

第 4 章 工場近代化の方針

第 4 章 工場近代化の方針

4-1 工場の近代化計画

既に 2-2 工場概要以下で述べた如く、当工場は八五計画期間に当たる 90 年より 95 年の間に工業生産高、売上高を年率 1.6～1.8% の高率で伸長してきた。これらの実績を踏まえ、96 年から 2000 年に到る九五計画では次に述べる方針を掲げている。

4-1-1 経営方針

- * 効率を高め、市場を開拓する
- * 経営体質の進歩
- * 技術進歩の促進
- * 製品構成の見直し
- * 市場経済への対応
- * 集約化と規模の拡大

4-1-2 目標指標

- * 2000 年迄に工業生産高を 17,600 万元にする
- * 2000 年迄に生産量を 10,900 万個にする
- * 2000 年迄に売上高を 18,200 万元にする
- * 2000 年迄に利税を 2,120 万元にする

4-1-3 スローガン

“**提高、発展、調整、突破**”

提高：自動車ランプの生産と品質を高める

発展：高技術のものを発展させる

調整：企業体質を強化し、集団会社の構築を目指す

突破：計画経済の体質を変える。企業の経営方法、製品構成、企業規模を変える。

4-1-4 新製品開発方針

白熱電球

- (1) 省エネルギー型の二重コイルの開発
- (2) 白色塗装電球、異形電球、装飾用カラー電球の開発
- (3) 普通電球の生産安定

自動車ランプ

- (1) 自動車メーカーの満足する電球の生産
- (2) 自動車業界の発展に基づいて品質、生産量の拡大、多品種の生産
- (3) 八五計画時に5列のラインを導入し、これにより生産は2500万個になっている。製品目標は3000万個
- (4) 自動車用ハロゲン電球の生産開始

蛍光灯

- (1) 蛍光灯は国の発展重点項目になっており5%の占有率を目指す
- (2) 蛍光灯は八五計画末期に発展したが、特に後半に500万元の投資を行い、中国製のT10生産ラインを導入
- (3) 既設ラインもT9、T10のような設備にする計画
- (4) 九五計画中に国家経済委員会でグリーン (Green) 蛍光灯に指定されているT8ライン導入を計画している。このラインの導入には他社との合弁も検討している。
- (5) 九五計画末には1000万本の生産を計画しているが、合弁が成功すればこの数量はもっと増える。

ハロゲン電球

- (1) 現在は映画撮影用、スタジオ用のランプを多品種少量生産しているが、これらの品質、生産規模を高める。
- (2) 両口金形に加え、片口金形の一般照明用を開発する。
- (3) モーターバイク用のランプも計画している。

液晶バックライト

- (1) ハイテク製品として液晶バックライト用光源の生産設備を導入する。ノートパソコン、携帯電話、ポケットベル、広告用の用途を考えている。

電光源ガラス

- (1) 鉛ガラスの生産基地となるようにしたい。
- (2) 現在、年間2100tの生産量を九五期末には4500tにする(本社)。
- (3) さらに四川省に建設済の合弁会社で2500tを生産する。
- (4) 甘粛省で計画中的のもので4500t生産する。
- (5) これらを総合すると九五期末には11500tとなり、中国での生産基地とする予定である。
- (6) これらの地域は炭鉱に近く、エネルギー供給が容易なので生産コストを低下できる。

機械設備

中国は日本と異なり電気光源設備の需給がバランスしていない。日本の電気光源

の生産設備は自社製であるが、中国では設備メーカーから買っている。中国のメーカーのレベルは低く、ランプメーカーとの関係も良くない。宝鶏は機械の生産能力ももっているなのでこの方面への拡大もしたい。九五計画中に機械の生産も計画している。（日本でも設備メーカーが多く設備を供給しているが、納入された後で使用者が運転状況を基に更に改良を加え使いやすくしている。）

4-1-5 2010年計画

96年から2000年までは同率成長で伸びるとしている。

2010年迄の計画としては次の数値を考えている。

	2010年目標値
工業生産高	45000万元
生産個数	14000万個
売上高	48000万元
利税	5750万元

4-1-6 投資計画

主要な投資項目と時期は次の通りである。

液晶バックライト	130万ドル	(アメリカより輸入)
蛍光灯T8ライン	3000万元	(97~98年位、国に申請し、認可済 輸入設備、建物含む金額)
ガラス	1000万元	(97年予定)
自動車ランプ	130万ドル	(96,97年韓国より輸入、96年末稼働)

4-1-7 自動車用電球の計画

基本的な開発の考え方は4-1-4に述べられており、数値的には既に表2-8-2に示す通りである。

4-2 生産規模の検討

宝鶏北方照明電器では2-8に述べた如く、2010年迄の自動車用電球の生産計画を立てており、表2-8-2に具体的に示されている。この計画の妥当性について検討する。

4-2-1 中国の自動車生産台数

自動車用電球は自動車の生産台数とその保有台数に比例して生産される。従って、自動車用電球の生産個数を予測するには自動車の生産台数の推移を予測しなければならない。

1991年から1995年迄の中国における自動車の生産台数の推移は図4-2-1に示す如くである。尚、94年末における保有台数は四輪車が712万台、二輪車が647

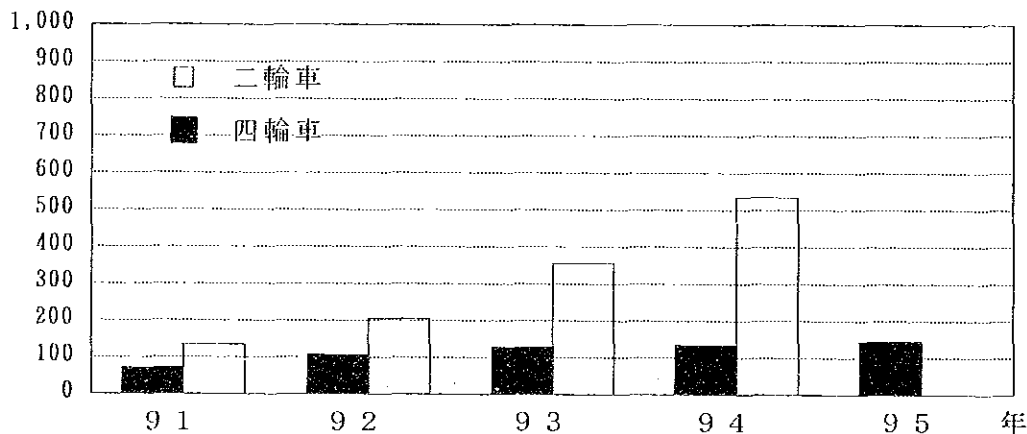


図4-2-1 中国の二輪車、四輪車の生産実績

万台と言われている。因みに日本は四輪車で6,685万台、二輪車が1,559万台である。

図4-2-1を見ると四輪車の伸びは年率平均12%である。近年、伸び率がやや低下しているが、九五計画での強化重点産業の一つに自動車産業が挙げられており、当初の2000年迄に生産を年250万台、保有数を2000万台にする計画は達成されると考えられる。その後、2010年迄も年率10%で生産が増加するとすれば2010年には年産650万台が見込まれる。その時点での保有台数は約4500万台と推定する。

一方、二輪車は年率50%を越える高い伸びで成長しているが、この率がこのまま継続するとは思えないので、一応、2000年で年産1000万台、2010年で2000万台と仮定する。

4-2-2 自動車用電球の需要

1) 車種別の電球使用個数

自動車に使用される電球の数は自動車の種類、グレード(Grade)により大きく変化するが、計算の簡略化のため、各種資料を基に代表的数値として下記の値を採用する。

乗用車	70個/台
トラック	40個/台
二輪車	10個/台

2) 日本の自動車用電球生産個数との対比

前記の数値を使い、日本の自動車用電球生産個数と自動車生産台数から算出した需要を対比する。95年の日本での自動車用電球の総生産個数は統計によれば10億5千万個であった。これに対して新車の製造台数とそれに対応する電球の数は下表の如くで、更に日本での補修市場の需要が新車需要の約半分を考慮すれば需要の計算値と実生産数とは非常に良く一致する。

	生産台数	新車電球需要	補修市場需要
乗用車	761万台	5億3270万個	
トラック	285万台	1億1400万個	
二輪車	275万台	2750万個	
合計	1321万台	6億7420万個	3億3710万個
		需要合計	10億1130万個

3) 中国での需要想定

四輪車は95年、二輪車は94年のデータで中国の新車に対する需要を計算すると

	生産台数	新車電球需要
乗用車	32万台	2240万個
トラック	111万台	4440万個
二輪車	522万台	5220万個
合計	665万台	1億1900万個

となる。中国の補修市場の大きさは日本と異なり、電球の寿命の短さ、道路の舗装率の低さなどから新車需要の数倍に上ると見られる。図2-6-2に示した宝鶏北方照明電器の自動車用電球の納入先もこれを裏付けている。従ってここでは補修市場の需要は新車需要の3倍と想定すると全需要は約4億7500万個と推定される。工場の話では需要は約7億5000万個であるが、現在はそれほど多くないと考えられ、この数値を採用する。

同じ計算で2000年、2010年を推定するが、四輪車中の乗用車の比率は今後、乗用車の生産が増加するとの見込みで30%とする（現在は18~22%）。

2000年

	生産台数	新車電球需要	補修市場需要
乗用車	75万台	5250万個	
トラック	175万台	7000万個	
二輪車	1000万台	1億0000万個	
合計	1321万台	2億2250万個	6億7750万個
		需要合計	8億9000万個

2010年

	生産台数	新車電球需要	補修市場需要
乗用車	195万台	1億3650万個	
トラック	455万台	1億8200万個	
二輪車	2000万台	2億0000万個	
合計	2650万台	5億1850万個	10億3700万個*
		需要合計	15億5550万個

*補修市場の比率は電球の品質向上や道路事情の改善で低下する可能性があるので日本での経験を基に新車需要の2倍と見た。

4-2-3 近代化計画の妥当性

前節で検討した自動車用電球総量の想定需要と宝鶏北方照明電器の計画を対比すると表4-2-1の如くで、2000年では現状の占有率維持を考えており、特に問題点はない。2010年は前節にも述べた如く補修市場の割合が不透明のためここで2.6%の妥当性を検討出来る段階ではないが、需要の伸びに対してやや控えめの計画となっている。

表4-2-1 自動車用電球総量想定需要と生産計画

年 度	1995	2000	2010
想定需要(万個)	47,500	89,000	155,550
生産計画(実績)	1,621	3,000	4,000
占有率 (%)	3.4	3.4	2.6

一方、自動車用電球の中で価格の高い前照灯に着目して検討する。前照灯の使用個数は二輪車で1個/1台、四輪車で2~4個/台であるが、簡単のため四輪車は3個/台として計算すると表4-2-2の如くで、2000年の占有率が95年より大幅に増加しているが、96年の実績は既にこの程度の値に達しているので達成に特に問題はないと思われるが、2010年の計画はやや少なめである。

表4-2-2 前照灯想定需要と生産計画

年 度	1995	2000	2010
想定需要(万個)	3,804	7,000	11,850
生産計画(実績)	181	550	700
占有率 (%)	4.76	7.86	5.91

4-3 近代化計画の基本方針

中国の国有企業は改革・開放路線の大きな流れの中で変貌をとげつつある。市場経済の浸透に伴い、海外企業との合弁企業が続々と誕生し、中国内の先進地域企業との競争のみでなくこれらの企業とも競合して行かなければならない。自動車ランプの業界も例外ではなく、フィリップス、オスラム、小糸、スタンレー、ライフなど世界の一流企業が中国に進出しつつあり、これらの企業の国際レベルの品質競争に巻き込まれる事を覚悟しなければならぬ。

従来の体制では国内の国有企業間の競争は緩和され、企業は国際競争から保護されてきた。その事が中国の自動車ランプの技術水準、品質水準の遅れに結びついて来た事は否む事は出来ない。

このような状況の中で当工場が自動車ランプを作り続け、企業を存続させて行く為には国際水準の製品構成、技術力、品質、管理力、財務・経理体制及び工場の実力に見合った販売体制の強化を早急に実現しなくてはならない。製品の進むべき方向が適切であること、価格が例え安くとも品質が国際水準であることが必要である。

北方照明電器の最大のテーマは製品の品質を向上し、良品率と信頼性を上げ、コストを低減し、顧客に喜んで北方照明電器の製品を使って頂けることである。

すぐに役立つ効果的で容易に実行可能な改善提案に心がける一方企業の技術力及び管理力、経営力が向上する事を期待し、従来の慣行に捕らわれることなく基本的な問題解決に役立つ提案を行うことを考えている。従来の慣行を変え革新することは容易なことではないが、国際的な競争力のある製品を作り出す為には現状に妥協しては成功する事は出来ない。自動車用電球は好むと好まざるとに係わらず、国際的な競争力を持たなければ企業競争から脱落する危険があり、この危険を乗り切る為に我々は以下の8つのポイントに重点をおいて近代化の提案を行いたい。

本報告において提案は「改善」と「近代化」の2種の表現を使用する。その意味は次のようであるので注意して頂きたい。

「改善」：直ちに実施すべきもので比較的短期間に実行できる内容のものである。

例えばフレアの冷却空気の当て方や導入線機の改造や更新を含んでいる。

「近代化」：長期的な観点から取り上げた内容の改善である。

例えば天然ガスの導入や生産量増加のための設備投資がこれに当たる。

- ① 技術移転と実行容易な改善案
- ② 製品の近代化
- ③ 組織運営の近代化
- ④ 国際水準の技術力の確立
- ⑤ 国際水準の品質を実現する製品工程の確立

- ⑥ 管理の強化 —— 製造工程、品質管理、設備管理等
- ⑦ 財務・経理の近代化
- ⑧ 販売体制の強化

4-3-1 実行容易な改善提案と技術移転

近代化計画調査の第1次段階でタングステン線及びフィラメント、導入線、ガラスバルブなどの部品サンプル及び自動車用電球のサンプルを持ち帰り日本国内で精密な検査、試験を行い、これらの部品が品質に及ぼす影響を調査した。この知見を基礎に現状の品質とその製造工程の機能の関連を技術的基礎から説明するセミナーを通して技術移転に努力した。現状より良い材料を用いた場合の品質に対する影響を把握し、今後コストが少々高くついても良い材料、部品を使用し品質が向上する場合の採算性について検討出来るようにする。

同時に調査段階で知り得た現状に対し実行容易で効果的な改善提案を行い現場ベースで技術移転の効果を確認する。

4-3-2 製品の近代化

製造業の経営にとって最も重要なのは製品戦略である。戦略的な製品政策なしに企業の成功はありえない。このような製品戦略を確実なものにするためには、自社の製品の将来動向を確実に予測することが必要である。科学技術の進歩と市場や顧客のニーズ (needs) を的確に把握してはじめて正しい製品政策を樹てることが出来る。現在の中国の場合にはかつて日本がそうであったように、先進国がたどった経過から比較的容易に今後の動向については知ることが出来るが、企業として重要なことは新しいランプの自国における普及時期が何時かということを出るだけ早く、出来るだけ正確に予測することである。それによって適切な投資が行われ、結果として市場を支配することが出来るからである。このためには、絶えず市場情報を蒐集解析しておく必要がある。自動車用電球の場合にはまず自動車メーカーが何時新しいランプを組付けるか、その規模はどうか、次機種への計画はどうかなどきめ細かい情報を組織的、継続的に掴んでおくことが必要であり、市場経済下では、このことが営業部門の最大の責務である。

自動車用電球には、5-5に後述する如く多くの製品があるが、製品の進化は次の3分野に集約される。

1) 前照灯 これまでのR2前照灯は10年以上前から先進国ではすでに新車組付け需要は無く補修需要も激減している。そのため日本においては国内における生産も殆どなく、補修用として販売されているものも旧東欧製が多い。現在の主流のランプはH4を含むハロゲン電球である。しかし21世紀にはハロゲン電球もさらに小型で、高効率、長寿命のHIDランプ (High Intensity Discharge Lamp) に取って代わられようとしている。中国

においてはこれからハロゲン電球の最盛期を迎えることになるが、世界の動向には注意を払っておく必要がある。R 2 ランプ、H 4 ランプ及び小型H I Dランプの性能比較を表 4-3-1 に示しておく。

2) 指示灯 (ストップライト、車幅灯など) 現在中国でS 2 5 バルブが専ら使用されているが、日本では新車への組付けの大部分はT 2 0 楔灯に変わりつつある。米国及び欧州においてもT 2 0 楔灯の規格が承認され今後急速に普及しようとしている。全体の数量と

表 4-3-1 前照灯の特性比較

ランプ種別	電力 (W)	フィラメント配列	光出力 (lm)	寿命 (時間)
R 2	6 5 / 6 0	C 8 / C 8	1000/760	75/150
H 4 H 7	6 5 / 5 5 5 8	C 8 / C 8 C 8	1650/1000 1500	150/300 (実力 200/800) 930
小型H I Dランプ	3 5 (42)	C 8	3200	1500 (目標 3000)

小型H I Dランプの電力 () 内は回路電力を含む。

してはすでに市場にある車の補修需要があるから急速にS 2 5 ランプの需要が減少するわけではないが日本の自動車電球メーカーでは既にS 2 5 ランプよりT 2 0 楔灯の生産の方が多くなっている。米国、欧州も同様の方向に進むものと考えられる。S 2 5 電球とT 2 0 楔灯の形状比較を図 4-3-1 に示した。

またストップランプの分野では急速に普及してきたLEDアレイ (light emitting diode array) によるハイマウンテッドストップライト (high mounted stoplight) に加えて、低圧ネオン放電管を使う研究開発が進んでいる。これらの技術進歩には目を離すことなく情報の蒐集に努める必要がある。もし市場が新しい製品に傾斜していくなれば必要な対応をとる体制を準備しておかなければならない。

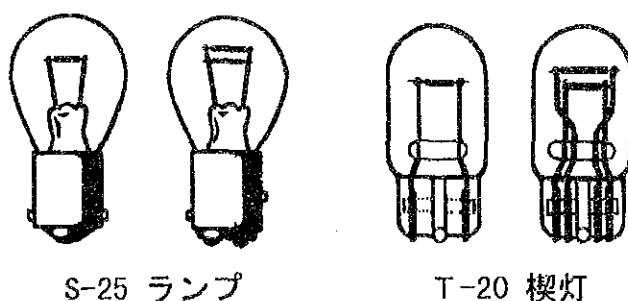


図 4-3-1 S-25 ランプと T20 楔灯の形状

3) 計器用電球 計器用電球は従来の口金付き小型電球から楔型電球に移行している。T10、T5、T3が主流製品になっている。この種のランプでは補修市場の規模は他のランプに比べると小さいから従来ランプの需要は急速に減少していくものと予測される。

当社では 1) に対してはH4ランプの半自動化設備の導入などの手をすでに打っており国産メーカーとの競争に耐えうる体制を作っている。しかしハロゲン自動車球はH4ランプだけではない。H7ランプの普及も進んでいる。また自動車用より耐振性の要求される二輪車用H4タイプランプの開発も重要である。開発体制と需要に合わせた生産体制の確立も必要であろう。友好同業メーカーとの品種交換も視野のなかにいれて製品政策を検討する必要がある。3) に対しては当社は必要な手を打っており5-5及び5-8で述べる改善を行って良品率の向上に努めれば品質も安定し市場での占有率も向上することが出来るであろう。

問題は 2) への対応である。現在の当社のS25電球の生産設備は旧式であり、今後、小糸、スタンレーなどの日本企業との合弁会社の生産が本格化した時に苦しい状況になることが懸念される。製品の変化の動向を踏まえて最適の施策を講じることが必要である。調査団の予測による勧告については5-5を参照されたい。

4-3-3 組織運営の近代化

今回の近代化の提案は自動車用電球を重点としているが電球の機能を考えると非常に共通部分が多いことは自明であろう。従って数々の提案を実施するに当たって自動車用電球ばかりではなく白熱電球、蛍光灯も横断的に実施することが大切である。

このような観点から近代化提案を実施するには部門を超えた体制をつくる必要があると考える。例えばタグステン線フィラメントの材料問題、導入線の取扱、導入線製造機械の取扱、フレアーの作り方、ガラスバルブの作り方、排気工程の問題、燃料ガスの天然ガス化、など共通テーマは自動車用電球、白熱電球、蛍光灯を横断的に担当する組織が効率的ではないだろうか。是非そのような組織を作って推進して欲しい。

次に製品の不良や機械の障害を低減するために種々の技法を製造現場で縦横に使いこなす効果を上げるために不良、障害の解析方法の現場への普及、指導、教育を行う必要がある。現場の工程の具体的な課題をテーマとして技術品質部の技術者と製造の技術者が一緒になって体験出来るような運営をして頂きたい。そのためには技術品質部に推進責任者をおき専門的に研究推進する体制が望ましい。この人は後述するようにワークショップセミナーのトレーナーとしても活躍を期待したい。

更に上記の結果は科学的・工学的な工程条件として標準化し、品質保全のための作業標準として活用すべきである。

4-3-4 国際水準の技術力の確立

現在の当工場の技術水準は設計された自動車ランプの仕様（品質特性）を確実に作る製造工程が確立されていない。製品は現在の製造工程で作れる品質レベルで容認されている。世界の顧客の満足する仕様を設計し、それを実現するために製造工程を設計するために国際的技術力が必要なのである。設計された仕様に基づき製品を作り、作られた製品の品質を定量的に把握し、未達成の品質特性を満足するまであらゆる技術的検討を行い、アクションを取らなければならない。現状に妥協する事を厳しく戒め、絶え間ない技術的努力の中から技術が作られて行く事を銘記しなければならない。

例えば、ガラスバルブの製造機械は日本のガラスバルブメーカーと同一のものを使用しているが、それによって作られる製品の品質は同一ではない。その底にある問題が技術力の差である。

その技術力の差を埋めるためには各工程の工学的メカニズムを明らかにし、その状態を定量的に把握出来る事が必要である。また不良や障害が発生した場合定量的に状態を把握し解析する事ができなければならない。従って工程の中で働いているメカニズムを理論的にモデル化(Modeling)し、その状態を定量的に把握する事が可能な設備機器、測定器、計算機などが必要な時にはいつでも使えるように充実されていること、及び製品の状態が群として統計的に数値で把握され管理されていること、また不良・障害が発生した場合にはその原因解析が的確に実行できること、さらに解析のために理論を使いこなす方法や手法が必要である。定量化が必要な理由はそれぞれの工程の客観的条件を定量的に決定し、何時でも誰でもそのあるべき姿に製造条件を整える事を可能とするためである。若しこれらの条件を整えば、例えばガラスバルブ製造工程における品種切替えの条件出しの期間は大幅に短縮出来るであろうし、製品の品質はバラツキの少ない良品が得られることになる。技術や技能は実際の現象に理論的モデル化を行い、その仮説に基づいて行った実験結果を理論的モデルにフィードバック(Feed back)し、何度も試行錯誤を繰り返して得られるものであることを認識することが大切である。外から与えられた情報は貴重であるが、さらに大切なのは自ら固有技術を創り出す力である。それが国際的技術力である。この技術力の向上に貢献するため、日本や諸外国の技術やその動向を伝えると共に現場診断の機会を通じて工程の問題点の解決方法の技術移転を行う。

技術を進歩させるのは生きた人間であり、厳しい労働である。しかもその人材は企業で育成しなければならない。科学・工学を基礎として自動車ランプを作るための固有技術を創り出すのも人材である。従って技術教育を単なる知識に終わらせることなく、実際の製造現場で必要で活用出来る固有技術を教育・訓練の中に体系的に組み込むことが必要である。

技術進歩は時間軸から見れば日進月歩であり、空間軸から見れば世界の各地で創出されている。競争に打ち勝つには学会や業界の最新の進んだ情報を手に入れる事が重要であり

その入手ルートの確立が必要である。今回上海復旦大学の周太明教授に特別参加をお願いしたのは中国政府が沿海地方と内陸地帯の技術格差を可能な限り平準化したいとの方針を理解し、また今回の中国工場近代化計画がより効果的に遂行されること及び上海復旦大学の周太明教授の特別参加が宝鶏北方照明電器の方々との太いパイプとなることを期待したからである。学会や業界の最新の進んだ情報は学会誌や業界誌を通して得られるかも知れないが周教授を通して得られる生きた情報は当工場にとって非常に重要な価値を持つであろう。更に産・学共同への展望も開ける可能性がある。これらの価値ある情報は個人の狭い範囲に止めることなく、広く工場全体の知的財産として活用出来る体制を作るべきである。

今後益々このパイプを太くする努力を続けるべきである。

一方、工場内部で試みられた各種実験や製造条件のデータ、記録は成功、不成功に関わらず技術文書として保存し、技術の蓄積と共有化を図らなければならない。その一つの方法として年に2回技術発表会を開催し技術の相互活用を促進すべきである。

4-3-5 国際水準の品質を創り出す製造工程の確立

製造工程の役割は世界のお客様に満足して頂ける品質の製品を高い生産効率で、経済的に作ることであり、全製品をお客様が安心して、満足して買い、使うことが出来る品質を保証する事である。当工場の製造工程は極一部の手作り作業を除いて機械が作っており、自動機は更にその程度が高度化している。作業者の役割は材料・部品の投入、取付け、取外し、工程状態の監視と調整である。

投入される材料・部品は物質であり、作業を機械が行う製造工程は人間の意志や願いを受け入れない客観的な物質世界である。物質世界を制御するには自然科学的法則を理解し用いなければならない。製造プロセスでは機械が我々人間が計画している品質の製品を作るために最適の物理的条件を与えられて初めてその役割を果たすのである。この世界には妥協は無い。例えば現在工場で供給している燃料ガスはカロリーが低く、圧力変動も大きい。これでは最適な物理条件を作る事は出来ない。人間は止むを得ないと云うが、物質世界には妥協が無い。条件を整えない限り不良を作る事になる。最適条件を与えられた時のみ良品が得られるのである。従って最適の物理条件を常に再現可能な様に定量化し、外乱による変動を出来る限り測定器によって捕捉し最適条件を維持しなければならない。場合によっては五感によって補い最適条件を維持しなければならない。「科学は第一の生産力である」と言う言葉は正にこの様な状況を指摘していると思う。当工場の全ての工程に最適な物理条件を定める事は短期間では難しいが、国際水準の品質確保には必要である。

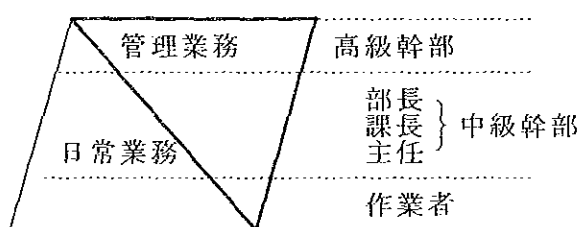
また、高い生産効率で経済的に製品を作るためには設備・機械に発生する数々の損失、日本では7大損失と称しているが、この7大損失を撲滅しなければならない。即ち、①故障ロス (Loss)、②調整・段取りロス、③型・治具の交換ロス、④立ち上がりロス、⑤チ

ヨコ停、⑥速度低下ロス、⑦不良 の7大ロスを徹底的に追放しなければならない。これも一挙に達成出来るものではないが日本で発展したTPMの方法など研究する価値があるであろう。

4-3-6 管理の強化 —— 製造工程、生産管理、設備管理、財務・経理管理など

管理を強化するとはどういうことか。例えば製造工程に必要な最適温度、処理時間を基準として決める。(Plan)。製造工程ではその基準書通りに作業を実施する(Do)。次に現状を把握して基準から偏差があるかどうかを調べ(Check)偏差がでた場合は直ちに是正の行動(Action)を取らねばならない。このP-D-C-Aの原則を忠実に、妥協することなく実行する事が必要である。

企業の組織は階層構造を持っており、組織を構成するメンバーも階層を構成している。



高級幹部は日常業務が少なく、管理業務が殆どである。

中級幹部は日常業務と管理業務は50%：50%の前後にある。

作業員は日常業務が殆ど全体を占める。

従って作業員が基準通り仕事をしていない場合、或いは機械の作動状況が決められた基準から外れた場合は、直ちに管理者が先頭に立って是正のアクションを実施しなければならない。基準を決めるのも管理者の責任である。管理の強化は管理者の重要な職務であり妥協は許されないと心得なければならない。

管理者の職務はPlan(計画、プログラム目標、目的、基準、標準を決める事も含む)Do(実施する、実施させる命令、指導)Check(計画、目標、目的、基準、標準からの偏差を把握する)Action(偏差を生じた原因を分析し、有効な是正措置、改善を実施し、次のPlanにフィードバックする。例えば改善、標準の変更など)の大部分に責任があるのであり、「管理の強化」は管理者が管理の原則を忠実に守り、実行する事である。製造工程や技術、品質は深く物理的物質世界に関わっており、妥協し、自然法則に反するならば絶対に成功しない事を理解し、科学的態度で管理を行わなければならない。

特に大切な事は、工場方針を決める場合である。Plan(計画、プログラム目標、目的、基準、標準を決める事も含む)が年度方針を実現するため前年度並みではなく前年度よりも10~15%高い野心的な目標を設定すべきだと考える。管理の強化はここから始まるのである。

管理の強化は管理者が大きな責務を負う所から始まる。そこで初めて生産工程、生産管理、財務・経理の近代化が動き出すのである。

従って管理の強化は先ず高級幹部が勇気をもってチャレンジ目標を決め、工場全体がそ

れを達成する為に必要な部門目標に展開し、中級管理者に提示する。中級管理者はその目標を達成する為の手順、方法を考え、具体的な行動計画を作り下部に指示し、日常的に実施出来るものと、日常的には消化出来ない改善時間の必要なものと分けて実行可能な計画を作り実施を指導する。上手く進まない場合には指導を行いフォローする。

生産工程、生産管理、設備管理、財務・経理管理の近代化は上記の如き基本に忠実なやり方で進めれば実現可能性は着実に向上するであろう。特に品質管理においては以前活動していたTQMの再度の導入を検討すべきである。

4-3-7 財務・経理の近代化

1996年までの状況は誠に堅実な運営がなされて来たと言えるが、今後数年間の中国経済の状況から見て、市場経済の中で企業競争に打ち勝つためには売上伸長率年率15%が必要と言える。会社の総力を挙げ売上高上昇に全力集中すべきである。

経営分析を背景に2000年迄の具体的経営計画の作成とその推進が急務である。また、経営管理のポイントは機種戦略でもある。製品群毎の採算性の追求（独立採算制）とそれによる販売戦略、製品コストダウン展開を強力に進めるべきである。そのための原価分析結果の試算を提示する。

財務面より見た近代化は精度の高い中期計画の策定、その責任分担体制による計画の推進と製品別損益分析による機種戦略、販売戦略の展開である。

ここで特に注目すべきは不良の低減は製品コストダウン及び利益増大の基本的な戦略である事である。

財務管理の近代化においても改善を進めて行くためには片手間で推進出来る程簡単ではない。この近代化を推進するに当たりプロジェクトチームを作りトップのバックアップの下で強力に推進する必要がある。

4-3-8 販売体制の強化

全社一丸となって近代化に取り組み、技術、品質、良品率の向上、信頼性の向上、および管理水準の向上が実現されるが、それに合わせて販売体制は2つの分野に重点配備する必要がある。

1) 自動車メーカー対策

重点的に自動車の生産基地の3大地区（トラック及び大型バス生産拠点；第1汽車吉林省長春、第2汽車湖北省十堰、東風トラック上海）、3小地区（乗用車生産拠点；クライスラー合弁北京、VW合弁上海、ダイハツ合弁天津）の営業所を強化し、技術を売り込む営業を展開する事を検討すべきである。中国の国策である国産化の方針に従い、自動車メーカーの国産品採用を促進するため、自動車メーカーの開発計画に参画し、技術的要求を的確に把握し、解決し、製品の実用性能をメーカーと共同で確認し、販売に繋げる様にセ

ールス技術力を高めるようにする。基本的には94年4輪車・2輪車生産分布の生産量の大きい地点を重点とすべきである。

2) 補修部品市場対策

自動車ランプの需要は中国では補修品市場が非常に大きく、この分野を伸ばす事が企業の売上拡大に重要である。自動車保有量の大きな沿海部や内陸部の主要地域や部品のディーラーの集中する特殊な場所などに販売拠点を配置する事を検討すべきである。

4-3-9 環境管理

環境管理には2つの側面がある。一つは工場内の環境問題と、工場の外に対する、即ち社会的な環境に対する問題がある。これらは必ずしもはっきりとは分離出来ないが、工場が大きくなり、生産量が増えてくると工場内の環境問題が社会的な環境へと拡大する可能性がある。従って粉塵、はんだ作業時に出るヒューム、フィラメント工程で発生するNO_x、SO_xガスの処理、ガラス製造工程で発生するAs₂O₃、PbOにも注意を払う必要が出てくるであろう。また燃料としての水性ガスの生産で発生する煤煙、NO_x、SO_xなど逐次対策を講ずる必要が出てくる筈である。これからの生産活動では環境問題は揺るがせには出来ないであろう。

第 5 章 生産工程の問題点と改善・近代化

第 5 章 生産工程の問題点と改善・近代化

生産工程は工場における稼働状況の詳細な観察と第 3 章に述べた各種試料の試験、分析結果を基に、不良発生の原因について調査した。生産工程の改善策については日本の製造会社における事例などを参考に具体的な方法を提案、指導した。宝鶏北方照明電器の自動車用電球の生産に係わる主要生産設備は、一部を除き中国の工場の中ではかなり良い水準であるが、その能力を 100% 発揮しているとは言えない。基幹材料の改良、製造技術と管理技術の向上により、当面多額の製造設備投資をしなくても利益の改善が図れる余地は充分にあると思われる。

5-1 原材料受入・検査工程

北方照明電器工場が外部から購入している主要原材料は表 6-3-1 に示す如く 20 種類程度であり、これらの受入れ検査および北方照明電器内の他の工場（廠）で製造し、自動車用電球工場に供給される部品の検査は技術品質部の品質管理班が担当している。

5-1-1 受入検査組織

原材料の受入検査は図 5-1-1 に示す如く原材料は技術品質部の納入品検査グループ、内部製作部品は内製部品検査グループにより行われる。

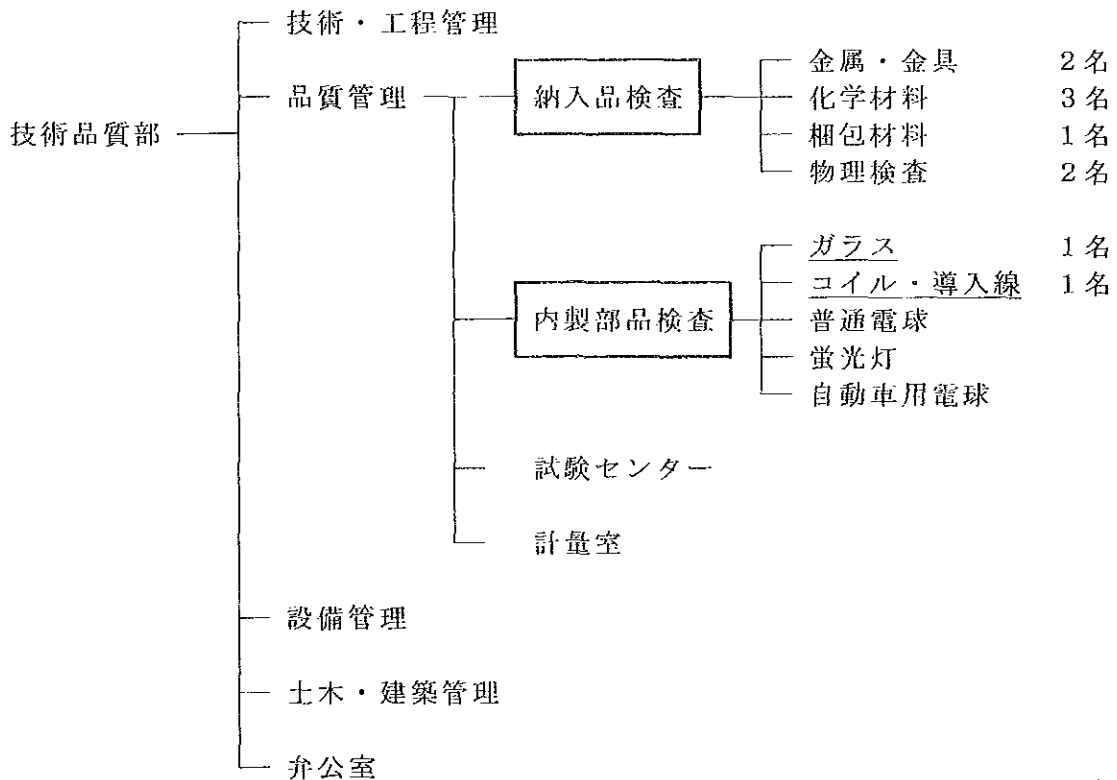


図 5-1-1 受入検査の組織図

5-1-2 原材料検査内容

受入検査は線材、ガラス原料、金属部品に大別され、各材料毎の検査項目は以下の通りである。

1) 線材

金属材料倉庫（五金倉庫）3階の検査室でタングステン線、モリブデン線、銅線、純ニッケル線、ジュメット線の検査を行っている。

(1) タングステン線

入荷したタングステン線について全数の巻枠についてMG（ミリグラム/200 mm）を測定し、線径確認としている。その状況を図5-1-2に示す。検査結果は所定の記録用紙に記録して保管される。タングステン線の受入検査は最近6ヶ月間に約120ロット行われており、25件の不良が発生している。不良内容はMGの公差外が大部分で、残りは表面酸化、混入、巻枠破損等である。

受入れ検査で不良が発見されると、納入ロット全体を返却するのではなく、不良枠のみ返却する。不良発見時は品質情報フィードバック票が発行され、関係部門へ連絡される。

引張強さの試験は発注当初は調べたが、現在は行っていない。

(2) その他の線材

ニッケル線、ジュメット線、モリブデン線、銅線などは材番と直径、鍍の有無、柔らかさなどをチェックしている。殆どは購入先の合格証のみで良しとしている。

2) ガラス原料

ガラス原料の分析は西北駅の3階にある技術品質部の化学分析室で行われる。分析する材料は珪砂、蛍石、ソーダ灰（NaO）、白雲石（CaO・MgO）、長石（Al₂O₃・SiO₂・K₂O）、硼砂（B₂O₃）、複合澄清剤（Sb₂O₃・As₂O₃）、工業珪酸鉛（PbO, SiO₂）、硝酸加里（KNO₃）、硝酸ナトリウム（NaNO₃）の10種類である。分析結果は所定の用紙に記録される。測定は殆ど毎日行っている。珪砂は水分の含有を除いては不良はあまり無い。不良品はロット返却する。

3) 口金類

口金などの金属部品類はタングステン線の検査室と同じ部屋で抜き取り検査で行うとの事であるが、第1次、第2次の現地調査期間中で検査をしている現場は確認出来なかった。図5-1-3に口金の検査治具を示す。

5-1-3 部品検査

光源材料廠で製作される導入線、コイルは同廠に駐在する技術品質部の1名の検査員により抜き取り検査が行われている。ガラスバルブは光源ガラス廠に駐在する技術品質部の検査員が抜き取り検査を行っている。

1) 導入線検査

光源材料廠の導入線工場の作業員により検査された導入線は3日分を1ロットとし、製作後、1束2000本を纏めて包装し、この3日分を1ロット(Lot)とし、その中から20%の束を抜き取り、各々の束から数本ずつを取り、寸法、溶接を検査する。

2) フィラメント

フィラメントは機械による製作後、工場として全数の目視検査で切れやピッチ乱れなどのチェックを行う。その後、技術品質部の検査員により抜き取り検査で外観、汚れ、ピッチ、ターン数、フィラメント全長のチェックが行われ、不良率2%以上のロットは不良ロットとして全数検査に戻される。

3) ガラスバルブ

ガラスバルブの完成品は焼鈍炉の後で工場の検査員により目視で全数検査が行われ、割れや欠けのあるものは除外される。しかし、寸法検査は行われぬ。その後技術品質部による抜き取り検査で寸法測定が行われる。

5-1-4 原材料受入検査の問題点と改善策

原材料の受入検査については直ちに改善を要するような大きな問題点はない。タングステン線を含め線材の品質は極めて重要であるが、高度な試験設備を必要とするので自社で受入検査を実施することは得策でない。信用できる製造会社から購入することと、定期的な技術交流を行うことが必要である。また購入会社以外の製造会社製の線材との比較を定期的に行うことが望ましい。高度な試験設備を必要とする測定については、外部機関に依頼して実施することも考慮すべきであろう。複数の製造会社から購入している材料〔特にジュメット(Dumet)線〕については、電球製造工程での不良発生状況が追跡できるようにしておく必要がある。定期的に同一機械で製造した1000本位の導入線を並行して使用し、不良の発生状況を比較するのも一案である。

問題点はむしろ自社製の部品特にガラスバルブと導入線の品質保証にある。前照灯に用いられるG-40バルブには図5-1-4に示す寸法規格があるが、第3章で述べたように実際の製品はこの規格を全く満足していない。また、R2電球に用いられている導入線は自動車灯二廠のステム(芯柱)工程で全数手直しされている。技術的な改善が優先するが、規格を満足しない部品の使用については部品製造廠と製品製造廠および技術品質部の合議による特採基準など何らかの基準を設けておく必要がある。

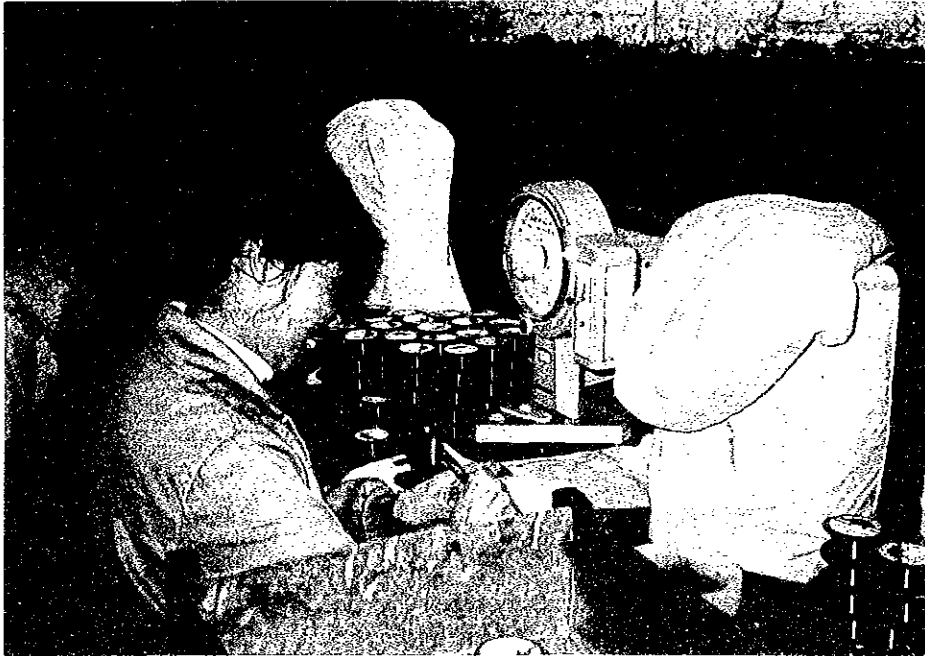
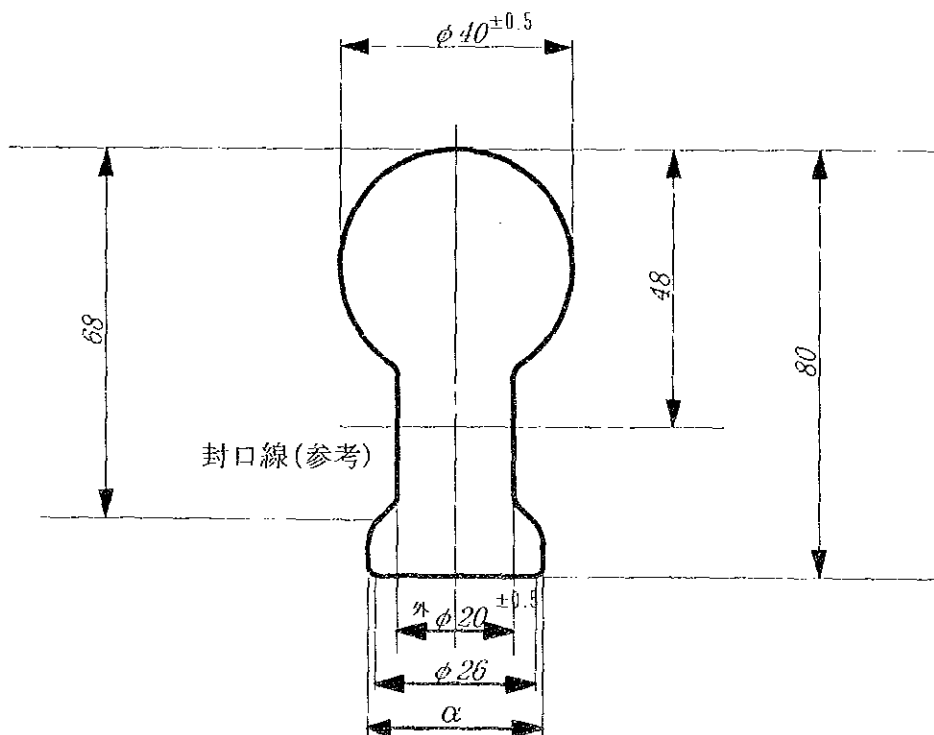


図 5 - 1 - 2 タングステン線MG測定状況



図 5 - 1 - 3 口金検査治具



頂部厚 0.5~1.2 mm

封口線厚 0.5~0.8 mm

最大直径厚 0.4~0.7 mm

端部 α max 30 mm

端口内径 min 21.5 mm

図 5 - 1 - 4 G - 4 0 バルブ 図面

5-2 導入線製造工程

5-2-1 組織

導入線の製造は図5-2-1に示す如く光源材料廠の導入線工場で2直の勤務体制で行われている。

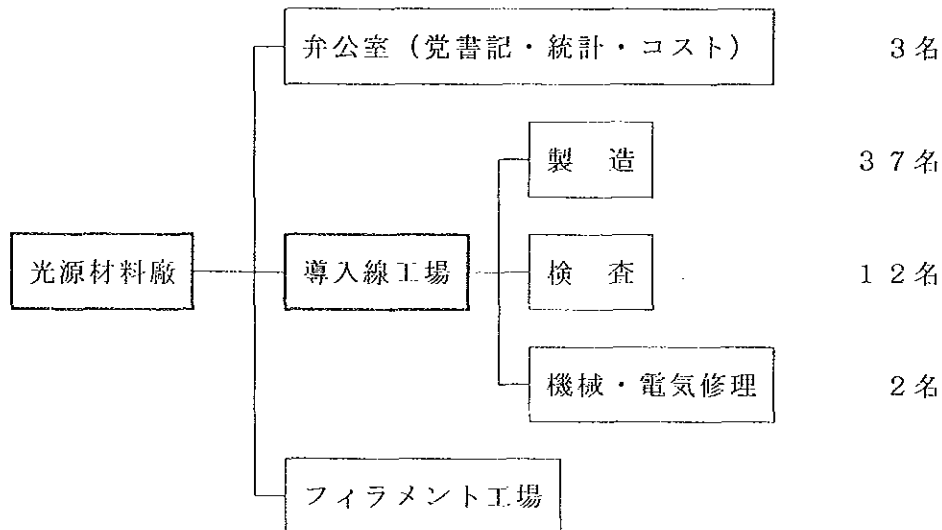


図5-2-1 導入線製造の組織

5-2-2 製造工程と設備

1) 導入線の構造

導入線は図5-2-2に示すようにガラスと密着して気密を保つジュメット線 (Dumet wire) の両端に外部線と内部線が溶接されている。外部線には無酸素銅線、内部線は自動車用電球にはNi線が、白熱電球や蛍光灯にはNiめっき鉄線が使用されている。

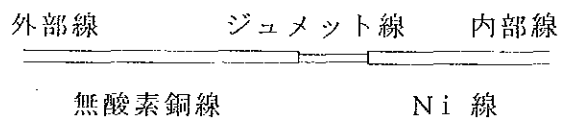


図5-2-2 導入線の構造

2) 製造工程

リール (Reel) に巻かれた内部線と外部線の材料は図5-2-3に示すように機械の左右から中心軸方向にストレイナー (Straightner) を介して所定の間隔をもつ位置まで送りだされる。ジュメット線は、少し離れた場所で切断された後キャリア (Carrier) で内

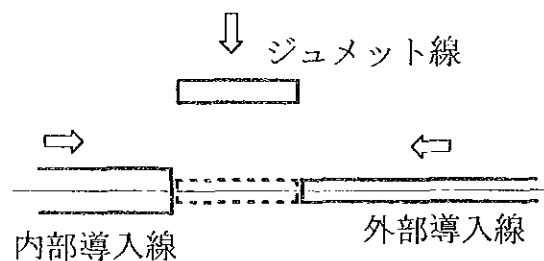


図5-2-3 導入線製造過程

部線と外部線の間には運ばれ、キャリアーに把持されたままの状態が溶接される。溶接は機械により、電気またはガスで行われる。電気の場合は突き合わせ抵抗溶接、ガスの場合は水素と酸素を用いる特殊なバーナーによる熔着である。

溶接または熔着後、内部、外部線は所定の長さにカッター (Cutter) で切断され、ジュメット線キャリアーは把持を解除して元の位置に戻る。溶接された導入線は自動的に落下する。

製造された導入線はスケール (Scale) による寸法測定と溶接強度の確認が作業員により随時行われている。溶接強度は往復 2 回の折り曲げ試験法によっている。溶接部の曲がりどりは作業員が修正し、2000 本ずつの束として包装する。

不良率は製品長さ / 供給材料長さで管理しているが、全体の不良率は 4 % 位である。機械毎では台湾製機械では約 2 %、改造型では約 4 % 位である。

最終検査後は防湿中性紙により包装し、空気の乾燥のために電球を下部に入れた保管棚で保管する。倉庫には 3 ヶ月以上は置かずに使用する。

3) 設備能力と機械配置

導入線溶接機は 24 台あるが、1 台は休止中で 23 台が運転している。これら機械の内訳は

台湾 (YOSIO) 製	電気溶接方式	3 台	(1992 年設置)
中国 (西北機器廠) 製	ガス溶接方式	17 台	(1 台休止中)
中国 (西北機器廠) 製	電気溶接に改造	4 台	(1985 年改造)

である。これらの機械の配置を図 5-2-4 に示す。

機械の能力は導入線の長さによって多少異なる。台湾製の機械は 100 本 / 分の定格であるが、実運転は 90 本 / 分を標準としている。

中国製は 1959 年製から 1994 年製までであるが、能力は約 38 本 / 分である。

この工場では全工場の導入線を製作しているが、現場は一直 12 名で 8:00 ~ 16:00 と 16:00 ~ 24:00 の 2 組で勤務し、週単位で時間の交代を行っている。

5-2-3 問題点

1) 直線性

導入線は外部導線、ジュメット線、内部導線が一直線に溶接される必要があるが、第 3 章の図 3-2-1、3-2-2 に示すように直線に溶接されず、段付になっているものがある。導入線製作工程でも溶接後の導線を石の鋸で転がして修正している。更に自動車灯二廠の第 4 ラインではステム機への導入線の自動挿入に問題があるため、再度修正を行っている。修正作業の結果として溶接部にクラックなどの欠陥が発生する恐れが多い。

2) 溶接強度

日本に持ち帰った試料による折曲げ試験での溶接強度試験では折曲げ回数が少ない段階

で破壊するものが20本中3本存在していた。この原因が上に述べた修正作業によるものと断定はできないが、溶接時のセンターずれに起因して生じたことは間違いない。自動車二廠第4ラインの不良項目で断導線が断管に継ぐ2位にあるのもこの点に関連していると考えられる。

3) 価格

宝鷄北方照明電器では外部導入線に無酸素銅線を使用している。無酸素純銅は一般銅に比べて著しく価格が高いためコストアップの要因となっている。

5-2-4 改善策

1) 真直性の改善

導入線の品質上の問題点は真直性と溶接強度であるが、溶接強度は真直性が改善されればかなり安定すると考えられるので先ず、真直性について改善する必要がある。

導入線を構成する3種類の線材は、図5-2-3に示した溶接時に機械上で段差なく一直線になっていなければならないだけでなく、内部線と外部線の切断後の完成品の状態でも真直性を保っていなければならない。

真直性が悪い原因は3種の線それぞれの曲がりの他、機械のガタ、軸センターのずれによる偏心などが考えられる。

(1) Straightnerの改善

導入線に使用される線材はメーカーからリールに巻かれて入荷し、そのまま機械に装着されるため、線材には巻き癖が存在し、図5-2-5に示す如くリールを配置しても曲がりや生じ、更に銅線は重量の関係で図5-2-6に示す如く、床に軸を垂直にして置かれているので巻き戻しに際し、1ターンに1回の捩じれが発生している。通常、これらは図5-2-7に示す様な金属製のローラー型のストレーナーで矯正されるが、北方照明電器工場の中国製機械では図5-2-8に示す様な樹脂製の楔列のものが使用されており機能的に充分とは言えない。日本を含め世界各国の導入線溶接機のストレーナーはローラー式のものが使用されているので、中国製溶接機は全数この方式に交換した方がよい。日本では更に万全を期し、ローラー式を2段、直交して設置しているので、その方がより望ましい。

第3次調査時点では、外部導入線側には4台にローラー型ストレーナーが設置されていたが、内部導入線およびジュメット線には未適用であった。ローラー径を検討中とのことであるが、外部導入線に対しては改善の効果が確認されているので、全面的な切り替えを早急に行うよう要望した。

(2) ボビンの置き方の改善

前述した如く、ボビンの軸を垂直にして巻き戻すと捩じれが発生するが、軸を水平にすれば捩じれは発生しなくなる。機械の中には図5-2-5に示す様にボビン軸を水平

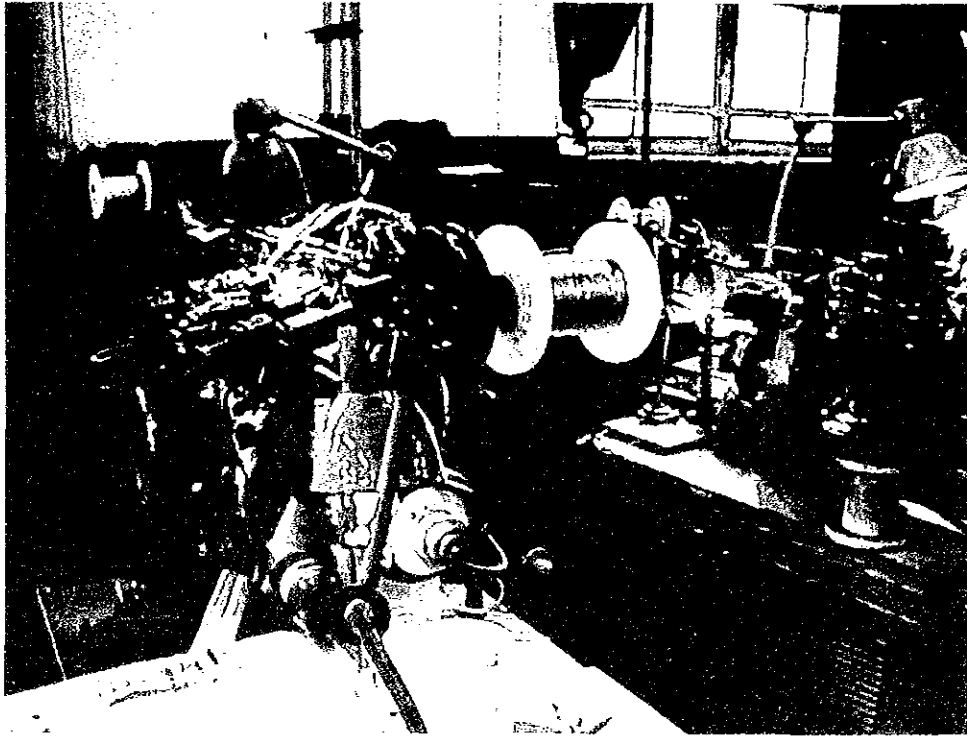


図 5 - 2 - 5 ボビン水平配置



図 5 - 2 - 6 ボビン垂直配置

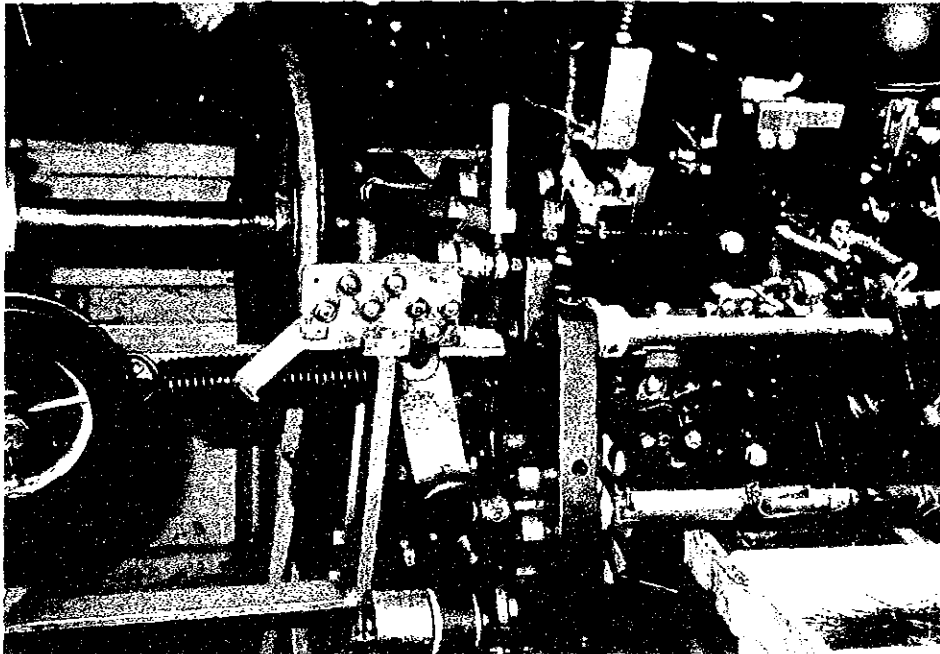


図 5 - 2 - 7 ローラー型ストレーナー

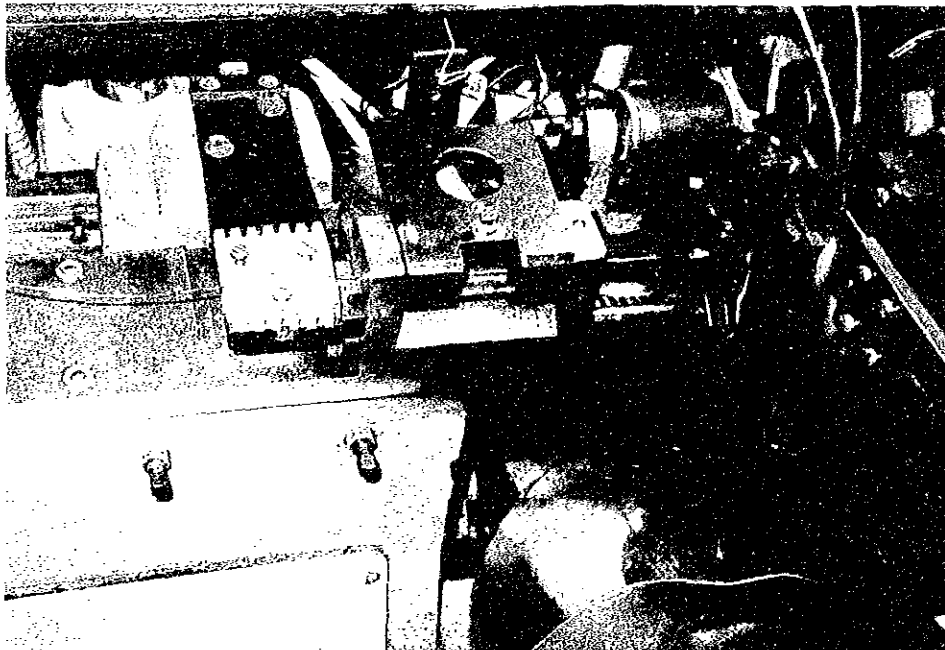


図 5 - 2 - 8 樹脂製ストレーナー

にしてあるものもあるが、出来る限りこの様な配置にするべきである。

第3次調査時点で内部導入線とジュメット線については改善されていた。

(3) カッターの刃の材質など

線材は溶接が完了すれば所要寸法にカッターで切断され、次の溶接に備えて軸方向に送られる。切断時、刃と抑え面にギャップがあったり、刃が磨耗したりしていると線の端部が曲がったり切断面が斜めにだれたりして次の溶接が完全に行われぬ恐れがある。これを防ぐためにカッターの材質は高速度鋼の中でもできるだけ硬く、磨耗しにくいものを選ぶと同時に欠部分の保守を充分に行う事が重要である。

2) 導入線材料の変更

品質には直接関係しないが、北方照明電器では外部導入線に非常に高価な無酸素銅線を使用している。日本では経済性を考慮してランプの品種毎、加工方法毎に表5-2-1に示すように導入線材料を選定している。北方照明電器でも中国国内の材料の調達可能性を探り、出来るものから変更する事を検討する必要がある。

特に外部線については無酸素銅線の代わりに電話線に大量に使用されている電線を手し、早急に試験する事が望ましい。

表5-2-1 各種導入線材料

	内 部 線	外 部 線	用 途
ガス溶接	Ni めっきけい銅線 (Ni plated siliconized Cu wire)	モネル線(Monel wire) (Cu-Ni alloy, Ni+Co 63~70%)	二重コイル白熱電球
		コンスタンタン線(Constantan wire) (Cu-Ni alloy, Ni 42~50%)	
		ニクロム線(Nichrome wire) (Ni-Cr alloy)	
電気溶接	Ni めっき鉄線 (Ni plated iron wire)	錫入り銅線(Sn containing Cu wire) (Sn content : ca 2%)	自動車用電球など
		錫入り銅線(Sn containing Cu wire) (Sn content : ca 2%)	蛍光灯
		銅めっき鉄線(Cu plated iron wire) [導電率(Conductance) ≥26.5]	

5-2-5 導入線工程の近代化

北方照明電器の導入線の製造工程は中国の他の工場と比較してもかなり遅れている。導

入線の品質は電球や蛍光灯の生産能率や良品率に大きな影響を及ぼす。5-2-4で述べた改善策で品質はある程度改善されるが、早急に抜本的対策を行う必要がある。

1) 導入線の外部調達

中国においても上海市や江蘇省などでは台湾製の機械を用いて高品質の導入線を製造している。この中には専門の製造会社もあり、電球製造会社に供給している。北方照明電器においても最近上海製の導入線について検討を始めているが、自社製のものに較べて品質水準は遙に高い。(調査団が入手した南京製のサンプルも参考のため工場に提供した。)すべての導入線を外部調達することは勧めないが、当面、価格が高く生産能率や良品率が収益に大きく影響するR2電球などは外部からの調達に切り替えるべきであろう。その他の導入線については設備の更新計画と関連させて検討すべきであるが、ある程度の数量を購入し自社製導入線と並行使用するのが賢明である。

2) 設備の更新

北方照明電器の導入線製造機は台湾製の3台を除けば極めて旧式で、生産能力も非常に低い。しかも中国製の機械の中には製造後30年以上経過したものも含まれており、老朽化が進んでいる。機械のガタによる溶接時の中心軸ずれなどが導入線の品質に影響を与えている。従ってこれら老朽化の進んだ機械については新鋭設備による更新が品質、コストの両面から必要である。前述の外部からの調達も勘案しながら設備の更新計画をたて、順次実施していくことが必要である。

5-3 フィラメント製造工程

5-3-1 組織

フィラメントの製造は図5-3-1に示す光源材料廠の太線で示す組織で行われる。

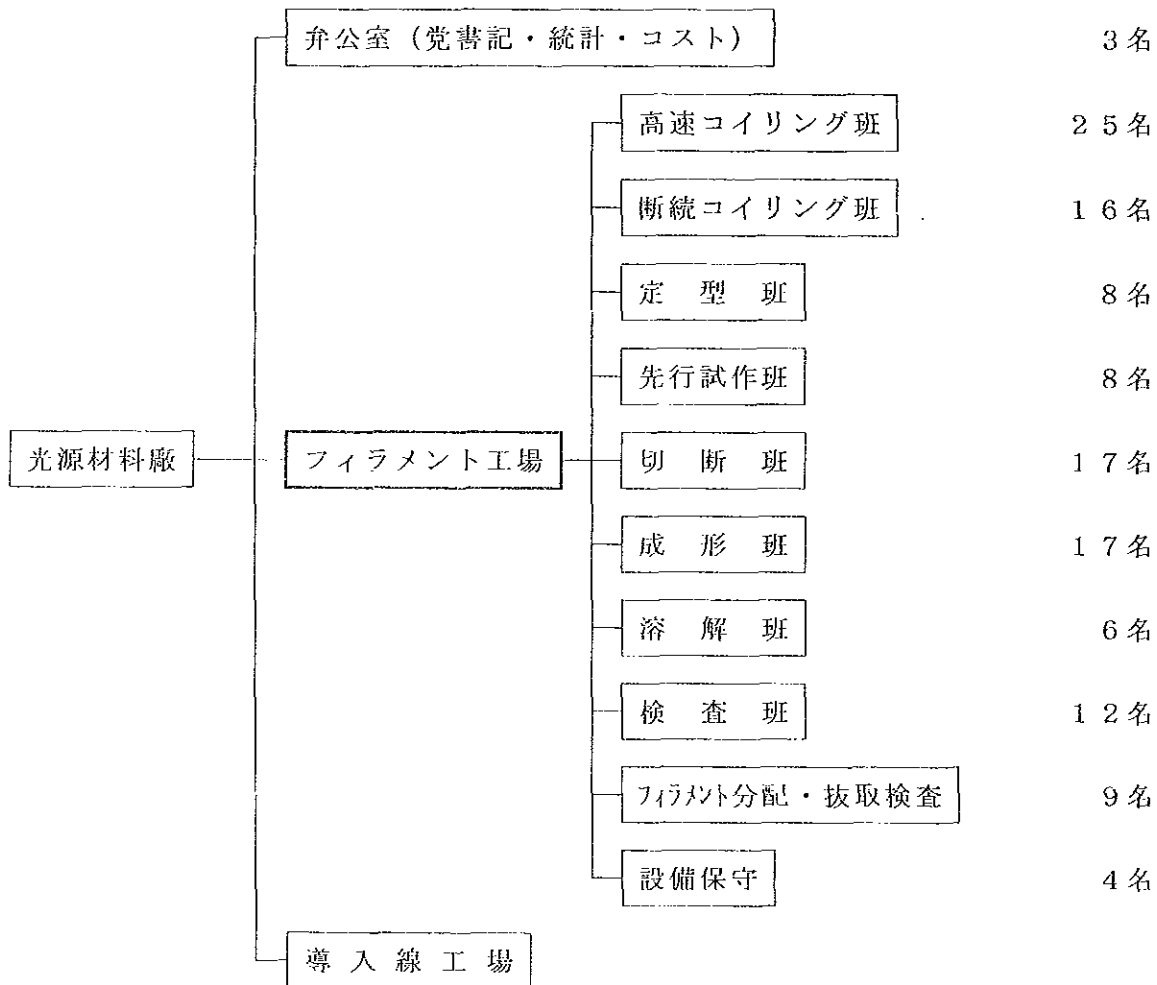


図5-3-1 フィラメント製造の組織

5-3-2 フィラメントの製造工程と設備

フィラメントはランプの種類により一重コイル (シングルコイル)、二重コイル (ダブルコイル) および特殊コイルが用いられ、現在の北方照明電器では一般白熱電球には一重コイルが、蛍光灯には二重コイルが用いられている。自動車用電球では12V用は一重コイル、24V用は二重コイルである。

フィラメントの設計により製造工程は異なる。

1) シングルコイル (単捲灯絲)

大多数のシングルコイルは鉄線を芯線としてタングステン線を定められたピッチで巻きつけていく。図5-3-2に示すように、巻き方には連続巻きと断続巻きがあり、それぞ

れ専用の機械が用いられる。

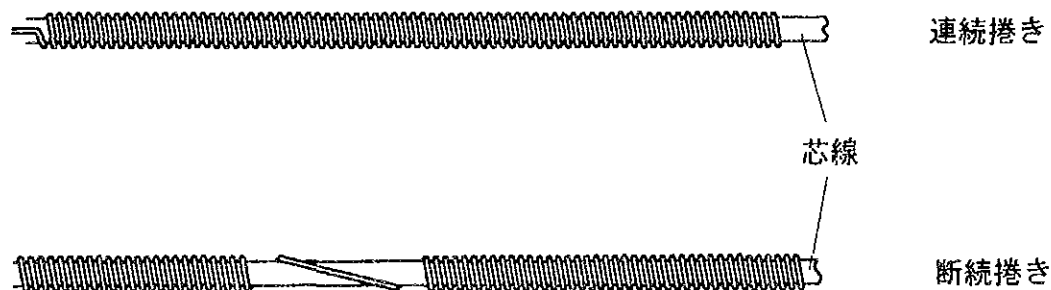


図 5 - 3 - 2 連続巻きと断続巻き

芯線に巻かれたコイルは水素炉の中で約 1 1 0 0 °C で連続的に還元される。還元後所定の長さに切断されたコイルは芯線を溶解除去するため硫酸と硝酸の混酸で処理される。洗浄、乾燥後、コイルはモリブデン (Mo) 製の箱型容器に入れられ、バッチ (Batch) 式水素還元炉で約 1 4 0 0 °C で還元される。

比較的太いタングステン線で発光部の短いフィラメントの巻線には芯線を使用せず、図 5 - 3 - 3 に示すように巻線機に設けられているニードル (Needle) を芯線として用いてタングステン線をコイル状に巻きつける。このニードルは巻線終了後後退してコイルから抜ける。コイルの端部は機械上で切断され、芯線なしのコイルが出来上がる。この方法で作られたコイルはバッチ式水素炉で還元処理される。

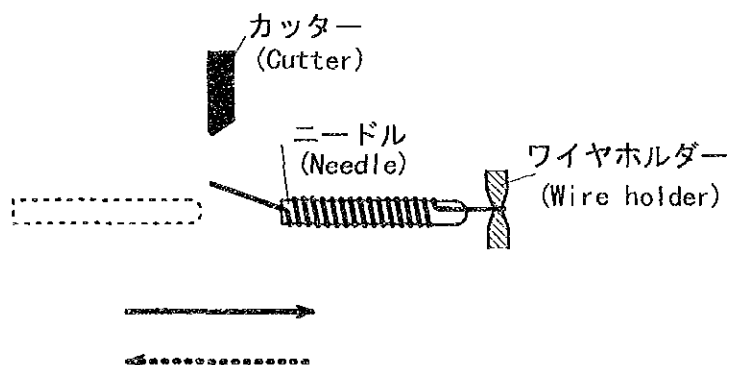


図 5 - 3 - 3 芯線なし巻線工程

2) ダブルコイル (二重巻灯絲)

ダブルコイルに用いられる一次コイルの芯線にはモリブデン線が用いられている。水素還元処理の済んだ連続巻き一次コイルを前述の芯線なし巻線工程により二次巻きすることにより二重コイルが製造される。以降の工程はシングルコイルの場合と同様、芯線溶解、洗浄、乾燥、熱処理となる。二重コイルの場合には最終水素還元処理の温度は高めが望ま

しい。

3) Ω形コイル

前照灯の主フィラメントに用いられるΩ形コイルは、英国製の専用機で製造されている。捲線は芯線なし工程で行われ、コイルは捲線直後に治具によりΩ状に成形され、同時に通電加熱により熱処理される。この時治具内に水素が供給され還元も行われる。12V用はそのまま使用できるが、24V用は1次捲きしたコイルを使用するので還元処理後芯線を溶解して完成する。

4) その他のコイル

主として高負荷、高温動作のフィラメントコイルの熱処理用にタングステン網を発熱源として使用している2400℃以上の真空熱処理炉が設置されており、ハロゲン電球用に使用することであるが、現在使われている形跡はない。

いずれのコイルも完成後検査室で目視により全数検査され、さらに技術品質部の抜取検査が行われた後、各製造廠に供給される。

フィラメント工場の主要設備の一覧を表5-3-1に、それらの配置を図5-3-4に示す。図5-3-5は代表的な中国製捲線機、図5-3-6は連続式還元炉である。

なお還元を使用する水素は動力廠の工場で電解法により製造されている。またコイルの芯線溶解は工場の東北隅にある化学処理場で行われている。

表5-3-1 フィラメント工場設備一覧

				台数
捲線機	連続捲き	中国製	5,000~10,000	89
		FALMA	10,000	1
		FALMA	30,000	5
捲線機	断続捲き	中国製	2,800	22
			3,000~4,000	6
捲線機	芯線なし (Needle type)	中国製	(電球用)	2
		中国製	(蛍光灯用)	2
		英国製	(Ω形コイル用)	1
切断機		中国製		6
還元炉	連続炉	中国製		3
	バッチ炉	中国製		3
	真空高温炉			1

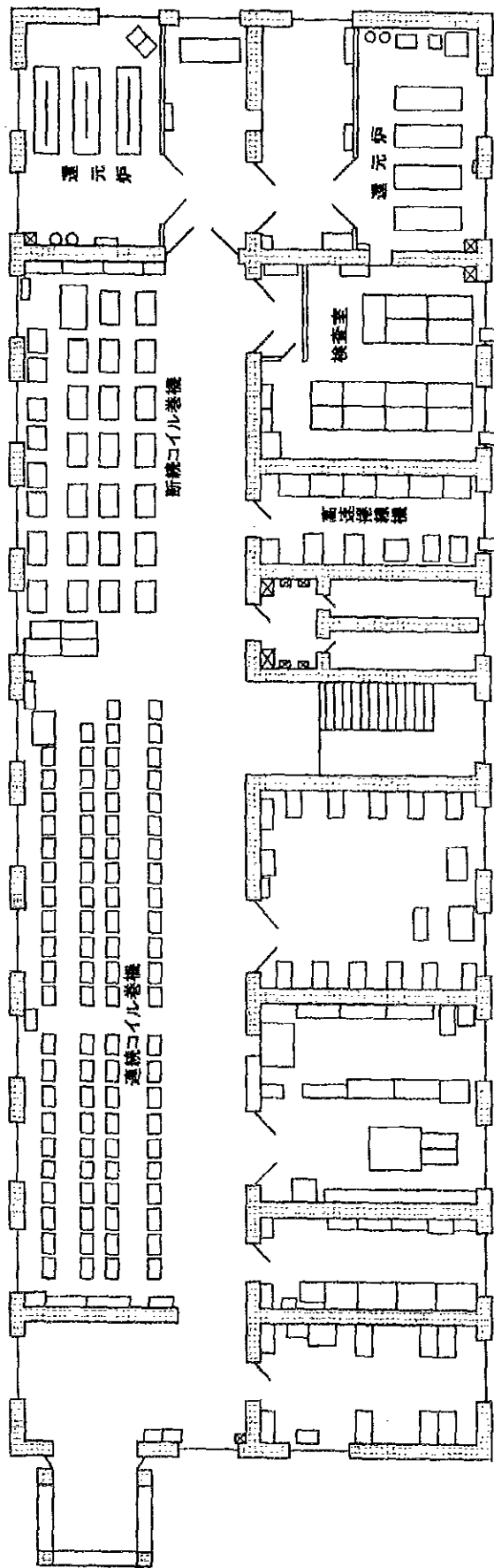


図 5-3-4 フィラメント巻線工場

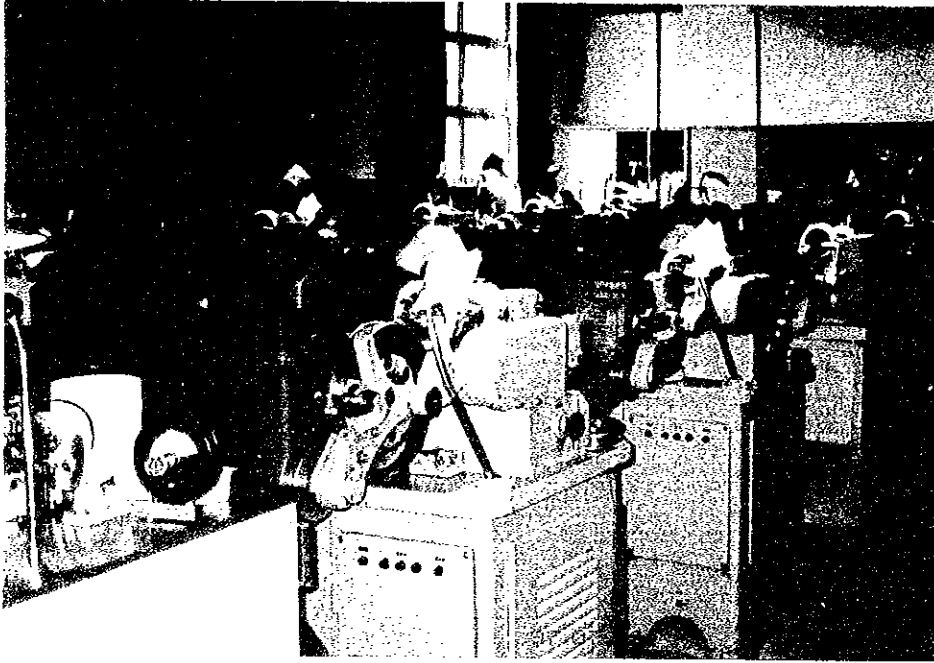


図 5 - 3 - 5 中国製フィラメント巻線機の稼働状況

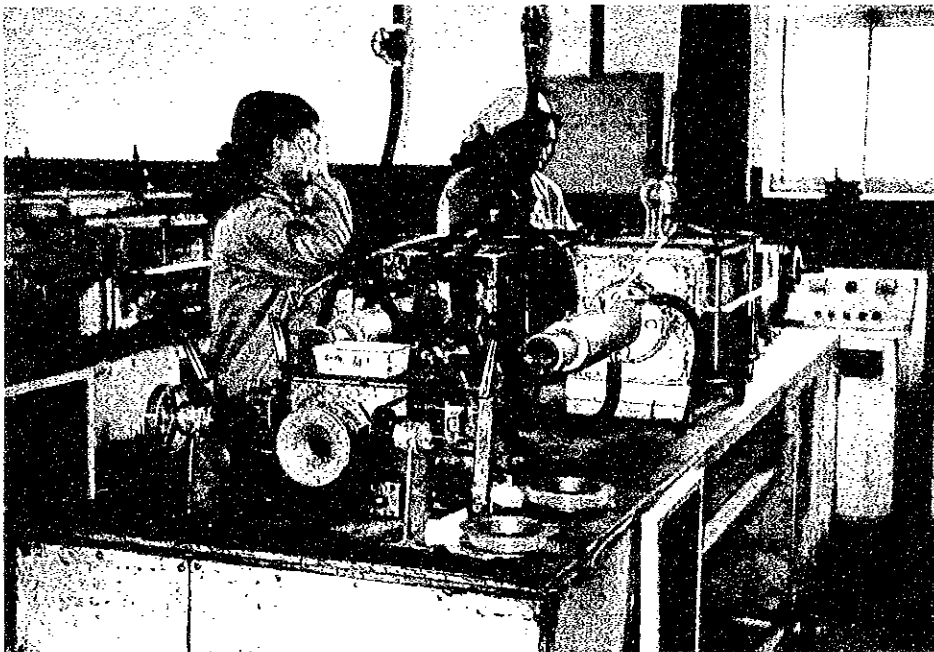


図 5 - 3 - 6 連続還元炉によるコイルの焼鈍

5-3-3 問題点と解決策

3-3-2で述べたように、当工場で生産したフィラメント試料の日本における評価試験ではコイル重量のバラツキ、ピッチ乱れがやや大きいなどの問題点を指摘したが、これらは電球の性能に致命的な影響を与えるものではなく、捲線工程に大きな問題点はない。中国製の機械の中にはかなり古いものもあるが、低速度の連続捲き機では少量の特殊コイルの生産にまだ充分使用できる。FALMA製の30,000回転の機械は現在世界でも最高級の機械である。工場巡回中に観察した限りではこの機械が全稼働しているようには見受けられなかった。新鋭機械の活用が課題と言える。またFALMAから導入した付属機械が色々な理由で休止しているのも勿体ない気がする。補修部品の価格が異常に高いとのことであるが、折衝を繰り返すことをお勧めする。

フィラメントの品質上、捲線工程の能率上最大の問題点は第3章でも指摘したようにタングステン線の品質にある。当工場で主力に使用している成都745廠の線材の品質は前照灯やハロゲン電球のように使用条件の厳しい電球に用いるには不十分と言わざるを得ない。中国国内でどうしても入手できないなら、沿海地域の工場が行っているように品種によっては過渡的に輸入材料を使うことも市場競争上必要である。5-1-4でも述べたように、供給メーカーと緊密な技術交流を行って品質の改善を図ることが重要であるが、より良い品質を供給できるメーカーを捜し出すことも必要であろう。特に海外専門メーカーとの合弁企業の製品には注意し、サンプルを定期的に入手して評価することは有効な手段である。タングステン線の品質評価には内部欠陥探傷装置など高度な試験設備が必要であるから、軽工総会光源材料技術研究所など外部機関の援助を積極的に求めて行くことも必要である。タングステンの再結晶処理による繊維状組織の作り込みは、電球の寿命性能に大きな影響を与える。この処理は主に電球製造工程で行われるので5-5で述べる。

5-3-4 フィラメント工程の近代化

5-3-3で述べたように主要工程である捲線工程には大きな問題はない。現在のランプ製品製造に関する限り、現有の捲線機で能力的にも十分な余力がある。ただ蛍光灯の大増産と二重コイル白熱電球の生産計画があるので、将来二次捲きの設備を増設する必要がある。特に電球用の二重コイルではピッチのバラツキが品質に大きな影響を与えるので精度の良い機械を導入する必要がある。H4およびT8蛍光灯用には専用の特殊捲線機が必要である。生産当初は輸入品も含め外部からの調達を検討するのが賢明であろう。捲線の後工程は殆ど手作業である。単能の半自動機の自社開発に努めるべきであろう。

熱処理工程ではデジタル計測と連続記録による温度測定、管理の近代化を進める必要がある。FALMA製の熱処理設備の稼働も課題である。

5-4 ガラス部品生産工程

自動車用電球に限らず、当社で製造しているランプのガラス部品は特殊なものを除き光源ガラス廠で生産されている。硅砂などの原材料は溶融炉で溶融され、均一な溶融ガラスとなり、バルブ (Bulb) はバルブ成形機 (Bulb blowing machine) で、管は管引き機によって製造される。バルブは一般白熱電球および前照灯に用いられる。ガラス管は蛍光灯や排気細管に用いられる他、フレア (喇叭) や小型電球用バルブに加工される。ここでは光源ガラス廠におけるガラス溶融と成形および自動車灯二廠におけるガラス管からのバルブ成形法 (Tube blowing) によるガラス部品の生産工程について述べる。管の一端を丸める楔灯やH4ランプのバルブについてはランプ製造工程の一部として取扱い、それぞれのランプ製造工程の記述の中に含めた。

5-4-1 光源ガラス廠に於けるガラス部品の生産

1) 組織

光源ガラス廠はガラスの溶融とバルブ、管の製造を行なっているがその組織を図4-4-1に示す。ガラス廠は鉛ガラス管を製造する鉛ガラス工場と、ソーダガラスのガラス管とバルブを製造するソーダガラス工場に分けられている。

ガラス工場は性格上、3直制の連続稼働である。

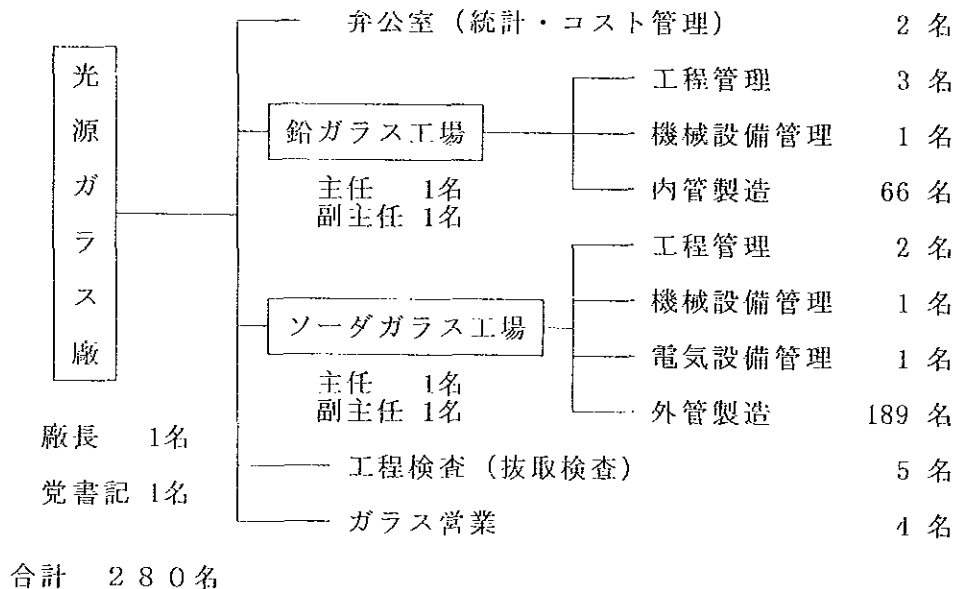


図5-4-1 光源ガラス廠組織図

2) 設備

ソーダガラス工場の主要設備は

ガラス溶融炉	30 m ²	30~33ト/日	1基
バルブ成形機	日本製	24ヘッド	1基

	中国製	18ヘッド	2基
管引き機	日本製		1ライン

これら設備の配置は図5-4-2に示す。

鉛ガラス工場の設備は

ガラス溶融炉		13m ³	9ト/日	1基
管引き機	中国製			2ライン

これら設備の配置は図5-4-3に示す。

5-4-2 ガラス材料の溶融

1) 溶融工程

溶融炉の中に硅砂、硼砂などの原材料とカレット(Cullet, 碎玻璃)の混合物を一定の間隔で投入する。炉の左右に設けられた複数個の重油バーナー(Burner)により投入された原料は溶融し、炉の中で対流による自然攪拌により均一なガラス組成となるまで溶融炉の中に滞留する。均一化された溶融ガラスはスロート(Throat)を通過して静澄炉(工作炉)に送られて泡切りが行われるとともに、バルブ成形や管引きに適した温度に調整、保温される。この炉から必要な量の溶融ガラスがバルブ成形機や管引き装置に供給される。

溶融温度はソーダガラスの場合、約1400℃である。ガラスの化学組成は技術品質部により定期的に(1回/月)分析、確認が行われている。

2) 問題点と対策

溶融炉は構造的に良く設計されており、蓄熱、排熱のバランスも良好である。溶融工程で重要なのは溶融ガラスの温度と炉圧であるが、ガラスバルブや管の観察結果から見て溶融状況は良好と判断され問題はないと思われる。問題は原材料組成にある。3-1で述べたように、当社のガラスは砒酸(As_2O_3)が含まれている。これは泡切剤として一部なお亜砒酸(H_3AsO_4)が用いられているためである。砒素化合物は効果的な泡切剤であるが、極めて有害な物質である。原料中の亜砒酸または砒酸は溶融工程でその多くが蒸発して外部に放散され、環境に対して有害である。すでに砒素化合物の使用を禁止している国は多く、当工場でも砒素化合物の減少のため酸化アンチモン(Sb_2O_3)を混入しているが、早急に酸化アンチモンの配合量を増加し、最終的に全量を置換することをお勧めする。酸化アンチモンの含有量の増加は蛍光灯の光束や光束維持率を改善する付随的な効果がある。

5-4-3 ガラスバルブのブロー成形(Bulb blowing)

1) 製造工程と設備

ガラスバルブは次のような工程で製造される。

フィーダー(Feeder)から供給された溶融ガラスの一定量が切り取られ、成形機に供給さ

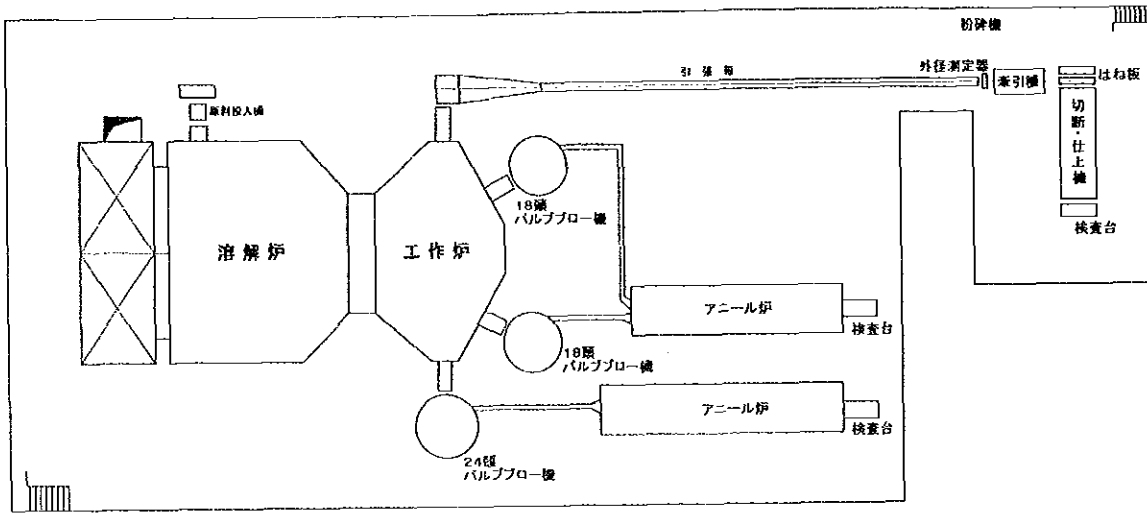


図 5 - 4 - 2 ソーダガラス工場図面

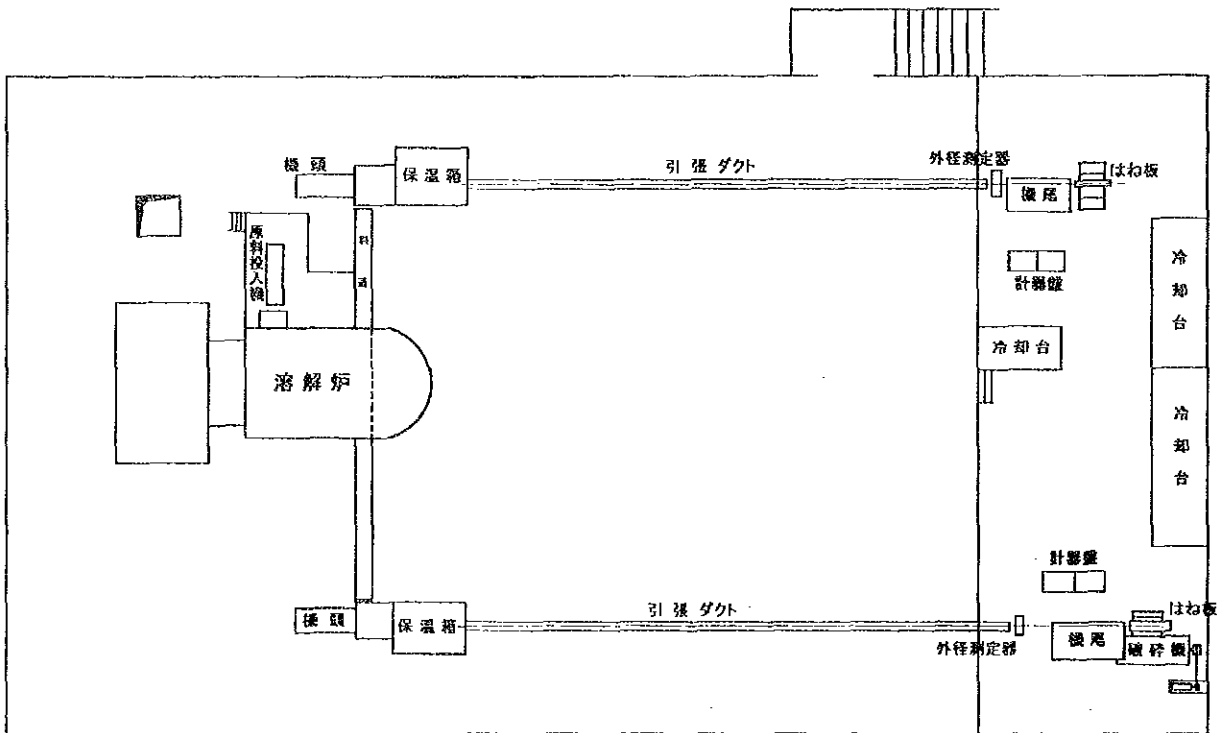


図 5 - 4 - 3 鉛ガラス工場図面

れる。ガラス塊は肉厚一定の円板状にされた後、回転しながら重力と空気圧による一次成形を経てバルブ型に入れられ、空気圧で成形される。型外し、冷却、リム(Rim)切り離しの後、成形機から取り出され550±20℃の徐冷炉を約12分で通過して完成する。

当工場では輸入の日本電気硝子製24ヘッド機1台と中国製の18ヘッド機2台でバルブを製作している。時間当たりのバルブ製造個数は一般電球用のA60バルブの場合

24ヘッド機	76個/分
18ヘッド機	56個/分

である。

徐冷されたバルブは割れなどの外観検査を経て完成品として竹籠に入れられ、各電球製造廠向けに保管される。

電球バルブは表面の瑕の他、光学的な歪みがあつてはならないが、更にバルブ毎の肉厚のバラツキ、バルブ内の肉厚の均等性、内部歪みが主要な品質特性である。当工場では定期的にバルブの肉厚を測定、監視していることになっているが、第3章のサンプルの測定に示す如く特にR2用G-40バルブのように生産量の少ないバルブでは規格外れが多い。

図5-4-4に24ヘッドのバルブブロー機を、図5-4-5に18ヘッドのバルブ成形機の稼働状況を示す。

2) 問題点

成形機の駆動状況は良好である。連続生産されている一般電球用のA60バルブの品質は比較的安定しているように見受けられた。しかし日本に持ち帰り測定、評価したG40バルブは3-1-1にのべたように多くの問題を含んでいる。

(1) 寸度のバラツキ

肉厚のバラツキが非常に大きく、頭部と封止部、ネック部で厚さが大きく変化している。更に肉厚の最小値が0.3mm以下のものがあり、強度的に問題がある。また、ネック部の厚さのバラツキも0.3mm~0.5mm以上あり、封止工程での不良発生に影響している。

日本のガラスメーカーの基準では肉厚の最小値0.3mm以上、肉厚のバラツキ0.1mm以下、内部歪み10°以下で、中国製のG40バルブはこの基準では全て不良品との判定であった。

工場側の説明ではこのバルブの場合製造期間が3~4日と短く、製造条件を整える迄に時間がかかり一定した品質の確保が難しいと言うことであつたが、日本の同種工場でも製造期間の事情は全く同じであるが、製造条件は1~2時間で確立できており、それ以降は安定した品質で製造されている。

参考のため、当工場にある日本電気硝子製のバルブ成形機と同じ機械を使い日本で成形したバルブを10個持参し、手渡した。

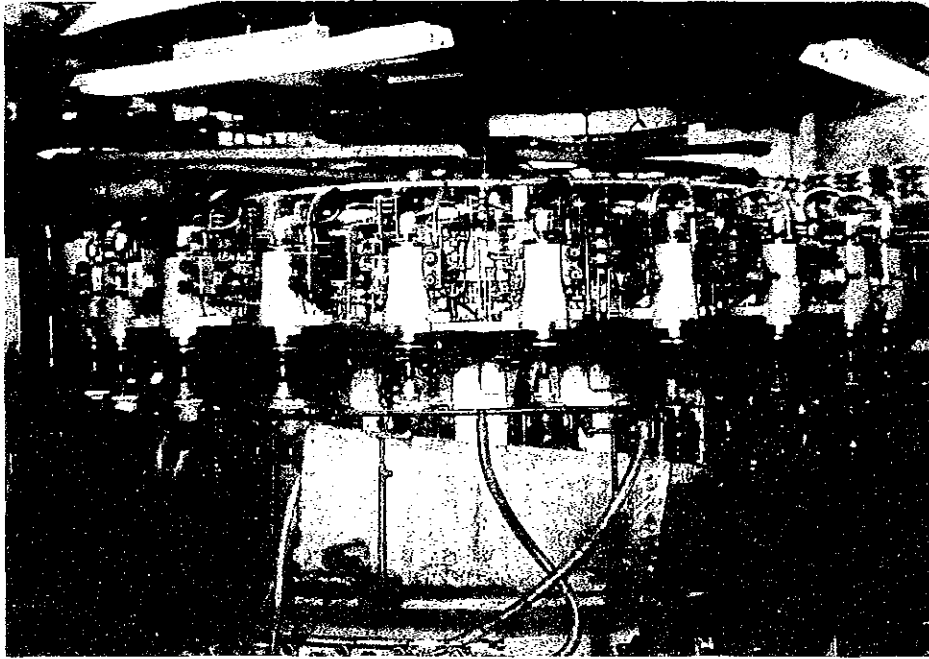


図 5 - 4 - 4 24ヘッドバルブブロー機の稼働状況

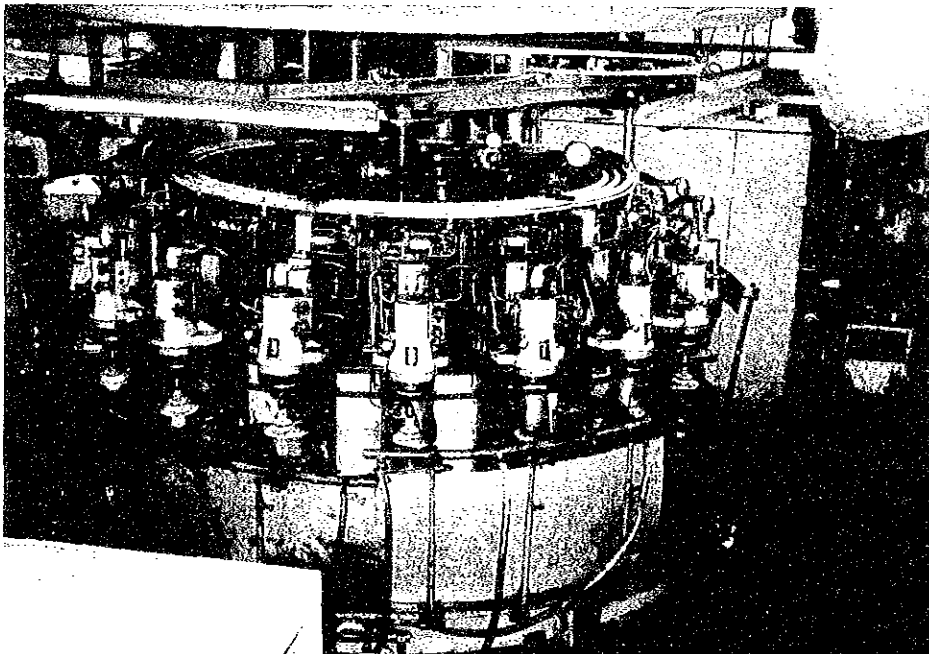


図 5 - 4 - 5 18ヘッドバルブブロー機の稼働状況

(2) 外観

3-1-1で述べたように当工場で製造されたG40バルブは、頭頂部の肉溜りが非常に大きく、極端なものはレンズ(Lens)状になっている。またガラスの表面の肌リング(Ring)状の段がついており、きついものは段々状になっている。ブロー成形時の温度条件設定に問題がある。

(3) 型寿命

日本の工場に比較すると型(Mould) および型塗布潤滑剤の寿命が著しく短い。両者の間には関連もある。

3) 解決策

G40バルブの寸度バラツキおよび外観不良対策としては次の2点が挙げられる。

(1) バルブ種別による成形機の選定

品種切替え時の条件出しに長時間かかるのであれば、現在24ヘッド機で連続4日間で製造しているものを18ヘッド機での製作に切り換えれば1日の生産量は56/76と約75%になり、5日間の連続生産期間を確保出来る。この間に最適条件を掴むことが出来る。この条件を数値化し、次の生産時に適用、修正を繰り返す事により安定生産迄の時間を短縮する事ができる。

G40バルブに限らず生産量の少ない品種に対しては型の数も少なく済む18ヘッド成形機を使用すべきである。

第3次調査時点では18ヘッド成形機による生産に切り替えられていた。詳細な測定は行っていないが、外観形状は改善されていることが確認された。

(2) 作業条件の確立

G40バルブサンプルの測定結果が示す様に、頭頂部の肉厚が全体に大きいのはモールドに入る前のガラスが伸び過ぎているためであり、バラツキが大きいのはその時点のガラスの長さが図5-4-6に示す如く一定していないためである。

また、バルブ表面が段丘状になっているのはブロー時のガラス温度が低すぎるためである。

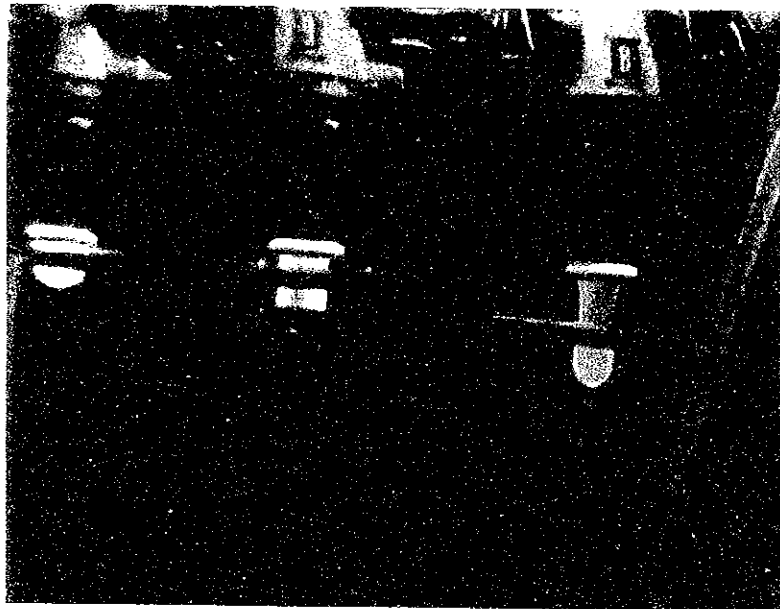
バルブの品質を安定にするにはガラス温度、ブロー空気圧、機械の回転速度などの稼働条件と型に入る直前のガラスの長さの関係を工業テレビなどにより観測し、最適条件のデータを記録して次回以降の生産切替え時に適用し、必要に応じて修正を繰り返しデータの蓄積を図らなければならない。データによる製造条件が確立できれば短時間の調整で安定した品質が得られるようになる。日本では工業テレビや温度、圧力の条件の精密なコントロールで1時間以内で切替えが完了している。

5-4-4 ガラス管の管引き工程(Tube drawing)

ガラス管は図5-4-7に示すダンナー(Danner)法によって製造されている。回転する



(1) パリソンが短い



(2) パリソンが長い

図 5 - 4 - 6 バルブブローの状態

スリーブ(Sleeve)に巻きつけられた溶融ガラスは中心から空気を送り込みながら引き出される。管引きはローラーベルト(Roller belt)方式の管引き機によって行われる。管引き装置の最終部で所定の長さに水冷カッター(Cutter)で切断された後、切断面からの割れを防ぐために端部を加熱処理してグレージング(Grazing)する。外径の制御は管引き速度とブローの空気圧によって行われる。管径はレーザー(Laser)式外径測定器によって連続的に測定管理され、規格を外れた管は自動的に跳ね板により除去される。図5-4-8にガラス管引出し部、図5-4-9に管引機を示す。ソーダガラス管も鉛ガラス管も工程は同じであるが、後者では溶融炉の容量も小さく管の径も細いのでスリーブの径は小さい。

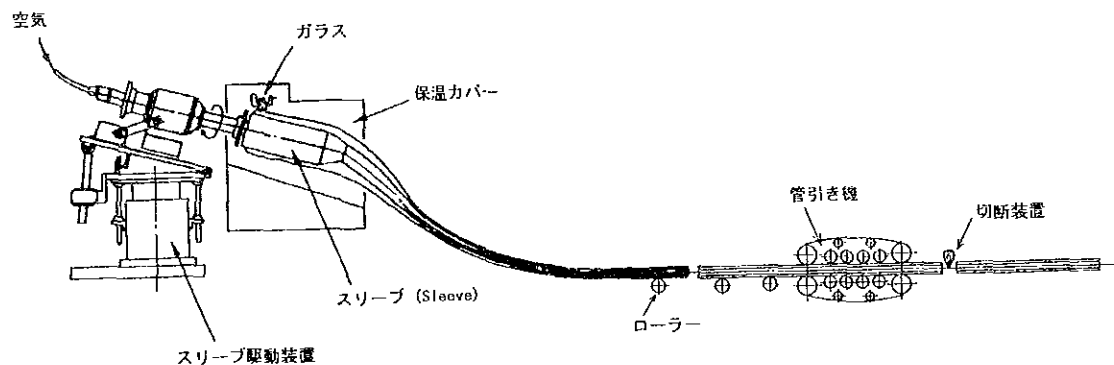


図5-4-7 ダンナー法によるガラス管製造

2) 問題点

管引き工程では大きな問題点は見出せなかったが、自動車灯二廠のガラス加工工程でチューブブローイング(Tube blowing)用の鉛ガラス管を再加熱して反りを修正していた。現在の鉛ガラス管引き工程である程度の反りが工程能力上発生するのであれば、ガラス管の温度がまだ高いガラス工場で修正するのが論理的である。また排気細管の管径のバラツキは規格に対してやや大きいようである。管径自動測定装置の合否判定基準の再検討などもう少し管径管理を強化する必要がある。

5-4-5 ガラス管からのバルブ成形加工(Tube blowing)

1) 加工部門の組織

小型のガラスバルブはガラス管から Tube blowing の方法で製造される。光源ガラス廠で製造されたソーダガラス管および鉛ガラス管から小形電球用のバルブは自動車灯二廠のガラスバルブ製造班により Tube blowing で製造されている。



図5-4-8 溶融ガラスの引出し部

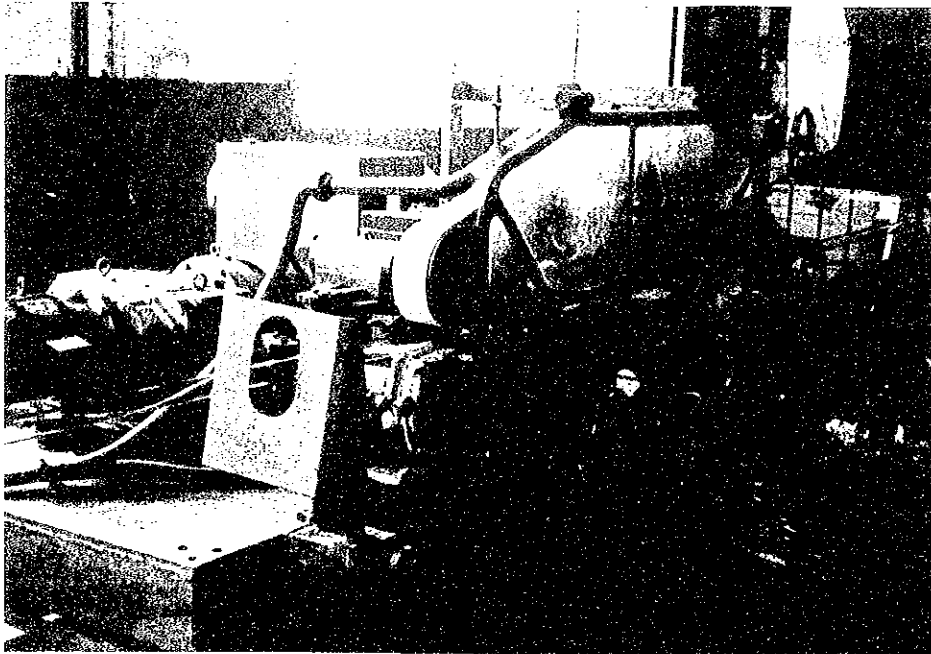


図5-4-9 管引き機

2) 設備と能力

図 2-2-3 の工場全体配置図の自動車灯二廠の南西隣 1 階にガラス工場があり、図 5-4-10 に示す如く縦型機 6 台、横型機 8 台と曲がり矯正機 1 台が狭い面積に配置されている。縦型機は台湾製 2 台、中国製 4 台である。ヘッド数は 16 で、ソーダガラス管から S 25 バルブを 1 台当たり毎時 1500 個生産している。横型機は鉛ガラス管から G バルブを製造する。複数本のガラス管が同時に供給されバルブが成形される。能力は全体で 9000 個/時間である。また、バルブのここでの良品率は 93~95% である。

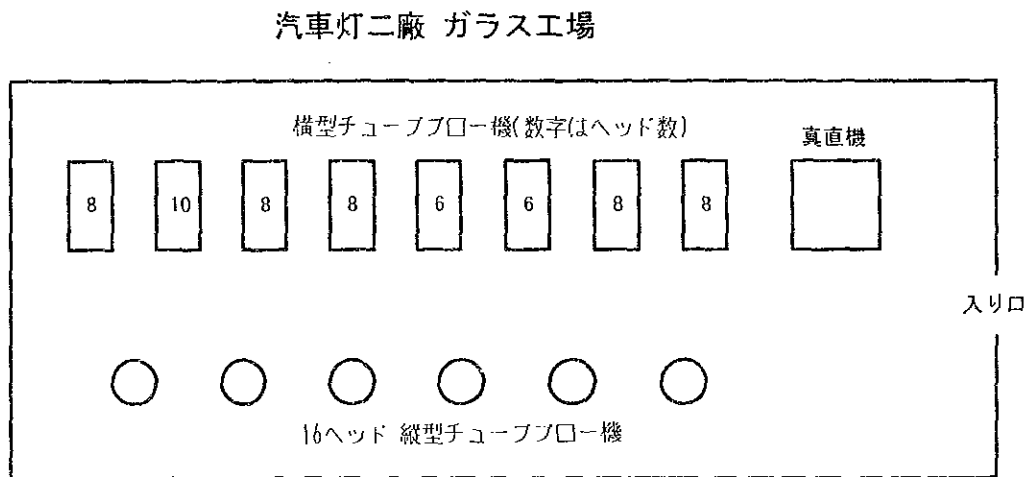


図 5-4-10 自動車灯二廠 チューブブロー機配置図

3) 製造工程

(1) ソーダガラス管からの S 25 バルブ成形

図 5-4-11 に示す 16 ヘッドの縦型の成形機により S 25 電球用バルブは成形される。外径 14.7 mm のソーダガラス管は機械に装填された後、各ステーション (Station) で約 800℃ までガスバーナーで加熱される。軟化したガラス管は金型中で空気を吹き込み成形される。その後、焼切り法により管から切り離され徐冷炉に転送されて歪み取りが行われる。

(2) 鉛ガラス管からの G バルブ成形

計器灯などに用いられる小形の G ガラスバルブは図 5-4-12 に示す横型の成形機で製造されている。使用されるガラス管は成形機に装填される前に真直機にかけられて反りが修正される。複数のガラス管が一定の間隔で横に並べられ、端部処理-加熱軟化-金型中での成形-焼切りの順序で加工される。バルブ端部の開口は電球に使用される前に自動車灯各廠でそれぞれ行われる。

4) 問題点と対策

鉛ガラス管からの小形バルブの成形工程には大きな問題点は見出せないが、ソーダガラ

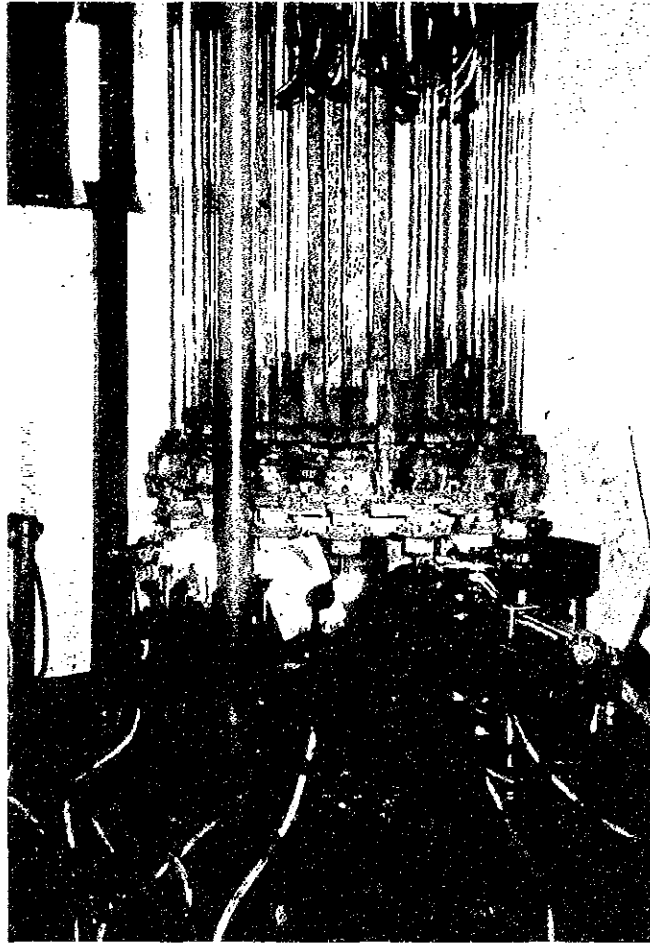


図 5 - 4 - 11 縦型バルブ成形機の駆動状況

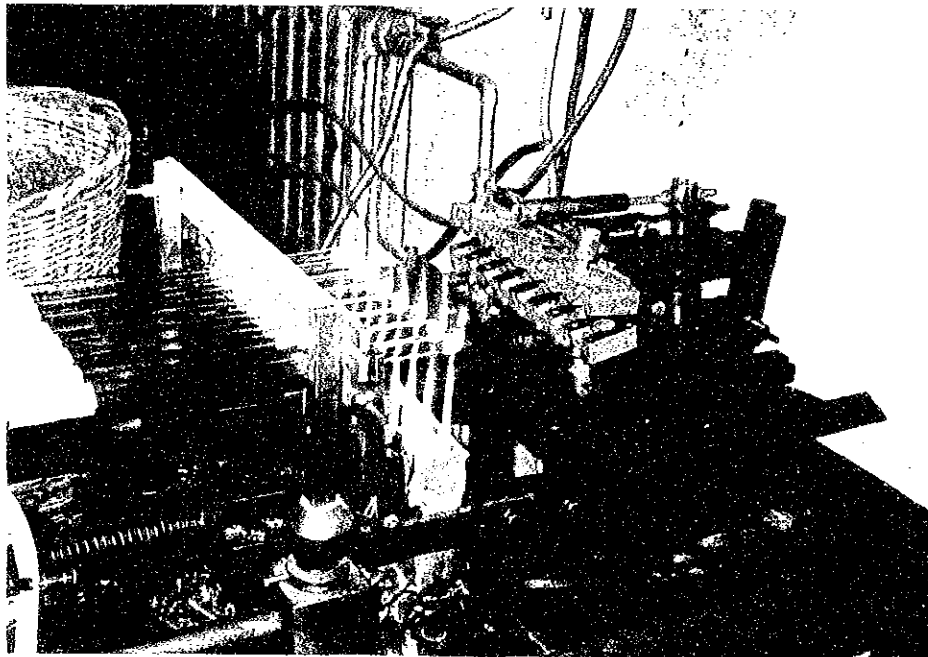


図 5 - 4 - 12 横型バルブ成形機によるバルブ成形の状況

ス管からのS25バルブ製造工程には3-1-2で述べた品質的な2項目の問題点がある他、機械駆動および保守上の問題がある。

(1) バルブ歪み

日本でのサンプルバルブの測定では内部歪が 15° でやや大きい。これは電球製造工程のバルブ割れにつながる。アニールの不足によると思われる。

(2) バルブ全体の黒ずみ

バルブ全体が黒ずんでいる。これは電球の外観品質の低下と光束（効率）の低下をもたらす。原因はガラス管内に微量含まれるPbO及びAs₂O₃などが加熱時に還元されるためである。

(3) ガラス管把持、回転部の磨耗

成形機の磨耗が早く、回転が重い。特に管を保持し回転させるヘッドの潤滑用カーボン部品は毎週取り替える必要を生じている。原因としては燃料ガスのカロリー不足のため、熔融点の比較的高いソーダガラスを軟化させるために多量のガスを使用する結果、その焰が回転部にまで広がり、この部分に焼き付けを起こしている事が考えられる。

(1)の原因としては成形機から徐冷炉に転送される際シュート(Shoot)上に停滞することがあることと、徐冷炉の温度管理が適正に行われていないためと考えられる。徐冷炉には温度計を取り付け炉温を管理する必要がある。また徐冷炉の配置は将来的には図5-4-13に示すようにバルブ取出位置のすぐ横とし、シュートの長さを短くする方が良い。

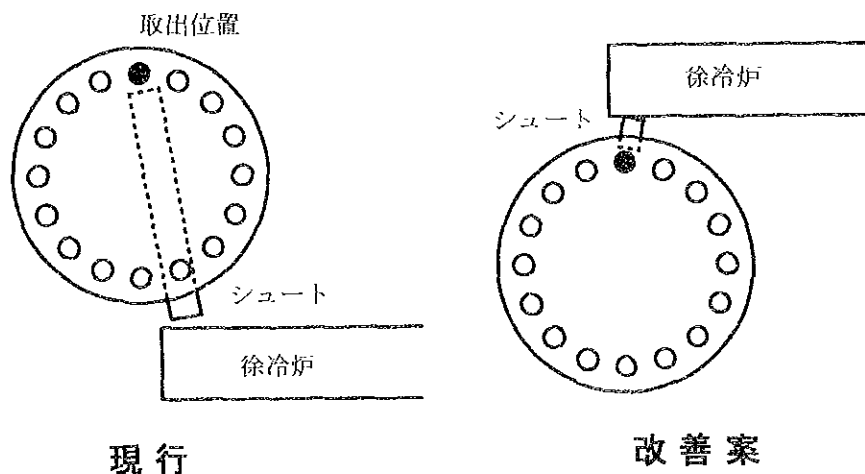


図5-4-13 徐冷炉（アニール炉）の配置

黒ずみのない透明なバルブを作るためには、ガラス管を酸化焰で加熱軟化させなければならない。このことは燃料ガスが天然ガスやLPGのようにカロリー(Calory)が高ければ容易に実現できるが、当工場で使用している水性ガスでは抜本的解決は困難である。燃料ガス中にできるだけ多くの酸素ガスを混入して還元焰がガラス管に当たらないよう工夫し

なければならない。(3)の機械の磨耗改善は透明なバルブの得られる加熱方法と密接に関係している。

日本から持参したS25バルブと宝鶏北方照明電器製バルブを比較するとガラス厚に大きな差がある。特に封止部の肉厚は日本製0.45mmに対し北方照明電器製0.89mmと約2倍である。ガラスの肉厚が大きい程熱衝撃による割れは発生し易く、また封止部のクラックも発生し易い。両者の差は使用しているガラス管の寸度差のためである。日本では14.3mm径、肉厚0.83mmのガラス管を使用しているのに対し、北方照明電器では14.7mm径、肉厚0.95mmのものを使用している。現行より肉薄のガラス管を使用することにより、内部歪も減少できる。S25電球製造工程の不良第1位を占めるバルブ割れ不良の減少も期待できる。日本製のガラス管もサンプルとして提供したので早急な試験生産をお勧めする。

5-4-6 ガラス部品生産工程の近代化

1) 光源ガラス廠生産工程

自動車灯を含む電球用バルブの生産機械は適切な保守により2010年まで充分稼働できる。R2電球用バルブを含め生産日数の少ない特殊バルブの品質を高めるために製造技術の向上と技術蓄積が必要である。そのためには工程管理用の計測器類の充実が必要である。先にも述べたようにパリソン(Parison)の状態を管理するのに工業用監視カメラの設置は極めて有効な手段である。ガラスバルブの寸法精度(特に肉厚分布と封止部の偏肉)の向上は電球製造工程での不良率の削減に大きく貢献するからこれらの投資はすぐに回収できる。

溶融炉の稼働状況は製品の品質から判断して安定している。特にいますぐ手を加えることはないが、現在では炉中のガラスの溶融状況やバーナーの燃焼状況を監視カメラで常時把握しているのが普通である。将来、炉の大改修時に合わせて導入することをお勧めする。

2) ガラス管からのバルブ成形工程

自動車灯二廠に設置されている縦型の成形機の老朽化は否めないが、これらのバルブを用いる電球の将来性を考えると新設備への更新は勧められない。天然ガス導入の時期に合わせて徹底したオーバーホール(Overhaul)を実施するとともに、徐冷炉の更新と設備配置の変更を行うことが良策であろう。

5-5 電球組立工程

5-5-1 自動車用電球の種類

自動車用電球はその用途に応じて多くの品種があり、品種によって構造が異なる。異なった構造の電球の製造に当たっては、当然異なった製造工程が要求される。宝鶏北方照明電器で生産されている自動車用電球を分類すると表5-5-1のようになる。それぞれに対応する代表的な電球の構造を図5-5-1に示す。

表5-5-1 自動車用電球の種類

前照灯	G 4 0 および R P 3 5 バルブを用いた一般白熱タイプ電球 ハロゲン H 4 電球	図番 (a) 図番 (b)
指示灯	G 1 8 および S 2 5 ガラスバルブを用いた制動灯、車幅灯、 尾灯、方向指示灯など	図番 (c)
計器灯	G 1 1 バルブを用いた豆球 T 5, T 1 0 などの楔灯	図番 (d) 図番 (e)
車内灯	両端部に口金をもつヒューズ (Fuse) 形状の小形電球	図番 (f)

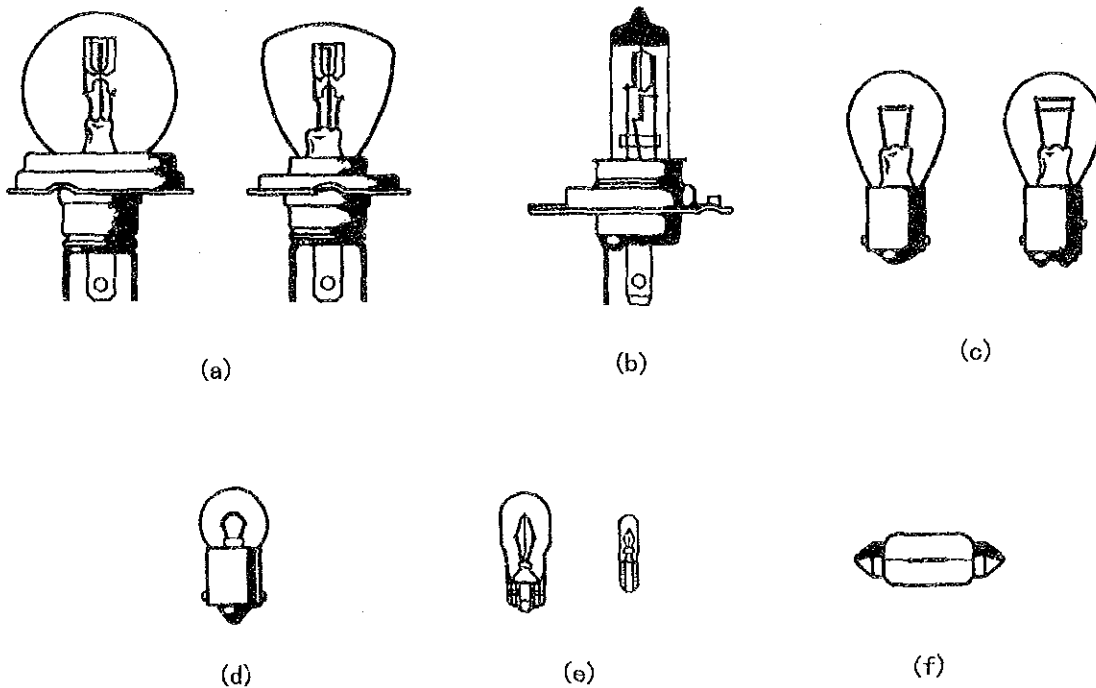


図5-5-1 自動車用電球の構造

5-5-2 自動車灯各廠における生産の分担

1) 製品別生産分担

表5-5-1に示したこれらの自動車用電球は自動車灯一廠、自動車灯二廠および自動車灯三廠で分担して生産されている。品種別の生産分担を表5-5-2に示す。

表5-5-2 自動車用電球の生産分担

前照灯	R 2 電球 (量産品種) その他 (少量多品種) H 4 ハロゲン電球	自動車灯二廠 自動車灯一廠 自動車灯三廠
指示灯	S 2 5 電球 G 1 8 電球	自動車灯二廠 自動車灯二廠
計器灯	G 1 1 電球 楔灯	自動車灯一廠 自動車灯一廠
車内灯	両口金電球	自動車灯一廠
その他	その他の特殊電球	自動車灯一廠

2) 自動車灯一、二、三廠の組織

自動車灯各廠の組織図を図5-5-2～5-5-4に示す。それぞれ次のような特徴を持っている。

自動車灯一廠 楔灯以外は製造ライン別の組織でなく、手作業と単能機械による少量多品種生産に対応しやすい組織になっている。楔灯は自動化ラインの独立した組織で1997年2月以降2直勤務体制になっている。

自動車灯二廠 製造ライン別組織である。第1ラインから第4ラインまでは2直勤務体制である。電球組立に加えて5-4-5に述べたガラス管からのバルブ製造の部門が組織内に含まれている。

自動車灯三廠 新技術による光源を生産する工場で、宝鷄市高新開発区と合弁で設立された宝鷄博瑞特光電子有限公司とも称する。1996年末に韓国からH4ハロゲン電球の製造ラインを導入し、1997年から生産を開始した。

計画では液晶バックライト(Back light)の設備を米国から導入し、97年末から生産を開始する予定である。図5-5-4には宝鷄博瑞特光電子有限公司の組織を示した。副総経理が自動車灯三廠の廠長を兼ねており、以下が工場としての組織となる。

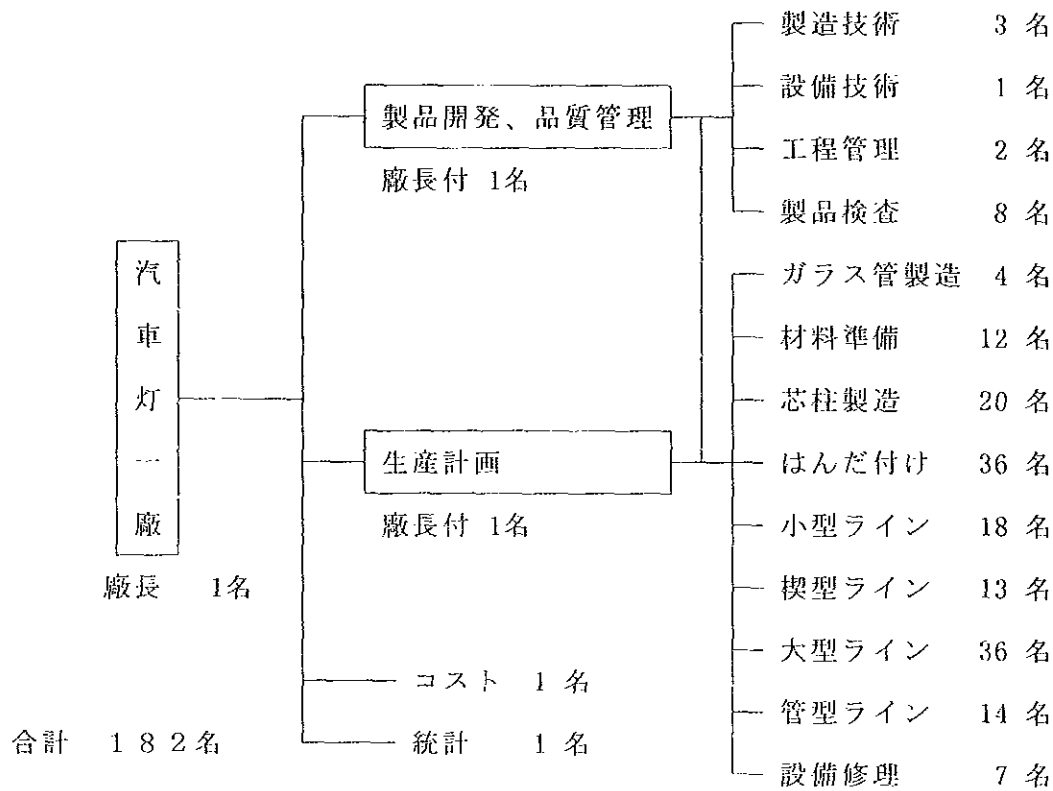


図5-5-2 自動車灯一廠組織図

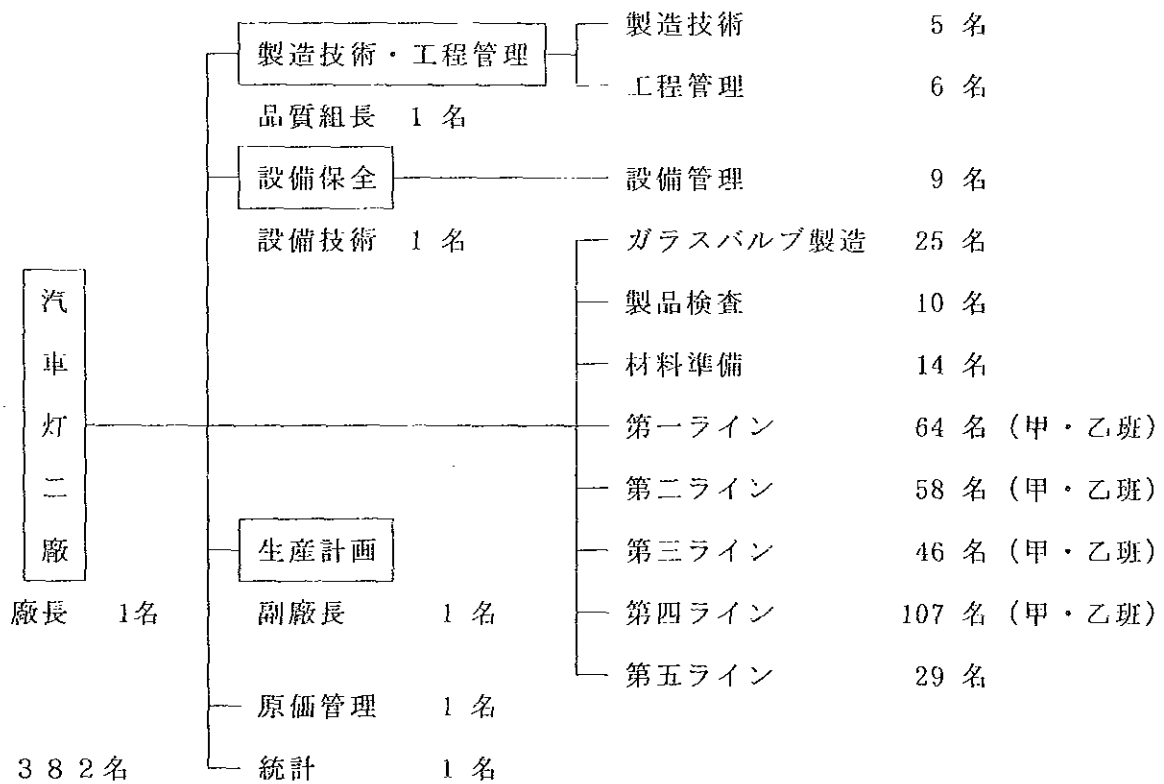


図5-5-3 自動車灯二廠組織図

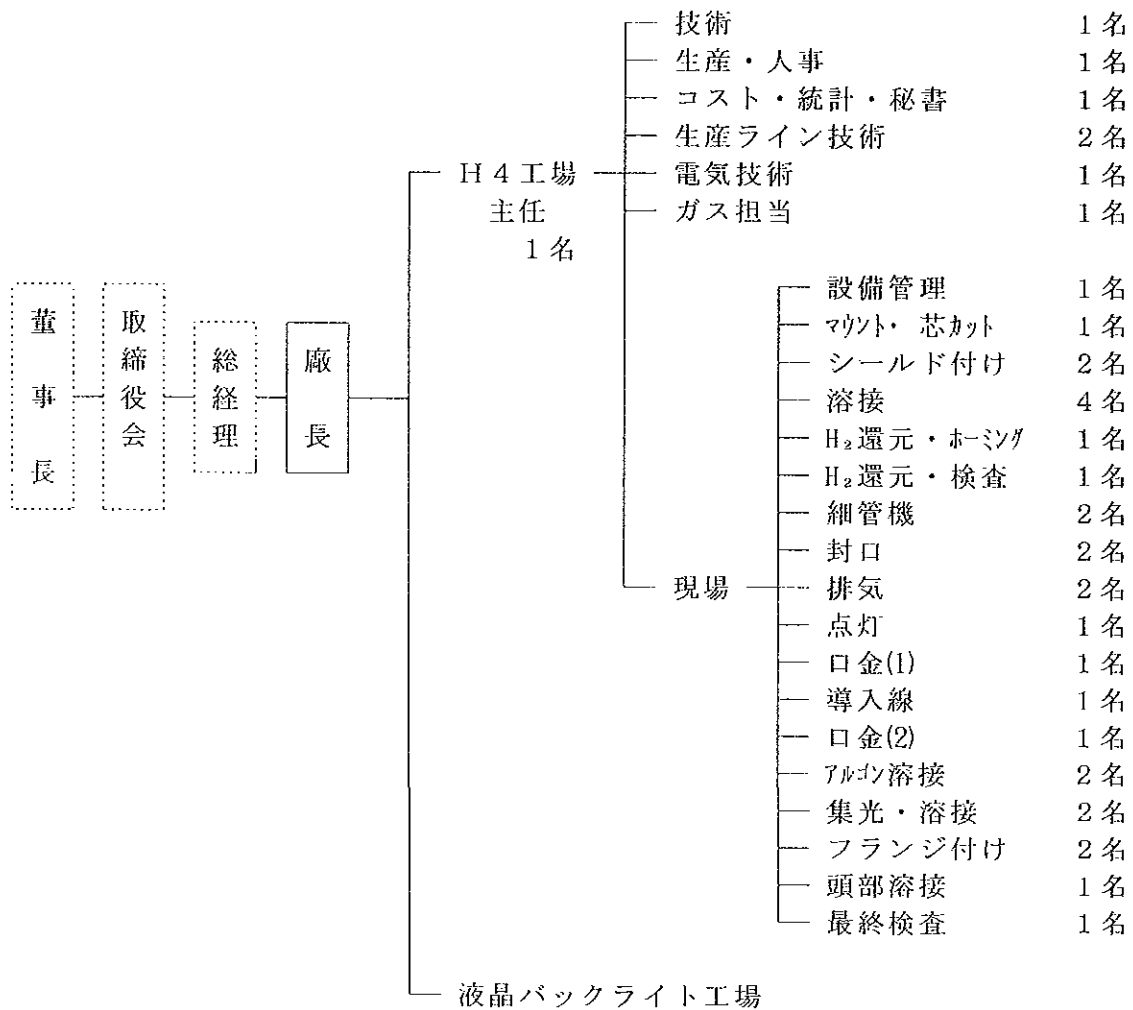


図 5 - 5 - 4 汽車灯三廠の組織図

3) 汽車灯一、二、三廠の設備と配置図

汽車灯一、二、三廠の設備の配置図を図 5 - 5 - 5 ~ 5 - 5 - 7 に示す。また汽車灯一廠および二廠の設備能力を表 5 - 5 - 3、5 - 5 - 4 に示す。汽車灯二廠では第 5 ラインを除き、各ライン毎にフレア（喇叭）から口金付けまでの機械設備を持ち、ラインとして一貫生産ができる構成になっている。第 5 ラインは第 2 ラインからステム（芯柱）の供給を受け、封止工程以降の製造を行っている。また汽車灯三廠は H 4 ランプ専用の製造ラインで、その機械速度は 7 5 0 個／時であり、1 直で月間 1 0 万個の生産能力を有する。

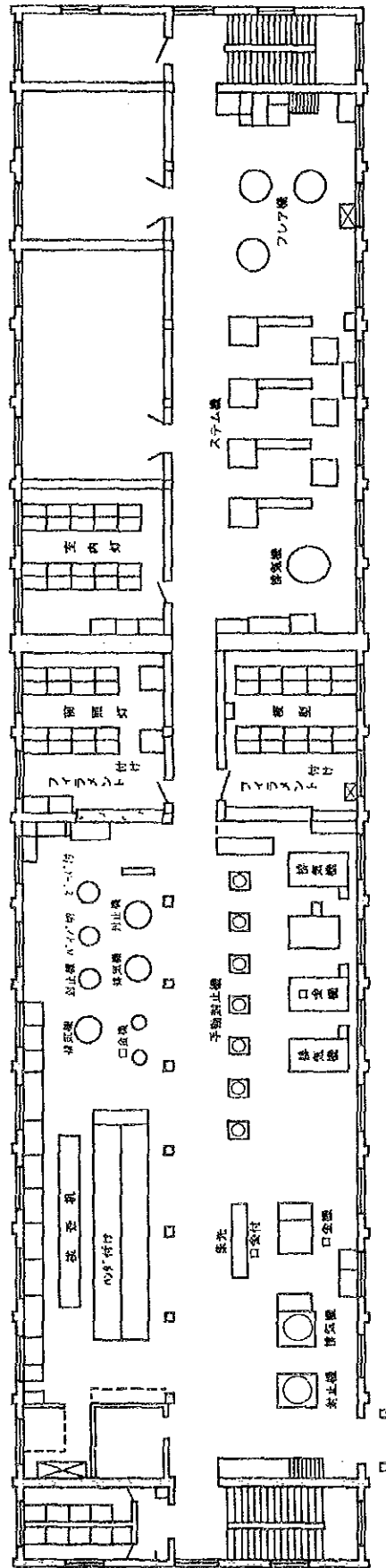


図 5 - 5 - 5 汽車灯一廠工場配置図

表5-5-3 汽車灯一廠 設備一覽

製作品種	共通	前照灯など	計器灯	室内灯	特殊電球	楔型灯
フレア機	3台	—	—	—	—	—
システム機	4台	—	ボードシステム 32ヘッド 1台	—	—	ボードシステム 16ヘッド 1台
継線装置		手加工	手加工 (カット)	手加工 (カット)	手加工 溶接	手加工 (カット)
封止機		6ヘッド 7台	12ヘッド 1台	手加工	16ヘッド 1台	24ヘッド 1台
排気機		36ヘッド 2台	24ヘッド 1台	24ヘッド 1台	36ヘッド 1台	32ヘッド 1台
口金取付機		48, 24ヘッド 2台	24ヘッド 2台	—	36ヘッド 1台	—
はんだ付け	手加工 18名					
集光・フランジ付装置		3台 (手動)				
製造能力		2200 個/時	800 個/時	1000個/時	1000個/時	1300個/時

* 楔型灯は一連のラインで、この他にガラス切断機、チューブ成形機が含まれる。

表5-5-4 汽車灯二廠 設備一覽

	第一ライン	第二ライン	第三ライン	第四ライン	第五ライン
製作品種	G18 電球 尾灯、車幅灯など	S25 電球 制動灯、霧灯など	S25 電球 方向指示灯、霧灯など	R2 前照灯	S25 電球 方向指示灯、制動灯
フレア機	12ヘッド 1台	12ヘッド 1台	12ヘッド 1台	12ヘッド 1台	なし
芯柱機	24ヘッド 1台	24ヘッド 1台	28ヘッド 1台	36ヘッド 1台	なし
継線機	手作業	ヘッド 1台	24ヘッド 1台	ヘッド 1台	手作業
封止機	24ヘッド 1台	24ヘッド 1台	20ヘッド 1台	32ヘッド 1台	24ヘッド 1台
排気機	36ヘッド 1台	36ヘッド 1台	36ヘッド 1台	32ヘッド 1台	36ヘッド 1台
口金接着剤焼付機	1台	1台	1台	16ヘッド 2台	1台
はんだ付け	手はんだ 3名	手はんだ 4名	手はんだ 4名	16ヘッド 1台 自動	手はんだ 4名
集光・フランジ付	—	—	—	32ヘッド 1台	—
機械製作メーカー	中国製	中国製	台湾製(中古)	ハンガリー・TUNGSRAM社	中国製
製造能力*	6100個/直	7400個/直	7800個/直	5000個/直	6400個/直

* 製造能力は機械稼働率、良品率を含む作業標準値

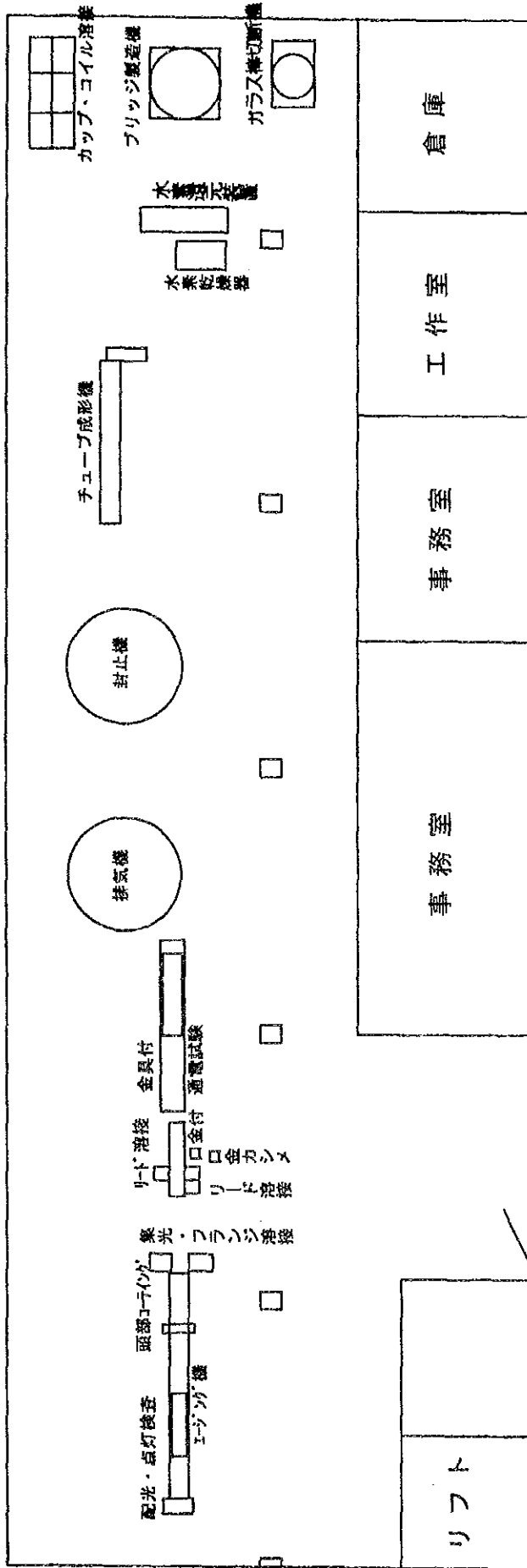


図 5 - 5 - 7 汽車灯三廠工場配置図

5-5-3 製品別製造工程とその問題点および改善策

1) R2電球 (汽車灯二廠)

(1) 製造工程と設備

R2電球は前照灯の量産品種でハンガリー製の第4ラインで生産されている。フレアから排気までは回転式の自動機械であるが、排気以降は単能機または手作業によって組み立てられている。機械の能力は1000個/時である。製造の順序は図5-5-8に示す。機械毎の加工内容は以下の通りである。

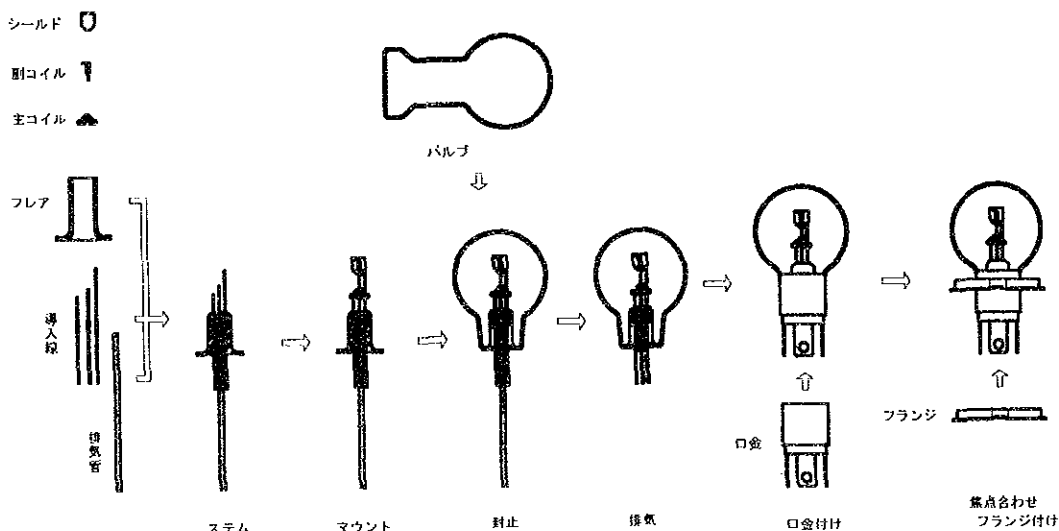


図5-5-8 R2電球製造順序

① フレア製造機

図5-5-9に示すようにガラス管を垂直に把持して回転させ、下端をガスバーナーで加熱軟化させ、ワイダーピン(Wider pin)により喇叭状に成形する。ついでフレア円周に沿って適切な歪み(内部応力)が生成するように空気流により冷却する。その後直管部分を所定の長さに切断し、切り口をガスバーナーで加熱して平滑にする。

これら一連の加工は図5-5-10に示す16ヘッドのフレア製造機と口焼き機により行われる。

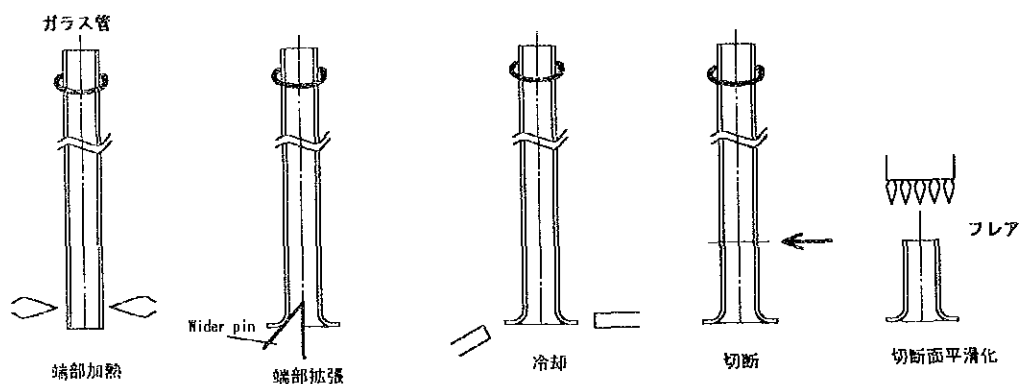


図5-5-9 R2フレア製造工程

② ステム製造機

ステムの製造は図5-5-11に示すように、フレアに導入線と排気細管を挿入、加熱し、圧接封着させ、次いで排気孔となる箇所を鋭い焔で加熱すると同時に排気細管から空気を送り排気孔を作ることにより行われる。その後再加熱し、もう一度機械的に圧接し（2回ピンチ方式 Twice pinching）、機械上で徐冷された後自動的に取り出され、加工によって生じた封着部の歪みを取り除くために徐冷炉に入れられる。機械は図5-5-12に示す24ヘッドのステム機と56ヘッドの徐冷炉からなっている。R2電球のステムには太い導入線が3本必要なため、一般電球や指示灯の場合に較べるとその製造は難しいと言える。

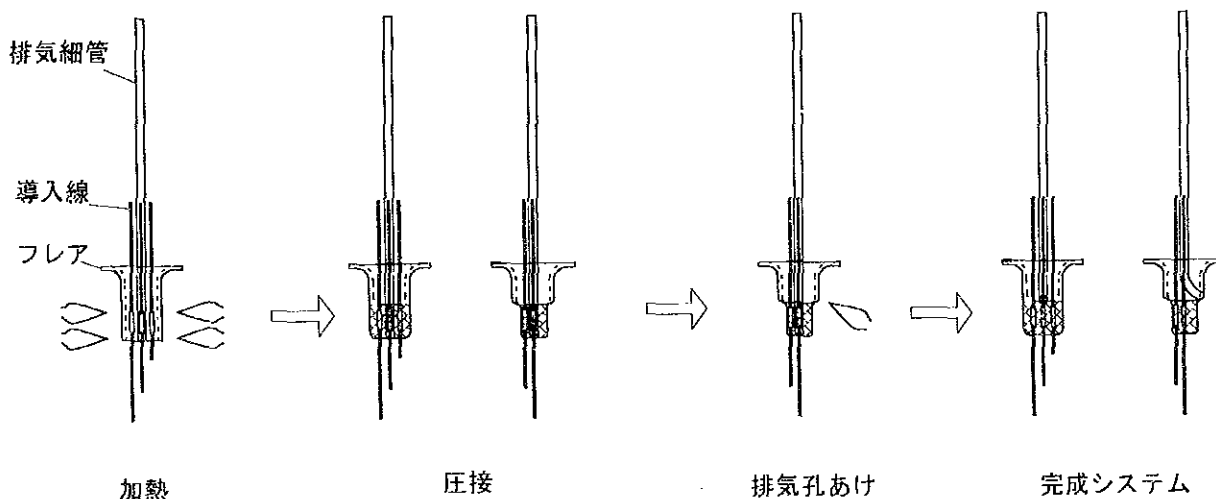


図5-5-11 ステム製造工程

③ マウント溶接機 (Mounting machine)

ステムにニッケル製遮蔽カップ (Ni-shield cup) と2本のフィラメントを溶接することにより組立マウントが完成する。機械は図5-5-13に示す18ヘッドの回転機械で、これらの溶接作業が自動で行われるようになっているが、現在は12V球のみ機械作業で行われている。24V球は遮蔽カップの溶接のみ機械上で行われ、継線は手作業で行われている。

④ コンベア還元炉

組立マウントは金属部品や溶接部の酸化物を除去するため水素ガス気流中で加熱される。この工程は図5-5-14に示すチェーンコンベア (Chain conveyer) 上で行われる。

⑤ ゲッター塗布 (Getter coating)

水素還元された組立マウントにはジルコングッター (Zr-getter) が塗布される。この作業はコンベア上で手作業で行われており、筆を用いて2本の導入線と遮蔽カップ

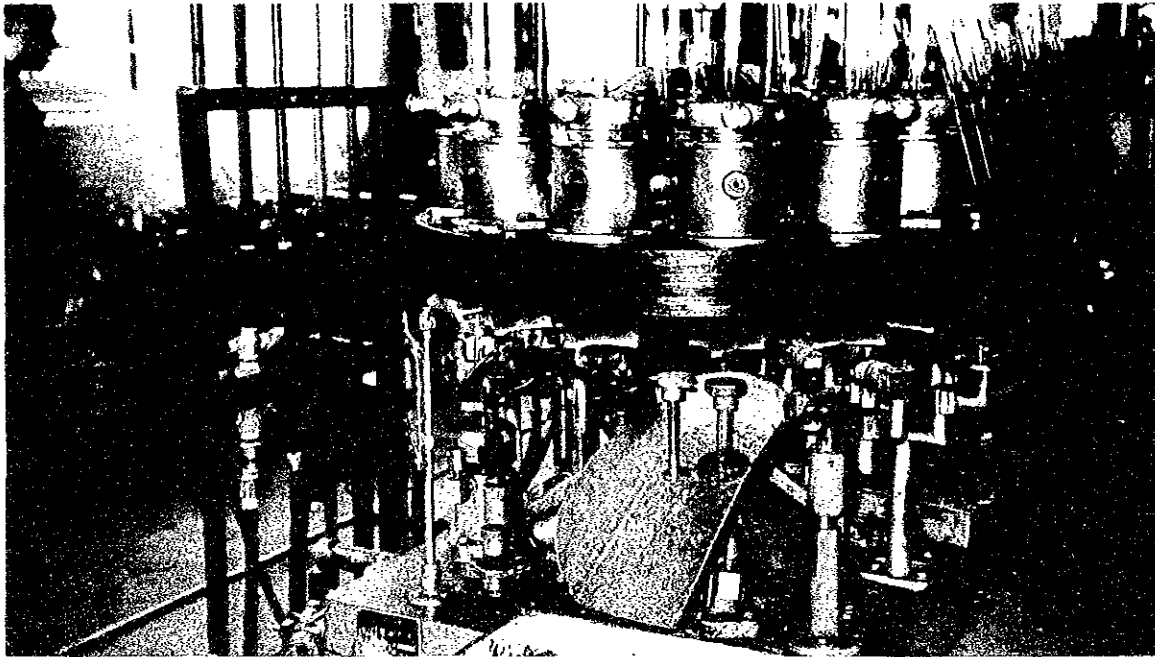


図 5 - 5 - 10 R 2 フレア製造機

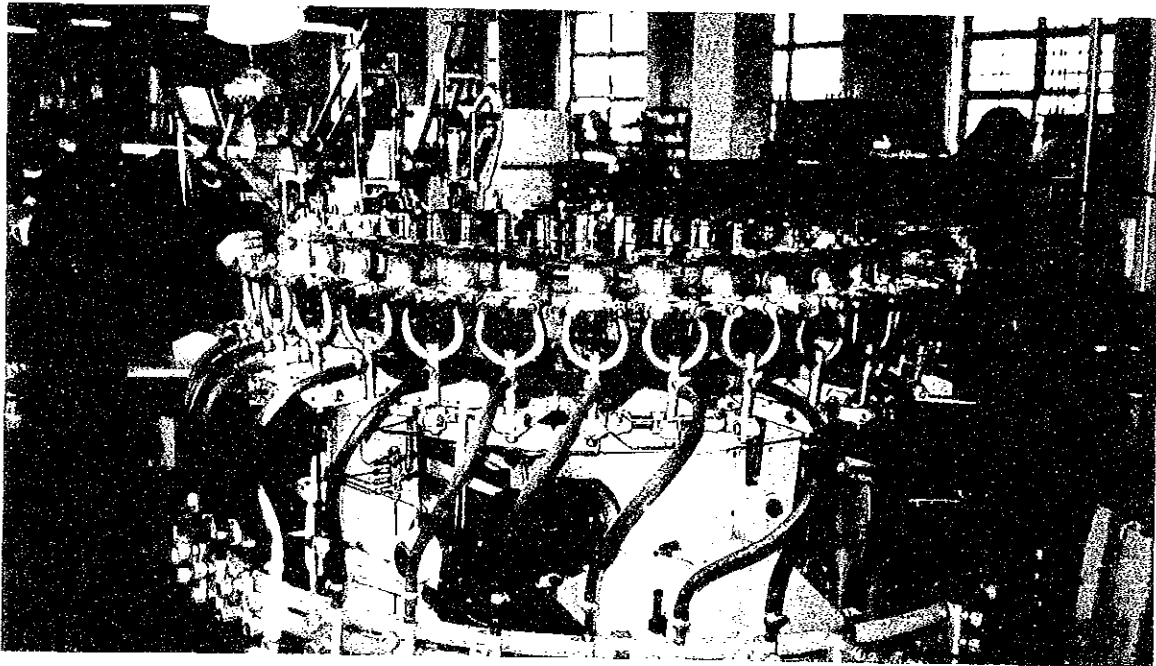


図 5 - 5 - 12 R 2 ステム製造機

の裏側の3カ所に塗布している。

⑥ 封止（封口）機

封止機に供給されたゲッターの塗布された組立マウントとG40ガラスバルブは回転しながらガスバーナーで加熱され、バルブの頸部とフレア縁が溶着する。溶着部の下のガラスは焼き落とされる。気密封止されたバルブは封止部分が再加熱された後、金属製の型で成型される。成型バルブは封止機上で徐冷されたのち機械的に取り出され、ターレット（Terret）を介して排気機に自動挿入される。一連の封止工程は図5-5-15に示す32ヘッドの機械上で行われる。

封止機に付属しているバルブ供給コンベアには作業員が手作業でガラスバルブを挿入しており、その時バルブを他のバルブで叩いて割れるものを除去している。

⑦ 排気機

排気工程はバルブ内部の空気を真空ポンプにより排気し、不活性ガスを封入して排気管を封じ切る工程で、電球の品質を左右する最も重要な工程である。ガラス壁や金属部品に吸着している不純ガスを除去するために炉の中でバルブの温度を上げながら排気を行う。また残存不純ガスを出来るだけ少なくするために、高純度不活性ガスによる洗浄を行うのが一般的であり、R2排気機では窒素洗浄が行われている。封入ガスは12V球の場合アルゴン（Ar）、24V球の場合はアルゴンと窒素の混合ガスである。R2排気機ではこの一連の工程が図5-5-16に示す32ヘッドの機械で行われている。

⑧ 点灯検査工程

排気されたバルブはベルトコンベアで点灯検査工程に送られる。点灯検査は3本の導入線に通電することにより、手作業—目視により行われる。

⑨ 口金装着工程

予めセメント（Capping cement）が塗布された口金を手作業でバルブに装着する。

⑩ 口金焼付工程

図5-5-17に示す12ヘッドの回転機に口金の装着されたバルブを手作業で挿入し、口金とフィラメントコイルの垂直性を光学投影装置を用いて調整する。口金を加熱してセメントを硬化させる。この工程は2台の機械によって行われる。

⑪ はんだ付機

口金を接着されたバルブは図5-5-18に示す16ヘッドのはんだ付機で導入線の切断とはんだ付けが自動的に行われる。

⑫ はんだ付け検査

焦点合わせ機に挿入される前に口金付きのバルブははんだ付けの状態が全数検査され、不良品は手直しされる。