

4-2-3 造型および鑄型材料

(1) 造型の種類

(a) 鑄型(母型) 造型方法の種類

鑄鋼の鑄型の製造方法については、近年多くの方法が開発され、実用化されている。日本において、一般的に使用されている造型方法とその特徴を示すと、図4-2-9のとおりとなる。

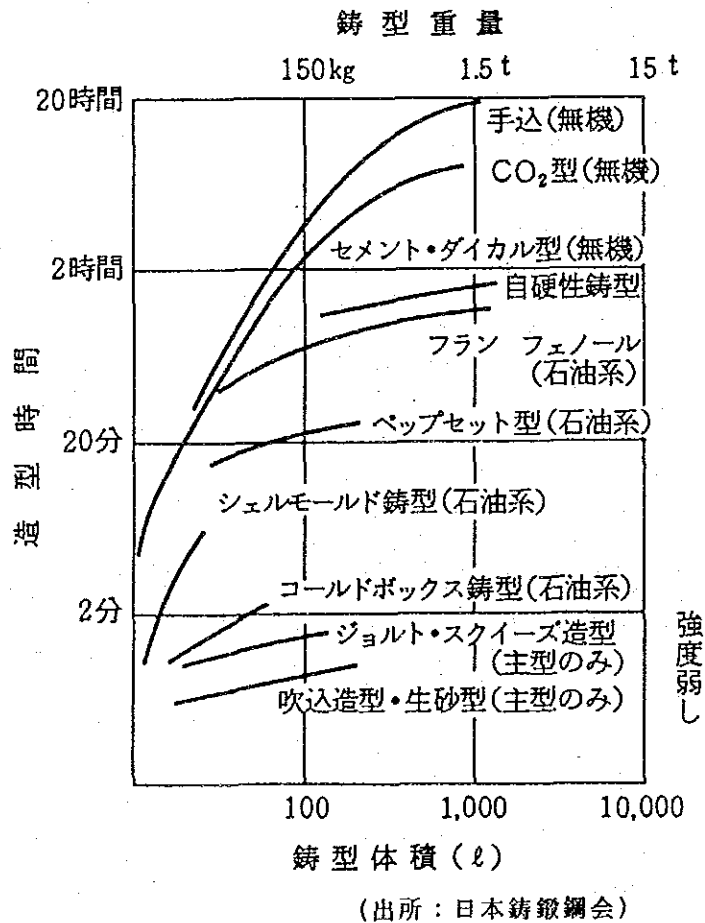


図4-2-9 鑄型種類の選定資料

(b) 中子造型方法の種類

中子造型方法については、日本では一般的に熱硬化性、自硬性、ガス硬化性の三種が使用されている。

これらにはそれぞれ特徴があり、選定の目安として、その比較を表4-2-4に示す。

表4-2-4 熱硬化性、自硬性、ガス硬化性鋳型の比較

項 目	熱硬化性鋳型	自 硬 性 鋳 型	ガス硬化性鋳型
硬化のためのエネルギー	熱エネルギー	不 要	硬化ガスが必要
硬化の速度	熱伝導により砂が加熱されて硬化開始	触媒の種類により可変	通ガスで迅速硬化
鋳型の材質	金 型	木型、樹脂型可	木型、樹脂型可
造型直後の鋳型	冷却後取扱う	鋳型は常温	鋳型は常温
金型の交換	予熱が必要	容 易	容 易
鋳型の変形	金型の熱変形、鋳型冷却時の変形あり	変形なし	変形なし
造型機の損傷耗	加熱部分大	少	少
排 ガ ス	造型、鋳込み時多い	左に同じ	左に同じ
将 来 性	漸 減	漸 増	急 増

(出所：日本鋳鍛鋼会)

(c) バルブ鋳型、中子の造型方法の選定条件

バルブ用鋳鋼品の造型方法を決定する上で、特に留意、検討すべき事項は、次のとおりである。

- ① 耐圧鋳鋼品であるので、鋳型材料を原因とする漏洩不具合が発生する危険性が少ない材料であること。すなわち、プロホール、ピンホールなどのガス欠陥が出ないこと。
- ② バルブ用鋳鋼品は、一般鋳鋼品に比べて鋳造方案が複雑であるが、その造型が可能であること。

- ③ 機械加工の合理化のために、寸法精度がよい造型法であること。
- ④ 砂かみ欠陥防止のために、高温強度のある材料であること。
- ⑤ 量産品の場合は、造型時間が短く、能率的な造型法であること。
- ⑥ 鑄出文字が必要であるので、鑄肌のきめが細かく、鑄肌が美しいこと。
- ⑦ 押湯の供給範囲拡大のため、冷し金の使用が可能であること。また、タテ湯道に耐火煉瓦の使用が可能であること。
- ⑧ 中子は、バルブ内面の砂おとし作業の能率化のため、崩壊性がよいこと。
- ⑨ 模型は木型で造型できること。
- ⑩ 母型は機械造型ができること。
- ⑪ 中国で生産または調達可能な原料砂および粘結材で造型できること。

(2) 南昌バルブ鑄鋼工場の造型条件の分析

(a) 標準金枠の提案

南昌バルブ工場の1990年における生産計画から、鑄鋼工場の造型生産計画を作成すると、表4-2-5のとおりである。

(i) 同表では、南昌バルブ工場の生産計画にもとづいて、バルブの圧力クラス、口径および部品名のそれぞれについて、本報告書4-2-2項(2)「鑄造方案設計技術の向上計画」で提案した盲押湯による鑄造方案を設計して、金枠の長さ(L)、巾(W)、深さ(D)を決定している。

(ii) この金枠寸法を、今後の南昌バルブ工場における標準金枠として採用されるよう提案するものである。これは、金枠の種類をできるだけ少なくし、他のバルブ部品にも利用できるよう配慮している。

(iii) 金枠は、2個を重ねて1組とするので、体積は $L \times W \times D \times 2$ となる。

表 4-2-5 南昌バルブ工場造型工場生産計画 (1990年)

代表製品 (弁種)	口径 (mm)	部品名 (注)	金枠寸法 (内側)			込合せ数 個	年間生産数 個	1日生産数 個	金枠体積 l/個	母型砂量 l/日	中子体積 l/個	中子砂量 l/日
			L (mm)	W (mm)	D (上下枠) (mm)							
741 H-25 (仕切弁)	50	Bo	700	550	250	1	14,923	50	113.75	5,887.5	3	150
"	"	Bn	750	650	300	2	"	25	146.25	3,656.25	0.1	2.5
"	"	D	550	500	200	4	"	12.5	65	812.5	0	0
"	100	Bo	900	800	300	1	6,447	22	216	4,752	11	242
"	"	Bn	750	650	300	1	"	22	146.25	3,217.5	3	66
"	"	D	650	500	200	4	"	5.5	65	357.5	0	0
"	150	Bo	1,000	850	350	1	4,776	16	297.5	4,768	27	432
"	"	Bn	750	650	300	1	"	16	146.25	2,340	8	128
"	"	D	750	650	300	4	"	4	146.25	585	0	0
"	200	Bo	1,150	1,050	400	1	1,924	7	483	3,381	54	378
"	"	Bn	1,000	850	350	1	"	7	297.5	2,086	8	56
"	"	D	750	650	300	2	"	3.5	146.25	511.875	0	0
"	250	Bo	1,400	1,200	450	1	991	4	756	3,024	92	368
"	"	Bn	1,000	850	350	1	"	4	297.5	1,192	21	84
"	"	D	1,000	850	350	4	"	1	297.5	298	0	0
"	300	Bo	1,400	1,200	450	1	288	1	756	756	135	135
"	"	Bn	1,150	1,050	400	1	"	1	483	483	33	33
"	"	D	1,000	850	350	2	"	0.5	297.5	149	0	0
"	400	Bo	1,650	1,400	550	1	255	1	1,270.5	1,270.5	271	271
"	"	Bn	1,400	1,200	450+130	1	"	1	756	974	68	68
"	"	D	1,000	850	350	1	"	1	297.5	298	0	0
J41H-40 (玉型弁)	65	Bo	700	650	250	1	4,600	36	113.75	4,095	3	5.4
"	"	Bn	750	650	300	2	"	18	146.25	2,628	0.3	0.3
"	"	D	700	650	250	1	2,070	32	113.75	3,640	3	96
J41W 16R (玉型弁)	"	Bo	750	650	300	2	"	16	146.25	2,336	0.3	4.8
"	"	Bn	700	650	250	1	1,546	5	113.75	568.75	3	15
H44H-25 (97トイ)	"	Bo	750	650	300	2	"	2.5	146.25	365	0.3	0.75
"	"	Bn	900	800	300	1	1,054	4	216	864	11	44
"	100	Bo	750	650	300	1	"	4	146.25	584	3	12
"	"	Bn	750	650	300	1	675	3	297.5	894	27	81
"	150	Bo	750	650	300	1	"	3	146.25	438	8	24
"	"	Bn	750	650	300	1	232	1	483	483	54	54
"	200	Bo	1,150	1,050	400	1	"	1	297.5	298	8	8
"	"	Bn	1,000	850	350	1	746	3	216	648	7	21
A47 H-25 (安全弁)	80	Bo	900	800	300	1	622	2	216	432	11	22
Q41 F 25 (切換弁)	100	Bo	900	800	300	1	"	"	"	"	"	"
合計									58,649.5			2,801

注) Bo: ボデー, Bn: ボンネット, D: ジスク

(b) 鑄 砂

鑄砂の購入に当たっては、6号珪砂を中心として次の粒度分布を購入条件とすべきである。(ただし、この改正は鑄型の砂配合の改善と平行して段階的に実施すべきで、一挙に行ってはいけない)

35 メッシュ	5 %
48 "	15 %
65 "	27 %
100 "	27 %
150 "	20 %
200 "	5 %
200 メッシュ以下	1 % 以下
含泥率	0.1 % 以下

微粒子化することにより、200メッシュ以下の微粉が増加せぬよう特に注意しなければならぬ。

(c) 鑄物砂の使用量計算

鑄鋼工場造型工程において使用する砂の量は、砂処理装置の供給能力算定のために必要であり、前記(a)で提案した標準金枠を基準とすると、次の表4-2-6のとおり算出される。

表 4-2-6 南昌パルプ工場の造型計画と鋳物砂使用量推定

金枠寸法 (内側)			内容積 (ℓ)	1日造型数 (個)	砂容量 (ℓ)
L (mm)	W (mm)	D (mm)			
700	650	250	113.75	123	13,991.25
900	800	300	216	31	6,696
1,000	850	350	297.5	33.5	9,966.25
1,150	1,050	400	483	9	4,347
1,400	1,200	450+130	756	6	4,536
1,650	1,400	550	1,270.5	1	1,270.5
750	650	300	146.25	114	16,672.5
650	500	200	65	18	1,170
合 計				335.5	58,649.5

(注) ・砂処理量 (裏砂) : $58,649.5 \ell \times 1.65 = 96.771 \text{ton}$

・ " (肌砂) : 裏砂処理量の20% = 19.354ton

・フラン (中子) : $1,904 \ell \times 1.65 = 3.141 \text{ton}$

・CO₂ (中子) : $899 \ell \times 1.65 = 1.48 \text{ton}$

・機械造型枠数 : 319.5 枠/日

・機械造型率 : 95.2%

・大枠フラン造型 : $11,461 \ell \times 1.65 = 18.910 \text{ton}$

(砂の比重は1.65とした)

(3) 造型方法の提案

前 4-2-3 項 (2) の造型条件の分析結果から、本近代化計画における造型方法を以下のとおり提案する。

母 型	口径 150mm 以下	生型の機械造型
	口径 200mm 以上	自硬性母型
中 子	中子容量 20ℓ 以下	CO ₂ プロセス
	中子容量 20ℓ 以上	フランプロセス

その目的とするところは、次のとおりである。

(1) 母型造型は、南昌バルブ工場の鋳鋼品が同一品くり返しの多量生産方式であることから、ジョルトスクイズ型の造型機によるものとした。この方式によると、

- ・生型造型方式となり、造型能率がよい。
- ・機械造型となるので、寸法精度がよく、寸法の安定性がよい。
- ・南昌バルブ工場の鋳物砂は珪石分の純度が高く、しかも粒形がよいので、生型でよい品質の鋳鋼が期待できる。
- ・生型は原価的にも、他の造型法に比べて最も安価である。

などの利点がある。

(2) 機械造型は、金枠が大きくなると設備費が非常に高くなる。したがって、本近代化計画では、製造数量の多い口径 150mm以下のボデーまでを機械造型とした。この金枠寸法は、長さ(1,000mm) × 巾(850mm) × 高さ(350mm) までである。

この機械造型設備は、一連のラインとして、次のような方式とする。

- ・機械造型には自動的に混練された肌砂および裏砂がベルトコンベアによって供給される。
- ・造型された鋳枠はローラーコンベアによって鋳込工程に送られる。
- ・鋳込後、冷却された鋳枠は解枠機で解枠される。
- ・解枠された砂は回収され、砂処理装置まで自動運搬されて処理され、裏砂として再使用される。

(3) 口径 200mm以上のバルブボデーは、金枠寸法が長さ(1,150mm) × 巾(1,050mm) × 深さ(400mm) であるので、機械造型でなく、自硬性鋳型によって造型する。この造型の鋳物砂はフラン樹脂によって硬化するように、自動混砂機によって供給される。金枠はローラーコンベアによって移動し、自動混砂機の下まで送られ、造型される。

フラン混合砂は、他の粘土系砂に比べ流動性と硬化性が非常によいので、簡単な空気工具で造型が可能であり、また鋳型は乾燥炉を必要とせず、造型後一時間で鋳込ができる。鋳込後、冷却された鋳枠は解枠機で解枠するが、解枠後の砂すなわち塊は粉砕機で粉砕し、再使用のため自動混砂機に回収する。

(4) 中子については、次のとおりとする。

- ・体積が20ℓ以下の小型の中子は、CO₂プロセスの手込めとする。

・体積が20ℓ以上の中・大型の中子は、フラン樹脂中子とする。この中子は、重量が大きくなるので、ローラーコンベアを設置し、型抜きする方式とする。

(4) 新造型工程のフロー

生型機械造型ライン（鑄込ラインを含む）、自動砂処理装置、中子造型装置、大物枠（フラン自硬性）造型装置を導入した場合の造型工程のフロー図は、次の図4-2-10のとおりである。

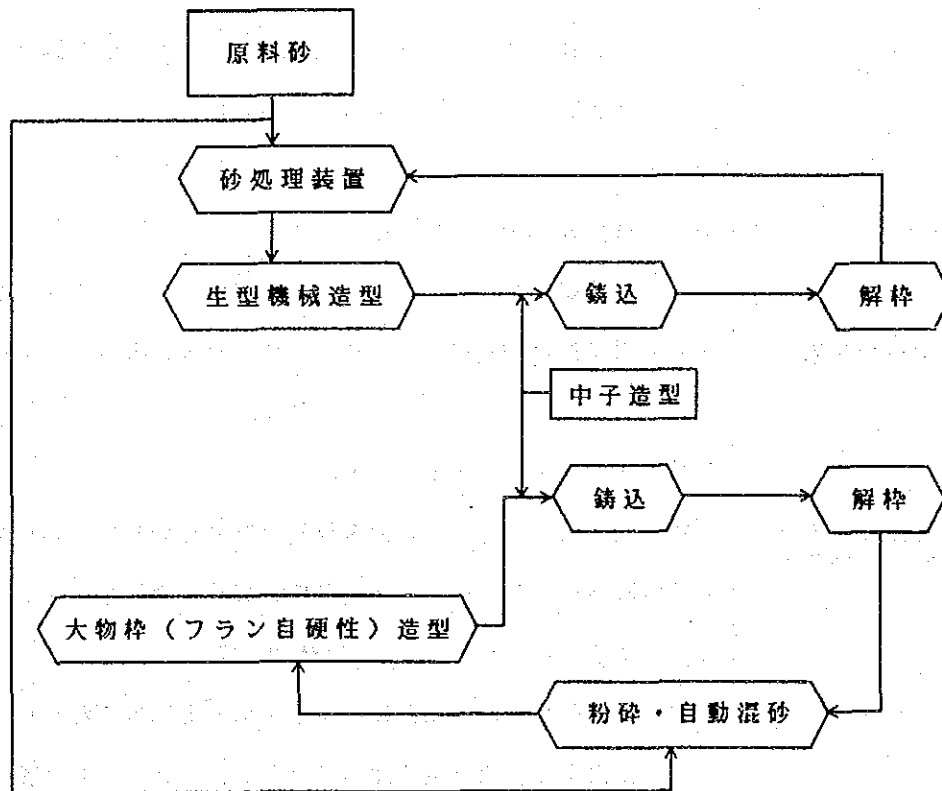


図4-2-10 鑄鋼工場新造型工程フロー図

(5) 設備の改善計画

造型方法の改善提案に伴い、南昌バルブ工場の造型工程に、次に示す設備を優先設備として導入するよう提案する。

設 備 名	主 な 仕 様
生型機械造型装置	最大金枠寸法：1,000L×850W×350H 造型方式：ジョルトスクイズドロウ方式 造型枠数：三交替操業で、1日の枠数は表4-2-6に示したとおり。
自動砂処理装置	生型肌砂：19ton/日、裏砂：粘土系 98ton/日 肌砂および裏砂はそれぞれ造型現場に運搬し、砂ホッパに入れる。 混砂機：肌砂＝シンプソン型 裏砂＝スピードマーラ型またはメーカーの推奨の方式 鋳型合せ装置（フリー機構を備えた装置） サンドカッタ装備 新砂、解砕砂のサンドビンをつける。 金枠の上下型のクランプ：ワンタッチでクランプできること。
中子造型装置	中、大物（体積20ℓ以上）：フランプロセス、床面ローラーコンベアで作業。 混砂：スクリュミキサによる。
大物枠（フラン自硬性）造型装置	口径 200mm以上の造型、最大金枠1,650L×1,400W× 550H を対象。 自硬性肌砂を連続ミキサーから受け、裏砂はフランユニットサンドによって造型し、ループラインを形成する。
鋳込ライン	生型機械造型装置から出た枠に中子を納め上下枠を合わせて鋳込ラインに搬出する。鋳込後冷却してからシェイクアウト（解砕）機にかける。このラインは、生型機械造型装置と一体のラインである。

(6) 生型砂配合基準作成のための工場実験の提案

- (i) 生型による機械造型は、品質および生産性の点から最も良い方法であるが、この生型に使用するベントナイトの産地によって、鋳型の「すくわれ欠陥」の発生の度合が大巾に変化する。したがって、中国各地のベントナイトを使用して「耐すくわれ性」の比較実験を工場で行うことを提案する。試験方法については、世界各国で通常採用されている

る「名工試式」（日本の名古屋工業試験所の試験方法）を採用することが望ましい。

(ii) 生型は、他の造型方法に比べてその原理は簡単であり、原価も安い。しかし、砂の配合においては、微妙な因子によってその性質が不安定になる場合が多い。この対策としては、工場実験の繰り返しと自動混練機（シンプソン型）の導入が考えられる。

ただし、世界の鉄鋼技術水準から考えて、ベントナイトの性質の安定化は難しい面もあると思われるが、やはり当工場の主造型としては生型によるのが最適であると考えられる。

4-2-4 鑄 込

(1) バルブ鉄鋼の鑄込作業の要点

(a) 鑄込温度の適正化

バルブ鉄鋼は耐圧性を最も重要視する。耐圧性を損う欠陥は、割れ、ピンホールなどのガス欠陥とひけ巣などの内部欠陥である。ガス欠陥は鑄込温度が低い場合、溶湯上面のスケールに起因して発生することが多い。また、ひけ巣についても鑄込温度が低い場合に、押湯の接続部が早い時期に凝固して計画的に押湯の供給が成立しない時に発生することが多い。さらに、鑄込温度が低い場合、湯じわの発生が多く、割れの原因となる恐れがある。

以上の状況から、鑄込温度は一定以上の高温で、鑄込完了時点では、鑄型の中で十分に液体としての流動性を持っていることが必要である。

一方、鑄込速度と鑄込温度とは、対応する関係にあり、鑄込速度が遅くなると、実質的に鑄型内の溶湯温度は低くなる。したがって、鑄型および鑄造方案で計画した通りの鉄鋼品を得ようとするならば、十分に高温（一般的には、1,670～1,700℃、出鋼時取鍋内を浸漬溶鋼温度計：イメージンパイロメータで測定する）の溶湯温度が必要である。

溶湯の温度を高くして流動性をよくすると、鑄肌も美しくなり、鑄出文字も正確に出るようになる。また、鑄型のガス抜き孔からガスもスムーズに抜ける。

(b) 湯口、湯道の強度の確保

しかし、鑄込温度のみを高くすればよい訳ではなく、鑄型、特に湯口、湯道の強度を確保する対策をも同時に採用しなければならない。湯口のワッパとタテ湯道は鑄込の途中で崩壊して砂かみ欠陥となる傾向があるので、造型工程では、これらを耐火煉瓦にしておくなどの対策を要する。

一方、湯道の断面形状も次図のように、熱衝撃に強い船底型湯道にしておくことが必要である。



船底型湯道は、上下がアーチ型であるので、矩形型湯道に比べると、熱衝撃だけでなく熱膨張に対しても強い。

(c) 押湯の保温

開放型押湯の上面には断熱材を十分に置いて、押湯上面からの熱損失を抑えて温度を高温に保ち、押湯の供給範囲を拡大する対策を併せて実施する必要がある。

(d) 溶湯の测温

鑄込作業においては、鑄込温度と鑄込速度が最も重要であるので、浸漬溶鋼温度計によって、厳密に测温することが必要である。

(2) 設備の近代化計画

鑄込工程は、溶解・造型との一連の工程であり、その主要設備も溶解・造型設備に連結している。したがって、鑄込設備の近代化については、4-2-1、4-2-3項で提案した設備近代化計画の提案に含まれている。

ところで、鑄鋼工場には、溶湯の测温設備である浸漬溶鋼温度計が、既に導入されている。しかし、この設備は使用に伴い高価な消耗部品（消耗型熱電対）が必要とされるため十分に利用されていないが、鑄鋼品の品質向上のためには積極的に使用されなければならない。これによりその費用を補って余りある有形無形の利益がもたらされるものである。

4-2-5 解棒、砂おとし、切断、ガウジング

(1) 解棒

铸込後の解棒は、铸型内で铸物が十分に冷却された後、できるだけ早く行うことが経済的である。解棒作業は、労働条件や労働環境を改善するために機械化する必要がある。

本近代化計画における解棒の機械化は、小型と大型の铸型に区分して、小型は油圧によるパンチアウトと、振動によるシェイクアウトマシンの組合わせで解棒するが、大型の解棒は、独立したシェイクアウトマシンで行う。いずれの場合も、解棒によって発生する粉塵は集塵装置を設置して除去する。

(2) 砂おとし

砂おとしの目的は、铸鋼品の内外面に付着している铸物砂を完全に取り除くことである。国家標準GB979-67「炭素鋼铸鋼の分類および技術条件」では、II-8項において、母型砂と中子砂の完全なる除去を規定している。

铸鋼の砂おとしは、人力によると相当な重労働となり、硅砂の粉塵による塵肺の職業病も予想されるので、集塵装置付きのショットブラストによる砂おとしが一般的である。

本近代化計画における砂おとしの機械化には、ハンガータイプのショットブラストの導入を計画している。またショットブラスト装置には砂とショットを分離するセパレータが付属しているが、これを利用することによって、铸物砂を回収することができる。

本近代化計画の設備計画では、砂の回収による経済性の向上と、労働環境の改善の両方の目的から、砂回収装置の導入も同時に計画している。

(3) 切断

铸鋼品の砂おとし後の押湯、湯道、ガス抜きなどの切断は、酸素アセチレンガス切断機で手動で切断されるのが一般的である。押湯の下部の断面をしぼった仕切り板で、折って取り除くノックオフ型の押湯も考えられるが、バルブ铸鋼の場合、铸鋼品の外面が曲面であるために、このノックオフ（打ち折り押湯）の採用はむづかしい。

4-2-6 熱処理およびショットブラスト

(1) 熱処理

鑄鋼品の機械的強度は溶解で決定される鑄鋼の化学的成分と、その後の熱処理によって決定される。バルブ鑄鋼品の耐圧性は、この機械的強度によって保証されているので、熱処理は、溶解と共に最重要工程の一つである。

(a) 熱処理の近代化の方向

熱処理工程の近代化のためには、次の3項目を達成する必要がある。

(i) 熱処理標準の確立

熱処理の条件、方法は、国家標準GB 979-67「炭素鋼鑄鋼の分類および技術条件」に規定されており、この規定に基づいた熱処理が行われなければならない。

熱処理としては、鑄鋼品の拡散焼鈍もさることながら、溶接に伴う応力発生に対する応力除去焼鈍も必要であり、その他にも焼準および焼戻し、さらには将来的に溶体化処理（ステンレン鑄鋼品）も必要となる。

これらの熱処理工程での作業結果が鑄鋼品の品質に大きく影響するので、作業基準および熱処理炉操業基準などの標準化を推進する必要がある。

(ii) 熱処理炉の性能向上

熱処理炉が所定の機能を果たすためには、炉内温度分布が国際的に通用している規格（例えば、日本熱処理工業会が制定している有効加熱帯の検定）に合格することが必要である。

炉内の温度分布は、熱処理標準の指定温度に対し炉内全体が $\pm 25^{\circ}\text{C}$ の範囲内であることが必要条件である。また、このような温度条件を満足するような炉の運転は、手動操作では難しいので、自動制御による運転とならざるを得ない。したがって、この運転条件を実現するためのエネルギー源としては、電気、ガス、石油などが適しており、石炭（塊炭）は不適である。

(iii) 計測器の精度管理

熱処理炉の温度測定に使用される熱電対は、使用に伴って誤差が発生するのが普通である。したがって、定期的に自社内または社外の専門機関によって校正することが

必要である。

(b) 新鋭熱処理炉導入の提案

(i) 現在、南昌バルブ工場に設置されている熱処理炉では、熱処理温度の精度要求に対応できないと判断され、新鋭熱処理炉の導入を提案する。

最近の熱処理炉は、炉体が耐火煉瓦ではなく、セラミックファイバーが使用されており、熱効率、均熱性が改善されている。したがって、計画する熱処理炉としてセラミックファイバー炉を検討することが望ましい。

(ii) 本近代化計画においては、バルブ用鋳鋼品の生産量の拡大も考慮し、次の仕様の熱処理炉を提案する。

設備名	使用目的および仕様	基数
熱処理炉	熱処理用、台車式12ton、軽油焼き、2,500mm×2,000mm×5,000mm	2

(2) ショットブラスト

(a) ショットブラストの必要性

高温で熱処理を行うと内外面に酸化スケールが付着するが、国家標準GB 979-67には、このスケールの付着を取り除くことが規定されている。バルブの場合、完成後に付着スケールが脱落して弁座にかみこみ、その結果弁座を損傷することがあるので、スケールの除去は厳密に行う必要がある。また必要に応じて内面専用ショットブラスト設備の設置が必要である。

(b) ショットブラスト導入の提案

本近代化計画では、外面のショットブラストについては、次に示すハンガータイプのショットブラストの導入を計画するよう提案する。これは、前4-2-5項で提案した鋳砂おとし用とは別途に導入することが必要である。

また、内面ショットブラストについては、ハンガータイプの実績をみた上で、将来増設を検討することとする。

中古ノギスを利用
寸法は参考寸法（一例）

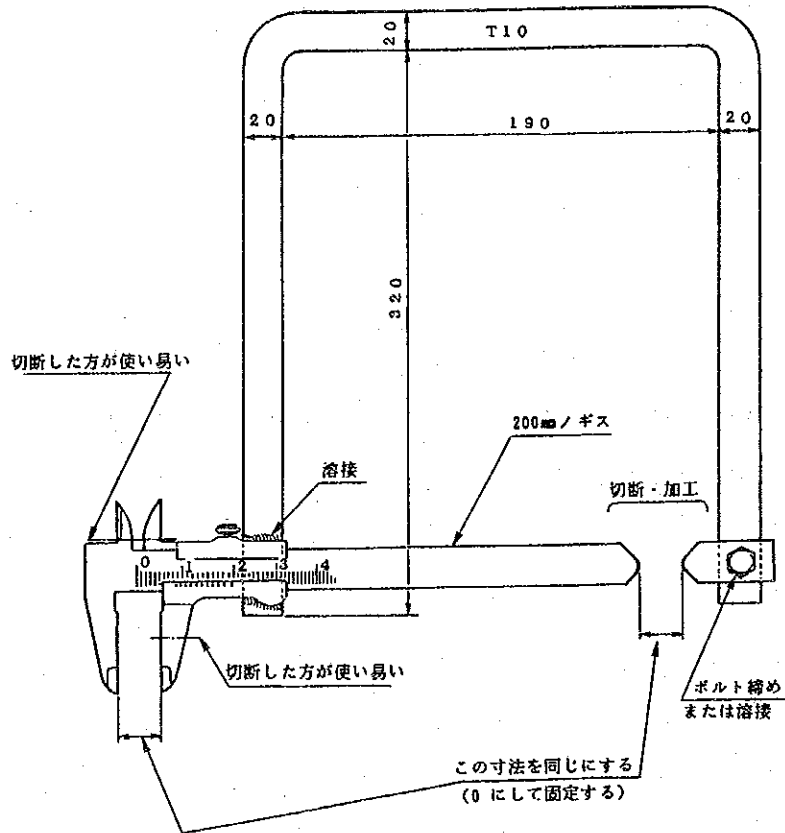


図 4 - 2 - 11 ノギス式肉厚測定器

(c) 材料検査

材料検査は、個々の製品について検査するのではなく、鑄鋼品の検査を管理するスタッフ部門によって実施される検査である。材料検査は次の手順によって行わなければならない。

- ① 電弧炉で溶解した順に溶解番号を付けることを社内規格で決定すること。（溶解番号の対応英語はHeat Numberである。）
- ② 溶解工場の取鍋内出鋼成分の分析値は、溶解番号順に検査スタッフに報告されること。検査スタッフは、国家標準GB979-67規格および将来制定されるであろうところの南昌バルブ工場の社内規格に対比して、化学成分の合格証明書を鑄鋼工場長に対して発行する。

- ③ すべての溶解について、試験材を鋳込む。
- ④ 試験材は、同一溶解番号で鋳込まれた鋳鋼品と同時に熱処理し、その記録は検査スタッフに報告されること。
- ⑤ 試験材は、すべて国家標準に合わせて機械加工し、検査スタッフが、引張り試験を行う。検査スタッフは、この機械試験結果と②の化学成分の報告書を併せて、材料試験成績書を作成発行する。この材料試験に合格した鋳鋼によるバルブ素材が完成し、鋳鋼品が完成した時に検査員が鋳鋼品に溶解番号を打刻する。なお、この打刻は、国家標準 G B 979-67 および各種国際的規格で一律に要求されている重要事項である。

(d) 非破壊検査

非破壊検査は、上記の外観、寸法、材料検査と基本的に異なり、材料の内部欠陥を検査して、材料全体の信頼性を評価する検査であり、検査コストも大きなものとなる。したがって、非破壊検査の実施の有無は、バルブ自体の用途および必要とする信頼性の程度によって異なるので、客先要求または設計基準、国家標準などによってそれぞれ決定するのが普通である。

国家標準 G B 979-67、バルブ製造に係る国家規格 J B 790-65 および G B 4981-85「工業用バルブの圧力試験標準」においては、この非破壊検査の要求は規定されていない。しかし、国際的な標準、規格においては、バルブの使用圧力が高い場合や原子力発電所用などの高い信頼性が要求される場合には、バルブの主要部品の非破壊検査の実施とその合否の判定基準が規定されている。

南昌バルブ工場では、今後の製品開発の目標として、現在よりもさらに高圧、大口徑、高付加価値のバルブの製造を指向しているので、この目的達成のためには、非破壊検査の導入は必要であると考えられる。また非破壊検査は、単に製品の品質保証の面のみでなく、工場内での生産技術水準の向上のための技術評価の手段として活用すると、非常に有効なものとなる。例えば、溶解標準の確立、鋳造方案設計基準の確立、造型材料の基準制定、溶接作業標準の制定について決定的な評価が可能となる。

今後南昌バルブ工場が導入を計画すべき非破壊検査の種類と目的は、次表のように示される。

表 4 - 2 - 7 非破壊検査の種類と目的

非破壊検査の種類	使 用 目 的	
	製品品質保証	生産技術向上
放射線検査	○	○
磁粉探傷検査	○	○
浸透探傷検査		○
超音波検査		○

(2) 検査設備導入の提案

本近代化計画において、導入すべき非破壊検査項目につき、次の優先順位で設備計画に組み込むことを提案する。

順 位	検査項目	設 備 の 主 な 仕 様
①	浸透探傷検査	設備投資は要しない。
②	放射線検査	ガンマー線検査で線源として、Co-60; 5 キュリー、Ir192; 5 キュリー 各1台、自動現像装置を含む。
③	磁粉探傷検査	直流 DC 6,000A、プロッド式、磁粉撒布器を含む。
④	超音波探傷検査	1 Mヘルツ～5 Mヘルツ、Aスコープ。

浸透探傷検査は設備投資を伴うものではなく、鋳鋼品の表面欠陥、溶接部の表面欠陥、機械加工後の表面欠陥の検査に有効であり、早急に導入することが望ましい。

その他の検査については、本近代化計画によって鋳鋼品の表面処理がある程度改善された後でないと、導入しても有効に活用できない。

非破壊検査については、現在南昌バルブ工場が基準としている国家標準 GB 979-67などに規定されてなく、さらに現在の南昌バルブ工場製品の顧客からの要求事項ともなっていない。したがって、前表②～④の非破壊検査は、製品の高級化をはかる時点で導入することを提案する。

4-2-8 溶接補修および研磨

(1) 鋳鋼品の欠陥除去と溶接補修

外観検査によって不合格となった鋳鋼品は、溶接補修によって合格品とすることができ
る。一般に、鋳鋼品は他の鋳造品と異なり、種々の要因から無欠陥で鋳造品を製造するこ
とが、実際問題として不可能に近い。

しかし幸にして、鋳鋼品は電気溶接が可能であるので、これによって欠陥を補修し、一
定の品質以上にそろえることが可能である。

(2) 欠陥除去

鋳鋼品の欠陥箇所については、溶接補修の実施に先立って、その欠陥部位を完全に除去
する必要がある。欠陥部位は、クガネとエアハンマによって除く方法もあるが、最近では、
アークエアガウジングによる方法が能率的で広く採用されている。

欠陥除去の確認は、欠陥を発見した方法で再検査することが原則である。例えば、肉眼
検査で検出した欠陥除去の完了は、肉眼で確認する。非破壊検査で不合格欠陥と判定した
場合は、同じ非破壊検査で欠陥除去の完了確認をする必要がある。

(3) 溶接前の開先処理

アークエアガウジングで処理した切削面には、一般に酸化スケールが付着している。ま
た炭素電極でガウジングするので、その切削面が加炭されていることも考えられる。した
がって、溶接補修に先立って、酸化スケールおよび加炭面をグラインダによって研磨除去
することが理論的には必要とされている。

しかし、実際面では、これらの層の深さは 0.1~0.2 mm であるので、ガウジング面を直
接溶接しても十分に溶け込みが得られ、金属材料としての異常やこれに関係する欠陥は検
出されることはない。

これらの欠陥除去要領と、金属材料の組織と欠陥との関係は工場実験によって確認して
記録として残し、欠陥除去作業要領の裏付資料として活用することが望ましい。

(4) 溶接補修

溶接補修は、他の溶接と同様に特殊工程として次の4項目を管理しないと、品質上致命的な問題が発生することがあるので、厳格な管理が必要である。

(a) 作業手順が成文化され標準化されており、この手順どおりに作業が実施され管理されていること；

溶接作業手順には溶接の品質に関係するすべての条件が規定されていることが必要であり、その規定項目には、例えば、鋳鋼の材質ごとの溶接棒の種類、溶接棒の径ごとの電流量・予熱および後熱条件、溶接棒の保管管理の必要条件などが含まれる。

そして、一定以上の溶接技能を証明された溶接士が、溶接作業手順どおりに溶接することにより、常に一定の品質の溶接ができていることが保証される必要がある。

(b) 溶接作業者は計画的に教育訓練され、その技能が維持されるような体制があること；

溶接技能の教育訓練と資格付けは、国家標準に規定されている。ただし、資格付けされた溶接技能者の技術が、時間の経過と共に低下せず維持されている事を保証することも必要で、社内的には、このシステムの制定が必要である。

(c) 溶接の設備および工具、計器類は常に保全されて、常に一定の機能を有していること；

溶接の設備管理は一般的な設備保全と同程度でよいが、特に溶接機の場合、溶接機の二次側の電流・電圧の実際値と、計器の表示値との信頼性を維持管理することが重要である。

(d) 作業結果は記録され、将来、作業上の問題が発生または予想された時、これらの記録によって作業条件の問題点が明確になること；

溶接の作業記録については、溶接作業手順書に指示された事項に関して、実際の数値を記録に残すことが必要である。ただし、個々の製品別の製造番号と溶接番号がこの記録において識別されないと、この溶接記録の意味が無くなって来る。

この製品の識別管理は、単に溶接補修作業のみに関する問題ではなく、すべての特殊工程と完成検査記録には必要なことであり、南昌パルプ工場の製品の品質保証体制

の基本的課題である。

これを全面的に実施することは、記録を残していない現在に比べると多大な工数を要するが、将来高級バルブを製造しようとするならばこの識別管理は是非実施しなければならない必要条件である。

(5) 溶接補修後の処理

(a) 溶接面処理と検査

溶接手順書によって補修溶接を完了した個所には、一般に溶接ビードが残されており、国際的基準ではこのビードを取除くこととなっている。これには、グラインダによる研磨またはアーケアガウジングによるビード除去方法が採用される。ただし、アンダーカット、プロホール、スラグ巻込などの溶接欠陥が発生し、溶接補修個所にこれらが残存することは許されない。

溶接補修個所についても、当初の検査と同一方法によって溶接欠陥に関する検査をし、不合格欠陥の無いことを確認することが必要である。

(b) 応力除去焼鈍

一般に溶接補修を行うと、溶接による残留応力が残るとともに溶接による急速な温度変化によって、局部的に硬化が起こっている。したがって、次工程の切削加工と組立工程において問題が発生しないように、応力除去焼鈍を行う必要がある。熱処理温度は、炭素鋼については 650℃、CrMo系特殊鋼については 700℃程度で、いずれも炉冷されるのが標準である。

この熱処理を行う場合、材料試験用の試験材についても、同一溶解・铸込みの铸鋼品と共に同一熱処理を行うことが原則であり、試験材もこの2回の熱処理（铸鋼の高温拡散焼鈍と溶接後の歪取焼鈍）を完了した後に機械加工をして材料試験を行う。

溶接補修およびその後の処理を行った铸鋼品は、ショットブラストによって表面を清浄にして、加工工程に移される。この間に、必要に応じて内外面のグラインダ研磨を実施する。

(6) グライндаによる研磨

一般のバルブ鋳鋼品は、正常な鋳肌面であればそのまま完成バルブとなる。しかし、補修溶接、押湯、湯道の除去跡の処理が不十分であると、鋳鋼品の内外面に凸凹個所が発生するので、これらの個所をグライндаによって処理することが必要である。

グライндаとしては、一般には手持式のエアグライндаが用いられる。しかし、エアグライндаは研磨の負荷を大きくすると、砥石の回転数が落ちて能率が低下する。そのために、バルブ用の研磨には通常高周波グライндаが用いられる。これは、基本的には誘導電動機のモータに直結した手動グライндаであるが、電源は 300ヘルツの発電機から供給される。このグライндаを用いると、高負荷の荷重を砥石にかけても砥石は強力に回転し、高能率で研磨することが可能となる。

(7) 溶接および研磨設備導入の提案

本近代化計画における溶接設備の導入については、4-4-5項「溶接の品質向上」において提案する。

研磨工程の工具としては、下記仕様の高周波グライндаの導入を提案する。しかし、火力発電用高温高圧バルブ、原子力発電用バルブなどの高級バルブ用鋳鋼品については、内外面の平滑性が要求される。したがって、将来方向としては、バルブ用鋳鋼品専用の研磨ロボットを導入することが望ましい。

設備名	使用目的および主な仕様	台数
高周波グライнда	鋳肌研磨用、(300ヘルツ、20KVA のジェネレイト付)	6

(2) 検査方式

「次工程はお客と同じであり不良品を流してはいけない」という思想が徹底し定着すれば、合格品だけが搬入されることになる。

このような状態になっても、無検査で済むということではない。このような場合は抜き取り検査を行うことが望ましいし、能率的である。

一連の受入検査業務を図に示すと、次のとおりである。

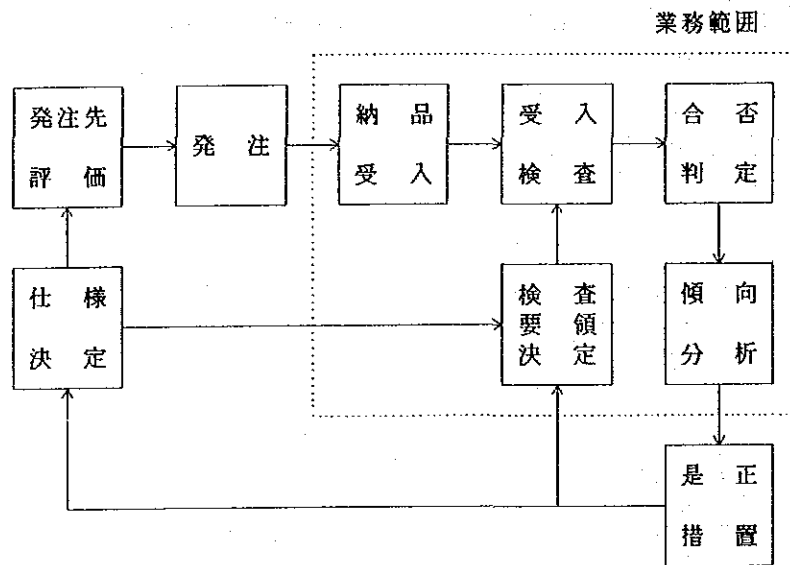


図4-2-13 受入検査業務サイクル図

(3) 検査記録

各部品ごとに、検査方式、検査項目、使用計測機器および使用図書などを記した検査記録が作成され保管されるべきであり、この中には、検査作業員および責任者（課長、副課長等）のサイン欄が設けられていることが必要である。

検査記録を作成する目的は、責任ある検査をして合格品を次工程に送る証しのためであり、将来不具合事項が発生した場合の追跡調査のための資料とするためのものである。

(4) 良品、不良品の区別と置場

良品（合格品）のみを加工工場に搬入するという原則に従えば不良品の置場は必要ないはずであるが、現実には良品のみが搬入されてくるとは限らない。このような場合、良品の中に不良品、不具合品が混入しないように隔離し明確に区分しておくことが必要となる。

大物については、区画した場所に1個ごとに置くことにして、小物については容器を準備し「不具合品容器」などの表示をして、誰もが一目見てわかるようにしておくことが必要である。

(5) 職場環境

作業者が近接でき、フォークリフトなどの運搬車が自由かつ円滑に行動できる安全通路と床面を舗装整備することが必要である。また物が水平かつ安定に保持できる床面の確保が必要である。さらに、工場内では図書類の数字、文字および計測器の目盛りが判読できる明るさが必要である。

(6) 導入設備

近代化のために導入する設備は4-3-6項「運搬管理」に示す。

4-2-10 切削加工

(1) 機械設備の配置

第1 機械工場

A棟からB棟にわたってボデーの流れを中心にして加工し、周辺のC、D棟からボデー以外の部品を加工して供給し、組立場で集めて組立て、検査を行うという作業工程に対する各機械の配置は、概ね良好であると考えられる。

第2 機械工場

素材の加工は東側から西側に流れ、組立場で集約される配置となっているが、工程の流れの始点である東側出入口扉が完全に閉塞されており、北側出入口から、加工品および素材を出し入れしているのは無駄があると考えられる。東側出入口を生かし有効に使用すべきである。

(2) 作業床面と安全通路

各作業床面はすべて完全に舗装し、さらに各棟中央部および棟間の連絡通路として安全通路（巾約2 m～3 m）を設置することが必要である。床面を完全に舗装することと安全通路を確保することにより、次の効果が得られる。

- (1) 整理、整頓、清掃、清潔の実施が可能となり、これらの習慣が定着する。
- (2) 作業職場が広くなり、占有面積の有効利用がはかれる。
- (3) 運搬車の順路が確保でき、品物の置き場所が明確になる。
- (4) 部品ごと、加工程度ごと、発送先きごと、品質水準ごとなど、それぞれの目的によって場所が決定され分類整理が可能となる。
- (5) 良、不良品の混入がなくなる。
- (6) 乱雑な状態が目立つようになるので、4 Sが自然と身につく実践にうつれる雰囲気が出てくる。
- (7) 粉塵の発生がなくなり、発塵の防止策が容易にでき、目に対する異物混入が減少する。
- (8) 品物の置き方が安定し、場合によっては立体的整頓が可能となる。
- (9) 不要品が目立つので、その整理ができる。
- (10) 足元が良くなるために、つまずき、転倒などの労働災害が減少する。
- (11) 床上操作式起重機の運転が、安全かつ確実にできるようになる。

(3) 機械設備の保守保全と点検

機械設備の保守管理の目的は、予め計画された時期に、必要事項を点検調査して部品の手直しと取替えを行って、突発的事故が発生することによる生産、品質、安全に関する経済的損失を未然に防止して、工場運営を安定かつ健全に維持して行くことにある。

このような目的を達成するために、次の事項を実行する必要がある。

- (1) 機械設備の保守保全は長期的な計画に基づいて実施する。このため機械の重要度、使用頻度、故障頻度、消耗部品の使用率などを考慮して、年間計画（必要に応じて1～3年）を立案する。
- (2) (1)項で立てた計画にしたがって、計画的に実施する。

- (3) 実施期間中に計画どおり正確に完了するためには、事前準備を完全にし、予想取替部品、油などの消耗品は前もって準備しておく必要がある。
- (4) 保守点検状況については、詳細に記録し、それを次期の保守点検に活用する。
- (5) 日常の取扱い上に問題がある場合は、その職場の責任者および取扱者に十分説明し、必要に応じて教育をする。これらの教育記録についても、記録に残しておく。
- (6) 故障を未然に発見して処置するために、日常の機械使用前後の点検、および正規運転前のならし運転（無負荷）を行うことが必要である。各機械設備ごとの点検項目については、各機械設備に表示するか、必要に応じてそれらの項目を記載した点検シートによることも有効である。
- (7) 日常点検に加え、週間点検、月例点検を実施することも必要である。

(4) 機械設備の稼働率の向上

生産性をあげるための一つの重要な要素は、機械設備の稼働時間を多くすることである。それには、次の事項を実施しなければならない。

- (1) 機械設備の突発的事故をなくす。
- (2) 量産品に関しては、治具を導入して、段取り時間（チャッキングおよび芯出し時間）を短くする。必要に応じて、機械稼働中に同時作業のできる外段取り治具を採用する。
- (3) バイトの研磨時間、取付時間を短縮する。
- (4) 作業者が「機械を離れない」、「機械を停めて私語をしない」ようなモラル向上を指導する。
- (5) 外的要素が大きいと思われるが、停電の発生頻度は減少されなければならない。

(5) 治工具類の採用

南昌バルブ工場は、少品種多量生産型工場であるので、取付治具の採用によって、生産性を向上させる必要がある。

芯出しの作業時間を短縮し取付の手間を少なくするためには、あらかじめ取付治具を機械に取付けておき、加工部品のみを取付け取外す内段取り治具と、取付治具に加工部

品を組合せ取付けたものを機械に取付ける外段取り治具がある。

図4-2-14および4-2-15に示す取付治具は、ボデーの三面フランジを同時加工するための、外段取り取付治具の例である。

その手順としては、

- ・取付治具を定盤の上にセットし、それに切削しようとするボデーの素材を取付け、芯出しまでを行う。
- ・ボデーの芯出しは、ボデー素材の内径で行い、ボデー受け台調整ねじで高さ調整をし、上部の締付ボルトでボデーを固定する。
- ・外段りでボデーを取付けた取付治具をそのままテーブルにのせ、位置合わせした後、後にテーブルに締付け加工を開始する。

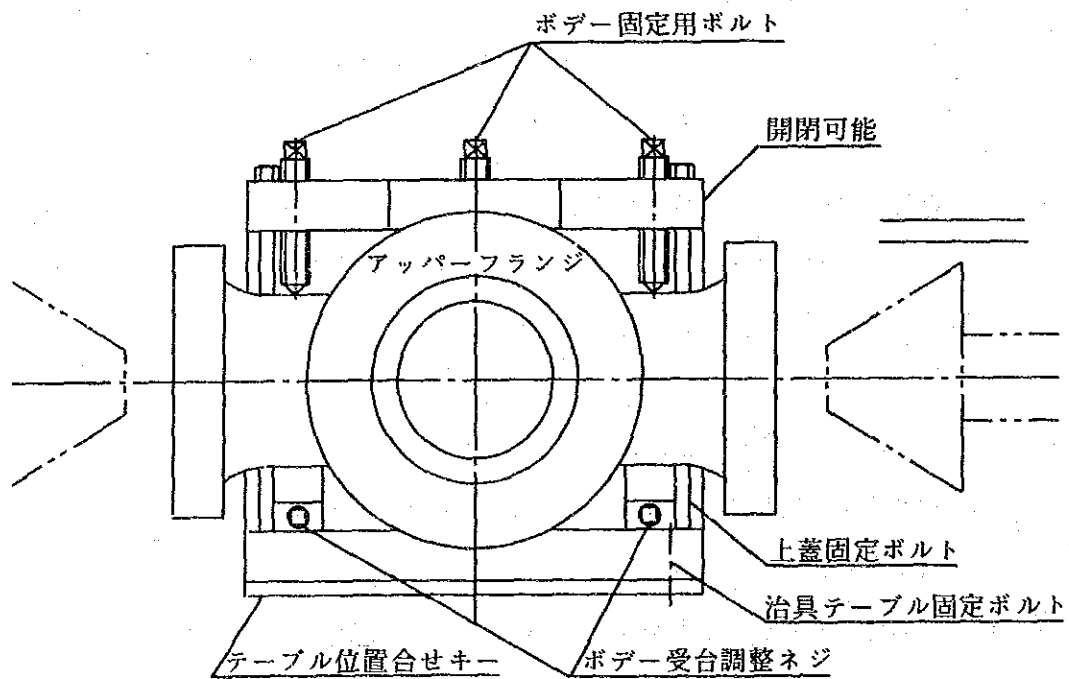


図4-2-14 外段取り取付治具の一例（正面図）

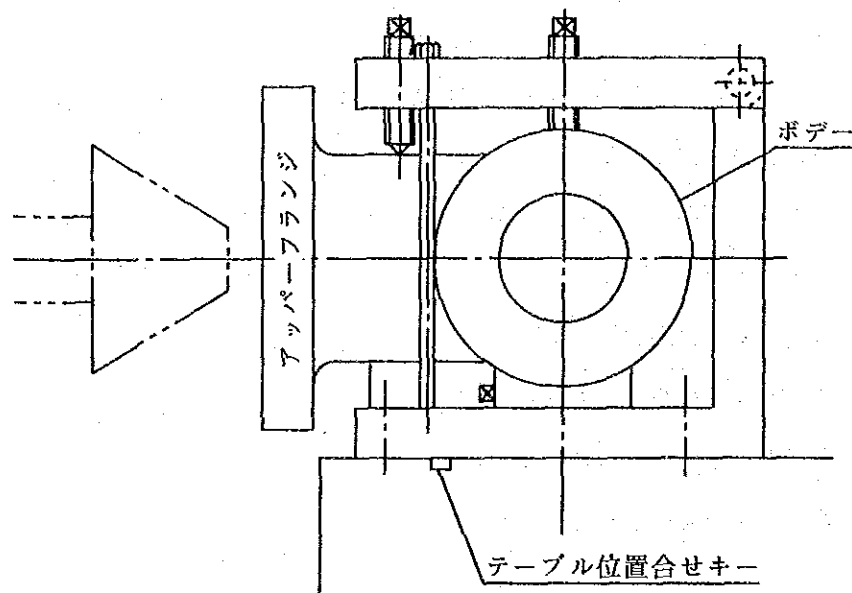


図 4 - 2 - 15 外段取り取付治具の一例 (側面図)

(6) 刃具の集中研磨化とスローアウェイチップの導入

刃具は、専任者による集中研磨とし、標準化、集約化をはかることが必要である。さらに、バイトの製作も標準化する。刃具の集中化による効果については、3-1-10項(2)(f)に記述しているとおりである。

将来的には、段階的にスローアウェイチップを導入することが必要と思われる。スローアウェイチップの導入により、バイト作り、研磨作業が不用になり、かなりの労働力が節減できる。

スローアウェイチップは、標準化、定形化されているので、バイト取替えの都度生じる位置変位がなく、NC旋盤およびマグネスケール(旋盤のテーブルの移動をXYZ軸としてデジタル表示)の導入に際しては、これが必要である。

(7) 計測機器の管理

長さ、重さ、温度、圧力、電流、電圧など、生産、品質および安全に関連するすべての計測機器の管理を強化して行くことが必要である。その管理基準には、次の事項が明確に規定されていなければならない。

- ① 管理対象機器
- ② 校正、検定期間とその場所
- ③ 校正、検定のためのマスター（原器）およびマスターの校正、検定
- ④ 校正、検定済の証明方法と表示
- ⑤ 校正、検定の実施記録と台帳の作成と保存
- ⑥ 各々の機器の許容値
- ⑦ 合格、不合格機器の処置
- ⑧ 使用者への借出、返却時の手順
- ⑨ 使用者の取扱い上の注意指導
- ⑩ 破損、紛失時の手続きと処置

(8) 加工方法改善の提案

仕切弁用ジスクおよびシステムの加工方法について、その改善策を次に提案する。

(1) 仕切弁用ジスク

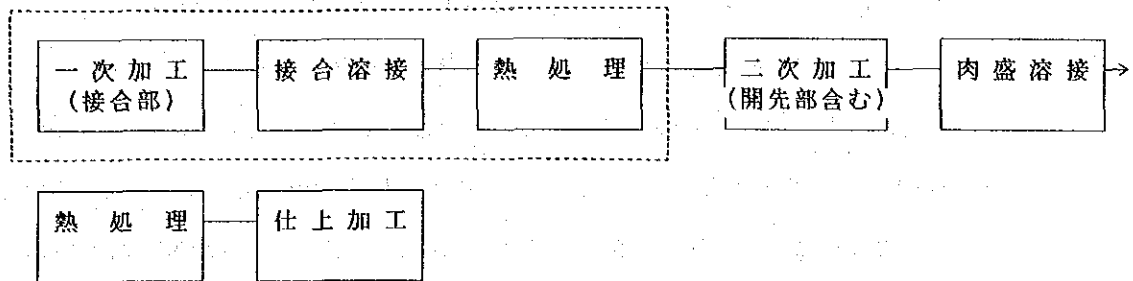
仕切弁用ジスク（口径 200mm）は、出入口側を2片として別体で加工し、溶接で接合するフレキシブル型ジスクとして製作している。

ソリッド型ジスクと比較して、フレキシブル型ジスクは、内部流体の温度、圧力によるシール面の変形に対しフレキシブル性があり、またシール面の追従性があるので、シール性をよくするという機能面の長所を有しているが、原価が高く、工数を多く要するなどの問題がある。そこで、4-2-2項で提案したように、ジスクはソリッド一体型で作り、最終工程においてスリット溝を入れることを提案する。

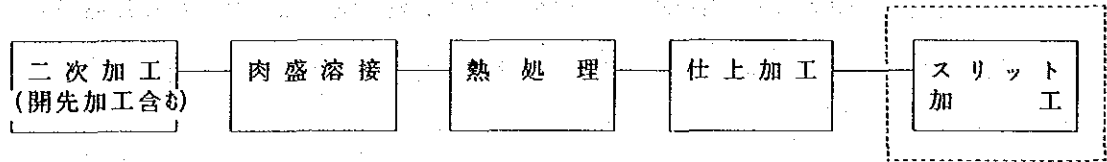
溶接で組立てるビルドアップ型とスリット型の工程手順を比較すると次の様になり、

部の比較となる。

〔ビルドアップ型〕



〔スリット加工型〕



この場合、スリット加工専用機の新設が必要となる。その主な仕様は次のとおりである。

型 式	エンドレス帯鋸式
テーブル径	700 mm (最大500 mmジスク)
操作方法	全自動
台 数	2 台

(2) ステムの加工

ステムのグランドパッキン当り部は、別工程で研磨盤による研磨を全数実施しているが、これを廃止し切削と同一工程で、サンドペーパーで仕上げる方法を提案する。この方法によると、表面仕上り精度は同等に得られ、研磨盤の研磨工程のすべてが省略できる。

(9) 図書類の使用

工場において品物を加工して付加価値をあげる場合、一定の規則によらなくてはならないが、そのきまりを表現しているのが図書類である。

どのような場合でも必ず図書類によって作業をすることを習慣付けることが必要である。図書類の管理方法については3-1-10項(2)(i)に記述しているとおりである。

(10) 新鋭設備導入の提案

本近代化計画の目標であるバルブの生産量拡大、生産効率向上、品質向上、バルブの高圧・大口径化を達成するためには、新鋭の高効率工作機械の導入が不可欠である。

特に、現在の南昌バルブ工場が製造しているバルブの最大口径は300mmであるが、これを400mmまで拡大するとなると、大型機械の導入は優先設備として計画する必要がある。また、現在稼働中の機械の稼働率向上を推進したとしても、生産量の拡大や品質の向上などに対応するため、優先設備として高効率工作機械の導入も計画する必要がある。

ただし、新鋭の工作機械は、運転技術修得に日時を要するため、優先設備であっても第一次・第二次と段階的に導入することが望ましい。

設備名	使用目的および主な仕様	台数		
		第一次	第二次	計
N C 旋盤	ボデー・ボンネット, 口径50~150mm用、チャック径400mm×ベッド振り600mm	2	3	5
"	ボデー, 口径 200~250mm } 用、チャック径600mm ボンネット, 口径 200~300mm } ×ベッド振り800mm	1		1
"	ジスク, 口径50~150mm用、4爪チャック径400mm×ベッド振り600mm	1	1	2
"	ジスク, 口径200~300mm用、4爪チャック径600mm×ベッド振り800mm	1		1
"	ステム用、面間1,000mm, チャック径250mm		1	1
"	ステム用、面間2,000mm, チャック径250mm	1		1
N C 縦型旋盤	ボデー, 口径200~250mm用、テーブル径1,200mm		1	1
"	ボデー, 口径 300~400mm } 用、テーブル径 ボンネット, } 1,400mm ジスク, 口径400mm	1		1
N C ドリリングマシン	ボデー, ボンネット, 口径50~150mm用	1		1
"	ボデー, ボンネット, 口径200~400mm用	1		1
フライス盤	ボンネット, ジスク加工用、横型	3		3
"	ステム加工用、縦型	1		1
合 計		13	6	19

(11) 現有設備近代化の提案

南昌バルブ工場の近代化目標を達成するために、一部新鋭機械の導入を提案したが、これは現有設備を十分に活用し、また精度も確保されることを前提としている。

したがって、将来的には、現有設備の劣化に対応するだけでなく、さらには生産効率と品質の向上をはかり原価低減や工程短縮を推進するためには、現有設備を新鋭設備に更新することも必要である。

この設備更新は、特に、加工工程における主力機械である旋盤とボール盤について推進することが必要であり、これらの既存設備を廃却し次の設備の導入を提案する。

設備名	使用目的および主な仕様	台数
N C 旋盤	ボデー, ボンネット, 口径50~150 mm用、チャック径 400mm× ベッド振り600 mm	7
〃	ボデー, 口径 200~250 mm用、チャック径 600mm× ベッド振り800 mm	1
〃	ボンネット, 口径 200~300 mm用、チャック径600mm×ベッド振り800mm	1
〃	ジスク, 口径 50~150 mm用、4 爪、チャック径400mm×ベッド振り600mm	3
〃	ジスク, 口径 200~300 mm用、4 爪、チャック径600mm×ベッド振り800mm	1
〃	ステム用、面間1,000, チャック径 250mm	1
N Cドリリングマシン	ボデー, ボンネット, 口径 50~150 mm用	2
〃	ボデー, ボンネット, 口径 200~400 mm用	1
合 計		17

(12) 鋼材高速切断機の導入提案

丸鋼材の削り出し材料の切断については、エンドレス金切鋸刃による自動切断機を優先設備として導入するよう提案する。この機械はマイクロコンピュータを内蔵し、切断する鋼材の必要長さや個数を自動コントロールする新鋭機械が望ましい。

設備名	使用目的および主な仕様	台数
鋼材切断機	エンドレス鋸式、マイコン・コントロール	1

4-2-11 溶 接

(1) 近代化の方向

(a) 品質の向上

現在、硬化肉盛溶接と構造溶接のそれぞれについて、比較的高い比率（5%～30%）で欠陥が発生している。これを、目標として0.5%程度にまで低下させる必要があり、その手段として次項（2）に示した近代化計画を推進する必要がある。

南昌パルプ工場の溶接の合格・不合格の判定は肉眼によって行われているが、これは本来非破壊検査で評価されるべきである。例えば、非破壊検査として浸透探傷検査を適応すると、欠陥の検出能力は目視に比べ10～50倍に拡大するので、不合格率も大巾に増加すると考えられる。したがって、このように厳しい検査においても欠陥が出ないように溶接作業の近代化を行う必要がある。

(b) 溶接設備の改善

硬化肉盛用プラズマ溶接機と直流・交流溶接機については、基本的には設備変更の必要はないと考えられる。ただし、設備に付設されている電流計・電圧計を中心とする計測器の精度を定期的に校正すると共に、設備の保全を十分に行って機能を維持させることに努力しなければならない。

一方、直流・交流の構造溶接用溶接機については、半自動溶接機の導入を検討する必要がある。近年、半導体とマイクロコンピュータの発達によって、直流の半自動溶接機が急速に普及しつつある。半自動溶接機は溶接作業能率が被覆溶接棒による場合に比べて数倍高いことと、比較的技能水準が低くても高品質な溶接ができることが特徴である。ただし炭酸ガス半自動溶接用溶接棒が中国で入手できるかどうかを調査する必要がある。

(c) 溶接施工要領書の完成

各溶接条件ごとに、完全な溶接を行うための溶接施工要領書を完成させて、溶接作業者を十分に教育することが必要である。この場合、この要領書に従って作業を行うと完

全な材料特性が得られることの裏付、実証試験が必要である。

(d) 記録類の整備

溶接作業完了後は、記録による品質保証が必要である。一定の様式による記録と保管要領を明確にして、一定期間保存するようにしなければならない。

(e) 溶接士の技能訓練と資格付け

溶接士の技能は溶接の品質に直接に関係してくるので、一定の教育訓練計画にもとづいて要員を教育し、溶接士は全員有資格者でなくてはならない。これは単に工場内の教育と訓練にとどまらず、国家の認定資格を取得するように規定し、義務づけしなければならない。

(f) 溶接材料の管理

溶接の品質は溶接に使用する材料の取扱いと管理によって大きく変動し、取扱い、管理が悪いと欠陥が発生する可能性が大きい。基本的には、空気中からの吸湿を防止する対策を徹底的にとる必要があり、被覆溶接棒と硬化肉盛用の金属粉体は加熱乾燥と吸湿防止を怠ってはならない。特に、溶接材の乾燥保管設備についても保全に注意し、付設されている計測器の校正も正しく行う必要がある。

(g) 安全・衛生対策

溶接作業はアークによるヒュームが発生する職場であるので、このヒュームを作業者が吸引して塵肺などの職業病にならないよう職場環境を整備する必要がある。アーク溶接の現場は吸引ダクトで排塵を行うと同時に、作業者には防塵マスクを着用させることが必要である。

さらに、安全対策として電気溶接機の電線被覆には十分注意して管理し、感電事故の防止に十分留意しなければならない。

(h) 職場の美化

溶接職場はヒュームなどによって汚れるものである。それ故、特に工場の清掃、整理

整頓には注力して美化につとめる必要がある。南昌パルプ工場の場合、溶接工場にはロットでの多量持ち込み、持ち出しが多いので、パレットを使用して立体的に保管するなどの工夫をすると良い。パレットは品物の温度を考えて、金属製とすべきである。

(2) 近代化設備の提案

本近代化計画における溶接設備の導入については、4-4-5項「溶接の品質向上」において提案する。

4-2-12 熱処理

(1) 近代化の方向

(a) 設備の管理

熱処理は金属材料の特性を大巾に改善する重要な工程であるが、設備が品質を決定する独特な工程であるので、その設備の保全には十分に留意しなければならない。

熱処理の設備の管理は大きく2つに分けられて、1つは熱処理炉自体（炉体）と発熱体、バーナー類の管理である。他の1つは、温度と時間の計測器とその校正管理である。

(i) 炉体の管理

熱処理炉の炉体は一般に耐火煉瓦であるが、温度の上下がくりかえされ、それにもなつて煉瓦がスポーリングによって破損すると共に、目地がゆるんでくるなどで炉体に変形してくる。そして、炉体の変形に伴って、炉内の温度分布が変動してくる。

これらの変形および破損によって、温度の変動のみならず、冷風の吸い込みによる熱精算に変動が出て熱効率が低下し温度分布が狂つて来るので、炉体の修理などを行った時には、炉内の温度分布を立体的に測定し、その温度分布が少なくとも $\pm 25^{\circ}\text{C}$ の範囲に納まるように管理する必要がある。

(ii) 計測器の管理

温度計の管理も重要であり、特に熱電対は酸化雰囲気で使用するうちに、同一温度であっても起電圧が低下して誤差が発生する。したがって、定期的に検定炉で検定し

校正を行い、正しい温度を指示するように修正する必要がある。また単に熱電対のみが劣化するのではなく、温度記録計にも誤差が出るので合わせて校正する必要がある。

(b) 熱処理要領書の確立

材質ごとの熱処理条件について、金属材料の機械的および金属組織的变化を定量的に把握し、工場実験によって裏付実証試験を厳密に行って熱処理要領書を確立する。そして作業者を十分に教育し、日々の熱処理を管理しなければならない。

本来特殊工程である熱処理は、作業者に技術的教育を行ってその技能水準について資格付けを行うことが望ましいが、当面は社内教育を充実する方向で進むべきであると考えられる。

(c) 工場の生産性向上のための改善

南昌パルプ工場は量産型の工場であるので、その量産工場の特質を活用する必要がある。熱処理工程においても、同一品が多数あることから、この量産性を活かしてロット熱処理を行うべきである。

すなわち、同一品を金属性のカゴに入れて、数10個を一度に取扱い熱処理を行うことである。特に機械加工工程における熱処理は、その保持温度が700~850℃であるのでこの容器を耐熱鋼で製作すればくりかえし使用が可能である。このことによって、熱処理作業にかかわる運搬作業が改善でき、工場の整理が促進される。

(2) 近代化設備

現有の熱処理炉は電熱式であるので、品質管理面から考えて現有設備を使用することに問題はない。したがって、日常管理として付設されている計測器の管理と設備の保全が重要な課題となる。

しかし、将来計画においては、2本以上の熱電対の増設と角型の温度記録計の導入を提案する。

4-2-13 摺合せ、洗浄、組立

(1) 摺合せ

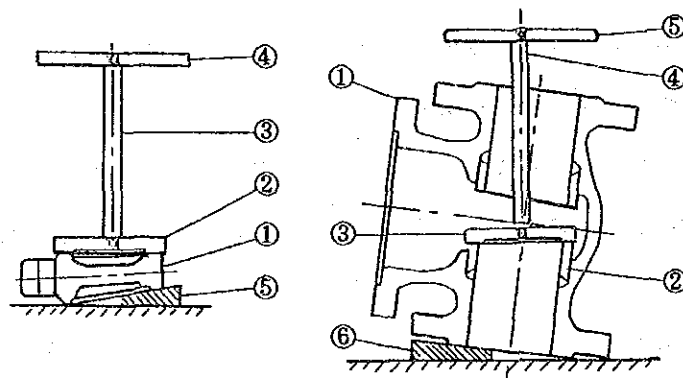
摺合せ方法は、摺合せ定盤の駆動方式から次の3方式がある。

- ① 手動式
- ② エアモータによる手動式
- ③ 電動モータによる自動式

摺合せコンパウンドには、湿式と乾式の二種類がある。また摺合せ定盤は固定式と回転式がある。

(1) 手動式

手動式は、シート、ジスクを水平に固定し、摺合せ定盤にコンパウンド（乾式はサンドペーパー）をつけ、手でハンドルを往復回転させながら摺合せするものである。その概略図を図4-2-16に示す。



記号	部品名
1	ジスク
2	定盤 (ジスク用)
3	ラッピングロッド
4	ハンドル
5	枕木 (勾配板)

記号	部品名
1	ボデー
2	シート
3	定盤 (シート用)
4	ラッピングロッド
5	ハンドル
6	枕木 (勾配板)

図4-2-16 手動式摺合せ装置

(2) エアモータによる手動式

この方式は、ハンドルの部分にエアモータをつけ、低速で同一方向に回転しながら摺合せする方法である。シート、ジスクを固定し、作業者が移動して摺合せ作業をする。

図4-2-17に示した例では作業台上で摺合せ作業をしており、作業者の疲労が少ない。

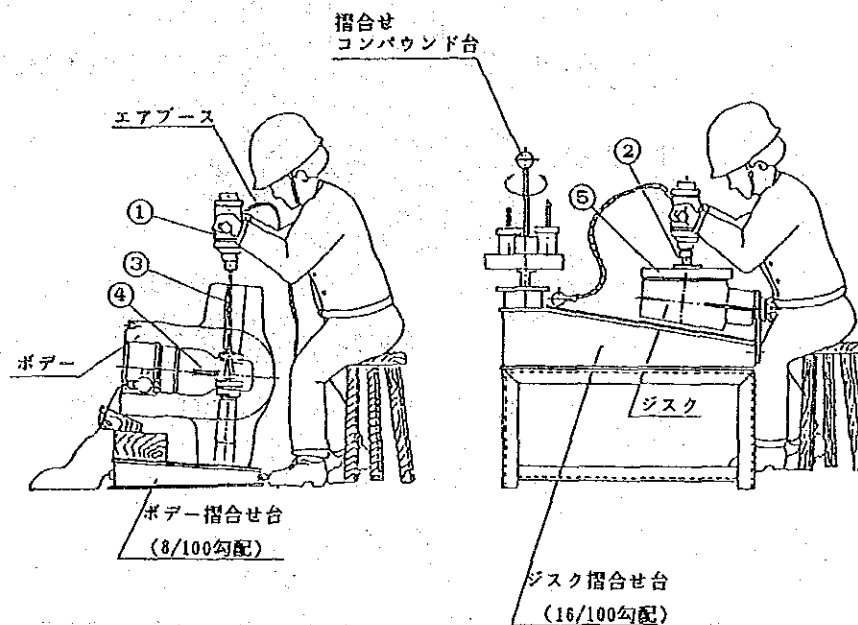


図4-2-17 エアモータによる手動式摺合せ

(3) 電動モータ方式による摺合せ装置

電動モータ方式による摺合せ装置は、回転数、摺合せ時間をあらかじめ設定することによって自動的に摺合せが可能となる。

次の図4-2-18はジスクの自動摺合せ装置で、定盤が固定で、ジスクが回転する場合を示す。また定盤が回転しジスクが固定する場合もあるが、小口径ジスクの場合は前者、大口径ジスクの場合は後者が良い。

図4-2-19はボデーシートの自動摺合せ装置である。シート面を水平にして固定し、主軸が偏芯回転する様式である。

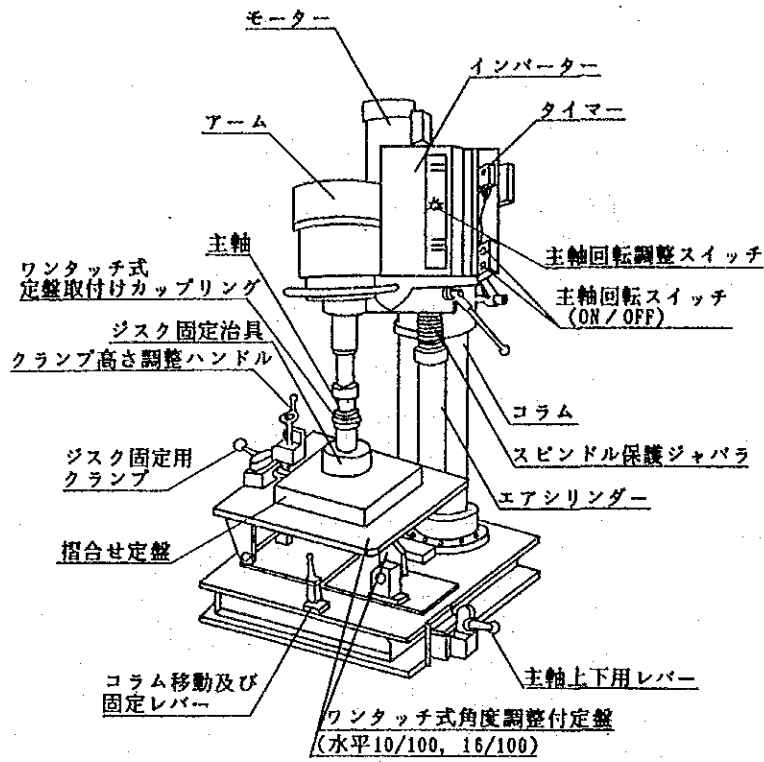


図 4 - 2 - 18 ディスクの自動摺合せ装置

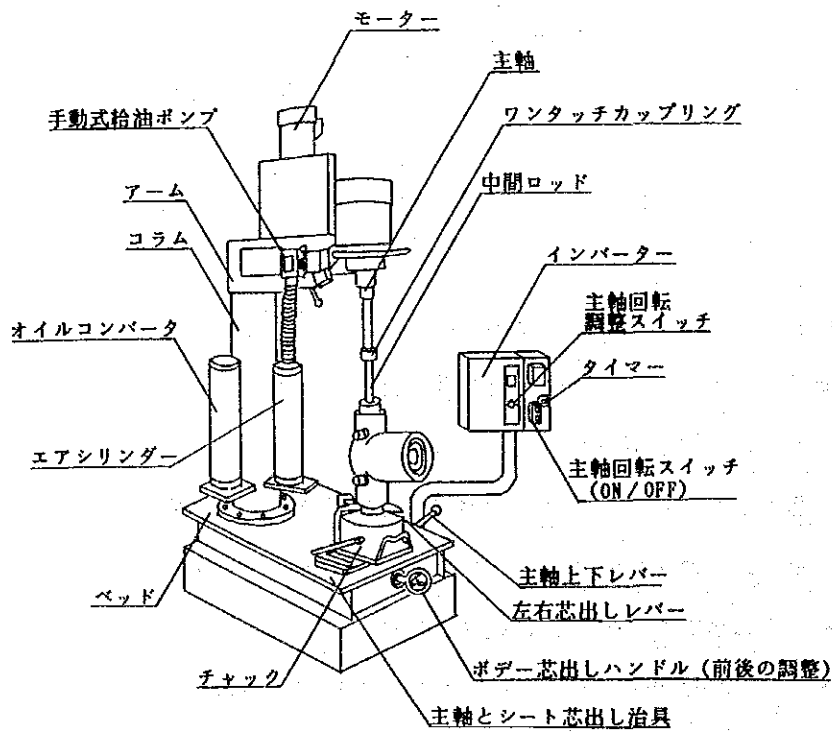


図 4 - 2 - 19 ボデーシートの自動摺合せ装置

(2) スチームクリーナ

バルブ部品の内外面には、加工中の油脂類が付着し錆が発生している。また細部における洗浄、清掃にはスチームクリーナを使用した方が効果的である。特に、汚れの激しい場合は、前もって洗剤でブラッシングした後、スチームクリーナで洗浄することが必要である。

洗浄後は、圧縮空気によって内外面や狭隙部に付着した水分を払拭し乾燥状態にしておく。

(3) 組立

(1) 組立用作業台

組立に際しては、ボデーを固定していないとだんだん組上って行くにしたがい、重心が上方に移動し転倒の危険性がある。またボルトを締める時に力が入らない。

小口径のバルブは、作業台上で組立てると作業効率がよい。図4-2-20にバイスを付設した組立用作業台の一例を示す。

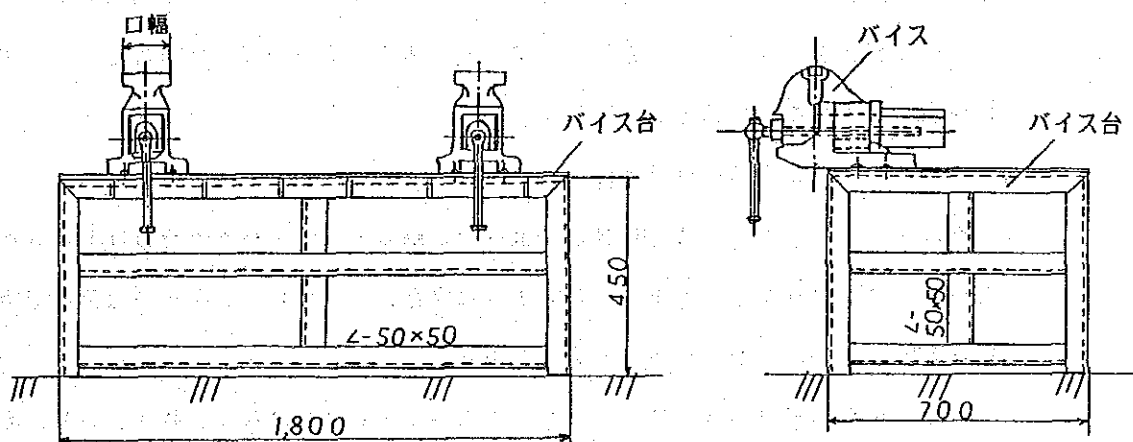


図4-2-20 組立用作業台の一例

図4-2-21は、作業床面に組立用台の架台本体を埋設し、床面上にバルブを固定して組立てる組立台で、大口径バルブ用に便利である。

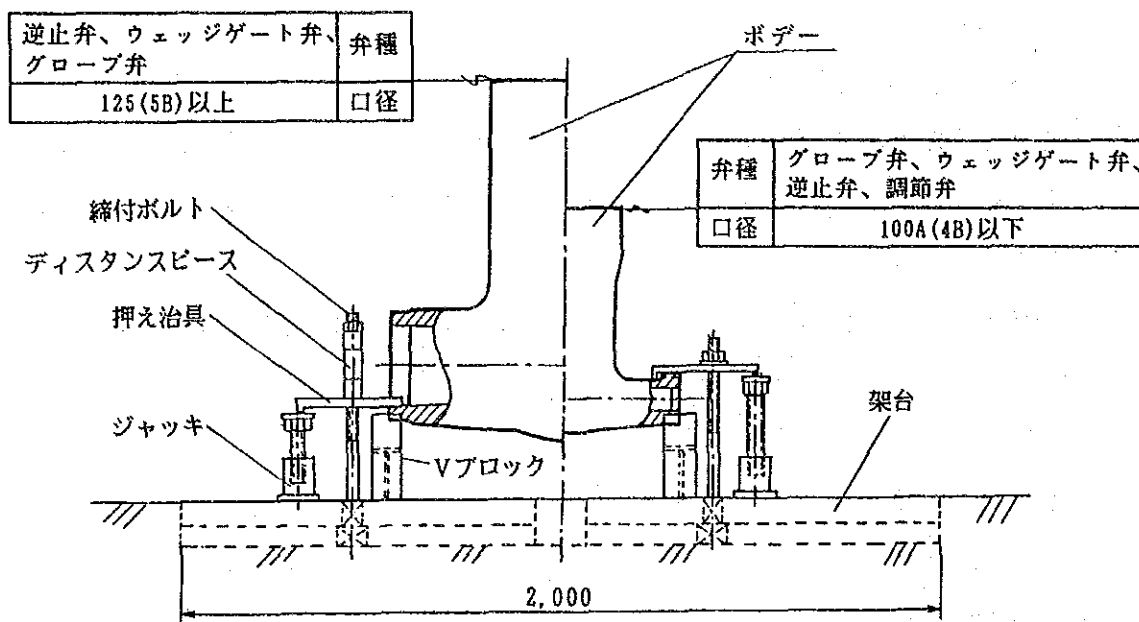


図 4 - 2 - 21 大口径バルブ用固定組立台

(2) 締付け工具

締付け作業は、そのナット寸法に合った片ロスパナまたはリングスパナを準備し使用する必要がある。現在使用しているモンキスパナは万能性があるが、締付けは確実ではない。グラウンドボルトを締付けるには、ラチェット式スパナも便利である。

締付工具は各サイズごとに数セット準備し、組立作業台の近くに備えておくと非常に便利でかつ能率的である。

(3) トルクレンチによる締付け管理

ガスケットパッキンの締付けは、300~350 mmのモンキスパナで締付けているが、適正締付けかどうか不明である。このような場合、トルクレンチを用い適正力で締付けられているかどうかを測定する必要がある。

ただし全数の組立バルブにトルクレンチを使用する必要はなく、時々、必要に応じてチェックすばよい。

トルクレンチは3-1-10項(2)(g)および4-2-10項(7)に述べたとおり管理されなければならない。

(4) 導入設備の提案

本近代化計画においては、摺合せ作業の自動化を目指して次の設備を導入するように提案する。なお、これらの設備は品質向上、生産量拡大をはかる上で、優先設備として計画することが望ましい。

設 備 名	主 な 仕 様	台 数
エ ア モ ー タ	300 rpm、1.3PS、 圧力 6 kg/cm ²	5
ジスク自動摺合せ装置	口径 80～ 250 mm、乾式 " 250～1,000 mm、乾式	2
シート自動摺合せ装置	口径 80～ 200 mm、乾式	2
ス チ ーム ク リ ー ナ	温度30～80℃、吐出圧力7 kg/cm ² 、 850ℓ/H、2.2KW	1

4-2-14 完成検査

(1) 水圧検査

現在の水圧検査は3-1-14項(2)に記述したような不合理がある。したがって、水圧検査後のバルブ分解はしないことを原則とする必要がある。

水圧検査の結果、バルブを分解しなければならない場合は、必ず再度水圧検査で、全体加圧検査、シート加圧検査で漏洩のないことを確認しなければならない。

(2) 水圧検査装置

(1) 小口径バルブの水圧検査は手動式プレスを使用し、しかも大きさ(面間寸法)によっては複数個取付けて、順次実施すると能率的である。

手動プレス水圧検査装置を次の図4-2-22に示す。検査バルブを定盤とハンドルスピンドルの間にはさんで、ハンドルで押えつけ、双子弁によって下方から加圧する。圧力計は、検定され証明書用ラベルが貼られた圧力計を3個取付けるが、3個中2個以上が同一示度を示すことが必要である(1個では計器に誤差がある場合確認ができない)。

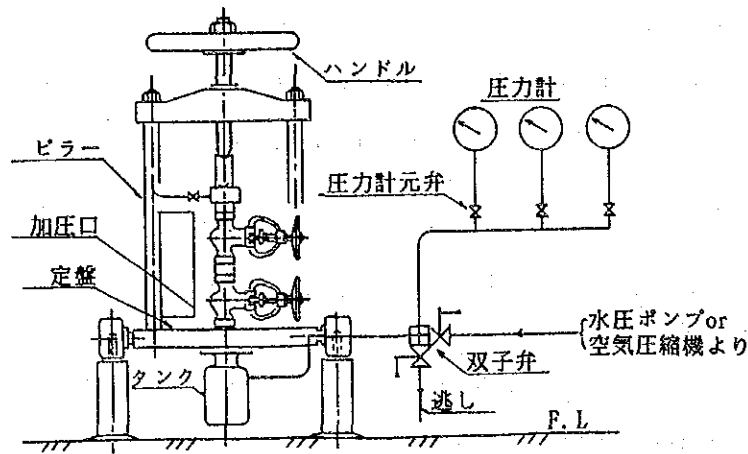


図 4 - 2 - 22 手動プレス水圧検定装置

複数個同時検査する場合は、図 4 - 2 - 23において、先ず全バルブを開にして全体水圧をかけ、全数同時に外観検査を行う。その後 V a 弁を閉にして弁座検査、次に V a を開にし V b を閉にして V b の弁座検査、次に V b を開にして同様に V c ……と実施して行く。

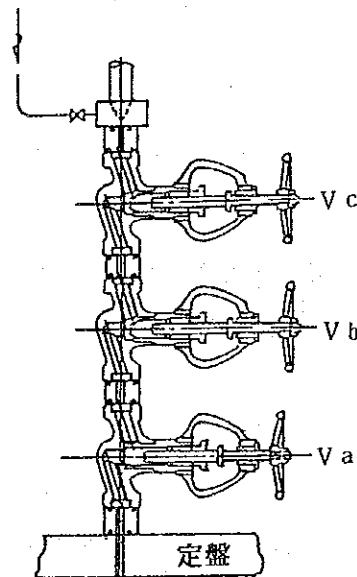


図 4 - 2 - 23 複数個のバルブの同時検査

- (2) 前述以外の大口径バルブの水圧検査に対しては、水圧力とプレス圧力がバランス式の水圧プレスを使用すべきであると考えられる。すなわち、内圧力の変動に応じ、常時1.03倍のプレス外圧がかかるようにバランス機構をもったプレスを使用する。

次の図4-2-24は、この機能を備えた100ton油圧プレス水圧検査装置である。

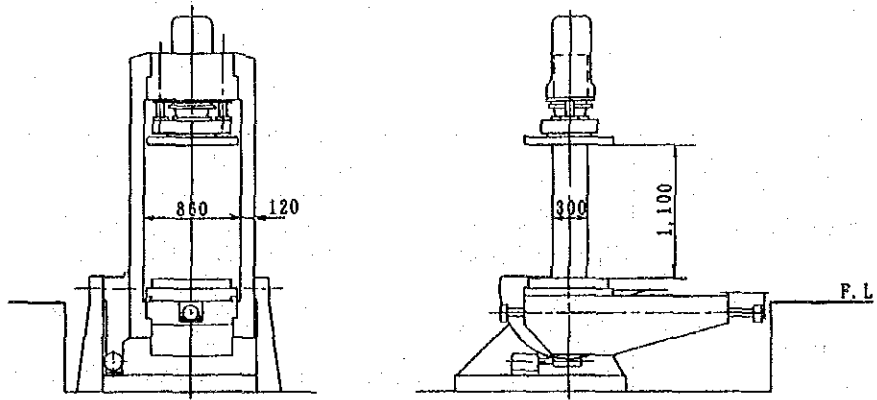


図4-2-24 100ton油圧プレス水圧検査装置

(3) 図4-2-25に(1)項と(2)項の中間の能力を備えている70ton 油圧プレス水圧検査装置を示す。

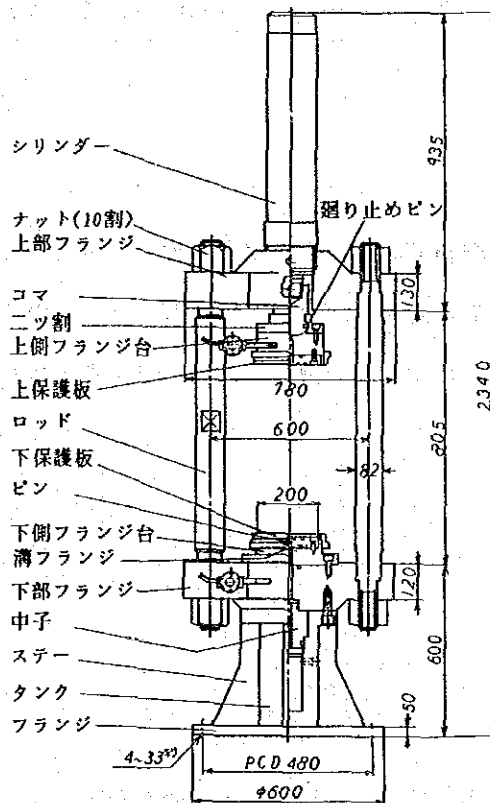


図4-2-25 70ton 油圧プレス水圧検査装置

(3) 設備導入の提案

本近代化計画において、品質の確保並びに生産量の拡大に対応するため、次の設備を導入するよう提案する。

設備名	主な仕様	台数
手動プレス	最大発生荷重30ton、有効巾420mm×有効高550mm 荷重手動発生方式、最高試験圧力 800kg/cm ²	2
100ton油圧プレス	最大発生荷重 100ton、水圧-油圧バランス式、電動油 圧ポンプ方式、 有効巾 860mm×有効高1,000 mm、最高試験圧力 800kg/cm ²	2

さらに、将来バルブの高圧化、高級化を進めるためには、次の検査設備の増設が必要である。

設備名	主な仕様	台数
70ton 油圧プレス	最大発生荷重70ton、水圧-油圧バランス式、電動油圧 ポンプ方式、 有効巾518mm×有効高700mm、最高試験圧力1,200kg/cm ²	2

4-2-15 装備検査

装備検査では、塗装を含めて、図面およびその他の適用図書の要求事項どおりに製品が出来上がっているかどうかを検査する。ただし南昌バルブ工場が現在製造しているバルブは手動式で付属部品が殆どないので、装備検査は厳密には必要ではない。

4-2-16 塗装、梱包

(1) 塗装

(a) 塗装室

塗装は1つの特殊工程であり、塗装する下地の条件が塗装の品質を左右する。それ故、塗装場所は水圧検査場から離れた水圧検査時の水分に影響されない場所が望ましい。ま

た、塗装中の塗料、溶剤などが、周辺に悪影響を及ぼさないためにも別棟がよい。

(b) 塗装方法

現在南昌バルブ工場では、バルブの塗装はすべて手による刷毛塗りであるが、吹付け塗装が効率的でありかつ品質的にも良好である。

(c) 設備導入の提案

吹付塗装設備としては、ループ式ハンガーコンベアに吊り下げ、ブースタ付局所排出装置（吸い込みフード）を設置した部屋で吹付け塗装を行う方法を提案する。その設備の諸元は次のとおりである。

設 備 名	仕 様
ループ式ハンガーコンベア	全長15m
ブースタつき、局所排出装置	巾4m×高さ3m
吹付装置	エヤレス
塗装チャンパー	長さ5m×高さ3.5m

(d) バルブの保管

現状は積重ねており、先入のバルブが取出せない。量産品については、パレットに並べて、フォークリフトを用いて立体保管をすべきであると考えられる。

立体倉庫を設置するのが理想的であるので、将来構想として立体倉庫（巾30m、高さ5m）の設置を考える。

(2) 梱包

バルブを客先に納入する際、取扱い時や輸送中にバルブを損傷（外傷、発錆、塗料の剝離等）から守るために梱包が必要である。国内用の荷姿は現状程度で良いが、輸送中や納入先保管場所によっては雨に対する対策が必要である。

ただし、輸出用バルブについては、輸出先の要求に従った輸出梱包としなければならない。

4-2-17 工場配置

本章で提案した近代化設備の具体的な設置場所および配置については、次のように考える。

すなわち、鑄鋼設備は、南昌バルブ工場において現在計画している北区の鑄鋼工場予定地に移転、集約化する。一方、南区の鑄鋼工場跡地は、機械加工工場として適切な位置にあると考えられることから、その設備を北区へ移転または撤去後、機械加工工場として利用する計画とする。

(1) 鑄鋼工場

(a) 工場配置

新鑄鋼工場の建設は、生型機械造型ライン、砂処理装置、中子造型装置、大物枠（フラン自硬性）造型装置の設置と併行して、購入済みの1.5ton炉設置工事、既存の0.5ton炉の移設工事を推進する。

なお、当面は1.5ton炉と0.5ton炉の併行運転を行う計画であるが、将来設備として提案した3ton炉の設置に伴い、0.5ton炉を撤去することとするので、0.5ton炉の基礎は3ton炉用の仕様としておくことが必要である。

これらの設備の具体的な配置は図4-2-26のとおりである。

(b) 操業計画

電弧炉の操業は次のとおりとする。

(1) 当面計画（1990年目標）

- ・0.5ton炉は250%装入、1.25tonを1日3溶解（歩留55%）
- ・1.5ton炉は200%装入、3tonを1日7溶解（歩留55%）

したがって、年間生産量は次のとおりとなり、所定の生産を行うことができる。

$$(1.25\text{ton} \times 3 + 3\text{ton} \times 7) \times 300\text{日/年} \times 0.55 = 4,083\text{ton/年}$$

(2) 将来計画

- ・0.5ton炉は廃棄
- ・1.5ton炉は100%装入、1.5tonを1日7溶解（歩留55%）

・ 3 ton 炉は150%装入、4.5tonを1日7溶解（歩留55%）

以上から、年間生産量は次のとおりである。

$$(1.5\text{ton} + 4.5\text{ton}) \times 7 \times 300\text{日/年} \times 0.55 = 6,930\text{ton/年}$$

（2）機械加工工場

0.5ton炉移設後の旧鋳鋼工場跡地は、ポデー、ボンネット、ジスク、ステムなど主要部品の切削加工工場として、新鋭加工機械を設置する計画とする。

この設置計画では、優先設備として提案した高効率の新鋭加工機械と共に、当面自動摺合せ装置、水圧検査設備を仮配置し、生産量の拡大と大口径バルブの生産に対応するものとする。これら機械設備の配置図の具体例は図4-2-27に示すとおりである。

将来設備として提案した高効率加工機械の導入に際しては、現在の第1機械工場、第2機械工場に設置されている加工機械のうち、精度の良いポデー、ボンネット、ジスク、ステム加工用機械を旧鋳鋼工場へ移設し、第1機械工場のB・C棟を組立・検査工場とし、自動摺合せ装置や水圧検査設備などを再設置する考えである。

本計画における新鋭の高効率加工機械は、多量生産型に対応するものであり、少量生産あるいは標準外のバルブ生産に関しては、現有設備の一部を活用しなければならず、また高効率加工機械が計画通りの能力を発揮し得ない場合も考慮しなければならない。加えてポデー、ボンネット、ジスク、ステムの主要部品以外の加工工場としては、現有設備を第1機械工場のA・D棟、第2機械工場に集約する将来計画を提案するものである。

このような機械加工工場の将来の姿は、段階的に経験的に推進され、達成されるべきものであって、今日その具体的な機械配置図を作成することは難しいので、実際の作業状況を見ながら、将来これを具体的に検討することを提案する。

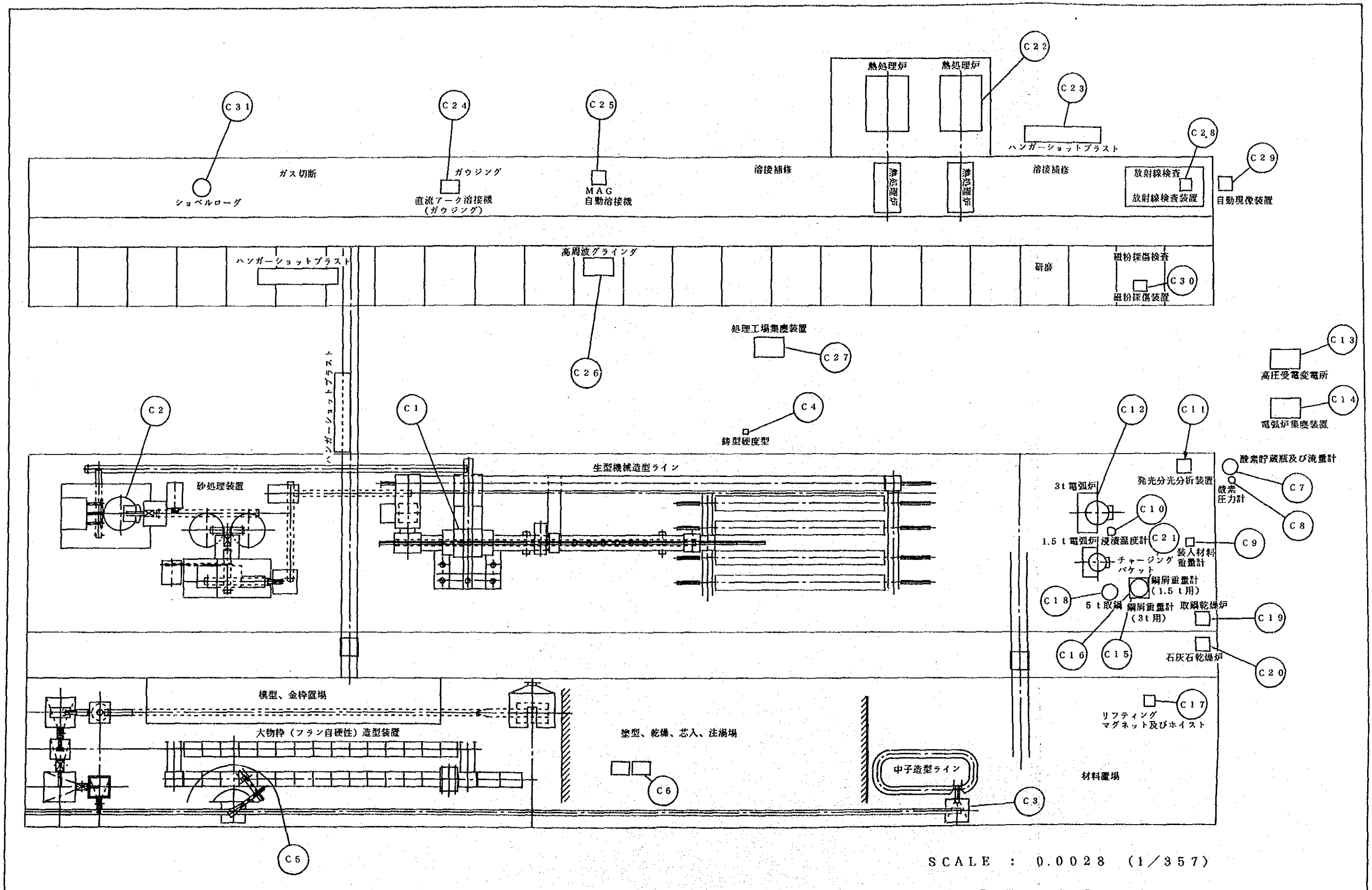


図4-2-26 新鑄鋼工場の機械配置図案

4-3 生産管理

南昌バルブ工場の近代化計画の目標としては、下記の8項目があげられる。

- 1) 1990年を目標にバルブ生産量を現在の2,000t/年から、3,450t/年に増加させると共に、工場近代化の基礎を固める。
- 2) 製品品質を国際水準まで向上させ、製品の輸出を拡大する。
- 3) 低合金鋼、ステンレス鋼の製品分野を拡大する。
- 4) 高性能専用工作機械、非破壊検査装置を導入し、製造ライン設備を近代化する。
- 5) 工程日数を短縮させ、また現行の製造コストを低下させる。
- 6) バルブの種類を開発拡大し、化学工業、石油精製、火力発電所の主要ユーザーの拡大をはかる。
- 7) 経営管理の水準を向上させ、先進技術の導入により生産力を向上させる。
- 8) 労働条件、作業環境を改善し、国家の環境保護基準を達成する。

工場の近代化は、ハード・ソフトの両面より考えなければならない。前4-2章の「生産工程」は主としてハード面を言及しているが、この4-3章の「生産管理」ではソフト面からの提案を行うものである。

4-3-1 設計管理

現在、南昌バルブ工場では石油化学プラント用のバルブを主力に製作している。今後、製品の輸出を考えるならば、技術課が行っている設計規格の変更、すなわちソ連のGOST規格に準拠した中国規格から米国の規格に準拠した中国バルブ工業協会規格に切り換えをはかっていることは賢明な選択であろうと考えられる。

現在の製品に関する限り、鑄造方案の一部を除き設計上の基本的な問題はほとんどないと考えられる。しかし、出来上がった製品は、設計者の意図するものとはほど遠いものとなっている。この面から見ると、設計指示のあり方、検査事項の設定に一工夫する必要がある。

このような観点から作業工程を検討してみると、一般に鋳鋼バルブは素材工程については図4-3-1、機械加工、完成工程については図4-3-2に示される作業手順で製作されていることがわかる。したがって技術部門はこれらの作業に必要な、

- ① 図面（素材図、加工図、組立図）
- ② 加工手順表
- ③ 作業要領書
- ④ 水圧試験要領書
- ⑤ 検査要領書

を作成する必要がある。

そして、工場は加工手順表に指示された要領書に従って作業を進め、指定のチェックポイントで検査部門の検査を受け、検査要領書に指示された検査記録が作成され、保管されなければならない。参考までに、図4-3-3に耐圧および漏洩試験記録の一例を示す。

これらが加工手順表の指示どおり行われていれば、設計者の意図するバルブが製作できるはずである。しかしながら、南昌バルブ工場の場合、

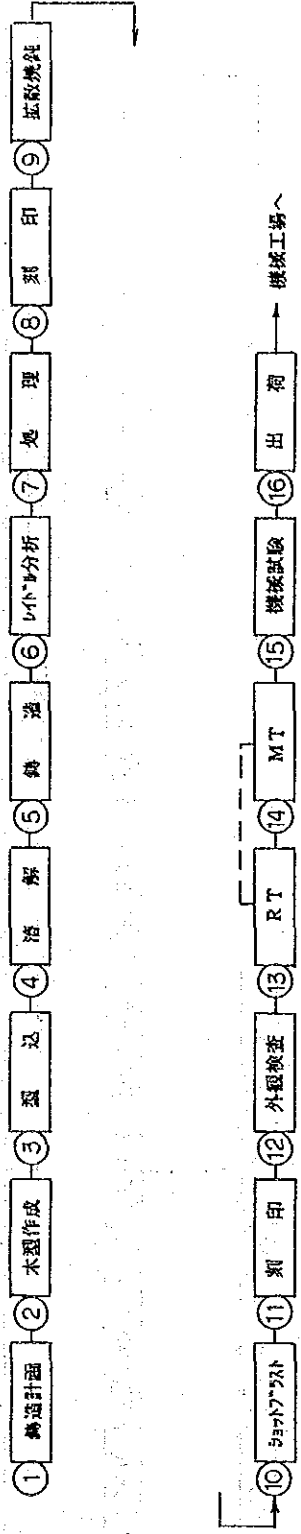
- (1) 加工手順表は機械加工のやり方に重点がおかれている。
- (2) 試験・検査は実施指示はあるが、実施方法、すなわちどの要領書に基づいてこれを行うのか指示がない。
- (3) 検査結果の記録用紙が指定されていないので、記録のないものが多く、またあっても紙片に記入されているだけで、とても記録、保管されているとはいえない。
- (4) 検査結果が技術部門にフィードバックされていない。

などの問題があり、これらの点を改善すれば、品質の向上ははかれると考えられる。もちろん、工場としての品質保証体制を整えることはいうにおよばない。

次に、新製品の開発という点で火力発電所用のバルブの製造に挑戦するということは妥当な選択であると考えられる。現在の中国の電力事情と経済開発計画を考えると、今後火力発電所の建設は急務であるので、大量の火力発電所用バルブの需要が見込まれる。

部品：弁箱(Body)
 弁ふた(Bonnet)
 弁体(Disc)
 弁座(Value Seat)

材質：SCPH2(MC8)
 SCPH21(MC6)
 SCPH32(MC9)



RT : 放射線透過試験
 MT : 磁粉探傷試験

図 4-3-1 パルプ製作手順図・素材工程 (铸造品)

図4-3-4は、日本において年代とともに火力発電所の出力、主蒸気の圧力・温度がどのように変わったかを示すものである。現在中国に建設されている火力発電所はほぼ300MW以下の亜臨界の発電所であることを考えれば、中国全土に安定した電力を供給するにはまだまだ発電所が不足していることがわかる。

したがって、今後火力発電所用のバルブを設計するにあたっての留意事項を以下に述べることとする。

(1) 参考にすべき海外の規格

火力発電所用バルブに対する中国の国家規格が明確な形でまだ定まっていないことと、今後輸出を指向することから、南昌バルブ工場が参考とすべき規格には次の表4-3-1に示されるようなものをあげることができる。

表4-3-1 代表的規格

国名	規格略号
日本	JIS
アメリカ	ANSI API MSS
イギリス	BS
ドイツ	DIN
フランス	NF

バルブの仕様条件は圧力と温度の組み合わせによって決まり、設計される。この組合せは無数にあり、その都度設計を行っているは大変である。したがって、通常呼び圧力(Rating)という考え方を採用しており、上記の規格も次表のような呼び圧力をもっている。

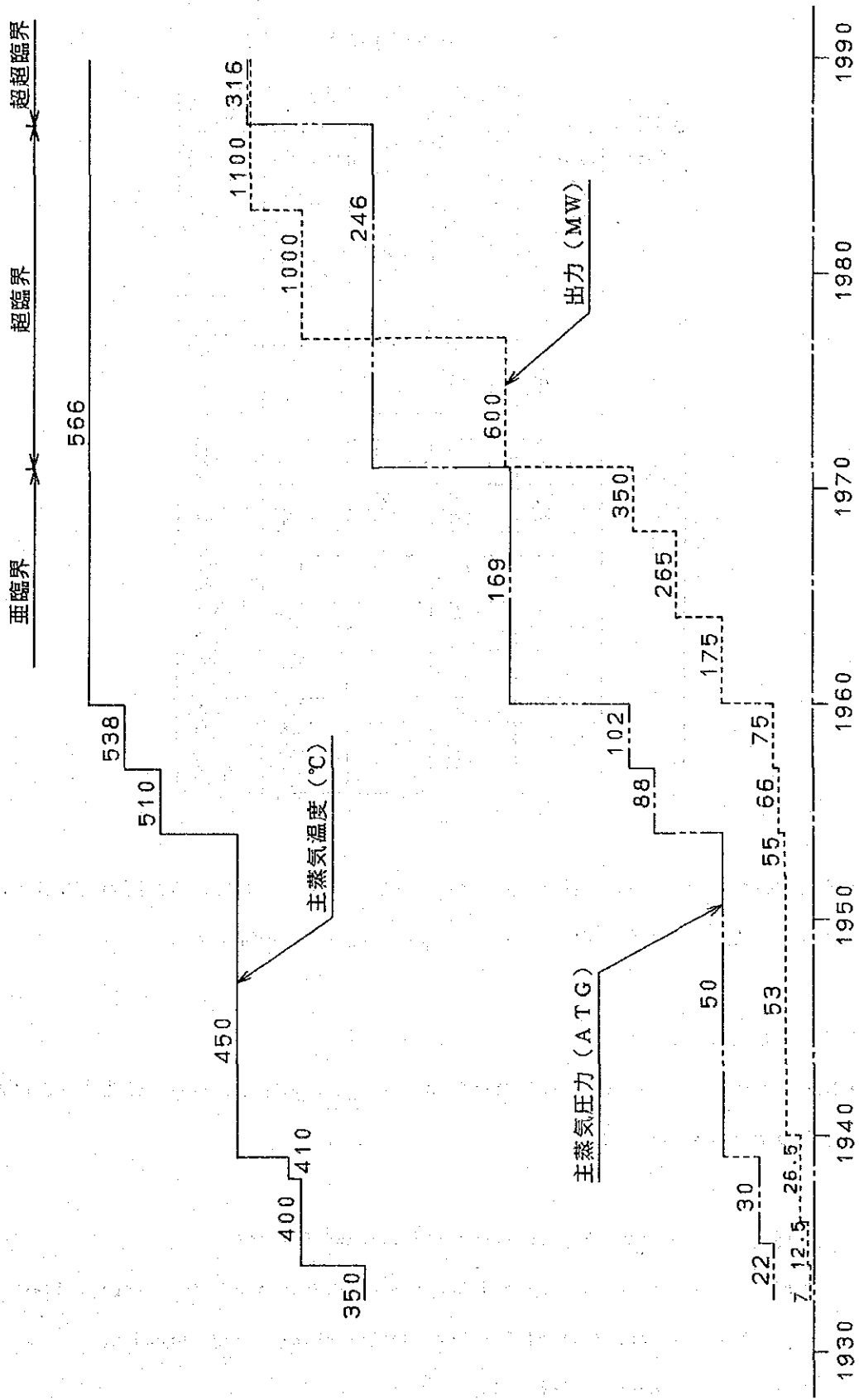


図4-3-4 日本の火力発電所の主蒸気圧力と温度の変遷

表 4-3-2 代表的規格と呼び圧力

国名	日本	アメリカ	イギリス	ドイツ	フランス
規格記号	JIS	ANSI	BS	DIN	NF
単位	[kg/cm ²]	[lb/in ²] [psi]	[lb/in ²] [psi]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
呼 び 圧 力				1	1
	2	25	30	2.5	2.5
			50		4
	5		100	6	6
		125			8
				10	10
	10	150	150		12.5
				16	16
	16	250	250		20
				25	25
				32	
	20	300	350		32
				40	40
	30	400	450		50
	40	600	600	64	64
					80
	63	900	900	100	100
					125
	100	1500		160	160
					200
	2500		250	250	
			320	320	
	4500		500	500	
			640	640	
	6000		800	800	
			1000	1000	

本近代化計画では、これら規格の中で世界で最も多く用いられている米国のANSI規格を習得し、ANSI規格に準じてバルブの設計を行うことを推奨する。

(2) ANSI規格について

ANSIとは American National Standard Institute の略で、バルブに関する規格としては次のようなものがある。

- B 16.5 ——— Steel Pipe Flanges and flanged Fittings
- B 16.10 ——— Face-to-Face and End-to-End Dimensions of Ferrous Valves
- B 16.11 ——— Forged Steel Fittings, Socket Welding and Threaded
- B 16.25 ——— Buttwelding Ends
- B 16.34 ——— Steel Valves

特に、B 16. 34 はバルブ設計の基本的な事項を規定しており、次の項目から成っている。

- ① 概 要
- ② 圧力—温度基準（レイティング）
- ③ 呼び口径
- ④ 表 示
- ⑤ 材 料
- ⑥ 寸法および公差
- ⑦ テスト
- ⑧ スペシャルクラス弁に対する要求事項

各項目について説明を加えると次のとおりである。

(i) 概 要

A N S I B 16. 34 の適用範囲が示されている。

(ii) 圧力—温度基準

A N S I B 16. 34 は2つの圧力—温度基準をもっている。すなわち、

- (1) スタンダードクラス
- (2) スペシャルクラス

であり、各々圧力クラスとして150、300、400、600、900、1,500、2,500、4,500、の8階に分けられていている。フランジ端弁はスタンダードクラスのみで圧力クラスも2,500までの7段階となっている。

溶接端弁はスタンダードクラス、スペシャルクラスどちらの圧力—温度基準でも採用できる（ただしクラス 900以下はスペシャルクラスを採用しないことが多い）が、スペシャルクラスの場合、A N S I B 16. 34 の8項に規定されている非破壊検査を含む要求事項を満足する必要がある。

また、A N S I B 16. 34は中間の圧力—温度基準を認めており、B 16. 34に準拠している日本のE 101規格では中間クラスの2,000、3,500の圧力温度基準を定めている。A N S I規格はコピーが禁止されているので、参考までにA N S Iに準拠した日本のE 101の炭素鋼（WCB、SCPH.2）のスタンダードクラスおよびスペシャルクラスの圧力—温度基準を表4-3-3に示す。

表 4-3-3 圧力-温度基準 (炭素鋼)

スタンダードクラス

スペシャルクラス

温度 (°C)	圧力 (kg · f / cm ²)									
	150	300	600	900	1500	2000	2500	3500	4500	
30~38	52	104	156	260	347	316	395	607	781	
93	47.5	95	142	237	316	308	385	554	712	
149	46	92.5	139	231	308	297	371	520	668	
204	44.5	89.5	134	223	297	281	351	491	631	
260	42	84.5	126	211	281	256	321	449	577	
316	38.5	77	115	192	252	252	315	440	566	
343	37.5	75.5	113	189	250	250	312	437	562	
371	37.5	75	112	187	236	236	295	413	532	
399	35.5	71	106	177	193	193	241	337	434	
427	29	58	87	145	126	126	157	219	282	
454	(19)	(37.5)	(57)	(94)	(126)	(126)	(157)	(219)	(282)	
水圧試験 圧力	31.5	79	156.5	236	392	522	652	912	1172	

温度 (°C)	圧力 (kg · f / cm ²)									
	150	300	600	900	1500	2000	2500	3500	4500	
30~38					264	352	439	615	791	
93										
149										
204										
260					264	352	439	615	791	
316					251	334	418	585	752	
343					246	328	410	573	737	
371					244	325	406	569	732	
399					221	295	369	517	664	
427					181	241	301	422	542	
454					(117)	(157)	(196)	(274)	(353)	
水圧試験 圧力					395	528	659	923	1185	

(備考) 1. 温度又は圧力が表中の値の間にある場合には、補間法により、最高使用の圧力又は、温度を定めることができる。

(注) 1. カッコをつけたものは、なるべく使わないのがよい。

2. 注印の水圧試験圧力は、注文者と製造者の協議により設計圧力の1.5倍の圧力とすることができ。

(iii) 呼び口径

呼び口径は、示された数字が識別を目的とするものであり、必ずしもバルブの内径とは一致しておらず、むしろ多くの場合接続パイプの外径で表示されることが多い。したがって、現在中国が採用している内径基準の口径とは根本的に異なっており、注意が必要である。

ANSIには各圧力クラス、呼び口径ごとの入口内径が規定（この入口内径はバルブそのものの入口内径を規定するものではなく、バルブの最小肉厚寸法を決める基になる内径である）されており、その一部を表4-3-4に示す。

表4-3-4 バルブの入口内径表

呼び口径	クラス						
	150	300	400	600	900	1500	2500
1/2				13		13	11
3/4				19		17	14
1	25	25		25		22	19
1 1/4	32	32		32		28	25
1 1/2	38	38		38		35	28
2	51	51		51		47	38
2 1/2	64	64		64		57	47
3	76	76		76	73	70	57
3 1/2	89	89		89			
4	102	102	102	102	98	92	73
5	127	127	127	127	121	111	92
6	152	152	152	152	146	136	111
8	203	203	203	200	190	178	146
10	254	254	254	248	238	222	184
12	305	305	305	298	282	263	219
14	337	337	333	327	311	289	241
16	387	387	381	375	356	330	276
18	438	432	432	419	400	371	311
20	489	483	479	464	444	416	343
22	540	533	527	511	489	457	378
24	591	584	575	559	533	498	413
26	641	635	622	603	578	540	448
28	692	686	670	648	622	584	483
30	743	737	718	695	667	625	517

(iv) 表示

米国のMSS規格SP-25の表示方法を採用しており、下記の内容のものが含まれている。

- ① 製造者名または略号
- ② 圧力-温度基準
- ③ 呼び口径
- ④ ボデー材質
- ⑤ 溶解番号

(注) MSS規格とは、米国の Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry の団体規格で、配管部品規格の基礎をなしている。

(v) 材料

主要部品の材料についてはASTM材と規定されているが、ANSI B16.34の設計思想に準拠して設計するのであれば、中国国内で調達できるASTM相当材（少なくとも化学成分がほぼ等しく、機械的強度が等しいかそれ以上のもの）を使用することは可能である。

(vi) 寸法および公差

ボデーの最小肉厚について詳しく規定されており、特に重要な項目である。ボデーの最小肉厚は圧力クラス、入口内径ごとに表にまとめられており、その一部をANSI相当規格であるE101から抜粋して表4-3-5に示す。

表 4-3-5 最小肉厚

(単位 mm)

クラス 内径(d)	150		300		600		900		1500		2000		2500		3500		4500		
	150	300	600	900	1500	2000	2500	3500	4500	1500	2000	2500	3500	4500	1500	2000	2500	3500	4500
1 8 4																			
1 9 0				22.4										65.8					
2 0 0			15.8																
2 0 4	8.1	11.2	16.0	22.6	40.4	55.3	71.9	111.9	162.0										
2 1 9														77.0					
2 2 2					43.7														177.0
2 2 9	8.4	11.9	17.8	26.2	44.7	51.8	80.5	125.3	181.9										
2 3 8																			
2 4 1														84.8					
2 4 8																			196.8
2 5 4	8.6	12.7	19.6	28.7	49.3	68.3	89.2	133.7	201.9										
2 6 3					50.8														
2 7 6														96.8					219.5
2 7 9	9.1	13.5	21.6	31.5	53.8	74.7	97.8	152.1	221.7										
2 8 2																			
2 8 9						55.6													
2 9 8														104.4					236.7
3 0 5	9.6	14.2	23.4	34.3	58.7	81.5	105.4	166.0	241.8										
3 1 1														108.5					
3 2 7																			259.3
3 3 0	10.2	15.5	24.6	37.1	63.5	87.9	114.8	179.4	261.6										
3 3 3																			
3 3 7	10.4	15.8																	
3 4 3														119.1					271.8
3 5 6	10.7	16.5	26.2	39.6	68.3	94.6	123.4	193.3	281.7										
3 7 1																			
3 7 5						71.4													
3 7 8																			239.2
3 8 1	11.0	17.3	28.2	42.4	73.2	101.1	132.1	206.7	301.6										
3 8 7	11.2	17.5																	
4 0 0														138.9					316.5
4 0 6	11.4	18.0	30.0	45.0	77.7	107.6	140.7	220.1	321.6										
4 1 6																			

クラス 内径(d)	150		300		600		900		1500		2000		2500		3500		4500		
	150	300	600	900	1500	2000	2500	3500	4500	1500	2000	2500	3500	4500	1500	2000	2500	3500	4500
3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.5	3.6	4.2	5.0										
6	3.0	3.0	3.1	3.3	3.8	4.1	4.8	5.8	7.6										
7	3.0	3.0	3.3	3.6	4.3	4.4	5.8	6.3	10.2										
11	3.0	3.0	3.3	3.8	4.6	5.4	6.3	8.5	11.2										
13	3.0	3.1	3.4	4.1	4.8	6.0	6.9	9.5	12.7										
14	3.0	3.1	3.6	4.1	5.1	6.2	7.4	10.1	13.7										
16	3.0	3.1	3.6	4.3	5.6	6.7	7.9	11.2	15.0										
18	3.0	3.3	3.8	4.6	5.8	7.2	8.4	12.2	16.3										
19	3.1	3.8	4.1	5.1	6.1	7.5	8.9	12.8	17.5										
22	3.8	4.3	4.6	5.6	6.6	8.3	9.9	14.4	18.0										
25	4.1	4.8	4.8	6.4	7.1	9.1	11.2	16.0	22.4										
28																			
32	4.8	4.8	4.8																
35					7.1	9.6													
38	4.8	4.8	5.6											15.8	22.9	32.5			
47														19.0	27.8	39.9			
51	5.6	6.4	6.4											11.7	15.8	20.1	29.9	42.5	
57														8.6	12.7	17.3	22.4	33.1	47.5
64	5.6	6.4	7.1																
70														15.7					57.4
73														10.4					59.9
76	5.6	7.1	7.9	10.7	16.8	22.2	29.0	43.3	62.2										
89	6.4	7.4	8.6																
92														19.0	26.4	34.0	44.9	74.9	
98																			
102	6.4	7.8	9.6	13.0	21.1	29.0	37.3	57.2	82.3										
111														23.1	31.3	40.4	62.1	89.7	
121														15.0					
127	7.1	9.6	11.2	16.0	25.9	35.4	46.0	70.6	102.1										
137														27.7					
146														18.3					117.1
152	7.1	9.6	12.7	18.8	30.7	41.9	54.6	84.0	122.1										
178	7.6	10.4	14.5	21.1	35.8	48.6	63.8	97.9	142.0										

(備考) 内径が表中の中間にある場合は、插簡法により肉厚を定めることができる。

表 4-3-5 の値は次式より計算された値より大きくなっている。

$$t = 1.5 \frac{P_c \times d}{2S - 1.2 P_c} + \alpha$$

ここで

t = 肉厚の計算値 ……mm

P_c = クラス値 × 0.07 ……kg/cm²

(例えばクラス 300 → 21)

S = 応力係数 ……4.92kg/mm²

d = 弁の入口内径 ……mm (表 4-3-4 参照)

α = 付加肉厚 ……2.5 mm

(vii) 耐圧試験

ボデーの耐圧試験およびシート漏洩試験について述べられている。耐圧試験は特別要求がある場合を除き、圧力-温度基準の最高使用圧力の 1.5倍 (25Psi単位で切り上げる) 以上、シート漏洩試験は 1.1倍以上の圧力で実施するよう規定されている。

耐圧試験の保持時間は表 4-3-6 に示す時間以上である。

表 4-3-6 耐圧試験の保持時間

バルブ呼び径	保持時間
50mm 以下	15 秒
50~200 mm	60 秒
250 mm 以上	180 秒

なお、シート漏洩試験の詳細については種々の要求事項があり、MSS規格のSP-61を参照願いたい。

(viii) スペシャルクラスバルブに対する要求事項

溶接端弁においては、スペシャルクラスを採用することができる。これはスタンダードクラスの試験・検査に加え、本項で現定している非破壊検査および欠陥がある場合の補修規則を満足した場合に可能となる。

スペシャルクラスを用いる理由として、例えば下図のようにクラス1,500をわずかに越えるバルブがある場合、通常ではクラス2,500を採用することになる。

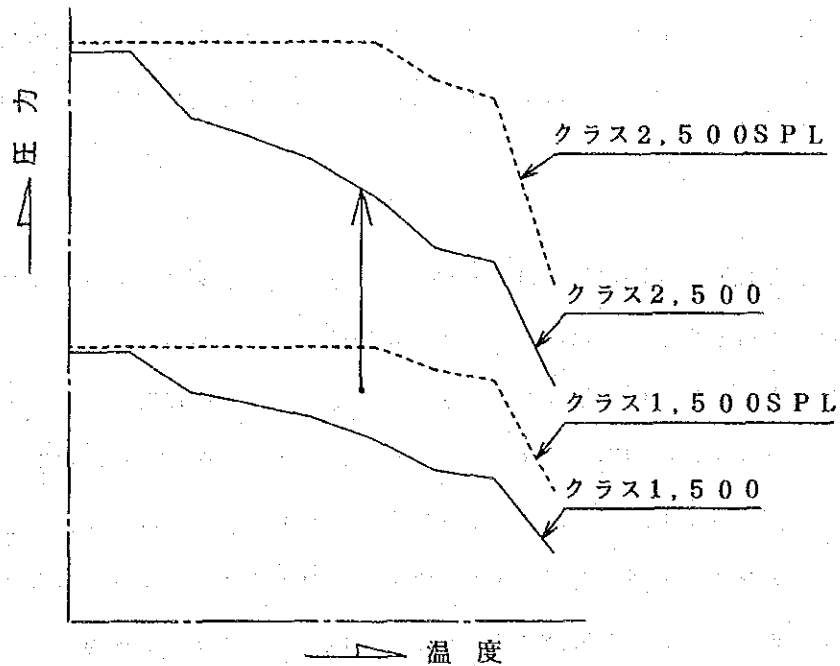


図4-3-5 圧力-温度基準曲線

このような場合、非破壊検査の費用を入れても、クラス2,500のバルブを使うよりコスト的に有利となるような場合にスペシャルクラスが用いられる。


非破壊検査は、

- 体積検査 ———— 放射線透過検査 (RT)
- 超音波探傷検査 (UT)
- 表面検査 ———— 磁粉探傷検査 (MT)
- 液体浸透探傷検査 (PT)

が規定されている。

南昌バルブ工場の場合、設備能力の点から、スペシャルクラスバルブのレイティン
グは考える必要はないと思われる。

(3) 火力発電所用バルブの製作範囲

一口に火力発電所用バルブといっても、その範囲は広く、出力30万Kw級の発電所でも圧力クラスは150から4,500まであり、弁種も仕切弁、玉型弁、逆止弁（スイング型）および特殊弁と多岐にわたる。このうちどの範囲のものに焦点を絞るかは工場の方針次第であるが、第一ステップとして図4-3-6の  に示す範囲のものを推奨する。その理由は、次のとおりである。

- (1) 特殊バルブの製造にはそれなりの基礎データが必要であり、開発に時間がかかる。
- (2) 600mm以上の大口径バルブは工場設備上、問題がある。
- (3) クラス1,500以上はシールリングを用い、内圧を利用してシールするプレッシャーシール型（図4-3-7参照）となることが多く、現在製造しているボデーとボンネットの間にガスケットを入れボルトで締つける様式、すなわちボルテッドボンネット型（図4-3-8参照）と根本的にシール方法が異なる。
- (4) クラス400は実用上はほとんどないのでクラス600に集約する。

圧力 クラス	口径(D) 弁種	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
		150	仕切弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
玉型弁	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
スイング型逆止弁	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
300	仕切弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	玉型弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	スイング型逆止弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
600	仕切弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	玉型弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	スイング型逆止弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
900	仕切弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	玉型弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	スイング型逆止弁	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

図4-3-6 推奨されるバルブの製作範囲

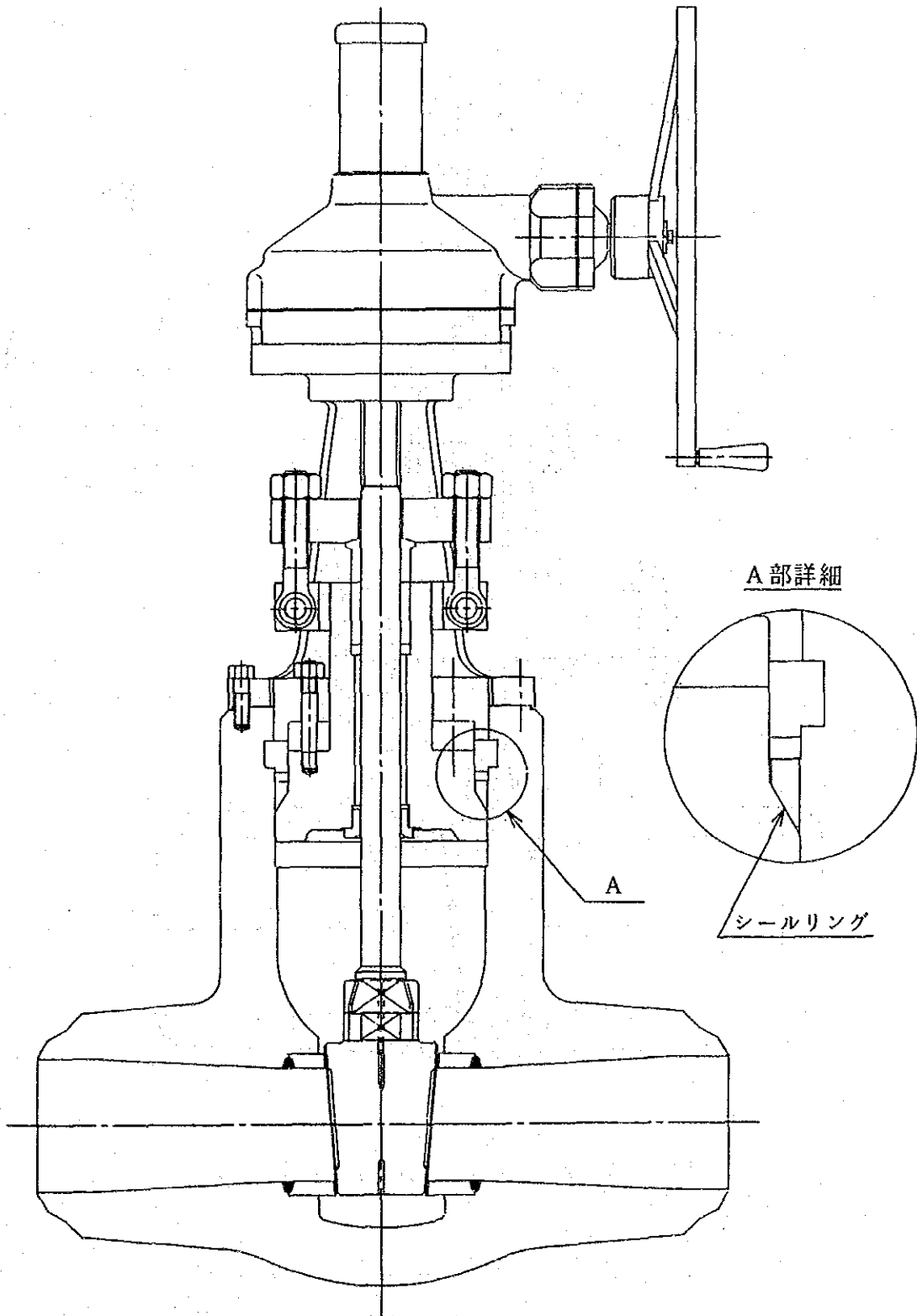


図 4 - 3 - 7 プレッシャーシール型バルブ

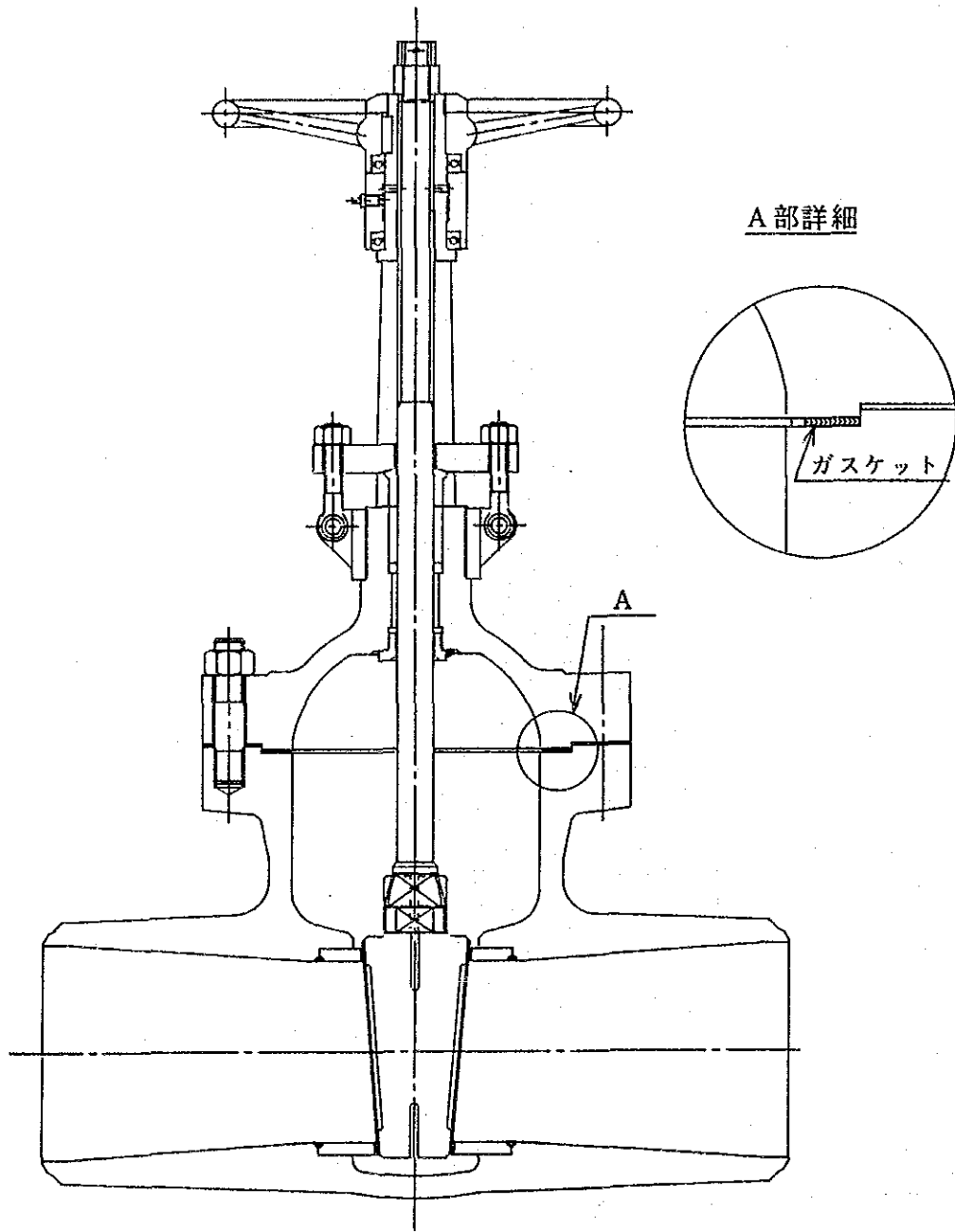


図4-3-8 ボルテッドボンネット型バルブ

(4) 火力発電所用バルブの設計手順

火力発電所向けの一般弁（仕切弁、玉型弁、逆止弁等）は図4-3-9のフローにしたがって設計すると良い。

(i) 出入口径の決定

出入口がフランジ端の場合、適用規格により寸法が決められているので、ここでは溶接端の決め方について言及する。

接続パイプは表4-3-7に示すように呼び口径に対し外径が一定となっており、スケジュールNoによりその厚さが変わってくる。スケジュールNoが大きくなると、パイプの肉厚も大きくなる。各圧力クラスに用いられるパイプスケジュールは、一般に次の表4-3-8のものを考えておくとよい。

表4-3-8 各圧力クラスに適用するパイプスケジュール

クラス	150	300	600	900
スケジュール	40	40	80	120

したがって、弁の出入口径を決める場合、次式の関係が成り立てばよい。

すなわち、

$$dv < dp$$

$$Dv > Dp$$

ここで

dv , dp , Dv , Dp は、図4-3-10に示すとおりである。

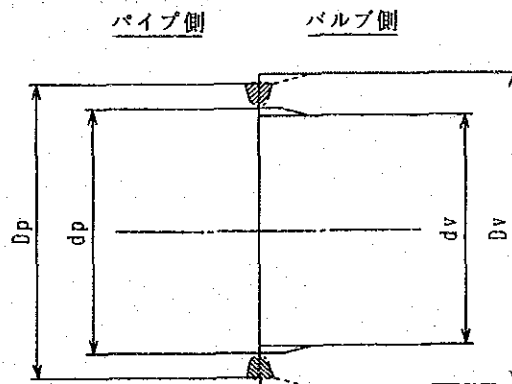


図4-3-10 パイプとバルブの溶接接続

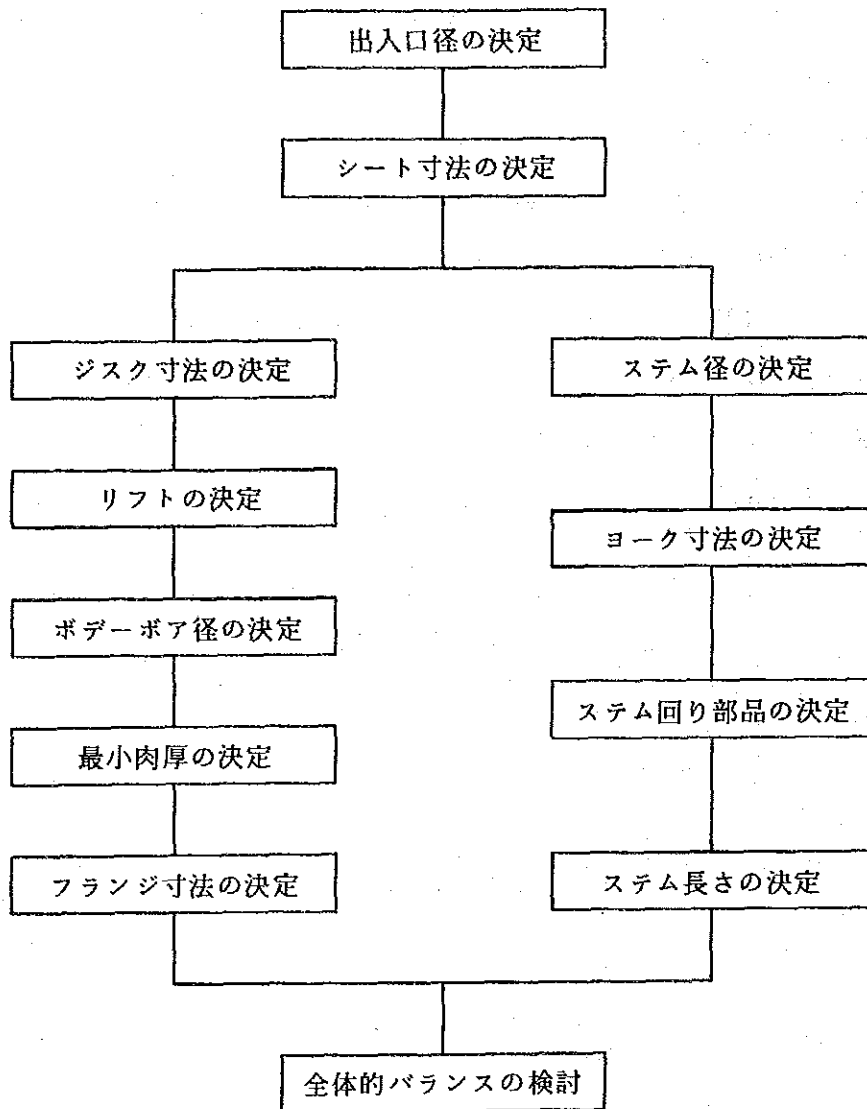


図4-3-9 バルブ設計手順

表 4-3-7 パイプの呼び厚さ

呼び径	外径 mm	呼び厚さ																				
		スケジュール 10		スケジュール 20		スケジュール 30		スケジュール 40		スケジュール 60		スケジュール 80		スケジュール 100		スケジュール 120		スケジュール 140		スケジュール 160		
A	B	厚さ mm	重量 kg/m	厚さ mm	重量 kg/m	厚さ mm	重量 kg/m	厚さ mm	重量 kg/m	厚さ mm	重量 kg/m	厚さ mm	重量 kg/m	厚さ mm	重量 kg/m	厚さ mm	重量 kg/m	厚さ mm	重量 kg/m	厚さ mm	重量 kg/m	
6	1/8	10.5	-	-	1.7	0.369	-	-	2.4	0.479	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1/4	13.8	-	-	2.2	0.629	-	-	3.0	0.799	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	3/8	17.3	-	-	2.3	0.851	-	-	3.2	1.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1/2	21.7	-	-	2.8	1.31	-	-	3.7	1.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	3/4	27.2	-	-	2.9	1.74	-	-	3.9	2.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	1	34.0	-	-	3.4	2.57	-	-	4.5	3.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	1 1/4	42.7	-	-	3.6	3.47	-	-	4.9	4.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	1 1/2	48.6	-	-	3.7	4.10	-	-	5.1	5.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	2	60.5	-	-	3.9	5.44	-	-	5.5	7.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	2 1/4	76.3	-	-	5.2	9.12	-	-	7.0	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	3	89.1	-	-	5.5	11.3	-	-	7.6	15.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	3 1/2	101.6	-	-	5.7	13.5	-	-	8.1	18.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	4	114.3	-	-	6.0	16.0	-	-	8.6	22.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	5	139.8	-	-	6.6	21.7	-	-	9.5	30.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	6	165.2	-	-	7.1	27.7	-	-	11.0	41.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	8	216.3	-	-	8.2	42.1	10.3	52.3	12.7	63.8	15.1	74.9	18.2	88.9	20.6	99.4	23.0	110	-	-	-	-
250	10	267.4	-	-	9.3	59.2	12.7	79.8	15.1	93.9	18.2	112	21.4	130	25.4	152	28.6	168	-	-	-	-
300	12	318.5	-	-	10.3	78.3	14.3	107	17.4	129	21.4	157	25.4	184	28.6	204	33.3	234	-	-	-	-
350	14	355.6	6.4	55.1	11.1	94.3	15.1	127	19.0	158	23.8	195	27.8	225	31.8	254	35.7	282	-	-	-	-
400	16	406.4	6.4	63.1	12.7	123	16.7	160	21.4	203	26.2	246	30.9	286	36.5	333	40.5	365	-	-	-	-
450	18	457.2	6.4	71.1	14.3	156	19.0	205	23.8	254	29.4	310	34.9	363	39.7	409	45.2	459	-	-	-	-
500	20	508.0	6.4	79.2	15.1	184	20.6	248	26.2	311	32.5	381	38.1	441	44.4	508	50.0	565	-	-	-	-
550	22	558.8	-	-	15.9	213	22.2	294	28.6	374	34.9	451	41.3	527	47.6	600	54.0	672	-	-	-	-
600	24	609.6	-	-	17.5	256	24.6	355	31.0	442	38.9	547	46.0	639	52.4	720	59.5	807	-	-	-	-
650	26	660.4	-	-	18.9	299	26.4	413	34.0	525	41.6	635	49.1	740	56.6	843	64.2	944	-	-	-	-

(ii) シート寸法

シート内径寸法はバルブ全体の大きさ、重量に最も大きく影響する因子である。

A P Iを適用する石油化学用バルブは、シートを絞らないことを原則としているが、A N S Iを適用する火力用バルブは圧力損失が許容される範囲でシート径を絞ることが可能である。

一般に仕切弁、スイング型逆止弁の場合、出入口径の80~90%程度に絞ることが多い。玉型弁はバルブそのものの圧力損失が大きいため絞らないことが多い。

(iii) ジスクの形状

ジスクは流体をシールする重要な部品であり、耐圧部の一部である。ジスクの形状は弁種、各バルブ会社の設計思想で異なっているが、仕切弁の場合は図4-3-11のようにソリッド型とフレキシブル型の2種類が多く用いられる。

一般にソリッド型はクラス 300以下に、フレキシブル型はクラス 600以上に用いられることが多い。

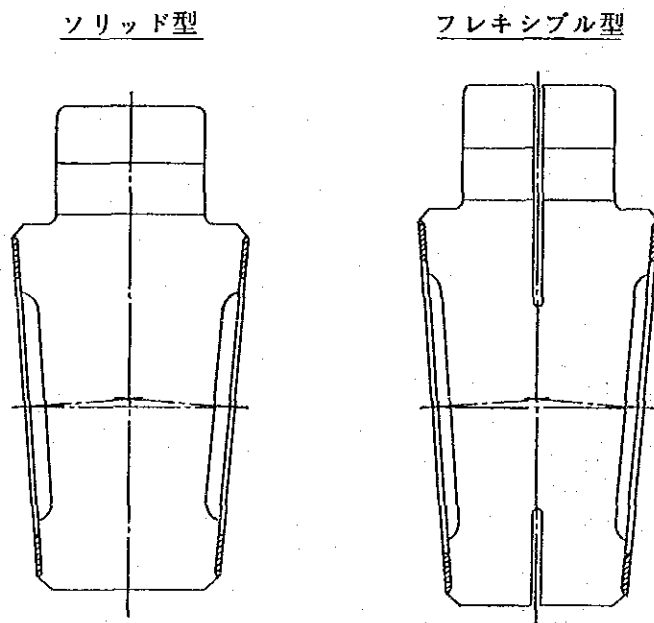


図4-3-11 ジスクの形状

(iv) ステム径の決定

バルブにはステム径で決まってくる部品が多い。特に、クラス900以下は圧力も小さく、グランドパッキンの締付力を同一とすれば共通化される部品は多い。これを図4-3-12に仕切弁の場合を例にとり示すが、玉型弁の場合もほぼ同一である。

南昌バルブ工場のような量産型工場の場合、このステム径のとび段階をいかにうまく規定して、部品の集約化をはかるかが大きな問題である。

ステムのとび段階を決める大きな要素として、ステムのネジサイズがある。ステムのネジは一般に台形ネジが用いられており、特にISO規格である30°台形ネジを用いている所が多い。このネジは表4-3-9に示すようにとび段階で規定されている。しかし、これは少し細かすぎるので表中の()内のものをはぶいた位が妥当だと考えられる。強度計算を行い、このステム径に集約することが望ましい。

(v) 最小肉厚

圧力クラス・口径ごとの入口内径を表4-3-4で求め、その径と圧力クラスから表4-3-5を用いてバルブの最小肉厚を求める。この値は必要最小寸法であり、これに鋳物上の公差、付加肉厚を加え、バルブの肉厚を決定する。

(vi) フランジ計算

フランジの計算式は色々あるが、ASME方式が広く用いられている。式は少し複雑であるが、図4-3-13のような様式を用いると便利である。

(5) 今後の展開

南昌バルブ工場の現在の設計スタッフ、設計資料および設計機器の状況から考えると、提案した火力発電所用バルブを一から設計し、製作図、加工手順表まで作り上げるには少なくとも3~4年はかかるものと予想される。それでは近代化計画の目標年度である1990年の立上がりには間に合わない。

したがって、十分に実績のある海外のバルブメーカーと技術提携を行い、技術供与を受けて南昌バルブ工場としてのバルブを製作することも一案であると考えられる。

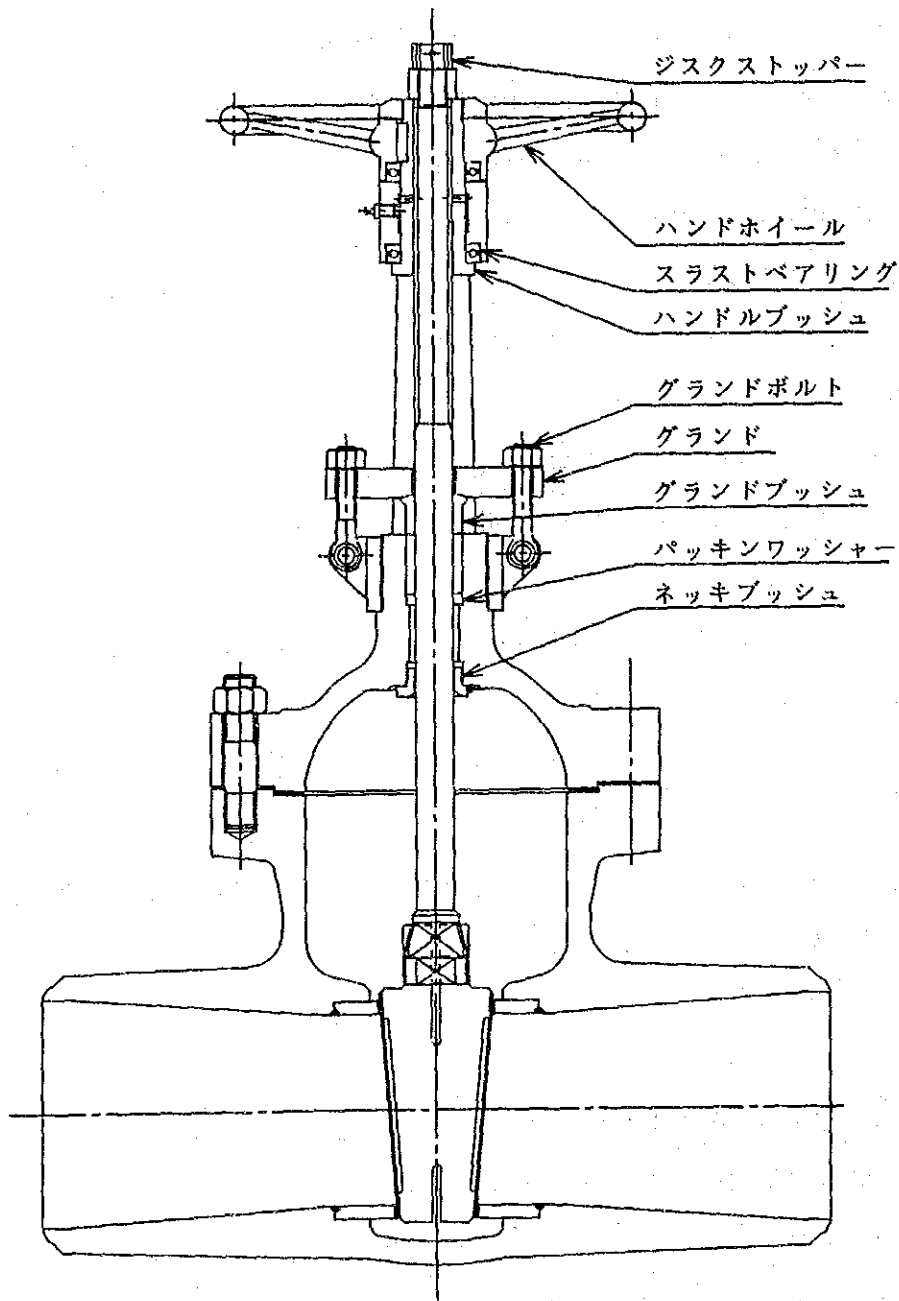


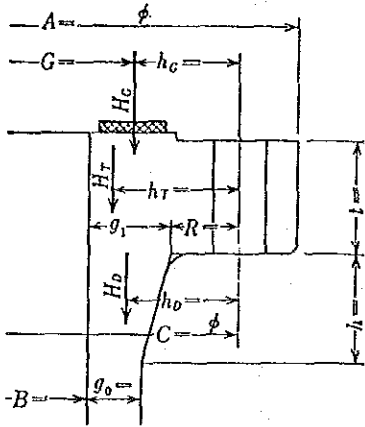
図 4 - 3 - 12 共通化できる部品

表 4 - 3 - 9 I S O 規格 3 0 度 台 形 ね じ 寸 法 一 覧

呼び	ピッチ	呼び	ピッチ
TM 16	3	(TM 52)	8
TM 18	4	TM 55	8
TM 20	4	(TM 58)	8
TM 22	5	(TM 60)	8
(TM 24)	5	TM 62	10
TM 25	5	(TM 65)	10
(TM 26)	5	(TM 68)	10
TM 28	5	TM 70	10
(TM 30)	6	(TM 72)	10
TM 32	6	(TM 75)	10
(TM 34)	6	(TM 78)	10
TM 36	6	TM 80	10
(TM 38)	6	(TM 82)	10
TM 40	6	(TM 85)	12
(TM 42)	6	(TM 88)	12
(TM 44)	8	TM 90	12
TM 45	8	(TM 92)	12
(TM 46)	8	(TM 95)	12
(TM 48)	8	(TM 98)	12
TM 50	8	TM 100	12

() 内寸法はなるべく使用しない方がよい

(単位 mm-kg)

最高使用圧力	[kg/cm ²]	ガスケット	ガスケット材質 図 UA-47.1*より $m = y =$
最高使用温度	[°C]		ガスケット幅 $M =$ 図 UA-47.2*より $b_0 =$ mm
腐れしろ	[mm/kg]		$b_0 \leq 6$ のとき $b = b_0 =$
フランジ材質			$b_0 > 6 =$ のとき $b = 2.52\sqrt{b_0} = 2.52\sqrt{\quad} =$
ボルト材質		荷重	$H = \frac{\pi G^2 p}{400} = \frac{\pi \times \quad^2 \times \quad}{400} = \quad \times 10 \text{ kg}$
ボルトの許容圧力	大気温度 S_a [kg/mm ²] 設計温度 S_b [kg/mm ²]		$H_p = \frac{2\pi b G m p}{100} = \frac{2\pi \times \quad \times \quad \times \quad}{100} = \quad \times 10 \text{ kg}$
フランジ設計温度	S_f [kg/mm ²]		$W_{m1} = H + H_p = (\quad + \quad) \times 10 = \quad \times 10 \text{ kg}$
			$W_{m2} = \pi b G y = \pi \times \quad \times \quad = \quad \times 10 \text{ kg}$
 <p>寸法は腐れしろを除いたものとする。</p>			ボルトおよび荷重大きさ $A_{m1} = \frac{W_{m1}}{S_b} = \frac{\quad \times 10}{\quad} = \quad \times 10 \text{ mm}^2$ $A_{m2} = \frac{W_{m2}}{S_a} = \frac{\quad \times 10}{\quad} = \quad \times 10 \text{ mm}^2$ ボルト径 \quad ボルト本数 \quad $Ab = na = \quad \times \quad = \quad \times 10 \text{ mm}^2 > A_{m1} \text{ および } A_{m2}$ $W = \frac{S_a(A_{m1} + A_{m2})}{2} = \frac{\quad \times (\quad + \quad) \times 10}{2} = \quad \times 10 \text{ kg}$
			モーメント $h_D = R + \frac{g_1}{2} = \quad + \frac{\quad}{2} = \quad$ $h_G = 0.5(C - G) = 0.5(\quad - \quad) = \quad$ $h_T = 0.5(R + g_1 + h_G) = 0.5(\quad + \quad + \quad) \text{ mm}$
			モーメント $M_D = H_D \times h_D = \frac{\pi B^2 p h_D}{400} = \frac{\pi \times \quad^2 \times \quad \times \quad}{400} = \quad \times 10 \text{ kgmm}$ $M_G = H_G \times h_G = (W - H) h_G = (\quad - \quad) \times 10 \times \quad = \quad \times 10 \text{ kgmm}$ $M_T = H_T \times h_T = \frac{\pi(G^2 - B^2) p h_T}{400} = \frac{\pi(\quad^2 - \quad^2) \times \quad \times \quad}{400} = \quad \times 10 \text{ kgmm}$ $M_0 = M_D + M_G + M_T = (\quad + \quad + \quad) \times 10 = \quad \times 10 \text{ kgmm}$
			$h_0 = \sqrt{B g_0} = \sqrt{\quad \times \quad} = \quad$ $\frac{g_1}{g_0} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$ $\frac{g_0}{h} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$ $\frac{h_0}{A} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$ $\frac{A}{B} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$ 表 1.36 または図 1.14 より $T = Z = Y = U =$ 図 1.15*より $F =$ 図 1.16*より $V =$ 図 1.17*より $f =$ $e = \frac{F}{h_0} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$
			$d = \frac{U h_0 g_0^2}{V} = \frac{\quad \times \quad \times \quad^2}{\quad} = \quad \times 10$ $L = \frac{t_e + 1}{T} + \frac{t^3}{d} = \frac{(\quad \times \quad) + 1}{\quad} + \frac{\quad^3}{\quad} = \quad + \quad = \quad$ $S_H = \frac{f M_0}{L g_1^2 B} = \frac{\quad \times \quad \times 10}{\quad \times \quad^2 \times \quad} = \quad \text{ kg/mm}^2 < 1.50 f$ $S_R = \frac{(4/3 t e + 1) M_0}{L t^2 B} = \frac{(4/3 \times \quad \times \quad + 1) \times \quad \times 10}{\quad \times \quad^2 \times \quad} = \quad \text{ kg/mm}^2 < S_f$ $S_T = \frac{Y M_0}{t^2 B} - Z S_R = \frac{\quad \times \quad \times 10}{\quad^2 \times \quad} - \quad \times \quad = \quad \text{ kg/mm}^2 < S_f$ $\frac{S_H + S_R}{2} = \frac{\quad + \quad}{2} = \quad \text{ kg/mm}^2 < S_f$ $\frac{S_H + S_T}{2} = \frac{\quad + \quad}{2} = \quad \text{ kg/mm}^2 < S_f$

(注) *印の図は省略

図 4-3-13 フランジの計算式と手順

4-3-2 調達管理

バルブを製作するための材料、部品を調達する場合、

- (1) 設計部門は、どの程度の品質のものを製作するかを決定し、
- (2) 購入部門は、設計部門の要求する品質を満足する品目を購入し、
- (3) 検査部門は、納入される品目が設計部門の意図する品質に合致していることを、立合
いまたは受入時に確認する、

ことが必要である。

この様な一連の作業が調達管理である。購入する品目としては下記のような原材料、半完
成品、完成部品およびサービスが含まれる。

- ・原材料……………鋼材、鋳鋼素材用の材料、溶接材料、非鉄金属等
- ・半完成品……………納入後、一部社内で加工が必要な部品
- ・完成部品……………パッキン、ボルト・ナット、ベアリング等
- ・サービス……………機械加工の外注、非破壊検査の外注等

調達管理は多部門にまたがるため、その責任分野を明確に分け、各部門が決められたこと
を確実に行って、初めて調達管理が成り立つ。

(1) 設計部門

設計者が意図する品質を他部門へ伝える手段として、一般的に用いられているものが購
入仕様書である。少なくとも耐圧部に使われる鋼材、部品については、購入仕様書が作成
されるべきである。鋼材に例をとると、その購入仕様書には、少なくとも下記の内容のも
のが含まれるべきである。

- (1) 材料スペック名
- (2) 熱処理条件
- (3) 化学成分
- (4) 機械的強度
- (5) 材料成績表の提出要求

(2) 購入部門

購入部門は、工場に必要な品目を購入する外注先を事前に調査し、認定しておく必要がある。実際の調査は検査部門に依頼することになるであろうが、その調査記録をファイルし、「認定外注先リスト」を購入品目ごとに作っておくと便利である。

購入の際考慮しなければならないことは、

- (1) 品質
- (2) 納期
- (3) コスト

であり、これらのどれ一つが欠けても会社運営に大きな支障をきたすことになる。信頼できる外注先をできるだけ多く持つことは、バルブ自体の品質向上、納期の短縮、コストの低減につながる。

(3) 検査部門

検査部門は外注先を認定する際、立入検査を行い、外注先として妥当かどうかの判断を行い、その結果を購入部門へ連絡する。

また、納入されてくる品目について受入検査を行い、購入仕様書に記述されている品質が守られているかどうかの確認を行う。受入検査時のバラツキを小さくするため、チェックシートなどの活用も考えるべきである。特に、耐圧部もしくは重要部品に用いる鋼材の受入れについては、「材料試験成績表」が添付されていることを確認し、その中に示されている識別番号（多くの場合ヒートNo）が納入された鋼材に必ず刻印されていることを確認しなければならない。材料試験成績表は図4-3-14に示されるような項目が含まれていなければならない。

以上に述べた購入管理をフロー図にまとめて示すと図4-3-15のようになる。

TEST RESULT OF MATERIAL

材料試験成績表

Purchaser 注文先 _____ Report No. _____
 Project 使用先 _____ Date _____
 Inspection Section _____

Material 材質規格 ASTM-A216-WCB -1977

It is hereby certified that the under results are true and correct in every details.
 下記の成績は要求事項を満足していることを証明します。

Chemical Composition 化学成分

Elements 成分%	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo					
Specification 規格	max. 0.30	max. 0.60	max. 1.00	max. 0.040	max. 0.045							
Results 成績	0.25	0.59	0.80	0.021	0.008							
Heat Treatment 熱処理	Items 項目	Annealing 焼きまし										
	Temp. x Hold Time 温度 x 保持時間	910 x 11 00										
Heat Treatment 熱処理	Items 項目	Normalizing 焼きならし										
	Temp. x Hold Time 温度 x 保持時間	910 x 11 00										
Heat Treatment 熱処理	Items 項目	Tempering 焼きどじ										
	Temp. x Hold Time 温度 x 保持時間	910 x 11 00										

Specification 規格	Test Piece 試験片	Tension Test 引張試験				Bending Test 曲げ試験	Hardness 硬さ (HB)	Charpy Impact Test シャルピー衝撃試験	
		Yield Strength 耐力 0.2% 附	Yield Point 降伏点	Tensile Strength 引張強さ	Elongation 伸び			Reduction of Area 収縮率	Test Piece
Heat No. 浴槽番号	Test Mark 試験片番号	ksi	ksi	ksi	%	%	min.	Energy	Mils Lateral Expansion 横膨出量
1639	1639	36	min.	70 to 95	22	35	min.	Average	kg. m
		49.2	min.	85.3	26	46	kg. m		

PSV-01, 02 75 m/m. Safety Valve Body 01-62364-4-1 & 2
 PSV-04 75 m/m. Safety Valve Body " -4-4 REVIEWED BY
 Reviewed by
 Witnessed by

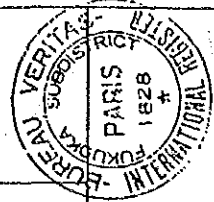


図 4 - 3 - 14 材料試験成績表の一例

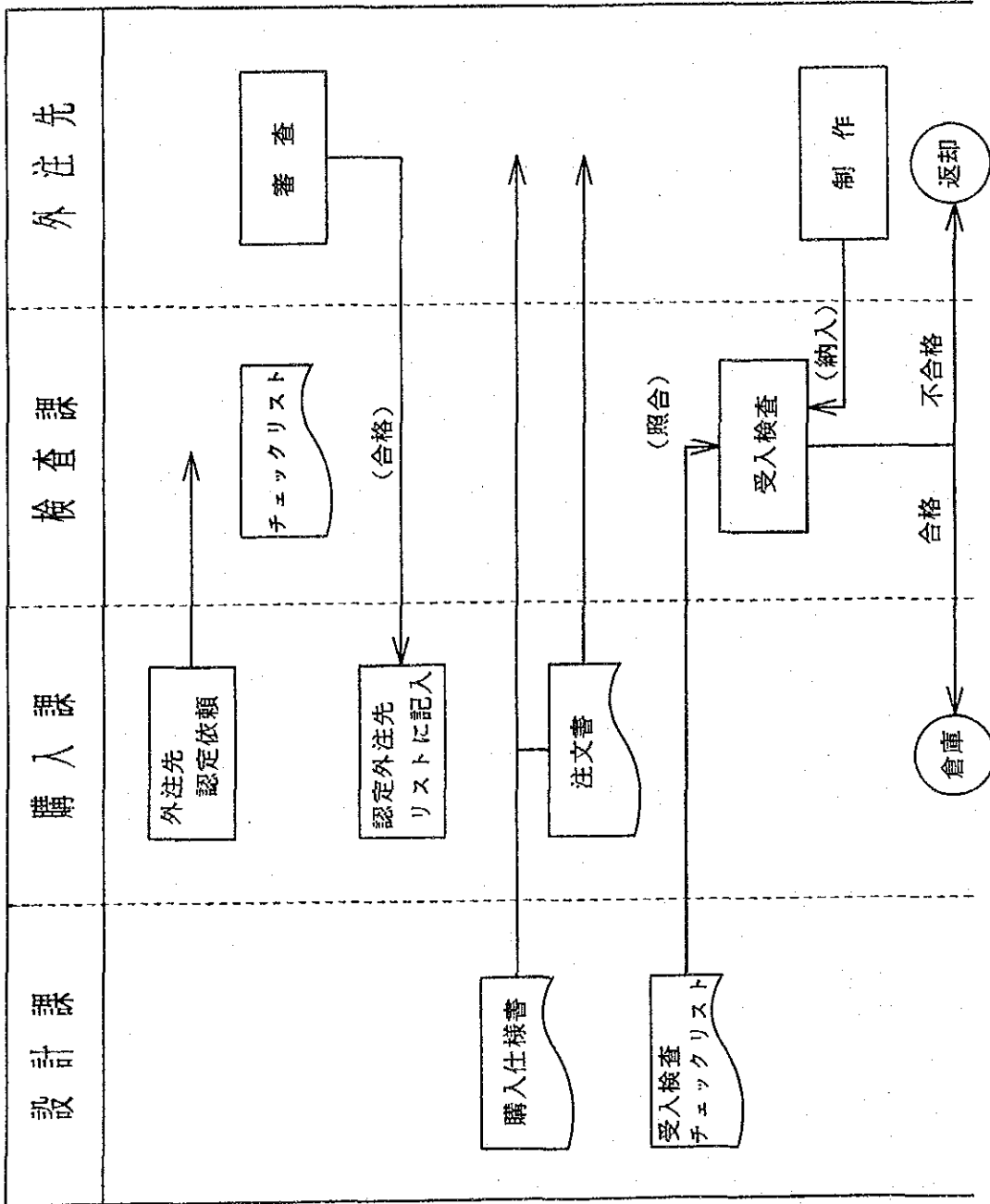


図 4 - 3 - 15 購入管理フロー図

4-3-3 在庫管理

安定した生産工程を確保するには適正な在庫が必要である。「適正な在庫量」は鋼材、部品の納期を考え、バルブの生産計画により決められるべきである。

ここでは、在庫管理を、

- (1) 現状の在庫方法の改善
- (2) 適正在庫量

の面から提案する。

(1) 現状の在庫方法の改善

工場内の物の管理において最も大切なことは4Sの徹底である。4Sとは「整理・整頓・清掃・清潔」の4項目の頭文字をとったものであるが、簡単にいえば「きちんと片付け、不要なものを取り除き、いつもきれいに掃除し、その状態を保ち、それを習慣として行う」ことである。在庫管理においてもこの4Sが大切なことはいうまでもない。

南昌バルブ工場の在庫は、

- (1) 鋼材
- (2) 部品
- (3) 完成弁

の3つに分けられる。その各々についての改良点を以下に述べる。

(i) 鋼材

鋼材は一応色別管理が行われているが、現在行われている方法は鋼材の両端のみを色別塗布する方法である。これでは、一端を切断した場合、その残材は反対側に回ってその材質を確認しなければならない欠点がある。

これを次の図4-3-16に示すように長手方向に色別塗布する方法をすすめる。

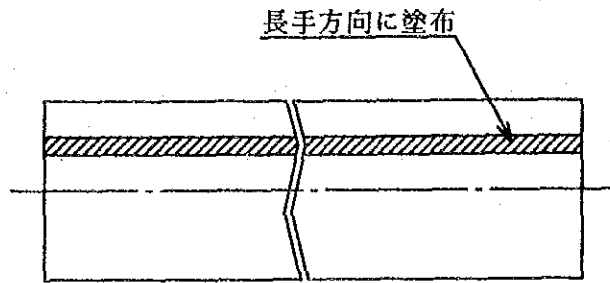


図 4 - 3 - 16 新しい鋼材色別管理方式

この方法によると、切断後も材質の種類がわかり、また保管状態においても材料が一目瞭然で見分けられるため、保管時に他の材質の混入を防ぐことができる。今後、火力発電所用バルブの製造に取り組んでいくと、使用する鋼材の種類が増えてくる。その場合は、いたずらに色数を増やすのではなく、はっきりとした色のみを用い、図 4 - 3 - 17 に示すように 2 色の組合せで色別する方法をとると良い。

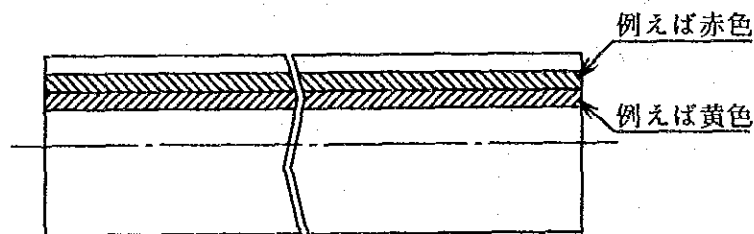


図 4 - 3 - 17 多数の鋼材の色別管理方式

次に、鋼材を管理している台帳は材質、鋼材径ごとに入庫日、入庫量、出庫日、出庫量、残量を記入するようになっており、これにより在庫量は把握することができる。しかし、今後は購入管理の項でも述べたように、材料試験成績表と照合する識別番号（一般にはヒートNo）の記録も必要となってくる。

したがって、この台帳も材質、径、識別番号ごとの管理ができる様式とすることが必要である。さらに、入庫の際は注文伝票No、出庫の際は出庫伝票Noを記入する欄を設けておくと将来適正在庫量を把握するデータをとる場合便利である。これらを満足する様式として、表 4 - 3 - 10 のような形式の鋼材在庫管理台帳をもつことを奨める。

(ii) 部 品

バルブの場合、鋳鋼品を除くと大きな部品は少ない。また一弁当たりの部品点数も少ないので管理は容易なはずである。部品の置場を設け、指定席にして各部品ごとに置き方、置く量を決めておけばよい。このようにきちんと整理しておけば、

- (1) 受入順に並べ受入順に出庫できるようになり、先入・先出が容易となる。
- (2) 保管している部品を見て在庫量が一目でわかる。
- (3) 打ち傷、錆などを防ぐことができる。

などの利点が生じてくる。

もちろん、部品の置き方、量は生産工程に合わせて配置する必要がある。

(iii) 完成バルブ

完成バルブは十分な水抜きが行われず発錆を生じており、土間に直接置かれている。しかも乱雑に置かれているため、所々に打傷があり、塗装がはげているものも多く見られる。これは是非避けるべきで、以下に述べる方法により再処理の必要がないように保管すべきである。

- (1) テスト後は完全に水を切り、十分に乾燥させる。
- (2) できれば乾燥剤（シリカゲル等）を封入しておく。
- (3) 両端面はシートパッキンの当り面であり、シール上重要な箇所である。図4-3-18に示すように両端面をベニヤ板などで覆う。

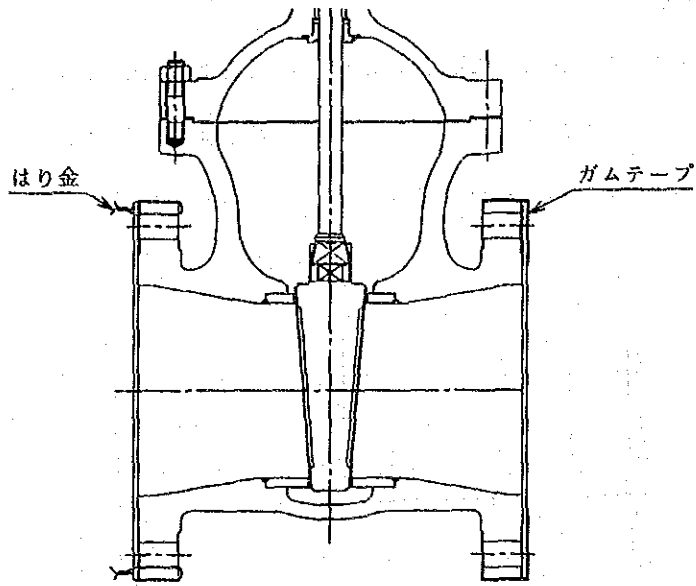


図4-3-18 バルブ端面の保護

- (4) 図4-3-19に示すように、木の台を置き、バルブとバルブの間に緩衝板（ベニヤ板、発砲スチロール等）を置く。

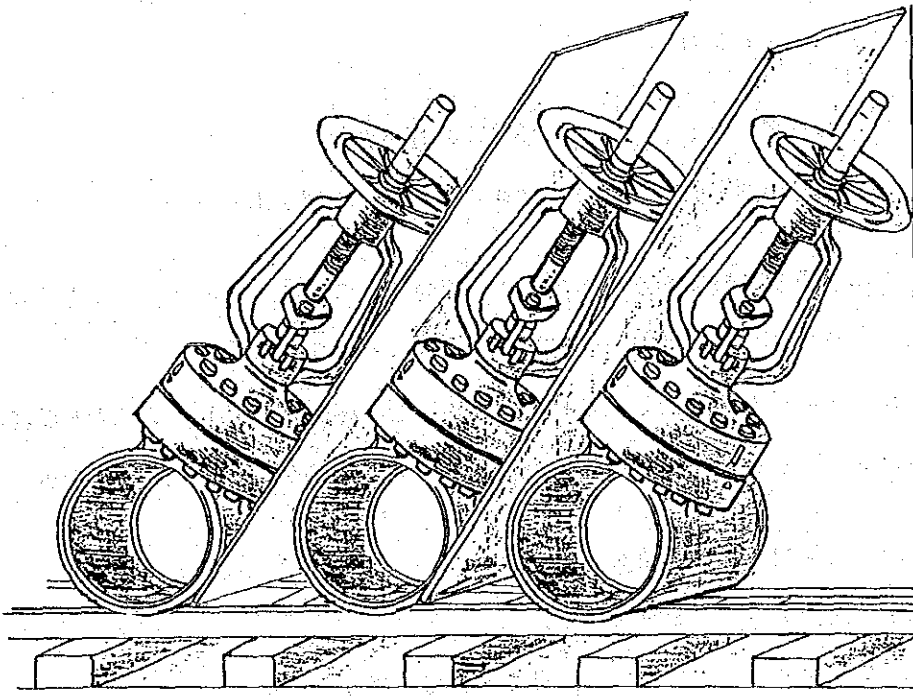


図4-3-19 バルブの置き方の一例

(2) 適正在庫量

在庫はできるだけ少ない方がよい。しかし現在の中国の調達環境にあって生産工程に影響しないようにするためには、どうしても多めの在庫量となっている。それを図で示すと図4-3-20のとおりである。

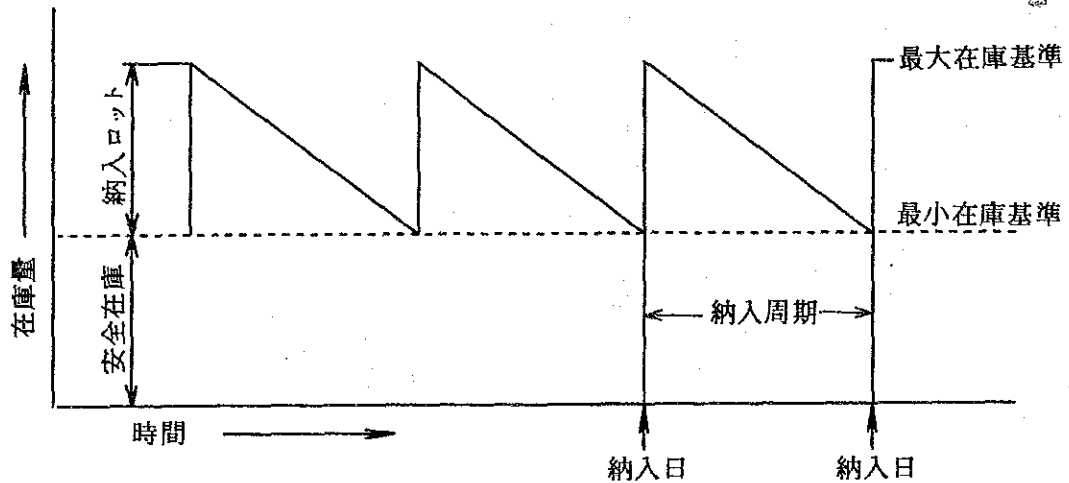


図4-3-20 工場の在庫状況例

この図に示された安全在庫は本来まったく無駄な在庫であり、できるだけ少なくすべきである。それには、

- (1) 各品目に対し、できるだけ複数の外注先をもつ。
- (2) 部品の共通化をはかり、できるだけ流用範囲を広げる。

などの手が必要である。またロットの発注分についても、バルブの生産ロットをうまくまとめてできるだけ細かく発注するにすべきである。

コンピュータを導入し(CPU:16ビット、記憶容量:1メガバイト程度のパーソナルコンピュータで十分)これらの管理を効率的に行うことが有効であるが、

- (1) 工場内の電気事情を安定させる。
- (2) 入力データの整理を行う。
- (3) コンピュータに対する認識を関係者に植えつける。

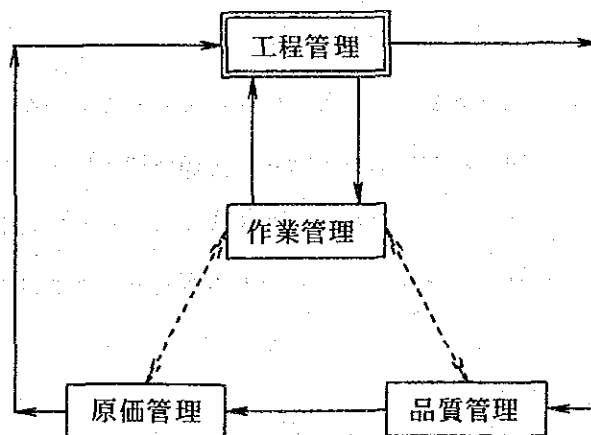
などの問題解決が先決である。これらの環境が整えられれば、在庫管理に対するコンピュータソフトウェアは沢山開発され市販されており、これらの一部を修正することでコンピュータを用いて南昌パルプ工場の在庫管理を行うことは可能である。

4-3-4 工程・作業管理

工程管理・作業管理・品質管理は管理の対象（領域）や方法において相違があり、それぞれ独自の分野をもっているのであるが、もともと同じものを別の角度から見たものでもある。したがって、管理の手法においては相互に関係をもっている。

特に、工程管理と作業管理はその性質上からも密接な関係がある。たとえば、工程管理の基礎となる標準時間（ST）は作業管理の成果として得られるものであるので、作業管理が立ち遅れているために適正な標準時間の資料が得られないならば、工程管理の水準をある程度以上に高めることはできなくなる。逆に工程管理を切りはなして作業管理のみを推進しても、その水準を高めることは困難である。

このような関係は品質管理・原価管理についても同様で、これらは下図に示すような関係となっている。



図の関係は「工程管理 \longleftrightarrow 作業管理」という小サイクル、「工程管理 \longrightarrow 品質管理 \longrightarrow 原価管理 \longrightarrow 工程管理 \longrightarrow 」という大サイクルの2段階から成り立っていることを表わしている。そして作業管理（作業標準）は、これら他の3つの管理の基礎となるものである。

(1) 工程管理

工程管理を一口でいうならば、「一定の品質と量の製品を所定の期日までに生産するため、人的労力や機械設備を経済的に運用させることを目的とし、工場の生産活動を総合的に統制すること」であるといえる。

工程管理の目的は、

- (1) 製作納期を短くする。
- (2) 稼働率を上げる。
- (3) 生産速度を上げる。



ことであり、その結果として原価の低減を達成することである。

工程管理を行う上では、次の3項目を考える必要がある。

- (1) 標準時間 (ST)
- (2) 工程所要時間
- (3) 最長経路 (クリティカルパス)

以下に各項目について説明を加える。

(i) 標準時間

作業者が入社し、退社するまでの作業時間をまとめたものが図4-3-21である。この中で  で囲まれた部分を通常正味実働時間といている。部品製作の標準時間を決める場合、この  に含まれる時間のデータを得る必要がある。

標準時間は数回のワークサンプリングで得られたデータを統計的処理をして決めるのが普通である。

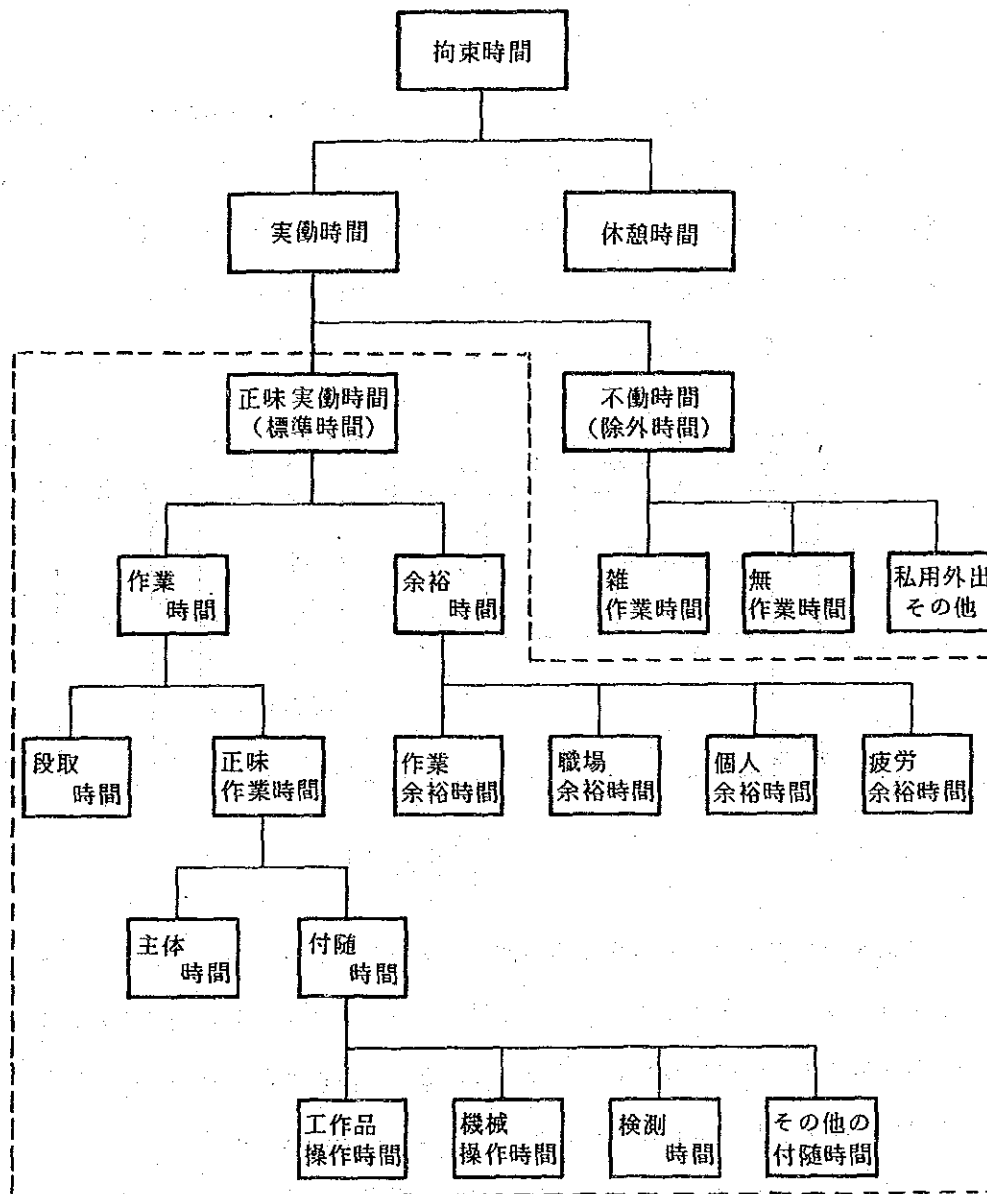


図 4 - 3 - 21 標準時間の構成

(ii) 工程所要時間

1つの部品を製作するにあたり、部品の状態を考えれば、

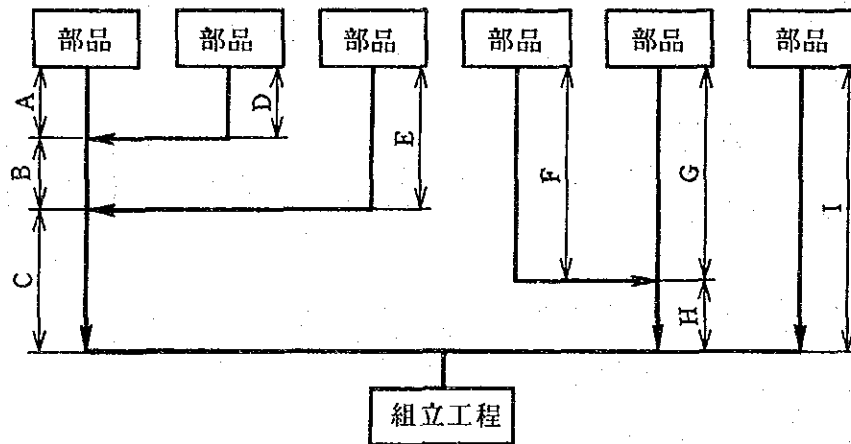
- ・加工
- ・検査
- ・運搬
- ・停滞

の4種に大別できる。これらの合計時間が部品の工程所要時間である。

(iii) 最長経路

バルブは数十個の部品から成り立っている。この各々の部品に対して、標準時間、工程所要時間から決まってくる製作期間がある。また、ある部品ができないと次の工程に進めないという部品もある。(例えばシートリングをボデーに溶接する場合、シートリングが完成しないとボデーとシートリングの溶接作業に進めない。)

下図はそれをモデル化したものである。



各部品が組立工程に入るまでの時間は、それぞれ、 $A + B + C$ 、 $D + B + C$ 、 $E + C$ 、 $F + H$ 、 $G + H$ 、 I があり、この中で最大のものが通常、最長経路といわれている。

各弁種ごとにこのような表を作成しておき、どの部品が工程のネックになっているかを把握した後、集中的に工数の短縮をはかることが必要である。

このような手法でバルブ全体の製作納期が決定される。この製作納期を守るために細かい日程計画を立て、工程の進捗状況を照合していく必要がある。時には、関係部門が集まり工程進捗会議を開き、進捗状況、遅れている場合は原因は何か、どうすれば回復できるかを話し合うことも必要である。

(2) 作業管理

作業管理を一口でいえば、作業の方法を統一し、「無駄、むら、無理」を省き、品質の安定をはかるもので、一般には作業標準という形でまとめられている。

作業標準は工程全般におよぶが、特にここでは機械加工工場で行う作業について言及する。工場で行う作業を大別すれば、

- (1) 材料出庫
- (2) 機械加工
- (3) 溶接作業
- (4) 熱処理事業
- (5) 組立作業
- (6) 試験・検査作業
- (7) 梱包・出荷作業

に分けられる。この各々について、以下にその概要を述べる。

(i) 材料出庫

バルブには耐圧部品と非耐圧部品がある。非耐圧部品の中でも重要部品とそうでない部品に分けられる。

仕切弁を例にとると、図4-3-22のように分類される。カテゴリ-3までが耐圧部品であり、カテゴリ-6までが重要部品となっている。少なくともカテゴリ-6までは、出庫する材料の履歴がわかるような作業標準を作るべきである。

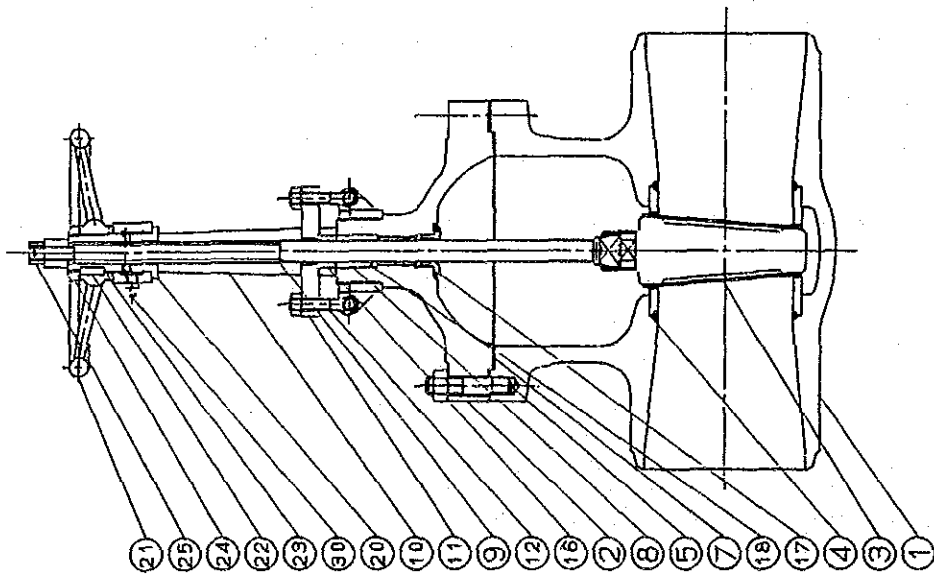
(ii) 機械加工

機械加工においては、機械の能力を最大限発揮できるようにするため、加工する部品に対し少なくとも次の項目を定めた作業標準を規定すべきである。

- ・ 基準面
- ・ 切削速度
- ・ 1回あたりの切り込み量
- ・ バイトの種類

(iii) 溶接作業

耐圧部の溶接作業を行うには、その施行法および溶接作業者の認定が必要である。その手順を図4-3-23に示す。この手順に従って認定された溶接施行要領は、表4-3-11に示す様な様式にまとめると便利である。この時の試験記録は要領認定記録として残す必要がある。



NO	部 品 名	カテゴリーNO.
1	ボデー	1
2	ボンネット	
5	ボルトナット	2
3	ジスク	3
9	ステム	4
4	シートリング	
10	ヨーク	6
11	グラッド	
12	グラッドボルト, ナット	
17	ネッキブッシュ	7
18	パッキンワッシャー	
21	ハンドル	
20	ハンドルブッシュ	
22	フェザーキー	8
24	ヘッドナット	
8	パッキン	
7	ガスケット	
30	グリースニップル	

図 4-3-22 バルブの部品の分類

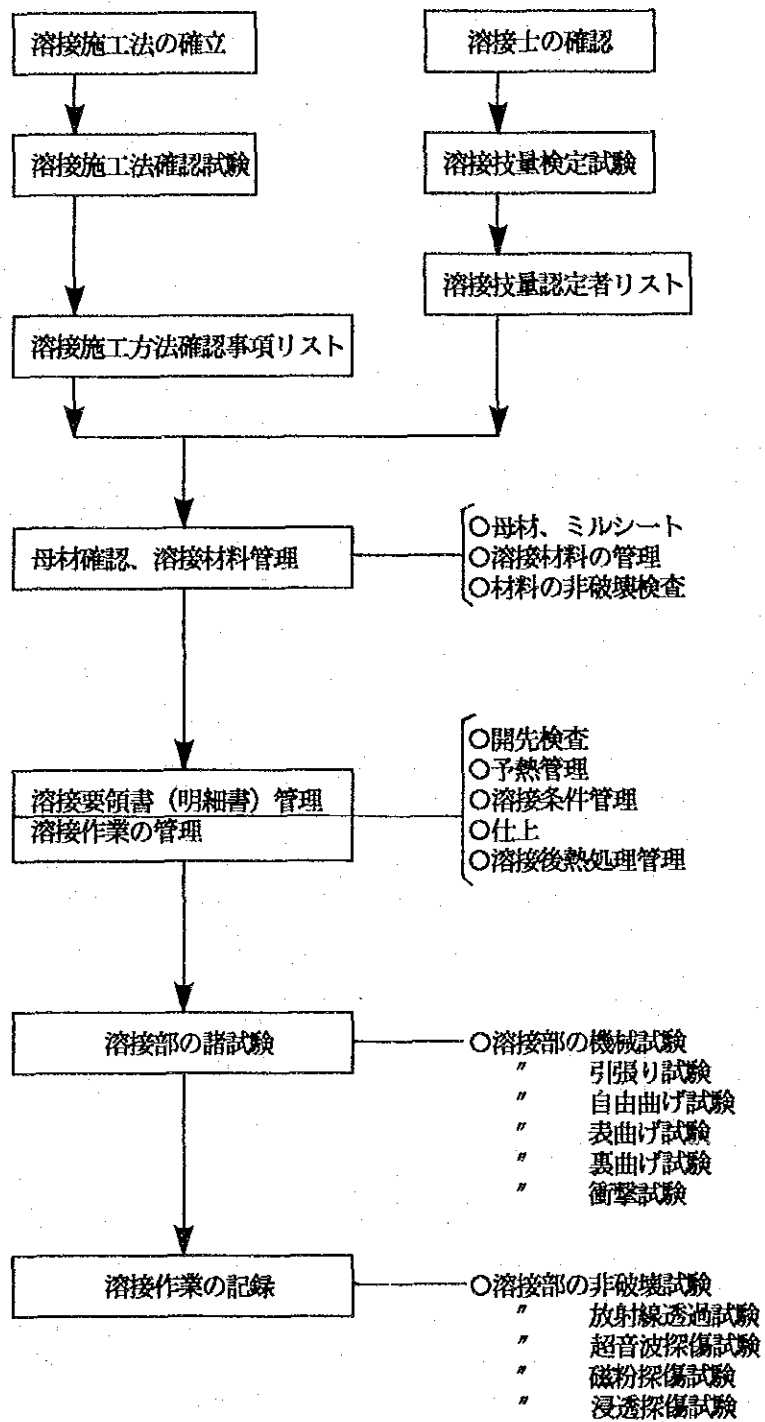


図 4 - 3 - 23 溶接施工法および溶接士の認定

詳細溶接施行要領書
WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

表 FRONT

会社名 OKANO VALVE MFG. CO. 立証するPQR No. _____
 Company Name Supporting PQR No. _____
 詳細溶接施行要領書番号 _____ 日付 _____
 Welding Procedure Spec. No. Date _____
 溶接方法 _____ タイプ _____
 Welding Process(es) Type(s) _____

継手 JOINTS (QW-402)	スケッチ (Sketch)
<input type="checkbox"/> 溝開先 (Groove) <input type="checkbox"/> スミ肉 (Fillet) <input type="checkbox"/> 表面肉盛 (Overlay) <input type="checkbox"/> シール (Special Design Seal)	
開先形状 Joint Design	_____
裏当 Backing	_____
裏当材質 (タイプ) Backing Mat'l (Type)	_____
その他 Other	_____

母材 BASE METALS (QW-403)	材料規格及びグレード Specification Type & Grade
P-No. _____ to P-No. _____ or _____ (x) (又は)	材料規格及びグレード Specification Type & Grade
肉厚範囲 Thickness Range:	_____
母材 Base Metal	<input type="checkbox"/> 溝開先 Groove <input type="checkbox"/> スミ肉 Fillet <input type="checkbox"/> 表面肉盛 Overlay <input type="checkbox"/> シール (断面Cross Section): _____ (厚さThickness)
溶着金属 Depo. Weld Metal	_____
パイプ外径範囲 Pipe Dia. Range:	溝開先 Groove _____ スミ肉 Fillet _____

溶加材 FILLER METALS (QW-404)	溶接棒-フラックス (クラス) Electrode-Flux (Class)
F-No. _____ その他 _____ Other _____	フラックス銘柄 Flux Trade Name
A-No. _____ その他 _____ Other _____	消耗インサート Consumable Insert
ASME SFA 規格 No. Spec. No. (SFA)	その他 _____ Other _____
AWS クラス No. AWS No. (Class)	_____
溶加材寸法 Size of Filler Metals	_____

詳細溶接施行要領書
WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

裏 BACK

WPS No. _____

姿勢 POSITION (QW-405)	後熱処理 POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)
溝開先姿勢 Position(s) of Groove _____ 溶接進行方向: 上 _____ 下 _____ Welding Progression (Up) (Down) スミ肉姿勢 Position(s) of Fillet _____ その他 _____ Other _____	温度範囲 _____ °C Temperature Range 保持時間範囲 _____ Hr Time Range その他 _____ Other _____
予熱 PREHEAT (QW-406)	シールドガス SHIELDING GAS (QW-408)
予熱温度 _____ °C Preheat Temp. 層間温度 _____ °C Interpass Temp. 予熱保持 Preheat Maintenance _____ その他 _____ Other _____	シールドガス Shielding Gas(es) _____ % 組成 (混合) % Composition (mixtures) 流量 _____ Flow Rate バック・シールド・ガス Gas Backing _____ トレイリング・シールド・ガス組成 Trailing Shielding Gas Composition _____

電気的性質及び手法 ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409) AND TECHNIQUE (QW-410)	
タングステン電極棒サイズ及びタイプ Tungsten Electrode Size and Type _____ (純タングステン等)	
GMAWのメタル供給方式 Mode of Metal Transfer for GMAW _____ (スプレーアーク、ショートサーキットアーク等)	
ストレート又はウィービング String or Weave Bead _____	
オリフィス又はガスカップのサイズ Orifice or Gas Cup Size _____	
初層と層間のクリーニング(ブラッシング、グラインディング等) Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding etc.) _____	
裏はつり方法 Method of Back Gouging _____	電極棒が複数か単数か Multiple or Single Electrodes _____
オシレーション Oscillation _____	ピーニング Peening _____
多層又は単層 Multiple or Single Pass _____	その他 Other _____

溶着層 Weld Layer(s)	溶接方法 Welding Process	溶加材 Filler Metal AWS クラス (Class) or 銘柄 (Brand)	径 Dia. MM	燃焼ガス Fuel Gas			溶接速度範囲 Travel Speed Range or 溶接ワイヤ送り速度範囲 Electrode Wire Feed Speed Range	その他 Other
				タイプ Type	圧力 Pressure	チップ No. Tip No.		

(iv) 熱処理作業

素材の熱処理作業に対して、材料ごとに下図に示すような昇温速度、保持温度、保持時間、降温速度を図示しておくると便利である。また溶接後の熱処理は上述の溶接施行要領書の中に含めるとよい。

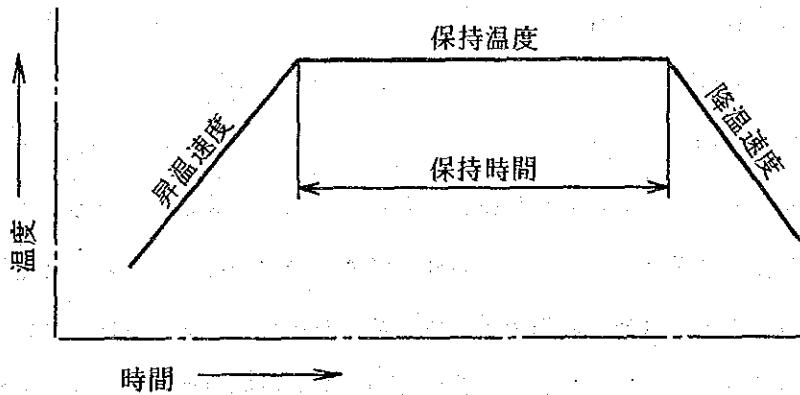


図 4 - 3 - 24 熱処理作業の指針

(v) 組立作業

組立順序を規定することはもちろんであるが、グランドパッキンの充填要領、ガスケットの締付け要領なども規定すべきである。グランドパッキンは現在使用しているひも状のものからリング状のものに変えた方が作業性も良く、締付け力が一定となる。

ガスケットの締付けに対しては、

- ・ボルトの伸び
- ・ボルトの締付けトルク
- ・フランジ間の隙間

などで締付け管理はできるが、作業性からみてボルトの締付けトルクで管理する方法が良いと考えられる。各ボルトに対する締付けトルクの規定を早急にまとめる必要がある。

(vi) 試験・検査作業

試験装置の能力・サイズにより、各圧力クラス・口径ごとに適用する試験装置を決めておく必要がある。また試験時に使用する圧力計についての取扱いの規定を作成する必要がある。一般に、使用する圧力計は最大目盛りが試験圧力の1.5 ~ 4倍のものが必要

であり、できれば2倍くらいまでのものが良い。

(vii) 梱包・出荷

運搬中のバルブに支障のない梱包方法を考えるべきである。また出荷許可の責任者を明確にしておく必要がある。

4-3-5 製造、検査設備管理

(1) 予防保全体制の確立

工場の生産活動は、設備に原材料が装入され、これにエネルギーが加えられて進められていく。そして、作業者はこの3つの条件の調整と管理を行っていると考えることができる。すなわち、作業者は機械設備および他の動力を用いて、加工を行っている。ここで、これらの設備類は適切に保全されることによってその機能が維持されることを十分に認識する必要がある。

今後、南昌バルブ工場には近代化によってより高度な設備が導入されてこよう。しかも、今後の機械設備の方向は、単機能の加工設備よりも幾つかの設備が結合したプラントとして機能する設備が増加してくることとなる。ところが、このようにプラント化していくと、1つの設備が故障するとプラント全体が停止して、生産量が大幅に低下する危険性が大きくなって来る。

したがって、設備の故障による生産量低下の損失を防止する対策が、今後の工場では特に重要となって来る。

以上の理由により、今後の南昌バルブ工場の設備は、次の事項に重点を置いて管理を行ってゆく必要がある。

(i) 設備の取扱い責任者の決定

すべての設備について取扱責任者の正、副を決定し、取扱者を限定すると共に日常点検、保全の責任の規定を作成してこれを明確にする。

(ii) 設備台帳の整備

設備台帳管理による定期検査、整備計画を立て、早期に計画的保全を実施する。一例として、日本の工場で使われている機械台帳の見本を表4-3-12に示す。

(2) 老朽設備の廃却システム化

工場で使用する設備は日々劣化して行くが、使用不可という場合は比較的少なく、それなりに使用できるものである。老朽化した設備を使用していると、製品品質が低下し能率も低下する。また安全面でも問題が生じる場合もありうる。したがって、老朽化した設備はいつまでも使用するのではなく、品質、能率、安全の点から廃却基準を明確にし、保全の限度を超えた設備を更新する基準を明確に規定しておかなければならない。

南昌パルプ工場の設備については、現状でも問題があると考えられる機械設備が散見される。

本近代化計画では、これら老朽設備を更新するが、今後、継続的な設備更新を行うために早急に設備の廃却基準を作成することが望まれる。

4-3-6 運搬管理

(1) 運搬管理の目的

工場内の運搬は、運搬を担当している作業員、例えば、起重機運転手、フォークリフト運転手などによる本来の運搬作業があり、この作業状況は比較的容易に把握できる。しかし、パルプ工場はパルプを製造する直接作業以外に、作業を行うための運搬がこれに混入されて実施されている。この本来の製造作業の中に混入した運搬作業を潜在運搬といい、全労働時間の中に混入しているこの運搬時間の比率を潜在運搬率を言う。この潜在運搬率を厳密に測定して見ると意外に高率で、一般の工場では30~40%、工場の性格によってはその2倍となることも珍しくない。

この潜在運搬に本来の運搬を加えると、工場の運搬にかかわる延労働時間の比率、すなわち運搬に対する労務費の比率はさらに高額となる。一般の機械工場における総原価に対する労務費の割合は35~40%程度であり、この中の30~40%が運搬に使われているとすると、総原価の中に占める運搬に関する労務費は13~15%程度であると推定される。

運搬管理の目的は製造原価の中の運搬に係る労務費を減少させ、原価を下げることによって、価格競争力を強化し利益を拡大することである。換言すれば、運搬管理の目的とは、運搬に消費される労働力を節減して本来の生産に向けるという合理的生産管理を行うことによって、生産量を拡大することとすることができる。

(2) 運搬の定義

一般に運搬とは物品を運んで移動することを意味するが、工場内の運搬管理の対象となる“運搬”の定義は、工場内外における製造工程での物品の取扱いと運搬にかかわるすべての事項、である。すなわち、ここでいう運搬には、物品の方向転換、加工機械への物品の着脱などのすべての取扱いもこれに含まれる。

工場内での運搬は本来は付加価値をまったく生み出さないものである。逆に、製造原価を上昇させ結果的には利益を減少させる要因となるものである。したがって、運搬管理の強化によって無駄な運搬作業を極小化させることが必要である。

(3) 運搬の量的把握

工場内の運搬量を定量的に把握し改善効果を科学的に確認するために、幾つかの運搬量測定方法を以下に紹介する。これらの方法によって得られた測定値は各工場についての特有な数値であり、運搬管理を推進することによってその効果を数値として捉えることができる。

南昌パルプ工場においても、近代化計画実施以前にこれを測定しておき、近代化計画実施後の測定値と対比して評価するとその効果が確認できる。また、この効果は製品の製造原価の差として金額で表わすことが可能である。この金額はそのまま利益の可能性を表わしている。

(a) 重量運搬率

重量運搬率とは、最終製品を1ton製造するのに工場の中で延何ton運搬しているかを表わすものである。工場で製品を製造する場合、原材料から始まって中間製品と治具を同時に運搬することを繰り返している。したがって、これらの重量を積算していくと、その数値は製品重量に比べて非常に大きくなるのが普通である。この重量運搬率は一般に製造工程ごとに区分して測定する。例えば当工場の場合は、将来の改善と管理を考えて鋳鋼工場、機械加工工場および組立試験工場に分けて測定するのが適当であると考えられる。

日本の一般的な鋳鋼工場の重量運搬率は120~140ton/tonである。機械加工工場と組立試験工場は合計で100ton/ton程度と考えられる。

(b) 運搬距離率

運搬距離率とは、生産の起点から最終製品を出荷するまでの間に、製品がどの位の距離を運搬されたかで運搬量を表現するものである。一般には運搬距離を積算して合計し、工場内の運搬の起点から終点までの最短の直線距離に対して、実際の総運搬距離がその何倍となるかを比率で表現する。この数値は、生産工程の工場の配置が合理的に設計されているか否かを示している。

一般の金属製品の製造工場では、この数値は1から10位を示す。合理的工場では、この数値は1に限りなく近づく。

(c) 活性係数

運搬を対象とする物品がある場合、その物品が運搬に対してどの位適応した状態にあるかを表わす指数が、運搬に関する活性係数である。運搬対象品の活性係数を計量することで、工場の合理化の進捗状況を指標として知ることができる。

(i) 活性係数の定義

活性係数とは、運搬を行う場合の物品の運搬基準の程度を表わす数値である。すなわち、物品を2点間に運搬する場合、運搬の移動に先立って準備をしなければならぬいわけであるが、例えばバラの製品の場合、

- ① 先ずバラの品物をまとめる。
- ② 次いで、地切りをして持ち上げる作業の準備をする。
- ③ 持ち上げる。
- ④ 移動する。
- ⑤ おろす。

のステップによって、運搬が完了する。したがって、運搬作業の途中にあって、対象品がどの段階にあるかということ活性係数で表示することができる。活性係数と物品の状況との関係を表示すると次のとおりとなる。

活性係数	物 品 の 状 況
0	床上にバラ置きした状態で、運搬に先立って、まとめ、地切り、持ち上げ、移動、おろしが必要な状態。
1	容器などに入れられて、まとめられた状態。
2	まとめられて容器に入れられており、さらにフォークリフトなどによって持ち上げるにあたり、既にリフトされている状態。例えば、パレテナなどにまとめて入れられ、さらに地切りされている状態である。また製品が比較的大きい品物でまとめる作業が必要でない場合は、パレットの上に並べた状態の活性係数は2である。
3	運搬対象品が既に持ち上げられおり、進行方向に押すだけで移動する状態。例えば、手押車の上にある物品、または、ローラーコンベアの上にある物品など。
4	移動方向に動いているベルトコンベアの上にある物品。目的地までの移動に、作業者が付加するエネルギーを必要としない状態。

(ii) 活性係数と運搬率

以上のように、工場内にあるすべての物品は活性係数が0～4のいずれかであり、この数値が高い工場ほど運搬についての合理化が進んでいるといえる。最近の電子機械工場および自動車産業の組立てラインは、コンベアラインとなっていて、活性係数は4であり、工場の中で運搬作業をしている者は殆ど居らず、潜在運搬率は0に近い。

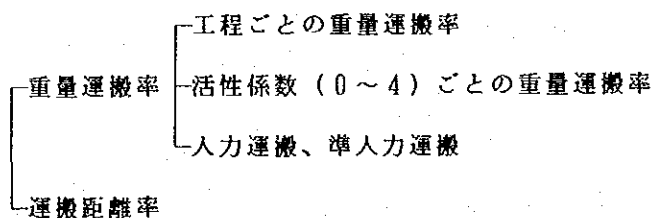
工場の近代化計画を立案する場合には工場内運搬の活性係数を上げるように計画しなければならないが、一般に少品種多量生産の場合にはこれは比較的容易である。前述した重量運搬率は、活性係数ごとの重量運搬率に分けて測定すると運搬の問題点と対策が明確となる。

(d) 人力運搬率

製造工程中の運搬が、どの程度人力によっているか、その比率を把握することが運搬合理化の実状を知る上で有効である。人力運搬は、一般に人力運搬と準人力運搬の2つに分けられる。前者は運搬品の重量をすべて人間が持つ場合であり、後者は手押し車な

どを使用して人間が運搬する場合である。簡単な手押し車を使用することによって、その重量を1/10~1/100に減少させることが可能で、運搬用治工具の採用が運搬合理化に果たす効果は大きい。

以上、工場内の運搬の質と量による測定を提案したが、これらは相互に関連しているものの、区別して測定する方が今後の対策がとりやすい。これらを整理してみると次のとおりとなる。



これらを測定して労務費の金額をわりかけると、それぞれの運搬に労務費をいくら使用しているかが明確となる。この金額を基準にして運搬の合理化投資の限界を算定した上で、運搬の近代化計画を策定することが必要である。

(4) 運搬管理の推進

上述のとおり、運搬事情の良否は第1に製造原価に最も影響を与えるものであるが、生産計画、日程管理、品質管理および労働安全に直接関係するものであり、運搬管理を改善するとこれらの問題点も並行して改善されるものである。したがって、工場内運搬の状況を定量的に把握すると共に、改善の方向を科学的に検討し導き出す必要がある。

(5) 近代化設備の導入

南昌パルプ工場の近代化計画については、これらの運搬の改善に重点を置いた設備計画を次のとおり提案する。しかし、運搬効率の定量的把握には相当な日数がかかるので、工場内に運搬改善委員会を設けて全工場的課題として運搬の改善を推進することを提案する。

設備名	使用目的および主な仕様	台数
天井走行起重機	新機械工場（旧鋳鋼工場）用、2.5ton、スパン15m	3
フォークリフト	工場内運搬用、2 ton	1
リーチフォークリフト	工場内運搬用、1 ton	1
ショベルローダ	鋳鋼工場原材料運搬用、2 ton	1

4-3-7 安全、作業環境および公害管理

(1) 安全の目的

人は誰でもより幸福な生活を望んでいる。しかしながら、幸福を求めて職場で働くうちに、けがや病気などの不幸な災害にあうことが実際にはあるが、これは社会活動の大きな矛盾である。

このような不幸をなくすには、現場に起こる災害を予防し、人々が安心して働けるような安全、かつ健康な明るい職場を作り、毎日笑顔で暮らせる生活の場を築き上げる必要がある。これが安全の目的である。したがって、生産現場における安全の確保は、企業や職場では勿論、社会的にも、働く一人ひとりの問題として取り組むべき重要な課題である。

(2) 社会と安全

安全を社会的に見ると、人道上および経済上の問題として考えられる。

人道上の問題とは、人命尊重の見地に立ったもので、災害によって受ける本人の肉体的な苦痛や家族の精神的、経済的な苦しみのほかに、一般社会の人々に与える不安や迷惑、および公衆災害、もしくは公害などがあげられる。

経済上の問題とは、災害が起こると、社会的にみて直接的、間接的に大きな経済的損失を招くことをいう。このような社会的損失を防ぐことも安全の目的である。

次に、災害が企業の経営に及ぼす主な経済的損失について見ると、以下のことがいえる。

- (1) 負傷した本人の療養・休業・障害などの補償費、また死亡した場合の多額の遺族補償費や葬祭料の支払い。
- (2) 負傷した人を一時的にまたは永久的に失い、その結果作業の進行の遅延。

- (3) 負傷した人の救急移送や事故現場のあと片づけまたは処置などのために、他の作業者が一旦作業を中断することによる作業の進行の停滞、およびこれに対する賃金の支払い。
- (4) 災害による建物・機械・器具などの破損や、原材料・仕掛品などの無駄。
- (5) 災害による職場の労働意欲の沈滞と生産性の低下。
- (6) 災害により作業が予定どおりに進まないために、製品納期に間に合わない、あるいは工期の遅れによる取引先の信用の失墜。

(3) 生産と安全

(a) 生産の三ム

工場で製品を造る場合に、作業員一人ひとりが作業標準に従って、原材料、機械、工具および保護具などを正しく使い、ムダ、ムラ、ムリ（三ム）のない作業をすることによって、品質の良い製品が、早く、安く、安全に楽に生産される。

その反対に、次にあげるような無駄、むら、無理のある状態が職場に存在すると、生産性を低下させる原因になると同時に災害発生の原因ともなる。

- (1) 作業計画の変更が多い。
- (2) 作業の段取りが悪い。
- (3) 作業間の連絡調整が悪い。
- (4) 作業手順がよく守られない。
- (5) 治工具の使い方が悪い。
- (6) 機械の故障が多い
- (7) 作業環境が悪い。
- (8) 欠勤者が多く、他の者に迷惑がかかる。
- (9) 作業員の生活態度が悪い。

このような状態はなぜ起こるのであろうか。その理由として考えられることは、

- ・工場幹部の安全に関する方針が明確でない。
- ・管理・監督者の部下作業員に対する教育訓練が不十分である。
- ・作業員が決められた作業手順や職場の規則を守ろうとしない。

などである。したがって、これらの問題を解決し、正しい作業を行えば、生産性も安全水準も向上することになり、両者は一体の関係にあるといえる。

(b) 安全は生産に不可欠な条件である。

安全の確保は、良好な生産活動を続ける上で欠くことのできない重要な条件であり、これにより次の成果が期待される。

(1) 安全は生産性を向上させる。

- ① 作業の標準化が進み、無駄、むら、無理な動作がなくなる。
- ② 職場の整理整頓や清掃清潔の保持が徹底されることにより職場の環境が改善され、職場の雰囲気明るくなり、労働意欲も向上する。
- ③ 機械や設備の安全化が進み、作業者が安心して作業に専念できる。
- ④ 労働災害の防止によって、無駄な経費の節減をはかることができる。

(2) 安全は職場規律を良くすることに役立つ。

作業標準、施設の管理、安全提案などに関する諸規定を整備して、これを作業者が確実に守る習慣を養うことによって、自然に職場規律が良く保たれるようになる。

(3) 安全は人間関係を向上させる。

工場幹部が、生産現場の安全に強い関心を持ち災害防止に熱意を示せば、作業者から信頼が得られ、安全の確保という目的に全員参加の力が結集され、高い安全水準を保つことができる。その結果、職場の人間関係も良くなり、労働意欲が向上し、チームワークも良くなる。

(c) 生活と安全

職場で起こる災害のなかには、その原因が職場以外の私的生活環境のなかから持ち込まれている場合が少なくない。このように、働く人の24時間の生活はすべて職場の安全に深いつながりをもっており、働く人は自ら正しい生活態度や生活環境を保つ責任がある。

(d) 公 害

生産工場で発生する騒音・振動・排気・廃水・悪臭・土壌汚染・廃棄物などは、工場内では安全・衛生・作業環境の問題として、その工場独自の問題として処理すればよいが、これが一旦工場外に出れば、すべて公害問題としての対象となり、規制をうけることになる。

材料を種々加工し手を加えていく過程では、上記の問題が生じて来ることから、工場の生産においては、次の事に配慮した製造システムを確立することが必要となる。

- ① 材料を選別して、できるだけ有害材料の使用は止める。
- ② 水を使用しない製造工程を採用する。（水を使用しないと粉塵が発生する場合、乾式の集塵機を採用する。）
- ③ 騒音が発生しない設備と製造方法を採用する。
- ④ 汚染物質が発生した場合の管理方法を決定しておく。
- ⑤ 大気汚染のない補助材料を使用すること。また大気汚染が発生した場合は防止装置の付設あるいは高大気での拡散をはかる。
- ⑥ 廃棄物の発生を最小限にした材料の選定と製造方法を採用する。
- ⑦ 廃棄物を再利用するための改善工夫をする。

災害が多発する企業、公害発生が多い企業は、社会ではその存在が認められなくなり、徐々に淘汰されて行くことになる。将来的には、無災害で公害発生のない、そして社会に貢献している企業のみが今後の社会で生き残れることになると考えられている。

4-3-8 教育訓練とモラルの高揚

(1) 教育の重要性

南昌バルブ工場では、バルブを製造し、それを販売することにより収入を得て工場としての企業体が成立している。そして、そこに働く従業員は給料を得て、家庭生活を維持している。したがって、工場でバルブを製造する作業は、すなわち、そこに働く人々の生活そのものである。

工場での生産においては、原材料や設備の調節と管理は結局そこに働く人々によってなされており、従業員の技能と意欲によって製品のQCDS（品質、原価、納期、サービス）は大きく異なって来る。すなわち、働く人々の技能と意欲を教育によっていかに向上させるかによって、今後の企業のあり方が大きく変わって来る。

南昌バルブ工場が近代化計画を推進する中で工場をどのように発展させて行くかは、工場の従業員の技能と意欲に大きく左右されるものであるので、従業員の教育は極めて重要な問題として考えなくてはならない。

(2) 教育の方向性

(a) 特殊工程の技能教育

特殊工程とは、作業中の作業自体を管理しておかないと、作業を完了した後で検査または試験を行っても、品質の評価ができない工程をいう。バルブ製造工程では、溶接、熱処理、非破壊検査、塗装、洗浄がこの工程に該当する。この工程では、作業者の技能教育による能力向上と技能の資格付けが必要である。さらに、作業の標準化、設備の管理、使用材料の管理、作業記録の保管がポイントとなる。

上記の5種類の職種については、各国とも現場での技能教育と国家による資格認定が進められているが、その業務の内容が工場によって大きく異なるので、工場内における企業内教育によって能力向上をはかることが实际的でありまた有効である。

中国においては、これらがどの段階まで国家基準化されているのかは不明であるが、工場内において実務を通じた具体的教育が必要である。

(b) 国際的規格についての教育

中国のバルブ工業界は国際的な交流の歴史がまだまだ浅く、国産バルブと国際的なバルブ製品との間には規格的にも隔たりがあることは否めない。特に、バルブは高圧流体を取扱う関係から、一度事故が発生すると社会全体に及ぼす影響も大きいので、バルブに関する設計、材料、検査に関する国際的規格を熟知しておく必要がある。ちなみに、米国のスリーマイル島原子力発電所とソ連のチェルノブイリ原子力発電所の事故はいずれもバルブに関連した事故であるし、米国のアポロ13号の事故もバルブの不良が原因で事故につながったものであった。

国際的規格としては米国のANSI、ASTM、ASME、MSS規格と日本のJIS規格、西独、英国の規格が代表的でかつ重要である。したがって、これらの規格類を横断的に認識することが必要である。

(c) 工業人としてのモラル教育

中国においては、国土建設の繁忙から生産財を製造、販売する側の立場が強く、現在国際社会で一般化している競争原理の考え方が工場内で働く人々にまで十分には浸透していないように感じられる。

輸出市場におけるバルブという商品の販売競争では、品質、価格、納期、納入後のサービスの4点のすべてが他社の製品より優位になって、初めて1台のバルブが売れるということである。これは単にバルブの販売担当者の問題ではなく、南昌バルブ工場のそれぞれの工程に携わっている従業員一人ひとりの問題である。また、工場長ひとりが認識し、努力すればよい問題でもない。

国際社会で通用するバルブ製品を製造するには、工場のすべての従業員が自らの仕事を行う上でバルブを購入する顧客の立場を念頭において、品質、価格、納期、サービスの点から、どのように作業するのが最も効率的で顧客の要望を満足できるかを各人が充分に考えて作業することが必要である。この行動基準は管理者、作業員などそれぞれの立場によって異なってくるのは当然であるが、競争力をもった製品を作るという目的は同じである。

このような物の考え方は、第二次大戦後日本において特に発達した全員参加による企業活動の結果であり、日本製品が国際社会において、高い競争力を持つに至った大きな

要因でもある。

これからの中国の工場にあっては、日本のこのような全員参加の企業活動形態から従業員は何を学び何を考えればよいか、またどのように行動すれば工場が繁栄し、第7次5カ年計画における目標達成に結びつくのかを真剣に考えることが、全従業員の課題である。そして、このような認識が従業員に浸透することにより初めて職場のモラルが高揚するものである。

(3) 教育訓練の進め方の提案

(a) 育成責任

前項で述べたように、教育訓練の目的を簡潔に示すと、「工場従業員の資質の向上、能力の開発および人格の陶冶をはかり、工場の社会的使命を認識して、積極的、建設的、創造的に行動する人材の育成」ということが出来る。

すなわち、教育訓練は、工場運営の効率化をはかる上で不可欠な施策であり、例えば工場運営計画の立案能力とその実行能力の向上という観点から見ると、本近代化計画とも密接な関連がある。

したがって、教育訓練の実施による工場従業員育成の最高責任者は工場長であり、工場長を始めとする管理監督者は、日常業務を通じて部下の育成を常に心掛けなければならない。

(b) 教育訓練の方法

教育訓練の方法としては、次のものがある。

(i) 職場内教育 (OJT)

これは従業員教育の中心となるものであって、上司が、日常業務の指示命令や報告など、部下との接触を通じて技能や人格の育成をはかるものである。もちろん、部下を育成する側の上司も、自ら問題を見出し、それを解決する日常の学習が必要である。

(ii) 集合教育 (OFF・J T)

全工場に共通する教育の一つである。これは、日常接触のない工場内外の専門家や経営幹部の識見や人格に従業員を直接ふれさせ、新たな視点、知識、技術を習得させ

ると共に人格的な要素を感化することを目的とした教育である。

この教育は、多数の従業員を対象とする場合は、工場行事などと組み合わせて年度計画を立案し実施するとよい。

また、小人数の場合、例えば工場幹部のグループ、同一職場グループを対象として講義、討議、演習、見学、発表などの組み合わせによるグループ指導を行いチームワークも併せて育成する方法がよい。

(iii) 相互啓発

日常交流のない工場従業員同士や他工場従業員との討議や実習を通じて相互啓発し、人間的理解を深め、相互の向上をはかる方法である。

これは、このままでは参加した個人のみ啓発となる傾向があるので、参加した個人を中心に職場内で交流し、職場全体の成長に広げることが肝要である。

(iv) 実 習

従業員個人の主たる業務をより深く理解、習得させるため、他職場での実習を行うことによりその効果を期待する方法である。

特に、新人の配置、昇進、職場の転換などにより新たな職務につく場合、職場内実習およびその他の職場外実習による体験を活用することは有効である。

この実習に類する方法として、従業員を一定期間他の職場に配置し、そこでの業務習得による能力拡大をはかる職務巡回 (Job Rotation)、職務経験 (Career Pass) などがある。

(4) 第一段階の教育訓練

(a) 幹部教育の提案

教育訓練は、工場長が工場運営方針を幹部に示し、幹部がそれを階層順に部下に伝達・命令する所から始まる。このような日常業務を通じての職場内教育 (OJT) は、管理監督者の自主性にまかされることになる。

すなわち、幹部や管理監督者の問題意識の有無、大小が末端まで影響することとなり、例を工場長方針の伝達に取れば、各職場への工場長方針の浸透状況は、職場間に大きな差が発生し、工場全体として一つの行動が出来ないという結果も考えられないことはな

い。

このことから、「教育訓練の必要性」を含めて、「指導力養成・管理能力向上」、「職場内教育の進め方」などの工場幹部教育を最優先に実施するよう提案する。

(b) 職場グループ（小集団）の教育

職場内教育（OJT）の内容は幹部教育の実施に伴い向上するが、これを末端組織のグループの能力向上に繋ぐ必要がある。

この方法として、4-4-14項の「QCサークル活動」で提案する職場グループを利用し、職場の管理監督者またはグループリーダーを中心に、討議や発表を通じて行う進め方が有効であると考えられる。

(5) 第二段階の教育訓練

教育訓練においては、従業員各人が日常の諸体験と自己研修を通じて、社会人としてまた企業人としての資質および実行力の充実をはかることが原則である。

第一段階での教育は「他から与えられた教育」となるが、第二段階においては、各部門、各職場、各個人が、工場で果たすべき役割を確実に実行するために必要な教育訓練を、各部門、各職場、各個人が自ら立案し、実行するようにならねばならない。

この教育の方法としては、自己研修、集合教育、相互研修、実習などを組み合わせることなどがあり、自己・相互啓発を活発化させる必要がある。

4-3-9 計測器管理

(1) 目的

南昌パルプ工場は品質保証活動の一環として、計測器の精度が正しく維持されているように管理する活動を行うことが必要である。すべての計測器は使用に伴って精度が劣化する性質を持っており、この精度を維持するためには常に調整して精度を維持する作業を行う必要がある。この作業を「校正」という。

(2) 組織と責任体制

計測器管理は南昌バルブ工場の製品のすべてに関係する品質保証業務であるので、工場長の責任で実施する必要があるが、実際は工場長に直属する品質保証および品質管理部門の責任によって、組織的に計測器管理が行われなければならない。

(3) 管理対象機器

基本的にはバルブの製造に関係するすべての計測器が対象であるが、直接関係するものと間接的に関係するものなどの差異があって一律にその対象計測器を決定する訳にはいかない。ここではバルブ製造に関する一般的な管理対象計測器として、以下のものを考える。

- ・ブロックゲージ
- ・精密定盤
- ・マイクロメータ
- ・ノギス
- ・ダイヤルゲージ
- ・精密水準器
- ・隙間ゲージ
- ・金属製直尺
- ・肉厚測定用パス
- ・角度ゲージ
- ・基準重錘型圧力計
- ・圧力計
- ・トルクレンチ
- ・交流電流計
- ・交流電圧計
- ・クランプメータ
- ・熱電対
- ・直流電位差計
- ・熱電式温度指示計

- ・基準硝子式温度計
- ・万能材料試験機
- ・シャルピー試験機
- ・硬さ試験機
- ・熱電温度記録計

(4) 計測器管理規定の制定

南昌バルブ工場においては、その業務の一部として計測器管理が必要である。したがって、計測器の運用と管理の重点を規定し工場長の承認と指示を受けて、社内規定としてこれを実行するようにならなければならない。

(5) 計測器管理の要点

計測器管理規定における要点を以下に示す。

(1) 校正の年間計画の制定

各種計測器について、その計測器特有の有効期間を想定して、年間計画を立てて校正を実施する。

(2) 購入管理

新規に計測器を購入する場合には、一般の設備、工具と異なって、個々の購入仕様書を作成し、品質保証担当部門が内容を確認し、承認した上で国家規格に準じたものを購入しなければならない。

(3) 管理台帳

管理対象の計測器は、それぞれ独立した管理番号を与え、管理台帳によって管理する。

(4) 国家規格への遡及

工場で使用する測定器は、国家機関が管理する計測器との精度比較を行い管理する必要がある。しかし、国家の基準器とその都度比較することは実質的に不可能であるので、準標準器を設けて、国家の基準器と準標準器の相対的誤差につき国家機関の証明を得て、これを国家基準の代行として管理する方式を採用する。

(5) 有効期限の現品表示

管理対象計測器にはすべて管理番号を表示すると共に、すべての計測器に管理ステッカーを添付する。このステッカーには管理番号と精度を保証する有効期間の開始と終了の年月日を表示し、誰もがすべての計測器の有効期限を見ることができるようにする。

(6) 計測器の使用管理

有効期限を過ぎた計測器の使用は禁止する。個人使用をしない計測器は、計測器管理者が職場に貸出する形式とする。これは例えば、非破壊検査装置、材料試験機、熱電対および熱電記録計などである。

(7) 精度はずれ計測器で製造した製品の取扱い。

計測器は常に精度が劣化するので、精度が劣化した計測器を用いて製品が製造される場合もあり得る。この場合は、劣化した計測器が正常であったことが明確な場合は、その期間の製品は正常なものとし、それ以降の製品はこれを区別して取扱われなければならない。この不具合品の処理方法については、計測器管理規定の中に、品質保証責任担当者の指示によって処理されることを、明確に規定しておく。