドリーマ加工専用機	1台	
シリンダロック面穴加工専用機	1台		シリンダロック面穴加工専用機	1台	
シリンダロック面穴加工専用機	1台		ベアリングキャップ穴加工専用機	1台	
半自動円筒研削盤		1台	万能研削盤		2台
円筒研削盤		2台	グラインダー		5台
半自動クランクシャフト研削盤		1台	半自動カム軸研削盤		4台
フライス刃研削盤		1台	硬質合金刃研削盤		1台
平面研削盤		2台	カム軸砥石つやだし研削盤		1台
立ホーニング盤		2台	半自動立ホーニング盤		1台
カム軸ラップ盤		2台	歯車加工ライン	1台	
シリンダヘッド加工自動ライン	1台		仕上げ中ぐり・リーマ複合機		1台
複合加工機:		5台	ホブ盤		2台
シリンダロックベアリングキャップ穴加工専用機	1台		シリンダロック面穴加工専用機	1台	
シリンダロック面穴加工専用機	1台		シリンダロック面穴加工専用機	1台	
立フライス盤		1台	立キー溝フライス盤		1台
ロータリーフライス盤		2台	万能フライス盤		1台
両頭複合加工専用機	8台	1台	立横組合せフライス盤		2台
両頭生産フライス盤		2台	オイルポンプ面フライス盤	1台	
オイルポンプ面フライス盤	1台		シリンダロックベアリングキャップ穴加工専用機	1台	
シリンダロック両頭生産フライス盤	1台		シリンダロックベアリングキャップ穴加工専用機	1台	
立オイル溝フライス盤	1台		立溝フライス盤	1台	
形削盤	2台		シリンダブローチ盤		1台
ベアリングキャップブローチ盤		1台	アーク切断工具		1台
万能油圧プレス		1台	曲り直しプレス		1台
カム軸カバー圧入プレス	1台		シリンダーヘッド水圧試験機	1台	
走行クレーン	2台	5台	揚重機・バルンサー		25台
磁粉探傷機		1台	電気溶接機		1台
洗浄機		2台			
主要設備総数: 176台 (自社製47台) 設備内製化率: 26.7%					

表Ⅲ-1-6-11 4102 シリンダヘッドの新加工工程 (1/2)

順番	作業内容	工程数	加工時間 分	備考
1	上面のフライス荒削り加工	1	10.0	◎
2	下面のフライス荒削加工	1	10.0	◎
3	位置決めピン穴加工とリーマ加工	1	8.0	
4	吸気、排気両面のフライス荒削り加工	1	7.0	
5	前後面のフライス削り加工	1	7.0	
6	吸気、排気両面のフライス仕上削り加工	1	7.0	
7	下面と上面の荒研削加工	1	3.0	
8	前後面の穴明け加工	1	0.8	
9	前後面のタップ加工	1	0.8	
10	トランスファマシンへ9個ずつセットする。 (トランスファマシンの各ステーションの加工に入る)	1		
11	上下面の穴加工、面取加工	1	2.5	
12	上下面の穴加工、リーマ加工、座ぐり加工、面取加工	1	2.5	
13	上下面の座ぐり加工、面取加工	1	2.5	
14	上下面の穴加工、座ぐり加工、面取加工、リーマ加工	2	2.5	
15	上下面の穴加工、タップ加工	1	2.5	
16	ワークの向きを90度変える。	1		
17	吸気、排気両面のドリル加工、リーマ加工	2	2.5	
18	吸気、排気両面のネジ下穴加工	1	2.5	
19	吸気、排気両面のタップ加工	1	2.5	
20	ワークの向きを90度変える。	1		
21	ノズル穴、バルブ穴、バルブシートの仮仕上リーマ加工	1	2.5	
22	ノズル穴、バルブ穴、バルブシートの仮仕上リーマ加工	1	2.5	
23	ノズル穴、バルブ穴、バルブシートの仕上リーマ加工	1	2.5	
24	ノズル穴、バルブ穴、バルブシートの仕上リーマ加工	1	2.5	
25	ノズル穴の複合ドリル加工	1	2.5	
	小計	27	86.1	
備考欄に、◎印の加工は1工程当たりの機械加工時間が10分を超える工程である。				

トランスファマシンへ加工ステーションを追加改造後の新加工工程 (1/2)

表Ⅲ-1-6-11 4102シリンダヘッドの新加工工程 (2/2)

順番	作業内容	工程数	加工時間 分	備考
26	ノズル穴のタップ加工	1	2.5	
27	グロープラグ穴のドリル加工	1	2.5	
28	グロープラグ穴のドリル加工	1	2.5	
29	グロープラグ穴の複合座ぐり加工	1	2.5	
30	グロープラグ穴のタップ加工	1	2.5	
31	トランスファマシンからワークが搬出される。	1		
32	振動装置による切り屑除去	1	2.5	
33	検査	1		
34	洗浄機による洗浄	1		
35	砂落とし作業 (手作業)	1		
36	洗浄機による洗浄	1		
37	盲栓穴へφ30、φ22、φ10、φ12プラグ圧入	4		
38	ノズルスリーブ圧入	1	1.5	
39	水圧試験	1		
40	上下面の仕上研磨	1	4.0	
41	洗浄機による洗浄	1		
42	バルブシート、バルブガイドの圧入	1		
43	吸気バルブガイド穴、バルブシート面、リーマ加工	1	2.5	
44	排気バルブガイド穴、バルブシート面、リーマ加工	1	2.5	
45	検査	1		
	合計	50	111.6	
	機械加工の合計	34	111.6	
機械加工の1工程当たりの平均機械加工時間は約3.3分となる。 備考欄に、◎印の加工は1工程当たりの機械加工時間が10分を超える工程である。				

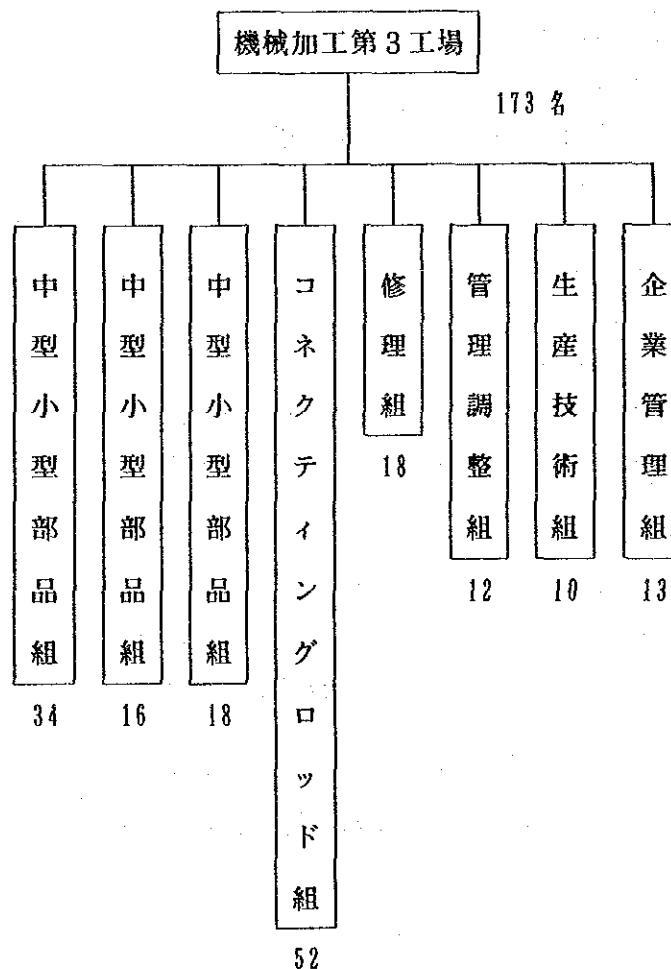
トランスファマシンへ加工ステーションを追加改造後の新加工工程 (2/2)

1-6-4 機械加工第3工場

(1) 概要

部品の生産担当は4組で構成されている。中形・小型部品生産担当が3組と、コネクティングロッド生産担当が1組である。生産の補助を担当するのは修理組である。管理業務を担当するのは、管理調整組、生産技術組と企業管理組の3組となっている。

機械加工第3工場の組織は、図Ⅲ-1-6-12に示すとおりで、合わせて8の組に分かれている。



図Ⅲ-1-6-12 機械加工第3工場組織図

各組の業務内容を表Ⅲ－１－６－１３に示す。

表Ⅲ－１－６－１３ 各組の業務内容

組 名	業 務 内 容
中型小型組	：潤滑油ポンプ、等中小物部品の加工 ：アイドルギヤ軸、等中小物部品の加工 ：オイル冷却機カバー、等中小物部品の加工
コネクティングロッド組	：コネクティングロッドの機械加工
修理組	：設備の小中修理、一部設備治具の加工
管理調整組	：生産調整、安全監督、設備管理
生産技術組	：技術、生産技術、TQC管理
企業管理組	：統計、会計、労使、ノルマ、勤務評定 班・組構成、生産環境、補助作業

(2) 生産方式・技術・品質・設備

1) 当工場で機械加工している主要な生産品目と生産能力を以下に示す。主要な生産品目については、495型および4102型を合わせて約50,000台分／年の生産能力である。

- ・4102型ディーゼルエンジン：コネクティングロッド 100,000個／年
- ・495型ディーゼルエンジン：コネクティングロッド 100,000個／年

2) 当工場で機械加工している主要な中小物の生産品目を以下に示す。

- ・潤滑油ポンプ、ロッカーアーム、アイドルギヤ軸、潤滑油継手
- ・オイル冷却機カバー、メインベアリングキャップ
- ・エンジンハンドスタート用クランキング部品

3) コネクティングロッド加工ライン

コネクティングロッドの加工ラインは、4102型コネクティングロッド加工と、495型コネクティングロッド加工の2つのラインで構成されているが、流れ加工ラインではない。495型のコネクティングロッド素材は、本体素材とキャップ素材の

2つの素材が納入される。本体の加工ラインと、キャップの加工ラインでそれぞれ加工が開始される。4102型の素材は一体型であり、加工の途中で本体とキャップに2分割する加工方式であるが、加工工程はほとんど495型のコネクティングロッドと同じである。

4102型のコネクティングロッド素材は、受入れ検査で全数磁気探傷を実施し、良品であれば、脱磁処理を行ってから両側面を加工する。つぎに同じ面をロータリー平面研削盤で加工し、小端穴、大端穴の荒ボーリングとボルト座を加工後、探傷を実施し、さらに素材の内部欠陥のチェックを行う。異常が無ければ脱磁処理を行ってキャップと本体に分割している。

キャップと本体の合わせ面研磨のあとで、組み付け穴加工・リーマ加工・ネジ立て加工を行ってからキャップと本体を組み付けて、コネクティングロッドを組み立てる。組み立てたコネクティングロッドを机の上に並べて、キャップと本体の組合せマークを打刻した後、小端・大端の精密ボーリング加工を行う。そのあと小端ブッシュの圧入・給油孔加工・ブッシュボーリング加工、小端穴・大端穴ローラーバニッシング、洗浄を行ない、重量測定したあと4個一組の、組分け工程を経て加工を終了する。工程は1直と2直で生産を行っている。4102型のコネクティングロッドの生産量は2直で400本/日である。

4) 中小物加工職場

ベアリングキャップ、潤滑油継手などの中小物加工部品の加工では、旋盤、フライス盤などを使用して各種の部品を、それぞれおよそ300個/日生産している。ほとんどが素材からの加工である。フライス盤で加工しているアルミダイカスト製オイル冷却機カバーの生産は1直で60～80個/日である。

5) 設備

専用機械は18台で、主要加工工程は、ドリル加工、旋盤加工、フライス加工、研磨加工、ヤスリ仕上である。機械加工第3工場が保有する主要設備を表Ⅲ-1-6-14に示す。主要設備のほとんどが自国製で、そのうち約15%が自社製である。

(3) 問題点

1) 当工場が認識している問題点

- ① コネクティングロッドの小端径の加工寸法で、加工不良が1%発生している。
- ② この職場の他には、コネクティングロッドの加工が出来る設備が無いので、生産設備がもし故障すれば生産は止まる。
- ③ 平均して1日1～2台の設備が故障し、生産が3時間停止している。

2) 調査の結果検討が必要と考えられる事項

- ① コネクティングロッドの小端穴加工では偏肉により、明らかに使用できないと見られる品物が流れている。
- ② コネクティングロッドの組み付け穴のドリル・リーマ・タツプ加工の工程は、4台のラジアルボール盤で、4名の作業者が4名共まったく同一の、ドリル・リーマ・タツプ加工を繰り返している。この工程は作業を分業化して、ドリル作業はドリル作業に集中したほうが、工具を交換する必要もなくなり、正確な作業ができ、また合理的な流れ加工になる。

表Ⅲ-1-6-14 機械加工第3工場 主要設備リスト

設 備 名	自社製	中国製	設備名	自社製	中国製
自動ターレット旋盤		4台	ターレット旋盤	5台	4台
ドラム式ターレット旋盤		2台	4軸ターレット旋盤		1台
普通旋盤	8台	27台	多刃半自動旋盤		1台
油圧半自動旋盤		1台	自動チャック半自動旋盤		1台
卓上ボール盤		2台	立ボール盤	2台	17台
簡易NC縦ボール盤		1台	ラジアルボール盤		1台
片頭中ぐり盤		3台	両頭中ぐり盤		1台
立多軸ボール盤	1台		横多軸ボール盤	1台	
4102コネクティングロッド小端穴加工機	1台		立ドリル、フライス盤	2台	
コネクティングロッド大端穴加工機	1台		インサートリング専用機	1台	
万能研削盤		3台	心無し研削盤		2台
内面研削盤		2台	グラインダー	7台	
平面研削盤		3台	半自動両頭 パーチカルシャフト 平面研削盤		1台
パーチカルシャフト 平面研削盤		1台	コネクティングロッド加工自動盤	1台	
ホブ盤		8台	ギヤシェービング・マシン		1台
スプライン軸フライス盤		1台	立タップ立て盤		3台
ネジ転造盤		1台	立ひざ形フライス盤		6台
門型フライス盤		6台	横フライス盤		10台
万能ひざ形フライス盤		4台	両頭フライス盤		2台
両頭生産フライス盤		1台	複合フライス盤		1台
形削り盤		2台	立削り盤		1台
平削り盤		1台	帯鋸盤		2台
油圧プレス	2台		万能油圧プレス		1台
走行クレーン		1台	揚重機・バランサー		1台
エアーコンプレッサー		1台	力率改善機		2台
磁粉探傷機		1台	洗浄機		1台
主要設備総数：168台 （自社製25台） 設備内製化率：15 %					

1-7 組立工程

1-7-1 概 要

総組立工場は敷地面積 9,761㎡をもち、主要機械設備84台をもつ工場である。この工場の中には組立工場を筆頭に塗装工場、試運転工場、仕上工場をもっている。

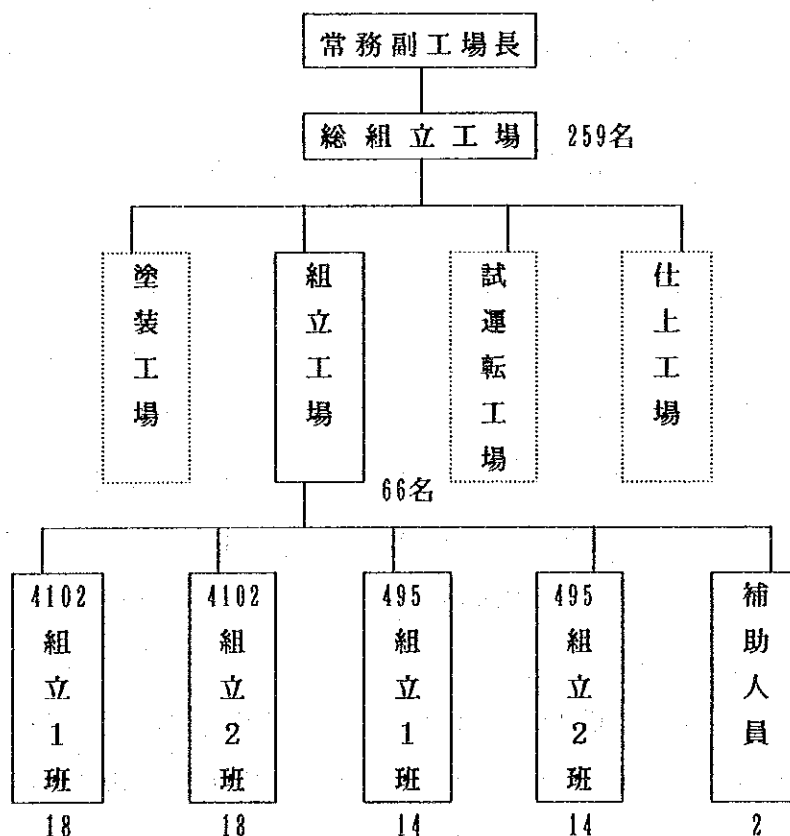
(1) 組織、人員

総組立工場は鋳造工場に次ぐ総員 259名を有している。また組立工場は66名から成っている。

組立工場は4班より構成され、495型と4102型の2本の主組立ラインとそれらの部品のサブ組立ラインから成っている。サブ組立ラインの途中工程には部品の洗浄と塗装を行う塗装工場に22名の要員がいる。組立工場につづいてディーゼルエンジンの試運転工場と仕上工場がある。

組立工場の要員は30才以下が66%、30～59才が34%と年齢的には若年層が多い。

勤続年数では5年未満が51%、5～15年が26%、15～30年が23%と熟練した要員が不足している。早急な技術レベルアップの教育を実施する必要にせまられている。



図Ⅲ-1-7-01 組立工場の組織図

(2) 業務内容

- 1) 組立機種は 495系列と4102 (含4105) 系列の2つの異なったシリーズを夫々に別の2本のラインで組立てている。まず系列別に洗浄、部品塗装の終わった部品の部分組立を行う。例えばシリンダヘッドの部分組立、冷却器関係の部分組立、吸排気管関係の部分組立等である。次にメインラインで部分組立の終わった部品とその他の部品を組立ててディーゼルエンジンが出来あがる。
- 2) 組立てられたエンジンはメインラインから1本のオーバーヘッドコンベヤで試運転工場に搬送され、試運転台にセットされる。試運転により不具合箇所を発見し、故障箇所を修正して、検査を受ける。
- 3) このあとエンジンの性能試験は品質検査課の専門検査員5名によって全数検査を行う。合格であれば合格証がつけられて次工程の仕上工場へ送られる。
- 4) 仕上工場では出荷先別に必要な部品を取り付け、エンジンの最終手入れをして、完成品としての検査を受ける。合格したものは出荷あるいは倉庫に搬入される。

1-7-2 生産方式、技術、品質、設備

(1) 生産方式

生産量は客先からの需要予測にもとづく受注生産が主流の多量生産方式を採用している。

1) メインライン (495型組立ラインと4102型組立ラインの2本)

① 495 型組立ラインは一直線のラインのスラットコンベヤで、組付台がライン上に35台配置してある自動流れラインである。流れのタクトタイムは作業者の熟練度の平均と、生産量の増減にもとづいて決めて、速度調整器でコントロールしている。自動化ラインのスピードは低い。ライン上にラインスピードが分るようにデータをディスプレイする機器もない。ラインスピードの調整範囲は 0.5~1m/minで調整されている。

② 4102型 (4105型) 組立ラインはループタイプで、組立台車 (30~35台) は手押しで自動流れのラインになっていない。従って組立台車は強制力をもっていないので作業者の作業スピードで調整されている。実際には平均して4分前後のタクトタイムで台車を流している。各班の黒板には毎日のラインタクトに相当する作業進度を書いてある。

2) サブ組立（495型と4102型はそれぞれ別になっている）

サブ組立をしている主なものはシリンダブロックアッセンブリー、シリンダヘッドアッセンブリー、クランクシャフトアッセンブリー、ピストンロッドアッセンブリー、カムシャフトアッセンブリー、オイルポンプアッセンブリー、ウォーターポンプアッセンブリー、フライホイールアッセンブリー、オイルクーラーアッセンブリーなどで、サブ組立したものをメインラインに供給している。メインラインとサブ組立に分ける理由として次のような事項をあげている。

- ① エンジンの組立の質を、段階別にコントロールするため。
- ② メインラインの物流を減少させ、メインラインを清潔に保ち、管理をしやすくするため。
- ③ メインラインの実際の長さが決まっているので、生産増に対してタクトタイムを減少させるため。

3) ラインサイドへの部品の供給方法は二つに分かれている。

- ① ローラコンベヤで部品を供給する。主にメインラインの部品と、その他洗浄工程で洗浄器に入れる部品、部品塗装をする部品などである。
- ② フォークリフト、手押し車で部品を供給する。主にサブ組立に入る部品、洗浄や部品塗装する部品、仕上工場に入る部品などである。

4) 部品の置き場所、置き方、荷姿について

組立工場では、基本的に定位置管理を実施している。また 495型、4102型共、定量出し入れ、定位置に置く方法を用いることになっている。しかし生産量が急激に増えているため、定量出し入れは守られていない。部品の山が、いたる所にできている。部品の置き方をみても部品と部品が当たってきずがついたり、当ることによって塗装がはげている。品質低下がいたる所で起きている。口では品質第一を唱えているが、管理者、監督者、作業者は誰一人として不思議に思っていない。

5) 生産量の管理表：当組立工場には毎日の生産を調整する調整グループがある。毎日、毎週、毎月の生産計画の手配、毎日の部分組立、総組立、試運転、仕上げ、入庫の進度を記録し、管理表でチェックしている。

(2) 技 術

- 1) 組立要領書、手順書、基準書についてはエンジンの洗浄、塗装、部分組立、主組立、試運転、仕上げにいたる工程カードに比較的詳細に記入してある。これは書類

としてはあっても日常、作業者が使ったり、見易い状態にはなっていない。

工場の作業者の見える所に作業標準、作業上の注意点などは一枚も貼っていない。これでは技術水準の維持も守られていないし、まして技術向上をはかるのは困難である。

エンジンの組立工程には各工程毎に厳守しなければならない大事なポイントが沢山ある。作業者は部品を組みつけてエンジンの形をつくっているだけで、技術ノウハウを製品に作り込んでいない。また機械加工には標準作業時間がきめてあるが、組立にはない。

- 2) エンジンの主要締め付け部品に使用するボルト、ナットの材質と締め付けトルクは次のようになっている。

表Ⅲ-1-7-02 主要部品の材質と締付トルク

主要締め付け部品名	材 質	締め付けトルク N・m
メインベアリングボルト	ML15MnB	180 ~ 200
コネクティングロッドボルト	35CrMoA	100 ~ 120
シリンダヘッドボルト	ML15MoB	120 ~ 140
フライホイールボルト	"	130 ~ 150
クラッチハウジングボルト	40Cr	120 ~ 140
クランクシャフトプーリーボルト	"	140 ~ 160
ロッカーアームシートボルト	45	60 ~ 70

主要締め付け個所ではトルクレンチによるトルクチェックは行っているが、締め付け忘れ防止や確認のためのマーキングはしていない。

- 3) 往復と回転の質量バランスとり

往復質量のバランスはピストンとリングアッセンブリー、コネクティングロッドアッセンブリーについて重量計測をして、4気筒間の重量差をコントロールしている。しかし往復質量そのものを少なくする調整はしていない。回転質量のバランスはクランクシャフト単品とクランクシャフトにフライホイールとプーリーをつけた状態でとっている。

クランクシャフト単品でのバランスは加工完了した状態でとっているが、許容のバランスホールをあけてもバランスしないものが沢山ある。許容のバランスホールの限度はきめてあるが、守られていない。

4) 各種のクリアランス調整について

① 圧縮圧力のコントロール

エンジンの性能の中で圧縮比をコントロールするピストンの突出量、ヘッドガスケット等の調整は行っていない。このため出力の範囲がバラバラで保証範囲が不明確である。

② 噴射タイミング

無調整で細かな調整していないため燃焼が不揃いである。

③ クランクシャフトのサイドクリアランス

締め付けてから、かたいか、ゆるいかの感であり、ダイヤルゲージ等によるクリアランス管理がされていない。従って損失馬力の範囲が大きい。

5) エンジンの試運転による性能検査

試運転は1台当り2時間行う。このうち100分間はファイアリングして摺合運転に使い、残りの20分間で性能検査をしている。

① 量産性能検査でユーザーに保証している項目は最大トルク、最大出力、無負荷最低回転数、無負荷最高回転数である。試運転で調整している項目は無負荷最低回転数と噴射量（ポンプの封印を切っている）である。噴射タイミングは調子の悪いエンジンについてポンプ取付部をゆるめて足でけとばして角度調整をしている。（品質についての観念は全くない）

デジタルの回転計も狂っているものをそのまま使っているので信頼性に欠けている（エンジンが停止してもデジタル回転計は0を指していない）。性能を専門にチェックする検査の人は製品の品質をチェックする前に人間としての品質教育が不足している。

② 抜取検査

量産性能検査の他に月に2台抜取検査を実施している。試運転検査では上記項目の他に噴射タイミング、速度変動率、排気色濃度、真空度等をチェックしながら、負荷性能試験を行う。運転後全分解して部品の状態を細部にわたって検査して異常の有無を判断している。

(3) 品質

1) 計量器具（トルクレンチ、ダイヤルゲージ、ノギス等）のチェック組立で使用するトルクレンチは毎月1回検査を行う。しかし常に問題が発生しているので検査は

絶え間なく行われている。

ダイヤルゲージ、ノギスは6ヶ月に1回検査を行う。計量器具の検査は計量センターで行い、色別マークがつけてある。

2) 試運転検査における合格率は次の如くである。

表Ⅲ-1-7-03 合格率

機 種	従来の合格率	最近の合格率	不 合 格 項 目
4102	80~85%	90%	①水と油の混合 ②ヘッド面の漏れ
495	90%	93%	③オイルクーラーキャップの漏れ ④ギヤ音

3) エンジンの組立、運転の履歴管理

エンジンの組立、運転の記録は、資料として工場の品質検査科が他の資料と統一して管理している。出荷後のトラブルがあった時は資料をしらべ、ユーザーにみせる。

4) エンジンの重要保安個所の封印

燃料ポンプの噴射量セットとガバナの最大回転数が封印されている。燃料ポンプは購入品であるため、ポンプメーカーが責任をもって封印してきている。この封印を試運転で勝手に解除して噴射量を増している（馬力が出ないため）。

試験終了後に工場です再封印している。

5) 組立、試運転で不良個所や不具合が発見された場合の処理

① 組立中に品質問題が発見された場合、例えば、クランクシャフトが動かない（クリアランスがない）場合、すぐに組立を中止し、原因を調べる。クランク軸の品質が原因か、シリンダブロックの寸法精度が原因か、ベアリングキャップが原因かをしっかりと見極める。と同時に、関連部門に情報をフィードバックし応急処置をとる。当該部門で解決できる場合は現場で修理する。

② 試運転中に問題が発見された場合、試験台上で処理できるものは作業者がその状態で修理し、処理できないものは修理班に引渡して修理させている。

試運場には不合格品が多く、未修理品置場が満杯で、作業性が悪く、生産性を阻害している。

不具合箇所については、対策はされているが、効果が期待されるほど現れていない。もっと源流にさかのぼった根本対策が必要である。

6) エンジンの気密テスト（水、油、空気通路）

気密テストは組立前の部品の状態で行い、エンジン組立完了後には行っていない。

- ① シリンダブロックの水圧試験：シリンダブロックの水の通路やジャケットに鋳造の巣や機械加工のミスがあるかどうかを調べる。まず水を入れる場所を一ヶ所残して、シリンダブロックの水の通路を塞ぐ。圧力を加えた後、水を止める。水の通路やジャケットの水圧が下がるかどうかを確認する。下がった場合は原因を究明する。直せるかどうかを判断し、直せない場合は廃却処分にする。

浸透液によるカラーチェック等も行われていない。

- ② シリンダヘッド水圧試験：シリンダブロックと同じ方法でジャケット内に水圧をかけ鋳造の巣の確認を行っている。
- ③ 冷却器アセンブリの油圧試験：シリンダブロックの水圧試験と同じ方法で洩れの確認を行っている。

7) 今後品質を向上させるために、実施しようとしていること。

- ① 組立工場に入ってくる部品が合格品であること。このために工場間に品質に関するクレーム制度を設ける。
- ② 組立要員と試運転要員の教育訓練を強化する。
- ③ ユーザーから出されている品質問題の“3つの漏れ（水、油、ガス）”やギヤ異常音を開発者と一緒になって解決する。
- ④ トルクレンチの校正器を殖やす。
- ⑤ シリンダブロック、シリンダヘッドの専用洗浄器の性能を向上させる。
- ⑥ シリンダヘッドアセンブリの組立終了後は地面に置かないようラインを改善する。
- ⑦ 部品棚、パレット等の完備
- ⑧ 必要な検査測定器具を完備する。

(4) 設 備

- 1) 組立工場の主要設備としてはスラットコンベヤ、ループコンベヤ、オーバーヘッドコンベヤ、洗浄機、気密試験機、揚重機、組立台車等である。
- 2) 試運転工場の主要設備としては水動力計と制御装置、燃料重量測定器（天秤はか

り式)、天井クレーン、地下埋設式排煙および冷却水装置等である。

表Ⅲ-1-7-04 総組立工場の主な設備

設 備 ・ 機 械	数 量
ベ ン チ ド リ ル	2
プ レ ス	6
オ イ ル セ パ レ ー タ	2
オ イ ル フ ィ ル タ	2
水 動 力 計	32
釣 合 試 験 機	2
洗 浄 機	4
ペンキ噴霧浄化機	3
バ ラ ン ス ア ー ム	4
シリンダ、組立ライン	1
レール式組立ライン	1
懸垂式キャリアチェーン	1
平板式キャリアチェーン組立ライン	1
そ の 他	26
合 計	84

3) 設備故障に起因する問題として組立工場と試運転工場間のエンジン搬送コンベヤのチェンハンガーがある。これが一旦故障すると、両工場間の輸送の動脈を切断されたのに等しい。現在の生産状態では別の搬送通路や手段がとれなく、半身不随の状態に陥ってしまう。

4) 生産量増加に対する設備

① 5万台から10万台まで：組立工場は組立の面積拡大、試運転工場は試運転台を増やす。それと同時に部品組立とメインライン組立の内容を調整してレイアウトを行う。また試運転時間を短くする。組立は一直、試運転は2直とする。

② 10万台から20万台まで：新しい組立工場の建設を計画している。メイン組立は強制的な流れ生産を採用、部品組立は自由な流れラインを採用する。工程間の部

品の搬送は地上とオーバーヘッドの両方で考えている。部品倉庫は組立に近い所を計画している。

1-7-3 問題点

(1) 当工場が認識している問題点

- 1) 4102型の組立ラインは強制力がなく立遅れている。早急に改造が必要である。
- 2) 試運転工場が暗く、汚れている。暗いため検査の時に不具合箇所を見落してしまう。環境の整備が必要である。
- 3) 性能試験の内容、制度が完備されていないため、検査が不十分である。

(2) 調査結果検討が必要と考えられる事項

- 1) 部品は洗浄後も錆やこまかい切粉、ごみが取れていない。これがエンジンの寿命を短くしていることを理解していないと思われる。
- 2) 整理、整頓、清掃の基本が守られていない。
- 3) 組立工場、試運転工場、仕上工場には通路が明確になっていない。ほとんどなにもない。
- 4) 4102型の組立のループラインは全長に対して組立台車が多過ぎ、作業場も狭く、作業性が非常に悪い。また台車の工程間移動が非能率である。
- 5) 試運転工場には品質不良のエンジンが床一面にオーバーフローしている。早急な品質の抜本策が必要である。
- 6) エンジンの出力を規定噴射量でチェックしていないので、出力そのものや、異常の発見方法に問題がある。
- 7) 性能試験に必要なエンジン回転計、気圧計、乾球・湿球温度計が見当たらないし、これに代るものも見当たらない。
- 8) 試運転用の天秤はかり式燃料重量測定器のメンテナンス状態が悪いため、動きが鈍感で、精度上、不安定である。

1-8 検査工程

1-8-1 概要

当工場の生産品の検査を担当するのは、品質検査科であり、品質検査科は「2-5 品質管理」図Ⅲ-2-5-01の組織図に示すとおり工場長と技術管理系統を担当する総工程師の指揮下におかれている。品質検査科は材料、購入品、加工部品、組立品、試験、梱包、出荷、など工場内におけるすべての工程の検査と、検査用計量器具の検査・保管等を担当し、製品の質の保証を行う責任を持つ。品質検査科の検査員はそれぞれ担当の工場に出向き、生産過程での品質を検査し、工程間の不良品の流れを防ぎ、不良品を工場から出荷させないようにする役割を持つ。品質検査科の総人員は73名である。

1-8-2 検査方法・技術・品質チェック・設備

(1) 検査の種類

検査の種類には次のようなものがある。

- 1) 生産工程別 ①購入検査 ②工程検査 ③出荷検査④
- 2) 検査体制別 ①自主検査 ②相互検査 ③専門検査
- 3) 検査場所別 ①検査班等一定箇所での検査 ②巡回検査 ③分工場への出張検査
- 4) 検査数量別 ①全数量検査 ②抜取り検査 ③検査免除

(2) 検査方法

検査方法は、下記の2種類に大別されている。

1) 感覚検査

感覚検査には次のようなものがある。

- ① 数値表示法 ② 言語法 ③ 図示法 ④ 検査品比較表示法

2) 器具検査

器具検査は下記のように行なわれている。

- ①検査項目に対しては、検査方法にしたがって必要な検査用具で検査する。
- ②検査項目に対する精度等に応じて計量器、計器、検査設備、補助工具を選定する。

③生産量の多い加工部品の検査には専用の、プラグゲージ等を使用して検査する。

(3) 検査の記録

下記検査の結果は記録が残される。

- ① 原材料検査 ② 鑄造原材料、補助材料検査 ③ 付属品検査 ④ 炉前検査
- ⑤ 主要部品検査 ⑥ エンジン組付け検査 ⑦ エンジン性能検査
- ⑧ エンジン出荷試験検査 ⑨ 塗装検査 ⑩ 主要部品自己検査
- ⑪ 品質検査カードによる検査 ⑫ 重要部品の月度検査

(4) 受入検査

① 原材料の検査

当工場では原材料、補助材料、鋼材はすべて入庫検査を行なっている。

検査の品質基準、検査方法、検査項目、抜取り検査などはすべて、国家基準および当工場の製造技術文書規程、あるいは供給側と交わした物品供給契約と技術協議にもとづき行われる。

原材料、補助材料は、倉庫係が検査報告リストに記入し検査員に渡す。大量に納入される原材料は必要に応じて、科学検査を品質管理部門で実施する。鋼材など金属材料を入庫する場合は、品質保証書が必要である。倉庫係が検査報告リストに記入し検査員に渡す。鋼材の生産者、数量、検査規格、ロットナンバー、外観、サイズを検査し合格後、倉庫係は検査官立会いのもとにサンプルを検査に出す。合格した原材料、補助材料、鋼材は検査員の合格サインを受けて入庫し、はじめて生産に用いられる。不合格品は経営部門が処理する。

② 購入品、外注品の検査

当工場の購入品、外注品の入庫検査には、生産者の検査部門が発行する合格証の提出が必要である。毎回納入されるひとまとめの製品の検査はサンプルを抜き取って実施し、合格個数で合否を決定する。合格品率85%以上で合格となる。

検査の品質基準、検査方法、検査項目、抜取り検査などはすべて、国家基準および当工場の図面および製造技術文書規程、あるいは企業基準に基づき行われる。

検査官は検査結果を検査報告書に記入し、関係部門にフィードバックする。

検査合格の伝票が財務科へ渡ってから、支払いの手続きが行なわれる。

(5) 鋳造品の検査

鋳造工場から出荷される前の検査として、下記の検査を実施している。

- ① 中子砂の残量検査
- ② 鋳造欠陥穴の深さ検査
- ③ 黒皮面の塗装品質検査
- ④ 鋳物の熱処理のロット別金属組織と硬度検査
- ⑤ 鋳物ケガキ検査
 - ・基準により毎月2回、定盤でケガキを行う。
 - ・寸法精度、加工代を検査する。
 - ・機械加工に必要な基準部分の精度を検査する。
 - ・毎月抜き取りで、壁の厚さの測定、ボルト穴の形状などを切断検査する。
- ⑥ 顕微鏡検査による球状化検査
 - ・クランクシャフト、ギヤなどは国家基準分類写真との対比検査を実施する。

(6) 機械加工工程での検査

製造過程における機械加工工程での主要部品の検査は、現場作業員と品質検査科の検査係員によって行われている。製造過程における主要部品の検査は、自主検査、相互検査、検査係りの検査の順に実施されている。

自主検査は各工程の作業者が、工程文書で規定されている計量器を使用してチェックし記録を各工程グループへ提出している。検査頻度は工程によって異なるが、普通の工程は3個～10個毎に1個検査する。重要な工程は全数検査する。相互検査は、各グループの中で相互チェックをおこなう。検査係りの検査は専門の検査員が、検査結果を主要部品検査記録へ記録し、入庫検査の合否の判定を行なう。検査はまた、初品検査、巡回検査、全面検査の制度が採用されている。

初品検査では生産作業者は、加工した各ロットの初品を自主検査合格後、専門の検査員に渡し検査を受ける。合格品には、専門の検査員が、初品検査合格証を出す。作業者は第二回目の初品検査まで保管する。巡回検査では検査員は汎用検査用具のノ

ギス、マイクロメーター、ダイヤルゲージなどと、専用検査用具のハサミゲージなどを使用して巡回検査を行う。全面検査は専門の検査員により抜き取り検査をおこなう。検査は揚州ディーゼルエンジン企業標準QC/YC015. 1-87製品品質検査にもとづいて行われる。

工場ではディーゼルエンジンの部品加工に関わる重要な工程とディーゼルエンジンA類重要部品に、品質チェックポイントを設けている。495型、4102型のディーゼルエンジンの品質チェックポイントは50以上ある。この内4102型のディーゼルエンジンの品質チェックポイントは15である。

工場の工程部門は各コントロールポイントの具体的な要求にもとづいて、検査頻度を規定している。例えば重要度Aの部品は探傷、水圧試験の全数検査記録を要求している。重要度Bの部品には1/3の頻度から1/10の頻度で自主検査を要求している。

(7) 非破壊検査

非破壊検査の主要項目、検査実施基準は、下記のとおりである。

① クランクシャフト、コネクティングロッドの磁気探傷

中国機械工業部規格NJ320-84（内燃機部品磁気探傷方法）にもとづいて行う。

② 部品の硬度検査

製品工程図面にもとづいて行う。

③ 製品架台試験

製品工程図面にもとづいて行う。

④ ベアリングキャップ締付けボルト、コネクティングロッド締付けボルトの熱トルク測定を行う。

製品工程図面にもとづいて行う。

検査試験回数は、工場技術文書にもとづいて行う。

非破壊検査の探傷操作人員は、非破壊試験学会審査合格後に授与される合格証を必要とする。その他各種試験を行う検査員は、主管行政部門が審査し、合格後に授与する証明書を必要とする。

(8) 不合格品の処置

加工不良が発生した場合の処置はつぎのとおりである。

図面と標準を結び付け、さらに次工程への影響などを考慮して決定を下す。もし直せる余地があれば、必要な手立てを考えて直し、もし次工程への影響だけで決定を下せない場合は、総組み立てやエンジン全体の性能に与える影響について分析する。最後に研究所、工程科、品質検査科、当事者である工場、工場クラスのリーダーが共同で代用できるかの決定を行う。代用できない場合は廃却処分にする。図Ⅲ-1-8-02に不良品の管理プロセスを示す。不合格品の処置については、揚州ディーゼルエンジン企業標準・品質検査管理の不良品管理で規定されているが、不良品の色ラベル管理を実施するなど、現場の不良品管理を強化しつつある。

(9) 組立検査

組立検査では各部の間隙やコネクティングロット間の重量差、クランクシャフトアッセンブリの動的アンバランス量、主要なボルトの締め付けトルク、バルブクリアランス、圧縮圧力、などが検査される。しかし、検査実施確認のマーキングがされていないので、検査ミスがあってもチェックできない。

組立中使用するトルクレンチは、毎月1回以上検査を行う。ダイヤルゲージやノギスは6か月に1回検査を行う。

各部位の気密試験としては、シリンダーブロックウオータジャケット水圧試験、シリンダヘッド水圧試験、冷却機アッセンブリーの油圧試験、などを行う。

(10) エンジン出荷試験検査

組立終了後は、ディーゼルエンジン試運転工程カードにもとづいて性能検査を実施する。運転時間は、エンジン摺合せ運転を含め1台当たり2時間である。

つぎの1)、2)の検査が実施され、性能検査記録として保管されることになっている。

1) 495型ディーゼルエンジン

- ・定格出力時 : 回転数と出力、燃料消費量、油温、油圧、水温、排気温度
- ・最大トルク点 : 回転数と出力、トルク、燃料消費量、油温、油圧、水温、排気温度

- ・ローアイドル : セット回転数, 油圧、回転変動
- ・ハイアイドル : セット回転数
- ・計測時のデータ : エンジン型式、検査年月日、動力計番号、操作員、検査員、
大気圧、環境温度、相対湿度、油漏れの有無、その他異状の有無

2) 4102型ディーゼルエンジン

- ・定格出力時 : 回転数と出力、油温、水温
- ・最大トルク点 : 回転数と出力、トルク、油温、水温
- ・ローアイドル : セット回転数, 油圧、回転変動
- ・ハイアイドル : セット回転数 油圧
- ・計測時のデータ : 最小燃料消費率、燃料噴射タイミング調整値
真空ポンプの性能の良否、始動電動機の良否、発電機の良否
各気筒の入庫前再調整冷態時バルブクリアランス
エンジン型式、検査年月日、動力計番号、操作員、検査員、
環境温度、油漏れの有無、その他異状の有無

実際のディーゼルエンジン性能検査の作業では、大部分のエンジンの燃料噴射ポンプの鉛封印を外して噴射量の変更（増加）を行い、ディーゼルエンジンの性能を調整している。そのとき、噴射量調整量は把握せずに、出力を満足するまで噴射量の増加を行っている。

試運転での作業の重要なポイントは、常に燃料噴射量を監視し、噴射量の変更を大きく必要とするエンジンは、その原因を調査する必要がある、という点である。この場合、噴射量を把握せずに噴射量の増加を行うと、ディーゼルスモークの悪化、エンジン寿命の短縮などの原因となる。

また燃料噴射タイミングの調整は行われていない。ディーゼルエンジンの試運転時に、全くいい加減に噴射ポンプの取付け角度を動かしている。燃料噴射タイミングの調整はディーゼルエンジンの組立て時に正確に、最適噴射タイミング±1度以内に調整されなくては、エンジンはその性能を保証されない。

単に回転と出力だけの試運転検査ではディーゼルエンジンの性能を保証することにはならない、ということを認識する必要がある。

(11) 塗装検査

塗装後の検査は、検査員によって目視検査が行われている。

検査内容は、塗装もれ、塗装の剥れ、気泡の有無などの外観検査である。

(12) 入庫検査

入庫前の検査場所でディーゼルエンジンの外観品質及び組立の状態を検査する。検査員が総合的にチェックして、製品合格等級証明書を発行する。

検査合格の全エンジンには合格証が添付される。

(13) 検査設備と計量器具

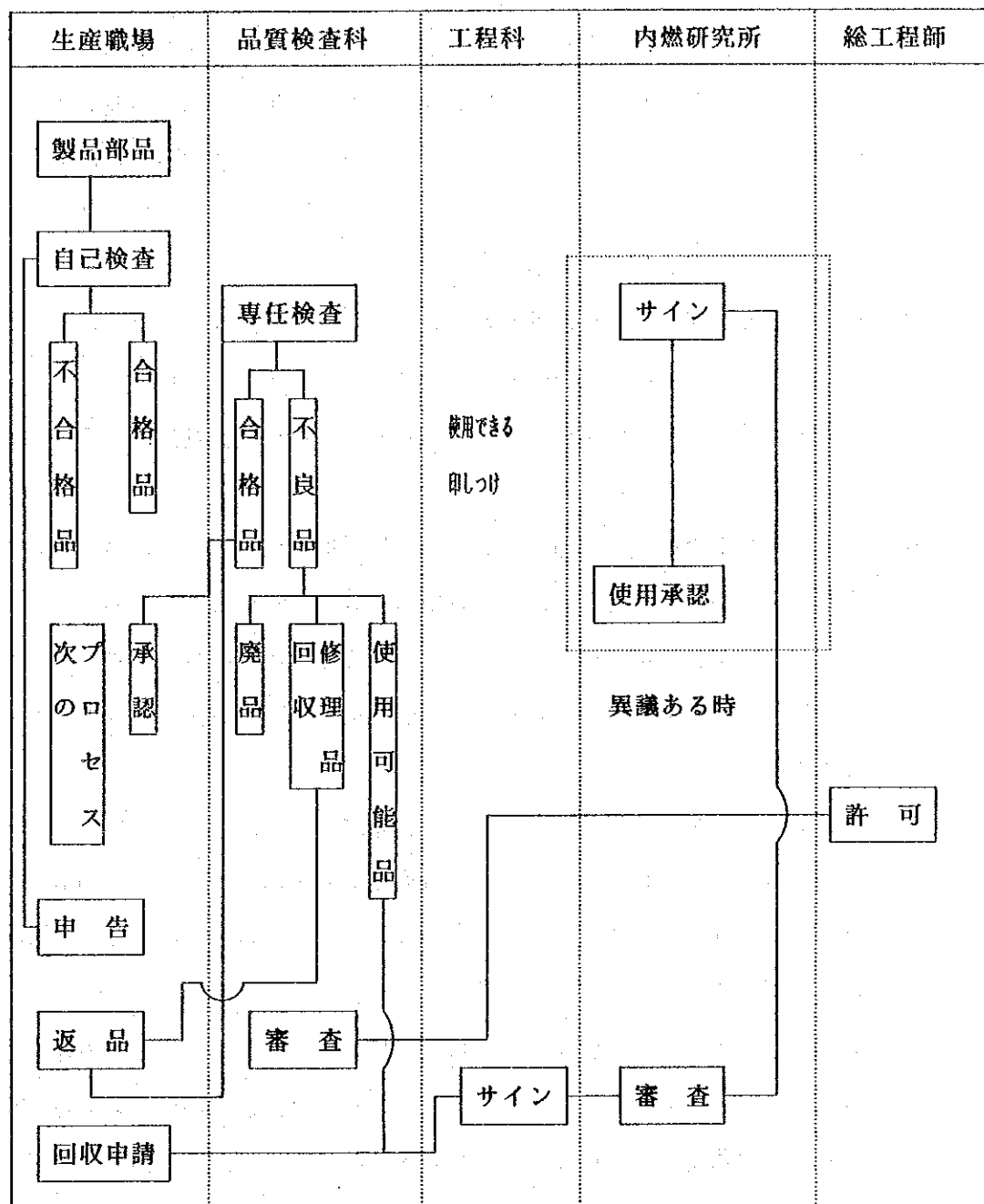
検査に使用する各種検査設備を、表Ⅲ－１－８－０３に示す。

検査に使用する各種計量器具は計量部門の鑑定した合格表が付いたものでなくてはならない。検査機器の校正は「中華人民共和国計量法」にもとづき定期検査を実施している。

定期検査周期を表Ⅲ－１－８－０１に示す。

表Ⅲ－１－８－０１ 検査機器の定期検査周期

計量器具	検査周期（ヶ月）
各種計器	1 2
動力測定器	6
試験機	1 2
長さ計測器具	6、 1 2
力学計測器具	3、 6
電気計測器具	1 2、 3 6
熱計測器具	6、 1 2



図Ⅲ-1-8-02 不良品管理プロセス

1-8-3 問題点

(1) 当工場が認識している問題点

- ① エンジンの試運転台が老朽化している。
- ② エンジンの試運転調整の作業者と検査員の作業の質にバラツキがある。
- ③ エンジンの試運転調整検査場の環境が悪い。
- ④ 検査合格品と不合格品の区別をきちんと行っていない。

- ⑤ 検査不合格品の整理と置き場所の管理もきちんとは行われていない。
- ⑥ 初品検査が完全に出来ていない。検査しても報告しない場合がある。
- ⑦ 夜間行なう検査が徹底していない。検査の人手不足が深刻である。
- ⑧ 生産任務が重く、ラインをストップして、技術設備検査することができない。

(2) 調査結果検討が必要と考えられる事項

- ① 機械加工作業者による自己検査が、基準のとおり実施されていない場合のチェックができない。自己検査のウッカリ忘れを防ぐために検査内容をワークポイントとして作業者の見易い場所へ表示すると共に、自己検査結果記録表を作成して記入していくことが有効と考える。
- ② カムシャフトの加工での自己検査では、加工場所にカムの基準径の測定具は準備されているが、カム高さの測定具は準備されていないなど、重要部分の測定具が不足している。工程カード、品質カードなどで寸法の検査を要求している作業は、測定に何か問題が無いか、調査をして必要な測定具、測定治具などを準備する必要がある。
- ③ 機械加工の職場にはラインから外した製品がいたる所に無秩序に置いてあり、検査待ちなのか、検査済みなのか、不合格品なのか何のマークの無いものもある。ラインから外した時に「検査待ち」等のカードによる表示を行って検査済みのものと区別する必要がある。
- ④ ディーゼルエンジン性能検査の際に大部分の燃料噴射ポンプの鉛封印を外して噴射量の変更（増加）を行いディーゼルエンジンの性能を調整している。鉛封印を外して噴射量の変更（増加）を行わなければ軸出力が調整出来ないとしたら、なんらかの不具合が存在する应考虑すべきで、常に、燃料噴射量を監視して噴射量の変更を大きく必要とするエンジンはその原因を調査する必要がある。
- ⑤ ディーゼルエンジン性能検査装置は老朽化しており、特に燃料噴射量は正しくその性能を検査出来ていないので、更新する必要がある。
- ⑥ 完成品倉庫で検査合格証の付いたエンジンのヘッドカバーを取り外してバルブクリアランスの再調整を行っているが、検査合格証はすべての調整が終了してから付けるべきである。ヘッドカバーを外したら再度運転して漏れその他の異状を再度検査してから検査合格とするべきである。

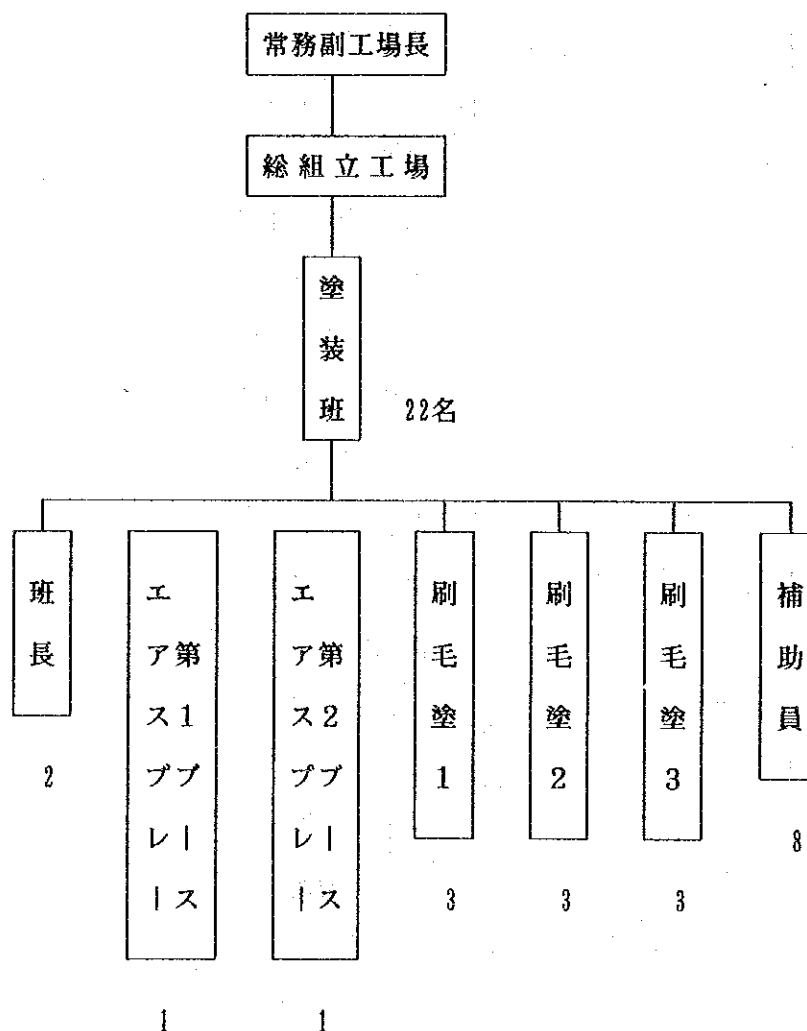
表Ⅲ－１－８－０３ 検査部門所有の検査設備

設備の所属	設備名称
品質検査科	磁粉探傷機 万能電気試験台 噴射ポンプ試験台
計量センター	万能材料試験機 衝撃試験機 B. R. V. 硬度計 顕微硬度計 ロックウェル硬度計 標準圧力計 表面粗度顕微鏡 平面測定機 大型工具顕微鏡 万能工具顕微鏡 万能長さ測定計 双眼実態顕微鏡 立て金属顕微鏡 横金属顕微鏡 超音波探傷機 ひずみ計 三次元測定器 工業X線探傷機

1-9 塗装工程

1-9-1 概要

塗装を担当しているのは図Ⅲ-1-9-01の塗装工程組織図に示すとおり常務副工場長の指揮下におかれている総組立工場の塗装班である。塗装班の総員は22名である。総組立工場の塗装室ではオイルパン、クラッチケース、リアオイルシールカバー等の板金物の下塗塗装と上塗塗装、およびシリンダブロック、シリンダヘッド等の鋳造品の、上塗塗装を実施している。一部の小物部品は機械加工第1工場の西側の場所で塗装している。塗装は単品部品で実施しており、いわゆるディーゼルエンジンの丸塗装は実施していない。



図Ⅲ-1-9-01 塗装工程組織図

1-9-2 塗装方法・技術・品質・設備

(1) 下塗塗装

オイルパンなどの板金物は総組立工場の塗装室で上塗塗装の直前に、刷毛塗で下塗塗装を実施している。塗装は1回塗で、塗料の乾燥は自然乾燥である。下塗塗装前の洗浄による脱脂と洗浄液の乾燥が不十分であり、りん酸亜鉛被膜剤等による金属表面処理も行なわれていないので、下塗塗装による長期防錆効果はあまり期待できない。

シリンダブロックのディーゼルエンジン铸件素材の非加工面と外面には機械加工の前に、どぶ付け作業、吹き付け作業などにより下塗塗装を実施している。ショットブラスト、下塗りなどの铸件の素材の下地処理は鑄造工場の担当となっている。

下塗塗装と加工下地処理工程は、揚州ディーゼルエンジン未完成品塗装技術規格、及び検査方法にもとづいて実施している。

下塗塗料の種類はH06-2アイアンレッドエポキシ樹脂下地塗料を使用している。

(2) 上塗塗装

上塗塗装は総組立工場の塗装室で、4102型洗浄塗装ラインと495型洗浄塗装ラインに分かれて作業をしている。塗装は手作業による刷毛塗塗装と、塗装ブースでのスプレーガンによる吹付塗装で行われている。刷毛塗による仕上塗装はオイルパンなどの板金物の外面側に、下塗塗装を実施した同じ場所で行なっている。

シリンダブロックなどの大物部品は洗浄機で脱脂してからローラーコンベヤの上を移動して塗装ブースのローラーコンベヤ上でスプレーガンを使用して部品毎に上塗塗装を実施している。

小物部品は塗装ブースのローラーコンベヤの上に、ダンボールなどを敷きその上に並べてまとめて塗装する。協力工場などで下塗・機械加工後に梱包されて納入される部品は、洗浄機を通さずに直接塗装ブースの前に運ばれて塗装される。

上塗塗装は1回塗で、塗料の乾燥は自然乾燥である。刷毛塗仕上用塗料は主にアルキド樹脂塗料（フタル酸樹脂塗料）であり、吹付塗装用塗料は主にアクリル酸樹脂塗料である。アクリル酸樹脂塗料については、江蘇省地方標準DB/3200GO84-88に規定されているものを使用している。上塗の塗装色はアルミ色（艶消の銀白色）である。表面処理と塗装に関する作業基準は、ディーゼルエンジン洗浄、塗装工程カードで決められている。

(3) 塗装設備

塗装設備としては塗装ブースが塗装室の4102型洗浄塗装ラインに1台と、495型洗浄塗装ラインに1台設置されている。塗装ブースはウォーターカーテン式である。

吹き付け塗装用スプレーガンのエア圧力は3気圧であり、工場用の6気圧の配管とは別のラインに分けられているが、エアドライヤは設備されていないので塗装の品質が悪い。

塗装作業場所は、開放式で、環境や温度はコントロールしていない。塗装後の塗料の乾燥はローラーコンベヤの上での自然乾燥であり、ダクト等による揮発溶剤の強制排気は行われていない。作業者は手袋とガーゼマスクを着用して作業をしているが、その効果には疑問がある。

ペイント洗浄工程の所用時間はつぎのとおりである。

- ・ 4102型ディーゼルエンジン： 2.344 時間/台
- ・ 495型ディーゼルエンジン： 1.939 時間/台

1-9-3 問題点

(1) 当工場が認識している問題点

- ① 塗装に関しての市場クレームは発生していないが、495型ディーゼルエンジンに関して塗装の外観品質が劣るという工場外意見がある。
- ② 部品の塗装中にローラーコンベヤを通すので、加工面や組付け面に塗料が付着する。
- ③ 部品の塗装が非合理的で、無駄が生じている。
- ④ 塗装用スプレーガンのエアパイプの中に水が溜まり、塗装品質に影響を及ぼしている。
- ⑤ 空気圧が変動するので塗料と希釈剤を均一に攪拌できない。
- ⑥ 塗装ブースが開放式なので、環境に影響を及ぼす。
- ⑦ 海上輸送中、塗料が剥げ落ち、錆が発生する。

(2) 調査結果検討が必要と考えられる事項

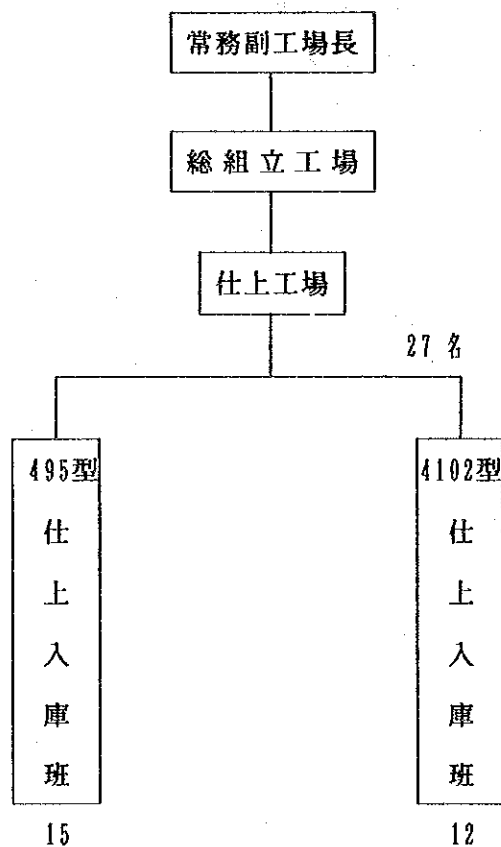
- ① 下塗上塗りとも前処理の洗浄脱脂防錆が十分でないので、塗装が剥離しやすい。
- ② 塗装用スプレーガンの配管にエアドライヤが設備されていないので、エアパイプの中に水が溜まり塗装品質に影響を及ぼして、仕上りが悪くなり長期防錆効果は期待できない。
- ③ 塗装後の塗料の乾燥はローラーコンベヤ上での自然乾燥であり、フードやダクト等による揮発溶剤の強制排気は行われていないので揮発溶剤が人体に吸収され、作業者の健康を害する恐れがある。
- ④ 自動車用のディーゼルエンジンが主体であるので、製品の使用されている環境条件は有利である。しかし、より過酷な環境条件の産業用の分野にも製品が使用されているので、部品によっては、素地調整工程（酸洗による錆・スケールの除去）、脱脂工程（アルカリ脱脂または溶剤脱脂）、金属表面処理（りん酸塩被膜処理）などの、前処理の実施と、上塗塗装を丸塗に変更することにより防錆効果を高める事も考えていく必要がある。

1-10 製品入庫および出荷

1-10-1 概要

完成したディーゼルエンジンの入庫は総組立工場に所属する仕上工場の、495型仕上入庫班と4102型仕上入庫班が、それぞれのエンジンについて実施している。試運転を合格したディーゼルエンジンは検査員により、試運転合格証が発行されて、仕上工場へ送られてくる。

仕上工場では整理組立終了後、検査員がディーゼルエンジンの外観品質及び組立の状態を総合的にチェックして、製品合格等級証明書を発行し、製品倉庫へ入庫する。仕上工場の組織をを図Ⅲ-1-10-10に示す。出荷は製品倉庫からユーザーの希望に応じた荷姿に梱包されて行われている。製品はユーザーが手配したトラックに載せて出荷される。



図Ⅲ-1-10-01 仕上工場の組織図

1-10-2 防錆・梱包・保管・履歴管理・運搬設備

(1) 製品の入庫前整備組立

エンジンは試運転合格後、仕上工場で、冷却水、エンジンオイルを排出し、エンジン内部、オイルパンなどを洗浄する。

洗浄過程に異常な金属分、泥や砂等の異物を発見した場合は、詳細に検査して原因を調査し問題のないことを確認してから仕上工場へ搬入する。

仕上工場では495型仕上入庫班と4102型仕上入庫班が、それぞれのエンジンについて塗装の修正、フライホイールへの防錆油の塗布、クーリングファン・Vベルトの取り付けバルブクリアランスの調整を行ない入庫前整備組立を終了する。

(2) 入庫

検査員がディーゼルエンジンの外観品質及び組立の状態を総合的にチェックして、製品合格等級証明書を発行し、ディーゼルエンジンに銘板を取付けて機番刻印をおこない、製品倉庫へ入庫する。ここで実施されている機番刻印は、製品の管理上ディーゼルエンジンの組立て初工程で実施しておく必要がある。組立て初工程から各種の仕様の違いを機番管理し、試運転時には刻印された機番に対応した計測データを管理することが重要である。

製品合格証明書の付けられたディーゼルエンジンが、製品倉庫の外の通路に、何の説明書きも付けられないで、カバーも掛けられずに放置されている。また、製品倉庫に保管されているディーゼルエンジンがカバーもなしに、埃だらけの状態になっていたり、入庫の管理が行われていないのが実状である。

1) 銘板には下記の内容を記入している。

- | | | |
|--------------|-------------|-------------|
| ①メーカー名とマーク | ② 製品名と形番 | ③ 定格出力 (kw) |
| ④定格回転数 (rpm) | ⑤ 正味重量 (Kg) | ⑥ 出荷番号 (NO) |
| ⑦出荷日付 (年月) | | |

2) 機番刻印はディーゼルエンジンのシリンダブロック側面に下記の内容を実施している。

- | | |
|-----------|--------|
| ① 製品の型式番号 | ② 出荷番号 |
|-----------|--------|

(3) 梱包

消耗部品の付属品のうちオイルシールを厳重に密閉してディーゼルエンジンに付ける。その他の予備品（フィルター類、ガスケット類）、工具、取扱説明書などは別梱包

としている。

異物が入らないようにディーゼルエンジンの格開口部をシールする。ディーゼルエンジンの上にビニールカバーを掛けて梱包している。

(4) 運搬設備

ユーザーの希望に応じて、梱包を行わない場合は製品をしっかりした架台に固定して、トラックの荷台に並べて運ぶ。実際には梱包を行わないで、エンジンは裸で荷台に積み込まれる場合がほとんどである。

梱包する場合は箱の表面に下記の内容を明記している。

- ① メーカー名 ② 製品名及び形番 ③ ケーシングナンバー及び出荷日
- ④ ケーシング体積：立×横×高さ ⑤ 総重量 ⑥ 届け先及び住所
- ⑦ “天地無用” “取扱い注意” “湿気厳禁” の文字及び吊り上げ位置の指定マーク

1-10-3 問題点

(1) 当工場が認識している問題点

- ① 製品倉庫が不足している。

(2) 調査結果検討が必要と考えられる事項

- ① 出荷前検査の工程でエンジンのシリンダーヘッドカバーを取り外して、バルブクリアランスの調整等をおこなっているが、適当ではない。再度運転して漏れがないか確認する作業が必要である。
- ② 入庫工程でまとめて銘板を製作し、取付けて機番刻印をおこなっているが、銘板の付け間違い、機番打刻間違いなどが発生する恐れがあり、製品の管理が正しく行われない恐れがある。銘板取付け機番刻印は組立の最初に実施して、エンジン試運転合格直後に品質検査カードのエンジン番号と、実機のエンジン打刻が正しく管理されることが重要である。
- ③ 入庫管理と機番管理にコンピュータを導入して管理の精度を高める必要がある。
- ④ 完成品の倉庫には大量のエンジンが在庫しているが、製品の保管の状態が悪い。現状の保管状態では製品は、埃の侵入と錆の発生でスクラップになる恐れがある。ディーゼルエンジンを保管するのに適した埃の少ない乾燥した製品倉庫が必要である。