

通信機工場におけるインダストリアルエンジニアリングと品質管理

The Industrial Engineering and Quality Control in Communication Equipment Factory

坂 田 一 志* 清 水 昌*

Kazuyuki Sakata

Syo Shimizu

内 容 梗 概

ここ十数年における工場管理技術の進歩は目ざましいものがあり、通信機を生産している日立製作所戸塚工場においても、戦後は特に新しい各種管理技術を取り入れ、著しい発展をとげつつある。

その中でもインダストリアルエンジニアリングと品質管理は混然一体となって工場経営の合理化に最も効果をもたらしている。本稿においては、このインダストリアルエンジニアリング機能のうち作業の標準化、標準時間、コンベヤシステムにつき、また品質管理関係では管理の本格化に伴い、その基本となる材料、設備治工具、計測器の諸管理ならびに工程検査、保証試験につき、その実施内容と効果について述べる。

1. 緒 言

諸外国および日本国内における工場管理技術は、ここ十数年の間に長足の進歩を遂げつつある。

これは各種の製品について品質、価格、納期に対する顧客の要求が非常に高まってきたためであり、この傾向は今後ともますます激化することは必然である。なかんづく、通信機は社会活動の動脈的役割を果しており、その動脈の硬化は人間同様社会を麻痺させる。したがって通信機に対する品質の要求はきわめて高く、しかも製品納期は短かく、かつ、その用途により多種類の製品が要求される。工場における生産形態も有線関係は、最終製品において多種少量生産的であるが、その機能を構成する機器および部品は共通的で、むしろ中量ないし多量生産的である。また、エレクトロニクス応用製品の進歩はきわめてめざましく、これらの生産は一品料理的である。

よって、製造方法、使用材料など多彩をきわめ、これに要する技術、技術は広範囲にわたり、他工業に比して特異的存在であるといえよう。

したがって、通信機器を生産している日立製作所戸塚工場における、製造上の諸管理方式もこれに対処するため種々研究改善が行われてきたが特に、戦後は統計的品質管理など新しい管理方式を導入し著しい発展をとげている。

その中でも最も直接的に工場の生産合理化に効果のあったものは、インダストリアルエンジニアリング機能(Industrial Engineering 以下 I. E. と略称)と品質管理ではなからうか。

そもそも工場の生産合理化は作業の標準化、材料、設備治工具、計測器管理などの基本事項を確立し、検査、保証試験の充実と相まって、物の流れを合理化するため

に、作業の同期化と運搬の動力化を行い、いわゆるコンベヤシステムへと発展し、さらに生産の自動化、フィードバックを含めたオートメーションへと進展するのが常道である。日立製作所戸塚工場においても同様な経過をたどっており、この中で果した I. E. と品質管理の役割ははなはだ大きいと信じている。

以下この順序に従い実施内容について述べるが、すでに発表した事項⁽¹⁾と工程管理には触れないこととする。

2. 実 施 経 過

2.1 第1段階(工程の標準化、時間研究の実施、品質管理の導入、昭和20年11月～昭和25年2月)

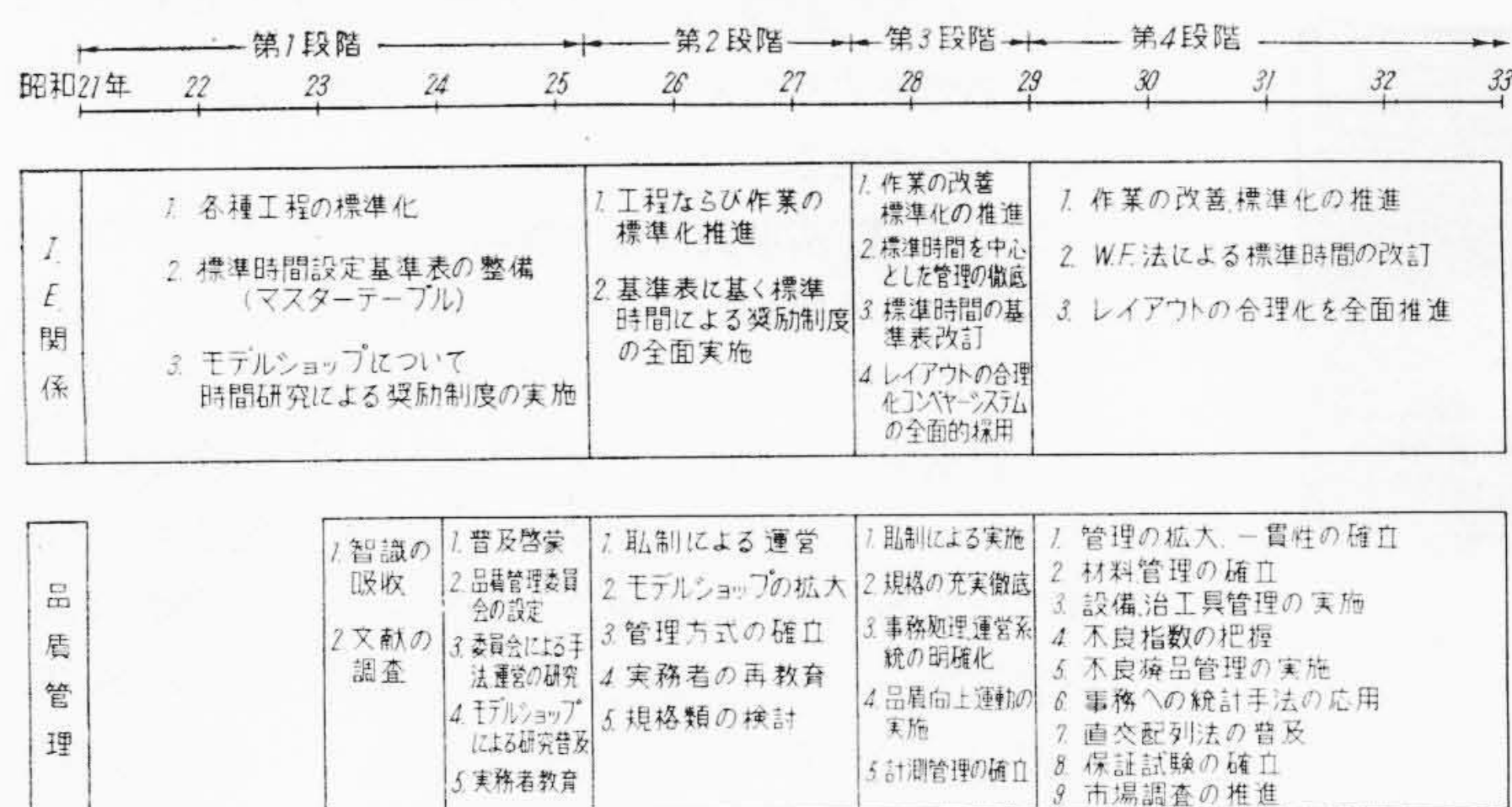
終戦直後、生産量もきわめて少なかった時代に30年来の通信機生産の伝統に加えて時間研究を基礎とした生産管理の技術体形を築き上げることを再確認して通信機器の生産を行った。

作業標準化の第一歩として、まず標準工程を確立することから始まった。この工程の標準化に4年の歳月を要し、一部のモデルショップについては時間研究による奨励制度を実施した。ちょうどこの時期、すなわち昭和23年より品質管理導入に対する動きが始まり、翌24年には具体化を促進することとなり、モデルショップを選定して実施を具現化した。

2.2 第2段階(基準表による S. T. 全面実施、品質管理導入初期、昭和25年3月～昭和27年7月)

この時期においては標準工程の確立を推進するとともに一部の職場における奨励制度実施中に各種作業に対する標準時間(以下 S. T. と略称)設定用の基準表(master table)を完成し、この基準表により全部品の全工程に新しい S. T. を設定し、全職場に奨励制度を採用した。品質管理関係は、このころ、モデルショップの実施効果が認められるとともに逐次工場全般に統計的品質管理の認識がたかまっていた。

* 日立製作所戸塚工場



第1図 実施経過説明図

2.3 第3段階（作業規格の制定、基準表の改訂、品質管理方式の確立、コンベヤシステムの全面的採用、昭和27年8月～昭和28年12月）

この段階では各種作業につき、根本的な事項について作業の標準化を行い、これを作業ごとの作業規格として作成し、標準工程、作業規格を S. T. とともに維持、改善するようになった。また S. T. については切削諸元、人員構成の変化により、S. T. 基準表を改訂して全部品の S. T. を新たに設定しなおした。品質管理は第1期が完了し漸次各職場の品質管理が軌道にのり、当時不安定であった各機種、各工程の色々な問題をとらえてこれを解決していった。またこの時期に従来まで継続してきた品質管理を再検討し新たに出発するとともに、材料その他の基本管理の確立にのり出し、これらを基盤としてこの年にコンベヤシステムの全面的な採用を決定した。

2.4 第4段階（作業規格の充実、W. F. 法の採用、品質管理の本格化、昭和29年1月～現在）

第4段階においては製品、部品の重要工程につき、徹底的な動作研究、実験計画法を折込んで作業の標準化を行い、これを作業指導票として現場に配布徹底し、これに基づいて作業ならびに品質管理を行っている。また S. T. については昭和30年度より W. F. 法を採用し、品質管理は管理の本格化について進行している。以上の実施経過を説明すると第1図のとおりである。

3. 作業標準

3.1 作業の標準化

3.1.1 作業の標準化における I. E. と品質管理

I. E. はここ二、三年来、色々の向きから紹介されているが⁽²⁾、現在 I. E. と呼ばれているものの範囲に入る多くの機能は19世紀後半から始まった F. W. Taylor を祖とする「科学的管理法」に含まれているから歴史的にみると、この時代から始まったと考えて

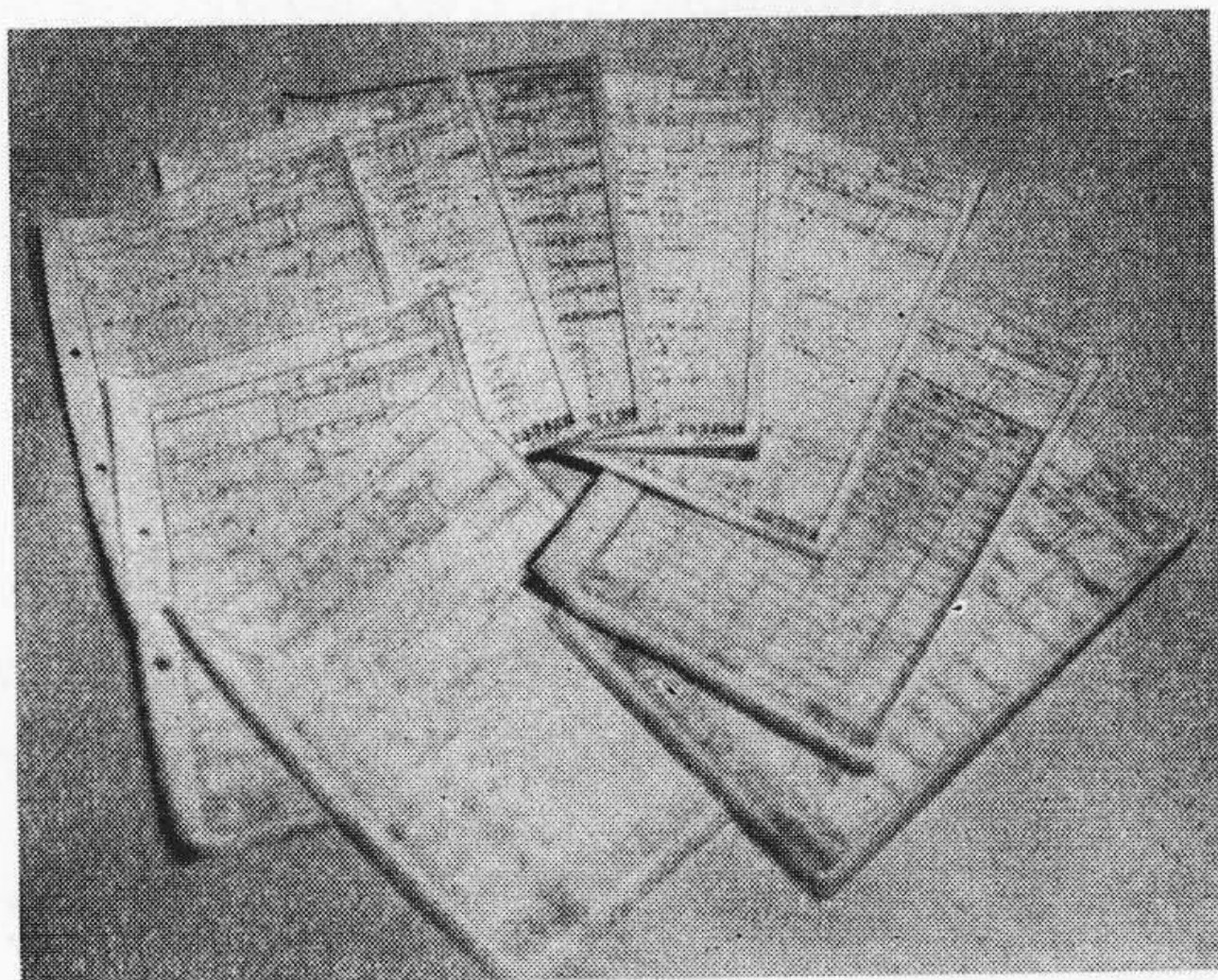
もよく、一方品質管理はよく知られているように、20世紀前半に W. A. Shewhart に発する「統計的品質管理」である。この両者は目的を一つにするとはいえず、その手段方法にはかなりの相違が見受けられる。

作業の標準化におけるこの両者の方法を比較してみると、すなわち、前者は作業者の動きを中心とした最良の方法 (one best way) を発見するため、動作研究、時間研究を用いてむだやむりを除き、作業動作の標準化を行い、この動作に従って S. T. を設定する。後者は作業者を

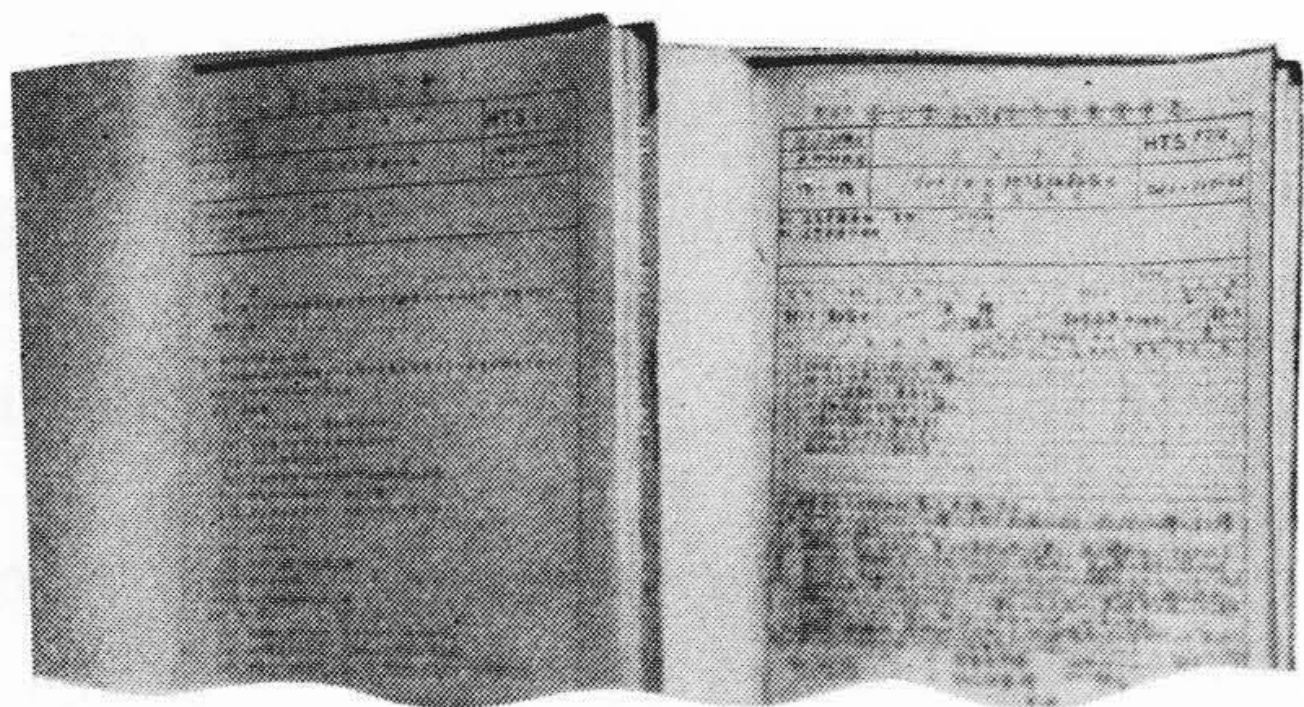
対象とするというよりは、むしろ作業工程自体を直接対象として作業工程から生れる製品の品質特性に着眼し、それを数量化し、統計的判断をもって例外的変動要因を除かんとするものである。したがってその行動にはかなりの違いがあるが、生産には人の動きを中心とした管理と製品の特性を中心とした管理とは欠くことのできないもので、この管理を行う前提としての作業の標準化にも、この両者を併用することが大切である。日立製作所戸塚工場でもこの両者により作業の標準化を行っている。もっとも I. E. にはまだ定説がないところから、I. E. における作業の標準化にはもちろん品質管理的手法を含んでいるのだという見方もあると思うが、ごくせまく考えてこのように述べておく。

3.1.2 工程の標準化

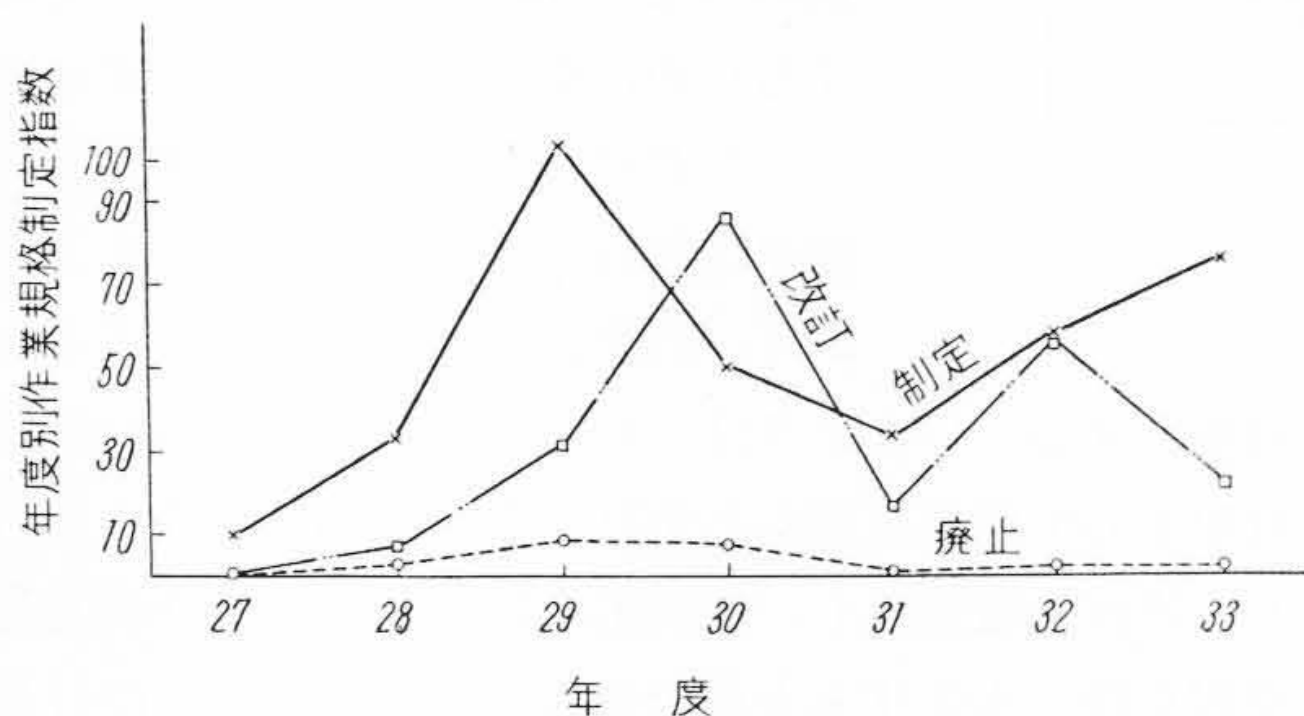
品物をつくる場合、作業標準の第一歩はその品物の流れていく工程に始まる。したがって工程を標準化することが個々の工程内の作業の標準化を行うと同様に大切な問題である。繰返し性のないものや、あまり重要でない部品については工程の標準化のみで作業標準



第2図 工程図



第3図 作業規格および作業指導票の一例



第4図 作業規格制定・改廃状況

を代表することができる。これらの工程は第2図に示す工程図に指示され、現在全製品について工程の標準化が行われており工場内必要箇所に配布運用している。

3.1.3 作業標準の確立

作業標準には、作られる品物には関係なくそれぞれの作業ごとに共通的な事項と、個々の品物によって異なる事項とがある。共通的な事項は分析検討し、これを作業ごとの作業規格としてまとめている。また、個々の品物によって異なる事項は、その動作内容、使用機械治工具、使用条件などを明記し、作業指導票を作成している。指導票の作成に当っては、先述のごとき動作研究と実験計画法を折込んで行う。第3図は作業規格、および作業指導票の一例である。

またこれらの規格類がいかに有効に使われているかを示すものはその規格の改廃状況である。作業の改善や変更に伴ってそのつど改訂が行われてはじめて規格が生きているのである。第4図に作業規格の制定ならびに改廃状況を示す。

3.2 S. T. の設定と管理

3.2.1 基準表による S. T. の設定

戸塚工場においては古くからストップ・ウォッチ法による個々の作業観測により S. T. を設定し、奨励制度を採用してきたが、終戦とともに一部のショップを残して、新しい段階に入るための準備に移った。

すなわち、工程の標準化ときわめて多数にのぼる S. T. を公平にしかも能率良く求めること、従来行わ

れていた個別的観測による S. T. に対する各種のトラブルを解決するために、各作業別の S. T. 基準表を作成したのである。

この S. T. 基準表はまず機械作業全般について作成され、次に各種組立作業についてもこれを作り、基準表を作成することが経済的でない作業のみ、やむを得ず、個別的に時間観測を実施して S. T. を設定した。

これにより工程ごとの要素動作さえ立案できれば間違いなく S. T. が設定できる準備を整え、戸塚工場の全部品製品に対して新たにこの基準表に基づく新 S. T. を設定し、S. T. による管理が可能となったため、昭和25年3月より各ショップいっせいに新 S. T. に基づく、個人請負（一部の共同作業は連合請負）の奨励制度を採用した。

3.2.2 W. F. 法 (Work Factor Method) の採用

W. F. 法は昭和25年 Motion Time Standard としてわが国に紹介された当時より、各種研究会にも出席して鋭意研究に着手した。

戸塚工場の基準表はストップ・ウォッチ法によったものであるが、このストップ・ウォッチ法には次のような若干の不具合な点があった。すなわち、その第1は平準化(特に rating)の問題である。平準化は、もっぱら観測者の判断のみに基づくものであるから観測者にはきわめて高い判断力が要求される。このための訓練には、レーティング・フィルム (rating film) などを使う必要がある。第2は基準表や時間公式を新たに作成する場合には多くの人手と期間とを必要とする。第3は従来経験されていない新規の作業の時間見積りが簡単にできないことや、コンベヤなどの計画の際、真の作業時間の見積りが高精度で行えないなどである。

古い時間研究手法のもつこれらの不具合性を解決するために、米国で各種の標準時間値法 (Predetermined Time Standard) が考え出された。その主なものは 1. W. F. 法, 2. M. T. M. 法 (Method Time Measurement), 3. B. M. T. 法 (Basic Motion Time Study), 4. D. M. T. 法 (Dimensional Motion Time) 等々である。

われわれはこれらのうち、わが国で最も早く普及段階に入った W. F. 法を中心に M. T. M. 法を参考として研究を進めてきた。その結果、戸塚工場で使用中の基準表は多くの問題を含んではいるが、前記の不具合性はほぼ解決していた。すなわち第1の点である、各観測者のレーティングについては、相当の経験と訓練によってそのばらつきが少ない上、基準表の各要素作業は、これら各観測者の測定値を数多く取り、しかも統計的処理を行っていたのでさらに、そのレーティング精度は高まっていた。W. F. 法にしろ M. T. M. 法

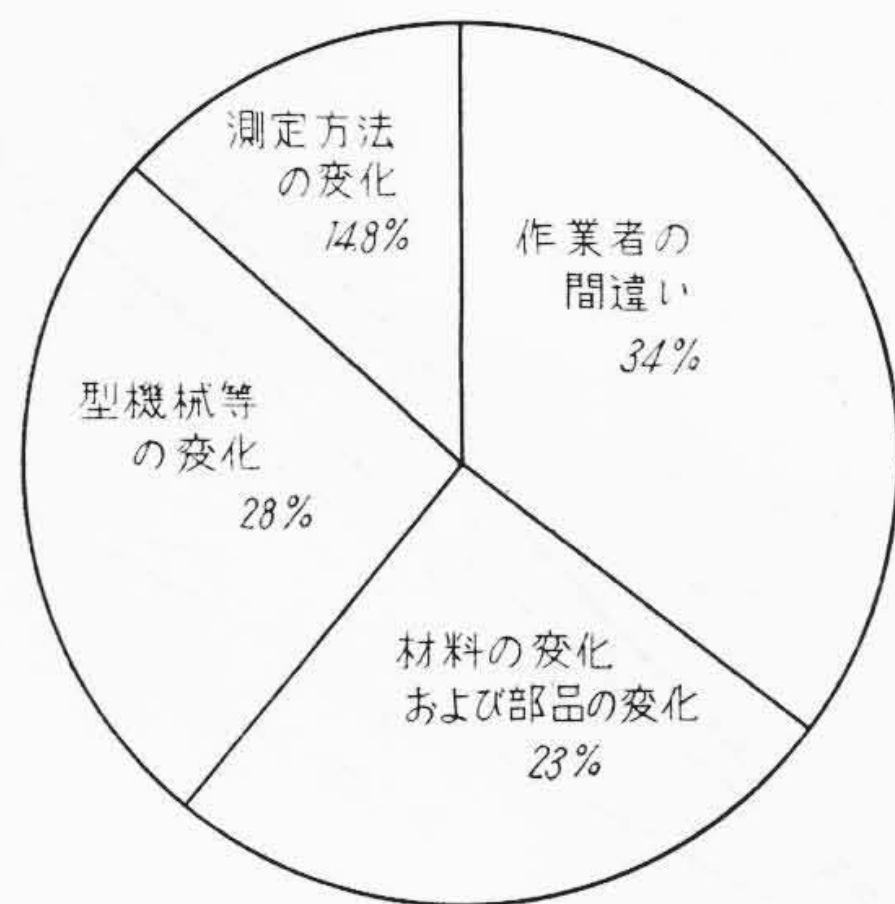
にしる個々の動作時間標準表については結局のところ多くの観測資料をもととしてレーティングしたものであってみれば、考え方は同じものである。第2の点はすでに解決済みであり、第3の点も、基準表によりほぼ解決していた。しかるにあえてS.T.設定法にW.F.法を採用した理由は、日本の他工場とやや趣を異にしている。すなわち、その理由は、第1に戸塚工場の基準表の動作分割単位が大であったことと、時間値の単位が大きかったことであり、第2は時間値の水準が若干低かったことである(いずれもW.F.動作時間標準表に比し)。これにより昭和28年より全面的に従来の基準表をW.F.法によって再分析することとし改訂に着手した。この際、W.F.法によればかえって不具合な箇所、たとえば、軸合せの一例としてドリルを孔明治具ブシなどに挿入する動作は、明らかに戸塚工場としては使えないので(W.F.法による軸合せ回数が多すぎる)、これらの点を修正して基準表を改訂した。この改訂に当っては正味作業に詳細法(D.W.F.)段取作業には簡略法(A.W.F.)余裕係数の設定にはワーク・サンプリング法⁽⁴⁾(Work Sampling Method)を新たに採用した。この改訂された基準表により、個々の部品、製品のS.T.算定を行い、昭和30年7月より全面的にW.F.法に基づくS.T.に改訂し、すべての管理値をこれに置換えたのである。この間W.F.法については、労働組合をはじめ、技術者、現場組長、作業者に対し数次にわたる説明教育を実施した。

4. 品質管理の本格化に伴う諸管理の確立

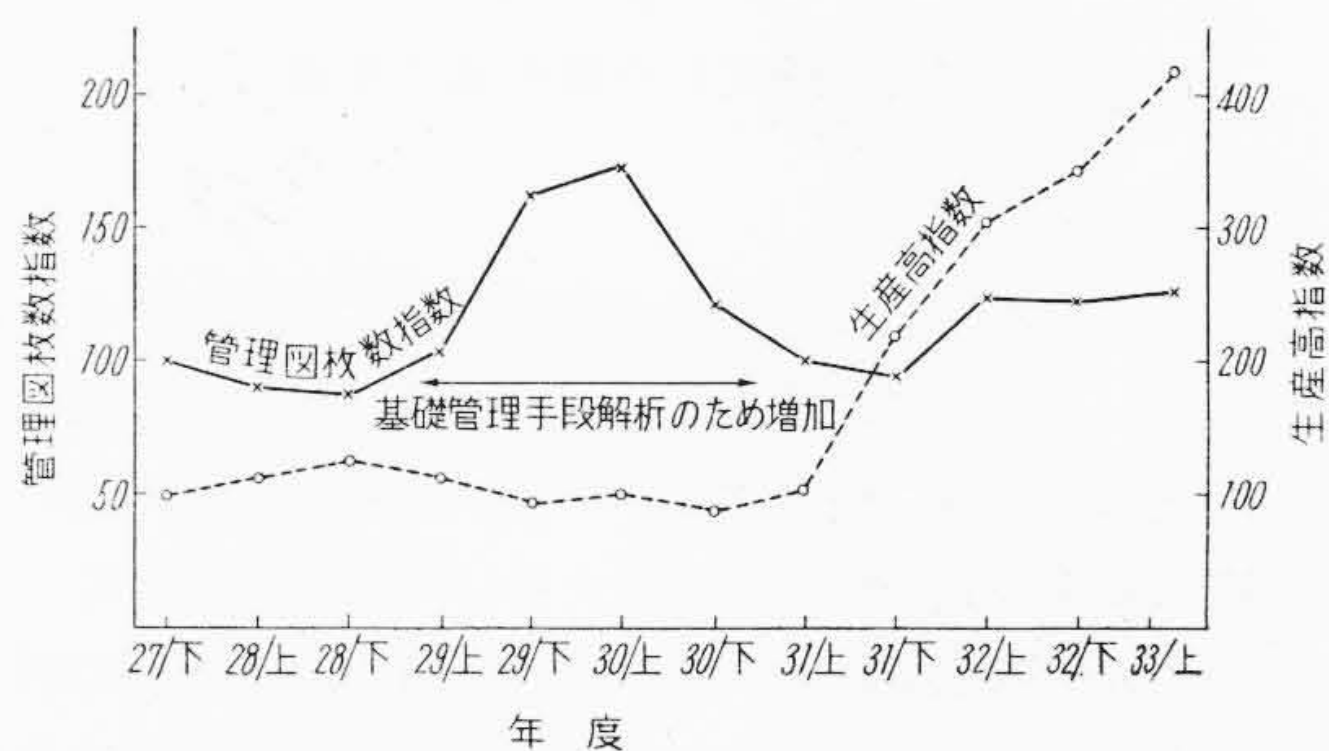
実施経過の第3段階で述べたごとく、作業の解析および、管理方式の基礎となる時間研究、管理図法、実験計画法については手法も確立し一般への普及啓蒙も徹底し、これにより、製造品質のばらつきも逐次安定し工場内各部門においてその効果がみられるようになってきた。

したがって第4段階における製造工程の問題点は第5図に示すように作業工程、作業方法に関する問題は少なくなり、単純な間違いのほかは機械設備、治工具、材料、測定関係に集約されてきた。この現象は生産の根源である5つの要素すなわち、人、機械設備、材料および作業方法、計測の一貫した管理が根本であり、個々の要素ごとに管理手段をさらに徹底確立する必要を示している。

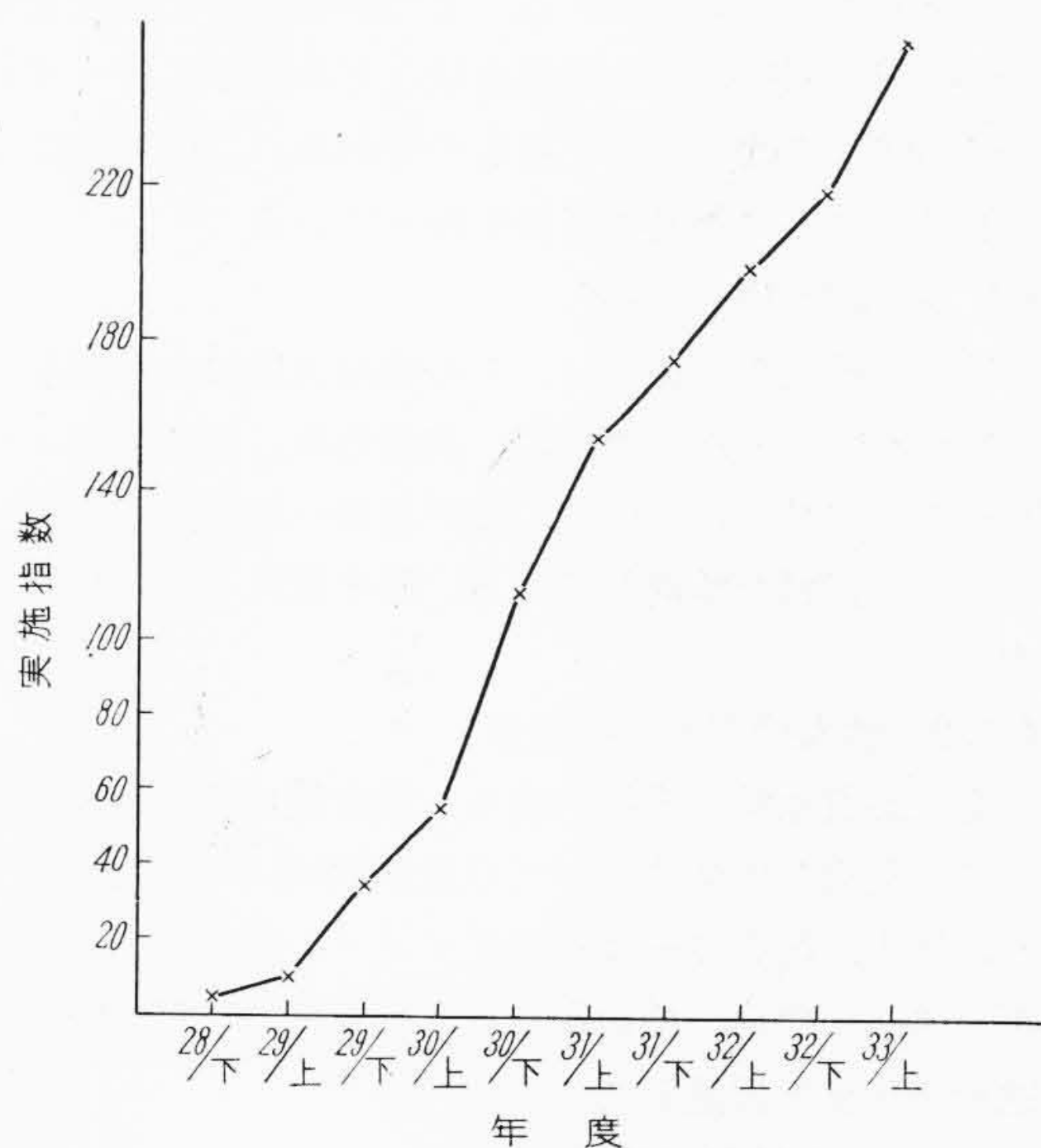
したがって管理の本格化段階においては第6図に示すように管理図による解析を強化し、かつ統合した管理方式を改善することにより、従来作業面においてはいっそう分業化を徹底し、同期化、動力化を行うとともに管理面においては計測の自動化、管理の自動性を向上し、オートメーション化への基礎の確立をはかった。したがっ



第5図 昭和28年度管理限度外事故内容



第6図 管理図枚数の変遷

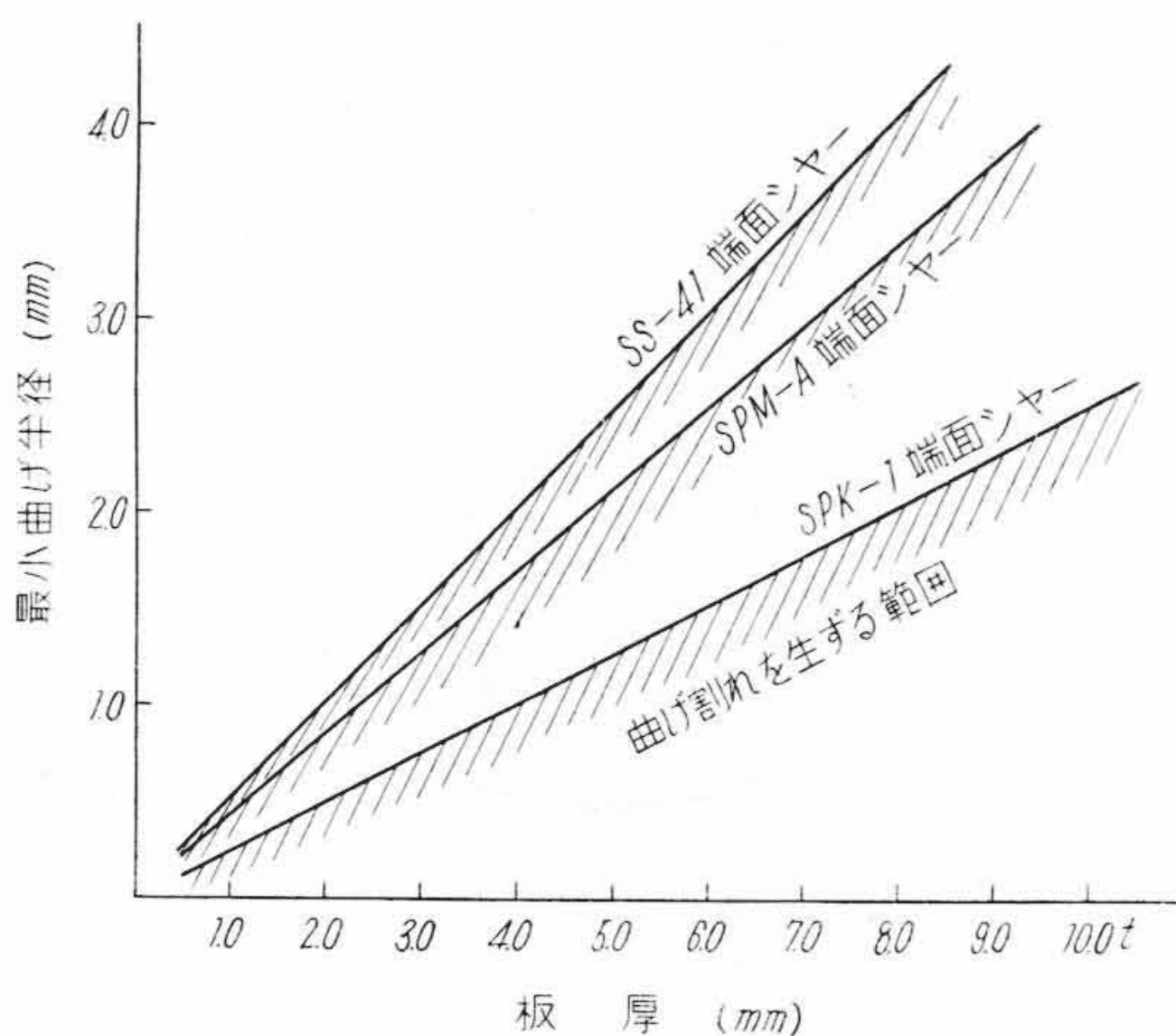


第7図 直交配列法の実施状況

て、この間において第7図のように、統計手法の応用が活発化し、規格の充実とともに諸管理制度が確立した。以下主な基本的管理につき簡単に紹介する。

4.1 材料管理

工程の安定化をはかり、良い製品を作るために適切な



第8図 軟鋼板材の最小曲げ半径

材料を使用することは品質管理の基礎をなすものである。したがって作業に及ぼす材料特性のばらつき、市場性を勘案した材料規格の整備と、受入材料の品質保証のため購入検査方式の確立に重点をおいて推進してきた。

さらに通信機工業においてはその性質上、多種類の材料を使用し、かつ、材料費の製造原価に占める割合は相当大であり、製品コスト引下げに関し材料費の節減はゆるがせにできないものである。また材料規格や検査規準は生産技術、工程管理、処理方法などの進歩によってもそれに即応して改訂を要するものである。このために以下の項目について着実に実施を行っている。

4.1.1 設計資料の整備

材料の特性を明確にし、その使用方法の合理化をはかるために、工作、熱処理、表面処理、寿命特性との関連を把握して作業標準、設計基準へのフィードバックとして資料を整備している。第8図にその一例を示す。

4.1.2 購入検査方式の改善

受入品質水準の維持、向上と検査費用の合理化のために、従来の実情についての品質情報の活用をすべく、検査記録とメーカーのデーター、作業および品質データーの照合、検討をそれぞれ定期的に行い検査方法の適正化を推進している。

4.1.3 購入材料の品種管理

通信機工業においてはその特質上他工業に比べて材料が多品種少量使用であるので特に購入する材料の品種を極力整理総合して単純化を行うことが大切である。また生産技術の向上、倉庫管理、在庫量管理の合理化ならびに材料コストの引下げも要望される。このために種々の統計的手法を活用して材料の使用法の適正化をはかるとともに、品種管理も併行し多大の効

果を収めつつある。

4.2 設備治工具管理

最近のように機械化が高度に発達してくると機械設備はますます大規模かつ精巧となり、小さな変化をみのがしたため大きな損失をまねくことが多々ある。一般に突発的な大事故は目につきやすいので、それらに対しては比較的注意を向けるが小さな日々の機械の変動には無関心で、この結果能率低下、品質低下、不必要な人件費の増加を見のがしがちである。この日々製品を作るたびごとに現われてくる変動、周期的変動、寿命の予測などすべて統計的処理を伴う問題である。

したがってわれわれとしても設備管理と統計的手法およびその考え方との関連を考慮し両者の関連体系を組立つつ前進してきた。後述の動的精度管理はその一例である。

4.2.1 動的精度管理⁽⁵⁾

機械はそれ自身、動力源によって絶えず動かされる運動部分を持ち、その運動部分に保持された刃物によって材料を切削するという特性をもっている。

たとえば自動盤の場合では、構造や静的精度に関係なく、各部のカムとフオロア、摺動部、回転軸、歯車の遊びなどの多数の要因が総合され、その機械固有のばらつきの要素となって製造される部品の特性値にばらつきを与える。

したがって、各運動部分の静的な精度を測定して管理してもその測定値からは連続生産中、どの程度の品質分布をもつ部品群を製造しうるか推測ができないため精度管理の十分なる測度とはなり得ない。

したがって機械の本質的にもっている動的特性をその機械から製造される部品の品質で表わせば（これを動的精度という）どの程度の公差をもつ部品を割当てたらよいかを判断することができる。その値によって合理的な修理の基準が求められることと、部品によって機械の選定を合理的に行える利点がある。

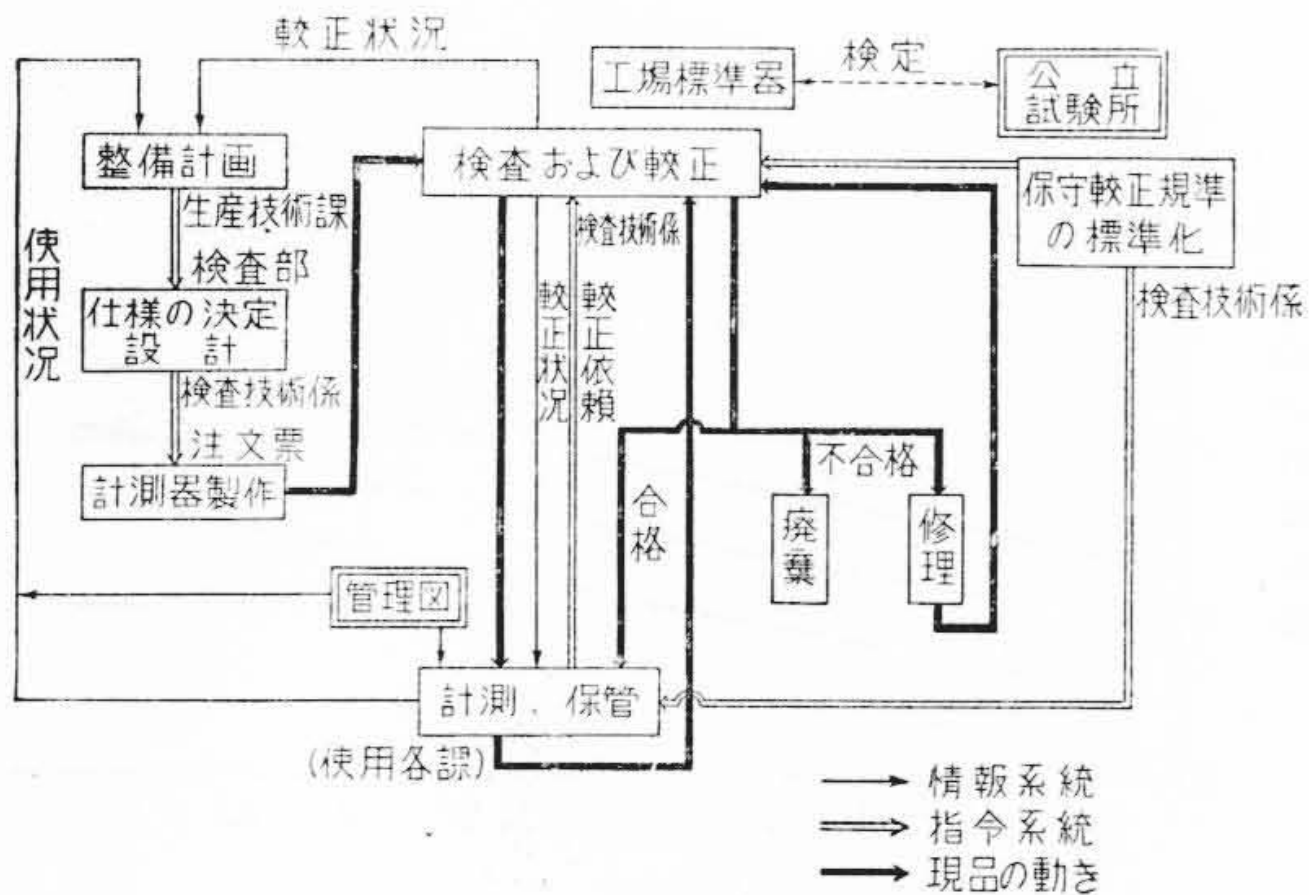
その把握方法は定められた標準作業条件に機械条件を合わせ、その機械から作り出される特定の製品特性のばらつきを第1表のように測定し、第2表のように格付する方法である。第9図にその効果の一例を、第10図には機械精度の経年変化を示す。

4.2.2 治工具管理

治工具についても設備管理同様、製造工程中において最後に加工した数個の定められた製品特性を測定、寿命を予測するとともに修理および新製計画の基準として、製品のばらつきをおさえいる。第11図はプレス型寿命管理図の一例であり、第12図に形別のデーター記録用ホールソートカードを示す。

第1表 機械精度計算用紙

(精度管理用)												計 算 用 紙				(自動盤)			
特性値		外 全		規格値		2.5 ± 0.1		特性値		中 全		規格値		1.7 ± 0.1					
最大値		2.583		範囲		0.009		最大値		1.744		範囲		0.029					
最小値		2.574		度数の必要な級の数		10		最小値		1.715		度数の必要な級の数		30					
最小の差		0.009		級の幅		0.001		最小の差		0.001		級の幅		0.003					
級分け係数		1						級分け係数		3									
(1) 級		(2) 級		(3) 級		(4) 級		(5) 級		(6) 級		(1) 級		(2) 級					
中心値, 境界値		集 計		度 数		f		d'		fd'		f(d') ²		中心値, 境界値					
2.583		1		2		+5		+10		50				2					
2.582		1		4		+4		+16		64		1.744		1					
2.581		1		6		+3		+18		54		1.741		1					
2.580		1		4		+2		+8		16		1.738		4					
2.579		1		7		+1		+7		7		1.735		6					
2.578		1		5		0		0		0		1.732		7					
2.577		1		8		-1		-8		8		1.729		9					
2.576		1		5		-2		-10		20		1.726		6					
2.575		1		5		-3		-15		45		1.723		6					
2.574		1		3		-4		-12		48		1.720		5					
2.573		1		1		-5		-5		25		1.717		3					
												1.714		1					



第13図 計測器管理運営図

計測器の整備，精度，管理に関する基準は「計測器規格」として，また品質の計測化については，「検査規格」の中にそれぞれ規格化しこれに基づいて管理の徹底をはかっている。この管理運営の系統は第13図のとおりであるが，特に精度管理を徹底するために工場標準器を完備する一方，計測器の現品については，すべて標識番号をつけ，かつ使用部門ごとの色別をなし，誤用による不測の事故を防止するとともに，定期的に校正を実施し，その結果，および校正有効期限などを記録した「校正票」を添付し精度管理の状態を常に把握しうるようにしている。

5. 工程検査と保証試験

品質には製造の品質⁽⁶⁾と設計の品質⁽⁷⁾とがある。品質管理には製品に対する顧客の要求については深く掘り下げないが，全般的にばらつきを少なく経済的に維持するため，作業標準および4.1～4.3に述べた主要手段を相関連させて改善向上する立場と，顧客の要求について重点的に，かつ，製品を徹底的に掘り下げ究明し保証する立場とがある。

前者は前述の諸基本管理を基礎とするものであるが，これらの諸管理は単独では効果も少なく全部が一体となり，いわゆる一貫した管理形態をとることによってはじめて偉大な効果を発揮するものである。

後者は市場性を含めた設計品質の改善を目的とした保証検査に関するものである。これらも製造品質管理の本格化に伴い，それぞれ合理化され工場の検査としての使命達成に邁進している。

5.1 工程検査

さきに述べたごとく工場管理方式が作業動作を中心としたテーラーシステムから生れたI. E. 的行動に，工程における製品特性の変動を中心に行動する品質管理的動きが加わったように，製造工程検査もテーラーシステムから生れた検査方法から出発し，品質管理的検査へと進

展した。

すなわち，選別的最終検査から中間検査，さらに受入検査へと不良の早期発見によって不良材料費，仕損工数の減少をはかったわけである。

しかしこれを本質的に検討してみると，かかる検査では決して不良の発生する間隙をたち切る行為ではない。したがって検査の責任者と製造および技術の責任者との協調をもって行わねば不良発生源の減少は不可能であり，しかも一般にこの協調を単に運用面で便宜的に処理していたのでは，不良の撲滅はなかなか困難である。

製造部門に品質管理が導入され，製造者自身による製造品質の管理，すなわち製造工程のばらつきをそれぞれの根源へ強力にフィードバックすることにより，製造者自身のチェックによる品質維持が可能となり，検査部門は品質の一段の飛躍に対する設計品質の解明保証へとその主体性を移行することが可能となった。

すなわち具体的な発展段階は品質管理の導入強化による抜取検査の実施，これに伴う検査工数の低減によるアクションの強化，さらに製造品質の向上による製造部門自身による検査，さらに工程検査の自動化へと発展した。以下検査手段の一面を紹介する。

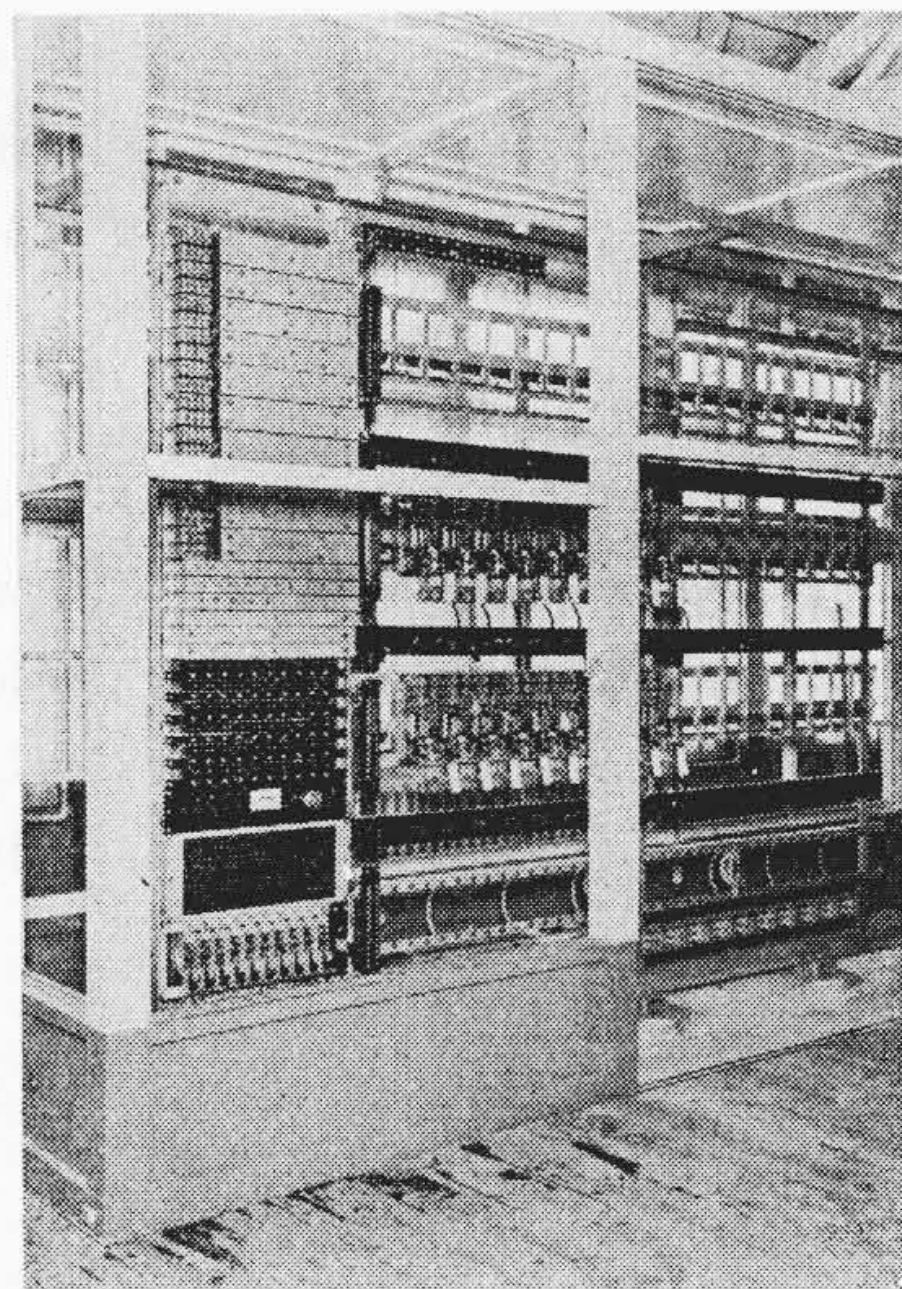
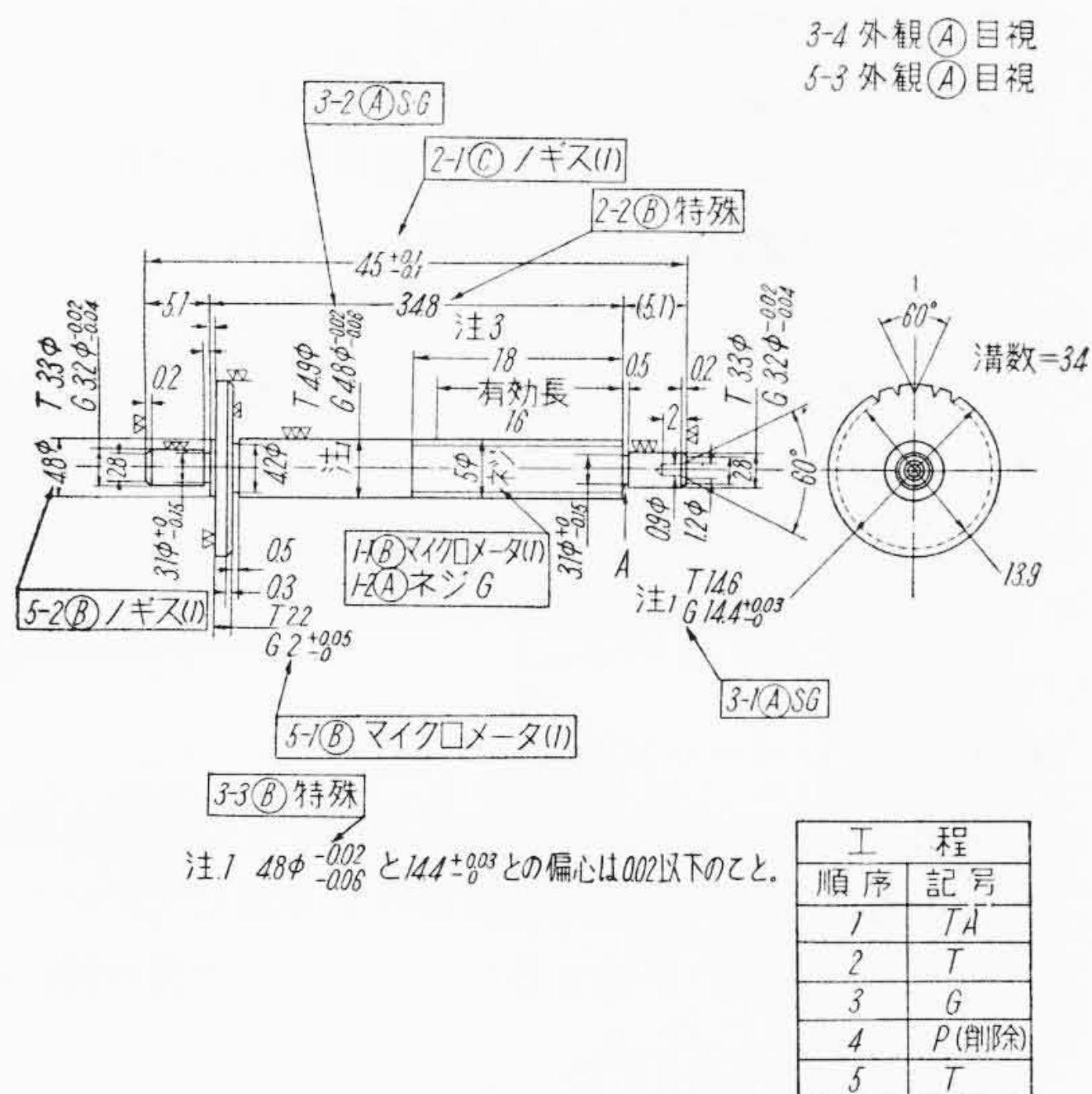
実施経過でも述べたごとく基本管理確立のため，解析用管理図を増加したが，この結果製造工程における主作業のばらつきすなわち作業の品質水準が把握された。簡単にいえば，シグマ(σ)が求まったのである。

したがってこの作業水準シグマ(σ)を基準に管理項目設定基準表を作成，これをもとに図面を検討し作業水準が規格を十分満足する場合はチェックを緩和し，作業水準が規格にすれすれか，または大きい時はその特性を管理項目に決定し，これに伴う判定基準を設け，さらに計測器の使用区分を明確にした，これをもととして第14, 15図のごとき検査工程図および検査作業図を作成し，標準時間を設定して検査作業標準を確立した。

これにより作業能力の把握も可能となり，作業合理化による余力をもってアクションが活発化し，不良の低減をみた。

関 係 図 面		検 査 工 程		記 事	末 厂 材
工程表	604659 ~604660	 T  検-2			
NO	検 査 項 目	検査方式	測 定 値	測 定 法	
1	全長 524 ± 0.1	C	150 / ギス [I]	作 業 [I]	
2	長さ 422 ± 0.05	B	ダイヤル付 特殊測定器	部品をとり測定器に入れ	
3	偏心 0.05 以下	B	両センター保持具 ダイヤルゲージ		
4					
5					

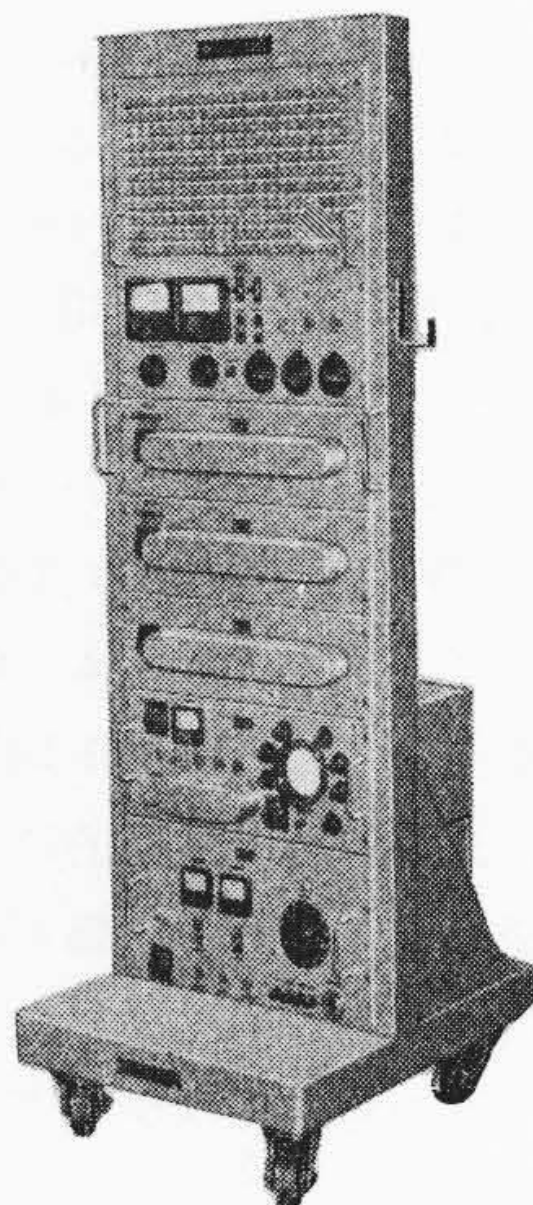
第14図 検査工程図



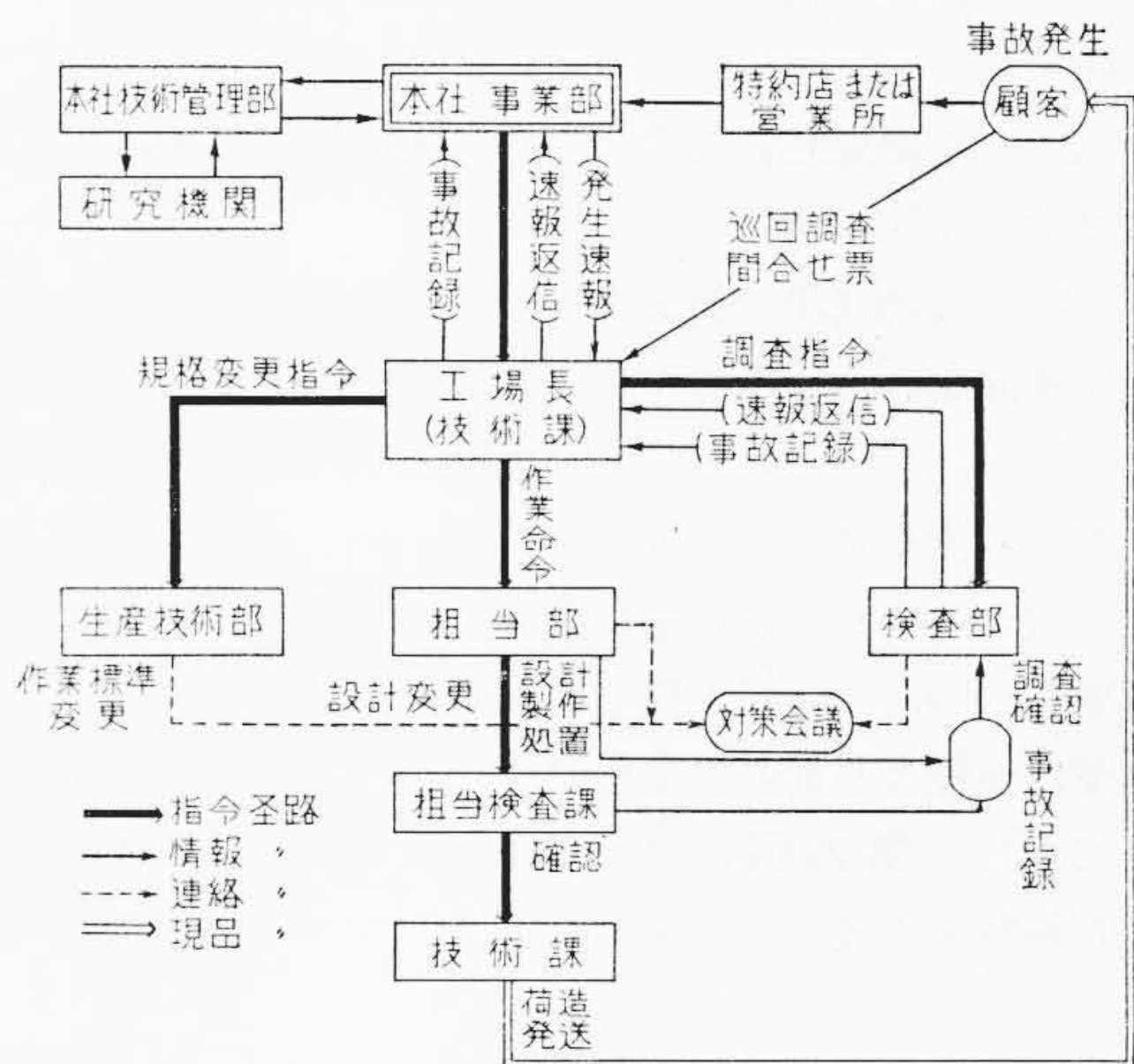
第 18 図 寿命試験機の一例



第 16 図 部品自動検査
機の一例



第 17 図 製品自動検査
機の一例



第 19 図 社外事故処理系統図

一方オートメーション化への歩みとして検査作業の自動化、管理の自動化も進み、製造工程間はもちろん最終検査においても能力ならびに品質の向上が顕著となり品質保証への勢力増加が可能となった。第16図および第17図に検査作業自動化の一例を示す。

5.2 保証試験

すでに述べたように品質保証機能は品質管理における
 二大機能の一つである。したがって管理としての品質管
 理の本格化の段階において、それぞれの基本管理による
 製造品質に対する予防処置の確立に着手すると同時に保
 証機能の確立に着手した。

すなわち、

- (1) 工場内における製品の使用状態に関する測定
- (2) 使用者における製品の使用状態の測定

- (3) 出荷品質と市場品質との比較
(4) これらの結果に関する報告組織

などである。具体的には工場内測定機器として各種寿命試験の整備、情報面としては、社外事故、巡回調査、製品調査機能の全社統一による運営方法を確立し、設計品質の改善向上をはかるとともに製造品質の安定を助長し、デミングサークルの推進力としての保証機能を確立した。第18図は寿命試験機の一例、第19図には社外事故対策に関する運営機能の一例を示す。

6. コンベヤシステム

すでに述べたごとく、作業の標準化，S. T. の設定が逐次完備し，設備，治工具に関する技術が進歩し，品質管理の普及に従い，物の流れを合理化することが急務と

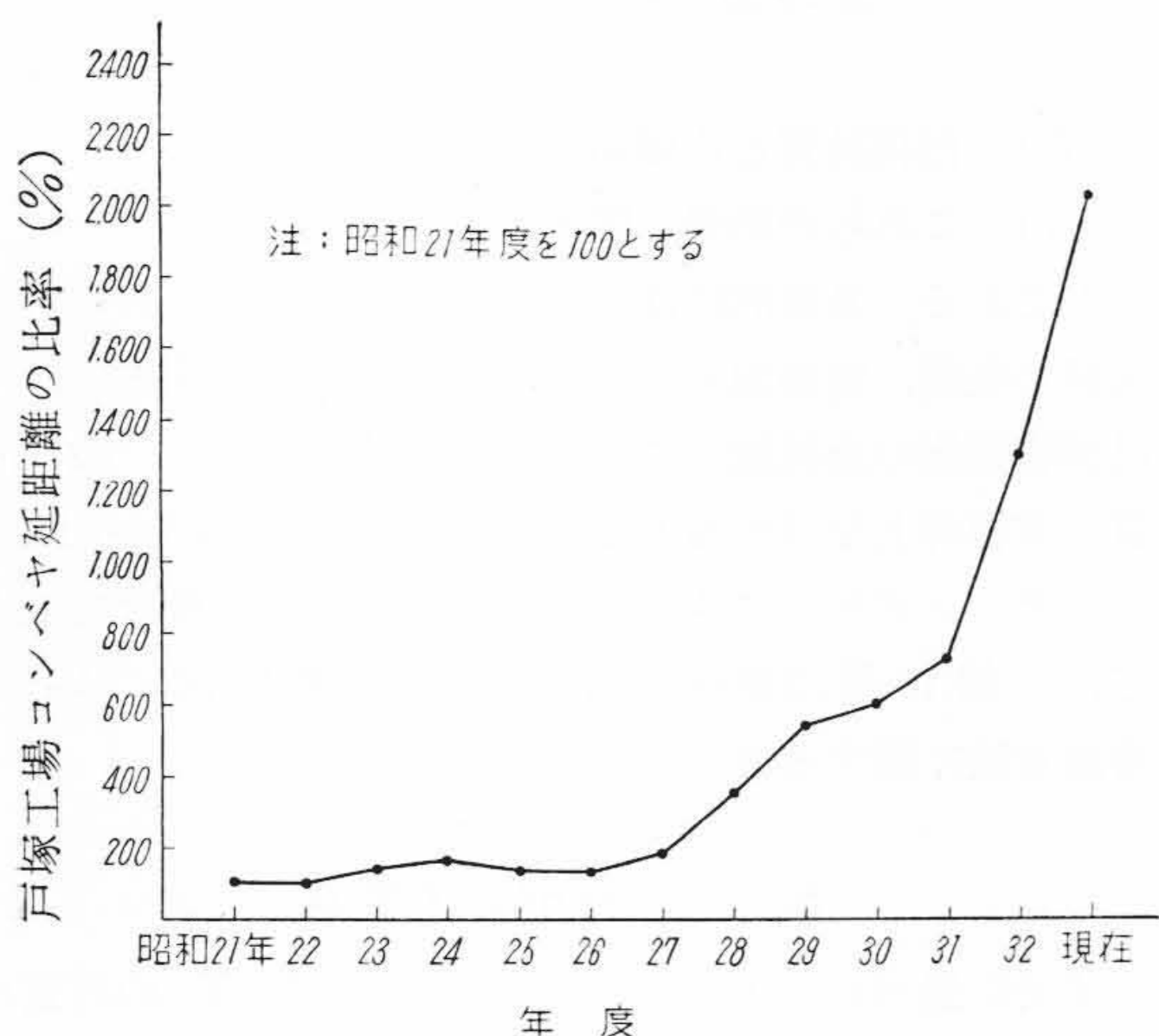
なった。ここにおいて職場配置を従来の機能（機種）別配置から逐次流れ配置へと移行し、この間各種諸管理の確立と相まって、全面的にコンベヤシステムを採用するに至っている。

6.1 コンベヤシステム採用の方針

戸塚工場では昭和18年より、一部においてコンベヤシステムを採用していたが、昭和27年に工場内各職場の配置整備を行い自動交換機関係の組立工場を集約し、通信機工場としてわが国初の空気調節を実施し⁽⁸⁾この年にコンベヤシステムを全面的に取り入れ、それにつき次のような方針をたてた。

- (1) 通信機の特異性（主として表面処理、立会検査など）から材料より荷造発送まで一貫として流すことは困難なのでまず組立関係を重点的に行う。ただしこの制約を伴わぬものはできるだけ材料から荷造発送まで一貫して流す。
- (2) 組立は初工程より調整検査に至る最終工程まで流す。
- (3) 主要部品の工作は工作工場においてコンベヤシステムを採用する。
- (4) 最初は単一製品より始め、類似製品の多種中量生産品をいろいろ工夫してコンベヤ化する。
- (5) コンベヤシステムの形態は特にとらわれないが、人流れコンベヤは採用しない。

このようにして逐次通信機器の生産を、その生産量を考慮しつつ、コンベヤ作業に置換え、今日ではコンベヤ作業は至極当り前の生産形態となり、すこぶる常識化されてきた。第20図に戸塚工場で使用しているコンベヤの延距離を年度別に示す。



第20図 年度別コンベヤ延距離の推移

6.2 コンベヤシステムの考え方

元来コンベヤシステムが運搬の機械化という点を含んでいることはコンベヤによって製品が次々と移動しているところから当然のことであるが、このほかに目標生産量を確保し、納期を短縮するということに狙いがある。このような特長をもつコンベヤシステムも人間の行う労働という点から考えるとそこに色々の問題点を含んでいるが、それらの考察は今回は省略して、主としてコンベヤシステム編成上のわれわれの考え方と若干の実例について説明する。

6.2.1 コンベヤシステムへの移行

従来ロットで流していた対象製品とその目標生産量がきまるとそれに付随する諸条件を考慮して、レイアウト (lay out) が始まるが、われわれは次の諸点に特に注意を払っている。

(1) 編成に先立ち必ず改善を行う。

加工工程はもちろんのこと、検査、貯蔵工程についても検討し、改善案をもととし、これに従って編成を行う。当然のことではあるが、往々にして流れ作業はタクト均等化（同時化）の原則にとらわれすぎて、現状作業の時間的分割を克明にする場合が多い。したがって良くいわれている編成時の偏差係数はあまり意に介していない。編成に当って、改善案の S. T. を W. F. 法により詳細に見積り、生産量、人員などより、タクトタイム (tact time) を決定し作業の分割を実施する。タクト均等化ができない場合には、さらに改善を加え積極的に均等化をはかるのである。実施後の偏差係数は、修正のために意味がある。

(2) コンベヤ設置により改善を促進する。

この考え方は少々不具合な点があってもコンベヤにすることによって、その不具合なところが是正されてくるということでコンベヤをより良く動かすためにあらゆる部門が協力してそれぞれの面を改善することになる。コンベヤ設置の一つの意義がある。

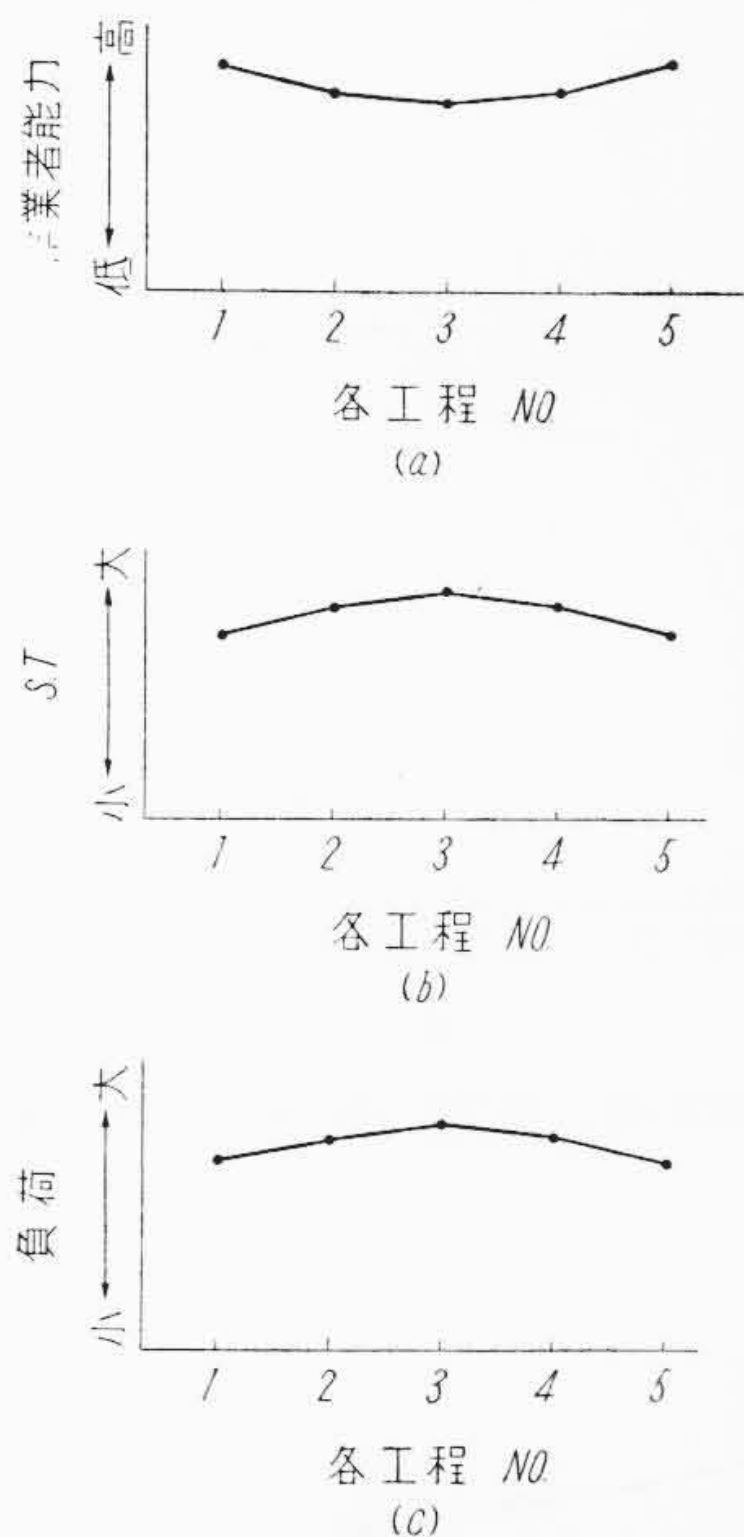
(3) タクト均等化と工程負荷の考え方

コンベヤ作業においてはタクトを均等化し、しかも能力の等しい作業者をそろえることにより、負荷を等しくすべく努力を払うのであるが、現実にはなかなか各工程の負荷は等しくなりがたいものである。そこで (a) 各工程の S. T. (W. F. 法で求める) がほぼ等しくなった場合

第21図 (a) のごとく初工程と最終工程の方に作業能力の高い作業者を配置する。

(b) 各工程の S. T. が等しくならぬ場合

一応作業能力がほぼ等しいと仮定した場合で、このときは第21図 (b) のごとく、初工程と最終工程の方に S. T. の少ない作業を割当てる。



第21図 各工程と負荷説明図

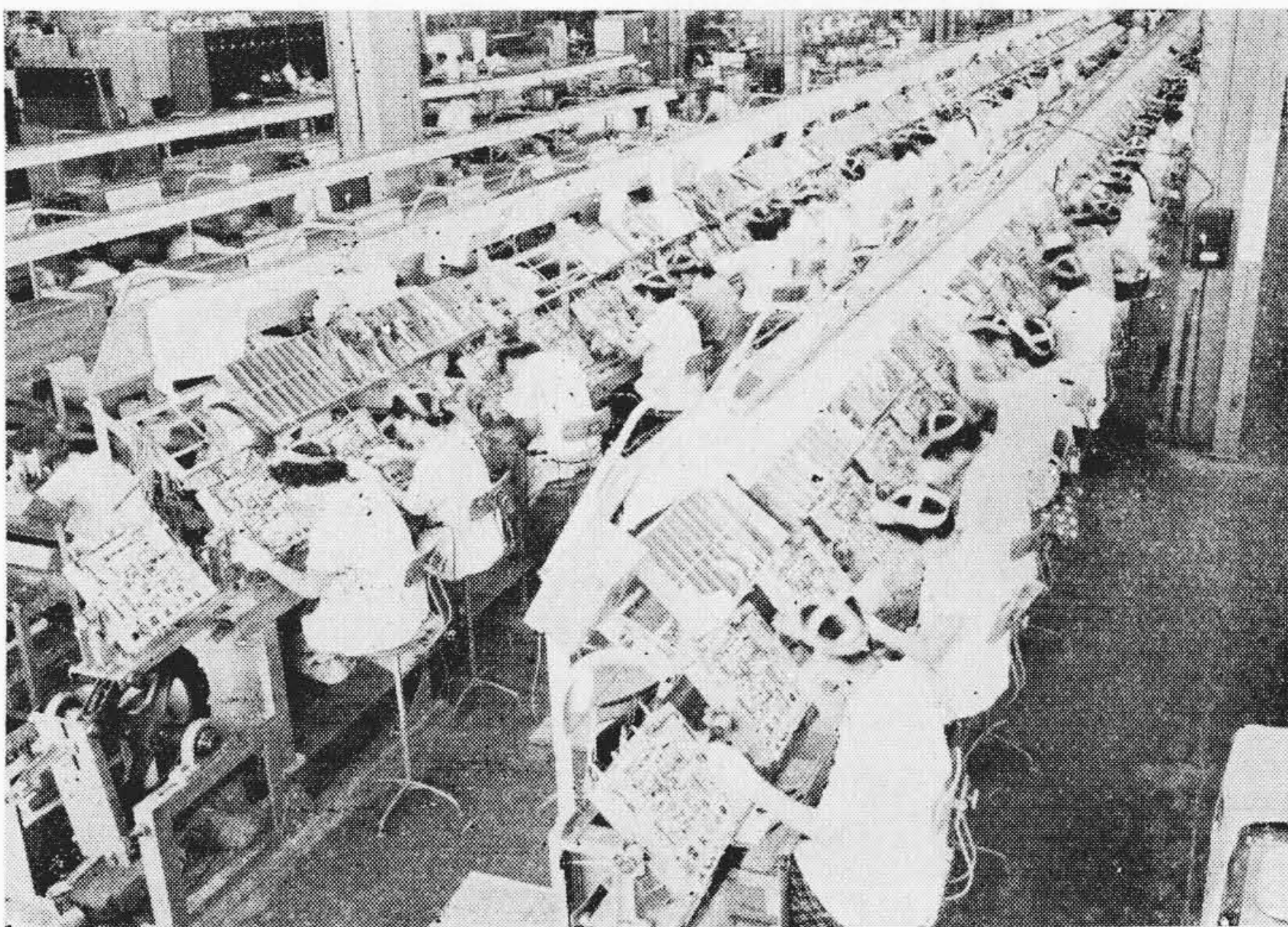
(c) 実際の場合

実際の負荷は (a) (b) を混合した条件になり、工程負荷は次式で表わされる。

$$\text{各工程負荷} = \frac{\text{各工程の S. T.}}{\text{各工程の作業能力}}$$

したがってこれらの負荷を第21図 (c) に示すごとく割振るのである。

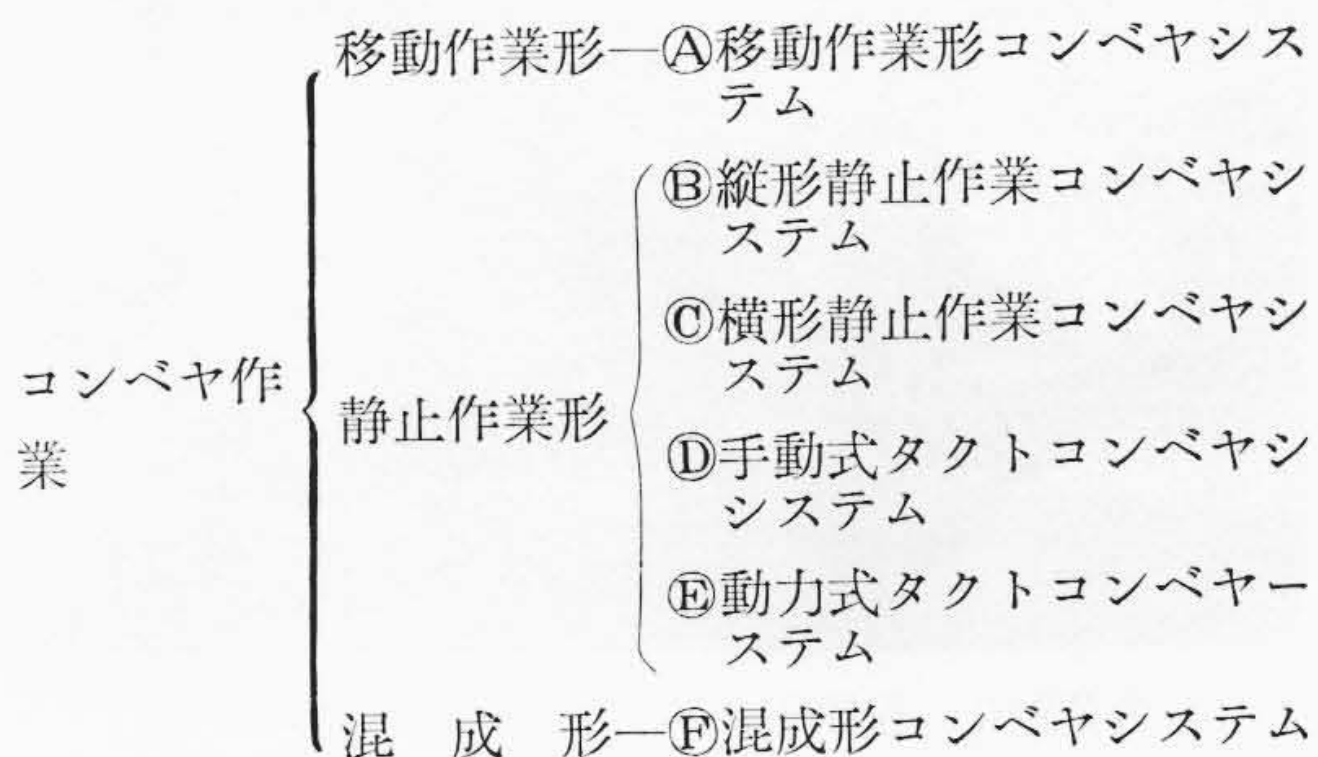
すなわち負荷を初工程と最終工程の方向に少なくする。これらの考え方はいずれも流れに対し、製品をプッシュし、引き出す力をコンベヤシステム全体に与えるためである。



第22図 コンベヤ作業の一例

6.3 コンベヤ作業の種類

戸塚工場で使われている色々のコンベヤ作業を分類すると次のようである。



第22図は戸塚工場におけるコンベヤ作業の一例である。

6.4 多種中量生産ならびに標準品の一品料理生産への応用

同一コンベヤに多種類の製品を流す方式は“ミックス”と呼ばれている。これには製品を流すためのインフォメーションと類似工程の場合には人員編成をそのつど変える必要があり、単一製品の流れ作業に比べれば数段、編成も管理もむずかしくなる。戸塚工場ではこの“ミックス”を昭和28年自動交換機の主要部品である水平形リレーのコンベヤに応用した。また最近の米国自動車工業においてはお客の注文に応じた一品料理を同一コンベヤ上でみごとに成功しているが、現在戸塚工場でも、各種電話機（共電、自動、各色ものその他）の一品料理をコンベヤシステムに応用し、実施中である。第23図はこの電話機のコンベヤ作業である。

以上でコンベヤシステムの概要を述べたが、今後に残された問題はもちろん生産の自動化からオートメーションと発展することである。戸塚工場でもこの方向に向かって進んでおり、一部においては完全な生産の自動化を行っている。

7. 効果の把握

前章まで工場管理を決定する基礎的な問題およびその管理について主な事項を述べたが、これらの効果を把握することはきわめて重要であり、効果を表わす手段として生産性の測量を行っている⁽⁹⁾。工場の生産性を示す尺度としては

- (1) 非能率な点、改善を要する問題点を重点的に示すもの
- (2) 設備その他製造方法の変化による効果の変動を表わすもの



第23図 各種電話機一品料理のコンベヤ

(3) 製品の設計、製品の市場性の変化を示すものなどが必要である。すなわち前述の諸管理（材料、作業、設備など）の管理状態、労働効率、生産技術上の変動、生産高、製造原価などを示すものであり、これらを数値的に表わし生産管理の基準としている。この一例として不良指数を説明する。

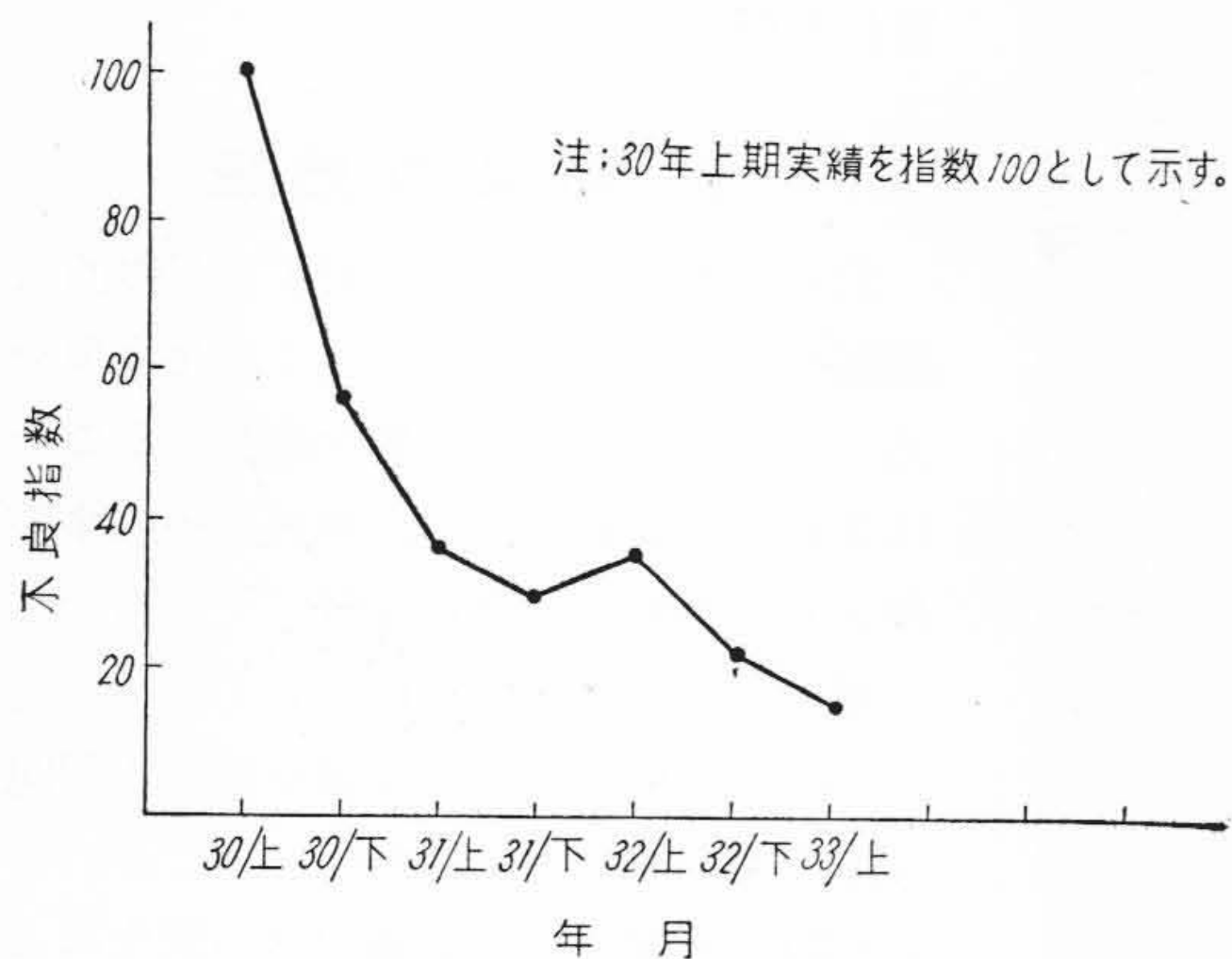
7.1 不良指数

不良指数は不良仕損費率をもとに算出するもので、過去の実績その他から決定した目標に対する比率で表わす仕損管理の測度であり、この不良仕損費を構成する内容は次のとおりである。

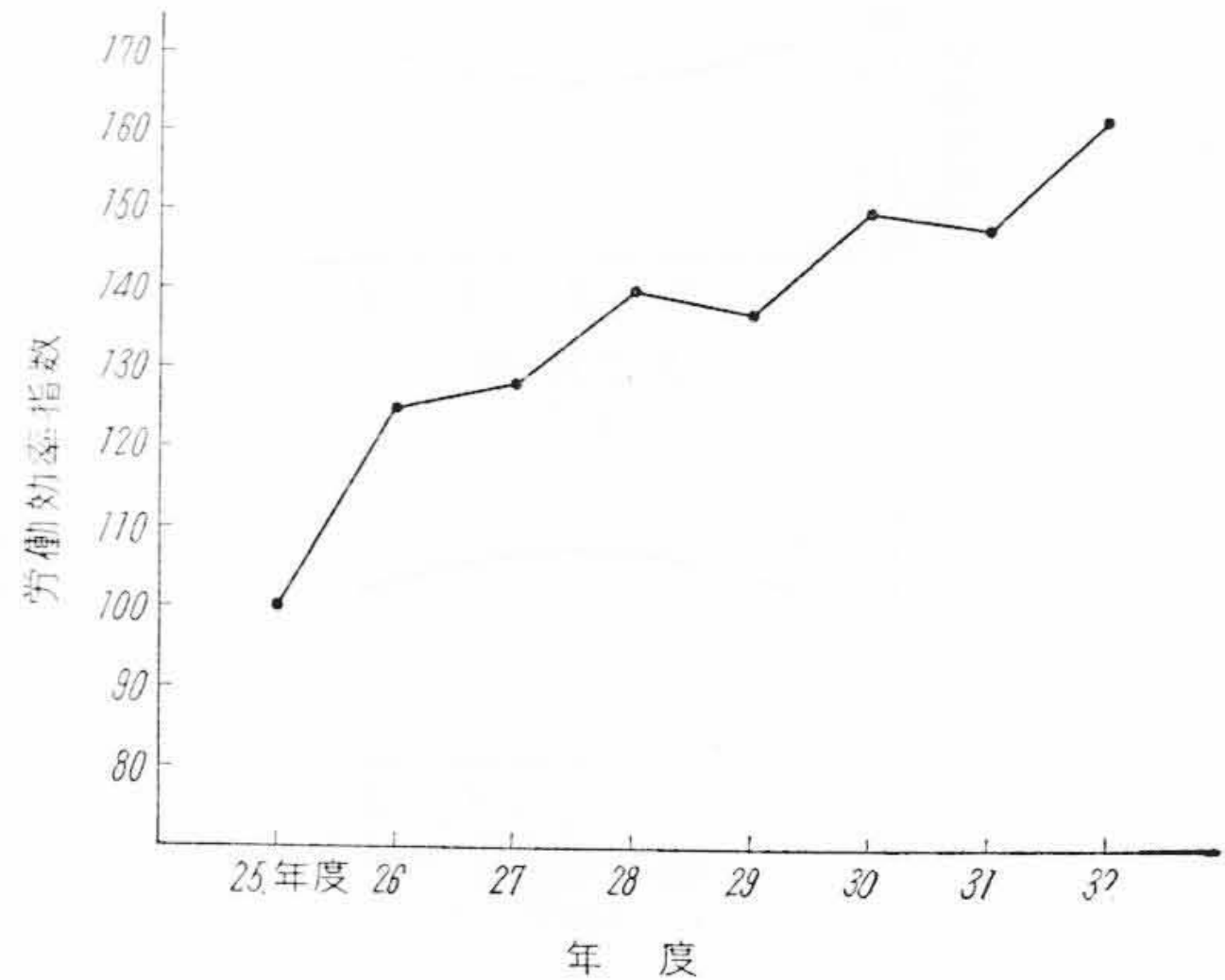
- (1) 修正加工した製品
- (2) 廃品となった製品
- (3) 工場への納品者に修正加工のため返品（ただし工場責任のもの）
- (4) 客からの返品またはクレーム値引など（ただし工場責任のもの）

7.2 実効果

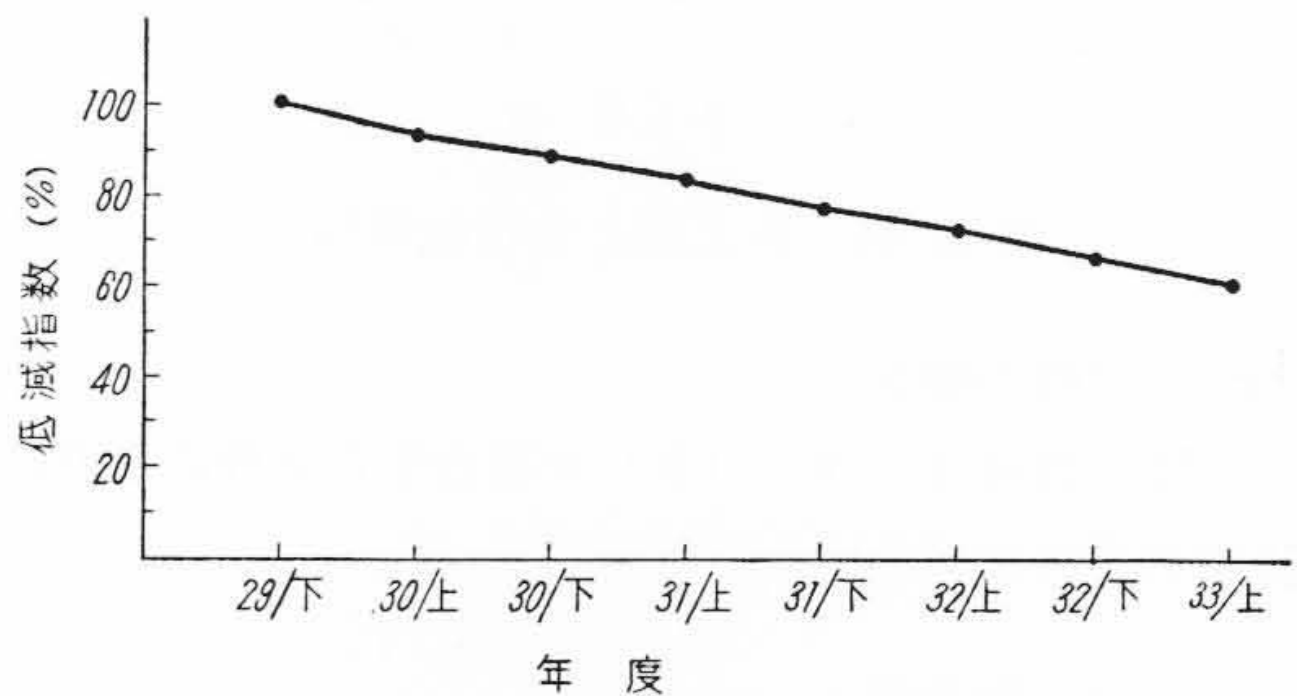
以上の把握方法により I. E. ならびに品質管理の推進をはかってきたが、今日までにあげ得た実効果として、



第24図 不良指数の推移



第25図 労働効率の推移



第26図 工数低減の推移

不良指数、労働効率、工数低減の状況を示すと第24、25、26図のとおりである。

8. 結 言

通信機工場における品質管理の本格化に伴う、製造の根本である作業の標準化、設備、治工具、計測器管理などの基本管理の実態、コンベヤシステムならびに効果について説明した。これらは今日生産性の向上として大いに叫ばれている I. E. や S. Q. C. の融合をはかったものであるが、現段階において相当の効果をあげたとはいえ、まだまだ不完全な状態である。現状をさらに飛躍向上させることが目下の急務と考えている。

今後に残された問題としては、各種基本事項のより高度の発展はもとより、いわゆるデミングサークルの回転速度を向上させることが必要で、生産設備のオートメーション化とあいまって、完全なる管理のオートメーション、ひいては経営のオートメーションに進まねばならぬことを痛感している。

最後にいろいろ御指導を賜った先輩諸氏に厚く御礼申し上げますとともに、多数の読者諸兄の御批判を仰ぎたいと存ずる次第である。

参 考 文 献

- (1) 小林, 中村, 成田: 日立評論 36, 1629 (昭 29-11)
 (2) Maynard: Industrial Engineering Handbook (1956)
 (3) 上田武人: W. F. 分折法 (昭 26 技報堂)
 (4) H. L. Waddell: Factory 110, 7, 83 (1952-7)
 (5) 加藤, 大津: 品質管理 7, 121 (昭 31-2)
 (6)(7) J. M. Juran: Quality Control Hand book (1951)
 (8) 小林, 中村, 宮田: 電機 (昭 29-5)
 (9) 日科技連: エンジニヤクラブ No. 69, 70 (昭 29 2, 3)

日立製作所社員社外講演一覧

(その4)

(第76頁より続く)

(昭和33年11月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
11. 下旬~ 12. 上旬	日本学術振興会	リントングステン取法による鉄鋼中バナジウムの吸光光度定量	中央研究所	北 川 公 柴 田 則 夫
33. 11. 4	粉末冶金技術協会	粉末冶金による Ag-Ni 合金の性質について	中央研究所	武 谷 良 明
33. 11. 28	電 顕 学 会	一次 X 線を利用した物質同定	中央研究所	渡 辺 宏
33. 11. 23	電 顕 学 会	結晶格子および干渉縞の観察	中央研究所	渡 辺 宏 菰 田 孜
34.2.12~13	日本学術会議	放射性廃棄物処理の研究(第1報) フェロシアン化物による放射性セシウムの除法	中央研究所	高 谷 通
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	トランジスタによる微小信号切換装置	中央研究所	上 妻 冲
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	Ag-Ni 接点に及ぼす W の影響	中央研究所	武 谷 良 明
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	トランジスタによるリレー駆動の実験	中央研究所	安 藤 文 雄
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	広帯域増幅器の素子定数偏差	中央研究所	関 口 存 哉
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	可搬形進行波管増幅器	中央研究所	後 藤 公 雄
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	デジタルサーボ系について	中央研究所	宇 佐 美 襄 都 木 周 作
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	プロセスシミュレータとしての D.L.S. について	中央研究所	須 藤 卓 郎
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	酸化物陰極における各種還元剤の反応	中央研究所	高 見 康 司
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	全トランジスタ化数値制御 D-A 変換部について	中央研究所	嶋 原 文 七 須 藤 卓 郎
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	全トランジスタ化数値制御指令部について	中央研究所	須 藤 卓 郎
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	BF ₃ 比例計数管の計数特性とその機構	中央研究所	大 矢 雄 一
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	帰還形アナログ, デジタル変換器	中央研究所	山 根 幹 也
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	積分コンデンサの定数測定法について	中央研究所	川 崎 武 雄
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	試作多チャンネル A-D 変換器の改良	昭和電子 中央研究所	三 浦 武 雄 衣 川 重 武 河 村 重 武
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	サ ー ボ 演 算 器 の 時 定 数	昭和電子 中央研究所	阿 部 善 右 衛 門 中 村 久 吾
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	サーボ掛算器を用いた割算回路の考察	中央研究所	沼 倉 俊 郎 三 倉 浦 俊 郎
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	アナログ計算機の計画, 計算装置について	昭和電子 中央研究所	三 倉 浦 俊 郎 阿 部 善 右 衛 門
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	真空管とトランジスタの組合形差動増巾器	昭和電子 中央研究所	永 田 純 一 岩 田 善 右 衛 門
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	電 子 式 PID 調 節 計	昭和電子 中央研究所	阿 部 善 右 衛 門 大 竹 敏 雄
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	振幅差形自動平衡計器回路の改良	中央研究所 多賀工場 国際電機	木 下 敏 雄 倉 持 義 徳 高 見 康 司 阿 部 善 右 衛 門 河 下 井 陽 一 早 川 正 男