

規格値 0.0015 mm を越えた真円度比率は

#195加工ライン	7.1%
#140加工ライン	0%
#125加工ライン	10.7%
#160加工ライン	0%

である。また 最大規格寸法 0.0015 mm の真円度比率は

#195加工ライン	7.1%
#140加工ライン	14.3%
#125加工ライン	14.3%
#160加工ライン	0%

である。

表3.1.3-16 円筒度 単位：個

加工ライン名 円筒度 mm	#195	#140	#125
0	1		2
0.0005			
0.001	25	11	20
0.0015	2	13	4
0.002		3	1
0.0025			1
0.003		1	

規格値 0.0015 mm を越えた円筒度比率は

#195加工ライン	0%
#140加工ライン	14.3%
#125加工ライン	7.1%

である。また最大規格寸法の 0.0015 mm の円筒度比率は

#195加工ライン	7.1%
#140加工ライン	46.4%
#125加工ライン	14.3%

である。

また、ピン孔の面粗度は、ピストン95-3A機種 2個の測定結果 Ra 0.63, Ra 0.65 であり、規格値 Ra 0.63(▽8) に対し、ほぼ満足している。以上のことより、ピン孔仕上工程の品質安定性は十分とはいえない。機械の精度およびボーリング工具の材質、形状等の見直しが必要と思われる。

1) 外径研削工程

各加工ラインの工程能力は、工程能力指数表に示す通りである。外径寸法に対して、#195, #140, #175ラインの工程は工程能力が、十分ではなく #125, #160ラインの工程は十分である。しかし、#125, #160ラインの工程の規格値幅は他のラインと比較して広い。よって他のラインと同じ規格値幅にした場合は

＃125ラインの外径寸法工程能力指数	0.681
＃160ラインの外径A寸法工程能力指数	1.211
＃160ラインの外径B寸法工程能力指数	1.005

となり、両ラインとも十分とはいえない。

また、#195, #140, #125ラインの外径寸法のバラツキ幅は 0.03 ~ 0.045 mm であり、規格値幅に対しバラツキが大きい。

原因として

- 計測器の精度
- 切込み量の目盛読み取り誤差
- 機械の精度

等が考えられる。

#195, #125, #175ラインのテーパのバラツキ幅は 0.03 ~ 0.035 mm であり、規格値幅 0.02 mm に対して、バラツキが大きい。

原因として

- 研削加工は、ピストンの端面内径面とセンター穴使用の加工方法であるため、機械のセンターとピストン取付治具との同軸度
- ピストンの端面内径面とセンター穴の精度(同軸度)

○ #195, #140ラインでは、ピストンに、センター穴用治具を取り付け加工を行っているため、ピストンの外径とセンター穴用治具の間隙および取付治具の精度

等が考えられる。

外径の面粗度は、ピストン95-3A機種の2個の測定結果 Ra 1.20, Ra 1.00であり、規格値 Ra 1.25(▽7) に対し満足している。

以上のことより、外径研削工程の品質安定性は、十分とはいえない。機械の精度および加工方法等の見直しが必要と思われる。

3) 溝仕上工程

工程能力指数表に示す通り、#175ラインを除いた他のラインは、十分直角度の工程能力がある。しかしながら、最近、溝の加工精度に対する要求が高くなってきている。例えば直角度の規格値幅が、0.14mmから0.10mmになってきている。

この要求に対する現状の工程能力を分析すると

#195ライン	0.946
#140ライン	1.262
#125ライン	0.995
#175ライン	0.597
#160ライン	1.221

の工程能力指数となり、各ラインの工程能力は十分とはいえない結果になる。したがって今後のことを考えると機械の精度および刃物の材質、形状等の見直しが必要と思われる。

また、溝部の加工を研削している新機種のピストンがある。このピストンは、頭部が鋼製の組合せピストンであり、熱処理されている。硬度はHRC65で溝幅4mmのピストンである。砥石の材質は酸化アルミニウム(Al_2O_3)で砥石成形を行って研削加工しているが、品質の安定が不足している。

溝の研削加工する場合は、形状が問題であり、溝形状が直角の場合は、砥石の摩耗がはげしく、精度維持は困難である。したがって、溝の研削加工は両側に角度のある形状が必要である。

3.1.4 工程内検査

- ① 全加工ライン、粗加工工程は、30分に1回、仕上加工工程は10分に1回3～5個の抜取り検査である。各工程の工程能力に適合した検査方法が必要と思われる。
- ② 生産要員は、寸法確認検査だけを行い記録しない。品質管理、工程管理を行うためには、記録する必要がある。
- ③ 巡回検査員が、ライン全体を1日3～5日検査を行い、かつ記録用紙に記入している。
- ④ 全加工ライン、各工程毎の加工寸法図（工作図）がある。加工寸法図に基づき、生産要員が不良品（再加工品）と廃却品の判断を行っている。
- ⑤ 各工程の計測器類は、表3.1.4-1の通りである。

表3.1.4-1 各工程の計測器類

工程名（加工箇所）	計測器類
端面内径粗加工	内径通止専用ゲージ（Gauge）、テップゲージ（Depth Gauge） ダイヤルゲージ（Dial Gauge）付専用器具
外径、溝、頭部粗加工	ノギス（Vernier Caliper）、マイクロメーター （Micrometer）、外径パス（outside calipers）
内面内径仕上加工	内径通止専用ゲージ、マイクロメーター
ピン孔粗加工	孔径通止専用ゲージ、マイクロメーター
溝仕上加工	溝巾通止専用ゲージ、ダイヤルゲージ付専用器具
外径仕上加工	マイクロメーター
ピン孔仕上加工	エアマイクロメーター（Air Micrometer）、孔径通止専用ゲージ
クリップ溝加工	専用ノギス、間隔通止専用ゲージ
バニッシング加工	エアマイクロメーター、孔径通止専用ゲージ
外径研削加工	マイクロメーター、ダイヤルゲージ
頭部仕上加工	マイクロメーター

マイクロメーター(Micrometer)の計測器は、計測する生産要員により測定寸法が変わる。すなわち、測定誤差が大きい。規格値巾のきびしい仕上寸法測定には、不適當な計測器と思われる。したがって、ピストンの計測には、規格寸法基準用ゲージブロック(Gauge Block) とダイヤルゲージ(Dial Gauge) の組合せによる計測器類が必要と考えられる。

- ⑥ 加工品の面粗度検査は、機種切換えの時、粗度計測器で検査を行っている。刃物の交換時および日常の検査は、目視である。品質管理上、検査方法の検討が必要と考えられる。

3.2 改善策

3.2.1 生産能力の増大

現状の生産要員で、生産量を倍増するためには現在の機械設備の改造と作業体制の見直し、さらに新規機械設備の増設が必要である。

① 機械設備の改造

現在の機械設備を改造する着眼点として、まず、切削送りの自動化、次に機械精度の向上と作業の容易化による機械の多台使用作業の実現化があげられる。現状調査によると、現在の稼働機械設備のおよそ60%が手送り作業を必要とする。また機械の精度については、およそ75%の機械について問題がある。これらの問題を解決する機械設備の改造を実施すれば、その効果として生産性は、現状のおよそ2倍になる。すなわち、現状の約半分の人員で、現在の生産量を賄うことができる。

機械設備の改造の着眼点について、その主な内容を次にあげる。

a. 自動化

a-1 油孔加工では、#195ラインおよび#140ラインの自動多軸穿孔専用機を除いて、他は全部手動作業である。これらを比較的簡単に穿孔軸を、往復自動化することで、機械の自動化が可能である。

a-2 端面内径加工の不良率は、全体のおよそ24%である。機械の自動化を実施する前に、機械の精度および加工方法の見直しが必要である。

a-3 切削完了後、手動で刃物台を移動している工程が多い。これらの工程に油圧装置を設け機械送りから油圧送りに変えることで機械の自動化が可能である。

a-4 バニッシング (burnishing) 加工は、手作業であるが、しかし、機械は直立ボール盤であるので、機械の自動化は無理と考える。よって新規機械の導入が必要である。

b. 作業の容易化

各機械加工ラインで、加工対象機種の変更時に、多大な段取り替え時間を要している。これについて以下のとおり改善を実施すれば大巾な段取り替え時間の短縮ができ、生産性を向上させることができる。

b-1 現状では、鋳鉄製の旋削しただけの粗加工品治具を専用機にとりつけて、ピストンに合わせて治具を調整している。これに多大な時間を消費しているため、治具の精度を向上させて、段取り替え時間の短縮を図る。

- 機械の主軸端面および刃物台位置の測定をして、治具の製作標準化を図る。

- 治具の焼入れを行い、治具の摩耗を防止する。

- 焼入れした治具の研削精度を向上させ、設計標準寸法を維持して、治具の交換精度維持につとめる。

b-2 現状では、切削工具の研削は各職場の生産要員が行っている。したがって、その作業時間だけ生産量は低下している。よって切削工具は、標準化して集中研削管理方式とし、生産要員の切削工具の研削作業による生産量の低下を防止する。

b-3 切削工具取り付けの現状は、一旦切削工具を刃物台に仮締めして、平行度、刃物高さの確認と調整を行っている。さらに試し加工を行って寸法調節している。これらにかなりの時間を費やしている。

よって、平行度、刃物高さは、切削工具の集中管理方式で、標準化を行い、寸法調節には、刃物台に切削工具の出し入れ微量調節装置を設けて、寸法調節の迅速化を図る。

② 機械加工ラインの増設

前記現有機械設備の改造だけでは、現状生産量の倍増には対応できなく、ラインの増設が必要である。

現有機械設備の改造による生産量は表3.2.1-1のとおりである。

表3.2.1-1

加工ライン名	現状生産量		設備改善後生産量	
	人員	生産量 個/年	人員	生産量 個/年
#195 ライン	31	275,000	7×2直	311,040
#140 ライン	32	170,642	9×2直	311,040
#125 ライン	30	186,071	10×2直	248,832
#175 ライン	31	270,800	8×2直	355,392
#160 ライン	19	31,685	19	31,685
合計	143	934,198	87	1,257,989

生産量目標の 200万個に対しては、742,011個が不足することになり、この分を新規機械設備で、補う必要がある。

新規機械設備の生産能力としては1ラインあたり 15000個/直・月が予測されるので

$$\begin{aligned}
 & (742,011 \text{ 個} \div 12 \text{ ヶ月}) \div (15000 \text{ 個} / \text{直} \cdot \text{月} \times 2 \text{ 直}) \\
 & = 2.06 \quad \text{約} 2 \text{ ライン}
 \end{aligned}$$

すなわち、新規機械設備としての増設は2ラインで不足個数の生産は可能である。

したがって、現有機械設備の改造と2ライン新規機械設備の増設で200万個の生産が可能となる。新設ライン1ライン1直に対しての生産要員は、9名必要である。よって新設ライン2ラインの生産要員は36名が必要となる。したがって200万個の生産に対しては123名の生産要員で賅うことができる。

3.2.2 不良率の低減

不良率を低減するためには、各工程の工程能力を十分に発揮して品質を安定させることが大切である。現状調査では、全体的に工程能力は十分とはいえない結果がでている。しかしながら、工程能力には機械のバラツキ、作業のバラツキを含んでいるので、今後とも工場側で工程の調査を継続し、原因を追求して、機械の能力を十分に発揮させることが必要と考える。また粗度不良に対しては切削条件の送りおよび刃物の形状管理を行うことが必要と思われる。品質面に対する改善策は次の通りである。

① 端面内径加工方法

端面内径加工は、現状、粗加工、仕上加工の2分割の加工を行っている。しかしこの工程は、加工上の基準となる工程であるため、品質の安定上2分割加工から仕上加工1工程に加工方法を変更すべきである。理由として、ピストンの燃焼室の深さ寸法を例にとると、現状ではこの深さ寸法に関する工程は端面内径粗加工、外径溝頭部粗加工、端面内径仕上加工、頭部仕上加工の4工程である。したがって、ピストンの燃焼室の深さ寸法の規格値を4工程に分割するため各工程の規格値がきびしくなり、工程能力維持が難しくなる。よって品質が不安定となる。仕上加工1工程にした場合は、燃焼室の深さ寸法に関する工程は、端面内径仕上加工と頭部仕上加工工程の2工程となり、外径溝頭部粗加工工程は、深さ寸法に関係がなくなる。よって工程の規格値が広くなり、品質の安定化が可能となる。また、機種切換え時間が2台分から1台分に短縮され、作業能率が向上する。以上のことより現状の2分割加工方法を、仕上加工1工程に変更すべきである。

② ピン孔仕上加工

寸法のバラツキは機械精度だけでなく、切削工具の剛性も関係する。ピン孔径14mmの寸法のバラツキは剛性が大きな問題と考える。よって切削工具を改善することにより、寸法が安定すると考える。例として、切削工具の参考資料図4.3-13を参照。しかし、温度による機械精度の変化、刃物の摩耗、加工品の硬度のバラツキ等を考慮して寸法のバラツキを0.005mm以内に常に維持することは困難である。したがって寸法測定後、迅速に寸法補正できる刃

具補正装置(補正量 0.001mm)付機械の設置が必要である。

③ 外径研削加工

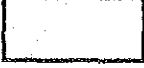
工程能力が十分でないのは機械精度だけでなく、生産要員のくり返し動作、すなわち切込み量の目盛り合せ動作が大きな要因と考えられる。しかし現状の加工方法では、この動作を省くことができない。したがって量産に対する品質の安定化を計るためには、他の方法を考える必要がある。例えば倣いカム(cam)による加工方法である。この加工方法では、研削加工より生産個数は減少するが、立体形状の加工が可能である。また頭部の外径とスカート(skirt)部の外径が同時加工できるため同心度の安定性が可能となり、品質が向上する。よって倣いカムによる加工方法が必要である。

④ 計測機器の見直し


ピン孔仕上工程で、孔径通止ゲージ(Gauge)で検査を行っているラインがある。通止ゲージの検査の場合、孔の形が真円でないとき通り側ゲージで、孔のどの部分も最小許容寸法より大きいことが分るが、止り側ゲージで合格したからといって、必ずしもどの部分も最大許容寸法より小さいとはいえない。また孔が、真円であっても、孔の軸線が真直でない場合や軸方向に断面が大きく変っている場合は、十分な検査ができない。よって製品に対して、重要性の高いピン孔仕上工程の検査にはエアーマイクロメーター(Air Micrometer)を使用すべきである。


外径寸法の計測にマイクロメーター(Micrometer)を使用しているが、永く使う間にネジ(screw)とナット(nut)が摩耗して、正しい寸法を示さなくなることもある。1日1回はゲージブロック(Gauge Block)で、目盛の零点を確認することが必要である。また、計測する生産要員の測定力により寸法が変わることがあるため、測定誤差がでる。よって規格値のきびしい寸法測定には、ゲージブロックとダイヤルゲージ(Dial Gauge)の組合せによる計測器を使用すべきである。量産品には専用の外径エアーマイクロメーター(Air Micrometer)を使用することもある。

以上の改善に対して、各加工ラインの改善後の工程別サイクルタイム(cycle time)と生産要員は表3.2-1～表3.2-4に示す。また改善後の各加工ラインのレイアウト(Lay Out)は図3.2-1～図3.2-3に示す。図の中の

 は 新設機械

番号

 は 現有機械

 は 改造機械

である。

新設ラインの設置場所はピストン機械加工第1工場の195自動機と並列に1ライン設置することが可能である。しかし後1ラインの設置場所がない。したがって新設ラインの増設に伴い、工場の増築が必要と考える。その案として、ピストン機械加工第2工場と第3工場の間を連結して、1棟の工場に改築して、新設ライン1ラインを設置する。増築場所と新設ラインの設置場所は図3.2-4に示す。また、新設ラインのレイアウトは図3.2-5～図3.2-6に示す。

表 3.2-1 #195加工ライン改善後サイクルタイム (cycle time)



工程 順位	工程 (加工箇所)	人 員	工程内の動作時間  手作業時間  機械自動運転時間 (秒)	加工品1個 当りの時間 (秒)	1日の生産 個数
01	端面内径仕上加工	1		35	617
	外径溝頭部粗加工				
02	ピン孔粗加工	1		34	635
	溝、ピンボス油孔加工				
03	外径中仕上加工	1		37	583
	溝仕上加工				
04	ピン孔仕上加工	1		40	540
	クリップ溝加工				
05	ピン孔内面取加工	1		37	583
	パニッシング加工				
06	外径倣い仕上加工	1		37.5	576
	↑				
	↑				

表 3.2-2 井140加工ライン改善後サイクルタイム (cycle time)

工程 順位	工程 (加工箇所)	人 員	工程内の動作時間 <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> 手作業時間 <div style="width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 5px; margin-left: 10px;"></div> 機械自動運転時間 (秒) </div>	加工品1個 当りの時間 (秒)	1日の生産 個数
01	端面内径仕上加工	1		35	617
	外径溝頭部粗加工				
02	ピン孔粗加工	1		34	635
	溝、ピンボス油孔加工				
03	外径中仕上加工	1		37	583
	溝仕上加工				
04	ピン孔仕上加工	1		40	540
	クリップ溝加工				
05	ピン孔内面取加工	1		37	583
	パニッシング加工				
06	外径微い仕上加工	1		37.5	576
	↑				
	↑				
07	頭部仕上加工	1		39	553

表 3.2-3 #125加工ライン改善後サイクルタイム (cycle time)




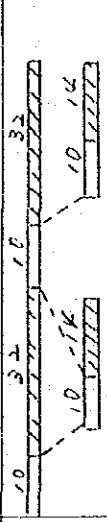
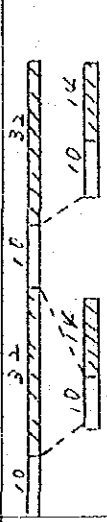
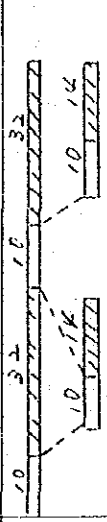

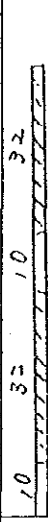
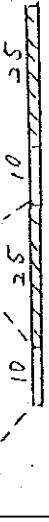
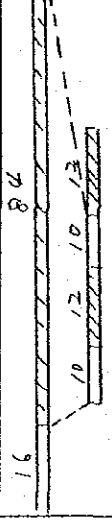
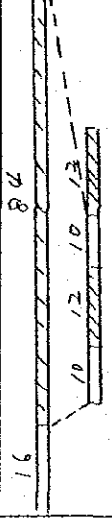


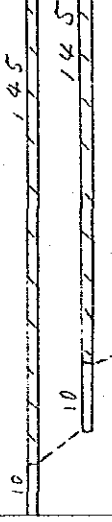

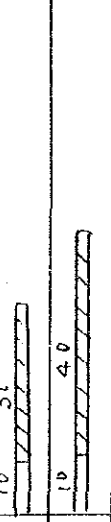
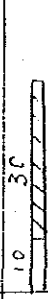

工程 順位	工程 (加工箇所)	人員	工程内の動作時間  手作業時間  機械自動運転時間 (秒)	加工品1個 当分の時間(秒)	1日の生産 個数
01	端面内径仕上加工	1		37	583
	外径溝頭部粗加工				
02	ピン孔粗加工	1		42	514
	ピンボス油孔加工				
03	溝油孔加工	1		30	720
04	外径中仕上加工	1		35	617
	溝仕上加工				
05	ピン孔仕上加工	1		50	432
	クリップ溝加工				
06	ピン孔内面取加工	1		45	480
	パニッシング加工				
07	外径微い仕上加工	1		39	553
	↑				
	↑				
08	頭部粗加工	1		40	540
09	頭部仕上加工	1		50	432

表 3.2-4 井175加工ライン改善後サイクルタイム (cycle time)

工程 順位	工程 (加工箇所)	人 員	工程内の動作時間 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></div> 手作業時間 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> 機械自動運転時間 (秒) </div>	加工品1個 当りの時間 (秒)	1日の生産 個数
01	端面内径仕上加工	1		30	720
	外径溝頭部粗加工				
02	ピン孔粗加工	1		34	635
	ピンボス油孔加工				
03	スロット切加工	1		30	720
	スロット切加工				
04	外径中仕上加工	1		34	635
	溝仕上加工				
05	ピン孔仕上加工	1		33	654
	クリップ溝加工				
06	パニッシング加工	1		35	617
	外径微い仕上加工				
07	↑ 頭部仕上加工	1		26	830

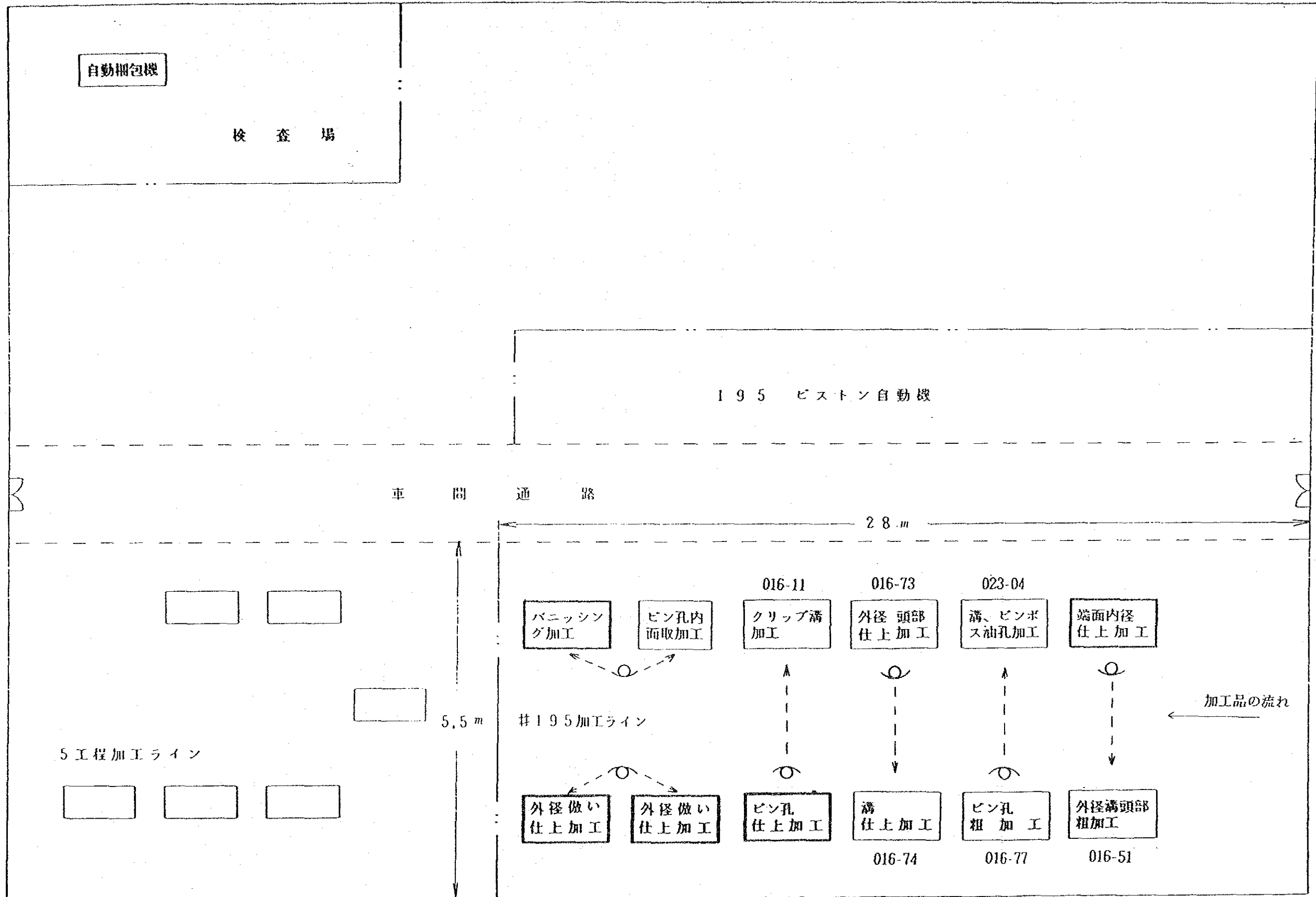


図3.2.-1 #195加工ライン改善後のレイアウト (Lay Out)

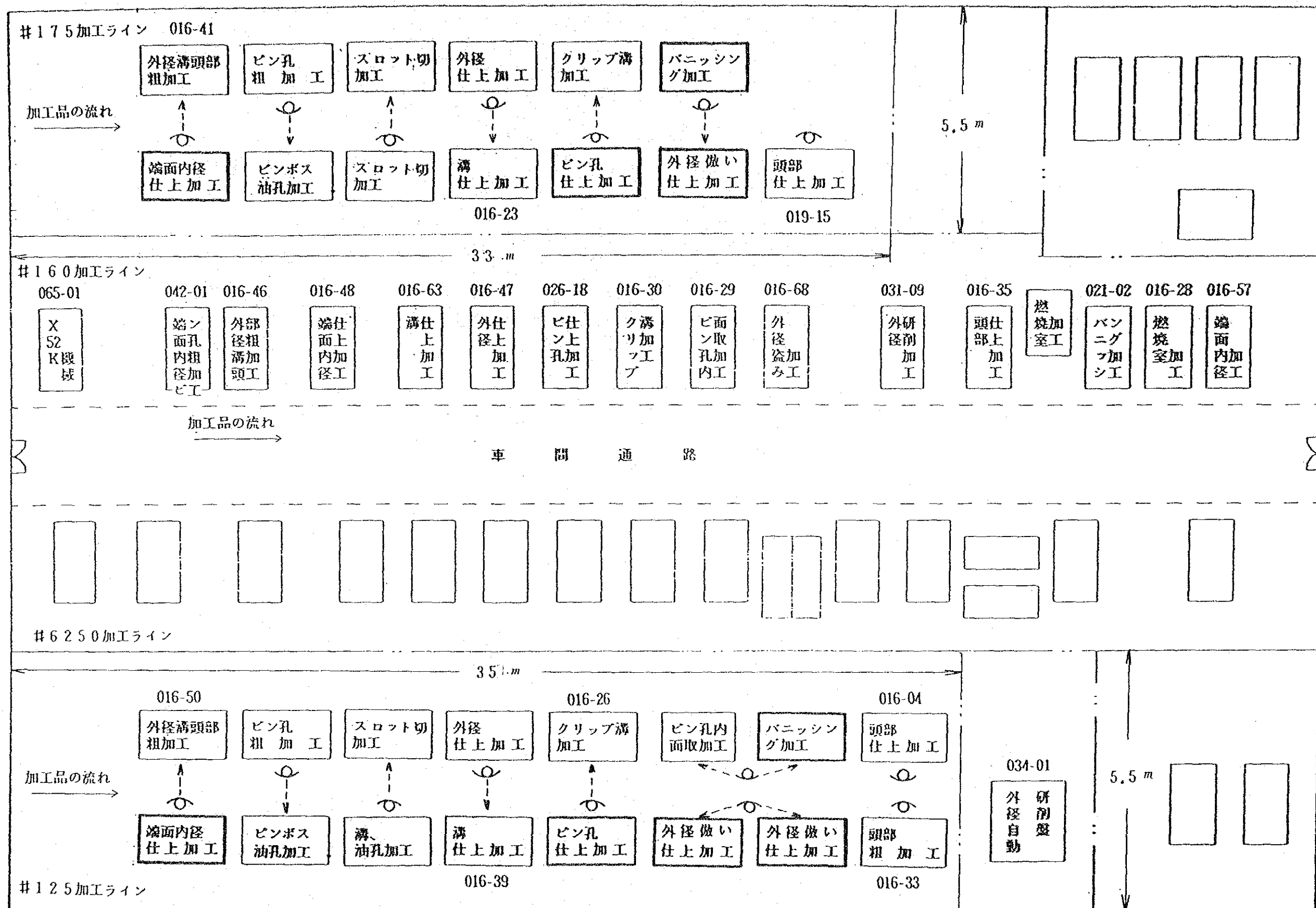


図3.2-2 #125、#175加工ライン改善後のレイアウト (Lay Out)

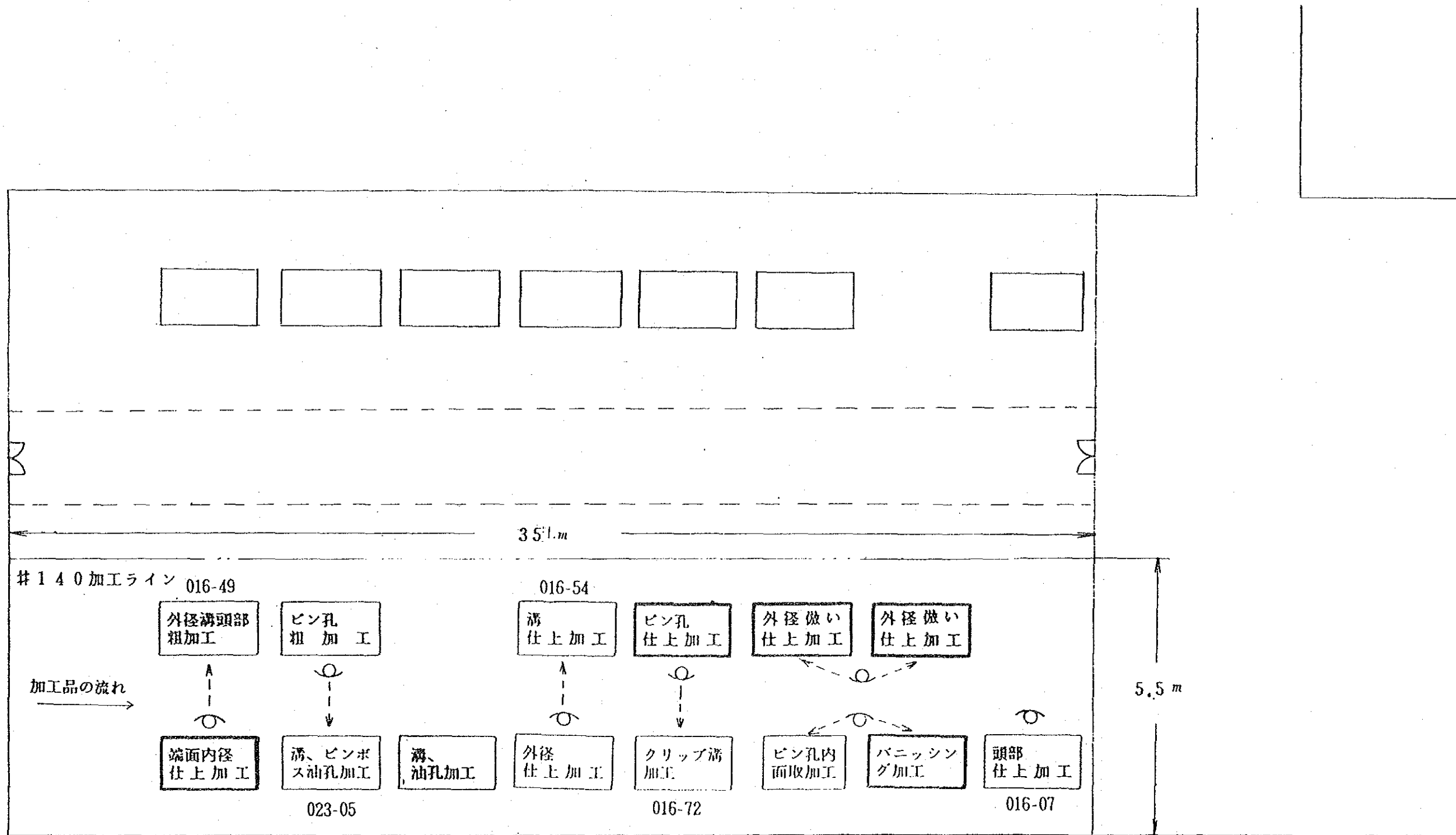
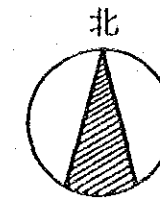
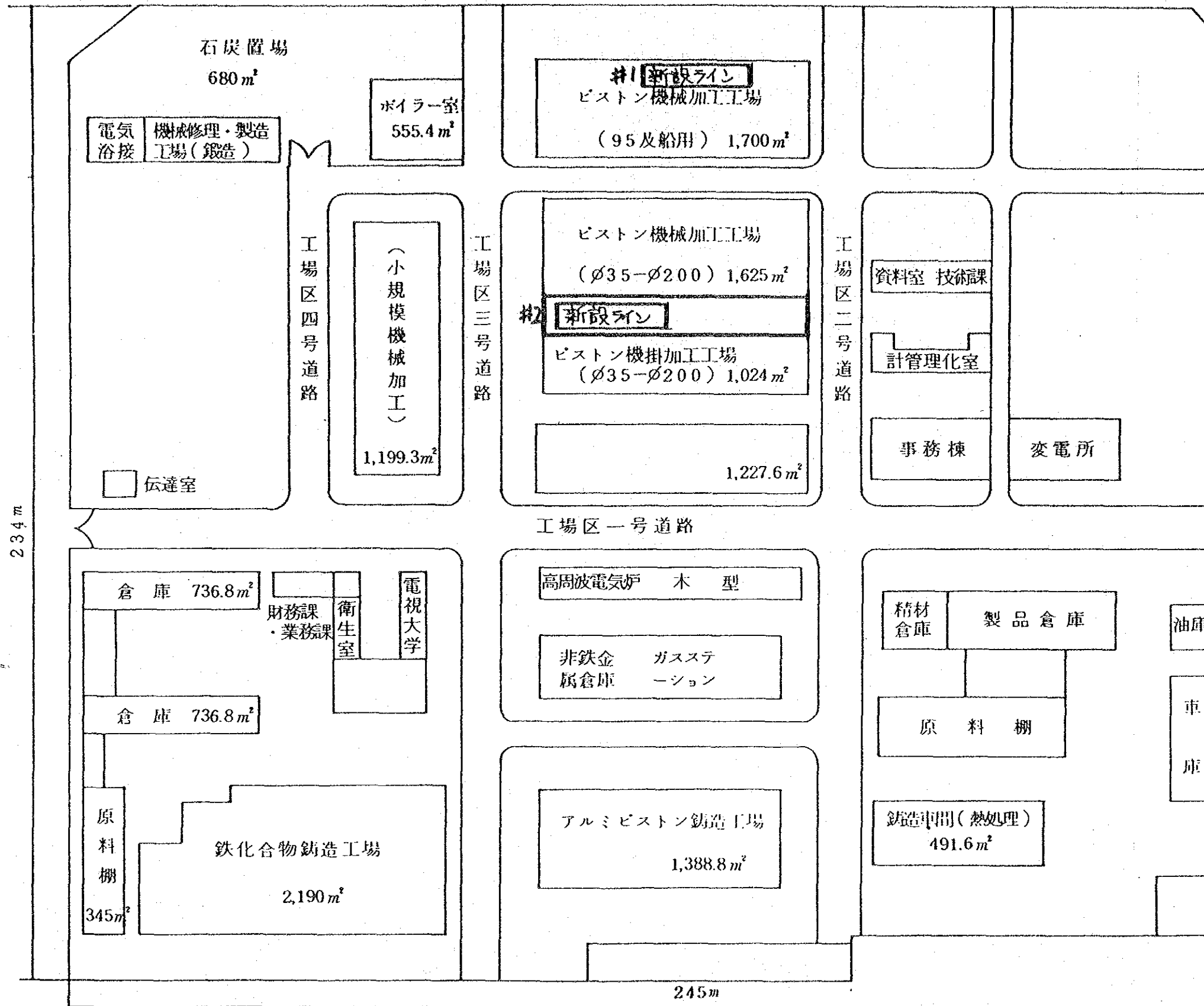


図3.2.-3 #140加工ライン改善後のレイアウト (Lay Out)



類別	m ²
工場敷地総面積	57,371
工場建物面積	12,200
補助建物面積	6,070

山東濱州ピストン工場		
工場区平面図		
制図	黄誠	
比例	1:1000	

図3.2-4 工場増築場所および新設ラインの配置

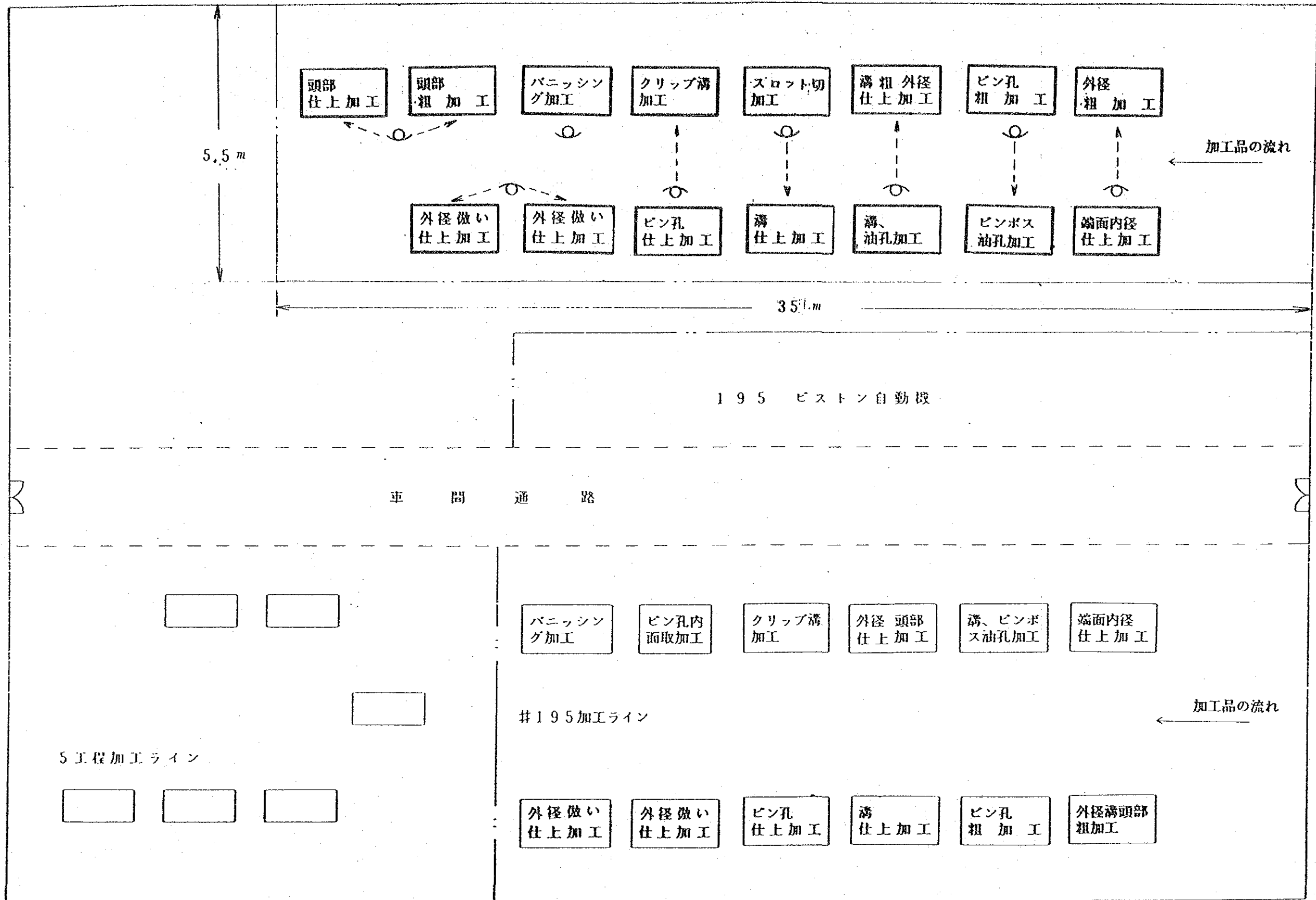


図3.2.-5 新設ライン井1レイアウト (Lay Out)

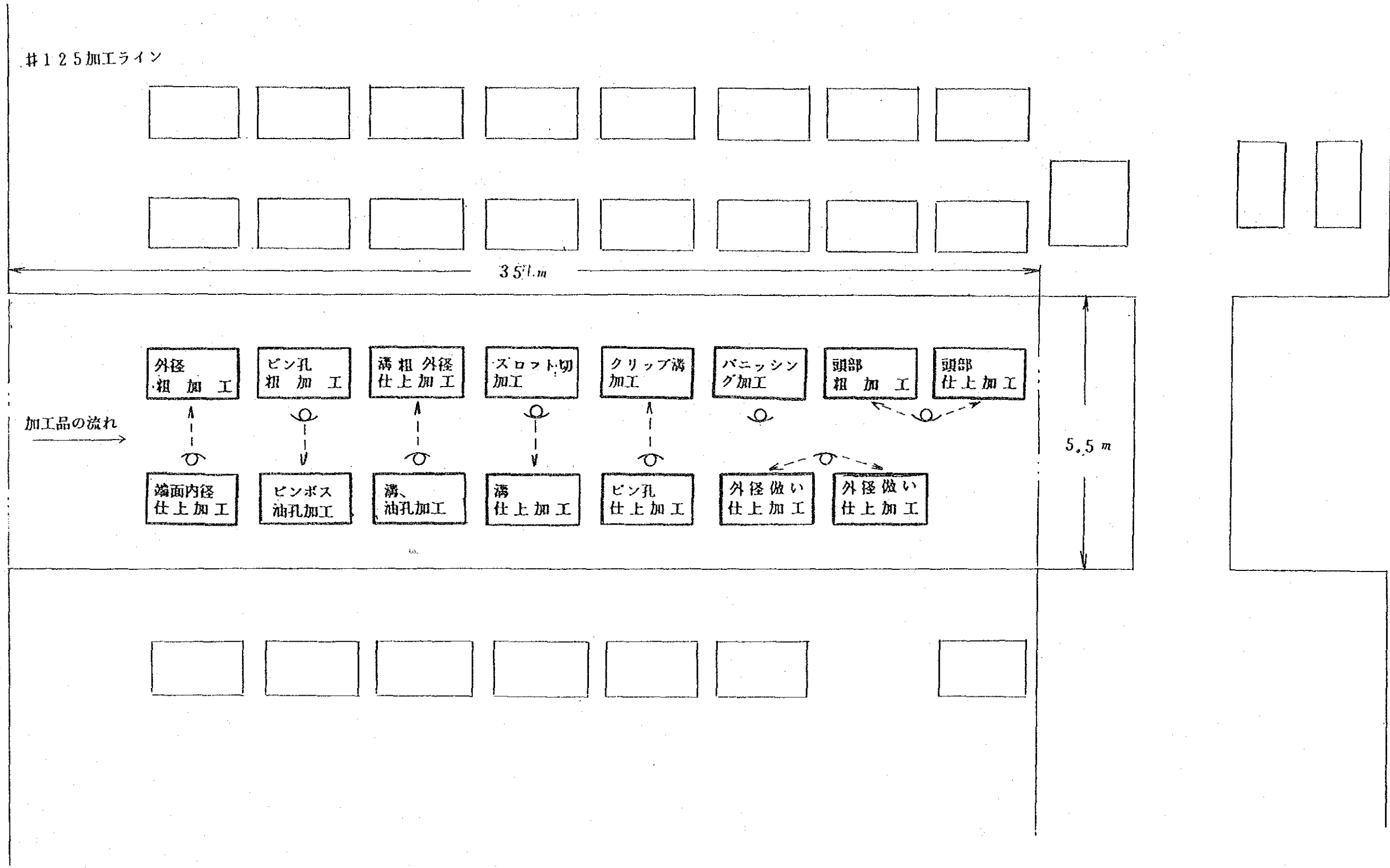


図3.2.-6 新設ライン#2レイアウト (Lay Out)

3.3 参考資料

現地調査期間中に於ける資料およびその他の参考資料を付す。

3.3.1 各加工ラインの工程別計測寸法表

表3.3.1-1 ～ 表3.3.1-5

3.3.2 工程能力分析資料

但し、その1部を参考資料として付す。

表3.3.2-1 ～ 表3.3.2-5

3.3.1-1 井195加工ラインの工程別計測寸法表 (機種: 95-3A)

① 端面内径粗加工工程

(Ⅲ)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 $\phi 84.5 \begin{matrix} +0.054 \\ 0 \end{matrix}$	84.530	84.525	84.530	84.540	84.530
	84.550	84.560	84.540	84.550	84.550
	84.540	84.550	84.550	84.540	84.550
	84.540	84.530	84.520	84.500	84.554
	84.550	84.550	84.540	84.540	84.540
	84.540	84.500	84.490	—	—

(Ⅲ)

規格寸法	計 測 寸 法				
燃焼室までの高さ 106.735 ± 0.04	106.785	106.775	106.705	106.705	106.695
	106.785	106.775	106.785	106.775	106.785
	106.815	106.815	106.775	106.665	106.775
	106.765	106.785	106.815	106.805	106.705
	106.725	106.775	106.795	106.775	106.765
	106.775	106.675	106.665	—	—

② 外径溝頭部粗加工工程

(Ⅲ)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 径 $\phi 95.45 \pm 0.05$	95.48	95.53	95.50	95.50	95.45
	95.48	95.47	95.46	95.50	95.50
	95.52	95.50	95.50	95.52	95.48
	95.45	95.46	95.47	95.50	95.53
	95.51	95.50	95.50	95.49	95.49
	95.50	95.48	95.50	—	—

(Ⅲ)

規格寸法	計 測 寸 法				
全 長 110.485 ± 0.03	110.500	110.500	110.510	110.505	110.510
	110.505	110.535	110.525	110.515	110.505
	110.495	110.515	110.515	110.500	110.515
	110.525	110.525	110.515	110.525	110.505
	110.505	110.515	110.505	110.515	110.515
	110.505	110.505	110.495	—	—

③ 端面内径仕上工程

(計)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 $\phi 85 \begin{matrix} +0.03 \\ 0 \end{matrix}$	85.02	85.02	85.01	85.02	85.03
	85.02	85.01	85.01	85.01	85.02
	85.02	85.01	85.03	85.01	85.01
	85.01	85.01	85.03	85.01	85.02
	85.02	85.01	85.02	85.01	85.02
	85.02	85.02	85.02	—	—

(計)

規格寸法	計 測 寸 法				
全 長 110.285 ± 0.03	110.300	110.305	110.305	110.305	110.305
	110.295	110.300	110.305	110.305	110.305
	110.305	110.305	110.310	110.295	110.305
	110.285	110.305	110.295	110.305	110.305
	110.315	110.305	110.295	110.315	110.285
	110.295	110.315	110.305	—	—

④ ピン孔粗加工工程

(計)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 径 $\phi 34 \begin{matrix} +0.10 \\ 0 \end{matrix}$	34.05	34.03	34.05	34.05	34.04
	34.01	34.04	34.03	34.04	34.04
	34.05	34.06	34.04	34.05	34.04
	34.05	34.03	34.03	34.04	34.07
	34.01	34.04	34.04	34.04	34.05
	34.06	34.06	34.05	—	—

(計)

規格寸法	計 測 寸 法				
高 さ 32.89 ± 0.03	32.91	32.90	32.91	32.91	32.90
	32.90	32.89	32.90	32.90	32.90
	32.90	32.90	32.91	32.90	32.91
	32.90	32.90	32.90	32.90	32.90
	32.88	32.89	32.91	32.91	32.90
	32.90	32.89	32.89	—	—

⑤ 溝仕上加工工程

(頁)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝直角度 ± 0.07	-0.031	-0.029	0.022	0.019	-0.004
	0.003	0.005	0.010	0.006	0.017
	-0.048	0.003	0.004	0.001	-0.005
	-0.008	-0.019	-0.018	0.016	0.004
	0.006	0.004	0.015	-0.022	0.015

⑥ 外径頭部仕上加工工程

(頁)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 径 φ95 +0.03 -0.02	95.01	95.05	95.03	95.03	95.05
	95.05	95.03	95.03	95.03	95.03
	95.03	95.03	95.03	95.05	95.03
	95.03	95.03	95.03	95.03	95.03
	95.03	95.03	95.03	95.02	95.05
	95.03	95.03	95.03	—	—

(頁)

規格寸法	計 測 寸 法				
頭部外径 φ94.3 0 -0.07	94.290	94.280	94.290	94.290	94.270
	94.275	94.280	94.280	94.270	94.260
	94.290	94.290	94.285	94.275	94.265
	94.280	94.280	94.290	94.285	94.290
	94.280	94.275	94.280	94.280	94.290
	94.280	94.280	94.275	—	—

⑦ ピン孔仕上加工工程

(頁)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 径 φ35 -0.012 -0.020	34.984	34.984	34.983	34.983	34.979
	34.982	34.983	34.983	34.984	34.983
	34.982	34.982	34.983	34.982	34.980
	34.980	34.984	34.984	34.983	34.985
	34.984	34.984	34.983	34.983	34.981
	34.984	34.982	34.986	—	—

⑧ クリップ溝加工工程

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝 径 $\phi 37$ $\begin{matrix} +0.3 \\ 0 \end{matrix}$	37.15	37.20	37.20	37.20	37.15
	37.20	37.20	37.25	37.20	37.25
	37.20	37.20	37.20	37.20	37.15
	37.20	37.15	37.20	37.23	37.25
	37.15	37.15	37.20	37.15	37.15
	37.20	37.18	37.15	—	—

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝と溝の距離 80 $\begin{matrix} +0.3 \\ 0 \end{matrix}$	80.20	80.15	80.20	80.15	80.20
	80.20	80.20	80.25	80.20	80.20
	80.20	80.10	80.10	80.20	80.05
	80.03	80.03	80.05	80.10	80.10
	80.05	80.10	80.15	80.05	80.10
	80.10	80.10	80.15	—	—

⑨ バニッシング加工工程

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 径 $\phi 35$ $\begin{matrix} -0.005 \\ -0.015 \end{matrix}$	34.985	34.986	34.984	34.984	34.986
	34.987	34.989	34.986	34.986	34.987
	34.987	34.989	34.989	34.986	34.984
	34.983	34.985	34.987	34.987	34.987
	34.984	34.987	34.989	34.989	34.988
	34.989	34.987	34.987	—	—

⑩ 外径研削加工工程

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 径 $\phi 95$	94.820	94.815	94.810	94.830	94.820
	94.835	94.825	94.835	94.830	94.820
	-0.16 94.835	94.830	94.825	94.830	94.795
	-0.19 94.815	94.840	94.810	94.800	94.830
	94.810	94.815	94.820	94.835	94.810
	94.830	94.815	94.805	—	—

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
テーパー (Taper) 0.06 ± 0.01	0.070	0.055	0.060	0.065	0.070
	0.070	0.060	0.065	0.060	0.055
	0.070	0.055	0.060	0.055	0.045
	0.050	0.070	0.055	0.080	0.060
	0.060	0.065	0.060	0.065	0.060
	0.065	0.060	0.055	—	—

3.3.1-2 井140加工ラインの工程別計測寸法表 (機種: 95-4)

① 端面内径粗加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 $\phi 84.5 \pm 0.054$	84.52	84.53	84.52	84.51	84.52
	84.51	84.52	84.51	84.51	84.53
	84.53	84.51	84.51	84.52	84.54
	84.53	84.54	84.54	84.53	84.53
	84.54	84.54	84.54	84.54	84.54
	84.54	84.53	84.53	—	—

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
燃焼室までの高さ 105.23 ± 0.035	105.24	105.24	105.23	105.24	105.25
	105.24	105.23	105.24	105.23	105.24
	105.24	105.24	105.23	105.23	105.23
	105.23	105.24	105.24	105.23	105.22
	105.21	105.22	105.24	105.24	105.24
	105.24	105.23	105.24	—	—
	—	—	—	—	—

② 外径溝頭部粗加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
ϕ 外径 95.45 ± 0.05	95.45	95.50	95.44	95.50	95.48
	95.48	95.50	95.47	95.50	95.48
	95.50	95.50	95.50	95.47	95.42
	95.44	95.41	95.45	95.46	95.44
	95.46	95.46	95.46	95.45	95.44
	95.44	95.47	95.48	—	—

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
全 長 110.48 ± 0.025	110.510	110.505	110.495	110.510	110.495
	110.495	110.510	110.500	110.510	110.490
	110.500	110.500	110.510	110.500	110.470
	110.510	110.500	110.510	110.480	110.500
	110.500	110.500	110.510	110.500	110.500
	110.510	110.500	110.530	—	—

③ 端面内径仕上工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 $\phi 85 \begin{matrix} +0.03 \\ 0 \end{matrix}$	85.010	85.020	85.010	85.030	85.020
	85.010	85.015	85.020	85.020	85.030
	85.015	85.020	85.030	85.020	85.010
	85.030	85.030	85.030	85.030	85.030
	85.020	85.020	85.015	85.030	85.030
	85.040	85.030	85.030	—	—

④ ピン孔粗加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 径 $\phi 34 \begin{matrix} +0.1 \\ 0 \end{matrix}$	34.05	34.06	34.04	34.03	34.05
	34.06	34.05	34.06	34.03	34.04
	34.06	34.04	34.05	34.05	34.05
	34.04	34.03	34.06	34.04	34.06
	34.05	34.04	34.06	34.06	34.07
	34.05	34.05	34.06	—	—

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
高 さ 49.88 ± 0.03	49.91	49.85	49.91	49.91	49.91
	49.85	49.85	49.86	49.89	49.85
	49.85	49.91	49.92	49.91	49.91
	49.91	49.91	49.86	49.86	49.89
	49.89	49.91	49.90	49.90	49.91
	49.91	49.91	49.91	—	—

⑤ 溝仕上加工工程

(0.01)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝直角度 ± 0.07	0.020	-0.008	0.007	0.017	-0.006
	0.004	-0.001	0.013	0.002	0.011
	0.008	0.007	0.000	0.007	-0.004
	0.002	0.018	0.008	-0.001	-0.008
	0.003	-0.004	0.030	-0.040	-0.010

⑥ 外径仕上加工

(0.01)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 径 φ95 +0.09 +0.04	95.08	95.04	95.05	95.05	95.05
	95.04	95.03	95.04	95.03	95.05
	95.05	95.04	95.08	95.04	95.03
	95.03	95.05	95.02	95.04	95.04
	95.04	95.05	95.02	95.04	95.03
	95.04	95.05	95.04	—	—

(0.01)

規格寸法	計 測 寸 法				
頭部外径 φ94.3 0 -0.07	94.250	94.270	94.280	94.270	94.320
	94.280	94.260	94.270	94.230	94.240
	94.260	94.250	94.270	94.230	94.250
	94.300	94.310	94.280	94.295	94.290
	94.295	94.310	94.295	94.290	94.260
	94.295	94.295	94.285	—	—

⑦ ピン孔仕上加工工程

(0.001mm)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 径 (φ35) -0.0132 -0.0208	-17.0	-17.0	-17.0	-17.0	-15.0
	-17.0	-15.0	-15.0	-15.0	-16.0
	-15.5	-17.0	-11.0	-17.0	-17.0
	-17.0	-18.0	-15.0	-17.0	-14.0
	-19.0	-19.0	-18.0	-18.0	-17.0
	-16.0	-17.0	-19.0	—	—

⑧ クリップ溝加工工程

(数量)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝 径 $\phi 37$ $\begin{matrix} +0.3 \\ 0 \end{matrix}$	37.10	37.10	37.10	37.06	37.10
	37.10	37.10	37.12	37.12	37.12
	37.10	37.08	37.06	37.12	37.10
	37.10	37.10	37.06	37.10	37.10
	37.10	37.10	37.12	37.10	37.10
	37.10	37.10	37.10	—	—

(数量)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝と溝の距離 80 $\begin{matrix} +0.3 \\ 0 \end{matrix}$	80.20	80.10	80.10	80.12	80.10
	80.20	80.20	80.20	80.20	80.20
	80.30	80.20	80.20	80.20	80.10
	80.20	80.20	80.10	80.20	80.10
	80.10	80.10	80.20	80.20	80.20
	80.20	80.20	80.20	—	—

⑨ 外径研削加工工程

(数量)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 径 $\phi 95$ $\begin{matrix} -0.16 \\ -0.19 \end{matrix}$	94.820	94.836	94.830	94.825	94.820
	94.820	94.810	94.820	94.830	94.840
	94.830	94.820	94.830	94.817	94.830
	94.830	94.825	94.835	94.810	94.815
	94.820	94.822	94.825	94.827	94.830
	94.820	94.822	94.825	—	—

(数量)

規格寸法	計 測 寸 法				
テーパ (Taper) 0.06 ± 0.01	0.060	0.060	0.060	0.050	0.050
	0.050	0.060	0.050	0.050	0.060
	0.060	0.050	0.050	0.060	0.050
	0.060	0.065	0.065	0.052	0.048
	0.050	0.050	0.050	0.062	0.060
	0.060	0.052	0.065	—	—

3.3.1-3 井125加工ラインの工程別計測寸法表 (機種: CA-10C)

① 端面内径粗加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 $\phi 94$ $+0.054$ 0	94.050	94.045	94.040	94.040	94.040
	94.050	94.045	94.050	94.050	94.040
	94.045	94.045	94.040	94.040	94.050
	94.050	94.045	94.040	94.040	94.040
	94.050	94.045	94.045	94.050	94.040
	94.040	94.050	94.045	—	—

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
燃焼室までの高さ 98.4 ± 0.1	98.45	98.41	98.45	98.43	98.45
	98.43	98.43	98.43	98.40	98.40
	98.45	98.40	98.43	98.40	98.43
	98.43	98.40	98.41	98.45	98.45
	98.43	98.43	98.42	98.45	98.43
	98.40	98.40	98.40	—	—

② 外径溝頭部粗加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 径 ϕ 102.2 ± 0.05	102.25	102.25	102.22	102.21	102.15
	102.15	102.15	102.16	102.18	102.15
	102.17	102.18	102.20	102.20	102.22
	102.23	102.21	102.21	102.21	102.19
	102.20	102.20	102.21	102.22	102.25
	102.24	102.24	102.22	—	—

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
全 長 106.22 ± 0.05	106.22	106.22	106.24	106.24	106.25
	106.25	106.25	106.25	106.25	106.24
	106.24	106.24	106.24	106.24	106.21
	106.21	106.20	106.22	106.21	106.21
	106.23	106.23	106.23	106.21	106.23
	106.23	106.22	106.21	—	—

③ ピン孔粗加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 $\phi 26.8$ +0.1 0	26.91	26.81	26.86	26.87	26.87
	26.82	26.84	26.84	26.85	26.85
	26.86	26.86	26.83	26.81	26.85
	26.84	26.87	26.87	26.87	26.86
	26.89	26.87	26.88	26.90	26.85

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
高 さ 36.4 +0.02 -0.03	36.42	36.42	36.44	36.43	36.44
	36.43	36.44	36.43	36.44	36.44
	36.43	36.43	36.43	36.43	36.42
	36.43	36.43	36.43	36.43	36.43
	36.43	36.43	36.43	36.43	36.43
	36.43	36.43	36.43	—	—

④ 端面内径仕上加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 $\phi 94.5$ +0.035 0	94.525	94.525	94.525	94.515	94.510
	94.520	94.520	94.515	94.510	94.510
	94.520	94.525	94.520	94.520	94.510
	94.510	94.520	94.510	94.520	94.510
	94.510	94.520	94.525	94.525	94.520
	94.510	94.520	94.515	—	—

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
全 長 106 ± 0.05	106.03	106.03	106.04	106.03	106.03
	106.04	106.04	106.01	106.03	106.02
	106.00	106.00	106.04	106.01	106.00
	106.05	105.99	106.04	105.99	106.00
	106.03	106.01	106.03	105.99	106.02
	106.05	106.00	106.03	—	—

⑤ 溝仕上加工工程

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝直角度 ± 0.07	-0.010	-0.010	0.010	0.010	0.020
	0.020	-0.040	-0.010	-0.020	0.000
	-0.010	0.010	-0.030	-0.010	-0.030
	0.010	0.010	-0.010	-0.010	-0.040
	-0.010	-0.010	-0.005	-0.010	0.010

⑥ 外径仕上加工工程

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 径 φ101.08 0 -0.10	101.04	101.08	101.07	101.06	101.07
	101.07	101.06	101.06	101.06	101.08
	101.05	101.04	101.07	101.08	101.08
	101.06	101.06	101.08	101.08	101.06
	101.07	101.05	101.08	101.07	101.07
	101.06	101.08	101.06	—	—

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
頭部外径 φ100.89 0 -0.11	100.83	100.85	100.85	100.85	100.84
	100.86	100.85	100.85	100.86	100.86
	100.83	100.84	100.86	100.85	100.86
	100.82	100.85	100.86	100.85	100.85
	100.82	100.84	100.84	100.86	100.86
	100.86	100.85	100.83	—	—

⑦ ピン孔仕上加工工程

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 径 φ28 -0.012 -0.020	27.988	27.985	27.982	27.987	27.983
	27.988	27.984	27.987	27.985	27.988
	27.987	27.983	27.985	27.987	27.983
	27.987	27.988	27.984	27.986	27.987
	27.983	27.985	27.984	27.984	27.985
	27.989	27.987	27.980	—	—

⑧ クリップ溝加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝 径 $\phi 30.5 \begin{matrix} +0.14 \\ 0 \end{matrix}$	30.502	30.504	30.510	30.508	30.502
	30.500	30.505	30.501	30.508	30.501
	30.501	30.508	30.500	30.505	30.505
	30.508	30.500	30.510	30.508	30.506
	30.508	30.508	30.501	30.501	30.500
	30.500	30.500	30.500	—	—

⑨ 外径研削加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 径 $\phi 101.51 \pm 0.03$	101.52	101.52	101.52	101.52	101.52
	101.52	101.52	101.53	101.52	101.53
	101.52	101.51	101.51	101.52	101.51
	101.51	101.52	101.52	101.52	101.52
	101.52	101.52	101.52	101.52	101.51
	101.52	101.51	101.52	—	—

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
テーパ (Taper) 0.04 ± 0.01	0.04	0.02	0.04	0.04	0.03
	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04
	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	0.04	0.04	0.04	—	—

⑩ バニッシング加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 径 $\phi 28 \begin{matrix} -0.005 \\ -0.015 \end{matrix}$	27.993	27.990	27.990	27.991	27.990
	27.988	27.993	27.988	27.993	27.991
	27.988	27.985	27.989	27.991	27.991
	27.989	27.994	27.988	27.988	27.991
	27.992	27.988	27.991	27.989	27.993
	27.989	27.991	27.991	—	—

3.3.1-4 井175加工ラインの工程別計測寸法表 (機種:EQ-140)

① 端面内径粗加工工程

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 $\phi 47.5 \begin{matrix} +0.039 \\ 0 \end{matrix}$	47.530	47.530	47.525	47.525	47.520
	47.530	47.530	47.520	47.530	47.530
	47.520	47.500	47.530	47.530	47.530
	47.520	47.530	47.525	47.520	47.530
	47.540	47.530	47.530	47.510	47.510
	47.510	47.520	47.530	—	—

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
燃焼室までの高さ 50.2 ± 0.2	50.30	50.35	50.40	50.36	50.30
	50.32	50.38	50.30	50.32	50.32
	50.30	50.30	50.36	50.30	50.30
	50.32	50.32	50.30	50.40	50.41
	50.44	50.38	50.36	50.30	50.32
	50.30	50.36	50.30	—	—

② 外径溝頭部粗加工工程

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 径 $\phi 65.6 \pm 0.05$	65.65	65.65	65.63	65.63	65.64
	65.65	65.66	65.62	65.59	65.59
	65.63	65.65	65.65	65.64	65.60
	65.61	65.62	65.62	65.62	65.59
	65.59	65.55	65.54	65.56	65.59
	65.55	65.57	65.61	—	—

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
全 長 54.6 ± 0.05	54.56	54.60	54.64	54.60	54.58
	54.55	54.56	54.61	54.61	54.62
	54.65	54.63	54.64	54.64	54.65
	54.65	54.65	54.66	54.59	54.54
	54.65	54.65	54.65	54.59	54.59
	54.56	54.56	54.55	—	—

③ 端面内径仕上加工工程

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 $\phi 48 \begin{matrix} +0.027 \\ 0 \end{matrix}$	48.020	48.010	48.025	48.010	48.027
	48.027	48.000	48.000	48.000	48.000
	48.027	48.020	48.010	48.030	48.015
	48.000	48.000	48.010	48.010	48.010
	48.020	48.025	48.010	48.010	48.010
	48.010	48.027	48.027	—	—

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
全 長 54.4 ± 0.05	54.46	54.34	54.42	54.46	54.45
	54.36	54.35	54.35	54.46	54.45
	54.44	54.43	54.43	54.44	54.45
	54.34	54.37	54.36	54.35	54.46
	54.45	54.44	54.43	54.43	54.44
	54.45	54.35	54.36	—	—

④ 溝仕上加工工程

(単位)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝直角度 ± 0.07	-0.004	0.055	0.051	0.041	0.007
	-0.004	0.017	0.071	0.047	0.011
	0.061	0.035	0.043	0.027	0.075
	0.024	-0.011	0.012	-0.002	-0.014
	-0.005	-0.013	0.012	—	—

⑤ 外径仕上加工工程

(数量)

規格寸法	計 測 寸 法				
外径 $\phi 65.05$ +0.07 0	65.110	65.120	65.110	65.110	65.120
	65.110	65.110	65.120	65.120	65.125
	65.120	65.120	65.110	65.120	65.110
	65.120	65.110	65.110	65.110	65.110
	65.120	65.110	65.110	65.110	65.110
	65.130	65.110	65.120	—	—

(数量)

規格寸法	計 測 寸 法				
頭部外径 $\phi 64.8$ -0.01 -0.08	64.750	64.740	64.730	64.740	64.760
	64.740	64.765	64.770	64.760	64.750
	64.750	64.750	64.775	64.750	64.730
	64.750	64.740	64.750	64.750	64.740
	64.740	64.730	64.730	64.740	64.760
	64.760	64.735	64.780	—	—

⑥ ピン孔粗加工工程

(数量)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔径 $\phi 13.5$ +0.05 0	13.54	13.53	13.53	13.53	13.55
	13.55	13.55	13.53	13.56	13.54
	13.56	13.52	13.53	13.52	13.52
	13.53	13.54	13.54	13.54	13.55
	13.55	13.52	13.57	13.52	13.54

(数量)

規格寸法	計 測 寸 法				
高さ 19.17 ± 0.03	19.19	19.18	19.18	19.19	19.20
	19.19	19.20	19.19	19.19	19.19
	19.20	19.20	19.18	19.20	19.19
	19.21	19.19	19.19	19.19	19.19
	19.19	19.19	19.19	19.19	19.19
	19.19	19.19	19.18	—	—

⑦ ピン孔仕上加工工程

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 径 φ14	13.991	13.993	13.991	13.994	13.996
	13.996	14.000	14.005	14.000	13.997
	+0.005 13.997	13.998	14.003	14.006	14.003
	-0.007 14.004	14.004	14.002	14.003	14.008
	14.005	14.007	14.010	13.999	14.002
	14.003	14.003	14.000	—	—

⑧ クリップ溝加工工程

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝 径 φ15	15.14	15.10	15.10	15.06	15.10
	15.10	15.10	15.10	15.14	15.18
	+0.24 15.02	15.04	15.10	15.10	15.08
	0 15.20	15.06	15.10	15.08	15.12
	15.10	15.10	15.10	15.08	15.10
	15.10	15.10	15.10	—	—

⑨ 外径研削加工工程

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 径 φ65	64.930	64.940	64.920	64.930	64.930
	64.920	64.930	64.930	64.920	64.930
	-0.06 64.920	64.920	64.930	64.930	64.920
	-0.09 64.930	64.930	64.920	64.920	64.915
	64.930	64.930	64.920	64.920	64.920
	64.920	64.925	64.930	—	—

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
テーパ (Taper) 0.04 ± 0.01	0.020	0.040	0.030	0.030	0.030
	0.040	0.030	0.030	0.020	0.040
	0.030	0.030	0.040	0.030	0.030
	0.030	0.030	0.025	0.020	0.020
	0.030	0.025	0.030	0.010	0.020
	0.015	0.035	0.030	—	—

3.3.1-5 井160加工ラインの工程別計測寸法表 (機種:6160)

① 端面内径仕上加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
内 径 +0.04 φ145 0	145.00	144.97	144.99	144.97	144.99
	145.00	144.97	144.97	144.99	144.98
	144.99	144.98	144.97	145.01	144.98
	144.99	144.97	145.00	144.98	144.98
	144.99	145.01	—	—	—

② 溝仕上加工工程

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
溝直角度 ± 0.07	0.010	-0.010	0.000	-0.020	0.000
	-0.015	0.000	0.010	-0.020	0.010
	-0.010	-0.010	0.010	0.020	0.000
	-0.020	0.010	-0.010	0.010	0.000
	-0.020	-0.010	0.010	-0.025	-0.030

(計測)

規格寸法	計 測 寸 法				
高 さ 203 ± 0.2	202.90	202.90	202.90	202.89	202.90
	202.90	202.90	202.91	202.85	202.90
	202.86	202.90	202.90	202.94	202.88
	202.86	202.91	202.92	202.86	202.88
	202.89	202.88	202.91	202.87	202.89

③ ピン孔仕上加工工程

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
孔 徑 φ55 -0.019 -0.037	54.970	54.964	54.967	54.969	54.965
	54.964	54.962	54.972	54.968	54.967
	54.970	54.970	54.966	54.964	54.966
	54.965	54.960	54.965	54.963	54.964
	54.968	54.968	54.965	54.965	54.956

④ 外径研削加工工程

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 徑 A φ160 -0.45 -0.50	159.510	159.505	159.500	159.510	159.500
	159.505	159.505	159.505	159.502	159.500
	159.505	159.510	159.505	159.505	159.500
	159.500	159.510	159.510	159.510	159.500
	159.510	159.505	159.510	159.500	159.500

(組)

規格寸法	計 測 寸 法				
外 徑 B φ160 -0.65 -0.70	159.310	159.307	159.300	159.295	159.305
	159.305	159.313	159.300	159.305	159.300
	159.305	159.300	159.300	159.310	159.305
	159.300	159.310	159.310	159.310	159.305
	159.300	159.300	159.300	159.295	159.300

3.3.2 工程能力分析資料

1. 度数表

計測寸法表の計測寸法を級に分けて表に現わしたもの。 \bar{x} は級の中央値である。

2. ヒストグラム (HISTOGRAM)

度数表を柱状図で現わしたもの。計測寸法のバラツキ (dispersion) 状態を見るのに用いる。

ヒストグラム (HISTOGRAM) 中の記号

n はデータ (Data) の数

MAX は計測寸法の最大値

MIN は計測寸法の最小値

\bar{x} は平均値

\bar{x} は中央値

S は平方和 (平均値からの偏差の 2 乗の和)

S^2 は分散 (平方和をデータの数で割ったもの)

S は標準偏差 (分散の平方根)

V は不偏分散 (平方和を ($n-1$) で割ったもの)

R は計測寸法の最大値と最小値の差

SL は下限規格値

SU は上限規格値

C_p は工程能力指数

C_{pk} はカタヨリを評価した工程能力指数

である。

3.3.2-1 #195加工ラインの工程能力分析表(機種:95-3A)

1-1 端面内径粗加工工程

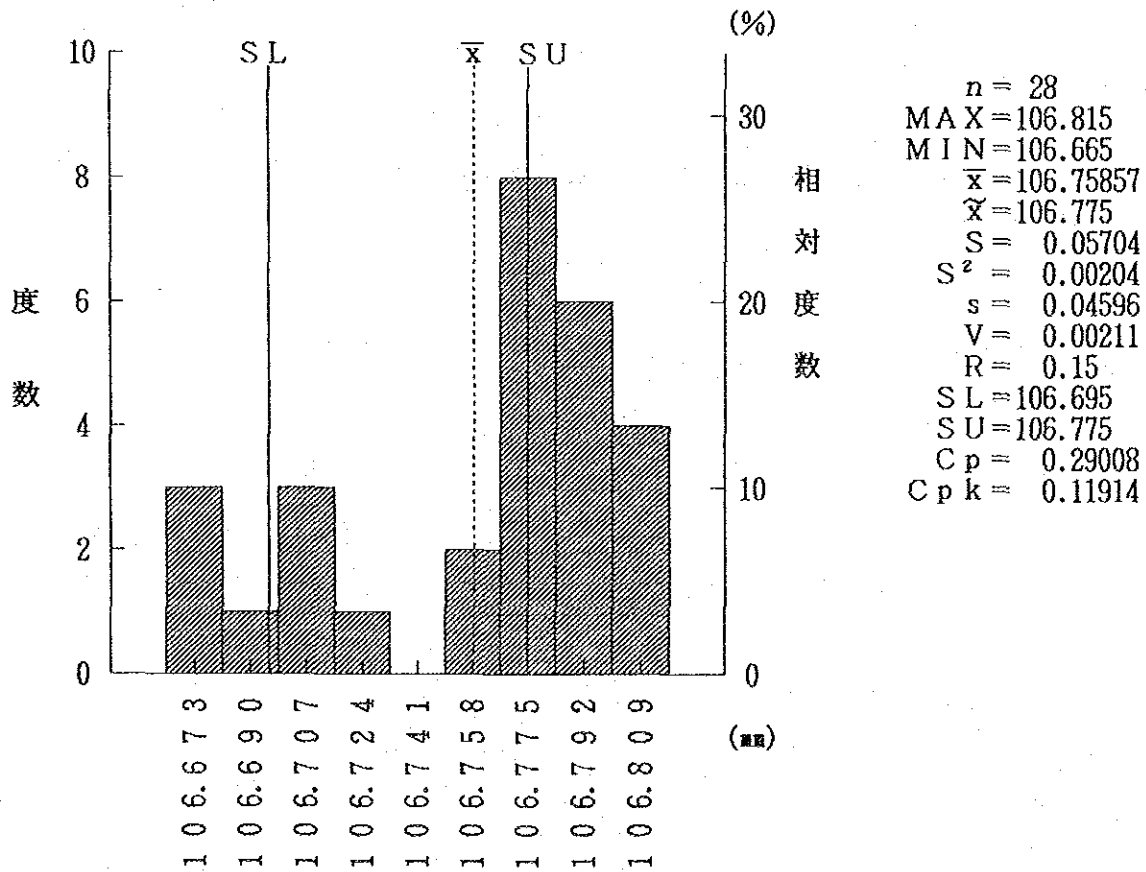
① 工程能力分析箇所 : 燃焼室までの高さ

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
106.6730	106.6645-106.6815	3	3	10.7
106.6900	106.6815-106.6985	1	4	3.6
106.7070	106.6985-106.7155	3	7	10.7
106.7240	106.7155-106.7325	1	8	3.6
106.7410	106.7325-106.7495	0	8	0.0
106.7580	106.7495-106.7665	2	10	7.1
106.7750	106.7665-106.7835	8	18	28.6
106.7920	106.7835-106.8005	6	24	21.4
106.8090	106.8005-106.8175	4	28	14.3
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

195 (95-3A)



1-2 溝仕上加工工程

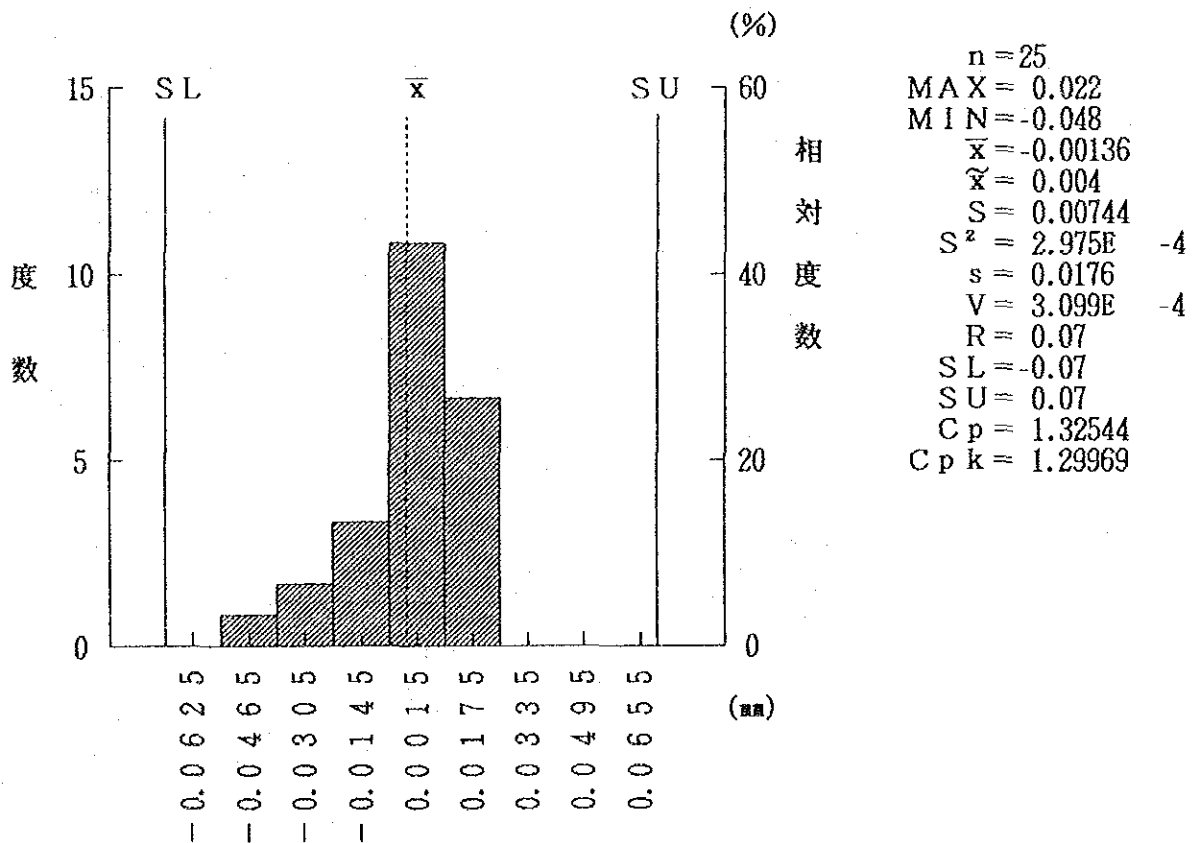
① 工程能力分析箇所 : 溝直角度

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
-0.0625	-0.0705 - -0.0545	0	0	0.0
-0.0465	-0.0545 - -0.0385	1	1	4.0
-0.0305	-0.0385 - -0.0225	2	3	8.0
-0.0145	-0.0225 - -0.0065	4	7	16.0
0.0015	-0.0065 - 0.0095	11	18	44.0
0.0175	0.0095 - 0.0255	7	25	28.0
0.0335	0.0255 - 0.0415	0	25	0.0
0.0495	0.0415 - 0.0575	0	25	0.0
0.0655	0.0575 - 0.0735	0	25	0.0
計		25		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

195 (95-3A)



1-3 ピン孔仕上加工工程

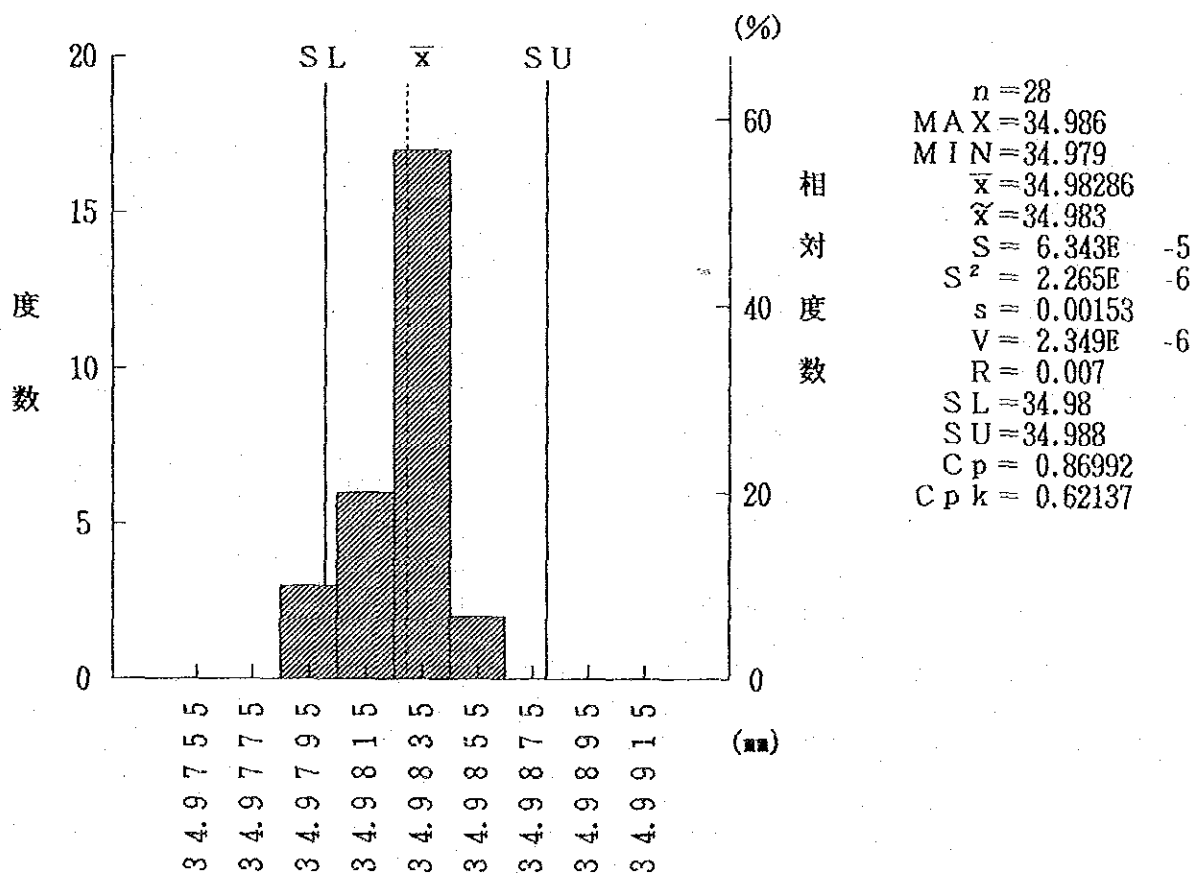
① 工程能力分析箇所 : 孔径

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
34.9755	34.9745-34.9765	0	0	0.0
34.9775	34.9765-34.9785	0	0	0.0
34.9795	34.9785-34.9805	3	3	10.7
34.9815	34.9805-34.9825	6	9	21.4
34.9835	34.9825-34.9845	17	26	60.7
34.9855	34.9845-34.9865	2	28	7.1
34.9875	34.9865-34.9885	0	28	0.0
34.9895	34.9885-34.9905	0	28	0.0
34.9915	34.9905-34.9925	0	28	0.0
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

195 (95-3A)



1-4 外径研削加工工程

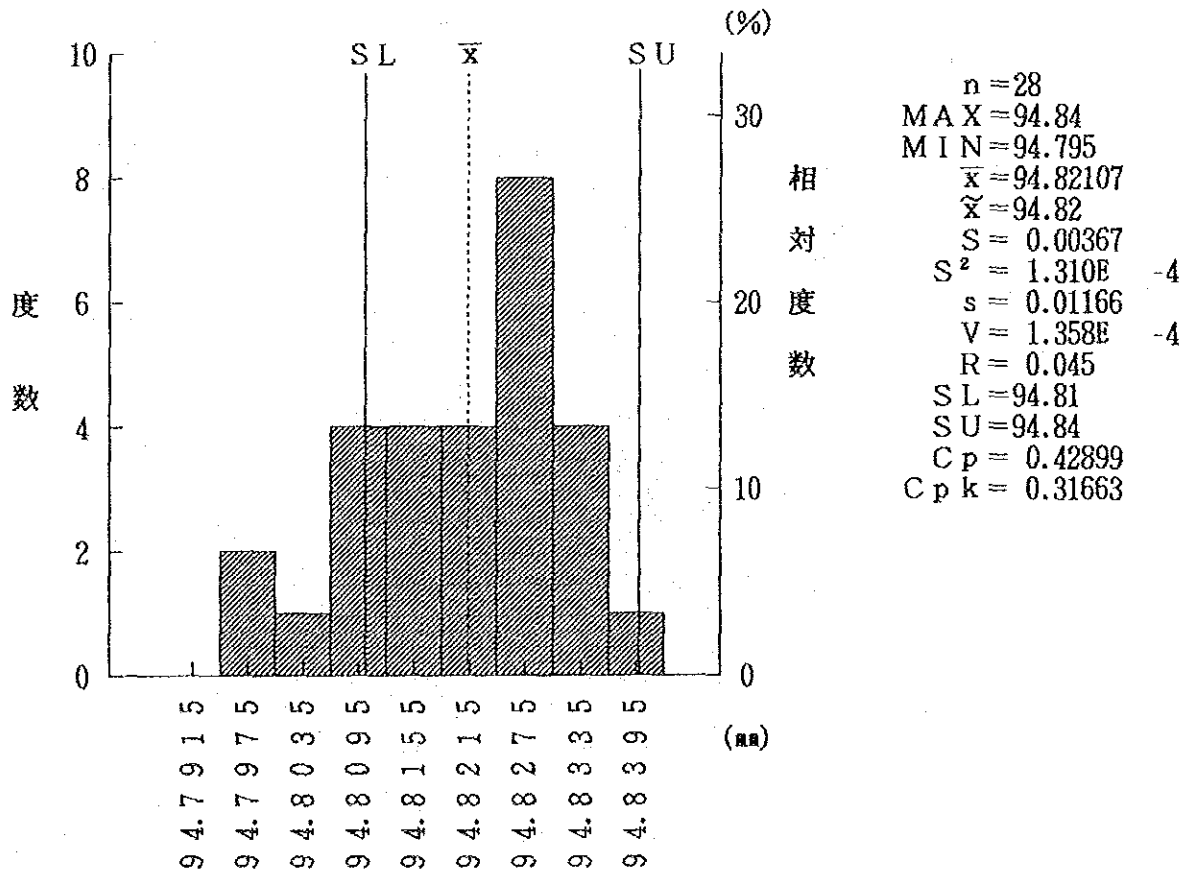
① 工程能力分析箇所 : 外径

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
94.7915	94.7885-94.7945	0	0	0.0
94.7975	94.7945-94.8005	2	2	7.1
94.8035	94.8005-94.8065	1	3	3.6
94.8095	94.8065-94.8125	4	7	14.3
94.8155	94.8125-94.8185	4	11	14.3
94.8215	94.8185-94.8245	4	15	14.3
94.8275	94.8245-94.8305	8	23	28.6
94.8335	94.8305-94.8365	4	27	14.3
94.8395	94.8365-94.8425	1	28	3.6
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

195 (95-3A)



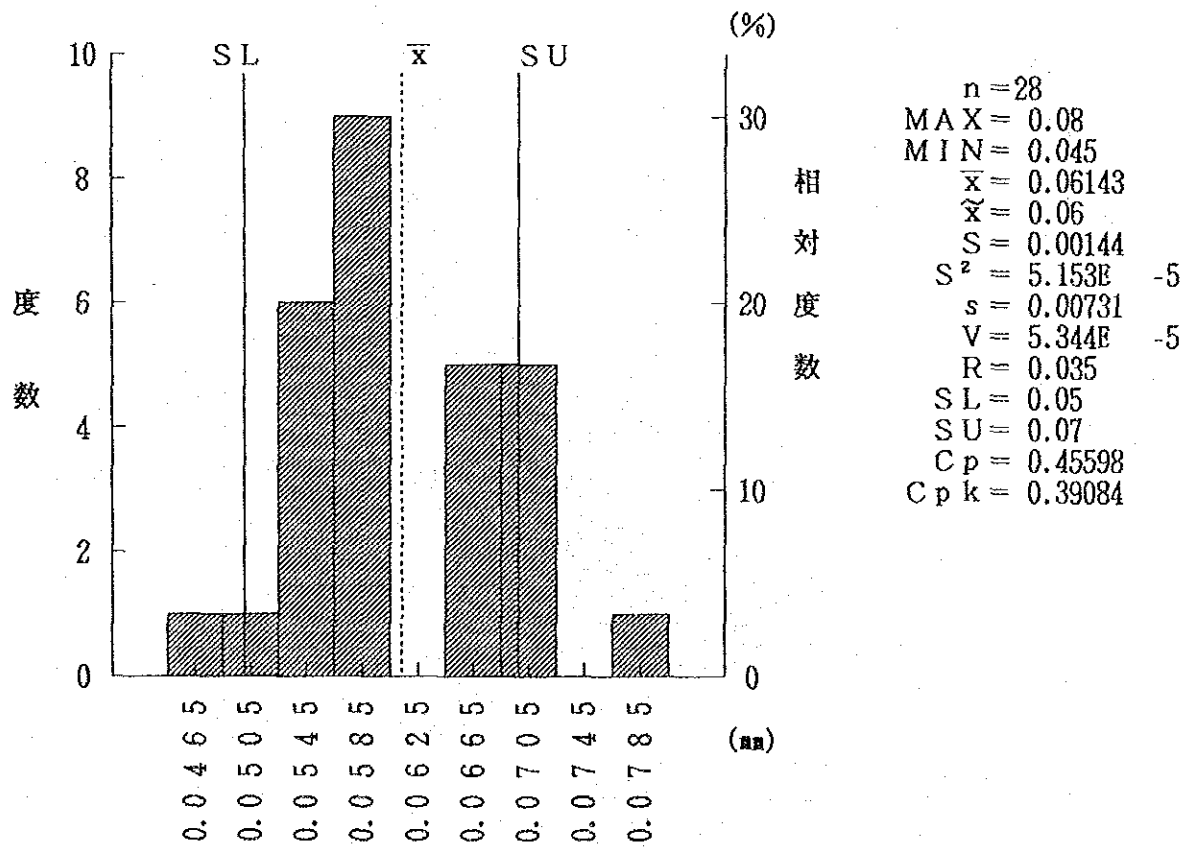
② 工程能力分析箇所 : テーパー (Taper)

度数表

\tilde{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
0.0465	0.0445-0.0485	1	1	3.6
0.0505	0.0485-0.0525	1	2	3.6
0.0545	0.0525-0.0565	6	8	21.4
0.0585	0.0565-0.0605	9	17	32.1
0.0625	0.0605-0.0645	0	17	0.0
0.0665	0.0645-0.0685	5	22	17.9
0.0705	0.0685-0.0725	5	27	17.9
0.0745	0.0725-0.0765	0	27	0.0
0.0785	0.0765-0.0805	1	28	3.6
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

195 (95-3A)



3.3.2-2 井140加工ラインの工程能力分析表（機種：95-4）

2-1 端面内径粗加工工程

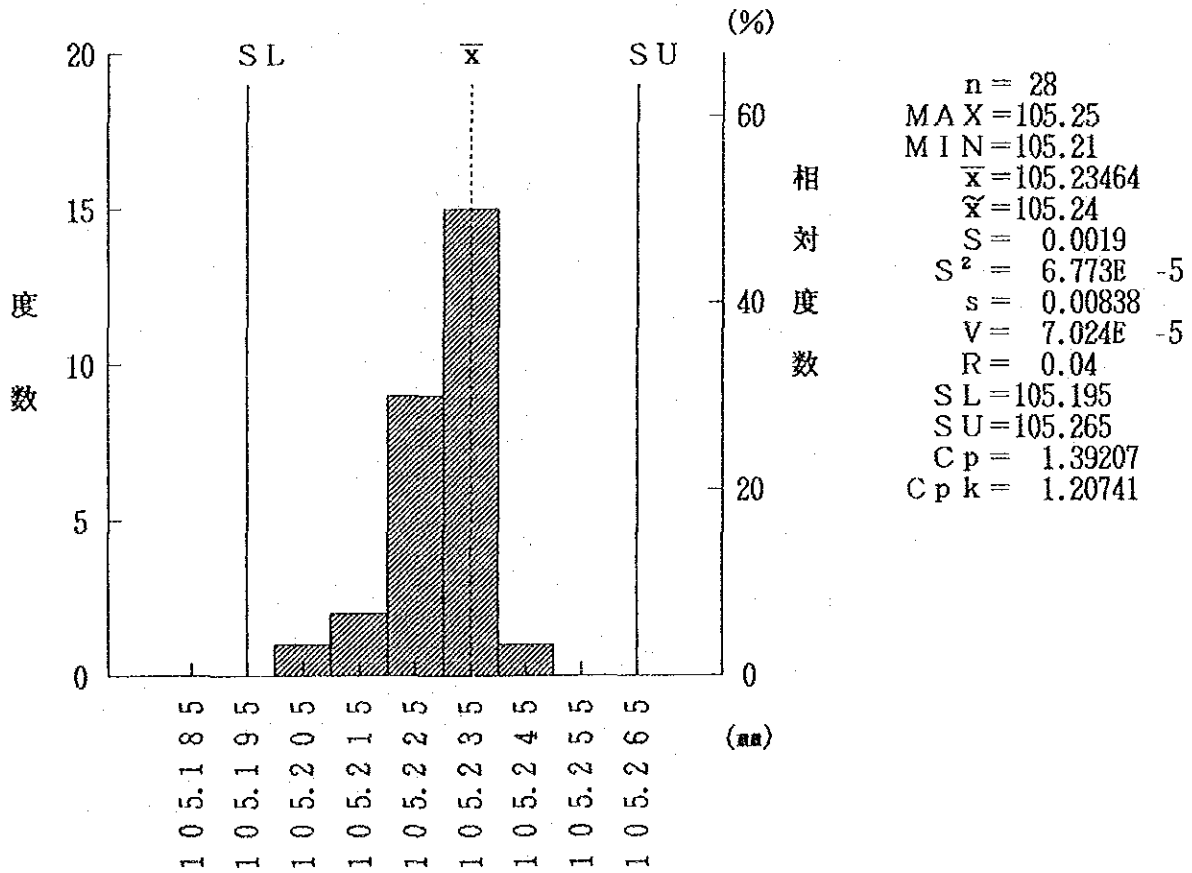
① 工程能力分析箇所： 燃焼室までの高さ

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
105.185	105.180-105.190	0	0	0.0
105.195	105.190-105.200	0	0	0.0
105.205	105.200-105.210	1	1	3.6
105.215	105.210-105.220	2	3	7.1
105.225	105.220-105.230	9	12	32.1
105.235	105.230-105.240	15	27	53.6
105.245	105.240-105.250	1	28	3.6
105.255	105.250-105.260	0	28	0.0
105.265	105.260-105.270	0	28	0.0
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

140 (95-4)



2-2 溝仕上加工工程

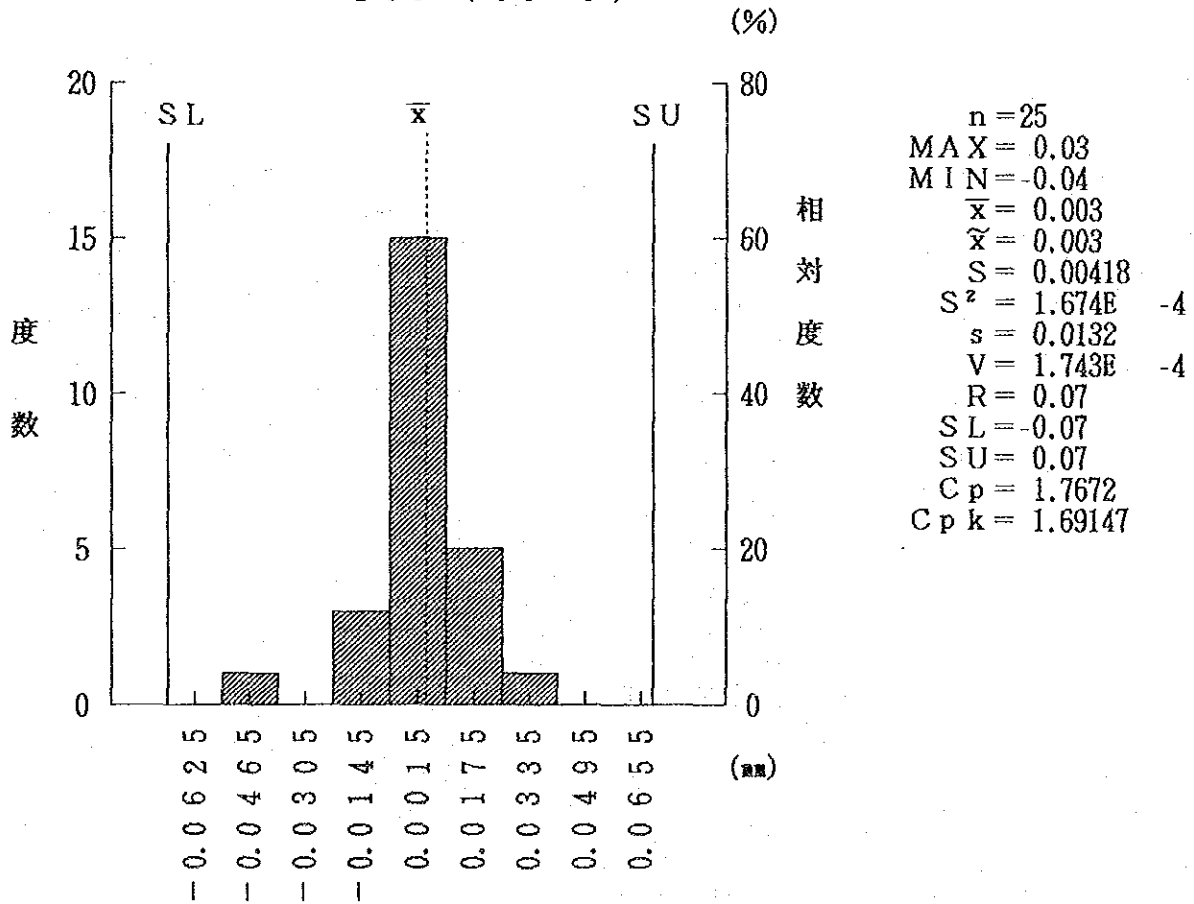
① 工程能力分析箇所 : 溝直角度

度数表

\tilde{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
-0.0625	-0.0705 - -0.0545	0	0	0.0
-0.0465	-0.0545 - -0.0385	1	1	4.0
-0.0305	-0.0385 - -0.0225	0	1	0.0
-0.0145	-0.0225 - -0.0065	3	4	12.0
0.0015	-0.0065 - 0.0095	15	19	60.0
0.0175	0.0095 - 0.0255	5	24	20.0
0.0335	0.0255 - 0.0415	1	25	4.0
0.0495	0.0415 - 0.0575	0	25	0.0
0.0655	0.0575 - 0.0735	0	25	0.0
計		25		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

140 (95-4)



2-3 ピン孔仕上加工工程

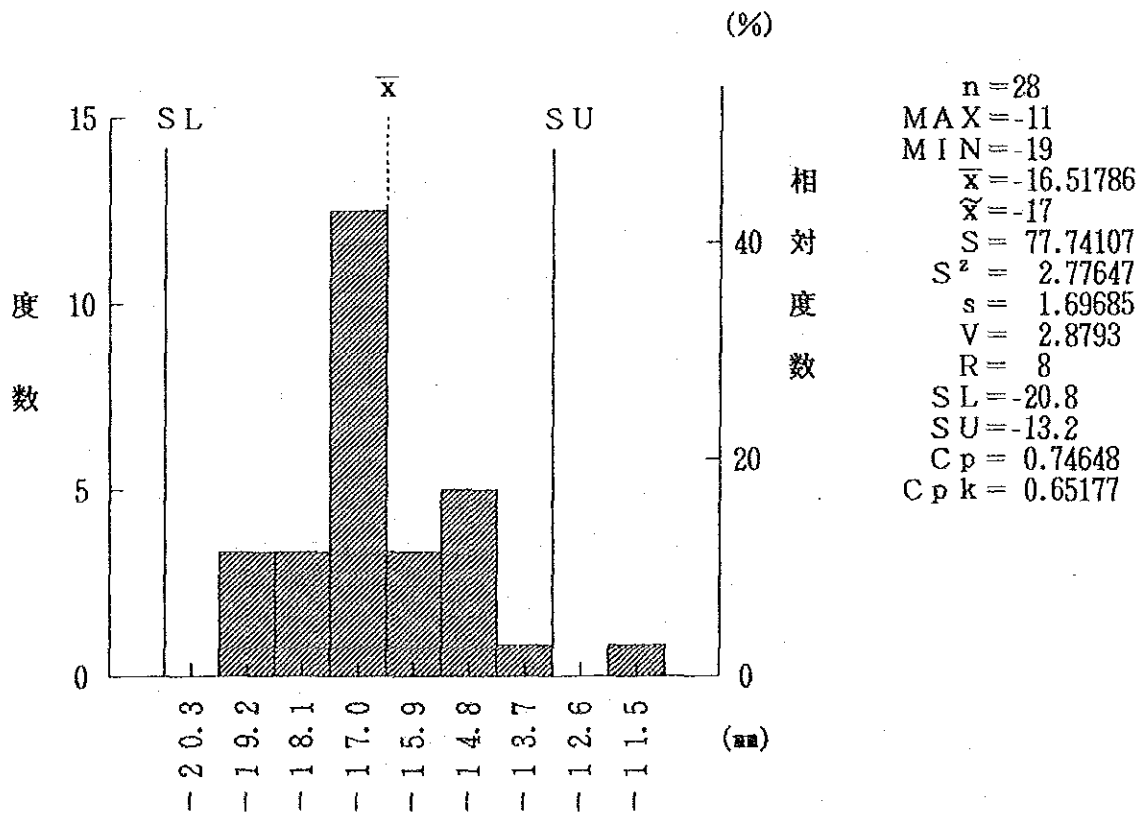
① 工程能力分析箇所 : 孔径

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
-20.30	-20.85 - -19.75	0	0	0.0
-19.20	-19.75 - -18.65	3	3	10.7
-18.10	-18.65 - -17.55	3	6	10.7
-17.00	-17.55 - -16.45	12	18	42.9
-15.90	-16.45 - -15.35	3	21	10.7
-14.80	-15.35 - -14.25	5	26	17.9
-13.70	-14.25 - -13.15	1	27	3.6
-12.60	-13.15 - -12.05	0	27	0.0
-11.50	-12.05 - -10.95	1	28	3.6
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

140 (95-4)



2-4 外径研削加工工程

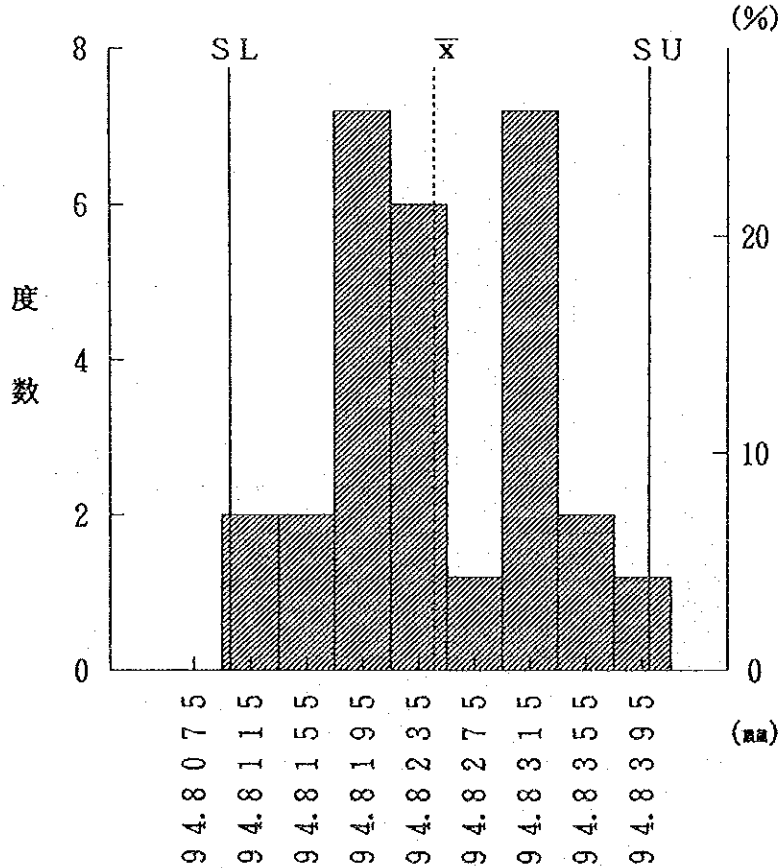
① 工程能力分析箇所 : 外径

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
94.8075	94.8055-94.8095	0	0	0.0
94.8115	94.8095-94.8135	2	2	7.1
94.8155	94.8135-94.8175	2	4	7.1
94.8195	94.8175-94.8215	7	11	25.0
94.8235	94.8215-94.8255	6	17	21.4
94.8275	94.8255-94.8295	1	18	3.6
94.8315	94.8295-94.8335	7	25	25.0
94.8355	94.8335-94.8375	2	27	7.1
94.8395	94.8375-94.8415	1	28	3.6
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

140 (95-4)



$n = 28$
 $MAX = 94.84$
 $MIN = 94.81$
 $\bar{x} = 94.82443$
 $\bar{x} = 94.825$
 $S = 0.00142$
 $S^2 = 5.082E-5$
 $s = 0.00726$
 $V = 5.270E-5$
 $R = 0.03$
 $SL = 94.81$
 $SU = 94.84$
 $Cp = 0.68877$
 $Cpk = 0.66253$

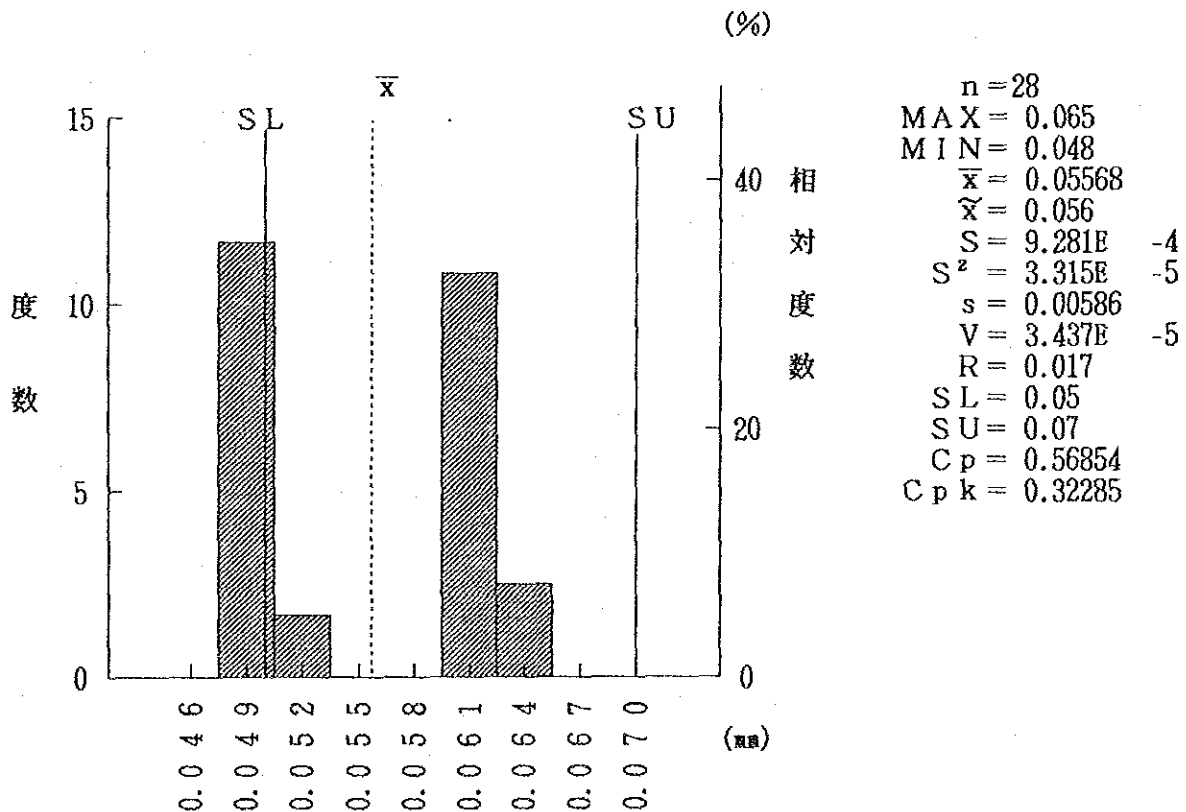
② 工程能力分析箇所 : テーパー (Taper)

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
0.0460	0.0445-0.0475	0	0	0.0
0.0490	0.0475-0.0505	12	12	42.9
0.0520	0.0505-0.0535	2	14	7.1
0.0550	0.0535-0.0565	0	14	0.0
0.0580	0.0565-0.0595	0	14	0.0
0.0610	0.0595-0.0625	11	25	39.3
0.0640	0.0625-0.0655	3	28	10.7
0.0670	0.0655-0.0685	0	28	0.0
0.0700	0.0685-0.0715	0	28	0.0
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

140 (95-4)



3.3.2-3 井125加工ラインの工程能力分析表 (機種: CA-10C)

3-1 端面内径粗加工工程

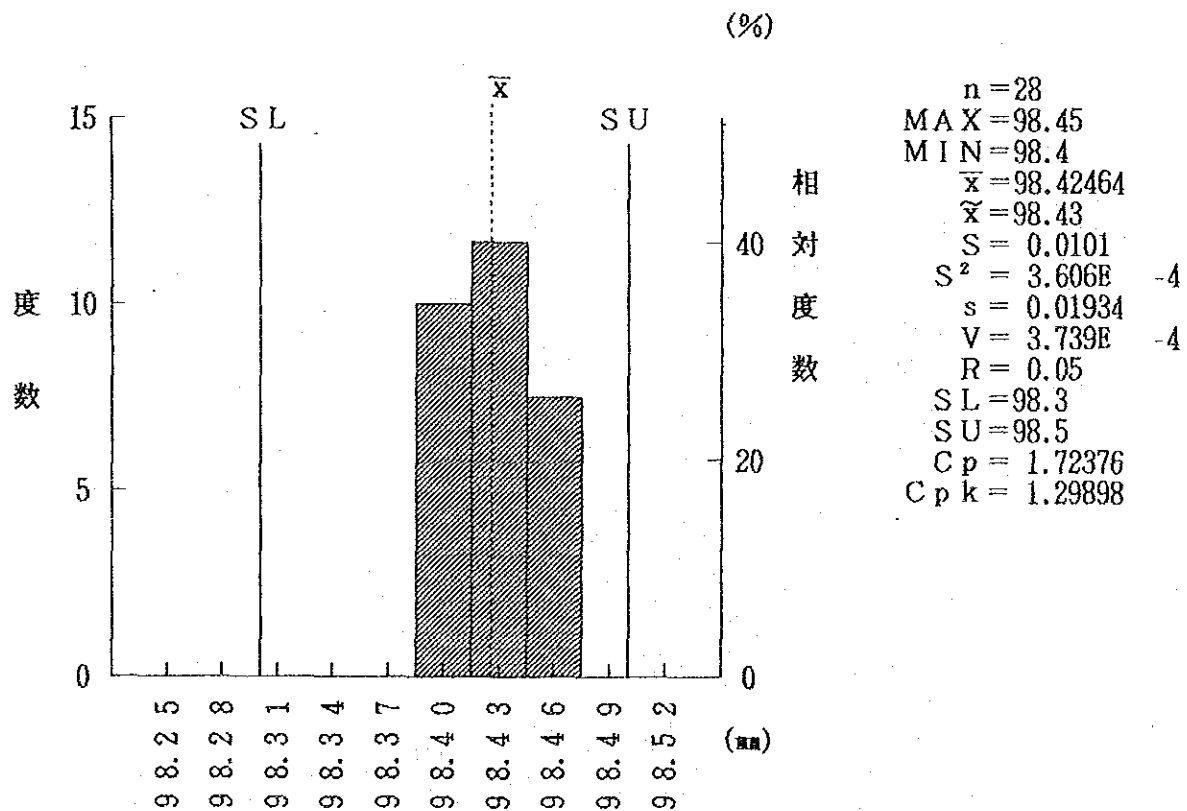
① 工程能力分析箇所 : 燃焼室までの高さ

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
98.250	98.235-98.265	0	0	0.0
98.280	98.265-98.295	0	0	0.0
98.310	98.295-98.325	0	0	0.0
98.340	98.325-98.355	0	0	0.0
98.370	98.355-98.385	0	0	0.0
98.400	98.385-98.415	10	10	35.7
98.430	98.415-98.445	11	21	39.3
98.460	98.445-98.475	7	28	25.0
98.490	98.475-98.505	0	28	0.0
98.520	98.505-98.535	0	28	0.0
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

125 (CA-10C)



3-2 溝仕上加工工程

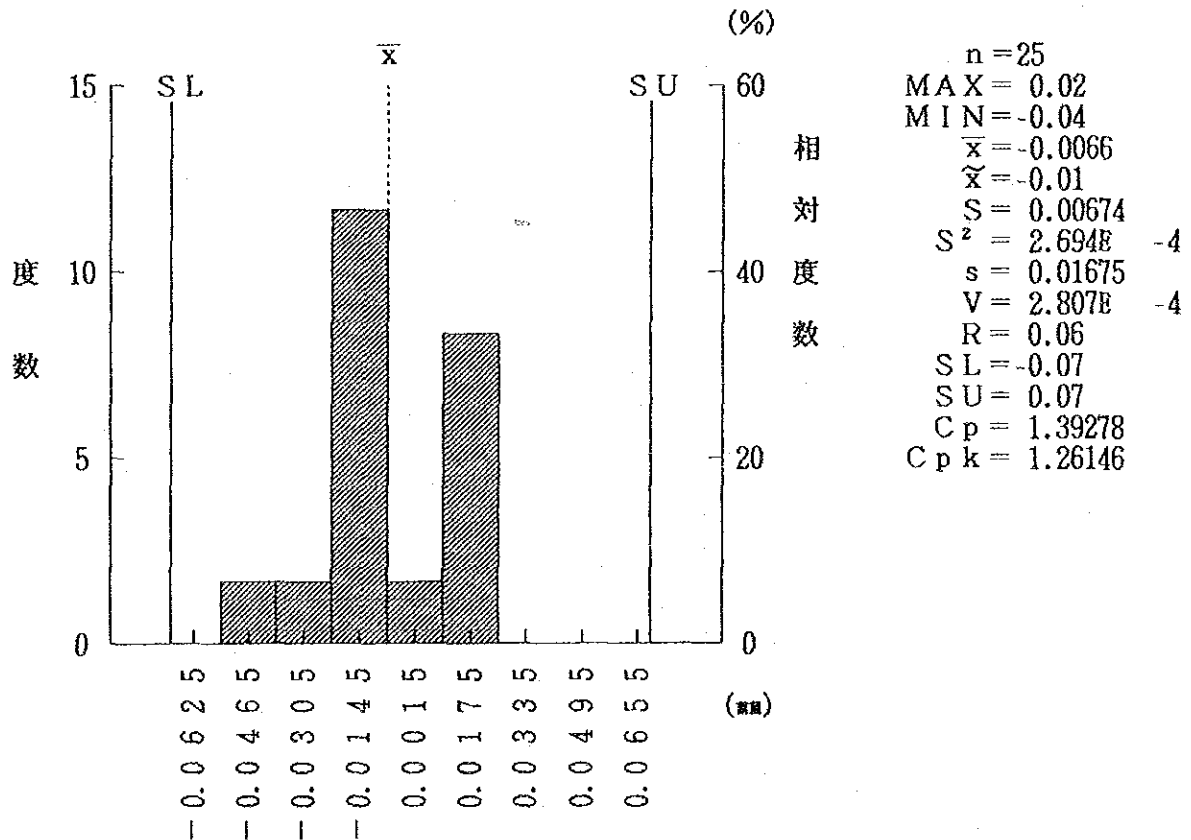
① 工程能力分析箇所 : 溝直角度

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
-0.0625	-0.0705 - -0.0545	0	0	0.0
-0.0465	-0.0545 - -0.0385	2	2	8.0
-0.0305	-0.0385 - -0.0225	2	4	8.0
-0.0145	-0.0225 - -0.0065	11	15	44.0
0.0015	-0.0065 - 0.0095	2	17	8.0
0.0175	0.0095 - 0.0255	8	25	32.0
0.0335	0.0255 - 0.0415	0	25	0.0
0.0495	0.0415 - 0.0575	0	25	0.0
0.0655	0.0575 - 0.0735	0	25	0.0
計		25		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

125 (CA-10C)



3-3 ピン孔仕上加工工程

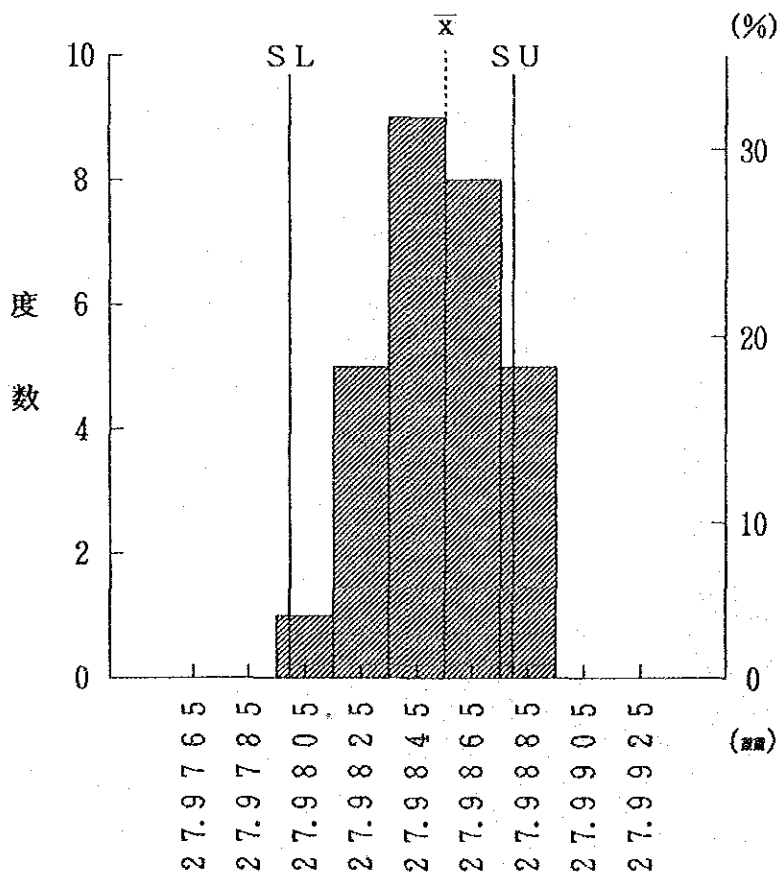
① 工程能力分析箇所 : 孔径

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
27.9765	27.9755-27.9775	0	0	0.0
27.9785	27.9775-27.9795	0	0	0.0
27.9805	27.9795-27.9815	1	1	3.6
27.9825	27.9815-27.9835	5	6	17.9
27.9845	27.9835-27.9855	9	15	32.1
27.9865	27.9855-27.9875	8	23	28.6
27.9885	27.9875-27.9895	5	28	17.9
27.9905	27.9895-27.9915	0	28	0.0
27.9925	27.9915-27.9935	0	28	0.0
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

125 (CA-10C)



$n = 28$
 $MAX = 27.989$
 $MIN = 27.98$
 $\bar{x} = 27.98539$
 $\bar{x} = 27.985$
 $S = 1.307E - 4$
 $S^2 = 4.667E - 6$
 $s = 0.0022$
 $V = 4.840E - 6$
 $R = 0.009$
 $SL = 27.98$
 $SU = 27.988$
 $Cp = 0.60606$
 $Cpk = 0.39502$

3-4 外径研削加工工程

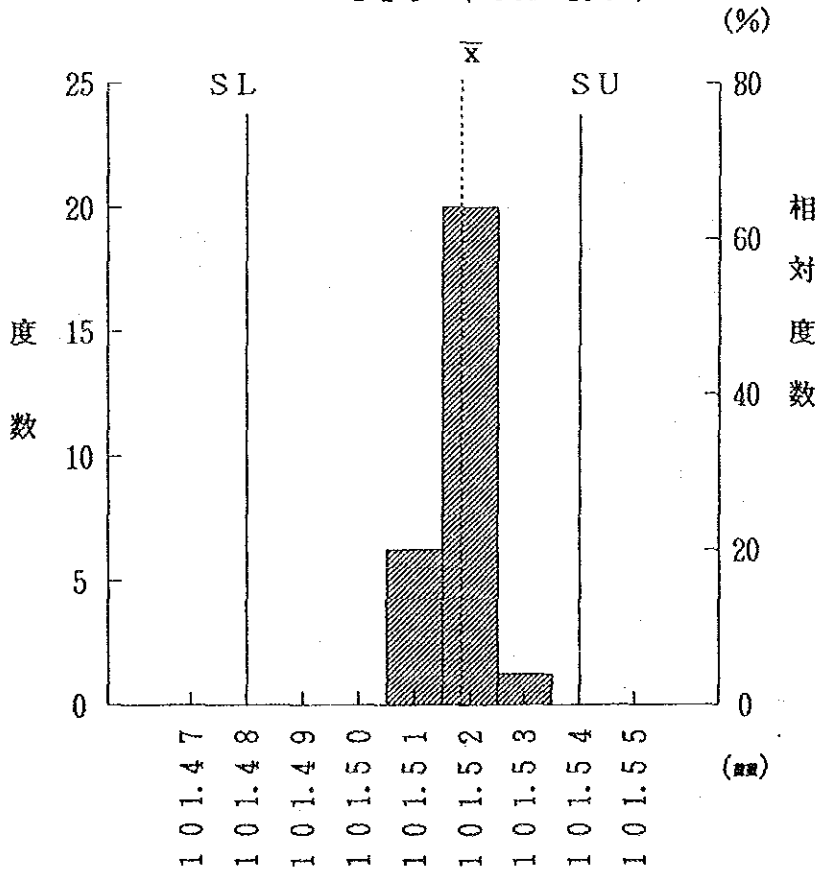
① 工程能力分析箇所 : 外径

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
101.470	101.465-101.475	0	0	0.0
101.480	101.475-101.485	0	0	0.0
101.490	101.485-101.495	0	0	0.0
101.500	101.495-101.505	0	0	0.0
101.510	101.505-101.515	6	6	21.4
101.520	101.515-101.525	20	26	71.4
101.530	101.525-101.535	2	28	7.1
101.540	101.535-101.545	0	28	0.0
101.550	101.545-101.555	0	28	0.0
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

125 (CA-10C)



$n = 28$
 $MAX = 101.53$
 $MIN = 101.51$
 $\bar{x} = 101.51857$
 $\bar{x} = 101.52$
 $S = 7.429E - 4$
 $S^2 = 2.653E - 5$
 $s = 0.00525$
 $V = 2.751E - 5$
 $R = 0.02$
 $SL = 101.48$
 $SU = 101.54$
 $Cp = 1.90647$
 $Cpk = 1.36176$

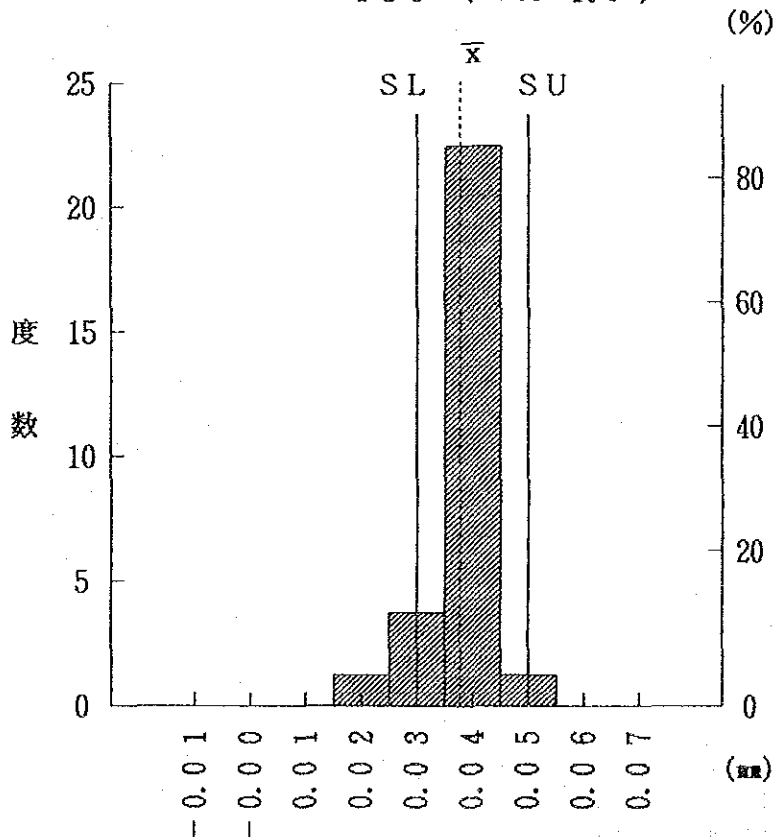
② 工程能力分析箇所 : テーパー (Taper)

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
-0.010	-0.015 - -0.005	0	0	0.0
-0.000	-0.005 - -0.005	0	0	0.0
0.010	0.005 - -0.015	0	0	0.0
0.020	0.015 - -0.025	1	1	3.6
0.030	0.025 - -0.035	4	5	14.3
0.040	0.035 - -0.045	22	27	78.6
0.050	0.045 - -0.055	1	28	3.6
0.060	0.055 - -0.065	0	28	0.0
0.070	0.065 - -0.075	0	28	0.0
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

125 (CA-10C)



$n = 28$
 $MAX = 0.05$
 $MIN = 0.02$
 $\bar{x} = 0.03821$
 $\bar{x} = 0.04$
 $S = 8.107E - 4$
 $S^2 = 2.895E - 5$
 $s = 0.00548$
 $V = 3.003E - 5$
 $R = 0.03$
 $SL = 0.03$
 $SU = 0.05$
 $Cp = 0.60831$
 $Cpk = 0.49969$

3.3.2-4 #175加工ラインの工程能力分析表 (機種:EQ-140)

4-1 端面内径粗加工工程

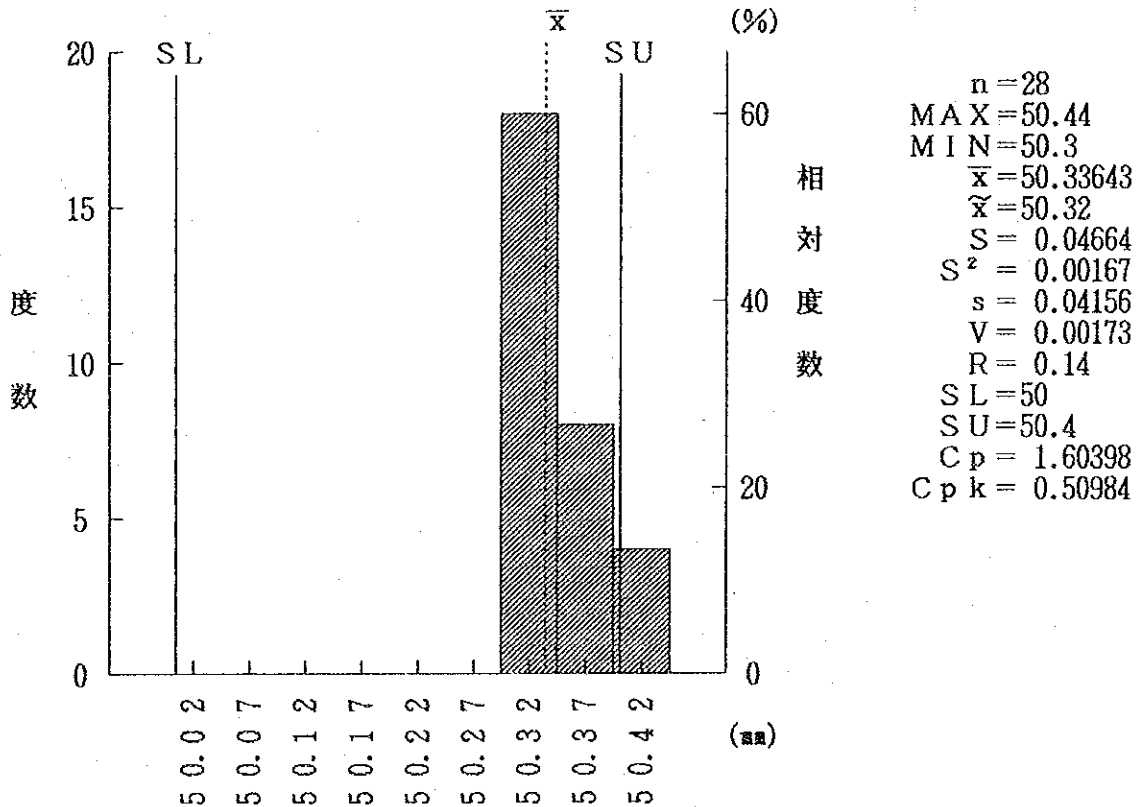
① 工程能力分析箇所 : 燃焼室までの高さ

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
50.020	49.995-50.045	0	0	0.0
50.070	50.045-50.095	0	0	0.0
50.120	50.095-50.145	0	0	0.0
50.170	50.145-50.195	0	0	0.0
50.220	50.195-50.245	0	0	0.0
50.270	50.245-50.295	0	0	0.0
50.320	50.295-50.345	17	17	60.7
50.370	50.345-50.395	7	24	25.0
50.420	50.395-50.445	4	28	14.3
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

175 (EQ-140)



4-2 溝仕上加工工程

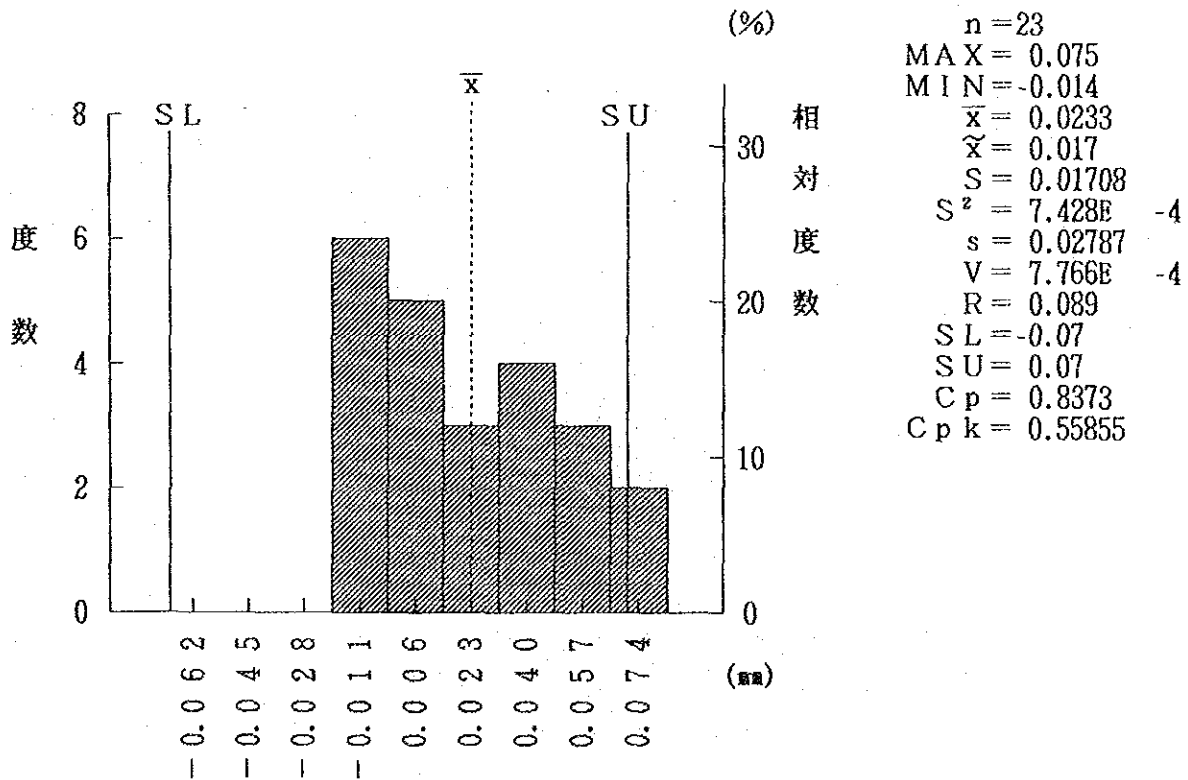
① 工程能力分析箇所 : 溝直角度

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
-0.0620	-0.0705 - -0.0535	0	0	0.0
-0.0450	-0.0535 - -0.0365	0	0	0.0
-0.0280	-0.0365 - -0.0195	0	0	0.0
-0.0110	-0.0195 - -0.0025	6	6	26.1
0.0060	-0.0025 - 0.0145	5	11	21.7
0.0230	0.0145 - 0.0315	3	14	13.0
0.0400	0.0315 - 0.0485	4	18	17.4
0.0570	0.0485 - 0.0655	3	21	13.0
0.0740	0.0655 - 0.0825	2	23	8.7
計		23		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

175 (CA-10)



4-3 ピン孔仕上加工工程

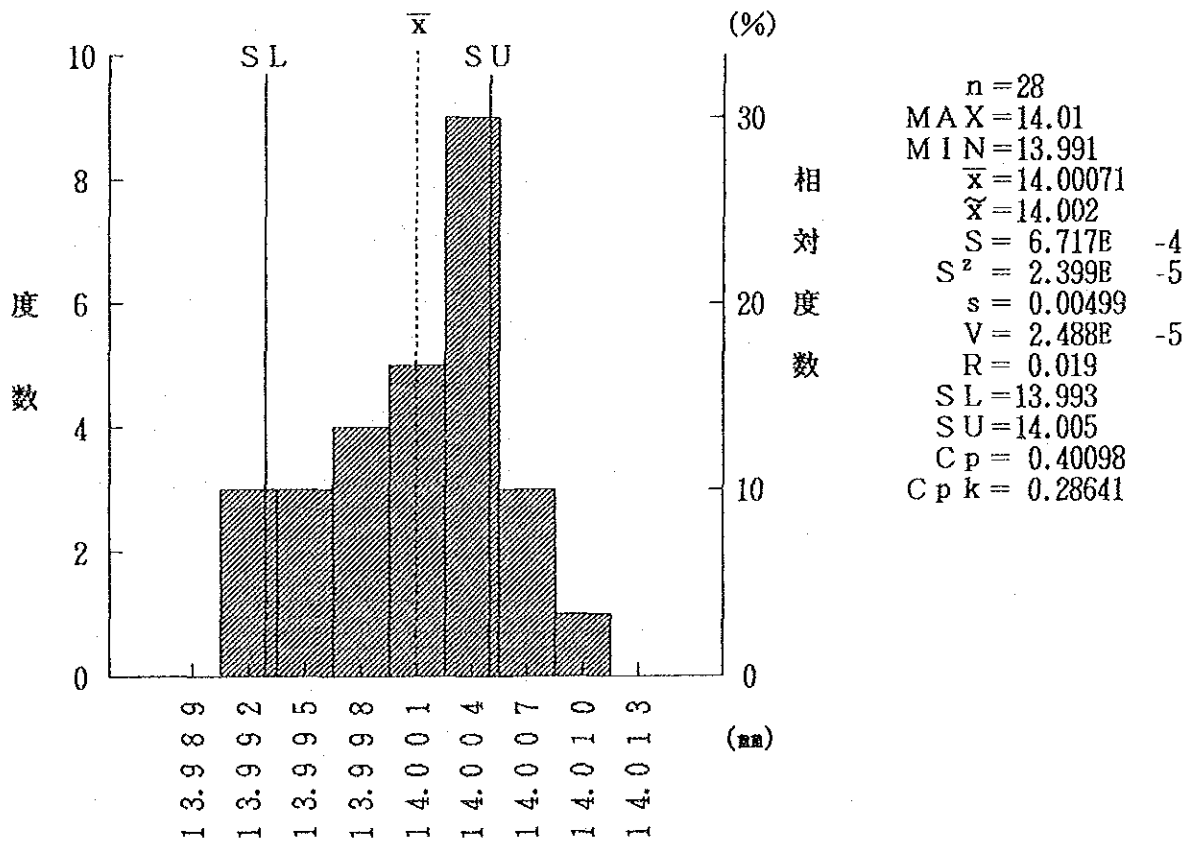
① 工程能力分析箇所 : 孔 径

度 数 表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
13.9890	13.9875-13.9905	0	0	0.0
13.9920	13.9905-13.9935	3	3	10.7
13.9950	13.9935-13.9965	3	6	10.7
13.9980	13.9965-13.9995	4	10	14.3
14.0010	13.9995-14.0025	5	15	17.9
14.0040	14.0025-14.0055	9	24	32.1
14.0070	14.0055-14.0085	3	27	10.7
14.0100	14.0085-14.0115	1	28	3.6
14.0130	14.0115-14.0145	0	28	0.0
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

175 (EQ-140)



4-4 外径研削加工工程

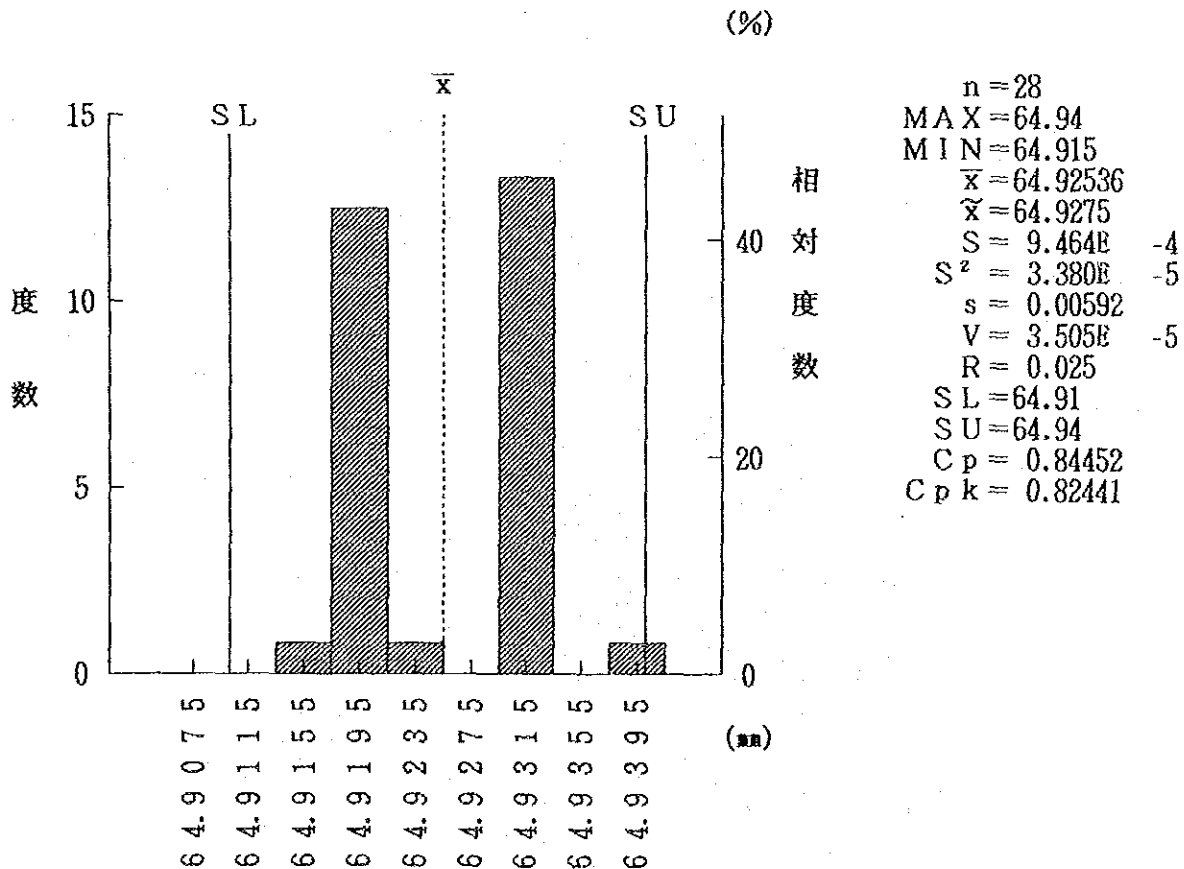
① 工程能力分析箇所 : 外径

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
64.9075	64.9055-64.9095	0	0	0.0
64.9115	64.9095-64.9135	0	0	0.0
64.9155	64.9135-64.9175	1	1	3.6
64.9195	64.9175-64.9215	12	13	42.9
64.9235	64.9215-64.9255	1	14	3.6
64.9275	64.9255-64.9295	0	14	0.0
64.9315	64.9295-64.9335	13	27	46.4
64.9355	64.9335-64.9375	0	27	0.0
64.9395	64.9375-64.9415	1	28	3.6
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

175 (EQ-140)



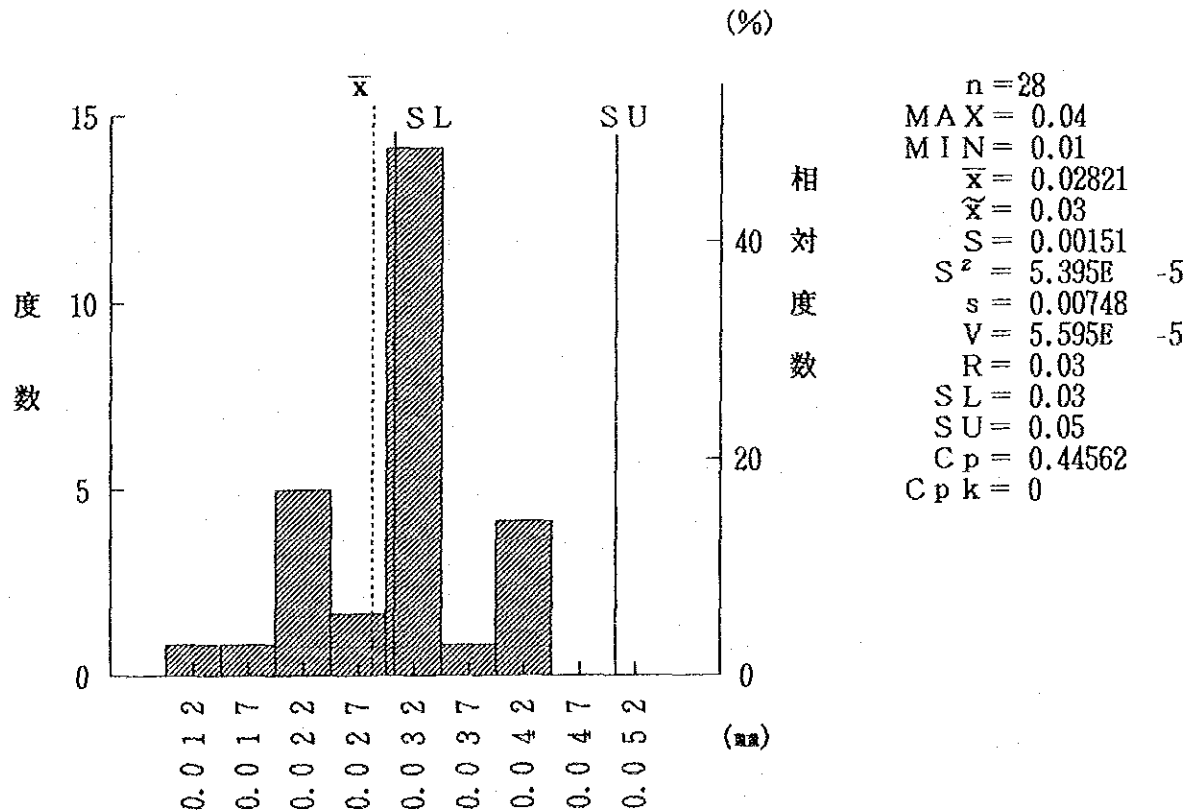
② 工程能力分析箇所 : テーパー (Taper)

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
0.0120	0.0095-0.0145	1	1	3.6
0.0170	0.0145-0.0195	1	2	3.6
0.0220	0.0195-0.0245	5	7	17.9
0.0270	0.0245-0.0295	2	9	7.1
0.0320	0.0295-0.0345	14	23	50.0
0.0370	0.0345-0.0395	1	24	3.6
0.0420	0.0395-0.0445	4	28	14.3
0.0470	0.0445-0.0495	0	28	0.0
0.0520	0.0495-0.0545	0	28	0.0
計		28		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

175 (EQ-140)



3.3.2-5 井160加工ラインの工程能力分析表 (機種: 6160)

5-1 端面内径仕上加工工程

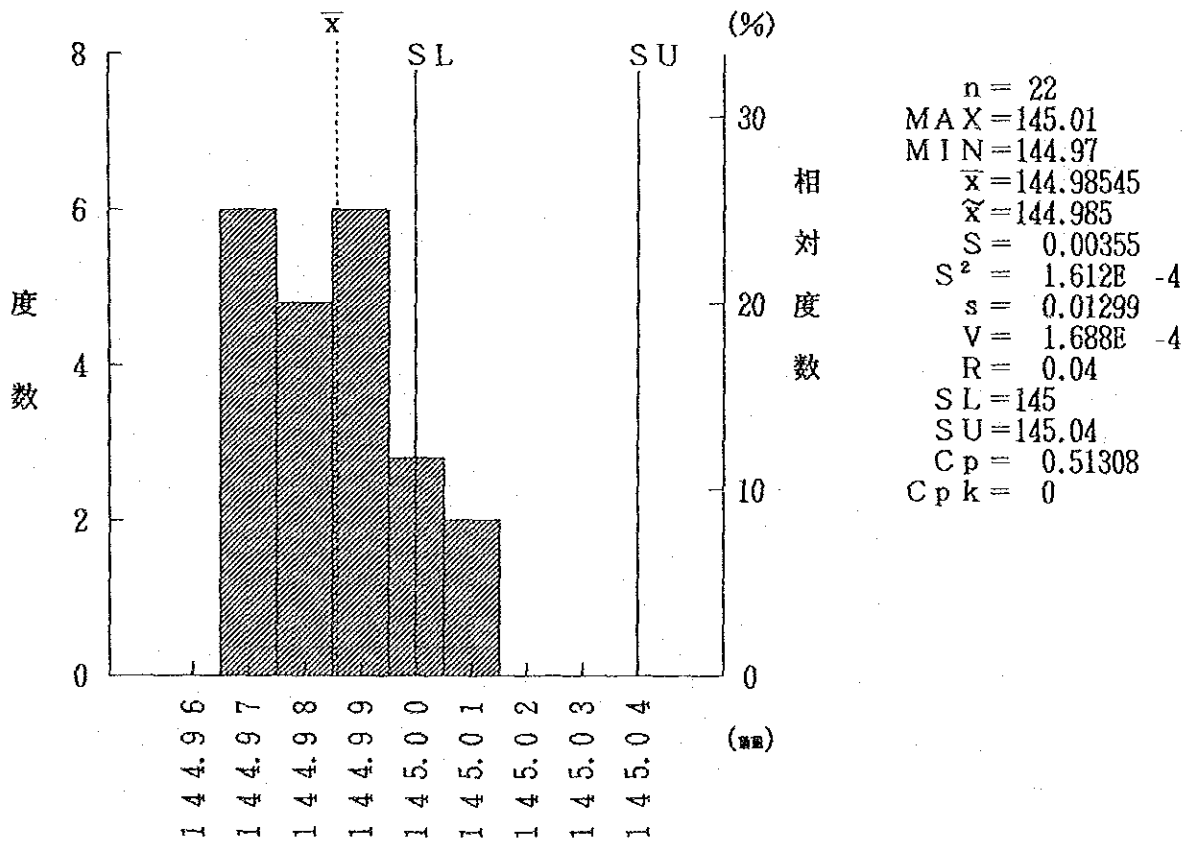
① 工程能力分析箇所 : 内径

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
144.960	144.955-144.965	0	0	0.0
144.970	144.965-144.975	6	6	27.3
144.980	144.975-144.985	5	11	22.7
144.990	144.985-144.995	6	17	27.3
145.000	144.995-145.005	3	20	13.6
145.010	145.005-145.015	2	22	9.1
145.020	145.015-145.025	0	22	0.0
145.030	145.025-145.035	0	22	0.0
145.040	145.035-145.045	0	22	0.0
計		22		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

160 (6160)



5-2 溝仕上加工工程

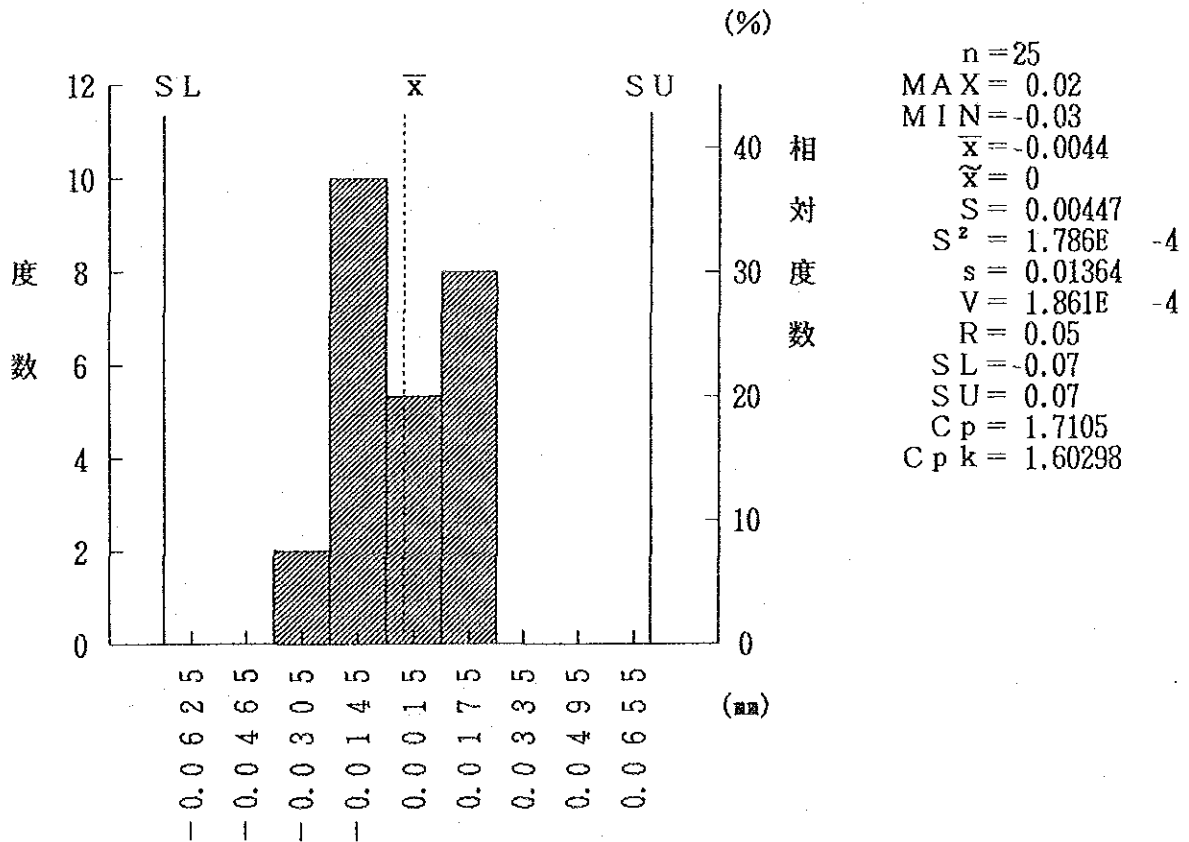
① 工程能力分析箇所 : 溝直角度

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
-0.0625	-0.0705 - -0.0545	0	0	0.0
-0.0465	-0.0545 - -0.0385	0	0	0.0
-0.0305	-0.0385 - -0.0225	2	2	8.0
-0.0145	-0.0225 - -0.0065	10	12	40.0
0.0015	-0.0065 - 0.0095	15	17	20.0
0.0175	0.0095 - 0.0255	8	25	32.0
0.0335	0.0255 - 0.0415	0	25	0.0
0.0495	0.0415 - 0.0575	0	25	0.0
0.0655	0.0575 - 0.0735	0	25	0.0
計		25		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

160 (6160)



5-3 ピン孔仕上加工工程

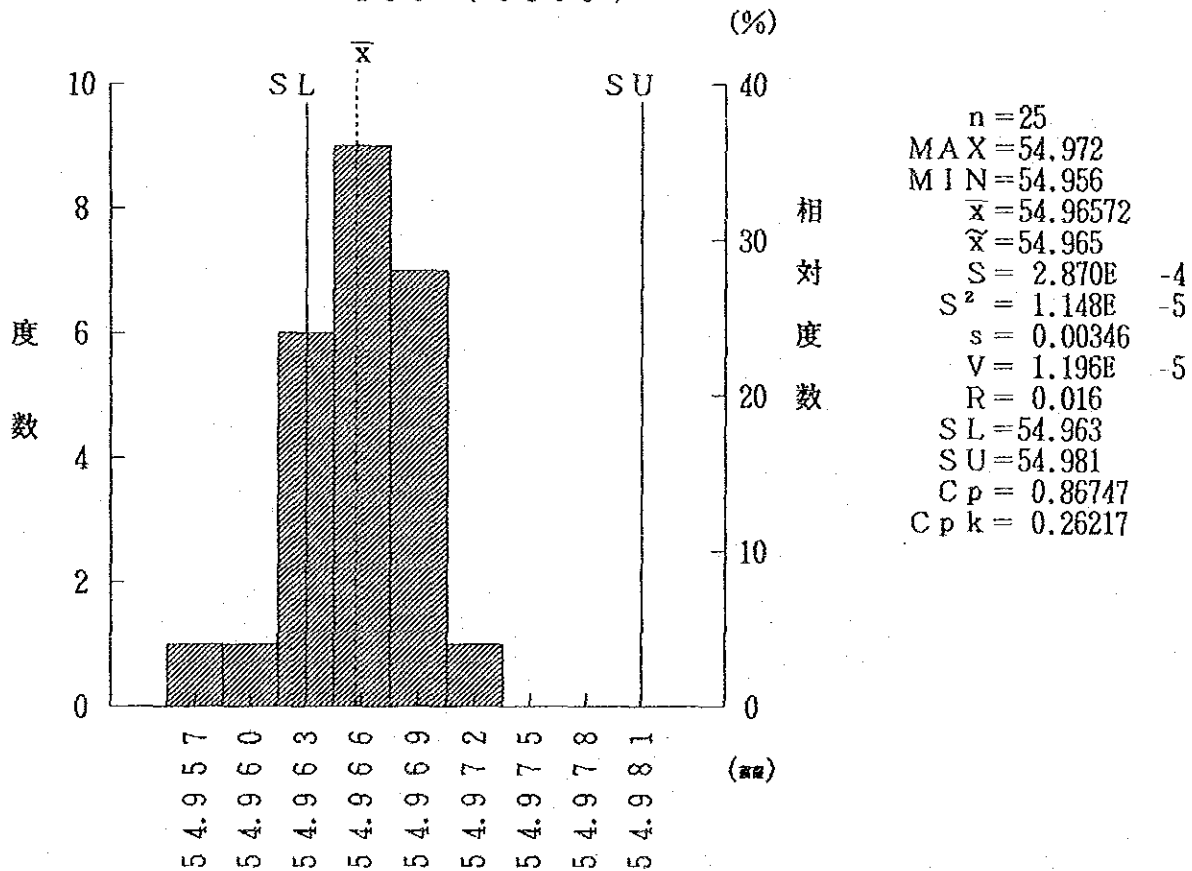
① 工程能力分析箇所 : 孔径

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
54.9570	54.9555-54.9585	1	1	4.0
54.9600	54.9585-54.9615	1	2	4.0
54.9630	54.9615-54.9645	6	8	24.0
54.9660	54.9645-54.9675	9	17	36.0
54.9690	54.9675-54.9705	7	24	28.0
54.9720	54.9705-54.9735	1	25	4.0
54.9750	54.9735-54.9765	0	25	0.0
54.9780	54.9765-54.9795	0	25	0.0
54.9810	54.9795-54.9825	0	25	0.0
計		25		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

160 (6160)



5-4 外径研削加工工程

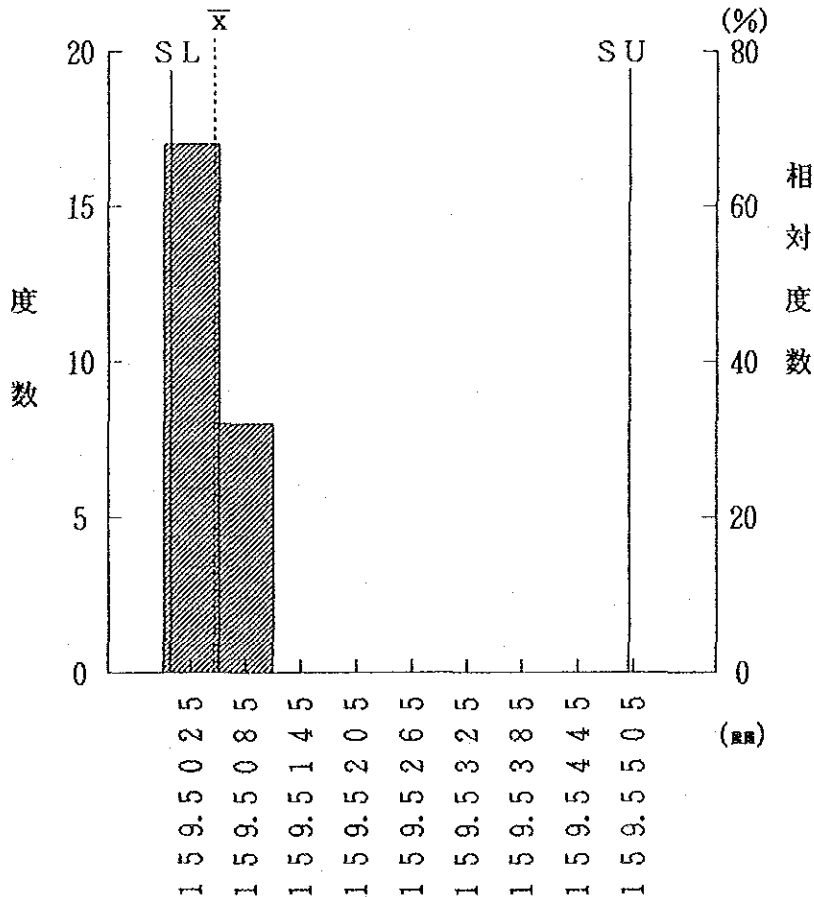
① 工程能力分析箇所 : 外径 A

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
159.5025	159.4995-159.5055	17	17	68.0
159.5085	159.5055-159.5115	8	25	32.0
159.5145	159.5115-159.5175	0	25	0.0
159.5205	159.5175-159.5235	0	25	0.0
159.5265	159.5235-159.5295	0	25	0.0
159.5325	159.5295-159.5355	0	25	0.0
159.5385	159.5355-159.5415	0	25	0.0
159.5445	159.5415-159.5475	0	25	0.0
159.5505	159.5475-159.5535	0	25	0.0
計		25		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

160 (6160)



$n = 25$
 $MAX = 159.51$
 $MIN = 159.5$
 $\bar{x} = 159.50488$
 $\bar{x} = 159.505$
 $S = 4.086E - 4$
 $S^2 = 1.635E - 5$
 $s = 0.00413$
 $V = 1.703E - 5$
 $R = 0.01$
 $SL = 159.5$
 $SU = 159.55$
 $Cp = 2.01955$
 $Cpk = 0.39422$

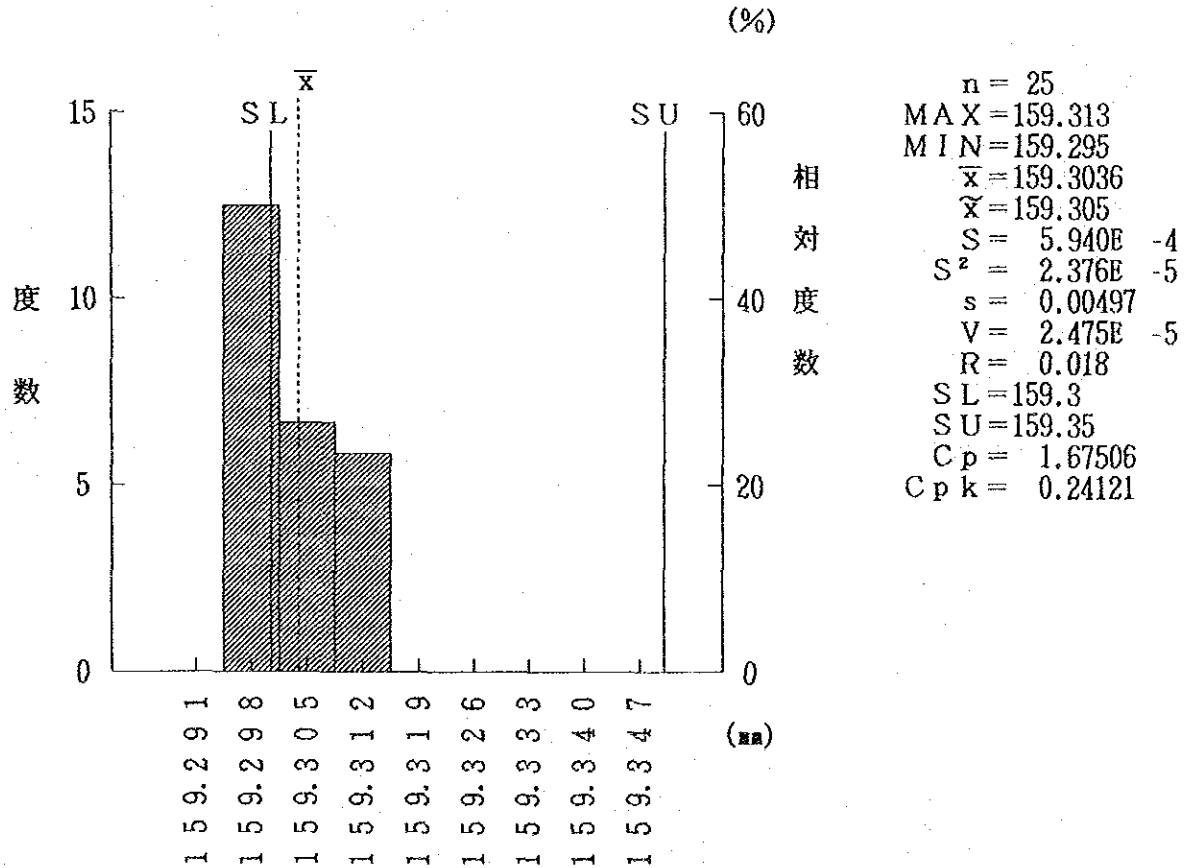
② 工程能力分析箇所 : 外径 B

度数表

\bar{x}	class	度数 f	ルイセキ度数	相対度数%
159.2910	159.2875-159.2945	0	0	0.0
159.2980	159.2945-159.3015	12	12	48.0
159.3050	159.3015-159.3085	7	19	28.0
159.3120	159.3085-159.3155	6	25	24.0
159.3190	159.3155-159.3225	0	25	0.0
159.3260	159.3225-159.3295	0	25	0.0
159.3330	159.3295-159.3365	0	25	0.0
159.3400	159.3365-159.3435	0	25	0.0
159.3470	159.3435-159.3505	0	25	0.0
計		25		100.0

ヒストグラム (HISTOGRAM)

160 (6160)



4. 金型、治具、切削工具

4.1 調査内容

4.1.1 金型、治具、切削工具の機械設備

a. 金型の機械設備

金型製作用機械設備は、第Ⅱ章 4.4.1 に示すとおりで、比較的製造年の古い汎用機械である。専用機および特殊設備は保有していない。

a-1 中型用材料は、鍛造工場のエアハンマ式鍛造機(air hammer forging machine)で素材を成形した後、形削り盤で形削りしている。中型は5～7個のコア(core)が、それぞれ勾配加工および段付加工などがされたものを組み合わせて、形成される。このために、コアの合せ面精度として、平面度および中心軸に対する対称度が要求され、また合せ面のすきまは許されない。これらの対処は、回転台付バイス(vise)およびバイト台(ram head)の角度調整をしながら加工されているが、現物合せ加工されているのが実情である。

型削りされた各コアは、後工程機械加工のために、型組み用万力治具で締め込みして、両端面のコア交差部を電気溶接している。

仮組みされた中型材料は、旋盤加工となり、四爪チャック(independent chuck)とセンタ穴(center hole)で保持され、外径部の成形加工(ピストン頭部側の溶接仮組み部は残す)がおこなわれている。外径部の形状は、テーパ(taper)加工や丸め(radius)加工で連結され、それらの寸法・形状精度は姿ゲージ(formed gauge)などを模範として、刃物台のハンドル操作によって成形されている。外径加工終了中型は、ボス(boss)穴・リブ(rib)溝、その他形状部にけがき(marking-off)が施されるが、けがきの元になる基準が、外径削り面とコアの合せ面のみであり、角度に対する基準面設置に一考を要する。

ボス穴部は旋盤加工であり、面板にV型治具を取り付け、それに中型を固定している。その他の加工はフライス加工で、万能割出台(universal index center)・円テーブル(circular table)を用いている。これらの芯出しも、けがき線に合わせて位置決めされている。基準面設置と、加工用取付け治具に一考を要する。

機械加工のできない部分の成形・隅部角部の丸め処理・商標 (trade mark) の刻字は、たがね・ヤスリ・研磨紙を用いて、手作業されている。成形部は姿ゲージ・丸めは半径ゲージを使用しているが、目視作業となり、形状不良が多く、同一型式金型でも同じような形状がでない問題を持っている。

頭部溶接部を残して、金型中子としての成形が完了すると、ラジアルボール盤によるガス抜き孔・把手取付用穴が明けられ、最後に旋盤加工で頭部成形と反対側の台座削りで溶接部が外される。このとき、加工歪みにより型合せ部の密着性が損なわれ、中型の精度不良が問題となっている。

完成した中型には操作用把手が取り付けられ製作完了となる。

a-2 外型材料は、鑄造工場では木型製作・鑄造・熱処理した素材が支給され、形削り盤で、型合せ面およびその反対側の加工が施される。

外型の素材の鑄抜き内径部および湯口部を現物合せでクランプ (clamp) して、ラジアルボール盤で組み付け用の下孔加工およびリーマ (reamer) 加工した後、ボルト (bolt) で締め付け固定している。

内径部分および両端面 (下型に乗る部分と中型との巾木部分) 加工は、四爪チャックを使用した旋盤加工であり、内径部に平面加工などの形状加工がある場合は削り代を残してある。

旋盤加工された外型は、ピン型挿入孔・丁番支点ピン孔・把手用穴などの位置がけがかれ、ラジアルボール盤で下孔加工後、ピン型挿入孔はフライス加工または治具中ぐり盤加工で仕上げられ、他の部分はリーマ仕上げされる。内径部形状加工は可能な範囲でミーリングしているが、中型の加工と同様手仕上げの要素が多く、同工場の問題点としても取り上げられている。

注湯口の成形は鑄物で大部分成形されており、荒取りはフライス作業、仕上げは手作業となっている。外型の成形加工後、仮組み付用孔をふさぎ (孔が注湯口に接しているため)、丁番および型組み用ハンドルなどの付属品が取り付けられ完了となる。

a-3 下型材料は外型材料と同仕様の鑄物である。

下型は旋盤作業で、上面加工および下面加工される。上面には、外型を抱き込む円筒台があり、その上面にピストン燃焼室形状およびピストンセンタ

穴座が成形される。下面側は、冷却用の水留り蓋座加工を施している。

上面側の円筒座上面の燃焼室形状加工は、けがき後、フライス盤による成形および手仕上げ作業でおこなわれている。成形加工終了品には、ガス抜き溝・冷却水留り蓋の取付けが行なわれ完了となる。

a-4 ピン型は、旋盤で形状加工が行なわれ、後部に把手を溶接し完了する。

b. 治具の機械設備

治具製作用機械設備は、第Ⅱ章4.4.1に示すとおりで、比較的製造年の古い汎用機械である。

治具の材料で鋼材は購入品であるが、適正寸法で購入できない場合、また段付加工で材料ロス(loss)が大きい場合は鍛造加工がおこなわれている。

ピストン取付用治具加工は、普通旋盤による内・外径加工が主であり、ボルト孔加工はラジアルボール盤、溝加工はフライス盤を使用している。ピストン引付棒は、普通旋盤による外径加工およびピン孔加工をして、形削り盤によるボス間加工・フライス盤による溝加工がされ、引き付け用のネジ(screw)をタップ加工(tapping)している。

ピストンピン孔加工用アーバー(arbor)は、モールステーパ5番(morse taper No.5)の打ち込み式であり、旋削加工後シャンク取付用孔加工・止めネジ用タップ加工される。粗加工用アーバーは、軸先端に2枚刃キリ(drill)がネジ込みされ、軸部に中粗加工用角バイトが付く2段切削式である。仕上げ加工用アーバーは、軸部に中仕上げ、仕上げ用の丸バイトが付く2段切削式である。これらの丸孔は治具中ぐり盤・角穴は孔あけ後にヤスリで現物成形加工している。

円筒研削は、センタ穴の付いている治具(ピン孔仕上アーバー・倣いモデルなど)のみ焼入れ後研削されている。他の治具は、マンドレル(mandrel)や他の研削棒などが採用されていないため、ほとんど研削されていない。このために、鑄鉄製治具となり、ピストン加工工場でピストン加工基準部に現物合せ修正加工されている。

c. 切削工具の機械設備

切削工具専用研削機械としては、修理工場には工具研削盤（M612K）があるが、ほとんど使用されていないで、ピストン加工工場内に平面研削盤1台と卓上両頭グラインダーが数台設備されている。砥石は緑色炭化珪素質1級、粒度70番程度と推定される。平面研削盤は、角バイト（ピン孔明けバイト・外径および頭部加工用組み合せバイト）および板バイト（溝加工バイト）の一次研削（四面研削）用である。刃先の形状研削は卓上両頭グラインダーを使用し、ピストン加工作業者が研削している。ダイヤモンド砥石による研削はなされていない。

超硬バイトのシャンクは、エアハンマ鍛造機による成形、フライス盤による台座加工がなされ、アセチレン吹管加熱によるろう付けがなされている。

4.1.2 金型、治具、切削工具の製作技術

a. 金型の製作技術

金型の組み合せ基準面

下型の燃焼室形状に対する外型の位置精度・外型に対する中型の位置精度は非常に重要であるが、これらの基準部は加工の途中で設定され、またこれらの位置はけがき線目視削りであり、精度的に不安定要素が多い。

中型の形削り（勾配加工および勾配付段加工）

型式別にそれぞれ寸法が設定され、その寸法も大端小端の寸法指示であり、角度指定でない。このために調整作業量が多くなり、現物合せ的な加工となっている。

中型の外径部および正面加工

連続丸み加工部などの複雑な形状部は姿ゲージ合せによる加工であり、総形バイトなど使われていないように見受けた。

けがき

形状部のけがきは当然のことであるが、加工基準となるけがきが不充分と見受けられた。基準線けがきは、型の軸芯と、削りの軸芯を合わせるためのものであり、軽視できない。

中型ボス削り（対向2箇所穴ぐり）

ボス穴は、中型の中心またはオフセット（off set）して明けるが、2つの対向している穴の位置度（position）は重要である。V形座付面板を用い、旋盤による正面加工がされているが、この取り付け具には上下方向の調整装置のみで、オフセット調整装置および反転角度基準装置が付いていない。このために対向ボス穴の位置度の精度保証に疑問がある。

エンドミル加工

リブ溝および各部の形状加工には勾配加工が必要であるが、テーパ刃エンドミル（tapered endmill）の製作ができないので、勾配部分を残して加工されており、勾配加工はたがねはつり作業などの手仕上げとなっている。

手仕上げ加工

機械での成形不能箇所・隅部および角度の丸めなどは手作業であり、たがね

はつり作業、ヤスリ掛け作業、サンドペーパー磨き作業など多人数(8人)で処理されている。特に隅部形状加工は困難であり、同じ型式の金型でも同じ形状が作り出せない問題がある。

中型の再組み合せ

中型頂部を最終成形するとき、型合せ溶接部は削り取られるが、歪が発生して、型の合せ面にすきまができる。これらの歪みは、材料の内部応力による歪・中型合せ面加工精度不良による歪・万力による組み付け歪・溶接熱による歪・加工熱による歪などが考えられる。また中型の組み付け装置(ボルト止め・テーパピン止めなど)が設置されていないので、中型を組み付けた状態での修正・手直し作業ができない。

b. 治具の製作技術

旋削加工用治具は、機械側取付面とピストン取付面の同軸度および平行度の精度が重要である。

旋削用主軸端フランジ(flange)基準面精度

ピストン主軸端に付いているフランジは鋳鉄製であり、主軸に対する基準面の同心度および直角度の精度が不十分である。特に基準穴の同軸度が悪いために、フランジ基準穴の外周方向4箇所から治具の芯を出すための、ボルトによる調整機構が付いている。

中ぐり用主軸端フランジ基準面精度

ピストン中ぐりアーバ(boring arbor)の取付けは、モールステーパ(morse taper) 打ち込み方式を採用しているが、主軸に対するテーパ穴の同軸度精度が不十分であり、アーバーの軸ずれが認められる。

治具の材料はほとんどが鋳鉄であり、前述のようにフランジの精度不良のために、ピストン取付側基準面は中間仕上げ加工であり、機械に取り付けた後、ピストン加工基準面に現物合せで再加工されており、段取替えに長時間を要している。又、鋳鉄製のために短期間で精度が悪くなり、治具の交換頻度が多い。これらの要因は研削加工技術の確立がないことに原因があり、簡便的な治具となっている。

円筒研削は、長丸形状(ピストンピン中ぐり仕上アーバ・倣いモデル)で

両端にセンタ穴の付いている治具にかぎり、両センター穴を支えて研削されている。

ピストン加工重要工程治具に関しては次のとおりである。

1. ピストン加工基準面加工用治具は、三爪油圧チャック方式の炭素鋼の生爪で、ピストン加工職場で爪の成形をしている。
2. ピストンピン孔加工用治具は鋳鉄を使用し、加工は旋削加工品である。治具の高さおよび平行度の保証がない為に、治具の台座との間に銅板を敷き込み、ピストンを試し削りしながら高さおよび平行度の調整をしているため、段取り時間に長時間要している。
3. ピストンリング溝加工用治具は、炭素鋼製で、ピストン取付面の円周上に6～8個の超硬をろう付したものが、一部使用されている。超硬部分の研削は、チャック作業(chuck work)であり、ダイヤルゲージで芯の振れを確認して加工しているが、精度が充分でなく、段取りに苦勞している。
4. ピストン外径プロフィール加工用治具は、ピストンの加工基準面取り部を受ける傘型治具で、テーパ面に6～8個所超硬をろう付けしている。研削方法は前述のとおりである。

c. 切削工具の製作技術

油穴加工用のドリル、スロット加工用のメタルソー、燃焼室加工用の高速度鋼バイト以外は超硬バイトを使用している。外径プロフィール加工は研削加工である。

シャンク加工は、外径削り用・正面削り用の太物は鍛造品を形削り、溝加工用およびピン孔中ぐり用などの小物は、平鋼を形削りした後、超硬ろう付け部の台座加工がおこなわれる。台座の加工精度はエンドミルを用いて加工しているが、加工面の仕上がりは良好とはいえない。

ろう付けは、アセチレン吹管による加熱後フラックスをまぶし、棒状の合金ろう材を流し込む方法である。加熱温度も高く、時間も長いように見受けた。台座の面荒れおよび棒状ろう材のために、ろう付面に酸化カス残り、ひけ巣などによるろう付強度の恐れがある。

溝加工用バイトおよび中ぐり加工用バイトの一次研削成形は、GC砥石 (green carbon grind stone) を使った平面研削盤により、四面を研削している。

研削盤への取り付けは磁気チャック (magnetic chuck) によっており、数回反転研削はしているものの、シャンク歪の恐れがある。刃先の研削はピストン加工業者が、卓上グラインダーを使用して、各個人の技能によって研削しており、集中管理はしていない。

溝加工バイトの刃先研削は、手作業であり側面ランド巾 (land width) の不均一・ノーズ半径 (nose radius) の不揃い (面取りに近い形状である) ・刃先直角度が不正確なために、切削抵抗の左右差ができて、溝倒れの恐れがある。

4.1.3 金型、治具、切削工具の主要材料

a. 金型の主要材料

外型および下型の材料は鋳鉄であり、同工場の鋳造工場で、木型の製作から一貫して製作されたものである。

材質は、中国規格の灰(ねずみ色)鋳鉄 TH20-40(引張強さ 20kgf/mm^2 ・曲げ強さ 40kgf/mm^2)であり、熱処理として、焼きなまし(annealing)が施されており、その条件は $550^\circ\text{C}\sim 650^\circ\text{C}$ ・4時間保持後徐冷されている。

この材質はJIS(日本工業規格)G 5501 ねずみ鋳鉄品3種・FC 20(JISには特性値は記入されていないが、引張強さ $17\sim 25\text{kgf/mm}^2$ ・曲げ強さ $38\sim 47\text{kgf/mm}^2$ 程度)相当品と推定される。

普通鋳鉄は一般に、高温度で加熱冷却を繰り返すと生長を起し、さらに進むと亀甲状の割れを生じ、強さが低下するといわれている。同工場の問題点としても、変形および亀裂があげられており、型の鋳命も約10,000個である。

中型およびピン型の材料は、クロム(chrome)鋼であり、中型の材料は鍛造工場で鍛造成形されたものである。

材質は中国規格の鉻鋼(30Cr)であり、これはJIS G 4104 クロム鋼 5Cr430相当品と推定される。

この材質は、通常熱処理を施し、機械部品用として、軸(shaft)、ボルト(bolt)などによく使われている材料である。同工場の問題点として、中型溶接仮組み部を削り取ると歪が発生して、合せ面にすきまができることがあげられている。鋳造作業時に溶湯がすきまに入り込みやすくなり、また熱処理も施されていないので、合せ面の稜線の損傷がはやくでてくるため、5000個ぐらいの鋳込数で型の補修(溶接肉盛り)がなされている。

その他の把手類の材料は、中国規格炭素鋼(45)が使用されている。これは、JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材 S45C相当品と推定される。0.3～0.6% C(carbon)材は、そのままの状態でも使用されるが、強靱性を与えるために焼入れ焼戻しを行なう。またこれらの鋼種は比較的強さの要求される連接桿、軸、キー(key)などに使用される。

b. 治具の主要材料

ピストン取付用治具材として、鋳鉄(TH20-40) および炭素鋼(45)が主に使用され、倣いモデル(model) 用として炭素鋼(45)、ピストンピン孔用バニシングツール(bernishing tool) 用として鉻鋼(20Crおよび40Cr)、ゲージ用として炭素工具鋼(T8 および T10)が使用されている。

倣いモデル用炭素鋼(45)は、高周波焼入れ(induction hardening) が施され、硬度は HRC55以上である。

鉻鋼(20Cr)は、浸炭(carburizing) 焼入れが、(40Cr)が施されている。

ゲージ用材料として、中国規格炭素工具鋼(T8 および T10)が用いられ、これらは JIS G 4401 炭素工具鋼鋼材で、T8は SK5と SK6の中間位、T10 は SK3 と SK4の中間位相当品と推定できる。これらはゲージ用としてよく使用される。

c. 切削工具の主要材料

ピストン外径旋削・正面旋削・内径旋盤・内外径溝入れ・ピン孔孔ぐり用として超硬が使用されており、シャンク(shank) 台製作・ろう付作業・研削作業がなされている。

内径特殊旋削(ピストン燃焼室加工)には高速度鋼完成バイト・油孔明け用にはドリル(drill)・スロット(slot)加工用にはメタルソー(metal saw)・正面特殊みぞ(ピストン燃焼室およびバルブリセス(valve recess))削り用にはエンドミル(end mill)が用いられ、これらは購入品である。ピストン外径プロファイル(profile) 加工は、倣い研削(profile copy grinding) による研削加工である。

シャンク材は炭素鋼(45)・チップ(tip) は、中国規格の硬質合金(YG6 および YG8)が使用されている。

これらの合金は、ISO との対照表によると、YG6 は K20、YG8は K30と同等品である。なお、YG8 はピン孔粗加工用にのみ用いられている。

購入品の中国規格は、ドリルは炭素工具鋼(T10)・メタルソーは高速工具鋼($W_{18}Cr_4V$)・ $\phi 4$ 以下のエンドミルは炭素工具鋼(T10)、 $\phi 4$ 以上は高速工具鋼($W_{18}Cr_4V$)・ピストン燃焼室加工バイトは高速工具鋼($W_{18}Cr_4V$)である。

高速工具鋼 ($W_{18}Cr_4V$) は JIS G 4403 高速度工具鋼鋼材の SKH2 相当品と推定される。

これらの金型・治具・切削工具の主要材質の対比表を参考資料表 4.3-11 に示す。

4.2 改善策

4.2.1 機械設備

a. 金型製作用機械設備

a-1 中型組み付け歪みの発生要因として、形削り工程の精度確認を必要とする。

ラムの運動に対して、テーブル上面および側面の平行度は 300について0.02以下とし、バイスについても同様の確認をする。

バイスは締め付けた時に、あごの浮きがないように、あて金の修正を定期的
に実施することが望ましい。

a-2 中型合せ面、勾配は、できるだけ設計標準化をおこない、加工治具も標準
敷板を準備する。製品出来映えが均質となり、好結果が得られる。

a-3 中型のボス穴加工治具は、上下方向の高さは調整式になっているが、オフ
セット加工調整もできるように、クロススライド(cross slide) 式の調整
機構を採用するとよい。

a-4 機械加工できない部分は、手作業にたよっているが安定した形状の作り込
みが困難である。これらには放電加工機(electric discharge machine)の
採用を薦める。また手仕上作業での角の丸め作業は、マイクログラインダー
(micro grinder) 利用によるロータリーカッター(rotary cutter) 加工
が、能率面で多く使用されている。

a-5 金型には商標(trade mark)・型式(model)・型番号(mold serial
number)などを、たがねにより刻字をおこなっている。彫刻盤(engraving
machine) の採用により、見映えのする彫り込みにすべきである。

a-6 エンジンの仕様は今後ますます高速化、高出力化され、それに伴いピスト
ンも軽量化され、複雑な形状となり、重量公差も厳密になってきつつある。
また、現状の手動式鋳造から鋳造機械による鋳造へ変換する際の金型の作り
込みも、より高精度化が要求されてくる。これらの対応のためには、CNC
旋盤(computerized numerically controled lathe) およびCNCフラ
イス盤(computerized numerically controlled milling machine) の
採用による金型品質の向上が必要となってくる。

- a-7 金型の検査設備は汎用器具のみであり、精度の確認手段用としては能力不足の感がする。金型はもとより、ピストン素形材・治具・切削工具および機械部品検査用として、三次元測定機の導入による精度確認が必要と思われる。
- a-8 金型の熱処理は、型の寿命に大きな係りが有るのでぜひ採用すべきであるが、焼入れ焼もどしでは歪の問題がでてくる。処理方法としては窒化处理（nitriding）が一般に採用されている。処理温度は約 570℃であり、寸法精度の変化が殆んどなく、金型の機械的性能も格段に向上する。

b. 治具製作用機械設備

b-1 内外径テーパ研削検査用テーパゲージに、ドリルスリーブ (drill sleeve)、レースセンター (lathe center) などの機械工作用工具も一部用いている。これらのゲージ類は、信頼性のある検査用ゲージを用いるべきである。

b-2 円筒研削加工用の両センタ加工治具が不備のため、円筒研削盤が有効に活用されていない。取付治具の参考例を図4.3-12に示す。センタ作業用研削治具の活用による工法の変更が急務である。

b-3 ピストン外径プロファイル加工は倣い研削方式である。ピストンの外径形状はますます複雑な形となり、また、面粗さも区間指定されてきつつある。これらの重要性を認識され、旋削によるピストン外径楕円加工機の開発取り組みがなされているが、これにはマスターカム (master cam) の製造設備が必要となる。マスターカム研削にはCNC研削盤 (computerized numerically controlled grinding machine) が使用されている。

c. 切削工具製作用機械設備

- c-1 超硬のろう付けは、アセチレン吹管による加熱方式であるために、ろう付け作業が片手となり、また短時間処理ができにくいので、電気抵抗ろう付け機 (electrical resistance tip welder) の採用による、ろう付け強度の向上を計る。またフラックスに酸性フッ化カリウム (KHF_2) が混在していると加熱により有害なフッ化水素 (HF) ガスを発生するので、保護具の使用と排気装置の設置または換気の良い場所で作業することが必要である。
- c-2 ピストンリング溝加工用バイトの研削は、電磁チャックによる固定であるために、歪の吸収ができていない。3点受けの側面追い込み治具の採用による研削を計る。
GC系砥石研削では超硬部分とシャンク部分に硬度差による段付きが、超硬部には湾曲形状が発生しやすい。
最終加工は寸法分解性能がよい平面研削盤による、ダイヤモンド砥石研削の採用を検討すべきである。
- c-3 ピストンリング溝加工用バイトの刃先研削は、ピストン加工業者により、すくい角・前逃げ角・横にげ角・ノーズ半径加工が目見当でなされており、ピストン精度を阻害している。これらは超硬工具研削盤により、標準化された正しい角度と寸法で研削加工すべきである。
- c-4 高精度の総形バイトやノーズ半径加工などの刃具成形には光学式成形研削盤 (profile printing machine) が使われている。これには、10~50倍の投影機が付いており、刃先形状の研削稜線を映し出し、同倍率の図面の線上をトレース (trace) しながら研削するものである。これは、刃物以外にも高精度の金型・治具の精密研削などにも使用されている。
- c-5 ピストン油孔あけ用ドリルは、正確な切れ刃高さおよび先端角を保証してにげ面研削およびシンニング (thinning) することがドリル寿命および孔精度向上につながる。個人差のない研削のためにはドリル研削盤 (drill grinder) が必要である。

c-6 ピストン素材湯口切断用チップソー（tip saw）の刃先研削にはチップソー研削盤、ピストンスロット加工用メタルソー（metal saw）および、鋼材切断用金切り弓のこ（hack saw）の刃先研削には鋸刃自動研削盤が使用されている。

c-7 刃先の形状確認は目視検査のみである。切削工具の検査機器として、投影機の採用を計り、精度保証した刃具をピストン加工職場へ支給すべきである。

4.2.2 製作技術

a. 金 型

- a-1 金型組み合わせ(下型・外型・中型)は、製作途上で各々ケガキによる組み合わせ基準部の設定加工がなされている。各型の組み合わせ面は、旋削の基準面と、各型の型合せ面に平行となる平行基準面を利用すべきである。これらを巾木部として使用することにより、各型間組み付精度向上はもとより、型修正・改造・修理の際に、精度を損ねることがなくなる。
- a-2 中型合せ面およびピン型の抜け勾配は、寸法による指定であり、勾配もまちまちである。設計標準化と角度の指定にすべきである。
- a-3 中型の歪みは、材料の熱処理の見直しと、中型組み付け万力の構造を変更して、溶接部に近い両端部を締めつけるようにするとともに、型の合せ面精度を良く確認することが必要である。
- a-4 中型は溶接部を外すと再組み付できないので、中型の成形部から外れた所に、ボルト止めおよびテーパピン止めなどの捨て加工を勧める。
- a-5 外型の左右型の仮組み合わせ用孔は、設計見直しをして湯道などから外れた所に加工する。またこの穴を利用して位置決めピンを取り付けると、型組み精度向上につながる。
- a-6 金型のけがき作業は巾木部分を基準として、一回の取付けで全箇所けがきようにする。またけがきは加工で消える場合が多いので、できるだけ捨てけがきを入れるようにする。
- a-7 外型と中型の巾木部分の傷み・外型のピン型挿入孔の傷み対策用のうち、外型と中型の巾木部分は、外型の巾木部のみ鋼製にしてビス止めする方法、ピン型挿入孔部は鋼を焼ばめする方法がある。
- a-8 下型は一体成型品でかなりの大きさ(350 × 500位)で、ピストン頭部型部分(ピストン燃焼室加工部)のみ傷んでいる。この部分を組み合わせ式として、耐熱鋼を使用する方法を考慮すべきである。
- a-9 測定器は現場作業用と検査用と区別なく使われているように見受けられた。これらは作業用と検査用に分けて使用することを勧める。

b. 治 具

b-1 円筒研削で、研削技術が確立していないために、耐久性のある高精度の治具が採用できていない。このためにピストン加工精度が悪く、又段取り替えに長時間要している。両センタ加工方式治具の採用を早急にすべきで、研削用治具として、マンドレル(mandrel)・端面内径受け治具などがある。これらの両端のセンター穴は深い保護皿付センタ穴として、正確に作りこむ必要がある。治具参考例を図4.3-12に示す。

上記研削のために、治具の芯孔は、設計標準化と精度の向上を計ることが大事である。

c. 切削工具

c-1 シャンク加工のうち、超硬台座加工は面精度が悪いので注意すべきである。

ヤスリ掛けも、細目ヤスリ（複目で70山位/25mm）を用い平面度に注意して加工する。ろう付面の、錆や油脂などの不純物はろう付強度に大きく影響する。

c-2 ろう付け作業手順は次の手順とすることが望ましい。

- ① シャンク台座の不純物を除去する。
- ② 超硬のろう付部を摩く。
- ③ シャンクを固定する。
- ④ 台座部分にフラックスを塗布する。
- ⑤ 銀ろうをL形状に成形してフラックスの上におく。
- ⑥ 銀ろう上面にフラックスを塗布する。
- ⑦ 超硬のろう付部にフラックスを塗布して、台座にのせる。
- ⑧ 加熱（均一加熱）
- ⑨ ろうが溶けてきたら、数回超硬をゆすり、超硬とシャンクを密着させる。
- ⑩ 徐冷
- ⑪ バフ掛け。（フラックス残渣除去）

c-3 ろう付作業はなるべくろう材の適用温度範囲内の低温側で短時間に処理しなければならない。また冷却は徐冷として炉冷またはワラ灰などの中で均一冷却する。フラックスの残渣物はバフ（buffing）などで早目に除去する。

c-4 溝バイトの研削は電磁チャックによって固定しているが、ろう付状態では歪みや段があるので、その歪は反転加工しても、完全に矯正できない。三点受けの側面迫り締め治具を用いて一面を研削後、電磁チャックによる反転研削を勧める。

c-5 溝バイトの平面研削は粗研削と仕上研削に分ける。粗研削はG C砥石研削とし、仕上研削は超硬部分の平面度を確保するために、ダイヤモンド砥石研削する事が望ましい。

刃先の形状は、刃先の直角度不良および左右の形状（ランド巾・横にげ角・ノーズ半径）に差があると、ピストンリング溝倒れが発生するので、機械研

削にすべきで、これらもダイヤモンド砥石を使用した超硬工具研削盤の採用を計るべきである。

c-6 刃物のすくい角および前にげ角度は 10° ぐらいを目安に切削テスト(test)をおこない、標準化を計る。

c-7 切削工具の刃先部の成形は、ピストン加工作業者がおこなっており、その間ピストン生産数が減少し、また刃具の標準化もできない。標準化の実施で、定期交換が計れるようになり、ピストン製品不良の低減および刃具の破損も防げる。このためには、第3職場の修理工場内に切削工具室を新たに組織して、安定した(品質と数量の標準化)切削工具をピストン加工職場へ支給する体制の確立が必要である。切削工具室の配置は、大型部品加工・機械組立工場内とし、そのレイアウト案を図4.3-15と図4.3-16に示す。

4.2.3 主要材料

a. 金型材料

中型・下型・ピン型の材質は、GIS G 4404 合金工具鋼のうち、SKD61（熱間金型用材）がよく用いられている。表面処理は、耐摩耗性・耐熱性・耐焼付性・耐蝕性などがよく、寸法精度の変化が殆んどでない窒化（nitriding）処理を施している。

外型の材質は GIS G 4051 機械構造用炭素鋼の S45C 程度がよく用いられている。

外型材の鋼製化ができない場合の次善の策としては GIS G5502 球状黒鉛鋳鉄（ductile cast iron）の FCD 40 程度に変更すると、ねずみ鋳鉄品よりもややよい効果がある。

b. 治具材料

ピストン加工機械主軸端フランジおよびピストン取付用治具材質は、GIS G 4051 機械構造用炭素鋼の S45C から S55C 程度が用いられ、高周波焼入れ（induction hardening）焼もどしをするのが普通である。ピン孔中ぐり棒は S50C以上として、形状により全体または部分的な焼入れ、焼もどしをしている。小径・深孔の場合は、棒部に超硬を組合せして用いるようになってきている。内張り治具材としては、GIS G 4105 クロムモリブデン鋼（chrome molybdenum steel）の SCM435 程度が用いられ、浸炭焼入れ焼もどしを施している。ピン孔中ぐり切削工具改善例を図4.3-13に示す。

c. 切削工具

切削工具材としての超硬は GIS B 4104 超硬チップの使用分類記号 K01から K20 程度が使用されている。

軽切削で振動の少ない作業条件では K01側を、靱性を要求される作業条件では K20 側を使用する。刃先がチップング（cutting edge chipping）する場合は靱性の優れた材種へ、クレータ（crater）摩耗する場合は、より硬い材種へ変更するとよい。

ろうの選択は、母材に対する「ぬれ」「流れ」「粘り」などのよい性能をもつ材料を選定する。

ぬれ …… 接合部に合金層ができ易く、なじみがよい。

流れ …… 接合面に拡がる度合がよい。

粘り …… 熔融したろうが平均的な厚みで拡がる。

超硬ろう付けには、JIS Z 3261 銀ろう (silver solder) のうち BAg-3 から BAg-4 程度が用いられて、形状は箔板である。フラックス (flux) 成分は、硼酸 (H_3BO_3) 硼砂 ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) 酸性フッ化カリ (KHF_2) などを主成分としたものが使用されている。

4.3 参考資料

現地調査に先立ち、調査計画書に付した質問状に対する回答、現地調査時に提出された資料および改善参考例を付す。

- | | | | |
|---------|--------------------------------------|-----|------------|
| 図4.3-1 | 修理工場職場配置図 | 第Ⅱ章 | 図4.4.1-1参照 |
| 表4.3-2 | 金型・治具・切削工具製作用主要設備一覧表 | 第Ⅱ章 | 表4.4.1-2参照 |
| 図4.3-3 | 部品加工工場設備配置図 | 第Ⅱ章 | 図4.4.1-3参照 |
| 図4.3-4 | 大型部品加工・機械組立工場設備配置図 | 第Ⅱ章 | 図4.4.1-4参照 |
| 表4.3-5 | 金型・治具・切削工具用検査機器一覧表 | 第Ⅱ章 | 表4.4.1-5参照 |
| 図4.3-6 | 技術課・修理工場の管理・組織図 | 第Ⅱ章 | 図4.4.2-1参照 |
| 表4.3-7 | 金型・治具・切削工具製作主要技術者一覧表 | 第Ⅱ章 | 表4.4.2-2参照 |
| 表4.3-8 | 1985年度以降の金型製作台数調査表 | 第Ⅱ章 | 表4.4.2-3参照 |
| 表4.3-9 | 金型製作工順表 | | |
| 表4.3-10 | 95ピストン溝加工用バイト寸法表 | | |
| 表4.3-11 | 金型・治具・切削工具の主要材質の対比表 | | |
| 図4.3-12 | 治具研削加工方法参考例 | | |
| 図4.3-13 | ピン孔中ぐり切削工具改善例 | | |
| 図4.3-14 | 部品加工工場の改善後のレイアウト(lay out) 案 | | |
| 図4.3-15 | 大型部品加工・機械組立工場の改善後のレイアウト(lay out) 案 | | |
| 図4.3-16 | 切削工具室レイアウト(lay out) 案 | | |

表4.3-9 金型製作工順表

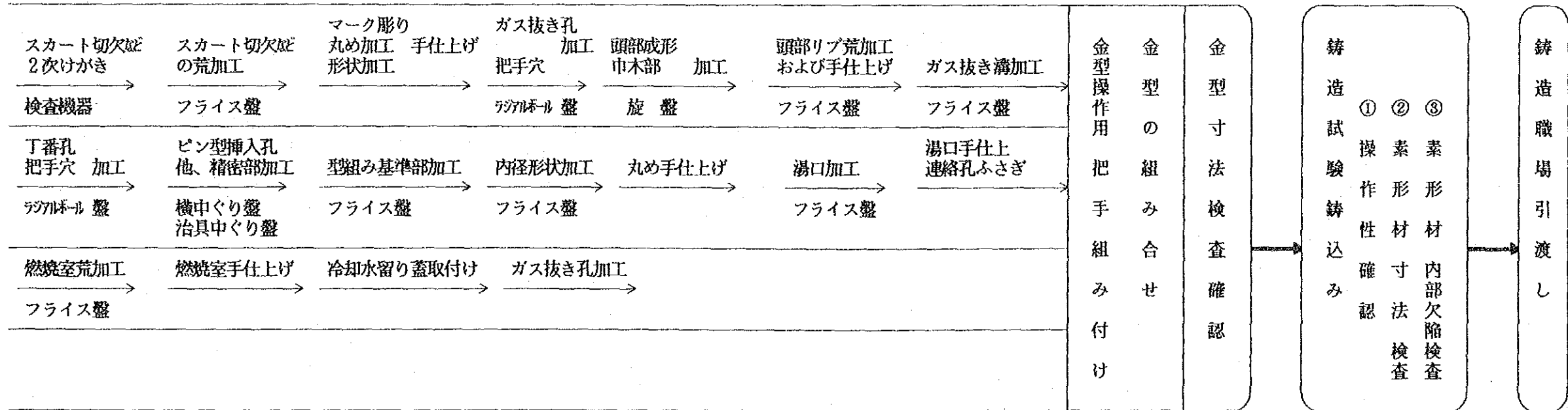
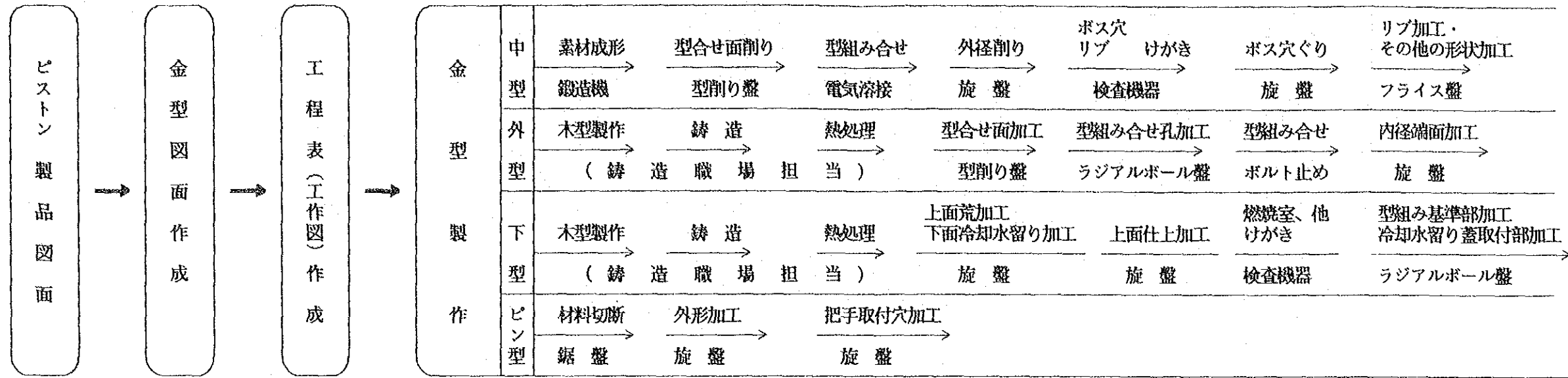
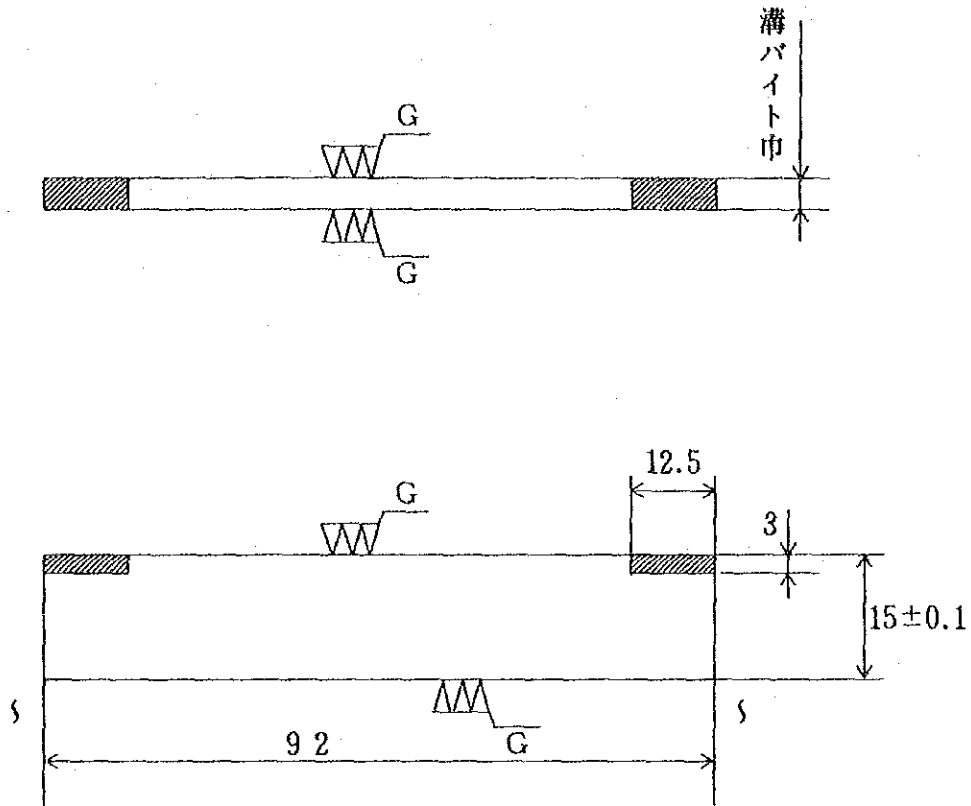


表4.3-10 95ピストン溝加工用バイト寸法表
(刃先研削未処理品)



ピストンリング溝巾寸法		荒加工 バイト巾	中仕上加工 バイト巾	仕上加工 バイト巾
第1 リング溝巾	+0.075	-0.69 3 -0.70	-0.225 3 -0.235	+0.07
	3 +0.055			3 +0.06
第1、第3 リング溝巾	+0.05			+0.045
	3 +0.04			3 +0.035
第4、第5 リング溝巾	+0.05	-0.72 6 -0.73	-0.25 6 -0.26	+0.045
	6 +0.03			6 +0.035

表4.3-II 金型・治具・切削工具の主要材質の対比表(その1) (提供資料内容により対比する。)

1. 鋳鉄 (金型: 外型, 治具に使用)

名称	規格	記号	引張強さ	曲げ強さ	化学成分 (%)					備考
			kgf/mm ²	kgf/mm ²	C	Si	Mn	P	S	
灰鋳鉄	GB 976-67	TH 20-40	≥20	≥40	3.0~3.5	1.4~2.0	0.7~1.0	≤0.15	≤0.12	肉厚30~50での成分値
ねずみ鋳鉄品	JIS. G5501	FC 20	(17~25)	(38~47)	(3.1~3.4)	(1.7~2.0)	(0.5~0.8)	(≤0.15)	(≤0.15)	φ30での成分値

機械的性質は、鑄放し直径30mmの試験値である。() 数値はJISには規格されていない。

2. 炭素鋼 (金型: 把手などの部品, 治具, 倣い板, 切削工具: シャンク材に使用)

名称	規格	記号	降伏点	引張強さ	伸び	しぼり	衝撃値	硬度 HB		備考
			kgf/mm ²	kgf/mm ²	%	%	kg.m/cm ²	圧延	焼なまし	
炭素鋼		45	≥36	≥61	≥16	≥40	≥5	≤201	≤197	
機械構造用炭素鋼鋼材	JIS. G4051	S 45 C	(≥35)	(≥58)	(≥17)	(≥35)	(≥4)	(201~269)		

() 数値はJISには規格されていない。

3. クロム鋼 (金型: 中型 (SCr30), 治具に使用)

名称	規格	記号	化学成分 (%)						備考
			C	Si	Mn	Cr	P	S	
鉻鋼	YB6-59	20Cr	0.17~0.24	0.17~0.37	0.50~0.80	0.70~1.00	不明	不明	
クロム鋼鋼材	JIS. G4104	SCr 420	0.18~0.23	0.15~0.35	0.60~0.85	0.90~1.20	≤0.030	≤0.030	はだ焼き用に使用
鉻鋼	YB6-59	30Cr	0.27~0.35	0.17~0.37	0.50~0.80	0.80~1.10	不明	不明	
クロム鋼鋼材	JIS. G4104	SCr 430	0.28~0.33	0.15~0.35	0.60~0.85	0.90~1.20	≤0.030	≤0.030	
鉻鋼	YB6-59	40Cr	0.37~0.45	0.17~0.37	0.50~0.80	0.80~1.10	不明	不明	
クロム鋼鋼材	JIS. G4104	SCr 440	0.38~0.43	0.15~0.35	0.60~0.85	0.90~1.20	≤0.030	≤0.030	

表4.3-11 金型・治具・切削工具の主要材質の対比表（その2） （提供資料内容により対比する。）

4. 炭素工具鋼（治具：ゲージ用に使用、切削工具：ドリルおよびφ4以下のエンドミルに使用）

名称	規格	記号	化学成分 (%)					焼なまし 硬さ HB	熱処理 焼入れ °C	焼入焼もどし 硬さ HRC	備考
			C	Mn	Si	S	P				
炭素工具鋼	YB5-59	T8	0.75~0.84	0.20~0.40	0.15~0.35	≤0.030	≤0.035	≤187	780~800 水	≥62	
炭素工具鋼鋼材	JIS. G4401	SK5 SK6	0.80~0.90 0.70~0.80	≤0.50	≤0.35	≤0.030	≤0.030	≤207 ≤201	760~820 水	≥59 ≥57	焼もどし 150~200°C空冷
炭素工具鋼	YB5-59	T10	0.95~1.04	0.15~0.35	0.15~0.35	≤0.030	≤0.035	≤197	760~780 水	≥62	
炭素工具鋼鋼材	JIS. G4401	SK3 SK4	1.00~1.10 0.90~1.00	≤0.5	≤0.35	≤0.030	≤0.030	≤212 ≤207	760~820 水	≥63 ≥61	焼もどし 150~200°C空冷

5. 高速度工具鋼（切削工具：燃焼室加工に使用）

名称	規格	記号	化学成分 (%)									熱処理温度 °C		硬さ HRC
			C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	S	P	焼入れ	焼もどし	
高速工具鋼	YB12-59	W ₁₈ Cr ₄ V	0.70 ~ 0.80	≤0.40	≤0.40	3.80 ~ 4.40	17.50 ~ 19.00	≤0.30	1.00 ~ 1.40	≤0.03	≤0.03	1250 ~ 1270 油	550 ~ 570 2回繰り返し	≥62
高速度工具鋼鋼材	JIS. G4403	SKH2	0.73 ~ 0.83	≤0.40	≤0.40	3.80 ~ 4.50	17.00 ~ 19.00	—	0.80 ~ 1.20	≤0.030	≤0.030	1250 ~ 1290 油	550 ~ 580 空 2~3回繰り返し	≥63

6. 超硬合金（切削工具に使用）

名称	記号	JIS (B4053) および ISO (R513) より抜粋		特性の増加方向
		記号	被削材	
硬質合金	YG3X	K01	鑄鉄（カタサの高いもの）、高シリコンアルミニウム合金	
	YG6X, YG6A	K10	H _B 200以上の鑄鉄・シリコンアルミニウム合金	
	YG6	K20	H _B 220以下の鑄鉄・アルミニウム合金	
	YG8, YG8N	K30	カタサの低い鑄鉄・アルミニウム合金	
		K40	カタサの低いアルミニウム合金	

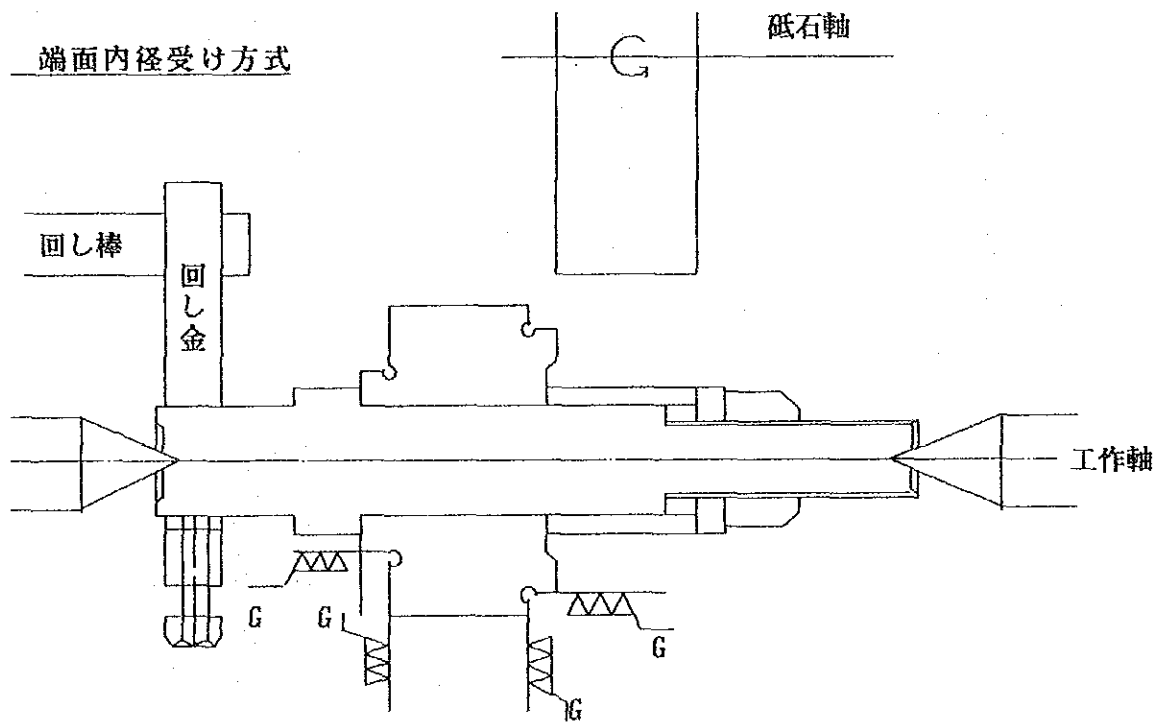
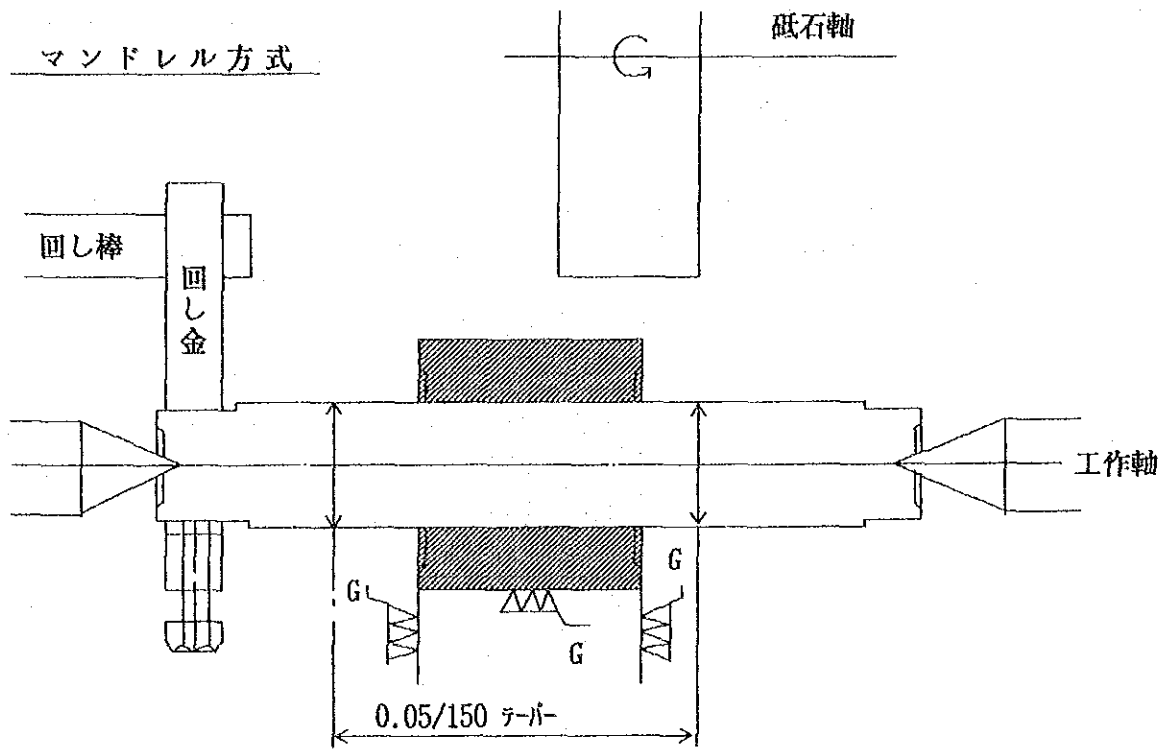
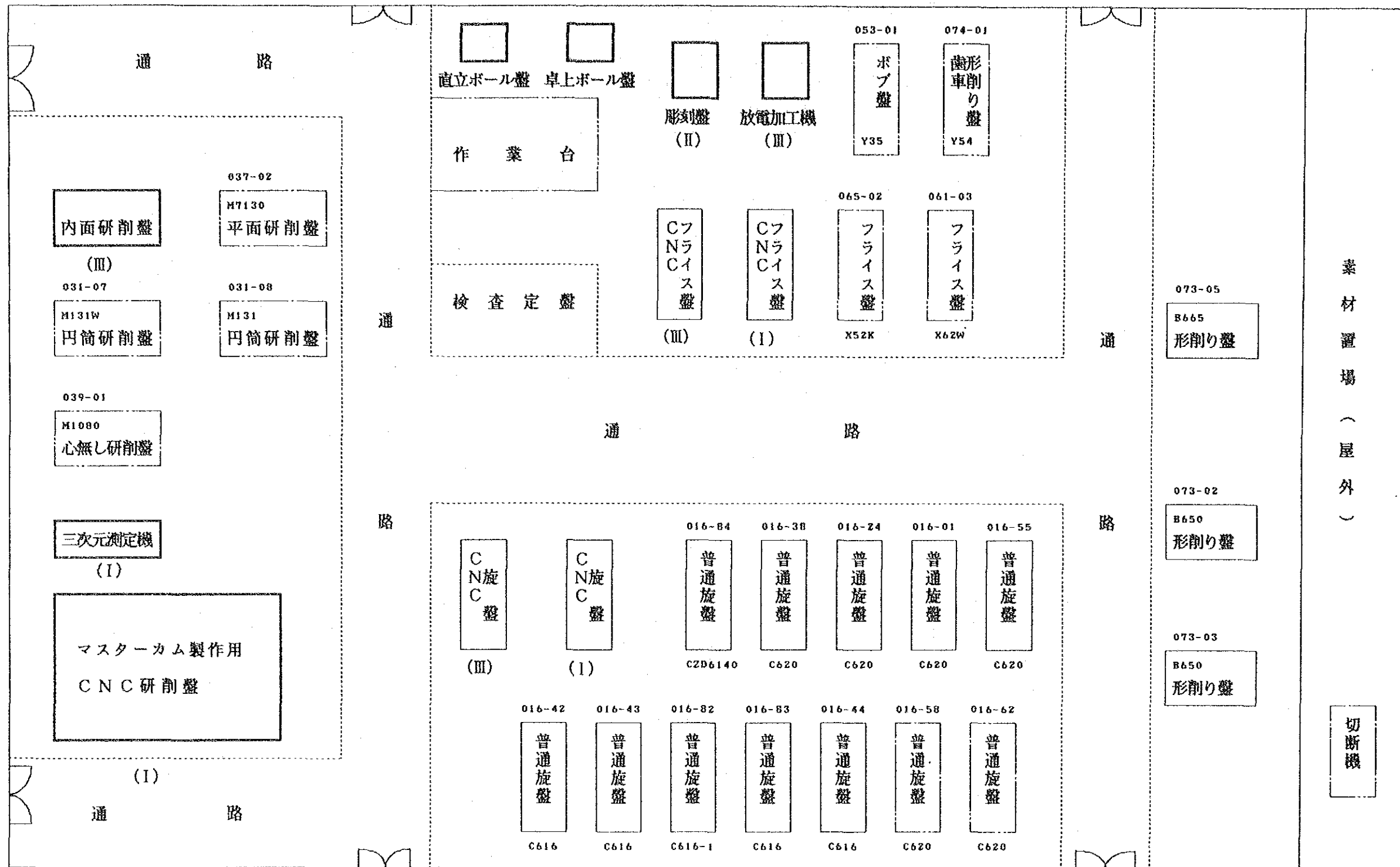


図4.3-12 治具研削加工方法参考例



註： 1. は新規設備を示す。(I)、(II) および (III) は実施計画の第1期分 第2期分 および 第3期分を示す。

2. は移設した設備を示す。

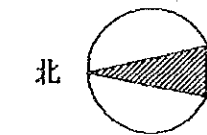
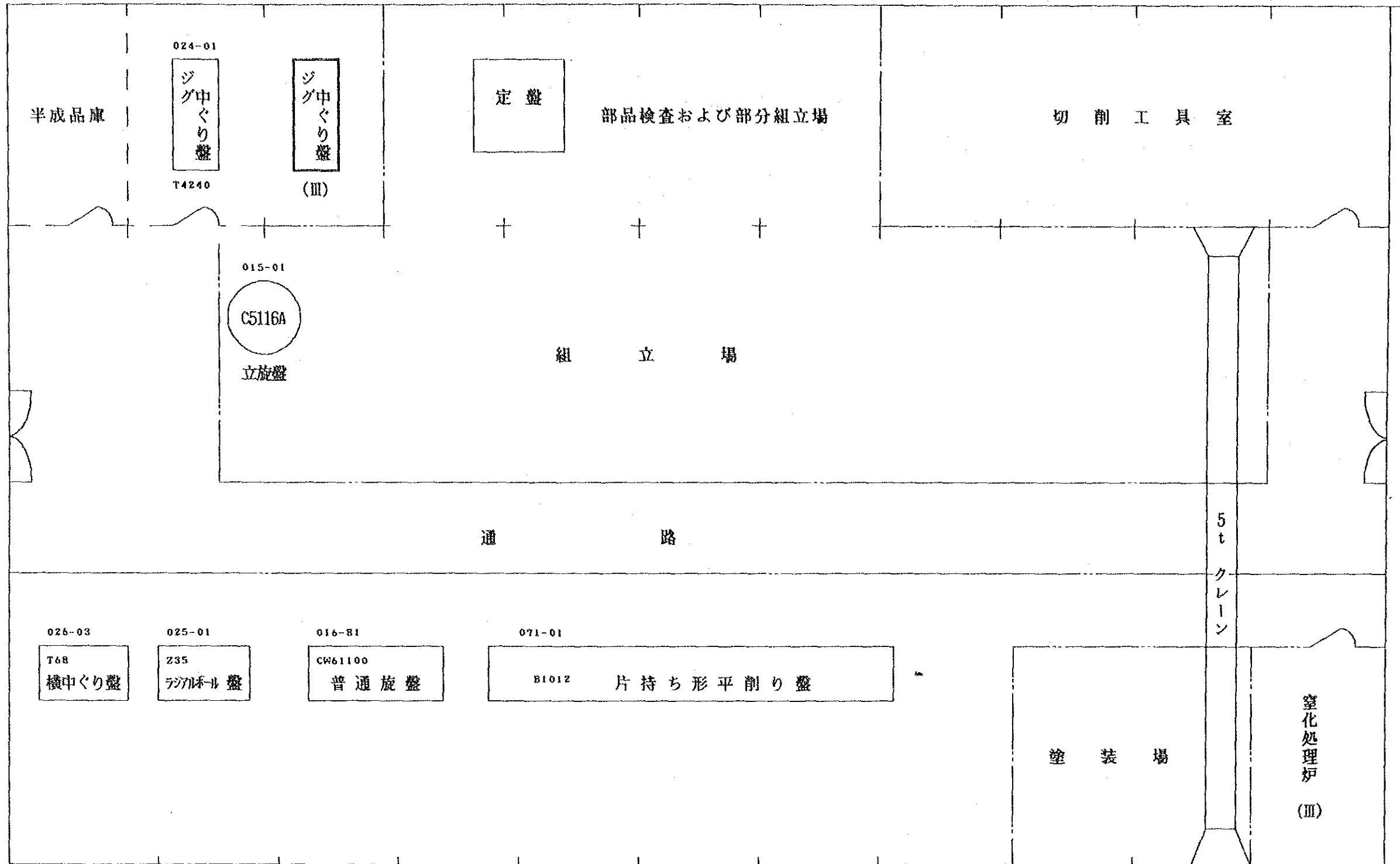


図4.3-14 部品加工工場の改善後のレイアウト (Lay out) 案



註： 1. は新規設備を示す。 (Ⅲ) は実施計画の第3期分を示す。

2. 二点鎖線部 (———) はレイアウト変更部を示す。

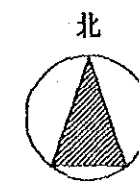


図4.3-15 大型部品加工、機械組立工場の改善後のレイアウト (Lay out) 案

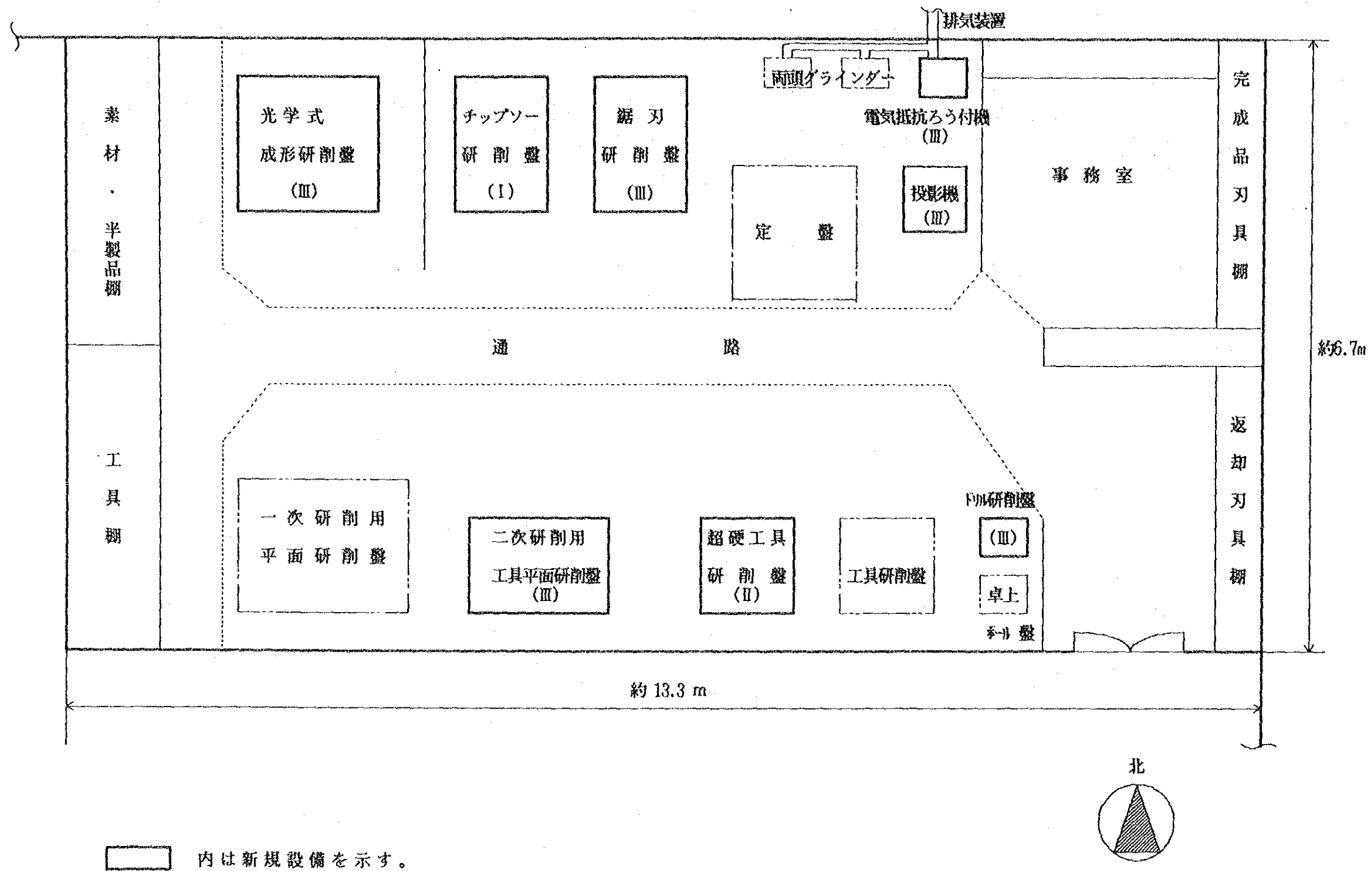


図4.3-16 切削工具室レイアウト (Lay out) 案

5. 検査、品質管理および生産管理

5.1 調査内容

5.1.1 検査設備

当工場では、理化室と計量室が品質管理・検査課の下部組織に配置され、必要な検査設備をそれぞれの建物の中に設置され、専門技術員によって管理されている。理化室では冶金関係の各種試験設備が設置されている。その主な試験設備を以下に示す。

- (1) 超音波探傷機 : 1985年に英国から輸入された、鑄鉄製ニレジスト (Ni-Resist) 耐摩環ピストンのアルミニウム合金部分と鑄鉄製ニレジスト合金部分の境界面の融着度を検査して、非融着部分を検出し、製品規格と対応させコンピューター (computer) で計算処理後、その合否を自動判定させる検査機である。調査にあたって、当工場で生産されているピストンの検査を行ったが、標準テストピースについて結果の再現性がなく、電気系の故障で十分な確認調査は行えなかった。しかし、本装置の機構として、ピストンの形状・寸法が変わると、コンピューターの計算処理調節が標準化されてなく、量産ピストンの検査としては問題があるように思われる。尚、耐摩環ピストンの融着不良品率は、20%前後とされているが、調査の結果、染色探傷検査によればその殆んどが欠陥があり、検査機器の精度に疑問が感じられた。
- (2) 光学式線膨張測定機 : 1985年に中国製の測定機が導入されたもので、調査時点では稼働状態の確認はできなかったが、 $250^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ 、4時間保持して測定する方法が標準書として用意されている。
- (3) 万能材料試験機 : 中国製のもので1963年に設置された、アムスラー (AMSLAR) 式の引張、圧縮試験機で材料試験として活用されている。
- (4) 高温用電子式万能材料試験機 : 中国製のもので1985年に購入され、 $300^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ で30分間保持して試験を行う標準書が設置されている。
- (5) 金属顕微鏡 : 中国製のもので写真撮影装置を完備した、双眼式の可変倍率方式の金属顕微鏡である。Al鑄物の結晶粒大きさが明確に中国国家标准規格で規格化され、その合否判定方法として活用されている。

- (6) ブリネル(BRINELL) 硬度計 : 中国製のブリネル硬度計が設置され、中国国家標準規格としてAl鑄物の硬さが規定されているブリネル硬さの規格値に対する合否判定に使用されている。
- (7) ロックウェル(ROCKWELL) 硬度計 : 中国製のものが1963年に購入され、主に鋼材の熱処理硬さの測定に使用されている。
- (8) 分光比色計 : 中国製の分光比色計が1964年購入され、アルミニウム合金ピストンの成分分析に使用されている。湿式化学分析(容量法又は重量法)では分析時間を長く要し、鑄造工程での成分管理に支障をきたすので、分析時間短縮を図るため分光比色計が導入されたものである。分析所要時間は1成分当り平均約20分であるが、並列的作業が可能なので、分析処理能力はかなり高い。
- (9) アーク(arc) 式分光光度計 : 中国製の分光光度計が1985年に購入され、理化室で据付組立中である。
- (10) 化学分析装置 : 金属中の化学成分定量分析が行える化学分析装置が一式設備され、アルミニウム合金をはじめ、鉄鋼中の硫黄(Sulfur)炭素等も分析が行われている。

計量室では、各種の専用計測器が最近になって購入されている。その主な計測器を以下に示す。

- (1) 万能測長器 : 中国製の万能測長器は、各種ゲージ(Gauge) の測定のために、1985年に購入されている。
- (2) 大型工具顕微鏡 : 中国製の大型工具顕微鏡が1970年に購入され、精密切削工具の研削検査用として使用されている。
- (3) 表面粗さ計 : 1984年に日本から輸入され、計測検査精度をあげている。しかし、ピストンリング溝側面等の特殊の形状のものは、専用設計になっておらず計測不能で、表面光学顕微鏡を使つての読みとり方式が採用されている。
- (4) 表面光学顕微鏡 : 中国製の表面光学顕微鏡が、1969年に購入され、品質検査等に活用されている。

- (5) 円度形状測量機 : 日本製の円度形状測量機が1985年に輸入され、ピストンの外径の複雑な形状を測定し、品質検査をしている。しかし、複雑な機械の機構の理解が不十分で、保全・操作等の研修が必要である。
- (6) エアーマイクロメーター(Air Micrometer) : 中国製のエアーマイクロメーターが、製造職場・検査職場で使用され、ピストンピン孔径を測定して品質管理に活用されている。

当工場では、検査設備は理化室と計量室に設置され集中管理されているが、製造職場・検査職場に設置されている検査具・検査機器類が非常に少く、製造工程での品質管理のための工程内検査が不十分である。

5.1.2 品質保証体制

当工場の品質管理・品質保証に対する認識は非常に高く、月1回の定例品質分析会議が技師長の指導の下に開催され、品質保証体系図・全面品質管理機構図・標準化推進機構図・品質事故報告処理機構図等の各社内規程に従って品質管理・品質保証が運営されている。

(1) 品質管理

全面品質管理機構図に従って、工場長の指導の下に、品質管理・検査課が品質管理推進の中心となり、他の各職制と連絡をとりながら、QCサークル(circle)を編成してサークル活動を活発に推進させるしくみが造られている。

しかし、日常作業における工程内検査等の検査項目・日常点検項目を製造工程順に体系的にまとめて管理をするしくみになっていないようである。

(2) 製造工程能力

製造品質を保証するには、製造工程の能力を定期的に測定し、正確かつ客観的にこれを把握して、工程能力が不足する工程については改善をして、常に安定した製造品質をつくり出すように努力が払われなければならない。

当工場では、定期的な工程能力調査は行われておらず、製造工程能力に対応した完成品検査法がとられていない。

(3) 製品検査

製造工程能力に応じた製造工程の工程内検査法が設定され、その工程内検査法に従った検査の結果を管理図(\bar{X} -R管理図や不良率推移図等)から読みとって、その情報を勘案しながら完成品検査法に従って、完成品を検査するのが品質保証の重要な点である。

当工場では、製造工程内の品質情報をとりながら、完成品検査基準に従って完成品検査を実行しているが、製造工程の能力に合せた検査法になっていない。

なお、検査法の中に織り込まなければならない重要事項として、検査対象群の大きさに対する検査対象個数、検査対象場所に対する検査具と測定要領、検査結果の判断基準、検査記録の製造ロット(lot) と対応した保管など充分とはいえないようである。

(4) 対外クレーム(claim) 処理

対外クレーム処理規定ならびにクレーム処理ルート(route) が簡潔に要領よくまとめられている。しかし、その内容としては、クレーム品の製造ロット(lot) 追跡調査とその処理についての具体的織り込みがなされていない。

5.1.3 試験研究

当工場では、生産品の品質保証のための試験研究と新工法・性能向上・新技術開発のための試験研究がテーマとして取り上げられている。

主な試験研究テーマは以下のとおりである。

(1) 品質保証のための試験研究テーマ：

- a) 鑄造不良率15%を3%以下に低減するための鑄造方案の改善研究。
- b) とくに、リングキャリアピストン(Ring Carrier Piston) の鑄造不良率20-30%以上の状態を、5%以下にするための鑄造技術の改善研究。
- c) 完成品ピストンの加熱による熱変形(膨張)量0.03%を、0.01%以内におさえるための製造技術の改善研究。

d) ピストンピン孔加工精度向上のための改善研究。

孔径精度 0.005 mm以内

真円度 0.001 mm以内

e) ピストン外径加工精度向上のための改善研究。

孔径精度 0.005 mm以内

f) 金型成形加工精度向上のための改善研究。

g) 過共晶アルミニウム珪素合金製ピストン切削のための切削工具耐用度向上の改善研究。

h) 過共晶アルミニウム珪素合金製ピストンの鑄造時に於ける初晶珪素の微細化の改善研究。

(2) 新工法・性能向上・新技術開発のための試験研究テーマ：

a) アルミニウム切削屑回収率の向上改善研究。

回収率 90%以上

b) ピストン外径の楕円・テーパ（Taper）特殊形状加工方法の研究。

c) セラミックピストン（Ceramic Piston）製造技術の研究。

d) アルミニウム合金溶湯鍛造ピストン製造技術の研究。

e) ピストン外径表面への固体潤滑剤被覆技術の研究。

f) ピストン冠面への耐熱亀裂および熱遮断のための塗装技術の研究。

g) 水溶性中子による中空油溝ピストン製造技術の研究。

h) ピストン設計技術標準づくりのための試験研究。

i) ピストン製造専用機の内製化。

5.2 改善策

5.2.1 検査設備

品質は、製造工程で作り込むという基本的姿勢を製造現場に反映させることが重要なことである。そのためには、工程内検査に必要な各種精度の高い検査設備機器が、製造現場に配置され、工程内検査法に従って検査をすることが不可欠である。

次には、最終工程で行われる完成品検査は、出荷製品の品質を保証するために行われる品質保証の重要な工程である。そのためには、保証しなければならない品質項目について、重要度の区分が行われ、その重要度に応じた検査設備と検査方法で完成品の検査をし、完成品の品質状況を記録・把握して合否判定をする品質保証のしくみを実行しなければならない。また、さらに最終完成品の中から定期的にサンプル(sample)の抽出をして、そのサンプルについて全検査項目にわたっての精密測定が行われ、製品規格をどの程度まで満足しているかを把握し、記録で残しておくことが品質保証の立場で必要である。

これらの検査機能を満足させる改善策としては、先ず製品規格に対する製品の出来映え品質の検出精度を充分満足する検査設備が確保されかつ維持されることが必要である。

一般的なアルミニウム合金ピストンについて、主要検査項目と主な検査設備の対応づけをして表5.2.-1に参考資料として示す。

完成品検査機能を十分に満足させるには、これら検査設備の適切なレイアウト(Lay-out)が必要であり、これの参考例を図5.2.-1に示す。

現在のピストン完成品検査設備は、数ヶ所に分散しており、管理上好ましくないためこれらの完成品検査設備を一ヶ所に集中させるべきである。

しかし、現状ではピストン完成品検査職場は狭く、ピストン生産量倍増のための機械加工ライン増設計画とあわせて、ピストン完成品検査職場を現在の第三機械加工職場と第二機械加工職場の間の空間を有効利用して拡張することを提案する。

検査設備のレイアウト参考例は以下に示す改善点に着眼して提案するものである。

- (1) ピストン完成品の検査は、機械加工職場との一体化した品質管理の立場から考えて、機械加工ラインと対応した検査ラインを編成する。従って、検査ラインは機械加工ラインに対しライン数を設置する。
- (2) 検査ラインの中に、ピストン洗滌工程を組み入れて、異品混入を防止する。
- (3) 検査ラインは、エンジン機能として最も重要な部位およびピストン組付け時に他の部品と干渉する部位などの寸法不良を検出可能な機能を織り込む。
- (4) 検査ラインに編入できない高額な検査機器、または常時計測の必要がない検査機器等で以下に事例として列挙するような検査機器類は、検査ラインとは別の場所に精密機械計測検査室を設けて管理する。
 - a. 超音波探傷機
 - b. X線テレビ検査装置
 - c. 表面粗さ計
 - d. 万能投影機
 - e. 円度形状測定機
 - f. 硬度計
 - g. 水圧試験機

しかし、これらの検査機器を、検査職場から遠く離れた場所に設置したのでは、測定のたびに製品の持ち運びが煩わしく機動性に欠けるので、同じ職場内に設置すべきである。

- (5) ピストン完成品検査職場に設置を必要とする主要検査設備の改善を以下に提案する。

- a. 超音波探傷機

本機は英国製のものを輸入しているが、標準マスター(Master)と検出値が一致せず使用できない状態で放置されている。

また、本機の機能面では、種類の異なるピストンを次々に検出チャンネル(Channel) を切替えて使用するには、ハード面(Hard Ware) とソフト面(Soft Ware) 共に標準化されておらず、実用面で適正であるとはいえない。

検査職場で多くの種類のピストンの耐摩環融着検査には、多様性に富んだ簡便な検出機能を有する機械を設置すべきである。

b. X線テレビ検査装置

オイルギャラリー (oil gallery) ピストンの中空部の目づまり検出と中空部の心ずれ検査には欠くことのできない検査設備として必要である。

一般には、連続検出型のX線テレビ検査装置が多く採用されている。

しかし、本設備の導入には、前以って放射線専門技師の育成が必要である。

c. 表面粗さ計

現在、理化室に設置され管理されているが、ピストンの機能として最も重要な部位とされているリング溝 (Ring Groove) の上下面粗さと傾きおよびうねりの測定ができない。

これからのピストン製造技術として真価を問われる一つにリング溝加工技術があげられるが、その検査設備は欠かせないものとして必要である。

最近では、マイクロコンピュータ (Micro-computer) を内蔵して粗さ、うねり等を計算してデジタル (digital) 表示ができるものが一般に採用されている。

d. 万能投影機

ピストンの機能として、重要視されているリング溝周辺の形状・寸法を実体のまま測定する検査機として、万能投影機を検査職場に配置して、品質管理が容易にできるような配慮が必要である。

e. 円度形状測定機

円度形状測定機は、現在理化室で管理されているが、精密検査とは異なる日常検査用としての円度形状測定機が、検査職場に配置することが必要である。

現在、理化室に設置し管理されている円度形状測定機は、楕円テーパ (taper) 倣い加工用マスターカム (Master Cam) の精密測定検査として必要である。

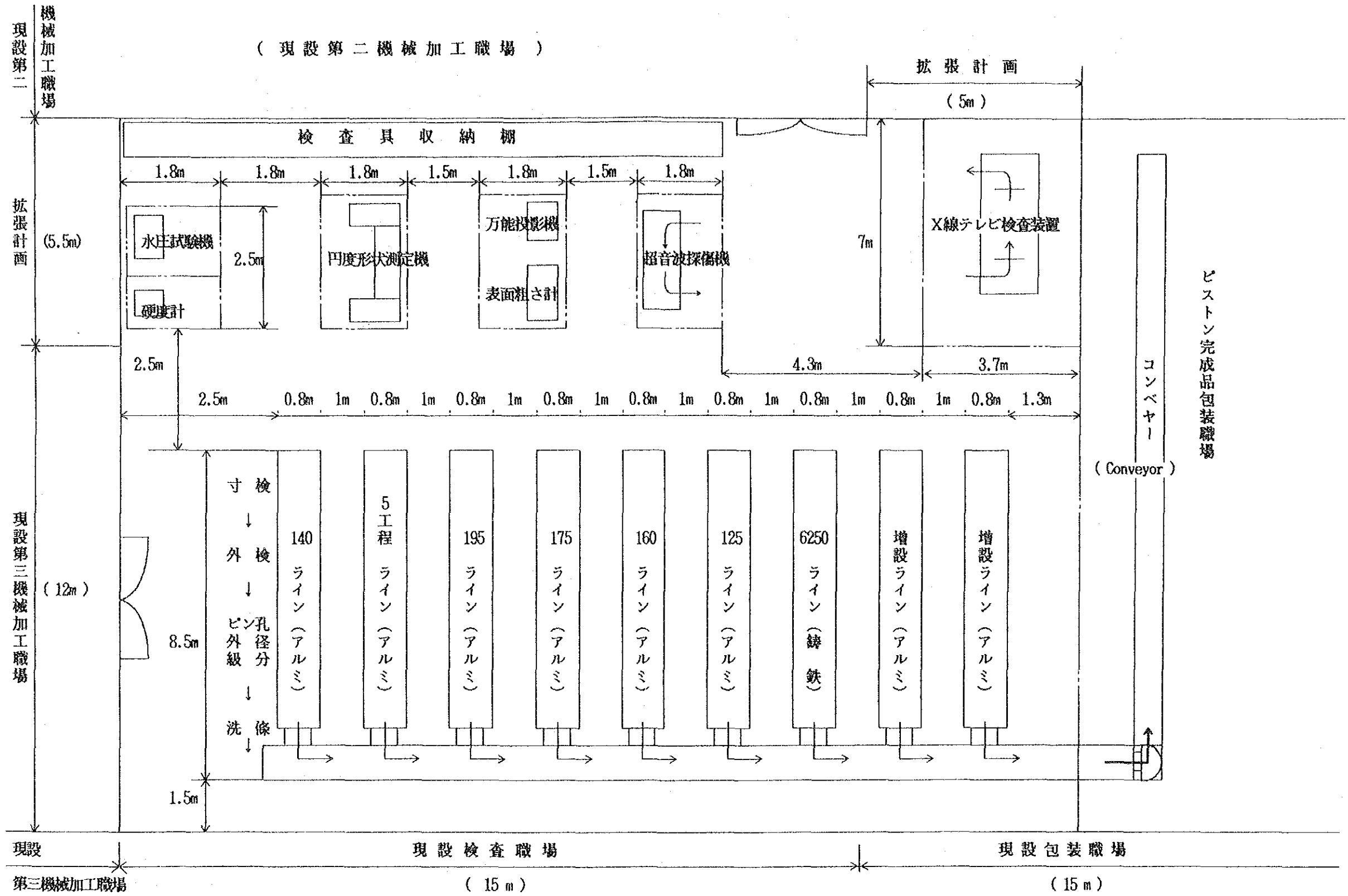


図5.2. -1 ピストン完成品検査設備レイアウト (Lay-out) 図

f. 硬度計

当工場では、ロックウエル(Rockwell)硬度計とブリネル(Brinell)硬度計が併用され、アルミニウム合金ピストンには主としてブリネル硬度計が採用されている。

しかし、検査職場で日常の検査作業として使用する硬度計は、それほど技能を必要とせず、また個人差のない客観的に数値を読みとることができるロックウエル硬度計を使う方がよい。

g. 水圧試験機

耐圧試験を義務づけされたピストンがあり、能力として最高120kg/cm²位までの水圧試験機が必要である。

水圧試験機そのものは、一般に市販されているもので充分であるが、ピストン側の耐圧試験治具は特別に専用治具として、設計製作をしなければならない。

h. ピストン外径測定機

ピストン外径は、エンジンのシリンダー内径とのクリアランス(Clearance)を一定に保持するため、外径寸法表示などをして品質保証をするが、特別に測定技能を必要とせず、また個人差や測定誤差が少く作業性も早いエアーマイクロメーター(Air micro-meter)の利用を推奨する。

i. ピストンピン孔径測定機

ピストンピン孔径は、コネクティングロッド(Connecting Rod)と連結させるピストンピン(Piston Pin)の外径とのクリアランス(Clearance)を一定に保持するため、ピストンピン孔径寸法表示などをして品質保証をするが、一般にはエアーマイクロメーターが利用されている。