

3-5 ピストンおよびピストンリング機械工場

3-5-1 工程概要

(1) 機械設備とその配置

機械設備とその配置は図 AI-3-5-1 に示す通りである。

ピストン機械加工設備は表 AI-3-5-1 に示されている。

またピストンリング機械加工設備は表 AI-3-5-2 に示されている。

(2) 組織・人員

総人員は94名である。組織および人員構成は図 AI-3-5-2 に示されている。

(3) 原材料部品ならびにその調達実績

原料部品ならびにその調達実績は表 AI-3-5-3 に示されている。

(4) 生産予定と実績

生産予定と実績は表 AI-3-5-4 に示されている。大型ピストン機械加工の生産能力は表 AI-3-5-5 に示されている。小型ピストン機械加工の生産能力は表 AI-3-5-6 に示されている。

3-5-2 工程分析

(1) 概略工程分析表

大型ピストン工程分析表は図 AI-3-5-3 に示されている通りである。また、小型ピストン工程分析表は図 AI-3-5-4 に示されている。

ピストンおよびピストンリング流れ線図は図 AI-3-5-5 の通りである。

(2) 主な製品又は部品について作業方法工程系列についての問題点ならびに改善案

- 1) 小型、大型ピストン機械加工ラインともに機械配置が悪い。機械の配列が工程順に並んでいない。そのため製品の流れが悪く仕掛量増加の原因となっている。また作業者の歩行距離が長くなり生産数が上らない。機械の配列を工程順に並べ替える必要がある。
- 2) 大型ピストンの油穴加工機が適切でない。また、6台の卓上ボール盤に1人ずつの作業者がついて作業しているが、加工時間の差や能力差がある。仕掛の多い所と手待ちの所があり流れが混乱している。油穴加工用専用機の新設を検討する必要がある。
- 3) 加工ロット数が大きすぎる。専用台車に溜めている工程と、1個～2個を手で運んでる工程がある。そのため仕掛量の増加と流れの混乱が同時に発生する。下記の改善を検討する必要がある。

－ 1個作り1個送りに変更する。

－ シューター新設、各工程の時間差を考慮して必要仕掛りはシューター上に溜め床置きを廃止する。

- 4) 交換用刃具が手元にないため作業者は折損時や刃研時には機械を停止して刃具を受領に行く必要がある。生産数量の低下がその結果生じる。適切な交換用刃物を機械サイドに置き作業者が管理する体制を検討する必要がある。
- 5) 油穴加工で切削油を使用していないため刃具寿命の低下や折損の原因となっている。その結果刃具費の増大や生産能率低下が予想される。当面は切削油の使用ができるように集中タンクと配管の新設を検討する必要がある。
- 6) ピストンリング加工機の配置が悪い。そのため工程が輻輳する一方、仕掛量増大や無駄な動きが多い。機械配置を変更する方向で検討する必要がある。
- 7) ピストンリングは1本ずつ揃えているために時間が掛っている。ピストンリングの運搬にシュートの活用を検討する必要がある。

8) ピストン加工の切粉は全部捨てている。それは資源の無駄なので乾燥したものと湿ったものを分類して再利用する方法を検討する必要がある。

(3) 設備の配置および物流について問題点ならびに改善策

ピストンおよびピストンリング機械工場の検査、工程のレイアウトでは検査工程の流れと生産工程の流れが交錯しているため、無駄な搬送が多い。(図 AI-3-5-5 参照)レイアウト変更を検討する必要がある。

(4) 設備機器の問題点ならびに改善策

工場空気圧の低下が突然に起る。ピストン穴明け専用機は空気圧 $3\text{Kg}/\text{cm}^2$ では作動しないため作業が中断される。加工中に圧力が急に低下すると刃具折損の原因となる。エアー機器の点検整備が必要である。現在の必要量とエアーブロー清掃等を採用した時の必要量を考慮して供給能力を再検討する必要がある。ピストンリング両頭研削用砥石が使用限界にあるも予備品在庫がない。消耗刃具等の管理体制を改善する必要がある。

3-5-3 不良発生の状態

(1) ピストン、ピストンリングの不良率が高くなっている。ピストン不良発生状態については総加工数が 5,506個/月である。そのうち良品数が 4,705個/月で、不良数が 801個/月であった。不良率は14.5%であった。

ピストンリングについては、総加工数は18,217本/月であった。そのうち、良品数は15,272本/月であった。不良数は 2,945本/月であった。不良率は16%であった。その結果、材料のロスや再加工のため諸経費が増加している。発生原因の追及と再発防止対策を検討する必要がある。

(2) 品質基準、検査方法問題点と改善策

1) ラインのチェック基準がないため、連続不良発生の恐れがある。基準を設けて確実に実施する様な教育をする必要がある。

2) ピストンリング加工ラインには検査器具があまり見当らなかった。検査器具の整備が必要である。

- 3) 生データは収集されているがその解析は行なわれていないようである。検査資料の活用が不足している。品質管理手法を取入れて資料解析を積極的に進める必要がある。
- 4) ピストンリング加工では基準書類が見当らなかった。基準書は機械サイドに置き、基準書通りの作業をするよう指導することが必要である。

Table AI-3-5-1 EQUIPMENT LIST - PISTON MACHINING -

Category	Code	Description	Qty	Damage	Deterioration	Remarks
Single Purpose Machines	HSAL	Single Purpose Machine-Skirt End and Skirt Inside	2	None	None	
	HSAL	Single Purpose Machine-Outside	2	None	None	
	HSAL	Single Purpose Machine-Pin Hole	2	None	None	
	HSAL	Single Purpose Machine-Ring Grooves	2	None	None	
	HSAL	Single Purpose Machine-Circlip Grooves	2	None	None	
	HSAL	Single Purpose Machine-Crown Head	4	None	None	
Drilling Machines	BD	Bench Drilling Machine	6	None	None	
	DPU	Oil Hole Automatic Drilling Machine	1	None	None	
Special Purpose Machines	FBM	Pin Hole Fine Boring Machine	2	None	None	
	SHFB	Cam-Copying Machine	2	None	None	
	HC-2	Slit Cutting Machine	1	None	None	
	LPF	Pin Hole Lapping Machine	1	None	None	
Others	WCE	Washing Tank	1	None	None	
Total			28			

Table AI-3-5-2 EQUIPMENT LIST - PISTON RING MACHINING -

Category	Code	Description	Q'ty	Damage	Deterioration	Remarks
Lathes	4L	Cam Turning Lathe	2		Not Confirmed	
	4L	Turning Lathe (Internal Rough)	1		Not Confirmed	
	4L	Turning Lathe (Finishing)	2		Not Confirmed	
	4L	Turning Lathe (Taper)	1		Not Confirmed	
	4L	Turning Lathe (Super Finish)	1		Not Confirmed	
	4L	Turning Lathe (External Rough)	3		Not Confirmed	
	4L	Turning Lathe (Finishing)	1		Not Confirmed	
	4L	Turning Lathe (External Groove)	2		Not Confirmed	
Grinders	DDG	Double Disk Grinder	1		Not Confirmed	
	DDG	Double Disk Grinder	1		Not Confirmed	
Milling M/C's	RSG	Rotary Surface Grinder	1		Not Confirmed	
	RM	Gap Cutting Machine	2		Not Confirmed	
	RM	Milling Machine for Oil Slot	2		Not Confirmed	
	RM	Gap Cut-off Machine for Angle	1		Not Confirmed	
Special Purpose Machines		Ring Receiver for Grinder	1		Not Confirmed	
		Presetting Machine	1		Not Confirmed	
		Setting Machine for Cam Lathe	2		Not Confirmed	
		Automatic Gap Finishing Machine	1		Not Confirmed	
		External Lapping Machine	4		Not Confirmed	
		Marking Machine	1		Not Confirmed	
		Automatic Printing Machine	1		Not Confirmed	
		Grinder for Gap Adjustment	1		Not Confirmed	
		Counting Scale	1		Not Confirmed	
		Automatic Machine for Keystone	1		Not Confirmed	
		Drilling Machine for Notch	1		Not Confirmed	
	pr	Automatic Hole Punching Press	2		Not Confirmed	
		Inside Chamfering Machine	2		Not Confirmed	
	HP	Hand Press	11		Not Confirmed	
		Degreasing Tank	1		Not Confirmed	
		Drying Oven	1		Not Confirmed	
	Total		53			

Table AI-3-5-3 RM AND CP PROCURED

	1987												1988		Total	Remarks	
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May			
Piston	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	5,060	50,600	Total of Large and Small Sizes.
Piston Ring	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500	275,000	

Table AI-3-5-4 SCHEDULED AND ACTUAL PRODUCTION

	1987												1988		Total									
													Dec.	Jan.										
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May		Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	
Piston	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	4,600	46,000
Actual	806	1,500	2,175	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	34,762
Piston Ring	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	250,000
Actual	12,987	15,227	21,117	31,517	20,117	6,582	24,127	24,099	24,405	24,099	24,405	24,099	24,405	24,099	24,405	24,099	24,405	24,099	24,405	24,099	24,405	19,327	199,505	

Table AI-3-5-5 PRODUCTION CAPACITY - LARGE SIZED PISTON MACHINING (LINE B) -

Equipment	HSAL-1	HSAL-3	HSAL-2	BD	HSAL-4	FBM	SHFB	HSAL-5	HSAL-6
Line Capacity, pcs/min (Machine Time + Human Time)	1.67	1.73	1.61	1.65	1.38	1.41	1.16	0.97	0.81
Production, pcs/day	229	221	237	231	277	273	328	394	472
Production, pcs/month	5,038	4,862	5,225	5,082	6,094	6,006	7,216	8,668	10,388
Production, pcs/year	60,456	58,344	62,700	60,984	73,128	72,072	86,592	104,016	124,656
Production, vehicle/year	15,114	14,586	15,675	15,246	18,282	18,018	21,648	26,004	31,164

Notes: Capable of 14,586 vehicles/year production.

On the Current Layout Bases Used:
 Working Time = 7.5 hour/day
 Working Day = 22 Day/Month
 Operation Rate = 85%

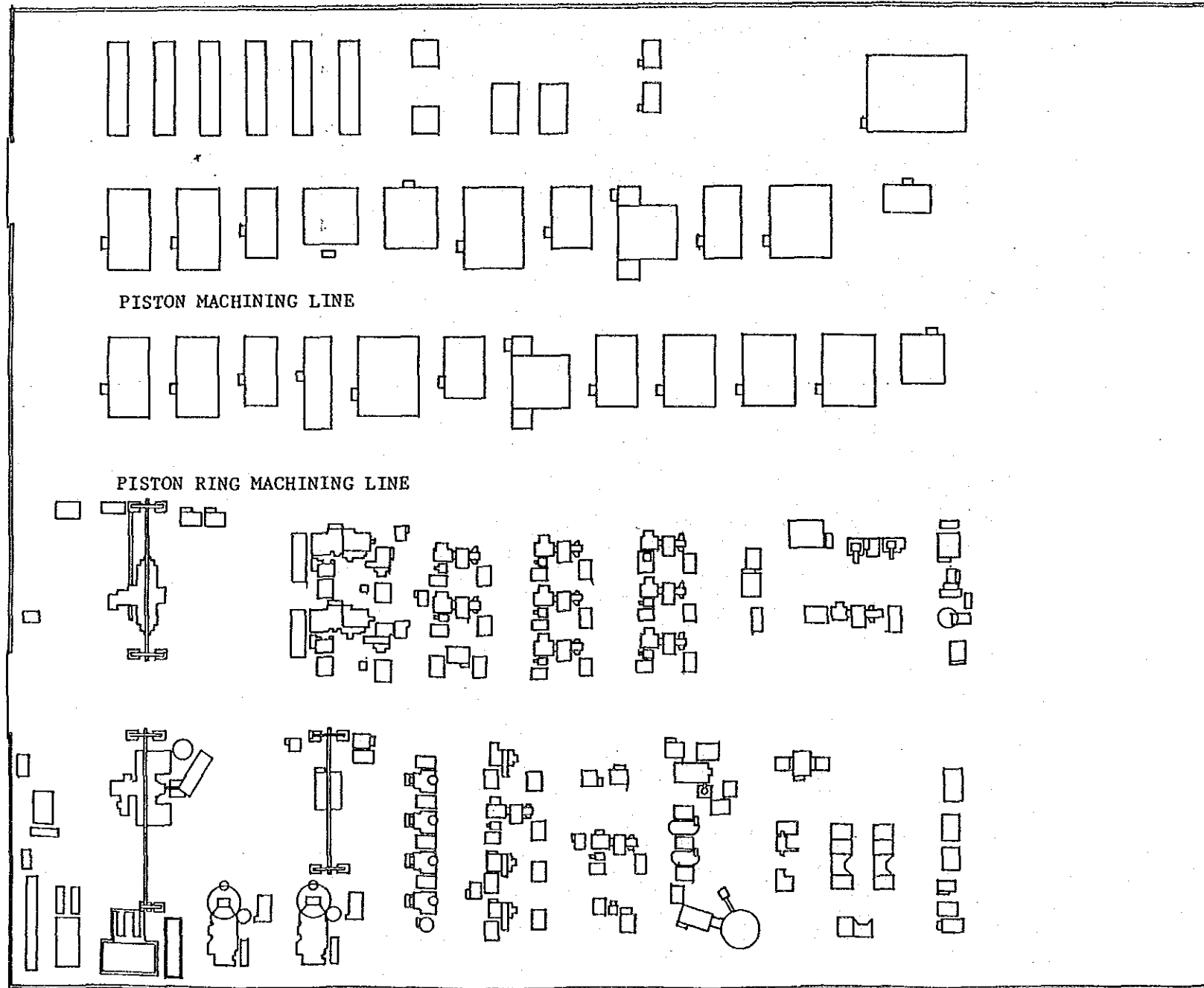
Table AI-3-5-6 PRODUCTION CAPACITY - SMALL SIZED PISTON MACHINING (LINE A) -

Equipment	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	HSAL	HSAL	HSAL	MC-2	DPU	FBM	MSAL	SHFB	MSAL
Line Capacity, pcs/min (Machine Time+Human Time)	1.00	1.14	0.96	0.99	0.83	0.84	0.69	0.60	0.48
Production, pcs/day	360	346	375	363	433	428	521	600	750
Production, pcs/month	7,920	7,612	8,250	7,986	9,526	9,416	11,462	13,200	16,500
Production, pcs/year	95,040	91,344	99,000	95,760	114,312	112,992	137,544	158,400	198,000
Production, vehicle/year	23,760	22,836	24,750	23,940	28,578	28,248	34,386	39,600	49,500

Notes: Capable of 22,836 vehicles/year production.

On the Current Layout Bases Used:
 Working Time = 7.5 hour/day
 Working Day = 22 Day/Month
 Operation Rate = 85%

Figure AI-3-5-1 NO.4 HEAVY INDUSTRY PISTON AND PISTON RING MANUFACTURING SHOP LAYOUT

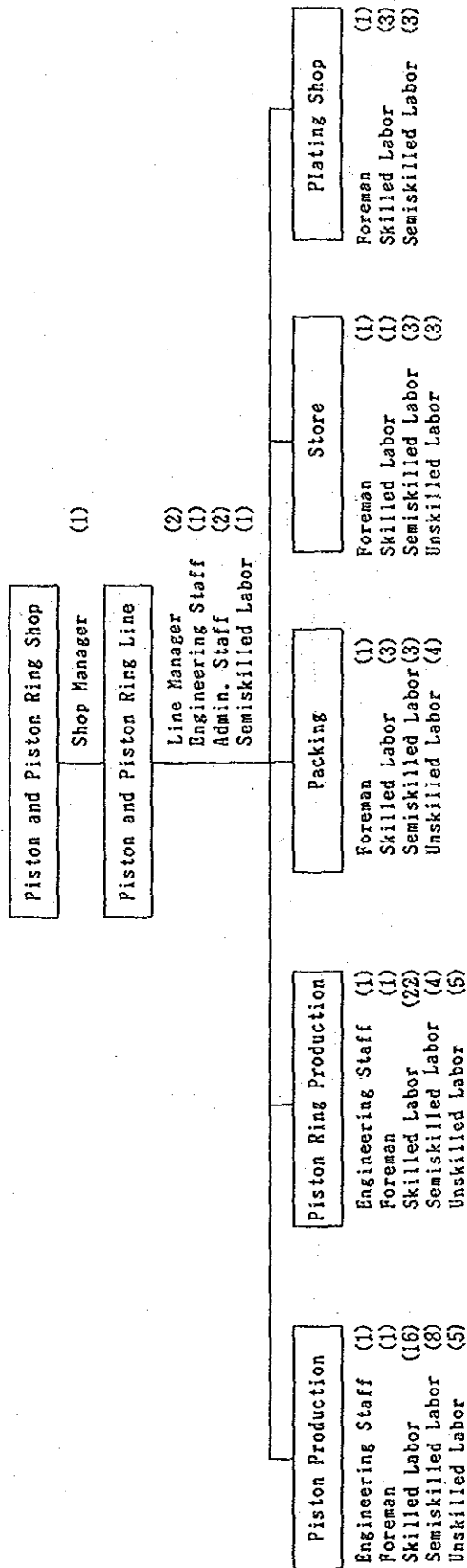


Equipment Installed by Additional Loan

1. Piston Ring Machining Equipment for B600 & X2000 and other 4 types vehicles and for 8 Products of other projects (Item Nos. VIII-2-2,5 & 8 & VIII-2-10(2) & VIII-2-11)
2. Piston Machining Equipment for B600 & X2000 and other 4 types vehicles and for 8 Products of other projects (Item Nos. VII-3 & VIII-6-1, 3, 4, & 5)

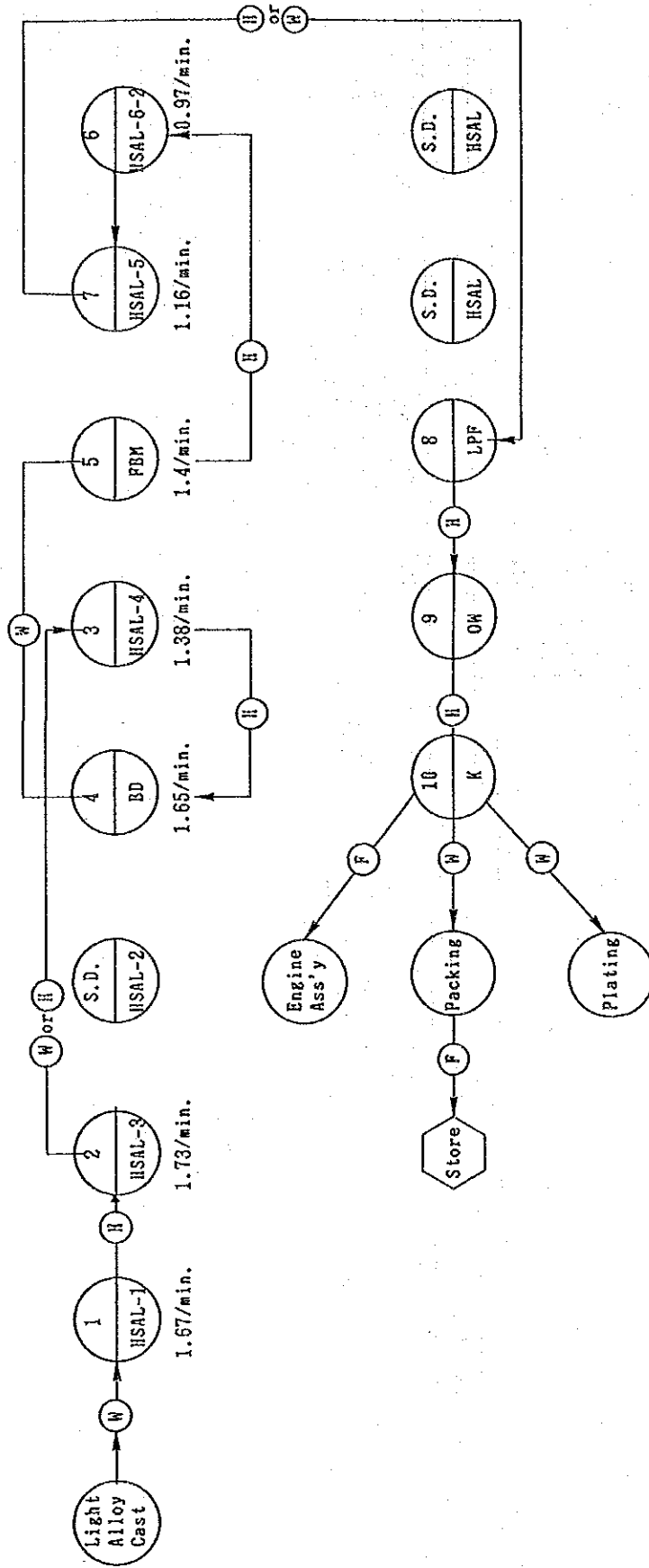


Figure 3-5-2 PISTON, PISTON RING SHOP



Shop Manager	1	
Line Manager	2	
Engineering Staff	3	
Admin. Staff	2	Total 97
Foreman	5	-----
Skilled Labor	45	
Semiskilled Labor	22	
Unskilled Labor	17	

Figure A1-3-5-3 LARGE SIZED PISTON PRODUCTION PROCESS FLOW (B Line)



Legends: F Fork Lift
 H Hoist
 S.D. Shut Down
 W Wagon

Figure AI-3-5-4 SMALL SIZED PISTON PRODUCTION PROCESS FLOW (A Line)

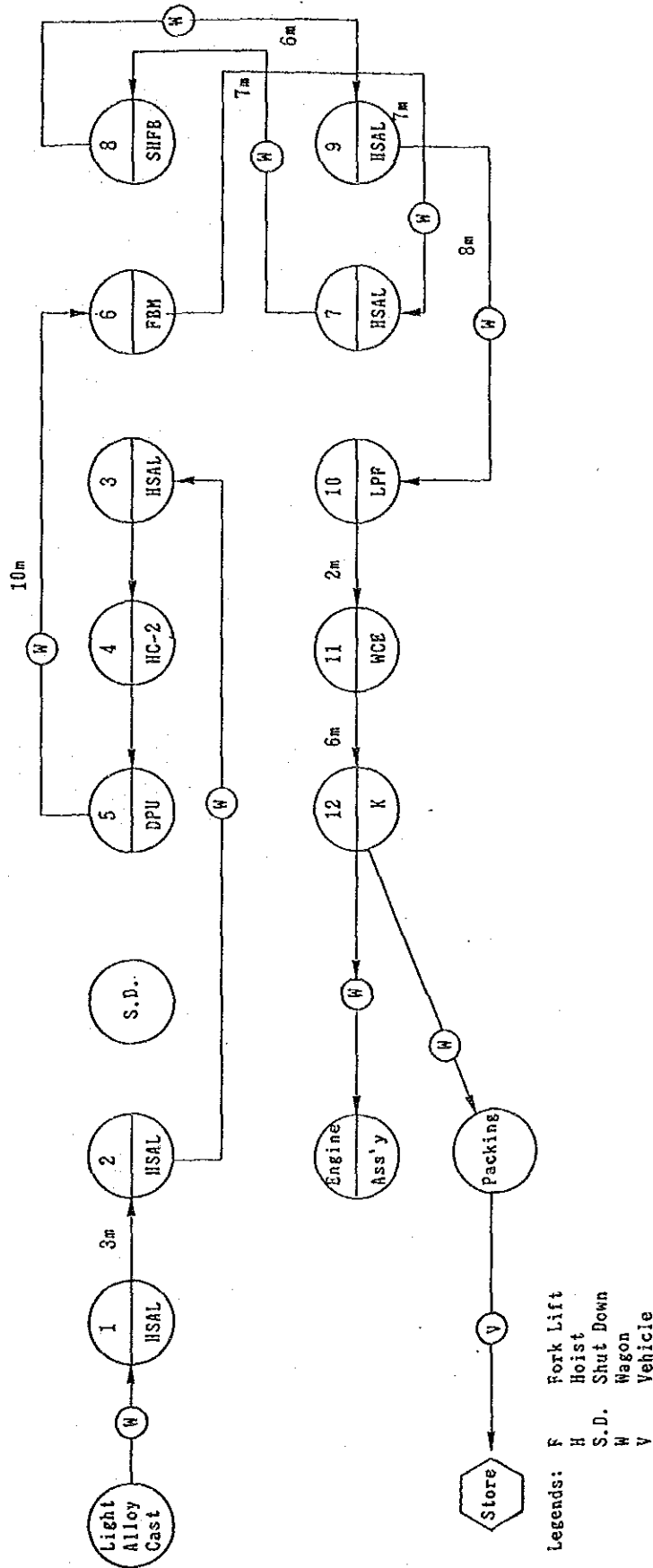
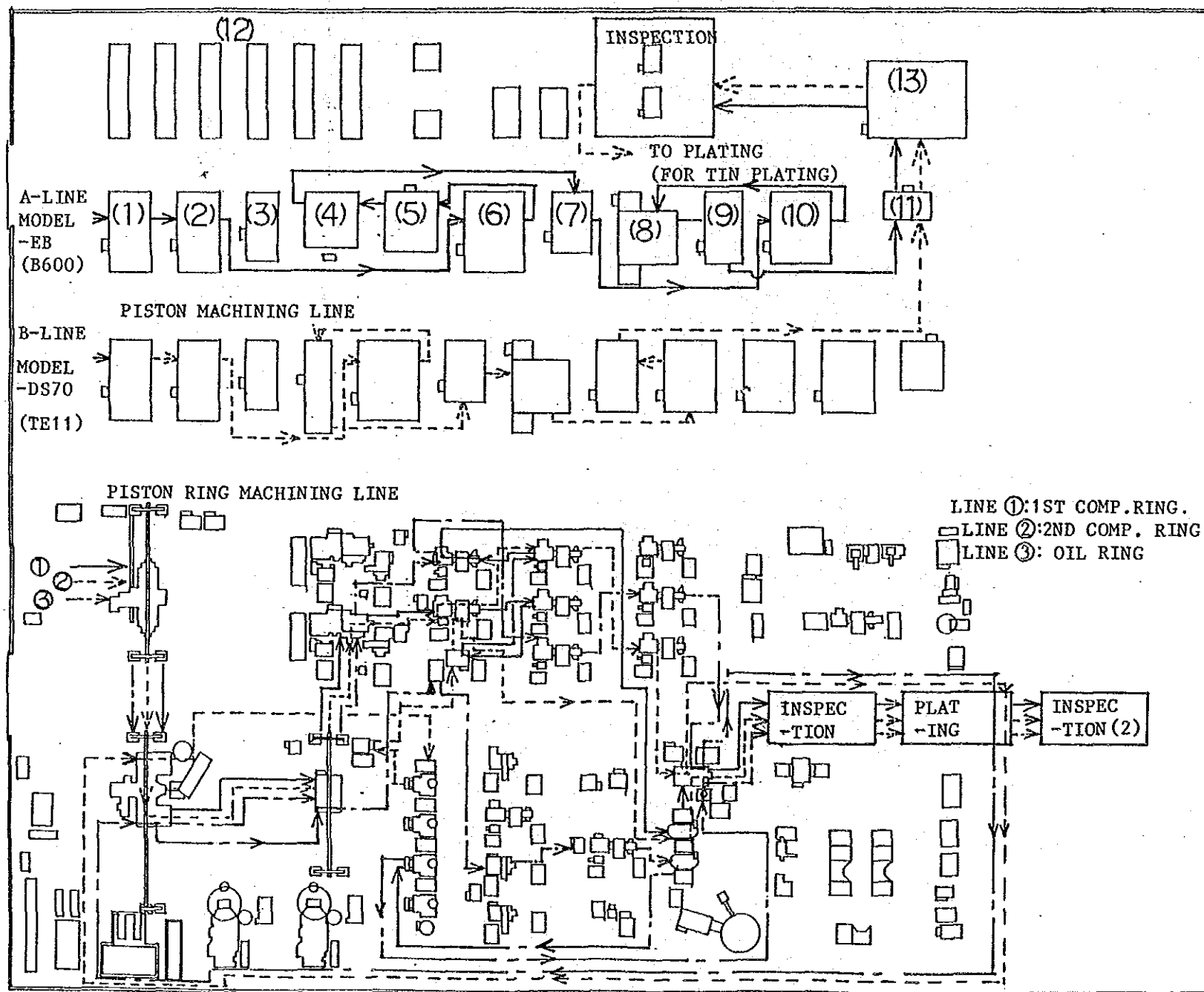


Figure AI-3-5-5 NO.4 HEAVY INDUSTRY PISTON AND PISTON RING MANUFACTURING SHOP FLOW DIAGRAM



- (1) Alignment for skirt edge machining
- (2) Outside rough machining and center boring
- (3) Idle
- (4) Oil hole drilling
- (5) Slit grooving
- (6) Ring grooving
- (7) Pin hole drilling
- (8) Outside machinery (recessing)
- (9) Circlip machining
- (10) Head finishing
- (11) Cleaning
- (12) Shelf
- (13) Cleaning

Equipment Installed by Additional Loan

1. Piston Ring Machining Equipment for B600 & X2000 and other 4 types vehicles and for 8 products of other projects.
(Item Nos. VIII-2-2 , 5, 7 & 8, VIII-2-10(2) & VIII-2-11)
2. Piston Machining Equipment for B600 & X2000 and other 4 types vehicles and for 8 products of other projects
(Item Nos. VII-3 & VIII-6-1, 3, 4 & 5)

3-6 機械工場

3-6-1 工程概要

(1) 機械設備とその配置

機械設備とその配置は図 AI-3-6-1 の通りである。

機械工場保有機械一覧表は、表 AI-3-6-1 (1)-(2) の通りである。

(2) 組織、人員

組織、人員は図 AI-3-6-2 の通りである。

(3) 原材料部品ならびにその調達実績

原材料部品の調達実績は表 AI-3-6-2 の通りである。

(4) 生産実績と生産能力

1) 生産実績

生産実績は表 AI-3-6-3 の通りである。

2) 生産能力

上記生産実績に対する負荷率は19.8%～76.8%である。

表 AI-3-6-4 および表 AI-3-6-5 に示すように、設備負荷の平準化を計れば、最大負荷率は65.3%なので設備稼働率を85%とすると1987年度生産の1.3倍の生産が可能と推定する。

3-6-2 工程分析

(1) 作業工程

作業工程図は図 AI-3-6-3 および図 AI-3-6-4 の通りである。

(2) 流れ経路

流れ線図は図 AI-3-6-5 (1)-(3) の通りである。

(3) 主な製品または部品について作業方法工程系列についての問題点と改善策

- 1) ねじ穴明け、タップ立て、基準穴リーマー加工の一連作業で、それぞれ刃具を差し替えている。そのため作業能率が上がらない。多軸アタッチメントを取り付け刃具の取り替え回数を少なくする工法を検討する必要がある。
- 2) 製品の取り付け、外し作業はホイストが当ラインに1台しかなく、必要とする時に使用できないため、人力で行っている。そのため腰痛の原因や能率低下の要因となっている。吊具の増設およびリフター付ローラー等の導入を検討する必要がある。
- 3) ラインが系列化されていないため、遠くまで台車に積んで運んでいる。そのため、進捗把握が困難である。また、運搬に時間が掛り作業能率が上らない。レイアウト変更してライン化する検討が必要である。
- 4) 工程完了品に切粉が多く付着している状態で長い間置いてあるので穴部分などは棒で切粉をつつき落している。付随時間が長くなっている。エアーホースの増設により加工完了時切粉落しをやることを検討する必要がある。
- 5) 案内プッシュ付き治具を使用してNo.5ラジアルボール盤で穴明け作業が行われているが、アームが揺れて狙いがなかなか決らない。しかも案内プッシュにドリル先端がぶつかっている。そのためドリル折損及び摩耗や案内プッシュの摩耗が生じている。アームを固定し治具を割出し治具にする工夫が必要である。
- 6) 製品の取り付け位置が低いと屈み込んで穴明け作業をしているため、腰痛の原因となっている。製品取り付け台を高くする必要がある。

- 7) X2000 クランクシャフトのセンター穴加工は、加工個所を罫書ボール盤によって行われていた。フロント側とリヤ側のバランスが取れないため、黒皮残りの原因となっている。正規のセンター採み機の使用を検討する必要がある。現在のセンター採み機は老朽で精度が確保できないため、更新を検討する必要がある。
- 8) 切粉は全部捨てている。分類収集して資源を再利用する方法を検討する必要がある。

(4) 作業方式ならびに分業方式についての問題点と改善策

- 1) ボルト、ナット、ピン類の小物部品は、タレット旋盤で沢山の刃物とソケット類を取替えながら1本づつ加工している。1本のボルト製作に5分以上かかるものがあり、非能率的である。No.1 HI のコールドヘッダーを充実せよ、集中生産を行い量産効果を狙うことを検討する必要がある。
- 2) 加工ロット数が大きいので、仕掛量の増大、手待ちの発生、能率低下や運搬工数の増大が生じている。主要部品はライン化の方向で検討する必要がある。
- 3) X2000 ロッカーカバーキャップ用ねじ加工の時、ろう付けは車体工場、ねじ切は機械工場に分割されている。運搬ロスが多い。ろう付作業を機械工場の既設溶接場で行う必要がある。
- 4) トランスファアイドルギヤのブランク加工は、No.4 HI 熱処理工場で焼ならしの後、No.1 HI でブランク加工が行われる。その後、No.4 HI で歯切作業が行われる。運搬ロスが大きい。そのためブランク加工はNo.4 HI で行うように変更する検討を行うことが必要である。

(5) 設備の配置および物流についての問題点ならびに改善策

- 1) 研削職場が工場の一番奥に配置されているため、熱処理からリフトでの搬入が困難であり、しかもエンジン、トランスミッション組立にも遠い位置にある。そのため、搬送ロスが大きい。また、搬送中打痕などつくおそれがある。搬送ロスや、打痕防止のため、研削盤は研削が必要な工程へ組み込む必要がある。研削盤を集中して置く場合は、組立に近く、搬出、搬入が容易な位置を選ぶ必要がある。
- 2) No.5ラジアルボール盤に作業負荷が集中している。そのため2台のNo.5ラジアルボール盤の周辺にシリンダーブロックとクランクシャフトの仕掛り品が多数ある。作

業負荷の集中は機械の老朽化を早め、機械故障の原因となる。早急に多機能を持つ機械の導入を検討する必要がある。

- 3) クランクシャフト加工の工程間が離れ過ぎている。距離は約60mで、運搬ロスが大きい。クランクシャフト加工の主体となる設備の位置を見直し遠距離の機械を移転しラインを整備する必要がある。
- 4) 台車の数が不足しているため、遠距離でも手持で運搬している場合がある。運搬ロスが大きい。しかも生産能率の低下が生じている。台車の増設を検討する必要がある。
- 5) 製品の受け台が不足しているため、製品の一時預けの時も床面に置いている。製品の汚れ、傷、打痕や作業者の疲労の要因となっている。置台の増設を検討する必要がある。
- 6) 単体部品の完成品は一度STOREに搬入し、そこから組立工場に搬送されているため、搬送具の不足に拍車をかけている。また在庫管理が煩雑となっている。組立に直送する方法を検討する必要がある。
- 7) 機械、エンジンおよびトランスミッション組立工場から車輛、車体工場に直結する道路がない。そのため運搬は大きく迂回している。搬送に時間が掛かるため直通路の設置を検討する必要がある。
- 8) B600, X2000のリングギヤとドライブピニオンのセットが、No.1 HIから送られる際にバラバラになっている。また、打痕がついている。噛み合い不具合や打痕による異音発生等の原因となるため、専用箱を作りセットで搬送する工夫を検討する必要がある。

(6) 設備機器の問題点ならびに改善策

- 1) 設備機器の保有台数の約27%が故障しているため、ライン構成を甚だしく乱し、特定機に負荷が集中している。連鎖故障の原因解消のため、保全体制を早急に確立し、老朽機の修理、更新を行うことを検討する必要がある。
- 2) 電気部品、ベアリング、シール類等の補修パーツは入手困難なため、故障機械の修理が出来ず、モゴトリ対象にされているタレットレース、倣旋盤、転造盤、ボール

盤、フライス盤等機械がある。国産出来ない修理部品や、メーカー製造中止の機械等の代替機を検討する必要がある。

- 3) 治具保管状態が悪いため、取り出しに時間が掛る。置場所を決め、治具名称を表示し、治具専用台車を新設することを検討する必要がある。治具棚の増設を検討する必要がある。
- 4) シリンダーヘッドのシートリング焼嵌加熱炉は温度を 100℃にするのに、稼動開始から約2H近くかかっている。手待ち時間が長く、しかも能率が上らない。高能力炉の導入を検討する必要がある。ソーラーシステム利用の温水で事前加熱する工夫も考える必要がある。
- 5) 治具の取付基準がないため、交換の都度取付位置が変化している。基準キーや基準ピンがない。そのため芯出しに時間がかかる。いつも一定の場所に取り付けられるよう、合マークや基準キー、基準ボスを追加することを検討する必要がある。
- 6) 洗浄能力が不足のため、シリンダーブロック、シリンダーヘッド、トランスミッションケース、クランクケース等洗浄が不十分で切粉が付着している。切粉による油穴づまりでエンジン運転中の焼付原因になりやすい。洗浄装置やエアブロー装置の新、増設を検討する必要がある。
- 7) 歯切盤が旧型であるため、加工時間が長い。故障すると補修部品の入手が困難であるため、将来的にはボトルネックとなる可能性が大きい。高性能機導入の検討を必要とする。
- 8) 総形刃物の破損品が機械の裏に 5, 6 本放置してあった。ねじ転造ダイスの予備品はない。また機械横の棚の上に破損品 2 枚が放置されていた。特殊刃物、総形刃物、ねじ転造ダイス、シェーピングカッター、歯切カッター類、ダイヤモンドドレッサー、砥石類等入手困難な品物は特に管理を厳密にする必要がある。
- 9) 機械精度、治具精度のチェック体制が不備のため、現在機器の精度は製品精度で判断されている。そのため不良発生原因を把むのに時間がかかり早期対策が出来ない。予防保全体制の確立を検討する必要がある。
- 10) スプリングバランサーは棚の上に 10 個程保管してある。それらは活用されていない。使用できるように整備する必要がある。

(7) 原材料、部品受入についての問題点ならびに改善策

部品受入の問題点は鍛造品の遅れが上げられる。鍛造品の出荷遅れにより次工程で生産される部品が出荷遅れになっている。その遅れは、進捗管理の不手際起因している。

素材受入、製品出荷遅れの部品は表 AI-3-6-6 の通りである。

- 1) 不良率10%を含め完成品の台数が予定台数を超えない場合、余剰台数は次回に出荷するため職場内に確保されているように思える。余剰台数の累積が仕掛増加の一因となっているものと思える。不良発生状況の調査および低減対策の検討が必要である。
- 2) 部品受け渡しの検査制度が整備されていない。品質保証体制の検討が必要である。
- 3) 部品の受入、払い出しに遅れが出ている。その原因を追求する体制も確立されていない。生産管理システムの導入を検討する必要がある。

3-6-3 品質分析

(1) 不良の発生の状態

- 1) 不良率が10%以内であればその発生原因は問題にされないようだ。また品質に対する教育があまり実施されていない。品質管理の導入を検討する必要がある。
- 2) 後工程に行く程、不良品が多い。不良発生を避けるため規格値より大きく、後工程の取代を多く残して加工されている。それぞれの工程で規格値通りに加工するよう教育する必要がある。
- 3) X2000 クランクシャフトのセンター穴揉み時左右バランスがとれていないため、センター穴が中心からずれている。加工時黒皮残り不良となっている。センター揉み機の修理又は更新を検討する必要がある。
- 4) 不良品の置場が決まっていない。良品は青、不良品は赤のペイントで区別するようになっている。しかし赤ペイント塗りの物は何処にも見当らなかった。しかも不良品の置場が決められていないため、ペンキが消えて良品に混入する恐れがある。不良品の置場の設置を検討する必要がある。

(2) 前後工程との関連性の解析

- 1) X2000, B600のコネクティングロッドの大端部、ギヤ関係の外径部やX2000 のシリンダーブロックの外周部など casting、鍛造品の加工取代の多いものがある。受入れ時に取代の大きい物は選別して機械加工している。しかし、その作業は機械加工に負担がかかり、刃具の摩耗を早める原因となっている。型具の修正が必要である。
- 2) 型ずれしている casting、鍛造品は受入時に選別するが、返却する場合は稀である。それらの casting、鍛造品は機械加工時切削が断続的にされるため、刃具折損の原因となっている。型具の修正が必要である。
- 3) 鑄巣や異材混入がある生産品は外観からはほとんど発見できない。それらは機械加工を行い発見された段階で材料不良として処置している。そのため再加工によるロスが大きい。原材料の管理により異材混入を防ぐ対策が必要である。

(3) 品質基準、検査方法の問題点ならびに改善策

下記の問題点が指摘できる。

- ① 現場での作業基準が明確でない。基準書類は作業のそれに表示されていない。
- ② 作業手順書はライン責任者が一括保管していた。
- ③ 工程自主検査体制は未整備である。工程に板ゲージ等はあるが、チェック周期や記録はされていない。
- ④ 検査係によるライン立ち入り検査はラインの要請以外はやっていない。ただし段取替時ラインの要請で連続5個検査は実施している。
- ⑤ 総合検査具が不足しているので現在の検査作業は基準ブロックに製品を取り付け芯だしを行いハイトマイクロ等で測定を行っている。
- ⑥ パルプシート位置等の比較測定具がある。しかし、それらは使用された形跡がない。
- ⑦ 検査具の定期検査が実施されていない。
- ⑧ 検査記録と解析記録が不足している。

上記の問題点はすべて検査体制の不備によるものと思われる。早急に検査体制を整備する必要がある。

3-6-4 生産設備ならびに保全

No.4 HI 全体としての保全体制はある。保全内容は各工場の要求するものより非常にレベルが低い。機械工場では（例えばラジアルボール盤のスプリング外れのような）簡単な故障が未修理で停止したままである。それらの故障機械は、工程を乱す原因となるほか、特定機械に負荷をかけるなどの悪循環の原因となっている。補修用部品はラインの機械を使用して製作されている。そのためラインの生産が阻害されている。No.4 HI に、保全工場と、各工場単位の保全駐在を設ける体制を検討する必要がある。

Table AI-3-6-1(1) EQUIPMENT LIST - LV MACHINE SHOP

Category	Code	Description	Qt'y (A)	Qt'y of Service (B)	Qt'y Deteriorated in (C)	Qt'y Deteriorated in Operation (D)	Remarks
Turning Machines	4L	4' Lathe	10	6	6		Parts Used for Other Machines
	6L	6' Lathe	17	4	3		
	8L	8' Lathe	5				
	1TL	No.1 Turret Lathe	16	2	2	6	2 Nos. Being Repaired in No.5
	3TL	No.3 Turret Lathe	42	14	12	2	RI
	4TL	No.4 Turret Lathe	11	3	2		
	5TL	No.5 Turret Lathe	2				
Milling Machines	4COL	4' Profiling Lathe	2	1	1		Parts Used for Other Machines
	7COL	7' Profiling Lathe	6	1			
	2PM	No.2 Plain Milling Machine	14	3	3	1	
	2VM	No.2 Vertical Milling Machine	6				
	4VM	No.4 Vertical Milling Machine	1				
	DSM	Dual Head Milling Machine	1				
	SLM	Spline Milling Machine	3				
Drilling Machines	BD	Bench Drilling Machine	9				Parts Used for Other Machines
	3UD	No.3 Upright Drilling Machine	10	2	1		
	4UD	No.4 Upright Drilling Machine	6	2	1		
	ACD	Centering Machine	1	1	1		
	3MD	No.3 Multi-Spindle Drilling MC	6	3	3		
	3RD	No.3 Radial Drilling Machine	1	1			
	5RD	No.5 Radial Drilling Machine	8	1	1		
	HTP	Tapping Machine	6	3	3		Parts Used for Other Machines
	3CG	Cylindrical Grinder	3	2			
	5CG	Cylindrical Grinder	7	1			
Grinders	3IG	Internal Grinder	3				
	2HSG	Face Grinding Machine	3				
	FCG	Centerless Grinding Machine	2				
	1NF	Honing Machine	2				
	CMG	Cam Grinder	1				
	SCG	Centerless Grinding Machine	1	1			

Table AI-3-6-1(2) EQUIPMENT LIST - LV MACHINE SHOP

Category	Code	Description	Qt'y (A)	Qt'y Out of Service (B)	Qt'y Deteriorated in (B) (C)	Qt'y Deteriorated in Operation (D)	Remarks	
Gear Cutting and Finishing Machines	HGS	Gear Hobbing Machine	3					
	4GS	Gear Shaping Machine	3	1	1	1		
	VMGS	Gear Tooth Chamfering Machine	2			1		
	RMGS	Gear Tooth Chamfering Machine	1					
	SGS	Gear Shaving Machine	2	1				
	TGS	Gear Tester	1					
Others	2TZ	Roll Forming Machine	2					
	DBZ	Balancing Machine	3					
	2THZ	Roll Forming Machine	3	1	1	1	Parts Used for Other Machines	
	THZ	Roll Forming Machine	1					
	VBT	Broaching Machine	1					
	OL	Oil Groove Cutter	1			1	Power is Insufficient.	
	4MC	Sawing Machine	3					
	JNE	Heating Furnace	1					
	HB	Horizontal Drilling Machine	1					
	SDA	Gear Tooth Chamfering Machine	1					
	OPH	Hydraulic Press	3					
	MGK	Magnetic Flaw Detector	1					
	TC	Cutting Tool Grinding Machine	15	1	1		Vacuum Bulb is Missing.	
	OW	Washing Tank	3					
	GW	Gas Welder	2	2				
	C	Engine Tester	2			1		
	Simple Purpose Machines	MFB	Fine Drill	7				
		SPU	Combined Unit	1	1			
		HBPU	Horizontal Drilling Unit	6	2	2		Lube Oil Pump Failure Drilling Oil Trouble
VBPU		Upright Drilling Unit	1					
Total			275	61	47	14		

Table AI-3-6-2 PROCUREMENT RECORD OF CP (ENGINE COMPLETE)

Model	1987												1988		Total	Remarks		
	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May				
B600	33	55	55	66	66	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	550	
for Repair Parts	110	110	-	-	110	110	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	605	
X2000	55	66	88	66	66	77	77	77	77	77	77	77	77	77	67	67	705	
for Repair Parts	55	55	165	165	55	55	55	55	55	55	55	55	165	110	88	88	968	

Table AI-3-6-3 SCHEDULED AND ACTUAL PRODUCTION (ENGINE COMPLETE)

	1987												1988	
	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Total			
B600 Scheduled	130	150	50	60	160	150	50	50	50	100	950			
B600 Actual	12	64	37	92	62	111	101	76	108	89	752			
X2000 Scheduled	101	112	233	213	113	123	123	122	163	148	1,451			
X2000 Actual	34	41	39	48	74	53	30	26	37	31	413			

Table AI-3-6-4 MACHINES WITH HIGHER LOAD

No. Code	Description	Load, %	Remarks
1 4L	4' Lathe	76.8	50% Loaded when Shared by 6' Lathe
2 HGS	Gear Hobbing Machine	72.4	65% Loaded when Shared by 4GS
3 SGS	Gear Shaving Machine	65.3	
4 3UD	No.3 Upright Drilling Machine	65.2	52% Loaded when Shared by 4UD
5 5TL	No.5 Turret Lathe	58.2	
6 2VM	No.2 Vertical Milling Machine	57.9	
7 4GS	Gear Shaping Machine	57.9	
8 SLM	Spline Milling Machine	57.6	
9 2PM	No.2 Plain Milling Machine	52.4	
10 5RD	No.5 Radial Drilling Machine	50.5	

Note: Loads on No.1, 2 and 4 are possibly shared by 6L, 4GS and 4UD, respectively.

Table AI-3-6-5 OPERATING RATE OF EQUIPMENT FOR B600
AND X2000 ENGINE AND TRANSMISSION

Equipment	Qt'y in Operation (Unit)	Total Time of Loading (hr.)	Operating Rate (%)
No.1 Turret Lathe	7	4,373	37.9
No.3 Turret Lathe	36	25,380	42.7
No.4 Turret Lathe	10	8,017	48.5
No.5 Turret Lathe	2	1,921	58.2
4' Lathe	5	6,338	76.8
6' Lathe	13	8,611	40.1
8' Lathe	3	1,798	36.3
No.2 Plain Milling Machine	12	10,378	52.4
No.2 Upright Milling Machine	6	5,734	57.9
No.4 Upright Milling Machine	1	690	41.8
Bench Drilling Machine	8	2,620	19.8
No.3 Upright Drilling Machine	8	8,602	65.2
No.4 Upright Drilling Machine	5	2,597	31.4
No.3 Multi-Spindle Drilling M/C	4	2,468	37.4
Radial Drilling Machine	8	6,674	50.5
7' Profiling Lathe	2	1,660	50.3
Spline Milling Machine	2	1,802	57.6
Gear Hobbing Machine	1	1,195	72.4
Gear Shaping Machine	2	1,190	57.9
Gear Tooth Chamfering Machine	1	429	26.0
Upright Tooth Chamfering M/C	1	631	38.2
Gear Shaving Machine	1	1,078	65.3
Face Grinding Machine	2	1,450	43.9

Note: Basis of Calculation

Working Time 7.5 H/D

Working Day 22 Ds/M

Actual Production for 10 Months, Apr., 1987 - Jan., 1988

Production

B600

Engine and Transmission Complete for Vehicle = 400 Units

Engine Complete for Spare Parts = 352 Units

X2000

Engine and Transmission Complete for Vehicle = 187 Units

Engine Complete for Spare Parts = 226 Units

Table AI-3-6-6 CP IN DELAY OF SUPPLY, THE WORST FIVE,
AS OF FEB. 16, 1988

(Unit: pcs)

Vehicle	Component Parts	Qt'y in Delay	Origin of Dispatch
Materials Supplies in Delay			
B600	Connecting Rod	440	No.3 HI
	Universal Joint	660	No.3 HI
	Clamp	880	No.3 HI
	Arm Shaft Upper	440	No.3 HI
	Main Drive Gear	220	No.3 HI
X2800	Connecting	880	No.3 HI
	Sliding Joint, Inter	440	No.3 HI
	Yoke	440	No.3 HI
	Nuckle Spindle, Front	440	No.3 HI
	Universal Joint Yoke	880	No.3 HI
Component Parts Supplies in Delay to Ass'y Shop			
B600	Connecting Rod	100	No.3 HI
	Reverse Gear	70	No.4 HI Machine Shop
	Cylinder Head	40	No.4 HI Machine Shop
	Valve Guide	120	No.4 HI Machine Shop
	Crank Case	60	No.4 HI Machine Shop
X2000	Cylinder Block	99	No.4 HI Machine Shop
	Tappet Follower	139	No.1 HI
	Counter Shaft	139	No.1 HI
	Idle Gear Transfer	98	No.4 HI Machine Shop
	Rocker Arm Cover Ass'y	139	No.4 HI Body Ass'y Shop

Figure AI-3-6-1 NO.4 HEAVY INDUSTRY LAYOUT OF MACHINE SHOP

s: Out of Service
 d: Deteriorated
 u: Unable to Repair

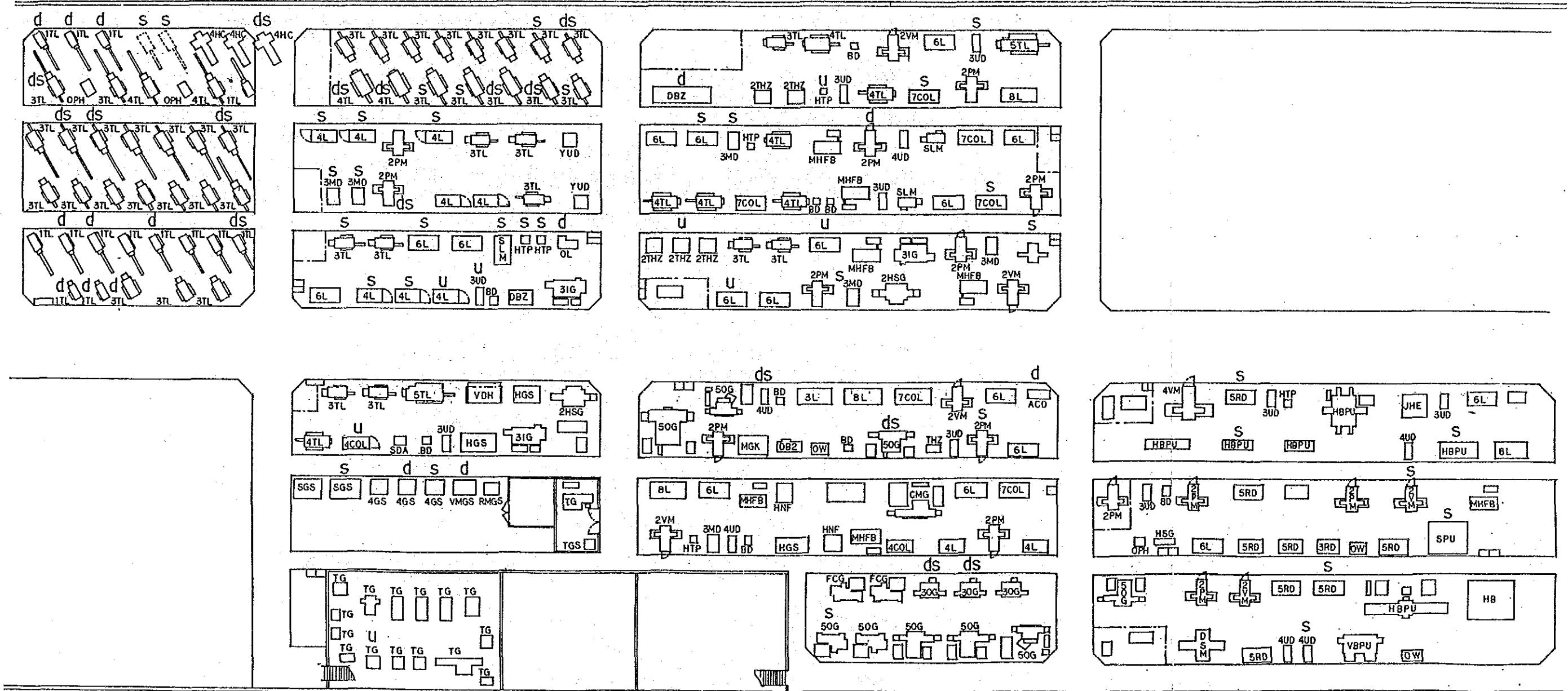


Figure AI-3-6-2 MACHINE SHOP STAFFING

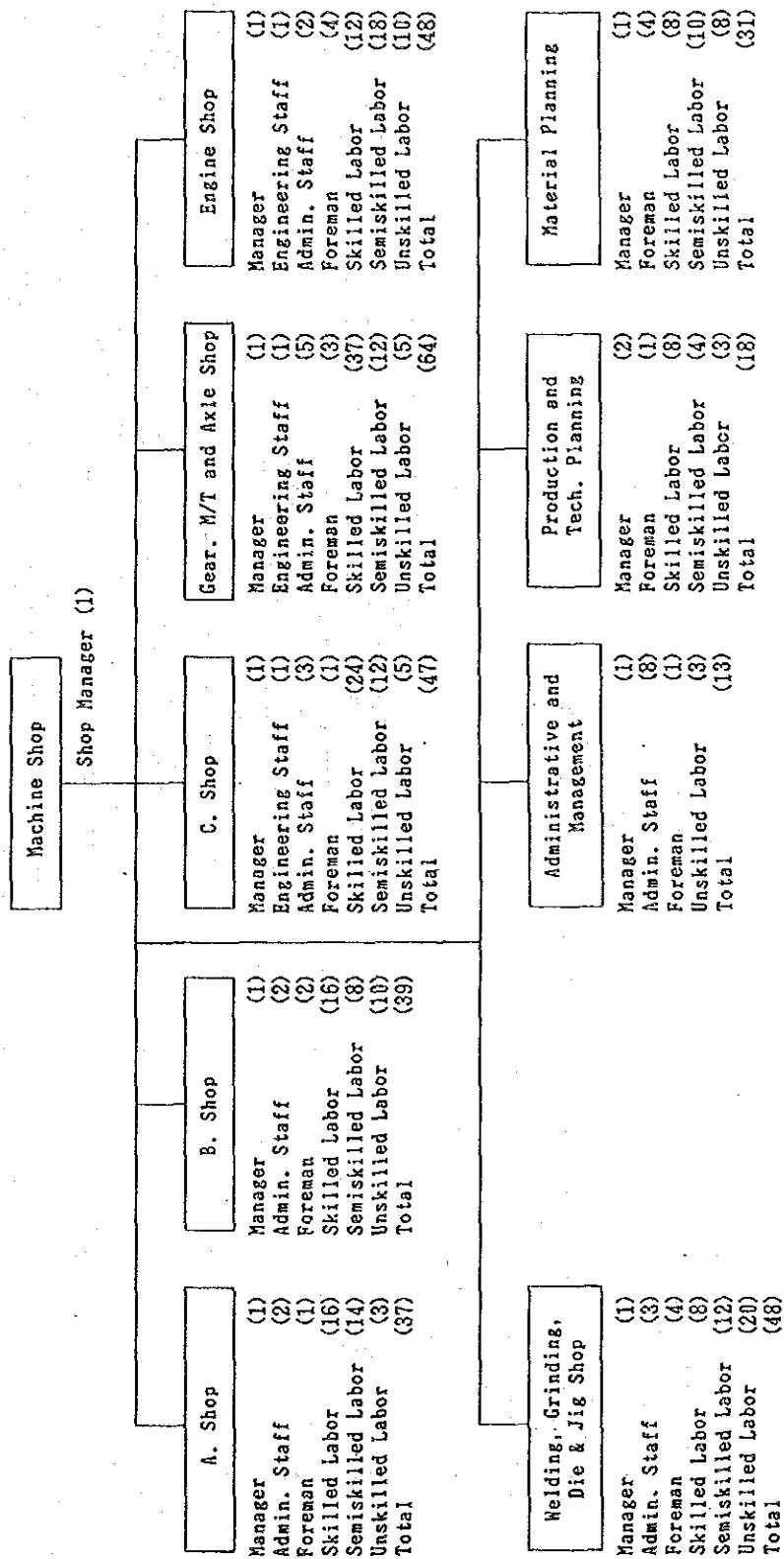


Figure AI-3-6-3 OPERATION PROCESS CHART, CRANKSHAFT

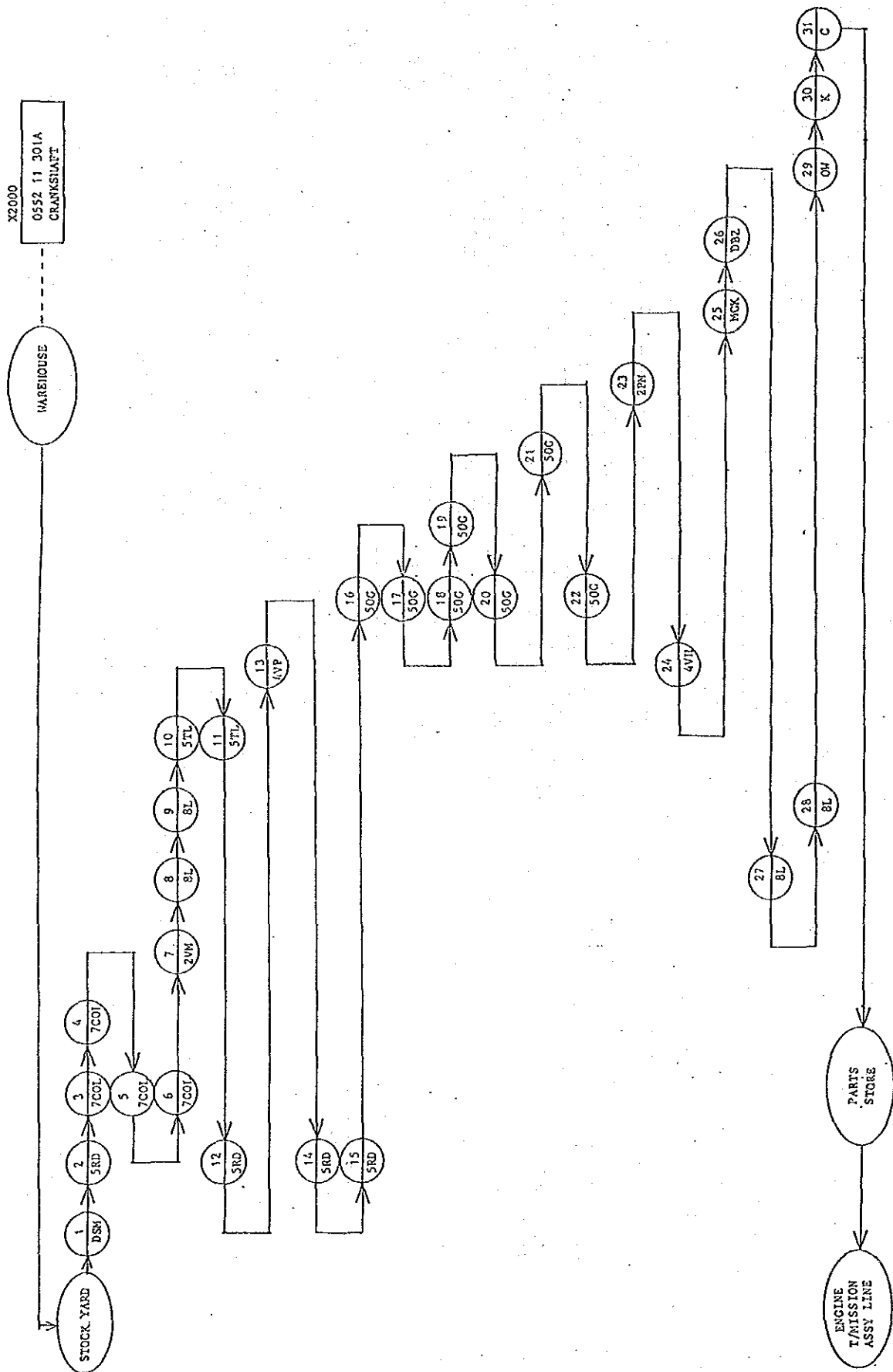


Figure AI-3-6-4 OPERATION PROCESS CHART, CYLINDER BLOCK

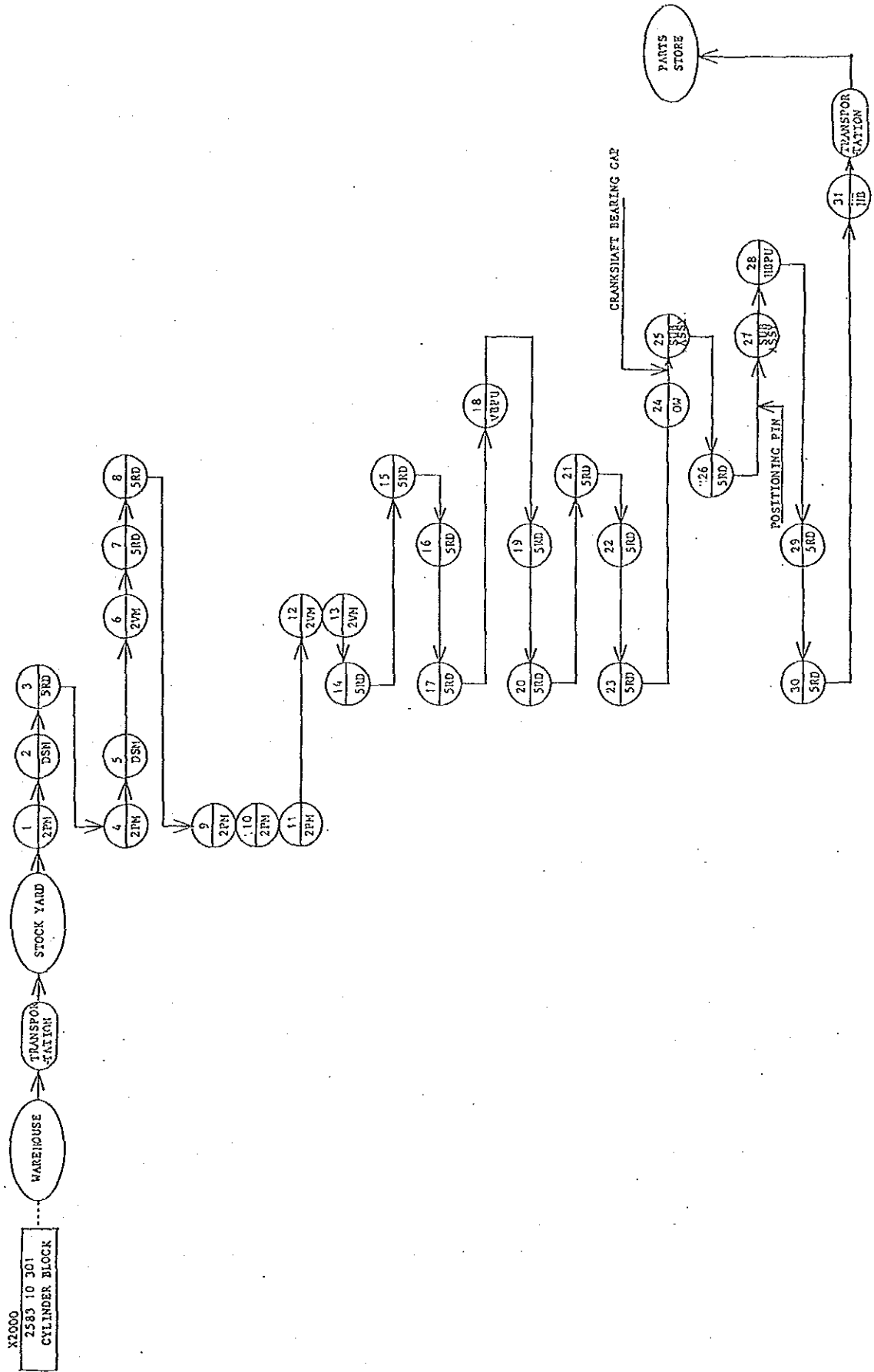
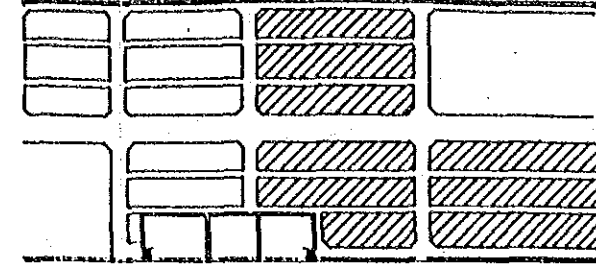


Figure AI-3-6-5 (1) WORK FLOW OF MACHINE SHOP
 FLOW OF CRANK SHAFT P.NO. 0552 11 301A

BLOCK LAYOUT OF MACHINE SHOP



- ENLARGED VIEW OF SHADED AREA -

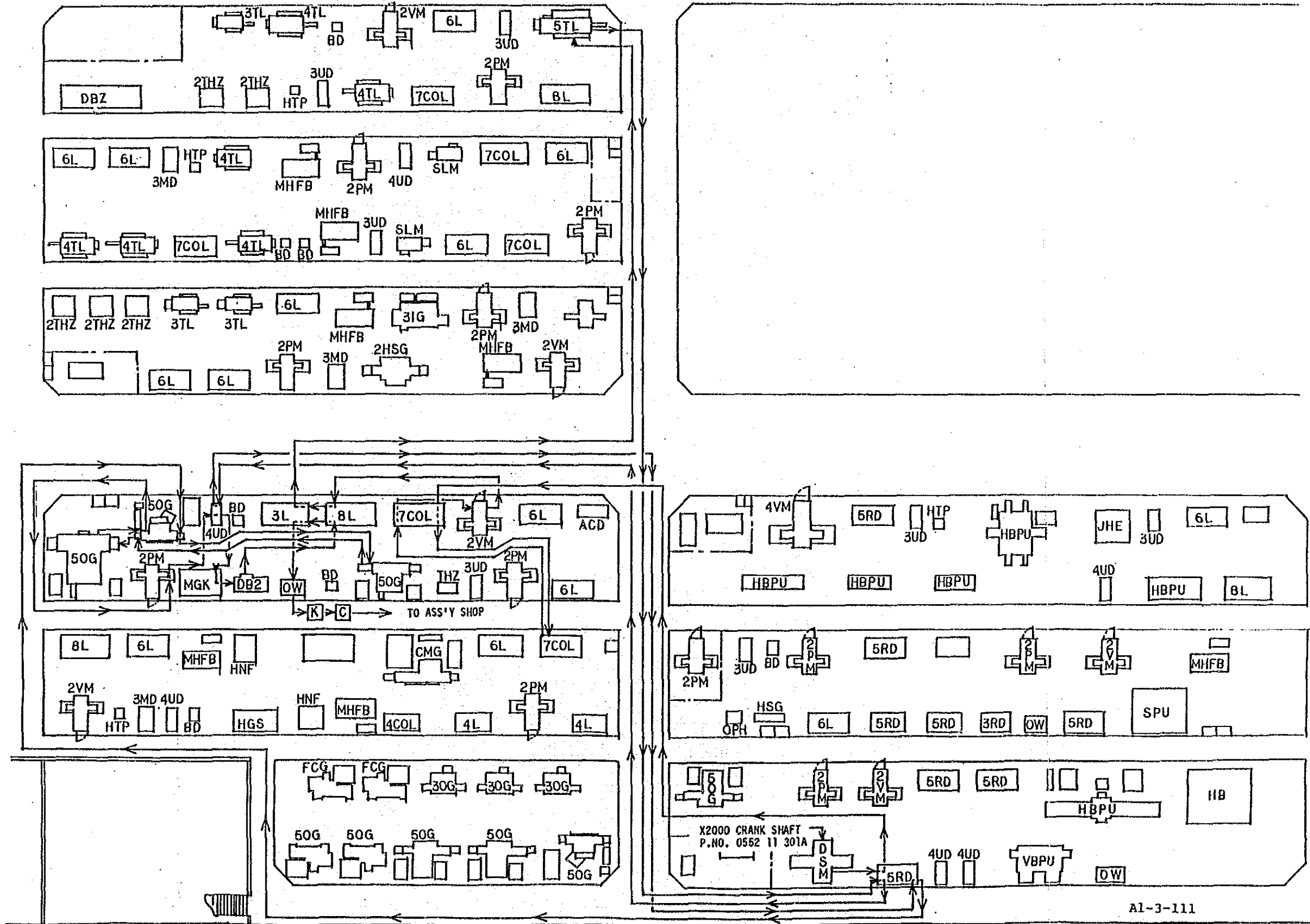
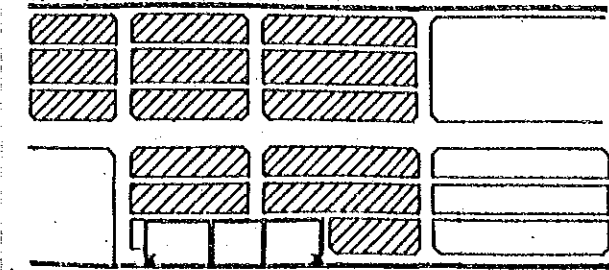


Figure AI-3-6-5 (2) WORK FLOW OF MACHINE SHOP

FLOW OF TIMING GEAR P.NO. 0114 11 316
 FLOW OF CYLINDER HEAD BOLT P.NO. 2783 11 311
 FLOW OF AXLE SHAFT P.NO. 0111 26 115
 FLOW OF MAIN DRIVE GEAR P.NO. 2783 17 201

P.NO. 0114 11 316
 P.NO. 2783 11 311
 P.NO. 0111 26 115
 P.NO. 2783 17 201

BLOCK LAYOUT OF MACHINE SHOP



- ENLARGED VIEW OF SHADED AREA -

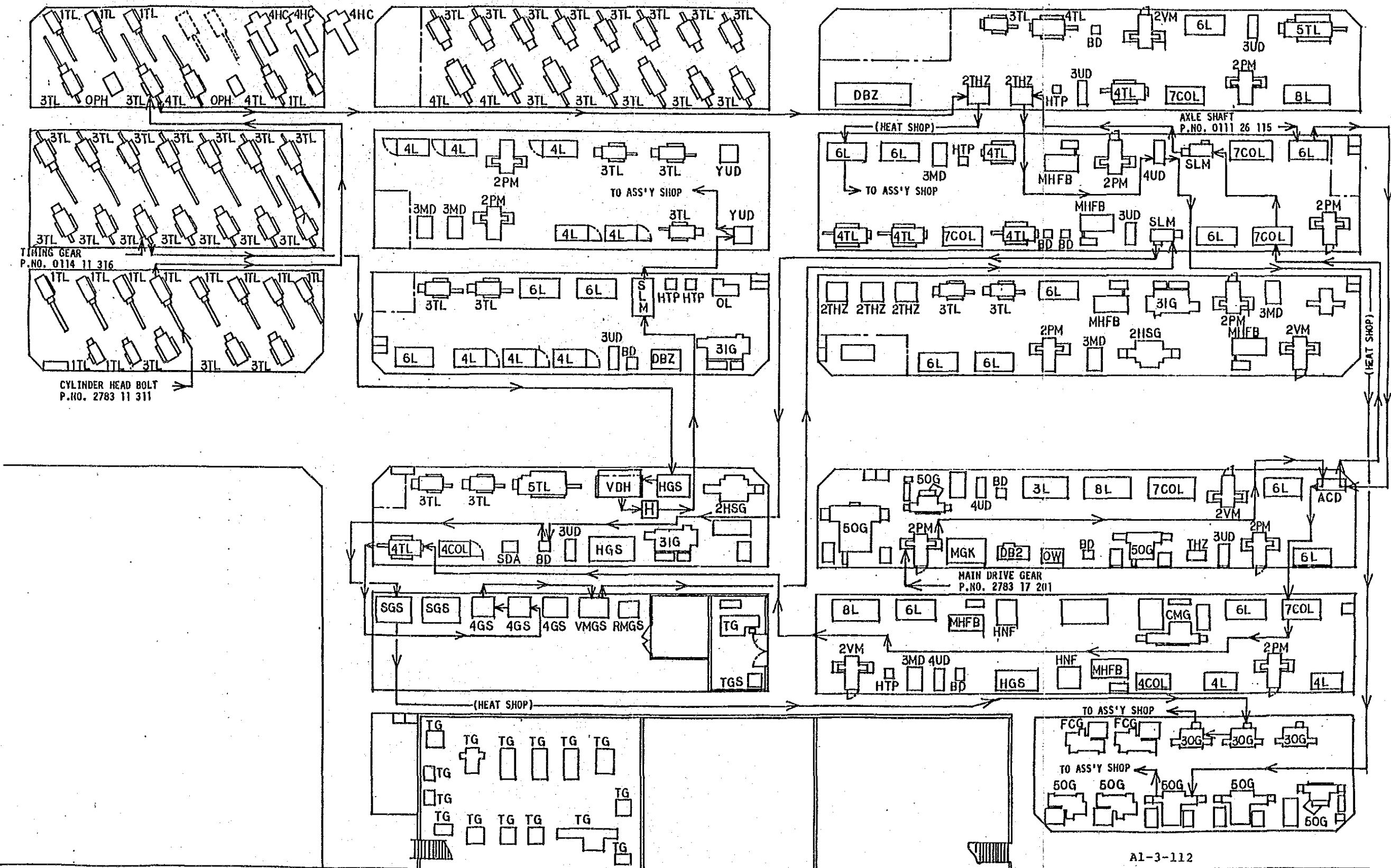
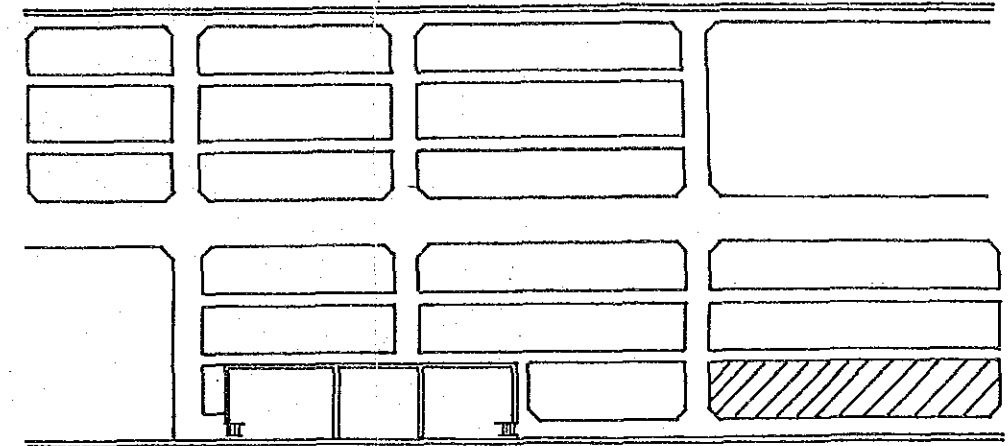
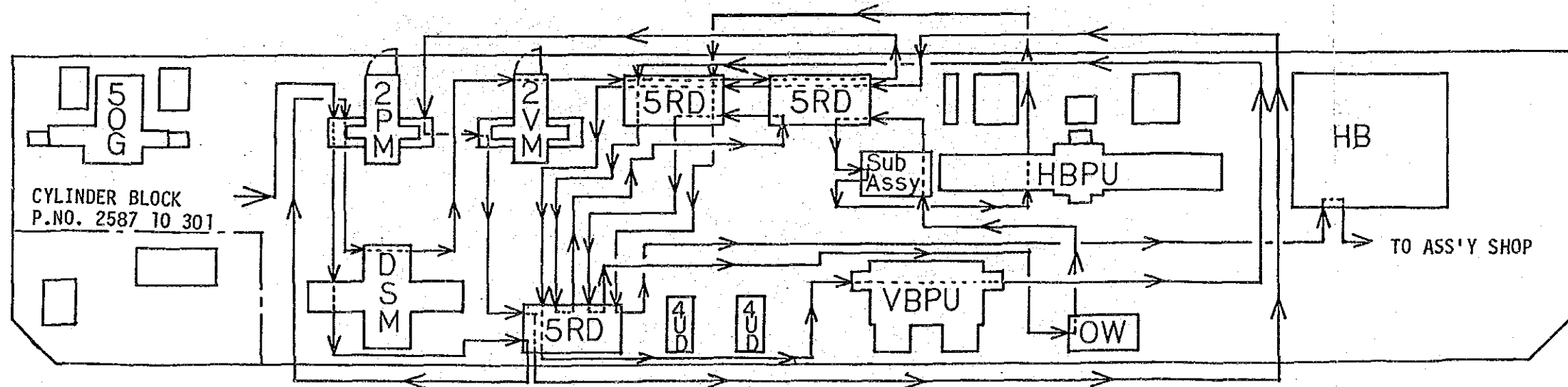


Figure AI-3-6-5 (3) WORK FLOW OF MACHINE SHOP
 FLOW OF CYLINDER BLOCK P.NO. 2587 10 301

BLOCK LAYOUT OF MACHINE SHOP



- ENLARGED VIEW OF SHADED AREA -



3-7 熱処理工場

3-7-1 工程概要

(1) 機械設備とその配置

機械設備とその配置は図 AI-3-7-1 に示す通りである。
機械設備は表 AI-3-7-1 (1)-(3) に示されている。

(2) 組織、人員

組織、人員は図 AI-3-7-2 に示される。

3-7-2 工程分析

(1) 概略工程分析表

主な部品の概略工程分析は表 AI-3-7-2 (1), (2) および図 AI-3-7-3 に示されている。

この工場では次の熱処理が可能である。

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1) ガス浸炭 (Gas carburizing) | 2) 無酸化焼入 (Bright hardening) |
| 3) 無酸化焼戻 (Bright tempering) | 4) 水焼入 (Water quenching) |
| 5) プレス焼入 (Press quenching) | 6) 調質 (Refining) |
| 7) 部分焼戻 (Selective tempering) | 8) 焼鈍 (Annealing) |
| 9) 液体浸炭 (Liquid carburizing) | 10) リューブライト (Lubriting) |

(2) 主な製品または部品について作業方法、工程系列についての問題点ならびに改善策

特記すべき事はない。

(3) 作業方式ならびに分業方式について問題点ならびに改善策

特記すべき事はない。

(4) 設備の配置および物流について問題点ならびに改善策

- 1) 運搬台車が少ないため、製品を手扱みで工程間の搬送が行われている。そのため、搬送のロス時間が大きい。ローラ付製品台および平パレットやパレットトラックの使用を検討する必要がある。
- 2) 製品置台が少ないため、床置きにして積み替え作業が行われている。積み替えによるロス時間が大きい。台車増設を検討する必要がある。

(5) 設備機器の問題点ならびに改善案

設備機器の問題箇所については下記の点が指摘できる。(図 AI-3-7-4 参照)

- 1) ソルト炉の集じんダクトが老朽化し、ダクトが腐って集じん能力が低下している。放置しておくると人体に影響が出る。早期のダクト補修又は更新が必要とされる。
- 2) ショットブラストが能力不足のため大物部品の処理能力が不足していると考えられる。何度かに分割して作業が行われている。ショットブラスト設備の増設を検討する必要がある。
- 3) シアン化排水処理が故障しているためソルトバス浸炭処理が出来ないので、ガス浸炭で代行して作業が行われている。そのためガス浸炭負荷は増加している。早期修理が必要である。
- 4) ソルト材が規定温度で溶けないため代替として低温焼戻炉を使用している。低温焼戻炉の負荷が大きく、また焼戻しに時間が掛る。ソルトバスは定期的に温度を加え、内部の固形化を防ぐ必要がある。
- 5) シアンの管理方法が悪く、開封されたシアンの缶が放置されている。シアンは猛毒性があり、致死性の薬品である。保管庫の設置を検討する必要がある。
- 6) ボイラー、ソルトバス2基に使用されているディーゼル油は入手が困難であるため、熱源の変更が必要である。
- 7) 高速切断機が故障しているためカッティングによる硬度チェック等が不可能となっている。早期補修が必要である。

Table A1-3-7-1 (2) EQUIPMENT LIST OF HEAT TREATMENT SHOP

No.	Description	Qty	Specification	Cost	Remarks
7	Equipment for High Frequency Induction Hardening Apparatus	1)	High Frequency Induction Hardening Apparatus (with Spare Parts)	1 Set	80KW-200KHz
		2)	Ditto (with Spare Parts)	1 Set	150KW-10KHz
		3)	Shrinkage Fit Press for Ring Gear	1 Set	
		4)	Oil Mist Collector (with Dolly)	1 Set	
		5)	Anti-Rust Liquid Tank (with Dolly)	1 Set	
		6)	Oil Tank for Quenching (with Dolly)	1 Set	
8	Equipment for Straightening	1)	Center Hole Grinding Machine	1 Set	
		2)	Hydraulic Straightening Press	1 Set	15 Ton
		3)	Surface Plate	1 Pc	
		4)	Measuring Instruments (Gauge Block, Micrometer, V-Block, Dial Gauge, Vernier Caliper and Others)	1 Lot	
9	Equipment for Inspection	1)	Magnetic Flaw Detector	1 Set	
		2)	Rockwell Hardness Tester	2 Sets	
		3)	Rockwell Superficial Hardness Tester	1 Set	
		4)	Vickers Hardness Tester	1 Set	
		5)	Brinell Hardness Tester	1 Set	
		6)	Endless Grinding Machine (with Spare Belts)	1 Set	
		7)	Double Head Grinding Machine (with 5 Grindstones and 100 Brushes)	1 Set	
		8)	High Speed Cutting Off Machine, Large-sized (with Grindstones and Vice)	1 Set	
		9)	High Speed Cutting Off Machine, Small-sized (with Vice, Grindstones and Cutting Oil)	1 Set	
		10)	Polisher (with Disk, Paper, Cloth and Dryer, and Others)	1 Set	

Table A1-3-7-1 (3) EQUIPMENT LIST OF HEAT TREATMENT SHOP

No.	Description	Qt'y	Specification	Cost	Remarks	
9 Equipment for Inspection (Cont'd)	11) Water Distilling Instrument (with Electric Stove, Balance and Others)	1	Set			
	12) Metallurgical Microscope	1	Set			
	13) Printing Instruments (with Built-up Type Dark Room, Sink, Printing Paper, Enlarger)	1	Set			
	14) Potentiometer	1	Set			
	15) Analysis Instrument	2	Sets			
	16) Hardness Testing Instrument	1	Set			
	17) Master Gauge for Clutch Hub	1	Set			
	18) Densimeter	2	Sets			
	19) Hand Tools & Measuring Tools	1	Lot			
	20) Jig for Press Quenching	1	Lot			
	Ancillary Equipment	1) Boiler & Water Softener	1	Set		
		2) Waste Water Treatment Device & Piping Material	1	Set		
		3) Heavy Oil Tank	25	Sets		
		4) Roller Conveyor	5	Sets		
		5) Jigs Shelf	3	Sets		
		6) Tool Cabinet	1	Set		
		7) Hanger	1	Set		
		8) Portable Pump	1	Set		
		9) Hand Lift	1	Unit		
		10) Fire Extinguisher	2	Sets	ABC 10# Type	
11) Foundation Materials for Machinery		1	Lot			

Table A1-3-7-2(1) MAJOR PROCESSES OF HEAT TREATMENT

Major Part	Process	Equipment	Remarks
Transmission Gear Transfer Gear Spider Side Gear	1 Degrease Washing	Washing Tank	
	2 Carburizing Hardening	Electrically Heated Granulate Gas Carburizing Furnace and Oil Tank	
	3 Degrease Washing	Washing Tank	
	4 Tempering	Electric Pit Furnace	
	5 Shot Blast	Shot Blasting Machine	
	6 Lubrite	Lubrite Treating Instrument	Transfer Gear and Spider Only
Ring Gear Low Gear	1 Degrease Washing	Washing Tank	
	2 Carburizing	Electrically Heated Granulate Gas Carburizing Furnace	
	3 Heating	Chamber Furnace	
	4 Heating	Press Quenching M/C	
	5 Degreas Washing	Washing Tank	
	6 Tempering	Electric Pit Furnace	
	7 Shot Blast	Shot Blasting Machine	
Drive Pinion Ball Stud Steering Pinion	1 Degrease Washing	Washing Tank	
	2 Carburizing Hardening	Electrically Heated Granulate Gas Carburizing Furnace and Oil Tank	
	3 Degrease Washing	Washing Tank	
	4 Tempering	Electric Pit Furnace	
	5 Partially Tempering	Lead Bath Furnace	
	6 High Frequency Induction Hardening	80kW High Frequency Induction Hardening Apparatus	
	7 Shot Blast	Shot Blasting Machine	
	8 Center Grinding	Center Grinding Machine	Drive Pinion and Steering Pinion Only
	9 Hydraulic Straightening	Hydraulic Straightener (Hammer)	
Washers and Small-sized Parts	1 Degrease Washing	Washing Tank	
	2 Preheating	Preheating Furnace	
	3 Carburizing	Liquid Carburizing Furnace	
	4 Heating	Salt Bath	
	5 Heating	Oil Tank	
	6 Degreas Washing	Washing Tank	
	7 Tempering	Salt Bath (Low Temperature)	
	8 Washing	Washing Tank	
	9 Anti-Rust Treatment	Tank for Anti-Rust Liquid	

Table AI-3-7-2(2) MAJOR PROCESSES OF HEAT TREATMENT

Major Part	Process	Equipment	Remarks
Bolts (Socket)	1 Degrease Washing	Washing Tank	
	2 Heating	Salt Bath	
	3 Heating	Oil Tank (Water Tank)	Water Cooling Only for Socket
	4 Degreas Washing	Washing Tank	
	5 Tempering	Salt Bath (High Temperature)	
	6 Cooling Washer	Washing Tank	
	7 Hydraulic Straightening	Hammer	For Parts with Length more than 100 mm
	8 Anti-Rust	Tank for Anti-Rust Liquid	
Socket, Shift Fork, Shift Fork Rod	1 Heating	80kW High Frequency Induction Hardening Apparatus	
	2 Hydraulic Straightening	Hammer	Shift Fork Rod Only
Joint Yoke, Shaft	1 Heating	150kW High Frequency Induction Hardening Apparatus	
	2 Tempering	Electric Pit Furnace	
	3 Hydraulic Straightening	Hydraulic Straightener	
Spring	1 Tempering	Salt Bath	

Figure AI-3-7-1 LAYOUT OF HEAT TREATMENT SHOP

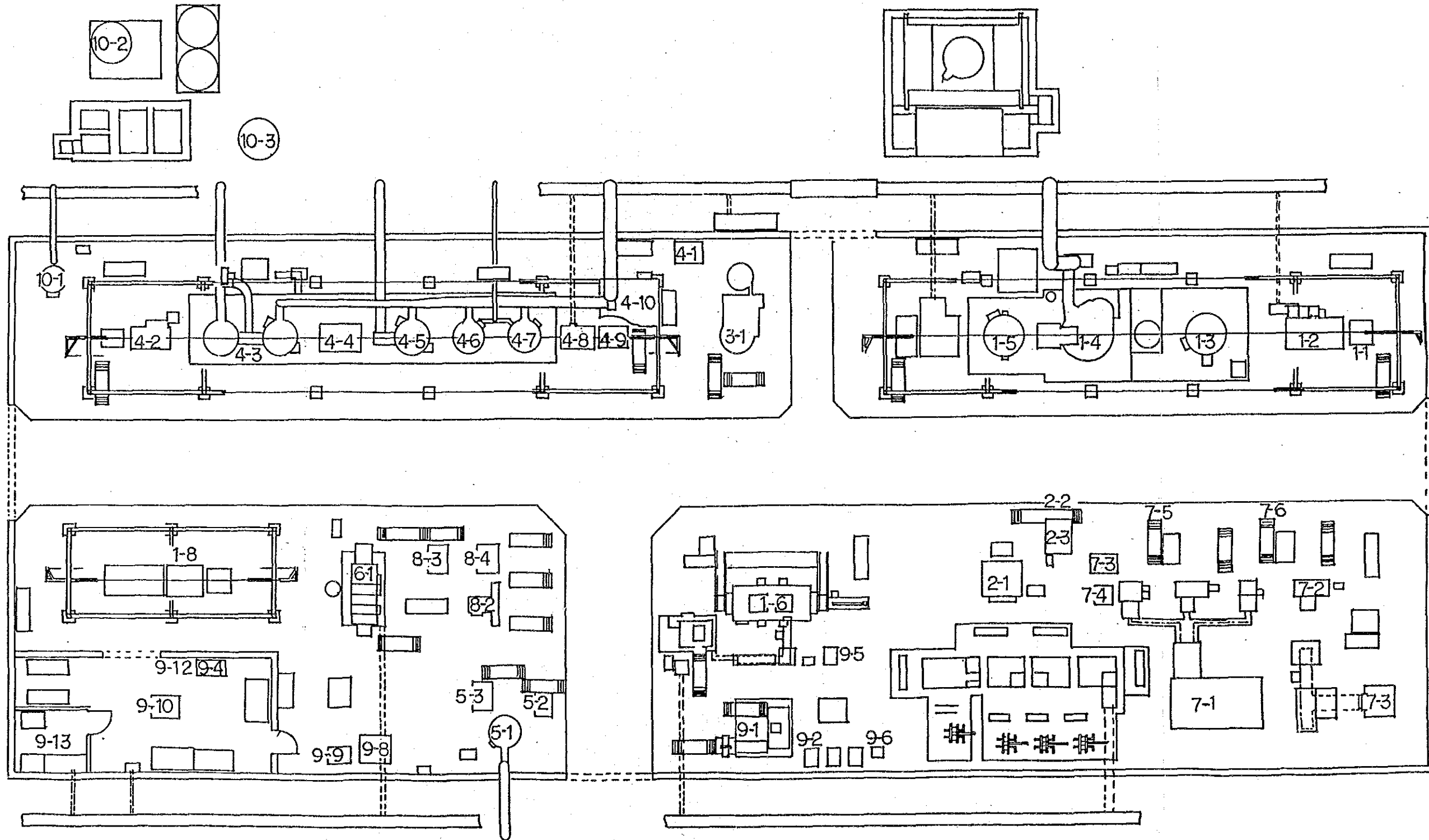


Figure AI-3-7-2 ORGANIZATION CHART OF HEAT TREATMENT SHOP

TOTAL NO. OF WORKERS = 20

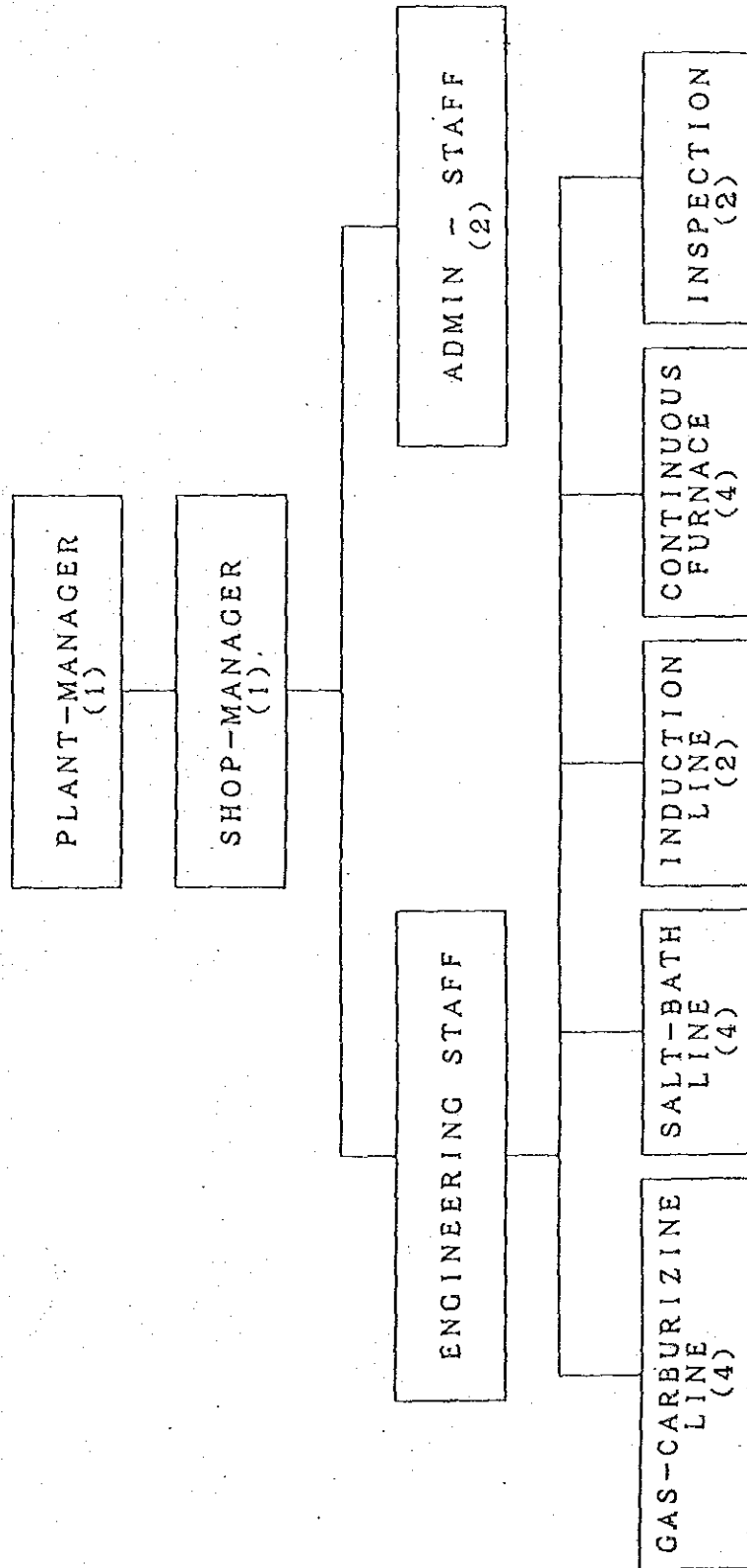


Figure AI-3-7-3 OUTLINE OF GEAR WORKING FLOW

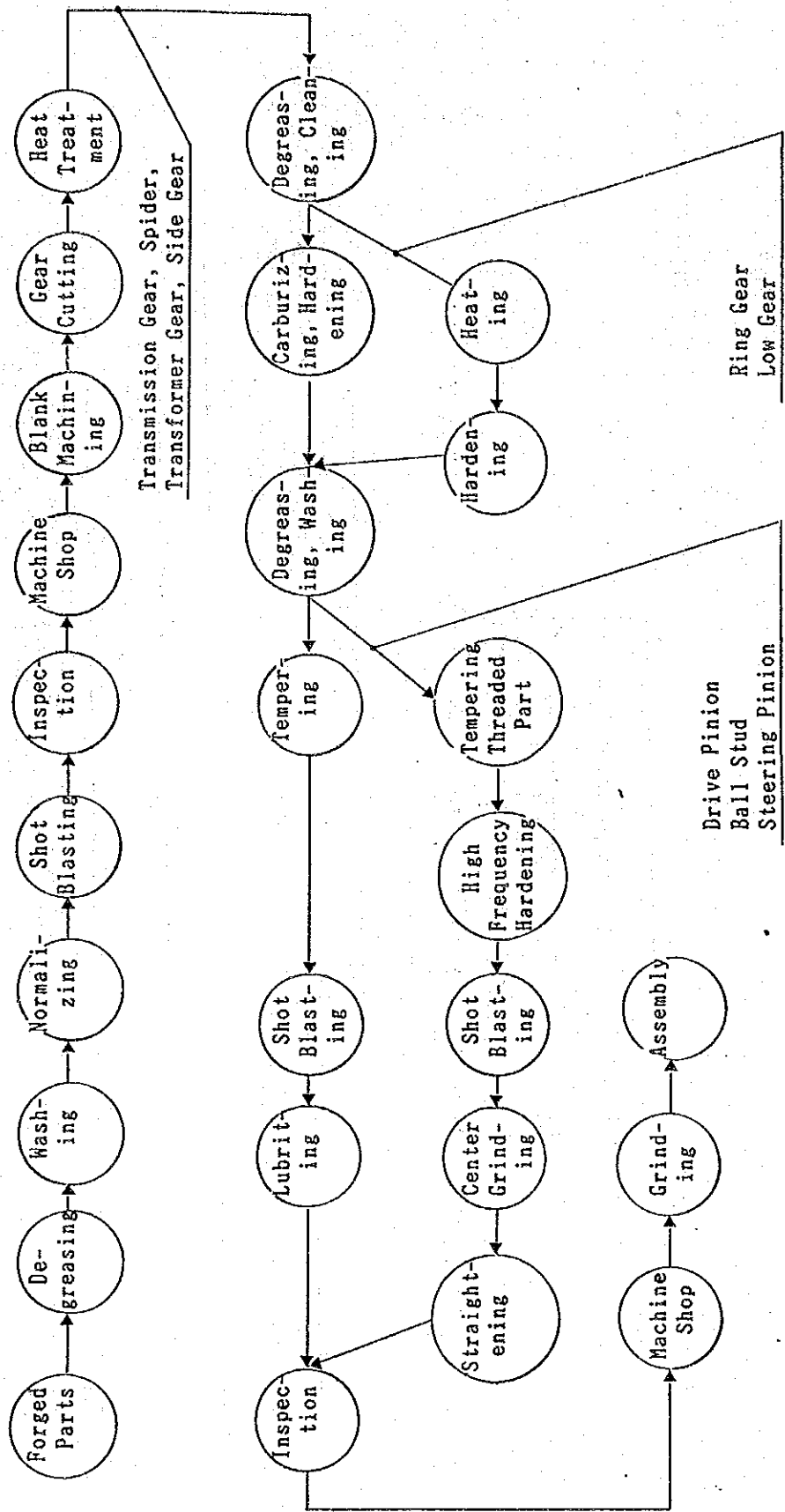
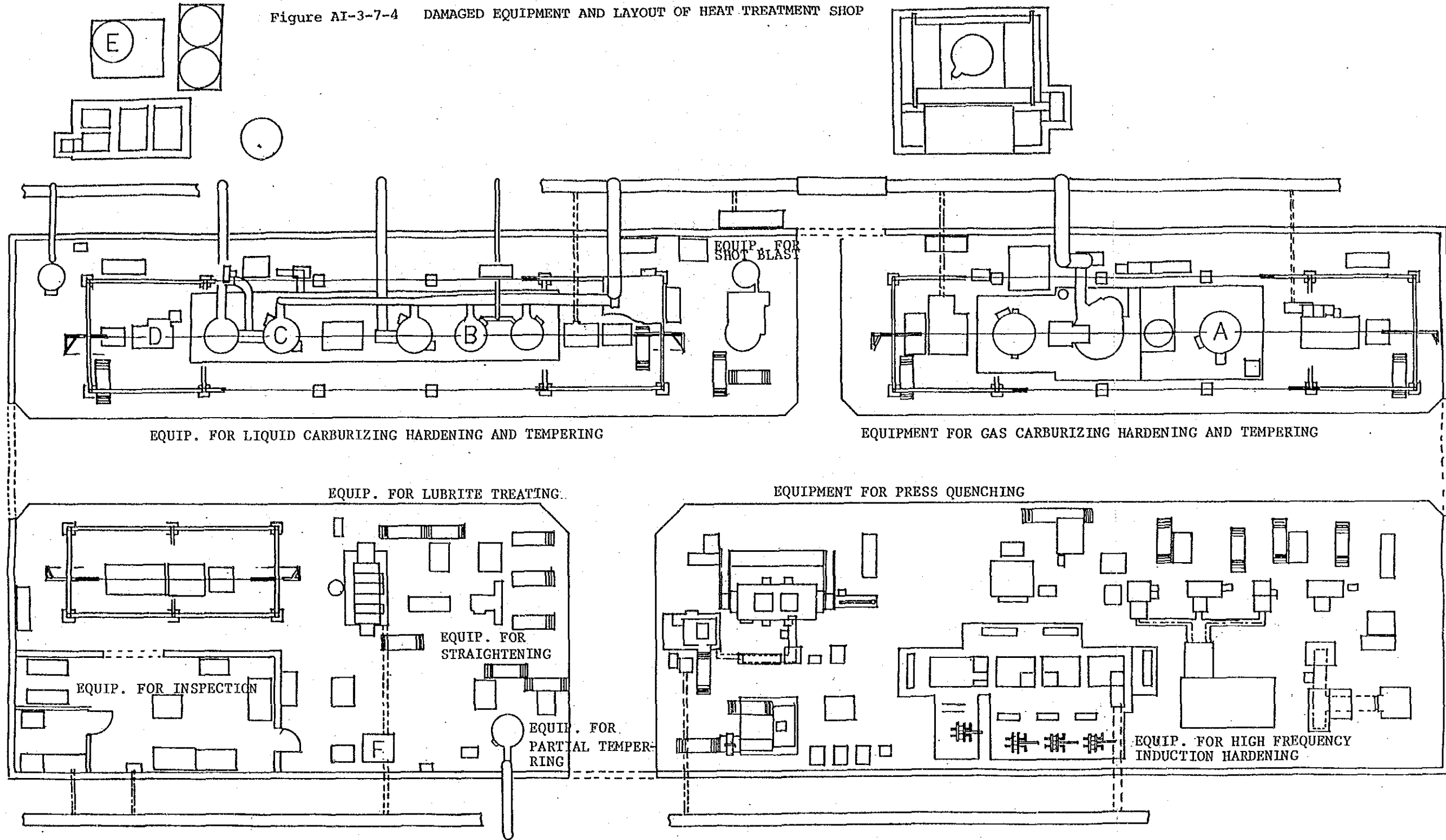


Figure AI-3-7-4 DAMAGED EQUIPMENT AND LAYOUT OF HEAT TREATMENT SHOP



Code	Equipment	Condition Failure	Remarks
A	Electrically Heated Granulate Gas Carburizing Furnace		Fan cover is damaged.
B	Salt Bath Furnace for Tempering	X	Temp. of GS430 can not be controlled.
C	Salt Bath Furnace for Carburizing	X	Cyanic Waste Water Treatment Divice is damaged.
D	Degrease Washing Tank	X	Tank is deteriorated by rust.
E	Cyanic Waste Water Treatment Device	X	Pump & Piping are damaged.
F	High speed Cutting M/C	X	Heavy Vibrations are generated from main axle.

Equipment Installed by Additional Loan

Heat Treatment Equipment for 4th stage of parts localization of B600 & X2000 (Item No. III-3-2-2 9)

第4章 重車両製造設備

第4章 重車両製造設備

4-1 重車両

4-1-1 工程概要

(1) 機械設備とその配置

重車両製造設備の各Shopの機械設備とその配置は下記の資料に示されている。

Heavy Vehicle Assembly Shop	☒ AI-4-1-1
Htauk Kyant Bus Shop	☒ AI-4-1-2
Press Shop No.2	☒ AI-4-1-3
Transmission & Heat Treat. Shop	☒ AI-4-1-4
Bolt / Nut Shop	☒ AI-4-1-5
Spring Shop	☒ AI-4-1-6
Rear Body Shop	☒ AI-4-1-7

2) 組織、人員

組織および人員は表 AI-4-1-1 の通りである。

3) 原材料、部品の調達実績

これらの調達実績は表 AI-4-1-2 の通りである。

4) 生産実績と設備能力

生産実績と設備能力は表 AI-4-1-3 の通りである。

4-1-2 Heavy Vehicle Assembly Shop

本工場は 6.5ton および 3.5ton トラックの組立工場で、ダンプ、タンカー等の上物cab および、フレームの組立等の作業が行われている。

当工場のレイアウト変更に関しては、Htauk Kyant の工場の次期拡充計画およびその他関連するShopと共に検討する必要がある。

(1) ラインバランスの問題点

サイドフレームの穴明け工程は、ラインの左右に配置された2台のRadial Drilling M/Cと穴明治具で行なっている。フレーム穴明けの生産台数は Chassis Final Assembly Line の生産台数より1台少ない。設備故障時に代替策を立てることが困難である。

フレーム組立ラインを改善するために下記の項目を検討する必要がある。

- 1) クロスメンバー職場をフレームPaint Booth の東側への移動
- 2) Radial Drilling M/C, Column Drilling M/C, Arc Welder並びにそれぞれの加工治具類の移設。
- 3) サイドフレーム穴明け用Radial Drilling M/C 及び穴明け治具の1Set 増設。

フレーム組立用にGenerator 1台がRiveting gun2個に使用されているため、リベッティング能力が同時にRiveting gun2個を使用する時不足する場合が多い。Gun 1個にGenerator 1台が使用できるように改善する必要がある。

(2) 品質対策

1) 車検機器の設置

大型トラックおよびバスは車両のラインオフ時に車両検査用テスター類を使用せずに出荷されている。車輛検査用テスター類が当初ライン設定時に現在のService Shop内に設置された。しかしこれらの設備は工場の床面のレベルが低いため進入する雨水のため劣化して使用出来ない。

車輛の安全性の確保及び品質の向上を目的とし、Heavy Vehicle Assembly Shop のFinal Assembly Line で車輛がラインオフする位置に、これらの車輛検査機器の設置を検討する必要がある。

現在トランスミッションの国産化が進んでいるため、Speed Meter Testerの設置も検討する必要がある。

2) Component Parts Areaの拡充とService Shopの統合

現在、Heavy Vehicle Assembly Shop 内にEngine Dynamometer等のEngine Repair Equipmentが設置されている。

Component Parts Areaを拡張し、梱包ケースの保管、及び開梱場として活用し、原材料や部品の品質の向上を計るため、これらのEngine Repair Equipment のService Shop内への移設およびフューエルタンクおよびマフラー職場のService Shopの北東部への移動を検討する必要がある。

(3) 国産化板金部品作業場の拡張

小物板金部品類の国産化のため、作業スペースをこのVehicle Assembly Shop 内に設けることを検討する必要がある。

(4) 更新すべき設備

HIC リストに上げられた設備以外でこのShop内で更新すべき設備がある。

4-1-3 Htauk Kyant Bus Shop

(1) Heavy Vehicle Assembly Shop 内のダンプ、タンカー等の上物の作業場はここに車両検査機器を設置すること、並びに検査ラインをオフした車両のタッチアップ作業場として使用するためHtauk Kyant Bus Shopに移すことが必要と考えられる。

(2) バス製造設備以外に、車両検査機器等を検討する必要がある。

4-1-4 Press Shop No.2

(1) 品質対策

現在プレス作業後トリミング作業は人手により行なわれている。手によるトリミング作業はバラツキが生じ易いため、Cab のドアの取付けが悪い等の品質上の問題が多く出て居る。

品質向上のためこのトリミングの機械化を行う場合下記の項目について検討をする必要がある。

1. トリミング型の製作
2. 自動トリミングM/C の検討

(2) ボトルネックの解消

現在プレスショップNo.2内の大型プレス型交換時間と作業時間（スタンピング時間）の比は下記の通りである。

実作業時間	—	30%
型交換時間	—	70%

大型プレスの型交換時間を短縮するため、型交換の機械化を検討する必要がある。老朽化している設備は更新を検討する必要がある。

4-1-5 Machine & Heat Treatment Shop

(1) Shaving Cutterの Re grinder等の新設

通常shaving Cutterは 1,000~3,000 個を生産するたびに歯形を計測し、cutterの再研磨を行う。当shopは、カッターを2組保有して居る。カッター1組当りの生産数は 3,500ヶとなっているので、歯型の研磨が必要である。

その再研磨のためにShaving Cutterの Re grinderなどの新設を検討する必要がある。

(2) 更新並びにネック解消のための設備

Gear Shaping M/Cはメインシャフト、カウンターシャフト、ドライブピニオンシャフトに使用され、その加工時間は各25分、70分、15分である。

各シャフトを一日 4台生産すると 440分かかる。一方段取り時間は 180分かかる。従って段取り時間と加工時間の合計は 620分/日となるためこれらの加工作業は常時残業となっている。

作業効率の向上および作業時間の短縮のためGear Shaping M/C 1台の増設を検討する必要がある。老朽化のため更新を検討する必要がある設備は付編 3に示されている。

(3) 熱源の変更設備

燃料資源の逼迫に対応するため、熱処理工場の炉の熱源変更を検討する必要がある。

4-1-6 Bolt & Nut Shop

(1) ネック解消のための設備

1) ねじ転造機 (Thread Rolling M/C)

本機は自動車の他各種ボルトのネジ転造に使用されている。この工場の中で稼働率が最も高い。しかし設備故障の際は代替する方法がない。Thread Rolling M/C 1台の増強を検討する必要がある。

2) めっき設備 (Plating Equipment)および排水処理 (Waste Water Treatment)

本機は電気亜鉛めっき設備である。処理能力は設定時 250kg/日で実際の能力は 150kg/日程度である。各種ボルト、ナットの設備の増設により、生産は約 300kgを超えている。このめっき設備の増加を検討する必要がある。

(2) 増強設備

1) 木ネジ製造機

本機はこのshop内に10台設置されている。これらの設備は老朽化が激しく、このうち6台が修復不能な状況にある。機械は切削式、生産能力は転造式の近代化設備と比べ1/10である。各種、各寸法のタッピングスクリューと、このウッドスクリューの製造を行うため、現在の10台の機械の廃却および3台の転造盤の設置を検討する必要がある。

2) 長ボルト

現在の設備は、M12～M20×95～180ℓの長ボルトの製造ができない。しかも、M6～M10×55～95ℓのボルト製造能力の増強を考慮すると大、小各1台の Bolt Former増設を検討する必要がある。

4-1-7 Leaf Spring Shop

(1) ネック解消のための設備の増設

リーフスプリングショップは熱間加工、並びに熱処理工程が多い工場であるため、機械の取扱いが粗雑になり、設備の老朽化が進み易い。更新並びに、ネック解消のため増強を検討すべき設備はある。

(2) U Bolt Manufacturing Equipmentの増設

U Boltはその製造工程からスプリングの設備と同様に素材を加熱して成形するため、このスプリングショップに設置することが妥当と判断され、設置を検討する。

(3) 熱源の変更

将来の燃料資源逼迫に対応するため、スプリング工場の炉設備の熱源変更を検討する必要がある。

4-1-8 Rear Body Shop

(1) 更新並びに修復を検討すべき設備がある。

4-1-9 その他

(1) 素材管理について

プレス用薄板及びスプリング用素材並びにボルトナット用線材等は、梱包ケースのまま屋外に放置されている。長い雨季での雨水の侵入および乾季での昼夜の温度差(=20℃)のため、発生する梱包ケース内の結露は素材の発錆を促し、品質の劣化を生じさせる。梱包ケースの保管対策は、緊急に検討する必要がある。

原材料部品等梱包ケースは、船積から陸上げ、開梱、使用、生産まで計画通りに供給されるべきである。ビルマにおいては、これら生産資材は1年に1、2回の割りで船積みされているため、多量の梱包ケースの保管は困難であった。薄鉄板、スプリング用素材、ボルトナット用線材等は、品質劣化の状態が目で見ても判断し難いため、屋外に放置されている。この結果、製品の品質は予想以上に低下している。

対策 1. プレス用薄板の保管

Press Shop No.2 のプレス型の保管場所が移転するため、その保管場所にプレス用薄板の梱包ケースの収納を検討する必要がある。

対策 2. スプリング用素材の保管のため懸吊型クレーン（3Ton-1台）を新設し、ボルトナット用線材の保管との共用を検討する必要がある。

この素材置場は型钢製骨材のランウェイに懸吊型クレーンを設置する。屋根及び側壁の建設は現地製品を活用する。

Table AI-4-1-1 STRENGTH SITUATION OF PRODUCTION DEPARTMENT NO.3

Name of Plant/Shop	Manager & Engineers	Foreman	Skilled Labor	Semi-Skilled Labor	Un-Skilled Labor	Total
Department Office	2	3	3	40	31	79
Heavy Vehicle Manufacturing Plant	4	9	60	70	18	161
Heavy Vehicle Components Manufacturing Plant	2	8	23	107	9	149
Press Shop No.1 & 2	4	5	26	45	24	104
Bolt & Nut Manufacturing Shop	2		9	24	2	37
Spring Manufacturing Shop	1		7	16	9	33
Bus Manufacturing Plant (Htauk Kyant)	3	5	25	36	11	80
Rear Body Manufacturing Shop	1	4	25	25	7	62
Heavy Vehicle Repair Shop	1		9	10		20
Light Vehicle Repair Shop	2	4	16	32	9	63
Service Station No.1	2	2	12	26	5	47
Service Station No.2	2	2	9	10	7	30
	26	42	224	441	132	865

Table AI-4-1-2 PROCUREMENT RECORD OF RM AND CP

(Unit: Set Vehicle)

Vehicle	Year:	1984			1985			1986			Total
		TE 6.5 Ton	WA	KH 3.5 Ton	BM 25 Pass.	BX 33 Pass.	Total	1984	1985	1986	
Truck	TE 6.5 Ton	566			450			450			1,466
	WA	50	774		50	630		-	630		100
	KH 3.5 Ton	158			130			180			468
Bus	BM 25 Pass.	100			100			50			250
	BX 33 Pass.	4	104		185	118		22	72		44
Total		878			748			702			2,328

Table AI-4-1-3: PRODUCTION AND PRODUCTION CAPACITY

Production

Year	Model	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Total
1984	TE	50	72	56	7	46	44	43	58	80	44	32	86	618
	WA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	KM	-	-	-	-	-	-	-	5	-	22	55	6	88
	BM	3	11	11	-	-	-	1	-	1	13	14	15	69
	BX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	53	83	67	7	46	44	44	63	81	79	101	107	775
1985	TE	32	44	76	97	25	98	103	86	85	17	45	74	782
	WA	-	-	-	-	-	-	-	-	1	45	-	-	46
	KM	2	-	-	-	76	2	2	-	-	34	48	4	168
	BM	4	8	2	-	-	6	20	13	-	6	5	5	69
	BX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	38	52	78	97	101	106	125	99	86	102	98	83	1,065
1986	TE	34	77	79	80	42	66	18	75	10	10	1	69	561
	WA	-	-	-	2	-	-	50	-	-	-	-	-	52
	KM	41	4	-	-	-	-	-	-	50	90	40	-	225
	BM	2	3	1	10	10	8	-	5	10	15	9	3	76
	BX	-	-	-	-	-	1	3	4	-	-	-	4	12
	Total	77	84	80	92	52	75	71	84	70	115	50	76	926

Model		Established Capacity
TE	Potential	4 Vehicles/8hr x 20ds = 80 Vehicles/month
	Original	4 Vehicles/8hr x 25ds = 100 Vehicles/month
BM	Potential	1 Vehicle /8hr x 20ds = 20 Vehicles/month
	Original	1 Vehicle /8hr x 25ds = 25 Vehicles/month

Notes: Production Capacity

1. TE and BM represent other models.
2. The present capacity was established in 1982 due to change of working days (Saturday was set as off day).

Figure AI-4-1-1 LAYOUT OF HEAVY VEHICLE ASSEMBLY SHOP

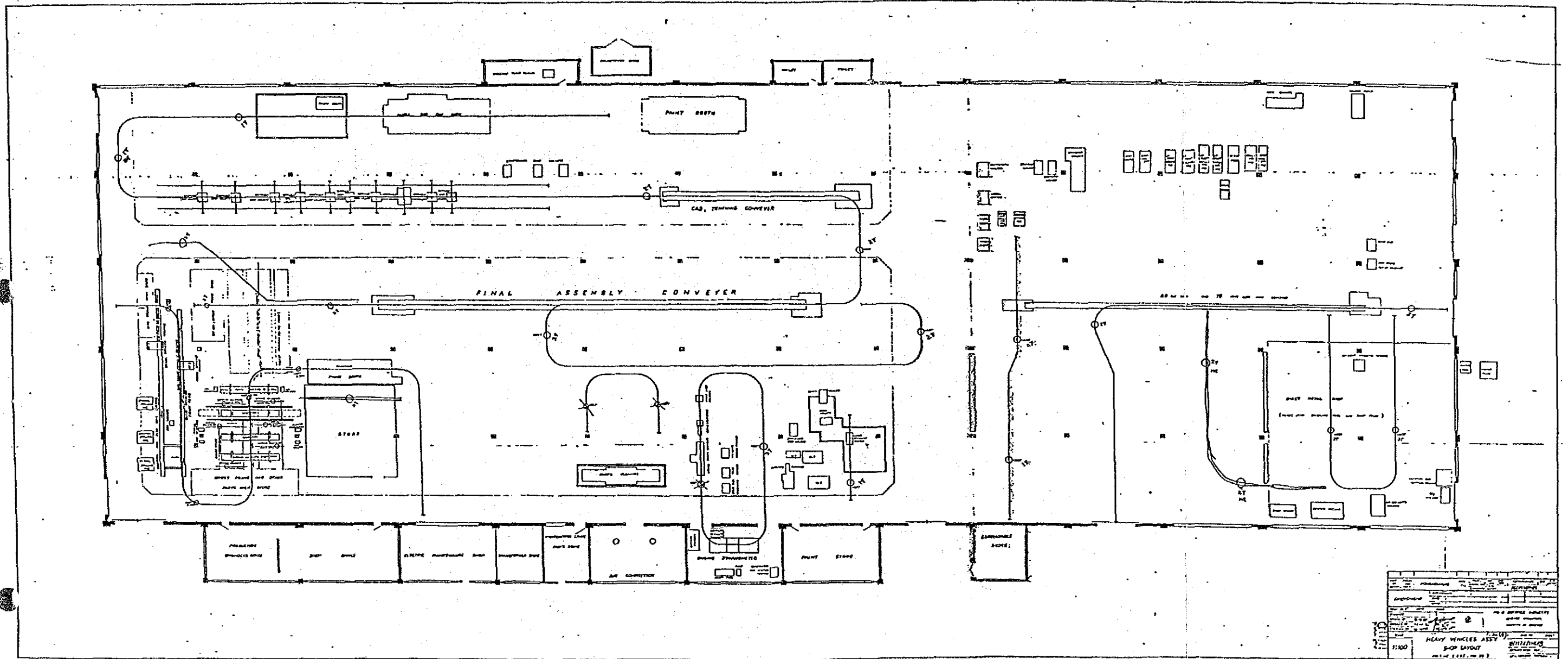


Figure AI-4-1-2 LAYOUT OF HTAUKKYANT BUS SHOP

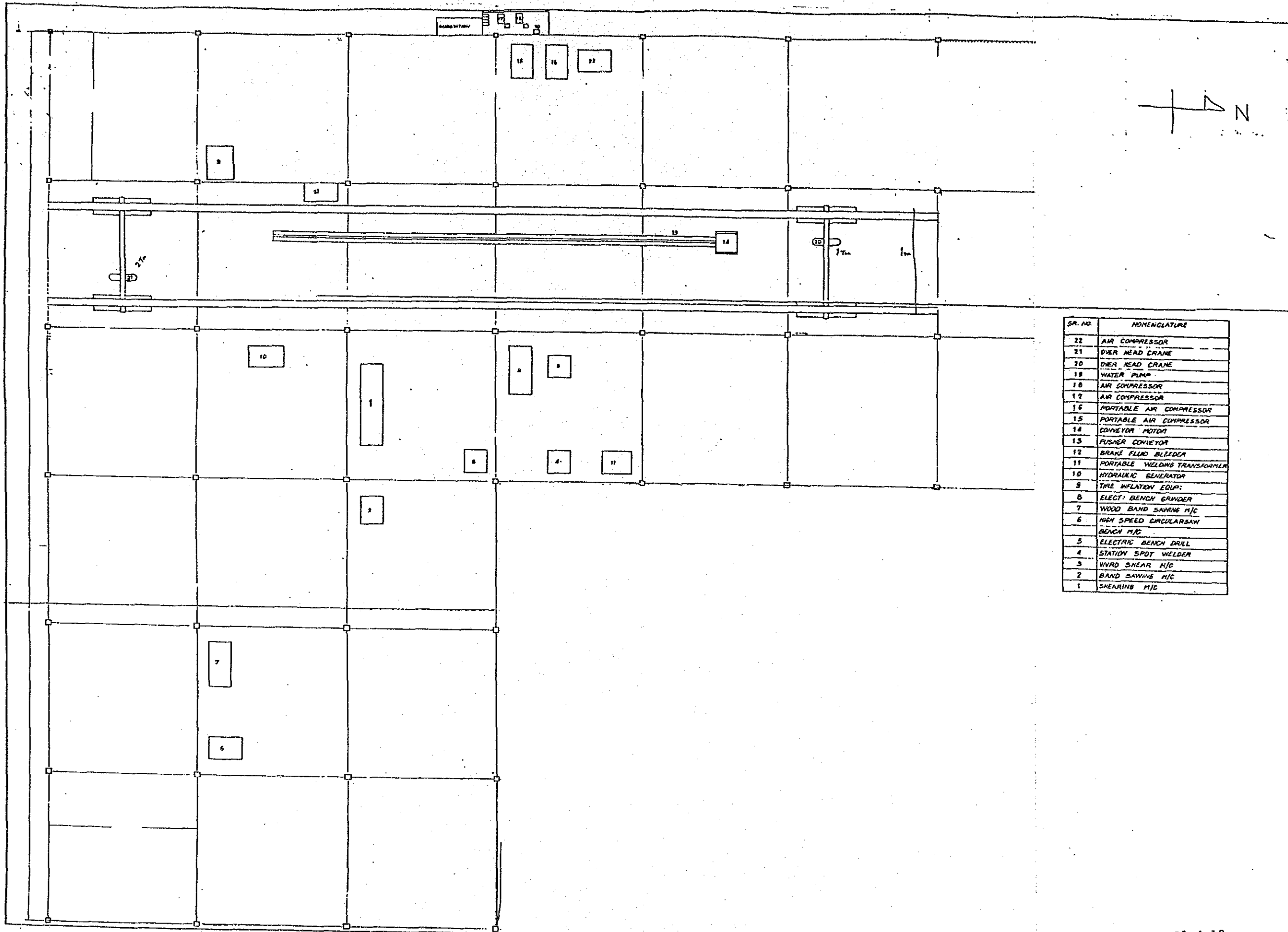


Figure AI-4-1-3 LAYOUT OF PRESS SHOP NO.2

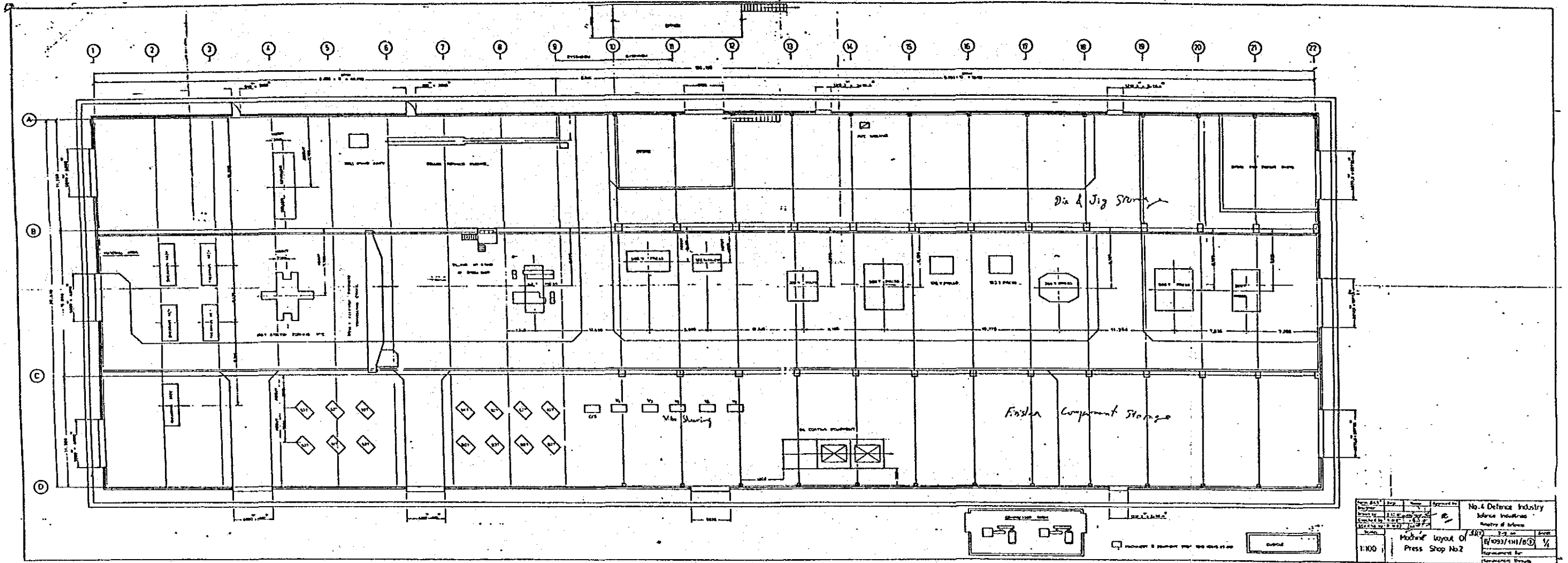
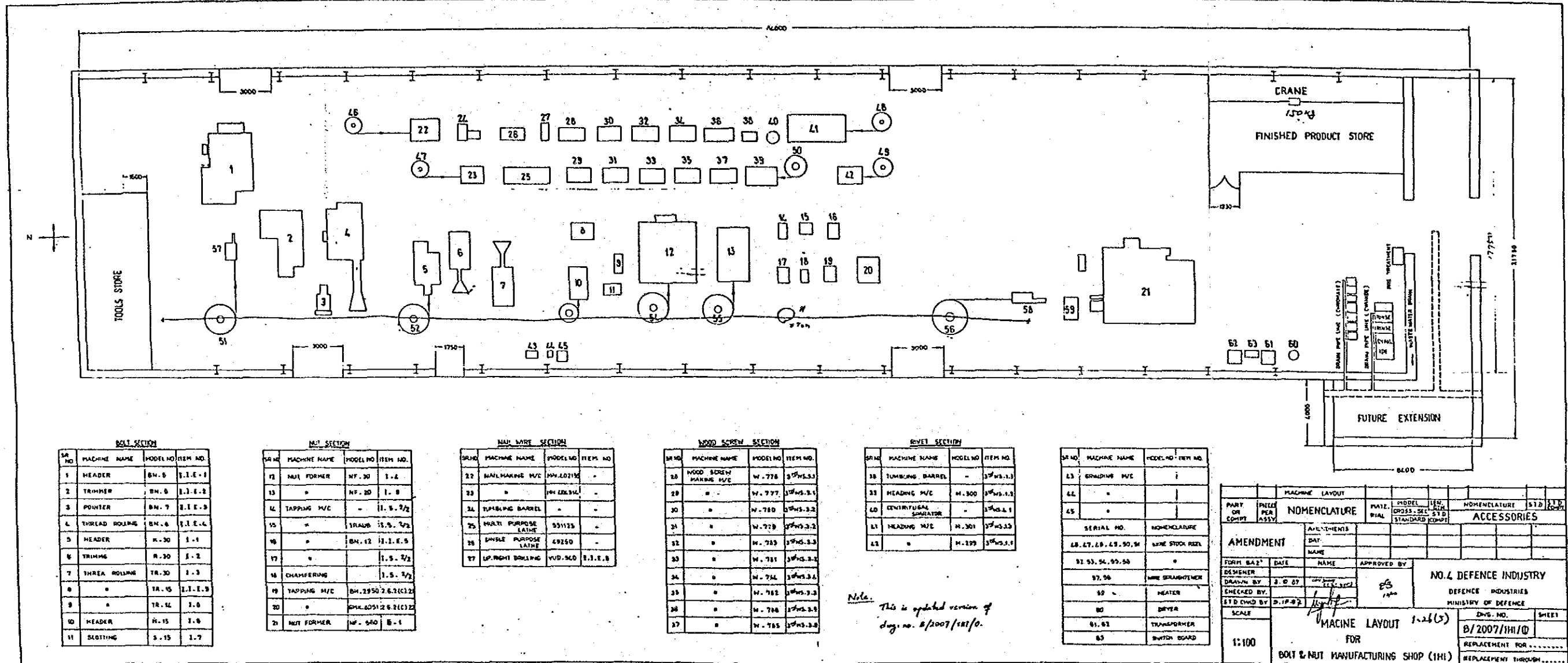


Figure AI-4-1-5 LAYOUT OF BOLT & NUT MANUFACTURING SHOP



BOLT SECTION

SR NO	MACHINE NAME	MODEL NO	ITEM NO.
1	HEADER	BN-5	I.I.E-1
2	TRIMMER	BN-6	I.I.E-2
3	POINTER	BN-7	I.I.E-3
4	THREAD ROLLING	BN-8	I.I.E-4
5	HEADER	N-30	I-1
6	TRIMMING	N-30	I-2
7	THREA ROLLING	TR-30	I-3
8	"	TR-15	I.I.E-5
9	"	TR-14	I-6
10	HEADER	N-15	I-6
11	SPLITTING	S-15	I-7

NUT SECTION

SR NO	MACHINE NAME	MODEL NO	ITEM NO.
12	NUT FORMER	NF-30	I-2
13	"	NF-20	I-8
14	TAPPING M/C	-	I.S-7/2
15	"	TRADE	I.S-7/2
16	"	BN-12	I.I.E-5
17	"	-	I.S-7/2
18	CHAMFERING	-	I.S-7/2
19	TAPPING M/C	BN-2950	2.6.2(C)22
20	"	BN-6051	2.6.2(C)22
21	NUT FORMER	NP-600	B-1

NAH WIRE SECTION

SR NO	MACHINE NAME	MODEL NO	ITEM NO.
22	WIRE MAKING M/C	MY-2017B	-
23	"	MY-2017A	-
24	TUMBLING BARREL	-	-
25	MULTI PURPOSE LATHE	551135	-
26	SINGLE PURPOSE LATHE	49150	-
27	UP-RIGHT DRILLING	VVD-960	B.I.E-8

WOOD SCREW SECTION

SR NO	MACHINE NAME	MODEL NO	ITEM NO.
28	WOOD SCREW MAKING M/C	W-778	37WS-3.1
29	"	W-777	37WS-3.1
30	"	W-780	37WS-3.2
31	"	W-779	37WS-3.2
32	"	W-783	37WS-3.3
33	"	W-781	37WS-3.4
34	"	W-784	37WS-3.4
35	"	W-782	37WS-3.5
36	"	W-786	37WS-3.6
37	"	W-785	37WS-3.6

RIVET SECTION

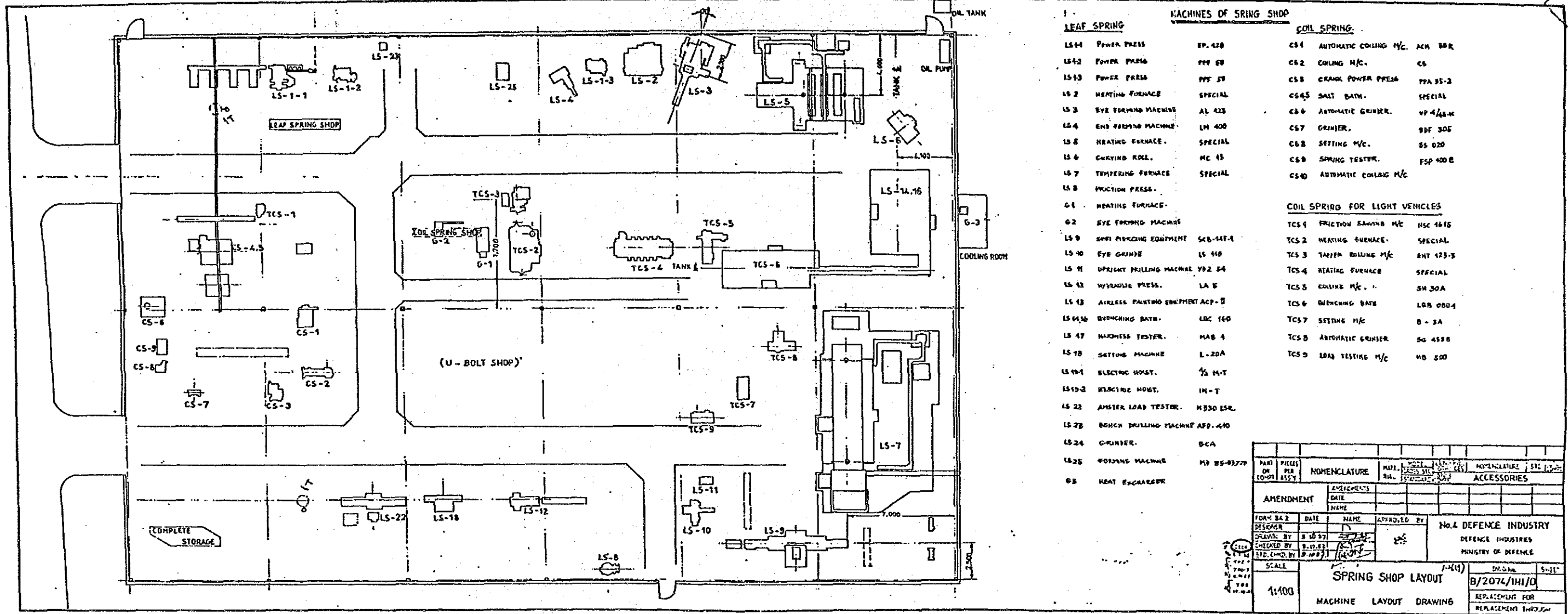
SR NO	MACHINE NAME	MODEL NO	ITEM NO.
38	TUMBLING BARREL	-	37WS-1.1
39	HEADING M/C	H-300	37WS-1.2
40	CENTRIFUGAL SORTER	-	37WS-1.1
41	HEADING M/C	H-301	37WS-1.3
42	"	H-299	37WS-1.1

SR NO	MACHINE NAME	MODEL NO	ITEM NO.
43	BRANDING M/C	-	-
44	"	-	-
45	"	-	-
SERIAL NO. NOMENCLATURE			
46, 47, 48, 49, 50, 51 WIRE STOCK RACK			
52, 53, 54, 55, 56			
57, 58 WIRE BRIGHTENER			
59 HEATER			
60 DRYER			
61, 62 TRANSFORMER			
63 SWITCH BOARD			

Note: This is updated version of
diag. no. 8/2007/181/0.

PART OR COMPT	PRICE PER ASSY	MACHINE LAYOUT	MODEL NO	LEN. CROSS-SECT	STANDARD EQUIP	NOMENCLATURE	STD	STD
AMENDMENT		DATE	NAME	APPROVED BY	NO.4 DEFENCE INDUSTRY			
FORM 8A/2		DATE	NAME	APPROVED BY	DEFENCE INDUSTRIES			
DESIGNED BY		DATE	NAME	APPROVED BY	MINISTRY OF DEFENCE			
CHECKED BY		DATE	NAME	APPROVED BY	DWS. NO.			
STD. DWG. BY		DATE	NAME	APPROVED BY	SHEET			
SCALE		MACHINE LAYOUT 1:20(5)			B/2007/181/0			
SCALE		FOR			REPLACEMENT FOR			
SCALE		BOLT & NUT MANUFACTURING SHOP (1H)			REPLACEMENT THROUGH			

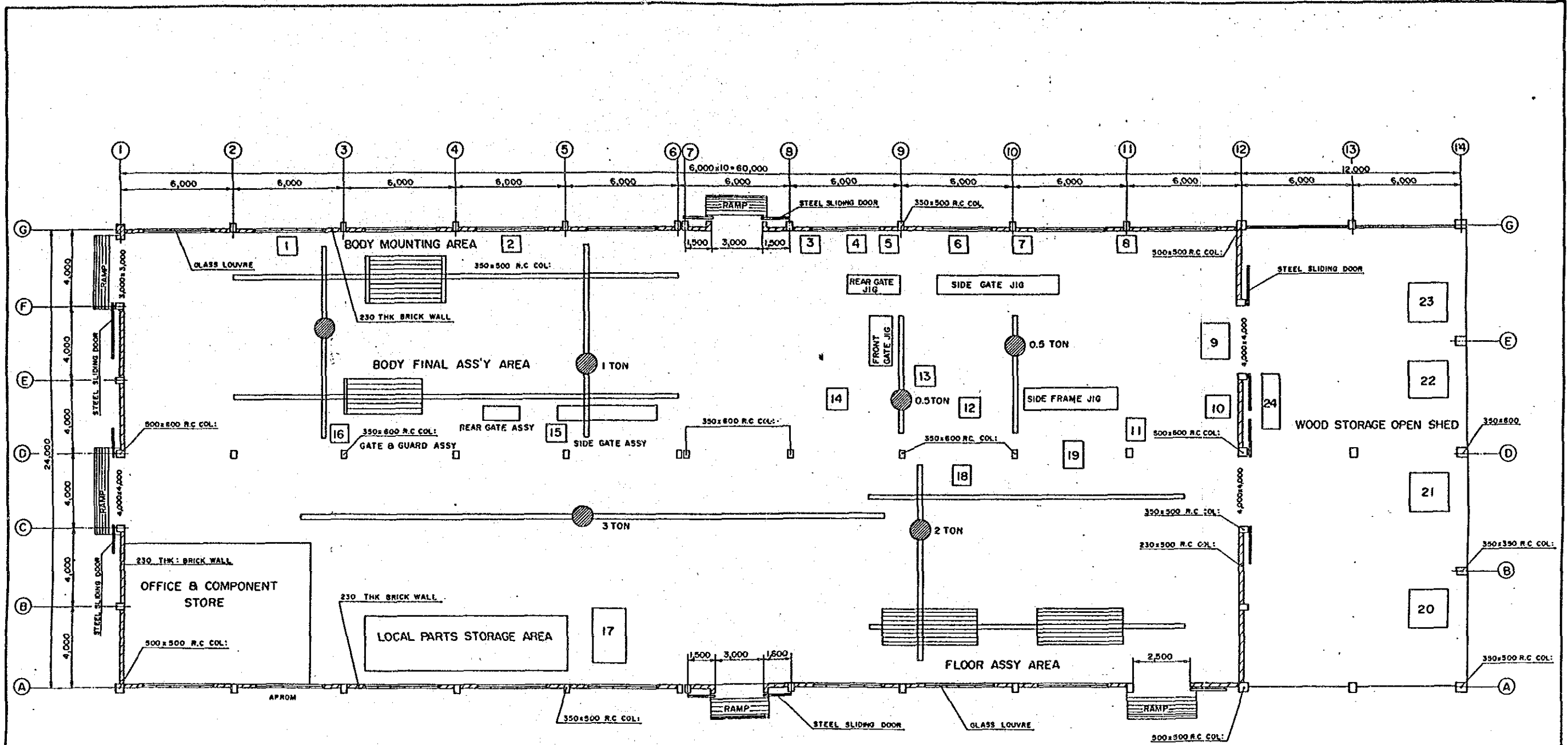
Figure AI-4-1-6 LAYOUT OF SPRING SHOP



LEAF SPRING		MACHINES OF SPRING SHOP		COIL SPRING	
LS 41	POWER PRESS	EP 430		CS 4	AUTOMATIC COILING M/C. ACM 80R
LS 42	POWER PRESS	PPF 60		CS 2	COILING M/C. CS
LS 13	POWER PRESS	PPF 37		CS 3	CRANK POWER PRESS PPA 95-2
LS 2	HEATING FURNACE	SPECIAL		CS 4.5	SALT BATH. SPECIAL
LS 3	EYE FORMING MACHINE	AL 423		CS 6	AUTOMATIC GRINDER. VP 448-K
LS 4	END FORMING MACHINE	LM 400		CS 7	GRINDER. BDF 305
LS 5	HEATING FURNACE	SPECIAL		CS 8	SETTING M/C. SS 020
LS 6	CURVING ROLL	MC 45		CS 9	SPRING TESTER. FSP 400 B
LS 7	TEMPERING FURNACE	SPECIAL		CS 10	AUTOMATIC COILING M/C
LS 8	FRUCTION PRESS				
LS 9	HEATING FURNACE				
LS 10	EYE FORMING MACHINE				
LS 11	END FORMING MACHINE	SCB-44F-A			
LS 12	EYE GRINDER	LS 110			
LS 14	UPRIGHT PULLING MACHINE	YD 2 54			
LS 15	WINDING PRESS	LA 5			
LS 16	AIRLESS PAINTING EQUIPMENT	ACP-2			
LS 17	BURNING BATH	LBC 160			
LS 18	MACHNESS TESTER	MAB 4			
LS 19	SETTING MACHINE	L-20A			
LS 20	ELECTRIC HOIST	1/2 H-T			
LS 21	ELECTRIC HOIST	1H-T			
LS 22	AMSTER LOAD TESTER	H 330 LSR			
LS 23	BENCH DRILLING MACHINE	AFD-440			
LS 24	GRINDER	BCA			
LS 25	FORMING MACHINE	MD 95-8377			
LS 26	HEAT EXCHANGER				

PART OR COMPT	PIECES PER ASSY	NOMENCLATURE	DATE	VOLE. PRESS. M/C. STAMPED	NO. OF P.C.S.	NOMENCLATURE	DATE	VOLE. PRESS. M/C. STAMPED	NO. OF P.C.S.	ACCESSORIES
AMENDMENT										
FORM BA 2										
DESIGNER										
DRAWN BY										
CHECKED BY										
STD. LIND. BY										
SCALE										
1:100										
SPRING SHOP LAYOUT										
MACHINE LAYOUT DRAWING										
No. 4 DEFENCE INDUSTRY										
DEFENCE INDUSTRIES										
MINISTRY OF DEFENCE										
B/2074/1H1/G										
REPLACEMENT FOR										
REPLACEMENT THROUGH										

Figure AI-4-1-7 LAYOUT OF REAR BODY SHOP



No.	DESCRIPTION	MODEL	No.	DESCRIPTION	MODEL
1	ELETRIC ARC WELDER	YK 305 GL	13	ELETRIC ARC WELDER	
2	"		14	"	
3	"		15	"	
4	"		16	"	
5	BENCH DRILLING	BA-330-2	17	MULTIPLE DRILLING M/C	MDM 2
6	ELETRIC ARC WELDER		18	CROSS CUTTER	
7	"		19	CROOVER	MIA
8	BENCH DRILLING	YUD-700	20	3 SIDE PLANER	PT-18C
9	RIVET HEATER		21	"	PT-18C
10	ELETRIC ARC WELDER		22	"	PT-18B
11	BENCH DRILLING	YUD-540	23	CROSS CUTTER	CB-30
12	BAND SAW	CHA-300	24	THICKNESSIG PLANER	EH-12

SCALE	DRAWING No.
DESCRIPTION LAYOUT of REAR BODY SHOP IN BURMA	
DATE	SIGNATURE

4-2 No.4HIディーゼルエンジン製造設備 (Diesel Engine Plant)

4-2-1 工程概要

(1) 機械設備とその配置

プラント内のブロックレイアウトと機械・装置の数は図 AI-4-2-1 (1) および (2) の通りである。

その他、ライン内の運搬・移動用装置としてガータークレーン、チェーンブロック等 (約30台) が、重量物の加工ラインや組立ライン、エンジンテストライン、ストレージ等に備えられている。

(2) 組織・人員

No.4HIは、ディーゼルエンジンプラント等を含む製造部門の他に計画部門、管理部門などがある。計画部門の検査・品質管理担当および保全担当の部署から、各製造部署へ要員が派遣されている。ディーゼルエンジンのプラントの組織および人員構成は図 AI-4-2-2 の通りである。

ライン別人員を技能習熟度でみると、機械台数、工程数の多いシリンダブロック、クランクシャフト、コネクティングロッド等のラインは未習熟者が約半数を占めている。そのためライン稼働上に支障があり、技能教育は困難である。

(3) 原材料、部品ならびにその調達実績

過去1年間 (1987年) の鋳・鍛造素型材およびプレス部品の調達実績は次の通りである。

1) 鋳・鍛造素型材

表 AI-4-2-1 は月別調達数を示している。

a) 目標生産量はほとんど満足されていない。この原因は入荷量の回数から判断して、自社製素型材生産能力の不足と推定される。(表 AI-4-2-2 参照)

- b) シリンダブロック、シリンダヘッド、リングギヤ、コネクティングロッドが調達されない月がある。鍛造は別として、铸件が調達されない原因は過剰供給の調整によるものではなさそうである。

これらの実績は目標生産量の約 1/2程度に過ぎない。

2) 部 品

No. 1HIのプレス部品は、No. 1HIでロット生産されNo. 4HIで後加工されることが原因で、たびたびエンジン組立ラインの生産に支障をきたしている。最近の生産上の支障は次のようなものである。

1987年 2月 — オイルパン他、プレス部品欠品で、エンジン組立遅れ
8月 — ヘッドカバー欠品
9月 — オイルパン欠品
1988年 2月 — 表 AI-4-2-3 に示したプレス部品が欠品中

在庫量および不足量はバラツキの幅が極端すぎる。これは要求によるものではなく、プレス部品の供給側の生産ムラによるものである。

(4) 設備の能力と生産実績

Diesel Engine Plant を設定した時の設計設備能力と、現状の生産実績（過去3年間）は次の通りである。

1) 生産設備能力

設定条件は下記の通りである。

一日実働時間（定時間）： 450分
月間平均稼働日： 25日
生産設備能力（定時）： 4台/日(1,200台/年)

2) 生産実績

- a) 現地調査の折、工場で調べたエンジン組立実績は表 AI-4-2-4 の通りである。

Diesel Engine Plant の生産実績は、上記の生産計画に基づいて完成した数量であるが、生産計画数量との間に大きな差があり、素形材、プレス部品の供給量が完成数量を大きく左右することがわかる。素形材、部品ならびに加工ラインの設備故障等の生産阻害要因が多い。しかし、実績が高い月も少なくない。したがって、現在の素材供給状態が改善されれば、Diesel Engine Plant は、十分設計設備能力を発揮できる下地があると判断される。

b) 各部品ごとの生産実績

生産数の月間バラツキ巾が大きい。それは、素形材調達量の不足、タイミング遅れ、加工ラインの設備故障等の原因によって、ライン稼働率が大きく変動した結果である。シリンダブロック、クランクシャフト加工ラインに関する稼働率と生産量、故障件数等については後の「稼働率の問題点」で検討する。
(表 AI-4-2-5 参照)

4-2-2 工程分析

(1) 概略作業工程

概略作業工程図は図 AI-4-2-3 の通りである。

(2) 加工経路図

No.1HIから送られてくるプレス部品のSub Assemblyは、加工経路が実作業面では最も多岐である。(図 AI-4-2-4 参照)

(3) 主な製品・部品についての作業方法、工程系列についての問題点ならびに改善策

DS70エンジン生産ラインは汎用設備が主体である。各部品は独自の加工の流れを形成し、他の加工ラインと共用している設備も比較的少ない。したがって、現行の作業方法が標準化され、順守されているならば問題が少ないはずである。現場での観察による問題点の発見は時間的制約から困難であるため、下記の作業上の問題点は加工不良に関連する原因の検討の結果から見出した。

1) 問題点

現在の作業のやり方は標準化されていない。各工程に作業標準マニュアルがなく、正しい作業を行わせるための工夫や努力が不足している。例えば、下記の点が作業上の問題として挙げられる。

- ・ 段取りのやり方の不具合
- ・ 刃具交換時や段取り後の精度チェックの不備
- ・ 刃具、ドリルなどの使用限度超過による不良増
- ・ 作業者交替時の引継ぎ連絡の不備
- ・ 床面作業による品質阻害

また、作業者各自の検査、測定による品質チェックの実施が不十分である。No.4 HIは検査（品質管理）部門から検査担当者を各プラントに派遣し、抜き取り検査を行って不良品の流出を防止している。それなりの効果は認められる。しかし、その対応は事後対策であって、不良品を作らないための予防手段にはならない。ライン作業者の品質確認のための教育や躾けが最も大切である。

2) 改善策

まず標準作業を実施させるよう努力・工夫が必要である。そのために作業指導書が必要である。それは作業ステップ、品質、寸法、精度と確認方法、異常時の処置などを記載した作業教科書である。単なる各工程の加工寸法、精度図だけを記載したマニュアルではやや不十分である。もっと必要事項を盛り込んだプラント独自の苦心作があって良いと考える。しかもマニュアルは全員が理解できるビルマ文字で表示されることが大切である。

(4) 作業方式ならびに分業方式についての問題点ならびに改善策

1) 問題点

HICで行われている“作り溜め生産方式”は、生産管理、品質管理などの管理機能を安易なものにしているように思われる。例えば、生産計画に基づいて作業は進行していない。それにも拘らず、生産計画を遂行できる条件、基盤を整備し、援助する責任部門が見当たらない。

生産は粗型材・部品の供給側主導で行われ、供給力不足に対する改善の努力が認められない。言いかえれば、粗型材・プレス部品が追従できない生産計画を安易に出しているに過ぎない。

生産量確保が優先して品質確保の意識が低い。例えば、部品が欠品でも、エンジンを組立て、性能検査も完了させている。そのため、エンジン内部へゴミ進入や異物混入の危険がある状態で、部品が揃うまでストレージに置かれている。どこからも改善の指摘、援助がない。

2) 改善策

a) Head Office の計画部門に、“生産体制を強化する管理機能”を実質的に整備することが必要であろう。現在の加工部門にとって必要な事は、素形材、部品の供給の改善である。したがって、第一に、各工場の現場側と交流して、生産能力や問題点を把握し、改善の指導、援助などの活動を行う体制が必要である。そのため、各工場の計画部門との協業体制または常駐組織の創設などの方策は種々考えられるが、この体制は集権的でなくサービス機能が要求される。第二に、生産量管理の改善のため、定期的に各工場の在庫量の把握を行くことが必要である。鉄鋼素材、素形材、加工仕掛品、加工完成品、組立完成品等は6ヶ月1回程度の割合で調査することが必要である。作り溜めとは言え、作る側の都合で“有る物は山積みで発錆、無い物は欠品でエンジン組立もストップ”では生産管理は不在であり、調整指導が必要である。目標は組立を中心として全部品を必要量だけ持つことである。

b) 勤務形態は正常では1直であるが、生産量アップに対応させるためには2シフト制を考えるべきである。今後、HIC の生産計画に対応するために必要とされる設備投資は必ずしも有効ではない。従って、2シフト対応が必要である。現状の弱体な保全体制の改善と保全の3直制採用を実施することが同時に必要である。

(5) 設備配置および物流についての問題点ならびに改善策

レイアウト自体に問題はない。将来の生産増加対応のため、流れの効率を更に良くしたい。

1) 加工ラインの流れ

シリンダブロック加工ラインの前半工程に、安全かつ効率のよいローラーコンベアの設定を検討する必要がある。クランクシャフトラインでは、工程間搬送はクレーン方式からシュート方式主体に改善する必要がある。

2) プラントとしての物流の問題点

素形材の移動、不良品の処置、ストック品の移動、等のすべての移動に必要な配車はすべてMain storeに依頼している。Diesel Engine 部門は重量物が多いため、安全な物流と適時適切な処置（保全面も含め）のために自部門での物流体制を必要とする。プレス部品のSub Assemblyは図 AI-4-2-4 で示される。No.4HI内の各Shopそれぞれの工程ごとにDiesel Engine Plant と車（トラック）で作業依頼、物流が行われている。現在の物流のしくみは即刻見直す必要がある。

3) 改善策

重量物が多いため、フォークリフトをプラント専用に設置することが必要である。プレスSub Assemblyのように、他のShopへの工程進捗と物流をDiesel Engine Plant に担当させる仕組みは、No.4HIの計画部門の調達進行部門の役割に変更することが望ましい。

(6) 設備機器の問題点ならびに改善策

1) 問題点（図 AI-4-2-5 参照）

a) 現状生産ラインでボトルネックとなる設備は次の通りである。

- ・ B-12 MV 縦型フライス盤 : シリンダブロック用
- ・ B-08-1,2, B-09-1,2, B-10-1,2 DR 穴あけ専用機 : シリンダブロック用
- ・ H-04,05,02 DR 穴あけ専用機 : シリンダヘッド用
- ・ R-21超仕上盤 : クランクシャフト用
- ・ R-21計測装置, エアマイクロ装置 : クランクシャフト用
- ・ T-01縦型フライス盤 : タイミングギヤケース } 共用
クラッチハウジング }

(稼働率での問題点)

現行の作り溜め生産方式の割合には稼働率が低い。第一の要因は素形材の不足と遅れである。特に材料待ちによる遊休時間は稼働率そのものを減少させる。第二の要因は設備故障である。しかし、この場合は稼働率の増加により生産をカバーできるため、致命的な要素とはなっていない。

クランクシャフト生産設備の稼働率の低さは、設備故障に起因している。
シリンダブロックの場合は素形材不足と設備故障の両要因によるものである。

設備故障の防止と故障による停止日数の減少を阻害している要因は、保全組織と保全体制にあると言えよう。すなわち、設備使用側は基本的な故障防止対策をとらず、一方、設備の保全側は使用側の組織の指揮下にはないため、相互に連携して故障防止の活動がとれていないことに原因があると考えられる。

稼働率の算定が正しければ、容易に生産予測はできる。今回、直線回帰分析で稼働率と生産実績が比例しているかどうかを調査した。その結果、両ラインの稼働率と生産量の間有意の相関が見い出せる。それ故、このデータの信頼性は高い。(図 AI-4-2-6 参照)

過去1年間のシリンダブロックおよびクランクシャフトのそれぞれの稼働率と生産量の実績から、それと同条件で、各稼働率での生産量を予測すると、表 AI-4-2-7 に示される平均生産量が予測される。

すなわち、クランクシャフト生産設備は稼働率74%で平均100個/月生産可能である。シリンダブロックの場合は100%で98個にすぎない。加工不良、材料不良などのマイナス要素を加えると、更にその90%程度の完成歩留りになる。改善対策を急ぐ必要がある。

2) ラインバランスの問題点

加工ラインの工程間のバランス状態は(6)設備機器の問題点ならびに改善策で述べた通りである。加工ライン間の比較は図 AI-4-2-7 の通りである。

3) 稼働率、ラインバランスの改善策

a) 稼働率

素形材の供給量不足と納期遅れが指摘される。素形材生産部門の能力把握に基づいた対策（No.3, No.2HIおよびHead Office 計画部門）および納期管理方法の改善と責任部門の機能強化が必要とされる。

設備故障の多発と修理日数のかかり過ぎが指摘される。保全部門の組織と体制の強化（組織の見直し、保全設備、人員、修理用材料、場所の確保など）、設備の日常点検の励行（特に注油、高温劣化等の基本対策）および重点保全対策設備から予防保全の計画実施が必要である。

b) ラインバランス

ボトルネックとなっている工程および設備の改善の早期実施が望まれる。

(8) 原材料、部品の受入れについての問題点ならびに改善策

1) 問題点

a) 受入れ品質の確認についての問題点

受入れ検査の機能が弱いように感じられる。No.3HIからNo.2HIへ移行したコネクティングロッド鍛造の場合、高率の不良品が大量にラインに入り、約半年間近くトラブルが継続した。No.4HIの受入れ素材の検査が十分であれば、素材不良を未検出で組込む不手際は防止できたといえる。

b) 物流の問題

No.1HIからのプレス品のsub Assembly Partsの物流に見られるように、Shop間の物流（人海作戦で移動——フォークリフトがなくトラック移動）と作業進行を加工ラインのProgress Groupに担当させているのは疑問である。

2) 改善策

a) 品質

No.4HIとして品質管理機能と検査機能を分離する。品質管理機能は計画部門に所属し、一般品質管理、統計業務、ラインの検査ゲージ類の週間点検、検査機器（測定具）の日常点検を行う。検査機能はディーゼルプラントに所属させ、素形材、プレス部品、輸入品の受入検査、ラインの加工品の抜取り検査を行う。以前、日本でもHICと同組織であったが、加工ラインの監視的な形態で実質的な効果が乏しかった。そのため、製造部門の組織に組入れ、受入検査、ラインの品質チェックを行って自部門の生産品質を自ら保証するように改善した。

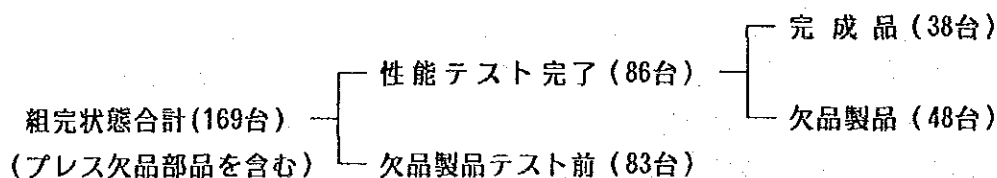
b) 物流

プレス品のSub AssemblyはNo.4HIの計画部門で物流を担当することが望ましい。

(9) 製品出荷についての問題点ならびに改善策

1) 問題点

出荷に至るまでのエンジン組立、保管方法は、次の問題が指摘される。調査時点でのエンジン組付け、完成、保管状態は次の通りである。



すなわち、38台を除いて全体の78%はプレス部品欠品である。開口部にゴミ、ホコリ等が付着した状態であり、吸気マニホールド開口部などは異物混入の危険さもある状態で保管されている。

2) 改善策

欠品等で完成製品化できない場合は、原則として組立てないことが第一であるが、HICの生産方式上、止むを得ないとすれば欠品部分を含め、ゴミ、異物の入らない

ようビニールシート類で防塵処置を行う。水、空気の吸込穴は、保管中、出荷時も含めて専用のキャップ、蓋などで完全に防護することを助言したい。

また、製品の先入れ先出しを励行する必要がある。出荷待ちエンジンの多くは塗装しない部分が既に錆びている。(図 AI-4-2-8 参照)

4-2-3 品質分析

(1) 不良の発生状態

調査対象期間を過去1年間に絞って、その材料不良率と加工不良率は図 AI-4-2-9 および AI-4-2-10の通りである。

1) 材料不良

No.4HI受入後の材料不良率

No.3HIの鋳造品不良率は 3.3% (= 119/3,597)である。

No.3, No.2HIの鍛造品不良率は 4.7% (= 197/4,196)である。

輸入の鍛造品不良率は 1.1% (= 13/1,136)である。

鋳造品ではシリンダブロック、シリンダヘッドなど複雑な“中子もの”の不良率が大きく変動している。最近は低減傾向にあるが安心できない要素である。平均すると不良率は決して高率すぎるとは言えない。一品目の全材料不良率は3%以下に止めることが望ましい。鍛造品のコネクティングロッドは工場変更時(工法変更)の不手際が問題である。リングギヤは金型に問題がありそうで、No.3HIでの素材検査のあり方がむしろ問題視される。

2) 加工不良

加工不良の主な原因は図 AI-4-2-11の通りである。

加工不良の中、“機械不良による不良”が“作業ミスによる不良”の2倍以上の高率を占める。もしこれが原因ならば、毎月連続して高率で発生しなければならない。しかし、結果はそうではない。加工不良の原因は、機械不良ではないと考えられる。事実、精度不良の改修もそのための点検、保全も行っていない。作業改善対

策を放置したままの場合、不良だけが続発することが考えられる。今後、機械不良に代えて、加工ミスとして原因を追求し不良減少に努めないと、乏しい素形材を更に減少させることになる。

(2) 前後工程との関連性の解析

次のコネクティングロッドの失敗例は、HIC として稀に発生した悪例であることは理解できる。しかし、今後“重要な製造条件の変更”を行う場合に往々にして発生し易いケースである。したがって、変更時に実施すべき情報ルート、初物品の測定、試験加工などは、ルール化しておく必要がある。鍛造先がNo.3HIからNo.2HIに変更された。しかも鍛造工法はNo.3HIで使用されたエアードロップハンマーからNo.2HIでは2,500TONフォーミングプレスに変更された。鍛造工法が異なるため、No.3HIの型設計・製造部門で型新作が行われている。コネクティングロッドは1987年6月よりNo.4HIへ供給開始された。それらの生産品はラインで材料不良に気付くまで、不良検出率 0～0.9%の水準で加工ラインを通過した。(表 AI-4-2-8 参照)

その後、不良に気づき追跡調査したが回収困難であった。No.3HIが大量に鍛造する前に品質確認をどの基準で実施して検査合格としてたのか不明である。この納入ロットからあらゆる部分の不良項目が発生しており、No.4HIでの受入検査のあり方も見直す必要がある。“重要な製造条件変更”のルール化もHIC として必要であろう。

No.3HIの鍛造工場での材料管理を改善する必要がある。鍛造職場の狭さに起因するものと思われたが、ハンマーと加熱炉、切断機、棒材置場(長尺材、切断材、端材)が混在状態で“異材混入”のおそれが多分にある。どの部門がこれらを指摘し、整理・整頓による材料管理の改善を実施できるのか。Head Office の計画部門以外には改善を指導できる部門はなさそうである。(図 AI-4-2-12(1) および(2) 参照)

No.3HIにおいて、鑄造素材の防錆塗装の実施が望まれる。シリンダブロック、シリンダヘッド、タイミングギヤケース、クラッチハウジングの素材防錆塗装の主目的は鑄物内面の防錆で、併せて鑄抜穴に落とし切れない砂等が介在した時の固着効果をねらったものである。したがって、鑄造仕上げ後、塗装する事が望ましい。回転体が入る“Caseもの”を対象に、日本では実施している。塗装は内面、外面、穴部とも防錆塗料の吹付けとし、長期保管が行われている現状から見ても是非前工程のNo.3HIで実施されるよう要望したい。

エンジン出荷時の防塵、異物混入防止対策は、保管時の不具合も含め、No.1HIへ出荷する時は特に異物混入と防塵への配慮が必要で、専用の防護キャップやプレート等の装着をすすめる。特に吸気マニホールドの吸気口から異物混入の危険度が最も高い。(図 AI-4-2-13参照)

(3) 品質基準、検査方法の問題点ならびに改善策

設計仕様に基づいて設定した各工程ごとの「技術標準」によって、加工ラインのそれぞれの工程に加工精度として掲示(図 AI-4-2-14参照)してあるのが品質基準である。

ラインの検査方法も同様に技術標準にそった検査具、チェック方法を行うようになっているが、作業者各自の品質チェックの実施具合が問題である。

測定具の精度チェックについては、加工品の精度チェックと併せ、No.4HIの検査・品質管理部門で次のような点検をシステムチックに実施している。

- ・ 検査ゲージ類の週間点検
- ・ 検査機器(測定具)の日常点検
- ・ 素形材、加工品の抜取り検査

Diesel Engine Plantへ配置されているメンバーは、エンジニアリングスタッフ以下10名(熟練者8名、未習熟者1名)の陣容である。しかしながら、加工不良の原因系を類推すると、ラインの品質チェック(セルフチェック)の励行と作業方法の標準化をもっと徹底しないと、抜取り検査で不良品流出の歯止めは至難に思われる。

4-2-4 設備ならびに建物の保全

(1) 保全体制

No.4HIでは総員84名の保全グループで、共通の水処理、動力源関係を除く39名を各製造部門へ配置して、組織上は「計画部門」で統括管理している(図 AI-4-2-15参照)。ディーゼルエンジンプラント(D.E.P.)の担当は、一部の特殊機器を除けば保全作業ができる技術、知識を有したメンバーである。保全の主体はHIC全般が修理重点で予防保全(P.M.)への指向体制にはないため、No.4HIでも同様に、保全用設備、補修用部品、材料、場所等が極めて不備な現状である。

(2) 補修実績

過去1年間(1987/2~1988/1)の実績は図 AI-4-2-16の通りである。

故障件数は110件で、その中クランクシャフト、シリンダブロック両ラインで73件、全体の66%を占め、重故障も両ラインで73%と高率である。発生件数上位程、重故障も多い傾向にあるが、発生件数はまた設備保有台数比に似ていることから、発生件数上位が特に老朽、劣化度が著しいとは言えない。故障系統は機械的、電氣的がほぼ同程度の発生率である。(図 AI-4-2-17参照)

ラインの設備稼働率と故障件数との相関関係をみるため、故障頻度No. 1のクランクシャフトについて直線回帰分析を行った。結果は図 AI-4-2-18のように相関係数 $r = 0.79$ で高度に有意で、「故障件数と稼働率の間に相関がある」との結論を得た。

したがって、クランクシャフトラインを現状のまま100%稼働させた場合の予測故障台数は、バラツキを含めない場合で7.8台/月と言う驚くべき台数で、当然バラツキがあるから、もっと多台数の故障を予測しなければならない。現在の組織・体制では、このクランクシャフトラインの保全負担すら対処し切れないことを問題点として取り上げるべきであろう。クランクシャフト同様に、シリンダブロックでも相関係数 $r = 0.566$ で有意で故障件数と稼働率の間に相関がある。(図 AI-4-2-19)

シリンダブロックラインを現状で100%稼働させた時の予測故障台数は、バラツキを含めずに平均3.1台/月となる。故障頻度1, 2番の両ラインだけでも $7.8 + 3.1 = 10.9$ 台/月で、これは単純な故障実績の比例で全ラインの66%に相当すると見て、全ラインの100%稼働時には16.5台/月もの平均故障台数が見込まれる。したがって、現状で稼働率を上げることは、故障増→ライン遊休→稼働率低下と言う過程を繰返すことになる。

・ 主な故障の原因・内容

- 機械的故障 : 経年劣化、潤滑油不足による軸受、シャフト、ネジ部、ギヤ一等の磨耗、破損 等
- 電氣的故障 : 経年劣化、高温による制御機器の作動不良または破損、ケーブル断線(ネズミ被害) 等

期間によるバラツキがかなりあるが、生産方式上から生産台数との関係比較は妥当でないため参考上の対比である。故障頻度3番は大勢において変らない順位を示している。(表 AI-4-2-9 参照)

(3) 保全上の問題点ならびに改善策

1) 問題点と改善策

組織・体制が不備であり、その根底には生産計画遂行への対応策が欠けている。組織的には、生産規模から考えて当然Diesel Engine Plant に保全グループを持つ事が必要ではないか。保全倉庫の共用はあり得ても、保全要員を派遣者の形で置いて設備故障に対応させる運営では、故障と修理の泥沼関係は絶えないように思う。一体の組織でこそ製造部門として(故障→修理)より(予防処置→故障減少)の協力関係が生れるのではなかろうか。組織形態を別にしても保全体制はまことに貧弱で、専用職場、設備機器、保全用部品、材料、すべてが無いのに等しく、人員は他部署より少なめであろうがまだ条件が揃っていない。

(保全職場) — レイアウトのどこにも保全のスペースはない。駐在員がようやく狭いスペースを確保したが、職場とは言えない。組織も人も“借りもの”では関心がない事の例証と言える。

(設備機器) — 機械設備はおろか、グラインダー、電気ドリルもなく、故障修理の部品製作は加工ラインの設備を流用している。修理期間が長期化するのは必然である。

(部品、材料) — 原材料は勿論、予備品は不足である。(ラインの機械設備の構成部品はほとんど無く、軸受や電気部品もない)

2) 保全に対する基本的方策

故障したら修理する、部品は作れるところまでできるまで待つ、と言う“待ちの姿勢”が、先の故障経歴に表われている。故障を無くするためには、故障原因を参考にして、日常点検、整備を欠かさず早目に対策することが肝要である。そのためには、それらの対応方針を明確にすることが必要であるが、加工ラインとは別組織下で保全の長がそれぞれに派遣している職場についてキメ細かく個別方策を立てて指示できるとは考えにくい。前記の故障歴、原因から推察できる対応策は、下記の通りである。

- 日常の設備点検、整備を励行する。

機械的には潤滑油不足が一般的ゆえ、これをシステムとして点検整備グループで注油担当を専任させる。電気的には日常のスイッチ、押釦類のチェック、昇温注意個所の点検と冷却方法の確立をはかる。

- 重故障、頻発故障機械から重点的に予防保全を実施する。

いずれにしても、現状は故障したら修理する姿勢で、これを故障させない姿勢に転ずる以外、加工ラインの停止、稼働率の悪さ、生産量の低調さ等から脱出できない。HIC 全般にわたることで、実施上の諸問題はあるが、製造部門には自らのラインを自らが守れる組織、体制、方策を与えてやる事が先決ではないか。幸い Diesel Engine Plant の保全員は意欲的で、駐在員の指導で写真に示すように、予防保全スケジュールと同時に故障歴の分る簡単な“管理板”に基づいて保全を行う姿勢をみせているので、その芽を伸ばしてやる事が改善へつながることである。

(図 AI-4-2-20参照)

Table AI-4-2-1 PROCUREMENT OF MATERIALS FOR DIESEL ENGINE PRODUCTION

Year:	1987												Year Total	Monthly Average	
	Month:	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov			Dec
Production Plan	100	100	120	96	120	120	100	100	100	80	96	54	43	1,129	94
(C) Block	75	64	87	48	47	0	0	24	67	87	29	31		559	46
(C) Head	85	85	57	76	49	13	56	0	44	56	38	43		602	50
(C) T/G Case	47	0	158	57	14	58	20	43	34	59	61	75		626	52
(C) Clutch Housing	97	113	54	91	48	19	31	34	58	79	57	67		748	62
(F) Con-rod	54	70	137	34	110	260	26	0	0	0	0	4		695	57
(F) Ring Gear	120	102	0	0	104	0	69	100	0	54	67	0		616	51

Notes: ---> Show arrival of material at the end of the month.

- (C) Cast parts
- (F) Forged parts

Table AI-4-2-2 FREQUENCY OF MATERIAL ARRIVAL AND NUMBER OF MATERIAL RECEIVED PER ARRIVAL IN 1987

Month:	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Cylinder	7	6	10	7	5	0	0	3	6	7	6	3
Block	15	15	15	16	10			10	20	20	6	14
Frequency of Arrival	5	4	3	3	5			3	4	4	4	5
Cylinder	4	7	6	6	4	1	3	0	3	4	3	3
Head	79	50	31	40	37	26	40	46	41	36	40	40
Frequency of Arrival	13	9	11	9	15	35	20	16	7	17		
Ring	1	1	0	0	1	0	1	1	0	2	2	0
Gear	120	102		104		69	100	39	49			
Frequency of Arrival	15	18										

Table AI-4-2-3 EXAMPLE OF DELAY OF COMPONENT PARTS ARRIVAL
 - DIESEL ENGINE PLANT, NO.4 HI -
 (FEBRUARY, 1988)

Component Parts	(Unit: Number)		
	Number of Delayed Parts in the Preceding Months	Requirement in the Month	Total Requirement in the Month
Manifold Sub Ass'y	206	20	226
Head Cover Ass'y	10	20	30
Head Cover Ass'y	55	20	75
Cover, Valve Push Rod	113	20	133
Oil Pan	-	20	20
Strainer Sub Ass'y	-	20	20
Strainer Cover	-	20	20
T/G Cover Sub Ass'y	-	20	20
Strainer Cover	-	20	20
Cover, Tappet Chamber	-	20	20
			72

Table AI-4-2-4 PRODUCTION RECORD OF DEISEL ENGINE

Month:	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Total
1985/86 Actual	85	36	87	80	100	100	100	33	50	50	0	150	871
1986/87 Actual	40	104	90	100	100	100	100	80	52	75	12	32	885
1986/87 Planned	100	100	120	100	100	100	100	80	75	60	100	120	1,155
1987/88 Actual	67	100	100	79	50	60	42	11	14	9			
1987/88 Planned	96	120	120	100	100	80	96	54	43	29			

Table A1-4-2-5 PRODUCTION RECORD OF COMPONENT PARTS FOR DIESEL ENGINE PRODUCTION

Component Parts	1987												1988		Total
	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan			
Cylinder Block	80 (90.9)	105 (113.1)	66 (61.7)	58 (59.5)	74 (63.0)	16 (14.5)	73 (75.7)	86 (76.6)	88 (83.2)	36 (36.3)	21 (20.4)	0 (0)	0 (0)	703	
Cylinder Head	83	57	46	49	18	69	0	12	54	46	10	0	0	443	
T/G Case	0	120	101	70	116	116	24	0	10	56	46	0	0	659	
Clutch Housing	0	120	96	125	0	50	36	20	88	0	48	0	0	650	
Bearing Cap	100	120	96	108	75	120	78	0	0	0	0	0	0	697	
Crankshaft	34 (39.8)	61 (38.7)	59 (40.8)	96 (60.6)	46 (40.4)	57 (45.5)	58 (34.9)	57 (43.8)	61 (51.0)	35 (24.5)	32 (22.3)	0 (0)	0 (0)	596	
Con-rod	47	120	90	69	37	64	37	23	46	22	5	21	0	581	
Ring Gear	101	120	39	0	88	72	15	99	23	59	161	56	0	833	
Cam Shaft	52	120	92	60	61	32	75	16	0	0	0	32	0	540	

Note: 1) Unit: Equivalent number of DS engine produced.

2) Figures in the parentheses show the operation rate of the line (%).

3) Number of produced cylinder block sometimes exceeds that of material procured because of use of the imported materials.

Table AI-4-2-6 CAPACITY UTILIZATION RATE OF SUB-ASSEMBLY LINES OF CYLINDER BLOCK AND CRANKSHAFT

(Unit: %)

	1987												1988	Monthly Average	
	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan			
Days Not Operated					B-06 7d.	B-09-1 7d.	B-16 1.5mo.		B-15 5d.						
Operation Rate (%)	90.9	113.1	61.7	59.5	63.0	14.5	75.7	76.6	83.2	36.3	20.4	30.9	60.5		
Cylinder Block															
Number	80	105	66	58	74	16	73	86	88	36	21	28	60		
Accumulated Number		185	251	309	383	399	472	558	646	682	703	731			
Days Not Operated	R-12 20d.	R-09 8d.	R-09 3d.	R-15 3d.	R-09 10d.										
Operation Rate (%)	39.8	38.7	40.8	60.6	40.4	45.5	34.9	43.8	51.0	24.5	22.3	0	36.5		
Crankshaft															
Number	34	61	59	96	46	57	58	57	61	35	32	0	54		
Accumulated Number		95	154	250	296	353	411	468	529	564	596	596			
Production of Actual DS Engine	12	32	67	100	100	79	50	60	42	11	14	9	48		
Planned	100	120	96	120	120	100	100	80	96	54	43	29	88		

Note: 100% refers to 450 minutes/day operation.

Table AI-4-2-7 EXPECTED NUMBER OF PARTS PRODUCTION AT
DIFFERENT LEVEL OF OPERATION RATE

(Unit: Number/Month)

Operation Rate		60%	80%	100%
Expected Number to be Produced	Cylinder Block	60	79	98
	Crank Shaft	81	108	136

Table AI-4-2-8 FREQUENCY OF OCCURENCE OF INFERIOR PARTS AT CON-ROD PRODUCTION LINE

	1987												1988
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan
Number of Con-rod Supplied to DS	324	425	825	209	660	84	113	-	-	-	-	-	-
From No.3 HI	-	-	-	-	-	1,477	45	-	-	-	-	-	-
From No.2 HI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
Frequency of Inferior Parts (%)	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	6.4	40.9	46.6	0

Table AI-4-2-9 RECORD OF FREQUENCY OF MACHINE TROUBLE

Period	Total Frequency	% of Total at the Production Line:			
		Crank Shaft	Cylinder Block	Cam Shaft	Con-rod
Feb./1983-Jan./'84	150	25	23	12	
Feb./1984-Jan./'85	82	28	23	13	
Feb./1985-Jan./'86	111	41	26	14	
Feb./1986-Jan./'87	92	28	37		12
Feb./1987-Jan./'88	110	39	27	12	

Figure AI-4-2-1(1) LAYOUT OF DIESEL ENGINE PLANT

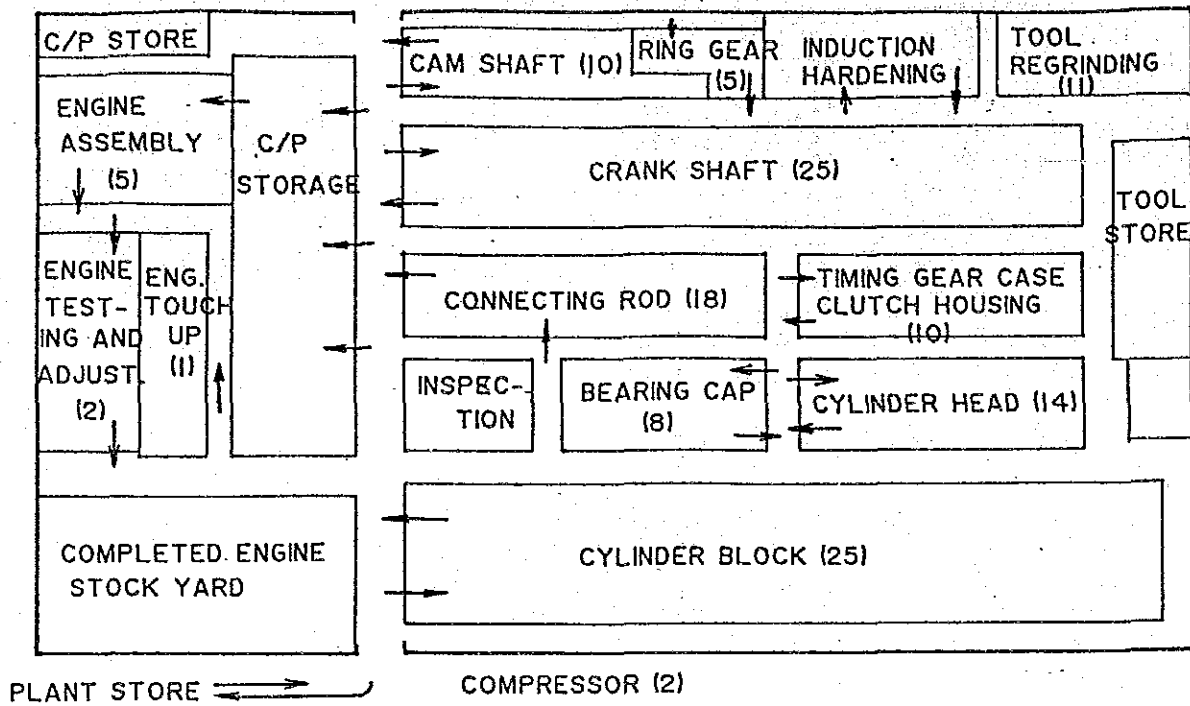


Figure AI-4-2-2 ORGANIZATION AND STAFFING, DIESEL ENGINE PLANT NO.4 HI

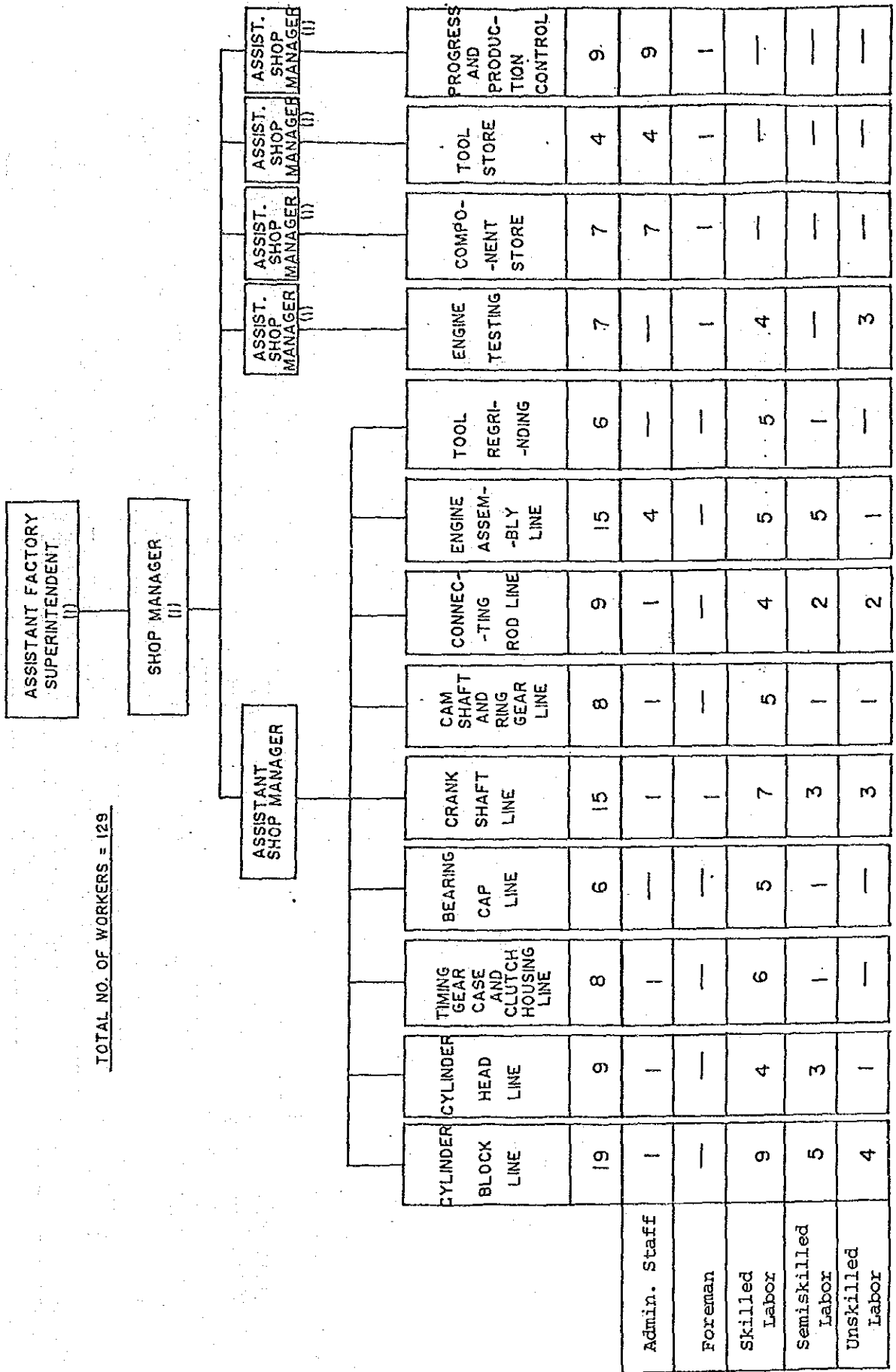


Figure AI-4-2-3 PRODUCTION PROCESS FLOW OF DS-70 ENGINE

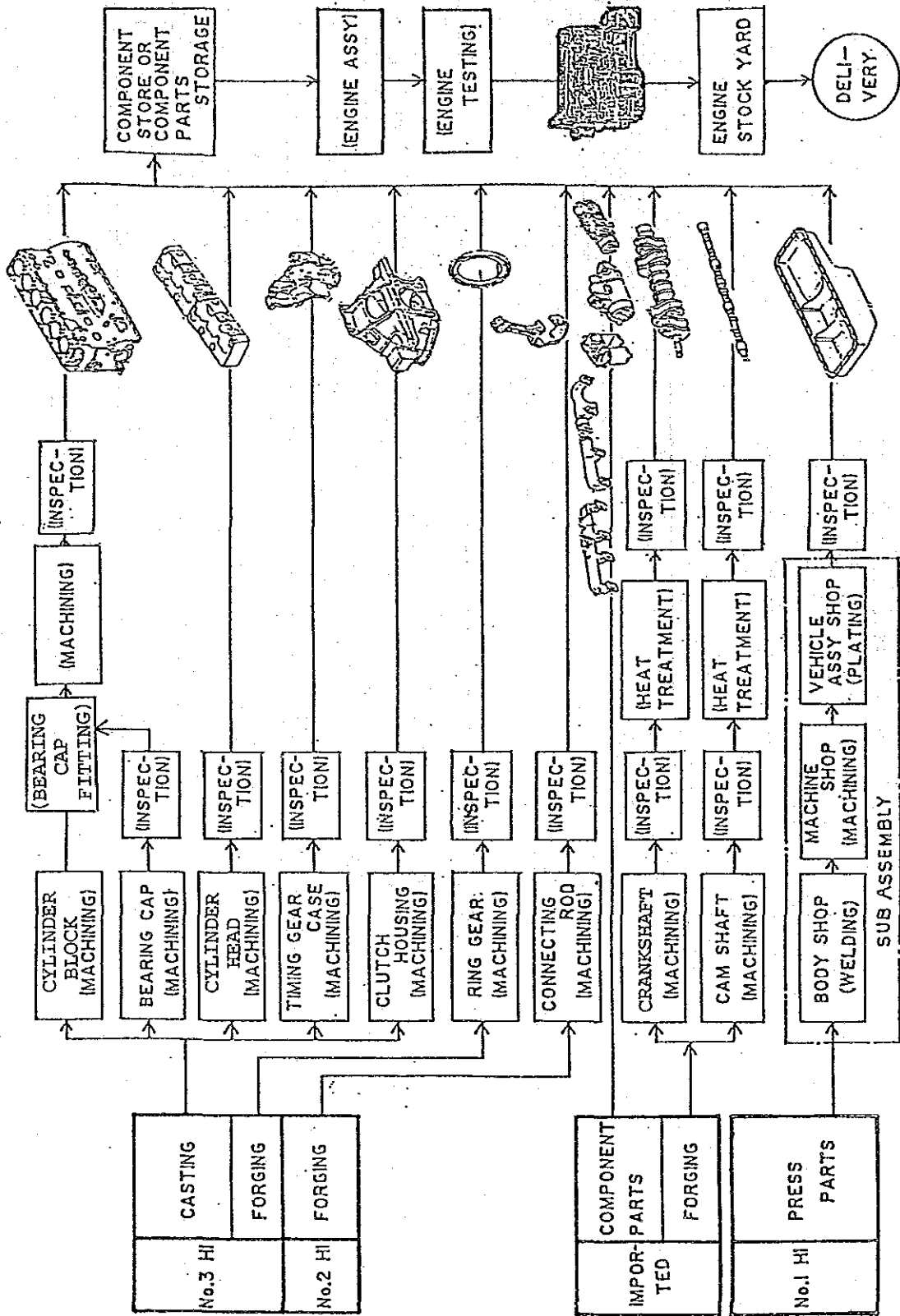
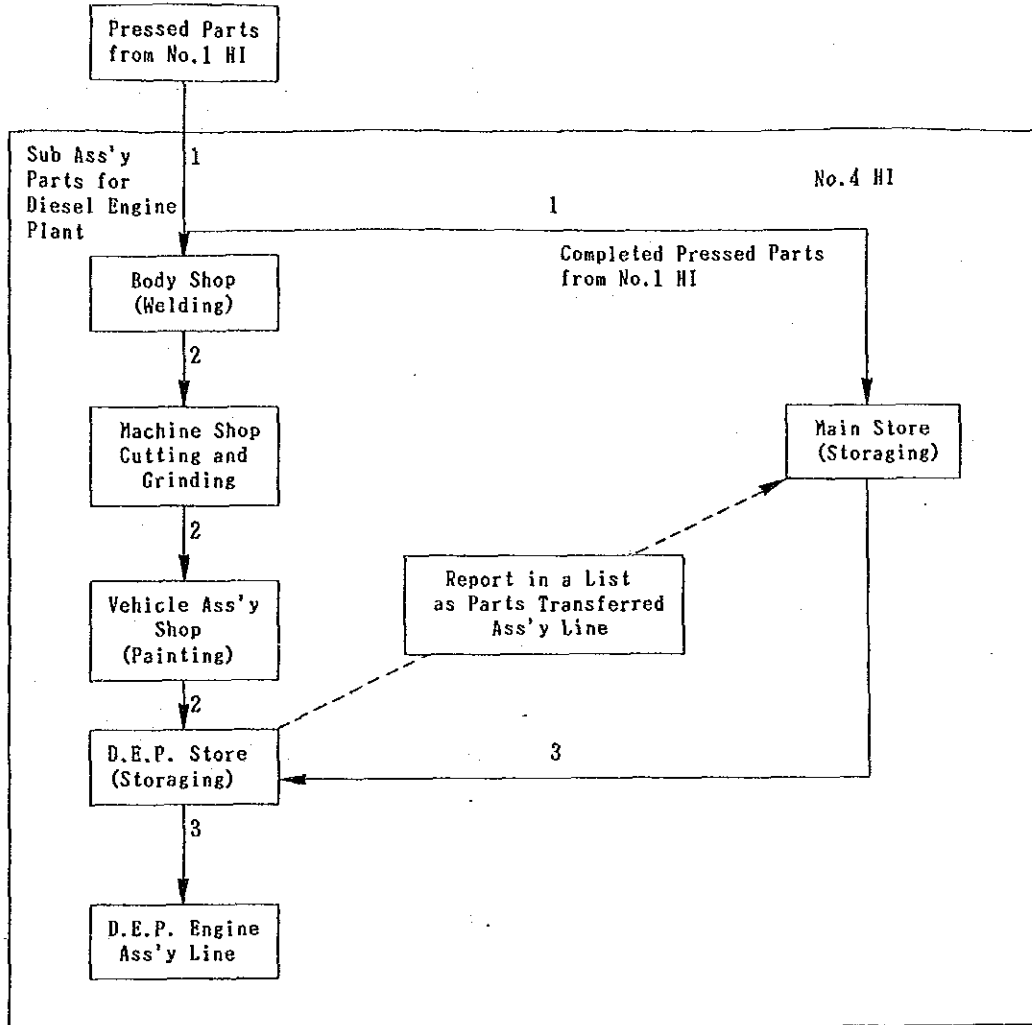


Figure AI-4-2-4 PHYSICAL DISTRIBUTION OF PARTS FOR DIESEL ENGINE PLANT, NO.4 HI



- Legend:
- 1: Off-taking by the main store, No.4 HI.
 - 2: Transfer by truck or by human power of diesel engine plant.
 - 3: Shipping/transfer by truck of the main store, No.4 HI at the request of the Plant Manager.

Figure AI-4-2-5 PROCESSING TIME AND PROCESSES WITH TROUBLE BY LINE,
D.E.P., NO.4 HI

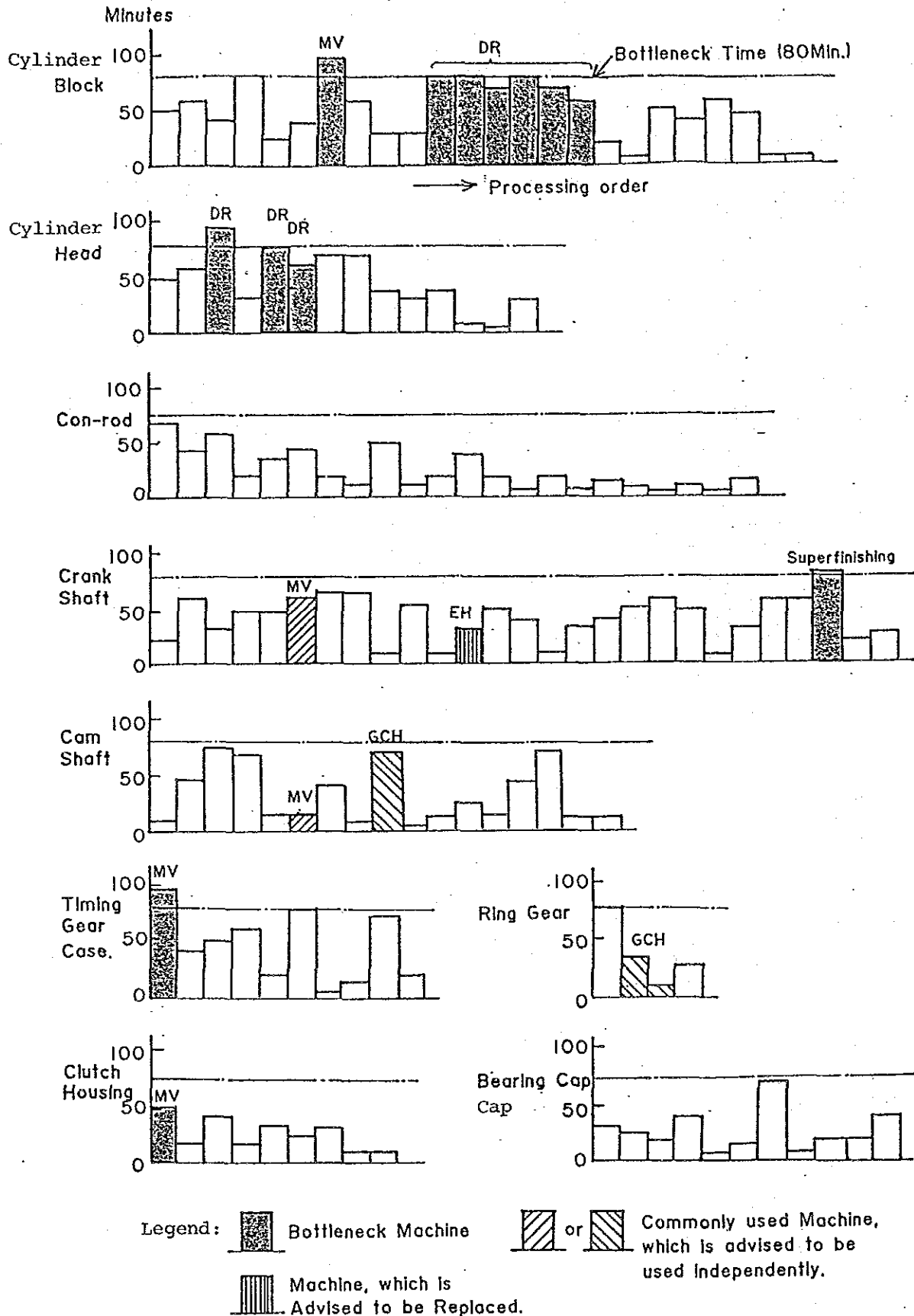


Figure AI-4-2-6 RELATIONSHIP BETWEEN OPERATION RATE OF THE LINE AND PRODUCTION NUMBER

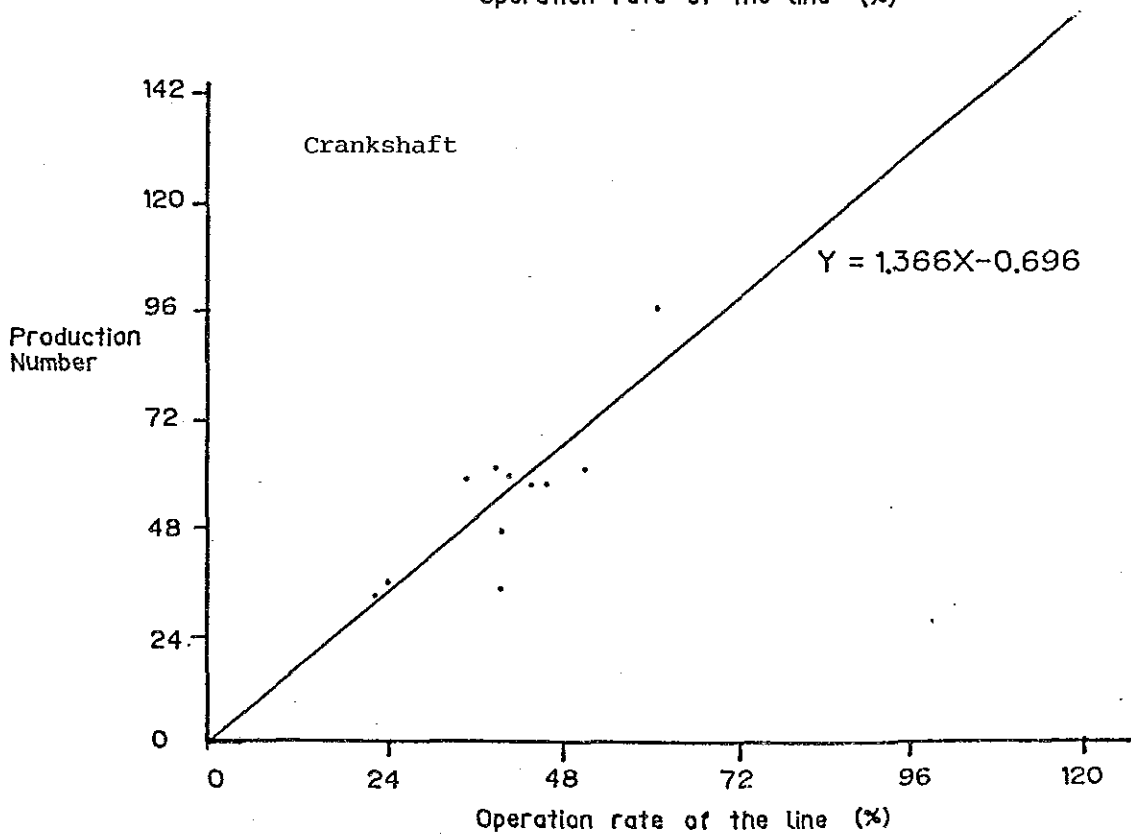
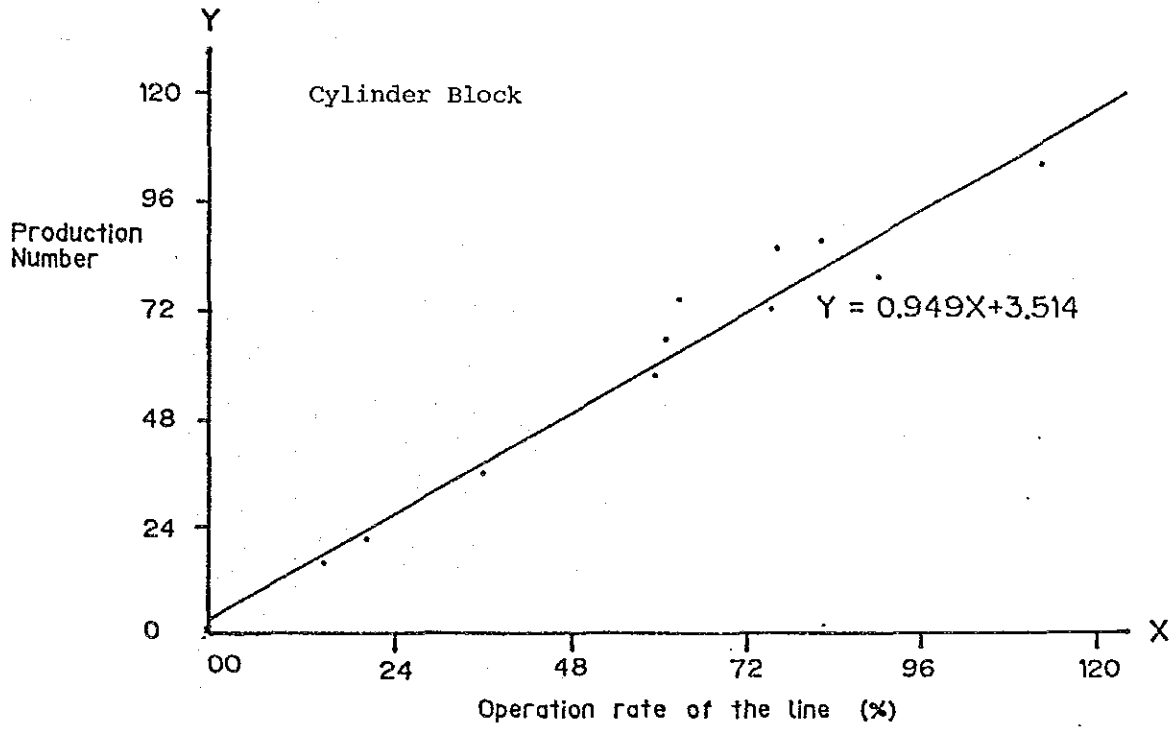


Figure AI-4-2-7 DISTRIBUTION OF PROCESSING TIME AMONG THE INDIVIDUAL LINES, D.E.P., NO.4 HI

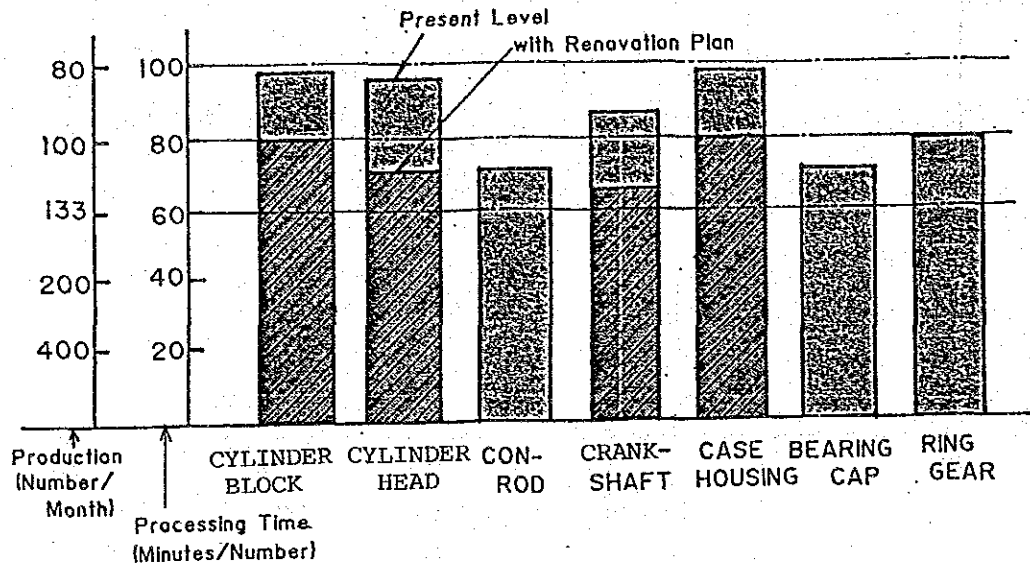
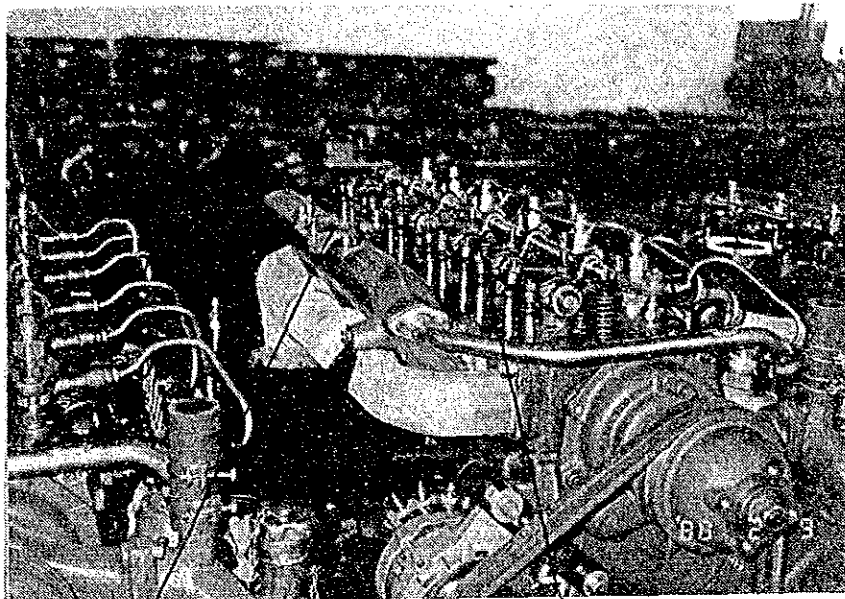


Figure AI-4-2-8 AN ENGINE KEPT IN SHOP AREA WITH
SHORTAGE OF PARTS



Connection nozzle for air cleaner
(Prone to be contaminated with
dust and debris)

Head cover missing (Internals
are tainted by dust and rubbish)

Figure AI-4-2-9 REJECTION RATE OF MATERIALS

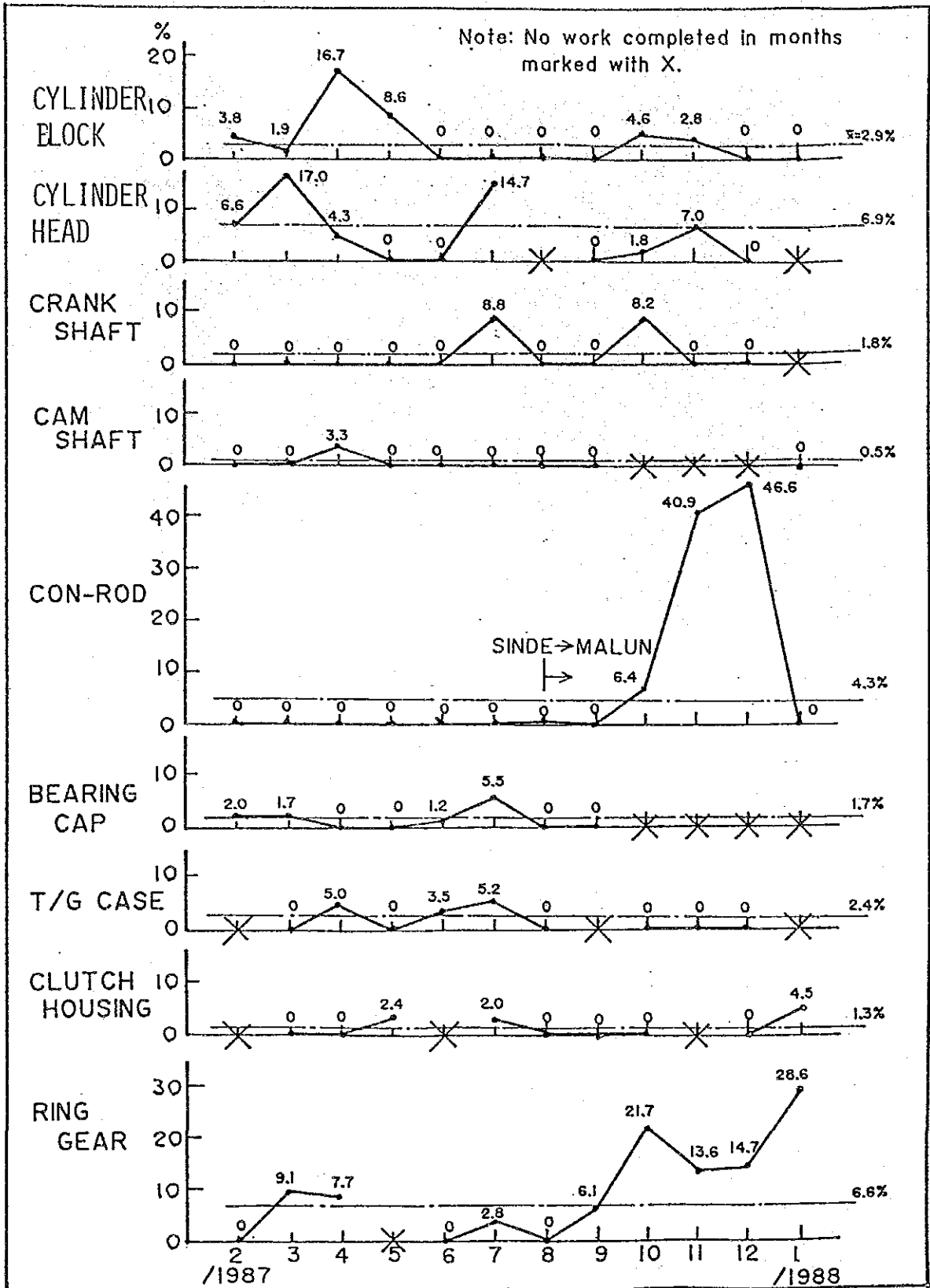


Figure AI-4-2-10 RATE OF POOR MACHINING

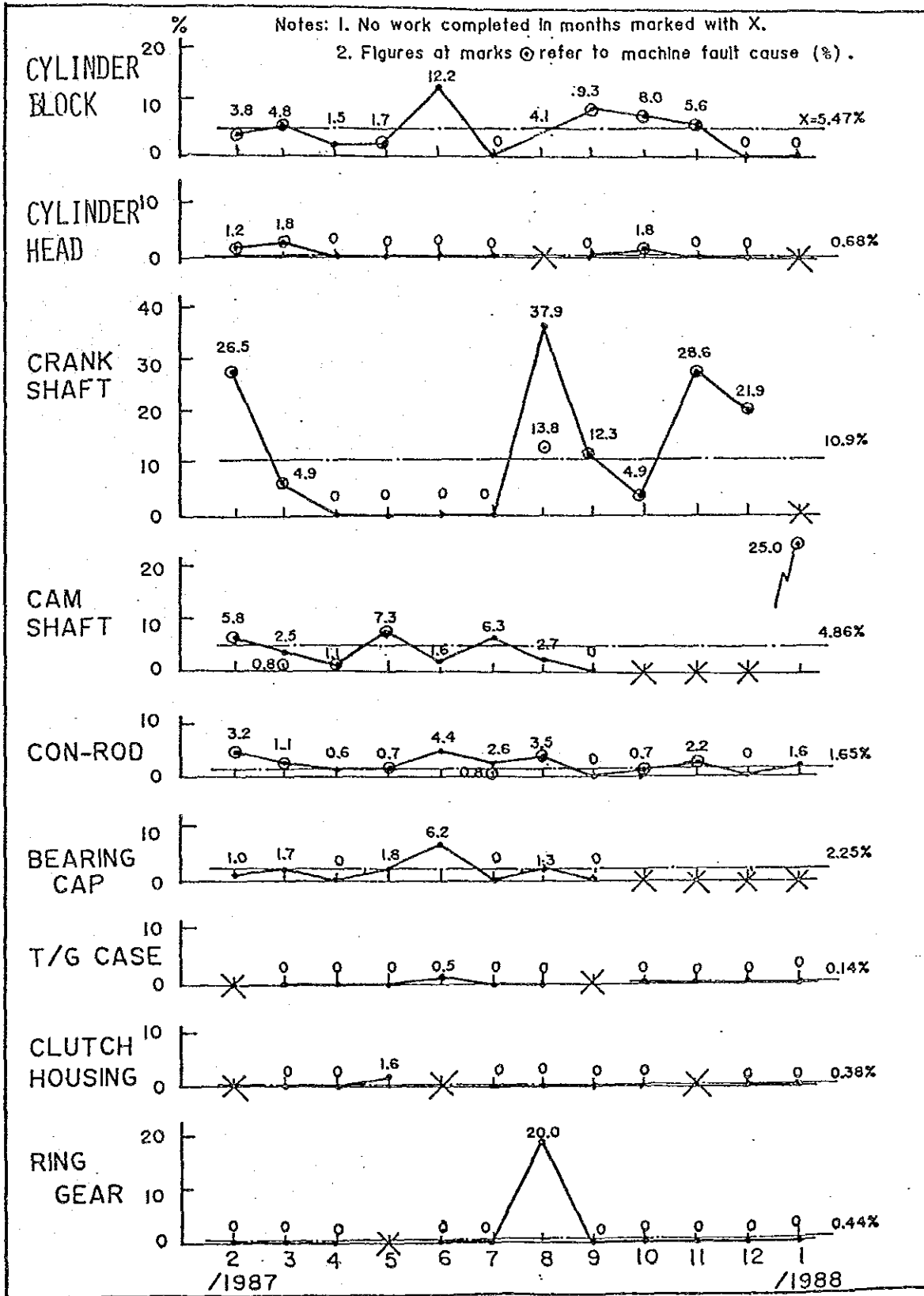


Figure AI-4-2-11 POOR MACHINING ITEMS AND CAUSES

Machining Line	Poor Machining Items	Causes of Poor Machining	
		Machine Faults	Work Faults
CRANK SHAFT	61 (10.9%)	47	14
CON-ROD	58 (1.65%)	38	20
BLOCK	40 (5.47%)	26	14
CAM SHAFT	28 (4.86%)	20	8
BEARING CAP	16 (2.25%)	10	6
HEAD	6 (0.68%)	6	0
RING GEAR	4 (0.44%)	0	4
CLUTCH HOUS.	2 (0.38%)	2	0
TIMING GEAR CASE	1 (0.14%)	0	1
Total	216 (2.42%)	149 (1.67%)	67 (0.75%)

Figure AI-4-2-12(1) STEEL BAR DEPOT INSIDE FORGING SHOP

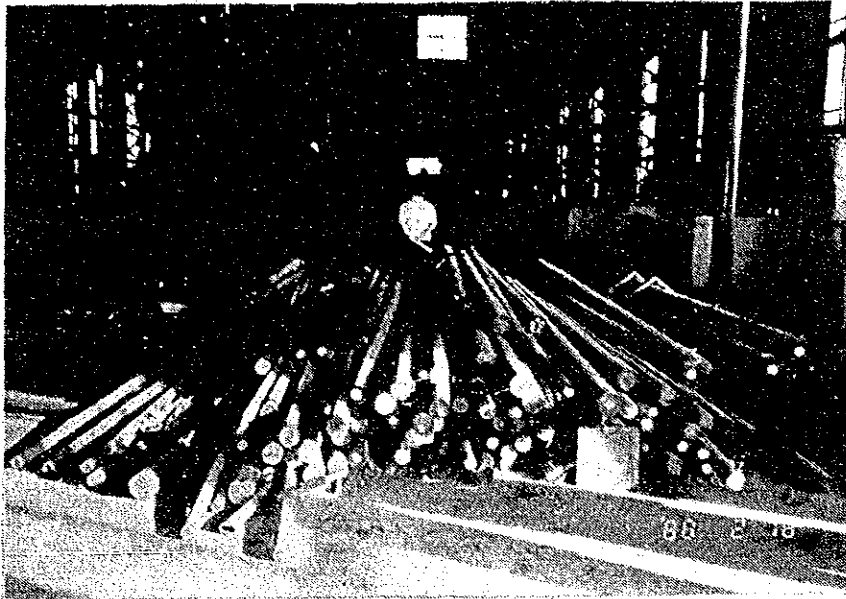
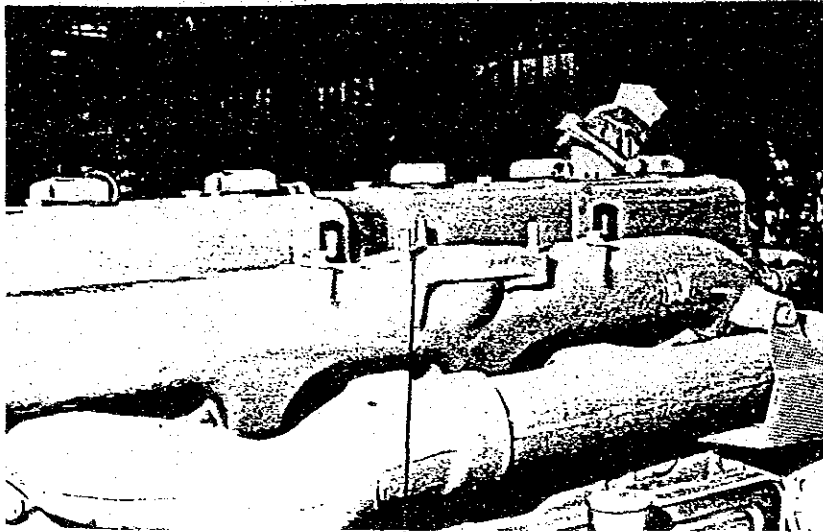


Figure AI-4-2-12(2) MIXED DEPOT OF CUT BARS (FRONT) AND FRAGMENTS (BACK) - MATERIALS WITH DIFFERENT LENGTHS ARE LAYED TOGETHER



Figure AI-4-2-13 AIR INTAKE MANIFOLD PORT



Air Intake Port

Figure AI-4-2-14 STANDARD ACCURACY OF WORK ON SIGN BOARD

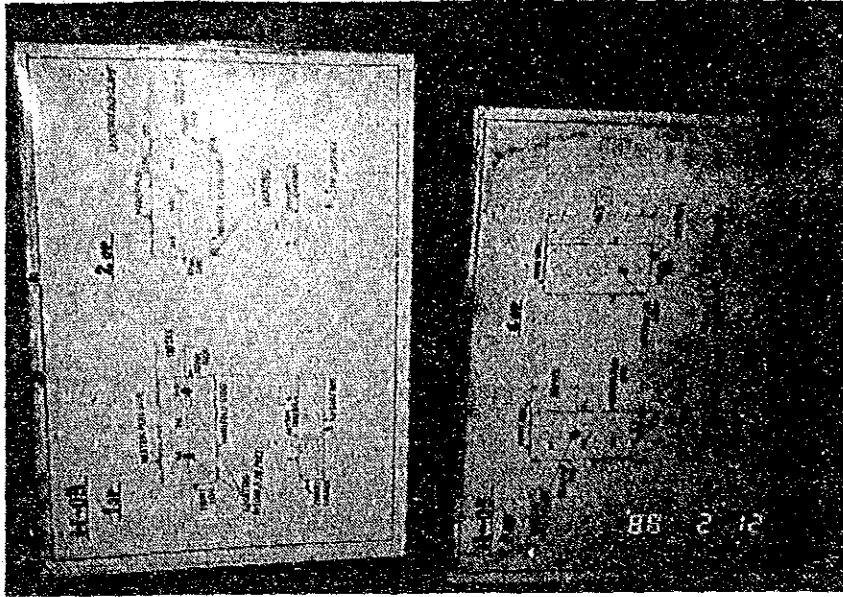


Figure AI-4-2-15 ORGANIZATION CHART OF NO.4 HI

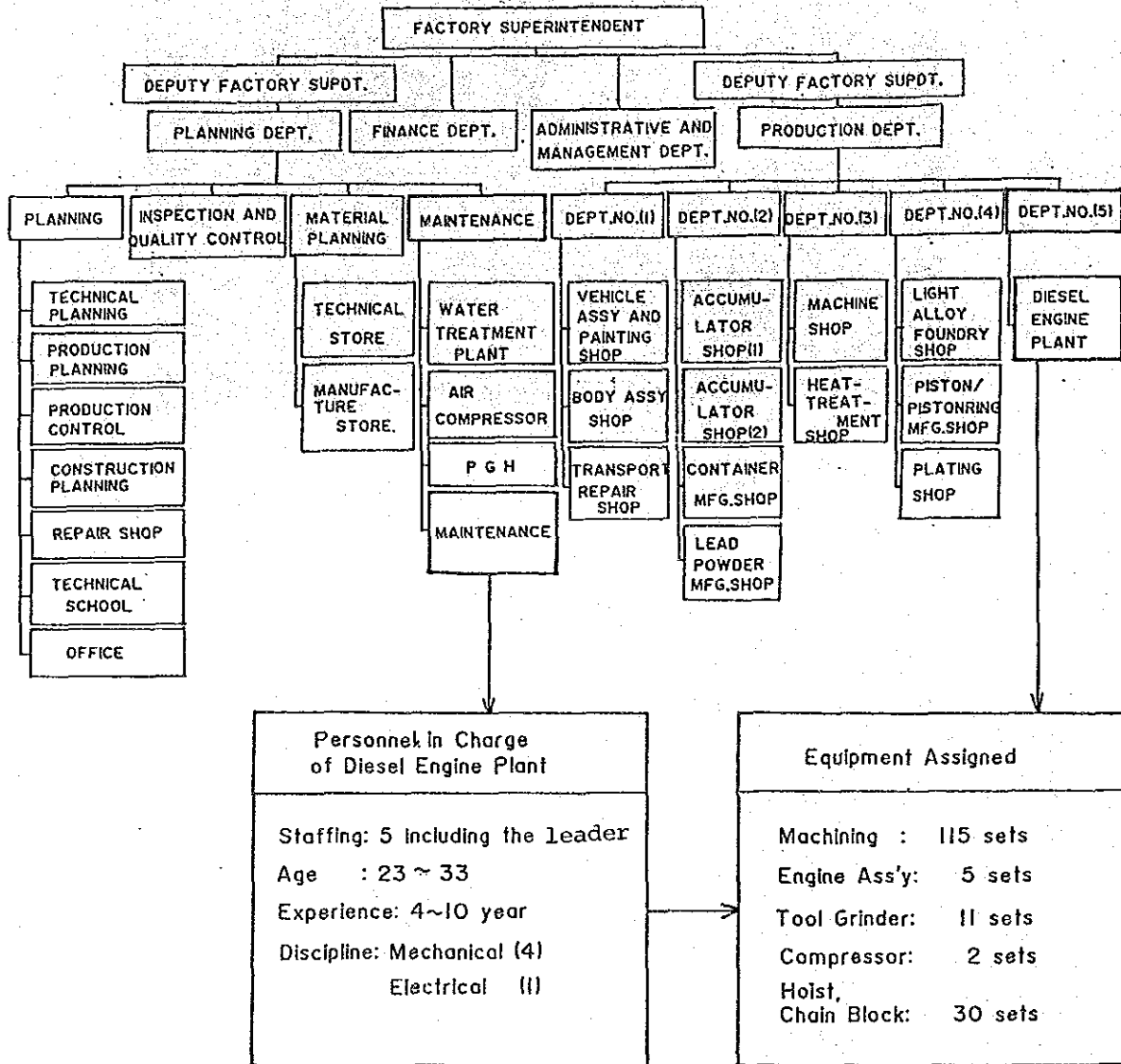


Figure AI-4-2-16 RESULT OF MAINTENANCE (FEB., 1987 TO JAN., 1988)

Machining Line	Total Frequency of Failure					Heavy Failures				
	10	20	30	40	50	Fre- quency	No. of Equip- ment	Nature of Failure		Duration of Main- tenance
								M	E	
CRANK SHAFT	M: 23		E: 20		43(39%)	5	3	2	3	3 to 20 days
BLOCK	M: 19		E: 11		30(27%)	6	6	5	1	5 days to 1 month
CAM SHAFT	M: 5		E: 8		13(12%)	1	1		1	1.5 months
CON-ROD	M: 2		E: 6		8	1	1		1	2 months
HEAD	M: 4		E: 2		6	1	1		1	1.6 months
ENGINE ASSEMBLY	M: 0		E: 4		4					
T/G CASE C/L HOUSING	M: 1		E: 1		2					
TOOL REGRIND	M: 2		E: 0		2					
RING GEAR	M: 0		E: 1		1	1	1		1	More than 5 months
BEARING CAP	M: 1		E: 0		1					
Total	M: 57 (52%)					15	13	7	8	—
	E: 53 (48%)					times	sets	times	times	

Notes: M---Mechanical, E---Electrical

Figure AI-4-2-17 FREQUENCY OF EQUIPMENT FAILURE ACCORDING TO MONTH

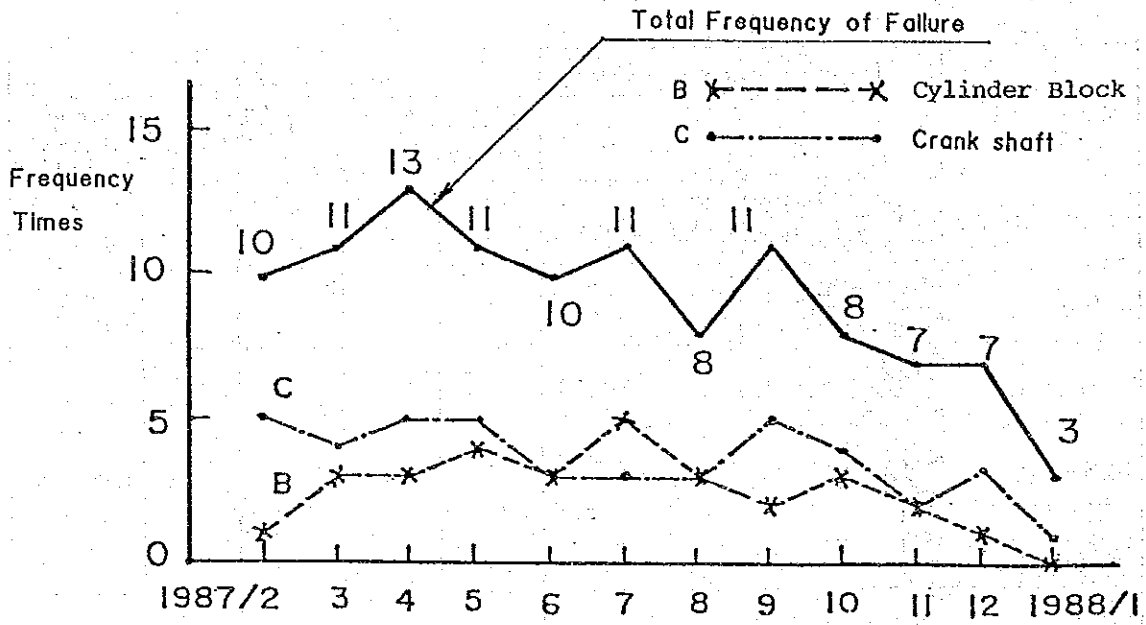


Figure AI-4-2-18 CORRELATION BETWEEN LINE OPERATION RATE AND FAILURE FREQUENCY

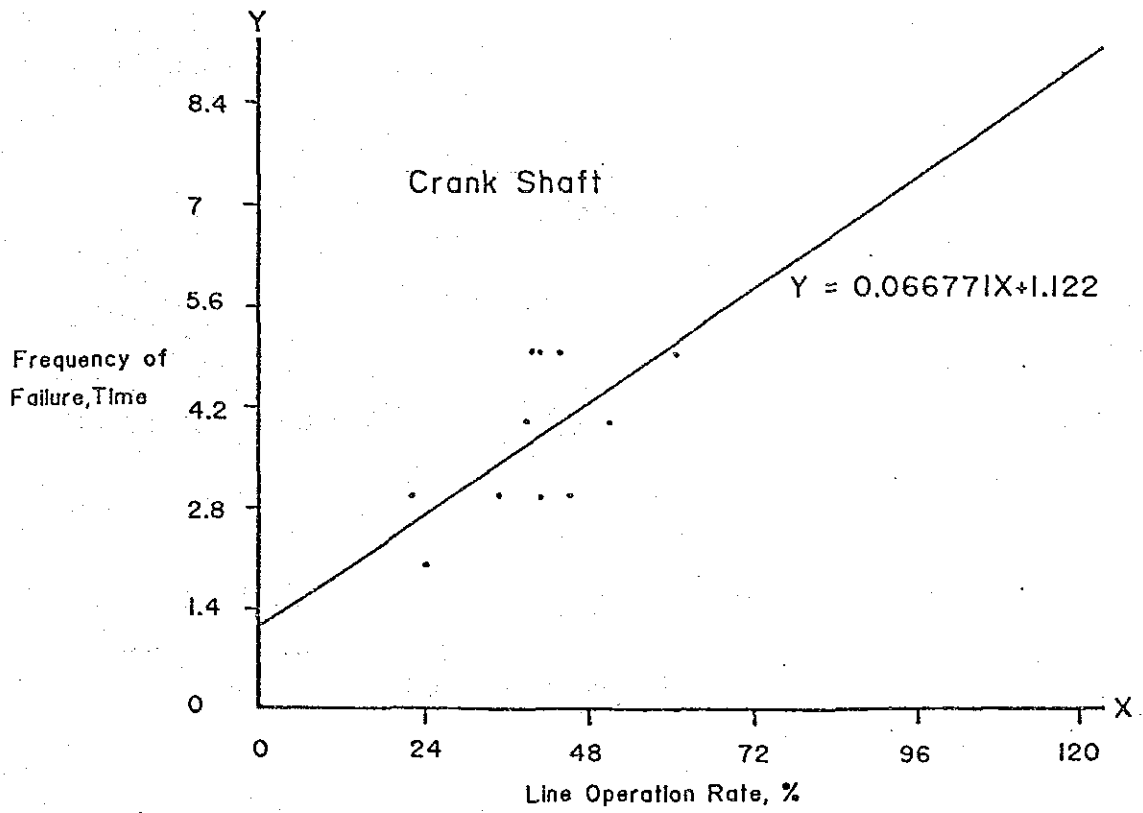


Figure AI-4-2-19 CORRELATION BETWEEN LINE OPERATION RATE AND FAILURE FREQUENCY

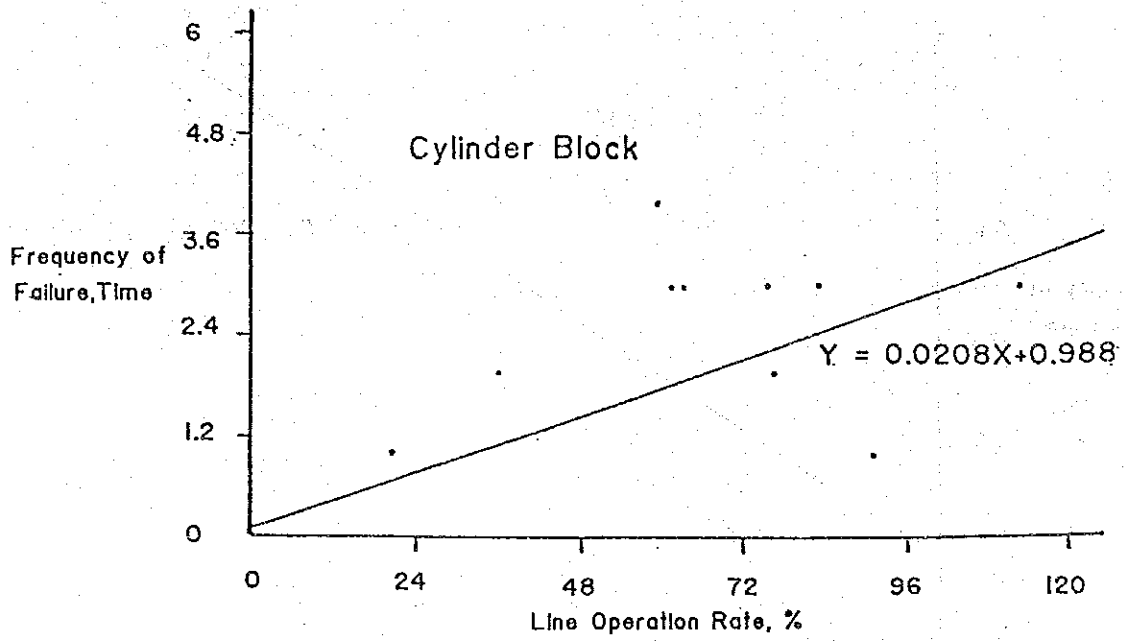




Figure AI-4-2-20 DIESEL ENGINE PLANT MAINTENANCE SCHEDULE FOR 1988

 : Maintenance Schedule
 : Machine Trouble

SR NO.	MACHINE NAME	M/C NO.	JAN					FEB					MAR		
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	
1	PRODUCTION MILLING	B-01	▲												
2	SPECIAL BORING	B-07	▲												
3	RADIAL DRILLING	B-02		▲											
4	SPECIAL MILLING	B-04					▲								
5	PRODUCTION MILLING	B-03		▲											
6	HORIZONTAL BORING	B-05													▲
7	SPECIAL MILLING	B-12		▲											
8	HORIZONTAL BORING	B-06				▲									
9	SPECIAL MILLING	B-17				▲									
10	DRILLING	B-11				▲									
11	RADIAL DRILLING	B-08-1				▲									
12	RADIAL DRILLING	B-08-2				▲									
13	RADIAL DRILLING	B-09-1					▲								
14	RADIAL DRILLING	B-09-2					▲								
15	RADIAL DRILLING	B-10-1					▲								
16	RADIAL DRILLING	B-10-2		▲							▲				
17	WASHING	B-18-1					▲								
18	LEAKAGE TESTER	B-19-1						▲							
19	SPECIAL LINE BORING	B-14						▲							
20	VERTICAL BORING	B-13						▲							
21	HORIZONTAL BORING	B-15		▲											
22	SPECIAL VERTICAL REAMING	B-16						▲							
23	WASHING	B-18-2							▲						
24	LEAKAGE TESTER	B-19-2							▲						
25	IMPREGNATION EQUIPMENT	B-21							▲						
26	VERTICAL MILLING	C-02-1							▲						
27	VERTICAL MILLING	C-02-3							▲						
28	VERTICAL MILLING	C-02-2								▲					
29	HORIZONTAL MILLING	C-01								▲					
30	VERTICAL BORING	C-05								▲					
31	RADIAL DRILLING	C-03								▲					
32	RADIAL DRILLING	C-04								▲					
33	VERTICAL MILLING	C-02-4									▲				
34	VERTICAL MILLING	T-01		▲								▲			
35	RADIAL DRILLING	T-05-1				▲									

