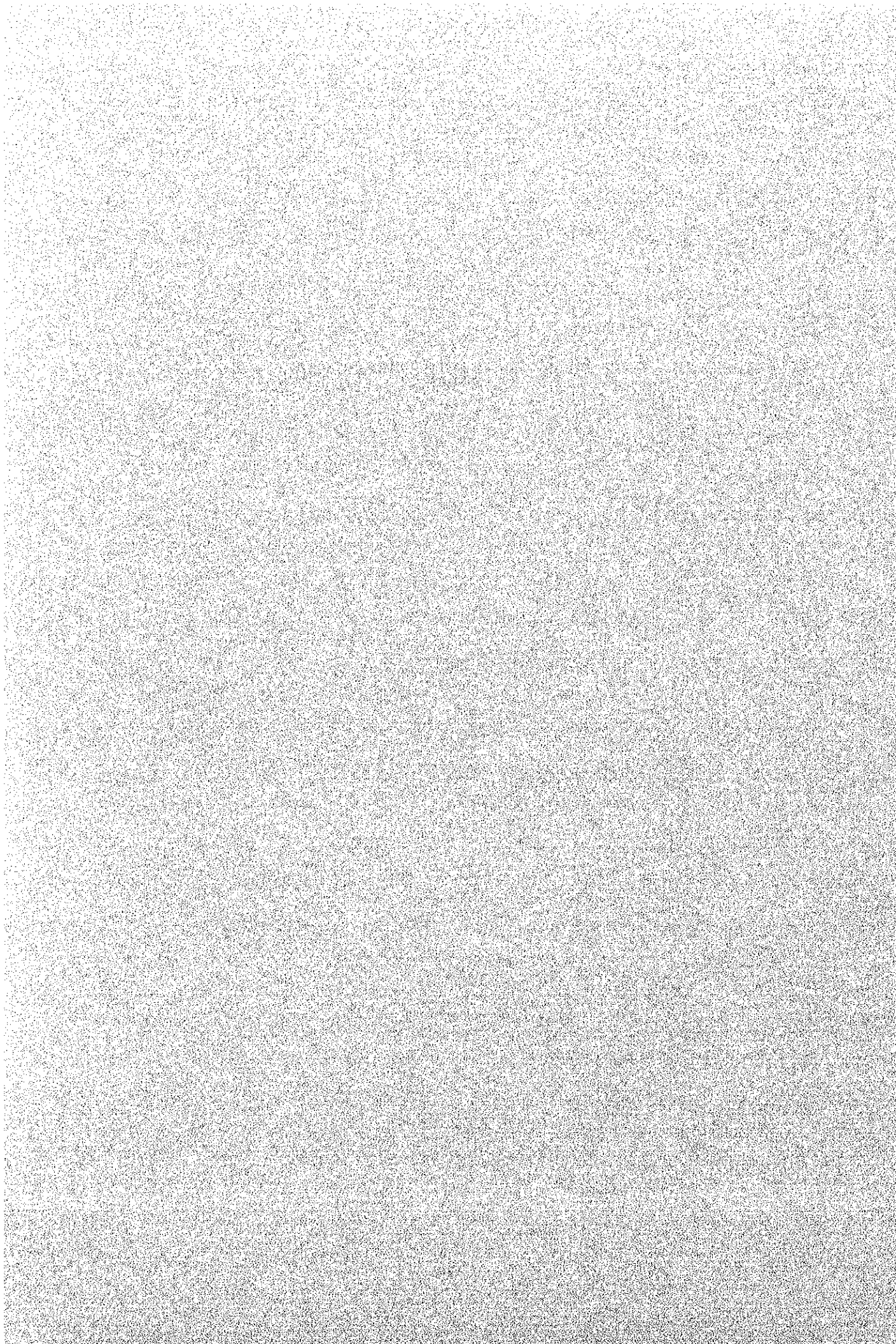


第7章 工場近代化計画



第7章 工場近代化計画	7- 1
7-1 近代化計画の課題	7- 1
7-2 生産規模の検討	7- 3
7-2-1 中国の運輸状況および自動車産業	7- 3
7-2-2 自動車保有台数	7- 4
7-2-3 生産規模の検討	7- 6
7-2-4 生産規模の妥当性	7- 8
7-3 近代化の基本方針	7-10
7-3-1 生産工程の近代化	7-10
7-3-2 生産管理の近代化	7-11
7-3-3 計装技術の近代化	7-12
7-3-4 財務管理の近代化	7-13
7-3-5 設備の近代化	7-13
7-3-6 近代化施策の要約	7-14
7-4 生産工程の近代化	7-19
7-4-1 原材料の受入れ	7-19
7-4-2 切削加工工程	7-26
7-4-3 加工組立工程	7-38
7-4-4 中間検査	7-53
7-4-5 板金溶接工程	7-63
7-4-6 入庫検査	7-72
7-5 生産管理の近代化	7-79
7-5-1 設計管理	7-79
7-5-2 調達管理	7-107
7-5-3 在庫管理	7-113
7-5-4 工程管理	7-118
7-5-5 品質管理	7-125
7-5-6 安全管理、環境対策	7-137
7-5-7 設備管理	7-141
7-5-8 教育・訓練	7-148
7-6 計装技術の近代化計画	7-152
7-6-1 共通課題	7-152
7-6-2 ブレーキテスタ	7-152
7-6-3 シャシダイナモメータ	7-158
7-6-4 全自動車検システム	7-168
7-6-5 制御部、電子/ソフトウェア技術	7-180
7-6-6 技術セミナーの開催	7-182
7-7 財務管理の近代化	7-183
7-7-1 経営分析手法	7-183
7-7-2 製造原価分析	7-190

第7章 工場近代化計画

7-1 近代化計画の課題

伸展していく中国の車検機器市場の中で、本分廠が需要に合致する製品を生産し、市場特性に適合する近代化を達成するためには、以下の課題を解決し一段上のレベルにランクアップする必要がある。

1) 品質向上

車検機器は、重量物を計測・検査する機構部と、センサーの信号を処理し、機器・システムを制御するための電子回路、ソフトウェアを含むマイコン・パソコン応用技術とを総合した複雑なメカトロニクスシステムである。しかも、単一機種的大量生産ではなく、開発・改良および顧客の個別要望を取り込む多機種中少量生産形態である。

このような機種を顧客の満足する信頼度で生産し、アフターサービスを行っていくためには、高度の品質管理が行われ、確実な個別作業・管理活動の集積の結果としての高い品質が実現されねばならない。

中国市場では、顧客はメーカーの既納品の稼動状況・品質を調べ、それにより購入先を決定することが多く、現在の本分廠の品質レベルでは、他の競争相手を凌駕し、顧客に製品の良さをアピールするには不十分である。

2) 技術力の向上

車検ライン、修理工場、自動車・同部品メーカー向けに新機種を開発し、また扱いやすく、便利な機能を製品に盛り込むためには、開発・設計部門の技術力、特にエレクトロニクス、ソフトウェアの技術力を大幅に高める必要がある。品質の問題も技術部門、特に上述のエレクトロニクス、ソフト技術に起因することが多い。また、車検機器の技術開発においては、今後エレクトロニクス、ソフトの比重が一層高まることが予想される。

3) 市場調査の充実と市場に適合する商品企画

車検機器・システムの基本仕様は国家規格により規定されるが、製品はそれぞれの市場セグメントの特性、顧客の形態・要望を良く把握し、適切な仕様、性能・機能、コストを実現しなければならない。本分廠は、車両検査機器分野に進出してから日が浅いので、営

業部門、技術部門は市場動向の把握に特に留意する必要がある。

4) 人員問題

営業・営業技術部門および技術部門は、量・質の面からの要員の増強が必要である。一方、それ以外の部門においては、業務能率の向上を図り人員の削減が必要となる。国有企業における人員問題の解決は簡単ではないが、要員配置の改善は重要である。

5) 管理レベルの向上

上部機関に提出するための書類の作成、保管を行う管理から、データを活用し、問題点を発見し、要因を探り当て、解決策を立て、成果を確認する管理（PDCAの廻る管理）を重視する。これらの管理活動を通して、製品および経営活動全体のレベルアップが図られていくことが大切である。これは、新しい技術導入や設備の導入を行うことよりもはるかに難しいことであるが、設備・技術の導入に以上に、本分廠の近代化の重要な課題である。

6) コスト削減の推進

市場経済下における企業活動の主要目的は、利潤の追求と事業の継続・発展である。本分廠が近代化を推進し、販売規模を拡大していくためには、近代化の実施過程で大幅なコストダウンを実現する必要がある。

本報告書で提案する部品・ユニットの標準化、適正な設計による材料費、購入品・部品費用の削減、生産工程の合理化による工数の削減などにより、現行コストの30%のコストダウンが可能と考えられる。

7-2 生産規模の検討

当分廠の2000年の機種別生産計画は表2-8-3に示されている。本計画調査は既存機種を対象としており、今後予定されている新開発機種は含まない。従って新開発品を除く既存機種の大部分を占める車検ラインの需要規模から製品需要を算定する。

7-2-1 中国の運輸状況および自動車産業

1) 運輸状況

中国における輸送は、鉄道、車両、水運および航空により行われているが、このうち、車両輸送は、総輸送旅客数の86%、総輸送貨物重量の76%を占め（1993年実績）、最も重要な輸送手段となっている。表7-2-1に示す通り、車両による輸送量は一時対前年比で減少したものの、増加率は他の輸送手段を上回り順調に増加している。

一方、人・キロメートルでみた旅客輸送の割合は、鉄道44%、車両47%、トン・キロメートルの貨物輸送の割合は、鉄道40%、車両14%、水運46%である。これは、中国では道路事情や物流システムが確立されていないことから、車両輸送は近距離輸送に重点が置かれていることを示している。日本における車両による貨物輸送の割合は90%以上を占めており、広大な面積を有する中国において、自動車道や物流などのインフラが整備されるにつれ、車両輸送の役割は今後さらに重要になることが予想される。

2) 自動車産業

中国の自動車産業は、90年代の高度経済成長に伴い大きく伸展してきた。自動車の生産台数は、1990年の51万台から1991年には71万台、1992年には前年比49%増の107万台、1993年には同22%増の130万台へと急増している。また、自動車産業には広範なサポーター・インダストリーがあり、経済の波及効果が非常に大きいため、九五計画では自動車産業を今後の中国経済の発展を担う支柱産業として位置づけ、自動車の国内生産の増大を重点施策としている。

このような状況の下、国内の自動車産業（オートバイ工業を含む）を国民経済を促進させる基幹産業として育成、発展を図るために中国政府は、1994年7月に「中国自動車工業産業政策」を公布した。この政策では、国内の自動車保有を促進するために政府機関などの小型乗用車購入の促進、個人所有車の奨励、市場を拡大するための制度や体制の整備等

の施策を講ずることとしている。

表7-2-1 旅客および貨物輸送量の推移

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
車両輸送									
旅客（千万人）	476	544	594	650	645	648	683	732	861
（増加率％）	-	14.3	9.2	9.4	-0.8	0.5	5.4	7.2	17.6
貨物（千万トン）	538	620	711	732	734	724	734	781	840
（増加率％）	-	15.2	14.7	3.0	0.3	-1.4	1.4	6.4	7.6
鉄道輸送									
旅客（千万人）	112	109	112	122	113	96	95	99	105
（増加率％）	-	-2.7	2.8	8.9	-7.4	-15.0	-1.0	4.2	6.1
貨物（千万トン）	131	136	141	145	151	151	153	157	163
（増加率％）	-	3.8	3.7	2.8	4.1	0.0	1.3	2.6	3.8
その他									
旅客（千万人）	32	35	40	38	33	29	28	30	31
貨物（千万トン）	77	98	96	105	103	96	99	108	113
合 計									
旅客（千万人）	620	688	746	810	791	773	806	861	997
（増加率％）	-	11.0	8.4	8.6	-2.4	-2.3	4.3	6.8	15.8
貨物（千万トン）	746	854	948	982	988	971	986	1046	1116
（増加率％）	-	14.5	11.0	3.6	0.6	-1.7	1.5	6.1	6.6

出所：中国統計年鑑1994年版

7-2-2 自動車保有台数

自動車保有台数の予測に影響を及ぼす要因としては、国内の経済状況、政策、購買層の増加、可処分所得額・貯蓄率動向、道路・ガソリンスタンドなどのインフラの整備状況、自動車価格、生産・販売戦略などが上げられる。これらの要因の中で、定量化が可能であり、過去の実績から自動車保有台数と相関する工業総生産を用いて2000年までの国内の自動車保有台数の予測を行う。その他の要因については、上述した中国の状況から保有台数を増加させる作用に働くと考えられる。表7-2-2に工業生産指標と自動車保有台数の推移を示す。

表7-2-2 工業生産指標および自動車保有台数の推移

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
工業総生産額 (10億元)	646	762	972	1119	1381	1822	2202	2392	2825	3707	5269
生産指数 ('78=100)	146	167	198	218	248	284	295	304	345	420	505
自動車保有台数 (万台)	233	260	321	362	408	464	511	551	606	692	818
保有指数 ('78=100)	171	192	236	266	300	342	376	406	446	509	602

出所：中国統計年鑑1994年版より作成

工業生産の今後の成長率を予測するのは困難であるが、市場経済化が一層伸展し、外資導入などにより高い成長率が持続されることが予想される。このため、工業生産が過去10年間の平均成長率13%で推移する場合について、回帰モデル式を用いて保有台数の予測を行う。

これによると、2000年の保有台数は約2,040万台と算出される。また、前述の産業政策の策定の背景には、2000年の自動車の年産台数を300万台、保有台数は2,000万台から2,200万台が見込まれていることから、生産規模の検討を行うに当たっての前提条件として、2000年の自動車保有台数を2,000万台とする。2000年までの自動車保有台数の予測結果を図7-2-1に示す。

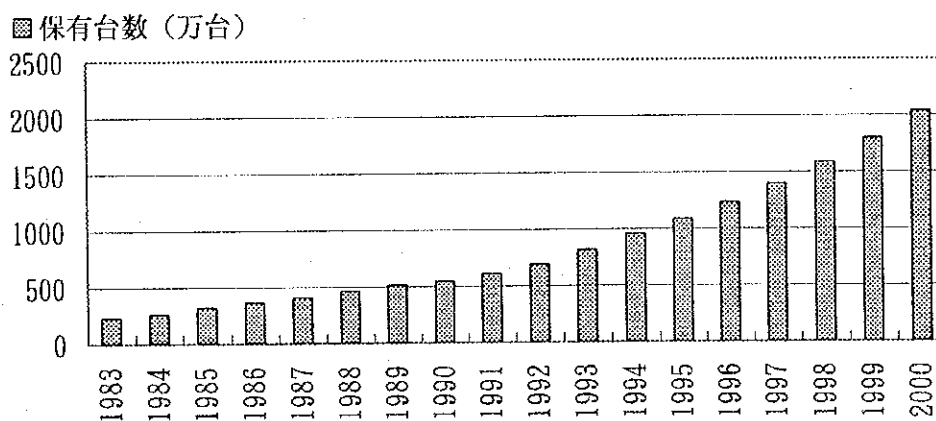


図7-2-1 自動車保有台数の推移および予測

7-2-3 生産規模の検討

1) 車検ラインの需要

対象工場の生産規模の検討に当たっては、自動車保有台数の予測に基づき販売重点地域で必要となる車検ライン数を算出する。そのためには、2000年の自動車保有台数を2000万台、全国に占める省および市の自動車保有台数の割合が2000年まで1993年度と同率で推移すると仮定して算定した自動車保有台数と必要車検ラインの予測を表7-2-3に示す。公安部車検においては、1車検ラインが年間に検査できる車両数は2万台であることから、2000年における販売重点地域の自動車の年間増加台数に必要となる車検ライン数は、50ラインと算出される。

交通部の車検場の実態は、明確な数値が得られなかったが、法整備が遅れたため車検ラインの設置が遅れていること、検査項目が多く、年間処理台数は1万台であることから、公安部車検より多くの需要が期待できる。蘇州試験器工場の実績および経験によると、交通部の需要は公安部より20%程度大きいと判断されている。

2) 修理工場向け需要

中国における修理工場は、専門の部品を修理する小規模工場まで含めると18万社あるといわれている。そのうち大手国営工場は以下に示す3種類に分類され、それぞれについて表2-8-1で述べたA、B、C級に分類される。

I類：エンジンを含む全ての修理ができる企業

大修理（1回/4年）または1回/10～15万キロのメンテナンス管理

II類：車両維持のための各種の修理ができる企業

1回/2万キロまたは1回/3～6ヶ月の定期点検

III類：部品交換、塗装、空調など限定された修理およびメンテナンスを行う企業

表7-2-3 販売重点地域別自動車保有台数および必要車検ライン予測

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
自動車保有台数(万台)							
全国合計(100.0%)	956	1,081	1,223	1,383	1,564	1,769	2,000
販売重点地域							
江蘇省(5.0%)	48	54	61	69	78	88	100
上海市(2.8%)	27	30	34	39	44	50	56
浙江省(3.0%)	29	32	37	41	47	53	60
雲南省(2.6%)	25	28	32	36	41	46	52
山東省(7.1%)	68	77	87	98	111	126	142
福建省(2.0%)	19	22	24	28	31	35	40
内モンゴウ省(2.2%)	21	24	27	30	34	39	44
黒龍江省(4.0%)	38	43	49	55	63	71	80
吉林省(2.7%)	26	29	33	37	42	48	54
遼寧省(6.5%)	62	70	79	90	102	115	130
河北省(3.3%)	32	36	40	46	52	58	66
陝西省(2.3%)	22	25	28	32	36	41	46
小計	416	470	532	602	680	769	870

増加保有台数(万台)							
全国合計	-	125	142	160	181	205	232
販売重点地域	-	54	62	70	79	89	101

年間必要車検ライン数							
全国合計		63	71	80	91	102	116
販売重点地域		27	31	35	39	45	50

資本金から見た企業規模としては、Ⅰ類に属する工場は最大1,000万元、平均すると300万元、Ⅱ類では大手企業は70～80万元、平均すると40～50万元である。1994年には、Ⅰ、Ⅱ類企業が設置すべき検査・測定機器を規定する試行法が公布された。これによると、自動車修理業開業条件として以下の機器の設置が義務づけられる予定である。

- (a) エンジン総合測定器（外部委託可）
- (b) ガソリンエンジン電気性能測定器
- (c) 自動車排ガス分析計
- (d) 潤滑油分析計
- (e) 前輪アライメント
- (f) ステアリング測定器
- (g) 自動車ブレーキ性能試験器（外部委託可）
- (h) 前照灯検査器（外部委託可）
- (i) 自動車無負荷出力試験器
- (j) ホイルバランス

このため、修理工場向けの検査機器は、Ⅰ、Ⅱ類に属する工場が中心となるが、これ以外の小規模工場においても、単体の検査機器の需要が将来的には見込める。

3) 自動車メーカー向け需要

国内の自動車メーカーは現在約130社あり、1993年の生産台数は130万台である。1994年に公布された自動車工業産業政策では、2000年までに2～3社の大規模企業集団と、6～10社の中堅規模企業集団に産業再編成するとしている。この企業集約化により、投資の効率化を図り、2000年の目標生産台数を現在の3倍である300万台としている。また、製品開発能力を有する企業集団の研究開発センターの設置に対して国家プロジェクトとしての支援を行うとしている。このように、中国の自動車産業は今後大きく変動することが予想され、自動車メーカー向けの検査機器の需要も同様に増大すると予想される。

7-2-4 生産規模の妥当性

2000年における販売重点地域の車検ラインの需要に対する生産規模は、以下に示すシェアとなる。

	計画生産量 (ライン/年)	需要量 (ライン/年)	シェア (%)
公安部車検ライン	17	50	34
交通部車検ライン	23	60	38

これに加え、修理工場・自動車メーカー向け設備は法体系が整備されつつあり、この分として年間5ラインを想定している。

車検ラインの需要規模の拡大には、以下に示す優位点が期待できる。反面、車検場の設置は各地の行政府が行っており、財政上などの理由から、新規車検ラインの設置は自動車保有台数の増加に追い付かない傾向がある。

- (a) 中国における車検システムの耐用年度は8年といわれており、既存車検ラインの代替需要が期待できる。
- (b) 大都市を中心とする交通部管轄の車検場は、現在の自動車保有台数を満たすには至っていないため、自動車の普及に伴い、保有台数の増加以上の需要が見込める。
- (c) 修理工場に対する検査設備の設置に関する法規制の整備や、国内自動車生産台数の増加、研究開発センター設立などの国内自動車産業の振興のための国家による助成策など、自動車関連工場の需要拡大の環境が整いつつある。

以上の検討結果から判断して、車両検査設備工場が計画している年産45ラインは妥当な規模と考えられる。

7-3 近代化の基本方針

7-3-1 生産工程の近代化

生産工程全体について、個々の製造工程・作業工程の正確性・品質向上を図ってゆくことが品質の良い、使用顧客の満足する製品品質を実現する方法である。そのためには、徒に高性能な設備を導入するのではなく、実現すべき品質水準を明確に認識しその実現のための工夫を重ね、その過程で設備の更新も含めた計画を行っていくべきである。

切削・板金加工は一つ一つの作業のレベルを上げる取り組みが必要であり、型・冶工具の充実、個々の作業方法、使用工具の改善、機械設備の充実、加工屑を少なくする材料取りの工夫、部品・加工品の置場の整備など職場の4Sを徹底し、一つ一つの工程のミスを減らし安定度を上げる。

機構組立および電子・電気組立は環境、工具の整備・管理状況共に現状では不十分である。機構組立における部品・ユニットのキット供給方法、組立部材の床置き廃止などの4Sを含む改善などが必要である。電子組立では、ICを直接プリント板に実装し、作業中にIC破壊を生じないレベルに引き上げねばならない。また、工具管理、重要基本作業の徹底が必要である。主要近代化項目としては以下が上げられる。

(a) 原材料受入れ

適切な受入検査の実施および荷役、運搬の合理化を図る。

(b) ローラー加工組立

生産工程、構造全体を見直し、製造原価を下げ精度の高いローラーアセンブリーを製作する。

(c) 削り代の少ない精度の高い材料取り、ムダの多いシェーパー加工の削減

(d) 板金加工精度の向上

ケガキ作業の削減、溶接品質の向上を主体とする製作精度の向上・効率化を行う。
フレームについては、高性能折り曲げ機を導入し、モノコック構造化を図る。

(e) 機構部組立の合理化、精度向上

(f) プリント板実装工程

静電気対策、電源リーク防止、防塵などの環境整備および検査、エージング、工具管理などの改善および関連規格・基準の整備

(g) 電気組立工程

工具管理、電線締めつけトルクなどの管理レベル向上、規格・基準を整備する。

(h) 中間検査

自主検査の充実、検査技術の向上、特に不良解析力の強化およびレイアウトの改善を含む環境整備を行う。

(i) 入庫検査

対象機種についての個別入庫検査方法のレベルアップおよび総合試験の環境整備（特にダイナモメータ）などを行う。

7-3-2 生産管理の近代化

生産管理に含まれる項目は多岐にわたっているが、管理とは経営目的に照らして現状の問題点を自らの手で把握し、自主的な問題点の解決、課題のレベルアップを実現しながら成長してゆく活動であるとの原点に立って基本に忠実な管理を指向する必要がある。

(a) 設計管理

設計基準・規格の充実

コンカレント開発、プロダクトポートフォリオ分析を取入れた開発活動のレベル向上。

多種中小量生産に適した標準化

開発V E手法を取入れた設計段階におけるコスト管理の強化

(b) 調達・在庫・工程管理

年・季・月の生産計画の一貫性

市場の動きに連動できるアクションの早い生産計画

不良在庫発生の抑制、発生不良在庫の償却促進

倉庫配置の合理化

(c) 品質管理

品質不良の再発防止活動の徹底

トップのリーダーシップによる従業員の意識改革、目標管理・小集団活動に重点を置いたTQCの推進

現地不良情報、入庫・中間・受入れ検査不良データの活用、要因分析、再発防止策の策定、実行の励行

(d) 安全・環境・設備管理・教育・訓練

作業現場における災害ポテンシャルの減少

自社の必要な教育・訓練項目を明確にした自主的な取り組み

設備性能を十分に発揮できる工具を含めた設備管理基準の見直し

7-3-3 計装技術の近代化

車両検査設備機器・システムはその用途、顧客事情によって制御、マンマシンインタフェース面で異なる要求に対応せねばならぬことが多い。また改良・新機種開発も比較的頻繁に行われるので、この分野のメーカーは制御技術の中核となる電子技術・ソフトウェア技術・マイコン/パソコン利用技術に長けている必要がある。蘇州車両検査設備工場は、この分野で自社技術の充実、大学との共同開発ないし外部ソフトハウスへの依頼などの手を打っているが、現状では弱体かつ不十分である。この点での自社技術開発力の強化は設備面、技術力強化施策面での重要課題である。

商品企画について当初はドイツメーカーのコピーから出発しているが、中国の車検（公安、交通各部）、修理工場、自動車メーカーなどの各市場分野のニーズを自ら十分に把握し、マーケットに合った最適な機能・性能・特徴を持った商品企画力の強化が必要である。現状は過剰な仕様の設定によるコストアップやユーザーの使いにくい設計が目立つ。

機構面では強度計算を正しく行った上での標準化を進め、必要十分な構造・寸法の実現と設置・保守の便を考えた機構の実現と、能率の良い設計標準化を行う必要がある。

コスト面では材料・購入部品の削減、価格低減が重要であり、設計部門の役割は大きい。以下に対象製品別の近代化項目を述べる。

1) ブレーキ性能試験機技術の近代化

現在制御部の品質問題は解決し、ほぼ完成している機種と言える。現用機種の機能・性能・コストの改善、市場に適合した機種品ぞろえを中心に近代化を検討する。入手図面、加工法・工順、工数資料を検討し改善案を策定する。

2) ダイナモメータの近代化

中国ではダイナモメータは各社が開発中であり、良い商品を他社に先んじて市場に供給することが望ましい。本分廠の製品も完成度を高めるための改良、開発が進行中であり、

従来型、今回評価した改良型に続く次の新型を開発中である。従って、従来型の資料、改良型の評価結果を踏まえて、今後の開発に資する各市場セグメントに適合する品揃えを含めた近代化案の提言を主体とする。

3) 自動車検システムの近代化

中国では全自動車検システムは未だ新しいシステムであり、用途に応じた最適なコスト／パフォーマンスを持つシステムの開発・改良競争が続けられている。本分廠のシステムもKZQJ-1型から2型に移行し、さらに4型の開発と完成度を高めるための改良、開発が進行中である。従って2型の資料、評価結果を踏まえて、今後の開発に資する近代化案の提言を主体とする。

7-3-4 財務管理の近代化

新会計制度の適用は始まっているが、財務分析とその結果の活用は行われてない。本分廠では生産から倉入れまでの生産側の損益管理と、倉出しから販売までの販売側の損益管理の二本立てとなっていることおよび総廠上納金に利潤が含まれるなどP/L構造が分かりにくくなっている。

P/L分岐点、総資産回転率、在庫回転率、原価低減率など、新会計制度による企業体質、財務体質を示す諸指標の算出と、それが工場幹部に正しく理解され、具体的な行動計画に結び付けられるような運用を目指すべきである。近代化の重点項目は以下である。

- (a) 各種経営指標の算出とその評価、活用方法
- (b) 原価計算方法の改善
- (c) 原価低減活動の推進
- (d) 甘い標準工数設定の改善
- (e) 開発時のコスト管理(Design to Cost)

7-3-5 設備の近代化

設備計画は7-2-2に述べた生產品目・規模を想定し、現用のものを極力活用することを前提として計画する。新規導入設備については中国製品を極力活用する。また、車両検査設備工場の現状の問題点と将来目標とを考慮して、品質向上、技術力向上の観点から生産設備のみならず試験・検査設備、技術開発設備の充実にも配慮する。

また、納入先における解析・試験の機会も多いことから、測定器類は現地に持ち出して使用することを想定しておく。

設備の導入と同時にそれらを十分活用するための技術習得、管理体制および新設備に合った図面の作成、規格・規定の整備などの環境整備を行わなければならない。

7-3-6 近代化施策の要約

第3, 4, 5, 6章に述べた本分廠の問題点とそれらを解決ないし改善するための近代化施策の主要なポイントを表7-3-1に対比して示す。施策の詳細については本章7-4以降に述べられている。

表 7 - 3 - 1 主要問題点と近代化施策の対比

(1/4)

主 要 問 題 点	主 要 近 代 化 施 策
<p><u>生産工程</u> (原材料受入れ) 原材料受入れの荷役設備等の不備で作業効率悪く材料の変質、歪みの原因となっている。</p> <p>受入れ検査のレベルがまちまちで無駄、抜けがある。</p> <p>(切削加工) 標準工数が過大で、実工数より大きく、日本の水準による見積り数の数倍に達する。</p> <p>材料切断の精度が悪いなどの原因で加工取り代が多い。</p> <p>非能率なシェーパー加工を多用している。</p> <p>工具の整備・取扱い不備、機械の手入れ不備</p> <p>治工具整備不十分、加工のバラツキ大</p> <p>職場の整理、整頓、清潔、清掃(4S)悪し</p> <p>ローラー加工の精度不十分で動的平衡度が悪い。</p> <p>架台の構造、加工が不相当で商品価値、品質に問題あり。</p> <p>(加工組立) 組み立て作業に適切な工具が使用されてない。そのための作業基準も不備 部品供給がバラバラで床に直置き、作業姿勢悪し</p> <p>機構組み立て精度不良</p> <p>電子組み立て職場環境不良(塵埃、静電気等) 電子・電気組立・検査基準、工具・工具整備不備</p> <p>プリント板コネクタ部、ICソケットなど接触不良の恐れあり。</p> <p>バーンインは無通電で行っている。</p> <p>(中間検査) 定盤、測定器の整備不十分</p> <p>場所、照明など環境不相当</p> <p>三自三検は良いが検査に手間が掛かりすぎる。</p> <p>大型建造物の寸法差を生ずる。</p>	<p>購入素材寸法の適切化、運搬活性化指数を高める保管方法</p> <p>材料の種類、調達先能力を勘案して保証納入、抜取り検査などを組み合わせ実施</p> <p>標準工数の見直し 総合的な検討による工数合理化の推進</p> <p>高性能設備導入を含む材料切断精度の向上策推進</p> <p>シェーパー加工の削減とフライス加工への転換</p> <p>設備管理改善、作業者による日常管理の強化 工具研磨機の導入</p> <p>製造技術者(工芸)の強化、NC化</p> <p>材料のキット化供給、教育・躰け</p> <p>設計、切削加工、溶接作業の全面見直しによる改善</p> <p>モノコックフレーム化による品質向上、原価低減 構造簡素化によるプラノミラー加工後の再溶接中止</p> <p>電動工具等適切な工具準備と基準の改善 部品のキット化供給と部品箱の利用 工具キャスターの利用</p> <p>組み立て定盤の整備、水平・平行の確認等</p> <p>天井張り、静電対策組み立て設備導入 ハンダ鋸、電線端末処理工具などの定期的品質確認 作業基準整備、自動ハンダ付け装置導入</p> <p>設計改善、静電気対策完備後ICソケット不使用</p> <p>専用通電バーンイン設備用意</p> <p>定盤、測定器整備</p> <p>場所の再配置</p> <p>部品を層別し、自主検査を重視し、余力を不良原因探究に向ける。</p> <p>被測定物と測定器の温度差補正</p>

主 要 問 題 点	主 要 近 代 化 施 策
<p>(板金溶接) 標準工数が過大で、実工数より大きく、日本の水準による見積もりの数倍に達する。</p> <p>剪断機、折り曲げ機、ボール盤、ドリルなどの整備不良、使用法不適當</p> <p>溶接・溶断の加工品質が悪い。定盤整備不十分</p> <p>架台の加工方法は経年変化を生ずる恐れあり。</p> <p>(入庫検査) 検査事前準備・整備不十分で危険性もある。</p> <p>試験場の4S不備</p> <p>試験項目に不備な点あり。</p> <p><u>生産管理</u> (設計管理) 開発時の原価管理、原価低減努力不十分</p> <p>市場・競合他社情報不足</p> <p>技術力不足、装備不足</p> <p>(調達管理) 生産計画との整合性に問題、在庫増の原因となっている。</p> <p>調達先の評価、品質保証体制への参画のさせかたが不十分</p> <p>(在庫管理) 不良性在庫が60万円もある。在庫量が多い。</p> <p>製品見込み生産在庫方式で適正在庫管理が難しい</p> <p>倉庫配置、保管状況が悪い。</p> <p>(工程管理) 季度計画、月度計画の整合性が良くない。 在庫増の要因ともなっている。</p> <p>日程計画など目で見える管理となっていない。</p>	<p>標準工数の見直し 材料の変形防止、材料切断の精度向上など総合的な施策による工数合理化の推進</p> <p>設備・使用法改善、設備増強・更新</p> <p>自動溶断機、不活性ガス溶接機導入、作業方法改善</p> <p>設計、加工法の改善</p> <p>準備項目、準備作業の追加・補強</p> <p>小集団活動等</p> <p>動的較正等試験項目追加、試験方法追加・改善</p> <p>ブレーキテストを例にした開発時VE実施の提案 車検機器の標準ユニット化推進</p> <p>車検機器を例にしたポートフォリオ分析の提案</p> <p>設計基準の整備、プリント板CAD の活用による高密度実装、パソコン・マイコンソフト開発設備導入等</p> <p>工程管理の改善 (工程管理の項参照)</p> <p>調達先の評価励行および競争購買の実施</p> <p>不良性在庫の償却励行</p> <p>ユニット標準化による製品在庫→ユニット在庫への転換</p> <p>倉庫の配置、組み立て工場内倉庫の設置および環境整備などの改善施策</p> <p>商談管理の実施とその生産計画との結び付け 製品在庫→ユニット在庫による生産弾力性改善</p> <p>日程計画チャートの現場掲示等</p>

主 要 問 題 点	主 要 近 代 化 施 策
<p>(品質管理) 現地不良が多く発生し拡販の障害になっている。 品質向上、不良再発防止への取組が不十分 制御回路に関する技術力不足が品質に反映 TQCの規程はあるが有効には機能していない。</p> <p>(安全管理、環境対策) 安全管理が形式的になっており管理のPDCAが廻らず不安全状態が見過ごされている。 生活排水対策</p> <p>(設備管理) 故障対応、定期点検は型通り行われているが、機械・設備の精度・機能維持の面から抜けが多い</p> <p>(教育・訓練) 上部機関で定められた教育・訓練項目に頼り過ぎている。</p> <p>計装技術 (フレーキテスト) 構造的な無駄、品質上の問題点あり、制御盤にも改善すべき点あり。 日本方式に比べ大型、高価である。</p> <p>(シャングダイナモメータ) 市場の分類と各市場セグメントに適合した開発仕様になっていない。 構造、仕様、機能に過不足な点あり。</p> <p>(全自動車検システム) 細かい品質上の問題を生じやすく全体としての信頼性が不足している。 システム仕様が現場の使用状況に合っていない点がある。 原価が高い。</p> <p>(制御技術) エレクトロニクス、ソフトウェア技術力不足 電子回路部の防塵対策不十分</p>	<p>不良再発防止の徹底、技術力の向上 不良原因解明、再発防止への総合的取組の徹底 外注購買品品質保証体系の改善 ソフト開発設備導入、PLC 制御の採用 目標管理、小集団活動重視の廠長主導によるTQC 職場安全活動の具体的な進め方の改善 具体的な安全対策項目の指摘 処理場への配管接続 日常点検項目と予防保全項目とに分けて設備管理を見直し、設備の劣化防止、性能維持、故障防止を充実する。 本分廠で緊急に必要なおよび近代化計画にとって重要な項目を自ら考え OJTを含めて推進する。 具体的教育・訓練項目の提案 架台、制御部等の改善策および品質上の改善策 日本方式、複合テスト、大型車用テスト開発提案 商品規格の改善、動力吸収部、その他機構部および制御・表示部、試験方法の改善策 一般修理工場向けおよび 4WD用ダイナモメータ開発提案 生産工程における基本作業の信頼性向上およびシステムの耐久性を含む検査の充実 マンマシンインタフェース、操作方法等の改善提案 低価格型の開発提案 PLC制御の採用、ソフトウェア開発設備導入、CAD活用による高密度プリント板設計等の改善 ICソケットの使用中止等の防塵性改善</p>

主 要 問 題 点	主 要 近 代 化 施 策
<p>財務管理 (財務分析) 新会計制度による経理・財務管理が未消化</p> <p>(製造原価分析) 製品在庫制度採用等の理由でスルーの事業損益の 評価が困難</p> <p>製品原価がオープンにされてなく、原価低減の推 進の障害になっている。</p>	<p>企業財務管理、経営管理の基本および本分廠の重点 管理指標の提案</p> <p>製品在庫制度を止め、製造から販売までを通した損 益管理方式</p> <p>製造原価低減活動を製品開発時、購入部材および工 数を重点にして推進する。</p>

7-4 生産工程の近代化

7-4-1 原材料の受入れ

1992年～1994年の年間平均生産量は573万円であり、本近代化計画が目標とする工場規模は大体5倍の規模となる。しかも現在生産している機種数は12機種であるが更に6機種の新製品の開発を行い18機種となる見込みである。従って原材料、機構部品、電気電子部品等の種類はオプションも考えると取扱量は現在の数倍は超えると考えなければならない。

これらの原材料の間接工数は理論的には次の関係にある。

$$I = k \times (K \times N \times C) \quad \text{但し } k \text{ は比例定数 (図7-4-1 参照)}$$

K = 取扱原材料、部品、ユニットの種類の数

N = それぞれの部品の種類当たりの手配件数

C = 種類別の手配の工数

I = 間接工数

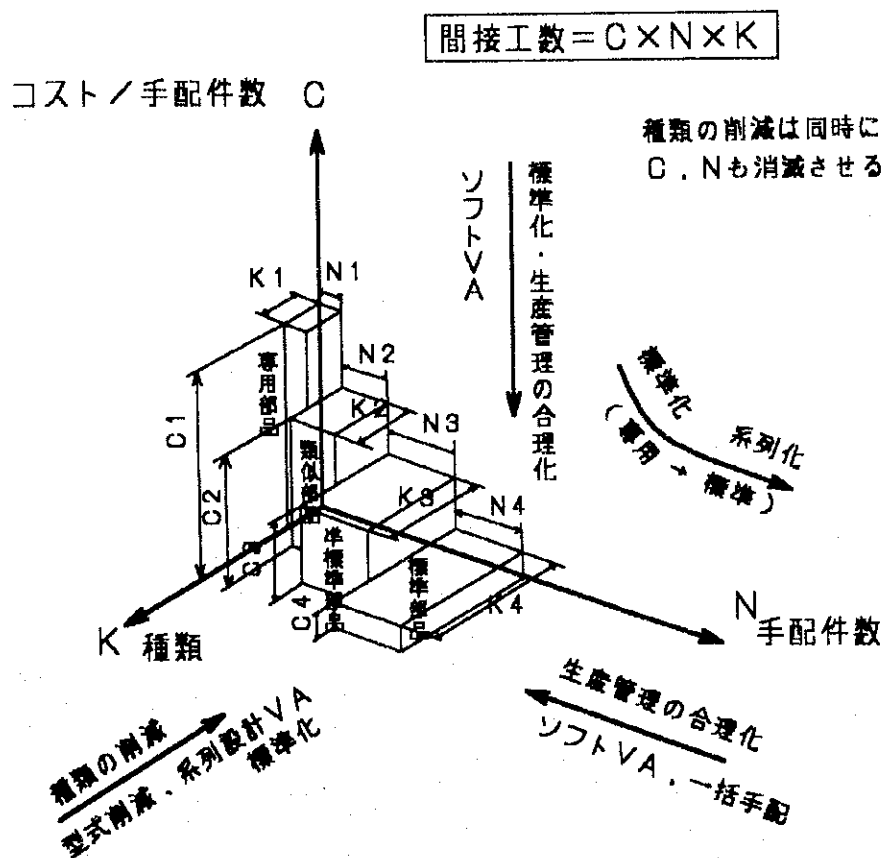


図7-4-1 間接工数を支配する要因

一つの新しい部品は、設計において機能、形状、寸法、表面、材質などが決められる。生産技術部門では、決定された設計仕様に基づき、材料・工程・治工具・作業方法を最も安価になるように計画し、製造仕様を現場に連絡すると同時に、生産設備、治工具の新しい設計・製作・手配を行う。生産管理部門では製造の各工程の日程の指定、社内及び社外製作の製造場所の決定、スケジュールの決定、通知、指令、確認、調整、督促などに関する活動を行う。資材部門は、購買外注の手配、調達を行い、品質管理部門では検査試験によって品質の確認を行い不良品に対しては不良処理、不良対策などを行う。これらが間接工数に含められ、更に現物管理には運搬も間接工数に含まれる。

このように一つの部品は、一連の間接業務を要求する。新規部品の場合と既存部品の場合はそれぞれの部門の仕事の内容は若干異なるが、いずれにしても、手配の工数は必要である。手配工数Cはそのような仕事の内容によるのである。

従って原材料受入れの近代化には以上の理論を基本として合理化を進めなければならない。間接工数を削減するには以下の方法がある。

K = 部品の種類の数を標準化によって極力減らす。

N = それぞれの部品の手配件数を減らす。

C = 種類別の手配工数は、新規部品は標準部品より取扱工数が大きいことを充分配慮して標準的な手配が出来る部品を増やして工数を下げる努力が必要となる。

1) 購入品の受入れ検査

受入れ検査工数を削減するために、受入れ検査対象を以下の3種類に層別することが有効である。

- (a) 保証購入が出来るもの
- (b) 抜き取り検査で充分なもの
- (c) 受入れ検査を要するもの

(a) 保証購入が出来るもの

原材料 : 鋼板、棒鋼、平鋼、パイプ、チャンネルなど

機構部品(規格品) : ボルト、ナット、ワッシャーなど

電気及び機械ユニット : モータ、動力吸収機、ギャードモータ、ファン、ポンプ、コンプレッサ、フレキシブルカップリングなど

配線材料 : 銅線、リード、端子などメーカーのミルシート或いは納入検査証で品質保証出来るもの

(b) 抜き取り検査で充分なもの

電気部品 (リレー、ブレーカ、スイッチなど)

電子部品 (抵抗、コンデンサー、トランジスタ、ダイオード、ICなど)

リレー、ブレーカ、スイッチ —— 故障を起こしているケースも見受けるが、社内で自ら対策出来る品物ではないので、メーカーに密接なコンタクトを取り原因究明をせざるべきである。検査方法も工夫する必要がある。

(c) 受入れ検査を要するもの

鍛造品、鋳鋼品、鋳物、熱処理品、図面によって加工外注するものなどは個別に検査する必要がある。

但し、鍛造品、鋳鋼品、鋳物などは黒皮を剥いて加工取り代を付けた1次加工品を購入すれば検査の手数は省ける可能性がある。鋳物巣、巻き込み、クラックなどメーカー自身が事前に不良を発見出来るし、メーカーに品質確認して納入させることが出来る。現在鋳物の材質検査 (C%の理化学検査) を自社で行っているがメーカーに検査票をつけて納入させる。

上記の (a), (b), (c) の分類を目安として供給元の品質保証体制、実際に発生する故障、不良データなどに基づいてどのランクの受入検査とするか判断して決める必要がある。

(c) → (b) → (a) となって行くような管理が望ましい。

2) 原材料受入れの管理組織

3-1で述べた通り原材料の受入れは原材料、外注品、購入品と大きく3つのルートに分かれており、それぞれの場所から機械工場、板金溶接工場、組立工場へと供給される。

今後生産量が数倍に増え対象機種が増えてくると部品供給は製造現場の直接工が日々取りに来るやり方では不都合が生じると思われる。その解決策として組立に必要な部品をキットで供給する「部品キット」供給を準備すべきである。

その為には倉庫部門に部品キット化して供給する機能が必要になる。

図7-4-2に示す現状の受入れルートから図7-4-3に示す新しいキット化機能を設ける必要がある。

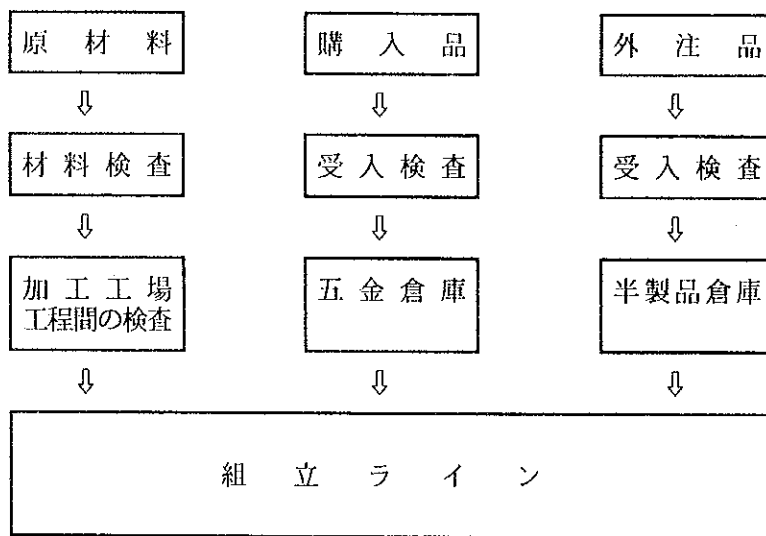


図7-4-2 現状の受入れルート

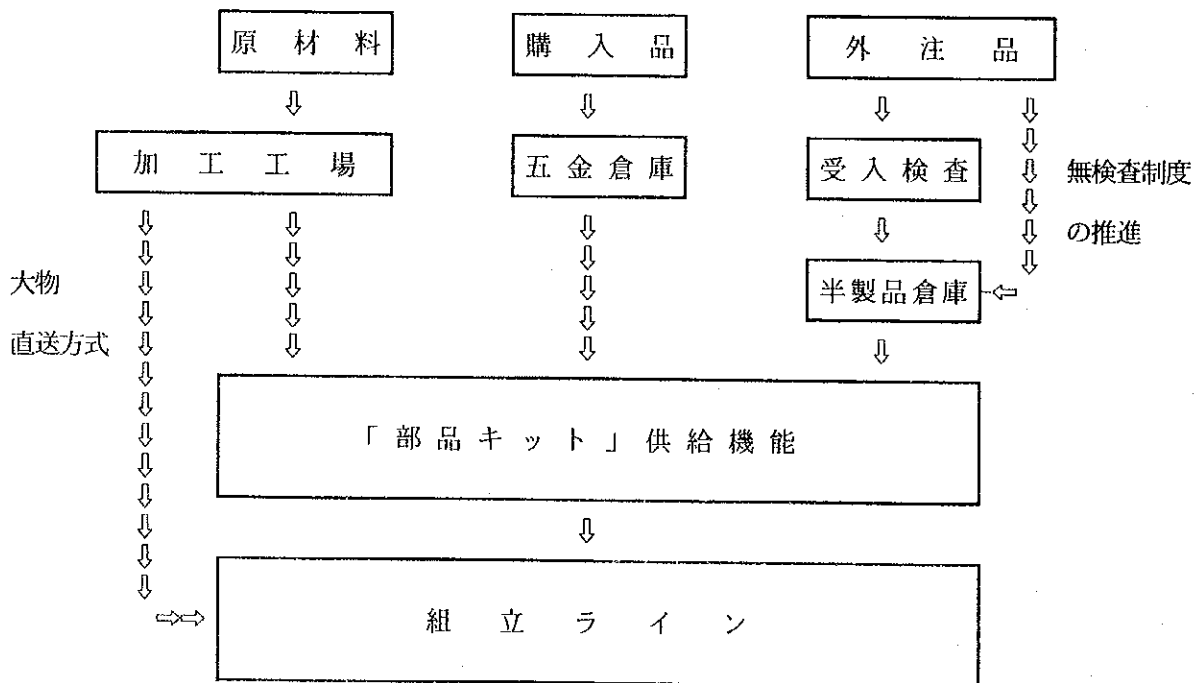


図7-4-3 新しい受入れルート

3) 原材料購入形態

製造対象製品はブレーキテスト、ダイナモメータテストなどでその大きさは大体長さ×幅 = (2~3) m × (1~1.5) m程度と考えられる。従って使用する素材の寸法はこの範囲内となる。一方購入素材の大きさは例えば鋼板では2.5 × 10m程度の物を購入して

いる。素材の歩留りさえ良ければ出来るだけ小さい取扱便利な大きさのものすべきである。

チャンネル類についても同様であり、長くても5m止まりの素材で充分間に合う筈である。例えば規格鋼材の2分の1或いは3分の1で歩留りの良い大きさのものを購入すべきである。工場に納入後の取扱は非常に容易になるし、運搬保管すべてに亘って効率化され、運搬の活性化にも大きな効果がある。

4) 運搬の合理化

部品、材料の保管状態を見ると大体が床に直置きか或いは床にばらばらに置いている。運搬の度に運搬台車の上に持ち上げては纏め、それを運び、またばらばらに下ろす。こういう状態を何回も繰り返しており、その度に無駄が発生している。

運搬には5つの構成要素がある。運搬物、場所（空間）、時間、手段、主体の5つである。運搬を合理化するにはこの構成要素のそれぞれについて無駄、無理、むら、を排除せねばならない。その基本的考え方を図7-4-4 運搬の5要素と改善方向に示す。

要素	内 容	改 善 の 方 向
運 搬 物	運搬されるものすべて	<ul style="list-style-type: none"> ○ 量を少なくする。 ○ 荷姿を変える。 ○ 運搬回数を少なくする。
空間 (場所)	物の位置、運搬経路など	<ul style="list-style-type: none"> ○ 運搬距離を少なくする。 ○ 運搬経路の単純化、標準化。
時 間	運搬時刻や運搬に要する所要時間	<ul style="list-style-type: none"> ○ 運搬時間の短縮 ○ 適時性 (タイミング) を得る。
手 段	運搬、設備、道具、運搬量など	<ul style="list-style-type: none"> ○ 大量化 (機械化) ○ 高速化 ○ 機能の併合
主 体	人、組織など	

図7-4-4 運搬の5要素と改善方向

特に物の置き方を運び易さという見地から区分する方法として活性化指数という考え方があり、表7-4-1に保管状態から移動状態に移すに要する手間の数（まだ必要な手間の数）と活性化指数の関係を示す。

表7-4-1 活性化指数

保管状態	活性化指数	纏める	起こす	持ち上げる	移動する	まだ必要な手間の数
台車に乗って移動している状態	4					0
台車の上に乗っている状態	3				○	1
パレットなどに纏めて置かれた状態	2			○	○	2
床上に纏められた状態	1		○	○	○	3
床にばら置きの状態	0	○	○	○	○	4

このような考え方で活性改善はどのように進めるかその概念を示す（図7-4-5活性分析での改善を参照）。重要なことは床に部品を直に置いた状態では非常に取扱が不便であるから必要な時は何時でも直ちに移動出来る状態にして置くことである。これは日常、頻度高く行われる作業であるから改善による運搬の合理化効果は大きい。

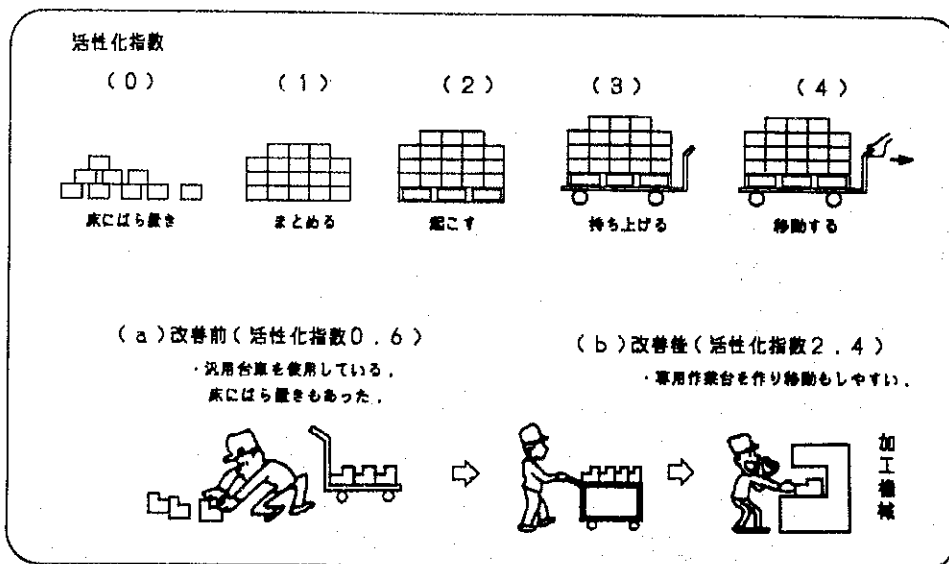


図7-4-5 活性分析での改善

例えば鉄板は後述するように立てて置けば活性度指数は0 ⇔ 1へと向上する。機械加工途上の部品が床にばらばらに直に置いた状態では活性度指数は0だが、パレット上に置けばその指数は2となるのである。以上の5段階の活性指数を用いて運搬作業を行っている各工程を分析して平均活性度指数を求めることが出来る。平均活性度指数は各工程ごとの指数を合計したものをその工程数で割り算したもので日本では工場の平均活性度指数にたいして以下の様な評価を与えることになっている。

- 0.5 未 満：床のばら置きが多く手扱いがかなり多い工場ではパレット、台車の活用が必要である。
- 0.5 ～1.3 未 満：この状態ではばら置きは少なくなったが床に纏められているだけであり、手押し車や台車の十分な活用が必要である。
- 1.3 ～2.3 未 満：ばら置きはかなり少ないがコンベアの活用が必要である。
- 2.3 以 上：この状態は殆どが車や台車を使用しており、ばら置きも少ないがコンベアやフォークリフトの活用が必要である。

7-4-2 切削加工工程

1) 機械加工工程の生産性

生産性については本分廠では下記のとうり定義されている。

$$\text{出勤工時} = \text{制度工時} - \text{欠勤工時} \dots\dots\dots ①$$

$$\text{出勤率} = \text{出勤工時} / \text{制度工時} \times 100\% \dots\dots\dots ②$$

$$\text{工時利用率} = (\text{実働工時} - \text{加班工時}) / \text{制度工時} \times 100\% \dots\dots\dots ③$$

$$\text{出勤工時利用率} = (\text{実働工時} - \text{加班工時}) / \text{出勤工時} \times 100\% \dots\dots\dots ④$$

$$\text{定額完成率} = \text{完成工時} / \text{実働工時} \times 100\% \dots\dots\dots ⑤$$

$$\text{実働工時} = \text{制度工時} - \text{欠勤工時} - \text{加班工時} \dots\dots\dots ⑥$$

生産性として何を問題とするか、生産性の向上をどんな観点から捕らえ向上しようとしているか、これだけでは判然としないと考えられるので、制度工時に対して完成工時がどれだけかを示す指数を設けた方が良い。

日本では図7-4-6に示す定義が一般的であり、時間の定義と上記の本分廠の定義との対応を比較すると下記の通りである。

$$\text{就業時間} = \text{制度工時}$$

$$\text{実働時間} = \text{制度工時} - \text{欠勤工時} - \text{加班工時} - \text{間接・手待時間}$$

$$\text{有効実働時間} = \text{実働時間} - \text{無効時間}$$

$$\text{標準出来高時間} = \text{完成工時}$$

$$\text{価値作業時間} = \text{完成工時} - \text{IBなどにより改善した低減時間}$$

これらの定義時間を使用すれば次のように生産性を計算出来る。

$$\text{稼働率} = \text{実働時間} / \text{就業時間} \dots\dots\dots ⑦$$

$$\text{有効実働率} = \text{有効実働時間} / \text{実働時間} \dots\dots\dots ⑧$$

$$\text{作業能率} = \text{標準出来高時間} / \text{有効実働時間} \dots\dots\dots ⑨$$

$$\text{価値作業率} = \text{価値作業時間} / \text{標準出来高時間} \dots\dots\dots ⑩$$

生産性指標の捉え方

$$\text{総合労働生産性} = (\text{稼働率}) \times (\text{有効実働率}) \times (\text{作業能率}) \times (\text{価値作業率})$$

$$\frac{\text{価値作業時間}}{\text{就業時間}} = \frac{\text{実働時間}}{\text{就業時間}} \times \frac{\text{有効実働時間}}{\text{実働時間}} \times \frac{\text{標準出来高時間}}{\text{有効実働時間}} \times \frac{\text{価値作業時間}}{\text{標準出来高時間}}$$

(生産性向上の観点からの時間の捉え方)

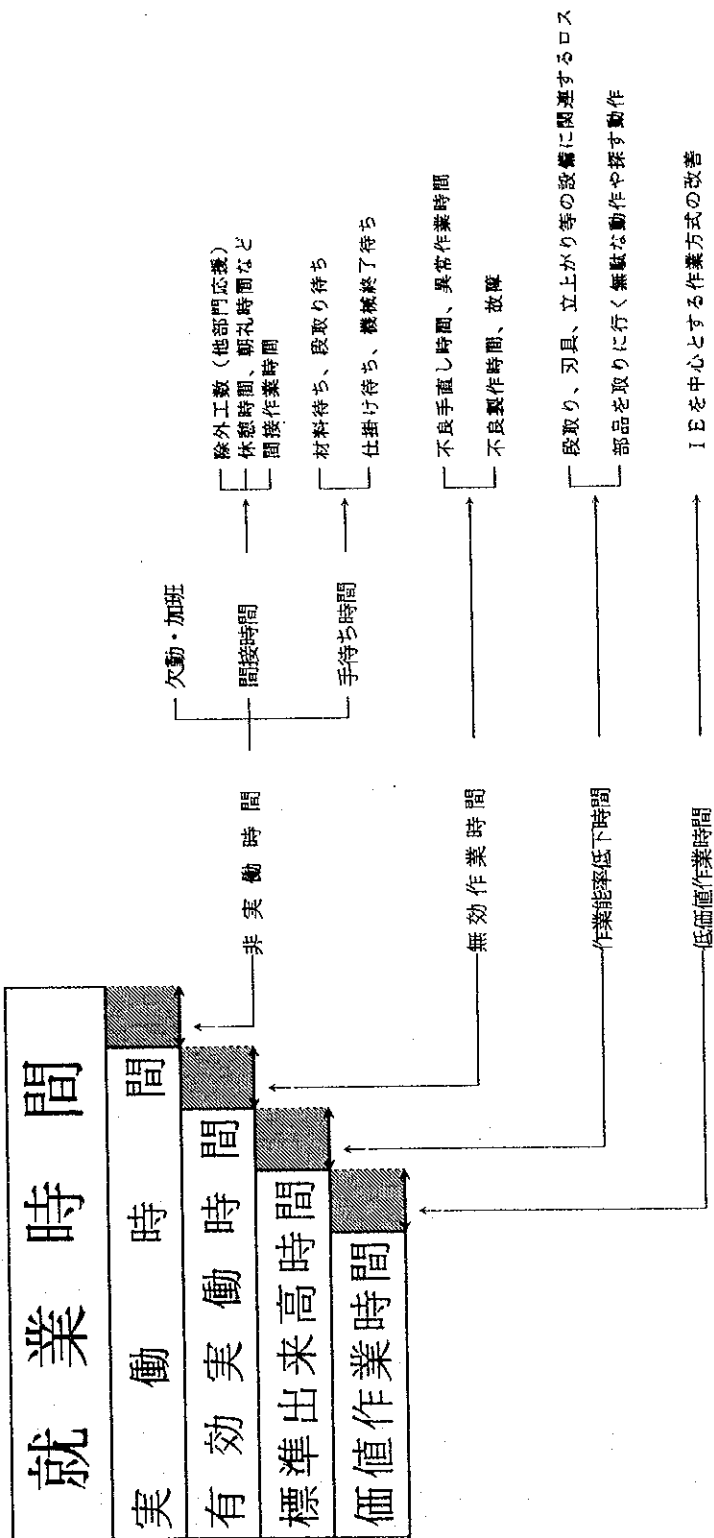


図 7-4-6 生産性指標の捉え方

③～⑥までを⑦～⑩のようにすれば⑦×⑧×⑨×⑩＝総合労働生産性となりそれぞれをいかに効率化するか層別して対処でき、以上の考え方を本分廠の時間の定義に従って生産性指数を書き直すこととの通りとなる。

$$\text{稼働率} = \frac{\text{実働時間}}{\text{就業時間}} = \frac{\text{制度工時} - \text{欠勤工時} - \text{加班工時} - \text{間接・手待時間}}{\text{制度工時}}$$

$$\text{有効実働率} = \frac{\text{有効実働時間}}{\text{実働時間}} = \frac{(\text{制度工時} - \text{欠勤工時} - \text{加班工時} - \text{間接・手待時間}) - \text{無効時間}}{\text{制度工時} - \text{欠勤工時} - \text{加班工時} - \text{間接・手待時間}}$$

$$\text{作業能率} = \frac{\text{標準出来高時間}}{\text{有効実働時間}} = \frac{\text{完成工時間}}{(\text{制度工時} - \text{欠勤工時} - \text{加班工時} - \text{間接・手待時間}) - \text{無効時間}}$$

$$\text{価値作業率} = \frac{\text{価値作業時間}}{\text{標準出来高時間}} = \frac{\text{完成工時間} - \text{IEなどにより改善した低減時間}}{\text{完成工時間}}$$

$$\text{総合労働生産性} = \text{稼働率} \times \text{有効実働率} \times \text{作業能率} \times \text{価値作業率} = \frac{\text{価値作業時間}}{\text{制度工時}} \dots\dots\dots ⑪$$

或いは

$$\text{総合労働生産性} = \text{稼働率} \times \text{有効実働率} \times \text{作業能率} = \frac{\text{完成工時間}}{\text{制度工時}} \dots\dots\dots ⑫$$

生産性を向上するためには生産性指数を明確に定義して、それぞれの指数から問題点を分析し対策出来るよう改善すると良い。⑦～⑩及び⑫を定義し、その生産性指数をベースに時間管理を進め、生産性の向上に努力すべきである。現状では数字上の能率が高いが調査団が検討した結果では完成工時の水準が低く、作業能率の向上は主要な課題である。

2) 標準工数見積の適正化と短縮

第3章の「機械加工時間の日中比較」で述べたとおり日中間では標準工数に大きな差異があり、従って生産性指数を検討する場合、標準出来高時間（完成工時）の合理化、改善が近代化の重要課題である。

実際工数が標準工数より少ないと言うことは、工数見積の管理が正しく行われていない

ためと考えられる。実際工数には異常工数が含まれているので、内容を分析して正常な実作業時間を抜き出し、それに基づき更に合理化施策を工夫してその結果を標準見積時間とすべきである。

標準時間は上部機関である機械工業部によって定められているがこの見積基準のみに頼らず、本分廠の実績と作業改善によって自らの見積基準書を整備して行かねばならない。

テイラーは今から100年前仕事をやらせる管理者と仕事を受ける作業者との仕事をめぐり紛争という具体的課題を解決するため、科学的管理法に到達したのであるが、科学的管理法は次の5つの原則の全体の結合であると述べている。

- (a) 科学を目指して目分量をやめる。
- (b) 協調を種として不和をやめる。
- (c) 協力を主として個人主義をやめる。
- (d) 最大の生産を目的として生産制限をやめる。
- (e) 各人を発達せしめ最大の能率と繁栄をもたらす。

標準出来高時間は科学的に決められ、生産性を向上し、繁栄を生み出すために用いる。

3) ローラ加工の検討

ローラの加工工程を以下に示す。

- (a) シームレスパイプ (写真7-1) を内径加工および外径加工 (図7-4-7)
- (b) 両軸端加工 (写真7-2、7-3)
- (c) ローラ組合せ溶接 (写真7-4) および静バランス
- (d) ローラを全加工 (仕上げ加工、表面1mmピッチのコーティング用溝加工)
- (e) 動バランス
- (f) 表面コーティング (外注)
- (g) 動バランス

以下に加工工程の問題点と、改善方法について述べる。

- (a) シームレスパイプの内径および外径加工

パイプ加工の問題点は内径の加工である。軸を組み合わせる為のインロー加工は必要であるが、1,000mm全長に亘っての内径加工は止める方向で検討すべきである。理由は図3-2-3にも示した通り、内径加工用の長いバイトホルダーを使用する為長さの3乗に反比例して剛性が低下し、切削負荷を低減するため切り込み、送りをかなり低めなければならず、剛性が低いためビビリが発生し表面の品質が保証出来ないからである。日本の見積りでも内径加工工数は大きく、無駄な作業となっている。また、各機種に使用されているローラの寸法は少しずつ異なり、部品点数が増え、管理の手間を煩雑にしている。

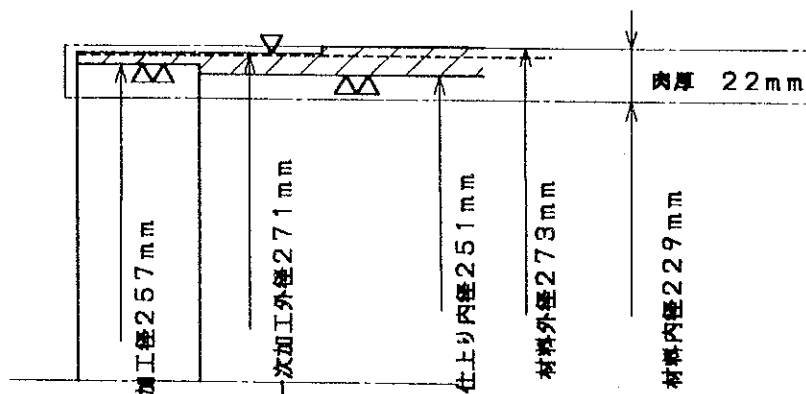


図7-4-7 シリンダー1次加工

改良案の基本的な考え方は次の2原則を基本とする。

第1原則 内径加工を止める。

第2原則 ローラの標準化を図り、各機種間で共通化を実現する（設計管理の近代化7-5-1参照）。

以上の原則に従って素材シームレスパイプの選定、外径および嵌合部加工を以下のように改善する。

- ① シームレスパイプ規格YB231-70から肉厚8mm、外径 ϕ 219を選定する。これにより内径加工は不要となる。
- ② 外径は軸端を溶接後、 ϕ 217に加工する。その粗さもコーティング用溝を加工することもあり、50 μ 程度で充分である。
- ③ 嵌合部は内径 ϕ 206に加工する。

(b) 軸の加工

写真7-2の鍛造品の加工用取代が非常に大きいことが問題である。現在の取り代は材料重量の歩留りから見ても片側20~30mm程度になっていると思われる。

本分廠の標準工数と調査団の見積工数とを比較すると下記の通りである。

	標準工数	見積工数
軸1	3.66時間	0.85時間
軸2	2.9時間	0.75時間

この差異は取り代を5~10mmとして見積っているが実際の取り代はもっと大きいので工数の差異が大きいと思われる。この改善策としては鍛造品を使わず、できるだけ軸鋼と鋼板の溶接構造とすることを検討する。太さと厚さはローラに要求される荷重条件から必要最小限とする事により、全体の軽量化も達成される。(a)と併せた構造変更案を図7-4-8に示す。

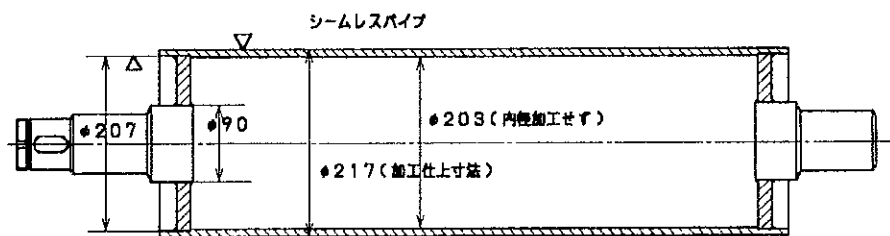


図7-4-8 ローラ構造変更案

(c) アンバランスの改善

写真7-4に示す通り、現在の加工工程ではローラはシリンダーと軸端を組合せ溶接している。その後、静バランスを取り、更に全切削加工後に動バランスをとる工程となっている。

この工程では静バランス及び動バランスに大きなアンバランスが生ずることが問題である。しかもアンバランスの位相はほぼ同一方向であるものが多い。以下機械加工工程でどの程度のアンバランスが生ずるか設計寸法より検討する。軸1、軸2とローラの嵌合は下記の通りである。

公称寸法 $\phi 253$ に対して

ローラ内径の指定寸法公差は	+0.13~0
軸1及び軸2の指定寸法公差は	-0.19~-0.32

軸とローラの間隙は最小0.19、最大0.45である。アンバランスを生む偏心量はこの

半分で0.08～0.225 となる。ローラの重量約90Kgとするとアンバランスモーメントは7.2～20.25Kg-mm となる。バランスウェイトをつける半径を120mmとすると0.06～0.16Kg となり最大でも指定寸法公差の偏心によって生ずるアンバランスは160gr程度である。しかし現在付いているバランスウェイトはこれより遙かに大きい。軸1、軸2をローラに溶接するとき治具を使わないため、センターが大きく狂って溶接されるのが主要因と考えられる。その改善方法としてはシリンダーと軸の溶接に際してしっかりした治具を作りセンターがずれないように、また歪みや変形を極力少なくするように治具にセットして溶接を行いローラを作ることである。また、溶接に代わる圧入方式についても検討すべきである。

(d) GD^2 (慣性モーメント) の増加

アンバランスが大きいとバランスウェイトが重くなり、そのためローラ全体の GD^2 が増大する。 GD^2 が増大するとダイナモメータテストの際ダイナモメータそのものの慣性が大きくなり正しい計測が出来なくなる。その意味で是非ともアンバランスは小さくしなければならない。

4) 架台加工工程の検討

架台の加工図面を図7-4-9に示す。ここで注意すべきは図中▽▽で示す軸受け台を取り付けるプレーナ加工部と架台の溶接部材⑧～⑮との関係である。溶接部材⑧～⑮とはプレーナ加工には邪魔になりこの部分は機械加工前には溶接して取り付けることが出来ない。従って架台の加工工程を下記に示すが溶接工程は①②③までの第1次溶接で止めなければならない。

- ① 材料切断溶断：溶接用部材を切断或いは溶断し歪み取り仕上げ
- ② 部材仮組立：取り付け面の機械加工が出来る範囲で第1次の部材仮組立
- ③ 第1次溶接：(溶接部材⑧～⑮の溶接は除く)

以上の第1次溶接加工工程が終了した後次のプレーナ加工工程に入る。

- ④ 据え付け面加工 架台を据え付け面を上にしてプレーナに取り付け加工する。
- ⑤ 架台をトンボしてプレーナに取り付ける。

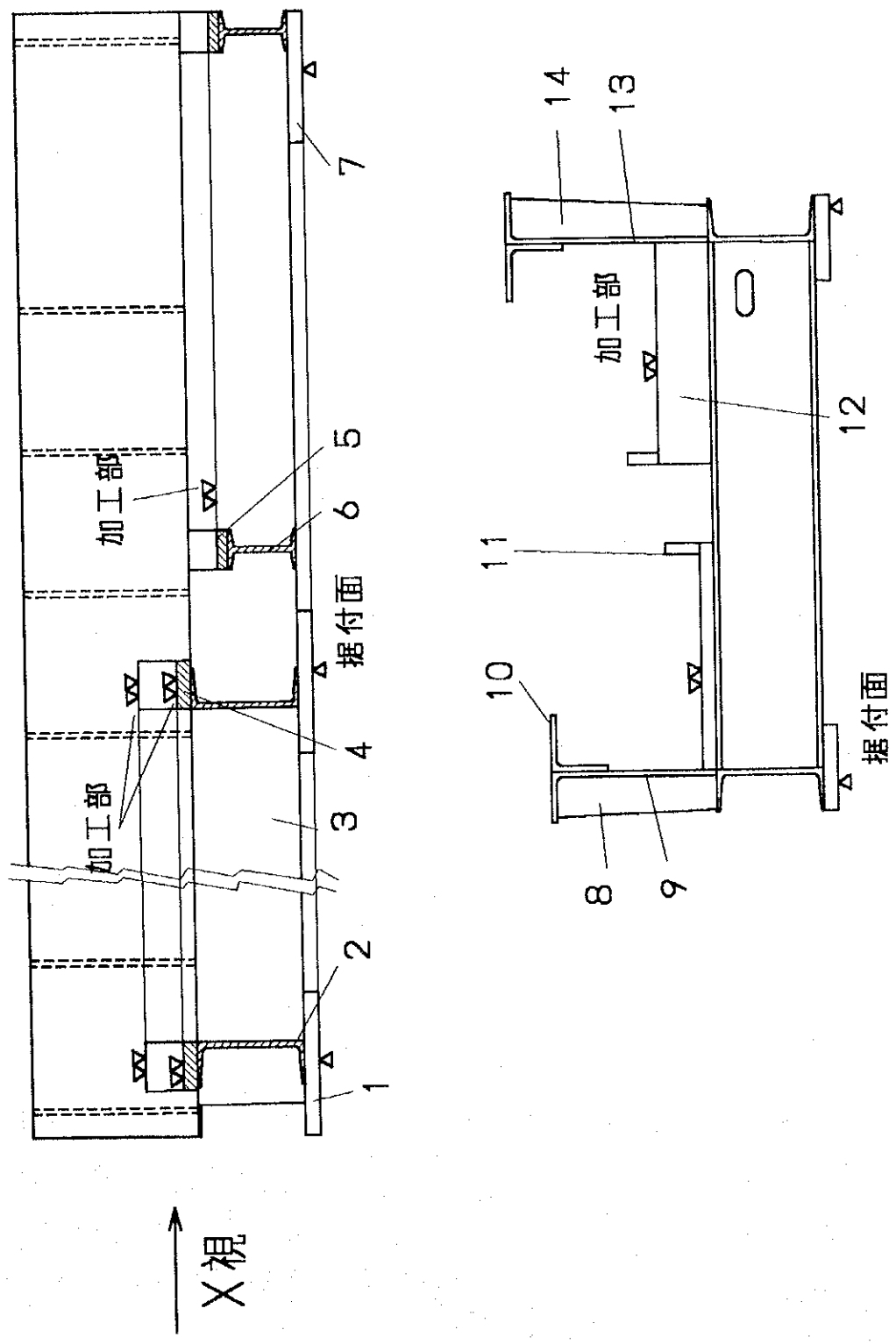


图 7-4-9 架台加工图

⑥ 加工部▽▽のプレーナ加工

その後再び溶接部材⑧～⑮を溶接することになる。

⑦ 第2次部材仮組立 溶接部材⑧～⑮を仮組立する。

⑧ 第2次溶接 溶接部材⑧～⑮を溶接する。

⑨ 残りの機械加工 部品取り付け用 4×M16、46×M6、の穴のけがき穴明け加工

此处での問題点は取り付け面を大型プレーナで加工出来るように加工の邪魔になる部材は第2次溶接まで取り付けることが出来ないことである。従って取り付け面を機械加工した後もう1度溶接しなければならない。更に第2次溶接を行うと溶接歪みが発生し取り付け面にその影響が出て、加工面の精度は落ちることになる。また2度に分けるため段取り工数も余分に必要になる。

写真7-5に示すように現在刃物台にバイト1本を取り付けて加工しており、プレーナでの加工は原理的にバイトの帰り道は何の加工もしていないので、全くの無駄となる。

これを改善するためには1本のバイトで往復加工する方式から、回転するカッターでエンドレスに加工するプラノミラーによる加工に変更するのが望ましい。プラノミラーは刃物台に正面フライス或いはエンドミルを取り付けエンドレスに加工出来ると同時に加工面は最上部になくとも平面加工出来る有利さがある。

7-4-5 5) で述べるように、架台のフレームを型钢から鋼板折曲げフレームに変え、モノコック構造にすることも含めて改善を実施すれば、刃物の切削能率も著しく向上し精度も非常に改善される。

現行の工数17.25時間に対して改善見積り工数は8.55時間となり、約50%の工数低減出来る見通しがある。

5) シェーパー(型削り)加工とフライス加工

シェーパー加工はテーブルに固定した工作物に直線送り運動を行い、バイトに直線切削運動を与えて平面加工を行う工作機械である。特徴としては比較的小さな工作物を加工するのに適している。一方立てフライス盤は鉛直主軸に正面フライス、エンドミル等を取り付けて平面の切削、溝の加工等を行う、同じく平面や溝の加工を行う機械であるが、先に示

した通りシェーパ加工は片道しか切削が出来ない。しかしテーブルは固定式なので、長い部材の取り付けには便利な点がある。本分廠では溶断機の精度が悪いため溶接用の部品や、機械加工用の部品の前加工として多用しているようである。そのような加工は本来無駄な作業であるから溶断機の精度を上げることによってシェーパ加工を廃止することが可能である。一般に平面切削を行う必要のある部品についてはフライス加工の方がシェーパ加工に比べ能率的であるからシェーパ加工からフライス加工に移行すべきである。ただしフライス加工の場合は部品の取り付け、各種工具の準備、測定器など段取り作業に工夫を要し、高精度の加工を行うためには良い治工具の整備が必須である。

6) 取り代の削減

機械加工の工数は加工条件、設備、材料、製品などの条件が同じであれば、加工しなければならぬ取り代すなわち、物理的に除去しなければならないボリュームに依存する。取り代と加工方法との関係は以下の通りである。

(a) 鋳物、鋳鋼品

鋳物、鋳鋼品、などは木型や鋳造用鋳型の精度や鋳造の製造技術によって取り代が決まる。一般に取り代は大きくなる傾向がある。複雑な形状のものは型を使う鋳物、鋳鋼品が有利な場合があるが、比較的簡単な形状の場合はそれ程有利になるとは限らない。

(b) 鍛造品

鍛造品を使用する理由は鋳物、鋳鋼品では衝撃に耐えられない場合が典型的である。特にそのような理由がないときは高価であり、取り代が大きいため鍛造品は使わない方がよい。

(c) 溶接品

溶接品では溶接歪みが大きい場合や溶接精度が低い場合は取り代が大きくなる傾向がある。しかし、溶接技術の進歩により鋳物、鋳鋼品、鍛造品を溶接品で置き換えるのが技術的な方向性である。比較的簡単な形状のものは溶接品の方が有利である。ローラに用いる軸は鍛造品だがこれは先程述べたように溶接品とすべきである。

(d) 切断及び溶断精度

切断或いは溶断の精度が悪ければ取り代を大きくしないと製品がとれなくなる。溶断の場合は特に溶断面の凸凹が激しく溶接部品でありながら機械加工をしないと使

えない状況である。これは工数の増大を招きコスト的に大きな損失をしている。機械部品ではなおさら取り代の増大から無駄が大きい。

材料切断機の性能も取り代に大きな影響を与える。切断するとき直角度、平面度、平行度が悪いとその分余計に取り代を見込まなければならない。ここでも無駄な工数を発生しており生産性を低めている。

どちらも精度の良い設備を導入し取り代を極力小さくしなければならない。

7) 歯切加工加工の検討

歯切加工を行っている部品は下記の3種類がある。その工数は以下の通りである。

鍵輪	6.75時間	合計24.75時間でかなり工数が大きい。
大鍵輪	7.75時間	
小鍵輪	13.75時間	

日本ではこのようなチェンスプロケットは規格品となっており安価に市販している。中国でも市販品になっているのではないかと思われ、このような部品は社内加工が良いのか外部購入が良いのか経済計算を行い比較検討すべきである。

8) 治工具の整備と工具研磨

(a) 切削工具

フライス加工で1部超硬チップのカッターを使用しているが旋盤、フライス、シェーパ、プレーナなど殆どの加工ではハイスバイトを使用している。切削工具の種類と切削速度は表7-4-2「工具材料と切削速度比」に示す通りである。

表7-4-2 「工具材料と切削速度比」(寿命一定)

工具材料	切削速度比(約)
HS (18-4-1)	1.00
HS (8%Co)	1.20
HS (12%Co)	1.30
ステライト	2.00
超硬合金	4.00
セラミックス	6.00
ダイヤモンド	10.00以上

他の条件が同一の場合、超硬バイトは切削速度がハイスの4倍であるから逐次試行しながら超硬バイトを導入することが必要である。旋盤、フライス盤の場合はスローアウェイの超硬チップ工具を使う方が能率的である。シェーパーは断続切削のため超硬はチッピングが発生し易く、逐次フライス加工に切り換える計画を作る必要がある。

(b) ドリル及びエンドミルの研磨

現在ドリルは各個人が切れ味が悪くなると双頭研磨盤で研磨する方式になっており現場で観察したドリルの研磨状態にはかなりばらつきがある。例えばチゼルエッジ(図7-4-10)の偏心が非常に大きく肉眼でも観察出来た。

チゼルエッジの偏心が大きくなると加工される穴が拡大して加工精度が次第に落ちてくる。そのうえ1刃あたりの送り量が不均一となり、左右いずれか一方の切刃に負担がかかるため、急激に磨耗が進行し工具寿命が短くなる。従ってドリル研磨盤で正しい研磨されたドリルを現場に供給出来るようにしなければならない。

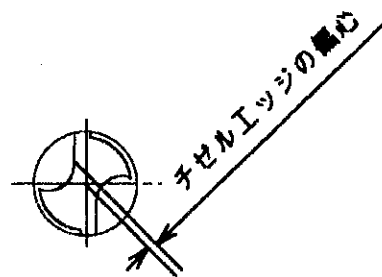


図7-4-10 チゼルエッジの偏心

同様にエンドミルについても専用研磨盤によって質の良い工具を現場に供給する体制を作る。

(c) 治具の整備

本分廠の製品は開発が完了して生産に入ればほぼ90%は同じ図面で繰り返し加工出来る製品である。また今後製品の受注が増えれば同じ部品の加工が繰り返し現れてくる。従って治具の整備によってけがき作業を大幅に減少させると共に、精度向上を図ることができる。治具を作っても充分経済的に引き合う状態となる。特に穴明け作業はけがき、ポンチがスタートであり治具の整備によって工数を下げ、精度向上を目指すことが出来る。その他、軸受台とその支持架台の穴明け、カバーと架台の取り付け穴など効率化を狙えるものが多々存在する。

(d) 機械設備の整備

機械工場の設備の状況を見ると殆どすべての機械で気がつくのは、褶動面の手入れ

が非常に悪いということである。褶動面の上は埃が油と一緒に付いており刃物台が動く度に磨耗が進行している状態である。設備の精度、機能を十分に発揮させるため、整備項目を再検討し、目的に合った設備の定期的保全、日常整備を実施する必要がある。

1) 加工組立工程共通の問題

(a) 「再組立時間測定法」による欠品及び合わせ作業の排除

標準時間の設定法には以下のような方法がある。

① 直接観測法

対象作業をストップウォッチによる直接時間観測によって標準時間を求める方法

② P T S 法（既定時間法）

作業を必要な基本動作に分析し、その動作を行う使用身体部位、距離、動作の性質により予め定められた動作時間値を選択し、その時間を合成して正味時間を求める方法で、WF法、MTM法などがある。

③ その他

●統計的標準法、●標準資料法、●ワークサンプリング法など

組立作業に適している方法として直接観測法の中に「再組立時間測定法」という方法がある。組立てるときに組付ける部品が全部揃っていて欠品が無ければ、部品を倉庫に取りに行くなどの部品を探すロス時間が全く無くなって、組立作業は欠品に妨げられることなく順調に進行する。また組立てるときに、合わせ加工が行われる。この合せ加工が時間ロスが発生するので合わせ作業は組立工程では一切排除したい。合わせ加工が全くなければ部品の組付けはスムーズに容易に出来る。

組立作業において欠品ゼロ、合わせ加工ゼロの組立作業は最も理想的な状態の組立となる。このような状態で時間測定をして標準時間を定めるのが再組立時間測定法である。それには一度出来上がった製品を分解して、個々の部品にばらして再び組立を行い時間を測定するのである。この理想標準時間を基準として、何処でロスが発生するか、欠品があるとどれだけ組立工数が増えるか、合わせ加工があればどれだけ工数が増えるか、問題点を摘出してそれを解決する。その解決手順及び方法としては先ず工程分析を行い何を、何処で、何時、誰が、何故、どのように、合わせ加工を行っているか、5W1H (What, Where, When, Who, Why, How)で、明確化し、その原因を追求して対策を積み重ねる（図7-4-11参照）。

特にブレーキテストやダイナモメータは90%以上は部品構成は変わらないから、問題解決の蓄積の効果は非常に大きくなるのが期待出来る。機械組立の例で説明したが電気電子組立工程でも全く同様である。

作業内容

ローラ軸にキーを埋め込む

- キーが入らないためキーの側面をヤスリで合わせ加工

チェーン sprocket をローラ軸に嵌め込む

- チェーン sprocket のキー端とキーの当たりが悪いのでヤスリで手直し

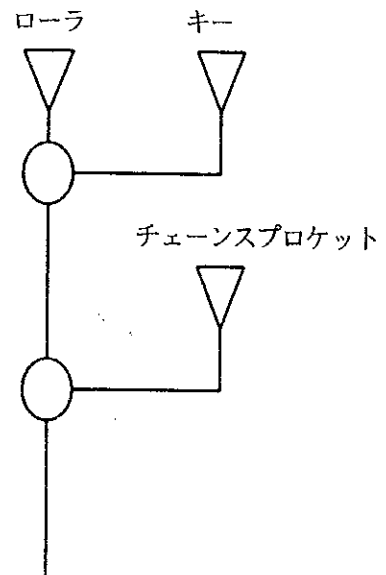


図7-4-11 組立工程分析による合わせ加工の分析

(b) 作業のやり易さの検討

組立工程を見ると機械組立でも、電気電子組立でも、全般的に言えることは、作業を効率的に進めるために、動作、姿勢、作業位置など、殆ど考慮されていない。これが作業の効率を悪くしている。

下記に、動作、姿勢、作業位置についての参考例を示す。

① 作業範囲

- ・両手の動作は、同時に始め同時に終わるようにする。
- ・材料、部品、工具は動作を最良の順序で行えるように配置すること。右側、左側に部品の配置を間違えると無駄な動きになる。
- ・通常の作業範囲—肘を軽く体につけながら肘を中心として描いた円弧
- ・最大の作業範囲—方を中心に手をのばして描いた円弧（図7-4-12作業の範囲参照）

② 作業点の高さ

作業者の身長にもよるが、作業のやり易い高さを選ぶこと。疲労に一番影響を与えるのは、作業点の高さである。適性な高さの例を図7-4-13にしめす。

③ 不自然な姿勢

作業対象物に体を合わせようとするので、不自然な姿勢が生まれてくる。不自然な姿勢は疲労を伴い、長続きしない。不自然な姿勢での作業動作は、リズムを崩

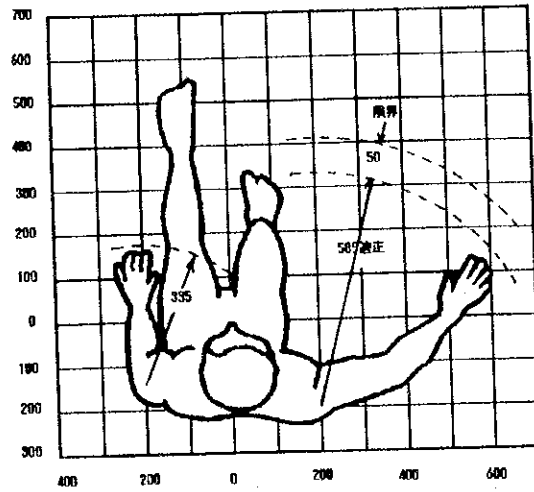


図 7-4-12 作業の範囲

1650mmの身長

上下方向適正作業域

750~950 mm

780~930

上下方向限界作業域(棚)

万力を使う

650~1350 mm

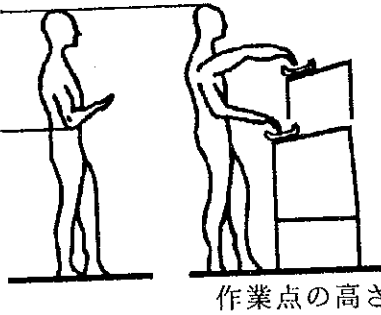


図 7-4-13 作業点の高さ

不自然な姿勢

(直立)

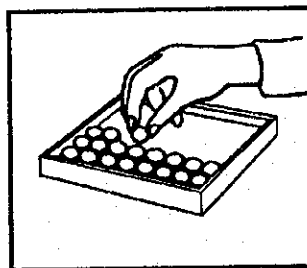
(斜立)

(前屈)



作業姿勢が著しく不安定で作業者の疲労大

図 7-4-14 不自然な姿勢



箱の底にスポンジを敷くと
摺り易い

図 7-4-15 部品箱の工夫

しギコチない動作になり、スピードも落ち、仕事の出来ばえも悪くすることがある（図7-4-14参照）。

以上述べたものは動作経済の原則であり、特に手作業が中心である組立作業ではこの原則に則って作業を行えるように研究し改善する必要がある。

現場の作業を見ると例えばボルト、ナット、ワッシャーなど、いろいろな種類のものが同じボール箱の中に雑然と入っていたり、コンクリートの床に一山となって置かれているのを見受けたがボルト、ナット、ワッシャーなどは別々の取り易い金属の箱に入れ図7-4-12に示すように適切な作業の範囲内におけば、探す、選ぶ等の無駄な作業を排除することが出来る。これらの小物部品を取りやすくするには図7-4-15の箱の底にスポンジを敷いておくと非常に掴み易くなる。また、作業点高さも適切でなく、斜立姿勢が多く見受けられた。立って作業をするならば、それに適切な高さがあり、座って作業するならば、また、それに適切な高さがある。中途半端な姿勢は不自然であり不用意に作業疲労を増大させている。作業机や作業台はないがしろにできないものである。

(c) 必要工具の整備、動力工具の活用

組立作業には、動力を利用出来るものが沢山みられる。例えばねじ締め作業である。これは電気電子組立でも機械組立でも大きさは異なるが、電動式、空気圧式など適切なものを選定して用いれば能率も向上する。動力化の効果はねじ締めトルクを制御する機構が組み込まれているものがあり、この方式を使うとトルクの管理もし易くなる。そのためには、現場にコンプレッサーや電動力を使うための電源が配置されなければならない。

電気電子組立では被覆電線の皮剥き作業は花鋏を使用していたが、ワイヤストリッパを準備してワイヤーを傷めないように作業出来るよう準備する。

2) 機械組立工程の改善

(a) 部品キット方式

欠品を無くす方法として組立部品のキット化を導入することを推進する。その方法は図7-4-16ブレーキテスタ構造概略図に示すように例えばブレーキテスタでは約25点程度のユニットから構成されているから、次のようにブロックを分けて

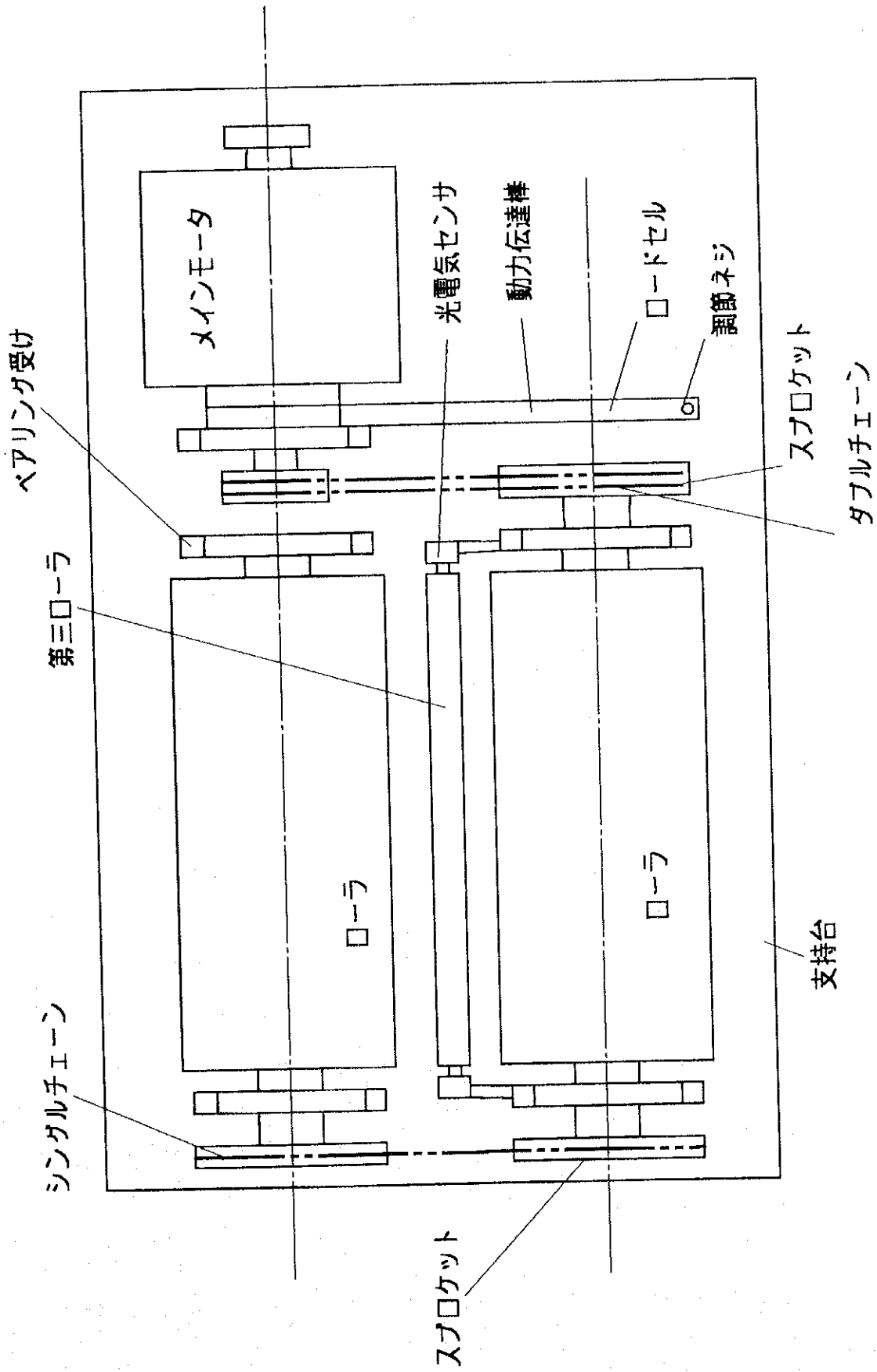


図 7-4-16 ブレーキスタ構造概略図

キット化する。

① ローラユニット

ローラ、軸受け、チェンスプロケット、チェン、キー、その他ローラユニットを組み立てるのに必要な部品一式をキット化して組立工場に投入する。

② 第3ローラユニット

第3ローラ、軸受け、支架、スプリング、スプリング取り付け用部品、支架回転用ピンその他関係部品一式をキット化して組立工場に投入する。

③ モータユニット

ギヤードモータ、軸受け、法羊軸、キー、チェンスプロケット、チェン、その他組立に必要な部品一式をキット化して組立工場に投入する。

④ センサ及びセンサ取り付け部品

センサ、センサ取り付け部品その他部品一式をキット化して組立工場に投入する。

この方法を適用するには、設計より提出される部品表をベースにどの部品が上記のユニットに属するかを区分して、生産管理面で部品をキット化して組立現場に投入することが出来るように計画段階から部品の纏め方を同期化し、組立現場にはキット化した部品の置き場も決める必要がある。

この方法は電気、電子組立の工程でも同じように適用できる。ブロックの分け方を研究して一番まとめ易い形に分けることがコツである。

(b) 組立精度の向上

ブレーキテスタやダイナモメータの機械的信頼性は組立精度の善し悪しに左右される。ブレーキテスタやダイナモメータはモータで駆動されるか、自動車の動力で駆動されるか、の違いはあっても、いずれも自動車のタイヤと接しながら運転をしなければならない。これらの試験機はその性質上出来るかぎり機械的動力ロスが小さくなければならない。機械的動力ロスが発生する所は回転を支える軸受け及び動力を伝達するチェン機構である。そのためには、ブレーキテスタではローラとモータのセンターリングが正しいこと、ダイナモメータではローラと動力吸収機のセンターリングが正しいことが必要である。

① 軸受けの正しいセンターリング

正しく組立てるためには先ず架台の平面度が基本になる。図7-4-17のブレー

キテスタ正面図において据え付け面の平面度が機械加工で正しく出ている必要がある。現在の加工方法では軸受け台の取り付け面の加工をプレーナで行った後、溶接加工を行うのでこの軸受け台の取り付け面の平面度は歪む心配がある。それを無理に平らな床に据え付け、締め付けすれば架台は基本から歪むことになり、好ましくない。また、無理に据え付けた状態でセンターリングすれば、今度は架台を緩めるとセンターが狂うことになる。そこで組立工場には平面度の良い定盤が必要である。ここの定盤上で据え付け面の平面度を調べ架台を水平にするためには、例えばBの据え付けの脚部に何mmのライナーが必要かサーチャーで測定して記録し、そこに適切なライナーを入れ架台の水平を出す。

次にこの状態でローラやモータの軸受け台の取り付け面の水平と平面度をストレッチと水準器で調べ狂いを測定しその厚さを記録する。このライナーを使い軸受けを架台に取り付ける。これにより各軸受けのセンターは水平になる。次は2つのローラの平行を出すために、図7-4-18プレーキテスタ平面図においてローラの軸受け台の平行を出す。センターの水平、平行が出たところでローラを組立てる。チェンスプロケットを取り付け、その平行とセンターを出す。同様にモータの軸受けの水平、平行を出しセンターリングを行い、モータを組立てる。

② 第3ローラの組立（図7-4-19）

第3ローラは第3ローラアームをピンで繋ぎピンの回りに動けるようになっている。これらはスプリングで無負荷時ローラより上にあがっている。ピンで結合されたアームの軸受け台取り付け面は、ローラに対して平行を保たなければならない。それがうまく組立つためには機械加工精度が充分出ていなければならない。この加工には治具が必要になると思われる。

このようにセンターリングを正しく行って回転軸に無理がかからないようにして、始めて回転するときの動力のロスを少なくすることが出来る。正しいセンターリング、精度の良い組立作業のためには基本となる組立定盤が必要である。

以上の社内組立状態は現地でも再現されるように必要なライナーの場所と厚さを記録しておき現地組立でもきちんとライナーを使いセンターリングの狂いを発生させてはならない。

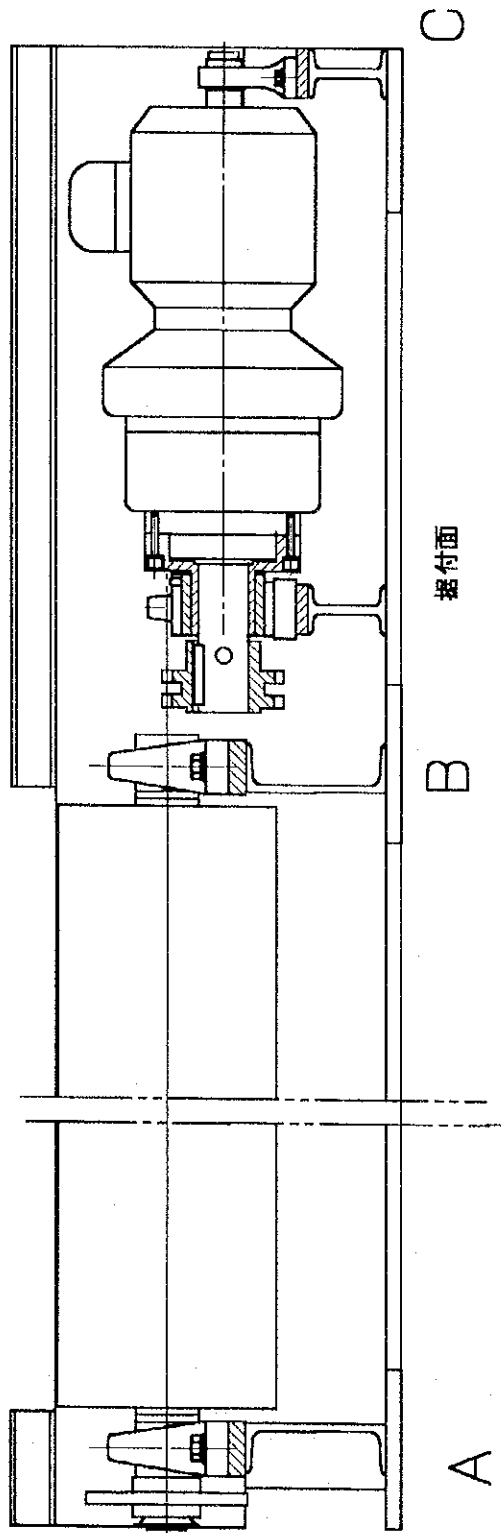


図7-4-17 ブレーキテスタ正面図

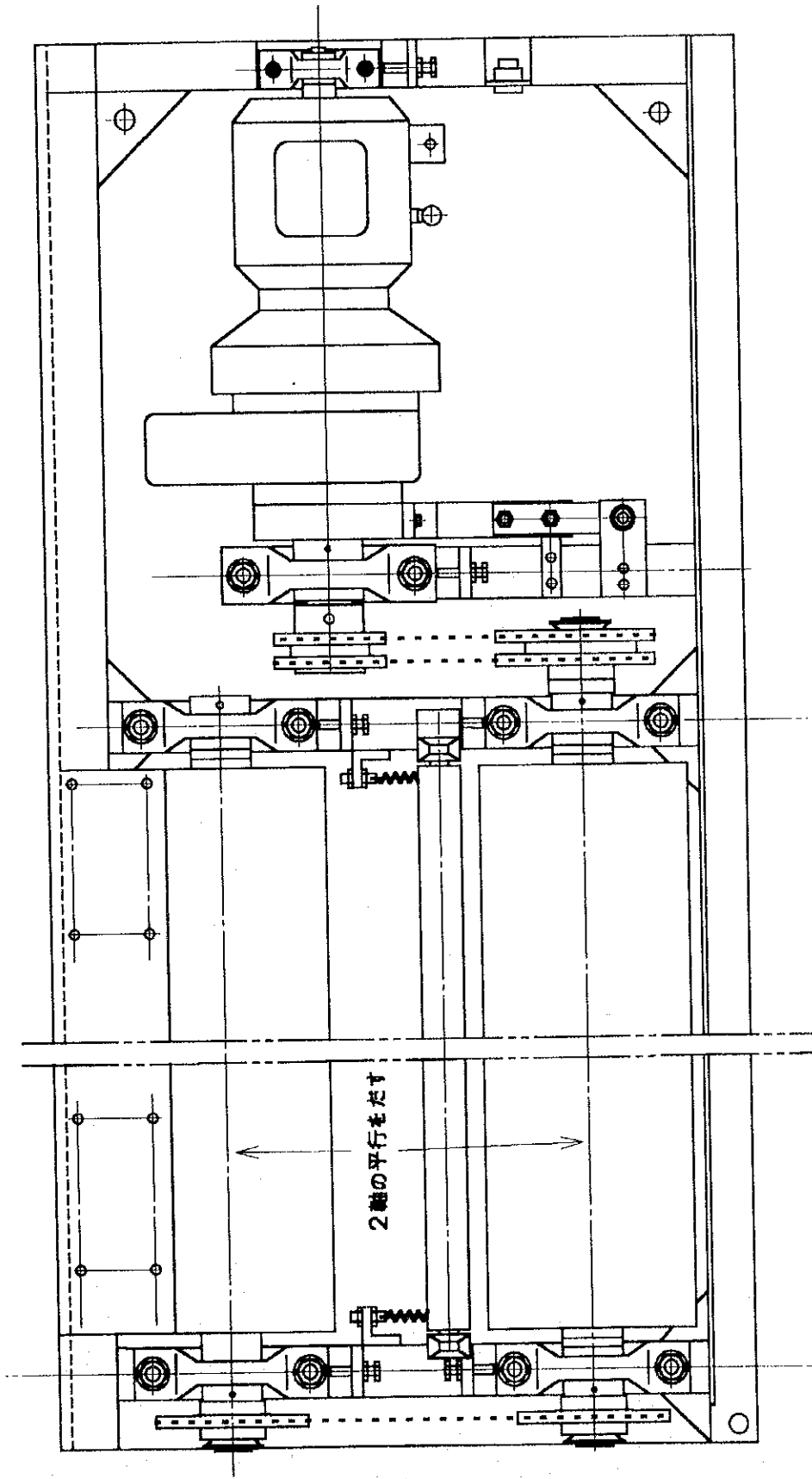


図 7—4—18 ブレーキテスタ平面図

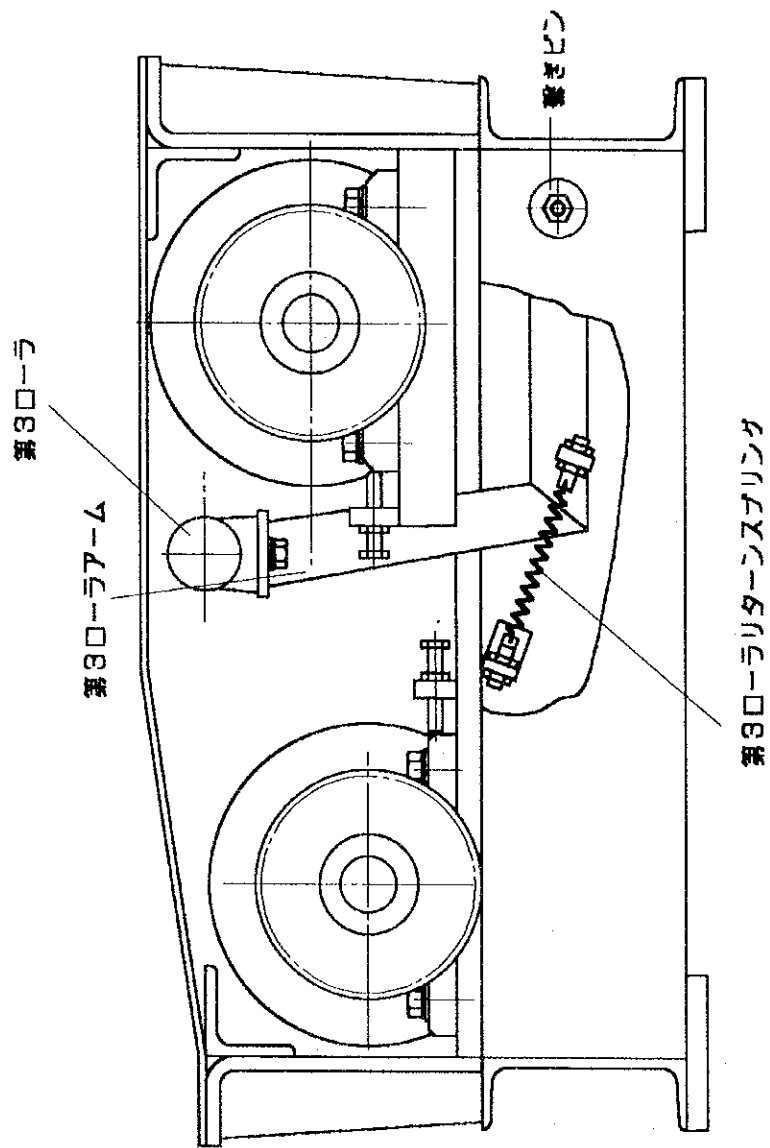


図 7—4—19 プレーキテスタ側面図

(c) バランスの問題

既に機械加工の項で取り上げたので省略するが、アンバランスを取りさえすればそれで良いと言うのではない。バランスウェイトが大きければ GD^2 が徒に増加し、検査測定に影響を与えることになる。

(d) 作業環境の整備

① 定盤及び組立工場の床の補修

先に述べたように組立の基本は正しい水平の平面である。この平面を基準に平行、直角、水平に組立部品を取り付け、相互に無理のない正しい相対関係を作り機能の結合を進めなければならない。そのためには正しい定盤を設備する必要がある。

また床が凸凹しては能率的な作業は出来ない。組立作業に必要な工具、タップ、ドリル、スパナ、ハンマー、スケール、動力工具、測定具、小さな万力を備えた、車付きの工具キャスターを準備して手早い作業が出来る体制とする。そのためには床が平らで凸凹が無くキャスターが自由に動き回れる必要がある。

② 塵埃及び照明対策

工場の床は塵埃が発生し難いコンクリートを使い、出来れば表面に塗料を塗り塵埃防止の床にしたい。また工場の窓はきちんとガラスを入れ外からの塵埃の侵入のないように整備する。照明は作業し易い程度の照度に保つこと。工場は常に4S活動で整理、整頓、清潔、清掃を徹底していること。

③ コンパクトな組立作業レイアウト

組立作業を能率的に進めるためには、やたらに広い必要はない。架台がベースになり、その回りにはキット化されたブロック別の部品が近くに揃えてあり、作業者は部品を探したり、工具を探してあちこち動きまわることなく、整然と作業が出来るレイアウトを整備する。車付きの工具キャスターを準備し、必要なものはすぐに取り出せる状態にする。

機械組立工程では重量品を取り扱うのでクレーンの必要があるが、いちいち天井クレーンを使うのでは能率が低下する。機械組立職場には回転軸固定式のアーム長3m×1トンクラスのジブクレーンを設備して荷役作業をやり易くする。

(e) 設計上の問題

設計上の安全率の基準を確認する必要があるが、日本製品の機構部に比較して強

度・重量が過大であると思われる。運転速度及び車の動的荷重をどの程度に評価しているか、それに対する安全率はどの程度が妥当か検討すべきである。

現在使われているギヤードモータの端子箱は上に付いているがこれを横にすれば架台を小型化出来るので検討することを提案する。

3) 電気電子組立

加工組立工程共通の問題として取り上げたものは電気電子組立工程でも同じであるので以下個別の問題について述べる。

(a) 部品キット方式

電気電子組立工程ではブロックを前組立工程と総合組立工程とに分けて区分するのが便利である。

前組立工程はインタフェース用プリント板組立、計装用プリント板組立、制御板組立の3ブロックに分け、それぞれに必要な部品をキット化して組立工程に供給する体制とする。総合組立工程は前組立工程で作られた基板を制御箱に組立配線作業を完了する方式とする。

この方式は組立工程で発生する探す無駄を徹底的に排除出来る。また組立職場も整理整頓し易く非常にすっきりした職場とすることが出来、生産性が向上する。

但し、ボルト、ナット、ワッシャー、アンプ端子、等規格品は予め組立現場に備付けられたラックに保管し、キット化部品からは外す。

(b) 重要基本作業の徹底

ねじ締め作業、アンプ端子かしめ作業、半田付け作業は電気電子組立工程の重要基本作業である。ねじの緩みは、もしもモータ回路であれば緩んだ部分の温度上昇が発生して焼損に到ることがあり、もしも計装回路であれば、エラー発生の原因となる。同じことがアンプ端子かしめ作業、半田付け作業についてもいえる。従って見た目が簡単だからといって軽視することは許されない。

① ねじ締め作業

この基本はねじを締めるトルクをねじの大きさによって管理することである。締め過ぎるとねじが切断寸前となり、緩すぎるとすぐにねじが緩み接触信頼性をに大きな影響をあたえる。ねじの種類に対する締めつけトルクの標準を設定し、その標準を満足出来るように年2回程度の作業員訓練を行う。動力工具には締め

つけトルクの大きさを設定出来るものがあるので、それを導入する。その場合は動力工具のトルク検定を年2回行う。

② アンブ端子かしめ作業

かしめ作業標準に基づき作業者を訓練する。特に工具の使い方、性能、磨耗状態を判断出来るように訓練する。作業者は工具の善し悪しが目で見て判断出来る技能が必要である。

③ ハンダ付け作業

ハンダ付け作業は電気回路の信頼性の基本であると同時に、使用する電子部品と直接的に接触するためIC、ダイオード、トランジスタなどの性能に影響を与える可能性がある。使用するハンダの性質、ハンダごての使用温度、適正ハンダ温度、ハンダごての絶縁性、ハンダ作業標準などをきちんと訓練し異常があれば見抜く技能が必要であると共に、ハンダごての温度管理、絶縁管理が出来る技能を持たねばならない。これらの重要基本作業は年間2回チェックを行う。

(c) ハンダ付け作業の近代化

品質のばらつきを少なくし、信頼性を高めるため、ハンダ付け作業は近代化が進むに従って手作業から機械化する方向に進めてゆく必要があるが、少量生産に適した簡単小型フローハンダ槽を導入して手作業から脱却する。

ハンダづけ前のプリント板はフローハンダ時の含有水蒸気の吹き上がりを防止するため湿度管理が必要であり、後で述べるように職場環境も作業水準の向上に伴って整える必要がある。

(d) 作業環境の整備

作業環境を考える場合、作業のし易いコンパクトな組立職場のレイアウト、については共通事項の所ですでに検討したので、ここでは、IC部品など特別な配慮を必要とする電子部品取扱上の作業環境、信頼性を確保する条件としての作業環境の2つに分けて述べる。

① 電子部品組立環境

電子組立では保管、移動、実装、試験の各段階で静電気対策、電源リーク対策が現在行われていないが、それが行えるよう環境を整備しなければならない。

IC部品は職場に隣接した静電気対策を施した倉庫に保管する。

倉庫管理、運搬、を含む作業者には静電対策服、靴、手袋を使用させる。

プリント板実装・試験職場は十数m²にまとめて静電対策を施す。

ハンダごてはアースをつける。

② 信頼性を確保するための作業環境整備

現在の作業職場は大きな天井の高い機械組立工場の1部を仕切って使っており塵埃対策も不十分であるし湿度対策は何もなされていない。電子電気組立職場は天井を付け、エアコンを設備して室の気密性も高め、防塵対策を施し、湿度管理が出来る環境を整える。床は塵埃の発生を極力押さえることが出来るように発塵防止の塗料を床に塗装し床面も平坦に整備する。

(e) プリント板組立後のエージング

信頼性を確保するための作業環境として現在無通電エージングを行っているが、これを通電エージング方式に改める。

7-4-4 中間検査

1) 検査作業の検討

中間検査作業は三自三検に関する品質管理規定によって決められている。工程間検査としては首検、巡回検がある。これから生産量が増大してくると総ての部品について首検、巡回検、完成検査をすることが工数的に問題になる可能性がある。部品は以下に述べる観点から、重要性の高い部品と比較的重要性の低い部品に分類される。

重要部品 = 製品の基本的機能に大きな影響を持つもの、若し不良となった場合その回復に多大の工数、コスト、納期が必要なもの

自主検査部品 = 専門の検査員の検査を省略出来るもの、製品の基本的機能に比較的大きな影響がないもの、若し不良になってもその回復に要する工数が少なくコスト、納期上問題にならないもの

重要部品については現在の規定通り三自三検を徹底的に行い検査記録は必ず残す。

自主検査部品については自主検査としての三自を徹底して行い専門の検査員の検査を省略しても作業者が自己責任で品質を保証する。但し巡回検査は行うものとし、自主検査品の中間検査は抜き取り検査とする。

このようなやり方は決して製品の品質を軽視するものではなく、作業者が「製品を工程で作り込む」という精神を寧ろ高めるものである。

重要部品、自主検査部品を層別して専門の検査員の力を重要部品に集中し、より少ない人員で製品品質を向上する努力によって少数精鋭化を目指すのである。

2) 設備レイアウトの検討

現在の中間検査場は機械職場の東端にあり、首検、巡回検査、完成検査には作業員も検査員も歩く距離が大きくなり無駄が大きいので、中間検査場は機械職場の中心に位置させる。

板金溶接工程でも中間検査場は東端にあり機械職場と同様な問題がある。板金溶接工程ではボール盤の位置と中間検査板金溶接とを接近させ、剪断機、折曲機、プレス機、の間の真ん中に持って来るのが良い。各検査場配置案を図7-4-20に示す。

機械加工工場

板金溶接工場

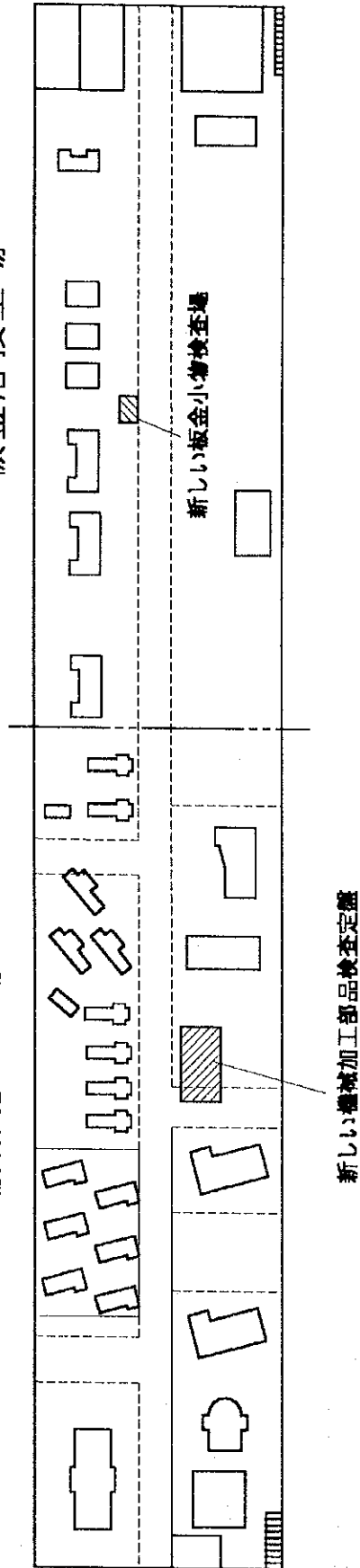


図 7 - 4 - 20 検査場の移動

3) 大型部品の寸法測定における温度補正

大型部品の測定は自主検査と首検、巡回検査或いは完成検査と測定値が合わない場合があるとのことである。経験的には、この原因は気温とワークの温度差に起因することが多い。ワークは加工熱により温度が上がり気温との温度差が生じ、マイクロメータやノギスの温度は、熱容量が小さいから殆ど気温と同じであるので、測定器とワークの間に温度差が発生する。

T_w = ワークの温度 (表面温度計で測定可能)

T_m = ノギス、マイクロメータの温度 (その時の気温に等しい)

T_0 = 標準状態の温度 (例えば 20°C)

ϵ_w = ワークの熱膨張係数

ϵ_m = 測定器の熱膨張係数

L = ワークの測定長さ

Δ_w = ワークの熱膨による標準状態からの伸び

Δ_m = 測定器の熱膨による標準状態からの伸び

とすると次の関係式が成り立つ。

$$\Delta_w = L \cdot \epsilon_w \cdot (T_w - T_0) \quad \text{..... (1)}$$

$$\Delta_m = L \cdot \epsilon_m \cdot (T_m - T_0) \quad \text{..... (2)}$$

その時の測定誤差を E とすると

$$E = \Delta_w - \Delta_m = L \cdot \epsilon_w \cdot (T_w - T_0) - L \cdot \epsilon_m \cdot (T_m - T_0) \quad \text{..... (3)}$$

となる。真の値より測定値は E だけ長く測ることになる。(3) 式はを整理すると

$$E = L \{ \epsilon_w \cdot T_w - \epsilon_m \cdot T_m - T_0 (\epsilon_w - \epsilon_m) \} \quad \text{..... (4)}$$

若し $\epsilon_w = \epsilon_m$ ならば $T_0 (\epsilon_w - \epsilon_m) = 0$ となるから

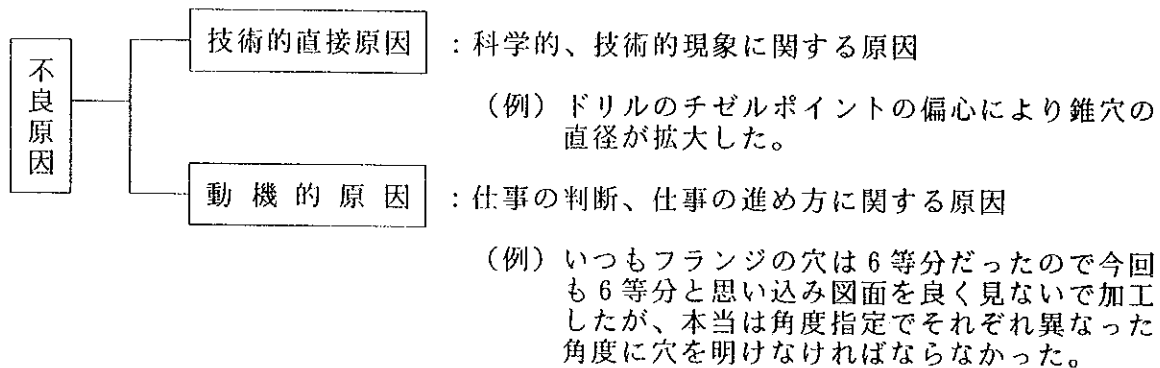
$$E = L \cdot \epsilon_w (T_w - T_m) \quad \text{..... (5) となる。}$$

大きい部品の場合は (5) 式で測定値を補正すればよい。

4) 中間検査と不良解析

中間検査は機械加工、板金溶接加工、加工組立にしても一番職場に近い所での品質検査であり、此処で発見された不良は最もホットな情報である。不良現象は時間が経つに従ってその現象や原因が不明確になり勝ちである。従って不良解析や対策には、まさに中間検査こそ一番大切なチャンスである。

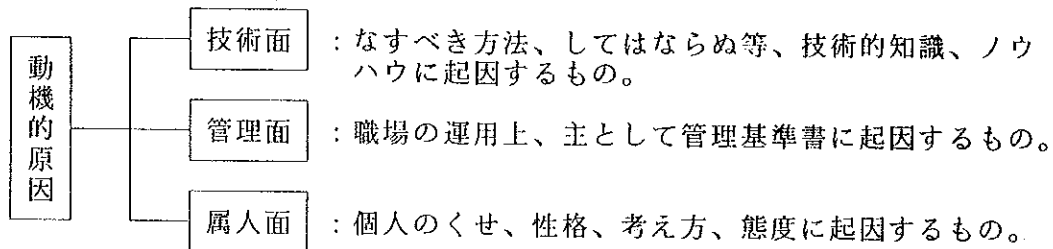
不良原因には動機的原因と技術的原因がある。



これら2つの原因に対して原因追求の方法が違うので、その原因追求の方法を述べる。

(a) 動機的原因の解析

動機的原因は3つある。



① 動機的原因追求の要領

〔なぜ〕 (Why?) 〔なぜ〕を繰り返す要領で追求する。

- 1 W : 何故技術的不良原因を作り込んだか、どういう行動の誤りのためか?
- 2 W : 何故その行動の誤りを起こしたか、どういう判断をしたか?
- 3 W : 何故そういう判断をしたのか、どういう根拠によったためか?
- 4 W : 何故そういう根拠によったのか、どういう判断をしたか?
- 5 W : そういう判断や根拠は、どういう仕事力が弱いためか?

(最終的には個人の責任まで追求される場合があるが、原因追求のあまり個人の人権をそこねてはならない。罪を憎んで人を憎まずの精神で対処する。)

② 動機的原因追求の要点

全体の仕事手順の流れを辿り、各段階での判断や確認の実体を調査する。

技術的不良原因を作り込んだ行動ではなく、その行動をさせた判断や前提確認の誤りを探す。

技術的不良の作り込みを何故防ぎ得なかったか、という見方で調べる。

5 Whyでの追求実例を参考までに図7-4-21に示す。

(b) 技術的原因の解析

① 現象の分析把握

問題解決のポイントを見つけるためには分析の3原則に従って進めるのが効率的である。3原則とは、先ず現象を層別すること、対象を知るために分けて捉えること、次は細分化すること、細かく分けると、多くの問題点が見えてくる。最後に定量化すること、対象を数値で捉え客観化すること、定量化によって問題点の大きさを知ることが出来る。図7-4-22に例として示すように寸法不良、ねじかじり、穴位置違い、加工忘れ、組立不良、溶接不良、その他のように細分化し定量化することによって、パレート図を作ることが出来る。

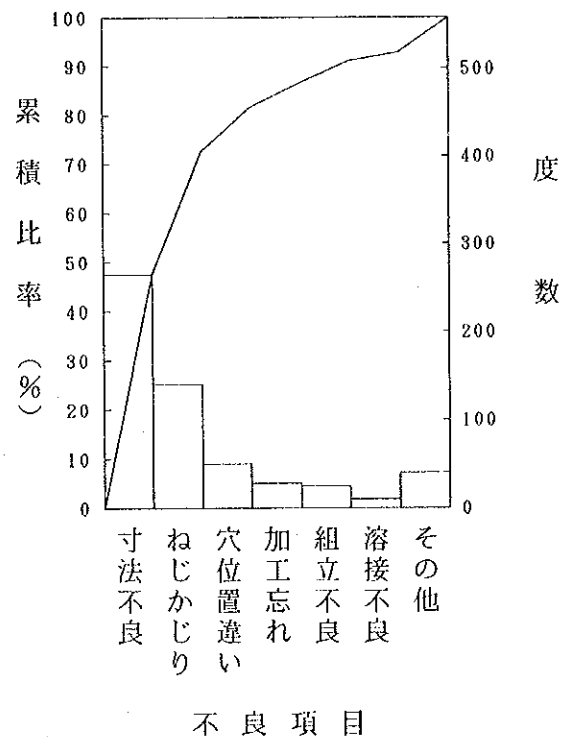


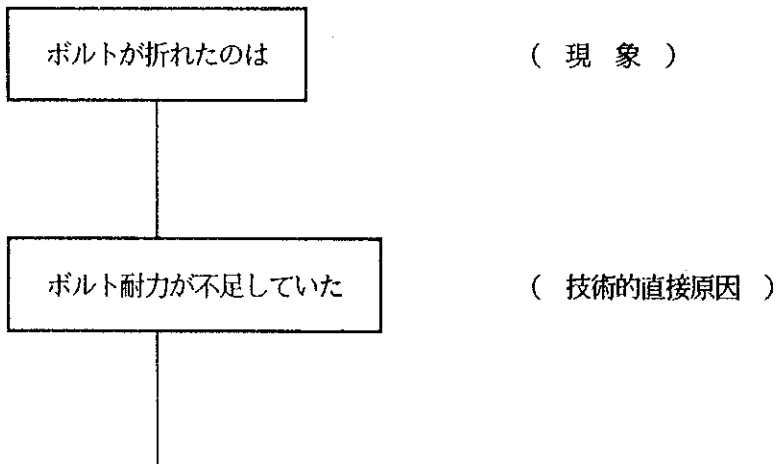
図7-4-22 パレート図の例

② 不良原因の分析

現象の分析把握によってパレート図が作成され、問題の重要性、優先順位が分かってくる。その各不良現象に対して次には原因を追求する。

図7-4-23現象と原因の関係に示すように現象とは結果として現れている事実をいい、原因とは結果を引き起こした基の出来事をいう。製品の部品は各製造

5 WHY 追究の事例



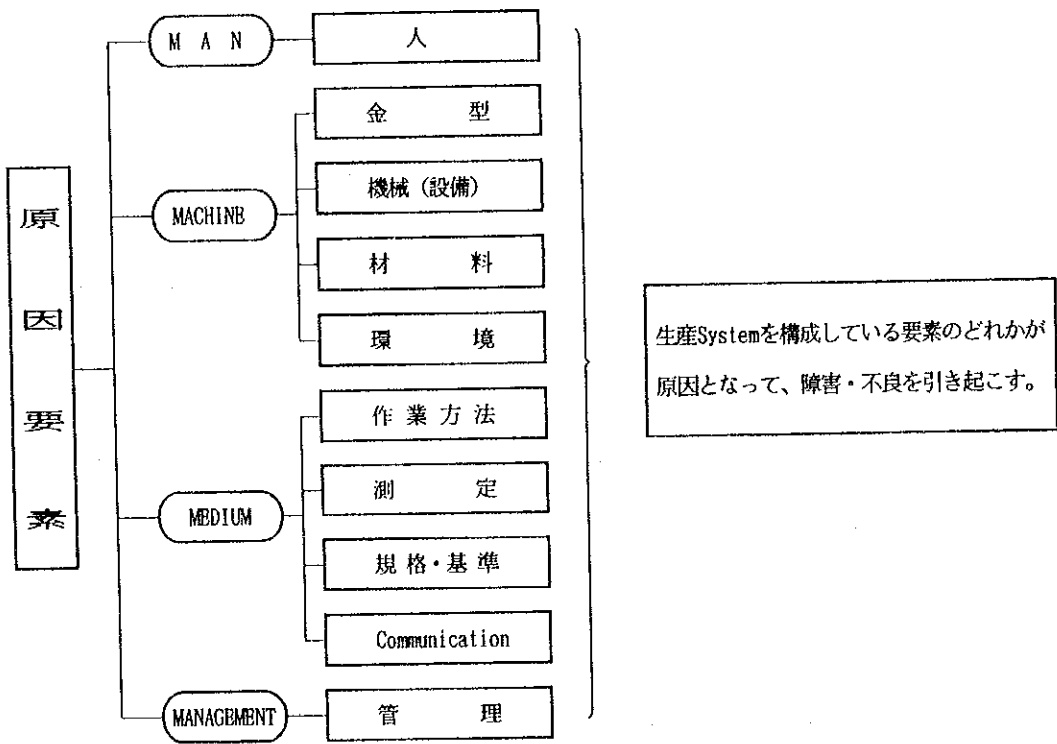
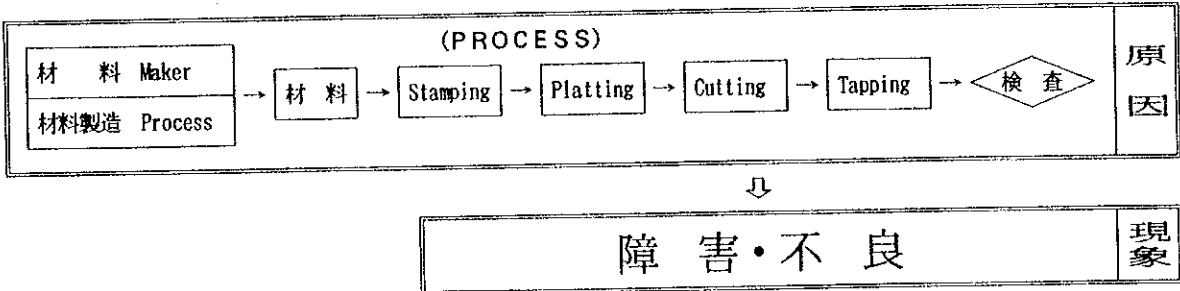
WHY		なぜ
1 W	設計耐圧計算を行わなかった	なぜ計算しなかったか
2 W	他に類似品あり、材料・寸法とも問題なかったので、これを良とした	なぜこれを良としたか
3 W	類似品の設計詳細も調査せず使用条件の違いを検討しなかった	なぜ検討しなかったか
4 W	一般品と異なることに気付かなかった	なぜ気付かなかったか
5 W	経験的にはこれで良と思った これは慣れボケである	

図 7—4—21 5 WHY 追究の事例

現象と原因の関係

現象とは : 結果として現れている事実をいう。

原因とは : 結果を引き起こした基の出来事をいう。



現象を語らしめよ！ ⇒ 現象分析

- ├ 層別して
- ├ より細かく
- └ より正確に (定量的に)

図 7-4-23 現象と原因の関係

工程を経て作られるが、そのプロセスの何処かに原因がある。その原因の要素としては図に示す各要因が関係する。

では或る不良現象に対して何が原因となるかは、一般に簡単には分からない。そこで特性要因図を使ってその原因を推定する。

特性要因図は品質に影響を与える原因とその結果を一目で分かるように書き表した図である。特性要因図を作るには特性を右側に、主要な要因を大きく長い矢印で、主要要因に対する細かな要因を短い矢印で記入する。

その注意事項を以下に示す。

- ・ 重点管理したい問題の特性を決める。
- ・ 関係者 4～5 人を集め、進行係、書記係を決める。
- ・ 模造紙とサインペンを準備する。
- ・ 問題となった内容、経過等を理解し、共通の立場で検討する。
- ・ 各人が要因と思うものを自由に述べる。
- ・ 書記係はこれを模造紙に記入する。誤り、もれを防ぐため発言者に確認する。
- ・ 他人の意見を否定したり、ケチを付けず、他人の意見をヒントとして新たな要因を見出す。
- ・ 要因としては機械、材料、人（作業員、管理者）、作業方法、標準類（作業標準、技術標準）を常に考える。
- ・ 見やすいように整理する。
- ・ 作成者、年月日、製品、工程など必要事項を欄外に併記しておく。

特性要因図の例を図 7-4-24 にしめす。

③ 要因の対策

- ・ 要因を次のように分ける。
 - (i) すぐ対策をとれるもの
 - (ii) 各部門の協力が必要なもの
 - (iii) 今まで再三にわたり要因と考えられながら対策がとれなかったもの
- ・ 対策をたてる
- ・ 実施する
- ・ 特性要因が改善されたか確認する
- ・ 新たに別の問題が起きたか調べる

パイプの溶接不良

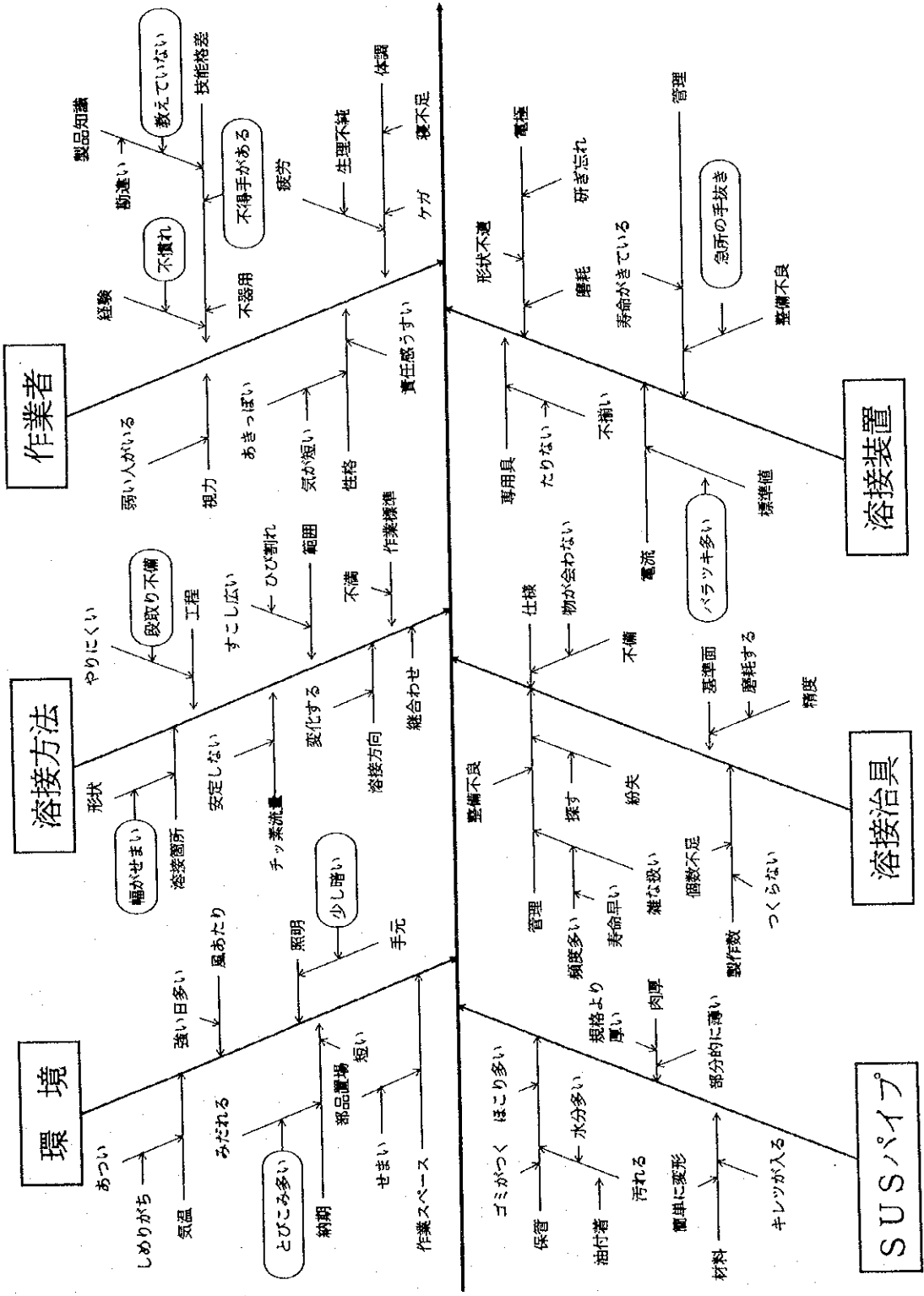


図 7-4-24 特性要因図の例

・定期的に要因をチェックする

④ 成果の確認

対策は成功だったか不成功だったか、チェックする。若し不十分であれば再度対策する。

以上のように不良が発生したら直ちに不良現象を分析し、特性要因図を作成して、それぞれの要因を調査する。主要な要因に対して迅速に対策をとり、その方法が有効であった場合は、作業標準、技術標準に盛り込み、技術の蓄積を進める。これが技術のノウハウとなり技術の進歩に貢献する。

中間検査で迅速に対策するのが効果的なのである。

5) 検査環境の整備

(a) 4 S の徹底

中間検査場は定盤が油と埃で非常に汚れており、正しい測定をするには不十分である。まずは整理、整頓、清潔、清掃を徹底して行い、加工工程職場の見本とならねばならない。測定器の手入れも充分行い、いつでも正しい測定が出来るよう準備しておく。

(b) レイアウトの検討

先に中間検査場の位置を検討したが、毎日のことであるから、作業員も検査員も無駄な歩行を節約して検査能率を上げる。

(c) 職場環境の向上

検査は測定を正しく行い、異常が無いかどうか調べる役割であるから、測定器の整備、測定し易い明るさの確保、塵埃が正しい測定を妨げないように、環境を整える必要がある。

7-4-5 板金溶接工程

1) 板金溶接工程の生産性

既に切削工程において生産性の定義について述べたが、1995年1月の板金溶接工程の実績では各生産性指数は下記の通りであった。

$$1 \text{ 月の稼働時間} = \text{制度時間} = 18 \times 8 \times 20 = 2880 \text{ H}$$

$$\text{標準出来高時間} = 2063 \text{ H (完成工数)}$$

$$\text{実働時間} = 1827 \text{ H}$$

$$\text{間接時間 (仮称)} = 1053 \text{ H} = (2880\text{H} - 1827\text{H}) = \text{制度時間} - \text{実働時間}$$

$$\text{直接比率} = \text{実働時間} / \text{稼働時間} = 1827/2880 = 63\%$$

$$\text{能率} = \text{標準出来高時間} / \text{実働時間} = 2063/1827 = 113\%$$

$$\text{総合労働生産性} = \text{標準出来高時間} / \text{稼働時間} = 2063/2880 = 71.8\%$$

$$\text{間接比率} = \text{間接時間} / \text{稼働時間} = 1053/2880 = 36.6\%$$

実働時間内に達成する標準出来高時間は能率113%で標準出来高時間はこれより少ない実働時間で消化出来ることを示している。

既に第3章で述べた如く、日本の見積り時間に比較すると本分廠の標準出来高時間は4.63倍にもなっており、いかに標準出来高時間を日本の見積り時間に近づけるかが問題である。

2) 溶接部材の準備

(a) I型鋼、L型鋼の取扱

原材料の受け入れ作業では、取扱が丁寧でないため、原材料が変形している状態を現場で観察した。例えば棒材が曲がっていたり、型鋼の直線性が落ちているもの及び比較的直線性の良いものなども目撃した。重量品の荷役設備が不十分のためそれらの取扱が、何時も丁寧でないため保管してある原素材の品質は一定でない傾向がある。

本分廠の板金溶接の工数には、I型鋼、L型鋼の整形工数が沢山含まれており、型鋼の変形による工数増加が大きい。

簡単なジブクレーンを必要な場所に設置し、運搬には1～2トン程度のフォークリフトを用意すれば改善できる。

(b) ガス溶断の精度

現場でガス溶断された部品の切断面は非常に悪く、取り代は過大となり、材料の変形も大きいと思われる。現在のガス溶断は総て手加工であり材料に対して火口の高さ、角度、走行速度が不安定のため溶断面の品質は著しく低くなる。これは自動溶断機の導入により解決出来る。

(c) 素材指定の研究

鉄板から長い素材を切り出す時は溶断加工で歪みが著しくなり、そのため整形のための工数が増加する。比較的小物の溶接用部材は出来るだけキー鋼とか平鋼等を上手に使い、図面に指定することを検討する必要がある。

(d) スケッチサイズ或いは使い易い大きさの素材

現在購入している鉄板は2.5 m × 1.0 mのものが多いようであるが、歩留りが低下しない範囲で取扱い易い大きさを決め、それを生産に使うことを研究する。プレーキテスタやダイナモメータにおいても大体普通のスペックであれば2.5 m × 2.0 m程度以内に収まるものと思われる。この程度の大きさのものは鋼板の保管方法及び吊り方で述べたように、現場に取り出し易く保管すれば非常に能率的になる。

型鋼についても、スケッチサイズの大きさを検討し、0.5か月分程度を現場保管とし、簡単な荷役設備及びフォークリフトを使用すれば仕事がし易くなる。

(e) バンドソーによる材料切断

溶接用部材としてバンドソーによる切断材料を使用することも検討すべきである。斜め切断を精度良く且つ切断面の品質の良い部材を効率的に切断出来る。特に架台の部材として角度切りの必要なところにも使用可能である。

3) 溶接作業

(a) 板取り作業

溶接用部材として棒材或いは型鋼の切断は長さの場合によっては角度切りがあるが比較的容易な作業である。一方1枚の板から素片を取り出すときは、素片の配置が重要である。1枚の決まった寸法(定尺)の板の中にどの様に素片を配置すれば最も経済的で、しかも切断がうまくゆくかを考え配置を決めることを板取り(ネスティング)という。板取り作業は従来は経験と勘とで行って来たが最近ではコンピュータにやらせる方法がある。設計に近い将来CAD化が進めば板取りもCADで

処理出来る。

(b) 溶接準備

一般的な溶接トラブルは、施工の誤りによるものが圧倒的に多く、施工についての知識を持つことが腕のよい溶接工となる条件である。溶接施工法は溶接に先立っての準備から溶接作業、溶接後の処理など広範囲にわたっている。溶接作業の改善のために、アーク溶接の準備から溶接棒の選び方、溶接外観基準などの「溶接施工法」について以下述べる。

① 溶接準備

溶接準備は、溶接作業の中で最も大切な工程であり、製品の出来ばえは溶接材料（母材と溶接棒）の良否、溶接工の技量、溶接治具の適切な使用法、開先加工と清掃及び組立と仮付けの巧拙などによって大きく影響される。これらの準備が完全に出来れば溶接は90%上手く行くとさえ言われている。

② 溶接材料

- ・母材は、極めて短時間に加熱急冷及び膨張収縮を伴う冶金的操作であるから、母材の材質と、適切な溶接棒を選択することが大切である。母材の材質はミルシートなどで確認出来る。もし確認が出来なかった場合は事前に化学分析及び機械試験などによって確かめるのが望ましい。
- ・溶接棒は、母材に適合するものを、次の3点を留意して選択しなければならない。その1は強度である。溶着金属の強度が設計者の意図を充分満足させるものであること。その2は使用性能である。溶接はタイプにより薄板用、厚板用、水平隅肉用、立向き・下向き姿勢のやりやすいものがあり、作業姿勢を考慮したものを選ばなければならない。その3は経済性である。溶接工事を限られた期間内に完成するためには、能率の点を考慮した溶接棒の選定が必要になってくる。溶接棒には、長尺棒、鉄粉をフラックスの中を含んだもの、各姿勢の専用棒など高能率棒が考えられ、これらの中から、母材の材質、板厚、継手の位置、種類、加わる荷重の大きさを充分考慮して選択することが大切である。なお溶接棒は吸湿すると作業性が悪くなり、溶着金属の機械的性質が悪化し、割れ、ブローホールなどの溶接欠陥が起きやすくなるので、使用前の溶接棒の乾燥は是非必要である。

③ 溶接工

溶接部の検査は、いまだに簡単で信頼度の高いものがないので、溶接部の大半

は外観検査のみの検査で終了している。そのために溶接部の強度は溶接工の技量と人間性に大きく左右されている。溶接工としては技量が優秀であること、責任感が旺盛であること、研究心が強いことが望ましい。溶接外観検査基準を図7-4-25に示す。

④ 溶接機及び工具

溶接機が不具合のまま溶接を始めてはならない。特に溶接アース線の取り方が悪く、鉄板、スクラップ、アングルなどを並べて継ぎ足してアースを取ったりしている事があるが、これは電力の損失が多いばかりかアースが不安定になり、途中で作業に差し支えることがあるので、正規のアース線を引いてアース板をしっかりと製品に締めつけるようにしなければならない。

必要な工具は手元に揃えておき、溶接を始めてから道具を取りに行ったり、途中で工具を探しに行くことのないようにする。

⑤ 溶接姿勢

溶接は姿勢が窮屈にならないように、作業台、腰掛けなどの高さを調節して、能率の向上、作業の容易化をはからなければならない。立向き、上向き溶接は熟練した溶接工が溶接した場合でも、下向き溶接に比べて信頼性、作業能率とも劣るため、出来るだけ下向き溶接で行うべきである。

4) 溶接工程の近代化設備（自動溶接機の導入など）

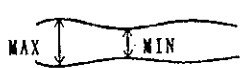
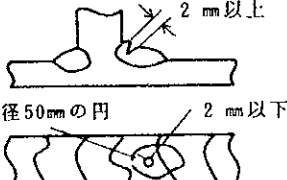


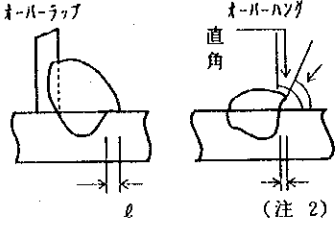

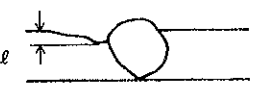
(a) CO₂ 溶接機の導入

現在の溶接設備は被覆アーク溶接であるため生産性が低い。生産性、品質面で性能の高い自動溶接機即ちCO₂ 溶接機の導入を進めるべきである。CO₂ 溶接は、つぎのような特徴を持っている。

- ① シールドガスとして安価な炭酸ガスを用いるので経済的である。
- ② 溶け込みが大きく、溶接速度が早い。
- ③ 直線部、曲線部、長・短尺部、姿勢をいわず適用出来る。
- ④ 溶接操作が簡単である。

CO₂ 溶接機の導入にあたっての留意点は以下の通りである。

- ① CO₂ 溶接機を使用するときには、作業場所を設定して、そのエリア内に、溶接ワイヤー、ホルダなどを上から吊り下げ、作業をやり易くする。

項目	形状	検査基準 (合格範囲)	
1 スパッタ およびノロ	ビート幅	 MIN MAX = 0.7 以上	
	ビート ト 表 面	①  直径50mmの円 2mm以上 2mm以下	① 直径2mm以上のブローホールがないこと。 (但し、2mm未満のものでも直径50mmの円内に複数個ある場合は不合格)
		②  異物	② 異物の混入のないこと
	③  クラック	③ クラックのないこと	
2 オーバーラップ および オーバーハング	 オーバーラップ 直角 鋭角 ℓ (注2)	$\ell = 0 \text{ mm}$	
	アンダーカット	①  ②  ℓ	① 鋭利でないもの (但し鋭利でなくとも深いものは②項により判断する) ② 板厚 6mm未満 $\ell = 0.6$ 以下 板厚 6mm以上 $\ell = 0.8$ 以下

(注1) オーバーラップとは溶着金属が止端で母材または溶着金属に融合しないで重なった部分をいう。

(注2) オーバーハング (オーバーラップと見なす) とは溶着金属の止端が重なってはいないが、母材等と鋭角をなしている部分をいう。なお、類似のものに偏肉 (オーバーラップと認めない) があるが、これは溶着金属の止端がオーバーハングまでには至らないが垂下傾向にあり、それが直角以内で母材等と鋭角をなしている部分をいう。

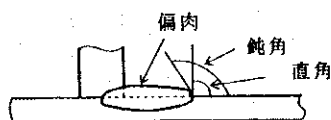


図 7 - 4 - 25 溶接外観検査基準

- ② CO₂ ガス管理については、溶接工場の出来るだけ近くに集中管理し、工場内には作業場まで配管を行い、各溶接機に接続する。
- ③ ガス保管量については、溶接機の台数、一日のガス使用量、ガスの購入量、どれ位の頻度で供給出来るかを考慮してタンクの大きさを決める。

なお図7-4-26にCO₂ 溶接と被覆溶接（手棒）の経済性を示す。

(b) 板金用機械の精度

① 剪断機の精度

現用の剪断機は古い機械ではないが、現場では精度が出ないとのことであった。その理由として剪断精度を決めるストッパーと剪断機の刃物の関係位置の平行が出ていないことが調査の結果判明した。剪断機は機械としては簡単なものであるから、機械の構造を良く理解すれば、直ちに修理改善出来るものである。従って剪断機の精度は、機械を使う作業標準および機械のメンテ作業標準の問題である。剪断機の使い方の作業標準と剪断機を修理する作業標準を作り、保全員、作業員ともに知識と実技を教育すべきである。技能は知識と実技が必要であり、なにか問題が発生したとき、すぐに正しい判断が出来るように訓練しなければならない。近代化で新しい機械を導入するときには、よく学習して知識面、技能面で準備しておく必要がある。メンテ不十分で機械の性能を著しく損ねないように注意すべきである。

② 折曲機の精度

これも剪断機と同じ注意事項が適用される。新しい機械を導入しても作業員、メンテを行う保全員がよく機械を勉強する必要がある。

③ 作業用定盤

板金溶接作業は本溶接に先立ち、仮付けによって溶接構造物全体の形を作りあげる。これは溶接途中の変形を部材同士の干渉で出来るだけ少なくし、出来上がった全体の形が目標形状になるようにするためである。大型の機械部品でも数多く作る場合には、それぞれの部品に合わせた位置決め装置（ポジショナー）を用い、簡単な仮付けも行って溶接構造物を機械的に強く拘束し、最終的な変形を最小に押さえる。溶接では経験的な要素や現場的工夫を必要とする部分が多い。例えば溶接による変形を見越して予め反対側に板を曲げておくとか（見込みを付ける）、また、溶接による変形を最小にするためには、溶接手順が重要なので、部

溶接方法	CO ₂ アーク溶接	被覆溶接 (手棒)	備考	
開先形状				
溶接条件	ワイヤ径 (mm)	1.6	5.0	
	電流 (A)	400	250	
	電圧 (V)	35	25	
	ガス流量 (ℓ/m)	20	—	
材料費の計算	必要溶着金属量 (g/m)	414	812	
	溶着効率 (%)	95	60	
	ワイヤ (棒) 消費量 (g/m)	$\frac{414}{95} \times 100 = 436$	$\frac{812}{60} \times 100 = 1353$	ワイヤ (棒) 消費量 = $\frac{\text{必要溶着量}}{\text{溶着効率}} \times 100$
	ワイヤ (棒) 単価量 (円/kg)	330	180	
	ワイヤ (棒) 費用 (円/m)	$0.436 \times 330 = 144$	$1.353 \times 180 = 244$	ワイヤ (棒) 費用 = 使用量 × 単価
	溶着速度 (g/min)	128	40	
	アーク時間 (min/m)	$\frac{414}{128} = 3.23$	$\frac{812}{40} = 20.3$	アーク時間 = $\frac{\text{必要金属量}}{\text{溶着速度}}$
工賃の計算	ガス単価 (円/ℓ)	0.16 (1kg=83円)	—	
	ガス費用 (円/m)	$20 \times 3.23 \times 0.16 = 10$	—	ガス費用 = ガス流量 × アーク時間 × ガス単価
	アーク発生率 (%)	50	40	
	作業時間 (min/m)	$\frac{3.23}{50} \times 100 = 6.46$	$\frac{20.3}{40} \times 100 = 50.8$	作業時間 = $\frac{\text{アーク時間}}{\text{アーク発生率}} \times 100$
その他	工賃単価 (円/時間)	1500	1500	
	工賃 (円/m)	$6.46 \times 1500 \times \frac{1}{60} = 162$	$50.8 \times 1500 \times \frac{1}{60} = 1270$	工賃 = 作業時間 × 工賃単価 × $\frac{1}{60}$
	溶接機価格 (円)	700,000	100,000	
その他	電力費 (円/m)	$\frac{400 \times 35 \times 6.46}{60 \times 1000} \times 18 = 27$ * 18円/kWh	$\frac{250 \times 25 \times 50.8}{60 \times 1000} \times 18 = 95$	電力費 = $\frac{\text{電圧} \times \text{電流} \times \text{作業時間}}{60 \times 1000} \times \text{単価}$
	償却費 (円/m)	$\frac{700,000 \times 6.46}{5 \times 250 \times 8 \times 60} = 8$	$\frac{100,000 \times 50.8}{5 \times 250 \times 8 \times 60} = 8$	償却費 = $\frac{\text{溶接機価格} \times \text{作業時間}}{5 \text{ (年)} \times 250 \text{ (日)} \times 8 \text{ (時間)} \times 60 \text{ (分)}}$
	保守費 (円/m)	$\frac{700,000 \times 0.1 \times 6.46}{250 \times 8 \times 60} = 4$	$\frac{100,000 \times 0.1 \times 50.8}{250 \times 8 \times 60} = 4$	保守費 = $\frac{\text{溶接機価格} \times 0.1 \times \text{作業時間}}{250 \text{ (日)} \times 8 \text{ (時間)} \times 60 \text{ (分)}}$
溶接費 (円/m)	ワイヤ (棒) 費	144	244	
	ガス費	10	—	
	電力費	27	95	
	償却保守費	12	12	
	工賃	162	1270	
合計	355	1621		

注 板厚16mmの下向き突き合わせ溶接

図7-4-26 CO₂ アーク溶接と被覆溶接の経済比較

品の一方から所構わずに順次溶接したりせず、中心線のあるものでは点対称に、中立面のあるものでは面対称に交互に溶接する。このほかに溶接の作業能率をあげるため、突き合わせ溶接ではなるべく両面溶接はせず片面からだけで全溶接するような工夫をする。このような作業の基準となるのが溶接用定盤であるが、現在の定盤はメンテが行き届いていない。定盤表面にあるスパッターは綺麗に手入れして平面度、水平度を確保しなければならない。

(c) 溶接工場の環境整備

① 溶接部材のキット化

溶接作業の場合も部材をキット化して供給することにより、部材を集めるための無駄、探しに行くための無駄などが節約できる。主要な部品である架台については仮り組み、溶接の工程に従って作業ブロックを分け、それに対して部品ブロックをキット化する。このように工程を標準化しておけば、将来生産台数が増加しても、生産性向上によって消化能力が増す。

② 保護具の着用

溶接工場では粉塵、溶接ヒュームの対策が必要である。すぐには人体に影響はないが長時間粉塵、ヒュームを吸っていると甚大な支障が出てくる。粉塵対策は床面を常に清掃すること、床面に発塵防止用の塗料を塗り塵埃を立たなくする。整理、整頓、清潔 清掃の4S活動を徹底的に展開する。ヒューム対策は溶接場所に局所排気口を設け強制的に屋外に出す。工場全体としては天井に、排気ファンを取り付けなど空気の流れを良くする。また、溶接作業では強烈な紫外線が出るから、必ず遮光面や遮光板を適宜用いる。

5) 架台構造、加工方法の改善

現用の架台は市販の標準型鋼を切断、組合せ溶接した構造となっているが、原価・重量低減および品質・商品価値向上の観点から、図7-4-27に示すように鋼板から特殊形状のフレームを作り、それをを用いてモノコック構造の架台とすることを提案する。このため高機能の折り曲げ機を導入する必要がある。

設計もモノコック構造に変え、併せて各機種フレームの共通化を図り、生産効率を上げる。

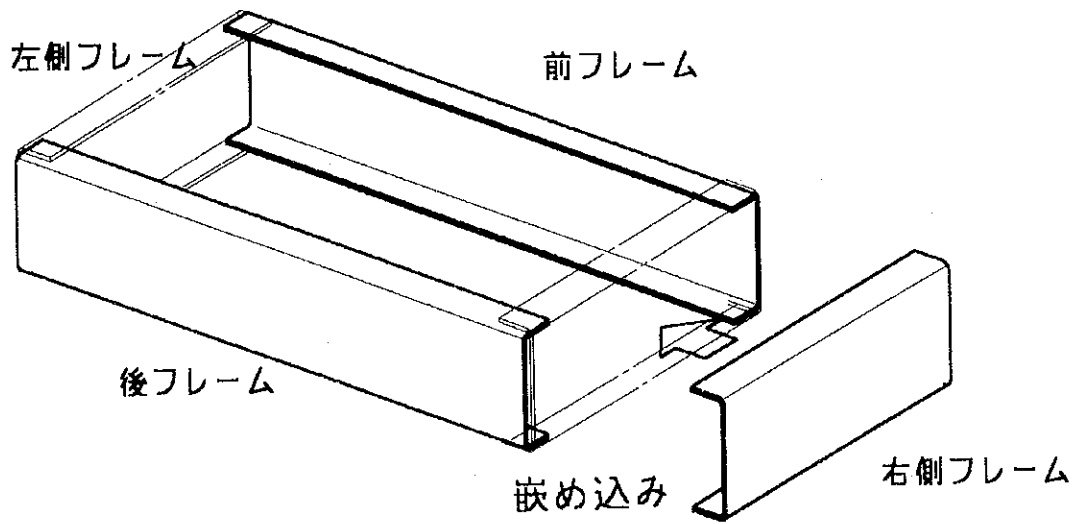


図7-4-27 モノコック構造架台

7-4-6 入庫検査

入庫検査は、生産製造部において組立調整を完了した製品を完成された商品として販売部門所轄の商品倉庫に引き渡す前に行われる。その製品の技術規格、所要条件を満足しているか否かの確認のための検査で、日本で一般的に言われる完成検査の事である。入庫検査は、それ以前の各工程の品質上の問題点が露呈される工程であり、また、客先に不良品を出荷しないため最後の歯止めをかける工程でもあり、重要な役割を担っている。

1) 共通事項

(a) 前工程の確認

それぞれの前工程部門が「次工程はお客様」との品質管理の初歩的且つ原則的な考えに基づいて責任を持って加工組立をし、中間検査を厳正に実施し、記録や測定データが一式添えられて入庫検査部門に予め手渡しされ、それらの書類を最初に点検し、書類上不備の有る場合はその関連部署に問い合わせて実態を把握し、すべての書類審査合格の場合だけ現品の検査に入る手続きにするべきである。

(b) 入庫検査前の準備と環境整備

入庫検査を行う場所を常に一定の場所に限定し、それぞれの機種毎に必要な器材や設備（電源・圧縮空気・水の給排水・照明・相互対話のための無線式ヘッドホン並びに電源電圧・周波数・温湿度測定器など）を常設しておき、更にそれらの機能を点検、確認する。

特に危険を伴う可能性のある試験（シャシダイナモメータの最高出力試験や最大加速試験など）の場合は被試験車の車両固縛装置や検査員のヘルメット着用の準備および周囲の整理整頓と清掃など4Sの環境整備をしておく必要がある。

(c) 職務分掌と人員割当

入庫検査は製品検査員の他に試験機の操作員や被試験車の運転補助要員など必要最小限の人員によって編成し、それぞれの役割分担を決めて各自自分の責任分野を明確に習熟しておき、検査員の指揮のもと、それぞれの責任分担業務を正確且つ適切に進行するよう、必要があれば予め教育訓練をしておくことが必要である。

また、将来においては、職能の専門化とそれに伴う組織の細分化を進める必要性は否めないが、それとは正反対にある程度の技術レベル迄はむしろ多能工化も計画して教育訓練を行い、全体の技術レベルの向上を志向する事の方がより良い選択で

ある。

何故ならば、ある特定の人が出張や休暇で不在の場合、その人のもつ領域の仕事が一時停滞する事により関係する多方面への悪影響がでて、全体の工程の計画通りの進行を妨げるマイナスが発生するからである。

2) ブレーキテストの入庫検査

現在、中国においては「中華人民共和国交通部門計量検定規定JJG(交通)003—93」により、新しく製造したもの(輸入も含む)、使用中または修理後のローラ式ブレーキテストの検定に関する国家標準が定められている。本分廠においてもこの規定によって完成品検査を行っている。

第2次現地調査時においてこの規定に従って立会検査を実施したところ、最終判定は「合格」となった。この機種はある程度量産化された実績を持つもので、品質・性能共、安定化の時期に入っているものと判定する事ができる。

しかしながら、この方法は飽くまでも静的な検定方法であり、動的な検定はその機種の制動力ないしは軸重に相当する自動車を選んで、その現車を使って実際の使用状況と同じ状態でテストをする事になっており、30回のテストをしてその測定の実現性を判定している。

このような実車による検査はそれに使用される自動車が必ずしも完全整備されたものでなく、また、最大の制動力までテストできる自動車をその都度テストの機種に合わせて準備する事は困難であるばかりか、ブレーキを踏む際に規定された値の力(N)を一定にかける事は個人差や踏み具合もあり、踏力計を使用せずには困難である。

(a) 日本における動的検査方法の導入

日本におけるブレーキテストの動的検定方式は、駆動ローラの軸端を長くしてキ一溝を加工しておく。そこに所定の外径を持つ荷重用制動輪(ドラム)を取り付け、このドラムを図7—4—28に示すようなローニーブレーキ装置に取り付け、モータを始動し、ローラを回転させながら締めつけハンドルによりドラムにブレーキをかけた時に発生する反力をダイヤル型バネ秤で読み取り、測定(検定)する。

このダイヤル型バネ秤は荷重用アームの先端のアームフックによって重力方向に引き下げる事により、相応の力を指針が示す方式である。

また、この方法はバネ秤の指針を見ながら各機種別に決められた制動がかかるよ

うに前述の2本の締めつけハンドルによってその締めつけ力を加減してローラに制動をかけ、バネ秤の数値をブレーキテスト本体の表示盤に示される制動力との比較によって判定するものである。

日本方式を参考にして、動的テストを行う事を推奨する。

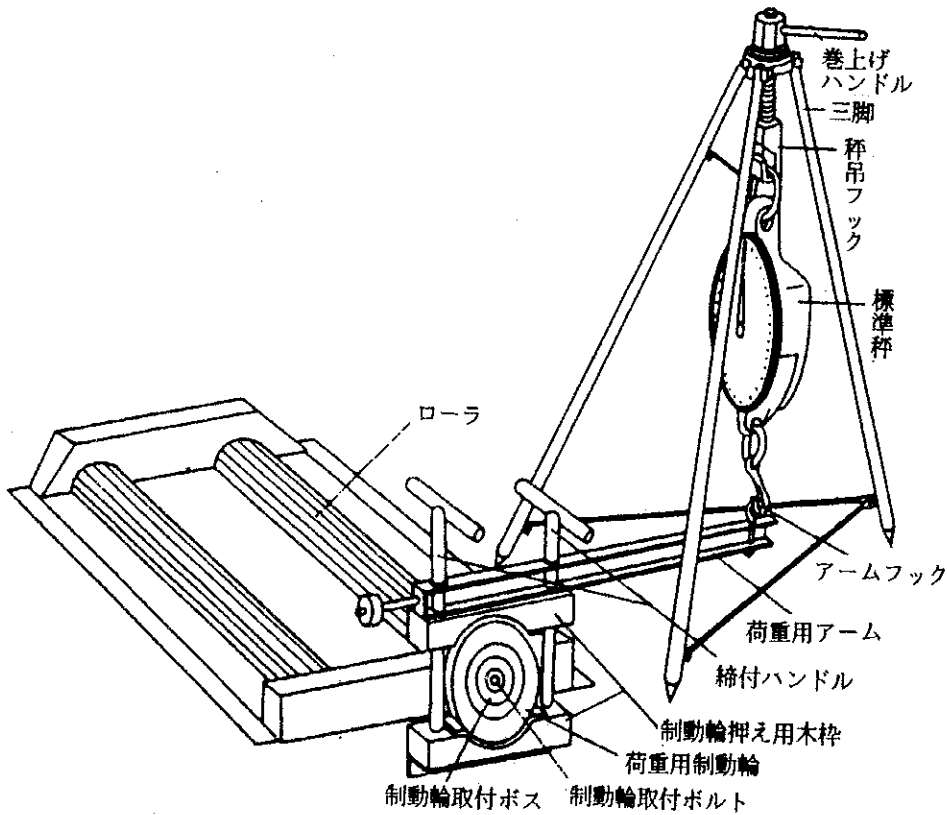


図7-4-28 ブレーキテストの動的校正装置

(b) 試験条件の設定

実車テストでは軸重、タイヤ空気圧、タイヤ表面のパターンなどの諸条件の差を比較評価し、適切な条件を設定して再現性テストを行う事が望ましい。

蘇州市公安局試験場でも再現性の問題が指摘されており、十分な検査、確認が必要である。

(c) 駆動モータ電気特性の評価

ローラ駆動用モータ開閉器の故障率の高い事が問題となっている。

ローラ部とモータの機械的結合部のアライメント、モータの特性、開閉器性能などを総合的にチェックするため、モータ起動時の電源電圧、起動電流、開閉器の動作

特性を測定、記録し、不良品を外部に出さぬよう充分注意する必要がある。

3) シャシダイナモの入庫検査

シャシダイナモメータについても現在既に中国では「中華人民共和国交通部門計量検定規定JJG 865—94」の検定規定があり、当廠においてもこの規定に基づいて検査をしている。

しかし、本分廠がシャシダイナモメータを開発したのは最近の事であり、現在においても開発過程において体験した諸問題を踏まえて次の新型の開発に着手しており、安定した型式のものはない。従って、調査の過程においても、幾多の問題が次々と発生して調査が順調に進まなかったが、それらの都合で、現在試作中の製品について、上述の国家標準に基づいて静的検査による検定試験を実施した。

国家標準の中には動的試験方法も示されているが、現品が目下開発進行中のもので動的試験を実施する段階までに到っていないので、今回は静的検定だけを実施せざるを得なかった。

(a) 静的検定方法の改善

この静的検定に用いられる専用測定レバーは、原理構造上、本体への装着に非常に時間がかかる。さらに、レバーが水平に装着されない構造のため、検定用重錘（負荷）をかけた際に生ずる撓みのため、駆動ローラ中心から専用レバーの負荷中心迄の距離が変化する。このためその都度、コンベックスルールでその底辺の長さを測定し、三角関数による計算を現場で電卓で計算する方式とならざるを得ない。この方式は長さの測定誤差、関数計算ミスによる誤差などの発生の可能性があり、理想的な方法とは考えられない。

これを改善する方法として図7—4—29に示す直接荷重負荷方式を紹介する。この方式は図にみられるように、動力吸収装置のトルク検出用センサ（ロードセル）の上に負荷用重錘を直接乗せて行く方式で、この荷重受台は常に本体に取り付けられ、その受台自身の荷重は予め零点校正の際、零になるように校正されている。この方式によれば、現状に比較して10%以内の工数で静的検定が完了する筈であり、測定精度も格段に向上する。

(b) 検査環境の整備

本機種が開発途上にあるので止むを得ぬ面もあるが、検査場の給・排水設備、車

両固縛装置、装置フレームの固定やアライメントの出し方に問題があり、危険も感じられた環境の整備は是非必要である。

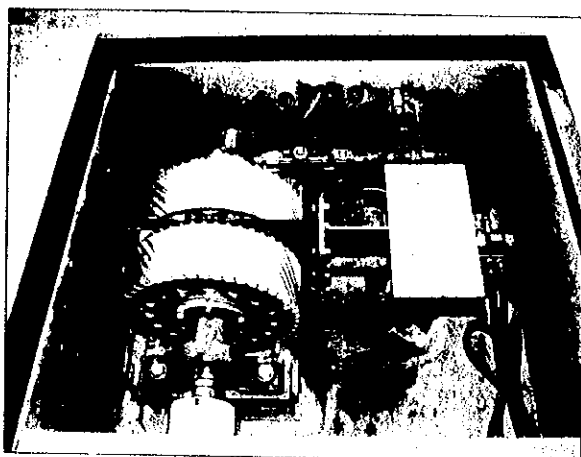


図 7—4—29 シャシダイナモの静的検定方法

4) 全自動車検システムの入庫検査

本件は個々のテストの性能試験ではなく各種のテストを使って、全自動的に自動車の基本的安全性の検査をするトータルシステムの入庫検査であることを先ず基本的認識として再度確認する必要がある。

本分廠においては車検システムを構成する検査機器を全機種は生産しておらず、その一部の検査機は外部から完成品として購入して、必要なライン構成を満たしている。

前述のようにトータルラインシステムの検査をする訳であるから、例え購入品であろうともラインには現品があり、それから得られる（入力される）信号やデータは必ずシステムに通して作動させてみなければシステムの検査とは言えない。

若し、現品を常時在庫しておくことに在庫負担等の問題があるとすれば、少なくとも模擬信号が発信できる装置を自作して、必要に応じた信号を発信させ、システムの動作確認を完全にできるような体制を確立すべきである。

(a) 耐久性の確認

顧客への納入前試験はシステム、構成機器の弱点が発生し易い試験条件を定めて最低3日間以上のフル稼働ランニングテストをした上で出荷する必要がある。十分な確認をしないで出荷すれば出荷先の現地における現地調整、システムの立ち上げに日数がかかるばかりでなく、若しトラブルでも発生したら

- ① 先ずお客様の信頼をなくする。

- ② 製品の信頼性への不安と不満をもつ。
- ③ 決して良い口コミはなされない。
- ④ 現地出張費が増大して、社内的にも大きな損失を来す。

(b) 他社品の品質保証

例え完成品として検定に合格した試験機であったとしても、受入側（当廠）でも何らかの受入検査はしなければ、問題が起きてしまえば他人の責任には出来ないと考えべきである。

購入先メーカーと十分に協議して、両者が協力して問題の処理に当たる事を建議し、その具体策を文書で取り交わす迄に両者の責任分担と信頼関係を構築しておくべきである。

(c) モデル車検ラインの多目的利用の促進

当廠の入庫検査場は実際に各種車検場で使用されると同一条件で、トータルシステムのランニングテストができる専用の検査場でもあり、また、潜在需要客へのPRデモンストレーション場でもあり、更には各機種個別の耐久試験場としても活用できる、極めて恵まれた環境設備である事を再認識して、入庫検査はもとより、各種の目的別に多目的に活用する事を積極的に考えるべきである。

その一例として乾燥した自然状態の標準タイヤと雨に濡れ、泥のついたタイヤのブレーキ力の比較テストを実演できるようにブレーキテストのピットは排水設備を追加して、そのようなデモンストレーションもやって見せるとか、将来、日本式の鉄溝ローラを生産するようになった時においても、それらの比較テストが充分且つ完全に出来るように配慮する事も、競合他社より一步リードした構想となり、セールスポイントにもなり得る。

(d) 環境の整備

電源電圧の変動、周波数の変動に対しても常に監視体制をつくる事や、瞬時停電がおきた場合のバックアップ電源の整備も完全に設備しておくと共に、更に落雷事故を未然に防ぐための設備等、折角積み上げた数々の貴重なデータやソフトウェアが消滅するような不幸な事態を招かないための検査場の見直しをする事が必要であろう。

(e) 試験要員の育成

全自動車検ラインシステムは、それ自体相当に高いレベルの技術力を持たないと

設計も検査もメンテナンスも出来ない領域の仕事なので、それに対応する人材の育成を急ぎ、いつまでも設計者がいないとトラブルシューティングも、一寸した故障も修理できないようでは完全な入庫検査も出来ない事になる。従って、積極的にそのような人材を育成する事を提案する。そして、設計者が現場に来なくても本来の検査員だけで完全な入庫検査が出来る体制にしなければならない。