

2-7 生産フロー

ポンプはケーシング、羽根車、軸受箱などの鋳造部品と、主軸などの鍛造部品から構成される。これら素形材に内・外表面加工、穴加工などの機械加工を行い、回転部品には釣合試験（当工場では静バランステストのみを実施）、ケーシングなどの耐圧部品には耐圧試験を実施した後、その他の機械加工部品、および軸受などの購入部品を組込んでポンプが組立てられる。これに下地塗装を施し、性能検査で吐出量、全揚程、軸動力など与えられた仕様を満足するかを確認する。性能試験に合格したポンプはモーターを取付けた後に塗装され、梱包・出荷される。当工場で試験できない大型ポンプは、模型ポンプ（スケールモデル）で性能試験が行われる。

図2-7-1にポンプの生産フローを示す。鋳造部品は鋳造完了後検査され、素形材倉庫に入る。鍛造部品、冷間部品、軸類の素材は入庫検査後、鋼材庫に入庫し貯蔵される。これらは、生産計画に従って鋼材庫より出庫され、溶接、熱処理などの加工・処理を行い、検査後に半成品庫に入る。半成品庫の素形材はさらに機械加工され、検査後半成品庫に入り組立工程に備える。ポンプ組立後上記の試験を行い、出荷される。

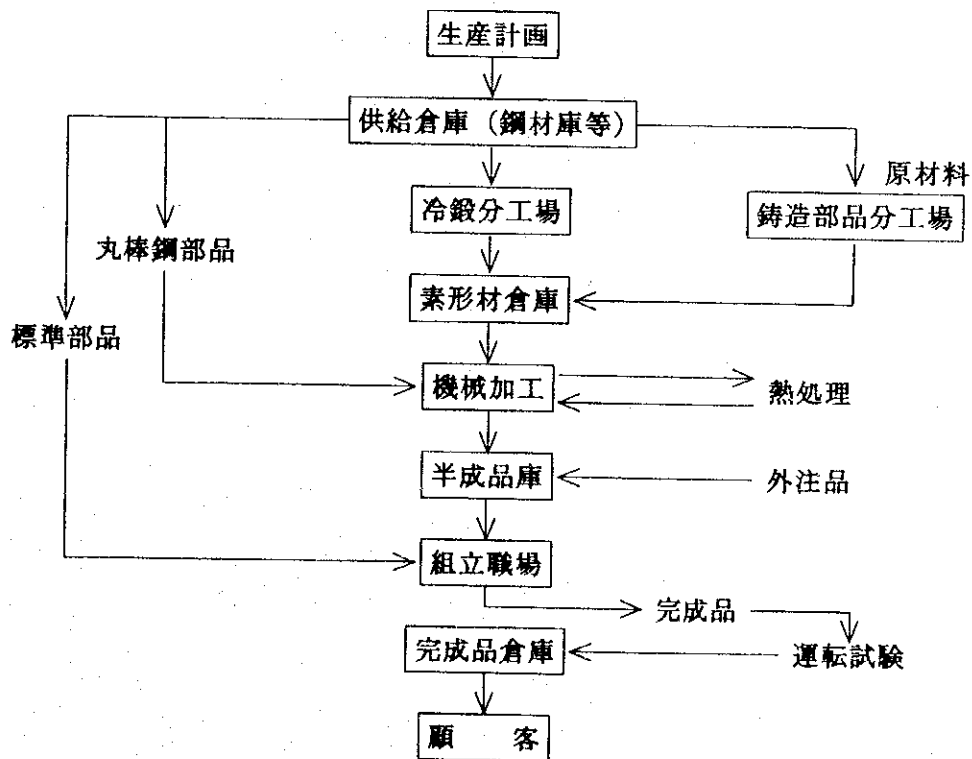


図2-7-1 ポンプの生産フロー

2-8 生産設備

工業用ポンプ生産に関係する主要機械加工設備を表2-8-1に示した。旋盤が60%以上を占め、特に普通旋盤が多いのが特徴となっている。

鑄造分工場にはキュボラ (5t/ch) が2台、中周波炉が4台 (1t/ch×2台、0.5t/ch×2台) ある。熱処理設備は5台の電気炉がある。詳細は第3章の生産工程で述べる。

表2-8-1 主要機械加工設備 (大型ポンプ/工業用ポンプ分工場)

機械名称	台数
普通旋盤	16
NC旋盤	3
長尺旋盤	3
立旋盤	7
切落とし旋盤	3
平削り盤	1
形削り盤	3
直立ボール盤	2
ラジアルボール盤	5
横中ぐり盤	3
立フライス盤	1
フライス盤	1
スロッター	2
合計	50

第3章 生産工程に関する現状と問題点

第3章 生産工程に関する現状と問題点

3-1 生産工程概要

3-1-1 製造工程と関連組織

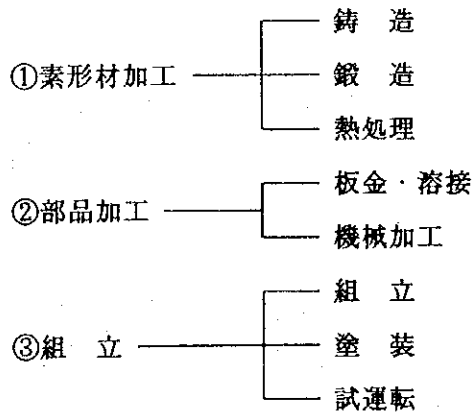
1) 現状

(1) 製造工程

ポンプ製造フローを図3-1-1に示す。基本的な工程は、次の通りである。



各段階での工程は、次のように分類される。



(2) 付帯機能

製造工程を補助するために、次の付帯機能を持っている。

- ①設備保全：生産設備の整備、保全、修理および更生改造
- ②治工具製作：治具、取付け具、工具および測定具の製作と整備
- ③用 役：電力・圧縮空気の供給、給水など

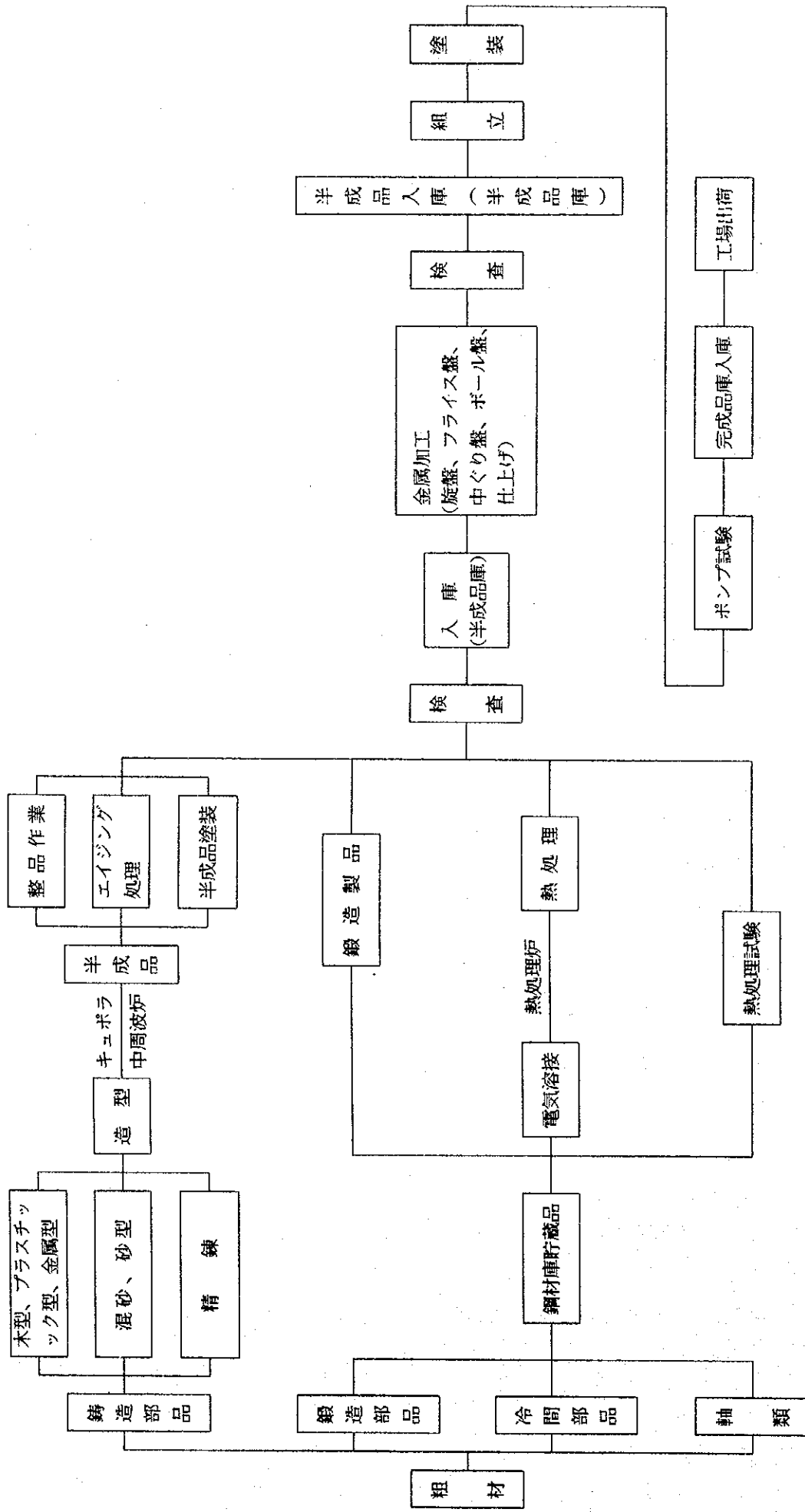


図3-1-1 ポンプの生産フロー

(3) 生産組織

工場には、9つの生産関連組織があり、そのうち2つの組織が付帯機能を担当している。各組織は表3-1-1に示す製造機能を受け持っている。

表3-1-1 組織と担当の製造工程

組織名	担当工程
铸造分工場	普通铸铁、球状黑鉛铸铁、高クロム铸铁、普通铸钢、ステンレス铸钢、铜合金、アルミ合金の铸造および铸造に使用する木型や模型を製作
冷鍛分工場	鍛造素形材の製造および板金・溶接加工と熱処理
農業用ポンプ分工場	農業用ポンプ部品の機械加工およびその他ポンプ用小物部品の機械加工
大型ポンプ分工場	大型ポンプ（水中ポンプ、循環ポンプ）部品の機械加工
工業用ポンプ分工場	工業用ポンプ（スラリーポンプ、マルチステージポンプ、プロセスポンプ）部品の機械加工および組立
組立職場	農業用ポンプおよび大型ポンプの組立
ポンプ試験所 （技術開発部）	ポンプの試運転試験
設備技術改造部	生産設備の整備、保全、修理および更生改造とエネルギー関係設備管理
電工分工場	治具、取付具、工具などの製作と整備

2) 考察

生産組織の機械加工担当区分は、製品・部品の大きさにより分けているが、職場内の設備配置は機種別、すなわち、ジョブショップ形態をとっている。

小型製品では8～10台単位のロット生産をしているとのことであるが、このようなジョブショップ形態であると、段取り替えの回数が少なく加工能率は向上するが、日程管理や負荷調整が難しく、加工工期も長くなり仕掛量が増加するという短所がある。今後はロット当たり3～4台の小ロット生産により、工期の短縮を指向していくべきであろう。

3-1-2 生産性

1) 労働効率

(1) 現状

現場における実績時間は、図3-1-2に示す金工工票に記入して把握され、各分工場/職場で集計して計上している。

最近の製品別組立作業実績と定額（標準工数）を表3-1-2に示す。

表3-1-2 最近の製品別組立作業実績と定額

単位：H（時間）

製品	型式		水圧	組立準備	組立	計
水中ポンプ	500QHD-9	定額		4.0	20.0	24.0
		実績		4.0	20.0	24.0
スラリーポンプ	150Z-50	定額	2.0	4.4	17.5	23.9
		実績	1.30	4.4	15.0	20.7
循環ポンプ	1400HDC-16	定額		8.0	40.0	48.0
		実績		8.0	32.0	40.0
マルチステージ ポンプ	D6-25/84	定額	1.0	1.4	2.45	4.85
		実績		1.4	2.3	3.70
	DG85-80	定額	1.0	3.2	10.09	14.29
		実績		3.0	8.0	11.0
プロセスポンプ	IH80-65-160	定額	0.3	3.3	8.0	11.60
		実績		2.3	6.0	8.30

(2) 考察

①表3-1-2のデータから組立作業能率を機種別に算定すると次の通りである。

$$\text{能率} = \frac{\text{定額}}{\text{実績時間}} \times 100 (\%)$$

製品	組立作業能率
水中ポンプ	100.0%
スラリーポンプ	115.5%
循環ポンプ	120.0%
マルチステージポンプ (D6-25/84)	131.1%
" (DG85-80)	129.9%
プロセスポンプ	139.6%

製品の種類・大きさからみた定額は、日本の組立標準時間と比較して大きな差はなく、作業能率は必ずしも悪い値ではない。新しい製品は比較的あまい定額で、古い製品ほど厳しい定額となっていると判断される。その意味から少なくとも組立作業については、適時、定額の見直しが実施されていると思われる。

②しかし、問題は1ヶ月内の負荷のアンバランスである。定量的なデータは入手できなかったが、組立作業は月の後半に作業が集中するとのことで、その理由は、前工程の部品加工の遅れで予定通り部品が揃わず、月の前半は組立作業に入れない場合が多いとのことであった。部品加工の遅れの原因は、見込生産をしているポンプを8~10台/ロットで加工しているためと判断され、加工日程キープという観点から、小ロット化の検討が必要である。

2) 設備効率

(1) 現状

最近の機械加工現場の月間稼働実績を表3-1-3に示す。表中の計画稼働率および実績稼働率は次の値を示している。

$$\text{計画稼働率} = \frac{\text{1ヶ月の投入定額時間}}{\text{1ヶ月の稼働可能時間}} \times 100 (\%)$$

$$\text{実績稼働率} = \frac{\text{1ヶ月の加工実績時間}}{\text{1ヶ月の稼働可能時間}} \times 100 (\%)$$

表3-1-3 最近の機械加工現場の稼働実績（月間）

対象現場	設備台数	計画稼働率	実績稼働率
農業用ポンプ分工場	46台	62.27%	48.0%
大型ポンプ分工場	23台	51.63%	48.5%
工業用ポンプ分工場	22台	36.16%	35.5%

(注) 上記稼働率は全対象機械の平均値を示す。

(2) 考察

- ①現在の生産量では、機械加工設備は半分のみしか使用されていない状況で、加工能力の余裕は相当ある。特に工業用ポンプ分工場は、最近能力を増強したばかりということもあり、能力の余裕が大きい。
- ②したがって、設備効率の面からいえば、設備効率は非常に低い状態にあり、設備コストが製造コストを押し上げる結果となっていることも想定される。今後は設備投資のタイミングに留意し、設備が導入されたら早期にフル稼働に入るよう、投資時期を慎重に見極める必要がある。設備は買える時に買っておくといった、計画経済時代の体質がまだ残っているものと判断される。

3-1-3 原単位

診断対象の工業用ポンプのモデル機種1台当たりの原単位を、材料重量について表3-1-4に、工数については表3-1-5に示す。

表3-1-4 ポンプ1台当たりの材料所要量

単位：kg

素形材区分	水中ポンプ	スラリーポンプ	循環ポンプ	マルチステージポンプ		プロセスポンプ
	500QHD-9	150Z-50	1400HDC-16	D6-25/84	DG85-80	11180-65-160
鋳物素材総重量	3,062.4	1,409.29	33,877.20	582.45	1,124.17	339.10
普通鋳鉄	3,062.4	852.46	32,997.6	582.45	1,011.17	299.67
球状黒鉛鋳鉄		556.83				
高クロム鋳鉄						
普通鋳鋼			125.60		65.00	
ステンレス鋳鋼			397.00		48.00	39.43
銅合金			35.70			
アルミ合金						
鍛造素材						
鋼材総重量	3.16	2.70	1,659.7	13.58	56.09	3.46
棒鋼材	3.16	0.90	1,659.7	13.58	21.13	3.46
板 材		1.80			34.96	

(注) 上記は見積り素材重量(定額)を示す。

表3-1-5 ポンプ1台当たり工数

単位：H（時間）

工程区分	水中ポンプ	スラリーポンプ	循環ポンプ	マルチステージポンプ		プロセスポンプ
	500QHD-9	150Z-50	1400HDC-16	D6-25/84	DG85-80	IH80-65-160
機械加工	208.85	313.76	1,439.51	99.31	552.15	128.76
立旋盤	45.30	42.30	505.15		2.20	
旋盤	21.65	72.84	181.78	33.78	334.45	28.94
フライス盤	1.00	1.02	72.85	1.03	11.00	7.15
研削盤	3.50		8.40	0.39	8.40	0.26
形削り盤			3.00		35.40	
ボール盤	26.60	19.46	108.73	4.36	50.15	9.11
中ぐり盤	6.00	7.30	12.00		1.20	
ブローチ盤						
スロッター		0.45	24.00	0.12	9.30	0.28
歯切り（内）						
歯切り（外）				0.21		0.08
外径研削		0.20		0.45		1.13
内径研削				0.28		
専用機				0.42		0.30
仕上げ	10.50	5.03	66.60	5.15	100.05	6.27
ケガキ	17.65	4.48	73.50	1.10		1.50
塗装				0.43		
準備	76.65	158.28	383.50	51.59		65.54
水圧検査		2.40				
部組						8.20
組立・試験	57.55	95.45	138.00	18.95	32.59	25.60
水圧		2.0		1.00	1.00	0.30
組立準備	4.00	4.40	8.00	1.40	3.20	3.30
組立	20.00	17.05	40.00	2.45	10.10	8.00
試験準備	8.00	8.00		4.00	4.00	4.00
試験	24.00	24.00		8.00	8.00	2.00
塗装	1.55	40.00	90.00	2.10	6.39	8.00

3-2 原材料受け入れ

原材料は生産工程の起点としてその品質や入手性が後続の工程に制約を与え、時には製品の成否を左右する。ここではこのような視点で考察する。

3-2-1 担当部門と体制

原材料の調達および保管は経営販売部・調達課の担当、受け入れ検査は品質管理部の担当である。組織体制については4-2および4-5節で述べる。

3-2-2 原材料の種類と年間所要量

1) 現状

原材料の代表は、鋳物材料である銑鉄・故銑・鋼屑（スクラップ）、溶接部品用の板などの鋼材、およびシャフトなどの加工のための鍛造品である。1994年における所要量はおよそ次のとおりである。

(1) 鋳造部品用地金

銑 鉄	1200	ton/年
故 銑	300	
鋼 屑	1600	
ステンレス 鋼屑	20	
合金鉄 (FeSi)	70	
〃 (FeCr)	30	
〃 (FeMn)	15	
非鉄合金	8	

(2) 鋳造用副資材

鋳物砂	400
コークス	700

石灰石	160
(3) 溶接部品用材料	
板等の鋼材	500
溶接棒	10
(4) 機械加工部品用素材	
鍛造品及び炭素鋼	400

2) 考察

(1) 原材料の種類

工場の幹部は、使用する材料の種類が多いことがコストや品質に不利に働くと云っているが、現状から見てこれは見当違いである。

ポンプ1台当たりの部品種類はたかだか100点に過ぎない。このうち件数比で40~60%、重量比では約95%が何らかの鑄造部品である。つまり圧倒的に多くの部品に鑄造品が用いられている。その他の材料はほんの僅かである。全部合わせても、せいぜい、20~30種類程度である。この値は工業製品としては極めて低い。

(2) 隠されている宝の山

鑄造部品の製作工程は、原材料以降はすべて工場内で行われている。つまり部品として完成するまでのコストは、すべて工場内で発生している。見方を変えれば、自らの創意工夫によって利潤をつくり出す余地がそれだけ大きいことになる。鑄造の工程は複雑かつ困難でコストが掛かるものと思われがちであるが、それは潜在する利潤が大きいということと同義である。

ポンプではその鑄造部品が抜きんでて大量に用いられている。しかも大幅な増産が予定されている。改善をすればするほど、早ければ早いほど得られる利潤は大きいのである。原材料から素形材、製品に到るまで、鑄造に関わる資源が工場の至る所で、管理の行き届かないままに置かれているのを見ることができるが、これらはまさに手が付けられていない宝の山であると言える。

(3) 低い鑄造部品の歩留り

鑄造部品の投入原材料に対する歩留りは60~65%である。上記のとおり鑄造部品の製品に占める比率は圧倒的に高いので、この値を1%でも2%で

も上げることができれば大きいメリットが期待できる。

鑄造の歩留りが平均1%向上したとすると、原材料の購入量を少なくとも年間30ton節減できる。

ちなみに、溶接部品の歩留りは約86%、鍛造品は約90%である。

3-2-3 原材料の品質

1) 現状

(1) 品質基準

要求品質は購入仕様に規定したうえ、受け入れ検査で確認する。これらの手続きは社内基準「XB/G04202-89 原材料および購入品検査基準」に基づいている。メーカーとの間に品質協定などを取り交わしている例はない。

以下、現状の品質水準について主な材料別に述べる。

(2) 銑 鉄

銑鉄は4社から購入している。これは材料が途切れることがないように配慮したものである。しかし、メーカーにより、ロットにより、成分にバラツキがある。

受け入れに当たって1ロット(10ton)ごとに秤量し成分分析を行う。分析は技術開発部所属の理化試験室の担当である。

(3) 鋼 屑

鋼屑は一般に入手が容易でなく、とりわけキュボラの溶解条件に適した均一の肉厚・形状・成分のものを安定して得ることは困難である。事実、スクラップ置き場を見ると、本工場内で発生した鋼板の端材とともに各種のスクラップが混在している。

(4) 溶接用板材

厚さは最大30mmまでで6~12mmの範囲が最も多い。曲げ加工および溶接に好適な材料であればよく、ほとんど普通鋼Q235-Aである。

(5) 鍛造品

鍛造品の素材は0.45%炭素鋼が多い。打ち放し状態で購入している。受け入れ時に超音波探傷または磁気探傷を実施することになっているが、この

時点での探傷試験は信頼度が低い。

2) 問題点

(1) 不安定な鋼屑の品質

当工場のキュボラにとって好適な鋼屑の形状は、厚さ6～25mm、長さ100～250mmと考えられるが、実際にはお構い無しで、金網のように細いもの、薄いもの、塗装されたものなど様々である。したがって成分を管理することも至難である。

この問題は鑄造工程における歩留りの低下と品質の不安定を招き、引いては後続の工程にも影響を及ぼすことになるので看過することはできない。良質の鋼屑を安定して入手する方策を検討する必要がある。

(2) 鍛造打ち放し品の購入

大型鍛造品は打ち放し状態で購入しているが、このままでは信頼性のある探傷試験はできない。本来は仕上げ代2～3mmを残して表面を仮仕上げし、欠陥を発見し易くしたうえで探傷試験を行うべきものである。

打ち放し品で購入する場合のもう一つの問題は、余肉の厚さが不安定で荒削り時間の予測が付き難いことである。

以後の加工工程において、品質、コストおよび日程のすべてに安定した結果を得ようとすれば、やはり鍛造品は荒削り完了、探傷試験実施済のものを購入すべきである。

(3) 必要な品質協定

今後、工業用ポンプは高性能化と大型化に向かい、かつ量産化が予定されている。これに伴い原材料の調達に対してますます厳しい要求が出されるはずである。

生産工程の起点としての原材料は品質保証の出発点でもあるが、これを受け入れ検査だけに頼っていては間に合わない。メーカー側の品質保証を取り込む形で品質協定を結び、効率的に目的を達するのが賢明である。

また、同時に発注単位量（ロットサイズ）と発注サイクルについても協定を結び、在庫による資金の滞留を防ぐようにする必要がある。

3-2-4 保管と搬送

1) 現状

材料種類別に保管場所が決まっている。図3-2-1に位置を、表3-2-1に概略の広さと搬送機器を示す。以下主要な材料について保管状況を述べる。

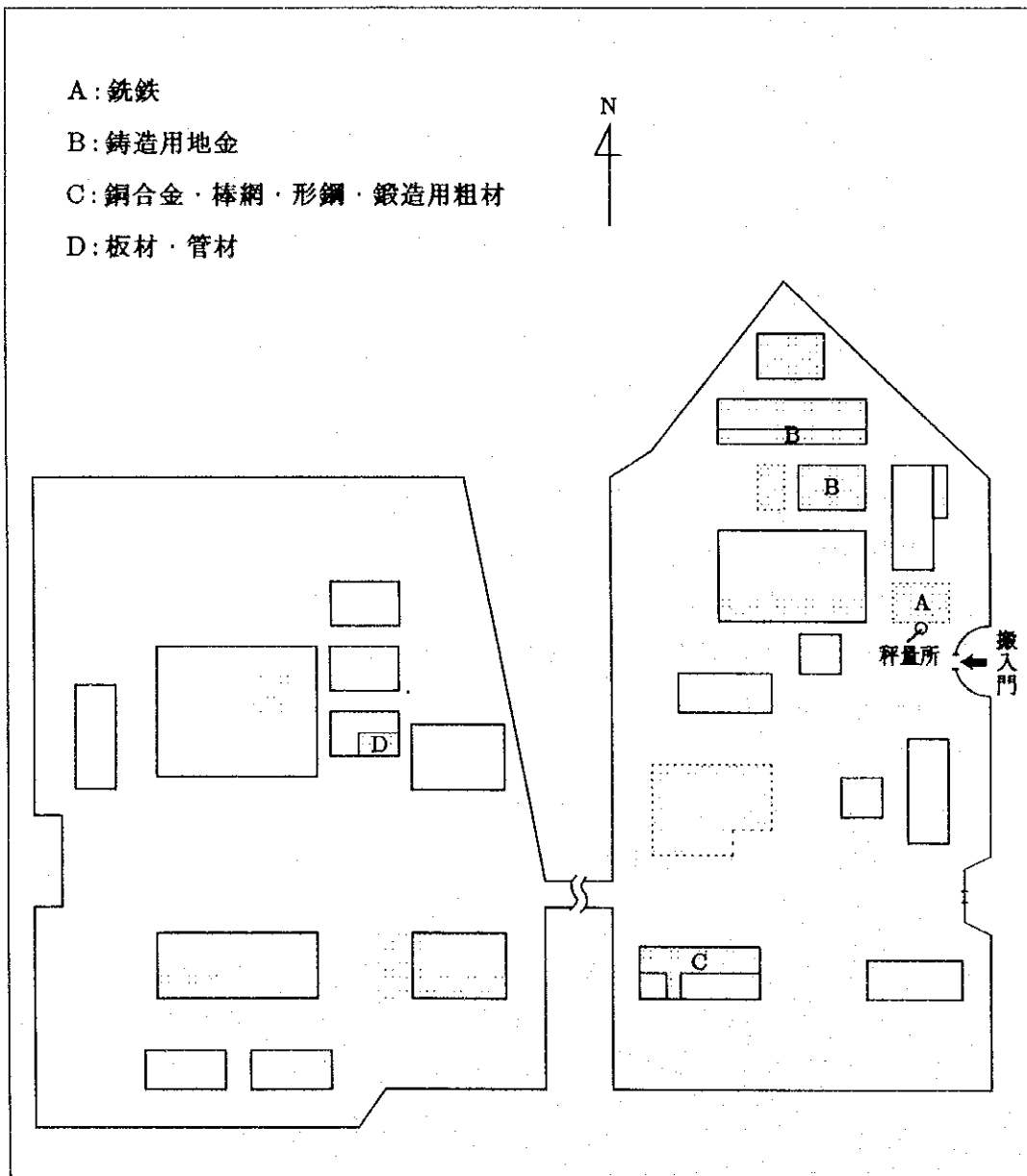


図3-2-1 原材料保管場所

表3-2-1 原材料保管場所の広さと搬送機器

符号	保管場所	保管材料	広 さ	搬送機器
A	屋外置き場	銑 鉄	8 m×25 m	ショベルカー、ダンプトラック
B	地金倉庫	鑄造用地金	30 m×50 m	天井クレーン10 ton
	同上屋外	鋼 屑	10 m×50 m	ショベルカー、ダンプトラック
C	金物倉庫	銅合金	12 m× 8 m	無し
		棒鋼・形鋼	12 m×50 m	天井クレーン 5 ton
D	冷鍛分工場	板材・管材	10 m×30 m	天井クレーン10 ton

(1) 銑鉄

運河に面した東側の門から搬入するとすぐ秤量所があり、その脇に一旦降ろす。ここには500ton程度の銑鉄が置ける (図3-2-1, A)。ここで野積みそのまま保管するとともに成分検査結果を待つ (図3-2-2)。

そのあと地金倉庫 (炉料倉庫) (図3-2-1, B) に移し、その他の地金とともに材料別に区分して保管する。ここで適当な大きさに破碎し、秤量して装入する。



図3-2-2 銑鉄の保管状況

(2) 鋼屑・故鉄

地金倉庫で全ての鑄鉄地金、および副資材をそれぞれ区分して保管する建前である。ただしここには入りきれないため、鋼屑などは倉庫の周囲にも積んでいる。

(3) 銅合金、棒鋼・形鋼、鍛造素材

これらはすべて金物倉庫（図3-2-1, C）で保管する。

(4) 板材・管材

板金工場すなわち冷間鍛造分工場に直接搬入する。

2) 問題点

(1) 多い在庫量

平均して3か月分の在庫を持っている。その間、埃や錆などによる損傷あるいは混同、紛失などによる損耗が起こる可能性がある。もちろん多額の資金を寝かせる結果にもなっている。

この問題については〔4-3 在庫管理〕で総括して述べる。

(2) 多い再運搬作業

最終的に必要な工場に送り届けるまでに、素形材、半成品を中間的な場所に保管することが多く、しかもその都度、積み卸しに手間を掛けている。中間的な保管を省略するか、または中継点では積み卸しに手間を掛けないように、適切な容器またはパレットを採用する必要がある。

さらに原材料の保管場所から加工場所への移動距離が長い。例えば、鍛造素材の炭素鋼または機械加工用の棒鋼は金物倉庫に保管され、ここで所要の長さに切断されたうえ熱間鍛造工場、あるいは各機械加工分工場に送られるが、この距離は約600mもある。この外にも金物倉庫で保管している資材はほとんどすべて、東西の連絡道路を通して西側の敷地に運ばれている。これを最寄りの工場にじかに搬入できないか、保管方法の改善と併せて検討すべきである。

3-3 鑄造工程

3-3-1 組織、機能および人員

当工場の製品に使用される鑄造素形材の製造は、鑄造分工場が担当している。

鑄造分工場には、分工場長の他に生産担当の生産副工場長と技術担当の技術副工場長を置き、それぞれ管理している。

技術面では、技術開発部の中に熱加工組があり、ここで鑄造方案と治工具設計を行っている。

鑄造分工場の組織および人員を図3-3-1に示す。

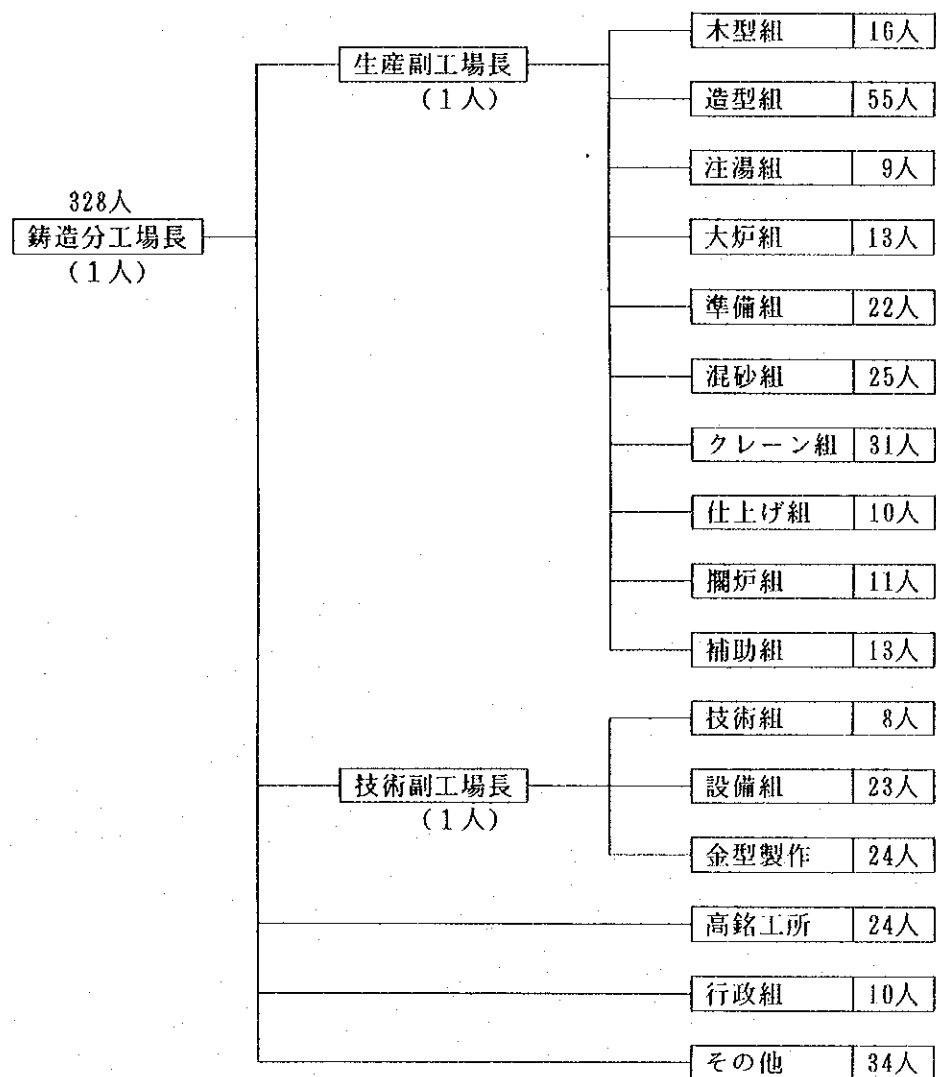


図3-3-1 鑄造部門の組織と人員

鑄造分工場の主な職種の技術員・作業者の経験年数を、表3-3-1に示す。

表3-3-1 鑄造部門の職種別人員と経験年数

職 種	類 別	経験年数		
		3年未満	3～10年	10年以上
造 型	技術員	2	5	2
	造型工	0	36	19
木 型	技術員	0	0	1
	技術工	0	0	0
旋 盤	技術員	0	0	0
	技術工	1	2	9
フライス盤	技術員	0	0	0
	技術工	0	4	3

3-3-2 鑄造部品の種類および生産量

鑄物は、キューボラで溶解し砂型で作る普通鑄鉄、球状黒鉛鑄鉄、高クロム鑄鉄と、電気炉で溶解して砂型で作る普通鑄鋼とステンレス鑄鋼とがある。

この他に、非鉄金属鑄物として、銅合金およびアルミ鑄物を鑄造している。鑄造品の種類と生産量を、表3-3-2に示す。

表3-3-2 鑄造品の種類と生産量

単位：t/月

材質種類	生産量 (1994年)	代表部品
普通鑄鉄	215.0	ケーシング、ケーシングカバー、案内羽根、揚水管、軸受箱、台板
球状黒鉛鑄鉄	3.5	ケーシング、ケーシングカバー
高クロム鑄鉄	5.5	スラリーポンプ（羽根車・内部ケーシング・ケーシングカバー）
普通鑄鋼	7.0	吸込みケーシング、ランナーボス、ランナーベーン、羽根車
ステンレス鑄鋼	0.6	循環ポンプ（羽根車）、プロセスポンプ（羽根車・ケーシング）
銅合金	0.3	羽根車、スリーブ
アルミ合金	0.1	金型

(注) 生産量は製品重量を表わす。

3-3-3 鑄造工程の概要

ポンプ部品の鑄造工程の流れを、図3-3-2に示す。ポンプ部品であるがための特別の作業工程がある訳でなく、一般の鑄造品の製造工程と全く同じである。

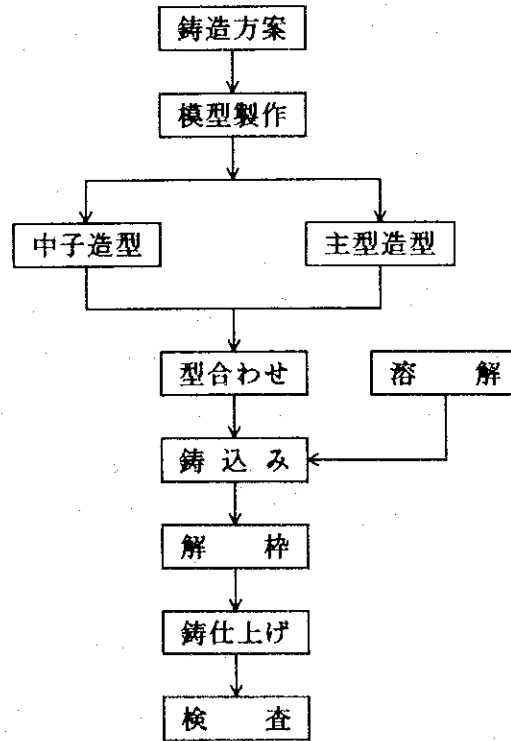


図3-3-2 鑄造工程フロー図

3-3-4 鑄造各工程の概要

1) 鑄造方案

(1) 現状

鑄造方案は、技術開発部の熱加工組の8人が担当している。鑄造方案担当者の経験年数は次の通りである。

3年以下	3～5年	5年以上
2人	5人	1人

経験豊富なベテランは1名であるが、実際は定年退職後も働いている状況で、その他の7人は、1990年以降に入社したメンバーで、経験が浅く、球状黒鉛鋳鉄、高クロム鋳鉄、普通鋳鋼、ステンレス鋳鋼などの新材料の鋳造経験はほとんどないとのことである。

新材料に関しては、西安交通大学と共同で、技術開発部の材料研究所を中心に取り組んでいるとのことであるが、十分なフォローが行われていないように見受けられた。

(2) 考察

- ①鋳造方案は鋳物の品質を決める重要な業務であり、経験を要求されるが、大半の担当者が経験年数5年以下である。農業用ポンプなど普通鋳鉄の生産では、過去の実績などのノウハウがあり対応可能と思われるが、今後増加する球状黒鉛鋳鉄、高クロム鋳鉄、ステンレス鋳鋼などの新素材に関しては、十分なノウハウもなく対応が非常に困難と思われる。
- ②したがって、これら新素材を外注するのではなく内製で進めるのであれば、鋳造メーカー（特に日本のメーカー）のOBによる技術指導、または鋳造メーカーの技術者を中途採用するなどにより、早急なレベルの向上策が必要であろう。
- ③新材料の研究も、若手技術者育成を目指して、若手鋳造方案担当者に研究取りまとめを行わせるなど、将来を考えた教育を実施すべきである。

2) 模型製作

(1) 現状

模型製作は、木型組に属する模型工9名が担当しているが、すべて手作業で行っている。そのためもあり平均経験年数15年以上、最大30年以上という経験豊富な人材を揃えている。しかし、新設計のポンプの場合は、木型製作が一時期に集中し、負荷が急激に増加するので、一部外注にだして製作しているが、価格は当工場の2倍とのことである。

三次元形状の多いケーシングおよび羽根車の模型製作においては、精度確保のために三次元計測が必要となるが、三次元計測器は木型製作現場には設

置されておらず、ポンプ試験場の奥に設置されている計測器を使用している。

ポンプ試験場に設置されている計測器を図3-3-3に示す。この計測器は自社内で製作したものであるが、マニュアル操作の触針式で、計測点はスケールを目で読み取っている。

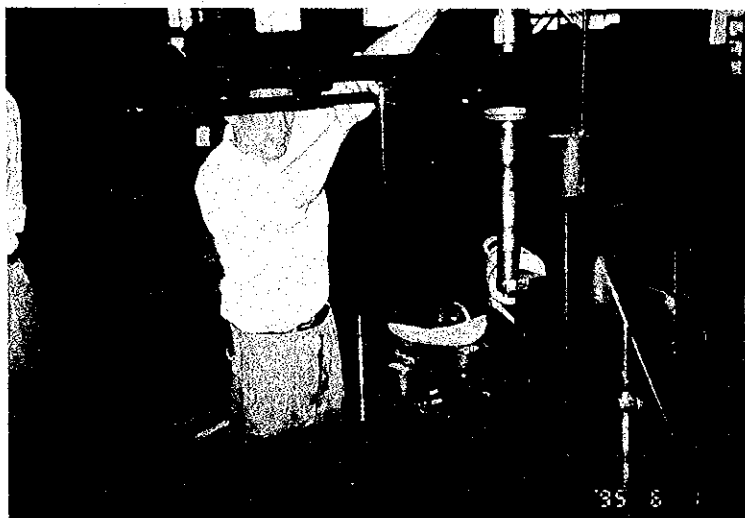


図3-3-3 三次元計測器

模型倉庫は台帳で管理をしているが、図3-3-4に示すように模型は倉庫内で山積されており、管理は十分とはいえない。量的にも満杯状態であり、スペースがほとんどないのが現状である。このような保管状態では模型の劣化が心配されるが、事実、入庫時の検査員のチェックを受けていた模型は、かなり傷んでいた。



図3-3-4 模型倉庫の木型保管状況

(2) 考察

- ①今後の工業用ポンプでは、高い製品性能・品質と製造コストの低減が今以上に強く要求されるが、そのためには、模型の精度向上・確保が出発点となる。現状の模型の精度や管理の状態を見ると、模型が部品・製品の品質の出発点であるという認識が感じられず、今後工業用ポンプに本格的に取り組んでいくためには、意識改革が必要である。
- ②今後の新設計ポンプの増加を勘案すると、模型製作の効率化が必要と思われる。例えば、循環ポンプの案内羽根で、300～500H程度を要しており、ポンプ一式では、2人作業で約7ヵ月を要する（表3-3-3参照）。負荷の急増に対して、安易に外注化を考えるのではなく、今後の新設計ポンプの計画も踏まえて、内部で消化できるよう効率化の方策を検討すべきと考える。

(3) 問題点

- ①鋳物用の模型製作は、全てが手作業で効率的でなく、しかも精度が悪い。模型製作の効率化のためには、少量生産の大型部品に発泡材などの安価で加工性の良い材料を検討する必要がある。また、木工用NC立フライス盤など高精度加工機を導入し、精度確保の容易化を図ることも検討する必要がある。この場合、投資金額が大きいため、効率の高い部品に限定するなど適用範囲の十分な見極めが重要である。
- ②模型製作現場とポンプ組立場は、場所的に相当離れており、現状のようにポンプ組立場に設置されている三次元計測器を共用しているのでは、必要な時に模型を計測することは難しい。三次元形状の多いポンプ部品は、長年の経験により技術伝承をしているが、今後若年化が進み、技術レベルの確保が難しくなることを考慮すれば、最低限レイアウトマシンなどの簡易三次元計測器を模型製作現場に導入し、模型精度の向上を図る必要がある。
- ③早急に不要模型の廃却を実施すると共に、模型修理を計画的に進め、鋳造品質の確保を実施すべきである。ポンプメーカーにとっては模型は財産であり、全てを保存したい気持ちはわかるが、保存期限を定め、定期的に修理・更新を実施し、模型の劣化防止策を構じるべきである。

表 3-3-3 主要部品の模型製作標準工数 (1/2)

単位：H (時間)

部品名称		材質	模型製作工数	
水中ポンプ	ケーシング	普通鑄鉄	180	574
	ランナーボス	"	48	
	ランナーベーン	"	60	
	吸込口	"	22	
	吸込ベル	"	20	
	羽根車ナット	"	3	
	軸受本体	"	7	
	揚水管	"	30	
	吐出エルボ	"	120	
	台板 直管	" "	60 24	
スラリーポンプ	羽根車	高Cr鑄鉄	270	972
	スリーブ	"	110	
	カバー(前)	"	20	
	カバー(後)	"	20	
	副羽根車座	"	15	
	副羽根車	"	18	
	ケーシング	普通鑄鉄	120	
	ケーシングカバー	"	140	
	軸受箱	"	140	
	台板 吸込口 吐出管	" " "	70 25 24	
プロセスポンプ	ケーシング	ステンレス	55	190
	羽根車	"	65	
	ケーシングカバー	"	40	
	防塵板	普通鑄鉄	4	
	軸受箱支え台	"	12	
	軸受箱カバー 軸受箱カバー	" "	7 7	

表3-3-3 主要部品の模型製作標準工数(2/2)

単位：H(時間)

部品名称		材質	模型製作工数	
循環ポンプ	羽根車	ステンレス	150	2.982
	羽根車ケーシング	普通鋳鉄	25	
	案内羽根(出口)	"	500	
	揚水管	"	22	
	案内羽根(入り口)	"	300	
	のぞき窓用板	"	300	
	モータ支え台	"	25	
	ポンプ台板	"	450	
	埋設台板	"	370	
	吐出エルボ	"	460	
	揚水管	"	180	
	揚水管	"	160	
	吸込管	"	25	
	吸込管	"	15	
マルチステーション	吸込ケーシング	普通鋳鉄	70	263
	ケーシング	"	22	
	吐出ケーシング	"	67	
	案内羽根	"	12	
	案内羽根(最終段)	"	12	
	羽根車	"	70	
	スタフィンボックス	"	10	
ポンプ	羽根車(最終段)	ステンレス	75	1.390
	羽根車(2段以降)	"	75	
	吸込ケーシング	普通鋳鋼	400	
	中間ケーシング	"	60	
	吐出ケーシング	"	400	
	案内羽根	ステンレス	60	
	案内羽根(最終段)	"	60	
	ケーシングカバー	普通鋳鉄	140	
	軸受箱(上部)	普通鋳鋼	15	
	軸受箱(下部)	"	15	
	軸受箱カバー	普通鋳鉄	30	
	軸浮箱カバー	"	60	

3) 造型

(1) 現状

造型作業は全て手込めで、砂を金枠に詰め、エアーツールで突き固めを行う。中子は、桐油（桐の種から抽出した油）を混ぜ込んだ桐油砂を使用し、焼成して作っている。型の表面には離型剤を塗布している。

多品種少量生産のため、合理化が進んでいないのが現状で、作業環境も良くない。

表3-3-4に、主要部品の造型標準工数を示す。造型はすべて手込めであることもあり、循環ポンプの大型製品では、造型工数もかなりの時間となっている。現場見学の折に、出来上がった型に対し作業者が気軽に乗るなど、注意に欠ける面も見られた。

(2) 考察

出来上がった大物部品の形状を観察すると、型くずれによる形状不良が散見される。これは、砂詰め、型強度の不足など造型作業時の問題と、木型の劣化によるものと思われる。

(3) 問題点

- ①大型部品の品質向上と作業環境改善のために、大型鋳物工場にも自硬性砂（フラン砂）の適用を検討すべきである。
- ②小物部品の中で、一番重要な部品である羽根車は、今後の工業用ポンプでは一段の高精度が要求されるが、現状の方法では対応が困難である。精密鋳造設備を導入し、品質の向上と安定を図る必要がある。

4) 型合わせ

(1) 現状

造型された下型は、土間に並べられて中子が納められた後、上型が被せられる。全ての鋳型は、土間に並べられた状態で注湯を待つことになる。

表3-3-4 主要部品の模型標準工数(1/2)

単位：H(時間)

部品名称	材質	個数	造 型 工 数			
			主型*	中子*	合計	
水中ポンプ	ケーシング	普通鉄	1	29	16	272.7
	ランナーボス	"	1	1.4	0.4	
	ランナーベーン	"	4	1.5	-	
	吸込口	"	1	6	2	
	吸込ベル	"	1	9	-	
	羽根車ナット	"	1	0.3	0.1	
	軸受本体	"	1	0.4	0.1	
	揚水管	"	1	28	8	
	吐出エルボ	"	1	15	7	
	台板	"	1	18	6	
	直管	"	4	22	8	
スラリポンプ	羽根車	高Cr鉄	1	30	-	103.2
	スリーブ	"	1	8	4	
	カバー(前)	"	1	3	0.3	
	カバー(後)	"	1	3	-	
	副羽根車座	"	1	2.5	0.5	
	副羽根車	"	1	2.3	-	
	ケーシング	普通鉄	1	10	3	
	ケーシングカバー	"	1	10	4	
	軸受箱	"	1	5.5	4.5	
	台板	"	1	10	-	
	吸込口	"	1	1	0.3	
吐出管	"	1	1	0.3		
プロセスポンプ	ケーシング	ステンレス	1	1.5	1.2	8.3
	羽根車	"	1	0.2	0.4	
	ケーシングカバー	"	1	0.5	0.1	
	防塵板	普通鉄	1	0.1	-	
	軸受箱支え台	"	1	2	0.2	
	軸受箱カバー	"	1	0.8	0.2	
	軸受箱カバー	"	1	0.8	0.2	

*：1個当たりの時間

表3-3-4 主要部品の模型標準工数(2/2)

単位：H(時間)

部品名称	材質	個数	造 型 工 数			
			主型*	申子*	合計	
循環ポンプ	羽根車	ステンレス	1	50	22	1,388
	羽根車ケーシング	普通鋳鉄	1	15	7	
	案内羽根(出口)	"	1	80	40	
	揚水管	"	1	32	12	
	案内羽根(入口)	"	1	85	35	
	のぞき窓用板	"	1	100	24	
	モータ支え台	"	1	65	25	
	ポンプ台板	"	1	176	24	
	埋設台板	"	1	58	78	
	吐出エルボ	"	1	120	40	
	揚水管	"	1	120	24	
	揚水管	"	1	80	20	
	吸込管	"	1	24	8	
	吸込管	"	1	18	6	
マルチステータ	吸込ケーシング	普通鋳鉄	1	1	1	14.3
	ケーシング	"	5	0.3	0.1	
	吐出ケーシング	"	1	1	1	
	案内羽根	"	5	0.4	0.3	
	案内羽根(最終段)	"	1	0.3	0.3	
	羽根車	"	6	0.2	0.4	
	スタフィンボックス	"	1	0.4	0.2	
ポンプ	羽根車(最終段)	ステンレス	1	外注	外注	92.6
	羽根車(2段以降)	"	7	"	"	
	吸込ケーシング	普通鋳鋼	1	19	11	
	中間ケーシング	"	7	2.5	0.5	
	吐出ケーシング	"	1	22	10	
	案内羽根	ステンレス	7	外注	外注	
	案内羽根(最終段)	"	1	"	"	
	ケーシングカバー	普通鋳鉄	1	1.3	0.9	
	軸受箱(上部)	普通鋳鋼	2	0.7	0.2	
	軸受箱(下部)	"	2	0.7	0.5	
	軸受箱カバー	普通鋳鉄	1	0.6	0.3	
	軸受箱カバー	"	1	2	0.3	

* : 1個当りの時間

(2) 考察

鋳型は、一応土間に機種毎に整頓された状態で並べられているが、鋳込みの場所としては広く取ることになり、安全上、また品質上は好ましくない。

作業姿勢として低くなり、作業環境としてあまりよくない。

5) 溶解

(1) 現状

鋳造工程には、部品毎に図3-3-5に示す鋳造工程操作カードによって、細かい条件が指示されている。溶解段階では、要求成分に応じ、技術標準に基づいて作成された作業指示書に従って原材料を秤量している。

キューボラは2基保有し、いずれも5tonで交互に使用している。現在伊前で炭素当量などの確認を行う試験機器を有していないので、品質監督部に依頼して分析している。伊前で採取した試料を、翌日機械加工し、翌々日に品質監督部から炭素当量などの分析結果が入手できるようになっている。

中周波炉は4基保有し、合金用として使用されており、種々の材料を少量ずつ生産している。

(2) 考察

①溶解温度は1,470℃であるが、鋳込み温度は普通鋳鉄で1,260℃、球状黒鉛鋳鉄で1,320℃と下がっており、普通鋳鉄でも下限温度に近く、品質の確保に問題がある。特に球状黒鉛鋳鉄を生産するためには、鋳込み温度の確保が重要である。

②キューボラ2基を交互に使用しているが、毎日のライニングなどの補修が大変なうえ、大規模な修理や、将来、環境衛生上排ガス集じん装置が必要になってくるなど、設備費増加が予想される。

③中周波炉は種々の材質を少量ずつ生産しており、品質確保の点からも、炉のフラッシングなどの清掃を十分実施するとともに、ステンレス用の炉およびとりべを専用化するなどの対策を講じる必要がある。

(3) 問題点

- ①現在の溶湯の成分分析では、分析結果が溶湯の品質コントロールに使用できていない。工業用ポンプでは、鋳物成分の高精度の管理が重要となるので、炉前管理用の分析機の導入などにより、炉前管理を徹底する必要がある。
- ②現在の溶解炉の性能では、今後の製品への対応が難しい上に、環境対策も含め設備のメンテナンスが大変である。現在のキューボラから低周波誘導炉に更新し、品質の安定化を図るとともに、設備メンテナンスを簡素化する必要がある。

6) 鋳仕上げ

(1) 現状

合金鋼に対してはショットブラスト処理を実施してるが、外面のみで、ポンプでケーシングの内部などの水通路の清掃が実施されていない。その上、鋳鉄などの大型鋳物に対しては、ショットブラスト処理は全く実施されていない。

合わせ面に発生する鋳ばりなどもあまり気にされておらず、そのまま製品となるなど、仕上げ作業が十分とはいえない。

(2) 考察

両頭グラインダーとハンドグラインダーは設備としてあるので、鋳物品質向上のために、これら設備を鋳仕上げ作業に使用することを検討する必要がある。ただし、両設備共にあまり使い勝手が良くないので、軽量のハンドグラインダーを適用すると共に、砥石の種類を作業および材質に合わせて検討することが必要である。

(3) 問題点

羽根車およびケーシングの水通路がほとんど手入れされておらず、ポンプ性能上問題である。今後の製品性能改善に水通路の表面粗度向上が役立つので、グラインダーによる仕上げ工を養成し、手入れ方法を確立する必要がある。

る。工業用ポンプを手掛ける上では、非常に重要な技術となる。

7) 砂処理

(1) 現状

生型および乾燥型については、型バラシ後回収された砂は、異物を分離して再度調整され、粘結剤添加および水分添加して混練し、造型場に供給されている。

フラン砂については、連続式ミキサーにより混練された砂が供給されて、造型・鋳込み・型バラシ後の砂は粉碎機により砂粒とされ、回収・再生されて供給される。

(2) 考察

鋳造欠陥を見るとブローホールなどのガス欠陥が多い。これは鋳型の管理に起因するものが多いので、砂管理については十分検討する必要がある。

フラン砂の場合、粉碎のみでは不十分で、繰り返し使用している間に砂中の可燃分が増加し、鋳造欠陥を発生し易くするので、再生処理の強化を図る必要がある。

8) 検査と鋳物の品質

(1) 現状

鋳造工程内でのチェック・検査は行われておらず、鋳物が完成した時点で検査が行われ、合格品は倉庫に一時保管されている。不合格品については、検査部門が協議して救済措置を検討するとともに、救済措置の取られたものについては合格品として次工程に送られている。

鋳造不良の発生状況、不良原因分析、および鋳鉄部品の廃品率推移をそれぞれ表3-3-5、表3-3-6、および図3-3-6に示す。

(2) 考察

表3-3-5に示す鋳物不良発生状況で、普通鋳鋼とステンレス鋳鋼は、

表 3 - 3 - 5 鋳物不良発生状況 (1994年)

材質種類	材料投入量 (T)	製品重量 (T)	製品率 (%)	廃品量 (T)	廃品率 (%)
普通鋳鉄	4,161	2,580	62	126.6	4.9
ケーシング		1,160		53.4	4.6
羽根車		800		41.6	5.2
その他		620		31.6	5.1
球状黒鉛鋳鉄	70	42	60	1.37	3.3
ケーシング		23		0.70	3.0
羽根車		12		0.44	3.7
その他		7		0.23	3.3
高クロム鋳鉄	132	66	50	4.20	6.4
ケーシング		23		1.50	6.5
羽根車		24		1.60	6.7
その他		19		1.10	5.8
普通鋳鋼	153	84	55	0.80	1.0
ケーシング		18		0.20	1.1
羽根車		52		0.49	0.9
その他		14		0.11	0.8
ステンレス鋳鋼	14	7.2	50	0.16	2.2
ケーシング		1.9		0.04	2.1
羽根車		2.7		0.07	2.6
その他		2.6		0.05	1.9
銅合金	5.4	3.6	65	0.08	2.2
アルミ合金	1.7	1.2	70	0.01	0.8

表 3-3-6 鋳物不良分析

欠陥名称	廃品重量 (T)	比率 (%)
欠 損	28.7	26.6
ブローホール	21.8	20.1
寸法不良	18.0	16.6
変 形	15.7	14.5
焼 着	12.7	11.7
クラック	10.8	10.0
材質不良	0.5	0.5
合 計	108.2	100.0

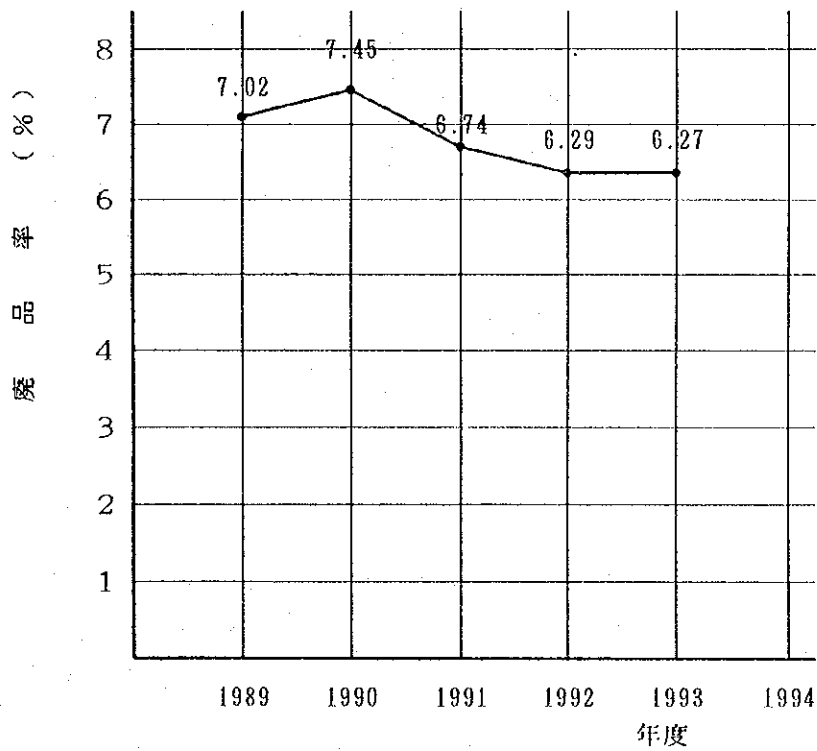


図 3-3-6 鋳鉄部品の廃品率推移 (年間平均値)

補修後の廃品率を表しているとのことで、数値は小さい。可否の判定は、中国標準に照らして行われているが、日本の標準に比べて標準そのものの品質レベルが低いので、合格品の品質も日本国内の品質レベルにはほど遠い。

なお、補修前での合格率は普通鋳鋼で25%、ステンレス鋳鋼で30%程度とのことであり、鋳造品質は良くない。

(3) 問題点

図3-3-6の鋳鉄部品の廃品率推移を見ると、顕著な低減は見られない。不良率などの管理指標統計は十分実施されているが、実際の不良発生に対しては後始末のみとなっており、十分な再発防止策が講じられているとは言い難い。

不良発生時には、発生原因の調査と、これに基づく再発防止策の検討、特に鋳造方案、および図面への反映などがスムーズに実施される組織的な仕組みが必要である。いかに良い鋳物を生産するかが、ポンプメーカーとしてコストダウンの近道であり、鋳物部門を抱える当工場としては、鋳造方案のノウハウ蓄積によるレベルアップを図ることが、最重要課題と思われる。

3-3-5 鋳造設備と生産能力および生産性

1) 鋳造設備

(1) 現状

鋳造分工場で現在所有している鋳造設備リストを、表3-3-7に示す。

また、鋳造工場のレイアウトを、図3-3-7および図3-3-8に示す。

(2) 考察

全般に旧式の設備が多く、造型は全くの手作業であり、より精度が得られ、より生産性の高い設備に更新する必要がある。

表 3 - 3 - 7 鑄造分工場設備リスト

記録 番号	機種番号	機械名称	型 式	年	仕様/用途
123	811-1	キュボラ	5 T	70	5 t/h
124	811-3	キュボラ	5 T	75	5 t/h
126	842-2	砂型乾燥炉		78	143m ² , 6.5mL× 4.6mW×3.4mH
155	842-3	砂型乾燥炉	160M 3	85	160m ² , 8.2mL× 4.3mW×3.4mH
118	541-1	鑄鉄破断機		81	
119	571-3	キュボラ連続温度測定器	ZWX2042	81	
125	819-1	原料投入機械化ユニット		81	
	321-5	造型器	Z145A		
	321-6	造型器	Z145A		
136	321-15	造型器	1.5T	84	
137	321-16	造型器	1.5T	84	
138	321-17	造型器	1.5T	84	
139	321-18	造型器	1.5T	84	
260	321-22	造型器	Z145A	89	
261	321-21	造型器	Z145A	89	
115	323-12	大・中型部品サンピキサライン		79	
153	323-24	小型部品サンピキサライン		85	
114	323-6	研磨機	Z6312B	73	
		〃	Z6312D		
132	913-7	羽口送風機	LG480×665-1	84	80m ³ /min.
133	913-8	羽口送風機	LG480×665-1	84	80m ³ /min.
290	913-10	羽口送風機		90	60m ³ /min.
291	913-9	羽口送風機		90	60m ³ /min.
116	323-17	ショットプラスト		80	
	834-1	焼鈍炉			
272	732-1	中周波炉	Grr-0.15	89	0.5t/ch
289	732-2	中周波炉		90	1 t/ch
		中周波炉			0.5t/ch
378	732-4	中周波炉	1 T	91	1 t/ch
28	323-48	混砂機	T36/6/5	93	イタリア製
		混砂機			
426	323-46	砂処理装置		93	
336	323-40	慣性振動砂落機	L1210	91	有効負荷：4 t
412	323-41	ショットプラスト	Q3710	93	

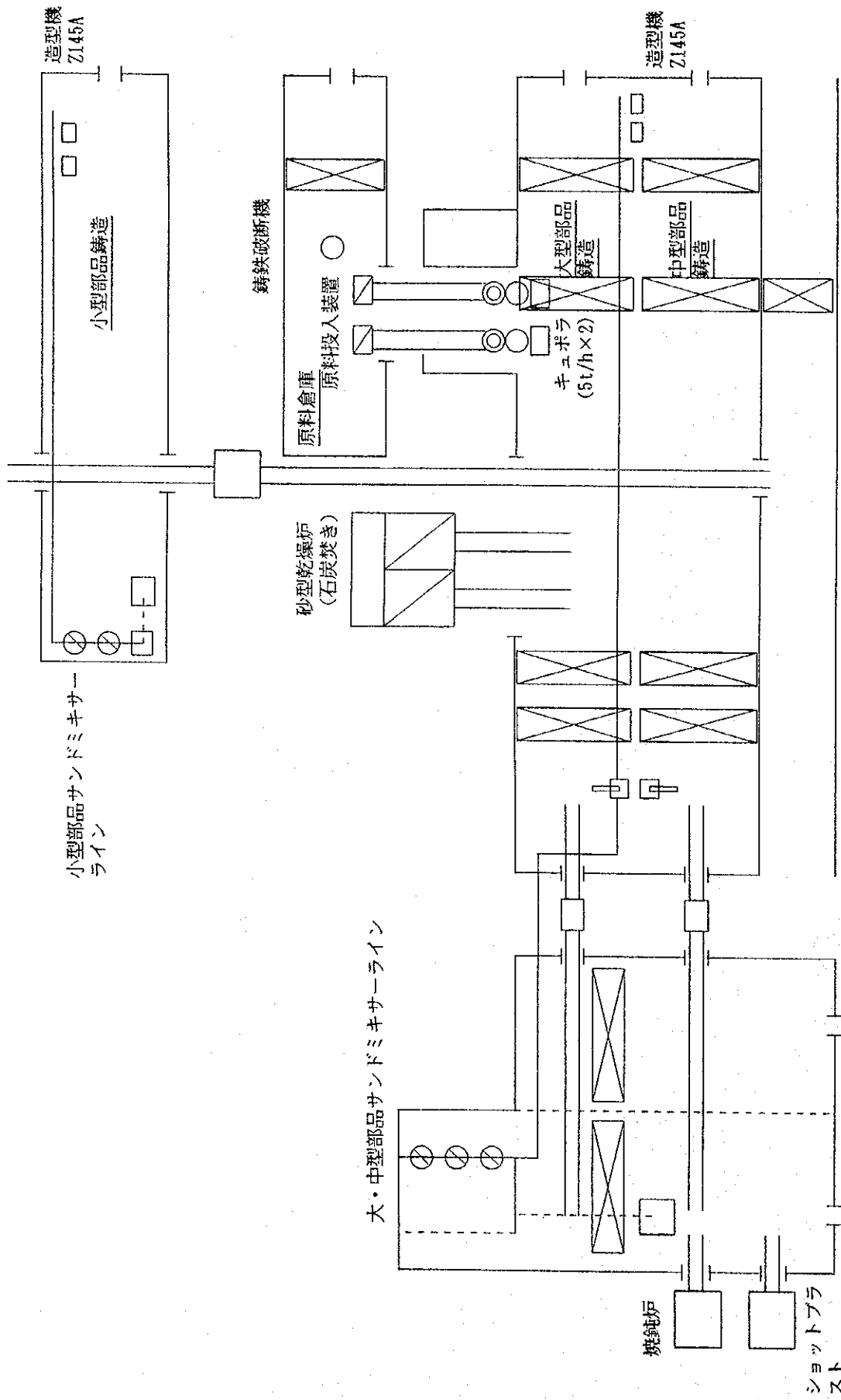


図 3-3-7 鑄造工場配置図

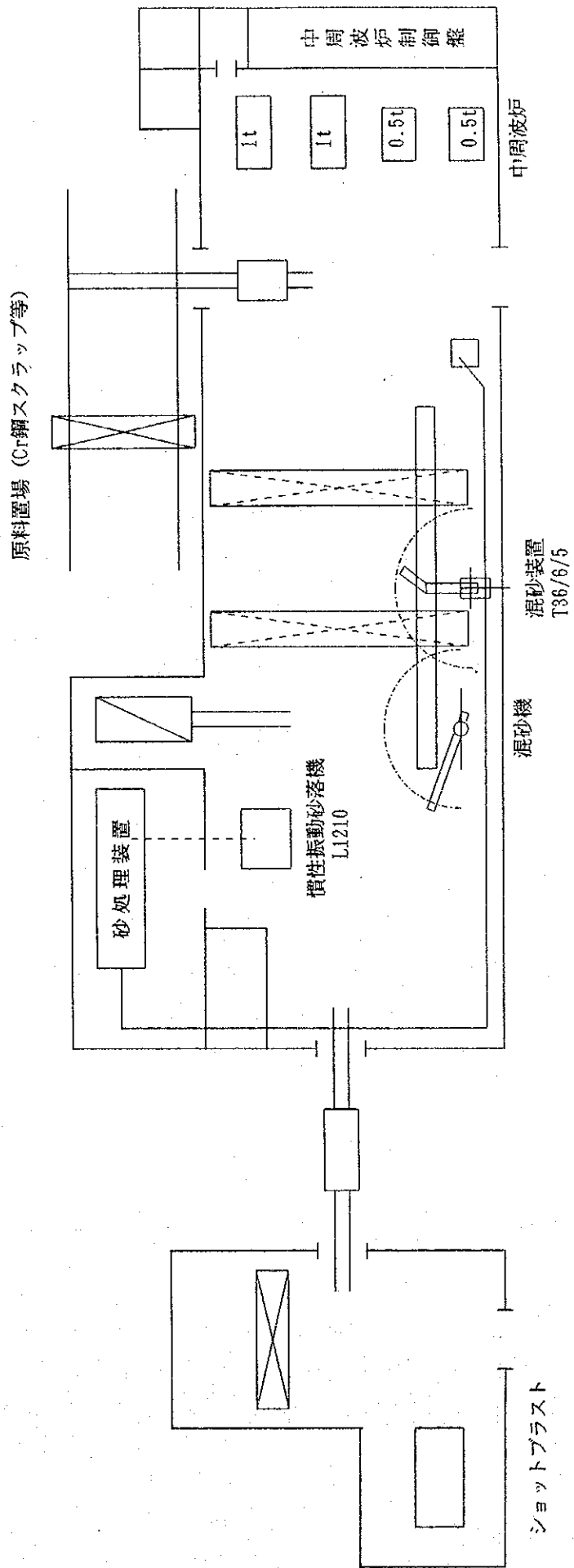


図 3 - 3 - 8 合金鑄物工場配置図

2) 生産能力

(1) 現状

鋳物の場合、設備の生産能力は溶解設備により規制される。現状の生産能力と、1994年の実績は、表3-3-8に示す通りである。鋳鉄品では最大単位重量44ton（鋳放し）、ステンレス鋳鋼などの合金鋼では、最大1.2tonの製作実績がある。

表3-3-8 鋳造の生産能力と生産実績

単位：t/年

項目	鋳鉄	合金鋼
年間生産能力	7,740	900
1994年生産実績	普通鋳物 2,580	普通鋳鋼 84
	球状黒鉛鋳鉄 42	ステンレス鋳鋼 7.2
	高クロム鋳鉄 66	銅合金 3.6
		アルミ合金 1.2

(2) 考察

鋳込温度が普通鋳鉄でも下限ギリギリであり、球状黒鉛鋳鉄では低めである。溶解温度が1,470℃を確保しているため、注湯温度を高く維持するため、とりへの十分な乾燥などの手段を検討する必要がある。

3) 設備稼働率

(1) 現状

キューボラ、中周波炉ともに4H/日程度の稼働であり、稼働率50%である。

(2) 考察

設備的には、将来の生産増加に対応可能と思われる。しかし、新材料の経験も少ないことから、設備管理面からの対応を十分検討する必要がある。

3-4 熱処理工程

3-4-1 組織・機能および人員

熱処理工程は、冷鍛分工場の熱処理組が担当している。冷鍛分工場の組織および人員配置は、図3-4-1のとおりである。

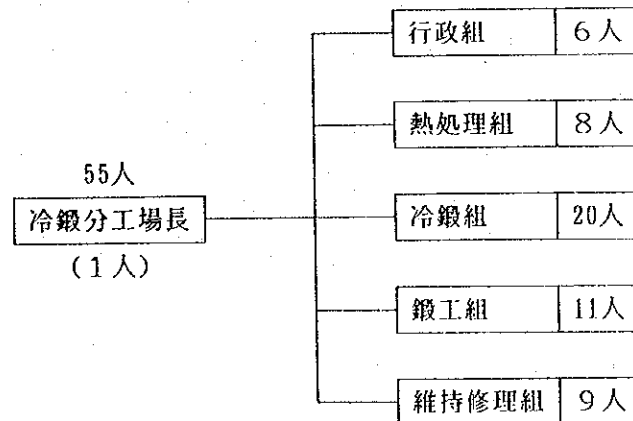


図3-4-1 冷鍛分工場の組織および人員構成

冷鍛分工場の主な職種別技術員・作業者の経験年数は、表3-4-1のとおりである。

表3-4-1 冷鍛分工場の職種別人員と経験年数

工種	職種	3年未満	3~10年	10年以上
熱処理	技術員	0	0	1
	熱処理工	0	2	5
板金	技術員	0	0	1
	板金工	0	5	2
溶接	技術員	0	0	1
	溶接工	0	5	8
鍛造	技術員	0	0	0
	鍛工	0	2	5

3-4-2 熱処理部品の種類

代表的な熱処理部品を表3-4-2に示す。

表3-4-2 代表的な熱処理部品

製品型番	部品名称	材質
500QHD-9	スパナ	45#鋼
150Z-50	シャフト	40Cr
1400HDC-16	キー	45#鋼
D6-25/84	シャフト	45#鋼
DG85-80	ナット	45#鋼
IH80-65-160	ケーシング	ステンレス鋼

3-4-3 熱処理設備と生産能力

1) 熱処理設備

現在所有している熱処理設備を、表3-4-3に示す。

また、熱処理工場のレイアウトを、図3-4-2に示す。

2) 現状と考察

- (1) 設備としては、校正などの管理が全くされておらず、精度が要求される材料の熱処理には十分な対応が出来ない。特に、炉内の温度分布把握がなく、天井に設置されている熱電対が唯一の計測箇所となるため、温度のバラツキが発生しているものと思われる。
- (2) ヒーターの内蔵されている台車の上に小型主軸を直置きしており（図3-4-3参照）、部品内部にもかなりの温度分布が生じている可能性がある。現実に軸に曲がりが発生して、プレスの上、応力除去焼鈍を過去に実施したこともあるとのことである。
- (3) 熱処理の基本は温度管理が全てである、と言っても過言ではない。温度の安定に対しては、いたずらに時間をかけるのではなく、1H+1H/1イン

チの基本に基づき実施するだけで十分である。

- (4) 今後の工業用ポンプの大型部品に対しては、現在の熱処理設備では対応が困難である。

表 3-4-3 熱処理設備リスト

記録 番号	機種番号	機械名称	型 式	年	長×幅×高 (m)	容量/最高温度
453	836-13	電気炉	RJ2-320-9	93	3.5×1.5 ×1	320kW/950℃
298	836-10	"	JL-83-05	90	1.58×1.50×0.85	195kW/1100℃
168	836-4	"	RJX-75-9	74	0.9×0.8 ×0.6	950℃
	836-1	"	X-75		0.9×0.8 ×0.6	950℃
	836-3	"	RJX-30-9		0.95×0.45×0.45	950℃

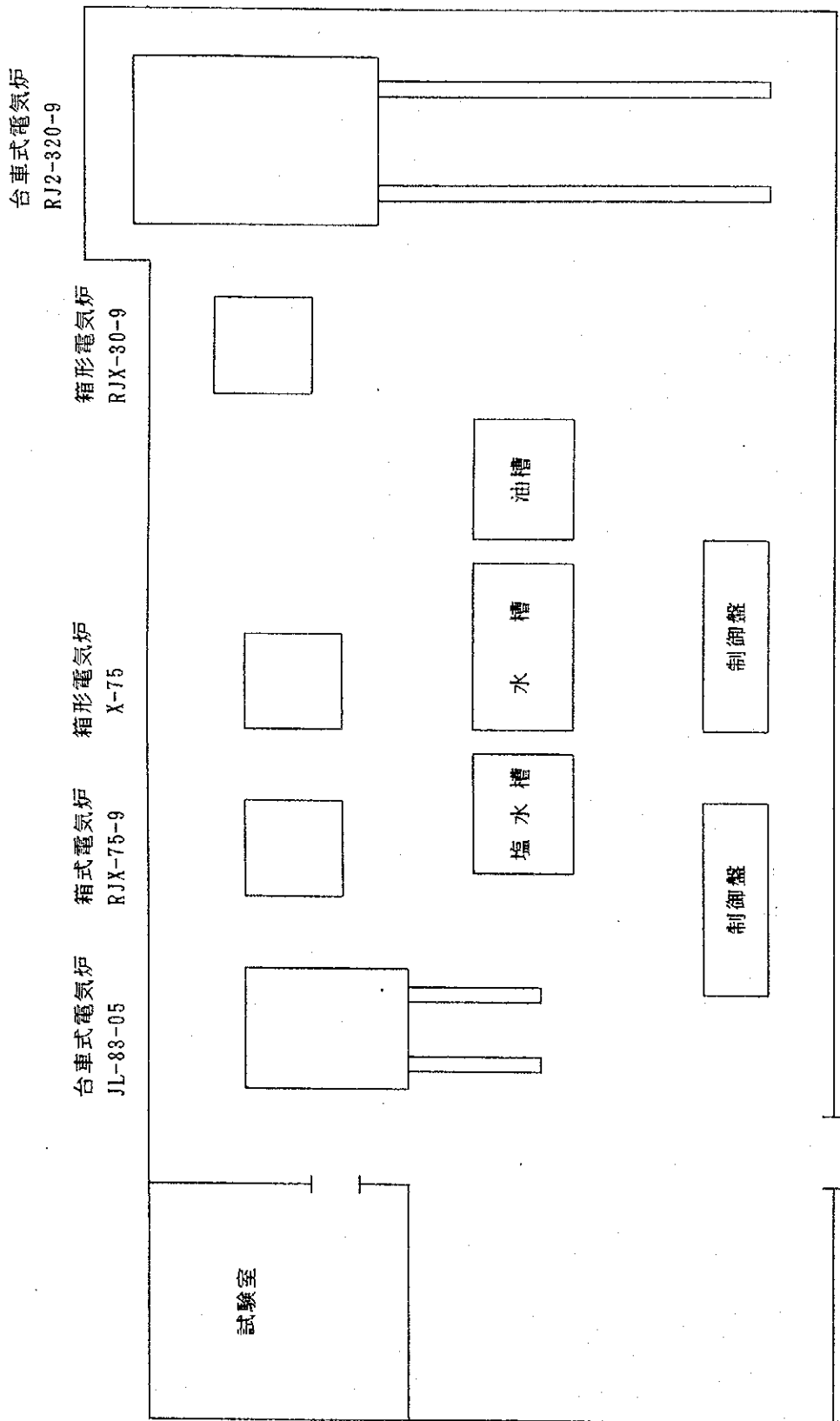


圖 3 - 4 - 2 熱處理廠場配置圖

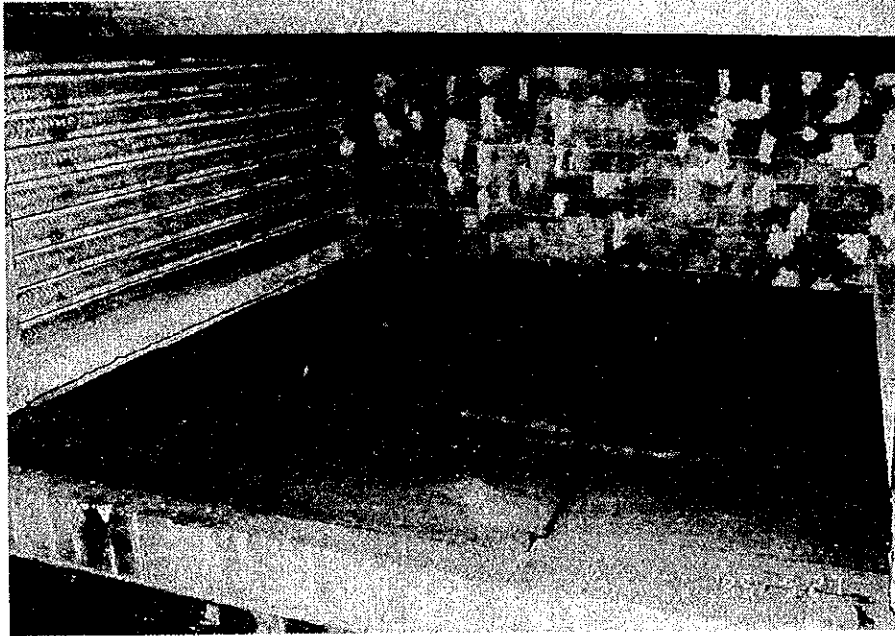


図3-4-3 小型主軸の熱処理状況

3) 問題点

- (1) 炉内空間の温度分布を定期的に最大1mピッチで測定し、天井の熱電対による温度測定との整合性を確認してもらいたい。対象部品は出来る限り直置きせずに、温度測定精度が確保できる位置に設置すべきである。さらに、ロットの初品、または要求の厳しい部品に対しては、実体温度計測を実施するなど、精度確保に留意する必要がある。
- (2) 熱処理後スケールが付いたまま加工工程を進め、最終製品になるまでこのスケールを除去する工程がない。スケールは異物そのものであり、熱処理後のショットブラスト処理を実施する方向で検討すべきである。
- (3) 今後の工業用ポンプの大型部品に対しては、将来の材質・サイズに合わせ、熱処理設備の導入を検討すべきである。

3-5 加工工程

3-5-1 組織・機能および人員

工業用ポンプの主要部品の機械加工は、大型ポンプ分工場と工業用ポンプ分工場が担当している。

大型ポンプ分工場と工業用ポンプ分工場の組織・機能および人員構成を図3-5-1に示す。

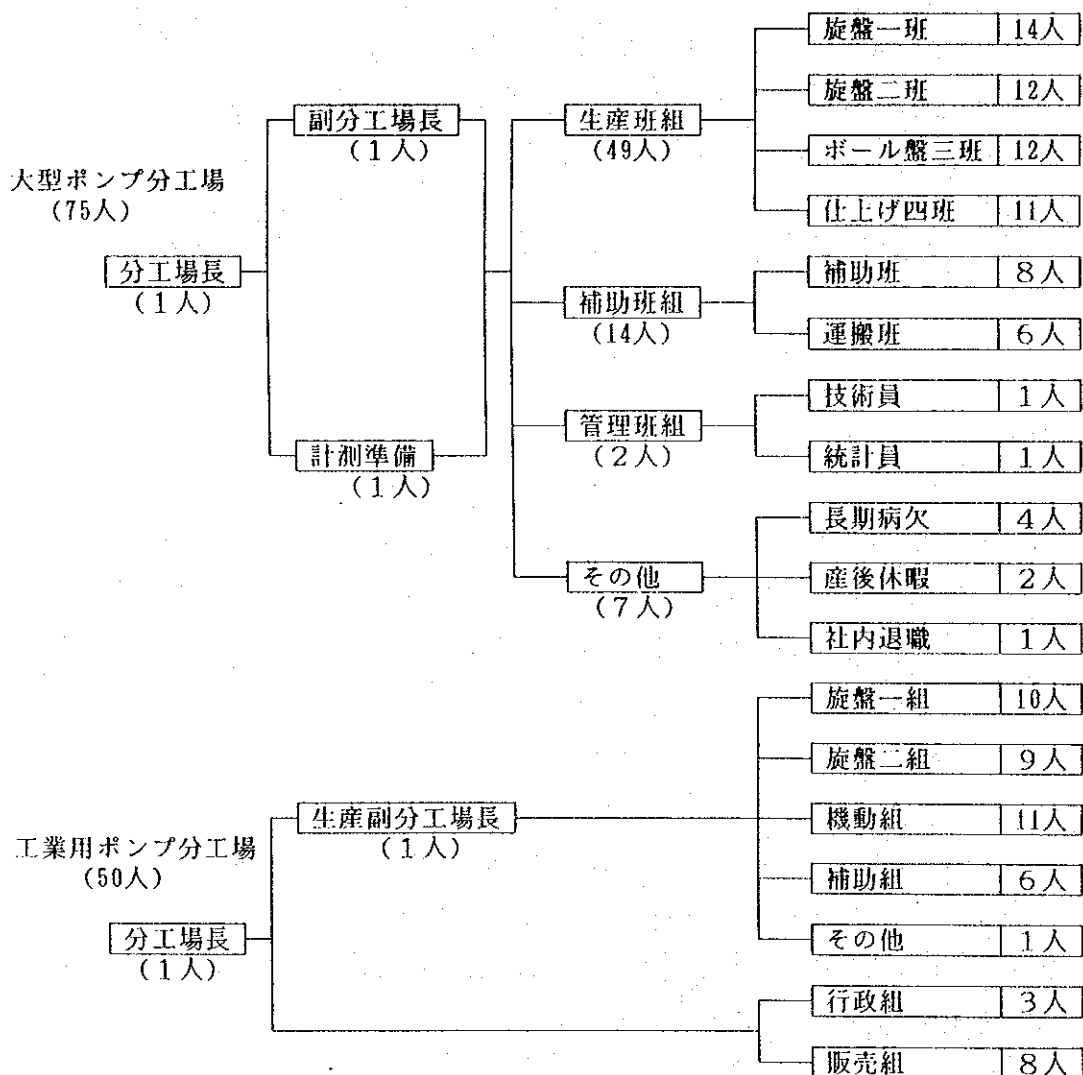


図3-5-1 工業用ポンプ機械加工部門の組織と人員

工業用ポンプ機械加工部門の職種別人員と経験年数を、表3-5-1に示す。

表3-5-1 工業用ポンプ機械加工部門の職種別人員と経験年数

工場	工種	職 種	3年未満	3～10年	10年以上
大型 ポンプ 分 工 場	旋盤	技術員	0	0	1
		旋盤工	10	6	9
	仕上げ	技術員	0	0	1
		仕上げ工	0	4	0
	ボール盤	技術員	0	0	0
		ボール盤工	3	6	3
工業用 ポンプ 分 工 場		技術員	0	0	0
		管理員	0	0	5
	旋盤	技術員	0	0	0
		旋盤工	14	3	2
	その他 機械加工	技術員	0	0	0
		技術工	1	4	3
	電気工事	技術員	0	0	0
		技術工	0	2	0
	販売	技術員	2	2	3
		管理員	0	1	0

3-5-2 機械加工部品の種類

大型ポンプ分工場、および工業用ポンプ分工場で機械加工が行われている主な部品は、表3-5-2のとおりである。工業用ポンプの主要部品は、ほとんど両分工場で機械加工されている。

表3-5-2 大型ポンプ分工場および工業用ポンプ分工場の主要加工部品

製品	型番	大型ポンプ分工場	工業用ポンプ分工場
水中ポンプ	500QHD-9	配水管、台盤 60° エルボ	
スラリーポンプ	150Z-50		羽根車、スリーブ、 ケーシング、吐出ケーシング、 ブラケット、板押え
循環ポンプ	1400HDC-16	シールリング、ナット、 羽根ナット、羽根車、 羽根ケーシング、4軸受本体、 案内羽根、テーパ揚水管、 軸受、案内羽根、 ゴム軸受、モータ台盤、 ポンプ台盤、エルボ、 揚水管、シャフト	
マルチステージ ポンプ	D6-25/84		吸込段、中段羽根車、 ボルト、シャフト
	DG85-80		羽根最終段、羽根2段以降 案内羽根、スリーブ、 シャフト
プロセスポンプ	IH80-65-160		ケーシング、ブラケット、 シャフト、羽根車ナット

3-5-3 機械加工設備と生産能力・生産性

1) 設備

(1) 現状

大型ポンプ分工場および工業用ポンプ分工場で所有している主要設備を、表3-5-3、表3-5-4に示す。また、両分工場のレイアウトを図3-5-2、および図3-5-3に示す。

現状は汎用機を主体とした加工設備であり、大型部品の寸法計測に巻尺を常用するなど、検査作業の検査レベルとしてはかなり低い。NC旋盤が3台あるが、ほとんど稼働していない。フライス盤も保有しているが、形削り

表3-5-3 大型ポンプ分工場主要設備

記録 番号	機種番号	機械名称	型 式	仕 様	年	用 途
58	016-72	普通旋盤	C630	600D×1400L	75	羽根車加工用
59	016-77	"	"	"	76	
60	016-82	"	CW6163	400D×1000L	76	
61	016-84	"	C666	2000D × 3000L	63	
68	016-95	"	C630*2600	400D×4000L	88	
231	016-110	"	CW6180	800D×1500L	87	
333	016-115	"	CW6110A/15	800D×2000L	91	
		"				
		"				
		"				
62	016-85	長尺旋盤	C61125A	1250D × 8000L	74	
206	016-86	"	C6112A	1000D × 10000L		
54	015-5	立旋盤	C55T	5000D × 2500H	74	
55	015-6	"	C534-J	3400D × 2000H	75	
57	015-8	"	C5225	2500D	77	
79	015-11	"	C5116A	1600D × 1000L	85	
397	015-14	"	CQ5250A	5000D × 2500H	93	
72	072-4	平削り盤	B220	2000×6000	75	
78	073-18	形削り盤	B665	650 × 370	83	
69	021-11	直立ボール盤	Z5135	35D	82	
63	025-9	ラジアルボール盤	RJ-M100	100D×3000	74	
64	025-14	"	Z3035B	35D	76	
65	025-15	"	Z35	35D	76	
66	026-5	横中ぐり盤	J611A	110D×50	75	
67	026-6	"		160D×100	78	(デジタル表示)
73	074-3	スロッター	B5050A			キー溝加工

表3-5-4 工業用ポンプ分工場主要設備

記録 番号	機種番号	機械名称	型 式	仕 様	年	用 途
8	016-66	普通旋盤	C630	600D×1400L	71	
10	016-70	"	C630	"	72	
59	016-77	"	C630	"	76	
463	016-121	"	CW6180C	800D×1500L	94	
464	016-122	"	CW6180C	800D×1500L	94	
465	016-124	"	C6136D	360D	94	
485	016-123	"	CW6180C	800D×1500L	94	新製品試作
457	011-3	NC旋盤	CJK6136N	360D×750L	94	
458	011-4	"	"	360D×750L	94	
459	011-5	簡易NC旋盤	CJK6140A	400D×1000L	94	
303	016-114	大型横旋盤	C61100/1	1000D × 3000L		
76	015-7	立旋盤	C5116A	1600D × 1000L	94	
		"	"	1600D × 1000L	94	
460	016-118	切落し旋盤	CNE6244		94	
461	016-119	"	"		94	
462	016-120	"	"		94	新製品試作
470	073-20	油圧式形削り盤	BY60100	600 × 1000	94	
466	021-13	直立ボール盤	Z5125A	25D	94	
467	025-21	ラジアルボール盤	Z3035B*13	35D × 1500H	94	
468	025-22	"	Z3050*16	50D × 1600H	94	
469	026-11	リタル横中ぐり盤	TQ*6111*3	110D	94	新製品試作
70	061-3	立フライス盤	X53K	400W×1600L	76	
71	067-3	フライス盤	X62W	320W×1250L	76	
80	074-6	スロッター	B5020	200mm		キー溝加工
472	124-3	油圧プレス				ベアリング圧入用
494	093-30	M3040 グラインダ			94	

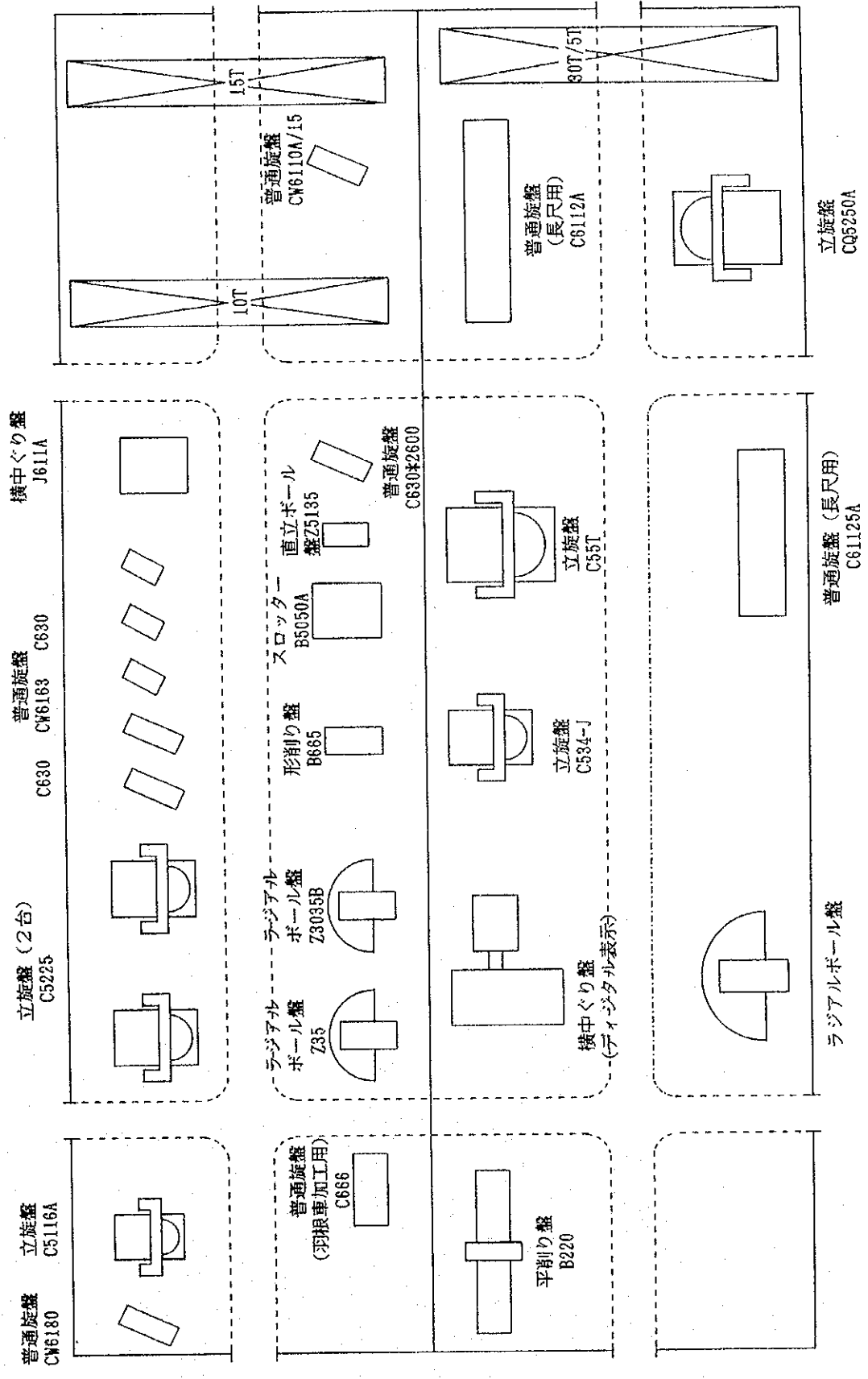


図 3-5-2 大型ポンプ分工場配置図

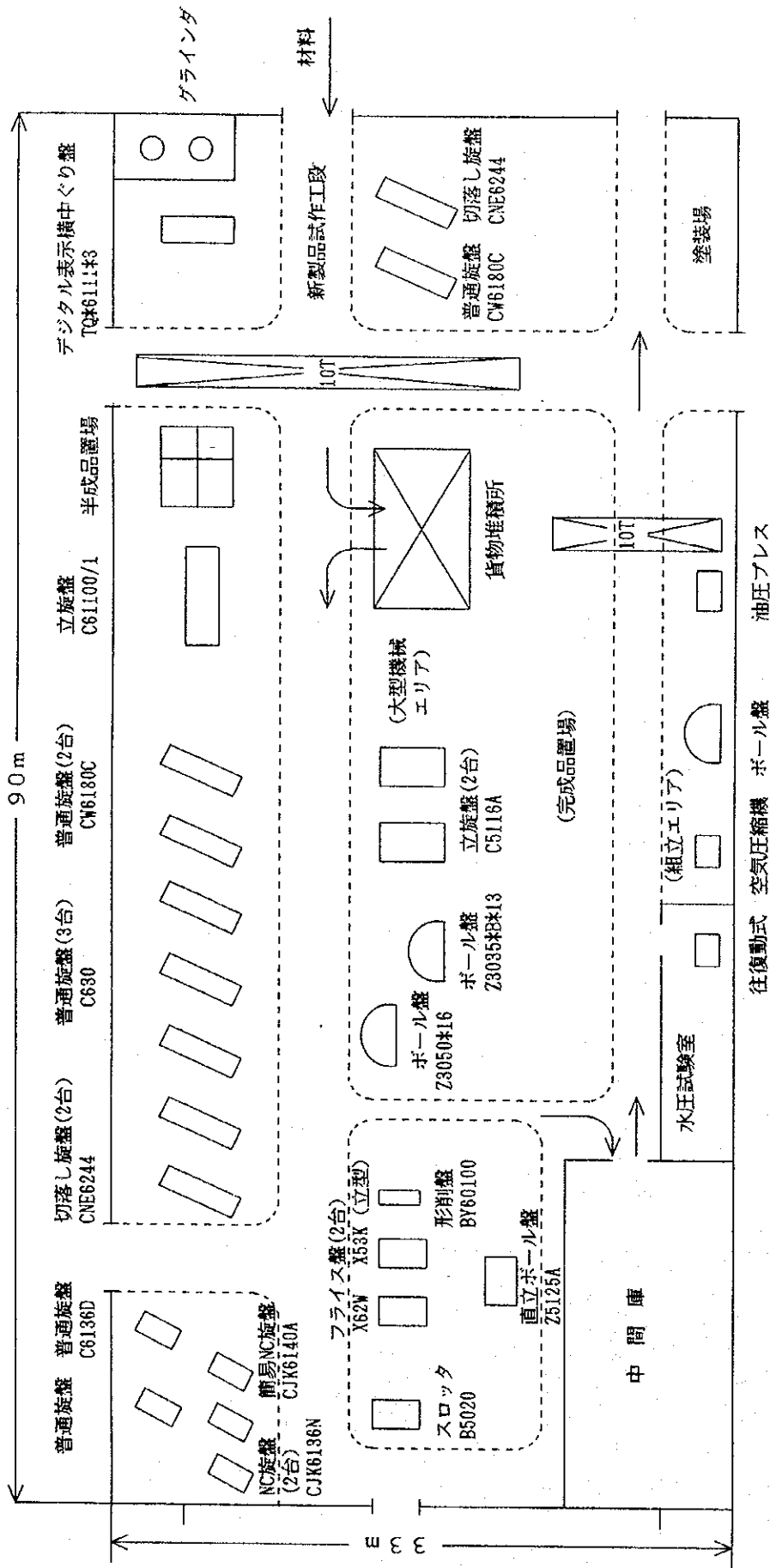


図 3-5-3 工業用ポンプ分工場配置図

盤が使い易いためか、ほとんど使用されていない。

(2) 考察

- ①両分工場共にかなりスペース的に余裕のあるレイアウトとなっている(図 3-5-4 参照)。稼働していない設備が多いことも考えると、全体に工程ロスを少なくするための集約化が必要と思われる。
- ②設備的には普通旋盤主体であるが、稼働率が低く、必要台数の見直しが必要である。

(3) 問題点

- ①せっかくのNC旋盤が、アルミ部品加工にしか使用されておらず、適用拡大を是非とも実施すべきである。
- ②ほとんどが旧式の汎用機械であるので、作業能率も悪く、精度確保も安定しない。また、現在位置表示装置の付いた加工機械が数台あるが、ほとんど電源を切ったままで使われていない。慣れば加工精度向上と作業軽減に非常に役立つ便利なものであり、是非とも使用すると共に、適用拡大を実施すべきである。
- ③面削りは形削り盤が適用されているが、最近ではフライス盤の方が効率が良いため、日本ではフライス盤が一般的に使用されている。フライス盤による面削りの技術を検討すべきである。
- ④現場を見ると、ノルマを持たないアシスタントが多く、遊んでいる設備が多い。多能化教育を実施し、アシスタントを廃止することにより、一人一台使用を徹底し、機械の稼働率を向上させるべきである。

2) 工具管理

(1) 現状

バイト中心の工具体系により加工を実施している。この体系は工具管理の簡素化と加工の容易化には役立っているが、面削り等のフライス加工の実施、および高精度NC機械の導入時に必要なツーリング技術はほとんどないのが現状である。実際に現場では、面加工は形削り盤を主体に実施しており、フライス盤は停止していた。



図3-5-4 工業用ポンプ工場の機械設備

(2) 考察

今後部品加工のNC化による高精度化を検討するに当たり、品質の高いスローアウェイチップを中心としたツーリング技術が必要不可欠となるため、技術開発部の支援の下に、工場としての体制作りを進める必要がある。

3) 治具管理

(1) 現状

治具保管庫は、工場の中央部に設置されており、工場内スペースの有効活用観点からは好ましいとはいえない。保管庫には、大型治具が山積されており（図3-5-5参照）、ホコリや錆の状況から、長期間使用されていないと思われる治具が大半である。小物の治具についても錆がかなり発生しており、管理されているとは言い難い状況である。

各治具には管理用のタグが付けられておらず、治具番号も消えかかっているものも散見され、誤使用の可能性がないとは言い切れない。

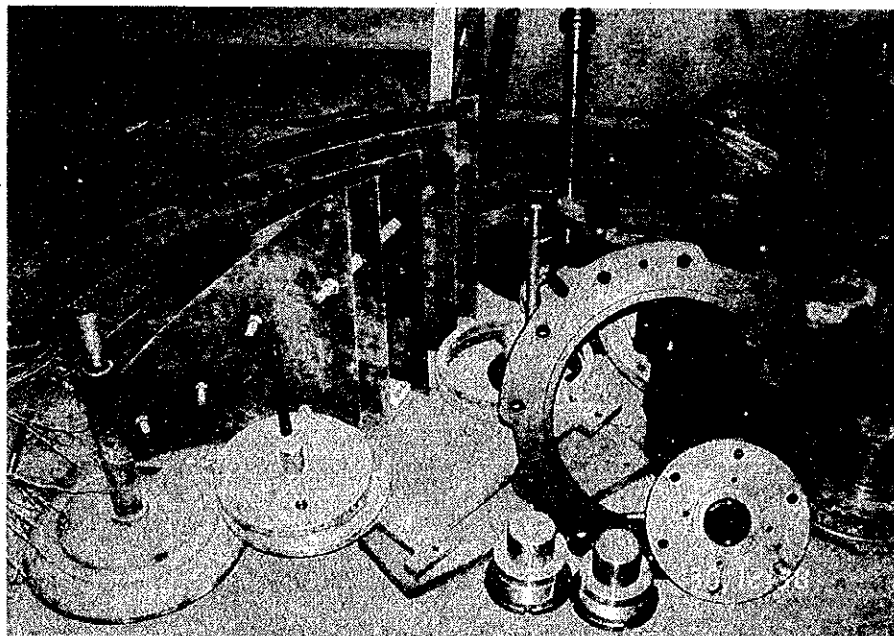


図3-5-5 治具の保管状況

(2) 問題点

早急に不要治具を廃却すると共に、錆の除去を実施し、再使用可能かを検査した上で、治具番号の打ち直しとタグの添付による治具管理の見直しを実施してもらいたい。

入庫の際には確実に防錆処理を実施し、劣化防止をすると共に、定期的な点検を実施すべきである。できれば、工場建屋外に簡易建屋を建て、強固な保管棚を設置し、大型治具でも単品で取り出しが可能な様に、パレットによる管理の実施が望ましい。

4) 生産能力、生産性

(1) 現状

大型ポンプ分工場および工業用ポンプ分工場における機械加工能力と実績を図3-5-6に示す。

工場	項目	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100 (%)		
大型ポンプ分工場	生産能力	[Hatched]											
	計画負荷	[Hatched]					52%	[Empty]					
	実績	[Hatched]					49%	[Empty]					
工業用ポンプ分工場	生産能力	[Hatched]											
	計画負荷	[Hatched]				36%	[Empty]						
	実績	[Hatched]				36%	[Empty]						

- (注) 1. 生産能力は2直稼働をベースとしている。
 2. 計画負荷は標準工数による負荷計画量の生産能力に対する比率を示す。
 3. 実績は実作業工数の生産能力に対する比率を示す。

図3-5-6 大型ポンプ分工場および工業用ポンプ分工場の機械加工能力と実績

上記は両分工場における全加工設備の平均実績値を示すが、大型ポンプ分工場の大型立旋盤は、ほぼ100%の稼働状況である。

主要部品の標準加工工数、および当工場で使用している主要材料の切削条

件を表3-5-5および表3-5-6に示す。

(2) 考察

- ①現在の機械加工場の稼働実績は、能力に対して大型ポンプ分工場49%、工業用ポンプ分工場36%であり、かなりの余裕がある。
- ②工場の主要材料に対する切削条件と、日本の平均的切削条件を比較すると、当工場の切削速は遅い。切削条件は、使用機械、取付具、使用工具などとの関連も深いので、単純に比較評価はできないが、切削条件面でかなりの改善余地があると判断される。

(3) 問題点

生産が大型ポンプ主体になってきていることもあり、大型立旋盤の増設は早急に実施する必要がある。

表3-5-5 主要部品の標準加工工数

部品名称		旋盤	立旋盤	ボール盤	横中ぐり盤	フライス盤	珪削盤	その他	合計
水中	ケーシング	9.30		1.40				1.60	12.30
	羽根車 (案内羽根)		10.00	6.30				3.30	19.60
	軸受箱	3.10		0.45				1.35	4.90
	台盤		7.30	3.45	3.00			3.75	17.50
スラリ	外部ケーシング		11.00	1.30				0.50	12.80
	内部ケーシング		12.00	11.20	2.40			5.50	31.10
	羽根車	20.50		2.30				0.30	23.10
	副羽根車	6.65		1.00				0.30	7.95
	前押え板	13.00							13.00
	後押え板	10.00							10.00
	副羽根車座	12.10		0.30				0.20	12.60
循環	ポンプ座		68.00	10.30		48.00		10.00	136.30
	揚水管	8.30		1.40				3.00	12.70
	羽根車	81.00						36.00	117.00
	案内羽根		24.00	5.10				8.00	37.10
	吐出エルボ		46.00	7.45				5.00	58.45
	主軸 (上下)	91.00		4.00		10.00		4.60	109.60
多段	ケーシング	6.30		0.36				1.78	8.44
	羽根車	0.50					0.03	0.14	0.67
	吸込ケーシング	1.47		0.51				6.70	8.68
	吐出ケーシング	1.40		0.47				0.31	2.18
	主軸	1.08				0.22		0.49	1.79
ブロセス	ケーシング	3.00		1.50				1.32	5.82
	羽根車	3.24						0.26	3.50
	軸受箱	1.26						0.30	1.56
	主軸	2.14				0.30		0.61	3.05

(注) その他は研磨、スロッター、ケガキおよび仕上げの時間を示す。

表 3-5-6 主要材料の切削条件

材 料	切削速度 (m/s)	切込み (mm)	送り (mm/rev)
普通铸铁	50~60 (70~105)	3~6 (2.4~4.7)	0.4~0.6 (0.38~0.76)
球状黒鉛铸铁	40~50 (60~75)	3~6 (2.4~4.7)	0.3~0.5 (0.38~0.76)
高クロム铸铁	15~25	0.5~3	0.1~0.2
普通铸钢	50~70 (60~90)	5~10 (4.7~9.5)	0.3~0.5 (0.76~1.3)
ステンレス铸钢	50~60 (75~90)	3~6 (2.4~4.7)	0.3~0.5 (0.38~0.76)
铜合金	60~70	5~10	0.3~0.4
アルミ合金	70~90	5~10	0.3~0.4

(注) カッコ内の値は日本の平均的切削条件 (工具材質は超硬合金) を示す。

3-6 組立工程

3-6-1 組織・機能および人員

工業用ポンプの組立工程は、水中ポンプと循環ポンプを組立職場で実施し、スラリーポンプ、マルチステージポンプおよびプロセスポンプを工業用ポンプ分工場で実施している。組立職場の組織および人員を、図3-6-1に示す。

なお、工業用ポンプ分工場では、機動組11人が組立作業を担当している。

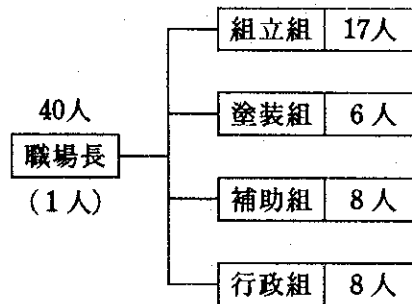


図3-6-1 組立職場の組織および人員

組立職場には技術員はおらず、各組の職種別作業者と経験年数は、表3-6-1に示すとおりである。

表3-6-1 組立職場の職種別作業者と経験年数

組	職種	3年未満	3～10年	10年以上
組立	組立工	0	7	6
	木工工	0	2	2
塗装	塗装工	1	1	3
	補助工	0	1	0
補助	運搬工	0	0	5
	補助工	0	1	2
行政	管理員	0	0	3
	技術工	0	1	4

3-6-2 組立設備と生産能力および生産性

1) 設備

(1) 現状

組立職場のレイアウト図を図3-6-2に示す。組立場は適当なオープンスペースと天井クレーンが必要設備となっており、専用設備としてはボール盤とベアリング圧入用プレス以外はほとんどない。

組立作業はロット毎の全台数同時組立を実施しており、組立作業も分業化しているが、順番制のため効率はあまり良くない。

組立職場では、かなりの部分が大物部品倉庫として使用されている。しかしこれら部品は山積状態で保管とは言い難い状況である。

部品は機械加工の切粉が付いたまま組立部品の組立工程に来ており、ケーシング内の水通路についた切粉も洗浄されずに組立に入るなど、異物管理の概念がまだない。

(2) 考察

- ①今後の工業用ポンプの生産台数を換算すると、組立職場では大物部品倉庫は別倉庫への移転を検討し、組立スペースの確保を検討すべきであろう。
- ②保管部品にはかなり古い物もあり、棚卸しをすると共に、保管方法についても十分検討する必要がある。
- ③現状のロット毎の全台数同時組立というやり方は、かなりのスペースがいるうえ、組立場所の固定が難しい。組立場所をある程度固定化し、組立治具および壁クレーンの設置など組立作業の効率化を検討すべきである。
- ④マルチステージポンプの高圧化のための回転数アップのためには、羽根車の動バランスは必要不可欠となる。現在は羽根車単体の静的バランスのみであるが、各ステージ毎のバランスは高精度が要求される。是非とも回転機械メーカーとして動バランスを導入し、動バランス作業のノウハウを修得願いたい。この技術は、他のポンプ製品にも応用でき、ポンプの振動・騒音の減少に役立つだけでなく、軸受寿命が延びるなどポンプとしての信頼性確保に役立つ技術である。

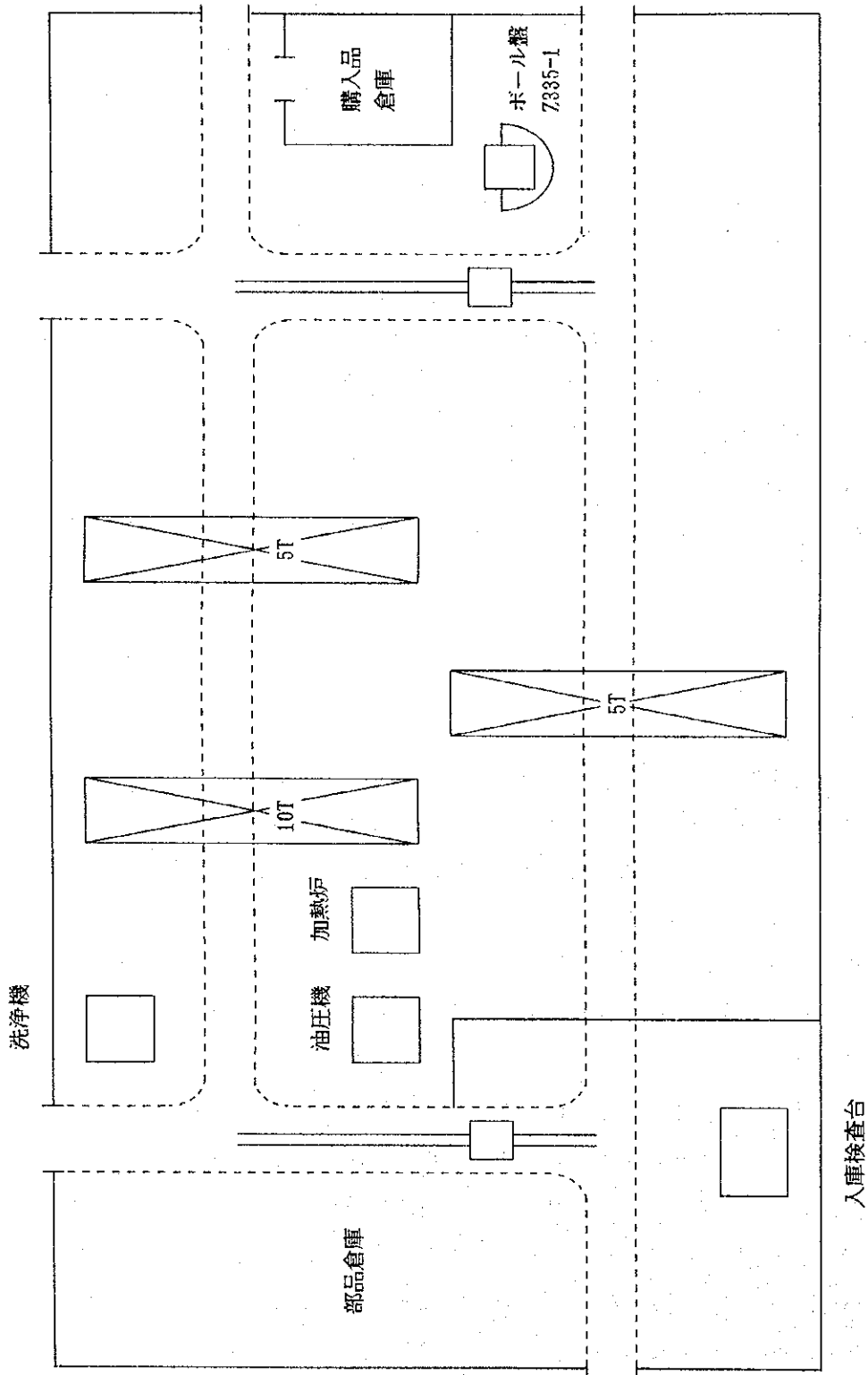


図 3 - 6 - 2 組立現場配置図

(3) 問題点

- ①現在の静的バランスのみでは、今後の高速回転ポンプに対応できない。動バランスを導入し、ローター等の動的バランスを実施する。
- ②熱処理後のスケール落とし、機械加工後の切粉除去など異物の除去は各工程で留意すべきであるが、組立工程でもエアラインを設置し、組立前の異物管理を徹底する。
- ③大型ポンプは現在水圧試験を実施しておらず、今後の製品の高压化には対応できない。水圧試験用の治工具類を整備し、水圧試験を実施する。
- ④部品には、識別ができる情報が何も付けられておらず、誤組立の発生が心配される。組立工程のみならず、全工程で部品の識別(向先等の管理項目)ができるような工夫が必要である。

2) 生産能力および生産性

(1) 現状

各製品の組立標準工数および作業能率を表3-6-2および図3-6-3に示す。

表3-6-2 製品別の組立標準工数 単位：H(時間)

ポンプ型式	水圧	組立準備	組立
水中ポンプ (500QHD-9)	—	(4.0) 4.0 (ロット毎)	(20.0) 20
スラリーポンプ (150Z-50)	(1.3) 2.0	(4.4) 4.4 (ロット毎)	(15.0) 17.1
循環ポンプ (1400HDC)	—	(8.0) 8.0 (ロット毎)	(32.0) 40.0
マルチステージポンプ (D6-25)		(1.4) 1.4 (ロット毎)	(2.3) 2.5
マルチステージポンプ (DG85-80)	1.0	(3.0) 3.2 (ロット毎)	(8.0) 10.1
プロセスポンプ (IH80-65)	0.3	(2.3) 3.3 (ロット毎)	(6.0) 8.0

(注) カッコ内数値は最近の作業実績工数を示す。

組立工程には専用設備はほとんどなく、場所を適当に使用しながら人手で組立を行っているので、設備的に生産能力を制約するものはない。

製品	60	70	80	90	100	110	120	130	140(%)
500QHD-9	[Hatched]					100%			
150Z-50	[Hatched]						113.5%		
1400HDC	[Hatched]						120%		
D6-25/84	[Hatched]								132%
DG85-80	[Hatched]								130%
1H80-65	[Hatched]								140%

(注) 作業能率は $\frac{\text{組立標準工数}}{\text{実績工数}} \times 100(\%)$ を示す。

図3-6-3 組立作業の製品別作業能率

機械加工工程からの部品供給が計画通りに行われず、組立は月末近くに集中するとのことであった。実際に調査期間中に、工業用ポンプの本格的な組立作業は見られなかった。

(2) 考察

組立はすべて手作業であるが、作業能率から判断すると、部品さえ揃えばまずまずの作業能率といえる。組立作業で問題にすべきは、前工程からの部品供給がスムーズに行われず、組立作業が月末に集中するという現象である。

現場の製作ロットは8~10台と大きく、これが大きな原因と考えられる。汎用機主体の機種別配置の機械加工工場では、作業能率という観点からいえば、ロット当たりの台数を大きくして段取替えの回数を少なくする方が効率的であるが、一方部品加工のリードタイムは長くなり、さらに日程の調整が難しくなる。このために部品加工工程の遅延が発生し、組立が月末に集中するようでは、例え機械加工工程で作業能率が多少良くなっても、組立作業も含めて考えれば、全体としては能率向上とはならない。

全体の作業能率や仕掛削減、工期短縮などの総合的效果を狙って、製作ロットの台数を少なくすることを検討すべきであろう。

(3) 問題点

製作ロットを3～4台程度に決め、組立の効率化を図る。併せて組立場を専有化し、壁クレーンの設置や組立治工具の検討を行い、組立作業の合理化を推進すべきである。

3-7 塗装工程

3-7-1 現状

塗装作業は、組立職場の塗装組が担当している。塗装現場の作業状況を図3-7-1に示す。

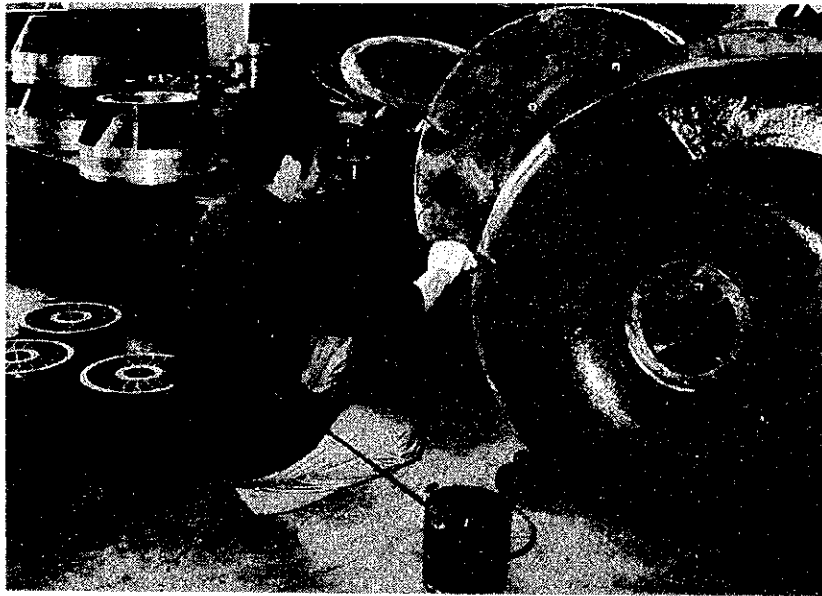


図3-7-1 塗装現場の作業状況

組立作業場の一区で、油性塗料を用いて簡易塗装を行っている。塗料管理、膜厚管理などはほとんど実施されていないだけでなく、塗装作業に一番重要な下地処理が、ガソリンによる洗浄とペーパーヤスリによる若干の錆落としのみで、塗装品質はかなり悪い。実際、現場に保管している製品から、下地の錆が浮き、塗装がはがれているところが数箇所みられた。

耐食性および対磨耗性の向上のため、新材料の適用を大学や材料研究所で進めているとのことであるが、当工場ではほとんど関心がない様子である。客先の要求により、対磨耗塗料の適用を要求されるケースがあるが、塗料および塗装作業方法も客先が指導しているとのこと、当工場としてのノウハウはほとんどないのが実情である。

3-7-2 問題点

- 1) 塗装前の下地処理として、プラスト処理による錆落しは是非とも実施すべきである。
- 2) 今後の工業用ポンプの中でも特に火力・原子力発電所向け循環ポンプでは、海水系のため耐蝕性を要求される。当工場ではステンレス鋼の利用を考えているとのことである。しかし、このような高級材料で製作するとあまりにも高価なものとなるため、日本では、ケーシング類は普通鉄または球状黒鉛鉄で製作し、タールエポなどの防食塗装により、耐食性を確保するのが一般的である。

当工場でも設計および材料研究所を中心に、塗料選定および作業要領の確立を進めるべきである。

3-8 検査工程

3-8-1 組織・機能および人員

製品の試験は、技術開発部の製品試験室が担当している。製品試験部門の組織および人員配置を図3-8-1に示す。

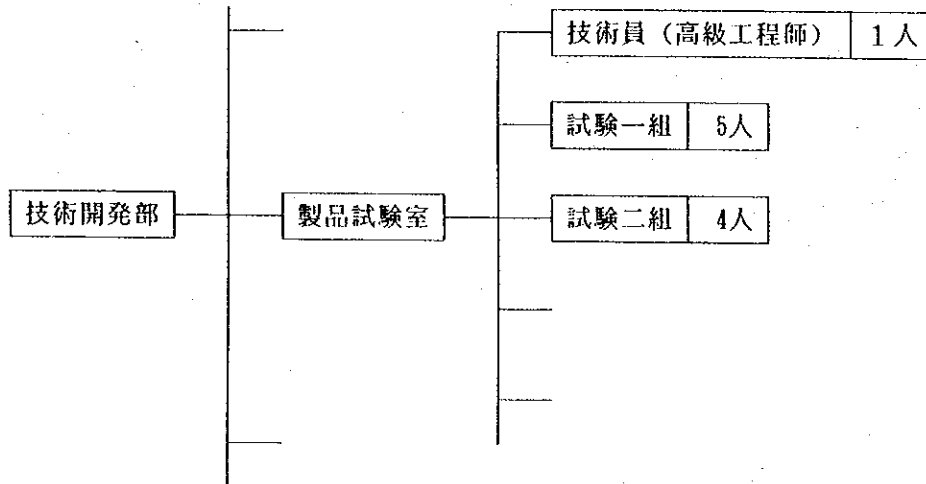


図3-8-1 製品試験部門の組織と人員

製品試験部門の作業者の経験年数を表3-8-1に示す。

表3-8-1 製品試験部門作業者の経験年数

組	3年未満	3～10年	10年以上
試験一組	1	3	1
試験二組	0	2	2

3-8-2 試験設備と生産能力および生産性

1) 設備

(1) 現状

現在所有している試験設備および主要な計測機器を表3-8-2、表3-

8-3に示す。また、小型ポンプ試験所および中形ポンプ試験所のレイアウトを図3-8-2および図3-8-3に示す。

試験設備は中国標準のB級であるクローズド型試験ループ6"~20"を2基と、C級であるオープンループ型の水槽試験設備(1,274m³)1"~26"を13基保有しており、総電力650KW、試験流量7,200m³/h、試験揚程300mまでのポンプ試験が可能である。

農業用ポンプでは型式試験と抜取り試験、および出荷試験を実施している。一方、工業用ポンプではほぼ全台数が試験対象となっているが、設備の制約により、水中ポンプは口径1.2m以上、循環ポンプは口径1.0m以上、マルチステージポンプは7段以上の試験ができない。

表3-8-2 製品試験設備

製 品	設 備 能 力
水中ポンプ	流量 7,200m ³ /hr 揚程 18m
スラリーポンプ	流量 1,200m ³ /hr 揚程 120m
循環ポンプ	流量 7,200m ³ /hr 揚程 18m
マルチステージポンプ (中圧)	流量 50m ³ /hr 揚程 200m
マルチステージポンプ (次高圧)	流量 - 揚程 -
プロセスポンプ	流量 160m ³ /hr 揚程 200m

(注) 全てオープンループ型試験装置

(2) 問題点

①高圧に耐える試験運転設備がなく、次高圧ポンプの試験運転ができない。

当面、次高圧ポンプの試運転を可能とするよう、現有試運転設備を改造すべきである。将来は、実温度による製品の信頼性試験を可能とする、閉ループ試験装置の改造を検討する。

表 3-8-3 製品試験のための主要な計測機器

名 称	型式	台 数	測 定 範 囲	等 級
電力計	D83W	3	0~75W	± 0.5%
電流計	HL55	2	10 ~600A	0.2
“	HL5	2	50A	0.2
“	HL55	4	10 ~600A	0.2
電圧計	ZC7	1	0~500V	1.0
標準圧力計	Y-150	1	0~6MPa	0.4
“	Y-150	1	0~2.5MPa	0.4
“	Y-150	1	0~4MPa	0.4
“	Y-150	1	0~0.25MPa	0.4
“	Y-150	2	0~1.6MPa	0.5
“	Y-150	1	0~0.4MPa	0.4
“	Y-150	1	0~0.6MPa	0.4
電磁流量計	LW	1	400mmφ	0.5
“	LW	1	40mmφ	0.5
“	LW	1	80mmφ	0.5
“	LW	1	100mmφ	0.5
“	LW	1	200mmφ	0.5
“	LW	1	300mmφ	0.5
トルクメータ	ZJ	1	50KGN	1
“	JC2B	1	500N	1
“	JC1A	1	200N	1
“	JC1A	1	100N	1
“	JC2B	1	1KN	1
“	JC3A	1	10000N	1
振動計	G2-2	1		1
回転計	HJ-441	2		0.1
温度計		1	0~150℃	1
精密真空計	Y150	2	0~-0.11MPa	0.4
差圧計	CG550	3		1.5

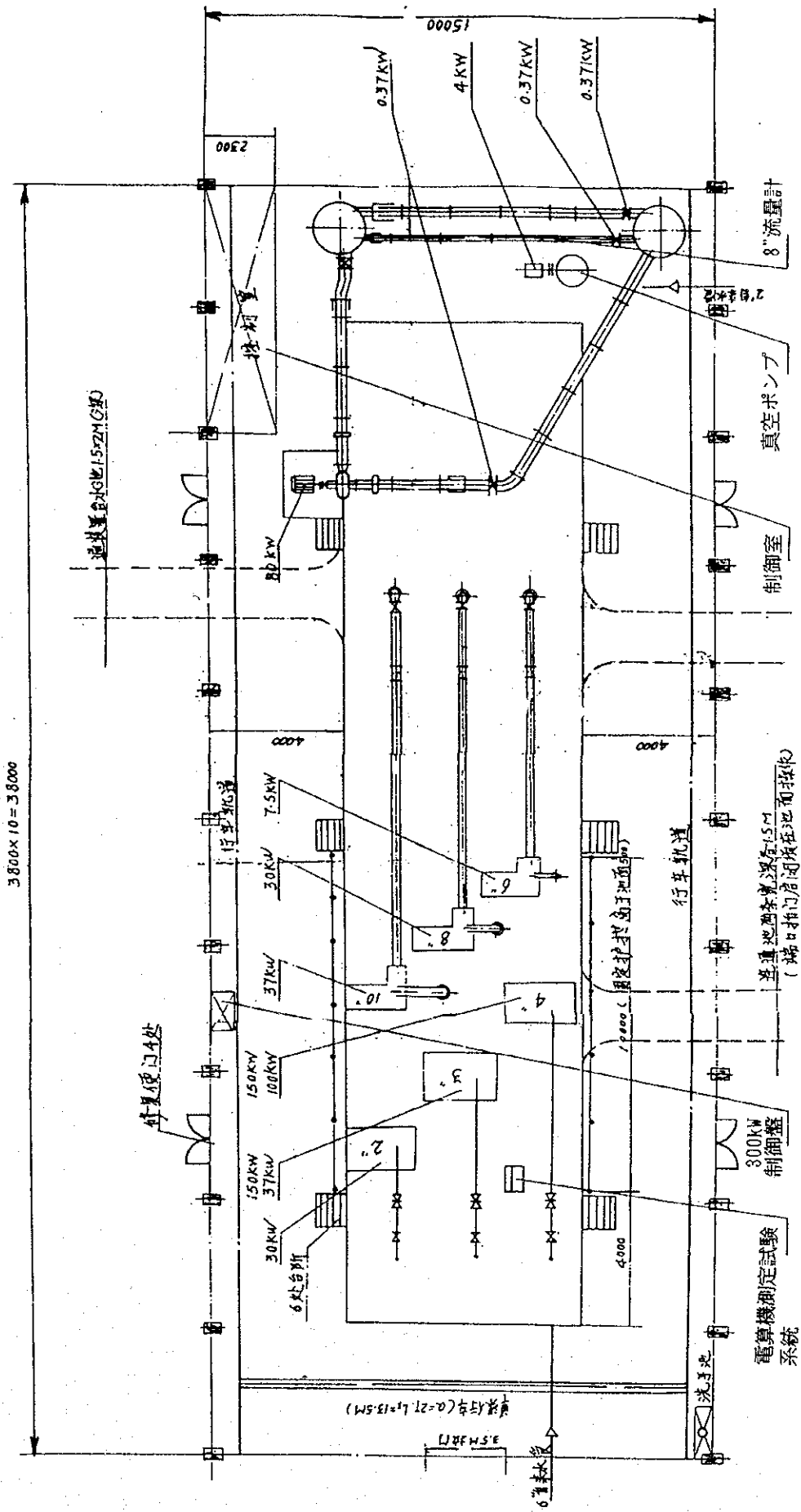


図 3-8-2 小型ポンプ試験室配置

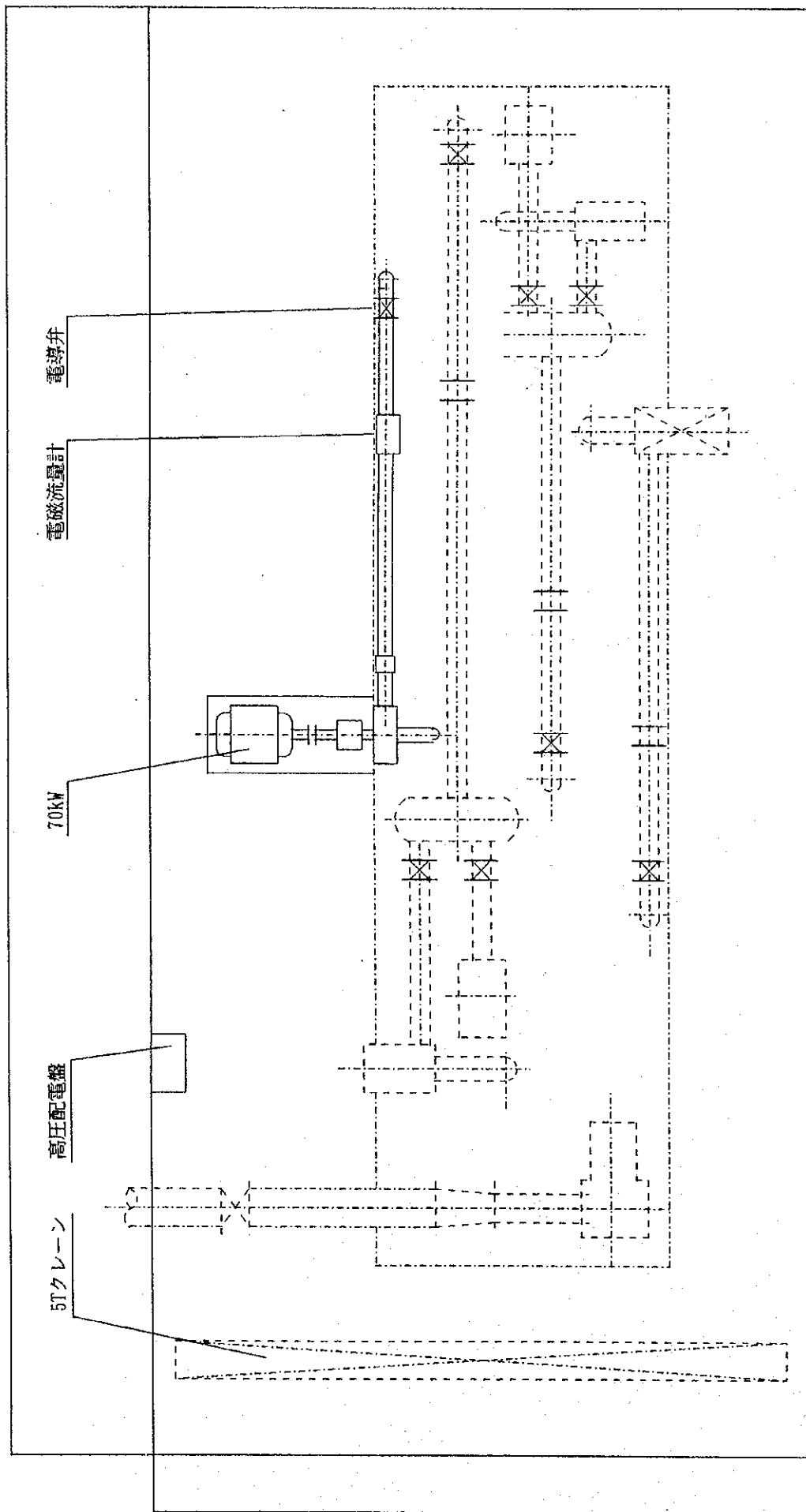


図 3-8-3 中型ポンプ試験室配置

②大流量の試運転設備がなく、大型ポンプの実機試運転ができていない。大型ポンプは、模型試験が認められているので、直ちに増設の必要はないと思われるが、中国の他の工業用ポンプメーカーでは、すでに大型試験設備を持っているところもあり、火力向循環ポンプなどを対象に試験設備の増強を検討されたい。

2) 生産能力および生産性

(1) 現状

各製品の試験標準工数および作業能率を表3-8-4および図3-8-4に示す。すべての製品をオープンループ型試験設備(C級)で実施しており、模型試験および要求の厳しい製品のみクローズドループ試験設備(B級)を使用している。

(2) 考察

すべての製品について作業能率が100%となっているが、これは試験手順や時間が決められているためと判断される。

(3) 問題点

試運転は短時間であるが、計測などで4~5人作業となっている。パソコンレベルの計測システムを導入し、計測業務の効率化を図るべきであろう。

表 3 - 8 - 4 製品別の試験標準工数

単位：H（時間）

ポンプ型式	試験準備	試 験
水中ポンプ (500QHD-9)	(8.0) 8.0	(24.0) 24.0 (5人作業)
スラリーポンプ (150Z-50)	(8.0) 8.0	(24.0) 24.0 (5人作業)
循環ポンプ (1400HDC-16)	—	—
マルチステージポンプ (D6-25/84)	(4.0) 4.0	(8.0) 8.0 (4人作業)
マルチステージポンプ (DG85-80)	(4.0) 4.0	(8.0) 8.0 (4人作業)
プロセスポンプ (IH80-65-160)	(4.0) 4.0	(2.0) 2.0 (4人作業)

(注) カッコ内数値は最近の作業実績工数を示す。

製 品	60	70	80	90	100	110	120	130 (%)
500QHD-9	■	■	■	■	■			
150Z-50	■	■	■	■	■			
1400HDC-16	■	■	■	■	■			
D6-25/84	■	■	■	■	■			
DG85-80	■	■	■	■	■			
IH80-65-160	■	■	■	■	■			

図 3 - 8 - 4 試験作業の製品別作業能率