

(j) 切削条件

加工部品の切削条件に係わる標準はなく、加工作業者の経験的な個人選択で切削作業が行われている。

旋盤加工の一般的数値は、

- ・切り込み： 1 mm以下
- ・送り： 0.3~0.5 mm以下
- ・周速度： 100m/分以下

と非常に低い値である。このように低い値となっている最大の理由は、被加工物の素材にあると考えられる。素材品質の問題点としては以下があげられる。

- ・錆肌が荒い。
- ・押湯、湯道の切断後が処理されていない。
- ・熱処理がされていないか、あるいは十分でない。

以上の状況から、荒加工で断続切削が生じ、その上被削材が硬くて切削条件の向上を困難にしている。またこのような、素材品質が刃具の寿命を短くしている。

(k) 加工仕上がり精度

加工部品の仕上がり精度に関しては、ISO（国際標準化機構）を基にした南昌バルブ工場の基準が加工手順表の中で示されているが、現状では加工物には適用されていない。

ボデーの一次加工、二次加工は共に3回程度で仕上げられている。特に鋳鋼素材の加工では、切削面は粗く、むしり取った状態になっており、また熱処理が不十分でキラキラ光っている状態が観察され、所定の仕上がりとなっていない。ボデー、ボンネットの鋳鋼素材硬度は約170HBで非常に硬く、鋳鋼素材の品質向上が必要である。

(l) 加工手順

上記(i)項で述べたように、各部品ごとの加工手順表が作成されている。これには切削条件と刃具の選定が含まれていないこと以外は、詳細加工手順が指示されている。しかし、この加工手順表は、指示書として存在しているのみで、現場の作業者はこれを守って作業を実施していないし、また守らせてもいない。すなわち、この加工手順表の存在については、作業実施者は知らないかあるいは知らされていないものと考えられる。

(m) 工程内検査

加工手順表では、各部の加工作業終了後に寸法検査を行うよう指示されているが、加工作業者自身による自主検査は実施されず、検査課員による第三者検査が行われている。

(n) 標準時間

各部品を加工するのに必要な時間（標準時間）の基準はないが、各部品ごとあるいはその部品の部位ごとに、1日一人何個を加工しなければならないという責任加工数が、習慣的に存在している。

したがって、その責任加工数（表3-1-5参照）を重視する余り、不良品を加工したり、部品の一部を所定の状態まで加工しないで、数量の帳尻を合せをしている場合もあるようである。その結果、不良品が工程中に流れることになり、組立工程で発見され組立ができなくなるなどの問題が生じる。

(o) 不良品の処置

良品、不具合品、不良品の区分は、色別マーク（黄色、青色、赤色）を検査課員がペンキで表示しており、外観上その判別は可能である。しかし、これらの良品、不良品は同一場所に混在して置かれており、不具合品、不良品の指定置場はなく、隔離されていない。この事が、前記（n）項で述べた不良品が工程中へ混入する原因にもなっている。

(p) 切削剤

切削剤は、フライス盤、ボール盤および一部の旋盤に使用されている。切削剤は、循環再使用されており、不足分を必要に応じて補充している。種類として、フライス盤および旋盤には油性、ボール盤には水溶性の切削剤（冷却剤）が使用されている。

(2) 工場診断

(a) 組織および勤務体制

生産量および2直勤務体制から判断して、現状の組織および人員配置については適正と思われる。

(b) 機械設備の配置と台数

第1機械工場（A、B、C、D棟）および第2機械工場共、棟中央部および棟間連結部に、幅約2mの安全通路を設定する必要がある。

機械配置は、加工部品同一機種ごと、工程順ごとに配置されており、ほぼ適正であるが、さらに同一機種を集約化することが望ましい。

(c) 機械設備の保守保全

(i) 目的

機械設備の保守保全、維持管理とは、事故が発生する前に定期的に点検検査して、突然の事故が発生しないようにし、生産、品質、安全を計画的に維持するのが目的である。したがって、事故発生時に行う保守保全処置では、およそ保全管理の目的を逸脱していることになる。

(ii) 日常点検および定期点検の実施

保全管理の前提になるのが、日常点検であり、月例点検、年次点検、定期点検を計画的かつ有効に実施することが必要である。

点検に際しては、あらかじめ準備された点検表によることとし、その結果発見された異常事項については、迅速に処置され、その内容が記録され保存されることが必要である。

現行の5年ごとの保守保全計画は、むしろ3年ごとにすべきである。第1および第2機械工場の機械設備の総台数は81台である。したがって、一台の平均的點検期間は、

$$\frac{365\text{日}/\text{年} \times 3\text{年}}{81\text{台}} = 13.5\text{日} \longrightarrow \text{約}14\text{日}$$

となり、14日間に1台の割合で計画実施すればよいことになる。ただし、予備機のない特殊機械については、休日などを利用して短期間に保守作業を実施する必要がある。

このように長期計画に基づいて保守点検を実施するが、個々の機械については、日常、月例などの点検が必要であり、特に故障による重大災害が予想される起重機、グラインダ、電気機器の日常点検はきちんと実施しなければならない。

(d) 機械設備の稼働状況

機械設備の稼働率を向上させるということは、切削時間（すなわち、切り粉を出している時間）を多くすることである。そのためには、休止時間を減少させることが必要であり、下記の対策、指導が必要である。

- (1) 作業者が機械を離れないこと。
- (2) 作業時間中は私語をつつしみ、担当作業に集中する。
- (3) 日常点検、定期点検の実施を徹底し、突然の故障がないようにする。
- (4) 治具の導入を行い、チャッキング時間を短縮したり、外段取りをとり入れる。ただし、この場合は、良質な鋳鋼素材が提供されることが前提条件となる。
- (5) バイトの集中研磨化および段階的にスローアウェイチップを採用して、個人研磨時間およびバイト取替時間を短縮する。
- (6) 停電をなくす。

(e) 治工具類の採用

南昌バルブ工場の製品構成は、少品種、多量生産型であるので、一つの段取り、治工具でまとまった数量の加工生産が可能である。

ボデーフランジの加工は、現在、三面加工専用機械が使用されている。しかし、出入口フランジ二面同時加工、アッパーフランジ一面加工と二回に分けて加工し、さらに、荒加工、仕上加工を2台の機械で別々に行っているため、せっかくの専用機械の効率がきわめて悪いものとなっている。

したがって、これを一台の機械で、三面フランジを同時加工し、また荒加工、仕上加工を同時に行うようにすることが必要である。

(f) 刃 具

刃具は標準化、集約化を図り、専任者による集中研磨方式を採用する必要がある。刃具の標準化、集約化により、以下の効果が期待できる。

- (1) 加工作業者が、バイト研磨のための機械を停止して、機械から離れる時間がなくなり、機械の稼働率が向上する。

- (2) 各人が、それぞれすべての切削に必要なバイトを所有準備する必要がなくなり、したがって、バイトの重複準備が不要となり、現場保管場所も不要となる。
- (3) 研磨方法、形状が作業者によって、まちまちにならず、標準化される。
- (4) 購入、準備が計画的にでき、過不足による購入費増と不足のための待ち時間が減少する。
- (5) 集中化するため専用の研磨盤の準備ができ、さらに、防塵対策が極めて容易となる。

ただし、研磨技術的に困難があるフライス用カッタなどについては、当面外注とすることで対応する。さらに、段階的にスローアウェイチップを導入して、上記のバイト作り、研磨の作業を漸次減少させて行くことが必要である。

(g) 計測機器、ゲージ（模範）

現場ではゲージ（模範）を最大限使用しており、しかもノーゴーゲージが殆どである。ノーゴーゲージは、取扱いが簡単で計測器目盛りの見誤りがなく有効である。

しかし、これは計測器（ノギス、マイクロメータ等）との併用が必要である。すなわち、計測器による1日一回の使用前後のゲージの点検、必要に応じて加工後の品物の計測を行うという習慣が必要である。

そして計測器、ゲージは精度管理がなされ、使用者が使用前にこれを確認できることが必要である。

このためには、各計測器、ゲージには、

- ・機器またはゲージの固有番号
- ・機器またはゲージの検定年月日
- ・機器またはゲージの有効年月日

が、各機器ごとに貼付または表示札が付けられていなければならない。

また、このように計測機器を管理するための計測機器管理規定として、各計測機器ごとに、固有番号、検定年月日、有効年月日、検定方法、精度、許容範囲、取扱い方法、不合格が発見された場合の措置などについて規定しておくことが必要である。

(h) 加工部品

第1および第2機械工場共、ボデーの他7部品を加工している。ジスクは、2片を溶接によって、ビルトアップ型にしているが、これでは原極面、工数面に問題があり、改善の余地がある。

(i) 図書類

一般的に、完全自動化、NC（数値制御）化されていない加工機械や手動操作の機械では、加工図を見ながら加工を行うことが原則であり基本である。さらに、加工図面では表示し得ない種々の指示事項に関する図書類を常時備えておくことも必要である。

加工図面は、その品物の加工中、1機械に一式が必要であるが、品質上、安全上の指示図書は、その現場あるいはグループ単位で常時保管するとよい。

この場合の図書類の管理については、責任者を定め、必要に応じて差し替え、廃却の処置を行わせ、常に最新版がフェイルされ、利用者全員が容易に利用できるようにしておくことが必要である。すなわち、図書類は決して個人所有にすることなく、利用者全員の共用としておくことが必要である。

(j) 切削条件

加工素材の切削条件は、主に被削材の材質とその大きさ、形状によって決定しなければならない。しかし、最適の効果を出すための前提条件としては、被切削素材が良品（黒皮面が細かく、表面欠陥がなく、押湯、湯口などの切断面が滑かにガウジングされており、所定の熱処理が施され調質された状態）であること。加工機械が剛性を有し、かつ負荷に耐えること、刃具の選定とその取付方法が適当であるなどを満足することが必要である。

これらの前提条件を満足し、現状の旋盤で切削する場合、例えば、口径100mmの仕切弁の部品について、予想される加工の平均的切削条件を示すと表3-1-6のとおりである。

表 3-1-6 各製品の平均的切削条件

切削部品	切削速度 m/分	回転数 r p m	送り mm / r e v	切り込み mm
ボデー ボンネット ジスク	60~130	135~250	0.1~0.3	0.5~6
ステム	70~80	1,000~1,500	0.2~0.3	0.05~3

図 3-1-13~3-1-16は、南昌バルブ工場の口径 100mmの仕切弁のステム、ボンネット、ボデー、ジスクを標準的に切削する場合の条件を下記項目について表わしたものである。

- ・加工手順
- ・加工機械（一般的汎用機械）
- ・被削材の取付方法
- ・刃具、ホルダー
- ・切削条件
- ・切削回数
- ・測定具
- ・備考、特記

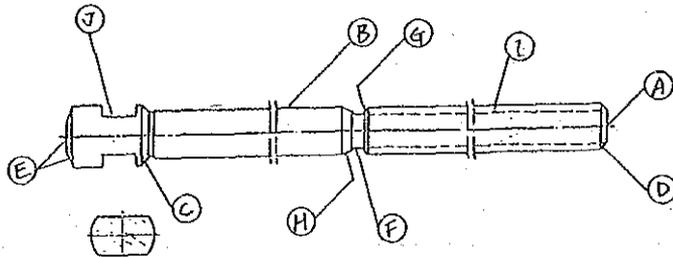
機械加工作業標準

シートNo 1

工業規定規格標準

図号 (PM-01) (5-WA-004)

部品名	部品コード	材料	材料コード
ステム	0105		
基本弁種	戻り	圧力	呼び径
WG		Δ0	100
			A100741H254
材料整備区分	01 社内製造	05 社外製造	
	02 社内製造	06 社外形製造	
	03 社内調材	07 社外自由製造	
	04	08 社外調材	
素材寸法	手順No	時間(分)	手順No
	1		8
	2		9
	3		10
	4		11
	5		12
	6		13
	7		14
制定日付	承認	照査	照査



手順No	加工区分	順序	作業項目	機種	取付方法 主補	刃具			切削速度 (m/min)	回転数 (rpm)	送り (mm/rev)	切り込み (mm)	切削回数	測定具	備考
						バイト ホルダー 寸法	バイト寸法	チップ形状							
1	外 径 荒 仕 工	1	取付け		A, G, D										
		2	①端面加工				25x150	J-11	K-05	60~80		0.5	1		
		3	②外径加工				"	B-11	P-20	50		0.3	3~1	4	1x2
		4	③外径ハブ加工				13x14-0	E-30	SKH	40		0.25	0.05	1	2x9
		5	④面加工				25x15	L-11 (R2/R3)	P-20	50		0.5		1	直尺
		6	⑤				"	"	"	"		"	"	"	"
		7	取外												
2	7 加工	8	取付け												
		9	⑥仕加工				25x150	L-11 (R2/R3)	P-20	50		0.2	1	1x2	
		10	取外												
3	1 加工	11	取付け												
		12	⑦仕加工				25x150	G-10 (R2/R3)	P-20	50		0.5	3	1x2	
		13	⑧仕加工				"	"	"	"		"	1		
		14	⑨仕加工				"	"	"	"		"	1		
4	5 加工	15	取外												
		16	取付け												
		17	⑩面加工				9.5x35	S-30	P-20	50				6	1x2
5	1 加工	18	取外												
		19	取付け												
		20	⑪面加工				18	E-F-11	SKH13	40		0.2	0.5	3	1x2
		21	取外												

*取付方法 主用三爪, ④⑨爪, ⑫爪, ⑬爪, ⑭爪, ⑮爪, ⑯爪, ⑰爪, ⑱爪, ⑲爪, ⑳爪, ㉑爪, ㉒爪, ㉓爪, ㉔爪, ㉕爪, ㉖爪, ㉗爪, ㉘爪, ㉙爪, ㉚爪, ㉛爪, ㉜爪, ㉝爪, ㉞爪, ㉟爪, ㊱爪, ㊲爪, ㊳爪, ㊴爪, ㊵爪, ㊶爪, ㊷爪, ㊸爪, ㊹爪, ㊺爪, ㊻爪, ㊼爪, ㊽爪, ㊾爪, ㊿爪

図3-1-13 機械加工標準の一例 (ステム)

(k) 加工仕上がり精度

南昌バルブ工場の加工手順表によれば、各部品の各部位に対し、それぞれの機能に応じた仕上がり程度が詳細に記入されているが、現場における仕上がり精度の状況は良好とはいえない。特に、鋳鋼素材のボデー、ボンネットについては、送りは粗く、むしり取ったような仕上がり程度で、それにキラキラと光りを呈している部分が多く見受けられる。

これは、正規の熱処理が行われていないか、あるいは熱処理不十分で、素材硬度が約170HBと非常に硬いことが原因である。したがって、良好な切削加工を行うには、鋳造工程において、素材調質のための熱処理を完全に実施することが必須条件である。

寸法精度については、(g)項で記述したように、殆どノーゴーゲージが使用されているので、ゲージの許容寸法の範囲内で仕上がっている。しかし、平行度、直角度、規定角度に関しては、加工図面寸法の許容公差内に仕上がっていない。

加工手順表に詳記されている手順、方法、使用治工具、計測器および中間検査の指示事項を順守すれば正確に仕上がる筈であるが、結果として実施されてないところに問題がある。したがって、決められたこと、決まったことを正確に守り守らせる組織の確立と管理監督者の養成、作業者のモラル向上が今後の課題である。

(l) 加工手順

加工手順で特に問題なのが、ボデー加工である。加工手順表によれば、ケガキ工程があるにもかかわらず、これが実施されてない。ケガキの基準は、ボデーを水平に置いて出入口方向、出入口直角方向の直交中心線である。この中心線を基準にして、面間寸法、アップーフランジまでの寸法、ジスクガイドの位置、シート間隔、各フランジ厚さが決定され、加工図面を満足することになる。

要は、基本にかえって加工手順表に従って作業することにより、問題点は改善される。

(m) 工程内検査

加工手順表によれば、各工程ごとの作業が終わった時点で検査が実施されることになっており、検査手順が示されている。しかし、これは一つ一つ検査課員によって検査される必要はなく、それぞれの作業者の「工程内自主検査」とすべきである。

したがって、それぞれの工程の作業者は正確に加工作業を行い、そして、図書類によって正確に自主検査しなければならない。その時点で問題を発見した場合、放置することなく現状を公表し、上司の指示を待つなどの処置行動をすることが重要である。

次工程は「お客様」との考え方で、自分の作ったものは厳しく検査して次工程に渡すという習慣付けが必要である。

検査課員は、各部品の加工が完了した時点で、主要寸法、仕上がり程度（互換性寸法、弁機能上重要部分）について最終検査を行う。

(n) 標準時間

生産管理、原価管理、および工程管理上の標準時間の設定が必要である。しかし、この標準時間が独り歩きして作業者が自分の1日の責任処理量を意識すると、往々にして不良品が工程中に混入する現象が発生する。したがって、先ず規定基準を守る習慣を定着させてから、標準時間の設定に着手することが必要である。南昌パルプ工場の現状を勘案すると、今すぐに標準時間を設定することは時期尚早であると考えられる。

(o) 不良品の処置

不良品の混入がしばしば見受けられる現状を改善するには、不具合品の処置方法を明確にし、不具合品、不良品が工程に混入しないようにすることが必要である。すなわち

- ・不具合品置場の設定と明確化
- ・不具合品であることの表示の徹底
- ・不具合品の工程進行保留責任者の選定
- ・不具合品の処置組織の確立
- ・不具合解除の指示と処置方法の確立

などにより、不良品の工程内への混入を防止することが必要である。

(p) 切削剤、冷却剤

切削剤および冷却剤は、切削中に刃具と被削材との間に発生する熱を除去し、刃具の切削効果を向上させ、刃具寿命を延ばすために使用するもので、冷却効果、潤滑効果があり、耐引火性、非蒸発性にすぐれ、炭化によって劣化しない切削剤、冷却剤の使用が望まれる。

3-1-11 溶 接

(1) 現 状

(a) 組織および勤務体制

第1機械工場に20人、第2機械工場に6人の溶接作業要員を配置している。

勤務は午前8:00~午後5:00の定時勤務と午後5:00~午前0:00の2交替勤務体制をとっている。

機械工場における溶接は、構造溶接と肉盛溶接に大別される。構造溶接には、ボデーにシートリングを溶接することと、ジスクのビルドアップ溶接がある。肉盛溶接は、ジスク、シートおよび逆座部の肉盛溶接があり、それぞれ手溶接とプラズマ溶接により行われている。

これらのことをまとめると、次の図3-1-17に示すようになっている。

種 類	口 径 部品方法	50以下	65	80	100	150	200	250	300
		肉 盛 溶 接	ジ ス ク				(手溶接)		
シ ー ト					(プラズマ溶接)				
シート直盛								(手溶接)	
シートリング			(手溶接)						
逆 座			(手溶接)						
構 造 溶 接	ボデー シートリング		(手溶接)						
	ジスク ビルドアップ						(手溶接)		

注：1) 口径250mm, 300mm については直盛式

2) ジスクの肉盛は、手溶接とプラズマ溶接の区分は特になく、習慣的にプラズマ溶接は 200mmまでとしている。

3) ジスクのビルドアップ型は 200mmのみとしている。

図3-1-17 溶接方法と適用範囲

(b) 溶接設備の配置と台数

溶接には直流アーク溶接機とプラズマ溶接装置を使用しており、交流アーク溶接機は使用していない。

第1機械工場では、ボデーにシートリングを溶接するためポジションナ（回転作業台）と溶接機を組合せたものを2台設置している。第2機械工場では、口径50mm以下のボデーのシート直盛り用に直流アーク溶接機を1台設置している。

溶接工場には、ジスクおよびシートリングの肉盛溶接用にプラズマ溶接装置2台と、ジスクシートおよびジスクのビルドアップ溶接用に直流アーク溶接機7台を設置している。これらの詳細を表にまとめると次のとおりである。

表 3 - 1 - 7 溶接機の設置状況

溶 接 装 置		第1機械工場	第2機械工場	溶接工場
直流アーク溶接機	整流器式	300A × 1台 500A × 1台	300A × 1台	400A × 1台 500A × 1台
	発電機式	—	—	320A × 4台 500A × 1台
プラズマ溶接装置		—	—	300A × 2台

(c) 溶接設備の保守保全

特別に計画的な設備の保守作業は実施しておらず、故障が発生した時点で修理を行う事後処置である。

(d) 溶接設備の稼働率

アーク溶接機およびプラズマ溶接装置の定格使用率と実稼働率は、概ね次のとおりである。

表 3 - 1 - 8 溶接機の定格使用率と稼働率

機 種	定格使用率	稼 働 率
直流アーク溶接機	20~60%	30~40%
プラズマ溶接装置	100 %	50~60%

アーク溶接機の稼働率は定格使用率の範囲内であり、プラズマ溶接装置の稼働率は50～60%と余裕を残している。

(e) 詳細溶接施行要領書

詳細溶接施行要領書は技術課で作成された加工図を基にして、熱加工課で作成されている。しかし、溶接作業者はこの要領書を携帯しないで作業している。

要領書は、次の項目について記述され、それぞれ細目が明記されている。

- ・被溶接箇所
- ・被溶接材料
- ・電流値、電圧値
- ・溶接棒の材質とその径
- ・予熱温度、層間温度
- ・粉末の粒度、乾燥条件
- ・ガス条件

(f) 予熱

構造溶接、肉盛溶接共に、溶接施行前に予熱は行っていない。

(g) 溶接手順

特に溶接手順の規定はなく、各作業者が経験に基づいて作業を実施している。

(h) 溶接姿勢

すべて下向溶接姿勢で作業を行っている。

(i) 治工具類の使用状況

ボデーにシートリングを溶接する場合のみ、溶接姿勢が常に下向になるように、ポジショナを使用している。他の溶接作業ではこれを使用していない。

(j) 溶接作業者の技能認定または資格付け

溶接作業者の技能認定または資格付けは、国家の規定に従って行われ、この合格者はさらに工場が行う筆記試験に合格した後、溶接作業者として認定され資格付けられる。

しかし、溶接グループでは、リーダは資格認定されているが、現場で溶接している作業者は無資格者である。

(k) 溶接材料

溶接材料として、手溶接では被覆アーク溶接棒を使用しており、プラズマ溶接ではプラズマ用粉末を使用している

肉盛用溶接材料の化学成分と肉盛後の硬度を示すと、次表のとおりである。

表 3-1-9 肉盛用溶接材料の化学成分と肉盛後硬度

溶接材料	C	Cr	Ni	Si	B	W	Mn	Fe	硬 度
Fe-3	≤0.1	19~21	12~14	2.5~3.5	1~2	—	—	残	HRC 31~35 (平均33)
Fe-4	≤0.1	17~19	8~10	2~3	1.5~2.5	1~1.5	≤0.1	残	HRC 36~40 (平均38)

(1) 溶接材料の管理

溶接材料の管理状況は次のとおりである。

(i) 被覆アーク溶接棒

20kgの段ボール箱で受入れた溶接棒は、そのまま棚に積んで保管されている。その中には、外箱が破損して中から溶接棒が露出し、一部被覆材が剝離したものもある。

溶接棒用乾燥炉の設置はしているが、まったく機能してない。すなわち、通電しておらず温度計もない。扉が破損した乾燥炉内部には、棒径、材種ごとに数種類が混在（以前使用したままの状態）して置かれているが、それぞれについての区分けはなく、識別表示もされてない。また、乾燥条件（昇温速度、保持温度、保持時間）などの指示図書（表）もない。

(ii) プラズマ用粉末

250℃で 1.5~2.0 時間乾燥した粉末を10ℓ 瓶に入れ保管し、必要に応じて使用し

ている。

(m) 計測機器

プラズマ肉盛溶接装置には、電圧計、電流計が付設されている。

手溶接機には、電圧計、電流計の付設はなく、手溶接作業者は、ジスクの肉盛厚さを測定するのにノギスを使用している。

(n) 使用図書

溶接作業現場では、加工図、詳細溶接施行要領書などの図書類はまったく使用されていない。

(o) 工程内検査

溶接施行前の母材および開先状態の検査、溶接施行後の溶接部の状態（プロホール、アンダーカット、オーバラップ、割れ、スラグ巻込み、溶け込み不良等）についての検査は、溶接作業者の自主検査によっている。肉盛厚さのみノギスを使用して溶接作業者が測定している。

(p) 溶接施行記録

詳細溶接施行要領書（溶接者は提携してない）の指示する内容に従って溶接したことを記録する溶接施行記録書はない。

(q) 工程内運搬

溶接工場（場所）までの運搬および溶接後の次工程への運搬は、第1および第2機械工場共、それぞれの補助班が台車を使って行っている。

(r) 不具合品の処置

肉盛溶接では、母材の状態によって欠陥の発生状況は大きく異なるが、現状では、鍛造材での不良率は5%、鋳鋼材での不良率は30%である。これらの不具合品の処置として、補修可能なものは欠陥を除去して再肉盛を行っている。

ボデーにシートリングを溶接する構造溶接では、V開先に一層盛りだけの溶接であるので、開先溝は残ったままとなっている。溶接後の確認は目視による自主検査をするだけであるので、欠陥があった場合は水圧検査時にはじめて発見される。これらの欠陥も補修可能なものであれば、欠陥部を除去して補修溶接を行っている。

(2) 工場診断

(a) 溶接設備の保守保全

溶接設備の保守は計画を立て定期的に実施すべきである。特に電圧・電流および接地抵抗を測定し確認して、またキャブタイヤコードの劣化状態、接続部の緊縛りについて確認し、状況に応じて処置することが必要である。

(b) 溶接設備の稼働率

アーク溶接作業の稼働率は、アーク溶接機の定格使用率の50～60%まで上げるべきである。またプラズマ溶接機の稼働率は、定格使用率の70%～80%まで上げることが必要である。

溶接機の定格使用率とは、全時間に対するアーク発生時間の割合のことで、次式で表わされる。

$$\text{定格使用率} = \frac{\text{アーク発生時間}}{\text{アーク発生時間} + \text{無負荷時間}}$$

(c) 詳細溶接施行要領書

詳細溶接施行要領書は、常時溶接作業現場に準備し、どのような溶接作業においても、この要領書に詳述されている内容（溶接方法、電圧・電流、溶接棒、粉末の材質、棒径、粒度、被溶接物の予熱温度、層間温度、ガス条件等）を正確に守って施行することが必要である。

特に、溶接のような特殊作業は、溶接後の外観で材質、溶接条件などを確認することができないだけに、要領書どおりに溶接作業を行うことが必須条件である。

(d) 予 熱

被溶接材（母材）が普通炭素鋼で、雰囲気温度が10℃以上であれば予熱の必要はないが、雰囲気温度が10℃未満の場合は、母材に予熱を施す必要がある。

また、普通炭素鋼以外の特殊鋼に関しても、合金鋼の含有量に応じた予熱をする必要がある。予熱を省略すると割れなどの発生原因となる。予熱温度は次表の通りである。

表 3 - 1 - 10 鋼種と予熱温度

鋼 種	予 熱 温 度
普 通 炭 素 鋼	100~150 ℃ (但し10℃以下)
1/4 Cr-1/2 Mo 鋼	150~300 ℃
2/4 Cr-1 Mo 鋼	200~350 ℃
13 Cr ステンレス鋼	200~400 ℃

予熱方法としては、溶接作業時にガスバーナでその都度予熱しても良いし、加熱炉内で予熱した被溶接材をその都度取り出しても良い。

(e) 治工具類

ポデーにシートリングを手溶接する場合、ポジションナにチャッキングして下向溶接していることは適切である。治工具を使用していないジスク、シートの肉盛手溶接については、ターンテーブルを使用するか、ポジションナを使用することによって能率が向上する。

(f) 溶接作業者の技能認定と資格付け

溶接は特殊作業であることから、溶接施行後の外観や形状、寸法だけで良否の判定ができない。したがって、認定され資格付けされた溶接作業者が、あらかじめ決められた詳細溶接施行要領書にそって、きちんと溶接作業を実施することが必要である。

このためには、正しい溶接が施行できるよう、溶接作業者には早急に認定資格を取得させることが必要である。

(g) 溶接材料の管理

溶接棒は通常、防湿効用を有する包装紙または袋に密封されている。これを開封したまま長時間放置すると吸湿する。吸湿すると、被覆材が剝離しやすく、アークが不安定になる。また、水素の影響で、溶着金属の機械的性質が悪くなり、プロホール、割れなどの発生原因ともなり、スパッタも増加する。

したがって、溶接棒は使用前に乾燥させることが必要である。その乾燥は、低水素系で300～350℃で約1時間、その他のもので70～100℃にて約1時間、乾燥庫（炉）または保温庫に保管して行うものである。

溶接棒を準備するにあたって、溶接作業者は次の事項を心得ておかなければならない。

- (1) 溶接棒の受領時、または使用前に、指定の溶接棒の規格に適合していることを確かめること。
- (2) 必ず携帯保管箱に入れて、作業現場に持参すること。
- (3) 常に乾燥されたものを使用すること。特に雨期などの湿気の多い時期には、作業の途中でも未使用溶接棒を返却し、新たに乾燥庫から取出したものを使用すること。
- (4) 作業終了時には、未使用溶接棒といっしょに使用済みの残棒を返却すること。

乾燥庫または保温庫は、銘柄および棒径ごとに区別しておくこと。また返却棒と新棒を区別して返却棒から使用すること。

プラズマ用粉末が、作業終了時に残った場合は、回収して所定温度の200～250℃で1.5～2時間乾燥した後、再使用することが必要である。

(h) 計測器

溶接機および溶接装置は、電圧計、電流計が設置され、しかもこれを定期的に校正して使用されることが必要である。さらに、プラズマ溶接装置には、ガス圧力計と流量計を設置し、やはり定期的に校正を行うことが必要である。

被溶接物の予熱温度および溶着金属の層間温度を測定するために、接触温度計を使用することも必要である。

(i) 使用図書

溶接現場に、溶接加工図および詳細溶接施行要領書などの指示図書を常時準備し、その図書によって指示されている作業をきちんと忠実に実施する必要がある。

(j) 溶接施行記録

溶接加工図および詳細溶接施行要領書などの図書類に従って、確実に溶接作業を実施したという証を記録に残すことが必要である。それは、その後に問題が発生した時の原因調査に役立たせるためである。ただし、事実をそのまま記録することが重要である。

(k) 工程内運搬

溶接前および溶接後の部品は、一旦作業床面に置くことをせず、運搬容器から取り出して溶接し終わったら容器に入れるなどして、ロット運搬することが必要である。

(1) その他の留意点

一日の作業開始にあたって、次の各項目を点検することが必要である。

(1) 溶接装置関係

- ① 電源開閉器の過負荷保護装置（ヒューズなどの過電流遮断器）は、適正な容量のものが使われているか。また過熱して変色していないか。
- ② 溶接棒ホルダーの絶縁部に損傷はないか、またスパッタの著しい付着はないか。
- ③ 自動電撃防止装置の作動状態はよいか。
- ④ 溶接機の外箱および母材の接地が確実に行われているか。
- ⑤ 一次側配線および二次側配線と溶接機端子との接続は確実か。また絶縁カバーは確実か。
- ⑥ ケーブルの被覆に損傷はないか。
- ⑦ ケーブル・コネクタ部の絶縁覆いは完全か。

(2) 服装および保護具

- ① 作業服は適正か。油染みていたり、湿ってはいないか。
- ② 履物は適正か（安全靴など）。

- ③ 適正な溶接用保護面（ハンドシールド形、ヘルメット形）、または適正な遮光保護眼鏡は準備しているか。
- ④ 適正な手袋、腕カバー、前掛け、足カバーなどを着用しているか。
- ⑤ 適正な保護マスク（防毒マスク、防塵マスク）は準備しているか。

3-1-12 熱処理

(1) 現 状

(a) 組織および勤務体制

熱処理に関する業務は熱加工課が担当し、課長以下9人による3交替勤務で対応している。

(b) 業務内容

機械加工工場における熱処理は、

- ① ジスク、シートの表面肉盛溶接後の応力除去焼鈍
- ② ステンレス鋼のシートの表面肉盛溶接後の焼鈍
- ③ 鍛造ステム材の焼鈍

である。

これらの熱処理条件を次の表3-1-12に示す。

表 3-1-12 機械加工品の熱処理条件

種 類	処理温度	保持時間	冷却方法	硬 度
表面肉盛溶接後の 焼 鈍 高周波焼入	840~850 ℃	2 時間	炉 冷	HRC ジスク： 41~47
	1,000 ℃	30 分	空 冷	シートリング：35~40
鍛造ステム材の 焼 鈍 焼 戻	1,000 ℃	1 時間	空 冷	HB 230~280
	630~650 ℃	1 時間	空 冷	

(c) 熱処理設備と台数

熱処理炉として、高周波焼入炉1台、電気熱処理炉5台が設置されている。その仕様は表3-1-13に示すとおりである。

熱源はすべて電力で、午後10:00～午前7:00の間、電力は自由に使用できる。

表3-1-13 熱処理炉の仕様

炉	容 量	熱 源	用 途
高周波焼入炉	80Kw × 1台 200~250 kHz	電 力	ジスク 150 mm以下 シートリング 200 mm以下
電気熱処理炉	45 Kw × 2台 350 kg	電 力	焼鈍、焼戻 ステム材他
	90 Kw × 3台 700 kg	電 力	

(d) 熱処理設備の保守保全

設備の計画的な保守は実施していない。故障、不具合発生による事後処置によっている。

(e) 熱処理炉の管理

熱処理炉内の有効加熱帯の設定は行われてない。

(f) 計測器と記録計

熱処理炉内の温度測定には、サーモカップルを使用している。これを 350kg熱処理炉で1本、700kg熱処理炉で2本、いずれも側面から装入しており、それぞれ年1回の検定が実施されている。記録計は自動記録式で、温度は丸形の記録紙に連続記録される。高周波炉に関しては、温度計は故障中で目視測温を行っている。

(g) 指示図書

熱処理の指示書は、熱加工課が作成し熱処理現場に配布することになっているが、現場には見当たらない。

(h) 熱処理記録

熱処理温度を記録する円形の記録紙があり、連続的に温度が記録されている。しかし、どの様な部品をどれだけ熱処理したかなどの記録はない。

(2) 工場診断

(a) 熱処理炉の管理

一般的に、熱処理炉の内壁周辺と炉中央部とは温度差がある。したがって、炉内々壁周辺部を除いた中央範囲が場所による温度差が小さいので、この範囲（有効加熱帯という）に被熱処理物を位置し、熱処理を行うことが必要である。

有効加熱帯の設定については、それぞれの熱処理炉ごとに炉内の温度分布を調査して、炉内々壁周辺部を除いた中央範囲（温度分布均一部分）にこれを設定することが必要である。

そして、有効加熱帯の範囲をそれぞれの炉前に表示し明確にすると共に、熱電対の数と設置位置についても明確にしておかなければならない。有効加熱帯の測定記録は一定期間保管（例えば3カ年）しておくことも必要である。

有効加熱帯の設定例と負荷試験時の保持温度指示値の実測値の一例を図3-1-18に示す。同図で示されるように、熱電対の数と位置についても同時に表示されている。

(b) 計測器と記録計

炉内の温度測定には、一般的に熱電対が使用されるが、その数は同一炉で最低2本は必要である。その位置は、最高温度個所と最低温度個所に設置する。温度記録は、同一記録用紙に色違いで記録する必要がある。

(c) 指示図書

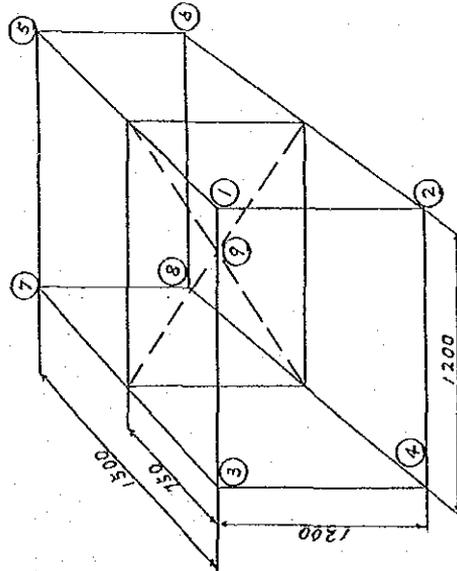
熱処理条件は被熱処理品によって異なる。したがって、各操炉ごとに熱処理条件（昇温速度、保持温度、保持時間、冷却速度、冷却方法等）を明記した指示図書を発行し、その指示図書に従って熱処理を行わなければならない。

目的温度 : 625.650 [°C]
700 [°C]

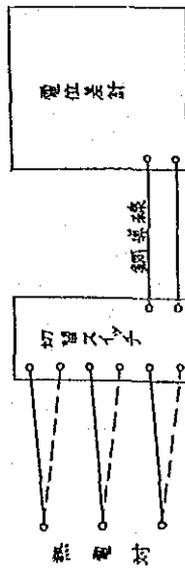
保持温度精度 : ± 25 [°C]

想定有効加熱帯寸法 : (b) 1200 X (L) 1500 X (H) 1200

保持温度測定位置 : 下図 ① ~ ⑨



結線方法 : JIS Z 8704 A級 温度測定法 準拠



負荷試験 : 昭和62年2月2日 AM 9:00 ~ 9:50

天候 : 晴, 気温 : 12 [°C]

装入材料 : 3000 [kg], 材質 : SCPH2

保持温度指示値 (625.6)

測定位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	測定時間
1	632	608	640	611	653	610	634	612	620	AM 9:00
2	628	607	634	611	632	612	634	614	621	9:10
3	640	612	639	615	641	618	632	615	620	9:20
4	626	610	624	614	633	615	631	615	622	9:30
5	623	603	630	615	640	619	632	620	625	9:40
6	640	620	635	621	642	616	630	615	621	9:50
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

負荷試験における有効加熱帯の判定

負荷試験の保持温度期間中におけるいずれの測定点も、すべての図における最高値、および最低値はどちらも目標保持温度精度の±25°Cの範囲内に入る。従って測定試験を行った領域は JHS. C-1 に基づき有効加熱帯の条件は満足する。

図 3-1-18 有効加熱帯の設定例と負荷試験時の保持温度実測値例

(d) 熱処理記録

熱処理指示書どおりに熱処理を実施したという記録を作成保存することが必要である。その中には、どのような部品をどれだけ熱処理したかを記録しておくことを忘れてはならない。これにより、後日、問題（材料の硬度、クラック発生等）が発生した場合、追跡調査が容易となる。

(e) 熱処理炉取扱い上の注意

熱処理炉の取扱いにおいては、次の事項に注意して操炉することが必要である。

- (1) 過負荷による過電流を流したり、誤って温度を上げ過ぎたり、機械的衝撃を与えるなど、操作上の不注意に起因した発熱体の損傷を防ぐこと。
- (2) 台車式の熱処理炉の場合、台上に被熱処理物を積載したまま確実かつ容易に炉内に入れし得る状態に整備する。また小物、バラ物はバケツなどの容器に入れ、そのまま熱処理するとよい。
- (3) 炉扉は、手動または電動式によって簡単にしかも軽快に上下開閉し得る状態に整備しておく。

3-1-13 摺合せ、洗浄、組立

(1) 現 状

(a) 組織および勤務体制

摺合せ、洗浄および組立作業者は、第1機械工場に29人、第2機械工場に5人がそれぞれ配置されている。

(b) 摺合せ

ジスク、シートリングはそれぞれ個々に乾式砥石で摺合せし、その後、複数個ずつ固定定盤上の遊星運動による湿式の摺合せを行っている。

荒摺合せには鋼玉粉とオレイン酸が研磨剤として使用され、仕上摺合せには綠色研磨粉（400メッシュ）と機械油（20メッシュ）が使用されている。

ジスク、シートリングの遊星運動による摺合せ状況を図3-1-19に示す。

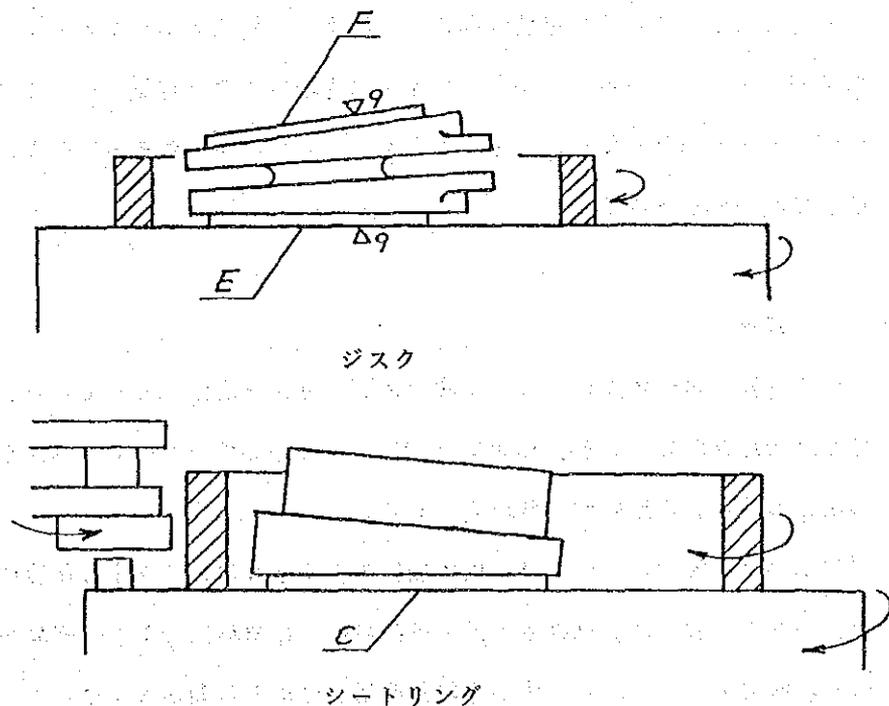


図3-1-19 ジスク、シートリングの遊星運動による摺合せ

ボデーにシートリングを溶接した後のシートの摺合せ方法は乾式摺合せで、定盤にサンドペーパーを取り付け、直立ボール盤の回転を利用して3～5分間摺合せ実施する同心回転運動方式によっている。定盤に取付けられるサンドペーパーは、荒摺合せでは60メッシュ、仕上げ摺合せでは120メッシュが使用されている。

湿式、乾式両方式の摺合せによる仕上がり状況は、当り面摺合せ程度は光沢がなく、最終的には灰色梨子地状である。

(c) 洗浄、清掃

ジスクおよびシートリング全体を重油洗浄し、その後当り面を灯油で洗浄しているが、これらの油は極度に汚染しているものが使用されている。油洗浄した後は、ウエスまたは回転羽布で清掃しているが、十分に洗浄、清掃された感じは受けない。

組立前のジスク、シート以外の部品、特にバルブの接液部品は発錆状態のまま、清掃されずそのまま組立て待ちとして置かれている。

(d) 図書類

組立作業をするために必要な図面、指示書は、組立現場に備えられていない。対象が標準的なバルブであることから、作業者は経験的に組立作業を行っている。特殊仕様要求がある場合（殆どなく、たまにアクチエータ付バルブがある）のみ、組立図面または指示図書が配布される。

(e) 日程管理

生産日程表は生産課によって弁種口径別に毎月作成配布されており、これをさらに現場の黒板に転記している。現状では10日から2週間の日程のおくれがあり、これは部品の加工おくれ、不揃いが主な原因である。

部品の日程管理については、供給側にその専任者はいるが十分な管理は行われておらず、一方受入側の加工現場の作業者は部品揃えに積極的でなく、部品が来るまで待っている状態であるので、おのずから組立作業者の待ち時間が多くなっている。

(f) 組立

バルブの組立作業では、チャンネル形鋼を上に向けて床面に置き、その上にボデーをのせて、二人一組になって組立ている。この時ボデーは固定されていない。

組立前、圧縮空気によって各部品の表面の付着物を払拭する作業は実施しているが、付着物が除去されなくてもそのまま組込んでいる。摺動部、回転部、接触面への焼付防止剤の塗布、塗油などの処置はまったくなされていない。

ボルト・ナットの締付けにおいて、ボデーとボンネットフランジ部の隙間は均一でなく片締めがある。また、トルクレンチによる締付管理がなされておらず、ボルトの寸法も全般的に不揃い状態であり、ボンネットとサポートの締付も不完全である。

(g) 治工具

モンキスパナ(300mm) 一本ですべての締付けを実施している。

(h) グランドパッキン

グランドパッキンにはひも状のパッキンが用いられており、これを連続的にステムに巻き付け、グランドボックスに装填し締付けている。このため、パッキンがグランドブッシュ部からはみ出した状態になっているバルブもある。

(2) 工場診断

(a) 摺合せ

ジスク、シートリングの乾式、湿式の定盤固定の遊星運動摺合せは、その都度、固定定盤を清掃し不純物が夾雑しないようにしなければならない。さらに、定期的に固定定盤の平面度、表面粗度を点検し、必要に応じて手直しすることが必要である。

シートリング溶接後のボデー出入口側のシート摺合せに、直立ボール盤の同心回転運動を利用しているが、この方法はシート面に回転方向の摺り傷が生じるので平面当たりに仕上がらない。したがって、摺合せ定盤を偏芯させながら回転するようにすることが必要である。

(b) 洗浄、清掃

摺合せ後のジスク、シートリングの洗浄、清掃は、灯油およびウエスを用いて実施しているが充分ではない。

完全な洗浄と清掃を行うには、先ず灯油または蒸気で完全に洗浄し、その後圧縮空気などで表面細部の付着物を払拭し乾燥状態にすることが必要で、またこの状態で保管しておくことが必要である。

(c) 図書類

組立作業に必要な図面および指示書は、たとえそれが標準的なバルブであっても、図書類一式を組立現場に準備し、作業者の誰もがいつでも利用できるようにしておくことが必要である。

また組立図面、指示書などに変更が生じた場合、速やかに最新版の図書類に差し替えられなければならない。しかも、これらが個人の専有物となってはならず、作業者全員の共通資料として利用されなければならない。

(d) 日程管理

生産課で作成された日程表は、現場の黒板に転記されているが、ここまでで終ることなく、毎日の進捗状況をチェックしこれを黒板にも表示して、作業者全員に工程についての関心を持たせることが必要である。単に部品が自然に流れてくるのを待っているのではなく、予定の工程を満足させるために、必要ならば前工程に足を運んで部品の供給を督促したり搬入したりすることが必要である。

(e) 組立

組立工程で使用しているチャンネル形鋼は固定する必要がある。チャンネル形鋼とバルブボデー、フランジの接触部には緩衝材を当てて、フランジの傷付防止と組立中のバルブ本体の安定性に配慮することが必要である。さらに、クランプなどを用いてバルブを固定しておくことも必要である。

バルブ組立前には、バルブの内部、部品表面の付着物を完全に除去しておかねばならない。そして、ジスク、シートの当り面、ステム外面もウエスで完全に清掃した後、部

品を組込まなければならない。スケールなどがジスク、シートの当り面に介在したり、ステムの表面に付着したまま組込むと、シート洩れ、グラウンドパッキン洩れの原因になる。

ボルトの締付けは、均一かつ確実に締付けすることが必要である。片締めは、ガスケットパッキンの均一な面圧が得られず洩れの原因となり、ステムの上下機能にも悪影響を及ぼすので、注意して締付けなければならない。

ボルトの出寸法については、全数を一定に揃えることが必要で、これはバルブの見栄えの良し悪しにもつながるものである。その他のボルトについては、十分に締め込むことが必要がある。

(f) 治工具

モンキスパナは万能性があるが、作業性、安全性においては十分なものではない。それぞれのナット寸法に適合したスパナ（片口、リング、ラチェット式）を使用することをすすめる。これらの工具を準備してもさほど多くのサイズをそろえる必要はない筈である。

(g) グラウンドパッキン

現状のひも状のものを成形リング式に改善することが望ましい。それはシール性、作業性にすぐれているため、リング数も少なくすむ。ただし、経済的には従来方式より多少費用がかかることにはなるが、リング式を使用する利点の方が多いためである。

3-1-14 完成検査

(1) 現 状

完成バルブの検査は水圧検査が主体となっており、その現状は下記のとおりである。

(a) 組織および勤務体制

第1機械工場に12人、第2機械工場に10人の完成検査員が配置されている。

(b) 作動検査

作動検査は、手動バルブに対しては特に実施されていない。

(c) 水圧検査

水圧検査の方法は、第1機械工場と第2機械工場で多少違いがあり、それぞれ次に述べるような方式で検査が行われている。

第1機械工場

(1) 方 式

被検査バルブを正立姿勢のまま検査装置にセットし両フランジを油圧にて押える（一方を固定し他方は移動）方法で、フランジ面のシールにはOリングを使用している。口径200mm以上のバルブについては、上述の油圧に追加して両フランジ面を各々2本ずつのボルトで締付けている。

(2) 全体水圧検査

上記(1)の準備が終了してから、次の手順で全体水圧検査を実施している。

- ① ハンドホイールをまわして被検査バルブを全開にして逆座を働かせる。
- ② 規定の圧力を水圧ポンプによってかける。
- ③ ボデー、ボンネットの外表面、ガスケットパッキン部、グランドパッキン部（グランドパッキンは締め込んだままの状態）から漏洩がないことを確認する。

(3) 弁座水圧検査

次の手順で弁座の水圧検査を実施している。

- ① 上記(2)－②の規定水圧を加圧した状態で、ハンドホイールをまわして、被検査バルブを全閉にする。この場合、2人の作業員が協同して締め込んでいる。
- ② 出入口フランジ部のシールを開放する。
- ③ 被検査バルブを検査装置から取外し、出入口からそれぞれ目視でシート、ジスク当たり面からの漏洩を確認する。
- ④ 上記の作業で漏洩がなく合格した場合、バルブは水圧検査に合格したことになる。

第2 機械工場

(1) 方式

被検査バルブに、水圧検査用ボンネットを組み込んで検査を行っている。この水圧検査用ボンネットには、加圧取入口、ジスク押え用ステムおよびハンドホイールが付設されている。

(2) 弁座水圧検査

被検査バルブに水圧検査用ボンネットを組み込んで、検査の準備が終了してから、次の手順で弁座水圧検査を実施している。

- ① 被検査バルブは正立姿勢で全閉状態にして検査用ボンネットの加圧取入口から規定水圧を加圧する。被検査バルブの出入口は開放状態のままである。
- ② 被検査バルブの出入口からそれぞれ目視でシート、ジスク当たり面からの漏洩を確認する。

(3) 全体水圧検査

上記の弁座水圧検査に合格した被検査バルブに、正規のボンネットを組み込み、次の手順で全体水圧検査を実施している。

- ① システムが水平となるバルブ姿勢で、被検査バルブを手動用テストプレスに取付ける。
- ② ハンドホイールをまわして、被検査バルブを全開にし逆座を働かせる。

③ 規定の圧力を水圧ポンプによってかける。

④ ボデー、ボンネット外表面、ガスケットパッキン部、グラントパッキン部
(グラントパッキンは締め込んだままの状態)からの漏洩の有無を確認する。

(d) 不合格バルブの処置

水圧試験の結果、不合格となった被検査バルブのうち、シートのクラックによって漏洩したバルブは廃却される。その他の場合、すなわちシートリングとボデーの溶接部からの漏洩、ジスク、シート当たり面不良による漏洩は、手直し(溶接補修、再摺合せ)を行い、再度水圧検査を実施し漏洩がなければ合格としている。

(e) 水圧検査後の処置

水圧検査合格後の被検査バルブの内外表面の水分その他の付着物は、除去されないまま水圧検査場近くの置場に並べられている。この結果赤錆が相当発生している。

(f) 水圧検査設備

第1機械工場の水圧検査設備は、横形プレス水圧検査装置で、片方のテストフランジは固定で、他方のテストフランジは油圧によって移動し、被検査バルブを押力する形になっている。被検査バルブのフランジをシールするために、テストフランジにはOリング溝が1リング付加されている。被検査バルブの大きさによって、テストフランジを取替えて検査を行っている。被検査バルブのハンドル操作は、高さ0.5m、巾0.4m、長さ1.0mの足場の上で実施している。

第2機械工場では、弁座水圧検査を実施する場合、コの字を上向きにしたチャネル上で行い、全体水圧検査は、手動用テストプレスを使用して実施している。

(g) 圧力計

検査用圧力計は、1個が検査する場所からやや離れた位置(第1機械工場では約3m、第2機械工場では約2m)に取付けられている。

圧力計の示度が正しいという証明表示はされていない。

(2) 工場診断

(a) 作動検査

手動弁に関する作動検査とは、全開全閉操作においてハンドルが円滑に動くか、重い箇所はないかなどを確認することであり、これを検査項目に加えるべきである。

(b) 水圧検査

(1) 全体水圧検査

弁外表面、ガスケットパッキン部のチェックをすると同時に逆座をきかせて、グラウンドパッキンを緩めて逆座からの漏洩を確認する必要がある。

(2) 弁座水圧検査

現在実施している弁座水圧検査方法（ボンネット側に加圧し出入口を開放大気圧にして、それぞれ出入口側から確認する）では、次の欠点がある。

- ① 小口径バルブでは、テスト用ボンネットの取付け取外しに時間がかかる。
- ② 弁座の漏洩確認のため両方のテストフランジを外し開放しなければならず、そのために時間がかかる。
- ③ ボンネット側に真の正規圧力がかかっていない場合が生じる。すなわち、両テストフランジを開放し出入口の圧力が低下した時、ジスク、シート面に少しでも漏洩があれば、ボンネット内の圧力が低下するので、正規圧力より低い圧力でシールされている場合があり得る。
- ④ この検査方式では、仕切弁の特性である出入口の差圧によるシールは不可能で、本質的にクサビ効果をねらわないとシールができない。

これらの欠点を補うためには、被検査バルブの内部を満水にし、両フランジを取付けたまま一方から加圧し他方からの漏洩確認を行う方法を推奨する。この方法であれば、小口径バルブは数個直列にセットすることができ、連続して検査ができ能率的である。

また極端にクサビをきかす必要がないので、シートを締め割ることもなくなる。

(c) 水圧検査後の処置

水圧検査後は、残留水を完全に排出し、その後圧縮空気などで内外面の付着水分を除去し、乾燥状態にして防錆に努める必要がある。

(d) 水圧検査装置

水圧検査用出入口側テストフランジ面は、リング溝が一条のみでなく、複数を付加して、被検査バルブのサイズに対し万能性をもたせるようにすることが必要である。

(e) 圧力計

水圧検査用圧力計は、検定済のものを3個以上付設することが必要である。これは1個だけでは、真の数字を示しているかどうか疑わしいことがあるからである。もし3個の圧力計がそれぞれ異なった示度（許容値以外）を示した場合は、全圧力計をマスター検定器によって検定することが必要である。（3個が許容範囲内の場合は、1個を正にして、その示度値を採用すること）

圧力計取付け箇所は、水圧検査を行う場所から1 m以内とし、さらに通常は読取時の目の高さと同じにする必要がある。なお、圧力計目盛の範囲は、使用圧力の2倍程度（1.5倍～3倍）が望ましい。

3-1-15 装備検査

(1) 現 状

装備検査とは、組立図面通りに組立てられているかどうかを検査するものであるが、機械加工工場ではこの装備検査は実施されていない。

(2) 工場診断

バルブの組立完了後は、組立図、その他の図書類に指示された通りに組立が完了しているかどうかを検査する必要がある。

装備検査には、次のような検査項目が考えられる。

- ・弁全高寸法（全開時、全閉時）
- ・面間寸法
- ・弁リフト
- ・弁全リフト時流路にジスクが残っていないか（仕切弁）
- ・鑄出事項（鑄出精度、流れ方向、商標、圧力級、口径、材質）
- ・弁外観（内外面の鑄肌、出入口フランジ）
- ・パッキン類の装着状態
- ・ボルトの締付、出寸法並び状態
- ・ハンドホイールとステム先端嵌合部のおさまり

3-1-16 塗装、梱包

(1) 現 状

(a) 組織および勤務体制

第1機械工場に6人、第2機械工場に2人の塗装担当者が配置されている。

(b) 場 所

塗装現場は、水圧検査場に近接して位置している。そして床面、足まわりの状態は良好とはいえない。床面に敷物を布設してはいるが長期間の塗装作業のため敷物上には飛散塗料が堆積し、凸凹と波打った状態になっている。

(c) 塗装方法

塗装前の前処理（塗装部の清掃、油脂、水分、錆の除去、塗装表面の錆肌のならし）は実施されていない。

塗装方法は、刷毛による手塗りの1回のみであり、バルブの内部の付着塗料はウエスで拭き取る程度である。ジスクシートの当り面には当り面の保護のための油を散布している。発錆はあっても特に除去することは行っていない。

(d) 塗 色

塗色は国家規格で規定されており次の内容である。しかし、マンセル番号などによる色調規定はなく、感覚的な色合わせを行っている。

- ・ 中圧弁 : 灰色
- ・ ハンドル : 赤色
- ・ マーク等 : 赤色

(e) 溶 剤

塗料の溶剤はボイル油様ものを使用している。（ラッカー、シンナーの類ではない。）

(f) 仕上がり状態

塗装後の状態は、表面にざらつき（下地の清掃を行っていないこと、塗料中の異物混入あるいは塗装後の異物付着などが原因かと思われる）、凸凹があって見た目には決して良くはない。

(g) 乾燥方法

塗料の乾燥は自然乾燥である。溶剤にボイル油様のものを用いているためか、ベトベ

トした感じを受ける。

(h) 合否の判定

塗装表面にシワがないことが合格の基準で、塗装膜厚などに関する規定はない。

(i) 梱包

塗装後は、弁出入口側パッキン当たり面の保護と異物混入防止のためカバーが当てられている。またハンドホイール円形部は、荒縄を大きなピッチで巻き付けて保護した上で製品倉庫に保管している。

これらの中には、不良状態（ハンドホイール破損、グラウンドパッキンはみ出し、グラウンドボルト片締めおよび締め不足、ガスケットパッキン部隙間の不均一、ジョイントボルト出寸法の不揃い、出入口フランジパッキン当たり面の打傷、発錆、塗料の剝離、ステムナットのないものや緩んでいるもの等）のバルブも多く見受けられた。

保管においては、重ね積みをしていることから、先入先出ができない状態となっている。

(j) 出荷運搬

出荷運搬はトラック運送で荷台にバラ積みして輸送、出荷している。

(2) 工場診断

(a) 場所

塗装作業場としては、水圧検査場から離れた場所が望ましい。その理由は、

- ① 水圧検査時の湿気が発錆に影響する。
- ② 塗装中の塗料の飛散で周辺足場を悪くする。
- ③ 工場の粉塵が塗装面に付着する。

などである。

(b) 塗装方法

高品質の塗装を行うための第1条件は、下地処理にある。すなわち、十分に除錆し、油脂や汚れを落とし、水分を除去して塗面を清浄にすることが必要である。鋳物の段階で表面の凸凹をできるだけなくすようにすることも重要である。塗布にあたっては、塗膜にむらのないよう、また塗り落しのないよう均一に塗ることを心掛けなければならない。

(c) 仕上がり状態

上記(b)項の下地処理を完全に行えば、仕上がり状態は向上する。塗料の溶剤にシンナー、ラッカーを使用することにより塗料の伸びがよくなり仕上がり状態もよくなる。またシンナー、ラッカーを使用すると塗料の乾きが早く、工場内の浮遊粉塵が塗料に付着する時間帯が短くなって、この面からも仕上がり状態はよくなる。

ただし、シンナー、ラッカー溶剤を使用する場合、有機溶剤対策が必要である。

(d) 防錆処理

塗装前の下地処理における除錆については(b)項で記述したが、バルブ内部の防錆処理も必要である。このためには、まず水圧検査時の水分を完全に除去し、内壁面に付着した水分もふき取り、圧縮空気などで乾燥させることが必要である。

そして、防錆用スプレーなどを用いて防錆処理を行い、その後バルブ出入口を完全に塞ぐことが必要である。

(e) 梱包、保管

完成バルブの積み重ね保管では、下積みの部分を先に取出すことができない。まとめて同時期に同一ユーザーに出荷する場合は良いが、そうでない場合は棚などを準備して、必要な時にどんな場所からでも容易に取り出せるような方法でバルブを保管しておくことが必要である。

3-2 生産管理

3-2-1 設計管理

(1) 現 状

設計管理は技師長および技術副工場長の管理下で技術課、新製品開発課、技師長室および熱管理課が担当している。図3-2-1にその組織を示す。

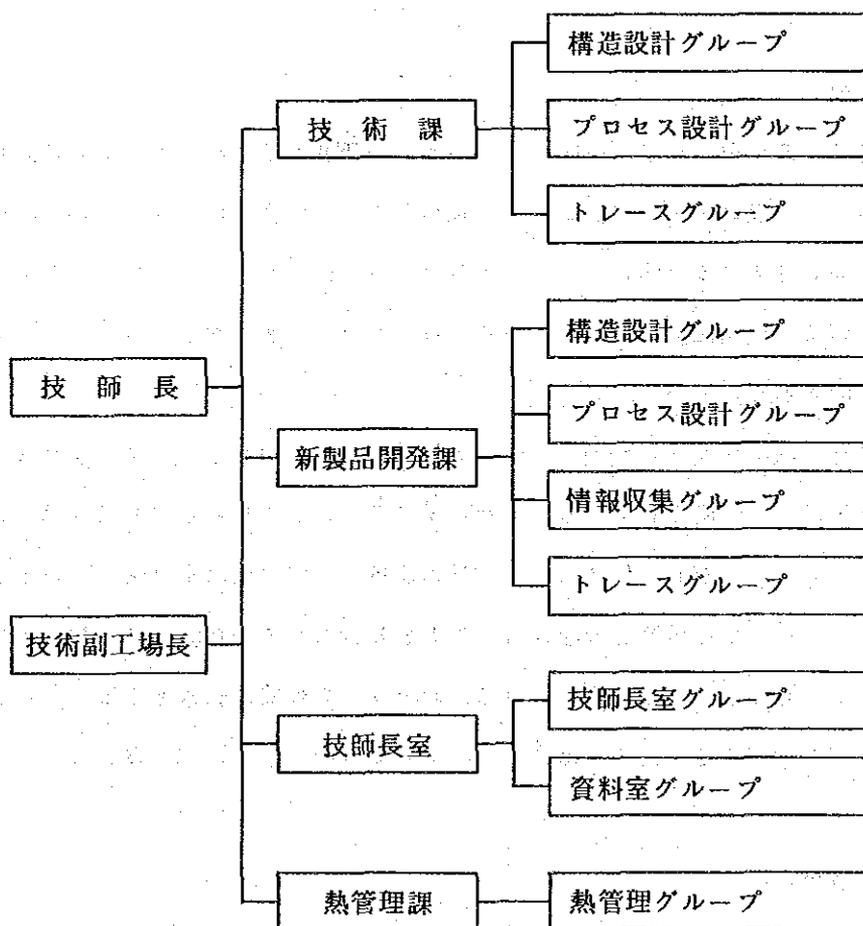


図3-2-1 設計管理関係の組織図

当工場で作成しているバルブは、設計圧力が64kg/cm²以下の中低圧バルブであり、主に石油化学プラント向である。弁種は安全弁、調節弁なども一部製作しているがごく少量であり、殆どはラインバルブ（仕切弁、逆止弁、玉形弁）で、口径 300mm以下である。今日までの設計は、ソ連のGOST規格に準拠したJB790-65を用いていたが、ここ2～3年、米国の石油化学機器用の規格であるAPI（American Petroleum Institute）に準拠した中国バルブ工業協会基準CVA5-1-83に従った設計が行われている。

製品はほぼ標準品であり、客先の要求により設計変更を加えることは殆ど行われていない。

(a) 技術課

技術課は課長以下11名で構成され、バルブの標準化を主業務としている。標準化されたバルブは、設計上の強度計算も公的規格および社内基準に従って細かく行われている。また、図面はすべて専門スタッフにより、からす口(Ruling Pen)を用いたスミ入れが行われている。製図法も社内基準が設定されており、描き方が統一されているので非常に見易い図面となっている。

標準化されたバルブは部品ごとに、工場での作業手順を示した加工手順表（票）が各作業段階ごとに作成されている。量産工場であり、品質を安定させるためには非常によい方法である。しかし、作業指示が工場の設備、工場的能力を考慮して行われていないように思われ、また現場との話し合いがあまり行われていないため、現場の作業改善に対する意欲もうすいように感じられる。現場からの作業改善提案を取り上げ、図面、加工手順表を変更するシステムはあるが、実際には殆ど行われていない。

(b) 新製品開発課

新製品開発課は課長以下7名で構成され、新しい弁種の開発および新しい操作方法（例えば電動操作等）の開発を主業務としている。新製品開発は経営方針として決められるべきものであるが、開発に必要な情報、資料が非常にとぼしく、活発な活動が行われているようには見受けられない。

(c) 技師長室

技師長室は課長以下4名で構成され、技術課、新製品開発課で手がけにくい作業を、技師長の指示で行っている。もう一つの主業務は、海外規格、国家標準、社内標準、標準図面、カタログなど、設計上必要な資料を整理し、保管することである。

資料室にファイルされている図書は台帳に記載されており、きちんと整理、保管がなされているが利用しずらく、また鍵がかけられているため、保管担当者が不在の場合利用できず、本来の資料室の機能がはたされていないとはいいがたい。

(d) 熱加工課

熱加工課には、熱加工の専門家が集まっている。当工場の熱加工作業には、

- ① 鋳込作業
- ② 鋳鋼素材の熱処理事業
- ③ 補修溶接作業
- ④ シートリング溶接作業
- ⑤ ハードフェーシング材の盛付作業
- ⑥ 溶接後の熱処理事業

があり、その各々の作業に対し、熱加工課が作業指示書を発行している。

作業指示書は規格および経験を基に作成しているが、熱加工は品質的に非常に重要な工程であり、バルブの耐圧強度、シール性能に大きく影響を与えるという観念がうすいように感じられる。

(2) 工場診断

(a) 中国のバルブ市場

現在、中華人民共和国では全国的な建設活動の活発化から資機材の多くは慢性的な品不足の状態にあり、これはバルブにおいても同じである。バルブの価格はほぼ国家的に決められており、価格的には安定している。バルブの場合、完全に売手市場であり作れば作るだけ売れる環境にある。

(b) コスト・品質に対する認識

製品のコスト、品質に対する認識は一般的に低く、特に現場部門においてその傾向が顕著である。工場には「品質第一」というスローガンが掲げられており品質に対する問題意識は感じられるが、まだ「品質とは何か」ということが十分に理解されていないように感じられる。

品質とは何であるかを一言でいうことはむずかしいが、先ず「プラントにおけるバルブの重要性」、「バルブの故障がどんな大問題を引き起こすか」ということを従業員に徹底して教育する必要がある。そうすれば自ずからバルブに対する愛着もわき、「図面および加工手順表の指示どおり物を作る」という考え方がめばえ、バルブ部品に対する取扱いも丁寧になり、製品のコストや品質に対する認識も得られるようになるものである。

(c) 設計担当者の状況

設計担当者はほぼ全員、専門学校卒業以上の能力を有しており、現状の生産体制であれば人数的には十分すぎるスタッフ数である。しかし、個人的には十分な能力を有している者も多いが、組織としてのまとまりに欠け、組織的に指導を行い全体としての能力向上をはかるという意識はうすい様に感じられる。

(d) 資料の収集

今後、火力発電所用バルブの製造に取り組んでいくにあたり、世界の標準規格となりつつあるANSI B16-34を修得することは当然であるが、その他設計に必要な情報・資料の収集に力を入れていく必要がある。現在のように収集した資料をただ厳重に保管するだけでなく、誰でも必要な時に利用できる体制にする必要がありそのためには複写機の普及も必要である。

3-2-2 調達管理

(1) 現 状

調達管理は経営副工場長の管理下にある購入課と、工場長助役（副工場長待遇）の管理下にある生産課が担当している。南昌バルブ工場の年間生産計画は生産課により立案される。この計画には月別に製作するバルブの種類、口径、個数が示されており、この生産量を確保する調達計画が立てられる。

(a) 購入課

購入課は課長以下8名で構成され、生産課が担当している一部の鋳鋼素材を除き、下記のバルブ製作に必要なものをすべて購入している。

- ①原材料…………… 鋳鋼素材の原料、鋼材、非鉄金属等
- ②溶接材料 …… 補修用溶接棒、盛金材等
- ③完成部品 …… ガasket、パッキン、ボルト、ナット、ベアリング等
- ④消耗品 …… 切削油、摺合せノリ、バイト等

(i) 発注の方法

購入課では技術課より発行された部品一覧表に従い、月別生産量を確保するための必要鋼材、必要部品などを計算し、鋼材、部品の納期を考え、月別調達計画をたてている。現在の国内の品不足状態は緩和されつつあり、南昌市、江西省内で購入できるものも多くなってきているが、まだ他省より購入しているものも少なくない。

発注方法は手紙、電報、電話で購入予約を行い、現地へ赴いて購入契約を結んでいる。購入先も近年だんだん多くなり、標準納期は鋼材で1～3カ月、その他の完成部品で1～2週間となっている。しかしこれは購入先の製作納期であり、これに輸送の日程を加える必要がある。輸送は鉄道およびトラックが中心となっているが、便数が少ないなどの問題もあり、年間生産計画確保のため、多くのものは年2回の大量発注を行っている。

(ii) 発注品の受入

納入品の受入検査は技術副工場長の管理下にある検査課が行っているが、受入検査用のチェックシートなどはなく、個人の裁量で行われており、ほとんど員数確認のみである。目視でわかるような欠陥品でも受入られており、不合格品として返却される例は皆無に近い。

鋼材はその化学的性質、機械的性質を知るため、1チャージごとにミルシート（材料試験成績表）を鋼材メーカーに同時に提出させる必要があるが、いつ発行され、どのチャージのものかよく判らないミルシートが保管されているだけである。さらに、購入した材料そのものにミルシートと照合するための識別番号（一般的にはヒートNo.）が刻印されておらず、鋼材とミルシートの間の照合ができない。すなわち、購入した材料は化学成分、機械的性質共に良くわからないものが納入されている状態になっている。このような鋼材を用いて製作されたバルブは品質的にはまったく不透明なものとなるので、バルブのユーザーが安心して使えるものとはいいがたい。

(b) 当工場では鋳鋼部品の大部分を自社生産しているが、生産能力上の問題で一部分外注を行っている。生産課はこの鋳鋼部品の調達を担当している。

(i) 発注の方法

生産計画は自課で立案しているので、その計画に従って購入計画をたてている。発注方法については購入課の場合とほぼ同様である。

(ii) 発注品の受入

ボデー、ジスクなどの耐圧部品も外注しているが、その品質を証明する材料証明書がない。また購入の際にもこれを要求しておらず、質より量の確保に重点がおかれている。受入品は非破壊検査が全然行われておらず、合否の判定はバルブ完成後の水圧検査で行われることになる。

(2) 工場診断

調達とは、工場が必要とする品目につき必要な量を予算額内で購入し、指定された品質および仕様に合ったものを指定された日までに担当部門に引き渡す業務である。

鋼材・部品の調達は年々楽になってきているが、まだ絶対量の不足、輸送手段の問題などを考慮して購入できる時に購入するという体制になっている。特に品質に関することよりも量の確保に主眼がおかれているが、今後は品質の確保に注力する必要がある。

(a) 購入計画

量の確保を主目的としているため、納入されてくる鋼材、部品は不良率が高い。したがって、計画値をかなり上回る発注が行われており、これが長い在庫、死蔵品の増加につながっている。

バルブの納期が、鋳鋼素材の段階から出荷までほぼ2カ月であることを勘案すれば、まだまだ購入計画に工夫の余地があると考えられる。

(b) 鋼材の受入

鋼材の受入時、必ずミルシート（材料試験成績表）を入手し、これに記載されている識別番号（一般にはヒートNo）が鋼材に刻印されていることを確認すべきである。その状態は図3-2-2に示すとおりである。

設計者は鋼材規格が満足されている材料が入手されるものとして、その機械的強度に基づいて設計を行っている。材料試験成績表のない鋼材では、設計そのものの信用性が極めて低いものになってしまうことになる。特に重要部品（トリム材）に用いる鋼材は、必ず材料試験成績表付のものを購入すべきである。

(c) チェックシートの利用

受入検査時、チェックシートなどを用いて、検査担当者のレベルに関係なく、一定の品質が保たれるようにすべきである。

<p>材料試験成績表</p> <p>HEAT NO 1234</p> <p>化学成分</p> <p>機械的強度</p>

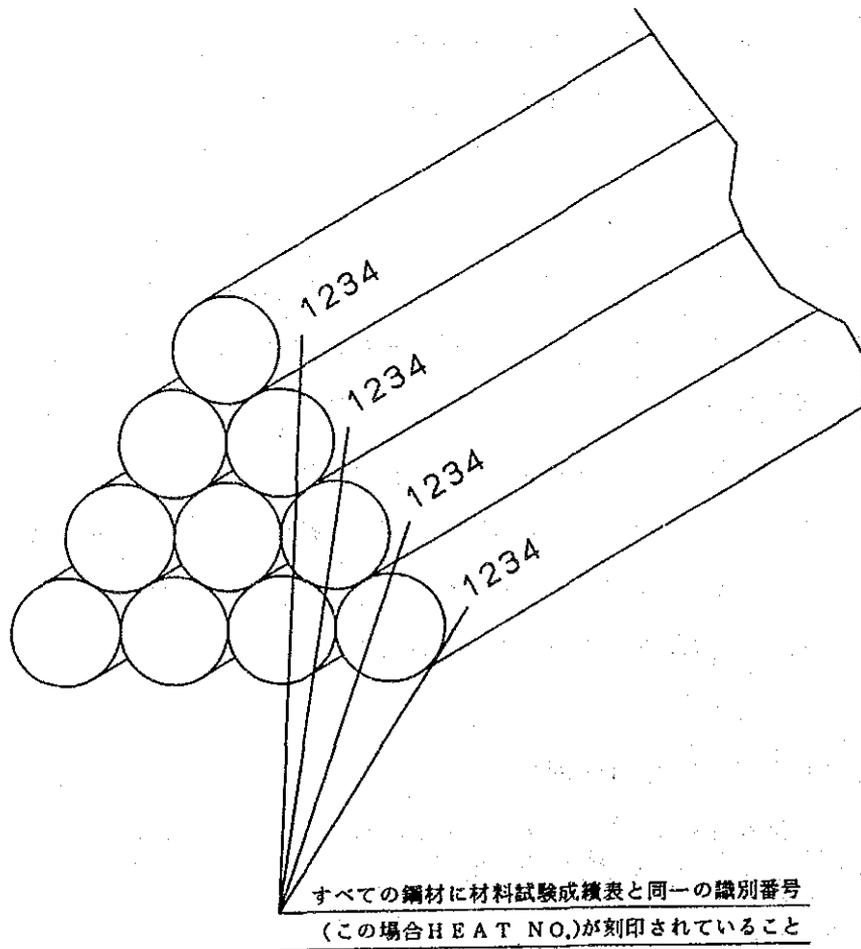


図3-2-2 鋼材の受入にともなう材料試験成績表と識別番号の関係

(d) 鋳鋼用材料調達の問題点

南昌バルブ工場の今後の目標は高付加価値バルブ製品の開発と、生産量の拡大である。この目標達成には鋳鋼品の品質向上が必要条件であるが、鋳鋼品の品質向上には材料調達が非常に重要な意味を持っている。

(i) 鋳鋼用材料の特徴

鋳鋼の製造においては、高級で良質の材料を使用しないとその品質の向上がむづかしい場合が多い。それは鋳鋼品の原材料が、例えば硅砂やベントナイトなどのように、天然の資源をそのままさほど加工することなく使用するものが多いからである。それ故、鋳鋼品の品質は、これらの材料の良否とこれらを使用する生産技術によって決定される。したがって、この原材料の調達は、製造工程の要求する品質および仕様の条件に合わせて、市場調査を行って仕様に合致したもの、場合によっては、これらの仕様に合わせて製造させたものを購入する必要がある。

例えば、鋳型を作っている硅砂の純度は、日本のものよりも相当に高品質であるが、その粒度は単一粒度に近く、この粒度分布条件では鋳型は非常に不安定になり、良い鋳鋼品を製造することがむづかしい。したがって、適切な粒度分布を持つ硅砂を捜すか、このように調整させるかして購入することが必要である。

(ii) 鋳鋼用材料の市場調査の必要性

最近の国際的な傾向として、あらかじめ加工された鋳造材料が開発市販され、それが一般に使用されている。

例えば、鋳型に塗る耐熱塗料はジルコン粉をアルコールで溶かした商品が開発され市販されている。しかし、中国ではジルコン粉とアルコールは入手できるが、これらを原料として製造された、ジルコン系の鋳型塗型材は市販されていない。この外、鋳型粘結剤、鋳型崩壊剤なども同様で、工場で直接使用できる加工済みの材料が既に市販されているが、中国では、これらは未だ調達が困難であると考えられる。しかし、近年これらの材料を製造、販売しているメーカーが、中国と合併企業を設立して中国国内で販売を開始しているので、間もなく中国国内でのこれらの材料調達が可能になってくるものと予想される。

単に鋳造用材料に限らず、南昌バルブ工場の製造ラインで使用する材料、部品など

についても、今後徐々に市販される加工済み材料が多くなっていくものと考えられる。したがって、工場の調達部門は中国国内の市場をよく調査して、工場に採用すれば有利な材料の情報を集めて、工場への導入をはかることを検討すべきである。これは工場の近代化にとって有効であり重要な課題である。

3-2-3 在庫管理

(1) 現 状

在庫管理は、経営副工場長の管理下にある購入課倉庫係と、同じ管理下にある販売課が担当している。購入課倉庫係は、原材料、完成部品、消耗品の在庫管理を行い、販売課は、完成バルブの在庫管理を行っている。

(a) 購入課倉庫係

(i) 組 織

購入課倉庫係は、6名で構成されており、工場がもつバルブ用主倉庫4カ所の管理を担当している。主倉庫は、鋼材倉庫2カ所、溶接材料・消耗品および完成部品倉庫2カ所となっており、それぞれに倉庫管理者1~2名が配属されている。

(ii) 入・出庫

入庫・出庫の管理は、各倉庫ごとに台帳で行われている。台帳の記入は、倉庫管理者によりきちんとして行われており、倉庫内の在庫の量は台帳で把握できるようになっている。しかし、社内規則には在庫の適正量に対する規定はなく、機械的に員数だけを記入する入庫・出庫管理を行っているだけであり、在庫管理がなされているとはいえない状況にある。

(iii) 完成部品倉庫

完成部品倉庫は、一部を除き、倉庫内は山積み状態で、どこに何があるのかわからないような状態となっており、さらに、内部は非常に暗いため、物の取り出しに多くの時間を要している。このような状態であるので、とても先入・先出が行われているとはいえず、下の方の部品は、もう使用不可となっているものが数多くあるも

のと思われる。

(iv) 鋼材倉庫

鋼材倉庫も一部を除き、保管・管理状態は良好とはいえない。鋼材は、一応材料別、径別に保管されているが、多くは配列もばらばらで、色々なものが混在している。これは、鋼材切断後の残材を所定の位置に戻さず、好き勝手な所へ戻しているためであろうと思われる。

鋼材は、図3-2-3に示すように、一応両端に色を塗って色別管理を行っているが、一部切断後は色別表示が片方にしか残らないので、鋼材の上を歩いて他端まで行き、材料の確認を行っている。

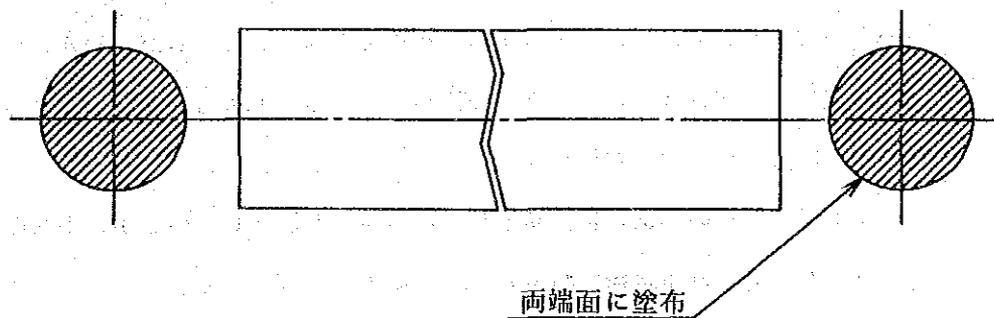


図3-2-3 鋼材の色別管理状況

これは、安全面からも好ましい事ではなく、鋼材切断は毎日行われる作業であり、能率も非常に悪いものとなっている。

(v) 出庫手続

完成部品および鋼材の出庫は、担当者が出庫伝票をもって倉庫へ行き、倉庫担当者が員数を台帳へ記入後、出庫される方式となっている。鋼材はその後切断されるが、切断はレシプロ型のノコギリで行われており、切断速度は非常におそい。

(vi) 死蔵品の活用

死蔵品は、一般的には他の必要な会社へ売却することが原則となっているが、実際には殆ど行われていない。また長期間悪条件下で保存されていたため、再利用不可能なものも少なくない。特にボルト類は、工場内のいたる所に山積みされており、ほと

んど赤く発錆している。死蔵品は早急にそのリストを作り、できるだけ再利用すべきである。

(b) 販売課

(i) 組織

販売課は、主倉庫を1つもち、バルブ完成後出荷までの間、完成バルブの保管・管理を行っている。

(ii) 保管状態

完成バルブ保管倉庫も非常に暗く湿気が多い。完成バルブは耐圧検査後、この倉庫へ保管されるが、水抜き、清浄および乾燥などの措置が悪く、発錆しているものが多い。一応、ハンドルには衝撃防止のため荒縄が巻かれているが、バルブの置き方が乱雑なため塗装がはげるなど、その効果がでていないものもある。したがって、出荷時は殆ど再処理が必要な状態になっている。

またこの倉庫の一部に不良品となったバルブも置かれているが、出荷時に間違えて不良品が出荷される可能性があり早急に撤去すべきである。

(2) 工場診断

(i) 部品倉庫

購入管理の項でも述べたが、絶対量の不足により外注品は購入できる時に購入しておくという思想が強く、必要以上に倉庫内の在庫量も多くなっている。倉庫内には、購入後10年以上も経過しているものもあるし、何のために購入したのかわからないようなものまである。

整理状態も非常に悪く、特に部品倉庫の一棟は、保管されている物と量は台帳で把握できるものの、倉庫内が暗く部品が山積みされており、何がどこにあるのかわからない状態である。このような状況であるので、先入・先出は不可能と考えられる。

部品倉庫のもう一棟は、比較的良好に整理されており、部品棚にきちんと部品がおさまられているが、不透明なカバーがかけられており、何が置かれているのかカバーを

はぐらないとわからないようになっている。

結局、倉庫の管理規定を改善して整理整頓を徹底的に行うことが必要である。

(ii) 鋼材倉庫

鋼材倉庫は比較的整理されており、鋼材も一応色別区分されている。しかし、材料を分類する、あるいは径ごときちんと整理するという思想は、管理部門では十分に認識されているが、現場作業者にまで徹底されているようには思えない。残材を所定の位置に戻さず、手近な所へ戻すなどの状況は、そのあらわれである。

耐圧部または重要部品に用いられる鋼材の重要性を現場作業者に徹底させないと、材料の混入により、誤った材料を用いて重大事故を引き起こす可能性もなきにしもあらずである。

(iii) 倉庫設備

全般的に、倉庫内は暗く、設備も整っておらず、大きな物置と言っても過言でないくらいである。とても管理されているといえる状態ではない。

3-2-4 工程・作業管理

(1) 現 状

工程管理は工場長助役（副工場長待遇）の管理下で生産課が担当し、作業管理は技術副工場長および技師長の管理下で企業管理課が担当している。

(a) 生産課（生産計画課、生産調整課）

(i) 組 織

生産課は課長以下10名で構成されていたが、本年3月に、年間生産計画、期別（3か月ごと）生産計画および月別生産計画を作成する生産計画課と、同課が立案した工程の促進と管理および生産量の山積み統計を行う生産調整課に分別されている。

(ii) 年間生産計画手順

南昌パルプ工場の年間生産計画は図3-2-4に示すような手順で決定される。

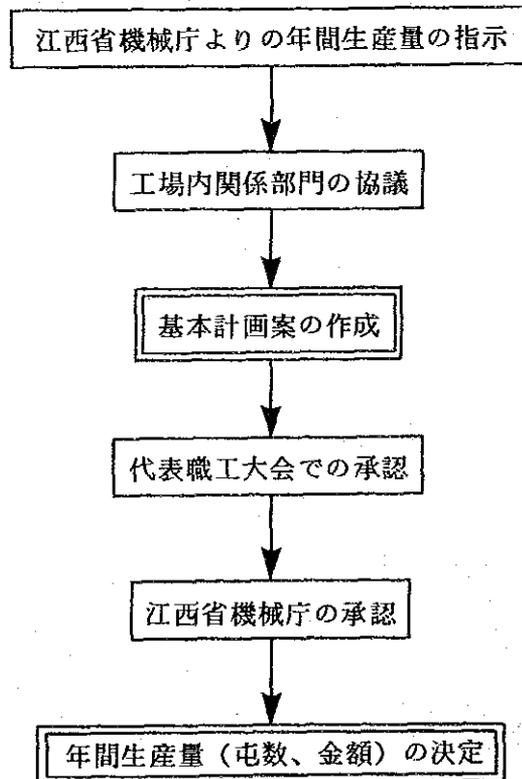


図3-2-4 年間生産計画手順

(iii) 生産計画の具体化

生産計画課は、決定された年間生産量に基づき、国家機械工業委員会より指示される弁種・圧力クラス・口径と、販売課の市場調査情報、社内の鑄造能力、機械設備能力を勘案し、新製品の開発を含む年間生産弁種、圧力クラス、口径別の年間計画を立案する。

この案は関係部門、すなわち工場長、技術課長、工場部門スタッフの責任者の協議を経て、承認、決定される。さらに、1年を4期（1～3月、4～6月、7～9月、10～12月）に分け、期別の生産計画、また月別の生産計画を立案し、管理台帳を作成する。この期別・月別生産計画は購入課が行う調達計画の基礎となるものである。

(iv) 生産計画の推進と管理

生産調整課は生産計画課の作成した期別・月別生産管理台帳をもとに、その工程計画を調査し、その進捗状況を管理する。作業完了分は台帳の消し込みを行い、生産量の山積み統計を作成して、工場長へ報告する。

(v) 製作ロットおよび工数

南昌バルブ工場におけるバルブ製作では、顧客の要求により特別に1～2個を工程へ流すこともまれにはあるが、ほとんどがロット単位で生産が行われている。通常ロット生産といえば、同一のものをまとめて効率よく生産することを意味するが、南昌バルブ工場の場合、1ロットの中には圧力クラス・口径の異なるものも含まれており、厳密な意味でのロット生産ではない。

南昌バルブ工場の1ロットは通常400個であり、1ロットが鑄鋼素材から出荷（または倉庫保管）されるまでにはほぼ2カ月を要している。ただし、新しい弁種、口径のものとなると設計工数、木型・治具製作工数が加わるため、3～4カ月を必要としている。

参考までに、口径100mmの仕切弁を例にとって実作業時間を考えると、1ロットで延べ6000人・時間（人・時間：例えば60人の作業員が1人、100時間作業するとすれば $60 \times 100 = 6000$ 人・時間となる）を費やしている。

(b) 企業管理課

(i) 組織

企業管理課は課長以下2名で、各課が作成する作業管理の基本となる作業標準などの諸規定の取りまとめ、および調整を行っている。

(ii) 作業標準

南昌バルブ工場における鋳鋼バルブの作業手順を図3-2-5に示す。この各手順ごとにさらに詳細な作業標準があるとのことであるが、工場内にはそのファイルが見当たらず、現場作業者はその存在を知らない者が多い。

また工場部門とスタッフ部門との間の話し合いはほとんどもたれておらず、その現場に即した作業標準とはなっていないようである。そのため作業者の能力の違いがバルブの精度に影響しており、不合格率が高くなる原因ともなっている。

(iii) 熱作業の管理

図3-2-5に示した作業手順はバルブの品質を決定する上で重要なものであるが、特に熱の加わる作業、すなわち鋳込、熱処理、溶接、溶接後熱処理(PWHT)は特に重要である。このため日本では耐圧部の溶接を行う場合、溶接施行要領の認定およびそれを行う溶接士の認定が法律で規定されている。

また熱処理についても、材料ごとに処理温度、保持時間の規定があり、それを守ることにより材料強度が保証されるものであるが、現場では温度記録計のない熱処理炉で熱処理が行われおり、このような材料と方法でバルブが作られているということは当工場の重大な問題点である。

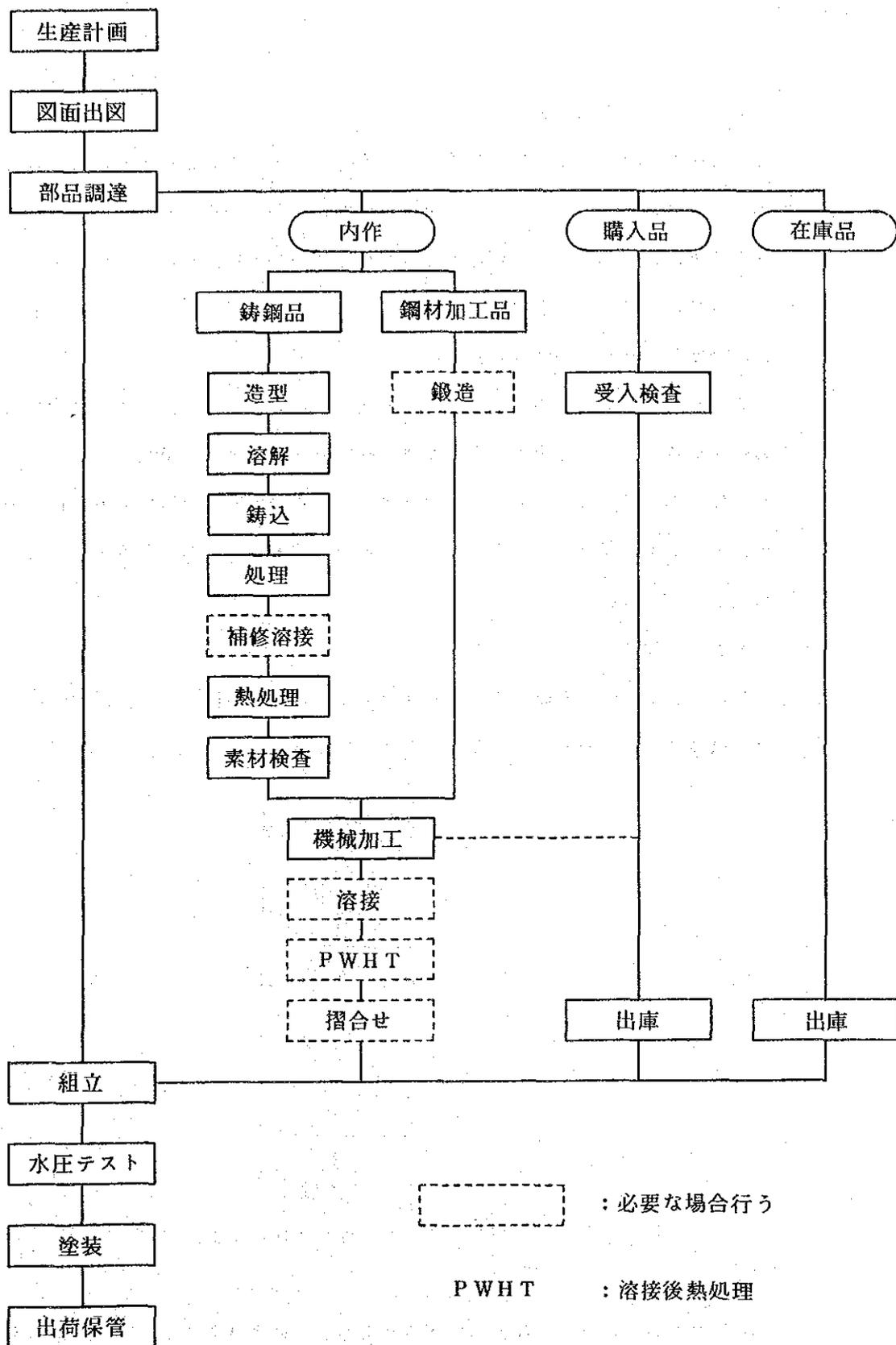


図 3-2-5 鑄鋼バルブの製作手順

(2) 工場診断

(i) 現場に合った作業標準の確立

現在の生産品目は国家の指示による所が大きく、工場として自主的に決定されたものは少ないと考えられる。しかし、今後は自主的にこれらを決定することが必要になってくるものと考えられる。したがって、現在行っている市場調査にさらに力を入れると同時に、5年後、10年後にも目を向けた経営指針の確立が必要となってくる。もちろんその中には新しいバルブの開発も含まれる。

そのためには、社内整備を早急に行うと共に、現場作業者のモラル・能力を向上させる必要がある。これには現場に合った作業標準を作り、全員に徹底させることが必要となる。作業標準は作ること自体が目的ではなく、その内容を現場作業者に理解させ、担当者による作業のばらつきを小さくすることを目的とするものであるということを再認識しなければならない。

(ii) 作業手順の問題点

作業の方法についても改善すべき問題がある。一例をあげると、機械加工から試験までの工程は図3-2-6に示すとおりとなっている。

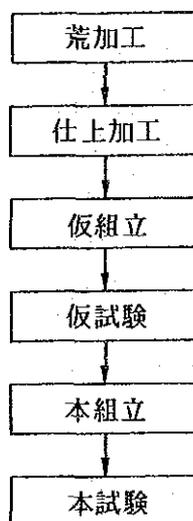


図3-2-6 作業手順の一例

この作業手順を見直し、作業の方法を変えることにより荒加工が省略できるものもあると思われるし、仮組立、仮試験という無駄な工程は絶対に廃止すべきである。

3-2-5 製造・検査設備管理

(1) 現 状

(a) 設備の新旧状況

南昌バルブ工場には、鑄鋼工場、機械工場、鍛造工場、組立検査工場、変電所、エアコンプレッサー工場などがあるが、工場内の各設備の工場への導入の歴史は比較的浅いために、それぞれの設備は新しいものが多い。

南昌バルブ工場の設備状況は表3-2-1のとおりであるが、設置設備の90%は13年以内のものである。

表3-2-1 南昌バルブ工場の主要設備状況

種 類	合計台数	設 置 年 代 の 内 訳		
		60年代	70年代	80年代
金属切削旋盤	123	12	82	29
鍛 圧 設 備	10	2	7	1
起 重 機	27	4	18	5
運 搬 設 備	13	1	8	4
鑄 造 設 備	10		8	2
車 輛	15		4	11
動 力 設 備	16		10	6
電 気 設 備	33	4	15	14
工 業 用 炉	8	不詳	不詳	不詳
そ の 他 の 炉	2		2	
電 弧 炉	1		1	
熱 処 理 炉	5	2	3	
その他の機械設備	22	6	11	5
合 計	285	(31)	(169)	(77)

(b) 設備の取扱い責任者の決定

各設備には取扱い責任者を明示すべきであるが、この表示はなされていない。これらの設備は勿論工場の公的な設備であって個人が所有する設備ではない。しかし、通常はすべての設備について取扱い責任者（正と副）を表示することによって、その設備の管理責任者を規定している。

日本などでは、個々の設備について保守を行う責任者を明確にして、設備の清掃、手入れを毎日行うと共に、設備の機能状況を常に注意点検し、もし異常が発生する傾向が見られた場合には、事前に手入れするとともに、その不具合を修正する作業を発動する義務を与えている。このように日常の手入れをして、設備の清掃、注油などを行い、設備が常に正常な機能を発揮できるように管理を行うのであるが、南昌バルブ工場にはこのシステムが取り入れられていない。

(c) 設備の保全状況

設備機械の清掃が不十分で、ほこりをかぶった設備が多く見受けられる。また摺動面にも油ぎれが散見される。設備の保全の第一歩は、清掃と整理整頓である。加工機械の周辺には切り粉が散乱しており、清掃が不十分である。

安全設備には破損したものが多く、保全がなされていないものが見受けられた。歯車が裸でかみ合っており、この歯車のカバーが無くなっている。天井走行起重機についても、過巻防止装置が作動していないものが見られた。また窓ガラスが破損しても修理がなされていない。

(2) 工場診断

(a) 取扱い責任者制度の確立

多くの従業員が集団で作業している工場内の各工程にある設備の保全は、大規模な修理または改造の場合を除いて、それぞれ設備を使用している作業員自身に責任を持たせないと、事実上設備保全はできないと通常は考えられている。こうした観点から、すべての機械および建物を含む建造物には取扱い責任者を任命すると共に設備の始動スイッチの部分などにこれを表示する。そしてこの取扱い責任者の責任と権限を定めた規約を

制定して、工場内の全員に周知せしめることが必要である。

規定の内容としては次のとおりとする。

- ①設備の取扱い責任者以外は当該設備の使用を禁止する。
- ②設備の日常点検は取扱い責任者が実施する。
- ③定期点検を工場設備技術者と共に実施し、点検記録の内容を確認して承認する。
- ④設備の清掃、整備、注油などを行い、日常保全を行うとともに、故障の発生をできるだけ早く予見して、故障修理を関係部門に発動する。

(b) 設備台帳の整備

すべての設備について、1台1頁の台帳を作成し、各設備について、情報を統一して記録に残すようにする。特に故障修理、取換え部品などの履歴を記録し、故障および修理の経歴を残すことによって次の故障時期の予想を行う。

(c) 定期点検制度の実施

各設備ごとの修理履歴から適正点検期間を設定して、定期的に点検を行う体制をとる。この方式を採用することによって、設備の偶発的故障を防止すると共に故障による工場の操業の中断を予防して、工場の稼働率を上げ、生産量を上げ、原価を低減させる。

また、この定期点検制度を活用することによって、設備保全関係者の年間作業予定が立てやすくなり、設備関係者の作業効率を高めることができる。このことにより予防保全の体制がとれ工場の作業効率が向上する。

南昌バルブ工場の近代化計画を実施すると、工場に導入する設備は増大する。さらに、これらの設備は装置工業化して、一部の設備の故障によって、全生産が停止する危険性が増してくる。したがって、今後工場設備の保全には予防保全的考え方を強めて、経済的保全に努力して損害が発生しないようにしなければならない。

3-2-6 運搬管理

(1) 現 状

南昌バルブ工場の鋳鋼工場、機械工場、倉庫など、製品、材料に関係するすべての職場について運搬管理は重要であり、今後研究して改善すべき課題である。

- (i) 当工場では、運搬は各工程ごとにそれぞれ独立して実施されている。トラック、フォークリフトなどは工場内の棟間運搬用として使用されており、工場内、工程内の運搬は主として天井走行起重機が使用されている。さらに、これを補足する意味で人力による手押車が使用され、また熱処理炉などでは設備に付随した電動台車がそれぞれ使用されている。
- (ii) 当工場は、標準化されたバルブが同一品について相当数まとめて製造され、運搬取扱われている、いわゆる多量生産型工場である。この型式の工場であれば、運搬はロット運搬が可能となり、運搬および生産活動を著しく合理化できて、その効率を上げることが可能である。しかし残念ながら、同工場ではロット生産による生産の効率化が未だ完成していないといわざるを得ない。

(2) 工場診断

バルブ工場では、多くの材料が運搬されながら加工され、組立てられ、検査され、完成製品として客先に輸送される。このように、バルブ製造においては本来の加工作業と共に、多くの運搬作業が行われている。ここでいう運搬とは、直接の輸送、移動に関するものだけでなく、段取りがえ、方向転換など、物の取り扱いにかかわるすべての作業を対象とする。その理由は、直接的運搬作業の中にかくれたこれらの運搬関連作業は、製品の原価、製造日程、品質、安全などに密接に関係しているので無視することができないからである。

南昌バルブ工場はバルブ製造の専門工場である。さらに、ロット生産工場であるので、同一品種のバルブを数多く製造し、取り扱っている。そして毎日、同じ運搬系統により同一品種が同じ位の量くり返して運搬されており、運搬の省力化と合理化ができる条件が整っている。したがって、運搬の合理化がなされてしかるべきであるが、現状はこれが不十分である。

以下に鑄鋼工場と機械加工工場の運搬管理の改善点を述べる。

(a) 鑄鋼工場

鑄鋼工場は一般に運搬量が大きくなる特質をもっている。鑄鋼品1 tonを製造するのに通常延 150~200tonを運搬するのが普通である。これを現場に当てはめると、鑄鋼工程では毎月45,000~50,000tonが運搬されていると見込まれる。そして、鑄鋼工場での運搬の特徴は、同じ品物が毎日大量に運搬されることと、鑄鋼工場の上流工程では鑄物砂などの粉体が運ばれることである。下流工程では鑄型、鑄込済の鑄物など、比較的重量の大きいもののくりかえし運搬が多いことも特徴となっている。

(i) 粉体の運搬

鑄鋼工場の上流工程における鑄物砂などの粉体の運搬は、タンクに大量に立体保管し、ベルトコンベアなどによって自動切り出しを行うことによって、比較的容易に(技術的に、資金的に)無人自動運搬することができる。

現状は、工場内の広い床面を使って鑄物の原料砂が床上保管されているがタンクが使用されるべきである。また混練された鑄物砂がバック(鉄箱)に入れられ、天井走行起重機で運搬されている。この鑄物砂は常に大量に運搬されるものであるので、ベルトコンベアによって、連続的に運搬すべきである。これらの砂のベルトコンベアによる運搬を採用した場合、コンベアは建物の高い所や床の下などに固定してかくすことが出来る。また鑄物砂のホッパーも建物の壁より高い所に設置すれば、コンベア、タンク共に建物の床面を専有することはない。

南昌バルブ工場の鑄鋼工場では、工場の建物空間の中心部を運搬のために使用しているため、本来の製造工程の作業を阻害し、工場を狭くしている。

(ii) 鑄型の運搬

鑄型製造と鑄込作業においては、特に運搬重量が大きく、鑄物1 tonに対してその数倍を運搬しなければならない。それで一般には、ローラーコンベアの上で鑄型を移動させながら鑄込、冷却、解枠を行い、運搬作業量の軽減をはかっている。当鑄鋼工場の造型ラインも今後の近代化計画の実施に際しては、ローラーコンベアを導入して、運搬の省力化、合理化を進めなければならない。

(iii) 鋳物の運搬

鋳鋼工場の解棒後の工程は、天井走行起重機を使用する以外の運搬方法をとることは現実的にむづかしい。そこで、天井走行起重機は一般に数tonの容量をもっているため、解棒以降の工程は、この起重機の容量いっぱいロット運搬を行って、省力化をはかるべきであると考えられる。すなわち、5tonの容量を持つ起重機が100kgのものを1個ずつ運搬しているような不合理な運搬は、ロット運搬による方式に改善すべきである。

(b) 機械加工工場

機械加工工場の機械加工工程、組立検査工程はロット生産であり、同一製品が数10個、数100個のロットで工程を流れている。一方、工場の中の通路は広く、工場間の通路の道路も広く、よく整備、舗装されている。しかし、これだけ条件に恵まれていながらロット運搬が行われていない。すなわち、機械加工工程では、同一製品が数多く工程に流れている特性を活用して運搬の合理化をはからなければならない。

例えば、機械加工工程では、加工されるべき鋳鋼素材は数10個単位でパレットに整理し、50個ないし100個単位で、運搬と加工、保管を行うべきである。特に、パレットで保管する場合には、数段に重ねて保管することも可能であり、一般に高さ4m位までは重ねて保管することは安全面からも十分可能である。

このように加工、運搬、保管をロットで行うことにより、

- ・加工の生産性が向上する
- ・生産管理のロット管理が可能になる
- ・工場内の整理整頓が促進される

などの効果が期待出来る。この結果、床面の有効活用ができ、工場が広く使えるようになる。機械工場内の通路は、巾を広くし平面度を確保して天井走行起重機に代えてフォークリフト、出来れば電動式のリーチフォークリフトの導入を計画すべきである。

このことによって、さらに工場の生産面で次の利点がでてくる。

- ① 品質管理にロット管理が採用され、鋳鋼を含めて全工場にわたって、品質管理運動の実施が容易となり品質が向上する。(現在のような床上の山積み状態では、品質管理運動は困難である。)

② 加工品のワークを床面でなく、作業者にとって作業能率上合理的な高さに置くことが可能となるので、安全面と能率面で作業環境を改善することが可能となる。

さらに、現在ワークは人力で加工機械まで持ち上げており、加工完了後製品を機械から床面に落とすことなどが見られるが、これも省力化と品質管理面から改善されるべきであり、本近代化計画における重要な課題である。

3-2-7 安全衛生、作業環境、公害管理

(1) 現 状

(a) 組 織

安全衛生に関する業務は安全技術環境課が担当し、課長他1名が、工場長直属の指導部門、南昌市の機械局および環境保護局の指示と指導のもとに、工場内の安全衛生の推進、作業環境の改善および公害防止に係わる業務を行っている。

(b) 基準類 (国家規定)

工場で使用されている安全衛生に係る基準類は下記のもので、いずれも国家が定めたものである。

- GB 2893-82 「安全色」
- GB 2894-82 「安全マーク」
- GB 4200-84 「高温作業基準」
- GB 4387-84 「工場内輸送保全基準」
- GB 4674-84 「研磨・切削機械の安全基準」
- GB 5044-85 「毒物取扱い健康障害基準」
- GB 5083-85 「生産設備設計の安全基準」

(c) 安全衛生委員会

工場には安全衛生委員会が設置されており、作業者の危険を防止するための基本となるべき対策に関すること、労働災害の原因および再発防止対策に関すること、その他作業者の危険の防止に関することなどの事項を調査審議している。

安全衛生委員会は、服務副工場長を委員長とし、その下に工場に直接関係する部門の課長、それに各工場の統括責任者、工場内の各グループのリーダーおよび各グループの安全委員、労組代表で構成されている。その体系を示すと図3-2-7のとおりである。

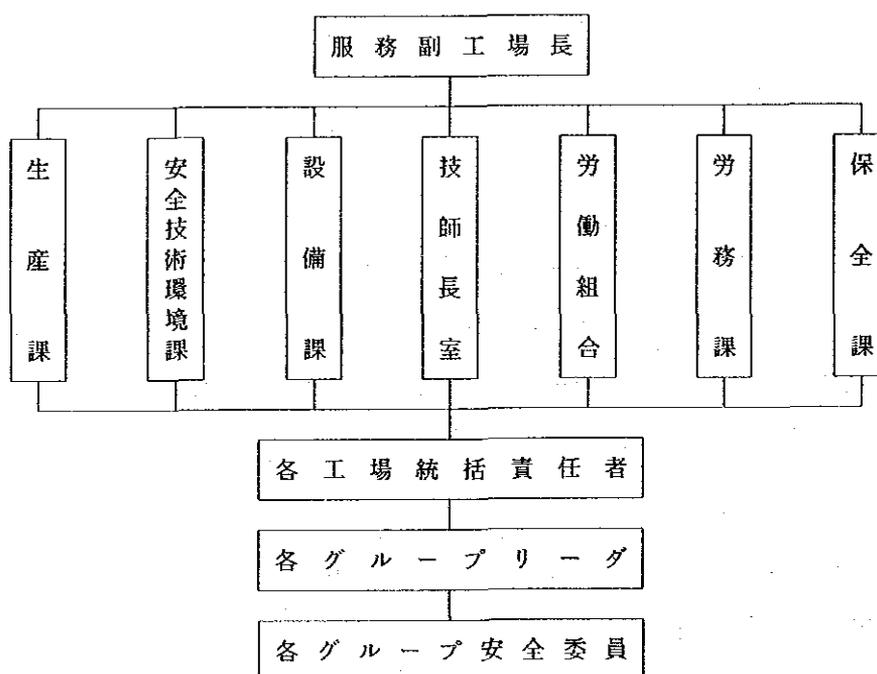


図3-2-7 安全衛生委員会の構成

(d) 災害統計

労働災害に関しては、一昨年、安全技術環境課において災害目標として次の、

$$\frac{\text{災害件数}}{\text{作業者総数}} = \frac{1.5}{1.000}$$

比率を選定した。ところが昨年鑄鋼工場（熱作業）での実績が 33/1,000 となったので、今年度の災害目標は12/1,000と決めている。工場では死亡災害、重大災害の防止に努めており、その効果あって昨年度は死亡、重大災害共ゼロであった。軽傷災害は12/1,000であったがその多くは、火傷、挫創などであった。

(e) 職場環境

毎年1回、南昌市環境局が、工場内の作業環境の測定調査を実施している。測定調査対象項目は、粉塵、騒音、照度、ガス濃度、冷気、熱暑などであるが、最近の調査ではいずれも不合格となっている。ちなみに、粉塵の許容値は 2 mg/m^3 以下である。

溶解炉の煤煙は公害として取り扱い、周囲の住民に補償金を支払っている。湿式の除塵機は付設しているが、汚染廃水が出ることから、使用したりしなかったりの状態となっている。

(f) 工場の安全衛生および作業環境に関する問題点を以下に述べる。

- (1) 全床面にわたり凸凹が多く、また土砂面が多く工場床面として不適當である。
- (2) 安全通路の区画がなく、また表示もない。
- (3) 機械の高さが、操作加工するうえで作業者に適正でないものが多い。
- (4) 機械の操作性をよくするための作業台が破損したままで使用されているものがあり、足元が悪く不安定である。(作業台の材料は、木、鋼丸棒、煉瓦等)
- (5) 4S(整理、整頓、清掃、清潔)が守られてない。特に、素材、加工品、切り粉、治工具類、刃具類、ボロ布などが散乱して足の踏場もない状態となっている職場もある。
- (6) 機械、設備が油脂、粉塵で汚れているものもある。
- (7) 機械、設備の摺動部、回転部の給油状態が悪く、発錆部分が見受けられる。
- (8) ベルト、歯車装置などの駆動伝達部の保護カバーが取外されたまま放置されたものが多くあり、応急措置もとられてない。
- (9) 安全帽、安全靴、保護眼鏡などの保護具が着用されてない。
- (10) 工場内は照度不足で全体的に暗い(晴れていない時は窓際で70ルクス、反対側で30~40ルクス程度)。一部の機械には、スポットライトの付設はあるが不十分で、工場の天井5~6mの高さの所に5~6m間隔で白熱灯が付設されているが、点灯されていない。
- (11) 整理整頓棚は、各機械、設備まわりに設置されているが、棚板のないものがあったり、棚に乗せられている治工具類、部品が切り粉、ボロ布などと混在している状態である。また棚の置き場所、並べ方に一貫性、目的性が見受けられず、整理整頓

棚が有効利用されているような状況ではない。

(2) 起重機

大小各種の起重機が設置されているが、以下の問題点がある。

- ・ 全体的に保守点検とその後の処置が不十分で良好な状態とはいえない。
- ・ 過巻防止装置機構が機能してない（あるいは付設されてない）。
- ・ 巻胴にワイヤロープの巻残がなく、乱巻で使用しているものが見受けられる。
- ・ スナッチブロックは油切れしており、フック腹部の摩耗がある。
- ・ ペンダントスイッチ箱が破損しているものが多い。
- ・ 点検足場が不良で、近接しての高所点検作業が不可能である。
- ・ 起重機本体各部材の発錆が著しく、また走行軌条の調整が不十分である。

(3) 吊り具

吊り具としてはワイヤロープ、チェーンが使用されているが以下の問題点がある。

- ・ ワイヤロープでは変形、油切れ、発錆、キンクの発生、素線切れ、芯はみ出し、摩耗が見受けられる。
- ・ チェーンでは摩耗、変形が著しく、リングを溶接接合したり、またねじった状態で使用している。

(4) 両頭グラインダ

両頭グラインダは、装置自体と使用方法にそれぞれ以下の問題点がある。

- ・ ワークレストと保護板のないものが見受けられる。
- ・ 砥石の整備が不良（外周切削面の目詰り、偏芯状態）である。
- ・ 砥石の側面を使用しており、安全上きわめて危険である。
- ・ 砥石の正面に位置して研磨作業を行っており、安全上問題がある。
- ・ 保護眼鏡が着用されていない。
- ・ 照明装置がない。
- ・ 冷却水の備えがなく、また使用されていない。
- ・ 装置の周辺に砥石粉が堆積している。

09 換気・採光・防寒防暑

換気、採光、防寒防暑は建屋の出入口と硝子窓によっているが、窓が破損しているもの、開閉不能なもの、硝子が汚れあるいは破損しているものが多数見受けられる。

また、出入口の扉は中途開しかできないもの、開いた跡のないものなどがあり良好な状態ではない。

06 溶接作業

溶接作業には以下の問題点がある。

- ・溶接作業の定盤表面は、スパッタや溶接アーク発生確認のためのビードなどが堆積して被溶接物の安定性がわるい。
- ・溶接後の残棒、棒殻が周辺に散乱し堆積している。
- ・溶接棒ホルダーは、絶縁カバーの一部が破損し剝離して充電部が露出している。
- ・一次側配線および二次側配線の接続に圧着端子を取り付けてなく、またボルト締めしてない。したがって、導線用ケーブルの接合部および被溶接物の接合部が、溶接中加熱され真赤になっている。
- ・遮光保護具としての保護面は、ハンドシールド型、ヘルメット型の両方を使用しているが、保護眼鏡の着用はしてない。
- ・溶接時に発生するヒューム、ガスなどの有害煙の吸引防止のためのマスク類の着用がなされてない。
- ・局所排気装置および除塵装置は、プラズマ溶接装置には付設しているが、他の溶接作業場には設置されてない。

07 組立作業

組立作業については、次の問題点がある。

- ・組立作業では、チャンネル形鋼を上向きにして、その上にボデーフランジを乗せて組立てを行っている。チャンネル形鋼の固定、バルブボデーの固定はされていない。
- ・組立用締付工具として、モンキスパナ種類を使用しているが、モンキスパナは構造上ガタがあり不意の反動による危険がある。

⑧ 水圧作業

水圧検査の作業については、以下の問題点がある。

- ・水圧検査場周辺や足元は足の踏み場がないくらい散乱し、物をまたがなければ歩けない状態である。
- ・水圧用の水が飛散して水はけが悪く足まわりがわるい。
- ・水圧ポンプ、油圧ポンプおよびそれらの操作盤がそれぞれ離れており、操作性がよくない。
- ・水圧検査用の止弁、導管が不良で漏水放出している。
- ・外側に気密検査用の酸素容器を置いているが、転倒防止の措置をしていない。
- ・蓄圧タンクの配管部およびフランジ部の発錆がいちじるしい。
- ・締付工具はモンキスパナのみであり、不意の反動による危険性がある。

(2) 工場診断

(a) 組織

課長他1名の計2名で工場の安全衛生を担当しているが、各種安全衛生計画の立案およびその実施指導のためには人数が不足しており、組織は効果的に機能していないと思われる。担当者を2～3名増員して、安全衛生に関する各種活動が活発に機能するようにすることが必要である。

(b) 基準類

工場で使用する基準、規定類は、国家規定を基準にすることは勿論であるが、国家規定は内容的には広く浅く一般的すぎるのが普通である。

したがって、工場の各職場、各作業に適合し、かつ具体的内容を含んだ基準を個々に作成し、作業員に遵守させることが必要である。各職場で使用する基準類については、安全技術環境課が作成して与えるのではなく、各職場の作業者によって作成される必要がある。

(c) 安全衛生委員会

安全衛生委員会で安全衛生に関するすべての事項が調査審議され、それが方針として全員に伝達指示され、遵守されるようにすること、そして遵守されなかった場合の原因を委員会で審議して、あらためて全員に伝達指示して遵守徹底をはかることが必要である。委員会は定期的（毎月1回）に開催するように習慣づけし、安全意識を全員に定着させることが必要である。

(d) 災害統計

前年度の実績から当年度の災害発生努力目標を決めることは一般的に行われている。しかし、人命尊重を考えれば、あくまで災害ゼロを目標としなければならない。

災害統計は、単に災害発生結果を数字で羅列するだけのものではない。災害統計の目的は、次の安全対策、危険防止にこれを生かすことにある。そのためには、以下の項目に層別して分析することが必要である。

- ・年齢別
- ・性別
- ・勤続年数別
- ・曜日別
- ・時刻別
- ・職種別
- ・傷害部位別
- ・起因別

(e) 職場環境

職場環境の測定調査にあたっては、測定対象職場または業種を決定し、同一職場または同一業種を定期的（毎年一回）に測定し、その結果を前回と比較しながら評価して、職場の環境改善に生かさなければならない。

(f) 工場全般の安全衛生作業環境について

(i) 鋳鋼工場

鋳鋼工場は他の職場に比べて、粉塵、騒音、ヒュームなどで職場が汚くなりやすいが、鋳鋼工場でも、正しく設計し運営管理すれば、他の工程の職場以上にきれいにすることが可能である。国際的に見ても鋳鋼工場はきれいになっている。本近代化計画における鋳鋼工場の近代化でも、この工場美化と環境改善を充分考慮して計画を立てる必要がある。

以下に鋳鋼工場の設備計画の基本となる点を整理して提案する。

(1) 鋳鋼工場の床面の整備

以前の鋳鋼工場の床面は砂が相当に落ちていて、平面が出ていないのが普通であった。また舗装もなく床面、通路が凸凹になっていた。しかし、床面が不整備では工場内の整理、整頓がやりにくく、工場内の運搬改善と安全通路の確保もむつかしくなる。

したがって、鋳鋼工場に限らず工場全体の基準点と基準高さを決定し、全工場を同一平面にし、耐火コンクリートで、十分な強度をもった床面を確保すべきである。この共通の床面を区切って、各作業場と通路を区分けすべきである。

しかし、鋳鋼工場の床面はその作業の内容によって、次のように損傷するものである。

- ・熱衝撃：鋳込、ガス切断
- ・機械的損傷：砂おとし、研磨
- ・高温度：熱処理、溶接

したがって、例えば、砂を一定の厚さに敷く、ゴム板を敷くなど、これら職種に合致した床の保護対策を必要とする。

(2) 鋳鋼工場の集塵対策

鋳鋼工場では、十分な容量をもった乾式集塵装置を設けなければならない。湿式集塵装置は2次公害が発生するので、乾式のバグフィルタを使用すること。集塵装置が必要と考えられる工程としては下記の職種がある。

- ① 電弧溶解炉
- ② 鋳込場
- ③ 混砂（砂処理装置）
- ④ 解棒場（シェイクアウトマシン）
- ⑤ 砂おとし（ショットブラスト）
- ⑥ 押湯ガス切断
- ⑦ ガウジング
- ⑧ グライнда（研磨）
- ⑨ 溶接補修
- ⑩ 浸透探傷検査

発塵場所から集塵装置まではダクトで導き、装置には十分な容量を持たさなければならない。

(3) 換 気

鋳鋼工場では、発塵職場以外でも多少なりともごみが出るので、換気が必要で、すべての工程に換気扇を取りつける必要がある。その容量は換気係数で5（1時間に全工場内の空気が5回入れ換わる）の能力が必要である。

(4) 色彩管理

鋳鋼工場は粉塵によってうす暗くなる傾向があるので、工場の内装と設備は色調を統一して明るい色に塗装すると良い。

(ii) その他全般

- (1) 前述したとおり、工場作業場全床面を舗装して、運搬車の通行場所および物の安定的な置場を確保する。
- (2) 各職場中央部および出入口に通じる通路に安全通路を設定し、通行者および運搬車の通行専用路とする。
- (3) 4S（整理、整頓、清掃、清潔）について指導し、その徹底をはかる。例えば、素材、加工品、治工具類、刃具類は必要時に容易に取出しが出来るように並べる。また不要なものは処分するか他の場所に保管する。切り粉、ボロ布類は頻りに片付け、必要に応じて屑入れ箱を設置する。
- (4) 安全帽、安全靴、保護具の着用を指導徹底し定着化させる。

(5) 工場内の照度は最低限 100ルクスを確保する。天候、季節、場所によって補助的に局所照明を行う。

(6) 切削加工

切削加工関係については、以下の問題点について改善が必要である。

- ① 機械の高さは加工操作（チャッキング、締付、測定、目視等）が容易でかつ疲労しない高さとする。
- ② 機械作業者用作業台は、機械の高さに対して個人的な調整が必要であり、足にひっかかりのない、頑丈な構造、材料で作製する。
- ③ 機械設備が油脂、粉塵で汚れているが、機械設備を手入れすることは、作業者の基本的心得であると同時に、良い仕事をする上で必須のことである。また、4Sにつながり職場の美観をよくするので機械の手入れを必ず実行すること。
- ④ 機械設備の回転部、摺動部の油が切れると、熱をもち異音が発生し動力を損失し、ついには機械設備の破損を起因し重大災害をもたらすものである。必ず定期的に必要に応じて注油すること。
- ⑤ ベルト、歯車装置などの保護カバーを外した時は、本人が無意識のうちに、あるいは第三者が接触する恐れがあって危険なので、注意表示を行うか早急に復旧させること。

(7) 起重機関係

各種起重機が設置されているが、以下の改善を行う必要がある。

- ① 保守点検を定期的を実施し、指摘した問題事項については早急に処置をすること。即刻処置できない場合は、主旨表示または使用禁止の表示をすること。特に、揚貨設備の故障は重大災害発生の要因となることを認識しなければならない。
- ② 過巻き防止装置は、起重機にとって必須のものであり、巻過ぎによって重大災害が発生する危険性が高いので早急に装置を付設すること。
- ③ 負荷時のワイヤロープの抜け止め防止のため、巻胴の残巻は最低3巻は必要であり、また乱巻するとワイヤロープが変形し破損の原因となり切断につながるため、これを改善すること。

- ④ 変形、発錆などの著しいものや素線切れ、摩耗の著しいワイヤロープは取替えること。
- ⑤ スナッチブロックには定期的に注油し、フックの摩耗の著しい場合は取替えること。
- ⑥ ペンダントスイッチ箱の破損は、早急に修理しておくこと。
- ⑦ 点検足場を整備し、起重機の点検が容易にできるようにすること。
- ⑧ 起重機の本体部に発錆部がある場合は、部分的あるいは全面塗り替えること。走行軌条も定期的に点検、補修すること。レールが変位蛇行していると、車輪の摩耗を進行させ騒音を発生し動力を無駄にする。

(8) 吊り具

- ① ワイヤロープの点検を行い、不良品は廃却する。
- ② チェーンは決してねじって使用しないことを徹底し、切断した場合は、溶接補修することなく確実に廃却する。

(9) 両頭グラインダ

手入れおよび使用方法をあやまると重大災害につながるので、くれぐれも点検を入念に行い、不良部分の処置をする必要がある。

- ① ワークレストと砥石の隙間は3mm以内とする必要がある。
- ② 砥石の目詰りを手直しし、偏芯度の手直しも必要に応じて実施すること。
- ③ 作業者は砥石の正面に位置しないこと。砥石が破損飛散した場合、作業者を直撃する危険性がある。
- ④ 砥石の側面を使用しないこと。側面使用は砥石の強度を低下させ、砥石の破損につながる。
- ⑤ 眼中への異物侵入に対し保護眼鏡を着用すること。
- ⑥ 細部研磨に対し局部照明装置を設置すること。
- ⑦ 研磨中の発熱に対する冷却用の水を準備すること。
- ⑧ 砥石使用時の飛散粉塵は定期的に処置すること。

(10) 換気・採光・防寒防暑

建物の出入口、扉の開閉、硝子窓を最大限有効利用し、換気、採光、防寒防暑に努める。

(1) 溶接作業

溶接作業に関しては以下の問題点の改善に取り組むことが必要である。

- ① 定盤表面は、平滑、清浄にしておくこと。
- ② 溶接棒の残棒、棒殻は無雑作に捨てることなく、一定場所に回収し再利用をはかること。
- ③ 感電の危険性があるので、ホルダ－のカバーの破損は取替えること。
- ④ キャブタイヤコードの接続は圧着端子を用いて、ボルトで締め付けること。
ゆるんでいると加熱してとけたり、電流不足の原因となる。
- ⑤ 目の二重保護に保護眼鏡の着用が望ましい。
- ⑥ 溶接ヒュームの吸引防止のために、防塵マスクを着用すること（長期間これを吸引すると塵肺症が発生する恐れがある）。
- ⑦ 高圧ガス容器は転倒防止措置をし、充瓶または空瓶の表示を行うこと。

(2) 組立作業

- ① チャネル形鋼は固定し、さらにバルブを固定して組立作業を行うことが必要である。
- ② 締付工具は、ナットに合った片口スパナ、リングスパナが必要である。モンキスパナは負荷時に不意の反動が発生する恐れがある。

(3) 水圧作業

- ① 水圧検査まわりは、水はけのいい床面とすること。
- ② 水圧ポンプ、油圧ポンプの操作盤は、作業場所に近接した見易く操作し易い場所と位置に設置すること。
- ③ 付属するバルブや配管について、漏れのあるバルブや導管は手直しするか取替えるなどの保全が必要である。
- ④ タンク、配管、バルブの発錆防止策を実施すること。

(4) 棚

整理整頓の目的で棚が準備されているので、棚板を張って有効利用すること。

3-2-8 教育訓練とモラルの高揚

(1) 現 状

(i) 教育訓練については、中国の国家方針に従って厳密に実施されている。工場では年次教育訓練計画を立案し、工場の職工代表大会に提案し、決定している。そして工場長名で全工場に発表されている。

(ii) 教育訓練は、作業員、技術者、医師、工場長など職種、階層ごとに、計画されている。一方、国家からは教育訓練について、指示、目標が具体的に出されている。

市が担当している工場長の教育は6カ月間にわたって実施され、教育完了後、試験を実施し、合格証が発行されている。

組長クラスは、作業員の中クラスに重点を置き、本年では4、5、6級の教育に重点を置いている。また、本年は87名の者が7～9級の職工試験を受験し3名が合格している。

(iii) 新入社員の教育は、職場に配属される前に1～3カ月社内で行っている。

(iv) 技術者、会計士、医師は国家試験があり、技術職では大学卒1年で助理技師となり、その後、技師、高級技師と上っていく。会計士についても助理会計士、会計士などがあり、その教育は大学に依頼したり、他の企業に依頼する場合がある。

(2) 工場診断

教育訓練のシステムについては、国家からの指示によって体系的にまとめられている。技術系については、各基準が設定され、資格づけが明確に区分されている。また教育後の評価については、試験制度が採用され、非常に良くできていると考えられる。

しかし一方、工場内職場を見ると、物を製造している職業人としては、品質に対する認識、安全感覚など、一般的にモラルと考えられる思想に欠ける点が散見される。

例えば、鑄鋼の補修溶接者が無資格であったが、作業員の技能が直接品質に影響する特殊工程（溶接、熱処理、非破壊検査等）については、特別な教育と資格付けが必要である。

3-2-9 計測器管理

(1) 現 状

南昌バルブ工場で本来使用されるべき計測器を目的別に分類すると、次のようになる。

表 3-2-2 南昌バルブ工場の計測器一覧表

分 類			計 測 器 名	使 用 目 的
品 質 管 理 用	原 価 管 理 用	品 質 保 証 用		
○	○		(鑄鋼工場) 鋼くづ重量計	電弧炉装入くづ鉄の秤量
○			電気炉装入材料重量計	電弧炉装入合金鉄などの秤量
○		○	酸素流量計	酸化精練管理
○			発光分光分析装置	溶鋼の化学分析
○	○		浸漬溶鋼温度計	溶鋼の温度計測
○			鑄物砂配合計	鑄物砂の配合の精度向上
○			鑄型硬度計	鑄型強度測定用
○			鑄物砂試験機	鑄物砂特性測定用
○		○	熱処理炉温度計	熱処理温度計測
○			溶接機電流計	溶接電流計測
○			溶接棒乾燥炉温度計	溶接棒乾燥温度の計測
○		○	熱電対検定装置	熱電対検定用
○			寸法測定器	寸法測定用
		○	肉厚測定器	肉厚測定用
		○	材料試験装置	材料試験用
○			(機械加工工場) 寸法測定器	寸法測定用
○		○	熱処理炉温度計	熱処理温度計測
○			溶接機電流計	溶接電流計測
		○	溶接棒乾燥炉温度計	溶接棒乾燥温度計測
		○	圧力計	水压テスト圧力測定用
		○	圧力計検定器	圧力計校正用
○			標準電流計	溶接電流検定用

(i) 品質管理用計測器

品質管理用計測器とは、国家標準に規定されているバルブの基準の数値に対し、実際工場で製造された製品がこの基準に合致していることを証明する計測器である。鋳鋼製造工程においては、金属材料の成分の分析装置、鋳鋼の材料試験装置、熱処理における温度計などである。機械加工工程においては、設計が図面で指定した寸法に合わせて、バルブを完成させる必要があり、その寸法を測る長さ計などである。

(ii) 原価管理用計測器

原価管理用計測器とは、工場の基準にしたがって各種材料を配合する時に使用する秤量ばかりである。これは同時に品質を管理することと目的が同じになり、区別することができない場合もありうる。

(iii) 品質保証用計測器

品質保証用計測器は、バルブの耐圧テストに使用する圧力計などであって、製品としてのバルブが使用される場合の配管ラインの安全と品質を保証するためのものである。

表3-2-2に示された計測器は南昌バルブ工場に設置されていないか、あるいは設置されていても機能していない状態であるので、各工程の計測器設備の現状は非常に不完全な状態にあるといわざるを得ない。

(2) 工場診断

品質管理用として、現時点で先ず第一に導入しなければならない計測器は、表3-2-2に示したものであるが、工場内で使用される計測器は使用に伴って精度が低下していくので、定期的に検定して精度を維持しなくてはならない。

計測および計測器管理は製品の品質管理に直結した問題であるので、南昌バルブ工場が今後改善すべき重要なテーマである。

3-3 品質管理

3-3-1 品質管理の現状

(1) 不良率の現状

南昌バルブ工場から提供された資料によると、製造したバルブの不良品の種類は次の3つに分類され、1987年の不良率の実績値は下記のとおりである。

(i) 鋳鋼品の廃却

鋳鋼品として不完全であるために機械加工工程に入る前に処分されたもので、総鋳込量1,341tonに対して、これは84tonで不良率は6.3%である。

(ii) 完成バルブの不合格

鋳鋼を機械加工として組立てた製品がバルブとして不合格となったもので、その不合格率は7.5%である。

(iii) ユーザーからのクレーム

工場では合格品として出荷されたが、客先から不十分なバルブとして受け入れられなかったもので、石油製精メーカーからのクレームが5%あった。

これらの3つの不合格品を合計すると約19%となる。

(2) 品質の評価基準について

(i) 中国国家標準

上記(1)の不良率は、南昌バルブ工場の工場検査基準によって検査を行った結果であるが、さらに同工場は、そのバルブ製品を国家標準GB979-67、およびJB 790-65によって製造し、販売する義務がある訳であり、この国家標準に合致していない製品も不良品として扱わなくてはならないと考えられる。

これらの国家標準の品質的要求条件は、具体的数値によるものもあるが、鑄造欠陥、余肉など定性的な要求条件も多い。したがって、自社で具体的な基準を制定して適用しないと国家標準の遵守に対応できないことになる。

(ii) 国際的標準、規格

さらに、これからの南昌バルブ工場の製品を評価する場合、考慮しなければならない評価基準がある。それは中国の国家標準とは別に、国際的に用いられているバルブに関する基準である。この一部には、基準とは別に、慣習として文書になっていない基準も含まれる。南昌バルブ工場は近代化計画においてその製品を将来輸出する計画を持っているので、今後の品質管理では上記3項目の工場検査基準、中国国家標準、国際規格のすべてについて、同時に対応してゆく必要がある。

現在の当工場の検査基準による良否判定は、バルブの実用的見地からの評価基準と考えられるが、一般には、製造者自身による検査基準よりは一段と厳しいユーザーや国際規格の要求条件によって、品質を評価する必要がある。

南昌バルブ工場の今後の品質管理を考える場合は、この3つの評価基準（工場基準、国家標準、国際規格）のすべてを含んだ品質管理を計画し実行してゆく必要があると考えられる。

この第3の国際的な評価基準の一例としては、米国のASTMが「A703-77」に、耐圧容器の鋳鋼品に一般的に求められる仕様を規定している。また日本のJIS規格も同様に耐圧鋳鋼品として種々の条件を求めている（例えば、JIS G5151「高温高圧用鋳鋼品」）。

したがって、今後南昌バルブ工場は、中国国家標準に上記の米国および日本の規格を加味した基準を独自に制定して、品質管理を実施してゆく必要があると考えられる。

これらの国際的基準は、中国の国家標準の要求事項に加えて次のような仕様を要求している。（細目については、ASTM、JIS規格の本文を参照願いたい。）

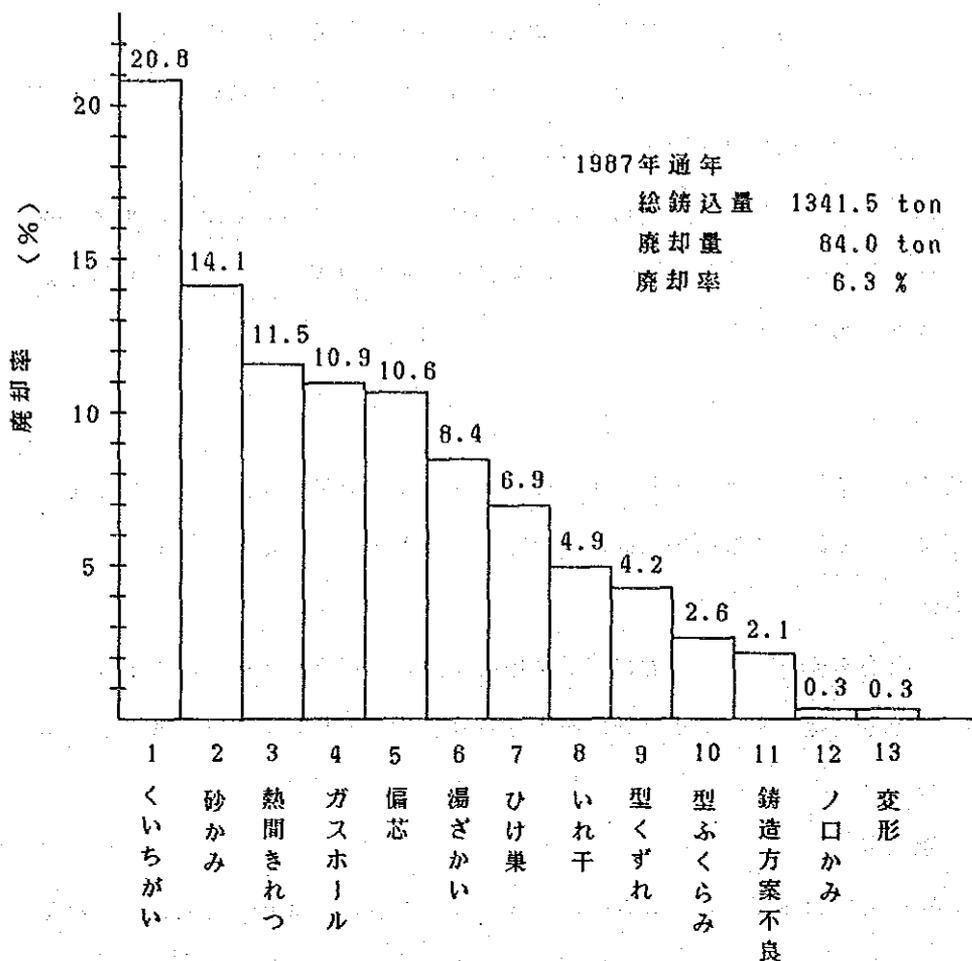
〔国際的規格が求めている特別な仕様の一例〕

- ① 成分分析についての要求
- ② 材料試験についての要求
- ③ 材料試験の方法について
- ④ マーキング（表示）について

- ⑤ 検査報告書について
- ⑥ 耐圧試験について
- ⑦ 拒絶について
- ⑧ 残留元素の分析について
- ⑨ 破壊テストについて
- ⑩ 曲げ試験について
- ⑪ 磁粉探傷検査について
- ⑫ 放射線検査について
- ⑬ 浸透探傷検査について
- ⑭ 超音波探傷検査について
- ⑮ 衝撃試験について
- ⑯ ドロップウェイト試験について
- ⑰ 溶接前の検査について
- ⑱ 大欠陥の補修前の客先の承認について
- ⑲ 各溶解、熱処理ごとの引張試験について
- ⑳ 焼き入れ、焼き戻しの熱処理について
- ㉑ 鋳鋼品自体の引張試験の実施について
- ㉒ 重量4.5ton以上の鋳鋼品の引張試験について
- ㉓ 表面の許容欠陥について
- ㉔ 寸法および重量の許容差について

(3) 南昌バルブ工場の鋳鋼工場の廃却統計

次の図3-3-1は、1987年通年の南昌バルブ工場の鋳鋼の原因別廃却の統計である。



不良原因

図3-3-1 南昌バルブ工場廃却鑄鋼の不具合原因

品質管理を推進していく場合、科学的事実を基礎として出発しなければならない。このデータは鑄鋼品についてのもので貴重な情報であるが、南昌バルブ工場全体の品質管理状態を分析するためには、今後、次のような情報を毎月集計して検討する必要がある。そして、これにより品質管理は大きく前進すると考えられる。

- ① 鑄鋼を溶接補修した欠陥の種類ごとの補修量の分類統計
- ② 完成バルブの不合格の原因別分類
- ③ 納入したバルブに対する客先からのクレームの原因別分類

しかし、これらの情報は工場自身の現状の検査基準による評価であるので、次の段階では、中国国家标准、さらには国際的評価基準などによって情報を分析すれば、より高度な品質管理へと発展できる基礎数字を得ることができる。

次に、図3-3-1に示された鋳鋼品の廃却統計数値に基づき、南昌バルブ工場の品質管理の現状について検討してみる。統計上の不良原因の大きい順に原因と対策を上げると次のとおりとなる。

(1) くいちがい

金枠の寸法精度不良であり、上下型をピン合せに改造する。また木型を定盤付木型として機械造型にすれば、不良率を0%とすることは可能である。

(2) 砂かみ

砂の配合を改正するとともに、計量機を使用して配合比率の精度を上げる。さらに機械造型によって鋳型硬度を上げれば、不良率を1/5に下げることが可能である。

(3) 熱間亀裂

溶解作業に問題があり、溶鋼の不純物のりんと硫黄の含有量を大巾に下げることが必要である。くず鉄の品質を良くすることと、溶解作業を改善すれば、不純物の含有量を下げることができる。さらに、鋳型についても砂の配合を改めることにより、不良率を1/3に下げることが可能である。

(4) ガスホール

溶解作業の改善で防止でき、不良率を1/3に下げることが可能である。現在は鋳型が母型、中子ともに乾燥型であるために、乾燥不良によって鋳型に残存した水分に起因するガスホール、ピンホールの発生が考えられる。溶解の改善とともに、これらの鋳型を水分を含まないものに変更することによって、その改善が期待できる。

(5) 偏芯

本来、木型の母型と中子の寸法が正確に作られていれば、これらを組合せた鋳型には偏芯は出ないはずである。偏芯が10%もあるということは、木型および鋳型の造型工程に問題があると考えられる。また手込め作業による乾燥型鋳型自体に基本的な問題があるが、これは鋳型の砂配合と機械造型によって、一

挙に改善することが可能と考えられる。

この偏芯は(1)のくいちがいととも、鑄鋼の寸法精度を悪くするものであり、その結果、バルブの機械加工における切削加工と、ワークの加工機械へのとりつけの外段取化による生産能率の向上対策を行いにくくするものである。したがって、これは工場全体として改善に取り組むべき最も重要な課題と考えられる。

(6) 湯ざかい

溶解工程における溶解および出鋼温度、鑄込温度、鑄込速度によって一次的に決定される不良原因である。これは溶解工程の温度を計測して管理すれば、短期間で改善することができる。バルブなどの耐圧鑄鋼品には熱間亀裂とともに最も危険性の高い欠陥であるので、早期に対策を打つ必要がある。

(7) ひけ巣

溶鋼の温度が下って凝固する時に体積が収縮するので溶鋼を押湯から供給するが、これが不完全で鑄鋼製品の中に収縮孔が残ったものであり、耐圧鑄鋼品としては最も避けなければならない欠陥である。鑄造方案の押湯関係の設計と鑄込時の押湯上部への保温材の添加によって改善される問題である。

(8) 入れ干

本来は鑄鋼品の欠陥ではない。鑄込時の取鍋内の溶湯の残り量の管理が不十分であることによるが、小型の電弧炉で溶解すると溶解回数が多くなり、入れ干が発生する確率は大きくなる。10ton づつ溶解している日本のバルブメーカーでは、この欠陥率は殆ど0%である。

(9) 型くずれ

鑄型の強度不足と寸法精度不良によって発生する。近代化計画では鑄型材料を改正するので、これを防止することができると考えられる。

(10) 型ふくらみ

鑄型の強度不足で、金枠の整備によって改善できる。

(11) 鑄造方案不良

ひけ巣の発生も鑄造方案不良であり、いろいろの原因が予想される。

(2) ノロかみ

鑄込時の管理強化で改善できる。

(3) 変形

鑄型の砂配合を変更して、鑄型強度を増すことで改善することができると思われる。

南昌バルブ工場の鑄鋼工場の近代化による造型材料の改善と、鑄造方案技術の改善によって、以上の鑄鋼の廃却の原因別の対策は大きく前進することになり、廃却品の量を減少させることが可能である。

生産技術、設備改善、品質管理活動を推進することにより、現在6%程度である廃却率を2%ないしは1%まで低減できる可能性は十分にある。

3-3-2 工場診断

南昌バルブ工場の将来の課題は、生産量の拡大と高付加価値製品への展開であるが、製品の品質レベルの向上がなくしてはこれを達成することが出来ない。

(1) 南昌バルブ工場の品質管理の現状

現在の南昌バルブ工場の品質管理の特徴を分析すると、次のように考えることができる。

(1) 生産量の拡大と高付加価値製品への展開は、品質管理を強化して品質を上げることによって、一挙に解決することができる。この品質管理は全社的に行う必要があり、各工場の1つの工程のみ品質向上に努力してもその成果は得られにくい。例えば、鑄鋼の材質の安定化は、溶解工程と熱処理が協力し合って初めて達成されるものである。

しかし、現在はこの全社的な協力体制が組織されておらず、品質管理は最大の全社的課題であるという認識が確立していない。

(2) 全社の品質管理を推進する能力を持った人材は多数居ると思われるので、ただ組織的な活動がおこなわれていないものと考えられる。

(3) バルブの品質を向上させるためには、良質で適切な材料を使用しなければならない場合が多い。それ故、全社の品質管理活動には、物品の購入担当部門が参加しなければならない。しかも、この部門は中国国内および海外からどのような品目を購入することができるか、そして、その材料が南昌バルブ工場の中で品質管理を行うのにどのように有効であるかを、よく知っておく必要がある。

(4) 品質の向上に先立って達成しなければならないのは、品質の安定である。先ず品質が安定して、次のステップとして、品質が向上する。例えば品質は悪くても悪いなりに品質が安定していることが、品質管理を行う場合に必要な条件である。

この品質を安定させるためには、作業の標準化が必要である。すなわち、誰が作業しても同じ作業で同じ品質の製品ができることが必要で、このためには作業標準の成文化が必要である。

(5) 工場内のすべての作業工程について、作業の手順を細かく規定した作業標準が必要であるが、現在は殆どすべての工程が標準化されていない。今後理想的な作業方法を標準化するのもよいが、現在の作業方法の中から最も良いと思われる一つの作業方法を標準として制定するのも良い方法である。

(6) 統計的品質管理を導入すれば、南昌バルブ工場の品質管理は効果的に進められると考えられる。南昌バルブ工場では、同じ製品が毎日多量に生産されている。一般的には、同一品が25個以上生産されると、統計的品質管理を有効に利用できる。南昌バルブ工場は、この条件を満たしているので、統計的品質管理による管理が可能である。統計的品質管理では、すべての品質および特性を数値によって表わし、統計的に最適条件を決定して出して行く必要がある。その結果、工場内にあるすべての品質に関係ある項目を数値で表わすことができる。したがって、これを行うためには工場内の計量管理が必要条件となっている。

南昌バルブ工場の場合、現在工場内での測定器の使用が少なく、数値を取扱うことが困難である。したがって今後計測器を導入して統計的品質管理が適応できる環境を作る必要がある。

(7) 品質管理として、工場内の不良と納入後の不具合情報を起点として研究すると、生産活動に極めて有効な情報を入手することができる。品質管理の最終目的は顧客が満足する製品を供給することである。すなわち、工場内で行う検査は、顧客に納入後の製品に問題がないか否かを短時間にチェックするために行う代替作業であるといえる。したがって、顧客の満足度に関する真の情報は、納入後の不具合情報にある。

これらの不具合の原因を分析して再発防止対策を立て、この原因に関係する作業工程を標準化して、事故の事前防止を行っていくこれらの作業を積み重ねていけば、南昌バルブ工場の品質管理体制は確立されて行くものと確信される。

(2) 南昌バルブ工場の今後の品質管理の目標

品質管理を強化して製品の品質を向上させるためには、次のような目標を定めてその推進に努力することが必要であろう。

- (1) 第1段階として、鋳鋼品の品質向上に重点をおいて、完成バルブの耐圧試験の合格率を100%とする。この製品の耐圧性はバルブ製造者としては最も基本的な必要条件であり、技術的に解決し得るものである。
- (2) 第2段階としては、鋳鋼品の廃却率を1987年の実績値の6%から1%に低減することに目標を置いて、品質管理を強化することである。

第 4 章 工場近代化計画

4-1 近代化の方針

4-1-1 近代化の基本方針

(1) 南昌バルブ工場の近代化の目標

南昌バルブ工場は1990年を目標に工場の近代化を計画しており、近代化のための設備計画はこの基本構想に適合する必要がある。

その要点を示すと次のとおりである。

- (1) 生産量を拡大する。このために、高効率の設備を導入する。
- (2) 品質管理を強化する。このために、品質の安定と向上に寄与する設備を導入する。
- (3) 高付加価値製品を開発する。このために必要な品質管理、品質保証上必要な設備を導入する。

(2) 近代化計画の基本方針

本近代化計画では、南昌バルブ工場の近代化の基本構想と工場の現状と将来の方向を勘案し、また既存設備の有効利用にも重点をおいて現実的な計画を策定することを目指している。

本章で述べる近代化計画は、これらを考慮して以下の方針に基づいて作成されている。

- (1) 南昌バルブ工場の近代化においては、鑄鋼の品質改善に重点をおくことにする。これは、鑄鋼の品質向上なしには、その下流工程の近代化の達成が不可能であると判断されることによる。

このように、鑄鋼の品質の向上は、南昌バルブ工場の多くの問題を解決する最大の課題であり、特に鑄鋼素材を作る溶解工程の設備と技術の改善に最大限注力する。

- (1) 当面の方向として、現在の0.5tonおよび1.5tonの電弧炉を並列に使用して増産に対応すると共に、操業管理を強化する。

(2) 将来計画として、電気容量の大きい電弧溶解炉を増設し、溶解技術を向上させて鑄鋼の品質を改善する。

(ii) 南昌バルブ工場は、基本的に少品種多量生産型工場であるので、この特徴を生かして生産量の拡大と品質の向上を期すべく、生産工程の変更を前提とした設備計画を立てる。すなわち、次の生産工程を変更し改善する。

(1) 鑄鋼の造型に生型機械造型ラインを設置する。鑄物砂の供給には自動砂処理装置を使用する。これによって、鑄鋼の鑄造方案の均一化と鑄鋼の寸法精度を向上させる。

(2) 分析に発光分光分析装置を導入し、鋼の成分管理を徹底させ、鋼の材質を規格内に納めて均一化させる。

(3) 熱処理炉を高性能炉に改め、鑄鋼素材の品質を向上させ、均一化させる。

(4) 機械加工にNC工作機械を導入して、高品質、高能率の加工を指向する。

(5) 溶接工程に半自動溶接機を導入して、品質の向上と能率を改善する。

(iii) 南昌バルブ工場は将来、海外市場へ進出することによる国際的発展を目指している。このために、国際的水準の品質管理と品質保証、さらに価格競争力を保つための原価切り下げも考慮した設備計画とする。この観点から、次の改善、近代化を推進する。

(1) 現在の中国国家標準に加え国際的な規格、基準を導入し、これが達成できる設備を検討する。

(2) 非破壊検査設備を整備する。浸透探傷検査設備は優先的に導入し、将来に備えて、放射線検査、磁粉探傷検査、超音波探傷検査の各設備の導入を計画する。非破壊検査は検査員の技能の教育訓練、資格付けが必要であるので、その教育訓練に注力する。

(iv) 設備計画においては、資金面、工期を考慮して、一度に集中して設備投資を行うことを避け、1990年を目標に当面改善が必要な“優先設備”と、将来に対応して次の段階で改善または導入すべき“将来設備”の2つに分けて計画する。

(v) 各設備の能力は、新しく高級（高圧）バルブが開発された場合でも、生産面でこれに十分対応できるように計画する。

高級（高圧）バルブを開発し製造するには、次の点に特に留意しなければならないが、これらは本近代化計画に盛り込まれている。

- (1) 特殊鋼の製造が必要となる。特にクロム、モリブデンの耐熱鋼の製造のために、高性能の電弧炉による高度な精錬が必要である。
- (2) 高品質の熱処理が必要である。
- (3) 非破壊検査の全面対応が必要となるので、今後は検査要員の教育訓練を行い、また検査員の増員を考える必要がある。
- (4) 高圧バルブの検査設備として、一般に1,200kg/cm²位までの高圧検査ができる設備が必要となる。

4-1-2 近代化計画における生産規模

(1) 生産規模の認定

南昌バルブ工場が計画している1990年のバルブの生産計画量は、第2章の2-2-7項で述べたとおり、約3,500tonである。

一方、南昌バルブ工場は近代化計画の一環として、新商品の開発を行い、高圧バルブを製造していくことを計画している。その目標とする使用圧力は、現在のクラス150~300に対してクラス400(64kg/cm²)である。

バルブの使用圧力が高圧になると、バルブの設計が異なってくる。その主な点は、下記のとおりである。

- (1) 肉厚が大きくなる。
- (2) 配管用の出入口フランジの径および厚さが、大きくなる。
- (3) バルブの弁棒の径が大きくなり、関係する部品の寸法がすべて大きくなる。
- (4) 高圧になるに伴って、各部品の寸法、肉厚が大きくなる。

以上の結果から、高圧バルブに生産が移行すると、バルブの単重は大きくなり、総生産量が増加することになる。

南昌バルブ工場の現在の製品（クラス150～300）の単重に基づいて生産計画内容を検討すると共に、上記のクラス400のバルブの生産について検討した結果は、次の表4-1-1のとおりである。

表4-1-1 バルブの生産計画量の検討結果

代表製品（弁種）	口径	年生産数 （個）	日産数 （個）	現在の製品 （クラス150～300）		開発品 （クラス400）	
				単重 （kg/個）	総重量 （ton）	単重 （kg/個）	総重量 （ton）
Z41H-25（仕切弁）	50	14,923	50	28	417.844	66.3	989.394
“ “	100	6,447	22	71	457.737	156.5	1,008.955
“ “	150	4,776	16	144	687.744	264.5	1,263.252
“ “	200	1,924	7	219.5	422.318	459	883.116
“ “	250	991	4	275	272.525	694	687.754
“ “	300	288	1	385	110.880	1,010	290.880
“ “	400	25	1	840	21.000	1,750	43.750
J41H-40（玉型弁）	65	4,600	15	36	165.600		165.600
J41W-16R（ “ ）	65	2,070	7	32	66.240		66.240
H44H-25（ワットフイタ）	65	1,546	5	30	46.380		46.380
“（ “ ）	100	1,054	4	55	57.970		57.970
“（ “ ）	150	676	3	120	81.120		81.120
“（ “ ）	200	232	1	200	46.400		46.400
A47H-25（安全弁）	80	746	3	58.32	43.507		43.507
Q41F-25（切換弁）	100	622	2	70	43.540		43.540
その他の鋳鋼品	-				1,060.000		1,060.000
合計		40,920	141	-	4,000.805		6,777.858

(2) 近代化計画における生産規模

(i) 表4-1-1に示されるとおり、現在の圧力クラスの中低圧バルブを計画台数どおり生産すると、南昌バルブ工場の1990年の生産目標は40,920台/4,000ton（外販鋳鋼品1,060tonを含む）と計算される。さらに、将来圧力クラスをクラス400にすべて変更したとすると、その生産重量は年間合計で6,778tonになる。

(ii) しかし、一挙に全バルブが高圧バルブに切り換わることはあり得ないので、今後の開発の進行にあわせて、4,000tonから通増して、6,778tonまで増加して行くと考えられる。したがって、今後の生産設備計画には、将来この生産量と台数に応じられることを考慮しておく必要がある。

通常は、生産量が急激に増加するようなことは考えられないので、1990年以降の現実的な生産規模は5,000ton程度と見るのが適切であると思われる。そして、年々徐々に生産量が増加して6,000tonのオーダーに達するものとするのが妥当である。

以上から、本近代化計画における生産規模は次のとおりとする。

	生産台数	生産量
当面計画 (1990年)	40,920	4,000ton
第1次将来計画 (1990年以降)	40,920	5,000ton

(3) 設備能力

機械の切削加工工数は、製品バルブの寸法と個数に比例し、鋳鋼の造型工数もその寸法と個数に比例する。また鋳鋼の溶解は、製品重量に直接比例する。したがって、鋳鋼工場、造型工場の能力と機械加工工場の切削加工能力は、現在のクラス150~300の製品が新しく開発されるクラス400に変更になった場合でも対応できるように計画する。

ただし、鋳鋼の溶解については、将来の生産量の増加に対し現在の0.5tonと1.5tonの炉では能力が不足する。製品の開発が進んでバルブの単重が大きくなり、生産重量が増加した場合には、0.5ton炉を撤去して3tonの電弧炉を新規に導入して1.5ton電弧炉と併設し、年間最大6,778tonの生産を行うものとする。

4-1-3 近代化設備導入方針

4-1-1項で述べた基本方針に基づき、個々の工程における設備の導入方針は次のとおりとする。

(1) 建 物

鑄鋼工場は新しい工場建屋で合理的レイアウトを考える。また、旧鑄鋼工場の跡地には、新鋭の高効率加工機械ラインを置く。

(2) 溶 解

(1) 溶鋼の生産は、当面(1990年まで)0.5ton/1.5ton電弧炉の並列運転で対応する。

将来的には、1.5ton/3.0ton電弧炉の並列運転で生産量を拡大する。

(2) 品質管理を強化し、鑄鋼の品質改善を行う。

(3) 熱処理

自動温度調節装置付きの熱処理炉の導入によって、均熱処理を行う。

(4) ショットブラスト処理

鑄鋼素材に付着する砂および熱処理後の酸化膜を完全に除去するために、ショットブラストを導入してショット処理を行い、バルブの外観改善と塗装の下地処理を行う。

(5) 機械加工

多量生産工場の特徴を有効に生かすために、従来の工作機械の代替としてNC工作機械を逐次追加増強して能率の向上と品質の安定をはかる。

(6) 溶 接

半自動溶接機を導入して、品質の安定と能率の向上をはかる。

(7) 検 査

非破壊検査設備を導入して、製品の品質保証体制を強化する。

4-2 生産工程

4-2-1 溶解

(1) 溶解作業近代化の目標

南昌バルブ工場の近代化の目標の一つは生産量の拡大である。一方、バルブ機械加工工程においては、鑄鋼品の品質不良が原因と考えられる不良品を相当数出している。さらに、材質に起因する切削加工の効率の低下も来たしている。したがって、鑄鋼品の品質向上をはかることが、生産量を拡大する上からも必須条件となる。

また、本近代化計画では、品質を向上させて、大口径バルブ、高圧バルブおよび火力発電所用バルブなどの高級バルブを製造することも目指しており、品質管理は第一に取り上げられる課題である。

溶解作業は、鑄鋼の品質を左右する工程であり、その役割は非常に大きく、これを先ず改善しなくてはならない。

(2) 鑄鋼の欠陥

炭素鋼鑄鋼の溶解作業に起因する鑄鋼の欠陥原因としては、次のものがある。

(a) プロホール、ピンホールとその原因

溶鋼中の水素、窒素、酸素はガス成分として、プロホール、ピンホールの原因となる。酸素は単に気体として溶鋼に溶存するのみでなく、脱酸生成物として非金属介在の原因となる。さらに、脱酸の程度や溶解中に懸濁する脱酸生成物の量により、溶鋼の流動性にも影響を与える。

また、鑄型の乾燥度などもプロホール、ピンホールの原因となるが、これらの原因について、日本で一般的に考えられているものを、その頻度順に以下に示す。

- ① 溶鋼中の水素と窒素
- ② 溶鋼中の酸素
- ③ 鑄型の乾燥度不良

- ④ 鑄込温度と速度の不良
- ⑤ 鑄型の通気度不良
- ⑥ 鑄型材料の不良
- ⑦ 鑄造方案不良

(b) 高温亀裂とその原因

溶鋼中の銅、すず、りんおよび硫黄などは不純物元素として、いずれも割れの原因となる。銅およびすずは精練での除去が不可能なため、装入材料に注意を払い、これに混入する銅は0.3%以下、すずはこれより更に低くなるようにしなければならない。

一方、りんおよび硫黄は精練過程で除去可能であるが、溶落時にりんおよび硫黄の含有量が多いと、その除去のため溶解精練に手数を要し製鋼能率を低下させるので、溶落時のりんおよび硫黄含有量は0.07%以下になるように配合されなければならない。

以下に、日本で一般的に考えられている高温亀裂の原因を、その頻度順に示す。

- ① 非金属介在物（りんおよび硫黄）
- ② 鑄込温度が不適當
- ③ 鑄造方案が不適當
- ④ 溶解成分不良（炭素、硅素、アルミ、銅、すず、クロム）
- ⑤ 溶鋼中の酸素
- ⑥ 溶鋼中の水素、窒素
- ⑦ 鑄込速度
- ⑧ 鑄型材料

高温亀裂を防止する対策として、日本における各鑄鋼工場が重要視している操業方法を重要なものから順に次に示す。これらの対策15項目のうち、鑄込速度の調整と鑄込方法の検討を除き、13項目は溶解工程で対策をとるべき項目である。

- ① 還元スラグによる脱硫の促進
- ② 鑄込温度の調整
- ③ 装入材料の選択

- ④ 脱りん反応の促進
- ⑤ 復りん防止（除滓を完全に行う）
- ⑥ 铸込速度の調整
- ⑦ 脱炭速度の増大
- ⑧ 出鋼時の脱酸強化
- ⑨ 铸込方法の検討
- ⑩ 還元期前の強制脱酸
- ⑪ 還元期投入材料の乾燥
- ⑫ 溶鋼の流動性の検討
- ⑬ 還元期時間の短縮
- ⑭ アルミ量の調整
- ⑮ 取鍋予熱乾燥

（3）溶解作業標準の近代化の方向

溶解作業においては、目標とする化学成分を的中させるとともに、適正温度の確保についてはもとより、铸鋼品の欠陥の原因となる酸素、水素および窒素ならびに硫黄、りんなどの有害成分の除去に重点をおいた溶解精錬法を、工場の標準として制定する必要がある。

日本の铸鋼工場での電弧溶解炉における炭素鋼および低合金鋼の標準的な溶解法は、次の図4-2-1に示すとおりである。

操業区分	時間	操業経過	添加材	鋼浴化学成分 (%)	鋼浴温度 (°C)	その他
装入 溶解期		通電開始 (助燃剤投入)	CaCO ₃ 10~40kg/t (CaO 5~20kg/t) 加炭剤 (必要あれば)			
		酸素カッピング 脱りん反応促進 (自然排滓)	←CaCO ₃ (CaO) CaFe ←Si-Mn, Fe-Mn		昇温	
酸化期		完全溶解	←Fe-Ore (スケール), O ₂ (5kg/cm ² 以下) CaCO ₃ (CaO)	C:0.40~0.60 Mn; 約 0.30 P, S; < 0.07 Cu; < 0.03	1,600 以上	脱炭速度 0.04 ~0.09 %C/分
除滓	5~8分	酸化沸騰精錬 (自然排滓) ↓ (完全除滓)	←CaCO ₃ (CaO) ←Si-Mn, Fe-Mn, Fe-Si	C:0.10~0.15 Mn; 約 0.20	1,650 以上	
還元期	20~50分	白滓, 弱カーバイド滓 (塩基度2.5/3.0)	CaCO ₃ 20~30kg/t (CaO 10~15kg/t) CaF ₂ 4~6kg/t C-粉 } 1.5~2.5kg/t Si-粉 } ←合金鉄		1,600 ~1,640	
出鋼		出鋼 (受鋼取鍋子熱)	←Al 0.8~1.0kg/t	C:0.20~0.30 Si:0.30~0.50 Mn:0.50~0.80 (仕上り成分)		

図 4-2-1 電弧溶解炉による炭素鋼および低合金鋼の標準溶解法

(4) 溶解作業標準制定のための留意点

前項に紹介した標準溶解法は一般的な鑄鋼品に適用されるものである。バルブ用の鑄鋼品に関しては、耐圧鑄鋼品として特別に留意すべき点があるので、以下にこれを記述する。

(a) 鋼くず

使用する鋼くずは、水分、りん、硫黄、銅、すずなどの混入を防止する上で、JIS G 2401-1955「鉄くず分類基準」によるA種、特1～2号相当品とする。すなわち、炭素鋼のみの鋼くずで、厚さ3mm以上、長さ600mm以下で、錆および水分が少ないくず鉄を使用する。

(b) 石灰石の使用

造滓材としては、生石灰の使用を止め、石灰石を400℃以上に加熱乾燥して使用する。

(c) 炉内分析

溶落、酸素吹精後、還元期末期の合金鉄投入前の3回は、炭素、マンガン进行分析する。

(d) 合金鉄の加熱乾燥

フェロマンガ、フェロシリコンは500℃以上に加熱し、できれば高温のまま炉内に投入する。

(e) 炉中温度測定

酸素吹精前、還元期末期、出鋼後取鍋内の3回は浸漬温度計によって温度測定を行い、特に、酸素吹精前は1,600℃以上であることを確認する。還元期末期の温度は、出鋼後取鍋内で、1,670～1,690℃を管理目標温度とする。

(f) 出鋼時の成分

出鋼時の成分は、下記を目標とする。

炭素： 0.24～0.26%

珪素： 0.50～0.55%

マンガン： 0.70～0.75%

り ん： 0.020 %以下

硫 黄： 0.010 %以下

(g) 秤量管理

電弧溶解炉への装入材料、酸素吹込量は、計測器を使用して正確に秤量する。

(h) 溶解量の決定

炉中温度が目標温度に達しない場合は、標準装入量を減らして、短時間で昇温できる条件を確保する。

(5) 溶解作業標準の近代化に必要な計測器

鑄鋼品の品質向上とその安定を図るためには、溶解作業標準の近代化が必要である。この作業標準を確立する上で、操業中の正確な情報・資料を得ることは不可欠である。これらの情報などの把握のための優先設備として、次に示す計測器類の導入が望まれる。

計測器名	使用目的	仕様	基数
鋼くず重量計	電弧炉装入材料の重量計測	5 ton、装入バケットピット底に設置する。	1
装入材料重量計	合金鉄など装入材料の重量計測	200kg、自動秤	1
酸素流量計	酸化精錬の酸素量の計測用	最大流量 600 Nm ³ /hr	1
酸素圧力計	酸化精錬の酸素圧の管理用	最大10kg/cm ²	1
浸漬溶鋼温度計	溶鋼温度測定用	最大 1,750℃	1
発光分光分析装置	鑄鋼材料分析用	C, Si, Mn, P, S, Cr, Mo, Ni, V	1

(6) 南昌バルブ工場の溶解設備改善計画

鋳鋼工場の溶解工程において、電弧溶解炉は最も重要、かつ最大の設備である。また、鋳鋼の製造においては、品質と生産量を決定する基本的設備である。

(a) 電弧溶解炉の改善計画

この電弧溶解炉の改善については、南昌バルブ工場では、次のとおり計画されている。

(i) 現在、溶解工程では、公称0.5tonの電弧溶解炉に、1.5tonのオーバーチャージを行って、1日24時間連続で8溶解操作を行っている。変圧器容量は400KVAであるが、この変圧器に強制冷却装置をつけて、500~600KVAの過負荷にも耐えられるよう改造している。

(ii) 本近代化計画の実行に当たって、電弧溶解炉については、現行の0.5ton炉に加えて、1.5ton炉（変圧器容量1,200KVA）を併設し、両炉の並行運転によって、月産290tonの鋳鋼の生産を計画している。この場合、この1.5ton炉に対し2tonのオーバーチャージを行い、2炉で合計3.5tonとし、1日8溶解の操作を行う計画である。

(b) 電弧溶解炉改善の実行計画

(i) 電弧炉設備

南昌バルブ工場では既に1.5ton炉を調達済みであり、本近代化計画において当面はこの2炉体制で増産に対応することとする。したがって、1990年を目標とした溶解設備改善計画では、表4-2-1に示される電気特性を有する電弧炉2基を基準にした設備計画を行うことを提案する。

表4-2-1 炉容量と電気特性

炉容量 (ton)	変圧器容量 (KVA)	実装入 (ton)	実装当り電気容量 (ton / KVA)
0.5	400	1.5	267
1.5	1,200	2.0	600

(ii) 付帯設備の導入

上記の電弧炉の運転を効果的に行う上で必要な、次の付帯設備を優先導入することを提案する。

設備名	使用目的	仕様	基数
取鍋乾燥炉	0.5ton 炉用	最高温度 1,200℃	1
取鍋乾燥炉	1.5ton 炉用	最高温度 1,200℃	1
合金鉄乾燥炉	0.5ton / 1.5ton炉共用	温度 500℃以上	1
石灰石乾燥炉	0.5ton / 1.5ton炉共用	温度 400℃以上	1

(7) 溶解設備改善の長期計画

(a) 電弧溶解炉の特性

南昌バルブ工場の長期目標を考慮に入れ、以下に電弧溶解炉の特性を検討してみる。

- (i) 電弧溶解炉は、炉体寸法の大きさに応じて鋼くずの装入量という物理的容量と、電力を投入する変圧器の電氣的容量をも併せて考えなければならない。
- (ii) 炉の操業においては、溶解期、酸化期、還元期でそれぞれ異なった雰囲気と温度条件を必要とし、短時間の昇温と迅速で理論どおりの化学反応が出来なければ、品質向上も不可能である。

ここで、炉容量に対する電氣容量（変圧器仕様）についての日本における実績は、表4-2-2のとおりである。

表4-2-2 炉容量と電氣容量

炉容量 (ton)	炉殻径 (直径, mm)	変圧器仕様		
		容量 (KVA)	二次電圧 (V)	リアクトル (KVA)
0.5	1,500	700	180/150/120/104/ 89/69	140
1.0	1,800	1,200	200/170/140/115/ 98/81	240
2.0	2,100	1,500	215/182/147/124/107/86	375
3.0	2,400	2,000	220/195/156/127/113/90	400
5.0	2,700	4,000	240/200/160/138/115/92	800

一般に、小型の電弧溶解炉では、炉自体の熱損失が大きく理論どおりの操業が難しい。

(b) 電弧溶解炉の大型化

バルブ用鋳鋼品は、一般の鋳鋼品と異なって、特に耐圧性が要求される。炉の容量が小さく、時間をかけた溶解となると、溶鋼のガス吸収を押えることが出来ず、品質面での問題が発生し易い。

したがって、短時間に、力強い化学反応を求めるとするならば、ある程度以上の炉の容量が必要となる。このような技術的観点と、南昌バルブ工場が月産290tonの生産量とバルブの高級化を目標としていることを考え合わせると、0.5ton炉を廃棄して炉容量3ton、変圧器容量2,000KVAの電弧溶解炉を導入して、1.5ton炉と並列で操業することが推薦される。

(c) 将来計画で導入される電弧溶解炉

1990年以降の将来計画では、上に述べた理由から次の大型電弧炉の導入を提案する。

炉容量 (ton)	変圧器容量 (KVA)	実装入 (ton)	実装当り電気容量 (KVA/ton)
3.0	2,000	4.0	500

また上記3ton炉に付帯する設備として、下記の機器を同時に導入する必要がある。

設備名	仕様
受電設備	4,000 KVA
集塵装置	400 m ³ /min、バグフィルタ
取鍋	5 ton
装入バケット	5 ton
取鍋乾燥炉	最高温度 1,200℃

4-2-2 鑄造方案および木型

(1) 鑄造方案および木型の近代化の目標

本近代化計画における鑄造方案および木型の任務は、以下が考えられる。

(a) 耐圧テストでの全数合格

水圧テストでの洩れの発生原因は、亀裂による場合を除いて、ひけ欠陥、すなわち収縮孔の発生によるものと考えられ、これは鑄造方案の改善によって防止できる。

(b) 鑄造方案の責任範囲の明確化

鑄造方案の責任範囲は、設計した方案図が実際の鑄型に再現されたことを確認することに加え、作業者の誤作業を防止する管理を行うことも含まれる。実際の管理には相当な困難があると思われるが、管理の責任を分割する方法（例えば立案と現場管理を区分するなど）で解決できると考えられる。

また、鑄鋼品の品質面では、耐圧テストあるいは非破壊検査合格までが、その責任範囲であることは勿論である。

(c) 鑄造方案設計理論の確立

鑄造方案の設計理論の水準を高度化して、その品質目標を、切削加工中のひけ欠陥の検出あるいは耐圧テスト合格の段階から、鑄鋼品の非破壊検査、特に放射線検査・浸透探傷検査に合格するレベルまで到達できるよう、計画的品質管理を実施する必要がある。このためには、現在各国で発表されている鑄鋼品の鑄造方案設計理論を学習して、南昌バルブ工場の鑄造方案設計基準を改訂する必要がある。特に、高級バルブ市場への参入のためには、鑄鋼品の品質に対する信頼性向上が最優先課題となるが、その中心的な生産技術が鑄造方案であることを認識することが重要である。

(d) 工場実験システムの確立

いかに理論的に優れた鑄造方案を設計したとしても、現実の工場で実際に鑄造してみないとその正しさを証明することはできない。そのためには、生産技術担当者が未標準

の鑄造方案を現場に指示し試作鑄造を行い、その結果を一定の様式にまとめて、科学的、系統的に分類整理し、理論と実際とを統合する工場実験システムを確立する必要がある。さらに、この鑄鋼品の良否の評価は、鑄鋼品全体の放射線検査によるか、一定の厚さでノコ切断し、その切断面を浸透探傷で検査する方法かのいずれかで行う必要がある。

また、通常の生産工程で生産される鑄鋼品の品質情報が、一定の周期で鑄造方案担当者に報告されるフィードバック体制を確立する必要もある。これは、この情報をもとにして、品質異常を正常にもどす是正処置を取るシステムを確立することが目的である。

(e) 造型および機械加工部門からの情報収集

造型および機械加工部門における実作業面で発生する問題点についても、当該部門から鑄造方案担当まで情報がフィードバックされ、改善処置が取られなければならない。

(2) 鑄造方案設計技術の向上計画

鑄造方案は、鑄型の構造について総合的に検討した結果が、作図で表わされたものである。しかし、その全体を本報告書にまとめることは困難であるので、鑄造方案の設計技術面の全般的事項については、別途文献を求めて参考とされるよう希望する。

これらの文献は、一般的な鑄鋼品を対象としているので、バルブ用素材の鑄鋼品としてはさらに技術的な追求が必要である。ここでは、その方向について、以下を提案する。

(a) 造型方法の決定

鑄造方案は、生型の機械造型を条件として立案する。この場合、鑄型の強度は他の造型方法に比べて低いので、鑄込による溶湯の衝撃緩和について、湯口、湯道の設計には特別の配慮を要する。

すなわち、

- (1) タテ湯道には、耐火煉瓦を全数使用する。
- (2) タテ湯道底には湯だまりを付ける。
- (3) ヨコ湯道は、上下に船底型にし、必要に応じて特に耐熱性の高いジルコンサンドを使用する。

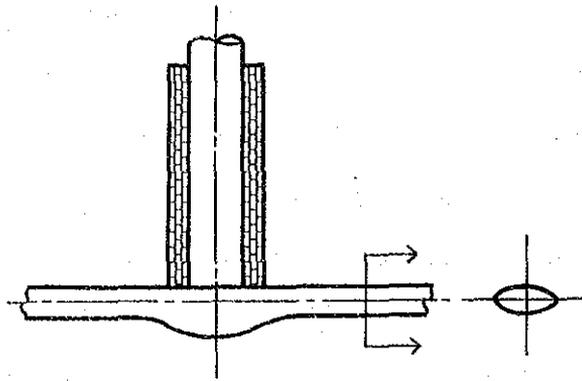


図4-2-2 船底型湯道形状

(4) 湯道系の全体を木型で作成し、造型・抜型のすべての鑄型が一度にでき上るよう模型を設計する。

(b) 押湯の決定

押湯は、耐圧性を保証する上で最も重要な要因である。押湯の決定については、次の事項を重点的に研究する必要がある。

(i) 押湯の型式は、原則として図4-2-3に示すような盲押湯とし、バルブ耐圧部の凝固が遅れる個所に直接接続し、溶鋼を供給できるよう計画する。

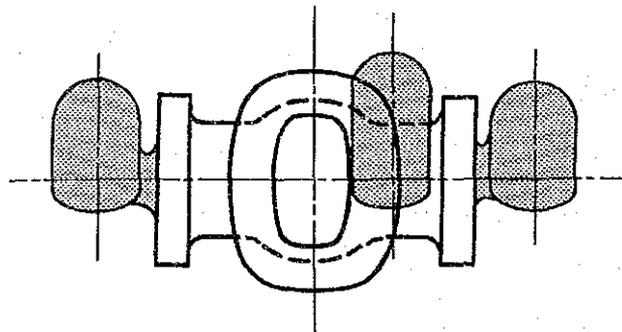
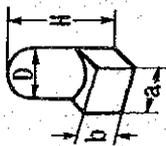


図4-2-3 盲押湯による鑄造方案

(ii) 盲押湯についての標準化を先ず行うことが必要である。参考までに、ウィリアム・コアをつけた盲押湯の標準を表4-2-3に示す。

表4-2-3 ウィリアム・コアをつけた盲押湯の標準



H=2D a=D b=0.615a

M f cm	D φ mm	b mm	H mm	V cm ³ l	W kg	下記収縮率(%)の場合に給湯可能な雑物の最大容積と最大重量											
						4%		5%		6%		7%					
						V cm ³ l	W kg	V cm ³ l	W kg	V cm ³ l	W kg	V cm ³ l	W kg				
1.1	53	33	106	190	1.29	475	3.71	343	2.70	256	2.00	190	1.48				
1.2	58	36	116	250	1.70	630	4.92	450	3.52	338	2.65	250	1.95				
1.3	63	39	126	315	2.16	790	6.18	565	4.40	425	3.30	315	2.45				
1.4	67	42	134	395	2.68	990	7.75	710	5.55	533	4.20	395	3.10				
1.5	72	45	144	485	3.30	1.2	9.40	870	6.80	655	5.10	485	3.80				
1.6	77	48	154	589	4.00	1.5	11.7	1.1	8.60	800	6.25	589	4.60				
1.7	81	50	162	700	4.75	1.8	14.0	1.3	10.0	950	7.40	700	5.48				
1.8	86	54	172	840	5.70	2.1	16.4	1.5	11.7	1.3	8.60	840	6.55				
1.9	91	57	182	980	6.65	2.5	19.5	1.8	14.1	1.6	10.0	980	7.65				
2.0	96	60	192	1.2	8.15	3.0	23.5	2.2	17.2	1.2	12.5	1.2	9.40				
2.2	106	66	212	1.5	10.2	3.8	29.8	2.7	21.0	0	15.6	1.5	11.7				
2.4	115	71	230	2.0	13.6	5.0	39.0	3.6	28.1	2.7	21.0	2.0	15.6				
2.6	125	78	250	2.7	18.3	6.8	53.0	4.9	38.2	3.6	28.0	2.7	21.0				
2.8	134	83	268	3.2	21.7	8.0	62.5	5.8	45.2	4.3	33.5	3.2	25.0				
3.0	144	90	288	3.9	26.5	9.8	76.5	7.0	54.8	5.3	44.5	3.9	30.5				
3.2	153	96	306	4.7	31.9	12	93.0	8.5	66.5	6.4	50.0	4.7	36.8				
3.4	163	102	326	5.7	38.8	14	109	10	78.0	7.7	60.0	5.7	44.5				
3.6	172	106	344	6.7	45.5	17	133	12	93.5	9.0	70.0	6.7	52.5				
3.8	182	113	364	7.9	53.7	20	156	14	109	11	85.0	7.9	61.5				
4.0	192	120	384	9.2	62.5	23	180	16	125	12	93.5	9.2	72.0				
4.25	203	126	406	11	74.6	28	218	20	156	15	117	11	86.0				
4.50	215	133	436	13.1	88.5	33	258	22	172	17	133	13	102				
4.75	226	140	452	15	102	38	296	27	210	20	156	15	117				
5.0	230	147	478	18	122	45	352	32	250	24	187	18	141				
5.25	250	155	500	21	143	53	413	38	296	28	218	21	164				
5.50	262	162	524	22	149	55	430	40	312	36	233	22	172				
5.75	275	170	550	27	183	68	530	49	382	42	281	27	210				
6.0	286	177	572	31	210	78	610	56	436	42	328	31	241				
6.25	300	185	600	35	238	88	690	63	492	47	368	35	273				
6.5	310	192	620	40	272	100	780	72	561	54	422	40	312				

(c) 押湯量の決定

種々の押湯決定法が発表されているが、バルブの鑄造方案設計には、ウォルドパー (Woldawer) の方法が適切であると考えられる。ウォルドパーの凝固理論とは、「鑄物の凝固時間は凝固係数 (モジュラス: 鑄物の体積/鑄物の有効表面積) の2乗に比例する」という理論である。

この方法は、鑄物を任意に分割して考え、各部分の凝固時間を凝固係数により推定し、この値が押湯に向かって適正な比率で増加して行くような方案を採用し、指向性凝固を確保して健全な鑄物を作ろうとするものである。そして、一般的には、鑄物の凝固係数が決定されると、それを1.2倍したものを押湯の係数としている。

この実際の適用については、文献を参照すると共に工場実験を行い、工場独自の押湯量計算基準を確立する必要がある。

(d) 冷し金、面棒、鑄ぐるみの活用

これらは、冷却補助材であるが、バルブ鑄鋼は耐圧容器であるという観点から、その使用には次のような利点と制約がある。

(i) 冷し金 (当て金) は、押湯の反対側の凝固を促進するので、指向性凝固を得るのに極めて有効であり、これを活用する。特に、大口径のバルブ鑄鋼について、押湯の供給範囲の拡大には効果的である。

冷し金の材質は軟鋼であり、使用前に表面に錆が発生しないよう造型、型合せ作業の管理が必要である。一般には、小型ドラム型のターンブラストによる事前処理を行う。

しかし、造型後にも錆が発生するので、鑄型の水分が多い乾燥型鑄型には使用できない。

(ii) 面棒は、一般的な鑄鋼鑄物に使用されているが、鑄込の途中で熱膨張によって変形するので、その効果は不安定である。また、砂かみ欠陥を誘発する恐れもあるので、バルブ鑄鋼では使用すべきではないと考えられる。

(iii) 鑄ぐるみは、局部的に発生する「ひけ果」を防止する効果がある。しかし、本質的には鑄ぐるみと溶湯が一体化せずに、鑄鋼品の内部に隙間が発生する恐れがある。鑄ぐるみの足が、鑄型の内外面のいずれかに必ず出るので、耐圧洩れの原因となる場合

が多い。したがって、バルブの耐圧部品には使用すべきでない。

しかし、鋳ぐるみを機械加工によって取り除く場合と、バルブの非耐圧部品の鋳鋼に対しては、押湯量と押湯の個数を減らす上で、鋳ぐるみを使用することによる効果大きい。

(e) 開放型押湯の鋳込後の保温

押湯上面に保温材を使用した場合、裸の場合に比べて、押湯の凝固時間は約2.5倍延びるといわれている。現在、当工場では、押湯頂部の保温材は使用されていないが、これは必ず使用すべきである。勿論、使用する場合は鋳造方案の設計変更が必要である。

(f) バルブ設計変更の提案

鋳鋼工場の任務は、バルブ設計図面に従って、欠陥がなく、図面通りの寸法で、設計の要求通りの材料強度の鋳鋼品を製造することである。

しかし、鋳鋼品の製造は、機械加工などと異なって、すべての品質特性を短時間に、しかも高温状態で作る作業であるので、技術的に解明されていない事項も多い。したがって、鋳鋼工場で良質の鋳鋼品を作るためには、他部門の協力を得ることが絶対に必要である。特に、設計部門がこれに協力する効果は大きい。例えば、設計部門が鋳造方案の問題点をよく理解して設計を改善した場合、押湯をつけなくても鋳鋼品に欠陥が出ない場合もある。

バルブ用鋳鋼品の品質を向上させ、または原価低減をはかるための設計変更の例としては、次のものがある。

(例-1)

出入口、上方のフランジから胴体に押湯を供給する場合、凝固方向を考えて肉厚に勾配をつける。この対策によって、耐圧胴体の健全性は著しく改善される。また、弁座部につけた押湯とフランジ部の押湯の供給範囲の分担を区分して、品質を安定させることも可能となる。

(例-2)

バルブの機能や機械加工、組立に影響しない範囲で、角度につけるRを大きくする。特に、鋳鋼品に亀裂が発生しやすい部分は、改正を検討しなければならない。例えば、仕切弁のディスクガイドの端面の長さ方向の胴体との接続部は、勾配とRを図4-2-4に示すような形にすることを検討すること。

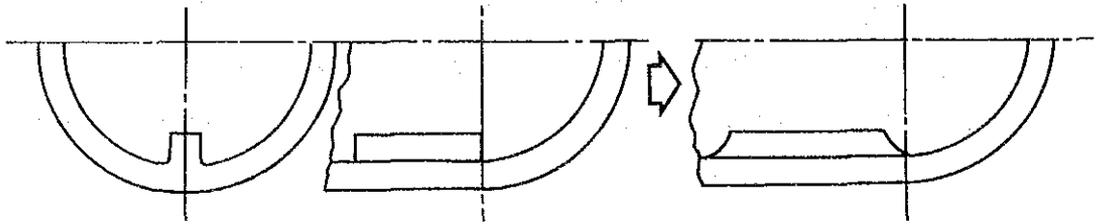


図4-2-4 設計変更によって熱間亀裂を防止する例

(例-3)

フレキシブルディスクの中間部分は鋳造で作るのを止めて、次図に示すように切削加工とする。これは、スリット加工専用機を導入すれば、無人加工が可能である。

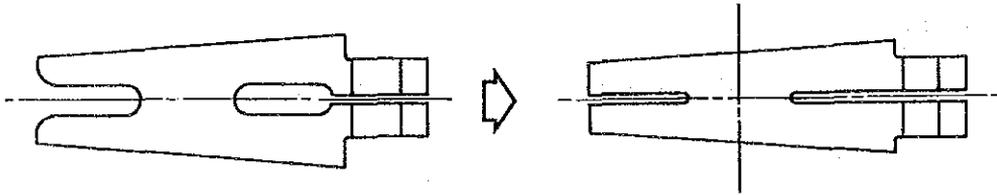


図4-2-5 フレキシブルディスク鋳鋼の改善

これらの設計部門と鋳造方案部門の協力体制は、鋳造方案部門が主体性をもって指導し、鋳造方案理論、凝固の機構を設計部門に十分理解させる必要がある。その上で、鋳造方案部門が、設計によって引き起こされる鋳造方案上の問題点を整理して、改善提案を行うべきである。

(g) 鑄造方案の設計手順

以上に述べた諸問題を検討して鑄造方案を設計する上で決定すべき要因と手順を図4-2-6に示す。

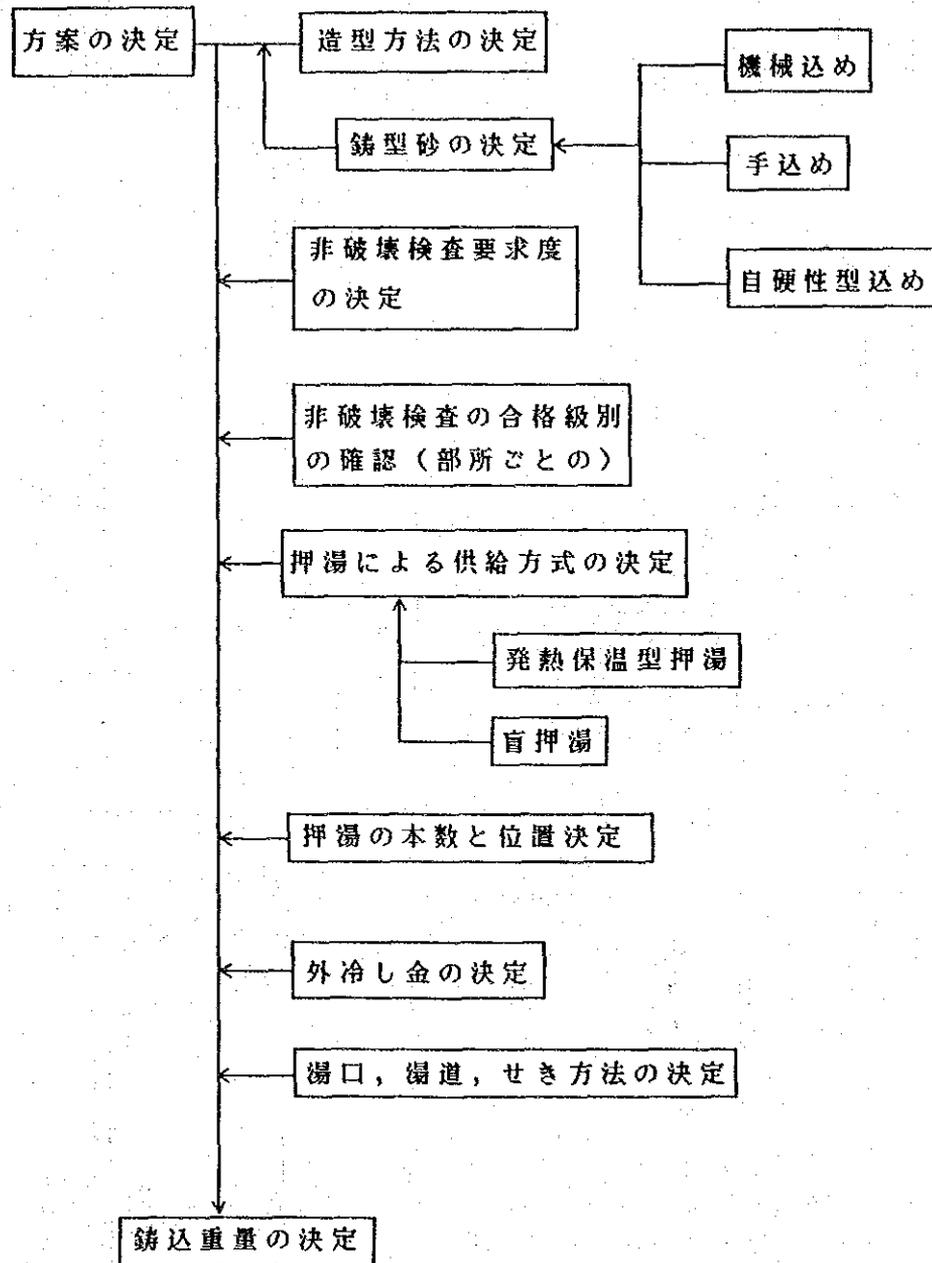


図4-2-6 鑄造方案の手順の系統図

参考までに、南昌バルブ工場が製造しているバルブの一つについて、上記の諸問題を改善した鑄造方案図の例を図4-2-7および4-2-8に示す。

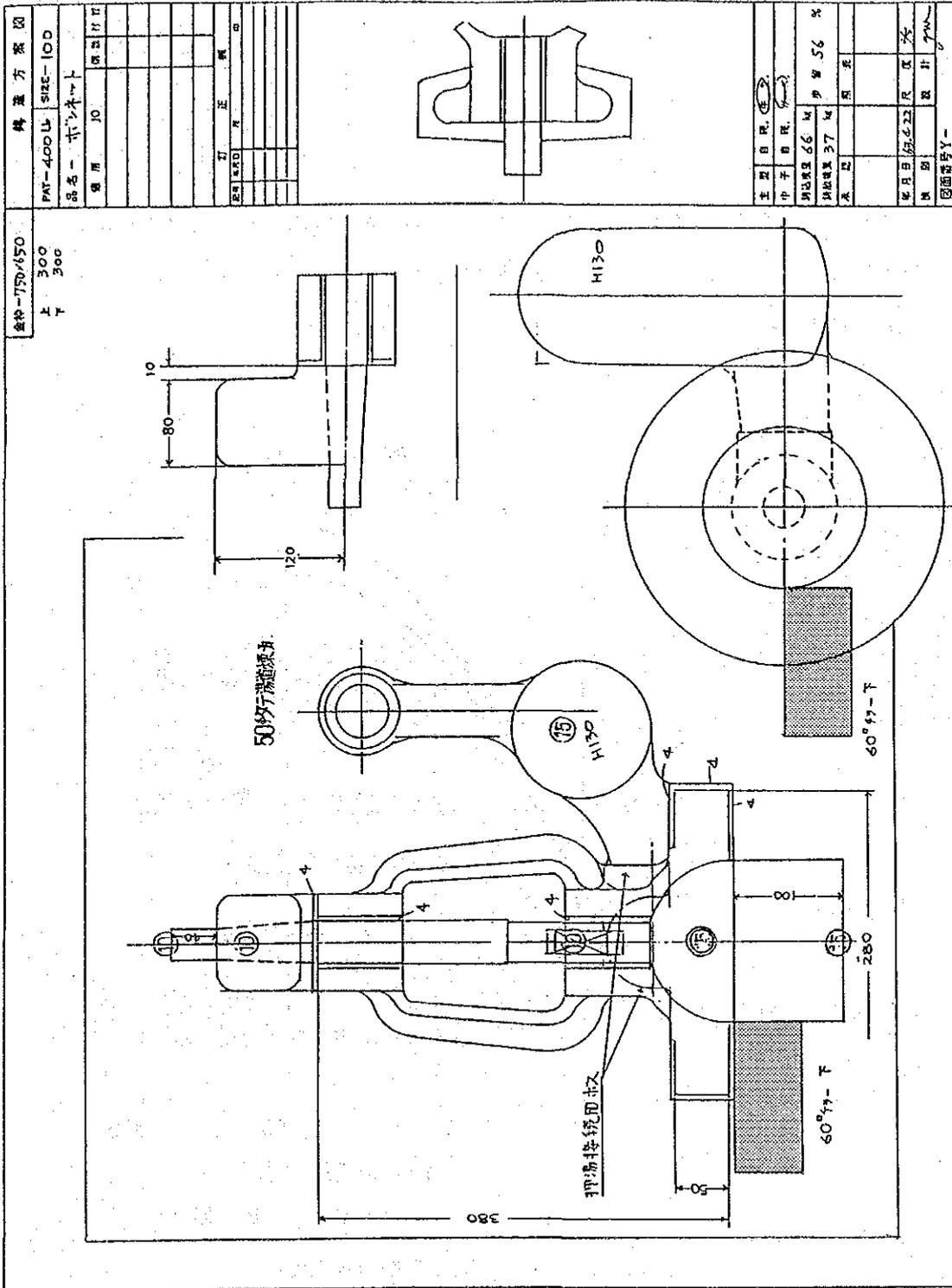


图 4-2-8 铸造方案图的一例 (ボネット)