

#### 4.1.2 所要資源と生産能力

生産能力を必要な資源との対比において考察する。

ここでは資源として設備・人員・材料を取りあげる。

##### 1) 生産設備

###### 現 状

生産に直接投入されている設備の代表的な種類とその台数は表Ⅱ-36のとおりである。

これらの生産設備は、2台のNC機械を除きすべてマニュアル操作である。

したがって設備の稼働時間は作業員の勤務時間に依存する。

2交代の場合、現行の勤務態様によると稼働可能な理論時間は、

通常の子節 1日 14時間10分

夏期(2ヶ月) 1日 12時間40分

である。

年間では $(14.2 \times 253) + (12.7 \times 53) \approx 4255 \text{ H}$ となる。

なお、当工場では年間の最大稼働可能時間として次の算式を用いている。

$$8 \text{ H} \times 2 \text{ 班} \times 0.8 \times 25 \text{ 日/月} \times 12 \text{ 月} = 3840 \text{ H}$$

表Ⅱ-36 生産設備の種類と台数

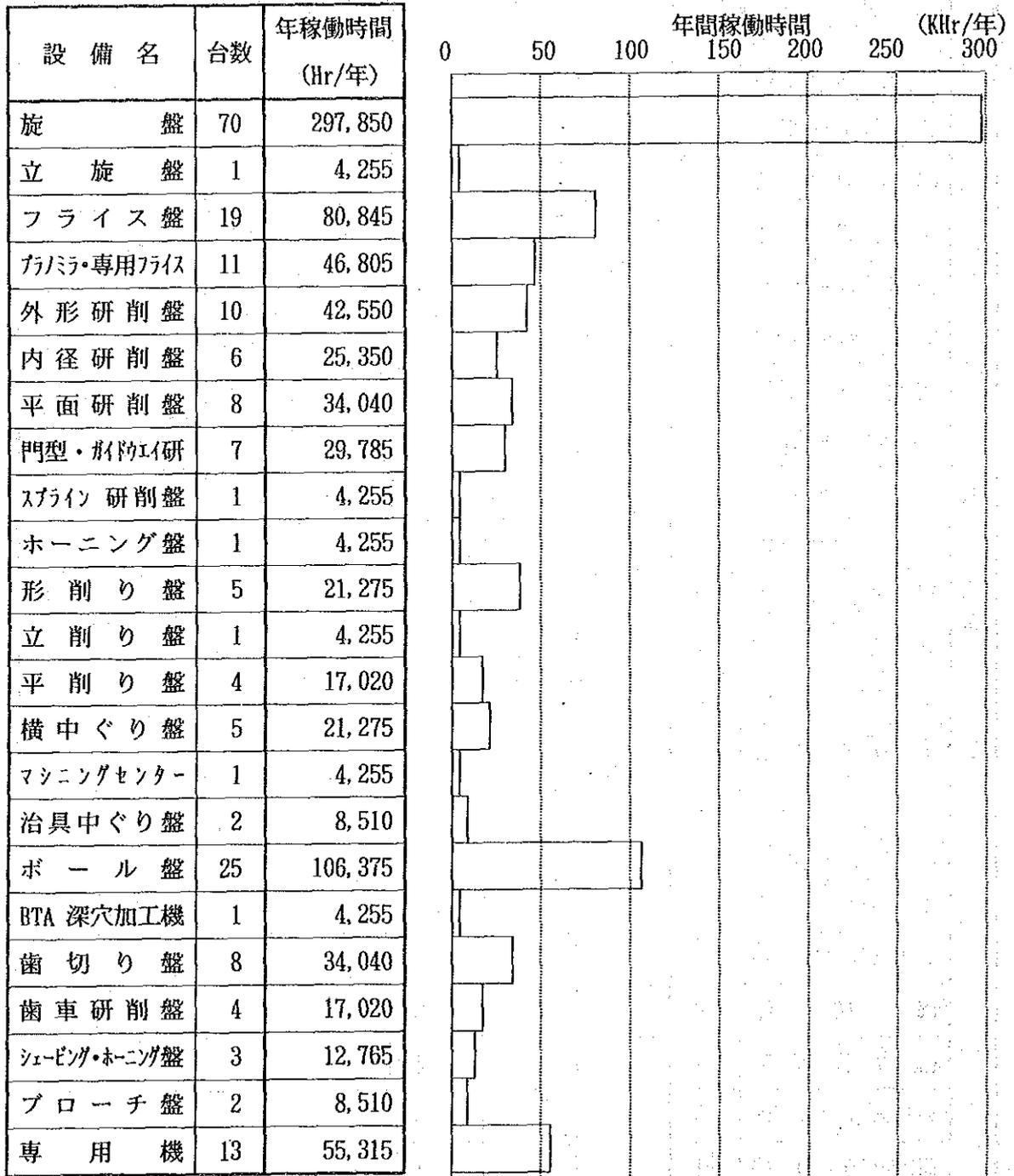
区分	設備名称	車間名 台数	鑄造	鍛造	歯車	加工	大物品	組立	専用機
				熱処理					
素形材加工	鑄造設備	14	14						
	キューボラ	1	1						
	エアーハンマー	3		3					
	加熱炉	2		2					
熱処理	中周波焼入れ装置	1		1					
	高周波焼入れ装置	1		1					
	黒染装置	1		1					
	焼入れ炉	1		1					
	焼戻し炉	2		2					
	応力除去炉	1		1					

(次頁へ続く)

	設備名称	台数	鑄造	鍛熱	齒車	加工	大物	組立	専用機
機 械 加 工	旋盤	71	1		12	46	3	1	8
	立旋盤	1					1		
	フライス盤	19			1	11	2		5
	方バネ・専用フライ	11				4	4	1	2
	外形研削盤	9			1	6			2
	精密外形研削盤	1							1
	内径研削盤	6			3	2			1
	平面研削盤	6			1	1	1	2	1
	精密平面研削盤	1							1
	ロータリ平面研削盤	1							1
	門型平面研削盤	2					2		
	ガイドウェイ研削盤	5					3	1	1
	スライソ研削盤	1				1			
	ホーニング盤	1					1		
	形削り盤	9	1	3		1	3		1
	立削り盤	1				1			
	平削り盤	4					3		1
	横中ぐり盤	5					3		2
	マシニングセンター	1							1
	治具中ぐり盤	2							2
	ボール盤	26	1		1	8	6	6	4
	BTA深穴加工機	1				1			
	齒切盤	8			8				
	齒車研削盤	4			4				
	シェービング盤・ホーニング盤	3			3				
	齒面取り機	1			1				
	ブローチ盤	2			2				
	専用機	13					10		3

2) 設備能力

設備能力を、全ての生産設備が2交代したと仮定して、年間の稼働可能時間(4,255 時間)を用いて算定すると、図Ⅱ-48のとおりとなる。



注：鋳造，鍛熱，工具，機械修理の各車間の設備を除く。

図Ⅱ-48 設備別年間稼働時間(理論値)

3) 代表製品の設備負荷時間

次の代表製品の設備負荷時間を、各製品1台当たりの標準時間でみると表Ⅱ-37～表Ⅱ-39 に示す通りである。

- ・専用機：HBU-114
- ・スライドユニット：SEMEc400/630
- ・旋盤：CA6140/1000

但し、専用機に組み込まれるスライドユニットは専用機に含んでいない。

表Ⅱ-37 専用機(HBU-114)の設備別負荷時間 (単位：時間)

設備名	加工時間	設備名	加工時間
旋盤	746.82	立削り盤	31.98
仕上げ	243.52	研磨盤	259.55
形削り盤	137.17	中ぐり盤	150.17
平削り盤	58.33	キーシーター	15.50
ラジルボール盤	254.42	ホブ盤	51.67
フライス盤	420.25		

表Ⅱ-38 スライドユニット(SEME.400)の設備別負荷時間 (単位：時間)

設備名称	本体加工：除く歯車		歯車加工		合計	
	準備時間	加工時間	準備時間	加工時間	準備時間	加工時間
旋盤	46.88	102.53	12.10	21.63	58.98	124.16
仕上げ	7.08	90.77	0.50	1.93	7.58	92.70
形削り盤	2.08	6.35			2.08	6.35
平削り盤	9.33	21.00			9.33	21.00
ラジルボール盤	19.18	28.72	0.33	0.15	19.51	28.87
フライス盤	38.33	64.87	1.00	0.33	39.33	65.20
立削り盤	6.00	0.90			6.00	0.90
ブローチ盤			2.50	1.00	2.50	1.00
研磨盤	24.67	63.32	11.67	9.23	36.34	72.55
中ぐり盤	11.50	19.17			11.50	19.17
ホブ盤			10.00	6.50	10.00	6.50

注) 準備時間は、1ロット毎の準備時間

表II-39 旋盤 (CA6140) の設備別負荷時間 (単位: 時間)

設備名称	本体加工: 除く歯車		歯 車 加 工		合 計	
	準備時間	加工時間	準備時間	加工時間	準備時間	加工時間
旋 盤	184.18	230.10	49.90	37.53	234.08	267.63
仕 上 げ	82.05	48.26	4.33	1.65	86.38	49.91
形 削 り 盤	15.20	22.35			15.20	22.35
平 削 り 盤	16.75	20.50			16.75	20.50
ラジルボール盤	22.33	25.30			22.33	25.30
フ ラ イ ス 盤	121.08	49.18	2.67	1.05	123.75	50.23
専用フライス盤	12.58	14.87			12.58	14.87
ホーニング盤	0.50	1.25			0.50	1.25
立 削 り 盤	25.00	2.90	13.25	3.82	38.25	6.72
ブ ロ ー チ 盤			19.00	5.08	19.00	5.08
研 磨 盤	99.58	43.43	8.00	4.22	107.58	47.65
中 ぐ り 盤	6.17	3.15			6.17	3.15
専用中ぐり盤	34.17	10.33			34.17	10.33
大型研削盤	8.50	21.08			8.50	21.08
スプライン研削盤	3.00	1.33			3.00	1.33
歯車研削盤			27.75	17.00	27.75	17.00
ホ プ 盤			32.28	18.52	32.28	18.52
シェービング盤			42.42	5.17	42.42	5.17
歯車面取り機			16.55	4.55	16.55	4.55
歯形修正機			※ 2.00	※ 1.70	※ 2.00	※ 1.70
ダブテル研削盤	※ 1.00	※ 1.50			※ 1.00	※ 1.50
MC・治具中ぐり	※ 88.00	※ 17.33			※ 88.00	※ 17.33

注) ①準備時間は、1ロット毎の準備時間を示している。  
 ②※は、精密旋盤(435)の時間を参考に示す。

## 考 察

ここでは部品の機械加工設備について生産能力を考察する。(素形材工場および組立の工作機械は含めない。)

a) 上記2)と3)から、設備の種類ごとに、次の2つの場合について負荷と能力を対比する。

### (1) 車間の区分原則を無視する場合

前述のように車間を対象製品によって区分するという原則がある。しかしこの場合はその制約にこだわらず全工場の設備をプールして使えるものとして考える。

専用機には、スライドユニット2台が組み込まれると仮定した。さらに、旋盤とスライドユニットは、常時15台ロットで生産すると仮定して、表Ⅱ-38、表Ⅱ-39の準備時間を、1/15して加工時間に加算して試算した。

試算結果を図Ⅱ-40に示している。

その結果、現状の年間の生産能力(台数)は、次のようである。

- ・専用機だけ生産する場合の能力： 研削盤の能力で決まり、 104台
- ・スライドユニットだけ生産する場合の能力：研削盤の能力で決まり、 568台
- ・旋盤だけ生産する場合の能力： 立削り盤の能力で決まり、 459台

但し、専用機および旋盤の高精度化の要求が高くなっていることを考えれば、ネックとなる設備は、マシニングセンターを含む横中ぐり盤、ならびに高精度歯車加工設備、研磨盤である。

図II-40 設備別生産能力 (車間の区別をしない時)

(生産能力の単位は、台数)

設備名	台数	稼働時間 (Hr/年)	旋盤 (CA6140)		スライドユニット (SEME。)		専用機 (HBU-114)	
			加工時間	生産能力	加工時間	生産能力	加工時間	生産能力
旋盤	70	297,850	283.24	1,052	128.09	2,325	1003.00	297
立旋盤	1	4,255						
フライス盤	18	76,590	58.48	1,310	67.82	1,129	555.89	138
方バリ専用フライ	10	42,550	15.71	2,708				
外形研削盤	10	42,550	54.82	1,239	74.97	● 568	409.49	● 104
内径研削盤	6	25,350						
平面研削盤	8	34,040	21.65	1,572				
門型・形削研	7	29,785	※ 1.57	18,971				
スライソ研削盤	1	4,255	1.53	2,781				
ホーニング盤	1	4,255	1.28	3,324				
形削り盤	5	21,275	23.36	911	6.49	3,278	150.15	142
立削り盤	1	4,255	9.27	● 459	1.30	3,273	34.58	123
平削り盤	4	17,020	21.62	787	21.62	○ 787	101.57	168
横中ぐり盤	5	21,275	3.56	5,976	19.94	1,067	190.05	○ 112
マシニングセンター	1	4,255	※ 23.20	○ 550				
治具中ぐり盤	2	8,510						
ボール盤	25	106,375	26.79	3,971	30.17	3,526	314.76	338
BTA 深穴加工機	1	4,255						
ホブ盤	4	17,020	20.67	1,647	7.17	4,748	66.01	516
ギヤシェーパー	4	17,020						
歯車研削盤	4	17,020	18.85	903				
シェービング・ホーニング盤	3	12,765	8.00	1,596				
ブローチ盤	2	8,510	6.35	1,340	1.17	7,274	17.84	477
歯形修正機	1	4,255	※ 1.83	2,325				
専用機	9	38,295						
旋盤専用中ぐり	4	17,020	12.61	1,350				
歯面取り機	1	4,255	5.65	753				

注) ※印は、精密旋盤 (435) の時間を参考に示している。

(2) 車間の区分原則に従う場合

①歯車加工（歯車車間）、②旋盤部品加工（加工車間・大物部品車間）、③スライユニットおよび専用機部品加工（専用機車間）の3グループに区分して、それぞれの最大能力を評価した。

歯車加工の負荷は、主として旋盤の生産量に依存する。（図Ⅱ-49）従って製品構成が旋盤に偏る場合は、歯車設備がネックになると想定される。

専用機	11.1%
スライユニット	11.5%
旋盤	18.2%

（機械加工工数に占める比率）

図Ⅱ-49 歯車加工の製品依存性

各製品の生産能力を試算したものを、表Ⅱ-41～表Ⅱ-43に示している。その結果、各車間の担当区分に従った時の生産能力は、次のようになる。

- ・専用機だけ生産する場合の能力： 専用機車間の形削り盤の能力で決まり、約 28 台
- ・スライユニットだけ生産する場合の能力： 専用機車間の平削り盤の能力で決まり、約 197台
- ・旋盤だけ生産する場合の能力： 加工車間の立削り盤の能力で決まり、約 459台

旋盤の場合、表Ⅱ-42によれば、ネックとなる設備は平面研削盤となるが組立車間の平面研削盤 2 台も使用していて約 783台の生産が可能であり、むしろ、歯車部品の加工を行う立削り盤がネックとなる。

表II-41 歯車車間の生産能力（車間の区分原則に従う場合）

（生産能力の単位は、台数）

設備名	台数	稼働時間 (Hr/年)	旋盤 (CA6140)		スライユニット (SEMB.)		専用機 (HBU-114)	
			加工時間	生産能力	加工時間	生産能力	加工時間	生産能力
旋盤	12	51,060	40.86	1,250	22.44	2,275	216.82	235
フライス盤	1	4,255	1.23	3,459	0.40	10,638		
外形研削盤	1	4,255	4.75	896	10.01	425		
内径研削盤	3	12,765						
平面研削盤	1	4,255						
立削り盤			4.70					
ボール盤	1	4,255			0.17	25,029		
ホブ盤	4	17,020	20.67	1,647	7.17	4,748	66.01	516
ギヤシェーパー	4	17,020						
歯車研削盤	4	17,020	18.85	903				
シッピング・ホーニング盤	3	12,765	8.00	1,596				
ブローチ盤	2	8,510	6.35	1,340	1.17	7,274	17.84	477
歯形修正機	1	4,255	※ 1.83	2,325				
歯面取り機	1	4,255	5.65	753				

注) (1)※印は、精密旋盤 (435)の時間を参考に示している。  
 (2)専用機にスライユニット2台含む。

表II-42 専用機車間の設備能力（車間の区分原則に従う場合）

（生産能力の単位は、台数）

設備名	台数	稼働時間 (Hr/年)	スライドユニット(SEME。)		専用機(HBU-114)	
			加工時間	生産能力	加工時間	生産能力
旋盤	8	34,040	105.79	322	786.46	43
フライス盤	4	17,020	67.43	○ 252	555.11	○ 31
方バシ・専用フライ	1	4,255				
外形研削盤	3	12,765	64.96	262	389.47	44
内径研削盤	1	4,255				
平面研削盤	3	12,765				
門型・ガイド研	1	4,255				
形削り盤	1	4,255	6.49	656	150.15	● 28
平削り盤	1	4,255	21.62	● 197	101.57	42
横中ぐり盤	2	8,510	19.94	427	190.05	45
マシニングセンター	1	4,255				
治具中ぐり53	2	8,510				
ボール盤	4	17,020	29.93	569	314.28	54
専用機フライス	1	4,255				
専用中ぐり	2	8,510				

注) 専用機に、スライドユニット2台を含む。

表II-43 加工・大物車間の部品生産能力（車間の区分原則に従う場合）

（生産能力の単位は、台数）

設備名	台数	稼働時間 (Hr/年)	旋盤 (CA6140)	
			加工時間	生産能力
旋盤	49	208,495	242.38	860
立旋盤	1	4,255		
フライス盤	13	55,315	57.25	966
ナマシ専用フライ	8	34,040	15.71	2,167
外径研削盤	6	25,530	50.07	680
内径研削盤	2	8,510		
平面研削盤	2	8,510	21.65	● 393
門型・ガドゥイ研	5	21,275	※ 1.57	13,551
スライソ研削盤	1	4,255	1.53	2,781
ホーニング盤	1	4,255	1.28	3,324
形削り盤	4	17,020	23.36	729
立削り盤	1	4,255	4.57	931
平削り盤	3	12,765	21.62	○ 590
横中ぐり盤	3	12,765	3.56	3,586
ボール盤	14	59,570	26.79	2,224
BTA 深穴加工機	1	4,255		
専用機	6	25,530		
旋盤専用中ぐり	4	17,020	12.61	1,350

注) ※印は、精密旋盤 (435)の時間を参考に示している。

2) 人 員

現 状

1991年3月現在、在籍する直接工は427名である。その職種別内訳は表Ⅱ-44のとおりである。

表Ⅱ-44 直接工の職種別人数 (1991/3現在)

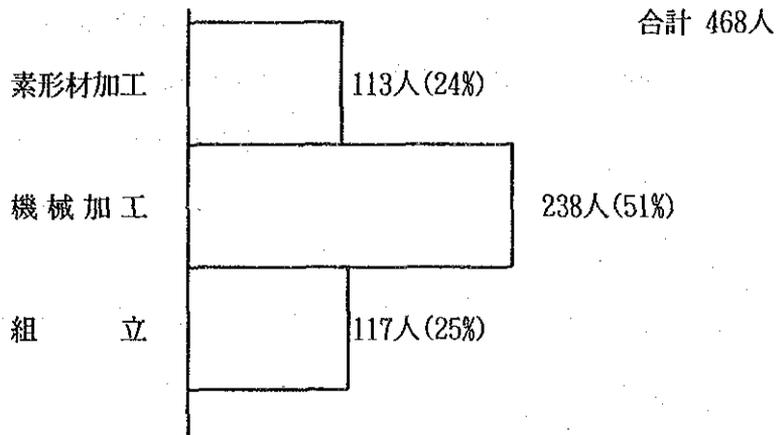
(人)

大区分	合計	職 種	車 間								
			鑄造	鍛熱	加工	大物	歯車	専用	組立	工具	機修
鑄 造	65	造 型	34								
		木 型	7								
		注 湯	6								
		キュボラ	10								
		砂 処 理	6								
		溶接補修	2								
鍛 造	24	鍛 造		15							
		ハンマー		2							
		熱 処 理		7							
表面処理	8	炉 工		3							
		高周波熱		5							
板金・溶接	19	板 金		10							
		電気溶接		6						2	1

(次頁へ続く)

大区分	合計	職 種	車 間								
			鋳造	鍛熱	加工	大物	歯車	専用	組立	工具	機修
機械加工	278	旋 盤	2		58	4	18	17	1	15	4
		二番取旋								1	
		研 磨			12	13	3	15	1	8	
		フライス			13	6	2	13		9	
		平削り盤				12		4			
		形削り盤			3	1		2			
		立削り盤			1		70-12				
		中ぐり盤				9		7			
		マシンヤナ						2			
		ボール盤				9		4			
		歯車加工					5				
		罫 書				2					
組 立	117	仕 上 げ			7	5	1	33	44		
		電 気						3	5		
		塗 装							19		
補助作業	112	機械修理	2								25
		電気修理	1								17
		配 電									9
		発 電									3
		空気圧縮									3
		潤 滑									3
		材 料	2				1		1		1
		用 務 員	1								
		倉庫管理									1
		クレーン	9			10		5	4		
		運 搬			1		2				
		搬 送				2					
		工 具			1	2	1	2			
		バリ取り				1					
清 掃			1	1							

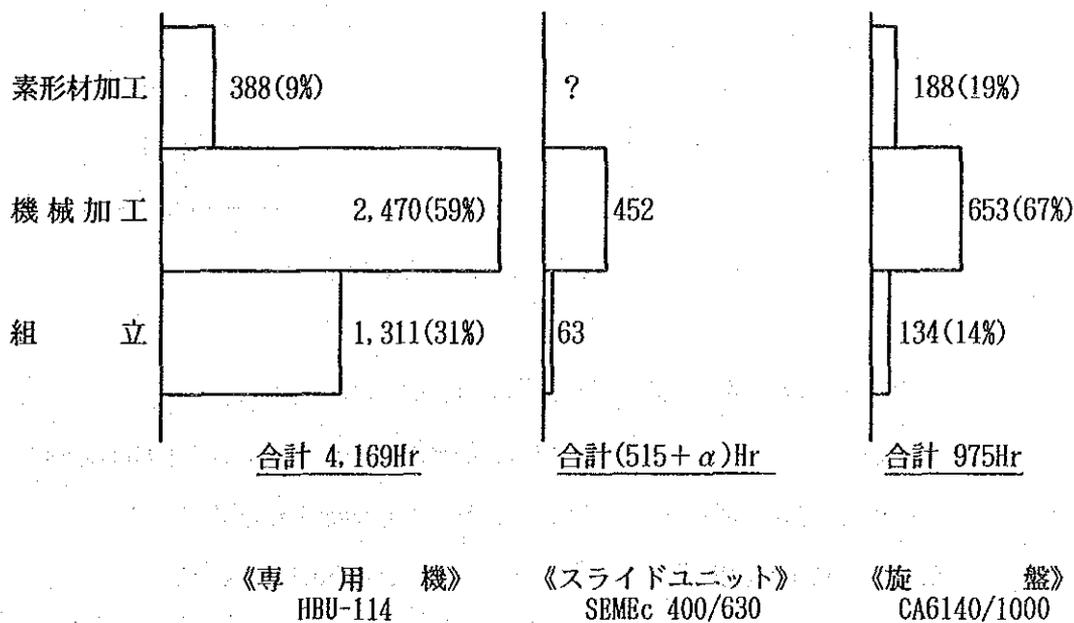
職種を素形材加工（鋳造，鍛造，板金・溶接，熱処理）・機械加工・組立別の3つに大区分して、人員の構成比を示すと、図Ⅱ-50のとおりである。



図Ⅱ-50 現有人員の職種構成

各製品の代表機種について1台分の所要工数を、上に準じて3つの職種に区分してみると、図Ⅱ-51に示すとおりである。

これにより、各製品が必要とする職種別の時間比率に少しずつ相違があることが分かる。この事実は製品構成が変化すれば職種構成も当然変化しなければならないことを示唆している。



図Ⅱ-51 製品1台分の所要工数 (単位: 時間)

考 察

a) 現有人員が製品台数にしてどの程度の生産能力に相当するかを考察するには、先ず部品加工と組立の相対比率に着目する必要がある。

その理由は、素形材は現在既に外部依存が可能であり、内作能力によって生産量が制約される可能性は無い。しかし、部品加工と組立は内部で消化することが前提であり、この2つのいずれかの能力が生産量を規定することになるからである。

現有人員と製品工数について、部品加工／組立比率を調査した結果を図Ⅱ-52に示す。

【現有人員比率】	238 (67%)	117 (33%)
工数・《専用機》	65 %	35 %
工数・《スライドユニット》	88 %	12%
工数・《旋 盤》	83 %	17 %

図Ⅱ-52 「部品加工／組立」比率

現有人員の「部品加工：組立」比率は、67：33 である。

旋盤とスライドユニットの工数は、部品加工の比率がそれぞれ83%と88%で、現有人員の70%に比べて高い。これはもし旋盤またはスライドユニットだけを生産すれば部品加工がネックになることを示唆している。

専用機の工数は、組立の比率が35%で、現有人員における33%に比べて少

し多いが、もし専用機だけを生産する場合は、ほぼバランスがとれた人員構成と言える。

- b) 実際上部品加工においては、生産能力を人員だけで評価することは余り意味がない。人員が充足されても、設備が不足していれば生産できないからである。すなわち部品加工の人員は、設備能力に見合う人数だけいれば十分である。

従って、車間ごと職種ごとの人数を設備台数と比較して判断する必要があるが、ここではそこまで立ち入った検討は必要がないから省略する。

以下組立がネックとなりそうな場合について検討する。

- c) 専用機は組立能力に左右される可能性が高い。HBU-114 の場合について理論的生产能力を試算すると次のとおりである。これは他の製品を生産せず専用機に集中した場合の値である。(但し、組立職の人員の中から、組立作業に従事していない、加工および大物部品車間の仕上げ工13人を除外し、104人で算定した。)

$$\text{理論生産台数} : 2,395 \times 104 \div 1,311 = 190 \text{ 台}$$

ここで、作業員1人の理論的な生産時間は、昼勤、所定就業日完全出勤、勤務時間＝生産時間として次のように計算した。

$$\text{理論生産時間} = 8 \times 253 + 7 \times 53^{(*)} = 2,395 \text{ H/年}$$

[(\*) 夏期2ヶ月間は、就業時間が通常より1時間短縮されるため]

### 3) 材 料

#### 現 状

内製能力を考察する対象は鋳鉄品と鍛造品である。代表製品1台分の所要量は、表Ⅱ-45に示すとおりである。

表Ⅱ-45 材料所要量と所要工数

製 品 機 種	鋳 鉄 品		鍛 造 品	
	鋳鉄品(Kg)	工 数(Hr)	鋳鉄品(Kg)	工 数(Hr)
旋 盤 CA 6140/1000	1,528	145	119	42
スライユニット SEMEc400/630	522	69	10	17.5
専用機 HBU-114	4,750	420	284	168

注) 重量は、完成品重量を示す。

鋳鉄品生産は、環境規制により、年間 1,500Ton が上限である。現状の能力は、工場側では年間約 1,000Ton としている。

設備上の制約は次のとおりである。

- ・キューボラ公称能力 3 Ton/毎時
- ・前炉容量（鋳込み可能な単体重量に相当）3 Ton
- ・天井クレーン能力 5 Ton

旋盤およびスライユニットの部品には、単体で鋳込み重量 3 Ton を超えるものは無い。

旋盤ベッドなどの主要な鋳造品は現在外部に依存している。工場側は外部依存の方向を今後も変えない方針である。

鍛造品単体で最も大きいものは旋盤の主軸で完成重量約 30Tonである。鍛造品は全面的に内作しており、年間生産能力は年間約 200Ton である。

工場では、旋盤のみ年間 960台生産すると仮定した時の、鋳造・鍛造設備の負荷率を、表Ⅱ-46 に示すように想定している。

表 II-46 鑄造・鍛造設備の負荷率

名 称	台数	算 式	負荷率 (%)
キュボラ	1	1,200 / 2,880	41.7
その他鑄造設備	14	12,600 / 53,760	23.4
鍛造ハンマー	3	3,050 / 11,500	26.5
加熱炉	2	2,500 / 7,700	32.5

注) ①分母：設備の稼働可能時間で、次の計算に基づく。

(12ヵ月×25日×8時間×2交代×0.8)

②分子：キュボラは、積載量 (Ton)

その他の設備は、実際の負荷工数 (時間)

考 察

- a) 鑄造品は、現在余力を有しつつも、主要な部品の大半を外部に依存しており、内作能力が生産の制約になることはない。
- b) 鍛造品は現状の能力に余裕があり、当面は問題がない。

4.1.3 生産性

1) 労働効率

現 状

理論時間（出勤率 100%、勤務時間＝作業時間）の中で生産に有効な部分は  
どれだけかを考察する。

実働時間や理論時間等の生産効率を、毎月各車間が集計し報告している統計  
表として、図Ⅱ- 53に示す「車間工時総括表（車間工時匯總表）」が有る。

統表004									
車 間 工 時 匯 總 表									
填報単位：齒 車			月后3日前報計劃科						
已完成工時總遺			実用工時	工廃工時	料廃工時	返修工時	回用工時		
合 計	計劃内	計劃外							
4116.3	3572.2	544.1	3317.2	108.54	13.10				
指標名称	計 算 単 位	実際指標	計 算 依 据		附： 本月車間考核人員：  29 × 27 × 8 = 6264				
			子 項	母 項					
能力工時完成率	%	65.72	4116.3	6264					
工 効 指 標	1 : X	124.11	4116.3	3317					
簡 要 分 析：									
車間主任：			統計員：			報出日期：90.11.30			

図Ⅱ- 53 車間工時総括表の例

これによると1990年11月の齒車車間の実働（実用）時間は 3,317時間で、理  
論時間29人×27日×8＝6264時間に対して約53%である。

実働時間の中で実際にどれだけのアウトプットがあったかを示す値として、  
同じく図Ⅱ-53の中に工効指標という値がある。これは能率を示す。

$$\text{能 率} = \frac{4,116}{3,317} = 1.24$$

である。分子の値は完成量（合格品）に相当する標準時間である。

能率（工効指標）の1990年の実績を表Ⅱ-47に示す。これによると、概ね1.0より高めになっている。

表Ⅱ-47 各車間の能率指標実績（1990年）

車間 月	鑄造	鍛熱	加工	大物部品	歯車	専用機
1月	1.79	1.00	0.69	0.88	1.18	1.03
2月	2.11	0.77	1.24	1.47	1.17	1.57
3月	1.86	1.01	1.31	1.60	1.11	1.31
4月	1.38	0.92	1.03	1.30	1.19	1.27
5月	1.04	0.69	1.07	1.18	0.97	1.09
6月	0.81	0.95	0.89	1.22	1.12	1.17
7月	1.25	1.01	0.92	1.33	1.12	1.02
8月	1.45	1.21	1.06	1.28	0.91	1.04
9月	1.01	1.06	1.03	1.25	0.97	1.05
10月	1.22	0.90	1.07	1.19	1.23	1.11
11月	1.64	1.25	1.12	1.03	1.24	1.34
12月	1.48	1.06	1.14	1.30	1.19	1.07

実働時間／理論時間および能率の2つを総合すると理論時間に対して生産に有効な時間（標準時間）の比率は65.72%となる。この値は能力工時完成率として記入されている。

考 察

a) 歯車車間について、総合労働効率算定の過程を見てみると、図Ⅱ-54のようになる。

A 理論時間		6,264 Hr
B 実働時間	3,317 Hr	欠勤・待業・間接 2,947
C 7つ外 (相当標準時間) 4,225 Hr		
D 合格品 (相当標準時間)	4,116	不良 109 Hr

図Ⅱ-54 総合労働効率の構成

$$\text{実働時間率} = \frac{B}{A} = 0.53 \quad \left[ \frac{\text{実用工時}}{\text{理論能力}} \right]$$

$$\text{能 率} = \frac{C}{B} = 1.27 \quad \left[ \frac{(\text{完成工時} + \text{工廃工時})}{\text{実用工時}} \right]$$

$$\text{良 品 率} = \frac{D}{C} = 0.97 \quad \left[ \frac{\text{完成工時}}{(\text{完成工時} + \text{工廃工時})} \right]$$

$$\text{総合労働効率} = \text{実働時間率} \times \text{能率} \times \text{良品率} = \frac{D}{A} = 0.66$$

(能力工時完成率)

全工場を総合して労働効率は60~70%の水準にあると考えられる。

- b) 理論時間A－実働時間Bの差が大きい。図Ⅱ－54の例は能力の47%が欠勤・待業・間接などに消えることを示している。

実働時間率B/Aがこのように低い一つの理由は、この時間が能率計算すなわち報奨金査定の基準となるので、見掛けの能率を上げようとしてこの時間を圧縮し、待業・間接時間を膨張させているためと推測される。

- c) 能率C/Bは見掛け上問題が無いように見える。しかし実働時間と標準時間の比較を示す別のデータによると、実質の能率はもっと低いと見られる。

旋盤CA6140の標準時間と実働時間の比較を表Ⅱ－48に示す。

これによると、標準時間/実働時間=C/B=0.84程度である。

表Ⅱ－48 旋盤CA6140の標準時間と実働時間の比較

	標準時間		実績時間		作業能率	
	準備時間	加工時間	準備時間	加工時間	準備時間	加工時間
鑄造		115.07		145.33		79.18
鍛造		40.00		42.53		94.05
旋盤	302.82	208.37	234.08	267.63	129.37	77.86
形削り盤	15.70	19.95	15.20	22.35	103.29	89.26
平削り盤	17.43	17.33	16.75	20.50	104.06	84.54
ラッパル盤	32.95	25.07	32.17	26.47	102.42	94.71
フライス盤	34.10	63.98	136.33	65.10	25.01	98.28
ホブ盤	19.58	15.60	32.28	18.52	60.66	84.23
ブローチ	11.43	3.93	19.00	5.08	60.16	77.36
立削り盤	22.83	4.32	38.25	6.72	59.69	64.29
研削盤	148.87	53.97	116.08	68.73	128.25	78.52
中ぐり盤	34.63	17.45	40.33	13.48	85.87	129.45
歯車研削盤	26.67	20.98	27.75	17.00	96.11	123.41
シェービング盤	39.00	3.72	62.42	5.17	62.48	71.95
歯面取り	13.50	4.93	16.92	4.55	79.79	108.35
合計	719.51	614.67	787.56	729.16	91.36	84.30

d) 良品率D/Cの水準は0.98である。

この例として1990年度の品質指標総合統計を、表Ⅱ-49 に示す。この中で機械加工部品総合廃品率は2.09%となっている。

表Ⅱ-49 品質指標総合統計(1990年)

車 間 名	廃品率計算の数値		廃品率 (%)
	分 子	分 母	
大物部品車間	3,539	102,030	3.47
加 工 車 間	4,174	156,572	2.67
歯 車 車 間	0	52,138	0.00
専用機車間	253	71,070	0.36
機 械 加 工	7,966	381,810	2.09

注) 分子: 廃品となった部品の加工標準時間の合計  
分母: 検査した部品の加工標準時間の合計

## 2) 設備効率

工場調査期間中に観察した状況から見ると、設備の活用状況は決して良くなかった。個々の設備について観察したことを以下に述べる。

- (1) 常時負荷を与えることができない特殊な設備がある。

例えば、大物部品車間の旋盤部品加工用の専用機群は、CA6140系列の旋盤以外には活用できない設備で、大物部品車間では34台中に14台ある。

- (2) 鑄造・鍛造・熱処理・板金などの設備は連続稼働させるほど負荷が無い。

- (3) 故障または不調のため、戦力から外している設備がある。

例えば、歯車車間の歯車研削盤は同形式4台のうち1台は戦力から外されている。

- (4) 故障のまま、機能の一部だけしか使用していない設備がある。

例えば、塗装場の吸塵設備は吸引装置が故障したまま作業台としてしか使われていない。

- (5) 本来の機能が生かされていない設備がある。

例えば、上記の歯車研削盤は精度が良くないと言っているが、調整がうまく行われていない。

- (6) 汎用的な旋盤・フライス盤・形削盤・平削盤・中ぐり盤・研削盤などの多くは作業員が配置されているが、全く作業員のいない機械もある。

- (7) 2交代で稼働している設備は、大型設備、重要設備で、現状では全工場で16～17台である。

- (8) 稼働はしているが設備に適したワークでない設備がある。

例えば、本来なら立フライス盤の仕事を横フライス盤で（アタッチメントを装着して）やらせている。

表Ⅱ-49に、旋盤を年間960台生産した場合を仮定して、工場が試算した現在の設備の負荷率を示す。表中の負荷率は、次の算式によっている。

分母：2交代で全設備を稼働させた時の理論的稼働可能時間で、

$$12\text{ヶ月} \times 25\text{日} \times 8\text{時間} \times 2\text{班} \times 0.8\text{台}$$

分子：負荷量で、機械加工設備は標準時間、キュボラは重量 (Ton)、その他の設備は実際の稼働時間である。

表 II - 50 設備の負荷率

設備区分	設備名称	台数	算 式	負荷率 (%)
鑄造設備	キュボラ	1	1,200 / 2,880	41.7
	その他鑄造設備	14	12,600 / 53,760	23.4
鍛造設備	鍛造ハンマー	3	3,050 / 11,500	26.5
	加熱炉	2	2,500 / 7,700	32.5
熱処理設備	中周波焼入装置	1	1,600 / 3,840	41.7
	高周波焼入装置	1	2,140 / 3,840	55.7
	黒染め設備	1	1,550 / 3,840	40.4
	焼入れ炉	1	2,080 / 3,840	54.2
	焼戻し炉	2	4,160 / 7,700	54.0
	応力除去焼鈍炉	1	3,700 / 3,840	96.4
機械加工設備	旋 盤	69	225,200 / 265,000	85.0
	立 旋 盤	1	2,500 / 3,840	65.1
	フ ラ イ ス 盤	32	63,300 / 122,900	51.5
	外 径 研 削 盤	9	19,100 / 34,600	55.2
	内 径 研 削 盤	5	8,500 / 19,200	44.3
	平 面 研 削 盤	5	16,500 / 19,200	85.9
	スライソ研削盤	1	1,000 / 3,840	26.0
	ガイドウェイ研削盤	3	7,300 / 11,500	63.5
	その内、精密 ガイドウェイ研削盤	(1)	4,300 / 3,840	112.0
	門型平面研削盤	2	9,700 / 7,700	126.0
	門型平削り盤	4	19,800 / 15,400	128.6
	形 削 り 盤	5	18,800 / 19,200	97.9
	ボ ー ル 盤	15	24,500 / 57,600	42.5
	横 中 ぐ り 盤	5	23,700 / 19,200	123.4
	治具中ぐり・ マシニングセンター	3	9,400 / 11,500	81.7
	ブローチ盤	2	3,100 / 7,700	40.3
立 削 り 盤	1	2,400 / 3,840	62.5	
歯車加工機	16	35,000 / 55,700	62.8	

#### 4.1.4 周辺機能

### 現 状

#### 1) 補助作業

製造工程ではこれを後方から支援する作業があり、そのため補助作業員が配置されている。

1990年12月現在の人員構成表によると直接作業員 391人に対して 294人の補助作業員がいる。これは直接作業員 4人に3人の割合である。

補助作業は次のとおり3段階に分けることができる。

- (1) 製造工程に近接する作業。製造担当車間に直属の作業員によって行われる。
- (2) 付帯の車間内で行われる作業。
- (3) それ以外の職場で行われる間接的な補助作業。

これらの補助作業の内容と人員は表Ⅱ-50のとおりである。

表Ⅱ-51 補助作業の内容と人員

区 分	工 程	作業内容	人 数		
(1) 製造工程	素形材工程	クレーン運転 炉の修復 電気補修 材料保管 雑用	27	64	294
	部品加工工程	クレーン運転 治工具庫 材料保管 運搬 清掃	29		
	組立工程	クレーン運転 部品庫 治工具庫	8		
(2) 付帯車間	工具車間	工具製作 仕上げ 溶接	34	100	294
	機械修理車間	部品加工 機械保全 電気保全 潤滑 溶接 資材保管	51		
	用役設備	配電・発電 空気圧縮機運転	15		
(3) 周辺職場	検査科	検査・検定	49	130	294
	生産科	運搬	13		
	供給科	材料取り	24		
	運転手等	運転手	12		
		その他	32		

前線である製造工程に近接する「準直接」的作業は64人で最も少なく、後方になるほど人員が増加するピラミッド型の構成になっている。

**問題点**

- a) 補助作業は、直接作業と同様に、生産量に比例すると考えられる。今後生産が拡大すると当然補助作業員も比例して増加する。すなわち、それだけコストも増加することになる。

生産性を向上する必要があるのは直接作業だけでなく、補助作業も同様である。

## 2) 周辺設備

### 現 状

当工場の主要設備 388台の内、製造設備以外の設備すなわち周辺設備は、100台である。製造設備に対しほぼ 3 : 1 の割合である。

その内訳は表Ⅱ-51のとおりである。

表Ⅱ-52 主要周辺設備の種類と台数

設置場所	設備分類	台 数				
工 具 車 間	工具製造設備	33	37	100		
	空調設備	2				
	天井クレーン	2				
機械修理車間	修理部品製作設備	8	9		100	
	天井クレーン	1				
設備動力科	受・配電設備	25	31			100
	発電設備	2				
	空気圧縮機	4				
検 査 科	検査設備	10	13	100		
	空調設備	3				
生 産 科	フォークリフト	4	4		100	
自 動 車 隊	トラック	6	6			

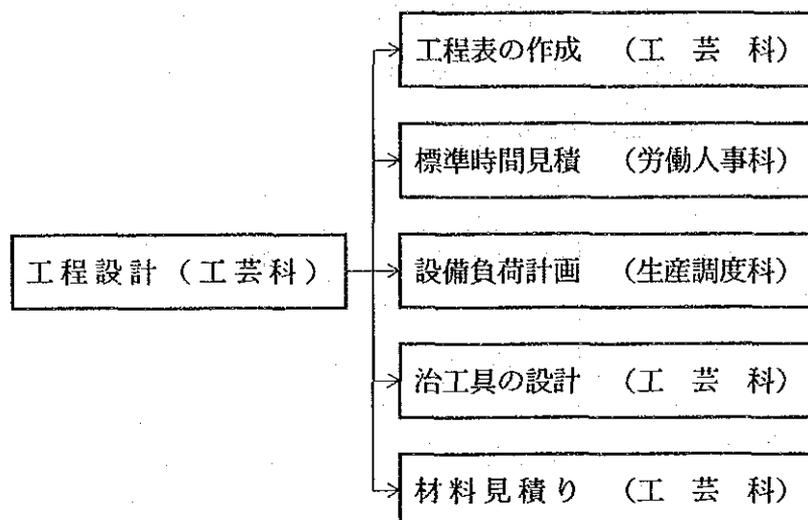
### 考 察

a) 作業員の比率が 直接 : 補助 = 4 : 3 であるのに比べ、設備台数の比率は直接 : 補助 = 3 : 1 である。

すなわち補助作業員1人当たりの設備台数は1/2以下である。補助作業が労力に依存していることを示している。

#### 4.1.5 生産準備

生産準備は、製造工程を決め、必要な資源を手配することである。生産準備の流れと担当部門を図Ⅱ-55に示す。



図Ⅱ-55 生産準備流れ図

ここでは次の事項について述べる。

- ・工程設計
- ・標準時間の設定
- ・治工具準備

##### 1) 工程設計

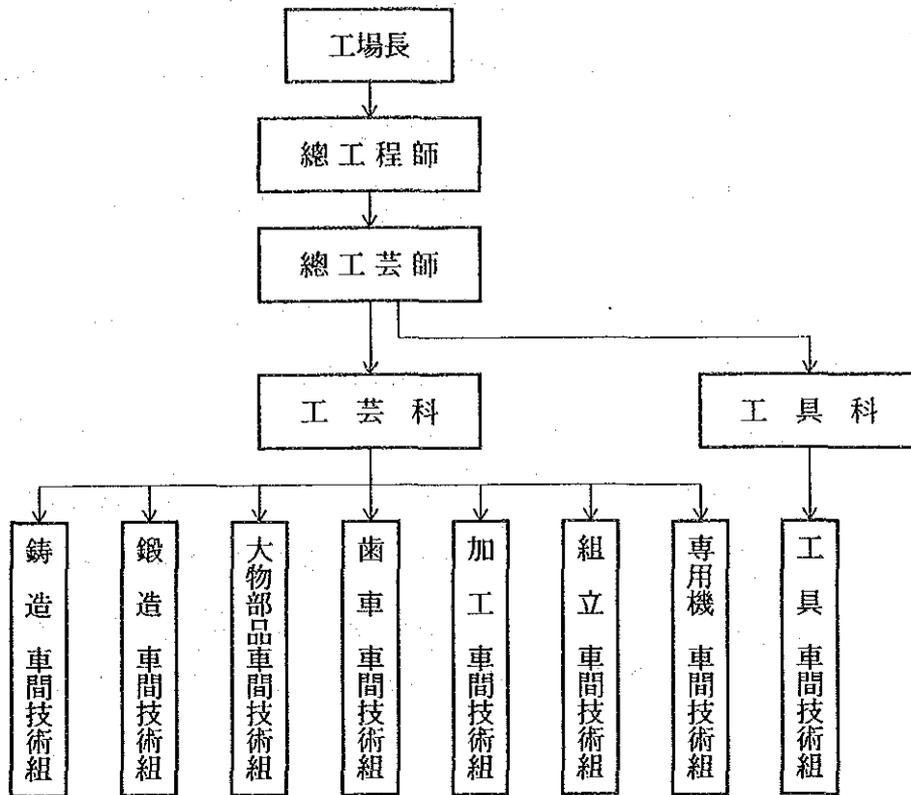
###### 現状

工程設計は、あらゆる生産準備活動の基本計画であり、製造品質、人員（工数・技能）・設備・治工具・材料などの資源および製造日程を実質的に規定する重要な業務である。

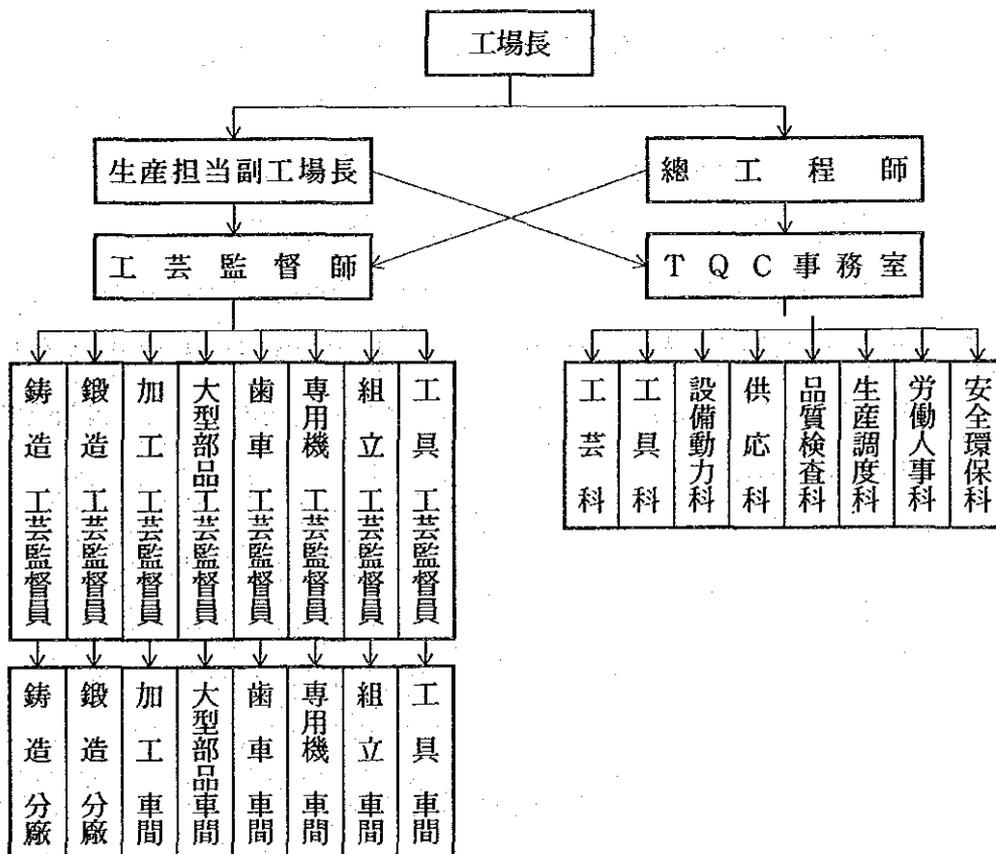
工程設計は工芸科の担当である。手順は次のとおりである。

- (1) 製品別の担当方案者が原案を作る。
- (2) 工程別の専門技術者が現有の設備・技術と対比して可能性を検討する。
- (3) 車間側の同意を得る。

工程設計が適切に行われ、かつ使用されるように、関係科・車間との間にネットワーク体制が置かれている。その体系を図Ⅱ-56および図Ⅱ-57に示す。



図II-56 工芸管理組織体系ブロック図



図II-57 工芸規律監督体系ブロック図

工程設計の結果は、所定の「工程表」に記載される。

工程表の様式は、機械加工用（機械加工工芸過程カード）・組立用（装配工  
序表）など対象によって使い分けされている。

工程表の例を図Ⅱ-58、および図Ⅱ-59に示す。

工程表には、作業内容の他、所要の資源、すなわち設備・治工具・予定時間  
・材料を記入する欄があり、基本的にはこの1枚にすべての工程情報が集約さ  
れることになっている。

工程の中で特に手順の複雑なものについては、さらに詳細な「作業指導書」  
（機械加工工序操作指導カード）が作成されている。とりわけ旋盤とスライド  
ユニットは丹念に書かれており、工程の詳細な図解・使用するジグ・加工条件  
・チェックポイント・準拠すべき標準などが記載されている。その例を図Ⅱ-  
60に示す。

さらに品質上の重要な管理点に対して「品質管理点明細表」（工序質量分析  
表）が作成されている。これは品質の特性要因分析にもとづいて、点検点とそ  
の方法および責任者を決めたものである。例を図Ⅱ-61に示す。

工芸科は工程設計の結果必要と判定した治工具を設計する。

また（客先納入の）専用機のツーリング計画も担当している。

工芸科は製品の構想設計段階から参画し、作り易い設計の実現に寄与してい  
る。しかし技術的要求が現有の工程能力を超える場合は、打開策を検討しなけ  
ればならない。通常採られる方策は外注であるが、恒久策として設備改善を具  
申することもある。

湖北机床厂		机械加工工艺过程卡片		产品型号	SEME400 <sup>400</sup> <sub>030</sub>	外件图号	11002-09707 11002-09715	共 27 页
		毛坯种类	铸件	产品名称	机械滑台	外件名称	滑座	第 1 页
日期	11300-GS 5679-05	毛坯尺寸		毛坯重量		重量		备注
工序号	工序名称	工 序 内 容		车 间	设 备	工 艺 装 备		工 列
I	铸	按图要求铸毛坯 加工面不允许有气孔砂眼和未砂心面 不许有铸造缺陷 导轨面不允许焊补。						
II	待	清砂去毛刺要求心面平整美观。						
III	热	人工时效硬度要求 HB190-225。						
IV	划	按图要求和划线基准 借正各部毛坯余量 划整 体中心线和加工线 打样冲眼 要照顾到内腔非加面。				划线卡尺: 0.05x500		
V	刨	1. 以D面两导轨面为基准 校正中心线 找线 垫平 压牢 粗刨A面 粗刨两侧面 至工序图尺寸要求。		B02020		218-1014 45° 铁刀 钢板尺 1m 218-1013 45° 刀 刨 218-3027 压板面 刨刀		
		2. 以A面为基准 校正中心线 压牢 粗刨各面至工序图尺寸要求。				218-3014 切屑切槽刨刀 218-1017A 侧面左刨刀 218-1018B 侧面刨刀		
				制 图	审 核	会 签	标 准 化	
				(日期)	(日期)	(日期)	(日期)	
				11300-GS	5679-05	11300-GS	5679-05	

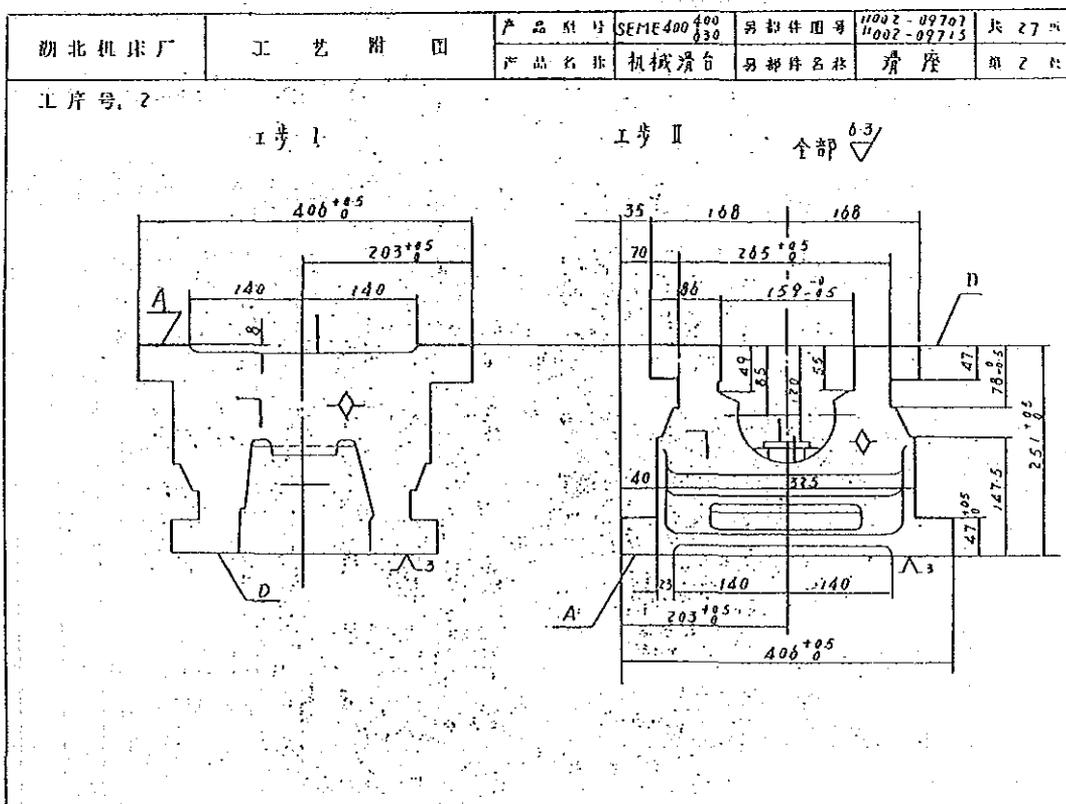
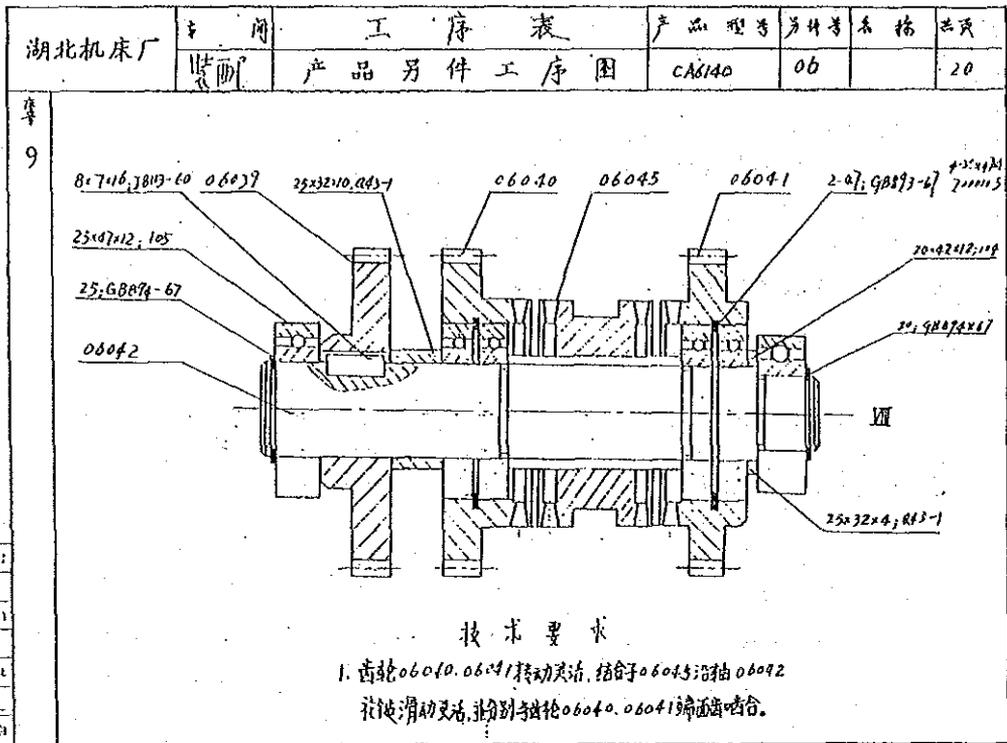


图 II-58 机械加工工程表 (スライドユニット用ベッド)



湖北机床厂	图	装 配 工 序 表	产 品 型 号	部 份	共 页
	装配		CA6140	06	第18页

序 号	工 序 名 称 及 内 容	装 入 另 件 号 子	数 量	工 艺 名 称 与 设 备 编 号	材 料 名 称	数 量	备 注	
9	<b>装配Ⅳ轴06042成组件</b>							
	1. 将弹簧圈2-47、GB893-67分别装入齿轮06040、06041槽内，然后将轴承25×47×6、7000105分别装入齿轮06040和06041孔内。	06040	1	27475582-2	弹簧圈	1		
		06041	1	603-3223	冲杆	1		
		47; GB893-67	2		冲杆	1		
		25×47×6, 7000105	4		油压油	1		
	2. 以轴06042为主件装配齿轮06040、接合子06045、齿轮06041，然后装隔套25×32×16、243-1、平键8×7×16、JB113-60、齿轮06039，达到技术要求。	06039	1		平键	1		
		06042	1	603-3003	冲杆	1		
		06045	1	603-3001	冲杆	1		
		25×32×16, 243-1	1					
		8×7×16, JB113-60	1					
		3. 将轴承20×42×12、104、25×47×12、105、弹簧圈20、GB894-67、25、GB894-67分别装在轴06042上，达到齿轮和轴承转动灵活，弹簧圈卡入槽内。	20×42×12, 104	1	8154235811	弹簧圈	1	
			25×47×12, 105	1	603-3002	冲杆	1	
	20; GB894-67		1	603-3003	冲杆	1		
		25; GB894-67	1					

图 II-59 组立工程表 (旋盘·齿车轴)

湖北机床厂		机械加工工序操作指导卡片		产品型号	SE11E, 320, 400, 500	零部件号	3200-2	共2页 第1页				
工序编号	20	设备编号	M-078	夹具编号		准备时间		单件工时				
工序名称	精磨	设备名称	上垂导轨磨	夹具名称	等高垫	换刀时间		生产定额	件			
工 艺 规 范												
精度: 1. 底平面A												
2. 辅助基准面B												
3. 导轨上平面D												
4. 斜导轨面C、E												
精度: 以A面为基准 精度 $\phi$ 下导轨面												
工 序 质 量 控 制 内 容												
序号	项 目	内 容	代 号	检查项目	精度范围	测量工具		检查频次和检测手段				重要度
						名称	编号	首检	自检	互检	巡检	
1	尺寸测量	1. > 用细布将工作台等高垫擦干净, 将工件吊起擦净D面, 不允许有效屑致粒和棉纱纤维。 2. > 以D面为基准, 将工件轻轻吊起落位, 按步骤量面B面在0.01以内, 用塞尺量工件与等高垫接触面间隙, 如有间隙则塞入铝垫塞尺。	1	D面纵向直线度	0.012	精密千板	9058, 1500-2452					II
			2	A、D面平行度	0.02	水平尺	0.02					III
			3	E、C面平行度	0.012	塞尺	0.02	小	检	检	检	III
			4	F与D面平行度	0.012							III
				设计(日期)	审核(日期)	标准化(日期)	会 签(日期)					
				设计(日期)	审核(日期)	标准化(日期)	会 签(日期)					

湖北机床厂		机械加工工序操作指导卡片		产品型号	SE11E与SE11E	零部件号	3200-1	共2页 第1页					
工序编号	9	设备编号	P-027	夹具编号		准备时间		单件工时					
工序名称	中频淬火	设备名称	中频	夹具名称		换刀时间		生产定额	件				
工 序 规 范													
图号	11002-00469	排工件口装夹号	023-10	中频频率	4000	电压(伏)	800	电容	全投				
	11002-09107		023-11		4000		800	投5K	60-74				
	11002-09715		023-11		4000		800	投5K	52-58				
	11002-09220		023-12		4000		800	投12K	60-64				
	SE11E-500-10				4000		800	投1K	50-62				
	11002-09210				4000		800	投1K	50-62				
工 序 质 量 控 制 内 容													
序号	项 目	内 容	代 号	检查项目	精度范围	测量工具		检查频次和检测手段				重要度	
						名称	编号	首检	自检	互检	巡检		
1	检查	清理清灰导轨表面油污, 找用毛刺, 翻边等, 大型检查导轨表面质量缺陷, 发现气孔, 疏松, 破裂等缺陷, 未及 $\phi$ 反应作标记, 经检验员核实, 重大缺陷向有关部门反映, 未经答复, 拒绝投入生产。		各号找圆度及检查	$\phi$ 11.680	千分尺			小	检	检	检	III
2	装夹	将清灰后上手与排工件对齐, 装夹等高垫, 正清灰侧母线, 使清灰侧运行, 走流, 不晃动, 更换好民帽挡块。		B、C、D、E面									III
				设计(日期)	审核(日期)	标准化(日期)	会 签(日期)						
				设计(日期)	审核(日期)	标准化(日期)	会 签(日期)						

图 II-60 作业指导表 (スライドユニット用ベッドの研削工程)

湖北机床厂		产品质量控制点明细表				产品型号	SEME 320, 400, 500	3000-1	
						产品名称	机械滑台	共 1 页 第 1 页	
序号	零件图号	零件名称	项目			特性值			检验单位
			项目	特性值	滑台规格	SEME 320	SEME 400	SEME 500	
1	11002-08469	滑座	1 导轨上平面纵向直线度	0.01	0.018 1000:0.01	0.02 1000:0.01	组合机车间		
	09707		2 导轨上平面横向直线度	0.006	0.007	0.008			
	09715		3 导轨上平面与底平面平行度	0.014	0.02	0.022			
	09210		4 两侧导轨面的直线度	0.01	0.018 1000:0.01	0.02 1000:0.01			
	09226		5 导轨两侧面平行度	0.012	0.012	0.012			
			6 下导轨面对导轨上平面的平行度	0.012	0.012	0.012			
				7 D.C.E及两下导轨面淬硬	HRC40-45	HRC40-45		HRC40-45	热处理车间
2	11002-08477	滑台	1 两侧导轨面的直线度	0.01	0.01	0.01	组合机车间		
	08832		2 滑台导轨面的直线度	0.01	0.01	0.01			
	08840		3 滑台导轨上平面的平面度	0.025	0.032	0.032			

湖北机床厂		工序质量分析表				产品型号	SEME 320, 400, 500	3100-							
						产品名称	机械滑台	共 3 页 第 1 页							
工序号	工序名称及内容	设备图号	控制点				原时工时原图分析				项目	规格	责任者	备注	
			项目	规格	公差	部位	项目	规格	公差	部位					
20	精磨导轨面	MH5119A	导轨上平面纵向直线度 320:0.01 400:0.015 500:0.02	(1)	0			操作人图	操作水平偏斜	配合的工件	热处理	1件/组	操作	0	牙人特黄瑞川 苏晋村 李刚
			导轨上平面的横向直线度 320:0.006 400:0.007 500:0.009	(1)	0			机床	机床的基础水平和扭曲	控制导轨精度	导轨度 0.01	12/年	设	0	设计科
			两侧导轨面的直线度 320:0.01 400:0.015 500:0.02	(1)	0			砂轮驱动	砂轮驱动号 砂轮动 砂轮封油 砂轮平衡	控制横向导轨精度	控制度 0.01	12/年	设	0	设计科
			导轨上平面与底平面的平行度 320:0.016 400:0.02 500:0.025	(1)	0					控制精度	控制度 0.01	12/年	设	0	设备科

图 II-61 品质管理点明细表 (スライドユニット用ベッドの研削工程)

## 考察

- a) 工程設計は、実行可能であることが絶対条件となるため、現有の設備と現有の技術・技能を前提として行う。そのため現行の方法に問題があっても直ちに解決ができなければ妥協せざるを得ない。とくに工数またはコストに許容限界が設定されていない場合は、新しい工法の採用に消極的になり勝ちである。

現状を見ると、後述するような標準時間の性格とも関連して、より安く・より早い工法より、安定で堅実な工法を指向しているように思われる。市場経済下の生産技術では、より攻撃的な工程設計への切替えが必要である。

- b) 専用機のツーリング計画では、新しい工法やより高い条件を顧客に提案することが求められる。個別の仕様に応じて客先に喜ばれる提案をするには、日頃から加工技術に対して先進的な試みを行い、ノウハウを蓄積することが重要である。

これに対し、現状の環境は情報の入手、試作体制など十分ではない。

- c) 工程表の様式には必要な情報がすべて記入されるようになっている。しかし実際には、空欄のままの部分も少なくない。それらは次の段階で記入されることになっている標準時間・治工具番号・材料取り寸法などである。

記入されない理由は、業務に応じて別の様式が用いられているため、重複して記入する必要がないからである。

しかし、そのためデータベースとしての工程表の価値が低くなっている。

現状のように手書きで処理する場合、データベースの作成は困難でもあり、またその必要性も認識されにくい。電算化されればデータベースの重要性も認識され、また困難さも同時に解消されるであろう。

## 問題点

- a) 工程設計の検討が入念に行われる結果、遅れ勝ちとなる。専用機の場合とくに問題である。とりわけ組立工程は日程計画が立てられない。このことが引いては進捗管理を難しくしている。

## 2) 標準時間の設定

### 現 状

工程設計に基づいて工程毎に標準時間が設定される。

標準時間は製品コストの予測・負荷山積み調整など、技術的・管理的な目的で用いられている。

標準時間の設定は労働人事教育科が担当している。このことから、標準時間は労働負荷または成果の配分のための基準として重要視されていることが認識される。

標準時間には基準としての公平さと一貫性が求められる。そのため、一定の方式に従って算出される。この方式は、機械電子工業部によって1982年5月に「机床行業機械加工（熱加工）労働定額時間標準」として統一的に制定されたものである。

この時間標準は、一種のコストテーブルである。加工物の材質・形状・寸法・要求精度および加工機械を与え、早見表によって所要の時間を見出すものである。

これを用いれば、同じ加工物はいつ、誰が、どこで査定しても同じ値の標準時間が得られる仕組みである。

標準時間は、準備時間と加工時間に分けて算出される。

準備時間は、1ロットに対して適用する。加工時間は、1個当たりの加工もしくは作業に要する所要時間である。単位はそれぞれ時：分である。

算出された標準時間は、所定の「部品工程・時間集計表」（零件製造工藝路線表）に記載される。この表は、工程種類別に、工程の順番と時間を記入する様式になっていて、工程順序と所要時間を集計するのに便利な様式となっている。この部品工程・時間表の例を、図Ⅱ-62に示す。



## 考察

- a) 標準時間の水準については、レーティング係数が確かめられなかった。しかし実際の作業密度を見るかぎり、決して厳しいものではない。
- b) 標準時間と実働時間との比較については、前掲の [4.1.3, 1)] で説明したとおり、

$$\frac{\text{標準時間}}{\text{実働時間}} = 0.848, \quad \frac{1}{0.848} = 1.18$$

である。

- c) 一方、報奨金の根拠となる能率（工効指標）が1.0より高めであることについて [4.1.3, 1) c)参照]、労働人事教育科は調整係数を掛けているためであると説明している。

この係数の判断要素は、工場長を含めた関係者の協議により、下記の事項を考慮して慎重に決定され、決して恣意的に運用されることはないと言うことである。

- ・ロットサイズ
- ・累計加工回数（経験の蓄積度）または新規性
- ・複雑さ・難易度
- ・加工設備の老朽度

現状の調整係数は概ね 1.2~1.3 の間にあるということであるが、この値は上記の数値とも一致する。

工場長は能率向上を促進するため、今年度は調整係数を一律5%程度切り下げたいという意向を持っているようである。

## 問題点

- a) 標準時間設定の基準となっている「机床行業機械加工（熱加工）労働定額時間標準」は、その裏付けとなる加工条件などを示していない。作業の代償を査定する目的には差し支えが無いが、どこでどのような方法で加工されても同じ結果となるので、方法改善のツールとしては使えない。

b) 本来根拠とすべき実際の作業方法や加工条件を観察せず、机上で設定しているため、実態と遊離した時間になっている。

例えば、実態上は多数個付けや自動送り時の並行作業が可能であっても、これを反映していないようである。

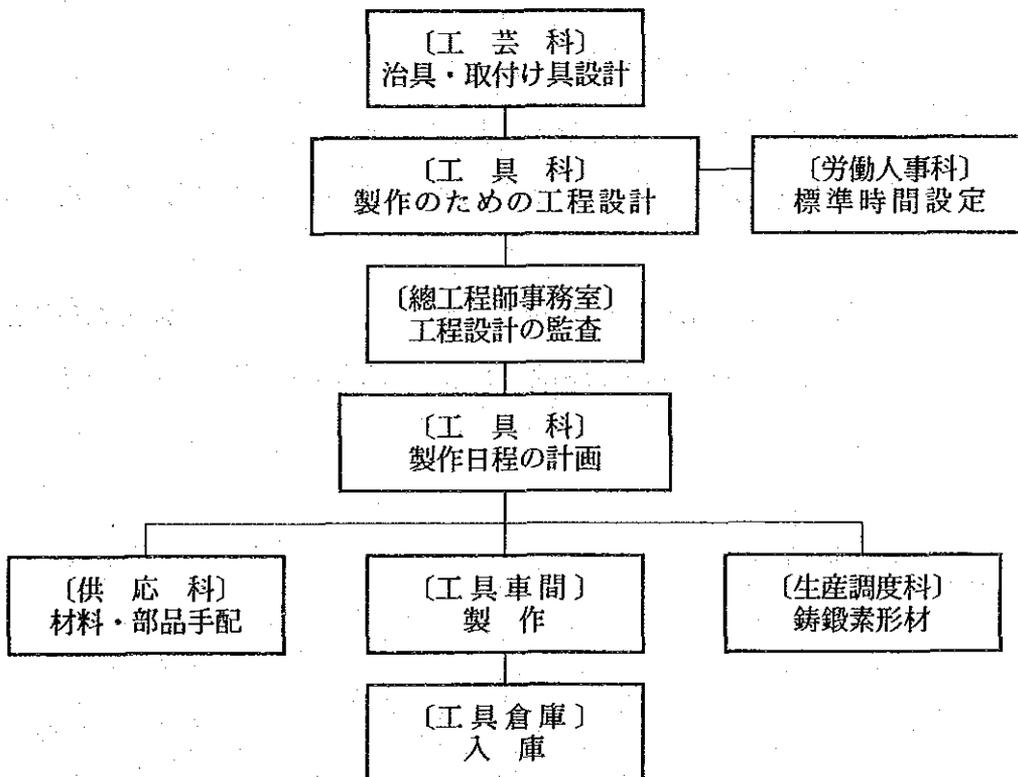
c) このような実情を背景にして、調整係数を一律に切り下げるといような方法で能率向上を図っても、根拠が明確でなく説得力に乏しい。

### 3) 治工具準備

#### 現 状

治工具に含まれるものは、①治具・取付け具、②消耗工具、および③測定具である。

治具・取付け具の準備に関連する科・車間の分担は図Ⅱ-63のとおりである。すなわち、工程設計に引き続いて工芸科で治具・取付け具の計画が行われた後、工具科によって手配が進められる。



図Ⅱ-63 治具・取付け具準備の流れ

新規に製作する治工具の頻度は、月間30件程度である。

治具・取付け具の予算は年間売上高に対して5～10%の範囲で設定されている。新製品の場合は、個別に予算枠が設定される。

1990年における自製治具・取付け具費用の実績は50万円であった。

治具・取付け具で技術面とあわせて重要なことは、必要なタイミングに間に合わせることである。

工具科は計画から完成まで一貫して、納期と品質に対し責任と権限を持っており、工具車間の負荷調整や稼働計画は実質上工具科が行っている。

治具・取付け具の品質は、2段階で評価される。第1は設計どおりに製作されているかどうかである。第2は予期した効果があるか、使い易さはどうかなどの審査である。治具・取付け具が完成すると工芸科・工具科・品質検査科・工具車間およびそれを使用する車間の技術者の立会いで5個分の試作が行われる。全員の納得が得られた時点で初めて図面にサインが入れられる。

治具・取付け具は、使ってみないと具合が分からないことが多いため、このように設計段階の審査よりも製作後の審査に重点が置かれている。

消耗工具は予算管理の目処を1台1時間1元または各車間部門費の3～5%としている。

工具科は各車間の消耗工具予算を預かって執行している。

標準的な工具は2年に1回の見本市でまとめて注文することになっている。そのほうが8～10%安く購入できる。1990年における購入実績は全工場で20万円であった。

消耗工具は旧品と引換えに新品を渡すことにしている。消耗した現品を観察して異常な損耗を発見した場合は、原因を調査することになっている。

## 4.2 鑄造

### 4.2.1 鑄造部品の種類と量

#### 1) 鑄鉄品

鑄鉄品は製品重量の大部分を占める。旋盤CA6140の場合で約73%である。

使用する鑄鉄のクラスはHT10, HT15, HT20, HT25 およびHT30である。それぞれ

J I S (日本工業規格) のFC10, FC15, FC20, FC25, FC30に相当する。

主要部品の名称・材料および完成重量は、表Ⅱ-53のとおりである。

単体では専用機のベッドに最大約10Ton のものがある。

表Ⅱ-53 主要鑄鉄部品の名称・材料および完成重量

製 品	部 品 名 称	材 料	完成重量kg
旋 盤 CA6140	ベッド(床身)	HT30-54	595
	前部脚(前床腿)	HT10-26	208
	後部脚(後床腿)	HT10-26	112
	主軸頭(床頭箱体)	HT20-40	214
	サドル(床鞍)	HT15-33	67
	エプロン(溜板)	HT15-33	51
	送り歯車箱(進給箱)	HT15-33	37
スライドユニット (行程630)	ベッド(滑座)	HT30	350
	テーブル(滑台体)	HT20	172
専用機	ベッド コラム	HT20	10t以下 3t以下

年間生産量は、1990年の場合、鑄放し重量で約686Tonであった。

歩留り率を70%とすると溶解(鑄込み)量約1,000Tonに相当する。これは当工場の3Ton キュボラで十分まかなえる量である。

なお、工場では年間能力(鑄放し重量)を2,880Tonと想定している。

内製しているのは、旋盤の中小物部品とスライドユニット部品が主体で、旋盤ベッドなどの大物、あるいは数量のまとまったものは、外部の専門工場に依存している。

地域の環境規制から当工場に対する生産枠は年間1,500Tonである。このため工場としては、これ以上の内製の拡大は考えていない。

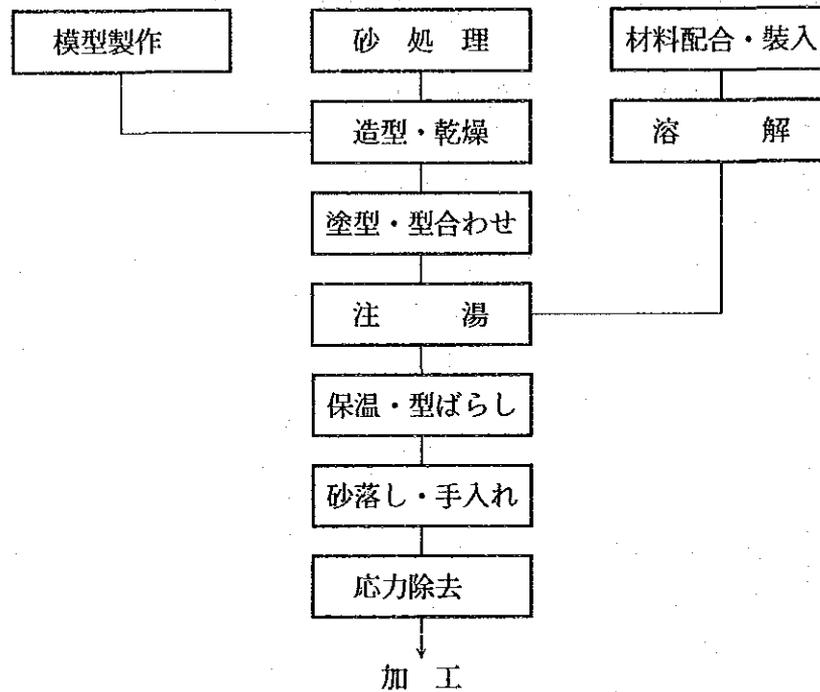
## 2) その他の鑄造品

鑄鉄以外に、アルミ合金と銅合金を生産している。

生産量はそれぞれ年間に 2 Ton と 3 Ton 程度であり、20kg/H溶解炉で十分にまかなうことができる。

### 4.2.2 鑄造工程の概要

鑄造工程の概要は、図Ⅱ-64のとおりである。



図Ⅱ-64 鑄造工程

## 1) 模型製作

### 現 状

模型は「木型」が主体である。標準小物部品には「金型」も採用しているが僅かである。

木型の製作時間は最大のもので延べ 100時間、製作期間は約 1 週間である。

木型の製作能力は十分であり、鑄物を外注する場合でも木型は支給する。

木型の製作は鑄造車間と別棟の木型場で行われている。

使用済の木型は 3 カ所の倉庫に分散して保管されている。

### 問題点

- a) 木型は使用中に変形や損傷が生じ易い。繰り返し使用するものについては定期的な精度検査を行い、必要に応じて補修をおこなうべきである。  
しかし現状では、定期検査や補修が満足に行われていない。このことが不良発生の一因となっていると考えられる。
- b) 金型は極めて限られた範囲にしか採用されていない。重要かつ繰り返しの多いものを優先に、採用を拡大すべきである。
- c) 模型の保管場所は3ヶ所に分散している。保管中も検査は行っているが場所が狭隘で目が届きにくい。

## 2) 造 型

### 現 状

鑄型は、最も一般的な「生型」法を採用している。鑄物砂は湖南省から入手している。

鑄型場の建屋面積と高さは表Ⅱ-54のとおりである。

表Ⅱ-54 鑄型場の建屋面積と高さ(単位=m)

	長 さ	巾	高 さ
北 棟	75.9	11.2	6.8
南 棟	75.9	11.4	6.8

造型作業は主として北棟で行い、南棟では注湯を行う。

回収した砂は約90%が再使用される。補充する新砂あるいは配合材料の量は表Ⅱ-55のとおりである。

表Ⅱ-55 鑄物砂の月間補充量(月産50台の場合の標準量)

(単位=Ton)

珪 砂	55
ベントナイト	27.2
ベンガラ	1.5

新砂は、屋根付きのヤードからサイロに取り込まれ、必要に応じて混練装置に補充される。混練装置で返り砂と新砂が調合され、コンベアによって2台の貯蔵槽に送られる。混練装置と貯蔵槽の容量・能力は、表II-56に示すとおりである。

表II-56 混練装置と貯蔵槽の容量・能力

装置名	設置場所	能力・その他
回収砂再生・混練装置	北棟東隅	40 m <sup>3</sup> /時 自製
回転式貯蔵槽	南棟南側	4 m <sup>3</sup> /時 自製
回転式貯蔵槽	南棟南側	2.4 m <sup>3</sup> /時 自製

型枠の寸法は約500mmから約3000mmのものまで使われているが、800×1100のものが最も多く用いられている。

造型機が1台用いられている。振動で砂を固め、反転して型を抜く方式のもので、800×1100の型枠用である。

造型の終わった型枠は、乾燥炉に入れて乾燥させる。乾燥炉は2基あり、それぞれ間口3,000mm×奥行5,000mmである。乾燥炉の4つの温度自動記録計は現在全て故障したままである。

型の運搬は、専ら天井クレーンによっている。フォークリフトは使用していない。通路が確保されていないために、地上の運搬機器は使えない状態になっている。棟間の移動は軌道台車によっている。

天井クレーンは、北棟（造型）に5Tonが3台、南棟（溶解・鑄込み）には5Tonが1台と3Tonが2台ある。

**問題点**

- a) 型場および注湯場は、作業中または待機中の型枠で塞がれ、通路さえ確保できていない。
- b) 型場および注湯場の天井が低い。クレーンの吊り上げ高さが十分に無く、型の反転、製品の反転あるいは大物の鑄込みに支障がある。
- c) 造型機が1台しかなく、しかも旧式である。増設を要する。
- d) 設備が全般に老朽化しているにもかかわらず、保全が満足に行われていな

い。製品品質に影響を与えるような重要な設備・計器、例えば乾燥炉の自動温度計などは早期に改善する必要がある。

### 3) 材料配合・溶解・注湯

#### 現 状

原材料は、生銑・故銑・返り材・鋼屑・合金鉄 (Fe-Si, Fe-Mg) などの地金およびコークスである。故銑の中には不良品となった鑄鉄品を回収したものが多く含まれている。

1990年の場合、新しく投入した生銑は、226トで、溶解重量の約1/4である。原材料の消費量(1990年)を、表II-57に示す。

表II-57 原材料消費量(1990年)

原材料	消費量(ト)
生 銑	226
鋼 屑	163
Fe-Si	13
Fe-Mn	18
故 銑	450(推定)
コークス	152

地金は成分分析を行い、これをもとに配合している。配合は、供給用のバケツトに入れ、200kg単位で行われる。予め山分けした地金を台秤で秤量し、確認した後そのままロードで供給する。

溶解は、3Ton キュボラで行う。これには容量3Ton の前炉が付いている。すなわち、単体3Ton までの鑄込みが可能な構造である。

通常の溶解速度は、200kg/5分である。すなわち実力上は、2.4Ton の能力と考えられる。キュボラは1960年に設置されたものである。

注湯は250kg~最大1Ton の取鍋によって行う。3~4人が組になって作業する。作業中は麦わら帽子をかぶっている。

## 問題点

- a) 原材料は便宜的に分けて置いているが、置き場所を種別ごとに完全に固定している訳ではない。従って混同することが懸念される。事実そのような例が起こっており、例えば鋼屑と故銑を混在させたり、異なるクラスの生銑を混在させたりしたために、正しい配合が不可能になった事実があるという。
- b) 原材料のうち、特に鋼屑と故銑は成分のばらつきが大きく、これが製品品質に影響している。
- c) 材料の成分分析を行って、これを配合に反映することになっているが、作業日程に間に合わない場合があるという。
- d) キュボラの場合、材料を切り換えるとき成分が安定しにくい。事実、技術主任の談によるとこれが悩みであるらしい。  
根本的な解決策は無いが、ロットの大きさや溶解順序を配慮することによってある程度解消できる。
- e) 工場の説明によると、90年秋キュボラの風箱に亀裂が発生し、その後も度々溶接補修したが、抜本的な対策は打たれていないという。これは設備保全が満足に進まない例として挙げられた。

## 4) 砂落とし・応力除去

### 現 状

型ばらしはエアハンマによる手作業で行われている。

砂落としは、小物に対してタンブラー式砂落とし機、大物に対してウォーターブラスト式砂落とし機を用いている。後者は自製設備（1982年）である。

応力除去は、「枯らし」法、「焼なまし」法および「機械的振動」法の3種類の方法を採用している。最初は、全面的に枯らしによっていたものに、焼なましと機械的振動法を順次加えたが、それらの使い分けはまだ確立していないようである。

焼なましのための炉は鍛熱分工場に設置されている。

機械的振動法は1987年から採用し、大物の旋盤ベッドなどに対しその簡便性

と低コスト性を生かそうとしているが、実際には結果はあまり良くないということである。保有する振動時効装置は1台で、型式AZ-86Aである。

枯らしは、屋外に1年余り放置する必要があるため、約500㎡の面積が占有されている(図II-65)。ここは外注から納入された大物の仮置き場も兼ねている。



図II-65 鋳鉄品の「枯らし」

#### 問題点

a) 枯らしを全品に対して行っている訳ではないが、そのために1年分の資金を寝かせ、さらに広い土地を占有している。

鑄造応力は、凝固後の保温と徐冷を正しく行えば、減少させることができる。先ずこれを行った上で、振動法を応用するか、焼鈍炉による方法に切り換えるべきである。

## 5) 工程における品質管理

### 現 状

次のような不良を実際に目撃した。

- (1) 荒削り後の旋盤ベッド案内面に巣が発見され、溶接補修中。
- (2) 中周波焼入れ前に測定した旋盤ベッド案内面の硬さがH<sub>B</sub> 173 ~191 の範囲で連続的に変化していた。
- (3) 型の食い違いと曲がりのために、削り代不足となったスライドユニット用のベッド。

鑄造工程内における検査項目と方法は、表Ⅱ-58に示すとおりである。

表Ⅱ-58 鑄造工程内の検査項目と方法

対 象	検査項目	方 法	使用計器
模 型	寸法・形状	人と方法を決めて チェック	定規類
鑄 型	強 度 通気性		強度試験機 通気性試験機 通気性測定器
試 料	化学成分	専門検査員による検査	比色計
製 品	硬 さ 寸法形状 外観	工程内検査 専門検査員の完成検査 専門検査員の完成検査	ブリネル硬度計 定規類 目視

鑄鉄品は1990年度に合計 111トンの廃却品が出ている。鑄放し重量 618トンに対して16%強になる。

この高い廃品率は、慢性的に続いており、改善の兆候が見えない。

### 考 察

- a) 廃品率が高いことについて、工場側の説明は次のとおりである。
  - (1) 鑄造は、多くの工程が連鎖的につながっており、その内どこかの工程に問題があれば、不良が現れる可能性がある。
  - (2) 現在の品質水準は、当工場だけの問題ではない。例えば、1990年4月施行の「武漢市鑄造品生産合格許可証試験規範」では鑄造品の廃品率を $\leq 12\%$ と規定している。HT25 クラス以上の高級品の場合は難易度を考慮して18

%まで許容することになっている。

これは当地域の生産条件と資材事情から妥当とされた水準である。

(3) 当工場における不良発生要因は次の通りである。

〔人的要因〕：若手が多く、経験・技能・責任感が不足している。

〔設備要因〕：設備の多くは自製で、長期間の砂塵環境の中での稼働により損耗が進んでいる。設備・計器類が損傷しても予算措置が難しく修復が延び延びになっているのが現状である。生産が設備の影響によって遅れ、作業者は遅れを取り戻そうとして品質に構わず生産を上げようとする。結果的に品質が低下している。

〔材料要因〕：規格に合った地金の入手が困難である。地金の分析試験が日程に間に合わない。置き場所が固定していないので地金の種類を取り違える。それでも敢えて生産せざるを得ない。

〔管理要因〕：生産ロットが小さい。HT30の高級クラスはもともと炉の操業や化学成分の制御が難しいが、殊更難しくなる。

〔検査・測定要因〕：素形材の寸法公差が厳し過ぎる。検査によっていたずらに多くの不合格品を出してしまう。不合格品の中には、改めて採用されるものもあるが廃却されることが多い。

また、模型の定期検査・補修が満足に行われていない。

b) 工場の説明は、観念的で数値的な裏付けが乏しい。これらの要因が複雑にからんでいることは否定できないが、その中から特に寄与率の高いものを見出すことが必要である。そのためには、先ず不良現象のパレート分析を行った上で、その上位の現象を層別してみるのが有効である。例えば、鑄鉄クラスによる層別とか、季節による層別などが考えられる。

1989年と1990年の月別廃品率（前掲3.6.8 表Ⅱ-30）を、図Ⅱ-66に示すようなグラフにしてみると、明らかに周期性が認められる。この周期性の原因が判明し、これに対して手を打つことができれば不良はかなり減少すると考えられる。

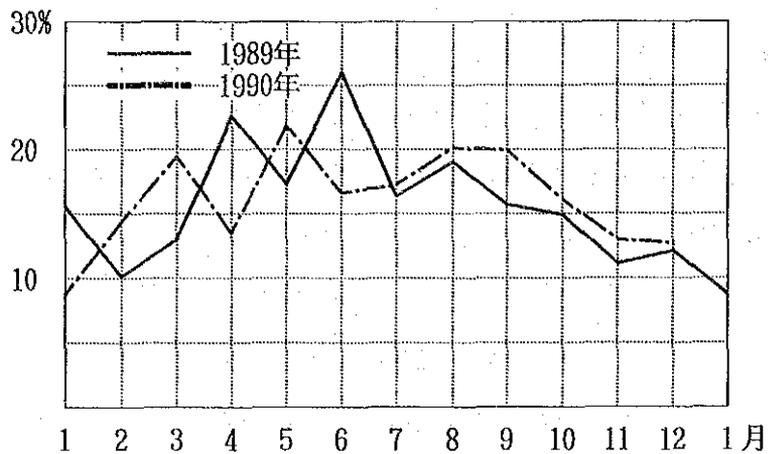


図 II - 66 鋳鉄品廃品率の年間周期

問題点

a) 廃品率が慢性的に高いが、具体的な方針・方策を持ち合わせていない。

理由として挙げている中には、例えば

- (1) 造型には未熟な作業者が多い。
- (2) 遅れを取り戻すために品質がおろそかになる。
- (3) 地金を混在させるので適正な配合ができない。

など、日常の職場管理で解決できることが含まれている。さらに

- (4) 設備がなかなか補修できない。
- (5) ロットが小さいので品質が安定しにくい。
- (6) 検査基準が妥当でない。

などのより高い階層で解決すべき問題もある。

いずれにせよ、現在（やる気になればできるのに）解決できない問題は、真の原因の追及と、改善の努力をしない限り、今後も解決できない。先ず考えを改めることが必要である。

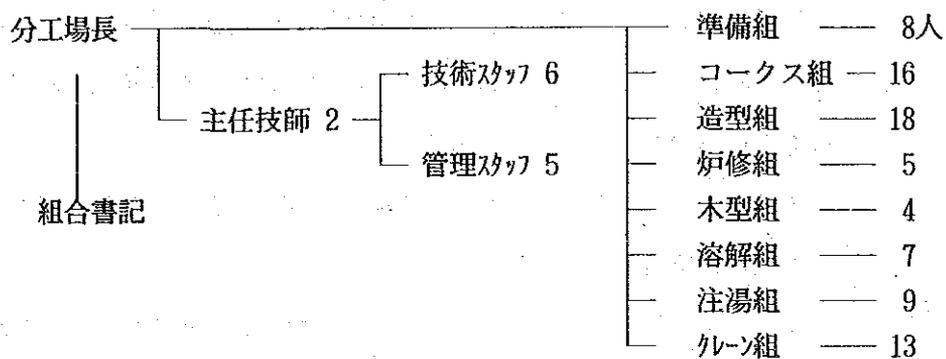
### 4.2.3 作業組織と人員構成

#### 現 状

#### 1) 作業組織

鑄造車間は鑄造分工場に所属し、分工場長・主任技師・スタッフを含め総員95名（1991年3月調査時）である。組織・人員・役割を、図Ⅱ-67に示す。

技術スタッフは鑄造方案・設備治工具の計画を担当する。



図Ⅱ-67 鑄造分工場 組織図

#### 2) 人員構成

鑄造車間の作業員の職種別・経験年数別人数を、表Ⅱ-59に示す。

表Ⅱ-59 鑄造車間 職種・経験年数別人数

職 種	3 年以内	4 ～ 9 年	10年以上	合 計
造 型	10	5	19	34
模 型		3	4	7
注 湯			6	6
溶 解		1	9	10
溶 接		2		2
砂処理		1	5	6
補 助	4	6	5	15
合 計	14	18	48	80

#### 3) 勤務形態

原則として2交代である。

## 考 察

- a) 全体として経験者が多い。これは若年者の多い当工場では例外的である。造型には経験の浅い者もいるが、一方経験豊かな者もいるからむしろバランスが良い。工場が言っているほどの弱点ではない。

### 4.2.4 環境・衛生

#### 1) 環境対策

排煙に対しては、地域環境保全の見地からの規制を受けている。対策のため既にこれまで20万円を投資したが、これ以上はむしろ生産量を抑制する方向に行くというのが工場の方針である。

主な対策は、3Ton キュボラの煙道に集塵装置を設けたことである。今のところ良好に運転されている。

ウォータブラストによる砂落としでは汚水が発生するが、沈澱処理したのち放水している。

#### 2) 労働衛生

衛生上の見地から監視の対象とされている作業は、表Ⅱ-60に示すとおりである。

表Ⅱ-60 鑄造関連 有毒有害作業

有毒有害物質	作業箇所	数量
珪塵	コークス粉の処理・搬送設備	1箇所
珪塵	乾燥砂の処理・搬送設備	1箇所
珪塵	篩い装置	2箇所
珪塵	ショベルによる清掃作業	3箇所
珪塵	型ばらし	1箇所
粉塵	電気溶接機	1台
粉塵	木工用鉋	1台

これらに対して工場は、集塵装置などの対策を順次行う考えをもっている。

#### 4.3 鍛造・板金・熱処理

##### 4.3.1 対象部品の種類と量

###### 1) 鍛造部品

主要な鍛造部品を、表Ⅱ-61に示す。

表Ⅱ-61 主要鍛造部品の名称・材料および完成重量

製 品	部品名称	個数	材 質	完成重量kg
旋盤 CA6140	主 軸	1	4 5	31.2
	心押し台	1	4 5	8.4
	刃物台	1	4 5	6.1
	(合 計)	1		(119)
スライユニット SEMEc400/630	圧 板	6	4 5	4.0
	ドグ取付板	1	4 5	3.5
	(合 計)	1		(34)
伝動装置 SEMEc400-f41	出力軸	1	4 0 Cr	1.4
	歯 車	各種	4 0 Cr	< 1
	(合 計)	1		(6.2)
専用機 HBU-141	テーブル	2	4 0	50.5
	支持台本体	2	T 1 0	30
	支持台	1	4 5	7
	楔	2	T 1 0	13.4
	(合 計)			(284)

旋盤MS1000G の場合、対象部品は48点で、材質は次の5種類である。

炭 素 鋼	3 5
炭 素 鋼	4 5
ク ロ ム 鋼	4 0 Cr
知-ムリゲン 鋼	1 5 CrMo
アルミニウム	A 3

J I S (日本工業規格) の相当材種はそれぞれ、S45C, S35C, SCr440, SCM415 である。鍛造工程では、外注を一切行わず、必要な鍛造部品は完全に自給している。

1990年度の鍛造重量は、製品完成重量に換算して88.1 tonであった。

過去3年間の原材料消費量は、表Ⅱ-62のとおりである。

表Ⅱ-62 鍛造用原材料消費量

年 度	重 量 Ton
1988年	277
1989年	151
1990年	92

2) 熱処理・表面処理部品

熱処理・表面処理の内容と主な対象部品を、旋盤を例にとって表Ⅱ-63に示す。

表Ⅱ-63 熱処理の種類と代表的対象部品

種 類		代 表 部 品	材 質	備 考
熱 処 理	応力除去焼鈍	サドル	HT25	
	調 質	主 軸, 歯 車	40Cr, 45	
	焼入れ焼戻し	刃物台	45	
表 面 処 理	高周波焼入れ	主 軸・心押台スリーブ	40Cr, 45	
	中周波焼入れ	歯 車 ベツド	HT	
	Crメッキ 黒染め処理	ハンドル 刃物台	45	

旋盤 MS1000G の場合、熱処理・表面処理の対象件数は、表Ⅱ-64に示すとおりである。

表Ⅱ-64 旋盤MS1000G の熱処理対象件数

種 類	件 数
応力除去焼鈍	17
調 質	65
焼入れ	11
焼戻し	3
高周波焼入れ	45
中周波焼入れ	41
Crメッキ	不明
黒染め処理	133

旋盤 CA6140 の場合、熱処理種類別の所要作業時間（1台分）は、表Ⅱ-65 に示すとおりである。

表Ⅱ-65 旋盤CA6140における所要時間

種 類	時 間
応力除去	0.33 Hr
調 質	8.52
焼入れ	5.17
焼戻し	8.04
浸炭	1.32
高周波焼入れ 中周波焼入れ	12.08 Hr
歪み取り	0.15 Hr
バフ研磨	2.25
黒染め処理	2.25
Crメッキ	外注
合 計	44.53 Hr

### 3) 板金部品

主要な板金部品は、カバー、タンク、あるいはオイルパンなどである。

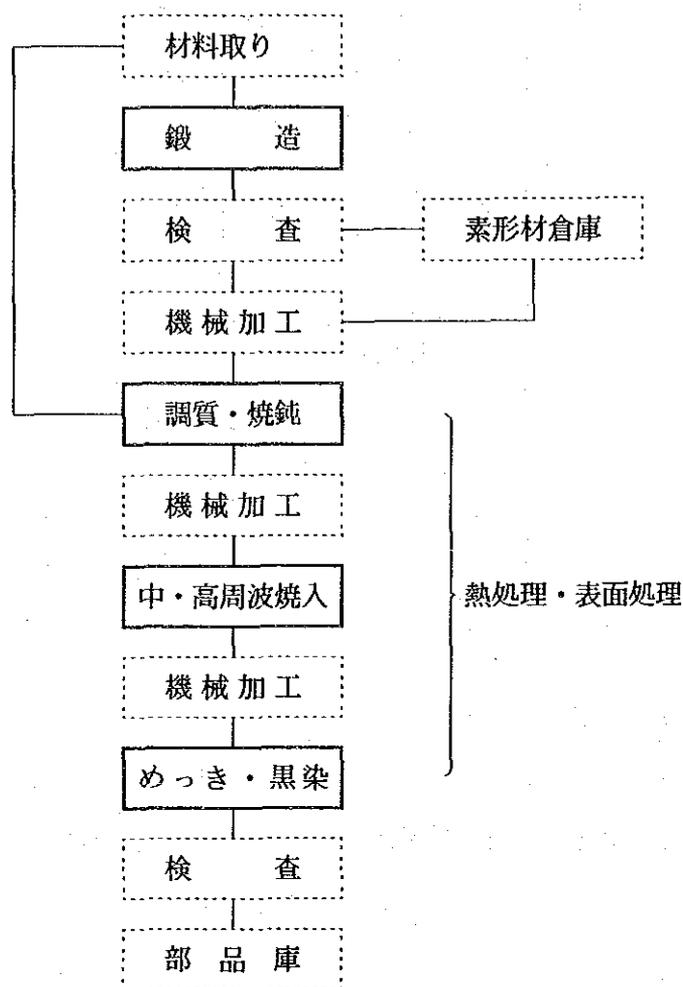
過去3年間の原材料消費量は、表Ⅱ-66のとおりである。

表Ⅱ-66 板金材料消費量 (単位: Ton)

年 度	型 鋼	薄 板	中厚板	溶接棒
1988 年	34	56	8	2
1989 年	3	27	7	2
1990 年	8	12	6	

#### 4.3.2 鍛造・熱処理工程の概要

鍛造・熱処理工程の概要は、図Ⅱ-68に示すとおりである。



図Ⅱ-68 鍛造・熱処理工程

#### 1) 鍛造

##### 現状

すべて熱間の自由鍛造である。鍛造車間の現有設備は、表Ⅱ-67に示すとおりである。

ハンマー4台のうち1台は老朽化がひどく、近く処分される予定である。

加熱炉は電気炉とコークスまたは、石炭焚きの反射炉があるが、電力事情から主として石炭焚きを使用している。

石炭焚きの炉4基のうち、戦力として通常稼働させているのは2基である。

表 II - 67 鍛造設備

設 備		型式・能力	設置場所	設置年
ハンマー	空気ハンマー	CA41-560kg	鍛造場	1975
	空気ハンマー	CA41-560kg	"	1974 遊休中
	空気ハンマー	CA41-400kg	"	1958
	空気ハンマー	CA41-250kg	"	1972
加熱炉	電気炉	RJX-45-11 45kW	鍛造場	1971
	加熱炉	450kg/H	"	1986
	反射炉	300×400 ×50	"	1986
	反射炉		"	1971
	簡易反射炉		"	

加熱炉の燃料消費量は鍛造重量 1 Ton に対してコークス平均 420kgである。旋盤主軸の場合は特に燃料消費が高く、1 Ton 当たりコークスで 700kg、石炭では 750kgを要している。

ハンマーは対象部品によって使い分けされている。旋盤主軸には 560kgが用いられており、専用の治具が取り付けられている。

鍛造作業は独立した建屋で行われている。建屋の主要寸法は、表 II - 68のとおりである。

表 II - 68 鍛造場建屋の主要寸法 (単位 : m)

	長 さ	巾	高 さ
鍛造場	28.8	11.25	4.54

鍛造場にはクレーンなどの搬送機器が無く、運搬はすべて人手によって行っている。建屋の高さが低く建屋も老朽化しているので天井クレーンは上架できない。

1台のハンマーに、指揮者 1人と先手 2人、機械操作 1人の合計 4人がついて作業を行っている。これと別に専門の炉焚き工がいる。

品質については、特に問題は起こっていない。1990年の統計では廃品率(重量比)の目標値 1.0%に対し 0.0%、すなわち廃品 = 0であった。

考察

- a) 工場自身が問題としているように、建屋・ハンマー・加熱炉のいずれも老朽化している。しかし、品質・安全に明らかに影響が及ぶのであれば、現在の低い稼働率では更新の理由になりにくい。

問題点

- a) 加熱炉の温度は、石炭焚きのために制御が難しい。品質に影響が及ぶと考えられる。
- b) 多くの当金など治具類が壁際や屋外に保管されているが、寸法・形状による分類整理は行われていない。探し当てるのが難しい。

2) 調質・焼鈍

保有する設備は、表Ⅱ-69のとおりである。

表Ⅱ-69 調質・焼鈍設備

設備		型式・能力	設置場所	設置年
処 理 装 置	応力除去焼鈍炉	1.8 × 3.3m 240kw	熱処理場	1977
	電気炉	RJX-75-9 75kW	"	1985
		RJJ50-9 50kW	"	1968
	ピット式焼鈍炉	RJJ36-6 36kW	"	1976
		RJJ36-6 36kW	高周波場	1976
	電気炉	RJX-20-11 20kW	熱処理場	1980
	塩浴炉	RYD35-13 35kW	"	1966
	浸炭炉	RJJ375-9J 75kW	"	1975
搬 送	走行ホイスト	1t 3m×12m	熱処理場	1987
	走行ホイスト	0.5t 4m×12m	"	1975
	門型クレーン	2t 焼鈍炉装入用	" 屋外	

大型の焼鈍炉は、旋盤ベッドなど鑄鉄品の応力除去用であるが、実際の対象品は、サドルなどの中小物に限られている。

炉への装入経路は、鑄造と直接つながっていない。

熱処理は独立した建屋で行われている。建屋の主要寸法は、表Ⅱ-70に示すとおりである。

表Ⅱ-70 熱処理場建屋の主要寸法 (単位=m)

	長さ	巾	高さ
熱処理場	38	11	4

主軸の調質のサイクルタイムは約6時間である。

浸炭炉は保有しているが、実際には表面硬化に専ら高周波焼入れが採用されているため稼動していない。

現場にはブリネル硬さ計が備えられている。

工程中の検査項目と方法は、表Ⅱ-71に示すとおりである。

表Ⅱ-71 熱処理工程の検査項目と方法

検査項目	方法
焼入れ部位	目視
硬さ	硬さ計 (H <sub>B</sub> , H <sub>S</sub> , H <sub>V</sub> )
探傷	目視
変形	ダイヤルゲージ
処理条件	現場観測

熱処理不良の発生原因について、工場の説明は次のとおりである。

- (1) 材料の品質が劣っている。
- (2) 作業指導票の条件が、本来の要求仕様に合わない。
- (3) 設備が老朽化し、操作員の熟練と器用さに依存している。
- (4) 手順が守られない。

1990年度の品質統計によると廃品率(作業時間比)は、目標値0.5%に対して約0.1%であった。

### 3) 高周波焼入れ

#### 現状

保有する設備は、表Ⅱ-72に示すとおりである。

表Ⅱ-72 高周波焼入れ装置

設 備	型式・能力	設置場所	設置年
高周波焼入れ装置	GP100-3 100kW 1000Hz	高周波焼入れ場	1974

高周波焼入れは独立した建屋で行われている。この場所は、工程的に関連のある加工車間に比較的近い。

表Ⅱ-73 高周波焼入れ場建屋の主要寸法（単位＝m）

	長 さ	巾	高 さ
高周波焼入れ場	11	9.6	4.68

高周波焼入れ装置は立型で、外径用に設計されている。従って、主軸などの端面と外径の焼入れ作業は立て向きで行う。この場合は加熱・冷却が円滑に行われ問題が少ない。

主軸のテーパ穴内面の焼入れ作業は、軸を立て向きに支えることが難しいために横に寝かせて行う。その方法は、Vブロックで主軸を支え、これを台車によって電極に接近させストッパーで位置を決める。合図によって電極が通電されると、この軸を抱えるように持った作業員が手回しで、位置をずらせながら連続的に加熱・冷却して行く。その作業の様子を、図Ⅱ-69に示す。

この作業は1周に約1分を要するが、手作業のためと重さのために主軸は滑らかに回転しない。当然の結果として焼入れ面の硬さにはムラが生じている。

焼入れ硬さの目標値は、材料40CrクラスでHR. 48である。この値は材料の性質に比べて低めであり難易度は高くない。

電極の相当数は、自製によるものである。高周波焼入れの対象部品は、全部で約500種類あり、それらの電極が約300個棚に並べて保管されている。

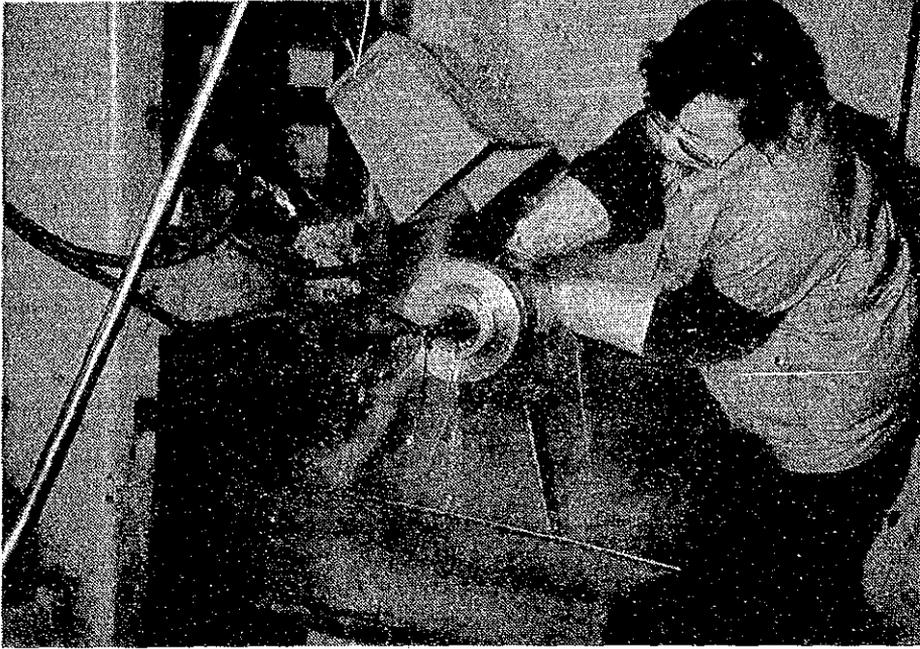


図 II - 69 主軸テーパ穴の高周波焼入れ作業

### 考 察

- a) 焼入れ硬さにムラが生じる原因は明瞭であるが、具体的な手が打たれぬまま慢性化している。管理者や技術者がデータや報告だけに頼り、現場の生の姿を見過ごしているからであろうと考える。

主軸テーパ穴の高周波焼入れのように、技能に過度に依存している作業を、もっと容易にすることによって品質は安定する。これには大して費用も手間も掛からない。工場はとかく設備の老朽化や作業者の未熟さを問題にする傾向があるが、その前に工場としてやるべきことが残されている。

- b) 旋盤の主軸には、より高い硬さと靱性を得るため、浸炭焼入れを採用するのが近年の傾向である。またテーパ穴の重要度は、むしろ低下している。今後、工法を再検討する必要がある。

#### 4) 中周波焼入れ

##### 現 状

作業場所は、大物部品車間の西端の区画内である。この場所は、ベッドなどの大物部品を焼入れする場合、前加工の場所から天井クレーンによって直接移動できるという利点がある。中周波焼入れ区画の広さを、表Ⅱ-74に示す。

表Ⅱ-74 中周波焼入れ区画の主要寸法（単位=m）

	長 さ	巾	高 さ
中周波焼入場	11.75	6.9	5.9

保有する設備は、表Ⅱ-75に示すとおりである。

表Ⅱ-75 中周波焼入れ装置

設 備	型式・能力	設置場所	設置年
中周波焼入装置	BPSD100/800 135kW	中周波焼入場	1981

中周波焼入れ装置は、ベッド案内面などの平面を対象にして設計されたものである。焼入れする面を水平にして台車の上に置き、電極に通電すると、台車が移動しながら加熱・冷却を連続的に行う。

電極の先にはガイドローラをとりつけて、焼入れ面の上を先導させ、正しく間隔を保つように工夫してあるなど、実用的にすぐれている。

焼入れ硬さの目標値は、材料がHT20のベッドの場合H<sub>RC</sub>45である。焼入れ深さは2mmである。

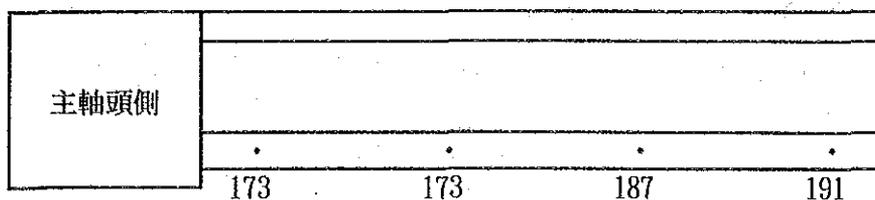
手順と条件は、図Ⅱ-70に示す作業指導票によって示されている。

湖北机床厂		机械加工工序操作指导卡片		产品型号	SEFE-5 SEF1E	零部件号	3200-1				
产品名称		系列机械滑台		零件名称	滑座	共2页 第1页					
工序编号	9	设备编号	P-027	夹具编号		准备工时	10分钟				
工序名称	中频淬火	设备名称	中频	夹具名称		加工定额	件				
				I. 气 压 范 围							
				图号	11002-08469	接头件口装端号	023-10	中频频率	电压(伏)	功率	手送速度(伏)
					11002-09103		023-11	四联	800	个投	60-74
					11002-09115			四联	800	投5K	32-56
					11002-09228		023-12	四联	800	投12K	60-64
	SEFE-500-10			四联		投1K	50-62				
				II. 序 质 量 控 制 内 容							
序号	项目	内 容	代号	检查项目	测量范围	测量工具	检查频次	控制手段			
1	准备	清理滑座与找表面油污, 以眉毛料, 翻砂等, 皮冲 检查等找表面质量缺陷, 发现气孔, 麻坑, 碰伤, 裂纹 粗粒度未及, 反应在料比找, 经检查合格, 才大 就前向有大部门反映, 未控等, 把把投入生产 2 装夹 将滑座上平与找长件对齐, 拿平, 拿高, 找 正滑座, 找母线, 使滑座行走, 找法, 不晃动 更换好定座, 找快		介与找面 硬度检查 BCDE面	≥11.680	里氏硬度计	个检 控制手段未用控制图	控制图			
				设计(日期)	审核(日期)	技术(日期)	会签(日期)				

湖北机床厂		机械加工工序操作指导卡片(续)		产品型号		零部件号	3200-1	
产品名称				零件名称		共2页 第2页		
操作 规 范								
序号	项目	内 容						
3	调整	调整好感应器各处间隙适当(即平面导轨间隙>侧面间隙>下压板面间隙); 安放好异磁体; 悬臂带动浮动架的力点, 应使浮动架走动平稳, 不得晃动, 抖动; 感应器加热后后面与端面基本平齐; 悬臂带动浮动架呈拉紧状态。						
4	加热淬火	电压调至700V, 破动通水与加热按钮; 缓缓升高电压至800V, 注意导轨端头温度基本均匀(局部温度过高时, 暂缓升压) 达到淬火温度时, 调节小车按工艺参数匀速行走。小车行走至尾端, 当予热感应端与工件平齐时, 开始缓慢降试淬火电压, 随加热感应端到达工件尾端, 电压降低为零; 并按下停止加热按钮; 感应器随浮动架全部走上接长体后, 关闭冷却水。						
5	工件卸除	浮动架全部离开工件, 停放在接长体上, 方可起吊滑座。						
6	操作注意	<p>① 每批第一台淬火后, 必须进行全硬度检查, 合格后方可进行以后各台淬火。</p> <p>② 若第一台淬火后检验不合格, 应根据检验结果分析原因, 在排除因材质原因而产生的淬不硬和硬度不均匀的情况下(铸件材质原因: a) 基体硬度低于 HB187, b) 号数表面疏松, 微孔, c) 金相成份不均匀, 偏析等, 淬火后硬度检查的反映是 a) 淬不硬 b) 非线性硬度软带) 有针对性的采取相应措施: a) 调整感应器与导轨间的间隙; b) 调节车速; c) 调整号磁体的位置或增减; d) 增减电容量; e) 调节冷却水量等, 经试淬合格后, 方可正式继续生产。</p> <p>③ 注意各处加热温度, 时刻与检验结果对照分析。</p> <p>④ 浮动架、感应器因碰撞, 拉扯损坏变形, 不得使用; 更换或修整感应器, 必须进行试淬, 重新核定各项工艺参数, 方能投入使用。</p>						

图 II-70 中周波烧入孔作业指导票





図II-72 旋盤ベッドの母材硬さの分布 (単位=H<sub>B</sub>)

旋盤ベッドの例では、全長にわたって焼入れすると、長さ約2mで約0.5mmほど凹傾向に歪みが生じる。このため研削仕上げ後の焼入れ層の深さが両端と中央部で異なっている。

**考 察**

a) 品質分析表では母材の硬さが正しいという前提で、工程内の管理点だけが記載されているが、前提条件の確認も必要である。

5) 黒染め処理

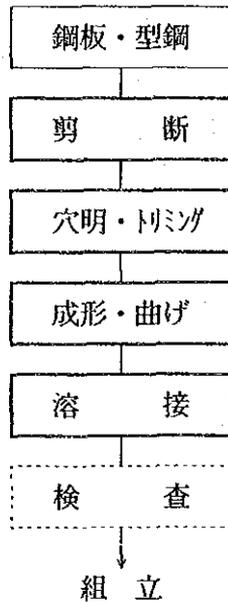
黒染め処理は、熱処理場に棟続きの一室で行われている。保有する設備は、表II-76に示すとおりである。

表II-76 黒染め処理設備

設 備	型式・能力	設置場所	設置年
黒染め処理槽	45kW	熱処理場	1971
バフ研磨機		〃	

#### 4.3.3 板金・溶接工程の概要

板金・溶接工程の概要を、図Ⅱ-73に示す。



図Ⅱ-73 板金・溶接工程

板金作業は、加工車間に隣接した区画の中で行われている。板金作業場の広さは、表Ⅱ-77に示すとおりである。

表Ⅱ-77 板金作業場建屋の主要寸法 (単位=m)

	長さ	巾	高さ
板金作業場	11	9.6	4.68

現有の板金・溶接設備は、表Ⅱ-78のとおりである。

表Ⅱ-78 板金・溶接設備

設備		型式・能力	設置場所	設置年	備考
剪断	剪板機	Q11 6.3 × 2000	板金作業場	1975	
穴明 トリミング	ラッパルボール盤 高速剪断機	Z525 180st/m	板金作業場 "	1974	自製
成形 曲げ	万能油圧プレス	Y32W 100T	板金作業場	1974	
	ホカ式プレス	QB25-80	"	1976	
	油圧曲げプレス	PPN650kg × 3000	組立車間	1988	

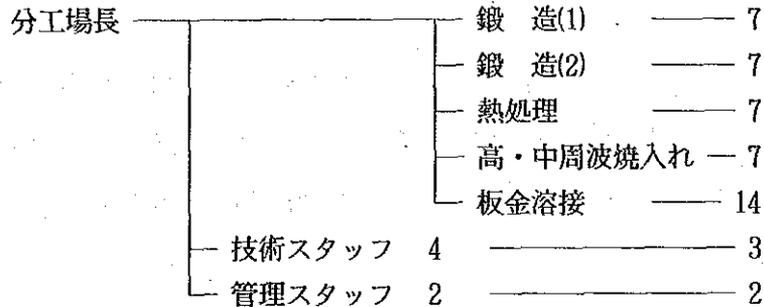
1990年度の品質統計によると板金作業の廃品率(時間比)は、目標0.1%に対して0.03%であった。

#### 4.3.4 作業組織と構成人員

##### 現 状

##### 1) 作業組織

鍛熱車間は、鍛熱分工場に所属し、分工場長・技術スタッフ・管理スタッフを含めて総勢53名（1991年3月）である。組織と人員を、図Ⅱ-74に示す。



図Ⅱ-74 鍛熱分工場 組織図

##### 2) 人員構成

鍛熱車間の作業員の職種と経験年数別の人数は、表Ⅱ-79のとおりである。

表Ⅱ-79 鍛熱車間 職種別・経験年数別人数

職 種 名	3 年 以 内	4 ～ 9 年	10 年 以 上	合 計
鍛 造	1	7	7	15
熱 処 理	2	3	2	7
炉 焚 き	1		2	3
高・中周波焼入れ		2	3	5
板 金 溶 接	2	5	3	10
		1	5	6
合 計	6	18	22	46

##### 3) 勤務形態

勤務形態は、原則として2交代である。

##### 考 察

- a) 経験年数の多い方に傾斜している。これは全体として若手の多い当工場の中では、鑄造車間と並んで際立つ特徴であり、当工場の強みと言える。

#### 4.3.5 環境・衛生

##### 1) 環境対策

鍛造の加熱炉は、2基で年間約 180Ton の石炭を消費するが、この煙と灰はそのまま大気に放出している。

工場では、現有の石炭焼き加熱炉を、石炭燃焼式水平往復炉に更新する構想を持っている。

熱処理工程で排出するガスは、未処理のまま大気に放出している。工場ではガスの浄化設備を導入する構想を持っており、設備の選定を進めている。

黒染め処理の廃水は酸/アルカリ処理によって中和し、油・水分離池に排出している。

黒染め工程の排気は未処理のまま大気に放出している。工場では、酸性排気を浄化する構想を持っており、設備の選定を進めている。

##### 2) 労働衛生対策

有害作業として監視の対象となっているのは、表Ⅱ-80に示す作業である。

表Ⅱ-80 鍛造・熱処理・板金関連 有害作業

有害項目	作業箇所	数量
電磁放射	高・中周波焼入れ装置	2台
騒音	560 kg空気ハンマー	1台
騒音	250, 450 kg空気ハンマー	2台
高温	鍛造加熱炉	2台
粉塵	電気溶接機	1台

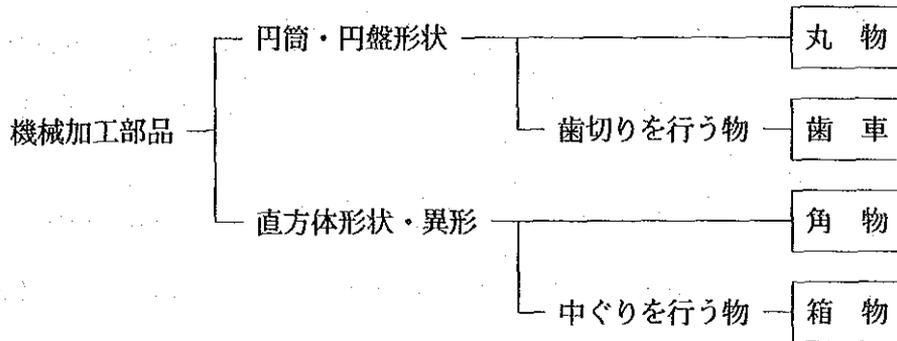
鍛造場では、2台の空気ハンマーが同時に稼動すると、騒音レベルが 112dB に達する。工場では、その対策として防音板による遮蔽を考えている。

#### 4.4 部品加工

##### 4.4.1 加工対象の概要

##### 1) 部品の類型

部品は図II-75 のとおり4つの類型に分けられる。



図II-75 部品の類型

表II-81 はそれぞれの類型の代表的な部品である。

表II-81 類型別の主要部品

	専用機	スライドユニット	旋盤
丸物	HBU-141 主軸 8×6.1 " 送りねじ 2×5.8		CA6140 主軸 26.1 " 心押台スリーブ 6.3
			MS1000G 主軸 34.5 " 心押台スリーブ 8.9
歯車		全歯車 39.1	CA6140 全歯車 98.1
			MS1000G 全歯車 116.6
角物	HBU-141 ベッド 20.2 " パレット 9.5	テーブル 43.0	CA6140 ベッド 24.1 " サドル 16.2
			MS1000G 刃物台 14.0
箱物	HBU-141 穴明刃 7.5 " 穴明刃 16.1 " 取付具台板 28.6	ベッド 50.9	CA6140 主軸頭 18.1 " 心押台 7.6 " エプロン 11.9 " 送り歯車箱 9.1
		伝動装置歯車箱 18.4	MS1000G 主軸頭 42.4
			MS1000G ベッド 49.2 " サドル 32.9

備考：数値は1個当たりの加工時間（ロット準備時間、けがき・仕上げを除く）

2) 部品類型による加工内容の違い

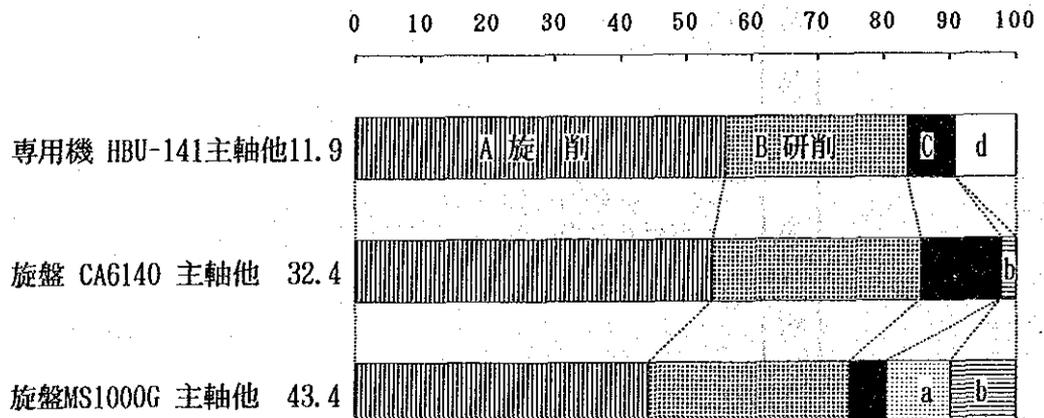
加工の種類を表II-82に掲げる条件によって分類し、部品類型ごとの加工内容を分析した。結果を図II-76、図II-77、図II-78、図II-79及び図II-80に示す。

ここでは部品形状と所要加工設備の関係を見るため、ロット準備時間、けがき・手入れなど部品の形状を直接変化させない作業時間を除外し、純粹の加工時間について分析した。加工時間の値は表II-82および分析結果を示す各図に記載した。

この分析の結果、共通の類型に属する部品は、製品が異なってもほぼ共通の加工内容であることが確かめられた。このことはGTライン化の可能性を示唆している。

表II-82 加工種類の分類条件

(1) 一次加工 (基本形状の付与)	
A	旋削 (円筒または円盤形状の付与) ……旋盤・立旋盤
B	平面削り (直方体形状の付与) ……平削盤・形削盤・フライス盤
C	研削 (旋削または平面削りの精度を補完する場合) ……研削盤
(2) 二次加工 (二次形状の付与)	
a	中ぐり ……中ぐり盤・ホーニング盤
b	穴明け ……ボール盤
c	歯切り ……ホブ盤・歯車形削盤・歯車研削盤・ギアホーニング盤
d	その他 ……立削盤・ブローチ盤



図II-76 丸物の加工内容

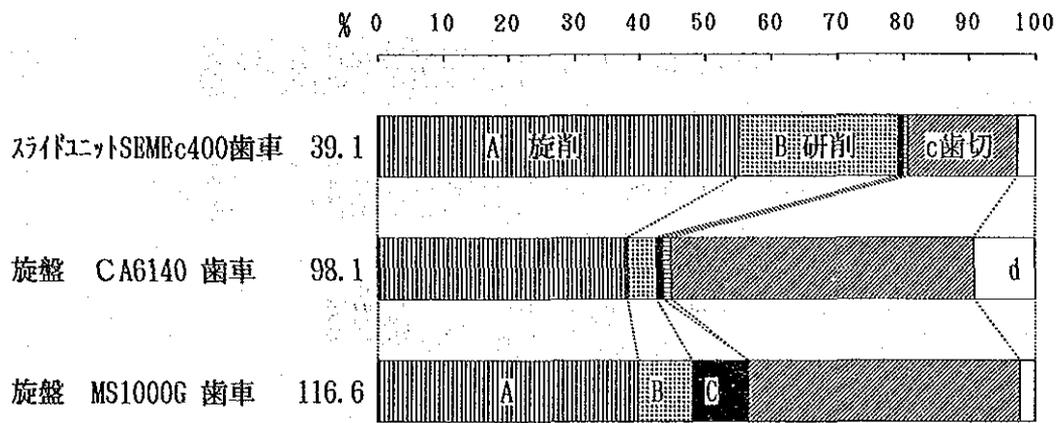


図 II - 77 歯車の加工内容

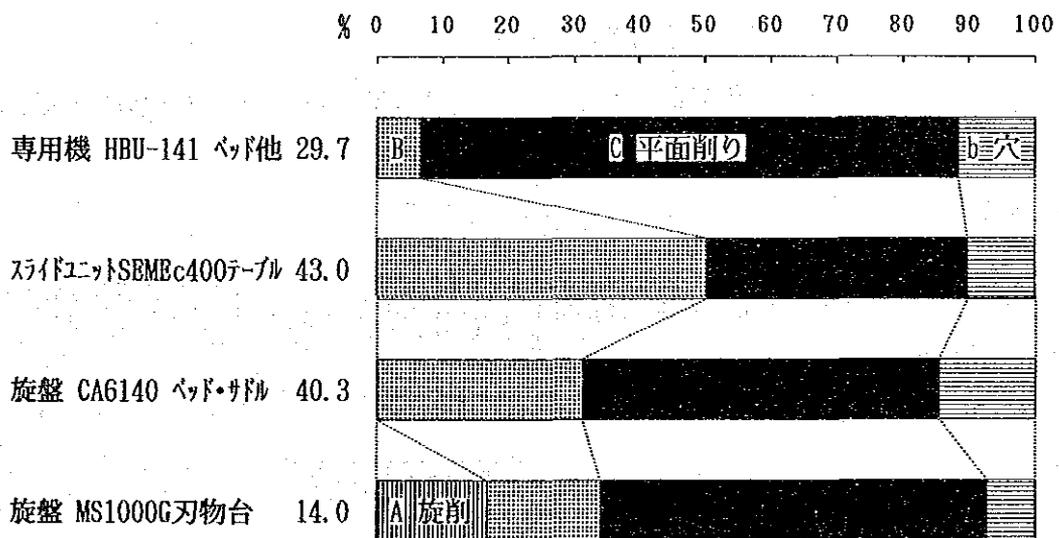


図 II - 78 角物の加工内容

箱物のうち特に外見上角物に近いものを分ける。

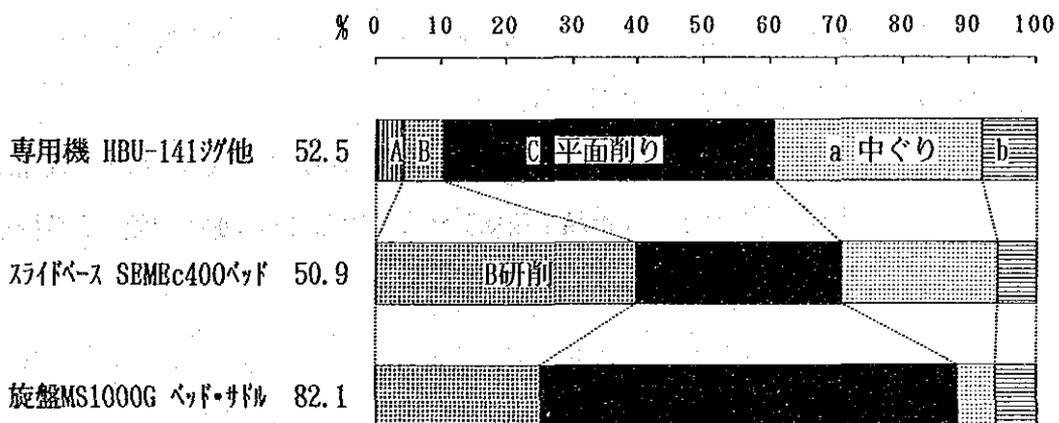
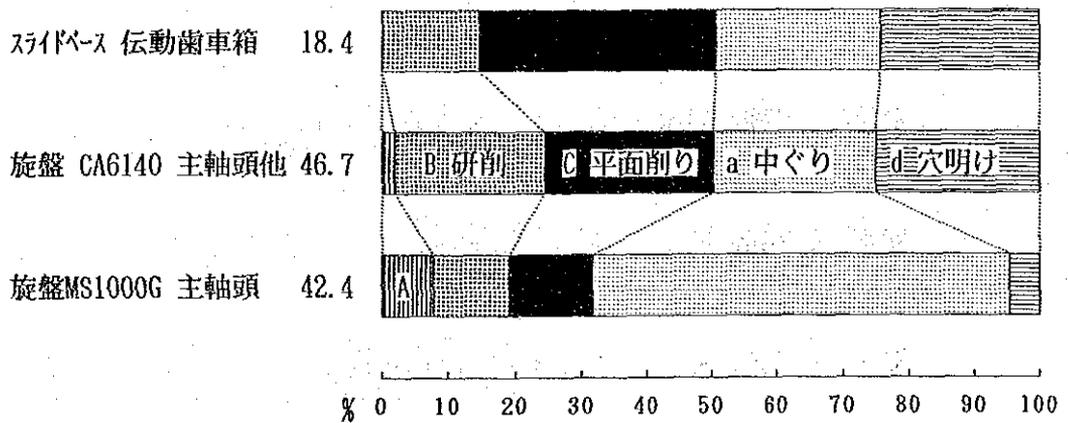


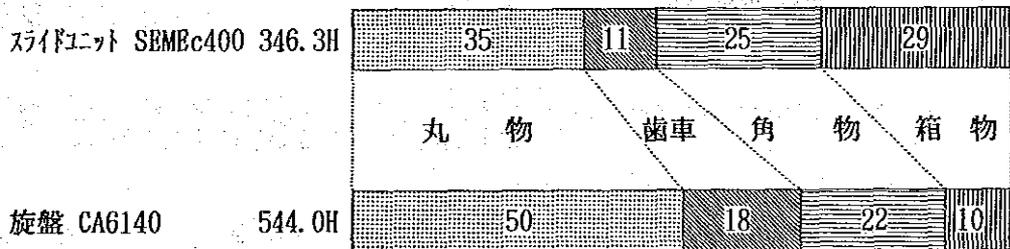
図 II - 79 角物に近い箱物の加工内容



図II-80 箱物の加工内容

3) 製品による部品構成の違い

以上の結果からスライドユニットSEMec400および旋盤CA6140の部品構成を推定した。結果を図II-81に示す。



(加工時間の比率)

図II-81 スライドユニットと旋盤の部品構成 (推定)

さらに部品類型別の加工内容を推定した結果は図II-82・表II-83 および図II-83・表II-84に示すとおりである。この結果は部品加工における製品モデルとして使うことができる。

専用機については、1台ごとに部品構成が大きく異なるので、部品類型に分けることはせず、全部品を包括したまま加工内容(加工種類)を分析した。その結果を図II-84に示す。

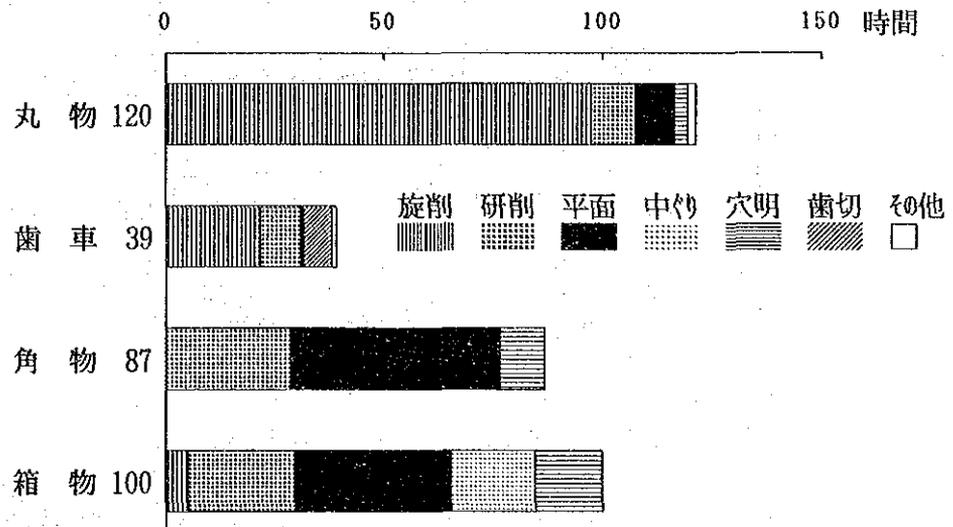


図 II - 82 スライドユニットSEMEc400/630の加工時間 (推定)

表 II - 83 スライドユニットSEMEc400/630の加工時間 (推定)  
(単位=時間)

	旋削	研削	平面削	中ぐり	穴明け	歯切り	その他	合計
丸物	97.6	9.9	9.0	0	3.0	0	0.9	120.4
歯車	21.6	9.4	0.3	0	0.3	6.5	1.0	39.1
角物	0	28.7	47.8	0	10.3	0	0	86.8
箱物	5.0	24.7	35.7	19.2	15.4	0	0	100.0

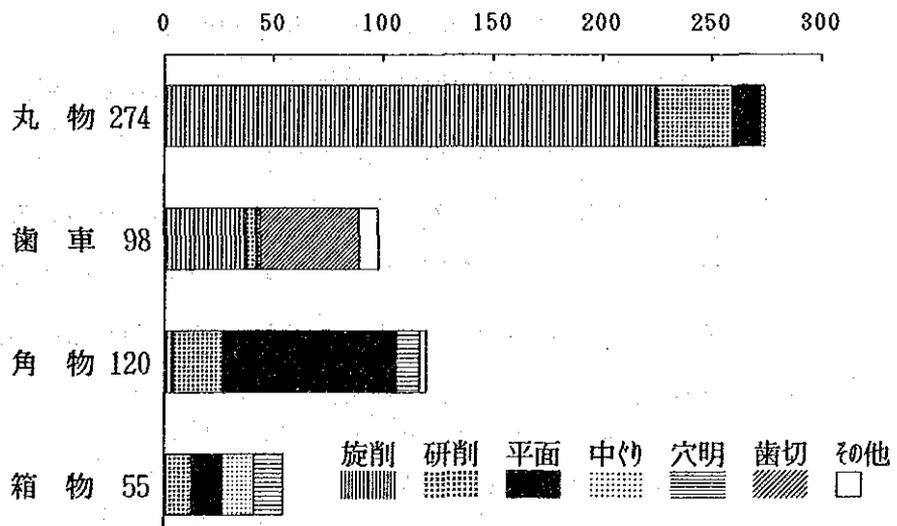


図 II - 83 旋盤 CA6140 の加工時間 (推定)

表 II-84 旋盤 CA6140 の加工時間 (推定)

(単位=時間)

	旋削	研削	平面削	中ぐり	穴明け	歯切り	その他	合計
丸物	225.2	33.7	13.2	0	1.7	0	0	273.8
歯車	37.5	4.2	1.1	0	1.2	45.2	8.9	98.1
角物	4.0	22.7	79.7	0	10.3	0	2.9	119.6
箱物	0.9	11.5	14.1	14.8	13.3	0	0	54.6

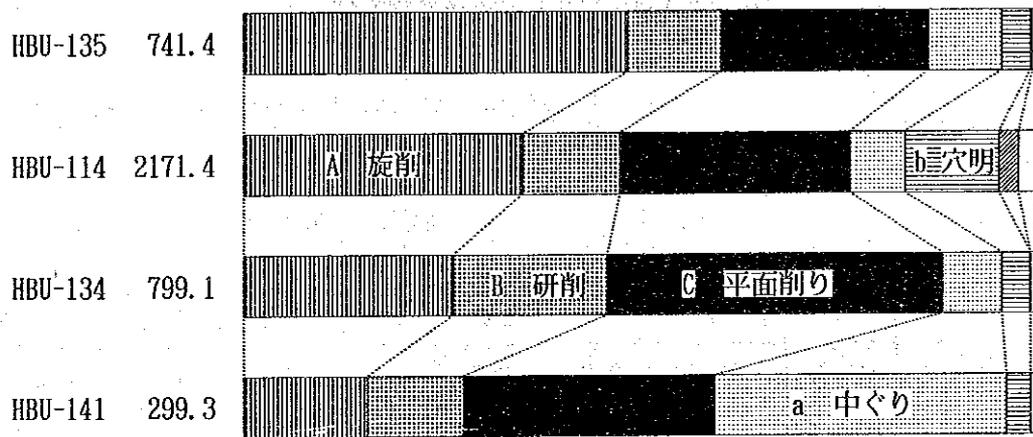


図 II-84 専用機部品の加工内容

専用機は顧客によって仕様が異なるため傾向が捉えにくいだが、大別して一次加工において旋削が優越するもの(図 II-84のHBU-135, HBU-114)と平面削りが優越するもの(HBU-134, HBU-141)の2種類がある。前者はユニット類も含めて新製する場合、後者は既製の標準ユニットを採用した場合に相当するものと考えられる。後者の場合は、製作範囲がベッド・コラムなどの構造部分やワーク搬送機構に限られるために平面削りの比重が高くなると説明できる。また専用機は共通して、二次加工が旋盤やスライドユニットに比べてやや多めの傾向がある。これは既製のユニットや客先の支給品に対する追加工があるためと推定される。

4) 製品による加工密度の違い

製品重量と全部品加工時間を対照して表 II-85 に示す。

スライドユニット SEMEc400/630は製品重量が約 500kgであるから、1 Ton 当

たりにすると約 900時間である。旋盤CA6140 (約 2 Ton ) に比べて重量では約 1 / 4 であるが、加工時間は 3 / 4 である。すなわちスライドユニットの重量当たり加工時間は旋盤の約 3 倍である。

表 II - 85 製品重量と部品加工時間

製品機種	製品重量 kg	1台分加工時間	時間/重量
スライドユニット SEMEc400/630	推定 500	364.3	0.73
旋盤CA6140	2090	544.0	0.26

備考: 加工時間はロット準備時間・けがき・手仕上げを除いたもの

重量当たり加工時間にこのような差がある理由の第一は構造の違いすなわち加工の内容や難易度の差であり、第二には加工能率の差と考えられる。事実、旋盤CA6140ではスライドユニットに比べて専用の加工設備が整備されかつ習熟も進んでいるようである。

なお、ここでは製品重量を採ったが、この中には電動機など加工の対象としないものも含んでいる。より厳密に比較するには加工対象部品のみ完成重量を採る必要がある。

#### 5) 構造部品の要求精度

工作機械という製品の性格上、個々の部品に要求される加工精度は厳しい。要求水準は完成した工作機械で達成可能な限界に近い。

構造部品については、精度の項目として面粗さ・寸法公差および幾何公差が規定されている。

精度の図示方法は J I S と同様である。

加工図面に指示された面粗さの例を表 II - 86 に示す。粗さの数値は中心線平均粗さ (R.) で表示されたものである。

寸法公差は、通常の部品は穴に対して I T 7 級を、軸に対して 6 級を適用している。主軸頭の各軸受穴に対しては特に 6 級が適用されている。

精度項目のうち、とりわけ幾何公差が重視される。幾何公差は製品品質に直接影響を与えるからである。しかし同時に工作機械の加工精度に最も依存している。個別部品における要求精度の例を表 II - 87 に示す。

表II-86 面粗さの例

(単位=μm)

部品類型	部品および部位	材 料	粗 さ
丸 物	旋盤MS1000G 主軸 軸受部外径・端面・チロ穴	40Cr	0.4
	" " " その他の面	高周波	0.8
	" " 心押台スリーブ外径・チロ穴	焼入れ	0.4
歯 車	スライドユニットSEMEc 伝動装置ウォーム ねじ部	40Cr	0.8
	" " " "内面スプライン		1.6
	" " " 遊星歯車 歯面・端面		1.6
角 物	スライドユニットSEMEc テーブル 案内面	HT300	0.4
	旋盤MS1000G サドル 案内面	HT250	0.8
箱 物	旋盤MS1000G 主軸頭 主軸および他の軸穴内面	HT250	1.6
	" " " 底面 (取付基準面)		0.8
	スライドユニットSEMEc 伝動歯車箱 軸穴内面	HT150	1.6

表II-87 幾何公差の例

(単位=mm/全長)

部品類型	部品名および部位	幾何公差	
丸 物	旋盤MS1000G 主軸 軸受部	真円度	0.003
	" " " 端面・ショートチロ部	振れ	0.005
	" " " 駆動用キー溝	振れ	0.003
	" " " 端面カムロック用穴	対称度	0.015
	" " " " "	位置度	0.1
	" " 心押台スリーブ外径	円筒度	0.003
歯 車	スライドユニットSEMEc 伝動装置 出力軸	振れ	0.015
	" " " ウォーム歯車	同心度	0.01
角 物	スライドユニットSEMEc400 テーブル上面	平面度	0.032
	" " " 案内面	真直度	0.01
	旋盤MS1000G サドル 案内面 (下面)	平面度	0.015
	" " " 案内面 (上下面)	平行度	0.025
	" " " ダブテール面角度	傾斜度	0.03
" " " 上下案内面	直角度	0.06	
箱 物	スライドユニットSEMEc ベッド案内面 (上面)	真直度	0.018
	" " " 内面 (ガイド)	平行度	0.012
	" " 伝動装置 歯車箱 軸穴	同心度	0.025
	" " " " " "	平行度	0.025
	" " 伝動装置 遊星用軸受穴	同心度	0.01
	" " " " " "	平行度	0.01
	旋盤MS1000G 主軸頭 底面	平面度	0.04
" " " 主軸受穴	同心度	0.012	
" " " 軸受穴端面	直角度	0.008	

6) 歯車の要求精度

歯車の要求精度の最高はJB 5級 (DIN の等級と同等、JGMAの 0級に相当) である。これはMS1000G の高速側の歯車列に用いられている。その他は概ね 6～7級である。しかし今後は次第に高い精度が要求される傾向にある。

7) 部品の大きさ

加工対象とする部品の大きさは表Ⅱ-88 に示すとおりである。  
加工を必要とする部位は全長にわたっている。

表Ⅱ-88 主要部品の寸法

類 型	製品および部品名称	代 表 寸 法
丸 物	旋盤 MS1000G 主軸	φ180, 691L, φ52貫通穴
歯 車	スライドエットSEMEc400/630用 伝動装置F41 ウォーム歯車	OD φ145, m3.5, 38T
	旋盤 CA6140 大歯車	OD φ250, m4, 58T, β=10°
角 物	専用機 ベッド	約 1200B×約4000L
	スライドエット テーブル (SEMEc400/630の場合)	最大 1400L×900B×200H (800L×470B×115H)
	旋盤 CA6140 ベッド (CA6140/1500の場合)	最大 3168L (2668L)
	旋盤 MS1000G サドル	495L×543B×89H
箱 物	スライドエット ベッド (SEMEc400/630の場合)	最大 2430L×800B×340H (1470L×400B×245H 最大中ぐり深さ 471)
	スライドエットSEMEc400/630用 伝動装置F41 歯車箱	270L×213B×266H 最大中ぐり深さ 213
	旋盤 MS1000G 主軸頭	506L×443B×375H 最大中ぐり深さ475

#### 4.4.2 車間の作業分担

##### 現 状

##### 1) 区分原則と実態

部品加工担当の4車間、加工・大物部品・歯車・専用機の各車間は、〔4.1.1〕で述べたとおり原則的に部品の種類と対象製品によって区分されている。

すなわち、歯車車間はすべての製品の歯車を加工する。加工車間は旋盤用部品のうち中小物部品を、大物部品車間は大物部品を加工する。専用機車間はスライドユニットと専用機の部品を加工することになっている。

実態を見ると、次のような例外がある。

- (1) 場所と所有者の違い：例えば、ブローチ盤2台のうち大型の1台は加工車間に据え付けられている。しかし、この機械は歯車車間の所有であり実際に歯車車間の人員で稼働させている。
- (2) 工法と設備性能の違い：例えば、旋盤4350型の一部の箱物部品にはマシニングセンターを用いているので専用機車間で加工している。
- (3) 加工精度の制約：例えば旋盤MS1000Gのベッドは案内面の仕上げ研削を専用機車間の大型研削盤(MM52100A)で行っている。
- (4) 負荷調整：例えばスライドユニットおよび専用機の部品を大物部品車間で加工している。ただし、加工精度に不安があるため最終的な仕上げはしていない。

##### 2) 保有設備と部品類型の関係

各車間が保有する設備台数は合計197台である。これらを加工の種類(表Ⅱ-83)に従って分類し表Ⅱ-89に示す。またそれぞれの車間における加工種類の構成比率を図Ⅱ-85に示す。

この結果を前述の製品別あるいは部品類型別の加工内容と比べると、次のことが言える。

- (1) 加工車間は丸物型(図Ⅱ-76)を基本にして、角物(図Ⅱ-78)が一部混合した構成である。
- (2) 歯車車間は、当然歯車型(図Ⅱ-77)をなしているが、特に旋盤における歯車の構成に近い。

(3) 大物部品車間は箱物型（図Ⅱ-80）に近い。

(4) 専用機車間は丸物・角物及び箱物が入り交じった中間型の構成である。

すなわち各車間ともそれぞれの加工対象を反映し、概ね適合した設備構成となっている。

表Ⅱ-89 各車間の加工種類別設備保有台数

加工の種類		加工設備	加	歯	大	専	
一次加工	旋削	旋盤 立旋盤	46	12	3	8	
		71 BTA 深穴旋盤	1		1		
	87 研削	円筒研削盤	6	1		3	
		16 内面研削盤	2	3		1	
	137 50 37	平面削り	平削盤	1		3	1
形削盤					3	1	
平削型フライス盤					1	1	
50 13	研削	汎用フライス盤	11	1	2	4	
		専用フライス盤	2		3	1	
		37 スプラインフライス盤	2				
		50 13 平面研削盤（主軸頭移動型）	1	1	1		
		50 13 平面研削盤（往復テーブル型）	1	1	5	3	
		50 13 平面研削盤（ローリーテーブル型）	1			1	
二次加工	中ぐり	汎用横中ぐり盤			3	2	
		専用中ぐり盤			10	2	
		ジグ中ぐり盤				2	
		20 マシニングセンター				1	
	21 研削	1	ホーニング盤			1	
	19 穴明け	直立ボール盤	2	1		2	
	ラジアルボール盤	6		6	2		
11	歯切り	ホブ盤		4			
		歯車形削盤		4			
16 研削	5	シェーピング盤		2			
		歯車面取り機		1			
60	その他	4 歯車研削盤		4			
		4 工具研磨盤		1			
		1 立削盤・ブローチ盤	1	2			
		4 工具研磨盤		1			
197			82	38	42	35	

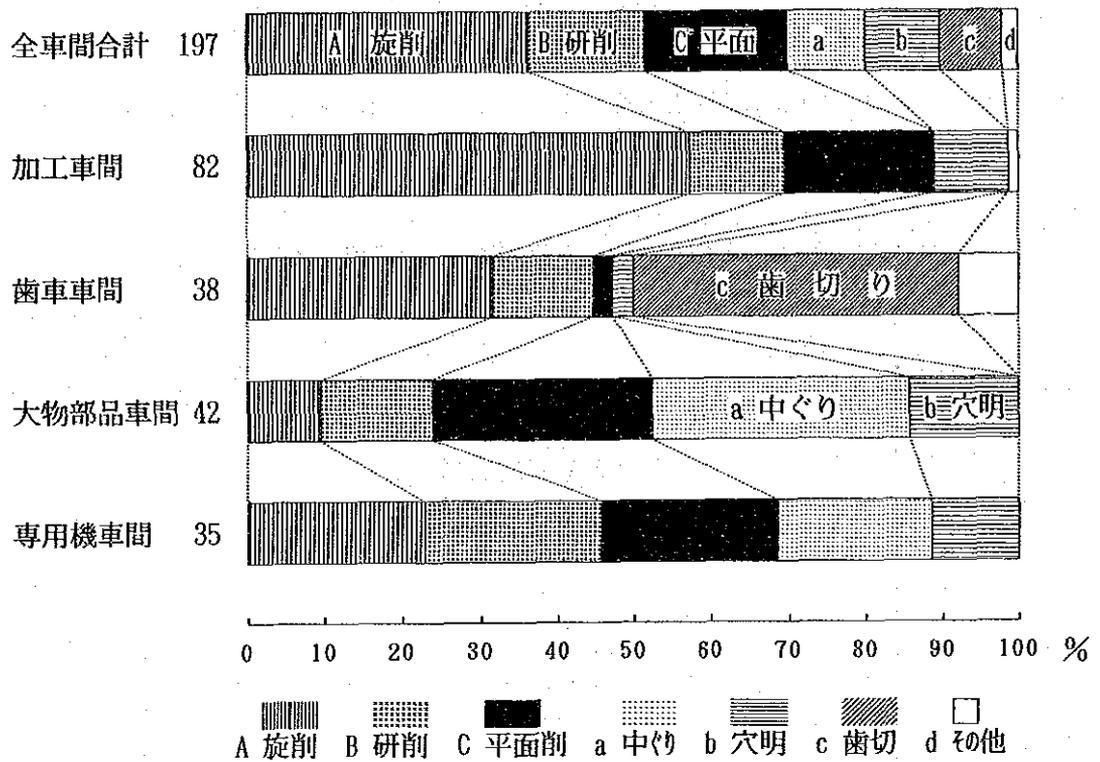


図 II-85 機械加工担当車間の加工種類別設備保有台数比率

### 3) 建屋とレイアウト

部品加工の担当車間は組織的に分かれているだけでなく、建屋も分散している。そのためまとまりに欠ける。それぞれの建屋の主要寸法とクレーンの能力は次のとおりである。

表 II-90 機械加工車間建屋の主要寸法とクレーン能力

名称	長さ	巾	高さ	クレーン	
加工車間	北棟	55.3	11.0	4.68	天井 0.5Ton
	南棟	55.3	11.0	5.9	
歯車車間	研磨盤室	28.5	16.25	6.0	門型 3 Ton
	別棟	5.0	16.25	3.9	
	別棟	10.0	5.5	2.8	
大物部品車間	北棟	66.3	11.75	5.9	天井3Ton×2 天井3Ton×2 天井3Ton×2
	中棟	73.2	13.7	7.6	
	南棟	56.9	14.6	6.25	
専用機車間	北棟	78.0	17.76	12.54	天井5+10Ton 天井5Ton×2 天井 0.5Ton
	南棟	48.0	17.76	12.54	
	恒温室	11.35	17.2	7.6	
	工具室	5.85	17.76	3.7	

表中、専用機車間北棟は組立場に占有されている部分（約80%）を含んだ値である。

恒温室は1ヶ所だけで、専用機車間に設置されている。

各車間内の設備レイアウトは、同種の作業または設備を集めた「ジョブショップ」方式である。これは職種別の作業班編成を反映したものと思われる。

機械の配列は建屋の長手方向に対して平行・直角あるいは斜めが混在している。旋盤はほぼ例外なく斜め配列である。

#### 問題点

- a) 車間の担当は原則的に製品機種によって区分されている。工作機械の部品は同じ類型であれば製品が異なっても加工内容が類似しているため、同様な機能・仕様の設備を別々に持つ必要がある。

今後製品の構成が変化すると、車間の区分がこのままでは車間の間の負荷調整が頻発すると考えられる。

設備の分散を防ぎ且つ負荷調整を容易にするには、現在一部採用している部品類型別の区分、すなわち、歯車か歯車以外か・大物か中小物かという区分のしかたを更に進める必要がある。

- b) 加工車間と歯車車間は建屋の高さが低く、また構造的に天井クレーンの上架が困難である。歯車車間では門型走行クレーンを採用しているが、そのためかえって床面の運搬を阻害している。ここでは基本的に人手で取り扱うことのできる小物部品に限られる。

大物部品車間には本工場で最大の平削盤（B2025）が据え付けられているがこのクレーン能力は3Ton × 2台である。旋盤部品に限定すれば十分な揚重能力であるが、設備の能力と比べると不釣り合いである。

- c) 恒温室は床面積に比較して天井が高く、空調には不利である。

また、この中には2台の治具中ぐり盤と精密円筒研削盤および石定盤が据えられているだけであり、空間を有効に活用しているとは言えない。

- d) レイアウトの原則が明確でない。部品類型別に区割りした上で工程の流れに沿って配列すべきである。

#### 4.4.3 加工設備の概要

##### 現 状

##### 1) 加工可能な大きさ容量

加工可能な最大寸法は表Ⅱ-91のとおりである。

円筒形のワークではφ1600、角形のワークでは幅2500、長さ8000が限度である。ただし研削の場合は円筒形でφ500、長さ2500まで、角形で幅1000、長さ5000が限度である。

表Ⅱ-91 設備の最大容量

(単位=mm)

加工の種類と形状		最大容量	該当設備	
旋削	軸状 " 円盤状 深穴	振りφ 600×3000L " φ 630×2000L " φ 1600×1000H 穴径φ 60×2000L	旋盤 C630 旋盤 C6163 立旋盤 C5116A 深穴旋盤 T2120	加工 大物 大物 加工
	研削	外径 内径	振りφ 500×2500L 穴径φ 250×250L	円筒研削盤 M1450 内面研削盤 M2125
平面加工	平削り 形削り ミリング	テーブル 2500B×8000L 行程 900L テーブル 1000B×4000L	平削盤 B2025 形削盤 B690 平削フライス盤 X2010A	大物 大物 専用機
	研削	案内面 " 平面	テーブル 1000B×5000L 行程 1000B×5000L テーブル 500B×2000L	案内面研削盤MM52100A 案内面研削盤 M50100 平面研削盤 M7150
中ぐり	横箱形 " 立箱形	主軸φ110 テーブル1200 テーブル1000×1000 テーブル 630×900	横中ぐり盤 T611 マシンセンタ YBN-90N-100 治具中ぐり盤 T4263	専用機 専用機 専用機
穴明け		穴φ40×7-41600R	ラジアル・ボール盤 Z3040	大物他
歯切り	平行軸 "	外径φ500×M8 外径φ500×M6	ホブ盤 Y3150B 歯車形削盤 Y54A	歯車 歯車
	シェービング 研削	外径φ500×M8 外径φ500×M8	シェービング盤 Y4245 歯車研削盤 Y4650	歯車 歯車
その他	立削り フーチ	行程 200L 推力20T×行程1600	立削盤 B5020 フーチ盤 L6120	加工 歯車

##### 2) 加工精度

保有する設備は工作機械の種別ごとに定められた精度基準に従って整備されている。すなわち設備の加工精度は通常の水準にある。ただし、定められた精

度基準を維持するだけでは部品の要求精度〔4.4.1 表Ⅱ-87、表Ⅱ-88〕を安定して満足させることが難しい。

製品の性能に重大な影響を与える主要な部品について、工場側では現状の加工精度を表Ⅱ-92のように説明している。ただ加工精度は設備の精度に100%依存するわけではないから、この問題を解決するには他の要因も含めて検討する必要がある。

表Ⅱ-92 主要部品の加工精度実績

部 品・部 位		要求精度	実測精度	加 工 設 備
スライフト SBMC ベッド	案内面上面	真直度 0.01/1000 凸傾向のみ許容	0.01/1000	案内面研削盤MM52100A のみ、その他の研削盤 は達成不可
	下側案内面 (押板側)	平行度 0.02	0.04	案内面研削盤 M50100
同 上 テーブル	上 面	平面度 0.005 0.01 凹傾向のみ許容	凹面になら ない	平面研削盤 MM7150A
	T 溝	直角度 0.02	0.05	平削フライス盤 X2010A
同上传動 歯車箱	各軸穴	基準面との直角度 0.05	0.1	専用中ぐり盤 U-02
	軸 穴	同心度 0.03	0.1	ラジアル・ボール盤 V050/1600
旋 盤 CA6140 主軸頭	VI軸穴	真円度 0.006	0.01	専用ファイン・ホーリング盤 (金剛銑)
	I II III IV VI各穴	面粗さ 1.6 $\mu$ m	3.2 $\mu$ m	専用中ぐり盤 DU-1670
同 上 エプロン	V 穴	穴径31.5 $\pm$ 0.04	$\pm$ 0.12	専用中ぐり盤 DU-1673
同 上 ベッド	案内面	真直度 0.03/全長 凸傾向のみ許容	0.005~ 0.008	専用研削盤 Me34
同 上 主 軸	テーパー穴及び 端 面	面粗さ 0.8 $\mu$ m	1.6 $\mu$ m	テーパー穴研削盤 WX-004 円筒研削盤 M1450
同心押台 スリーブ	テーパー穴及び 外径面	面粗さ 0.8 $\mu$ m	1.6 $\mu$ m	テーパー穴研削盤 WX-004 円筒研削盤 M1414
同 上 親ねじ	ねじ部	ピッチ 誤差 $\pm$ 0.026	$\pm$ 0.035	外注

### 3) 加工能率

保有設備の大多数は汎用工作機械である。これらは概ね標準的な仕様で、能

率向上の目的で特に付加された機能は見当たらない。

大物車間の一部には量産用の大掛かりな専用設備が導入されている。対象はCA61型旋盤の大物部品すなわちベッド・主軸頭・送り歯車箱あるいはエプロンである。工程は平面の荒削りと仕上げ加工、あるいは中ぐり加工である。

これらの専用加工設備は、頑丈な取付け具に固定したワークを多軸または多刃工具で加工する構想であり、高出力に対応した剛性も備えている。おそらく汎用機の1/2～1/5の時間で加工を完了させることができる。

例えば、実績によるとCA6140主軸頭の中ぐり工程の場合専用設備 DU-1670, DU-1671 およびDU-014にかかる加工時間は合計で 6.25Hである。これと比べ、まだ専用設備が無く汎用機（立旋盤C5116Aおよび横中ぐり盤T611）によって加工されている MS1000G主軸頭の場合には合計 30.3Hもかかっている。対象が異なるので厳密な比較はできないが、主軸頭の中ぐり工程では専用機と汎用機とでは加工時間に約5倍程度の差があるものと考えられる。

#### 4) 融通性・段取り即応性

汎用機には多くの場合位置決めのための治具が併用されている。これらの治具は、ロット替えの度に交換する必要がある。この結果、設備の融通性が妨げられている。

例えば、上記のCA6140主軸頭の場合、専用機の準備には9.0Hを要している。一方MS1000G の場合は汎用機による同等の加工に、6工程合計で15.0H の準備時間を必要としている。

準備時間：加工時間比は専用機で 9 : 6.25、汎用機では 15 : 30.3 である。専用機では加工時間が短縮されたのに引き替えて準備時間があまり合理化されていないことが分かる。

一般にNC機械を活用すれば、位置決め治具に依存することがないから準備時間を軽減することができる。

本工場の保有するNC機械は次の2台である。

表II-93 保有NC工作機械

機 種	型 式・容 量	設置年	車 間
旋 盤	CNC400, $\phi 400$ , Z=1000	1986	加 工
マシニングセンタ	YBM-90N-1000, X=1200, Y=1000, Z=1000	1987	専用機

5) 自動化設備

2台のNC機械を除いて、他はすべて手動方式である。ただし、大型の設備にはペンダント型スイッチが採用され、操作性の向上に役立っている。

また、自動化の前段階として、座標読み取り装置の取り付けが進められつつあるがまだ僅かである。

6) 経過年数と陳腐度・老朽度

保有設備の中には長期間の稼働によって老朽化が進んだもの、あるいは旧式のため最近の工法や加工条件に馴染まないものも含まれている。このため設備の実質戦力は見掛けの台数を5%程度割り引いて考える必要がある。

経過年数の分布は次のとおりである。

表II-94 保有設備の経過年数

経過年数	10年以内	11~20年	21年以上	合計
台数	113	58	26	197
比率	57.4	29.4	13.2	100

問題点

- a) 工作機械部品の要求水準に適合するだけの加工精度を持つ設備が極めて限られている。とりわけ大物部品の平面加工（平削フライス盤・平面研削盤）にそれが言える。

それらの設備はネックとなっており、日程の確保を難しくしている。

また、最終仕上げに限って用いているため必要以上に工程が分割され、工程の度に余分の準備時間を費やしている。

- b) これらの限られた重要設備も加工精度は万全ではない。

その主な理由は、第一に部品の要求精度が一般の水準よりも高く、通常の仕事機械の達成限界に近いこと、第二に設備が気温の変化や機械自体の発生熱によって絶えず不安定な状態にあることである。更に実際の加工では材料の歪みなどの誤差要因が加わる。このため、要求の加工精度を達成することが極めて難しい。

例として専用機車間の平面研削盤MM52100A（上海製）の場合を説明する。

本機はベッド案内面の最終仕上げに用いられており、殆ど全ての製品の品質が本機の加工精度に依存している。しかし本機は油圧駆動式であるために、発熱の問題を抱えている。

起動時は馴らし運転によって温度を平衡させるなどの配慮をしているが、安定させるまでに長時間を要する。また夏場には油温の上昇を緩和するため一定の時間休止させることがある。ネックマシンに対してこのように時間を費やしても加工精度を確保することは容易でない。

限定された重要設備は、精度の維持が可能な環境（恒温室）を与えるとともに、現行の整備基準を上げる必要がある。

c) 不注意な使い方での劣化を強制している。

設備が経過年数とともにある程度老朽化することは仕方がないが、中には使い方に起因する劣化もあるものと考えられる。

例えば、大物部品車間の門型研削盤は案内面に向かって砥石粉を吹き込む形で扇風機が使われている。この扇風機は加工中に砥石粉が手前に飛散するのを防ぐ目的あるいは電動機の過熱を防ぐ目的で用いられているものようであるが、いずれにせよ大事な案内面の磨耗を促進する結果となっている。

d) 歯車の加工精度が低いのは活用技術の不足も一因である。

MS1000G 旋盤用の焼入れ研磨されるヘリカル歯車は、16種全部外注されている。その理由は内作の精度が良くないからという。

歯車研削盤を見たところ4台とも各部の調整が適切に行われていない。またハンマーによる叩き痕が見られるなど使用上の配慮が欠けている。加工精度が低いのは設備だけの問題ではない。

e) 設備の体質に柔軟性が欠けている。

例えば、中ぐり工程は専用設備に依存し過ぎている。この方法は専用設備の製作のために多額の費用と長期の準備期間を要する。また実用段階でも段取り替えに長時間を要する。従って計画経済下で標準的な品種を連続生産する場合でないとペイしない。

事実、多くのCAG1型旋盤用専用設備が遊休状態になっていた。

製品のモデルチェンジの可能性がある場合、あるいは多品種を少ロットで流す場合には、柔軟性のあるマシニングセンターを採用するほうが有利であ

る。現有の専用設備は必要性の高いものから順次マシニングセンターに置き換えていく必要がある。

当工場でもマシニングセンターを1台保有しているが、残念ながら工法の転換が進んでいないため稼働率はまだ低い。

f) 現有の設備が工法を制約している。

現有の設備が陳腐化していれば、やはり陳腐な工法しか採用できない。

例えば、平面加工では平削盤と形削盤が主力をなしている。この機械では加工方向と直交する面（例えばベッドの端面など）あるいは長手に段のある面（例えばベッド内側の軸受け座など）が同時に加工できない。このため工程を別に追加する必要がある。細切れの工程ごとに準備時間がかかるだけでなく、工期も延びる。また形削盤は片持ち構造のため加工精度が低く、工作機械部品の加工には不適當である。

このような観点から、平削盤と形削盤は5面加工機あるいはマシニングセンターに置き換える必要がある。

g) 工具の遅れが設備の近代化を妨げている。

フライス盤・マシニングセンターが平削盤・形削り盤に比べて活用されていない理由の一つは良いフライス工具を安価に得ることができないためと考えられる。

現有の汎用フライス盤における工具（正面フライス・エンドミル等）は極めて旧式で、能率的な加工は期待できない。従ってどうしても必要な場合以外はフライス加工を積極的に採用しないのであろうと推察される。

専用加工設備においては、大径の正面フライスが用いられているが、主軸の剛性が不足しており、高い能率と良い仕上げ面を達成することは困難と判断された。また再研磨のための工具交換に時間がかかる構造となっている。

最新の工法にはこれを支援する優秀な工具が不可欠である。但しこれらの工具システムは従来よりも高価である。通常マシニングセンターでは最低でも機械本体の10%の工具費用を見積もる必要がある。しかし当然それだけの見返りが期待できる。

今後の設備近代化に当たっては、設備の真価を発揮させるために、工具の近代化についても十分に配慮することが必要である。

#### 4.4.4 丸物の工程

##### 現 状

丸物は〔4.4.1〕で述べたとおりスライドユニットでは部品加工の約35%、旋盤では約50%を占め、4つの部品類型の中で最も比率が高い。

丸物の代表は旋盤主軸である。丸物の中で最も精度が高くまた工程も長い。

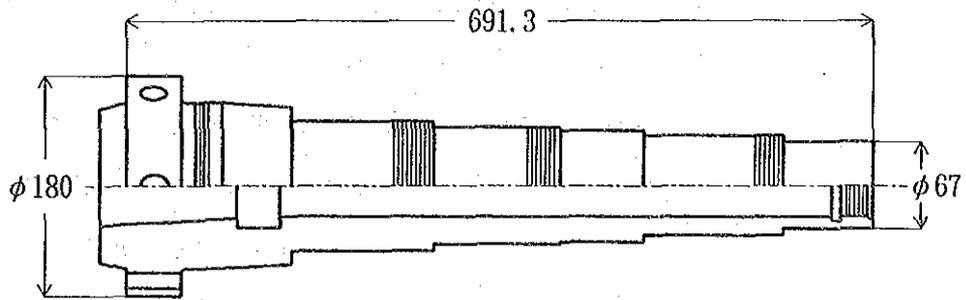
MS1000G 主軸の例を表II-95に示す。形状は図II-86のとおりである。材料は40Cr調質材である。軸端とテーパ穴およびベアリング嵌合部は高周波焼入後研削される。主な要求精度は次のとおりである。

外径・端面の振れ	0.006 mm
各部の同心度	0.003 mm
キー溝同心度	0.015 mm
テーパ部・端面の面粗さ	0.4 μm

表II-95 旋盤MS1000G 主軸の工程

熱 処 理	外 径 部	端 面 他	内 径	そ の 他
○調質	②外径荒削りL			①研削・センター穴
③応力除去	④振れ取りL ⑥焼入れ前寸法L		⑤中心貫通穴L ⑦焼入れ前寸法L	
⑧高周波焼入 G48	⑨振れ取りL  ⑬仮仕上げG ⑭ねじ切りL  ⑱仕上げ研削G	⑩端面穴D  ⑮キー溝M ⑯円周下穴M ⑰円周穴仕上げB	⑩テーパ穴荒G ⑫テーパ穴中仕上げG  ⑲内径ねじL ⑳テーパ穴仕上げG	⑲心金入れ  ⑲心金外し  ㉑手入れ ㉒目盛り塗装

L:旋盤 G:研削盤 M:フライス盤 B:治具中ぐり盤 D:ボール盤



図II-86 旋盤MS1000G 主軸の形状

主軸の工法は、高い要求精度を満足させるために、荒削り後に応力除去を折り込んでいる点とテーパ穴の研削を、荒・中・仕上げの3回に分けている点の特徴である。

工作機械の主軸は通常中空となっている。そのため加工部位によって最適の取付け方法を選ぶ必要がある。本例では、②④ではチャックと心押台、⑤以降の内径加工はチャックと振れ止め、⑬から⑱までは心金をはめて両センター支持を用いる。また⑯⑰では割り出し台を用いている。

工程によって取付け方が異なる場合ともすれば同心度が低下し易い。本例では⑱外径部の仕上げ研削を信頼度の高い両センター支持によって行った後、続けて外径を基準に⑳テーパ穴の仕上げ研削を行ない、心振れを防いでいる。

治具としては、⑪で穴明け治具を用いている。

計測具は、⑥⑬⑱の外径テーパ部、⑦⑩⑫⑳でテーパ穴にテーパゲージを用いる。また⑮では巾用リミットゲージ、⑲ではねじ模範を用いている。

以上のとおり、全体を通じて堅実な工法であると言える。

#### 問題点

- a) 総合的な加工技術・保全技術を向上する必要がある。

前述 [表II-92] のとおり、旋盤CA6140の主軸では、面粗さ  $0.8\mu\text{m}$  が達成できないという問題がある。MS1000G では  $0.4\mu\text{m}$  が要求されているので尚更困難である。

一般に仕上げ面粗さの問題は、原因が単一ではないから、設備保全・ワーク保持・工具・加工条件などを含めて総合的に検討すべきである。裏返せば

仕上げ面の問題を解決すれば技術的総合力が立証されることになる。

本件では、砥石軸の振動防止・砥石の選択・ドレッシング方法などの点から検討を進めることで解決のめどが得られると考える。

b) 車間主任などに聞いた結果、加工精度に問題ありと判断された設備は、円筒研削盤・内面研削盤・ねじ研削盤である。また、現在は保有していないが必要と思われる設備は、内径スプライン研削盤である。

c) バイト類はろう付けチップ方式であり、TA方式は採用されていない。現行の方式には次の点で問題がある。

- ・工具交換の際に寸法調整が必要。
- ・再研磨時間が掛かる。また再研磨に個人差が出やすい。
- ・自家製のろう付けバイトは損傷が発生し易い。

TA工具の狙いは、標準的な良質の工具の供給を通じて、適正な作業方法と加工条件の定着を図ることにある。中国の工具市場にも次第にTA工具が流通しつつあるので、できるだけ早く採用すべきである。

#### 4.4.5 歯車の工程

##### 現 状

##### 1) 歯車の種類と数量

歯車は〔4.4.1〕で述べたとおりスライドユニットでは部品加工の約11%、旋盤では約18%の比重を持っている。

加工する歯車は平行軸用が殆どを占めている。そのうち平歯車が大多数で、ヘリカル歯車は極めて少数である。内歯車はCA6140旋盤では5個だけである。

交差軸用としては、ウォームギヤが旋盤の一部とスライドベースの伝動装置に用いられている。傘歯車は無い。

スプラインを有する軸（外）・ハブ（内）も歯車に工程が類似しているため歯車車間で集約加工されている。

平歯車の直径は概ね $\phi 100$ 前後で、最大でも $\phi 300$ までである。歯形の大きさは概ねm2～3で、最大m4である。

精度クラスはMS1000G用の一部にJB5級がある他は、概ね6～7級である。

材料には炭素鋼45（焼入れしない歯車の場合）、40Cr（高周波焼入れ用）あ

るいは15CrMo（浸炭焼入れ用）が使われている。

これらの歯車は全部で約 300種類、個数は年間延べ約 4 万個に及ぶ。この中で旋盤MS1000G のヘリカル歯車16点は外注されている。

通常、歯車車間の中を流れる歯車は 250種類、ロットサイズは20個前後である。

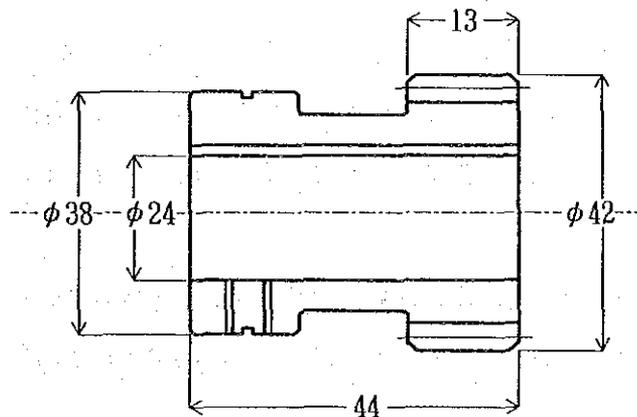
## 2) 基本工程

スライドユニットSEMEc400用伝動装置P41 の平歯車（67A, B）を例にとる。

工程は表Ⅱ-96、形状は図Ⅱ-87のとおりである。

表Ⅱ-96 歯車の工程（伝動装置・歯車）

ブランク加工		歯 部		
外 形	その他	熱処理	歯 形	その他
①L 全体仕上	④穴・カップ立 ⑦M キー溝	⑤高周波焼入	②GS仕上代残し ③シェービング	④面取り
⑥L(G)内外径磨き			⑧ギヤホーニング	



図Ⅱ-87 スライドユニットSEMEc 伝動装置 歯車形状

材料は40Cr（高周波焼入れ用）である。精度等級はJB7 級である。

形状の制約（段の間が短い）のため、歯切りは歯車形削盤を用いる。さらにこの後歯面をシェービング仕上げ・高周波焼入れ・ホーニング仕上げする。

### 3) 歯切り加工

ホブ盤または歯車形削盤によって歯切りしたあと、必要に応じてシェーピング加工あるいは研削加工を行う。研削加工は主として焼入れ後の歯面仕上げに用いる。ただし形状の制約によって研削できないものはホーニング加工またはラッピングを行っている。

上記の機械のうちホブ盤・歯車形削盤および歯車研削盤は創成運動によって歯形を作るので、内部の機構が正しく動作するように整備されていることが必要である。所見は次のとおりである。

- (1) ホブ盤：仕上げ面模様が乱れていることから判断してガタが生じている。このままでは精度も能率も上げられない。ホブ切りの精度はその後のシェーピング精度にも波及するので、これを防がなければならない。各部の調整が必要である。4台中1台は特に加工精度が低下している。
- (2) 歯車形削盤：劣化が進みつつあるが通常の条件で使用可能。精度を復元するため各部の点検・調整が必要である。
- (3) シェーピング盤：完好の標示があるので状態は良いものと判断する。ただし、ハンドル・レバーなどが正規のものでない点が気になる。
- (4) 歯車研削盤：4台中1台は完全に休止し、戦力となっていない。稼働している他の3台も歯形とピッチの精度が良くない。ただし調整によって解決する可能性がある。
- (5) ブローチ盤：2台とも横型である。立型に比べて精度も操作性も劣る。老朽化も進んでいるので量産を前提とするならば立型に更新する必要がある。歯切り精度は、歯切り工具の精度にも直接依存している。歯切り工具の所見を次に述べる。
- (6) ホブ：高速度鋼無垢の標準ホブが多用されている。プリシェーピング用も持っているようである。組立ホブは採用されていない。再研磨は工具車間で行っている。
- (7) ピニオンカッター：標準的なディスク型が最も多い。再研磨は工具車間で行っているがすくい面が粗い。切れ味だけでなく加工精度にも影響があると懸念される。
- (8) シェーピングカッター：切刃溝のピッチが荒く、歯元まで切り込んでいる

ので切刃の剛性が不足し、切れ味が良くないと思われる。良好な仕上げ面は期待できない。再研磨は当工場の設備では不可能である。

(9) ブローチ：スプライン用に丸型ブローチが用いられている。再研磨は工具車間で行っている。

保有する歯切り工具はすべて市販の標準仕様品である。相手によって細かい使い分けをすることはできない。例えば修正歯形用の工具が無いから、歯形を修正する必要があるときはグラインダーで逃がしている。

#### 4) 測定・試験

歯切り加工では、精度上の要件を満足させるため加工前・加工中・加工後の測定・試験が欠かせない。このために用いている測定具・検査設備は表Ⅱ-97のとおりである。

表Ⅱ-97 歯車測定・試験設備

測定項目	測定設備	設置場所
歯厚（またぎ歯厚）	歯厚マイクロメーター	歯車車間
歯筋誤差（平歯車） 歯溝の振れ	両センター台 インディケータ	
ピッチ誤差 歯形誤差 歯筋誤差	万能歯車試験機 歯車ピッチ測定器	検査科
背隙 歯当たり	ウォームギヤ啮合試験機	

#### 5) 加工精度

最も重要な設備である歯車研削盤の加工精度に信頼が置けない。例えば、旋盤 MS1000G用 m2, 44T, 歯巾14mmの平歯車の場合の要求精度(JB6級)と実績を対比すると次のとおりである。歯厚が0.022 変動していることはピッチ精度が良くないことを示している。

表Ⅱ-98 加工精度の例

精度項目	要求値	加工実績
歯溝の振れ	0.03	0.025
またぎ歯厚	33.599~33.635	33.578~33.60 不合格
歯形誤差	0.008	0.008
歯筋誤差	0.009	0.009

## 問題点

- a) 高精度のはずば歯車が内作できない。

旋盤MS1000G用の歯車42点のうち16点は台湾に外注されている。その理由は、要求精度(JB5~7)を保証する検査機能が工場に無いことである。とりわけはずば歯車は、現有設備では精度検査をすることができない。

もしこの歯車を内作するとすれば、先ず加工設備を徹底的に整備するとともに、はずば歯車の試験設備の導入が絶対に必要である。さらに歯切り工具の刃付け・ワークの取付け・機械の取扱い・加工条件の選択など周辺作業のすべてにわたって精度向上の方策を立てることが必要である。

- b) 加工から検査・組立・試運転まで一貫した技術管理が必要である。

歯車の最終精度を保証するにはブランクの熱処理・加工、歯車箱の加工・組立・試運転を一貫して管理する必要がある。これによって、上流工程の原因によって生じる下流の問題を解消することが容易になる。

現状では熱処理(高周波焼入れ等)・検査・組立・試運転が歯車車間以外で行われているが、できれば関連の工程を一つの車間に集約すべきである。少なくとも歯切り加工の過程で歯形精度・ピッチ精度を容易に確認できるよう、現場用の検査設備を設けるべきである。

- c) 品質トラブル解決のための総合力を高める必要がある。

歯車車間ではシェービング加工後の歯形精度が安定しないという慢性的な問題を抱えている。歯形精度は機械の精度だけでなく上流工程の影響を強く受けやすい。例えば、その要因としてセンター穴の精度・ホブ切り精度・シェービング仕上げ代・シェービングカッターの精度さらにカッターの取付け方などを挙げることができる。

これらの要因を一つずつ掘下げてつぶせば、トラブルは解消する筈であるが、現在はこのような取り組み方が不足しているように感じられる。

- d) 歯切り工具のメーカー検査記録が無い。

上記に関連して、歯切り工具の購入時に検査記録が添付されていないことが判った。たとえ標準品とは言え、精度を重要視する商品であるから工具メーカーにおける検査記録を添付して取り引きすべきである。

#### 4.4.6 角物・箱物の工程

##### 現 状

##### 1) 角物・箱物の種類と数量

角物と箱物を合わせるとスライドユニットでは部品加工時間の約54%、旋盤では約32%を占める。(4.4.1参照)

形状の特徴から次の4種類に大別できる。

- i 大型で案内面を有する角物 (ベッド・テーブル・サドル等)
- ii 小型の角物 (刃物台・押さえ金等)
- iii 大型の歯車箱 (伝動装置歯車箱・主軸頭・送り歯車箱等)
- iv 小型の箱物 (軸受台・レバー・ブラケット類)

単体の寸法・重量・加工時間では(i)が最も大きい。

##### 2) 工程の事例

スライドユニットSEMBC400/600のベッドを例にとる。工程および形状は次のとおりである。

表 II - 99 スライドユニットSEMBC400/630ベッド加工工程

熱 処 理	案 内 面	端 面 ・ 軸 受 座	そ の 他	手 作 業
	②PL全体荒削	③BT荒削り		①全体けがき
④応力除去	⑥PL焼入れ前	⑦BT焼入れ前		⑤方々塗装 ⑧面取り仕上
⑨中周波焼入	⑩MP基準面修正 ⑪GF上案内面 ⑫GF裏案内面  ⑳GF修正仕上	⑬M 軸受座 ⑭BT端面軸受座	⑯DR底面穴明け ⑰DR端面穴明け	⑮けがき ⑱端面摺合せ ⑲塗装 ⑳面取り手入

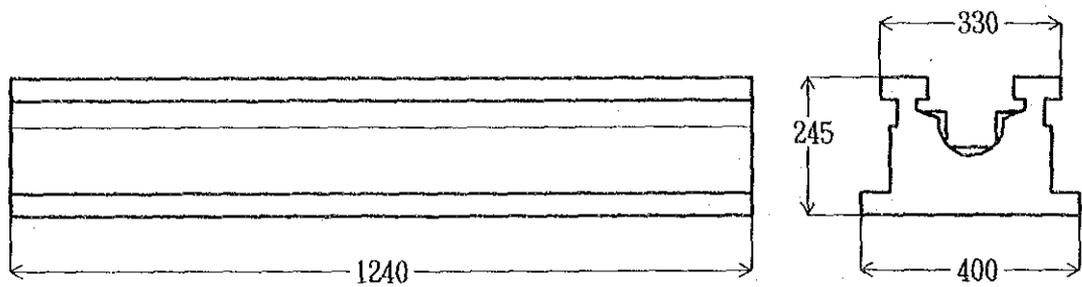


図 II - 88 スライドエイトSEMEc ベッドの形状

材料は HT250、要求精度は〔表 II - 86, 87〕に記載のとおりである。

工程途中に応力除去と中周波焼入れが折り込まれるため、熱処理歪みを考慮して工程が 3 段階に分かれる。

最終段階では案内面の研削仕上げを①②および⑳の 3 回に分け、それぞれ別の機械を用いている。まず、①では平面研削盤 M7150 で上面を加工し、続けて②で片持ち型案内面研削盤 M50100 で「あご面」を加工する。すなわち M7150 だけでは全面を加工できないために工程を分割している。最後の⑳は上海製門型研削盤を使用する。本機は全面の加工が可能で、かつ精度も良いが、ネックマシンであるから使用を控え、最終段階だけに止めている。

本来、①②では案内面の仕上げ研削を終了しておく必要がある。⑬⑭端面・軸受座の仕上げの基準となるためである。しかしワンセッティングで同時に仕上げるべき個所を別々の機械で加工するから、誤差が避けられない。㉑の最終仕上げが必要なのはこのためでもある。

⑬⑭および⑮けがき・⑯⑰穴明けの 5 工程はマシニングセンターのような複合機能を有する機械を使用すれば 1 工程に集約できるが、現有設備ではこのように分割せざるを得ない。

### 3) 工程能力

角物・箱物は幾何的精度がとくに重要であり、かつその実現に高度の技術を要する。

例えば、ベッド案内面の真直度は一定の範囲内で凸傾向にあることが求められる。同様に、テーブル上面は凹傾向が求められる。

この場合は、ワークに予め反対方向の弾性変形を与えておき、加工後に解放

する方法をとることが秘訣である。つまり設備の精度だけに依存するのではなく、人が介入することによって要求の精度を確保するのである。

同様に、直角度を確保するためには、必ず加工中に確認して、必要なら補正しなければならない。

実際に得られた加工精度の例は〔4.4.3〕表Ⅱ-92に掲げたとおりである。工場の説明によると、精度の不良はすべて設備に起因しているかのようであるが、実際には加工中の温度管理・ワークの取付け方・加工条件の選び方・測定方法などの技術要因がからんでいる。現状を見ると、これらの要因への配慮が不足しているように感じられる。

#### 問題点

- a) 繰り返し品の野書きは無駄である。

部品の多くは繰り返し品であり、素形材の形状も安定している筈である。(安定していなければ安定させるべきである)。一定の座を基準にした取り付け方をして、一定の部位をチェックして位置決めするようにすれば、野書きの必要は無い。

- b) 同一部位を3工程以上に分けて仕上げている。

荒削りと仕上げの2回を目標にすべきである。応力除去を荒削り後に行っていることが一つの理由である。これは堅実な工法であるが、そのために荒削り工程を繰り返さなければならない。応力除去は素形材の段階で済ませることが出来る。日本の場合にはこの工法を採用している。

- c) 平削りを偏重している。

先に〔4.4.3〕でも指摘した。平削盤・形削盤が多用され、フライス盤は補助的に使われているが、加工内容の多様さ・柔軟さ・制御の容易さにおいてフライス加工は遙かに優れている。フライス加工の採用により工程の集約も可能になる。すなわちマシニングセンター化によって角物・箱物加工の近代化を図るべきである。

- d) 仕上げ加工のための環境が保たれていない。

加工中の温度変化が加工精度の不安定につながっている。仕上げ加工に必要な以上に時間が掛かっているのもこのためである。

スライドベースの加工時間を日本のあるメーカーと比べると、同等のテーブルの研削加工には 6.8 倍、ベッドには 4.7 倍余計に掛かっている。(いずれも準備時間を含めない加工時間だけで比較)

本来、長時間を要する加工には、温度の変化を防ぐ目的で恒温室を必要とするが、本工場の場合はむしろ時間短縮のために有効であろう。

- e) 設備の精度を補完するための測定・加工技術が不足している。

上述のように、加工中は測定によって精度を確かめながら作業を進めることが必要である。現状ではこの点の研究が足りない。

工法の研究が進まない一つの理由は適切な測定具がないことである。例えば、加工中に直角度を確認するための 1 m クラスの直角定規が無い。

工程能力の確認のためには加工後の測定も重要である。能率的な測定のために三次元測定機を導入することが望ましい。

- f) スライドユニットのテーブルはベッドと一体にして上面を仕上げている。

そのため工程にベッドとの摺合わせを折り込む必要がある。日程の待ち合わせを必要とするために工期が延びる可能性がある。必要以上に大きいワークを機械に搭載しなければならないという問題もある。それぞれを独立して仕上げる工法に切替えるべきである。

- g) 繰返し品に対しても穴罫書きを必要としている。

けがきの所要時間は穴明け時間にほぼ匹敵している。つまり罫書きを省略すれば穴明けの生産性は 2 倍に向上する。穴明け治具への移行、あるいは更に進めて NC 加工とする必要がある。