１－３　熱処理場

１－３－１　熱処理場の概要

熱処理場は、四川空気分離設備廠の組織では鍛造工場に所属している。この熱処理場で行っている作業は、クランク軸、ピストン棒、バルブ本体などの焼入れ・焼戻しや焼鈍作業である。設備は、高温・低温の焼入れ・焼戻しを行う水タンクと油タンクや、各処理槽が約７２０Ｍ² の熱処理場に１３基設置されている。

熱処理場の作業員は１３名であり、一般管理員のスタッフや間接の作業員は熱処理場が鍛造工場の組織下にあるので、鍛造工場としてまとめて配置されており、熱処理場に単独には配置されていない。熱処理場の設備として高周波焼入れ装置が13年前に四川空気分離設備廠がスタートした時に設置されたが、予備品などの補給困難な問題もあり現在では使用されないままになっている。

１－３－２　熱処理場の設備

熱処理場の設備には先に述べた高温・低温の焼入れ・焼戻し用水タンクと油タンクの各槽の他に、表Ⅳ-1-3-1に示すような各種処理槽が、幅１２Ｍ・長さ６０Ｍの工場に設置されている。熱処理場のクレーンは容量５TON のものが１台である。熱処理場のレイアウト（Layout）と各槽の配置を図Ⅳ-1-3-1に示す。

１－３－３　熱処理場の組織及び業務

熱処理場が所属する鍛造工場の全体組織と熱処理場に関連した人員の構成を、図Ⅳ-1-3-2に示す。熱処理場の作業員は１３名であり、その大半が若年層で占められている。熱処理される製品のロットが、各処理槽の容量の３倍程度になったときに槽を稼働させることになっているが、今までの実績では５０kgのロットが最大であった。

１－３－４　熱処理場設備の問題点

(1)　炉内温度の自動制御の必要性

熱処理温度、保持時間、冷却方法等の熱処理条件は熱処理方案に良く規定されている。

処理温度まで上げる昇温速度は、クランク軸、ピストン車室等の重要部品についてのみ決めているが、一般部品は作業者にまかせている。一応の目安として、炉が冷えてい

るときは３～４時間、炉が熱い時は１～２時間としている。

これらの温度制御はすべて手動で行っており、作業者の経験に支えられている。

熱処理品質は温度管理と設備管理がすべてであるといわれるように温度管理は最重点に考える必要がある。

熱処理要員は１３名いるが、大半が経験の少ない若年者である。作業量が多い時には、若年者に炉の操作をさせなければならず、生産上、若年者の経験不足が問題点の第一に上げられている。

このような背景を考慮すると、品質の安全を図るために温度制御は自動制御ができるように改造することが望ましい。

また、現在使用している温度計測用の熱電対は、こわれ易く、指示不良等信頼性が低いので、自動制御の導入にあたっては計器の信頼性を十分把握することは重要なことである。

(2)　焼入れ、焼戻しタンクの温度管理

高温焼入れ用の水タンク、油タンクと低温焼入れ用の水タンク、油タンク、いずれのタンクも冷却装置はなく温度制御ができるようにはなっていない。またタンク内の攪拌も工場圧縮空気を吹き込んで行っており、品質上、はなはだ好ましくない状態である。一般に水タンクの温度は３５℃以下にしないと焼入れ特性が下がる。また油タンクは６０～８０℃が適温で８０℃をこえると品質上問題になる。

工場では一回の最大処理量を１５０kgにおさえ、水温を最高４０℃、油温を最高６０℃以下に保つように生産量を制限している。それでも温度が上る場合は圧縮空気を吹き込み冷却しているので規定温度以上にはならないとの説明をうけた。

しかしこの方法では、夏場の気温が最高３５℃にも達するのでタンク内の温度管理は難しいと思われる。

焼入れ品質を安定状態にするために、水温、油温を適温にする装置を検討する必要がある。

また、タンク内の攪拌に圧縮空気を吹き込む方法は焼入れ品質上避けなければならない。タンク内の液を循環する方式にするなどの改善が必要である。

(3)　高周波焼入れ装置の故障

高周波焼入れ装置を１３年前に購入したが、部品がこわれ、型式も古く予備品の入手ができないため、現在は使用していない。そのため表面硬化処理としてフレームハード

ニング(Flame Hardening) を一般部品について行っているが、硬化層を計画値内に入れるのが難かしい。

そのため重要部品であるピストン棒、シリンダーライナ（Cylinder Liner）、接合棒締付用ボルト、工作機械用歯車の表面硬化処理は外注にて高周波焼入れを行っている。

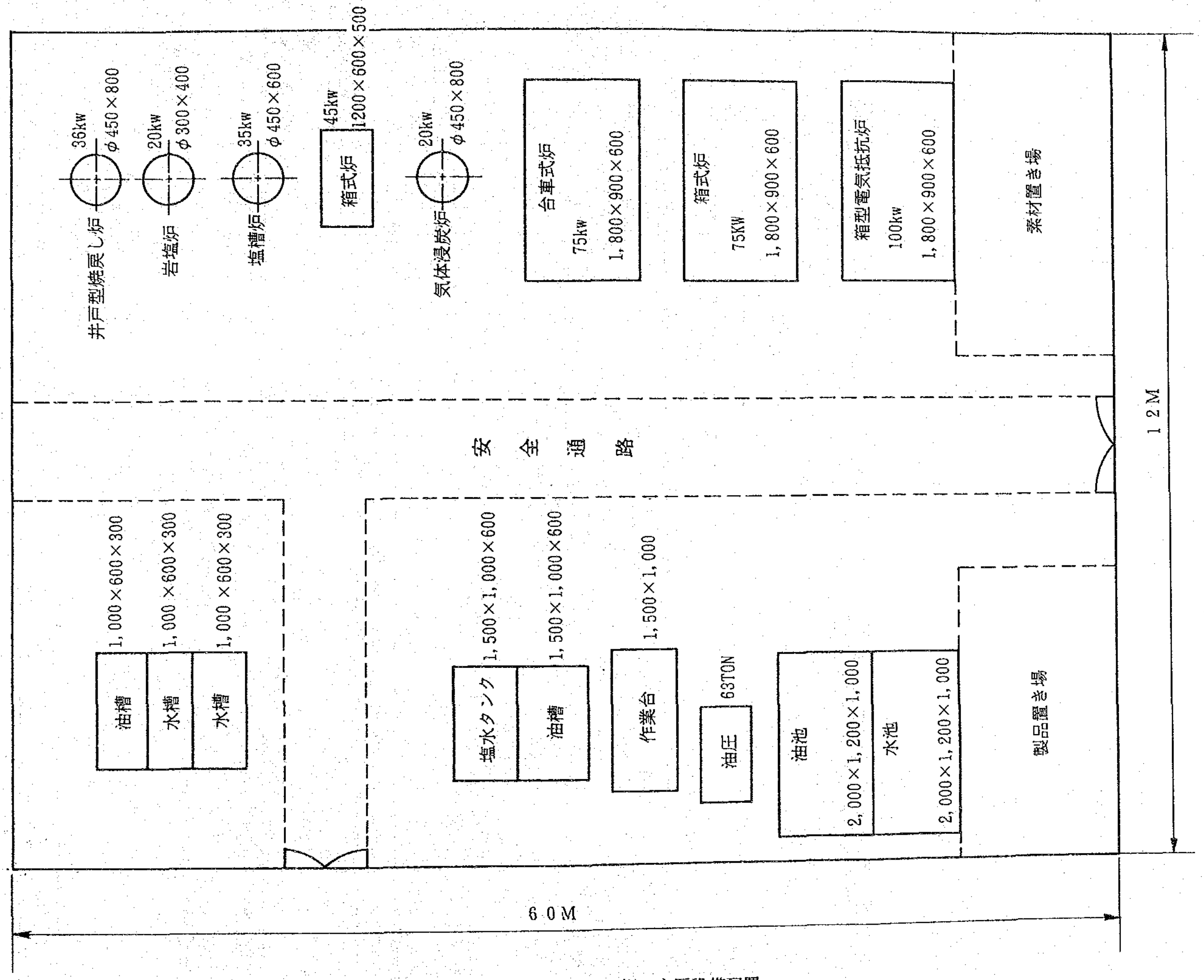
フレームハードニングの品質の安定と外注費の削減、納期の確保の面からも故障中の高周波焼入れ装置の修復を図るか、それが不可能であれば、新規設備の導入を検討する必要がある。

高周波焼入れに関する技術者は３名、作業員は２名おり工場内で処理できる能力はある。

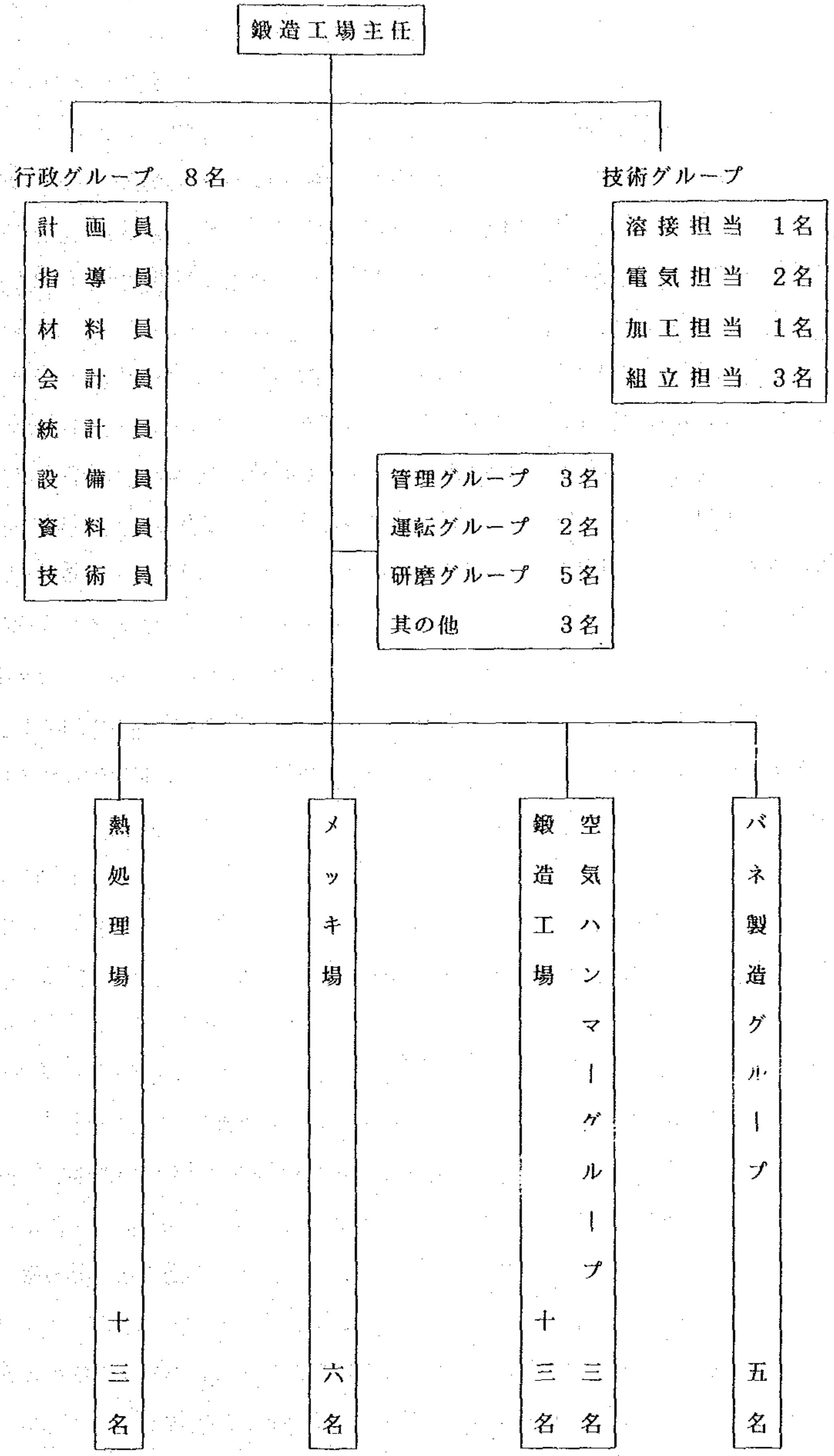
ただし、外注量は1988年の実績で1,000kgと少ないので、新規設備の導入は将来の増産計画を考慮して対応することが必要である。

表IV－１－３－１　熱処理場の処理炉

	処理炉	最大容量	最高工作温度	炉の寸法 (mm)
1	井戸形炉	36kW	650℃	φ450×800
2	岩塩炉	20kW	850℃	φ300×400
3	塩浴炉	35kW	1,100℃	φ450×600
4	電気抵抗炉	100kW	1,100℃	長1,800 ×幅900×高600
5	箱式炉	75kW	950℃	長1,800 ×幅900×高600
6	箱式炉	45kW	950℃	長1,200 ×幅600×高500
7	気体浸炭炉	20kW	950℃	φ450×800
8	台車式炉	75kW	—	長1,800 ×幅900×高600



図IV－1－3－1　熱処理場の主要設備配置



図Ⅳ－1－3－2　鍛造工場の組織図

１－４　鍛造工場

１－４－１　鍛造工場の概要

四川空気分離設備廠の鍛造工場では、鍛造作業の他に熱処理、メッキ、バネ製造の各種作業も行っている。ここでは鍛造作業を行う工場について述べる。

鍛造作業場の設備は次項で詳論するが、約1,100 M² の作業場に主要設備が３１台設置されている。メインの設備は、蒸気式鍛造機（１TON ）と空気式鍛造機の合計４台の鍛造機である。その他に、加熱用の電気炉と天然ガスの炉が合計して６台設置されている。

鍛造工場全体の人員構成は、工場主任の基に管理要員８名、技術員７名、作業員５３名の総計６９名であるが、先に述べたように鍛造工場のうち鍛造作業にのみ専従している作業員は、鍛造工の１３名と空気ハンマー工の３名の合計１６名である。

鍛造作業場で生産する鍛造品は、ピストン棒、クランク軸、フランジ等の鍛鋼品、バルブ本体の黄銅品、フランジ等のアルミニウム合金製品であるが、その生産量は完成品重量にして1988年の実績は年間１００TON 程度であった。鍛造作業場で製造する製品の制限が、大きさとして直径６００mmまで、重量８０kgまでとなっているので、この制限を超過するものは外注している。外注品の重量は年間１５０TON に達しており、上記の鍛造作業場で製造する製品の年間実績１００TON よりもはるかに多い。

１－４－２　鍛造工場の設備

鍛造工場の主要生産設備は延べ数にして４４台を数えている。この４４台のうち熱処理場とメッキ場の設備については、それぞれ前節と次節で詳論しているのでここでは鍛造に供する設備についてのみ表Ⅳ-1-4-1に仕様等を示している。鍛造機の最大能力は蒸気式鍛造機の１TON であり、他に５６０kg、２５０kg、１５０kgの空気ハンマーが全部で４台設置されている。加熱炉は６台設置されており、最大面積の加熱炉は２．４４M² である。６台の加熱炉のうち４台は天然ガスを使用しており、残りの２台は電気炉である。鍛造作業場には、これらの外に旋盤、ボール盤、プレーナー等の金属切削機や溶接機も有している。

クレーン等の揚重・運搬設備は全部で１０台であり、クレーンの吊り上げ最大容量は５TON 、バッテリー(Battery) 車の輸送能力は２TON となっている。

図Ⅳ-1-4-1に、鍛造工場のうち鍛造作業場の建屋寸法とその設備の配置を示す。

1－4－3　鍛造工場の組織と業務内容

鍛造工場は鍛造作業を行う組織の他に、前節で述べた熱処理場や次節で述べるメッキ場も鍛造工場としての組織下にある。その他にもバネを製造する工場も鍛造工場の組織の中に含まれており、鍛造工場の業務内容は多岐にわたっている。鍛造工場の業務内容の全ての組織とその人員構成は前述の図Ⅳ-1-3-2に示した通りである。

鍛造作業場の作業員は、鍛造工１３名と空気ハンマーの作業員３名の合計１６名であり、鍛造工場の中では一番多くの作業員を擁している。その他に、鍛造作業場の専用の作業員ではないが、鍛造工場の共通の作業員が、管理工３名・運転手２名・研磨工５名・雑工３名の合計１３名配置されている。スタッフ部門としては、四川空気分離設備廠の他の工場と同様に一般管理員の８名で構成されているが、鍛造工場には技術グループとして下記の７名が配置されているのが特徴である。

1) 溶 接 担 当 ……………………… １ 名
2) 電 気 担 当 ……………………… ２ 名
3) 加 工 担 当 ……………………… １ 名
4) 組 立 担 当 ……………………… ３ 名

1－4－4　鍛造工場設備の問題点

(1) 設備稼働が低い

鍛造設備として空気式鍛造機３基と蒸気式鍛造機１基が設置されている。

空気式鍛造機の内２５０kg鍛造機は1950年代に購入され、１５０kg鍛造機は1960年代に購入されたもので、導入後２０～３０年が経過し、老朽化も進み、機器の損耗による機能の低下から生産効率が悪く、稼働率はすこぶる低い。４台の鍛造機械の平均稼働率は３０～４０％で、一番高い５６０kg空気式鍛造機でも５０％である。２５０kg空気式鍛造機はほとんど稼働していない。一方鍛造品を加熱するための熱源である天然ガスは３～４万M^3／月が供給され、設備稼働上は十分であり問題はない。

1988年の年間生産実績は次の通りである。

鋳鋼　７５ＴＯＮ（ピストン棒、クランク軸、フランジ等）
黄銅　６ＴＯＮ（バルブ本体等）
アルミ　６ＴＯＮ（フランジ等）

一方年間１５０ＴＯＮの鍛造品を外注している。外注されるものは大物で、フランジ

類（炭素鋼、ステンレス鋼）が主である。

現有設備では重量８０kg、外径φ６００までのフランジの鍛造は可能であるが、これ以上は設備能力上できないので、すべて外注に依存している。

工場の近代化計画によると、空気分離設備と天然ガス液化分離設備の容量アップにともない最大外径φ１，２００（厚さ２００mm）のフランジが必要となり、全体に鍛造品も大型化するので外注比率はますます増大することになる。

現在、主に稼働しているのは1970年代に購入された、５６０kg空気式鍛造機と１，０００kg蒸気式鍛造機である。

図Ⅳ-1-4-2は５６０kg鍛造機械でφ３００フランジを鍛造しているところである。機械まわりに７名の作業者と加熱炉に２名の作業者が配置されており、合計９名で鍛造作業をしていた。

生産量が少ないので一つの機械に多くの作業者を配置することになり、作業効率を悪くしている。

老朽化した能力の低い設備を撤去し、新鋭機械を導入して、外注品をできるだけ取込み、工場内の操業を上げる必要がある。

(2) 搬送設備

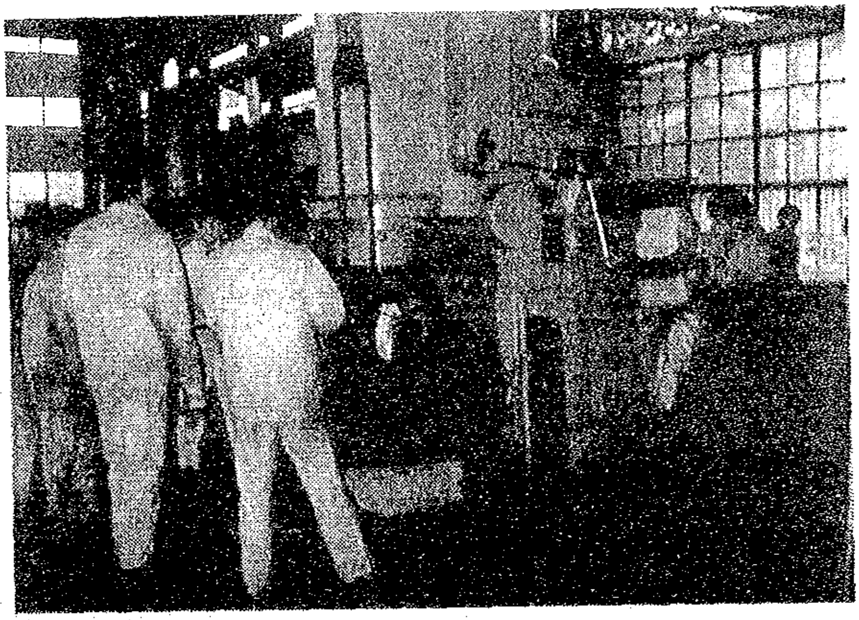
鍛造工場の建屋のほゞ中央に入口から奥に向って１，０００kg（蒸気式）、５６０kg（空気式）、２５０kg（空気式）、１５０kg（空気式）の鍛造機械が設置されており、６基の加熱炉が壁側に配置されている。加熱炉と鍛造機械間の材料の搬送は５TON 天井クレーンと２TON フォークリフトを使用するほかは、すべて人力で行っている。鍛造作業は鍛造品の温度管理が重要であり、迅速な作業を要する。また作業者による高温の重量物の運搬は危険性も高く、不安全であり、能率も悪い。

材料搬送用設備の増強が必要である。

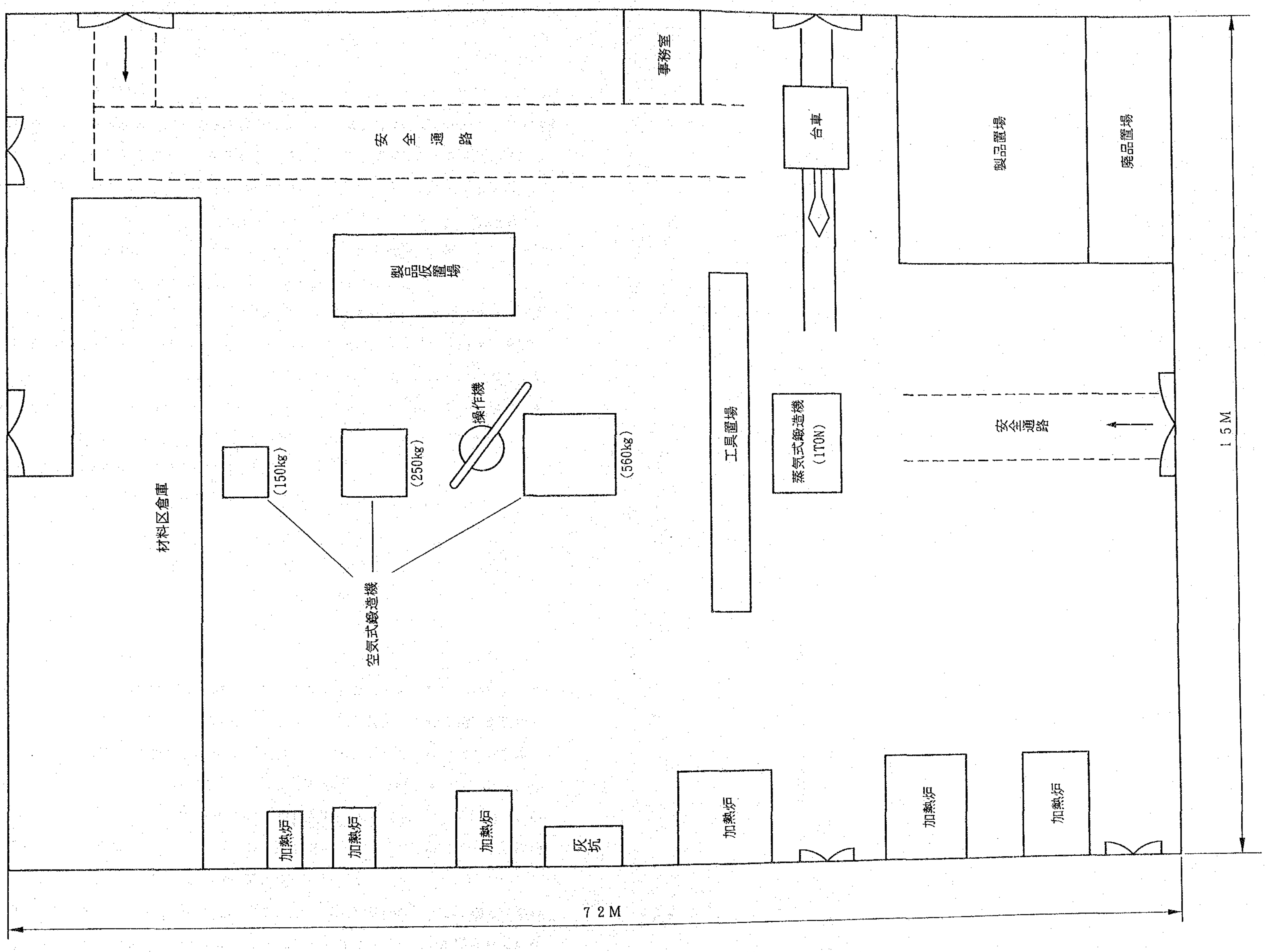
将来において鍛造品が大型化してくることを考慮し、品質の確保と安全性、生産性の向上のために新鋭機械の導入と合せ搬送機器の改善、強化を図る必要がある。

表IV－１－４－１　鍛造工場の主要設備

	名　　　称	能　　　力	台　数	備　　考
1	旋　　　盤	旋削直径　φ400 ×1,000 長	2	C620G
2	ボ　ー　ル　盤	ボーリング径　φ25	1	Z525
3	プ　レ　ー　ナ　ー	形削り長さ　650mm	1	B665
4	鍛　造　設　備	１TON （蒸気式）	1	
5	空気圧ハンマー	560kg , 250kg , 150kg	3	
6	起重機、運輸設備	最大吊上げ　　５TON	10	
		最大輸送　　２TON		
7	溶　接　設　備		1	AG-300
8	直　流　発　電　機	９KW－１台，３KW－３台	4	
9	ピストン式冷凍機	30,000kcal／Hr	2	
10	加　　熱　　炉	最大面積　　$2.44M^3$	4	
11	電　　気　　炉	75KW　　９５０℃	2	５００φ×８００ℓ



図IV－１－４－２　鍛造作業



図IV－1－4－1　鍛造工場の主要設備配置

1－5　メッキ場

1－5－1　メッキ場の概要

メッキ場は四川空気分離設備廠の全体組織表によると、鍛造工場に属している。メッキ場では、四川空気分離設備廠で製作されるインペラ、弁棒の主要部品からボルト、ナットの類に至るまでのすべてのメッキ作業を担当している。このメッキ作業場のメッキラインは、銅メッキ、ニッケルメッキ、クロームメッキ、亜鉛メッキの４ラインに大別される。その他に、アルマイト槽と開発のためのメッキ槽とがそれぞれ１槽ずつ設置されている。これらのメッキ槽は、すべて整流器を備えてはいるが操作は手動である。

メッキ場の作業量は四つのメッキラインを全て合わせても下記のとおり月に３TON 程度である。作業員の数は、前に述べたようにメッキ場を含む鍛造工場全体では総勢５３名であるが（図Ⅳ-1-3-2）、このうちメッキ場専従の作業員は６名に過ぎない。その他に一般管理要員８名と技術員７名の合計１５名が、メッキ場専従としてではなく鍛造工場全体のスタッフとして配置されている。

メッキ場の作業量実績（1988年度平均）

銅メッキ	２００　kg／月
ニッケルメッキ	３００　kg／月
クロームメッキ	１００　kg／月
亜鉛メッキ	２，０００　kg／月

1－5－2　メッキ場の設備

メッキ場には延べ数にして４８台の設備が、幅１２Ｍ・長さ４４Ｍ（約５３０M^2）の作業場に設置されている。メッキ槽は全部で２２槽、メッキ槽に付随した脱脂槽、酸洗槽、温水及び冷水の洗浄槽等の総数は全部で１７槽に達している。これらの槽の中ではアルマイト槽の3，000リットル(Litre) が最大の容量である。以下、2，000リットル、1，200リットル、600 リットル、400 リットルの４種類の槽になっている。クレーンは1 台（1 TON)、排気ファンは４台である。メッキ場の排水は、フィルター２台を経てメッキ場専用の排水槽に導いており、そこで沈澱と中和の処理を行っている。

メッキ場の設備４８台について仕様等を、表Ⅳ-1-5-1に示している。メッキ場ではクロームメッキも行っているが、クロームミストのセパレータ(Separater) は設置されていな

い。

メッキ場の建屋寸法とレイアウトを図Ⅳ-1-5-1に示す。

１－５－３　メッキ場の組織と担当業務

メッキ場は四川空気分離設備廠の工場組織上は鍛造工場となっている。鍛造工場の全体組織図は先に図Ⅳ-1-3-2で示しているとおりであるが、メッキ場の専属の作業員は６名に過ぎない。その他には一般の管理要員８名と、技術員７名が鍛造工場全体のスタッフとして配属されている。作業員も上記の専属の６名の外に、管理工が３名、研磨工が５名・運転手が２名・その他の作業員が３名、合計して１３名が鍛造工場としてメッキ場も兼ねて配属されている。

１－５－４　メッキ場設備の問題点

(1)　排水処理装置

表Ⅳ-1-5-2は装飾用、防錆用、工業用（対摩耗用）の使用目的ごとにメッキの種類と代表部品を示したものである。

メッキ工場内にはこれらのメッキに必要な独立した槽が設置されており、各メッキ槽とは別に、メッキ前の脱脂洗浄ラインとメッキ後の酸洗い洗浄ラインが設置されている。各メッキ槽で使用されるメッキ液の組成は表Ⅳ-1-5-3に示したとおりで、特殊な液は使われていない。メッキ工場で使用する水量は最高２５０M^3／日であるが、平均では１５０M^3／日の水道水を使用している。使用水量には板金工場にある酸洗場で使用する水量も含まれている。

排水処理装置はメッキ工場の裏手に沈澱槽と中和槽を設けすべて手動で操作を行っている。図Ⅳ-1-5-2は排水処理槽であるが、手前の槽が沈澱槽で上方が中和槽である。

排水処理の方法を系統図（図Ⅳ-1-5-3）により説明すると次のとおりである。

各メッキ槽からの排水は、別々に沈澱槽に流入する。作業者は沈澱槽の沈澱状態をみて、ポンプを稼働し、排水を中和槽に移す。この途中で中和剤（固体カリウム）を作業員がpHを計測しながら注入する。中和槽からオーバーフロー(Over Flow)した排水を一旦水槽に貯める。水槽からの上澄を排水口に導き、河に流している。中和槽から流れ出る排水の分析は定期的に実施され記録に残している。板金工場の酸洗い場の排水の分析もおこなっている。

排水の分析結果を表IV-1-5-4に示す。

中国国内では最近は排水基準が厳しくなりつつあり、工場としてもその対応策の検討をすすめている。しかし現有の装置では排水処理はすべて手動で行われており、排水基準を満足するためには設備の改善が必要である。中国には水質基準として国家基準と地方基準があるが、工場は国家基準よりゆるい地方基準を適用している。

なおメッキ工場の床は耐腐蝕性岩石を敷きつめているが、メッキ液の地下への浸透も考えられるので、排水設備の改善と併せて床の修復も実施する必要がある。

(2) メッキ槽の温度管理

各メッキ槽とも温度管理は棒温度計をみながら、昇温する場合は蒸気をタンクに吹き込み、降温する場合は水をタンクに注入することにより手動で行っており、またタンク内の攪拌は圧縮空気を吹き込んでいる。メッキの品質に影響を与える要因はいろいろあるが、メッキ液の温度も重要な要素の一つである。現状の温度制御方式では安定した良いメッキ品質を確保することは難しい。メッキ工程中は設定温度が保持できるような装置を検討する必要がある。

(3) ミストセパレータ

クロムメッキ工程で発生するミストは皮膚や粘膜に付着すると腐蝕作用を起し、長期間続くと骨に達するまでになり人体に非常に危険な害を及ぼす。工場もクロムの害についての認識は十分もっているが、現有のクロームメッキ設備にはミストセパレータ等のミストを除去する装置は設置されていない。人の生命にかかわる問題であるので早急に改善を図る必要がある。

表Ⅳ－１－５－１　メッキ場の設備

	名　　称	能　　力	台　数	備　　考
1	銅メッキ槽	2,000 ℓ	2	整流器10台
	ニッケルメッキ槽	2,000 ℓ	3	
	クロムメッキ槽	2,000 ℓ	2	
	亜鉛メッキ槽	1,200 ℓ	5	
	〃	600 ℓ	4	
	アルマイト槽	3,000 ℓ	1	
	銅、錫等合金メッキ槽	2,000 ℓ	4	
	開発メッキ槽	2,000 ℓ	1	
2	薬品タンク	硫酸、塩酸、油脂等	4	
3	脱　脂　槽	2,000 ℓ	1	
	酸　洗　槽	2,000 ℓ	1	
	温　水　槽	400 ℓ	2	
	冷　水　槽	2,000 ℓ，400ℓ	2	
	清　水　槽	1,900ℓ，1,200 ℓ 1,000ℓ，　600 ℓ	11	
4	グラインダー		3	
5	天井クレーン	1 TON	1	
6	排気ファン	1万M^3/h，3万M^3/h	4	
7	排水フィルター	4 TON/h，7 TON/h	2	
8	排　水　槽	沈澱、中和	2	

表Ⅳ－１－５－２　使用目的ごとのメッキ種類と代表部品

使用目的	メッキの種類	代表部品
装飾用	銅	シリンダーライナー
	銅＋錫	ハンドル、ボルト、ナット
	銅＋ニッケル＋クロム	ハンドル、ボルト、ナット
防錆用	亜鉛	管板、フランジ
	アルマイト	ピストン、インペラー
工業用	硬質クロム	弁　　棒

表Ⅳ－１－５－３　メッキ液組成

1．銅メッキ

$CuCN$	３０－５０g／ℓ
$NaCN$	８－１０g／ℓ
$NaOH$	８－１０g／ℓ
$KNaC_4H_6O_6 \cdot 4H_2O$	３０－３５g／ℓ
Na_2CO_3	２０－５０g／ℓ

2．銅、錫メッキ

$CuCN$	２５－３０g／ℓ
$Na_2SnO_3 \cdot 3H_2O$	１５－２０g／ℓ
$NaCN$	１５－２０g／ℓ
$NaOH$	６－　８g／ℓ

3．亜鉛メッキ

ZnO	１０－１５g／ℓ
$NaOH$	１００－１３０g／ℓ
EDTA	０．５－１g／ℓ
香草	０．０５－０．１g／ℓ
添加剤	４－６mg／ℓ

4．ニッケルメッキ

$NiSO_4 \cdot 7H_2O$	３００－４００g／ℓ
$NiCl_2 \cdot 6H_2O$	３０－　８０g／ℓ
H_3BO_3	３０－　４０g／ℓ
糖精	１－２g／ℓ
添加剤	２－３mg／ℓ
十二塩基硫酸	０．０３－０．１g／ℓ

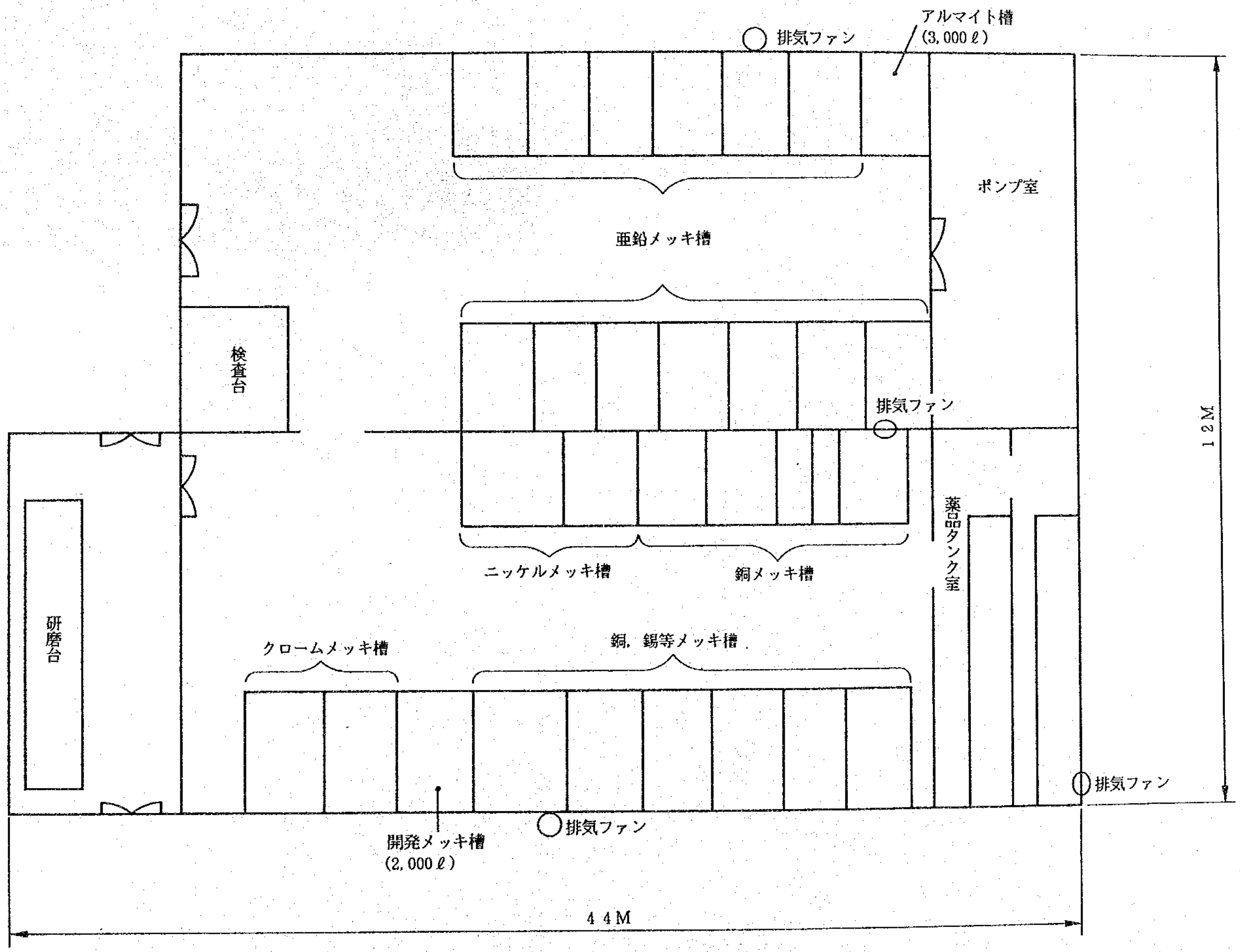
5．クロムメッキ

CrO_3	２５０－３００g／ℓ
H_2SO_4	２．５－３g／ℓ

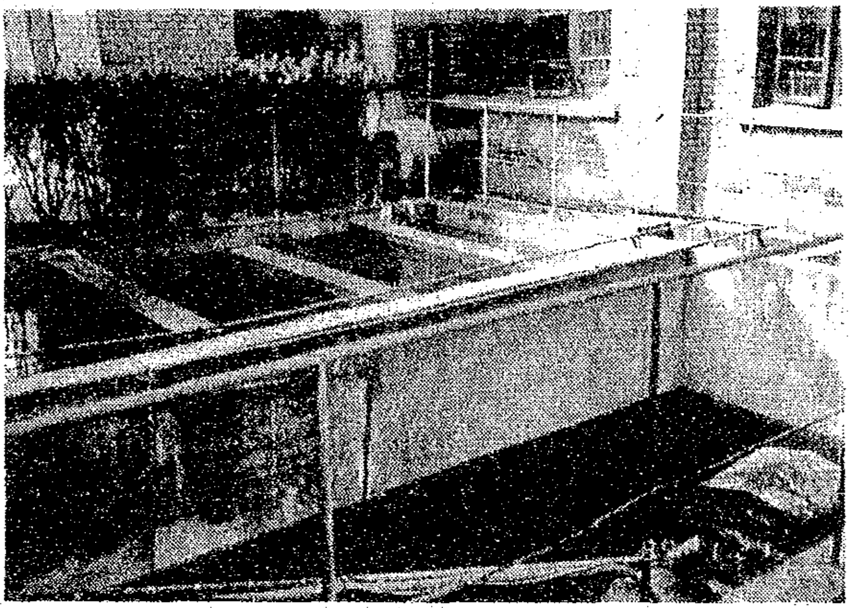
表Ⅳ－１－５－４　　排水分析結果（１９８８年１２月）

分析項目＼分析日	2日	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	16	17	18	20	21	23	24	25	26	27
浮遊物 mg／ℓ	14.00					17.00						18.00					26.00				
		36.33					18.94							47.44						39.47	
六価クロム mg／ℓ				0.00 (0.00)						0.14 (1.02)						0.00 (1.50)					0.10 (1.72)
油分 mg／ℓ			23.80					4.60							32.00			4.00			
pH値				8.42 (7.40)					8.39 (8.86)				8.10 (8.50)						8.40 (8.52)		
銅とその化合物 mg／ℓ					0.576 (1.00)						0.04 (0.44)		0.224 (0.0960)						0.05 (0.45)		

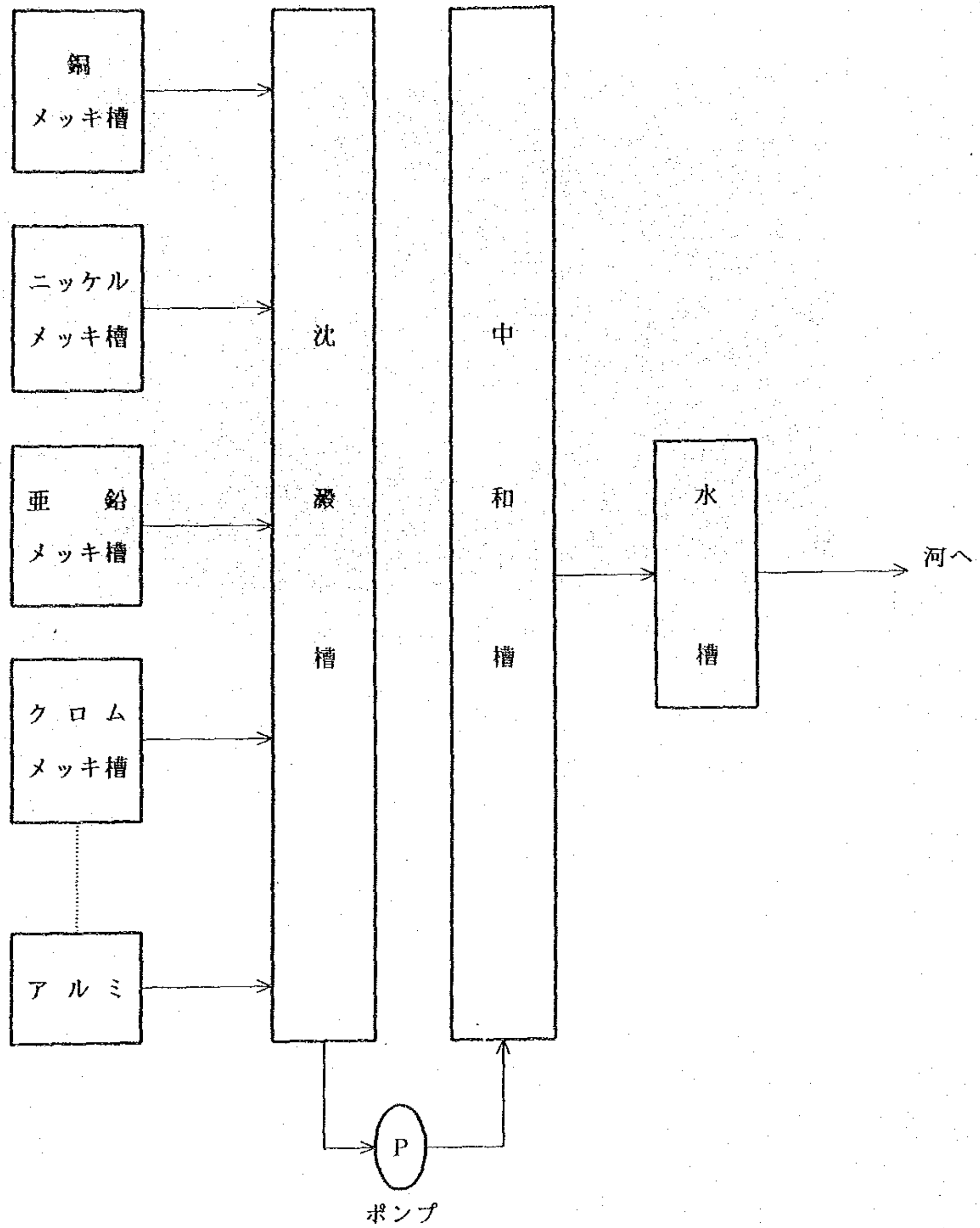
（注）カッコ内は酸洗い場の分析値を示す。



図IV－1－5－1　メッキ場の主要設備配置



図Ⅳ－１－５－２　排水処理槽



図Ⅳ－１－５－３　排水処理系統図

1－6　板金工場

1－6－1　概　要

非鉄金属類、銅合金、アルミ(Aluminum)合金、の加工・組立を主体とする。非鉄金属の切断、孔あけ、プレス(Press)、曲げ、組立、溶接などの作業を行い、大型空気分離設備の精溜塔や精溜塔の内部構成部品及び熱交換器を主に中、小型構造物の製作及び組立を担当する工場である。

ほとんどの工程が作業に携わる作業者の個人的技量及び機械精度が大きく影響するところであり、部品をいかに効率良くまとめていくかは、工程の組み方、人員の配置、設備の近代化が重要な意味を持つ職場である。

1－6－2　設　備

板金工場における主要設備は表Ⅳ-1-6-1に示す。主要設備の配置は図Ⅳ-1-6-1のとおりであり、詳細設備については表Ⅳ-1-6-2を参照のこと。板金工場は加工・中組立・組立試験を行う棟と表面処理棟から成立っている。

表Ⅳ－1－6－1　板金工場主要設備

設備名称	台数	取得年度
機械加工設備	5	1971－'75
塑性加工設備	17	1971－'75：9台 1976－'80：7台 1981－'85：1台
クレーン(Crane)・運搬設備	10	1971－'75：5台 1976－'80：3台 1985－'88：2台
溶接設備	42	
その他	36	
合計	110	

注：設備利用率……二交代で時間利用率 27.82%

1－6－3　組織及び人員

板金工場の組織及び人員配置を図Ⅳ-1-6-2に示す。職場主任の下に副主任を配し、主任が計画調整グループ(Group)を主に管理し、それぞれ管理部門及び生産部門を統括している。副主任は技術グループを主に管理している。管理部門は２グループで構成され人員は11名、生産部門は16班で構成され、人員は１８７名、合計２００名で構成される。職種別人員内訳は、図Ⅳ-1-6-2に示す。

1－6－4　担当業務

板金工場は、主に、空気分離設備の精溜塔及び精溜塔に関する部品、中・小型圧力容器、熱交換器、その他構造物等の部品加工、組立、溶接、検査を担当している。

各々のグループ及び班の業務内容は次のとおりである。

(1)　管理部門

計画調整グループ　……　計画員、現場調整員、材料管理員、労働管理員、統計記録員、経済管理員から構成される。
作業計画の編成・生産現場の調整、部品・材料・購入品・消耗品管理、経費・原価管理、統計・報告書作成を担当する。

技術グループ　……　プレス技術員、溶接技術員、工具・治具管理員、設備管理員から構成される。技術管理、品質管理、技術更新・改善、技術訓練、設備・安全・エネルギー(Energy)管理を担当する。

(2)　生産部門

板金一班　…　塔類の加工・組立を担当している。

板金二班　…　コイル(Coil)式熱交換器の加工・組立を担当している。

板金三班　…　高真空容器の加工・組立を担当している。

板金四班　…　有色金属の圧力容器の加工・組立を担当している。

アルゴンガス(Argon Gas)溶接班…有色金属の圧力容器の溶接を担当している。

電気溶接班　…　黒色・有色金属の溶接を担当している。

プレス加工班　…　プレス加工を担当している。

組　立　班　…　空気分離設備塔の組立を担当している。

表面処理班 … 脱脂、酸洗、塗装を担当している。

試運転班 … 空気分離設備の試運転を担当している。

ガス販売班 … 酸素、窒素、アルゴンガスの供給販売を担当している。

分析班 … ガスの成分分析を担当している。

運輸班 … 材料、部品のクレーン輸送を担当している。

保全班 … 設備の維持・保全を担当している。

現場管理班 … 材料・購入部品・工具等の管理を担当している。

梱包班 … 材料・部品の梱包及び運搬・搬出を担当している。

1－6－5 加工工程

(1) 主要製品の作業工程

板金工場における主要製品である大型空気分離設備の上部精溜塔の製作フローチャート(Flowchart)を図IV-1-6-3に示す。

(2) 主要製品の加工手順

板金工場における主要製品である大型空気分離設備の上部精溜塔の主要部品は、

1) 鏡板

2) 外筒

3) 塔板（棚板）

である。図IV-1-6-4に、鏡板の加工手順、図IV-1-6-5に、外筒の加工手順、図IV-1-6-6に、塔板（棚板）の加工手順をそれぞれに示す。

1－6－6 製造設備の問題点

板金工場における主要製造設備とその問題点は次のとおりである。

(1) 溶接機

溶接機は、主要設備の老朽化が目立つ。板金工場で使用される溶接機の70%が、1970年代製造の物であり、老朽化が激しい。したがって、これらの溶接機の修理もしくは更新が必要である。

老朽化の状況は溶接機の補修率にも現れ、電気系統を中心に故障が多く発生している。

(2) 板金工場環境

作業環境のなかで、溶接品質に大きな影響を与える要因として次ぎの項目が上げられ

る。

1) 溶接作業を行うには、非常に湿度が高く、溶接欠陥であるブローホール (Blowhole) が生じやすい環境となっている。当工場での約2週間ほどの調査期間中において、快晴の日には午前中いっぱい深い霧が発生し、工場内で渦巻いている。この環境下で、板金工場では、溶接品質を管理する基本要素である湿度の記録の管理がなされていない。工場の近隣にある簡陽県の気象台より得た年間湿度の推移を表IV-1-6-4に示す。年間平均湿度が80%以上となっており、特に、溶接欠陥の発生が7、8月を中心に多く発生していることも、この時期の湿度が最大となっていることから裏付けられている。

表IV－1－6－4　1988年の湿度

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
湿度（%）	80	80	83	67	71	75	86	87	86	85	81	86

ブローホールが発生しやすい高湿度下での作業環境の改善、作業方法の改善、環境の管理システム (System) の改善を行う必要がある。

2) アルミ (Aluminum) 合金や銅合金の溶接が板金工場で多く行われているが、これらの金属の溶接に必要な環境が確保されていない。一般的な注意として、異種材料のグラインダ (Grinder) 作業の混在、空気駆動工具の使用は原則として避けるべきであり、材料による作業環境の分離等の改善が必要である。

(3) 溶接用作業工具

板金工場では、溶接作業に必要な作業工具がほとんど見受けられなかった。

アルミ合金の溶接では、裏面の溶接や欠陥部の除去には、ハンディー (Handy) な溝掘り用のカッター (Cutter) が用いられる。板金工場では、図IV-1-6-7に示すように、工場で工夫した溝掘りカッターが利用されているが、装置が大型で作業性が悪く取付に多くの時間を必要とするなど機動性に欠けている。また、溶接欠陥部を部分的に除去するのにグラインダーが用いられるが、グラインダーの砥石あるいはその粘着剤が溶接開先面に付着してブローホール等の欠陥を生じる原因となるため避けた方が望ましい。

板金工場では、溶接機と溶接材をつなぐアース (Earth) 固定の専用工具が使用されていない。すべての溶接作業現場で図IV-1-6-8に示すように、アースの固定が簡易的に行われているのみで、専用工具が使用されていない。このため、製品にアースの固定不

良による焼付け（Spatter）や接触抵抗加熱による溶融が発生している部品も見受けられた。図Ⅳ-1-6-8に示すようなアースの固定方法では、さらに、アース接触抵抗の変化による溶接条件の不安定を引き起こしたり、あるいは、アース線を誤って引っ掛けたりした場合、溶接の中断や感電事故を引き起こしたりするおそれあり、改良が必要である。

板金工場では、小型の圧力容器やノズル（Nozzle）配管の溶接が多いのに、溶接物を回転するためのポジショナー（Positioner）が設置されていない。図Ⅳ-1-6-9に示すように、小径管の溶接に、溶接物を回転させる補助員がついて溶接を実施している。

人力のため、回転速度が不均一であることに加えて、回転につれ溶接の位置が変化して溶接姿勢が変化したりして、タングステン（Tungsten）電極の巻き込み、溶込み不良、外観不良等の溶接欠陥を引き起こしやすい。

(4) 作業環境

板金工場でのほとんどすべての溶接及び組立作業がコンクリート（Concrete）の床での直置き作業となっている。このため、以下の作業で問題点が発生している。

1) アルミニウムのように軟質材では、コンクリート床での直置き作業によって、予め加工された開先面に図Ⅳ-1-6-10に示すように大きな疵が生じている場合が見受けられ、溶接品質面の確保の点で改善が必要である。

2) 製品及び半成品をコンクリート床に直置きをしているため、製品に疵の発生が多く見受けられる。製品の外観品質の確保の点で改善が必要である。

3) コンクリート床は表面摩耗により、コンクリート粉末が多く発生する。特に、溶接作業では空気駆動工具や電動工具が使用されるため、コンクリート粉末が舞い上がる機会が多く、溶接品質を確保する点で改善が必要である。

(5) 溶接用大型回転治具

大型溶接構造物の周溶接を行う場合、構造物を回転して溶接姿勢を下向きで実施する方が溶接能率が高い。この回転治具として、板金工場は、ターニングローラ（Turning Roller）を使用している。

しかし、大電流ミグ（MIG）溶接などの自動溶接を実施する場合、ターニングローラ同志の回転軸の合わせ精度が確保できないため、溶接中に溶接機と開先中心との間にずれが大きく生じてくることから、溶接作業中に常に溶接トーチ（Torch）の位置のコントロール（Control）に注意を払う必要がある。この、位置合わせが最少限になるような機器を適用して、溶接中の溶接士の負担を軽くし、溶接作業に注意を振り向けて溶接

品質の向上を図る必要がある。

また、アルミニウム溶接の裏掘り機も、溶接構造材をターニングローラで回転して加工することから、同様に溶接に伴う加工作業においても開先中心の位置の精度の確保を必要とする。

(6) 工場内の運搬作業

板金工場内の製品及び半成品の運搬は、通常は天井走行クレーン（Crane）で、工場内の棟間は電動台車で、また、工場間はトラック（Truck）で運搬している。

大型の加工機器及び、小型の圧力容器の製作ライン（Line）では、細かいハンドリング（Handling）に適した、揚重運搬機器の設置が必要とされる。

(7) 安全関係

その他、安全面で特に目立ったのは下記のとおりであり、必要な改善策が急がれる。

1) 溶接の保護面の遮光ガラス（Glass）が１種類しか用いられておらず、輝度の高いアルミニウムの溶接では目の障害を起こしやすい。

2) 作業に適した服装、靴及び補助保護具の配慮がされていない。

(8) パイプベンダー（Pipe Bender）

パイプベンダーが２ロール（Roll）型であるため、パイプ（Pipe）に無理な力が掛かり、曲げ加工時にパイプに変形が生じており、真円度の確保ができない。加工法の改善が必要とされる。

(9) 塔板（棚板）工作精度

空気分離設備の精溜塔の内部構成部品である塔板（棚板）は水平度について高い精度が要求されている。

塔板の製作はアルミ板を購入し、校平機にかけ、押抜き機（図Ⅳ-1-6-11）で孔明けされている。これらの設備は1970年代に製造され古く、要求された精度を確保することは難しい。

また空気分離設備の容量増大とともに塔板の寸法が大きくなると現有の設備では加工できなくなるため、容量増大を考慮した新規設備の導入計画を検討する必要がある。

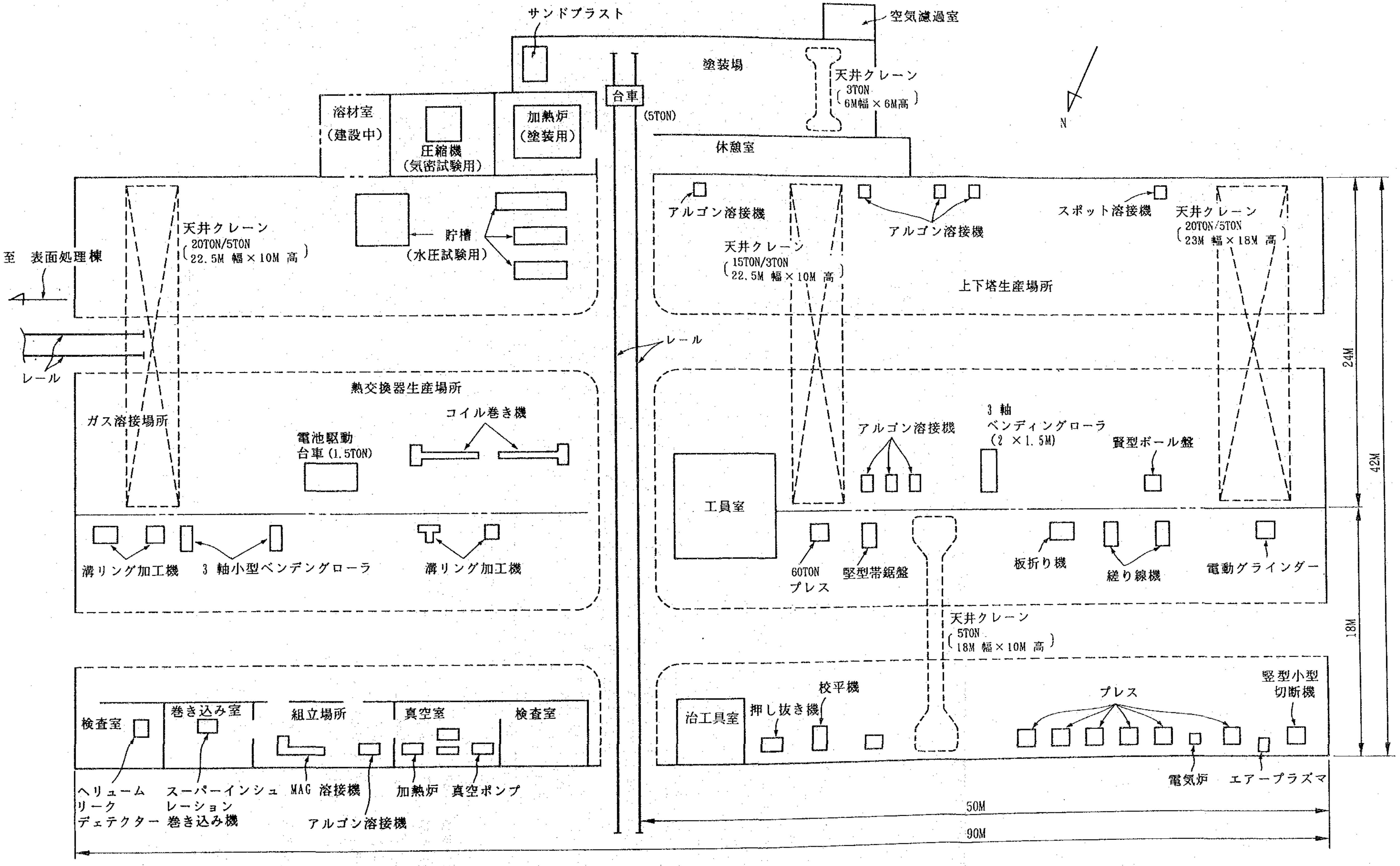
表Ⅳ－１－６－２　板金工場設備

No.	設備名称	型式	能力	台数	備考
1	普通旋盤		φ400×1,500	2	
2	ボール(Drilling)盤		φ50	2	
3	平削り盤		L=500	1	
4	プレス(Press)		25-100 TON	6	
5	押し抜き機			1	
6	剪断機	Q11	3×1,200	4	
7	校平機	21 ローラ(Roller)	0.5 ×1,000	1	
8	ベンディングローラ (Bending Roller)		2×1,500	1	
9	〃		5×2,000	1	
10	〃		15×1,800	1	
11	板折り機		80 TON	1	
12	管曲げ機	W27-60	φ25-60	1	
13	コイル巻き機		D=2,000, L=2,500	2	
14	溝リング加工機			4	
15	天井走行クレーン(Crane)		20 TON	9	
16	電池車		2 TON	1	
17	サンド・ブラスト(Sandblast)	QG378	吊上重量 800 KGS	1	
18	試運転設備			1	
19	酸素設備		150 M^3/H	2	
20	アルゴン設備		215-315 M^3/H	1	
21	コンプレッサー (Compressor)		180 M^3/H	4	
22	タービン(Turbine)		100 M^3/H	1	
23	真空設備		1×10^{-6}トール(Torr)	10	
24	〃		2×10^{-6}トール(Torr)	9	
25	溶接機			42	

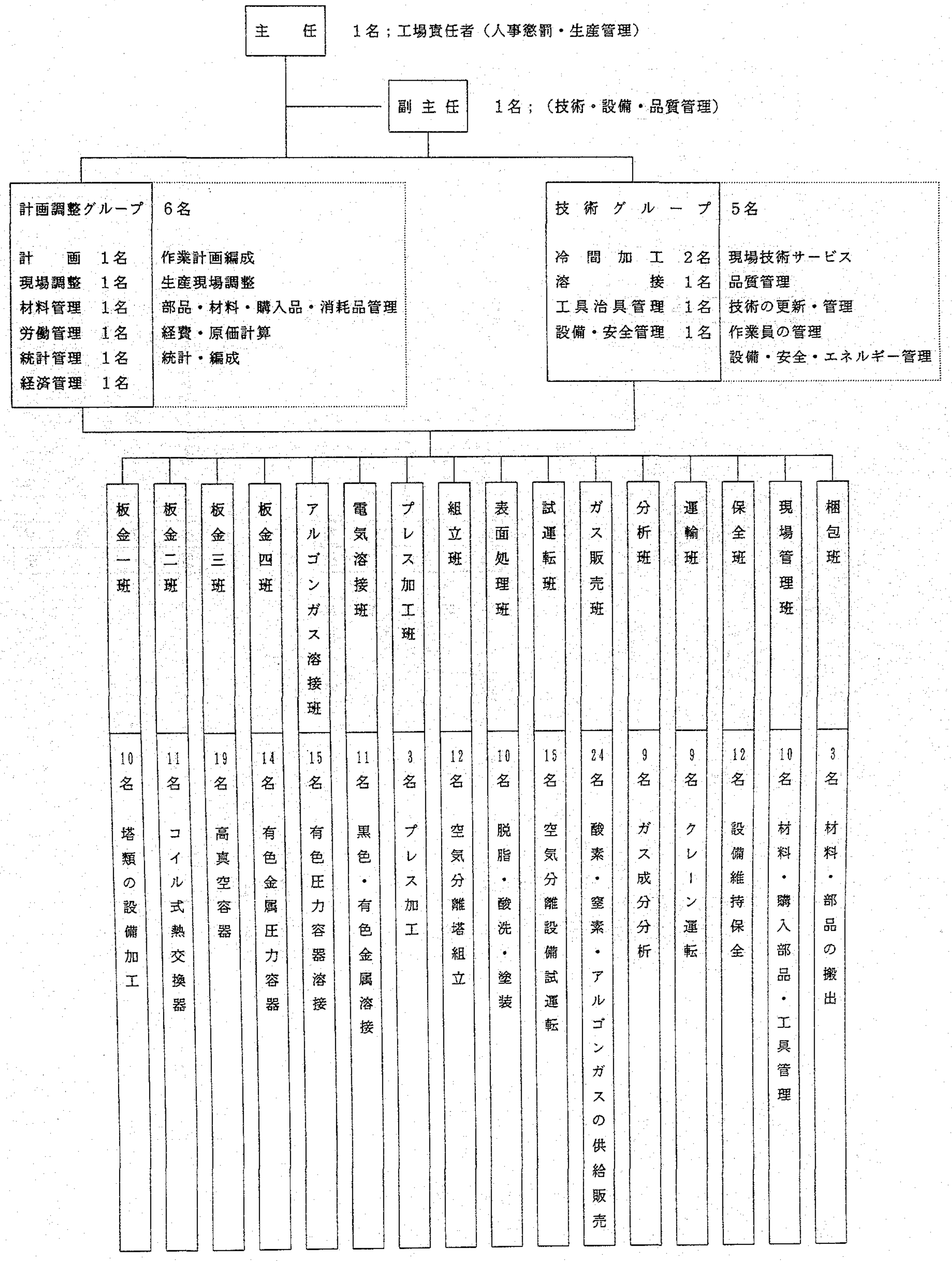
注：溶接設備の詳細は表Ⅳ-1-6-3を参照のこと。

表Ⅳ－1－6－3　板金・製缶工場の溶接設備

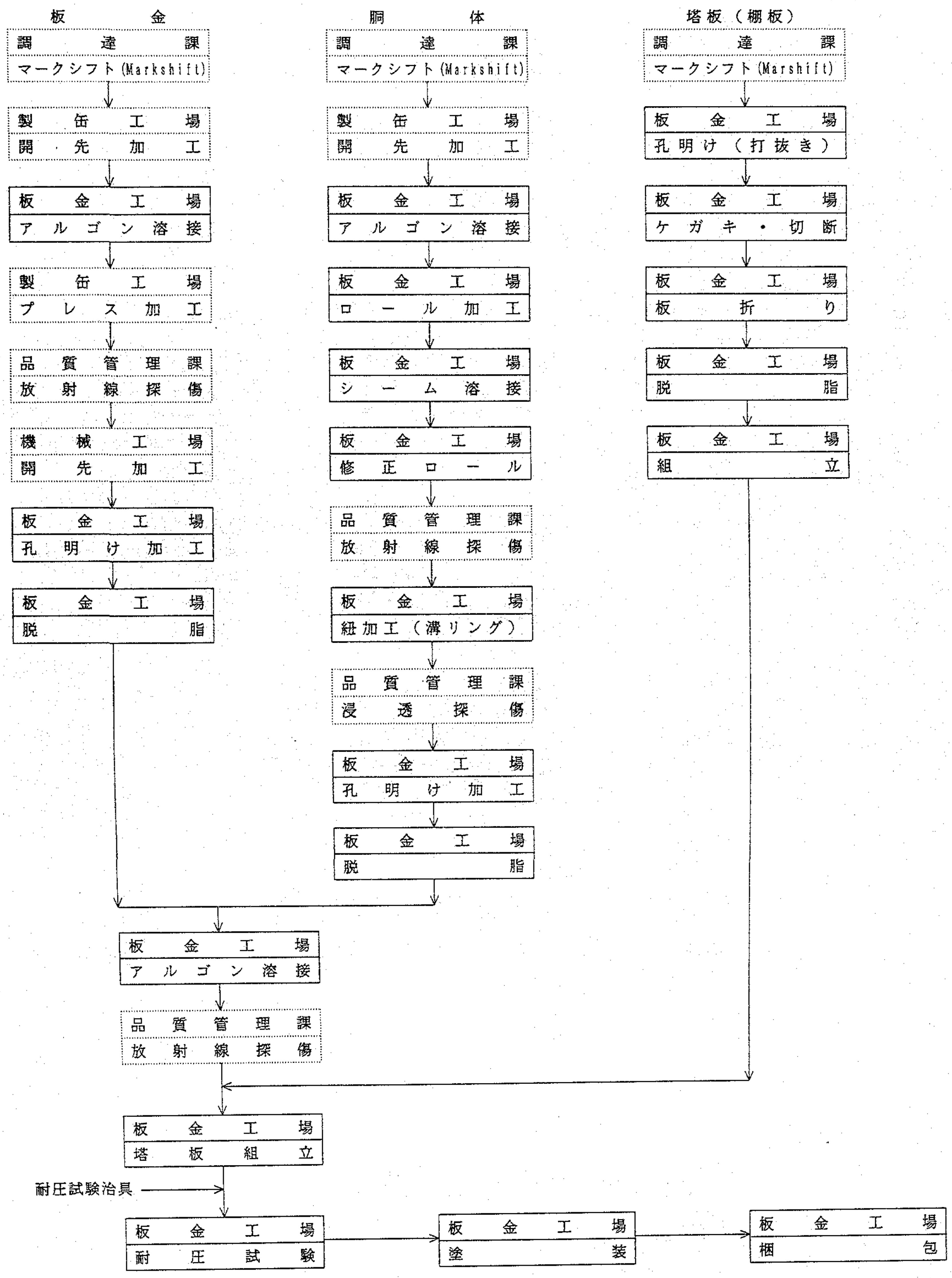
No	設備名称	型式	用途	台数	備考
1	手溶接機	AX-320	低合金鋼	43	
2	〃	ZXG-320	低合金鋼	4	重要構造物
3	〃	KX-300 KX-500	炭素鋼 〃	29	
4	ｻﾌﾞﾏｰｼﾞｱｰｸ溶接機 (Submerged Arc Welding Machine)	ZM-1000	〃	7	
5	〃	ZXG-1000	ステンレス鋼 (Stainless Steel)	3	
6	スポット(Spot)溶接機	0-250	アルミ(Aluminum)合金	2	
7	ティグ(TIG)溶接機	NSA-150	アルミ合金・ステンレス鋼	1	
8	〃	NSA-200	〃	1	
9	〃	NSA-300	〃	7	
10	〃	NSA-400	〃	9	
11	〃	NSA-500	〃	9	
12	半自動ﾐｸﾞ(MIG)溶接機	NBC-200	アルミ合金	1	
13	〃	NBC-500	〃	2	
14	CO_2 半自動溶接機	NPC-180	炭素鋼	2	
15	〃	NPC-200	〃	4	
16	〃	NPC-300	〃	2	
17	〃	NPC-400	〃	1	



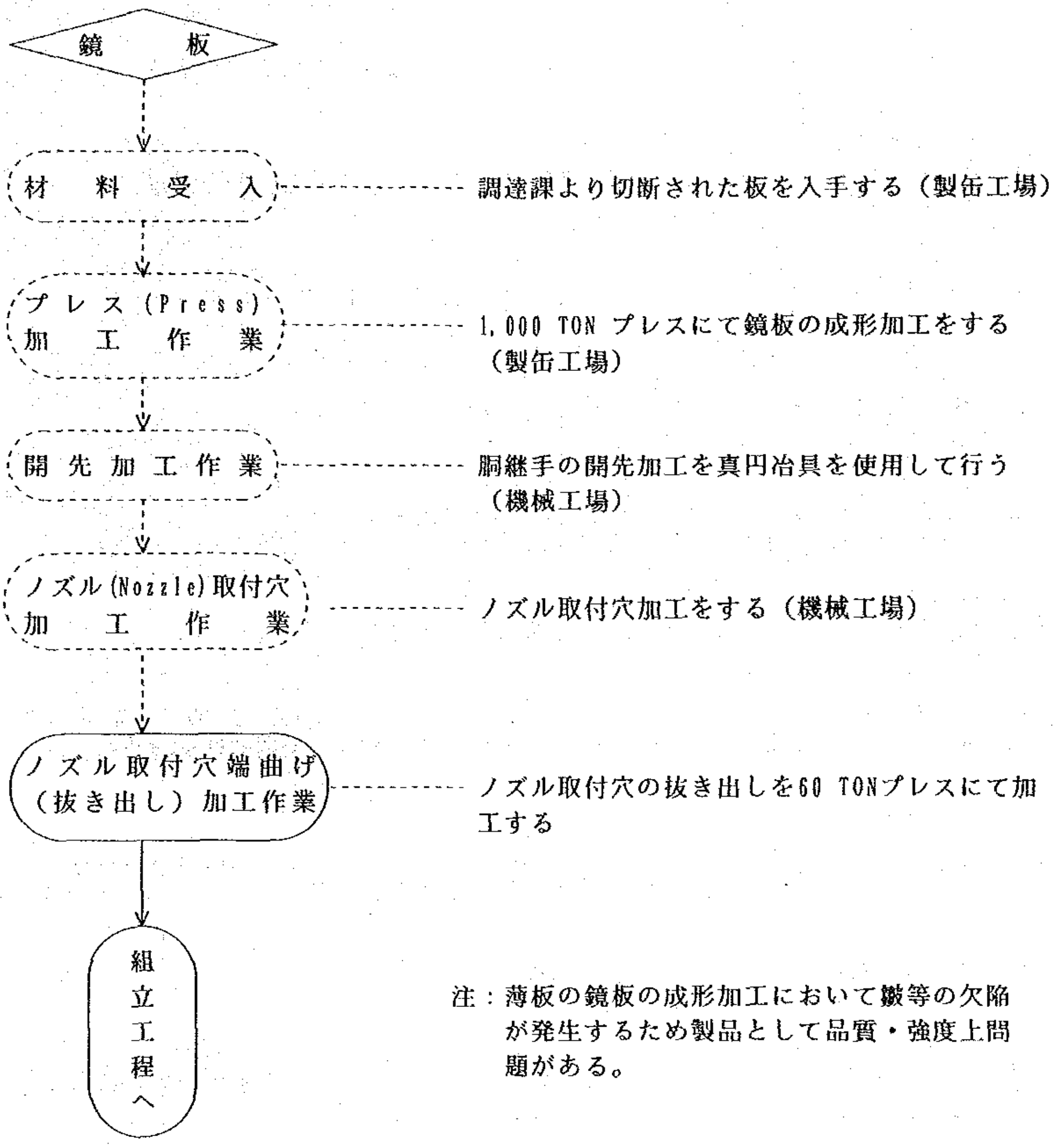
図Ⅳ－１－６－１　　板金工場の主要設備配置



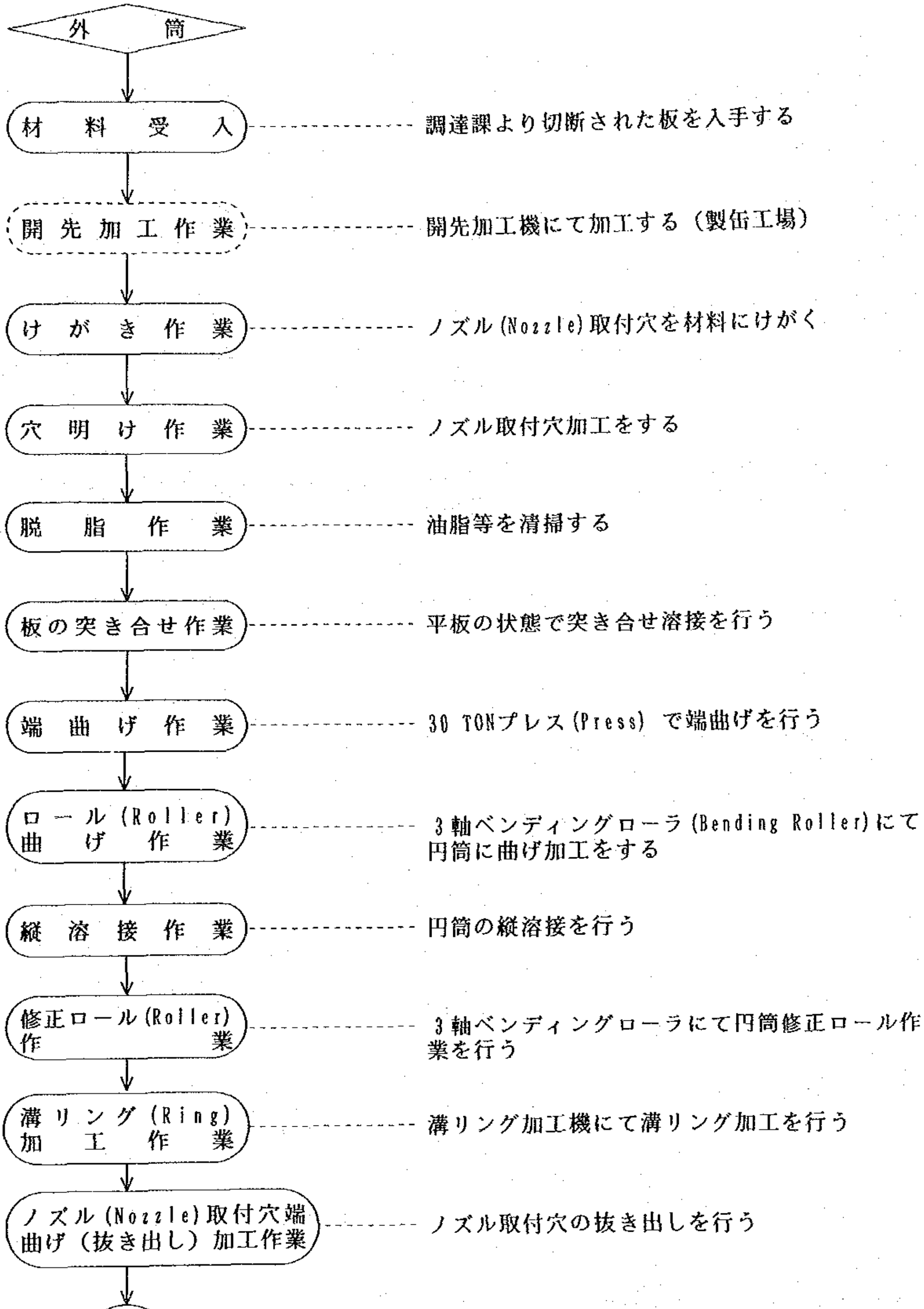
図IV－1－6－2　板金工場の組織・人員配置



図IV－1－6－3　大型空気分離上部精溜塔製作フローチャート(Flowchart)



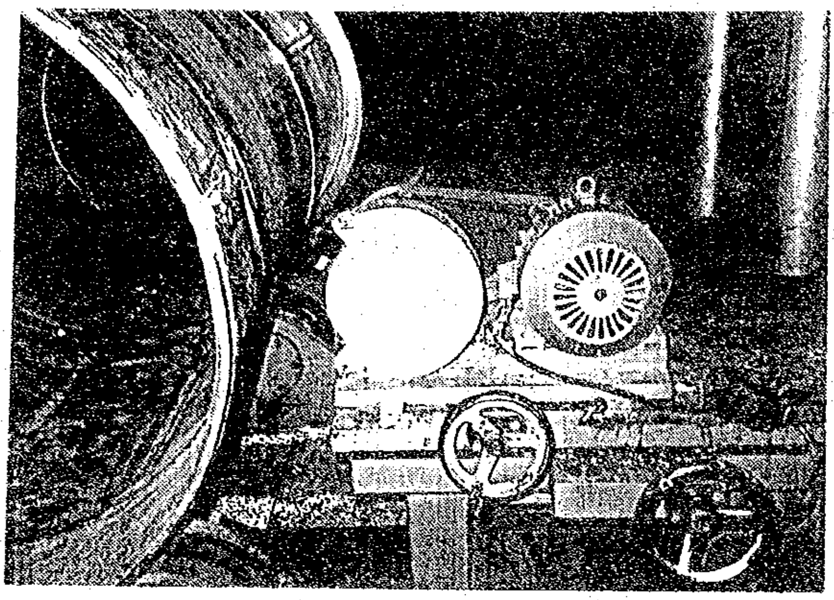
図Ⅳ－１－６－４　鏡板の加工手順



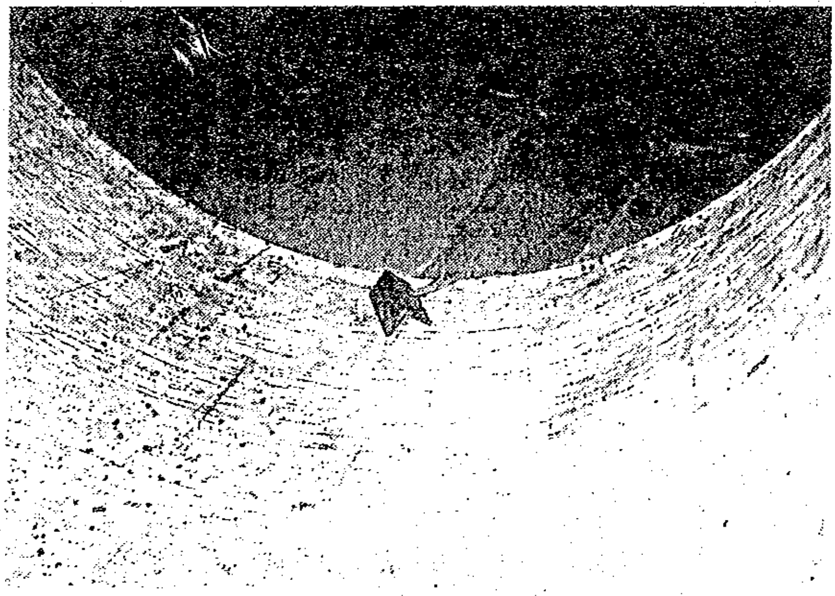
注：厚板の溶接作業の場合、開先部が合わず大型ハンマー(Hammer)にて叩いて修正していた。このため、胴と胴の肌合せに多くの時間を費やしていた。

図IV－１－６－５　外筒の加工手順

図Ⅳ１－６－６　塔板（棚板）の加工手順

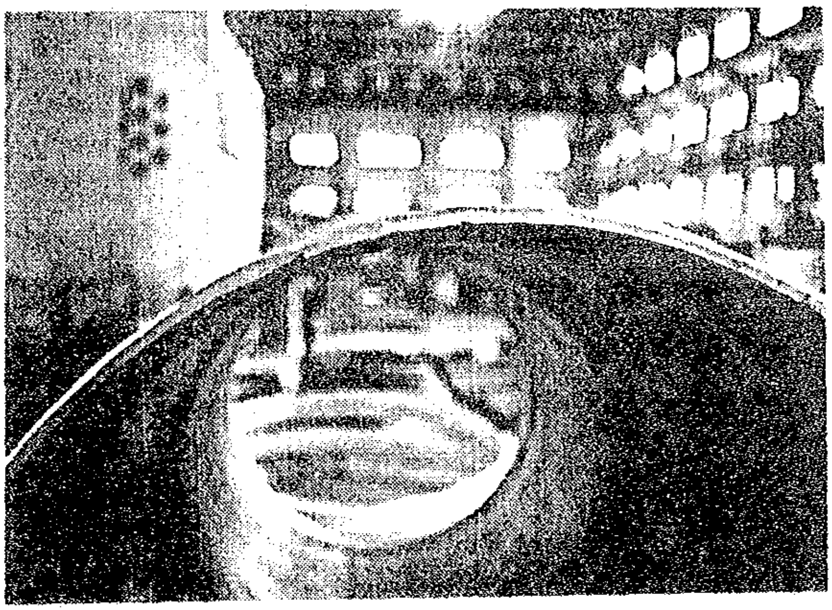


図Ⅳ－１－６－７　溝掘り用のカッター

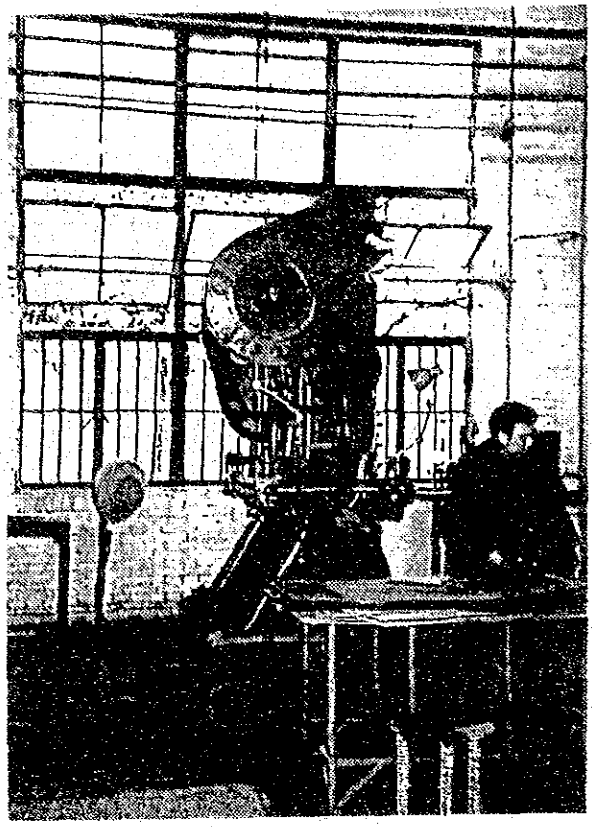


図Ⅳ－１－６－８　アースの固定状況

図Ⅳ－１－６－９　溶接作業



図Ⅳ－１－６－１０　開先面の疵



図Ⅳ－１－６－１１　押抜き機

1－7　製缶工場

1－7－1　概　要

鋼板類、炭素鋼、ステンレス鋼(Stainless Steel)、の加工、組立を主体とする。鋼材の切断、孔あけ、プレス、曲げ、組立、溶接などの作業を行い、大型空気分離設備の圧力容器及び各種冷却箱を主に大型構造物及び塔槽類の鏡板の製作を担当する工場である。

ほとんどの工程が作業に携わる作業者の個人的技量が大きく影響するところであり、大型部品をいかに効率良くまとめていくかは、工程の組み方、人員の配置、設備の近代化が重要な意味を持つ職場である。

1－7－2　設　備

製缶工場は加工、中組立を行う棟と大組立及び搬出を行う棟から成立っている。製缶工場における主要設備の取得年度を表IV-1-7-1に示す。大半の設備が1980年以前取得したもので老朽化が目立つ。

主要設備の配置状況を図IV-1-7-1に、また設備の詳細内容については表IV-1-7-2に示す。

1－7－3　組織及び人員

製缶工場の組織及び人員配置を図IV-1-7-2に示す。職場主任の下に副主任を配し、主任が技術グループ、設備管理グループを主に管理し、それぞれ管理部門及び生産部門を統括している。副主任は計画調整グループを管理している。管理部門は４グループで構成され人員は19名、生産部門は14班で構成され、人員は２２４名、合計２４５名で構成される。職種別人員内訳は、図IV-1-7-2に示す。

1－7－4　担当業務

製缶工場は、主に、空気分離設備に関する圧力容器、熱交換器その他大型構造物の組立、溶接、検査を担当している。

各々のグループ及び班の業務内容は次のとおりである。

(1)　管理部門

計画調整グループ　…　生産計画、人員配置、材料計画、工数管理を担当している。

技術グループ …… 技術上の問題点、品質上の問題点の解決、技術改良を担当している。

設備管理グループ …… 職場の設備の保全・修理及び担当工場の設備投資について計画を担当している。

職　　　長 …… 生産部門の各班の工程及び技術の管理を担当している。

(2) 生産部門

製缶一班、製缶二班、製缶五班 …… 部品加工を担当し、主に鏡板のプレス加工、板材の開先加工、板曲げ及び管曲げ加工を担当している。

製缶三班、製缶四班、製缶六班 …… 圧力容器の組立（貯槽容器、熱交換器等）を担当している。

製缶七班 …… 酸素製造機のコールドボックス(Cold Box)及び濾過器箱体の製造を担当している。

溶接班 …… 主に圧力容器の胴体の縦シーム(Seam)の溶接を担当している。

真空班 …… 粉末真空貯槽を真空状態にする工程を担当している。

塗装班 …… 製品の塗装工程、サンドブラスト(Sandblast)の工程を担当している。

現場管理班 …… 職場内の部品工具、資材、消耗品、金型等の管理を担当している。

梱包班 …… 製品の梱包を担当している。

運輸班 …… クレーン、台車等の運転を行い職場内の部品、製品の運搬を担当している。

保全班 …… 職場の設備の保全・修理及び担当工場の設備投資について計画を担当している。

1－7－5　加工工程

(1) 主要製品の作業工程

製缶工場における主要製品である熱交換器の製作フローチャートを図Ⅳ-1-7-3に示す。

(2) 主要製品の加工手順

製缶工場における主要製品である熱交換器の主要部品は、

1) 鏡板

2) 胴体

である。それぞれの加工手順を図Ⅳ-1-7-4、図Ⅳ-1-7-5に示す。

1－7－6 製造設備の問題点

製缶工場における主要設備とその問題点は次のとおりである。

(1) 溶接機

製缶工場保有の主要な溶接機は、工場創業以来の機械が多く、老朽化が激しい。老朽化の状況は、前述の板金工場と同様に溶接機の補修率にも現れ、電気系統を中心に故障が発生している。したがって、これらの機械の修理もしくは更新が必要である。

(2) 工場環境

製缶工場では、炭素鋼やステンレス鋼(Stainless Steel) の厚板の溶接が主で、用いる溶接法もサブマージアーク(Submerged Arc) 溶接や手溶接が主体である。溶接欠陥は比較的発生しにくいが、作業環境のなかで溶接品質に大きな影響を与える要因として注意を払うことは、高湿度下の溶接作業である。

前述の板金工場と同様に製缶工場は、溶接作業を行うには非常に湿度が高く、溶接欠陥であるブローホール(Blowhole)が生じやすい環境となっている。したがって、ブローホールが発生しやすい高湿度下での作業条件を十分に考慮した作業方法の設定を行う必要がある。

(3) 溶接用作業工具

製缶工場では、溶接作業に必要な作業工具がほとんど見受けられない。

鉄鋼の手溶接あるいはサブマージアーク溶接では、ビード（Bead）表面にスラグ（Slag）が付着するため、これを除去するための専用ハンマー（Hammer）が必需品となる。図Ⅳ-1-7-6ビード表面のスラグ除去作業に示すように、作業工具として揃えられていないため、手工具で除去を行っており、狭隘部や細かい部分での作業性が悪く、また除去が十分行われていない。

また、製缶工場は、前述の板金工場と同様に、次の点について問題がある。

1) 溶接機と溶接材をつなぐアース（Earth)の専用工具が使用されていない。このため、

製品にアース固定不良による焼付けや接触抵抗加熱による溶融が発生している製品がある。品質管理および安全管理のためにも専用工具の改善が必要である。

2) 小型の圧力容器やノズル（Nozzle）配管の溶接の場合、溶接物を回転するポジショナー（Positioner）が設置されていない。このため、回転速度が不均一であることや溶接位置の変化により無理な溶接姿勢となり、溶接不良や外観不良が発生しやすい状態にある。

(4) 作業環境

製缶工場でのほとんどすべての溶接及び組立作業がコンクリート（Concrete）の床での直置き作業となっている。このため、以下の作業で問題点が発生している。

1) 製品及び半成品をコンクリート床に直置きをしているため、製品に疵の発生が多く見受けられる。製品の外観品質の確保の点で改善が必要である。

2) 溶接作業場がコンクリート床であるため、溶接に際して個別にアースを確保している。アース線が長く、且つ、輻輳しており、溶接作業員の行動を制限している。アース線を共通化して、溶接作業場の整理整頓を図る必要がある。

3) コンクリート床は表面摩耗により、コンクリート粉末が多く発生する。特に、溶接作業では空気駆動工具や電動工具が使用されるため、コンクリート粉末が舞い上がる機会が多く、溶接品質を確保する点で改善が必要である。

(5) 開先加工機

開先加工機は、図Ⅳ-1-7-7に示すように１２Ｍの大型の開先加工機があるが、現在、加工量がオーバーフロー（Overflow）して残業で工事量を消化している。

開先加工は、各種の寸法及び種々の材料をセッティング（Setting)後個別に開先加工を実施しており、開先加工時間に較べて全材料の直角出しに多くの時間と人が費やされている。適当な治具の考案、簡易揚重工具及び小型寸法の材料に適した開先加工法の検討が必要である。

(6) 溶接用大型回転治具

製缶工場で製作する大径圧力容器の円形胴体の周溶接は、サブマージアーク溶接によりターニングローラ（Turning Roller）上で、溶接効率の高い下向姿勢により実施しているが、ここで使用しているターニングローラ同志の回転軸がうまく揃わないため、円形胴体の溶接開先が合わない。この開先がうまく合うような機器の採用が必要である。

(7) 工場内の運搬作業

工場内の製品及び半成品の運搬は、通常は天井走行クレーン（Crane)で、工場内の棟間は電動台車で、また、工場間はトラック（Truck)で運搬している。製缶工場では、他に熱処理物の出し入れ専用のフォークリフト（Fork-lift)も１台設置されている。また、大型資材の搬入や最終製品の運搬用に、近くの簡陽県の駅から引き込み線が工場内部に引き込まれている。

大型の加工機器及び、部品の製作ライン（Line）では、細かいハンドリング（Handling）に適した、揚重運搬機器の設置が必要とされる。

(8) 安全

その他、安全面で特に目立ったのは次のとおりであり、必要な改善策が急がれる。

1) 運搬時の荷物を簡易的な物、例えばボルト（Bolt）等で回転止めを実施している。転倒の危険性がある。図Ⅳ-1-7-8に台車上の荷の固定状況を示す。

2) 鏡板などの回転しやすい半成品が、うず高く積層されている。また、半成品が多く、作業通路が十分に確保されていない。図Ⅳ-1-7-9に半製品の仮置き状況を示す。

3) 原材料倉庫に保管できない品物が工場内に溢れており、作業物が有効に活用されていない。図Ⅳ-1-7-10に材料の仮置き状況を示す。

4) 作業に適した服装、靴及び補助保護具の配慮がされていない。

(9) Ｘ線透過試験設備

Ｘ線透過試験設備は、製缶工場の一角に設けられており、現在、３台のＸ線発生装置を用いて透過試験を実施している。最大処理能力は、２交代で３台の設備を使いＸ線フィルム（Film）300 枚を処理できる。年間平均処理量は７５枚／１日となっている。

Ｘ線フィルムの検査の結果、透過度計（Penetrameter）の指示は適正であるが階調計が示されておらずフィルムの鮮明さに欠けている。検査精度の向上と計器の改善が必要である。また、試験範囲の位置の指示がなされておらず溶接欠陥が検出されたときの欠陥位置の決定に手数がかかっている。

Ｘ線設備の稼働上の問題として、Ｘ線フィルムのセッティング（Setting)、及びＸ線照射装置の位置セッティングに時間が多く費やされており、製品の大型化に対し、ピーク（Peak）時のＸ線透過試験の処理能力の向上対策が必要とされる。

(10) 個別設備の問題

1) 大径薄肉の鏡板の製作

炭素鋼やステンレス鋼の薄板で大径（φ 2,400）の鏡板のプレス（Press）加工では鏡板に皺が生じてしまい加工が不可能である。鏡板加工を外注に依存することから、納期の不安定さ及び加工精度確保に問題があり、工場内に加工の取り込みを検討する必要がある。また外部からの購入がむずかしく、納期も満足できない大径厚肉の鏡板については、将来、当工場で生産することも検討する必要がある。

2) 磁気吹き対策

製缶工場での現場では、図Ⅳ-1-7-11 磁気吹き現象に示すように炭素鋼のマグ（MAG ）溶接において、溶接の終端部での溶接アーク（Arc)の乱れが出て、ビード（Bead）形状が乱れたり、あるいは極端な場合には溶接が不可能な現象が指摘されている。

アースの取付け位置やその他の検討を加えた結果、直流溶接機を使用した場合に材料が磁気を帯びている場合に生じる磁気吹き現象が生じていると判断され、材料の製造段階からの取扱い及び工場独自の消磁対策が必要である。

3) サブマージアーク溶接装置

図Ⅳ-1-7-12にサブマージアーク溶接の作業状況に示すように、特に、胴物の外周溶接をサブマージアーク溶接装置で施工を行う場合、余剰のフラックス（Flux）が床に落下することから、溶接工が作業台から出て回収作業を行ったり、落下したフラックスを回収したりしている。作業上危険が多く、また、フラックスに塵の混入が生じて回収後の使用に不適当な場合もある。回収作業の自動化が必要である。

表IV－１－７－１　製缶工場主要設備

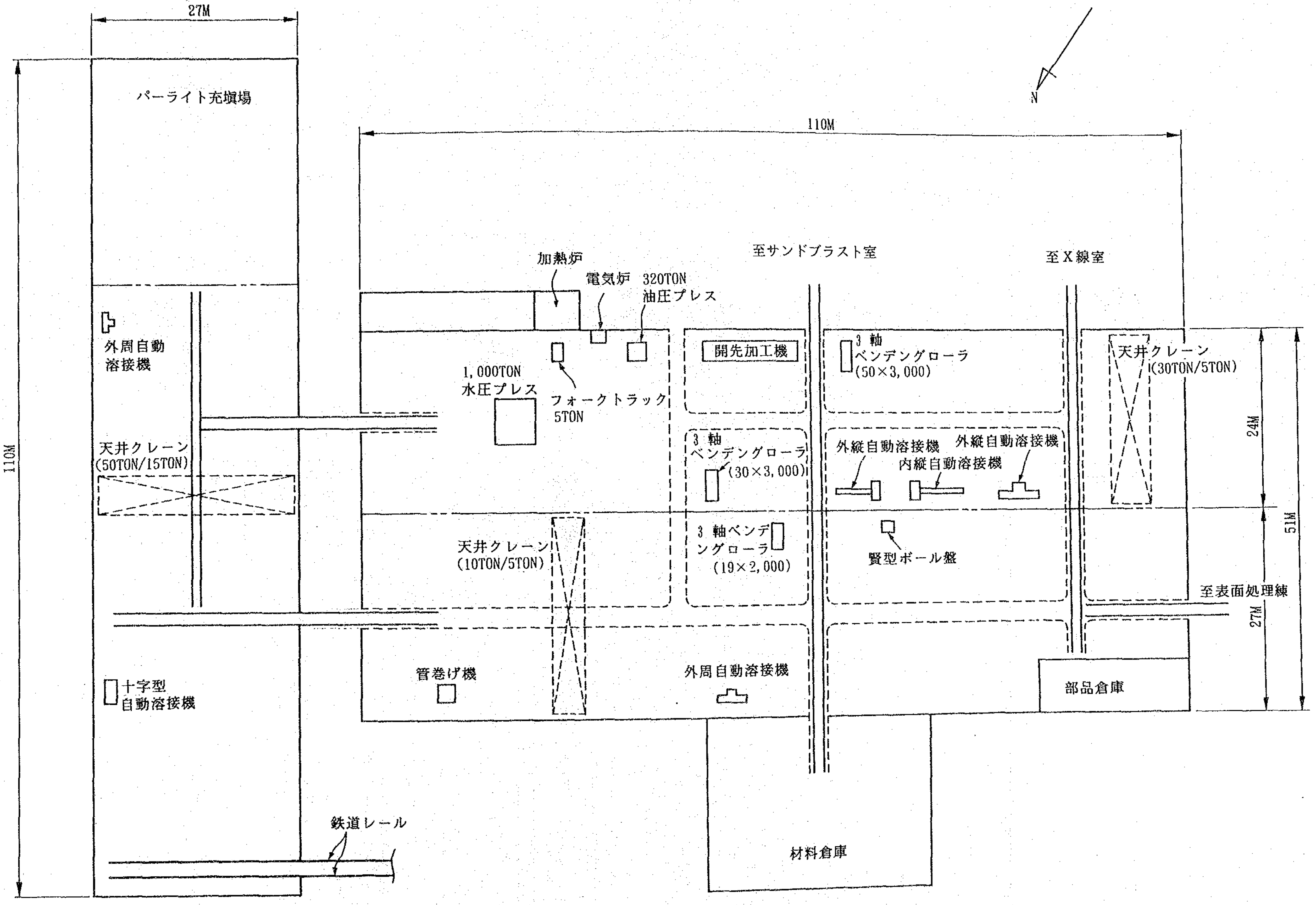
設　備　名　称	台　数	取　得　年　度
機械加工設備	8	１９７５－´８０：　７台 １９８１－´８５：　１台
塑性加工設備	9	１９７１－´７５：　５台 １９７６－´８０：　３台 １９８１－´８６：　１台
クレーン(Crane)・運搬設備	１２	１９７１－´７５：１０台 １９７６－´７７：　１台 １９８１－´８６：　１台
真　空　設　備	１３	１９７６－´８０：　４台 １９８１－´８５：　２台 １９８６－´８９：　７台
溶　接　設　備	５６	１９７１－´７５：１０台 １９７６－´８０：１３台 １９８１－´８５：１５台 １９８６－´８９：１８台
加　熱　炉	3	１９７６－´８０：　２台 １９８６－´８９：　１台
そ　の　他	4	
合　　計	１０５	

注：設備利用率……二交代で時間利用率31.6%

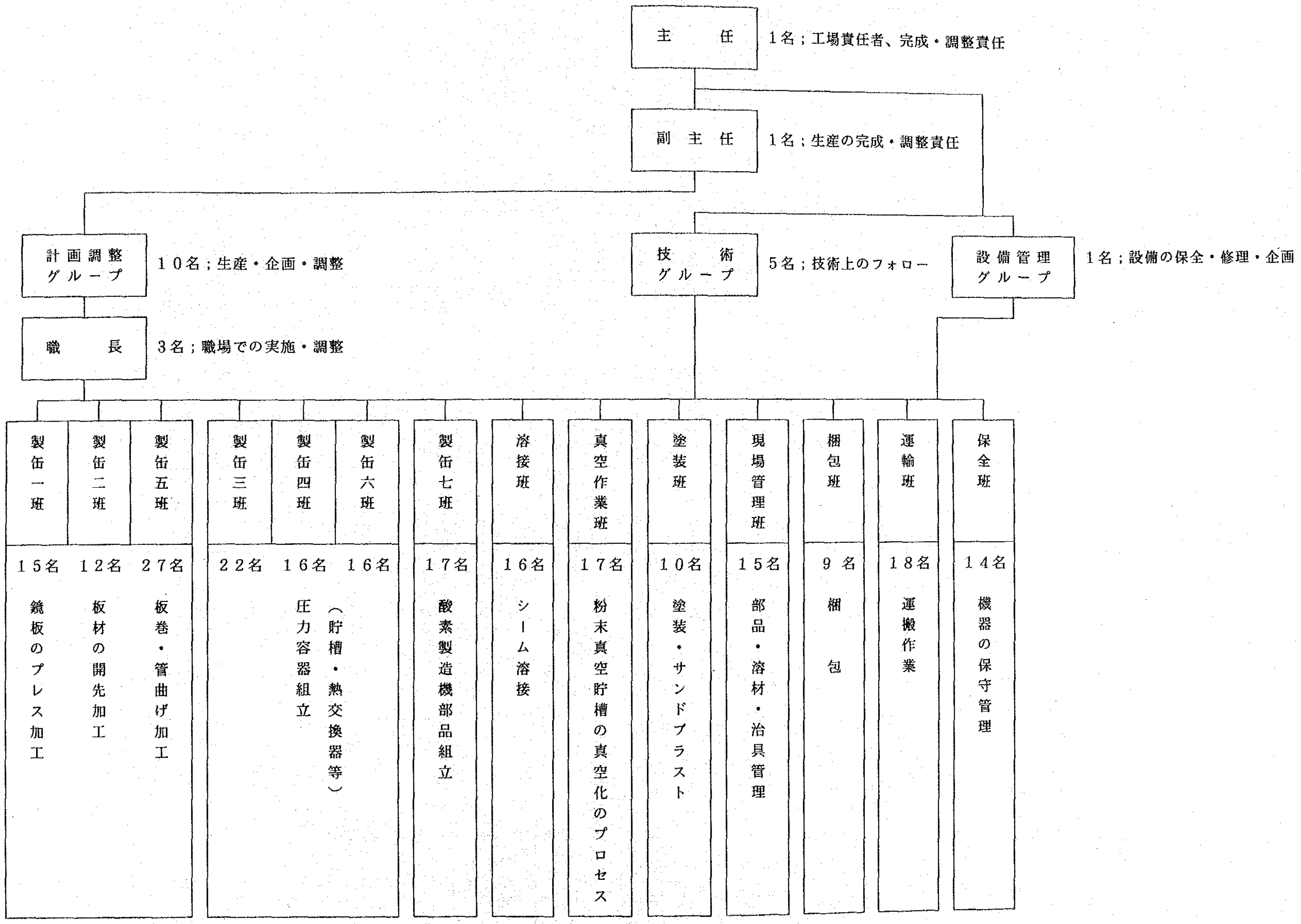
表IV－１－７－２　製缶工場設備

No.	設備名称	型　式	能　力	台数	備　考
1	旋　盤		φ615×1,400	1	
2	竪型ボール(Drilling)盤		φ50	1	
3	開先加工機	HHP-12	80×12,000	1	
4	水圧プレス(Press)	Z-935	1,000 TON, T=50	1	
5	ベンディングローラ (Bending Roller)		50×3,000	1	
6	〃		30×3,000	1	
7	〃		19×2,000	1	
8	管曲げ機	WB27-108		1	
9	油圧プレス(Press)		320 TON	1	
10	真空ポンプ(Pump)		2×10⁻⁶トール(Torr)	1	
11	加熱炉		4,176×4,408	1	鏡板用
12	電気炉		7.5KW,最大1,300℃	1	
13	大型焼鈍炉		22M×4.5M, 最大950℃	1	
14	断熱材乾燥設備			1	
15	乾燥設備			1	
16	パーライト(Pear-lite) 乾燥設備			1	
17	天井走行クレーン(Crane)		50 TON	6	
18	フォークリフト (Fork-lift)		5 TON	2	
19	鉄道運搬台車		25 TON	4	
20	自動溶接機			7	
21	ティグ(TIG)溶接機			2	
22	炭酸ガス(Gas)溶接機			2	
23	アーク(Arc)溶接機			45	

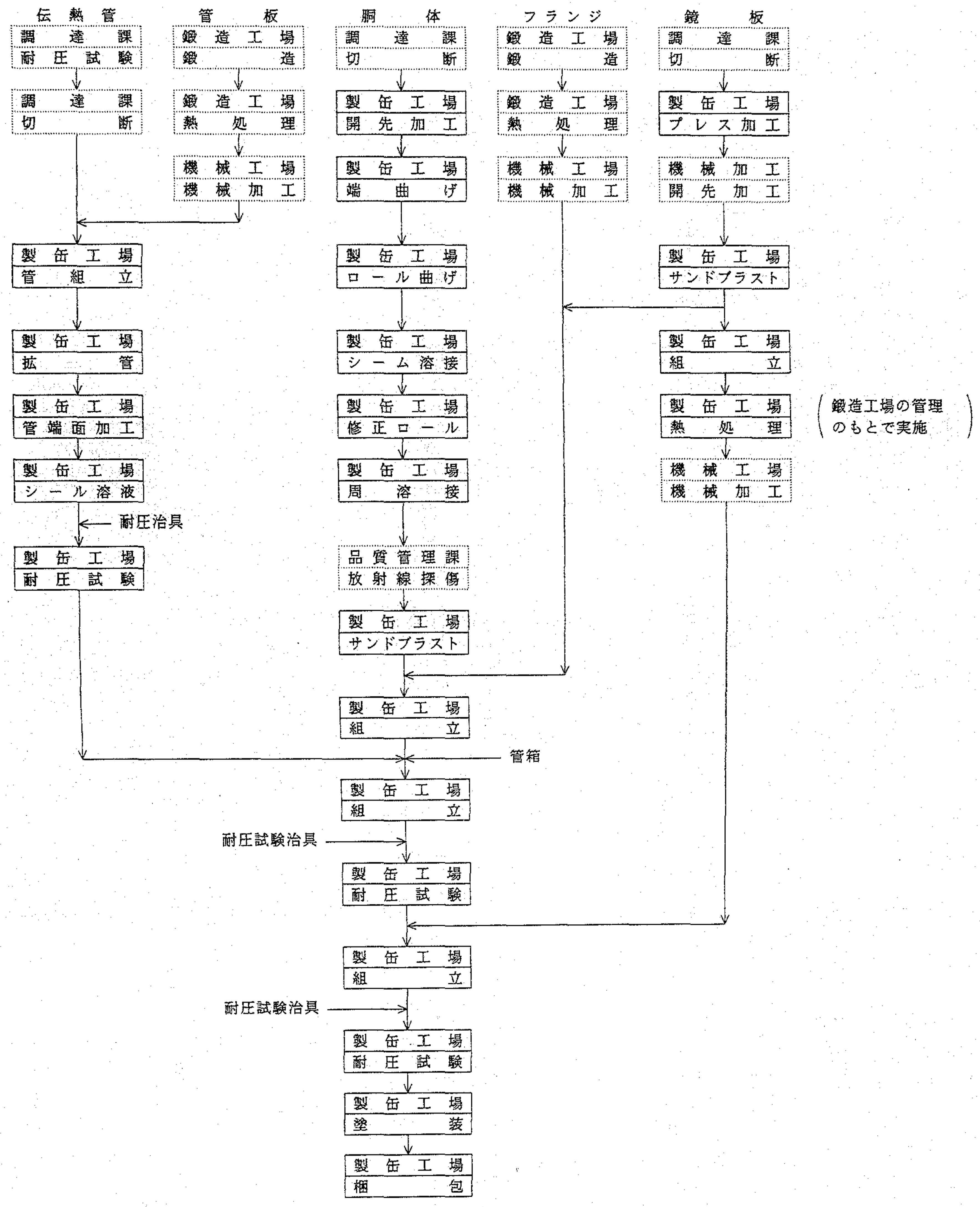
注：溶接設備の詳細は表IV-1-6-3を参照のこと。



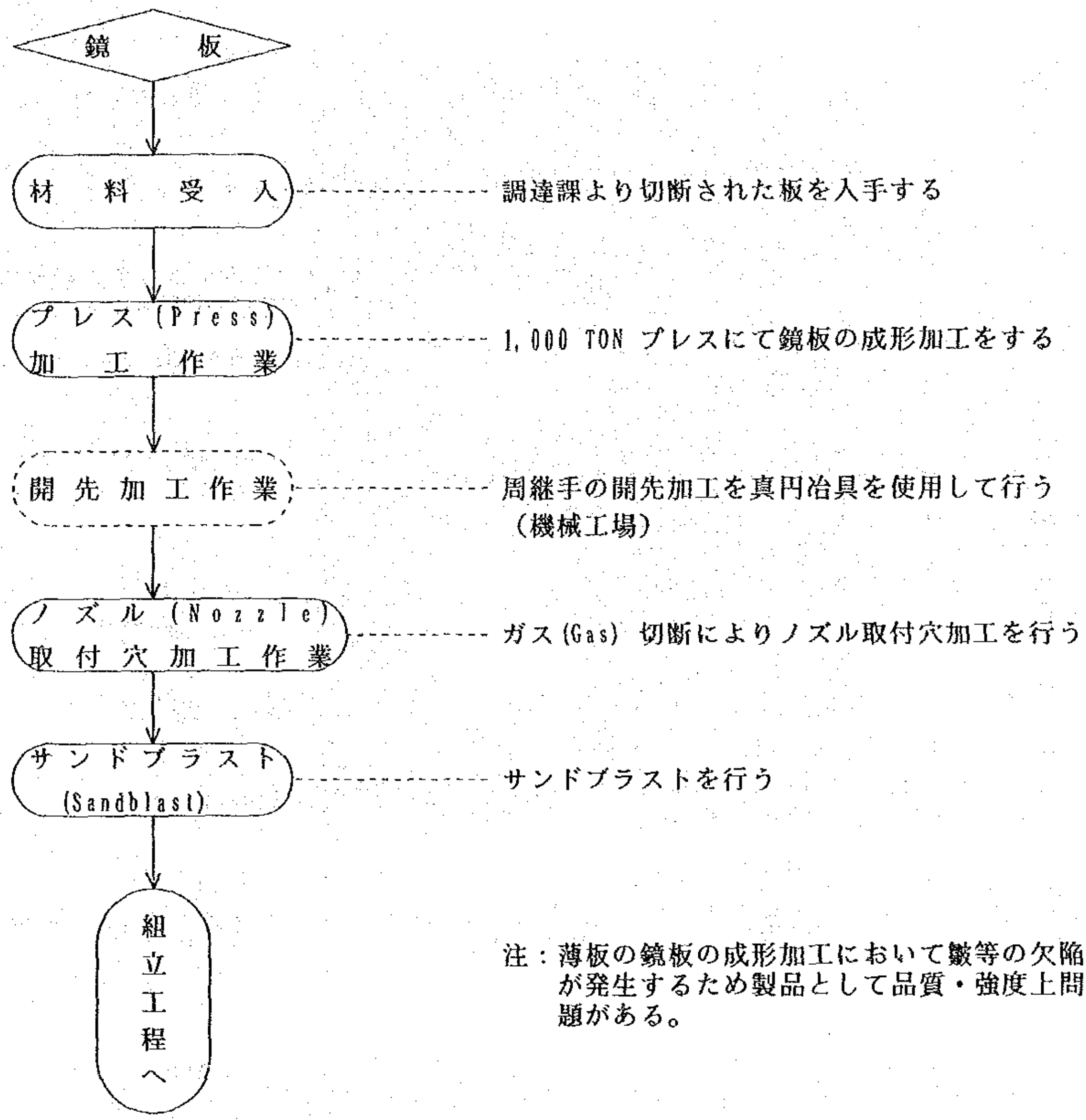
図IV－1－7－1　製缶工場の主要設備配置



図Ⅳ－１－７－２　製缶工場の組織・人員配置



図IV－１－７－３　熱交換器製作フローチャート(Flowchart)



注：薄板の鏡板の成形加工において皺等の欠陥が発生するため製品として品質・強度上問題がある。

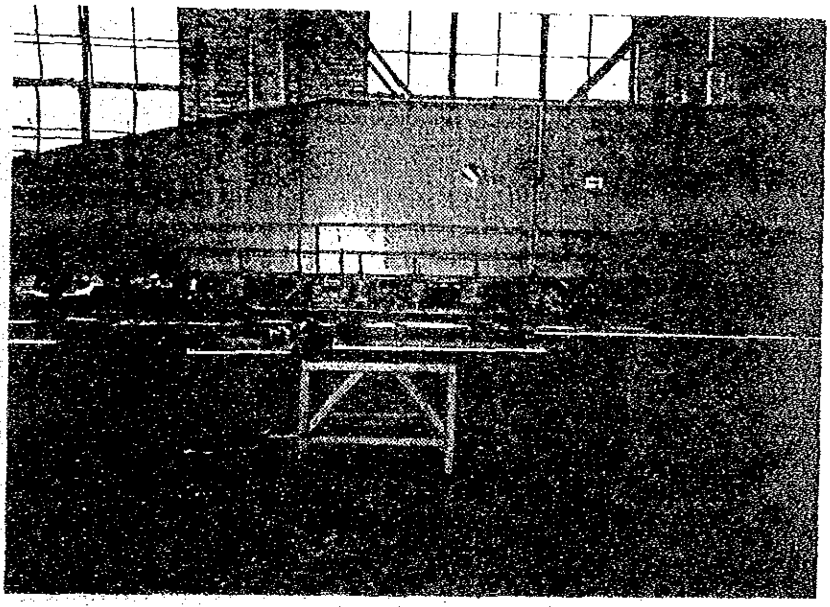
図Ⅳ－１－７－４　鏡板の加工手順

胴体	
材料受入	調達課より開先加工の余量を残して切断された板材を入手する
開先加工作業	開先加工機にて開先を加工する
けがき／穴明け作業	ノズル(Nozzle)取付穴を図面によって、けがき横型ボール(Drilling)盤にて穴を明ける
端曲げ作業	300 TON プレス(Press) にて端曲げをおこなう
ロール(Roller)曲げ作業	3軸ベンディングローラ (Bending Roller) にて円筒に曲げ加工をする
縦溶接作業	縦溶接を行う
修正ロール(Roller)作業	3軸ベンディングローラにて円筒修正ロール(Roller)作業を行う
周仮付／本溶接作業	円筒同志の周の仮付／本溶接を行う
X線検査	X線検査を品質管理課の検査員により行う
溶接ビードのグラインダー作業	溶接ビード(Bead)をグラインダー(Grinder) でなめらかにする
ノズル取付穴の開先加工作業	ノズル(Nozzle)取付穴の開先をグラインダー(Grinder) で加工する。
サンドブラスト作業	サンドブラスト(Sandblast) を行う
測定	胴体の実寸法を測定し伝熱管の長さを調達課へ連絡する
組立工程へ	

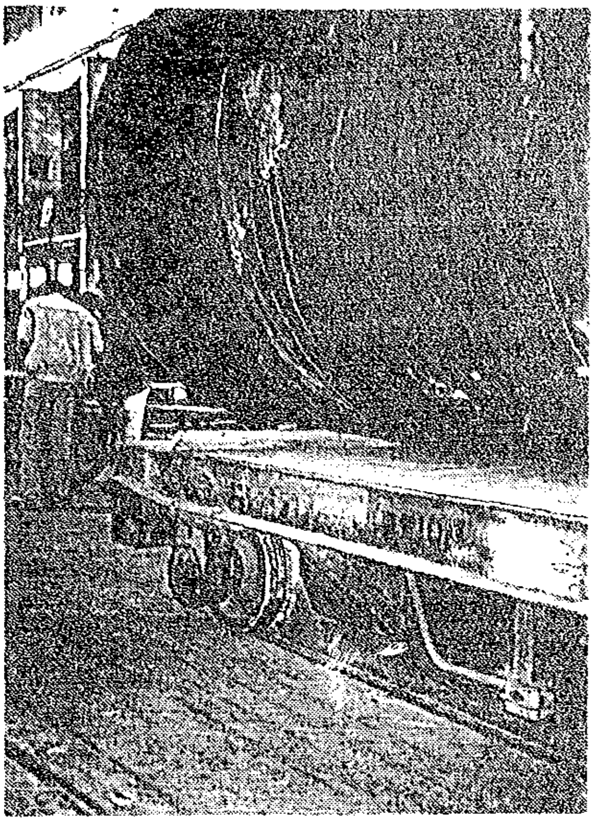
注：薄板のステンレス鋼(Stainless Steel) の胴の溶接時、溶着量の収縮等によって歪みが発生し、胴と胴の肌合せに多くの時間を費やしている。

図IV－1－7－5　胴体の加工手順

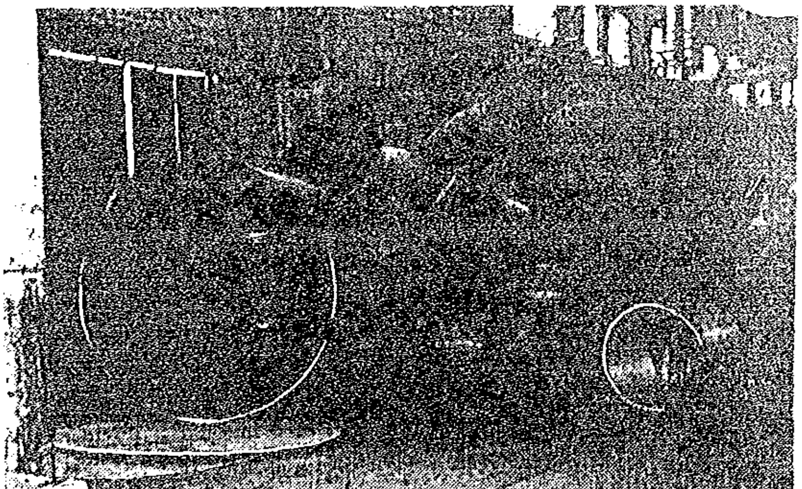
図Ⅳ－１－７－６　ビード表面のスラグ除去作業



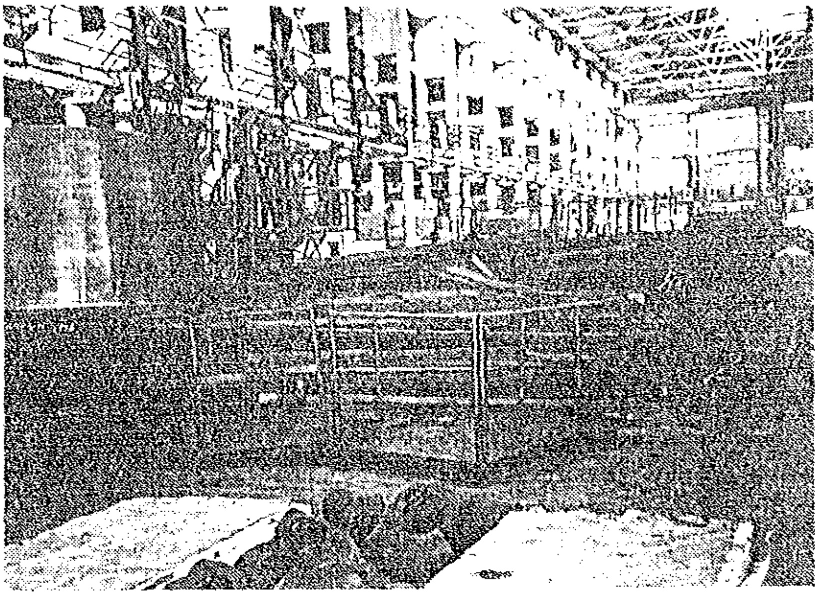
図Ⅳ－１－７－７　開先加工機



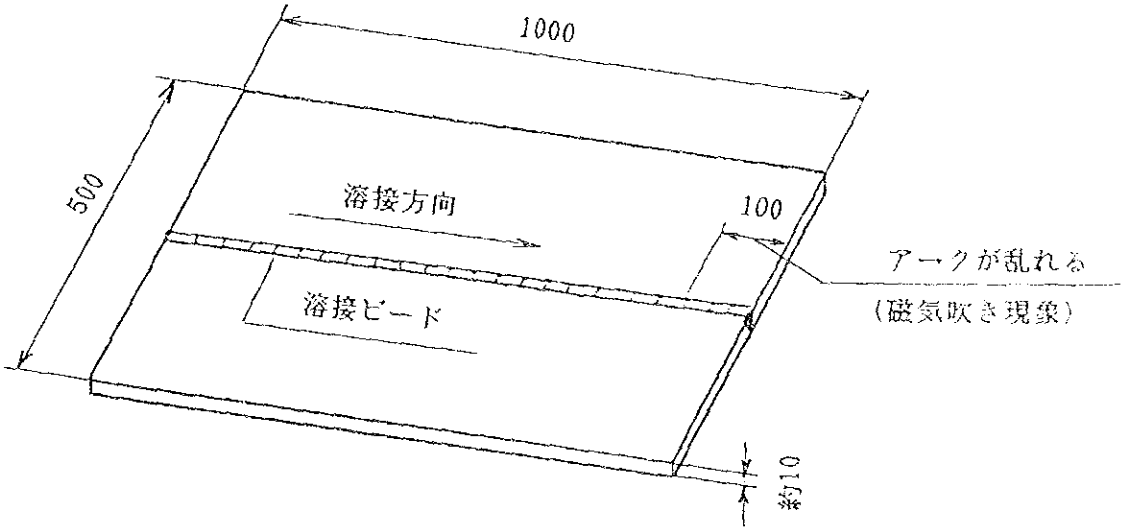
図IV－１－７－６　ビード表面のスラグ除去作業



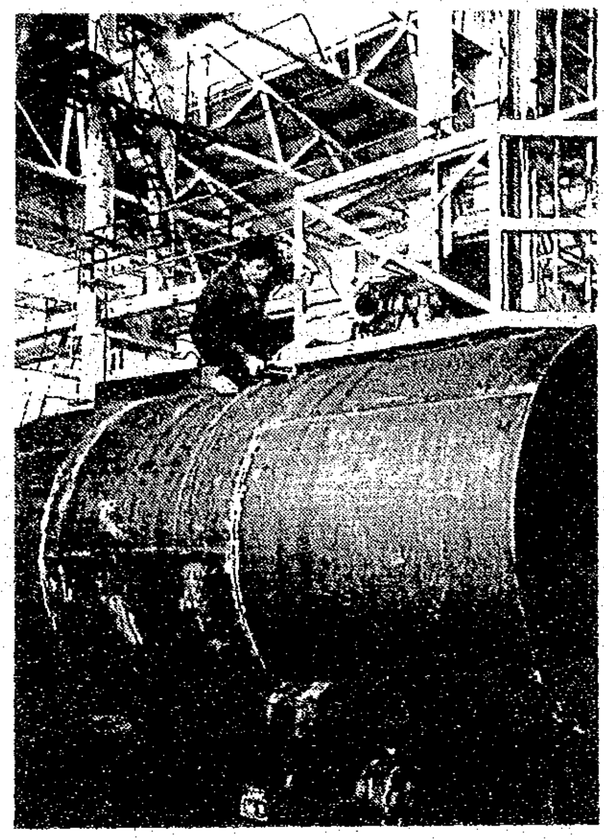
図IV－１－７－７　開先加工機



図Ⅳ－１－７－10　材料仮置き状況



図Ⅳ－１－７－11　磁気吹き現象



図IV－１－７－12　サブマージアーク溶接の作業状況

1－8　機械工場

1－8－1　機械工場の概要

機械工場は、四川空気分離設備廠で製作する各種の圧縮機、膨脹機、低温ポンプ等の各製品の部品加工と、前述した板金工場や製缶工場から搬入されてくる半成品の加工を担当している。

機械工場の人員構成は、工場主任と副主任の２名の配下に７グループ２０４名が配属されている。設備は、ＮＣ機、放電加工機などが延べ数にして１６７台という多くを装備しており、いかなる部品でもこの機械工場で加工ができるような体制が整えられている。

1－8－2　機械工場の設備

機械工場の設備は延べ１６７台という多くのものが、約6,120 M^2（幅60M、長さ 102 M）の建屋に隙間なく設置されている。この１６７台のうちの３分の２に近い次の９９台が主要生産設備である。

1)	金属切削機械	８０　台
2)	鍛圧設備	１　台
3)	揚重・運搬設備	７　台
4)	動力・電気器具設備	７　台
5)	金属精練及び熱処理設備	１　台
6)	その他の設備	３　台

このうち放電加工機は四川空気分離設備廠の代表的な製品である膨脹タービンのインペラー加工に使用されているが、加工時間が長いので機械の稼働率は極めて高く加工待ちの素材が山積みになることがある。このように、機械工場のなかでは各機械で稼働率にかなりのアンバランス（Unbalance）が生じている。しかしながら機械工場として一通りの機器を専用に設置して、いかなる部品の加工でも可能であるような体制にしている。

機械工場の主要生産設備が９９台も設置されている割りにはＮＣ機は２台のみであり、総じて機械工場の設備は、四川空気分離設備廠が生産をスタートした1975年代に設置された設備が多い。

機械工場のクレーンは3台（10TON 、10TON 、5TON ）、バッテリー車（2TON ）が1台配置されている。機械工場の主要生産設備99台を含む103台の機械設備の能力リストを表Ⅳ-1-8-1に、設備の配置状態を図Ⅳ-1-8-1に示す。

1－8－3　機械工場の組織と担当業務

機械工場の人員構成は総員206名である。四川空気分離設備廠の他の工場と違って工場主任に加えて副主任がいることが機械工場の特徴である。管理員と作業員は次の7グループに別れてそれぞれの業務を担当している。

1) 管理グループ……機械工場の生産指導、技術指導と共に会計、行政の管理も担当している。
2) 加工一グループ……旋盤、フライス盤、研磨機などによる部品の加工を担当している。
3) 加工二グループ……プレーナー、ボーリング・マシン、ボール盤などによる部品の加工を担当している。
4) サービス・グループ……クレーンの操作、倉庫管理、設備の保守・点検を担当している。
5) 組立一グループ
6) 組立二グループ
7) 塗装グループ

（5)～7)）……後述する組立・試運転場の作業も兼ねて担当している。

先に、機械工場の設備の説明のところでインペラーの放電加工の作業時間が長いことを述べたが、インペラーの鍛造からアルマイト仕上げまでのすべての加工時間を、参考までに表Ⅳ-1-8-2に示す。インペラー加工作業の準備時間の総合計7時間50分のうち25％にあたる2時間をこの放電加工の作業準備に費やしており、実際の加工作業工数に至っては総合計236時間34分のうちの実に60％を超える150時間になっている。

1－8－4　機械工場設備の問題点

(1)　竪型ホーニング盤の精度低下

工場で生産されている往復圧縮機の構造は低圧段落はシリンダーライナー(Cylinder liner)を使用せず、高圧段落にライナーを挿入するタイプをとっている。

ライナーは作動圧力が低い場合にはシリンダー車室に手で押込める程度でよいが、圧力が高くなりシリンダー壁に強度をもたせる場合は隙間がないようにシリンダー車室に圧入するよう加工する必要がある。ゆえにシリンダーケーシング(Cylinder Casing)の内面研磨は圧縮機部品の加工工程の中でも高い精度が要求され、重要な工程の一つである。

この工程を1987年に自工場で開発した竪型のホーニング盤を使用してボーリング加工後の内面研磨を行っている。

ホーニング盤は大型（内径500 、ストローク1,000 ）と小型（内径280 、ストローク４００）のものが各１台あるが、いずれのホーニングとも加工精度が悪く、ホーニング後の円筒度が上側と下側で異なり、公差から外れるケースが起きる。特に公差から大きくはずれる場合はシリンダーケーシングを廃却にしている。

この現象は大型ホーニング盤に多くみられる。往復圧縮機の性能を上げるために高圧化すれば更に高い精度が必要であるが、現有の設備では要求品質を確保することは難しい。特に使用頻度の多い大型ホーニング盤は早い時期に精度向上のための改造か、更新が必要である。

(2)　ＮＣ機械が少ない

主製品である空気分離設備と天然ガス液化分離設備を構成する機器は、いずれも高精度で高い品質が要求されるものが多い。

機械加工設備をみると汎用機械が主体であり、作業者の経験と勘に頼る割合が多い。経験の少ない若年者の多い職場では安定した品質を確保することは難しい。

特に高精度を要する膨脹タービン、往復圧縮機の重要部品と重要工程は安定した品質状態を保つために汎用機械から漸次ＮＣ機械に置きかえていく必要がある。

(3)　代替機の必要性

大型平削盤が１台しかなく、故障時や定検時に代替機がないため生産に支障をきたす。本機は往復圧縮機のシリンダー車室、クランク軸ケース等の加工に供しており、テーブルの大きさは幅１，５００×長さ４，０００である。

工具工場にテーブルの大きさが幅１，０００×長さ３，０００の平削盤が一台あるので故障時には加工可能なものはこれを活用している。

空気分離設備は近代化計画によると10,000NM³ /Hrに容量がアップされる予定であるが、工具工場の平削盤は能力的に代替機として使用できなくなる。

将来の容量アップに備えて大型平削盤の代替機の導入を検討しておく必要がある。

表IV－１－８－１　機械工場の主要設備

	名　　称	能　　力	台　数	備　　考
1	竪　旋　盤	φ3,400	3	最大能力を示す
2	普通旋盤	φ1,000 ×5,000	34	〃
3	ボール盤	φ 100	14	竪型、横型を含む
4	横中ぐり盤	φ 85−110	3	主軸径を示す
5	研　磨　盤	φ320 ×1,000	2	M1432 , MG1420B
6	クランク軸研磨盤	φ580 ×1,600 , 2,000	2	MQ8260, M8260A
7	工具研磨盤	φ200 ×630	1	M5M
8	平面研磨盤	300 ×1,000	1	M7130
9	ホーニング盤	φ500 ×1,000	2	φ280 ×400
10	ホブ歯切り盤	M＝6　φ500	1	Y3150
11	竪型フライス盤	320 ×1,250	1	X52K
12	倣いフライス盤	150 ×250 ×250	1	X420
13	〃		1	自製品
14	万能フライス盤	320 ×1,250	4	X62W, X6232
15	平　削　盤	1,500 ×4,000	1	B2152
16	平面プレーナー	650	4	B665, B6050 , B650
17	スロッター	320	2	B5032 , B5020
18	弓　鋸　盤	φ220	1	G72
19	ＮＣ横中ぐり盤	1,000×1,250 ,　φ200	1	ZKS440
20	四柱液圧機	63 TON	1	BY32-63
21	橋式起重機	10 TON	6	
22	試験設備		3	
23	動的釣合試験機	0.1 ～100kg	4	
24	膨脹機試験設備		1	
25	空気圧縮機	21.5m³ ／min　8kg／cm²	5	
26	直流溶接機	45～375A　10KW	1	AR-300
27	交流溶接機	50～450A　22KVA	1	BS-330
28	蒸汽ボイラー		1	
29	バッテリー車	2 TON	1	

表IV－1－8－2　ＰＴ１０４用インペラー加工工程と加工時間

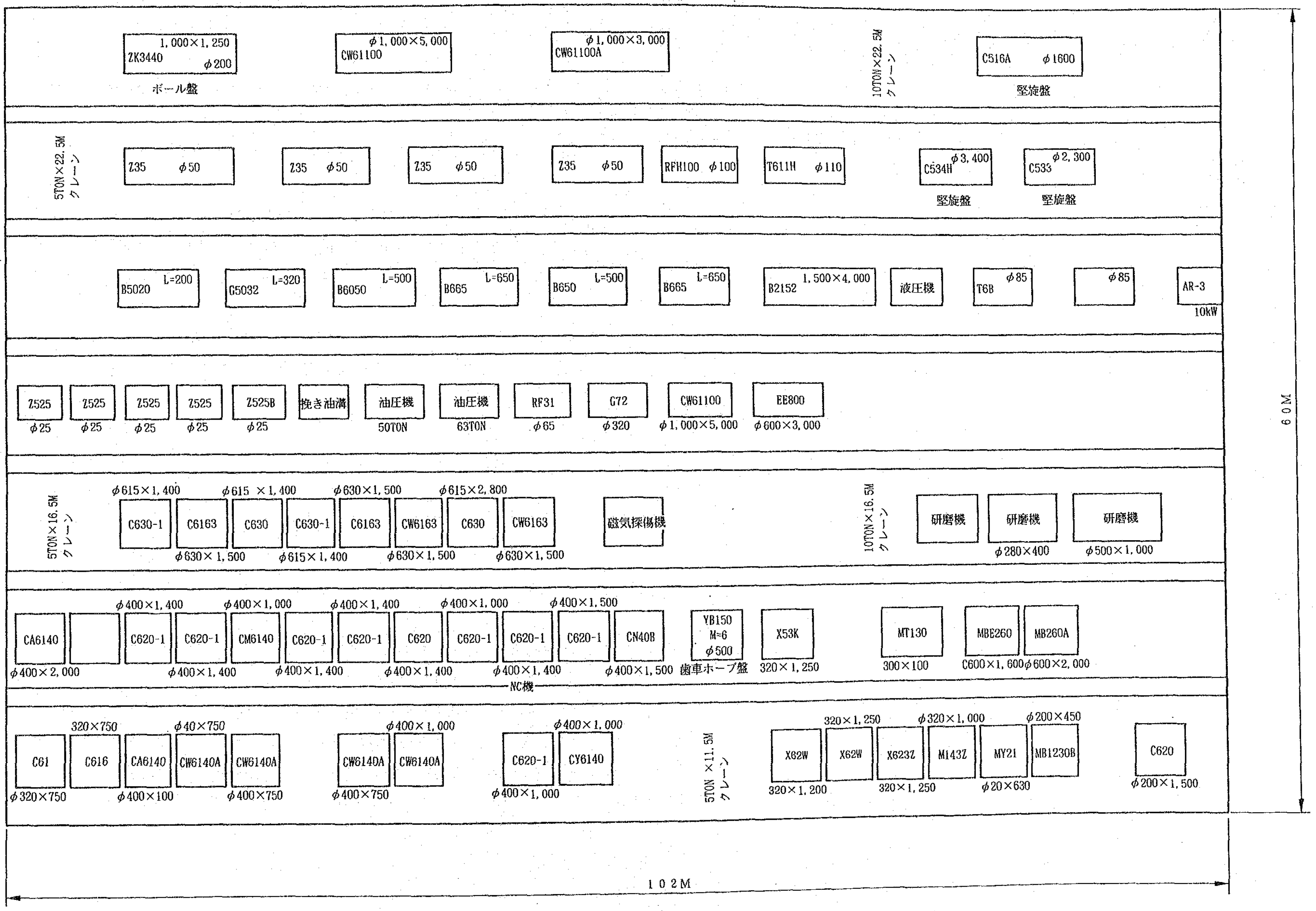
（単位：時間）

工程	鍛造	熱処理	旋盤	平削	熱処理	旋盤	熱処理	旋盤	手仕上	ｽﾛｯﾀｰ	放電加工	手仕上	ｱﾙﾏｲﾄ処理
加工時間	1.0 3.5	 0.4	0.7 2.0	0.5 1.0	 0.7	1.0 5.0	 0.4	1.0 5.0	0.2 0.4	0.5 1.4	2.0 150.0	1.0 64.0	 3.0

加工時間　7.9 時間（準備時間）
　　　　　236.8 時間（加工時間）

（注）加工時間の上段は準備時間、下段は加工時間を示す。

B：平削り盤，竪削り盤　C：旋盤　M：研削盤　T：中ぐり盤　X：フライス盤　Z：ボール盤



図IV－1－8－1　機械工場の主要設備配置

１－９　バルブ工場

１－９－１　バルブ工場の概要

四川空気分離設備廠のバルブ工場は、工場の広さが約５，２００Ｍ² で、人員構成は工場主任・副主任以下６グループで総員１１０名である。

工場の設備は、主要生産設備の８２台を含めて延べ１２８台を数えるが、総じて老朽設備が多い。

バルブ工場の製品の主力は、各種の低温弁、安全弁、調節弁などの８０種に及ぶバルブであるが、その他にも酸素圧縮機や空気圧縮機を製造しており、四川空気分離設備廠で使用する各種の標準部品の加工・組立ても担当している。

１－９－２　バルブ工場の設備

バルブ工場の生産設備の総数は１２８台に及んでいる。そのうちの主要なものは次の８２台である。

1)	金属切削機械	６６　台
2)	鍛圧設備	２　台
3)	揚重設備	６　台
4)	電気器具設備	５　台
5)	金属精練及び熱処理設備	１　台
6)	その他の設備	２　台

上記の８２台の主要生産設備を含めたバルブ工場の機器リストを表Ⅳ-1-9-1に、バルブ工場のレイアウトを図Ⅳ-1-9-1に示す。バルブ工場の建屋寸法は幅が５４Ｍ・長さが９６Ｍ（約 5,200Ｍ²）で、クレーンは４台（３TON が３台，５TON が１台）である。

四川空気分離設備廠の設備は、工場が生産を開始した1975年代のものが多く、総じて老朽化しているがバルブ工場の設備は特にこの傾向が顕著であり、1950年代の旋盤もまだ使用されており、1960～70年代の設備がほとんどである。

１－９－３　バルブ工場の組織と人員構成

バルブ工場には工場主任の他に、党支部書記をかねた工場副主任が配属されている。バルブ工場のラインとしては一般管理グループが９名、技術グループが11名、保全・調達グループが14名、工具・オペレータのグループが９名、直接作業員には機械工が３グループ３７名、組立工が３グループ２８名の総員１１０名の構成である。各グループにはグループ長あるいはグループの管理者がいて、それぞれのグループを統括・管理している。バルブ工場の組織図とその人員構成を図IV-1-9-2に示す。

１－９－４　バルブ工場の担当業務

バルブ工場の人員構成については前項で説明したが、各グループの主な担当業務は次のとうりである。

1) 工場主任 ……………… バルブ工場の生産、コスト、人事など全ての権限と責任を受け持っている。
2) 工場副主任 ……………… 工場主任の補佐を主とするも、バルブ工場の副主任は党支部書記を兼ねている。
3) 業務指導係 ……………… 操業計画ならびに生産スケージュールを担当している。
4) 材料係 ……………… バルブ工場の材料手配を主な業務にしている。
5) 設備係 ……………… 保全・調整グループのスタッフとしてバルブ工場の設備の維持・点検の責任を負うている。
6) 統計係 ……………… バルブ工場の工数集計を担当し、報告書を作成する任務を持っている。
7) 技術グループ ……………… 現場作業の技術サービスを一手に引き受けている。

１－９－５　バルブ工場設備の問題点

バルブ工場の製造設備の購入年代を表IV-1-9-2に示す。

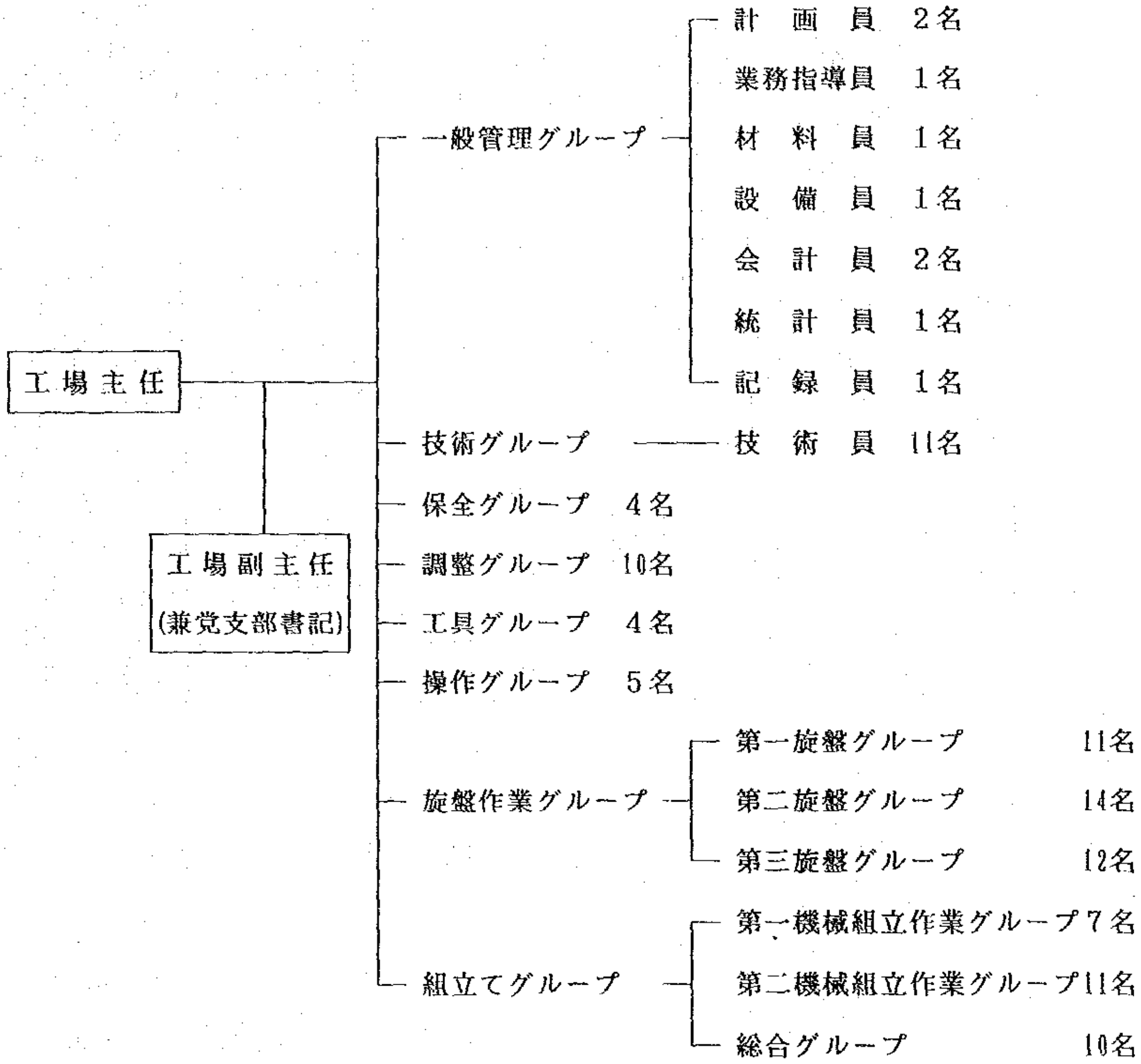
これによると設備台数５８台の内、60年代に購入した設備が２８台、70年代に購入したものが２５台あり、ほとんどの設備が10年～20年以上を経過している。設備の老朽化の傾向は全工場に共通しているが、特にバルブ工場が顕著である。

1988年度の工場別機械修理時間と機械停止時間を調査した。その結果をまとめたのが表IV-1-9-3である。この表からわかるようにバルブ工場の設備の修理時間がとびぬけて多い。

工場側も生産上の問題点として設備が古く、故障が多いことを第一に上げていたが、近代化計画の策定に当っては、機械精度の低下と生産効率の低い設備は逐次新鋭機械に置きかえることを検討すると共に、保全計画をたてて計画的にオーバーホール(Over haule)をすすめ、精度の維持と生産効率の向上に努める必要がある。

表Ⅳ－１－９－１　バルブ工場の主要設備

	名　　称	能　　力	台　数	備　考
1	竪　旋　盤	φ1,600	1	C516A
2	普　通　旋　盤	φ 400以下	33	
	〃	φ1,000 以下×3,000	6	
3	ボ　ー　ル　盤	φ 50　幅1,600	1	
4	中　ぐ　り　盤	φ 85　φ125	2	T68 , T6112
5	万　能　研　磨　盤	φ 315×1,400	2	MM1431, M131W
6	工　具　研　磨　盤	φ 200×630	1	M5M
7	平　面　研　磨　盤	200×630	1	M7120A
8	フ　ラ　イ　ス　盤	320×1,250	4	
9	プ　レ　ー　ナ　ー	1,000×3,000	1	B2010A
10	平面プレーナー	650	2	B665, B6050
11	ス　ロ　ッ　タ　ー		2	B5020 , B5030
12	四　柱　液　圧　機	63 TON	1	Y332-63
13	フィン成形機	φ40	1	Z28-40
14	起　重　機	5 TON	6	
15	空気圧縮機試験設備		1	set
16	バルブ低温試験台		1	set
17	空　気　圧　縮　機	350kg/cm²　0.1M³/min	1	P-0.1/350
18	高　圧　ポ　ン　プ	54M³/Hr　2,000kg/cm²	1	DSY3WG
19	直　流　溶　接　機	電圧25-40V　電流 25-500A	1	ZXG-500
20	交　流　溶　接　機	40A ×2KW	1	WSM5-40
21	交直両用溶接機	50～300A　18KW	1	
22	蒸　汽　ボ　イ　ラ　ー		1	set
23	水圧テスト装置		2	set
24	気密テスト装置		1	set



図IV－１－９－２　バルブ工場の組織および人員構成

表Ⅳ－１－９－２　製造設備の購入年代（バルブ工場）

（単位：台）

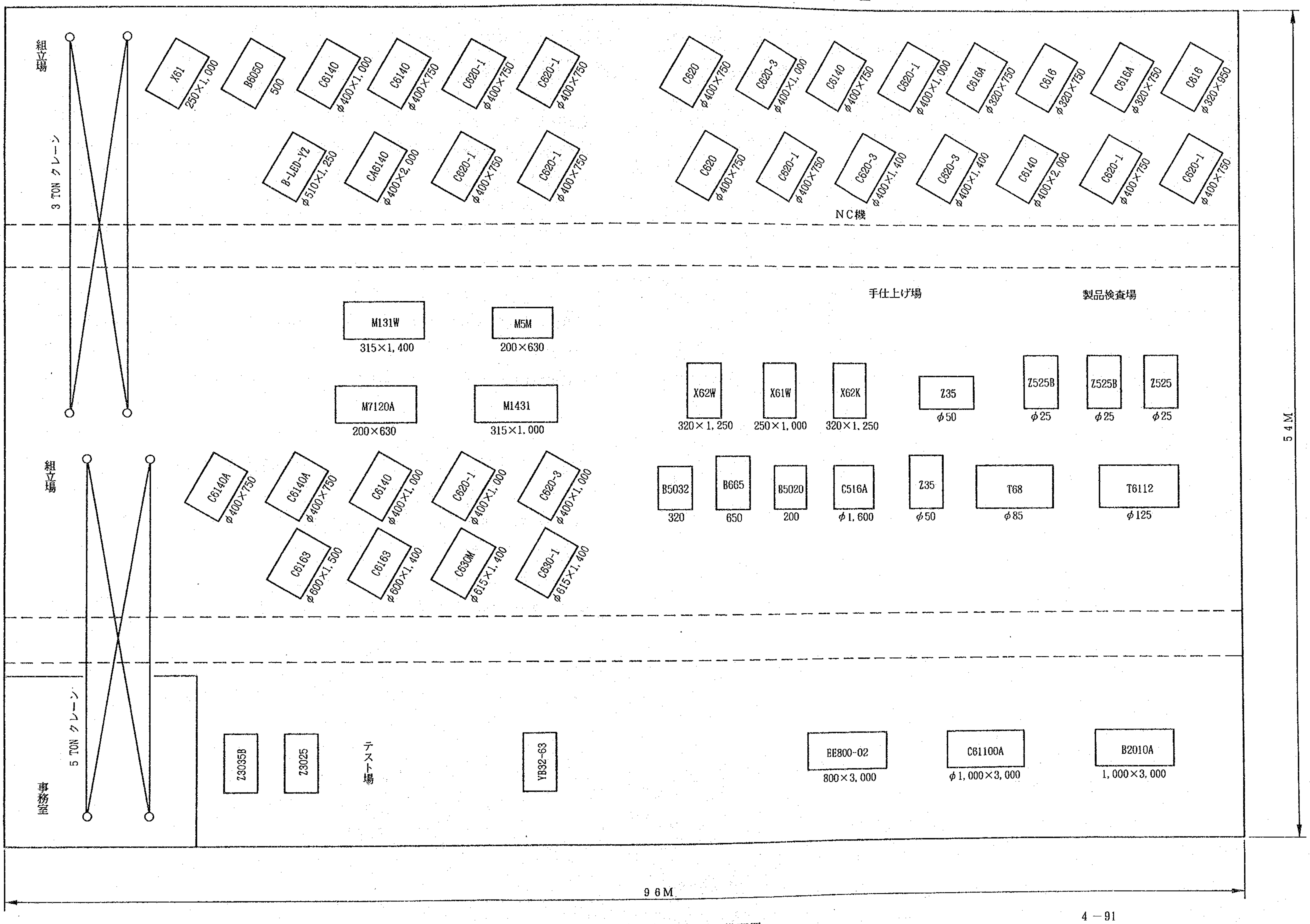
機種＼年代	５０年代	６０年代	７０年代	８０年代	合　計
旋盤（含竪旋盤）	1	15	15	3	34
ボール盤	0	4	1	0	5
ミーリング	0	1	3	0	4
研磨盤	0	3	1	0	4
中グリ盤	0	0	2	0	2
平削盤 セェーパー スロッター	0	3	2	1	6
その他	0	2	1	0	3
合　計	1	28	25	4	58

表Ⅳ－１－９－３　1988年工場別機械修理時間と機械停止時間

（単位：時間）

工場名	修理着手までの時間	修理に要した時間	機械が停止した時間
機械工場	413.30	636.00	1,049.30
バルブ工場	1,303.00	2,433.00	3,736.00
工具工場	550.00	762.00	1,312.00
機械修理工場	630.30	1,096.00	1,726.30
板金工場	374.30	831.30	1,205.60
製缶工場	1,052.30	235.30	1,287.60
鋳造工場	245.00	385.00	630.00
鍛造熱処理場	1,168.00	707.00	1,875.00
合金鋳造工場	0	0	0
合　計	5,736.20	7,085.60	12,821.80

B：平削り盤，竪削り盤　C：旋盤　M：研削盤　T：中ぐり盤　X：フライス盤　Z：ボール盤



図IV－1－9－1　バルブ工場の主要設備配置

１－１０　組立・試運転場

１－１０－１　組立・試運転場の概要

組立・試運転場は、四川空気分離設備廠の組織では機械工場に所属している。前述した機械工場の建屋に隣接して独立した作業場を有しているが、１８Ｍ×６０Ｍ（約１，０８０M^2）の組立・試運転場には塗装場も併設されており、更に組立て部品の置き場もかなりのスペースを占めている。組立と試運転の作業場としては極めて狭く、塗装場の塗料ミストが飛散するために環境も悪い。

１－１０－２　組立・試運転の設備

組立場には5TON の天井クレーンが１台設置されている。試運転場の設備は、往復圧縮機用の試運転ベースが２セット、膨脹タービン用の試運転ベースが１セット、合計３セット設置されている。試運転場の主要設備を表Ⅳ-1-10-1 に、組立・試運転場の主要設備配置を図Ⅳ-1-10-1 に示す。

１－１０－３　組立・試運転場の組織

組立・試運転場は、先に述べたように四川空気分離設備廠の組織では機械工場の所属になっている。機械工場の組織については、前に説明しているが、組立・試運転場の作業員はこの機械工場の組織表の中の組立一グループ・組立二グループ・塗装グループで構成されている。既に述べた機械工場の管理グループとサービス・グループのスタッフ部門は、機械工場全体として配属されているものなので、組立・試運転の作業の仕事も担当している。

なお、往復型酸素圧縮機１台の当作業場での工数実績は次のようになっている。

1)　組立工数　１２０　時間
2)　試運転工数　３５　時間
3)　開放・点検工数　２０　時間
4)　再組立・塗装・梱包の工数　１４０　時間

1－10－4　組立・試運転場設備の問題点

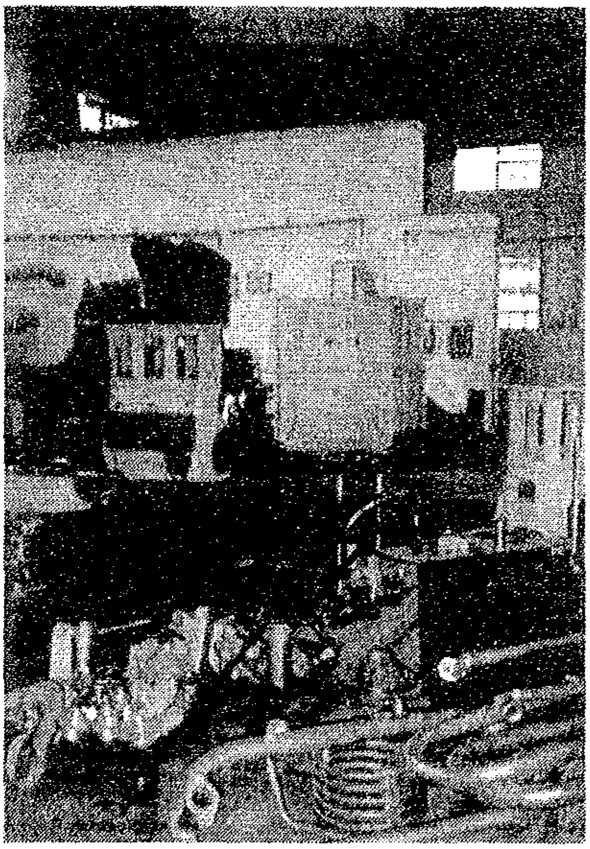
(1)　組立・試運転場の環境

出荷前の製品の品質を総合的に保証する工程が組立工程であり、試運転工程である。

組立場、試運転場は機械工場に所属しており、独立した建屋内にある。また同一建屋内に塗装工場がある。これらの工程は機械加工場に比べて非常に狭く、環境の悪いところで行われている。

この狭い場所に組立部品が乱雑に置かれ、組立前の部品を洗浄するタンクも見当たらなかった。また組立場の隣りには上部が吹き抜けた壁で仕切ってあるだけの塗装場があり、組立場への塗料ミストを防ぐための防塵対策はなされていない。

図Ⅳ-1-10-2 は酸素圧縮機を組立中の光景である。壁の向う側に塗装場がある。動く機械の最終製品品質を保証する場所としては根本から見直し、環境の改善を図る必要がある。



図Ⅳ－１－１０－２　酸素圧縮機組立作業

(2) 試運転設備

同一建屋に組立場に隣接して面積約18M×20Mの試運転場がある。

運転ベースは往復圧縮機用が2台、膨張タービン用として1台が固定化している。

吸入管、吐出管は圧縮機／膨張タービンの容量により、取替られるようになっているが、常時消音器も含めて固定されている。組立を完了した圧縮機／膨張タービンを運転ベースに据付け、吸入管、吐出管をとりつけ、試運転モータ（実機モータを使用することもある）と結合し試運転をする。

給油装置、冷却水装置も固定位置にあり、それぞれの配管をつなぎ込んでいる。

試運転用圧縮空気の空気源として往復圧縮機が4台設置されている。試運転は全機について無負荷試験と負荷試験を行うが、調査時には往復圧縮機1台の無負荷試験を行っていた。他の運転ベースは使用されていなかった。したがって運転後の設備管理の状況を調査できたが、配管は取外したまま放置され、その配管類の開口部は異物混入を防止するための処置は何もとられていない。

給油装置の整備も悪く、操作盤も無造作に放置され、計器類も検定されたあともみられない。また試運転に必要な計器類も完備されていない。

試運転設備は表Ⅳ-1-10-1に示されるが設備管理を含めた試運転設備を見直す必要がある。

(3) 運搬機器の不足

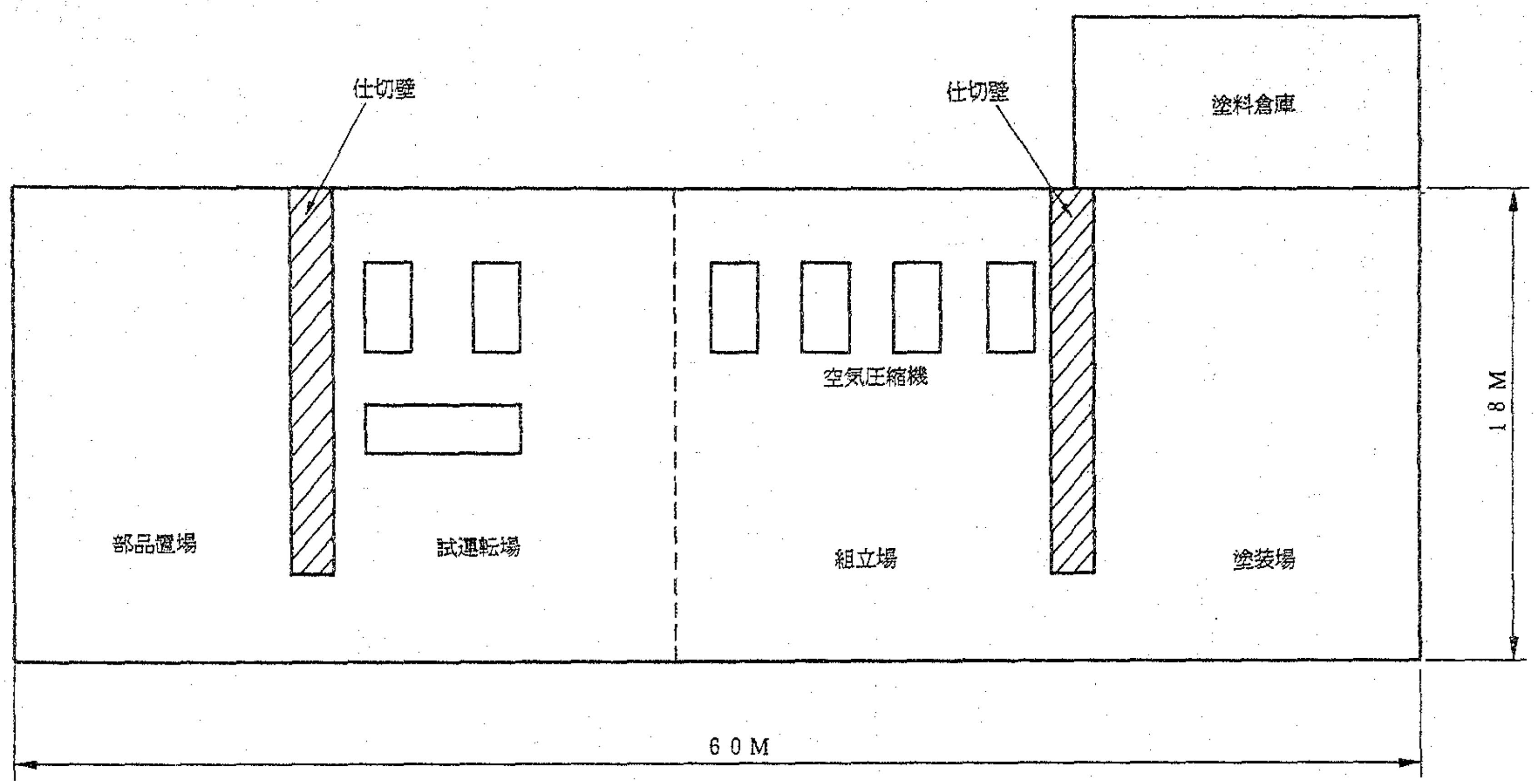
組立工程は部品の運搬作業の最も多い工程である。

18M×60Mの建屋内に組立場、試運転場、塗装場と部品置場があり、5TON 天井クレーン1基が運搬作業に供している。したがって少々の重量物も人力で運搬することが多くなり、またクレーン待ちの時間が発生し、生産効率を悪くしている。

クレーンの稼働率を調査し、必要なら天井クレーンを増設するか、壁クレーンの設置等の運搬機器の増強が必要である。

表Ⅳ－１－１０－１　試運転場の主要設備

１、膨脹タービン用試運転設備	１セット
(1) 電源総容量	５２６.２ KW
１３０　KWモーター	４台
４　KWモーター	１台
２.２KWモーター	１台
(2) 空気圧縮機	
８kg/㎠×２１.５M³／分	４台
(3) 給油装置	
低圧ポンプ　１.１M³／分	１台
中圧ポンプ　３　M³／分	１台
(4) 精密回転計等試運転用備品	１式
２．往復圧縮機用試運転設備	２セット
(1) 電源総容量	２３４.５ KW
１１０　KWモーター	１台
７５　KWモーター	１台
２８　KWモーター	１台
２１.５KWモーター	１台
(2) 総合起電盤(500V/300A)	１台
(3) 冷却水装置、給油装置等の試運転用補器設備	１式



図IV－1－10－1　組立・試運転場の配置図

1－11　機械修理工場

1－11－1　機械修理工場の概要

四川空気分離設備廠の機械修理工場は、後で述べる設備動力課の下部機構として四川空気分離設備廠のすべての生産設備の定期点検やオーバー・ホールさらには機械類の改造・修理までを担当している工場である。機械修理工場そのものの専属の作業員は１４グループの１２７名であるが、上部機構の設備動力課に機械修理工場の管理も兼ねた多数のスタッフが配属されている。機械修理工場の設備については、四川空気分離設備廠のすべての生産機械の修理に対応するために９２台もの主要機器類を備えている。

なお、1988年度の四川空気分離設備廠の機械類の維持・修理費は５９．３万元にも達しており、改造を含めた大修理の費用は３３万元であった。

1－11－2　機械修理工場の設備

機械修理工場の建屋は幅15M、長さが66Mと48Mの２棟が鍵形になっている。クレーンはそれぞれの棟に５TON と２TON が１台ずつ設置されている。機械修理工場の主要設備を表Ⅳ-1-11-1に、建屋寸法と機器の配置を図Ⅳ-1-11-1に示す。

1－11－3　機械修理工場の組織及び人員

機械修理工場は四川空気分離設備廠の組織では設備動力課の所属になっているが、機械修理工場を含めた設備動力課全体の組織については、後の項目で説明する。組織図とその人員構成も後述の図で示す。

機械修理工場の直接作業員は、下記のとうり１４グループに分かれており、総員１２７名である。

1) 総合グループ ……… １１　名
2) 標準グループ ……… １３　名
3) 旋盤グループ ……… ６　名
4) 電気溶接グループ ……… ８　名
5) 潤滑油グループ ……… ７　名
6) 配管グループ ……… ６　名
7) 保守・修理グループ ……… １０　名

8)	電気修理一グループ	11	名
9)	電気修理二グループ	10	名
10)	仕上げ工一グループ	12	名
11)	仕上げ工二グループ	5	名
12)	研磨・洗浄グループ	15	名
13)	塗装グループ	5	名
14)	クレーン・グループ	8	名
	合計	127	名

1－11－4 機械修理工場設備の問題点

(1) ねじ加工機の精度低下

全工場の工場別全製造設備の購入年代を調査した。表IV-1-11-2はその結果をまとめたものである。これからわかるように工作機械の大半が10～20年以上を経過しており、老朽化している。これに対応するため機械修理工場では年間補修計画を年度始めに立案し、補修対象機械の決定と補修費用、補修時期等を決め精度維持に努めている。工作機械の精度維持、向上のためには長ねじ（Ball screw）の精度が最重要であるが、現有のねじ加工機では３級のねじ精度を確保するのが限界である。工作機械用のねじ精度は１級が要求されるが、この精度を満足できるねじ加工設備がないため、別公司か、外注に頼っている。

全工場的にみて老朽化の進んでいる工作機械の精度向上は最優先すべきことであるので、工作機械の精度に重要な影響を与える長ねじ加工機の更新は早期に実施すべきことである。

(2) 溶接機補修後のテストは設備がない

溶接機の修理は機械修理工場に持込み行っているが、修理後の確認テストを実施する装置がなく、確認テストは板金工場と製缶工場に持込んで実施している。このテストで時々不具合がでて再修理をすることがあるが、この場合再度機械修理工場に持込んでいる。修理後のテストは完全に実施し、製造の場に持込むことに規則で定められているが、現状ではできない。安全上からも補修後のテスト装置を設置する必要がある。

表IV－１－11－１　機械修理工場の主要設備

	名称	能力	台数	備考
1	旋盤	MAX φ1,000 ×3,000	12	
2	ボール盤	φ50	2	Z35
3	横中ぐり盤	主軸　φ85	1	T68
4	研磨盤	φ500 ×2,000	6	
5	歯車切削機	M8　φ800	6	
6	フライス盤	320 ×1,250	3	
7	プレーナー	1,000 ×3,000	3	
8	スロッター	200	1	B5020
9	キー溝切削機	20 TON　1,600	1	L6120
10	鍛圧設備	MAX　63 TON	3	
11	起重機、運輸設備	MAX　5 TON、2 TON	9	
12	動力電気設備		42	
	発電機	135PS	(1)	
	加熱炉	4 TON	(2)	K2L-4-13
	変圧機	MAX 750KVA	(23)	

表Ⅳ－１－１１－２　工作機械の製造年代（天井クレーンは含まず）

1.　機械工場

（単位：台）

	50年代	60年代	70年代	80年代	合　計
旋盤（含竪旋盤）	0	6	25	5	36
ボール盤（前孔加工機）	1	4	5	1	11
ミーリング	0	1	2	1	4
研磨盤	0	1	7	1	9
中グリ盤	0	0	3	0	3
平削盤／スロッター／シェーパー	1	1	5	0	7
その他	1	2	5	0	8
	2	15	52	8	77

2.　バルブ工場

	50年代	60年代	70年代	80年代	合　計
旋盤（含竪旋盤）	1	15	15	3	34
ボール盤	0	4	1	0	5
ミーリング	0	1	3	0	4
研磨盤	0	3	1	0	4
中グリ盤	0	0	2	0	2
平削盤／スロッター／シェーパー	0	3	2	1	6
その他	0	2	1	0	3
	1	28	25	4	58

3. 機械修理工場

	50年代	60年代	70年代	80年代	合 計
旋 盤	0	0	9	3	12
ボール盤	0	1	2	0	3
ミーリング	0	0	2	1	3
研 磨 盤	0	0	5	0	5
中グリ盤	0	0	1	0	1
平 削 盤 スロッター シェーパー	0	2	3	0	5
そ の 他	0	3	5	1	9
	0	6	27	5	38

4. 工具工場

	50年代	60年代	70年代	80年代	合 計
旋 盤	1	2	7	3	13
ボール盤	0	0	2	0	2
ミーリング	0	2	2	0	4
研 磨 盤	0	2	6	0	8
中グリ盤	0	1	1	0	2
平 削 盤 スロッター シェーパー	0	2	4	0	6
そ の 他	0	0	4	2	6
	1	9	26	5	41

5. 鍛造工場

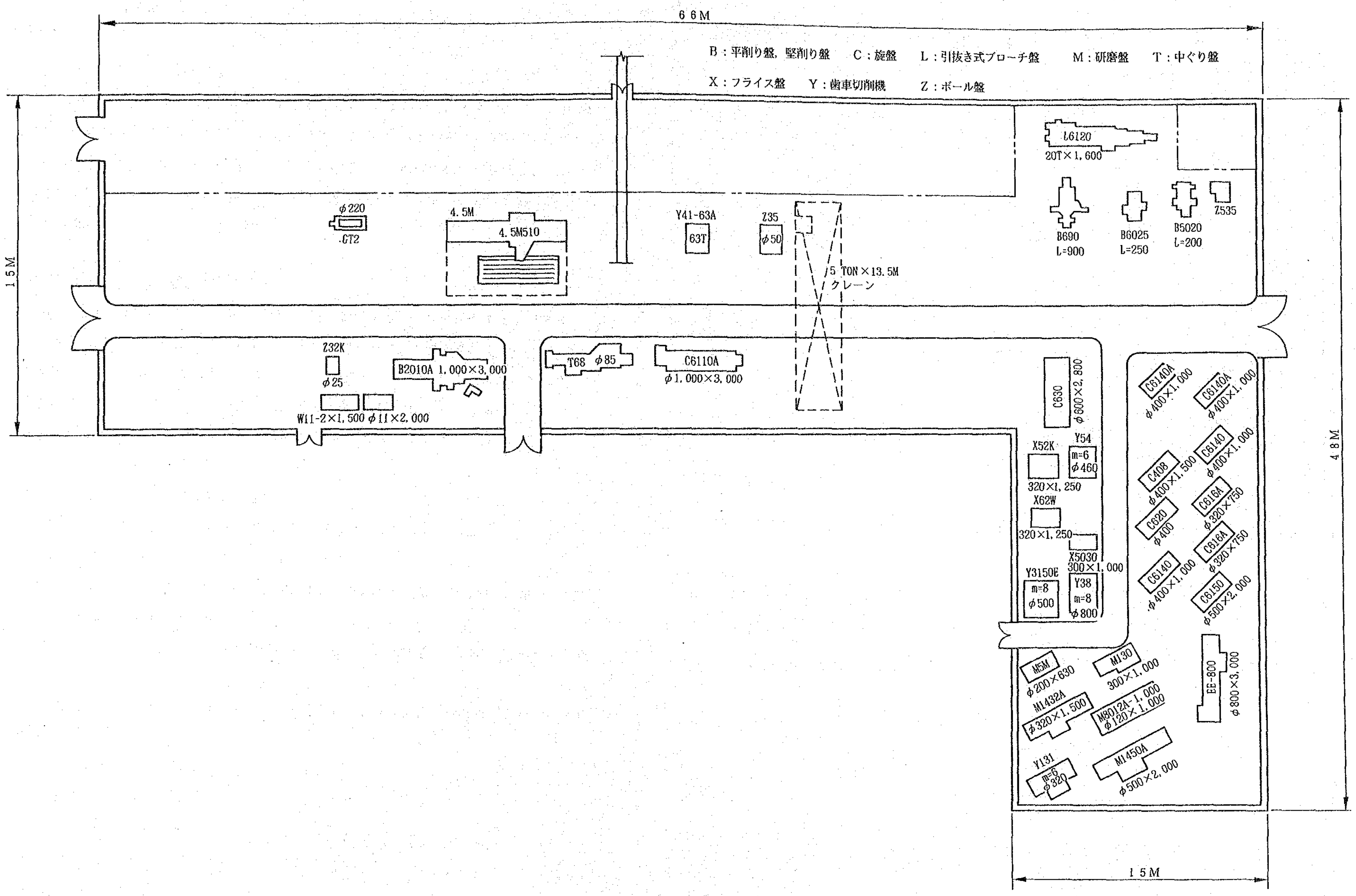
	50年代	60年代	70年代	80年代	合　計
蒸気ハンマー	0	0	1	0	1
空気ハンマー	1	1	1	0	3
電気加熱炉	0	0	2	0	2
天然ガス加熱炉	0	0	4	0	4
	1	1	8	0	10

6. 鋳造工場

	50年代	60年代	70年代	80年代	合　計
３Ｔキュポラー	0	0	1	0	1
焼　鈍　炉	0	0	0	1	1
乾　燥　炉	0	0	2	1	3
砂処理装置	0	0	3	0	3
そ　の　他	0	1	5	1	7
	0	1	11	3	25

7. 合金鋳造工場

	50年代	60年代	70年代	80年代	合　計
中周波数誘導電気炉	0	0	0	1	1
低周波数誘導電気炉	0	0	2	0	2
アルミルツボ	0	2	0	0	2
銅ルツボ	0	2	0	0	2
遠心鋳造機	0	0	2	0	2
乾　燥　炉	0	0	2	0	2
砂混合機	0	0	1	1	2
そ　の　他	1	1	5	2	9
	1	5	12	4	22



図Ⅳ－１－１１－１　機械修理工場の主要設備配置

１－１２　工具工場

１－１２－１　工具工場の概要

四川空気分離設備廠の工具工場は、生産工場を支援するために廠内で使用する工具類の製作や補修を行っている。工具工場には延べ数にして５１台もの機器類が設置されている。これらは生産部品の加工には使用されていないので、その稼働率はかなり低い。工具工場の人員構成としては、主任１名に工具工場の作業員が７０名、倉庫管理の６名の合計７７名である。

１－１２－２　工具工場の設備

工具工場には旋盤、フライス盤、プレーナー、研磨盤等一通りの工作機械が延べ数にして５１台設置されている。表Ⅳ-1-12-1に主要設備を示す。主要設備の４８台の中には、ジグボーラ、万能ねじ研磨盤、曲線グラインダーというような高価で高精度の専用機が恒温室に設置されている。工具工場の設備配置を図Ⅳ-1-12-1に示す。工場の幅は１８Ｍ、長さが８４Ｍ（約１，５００$Ｍ^2$）の建屋に5TON のクレーンが１台設置されている。

１－１２－３　工具工場の組織と担当業務

工具工場の組織は、主任の配下に工具工場の７０名と工具の倉庫管理の６名の合計７７名である。図Ⅳ-1-12-2 に工具工場の組織図を示す。

主任は、四川空気分離設備廠の生産管理課と密接な関係を採りながら廠内の生産用治工具の増設や補修の基本計画を行っている。

倉庫管理の６名は廠内の全ての生産用治工具について、製作手配・購買・保管などの管理を担当している。

工具工場の７０名は、下記の８グループに分かれており人員構成はそれぞれ次のとおりである。

1)　行政グループ ……………… １２　名
2)　旋盤グループ ……………… １１　名
3)　フライス盤グループ ……… ７　名
4)　研磨グループ ……………… ５　名
5)　切削グループ ……………… ９　名