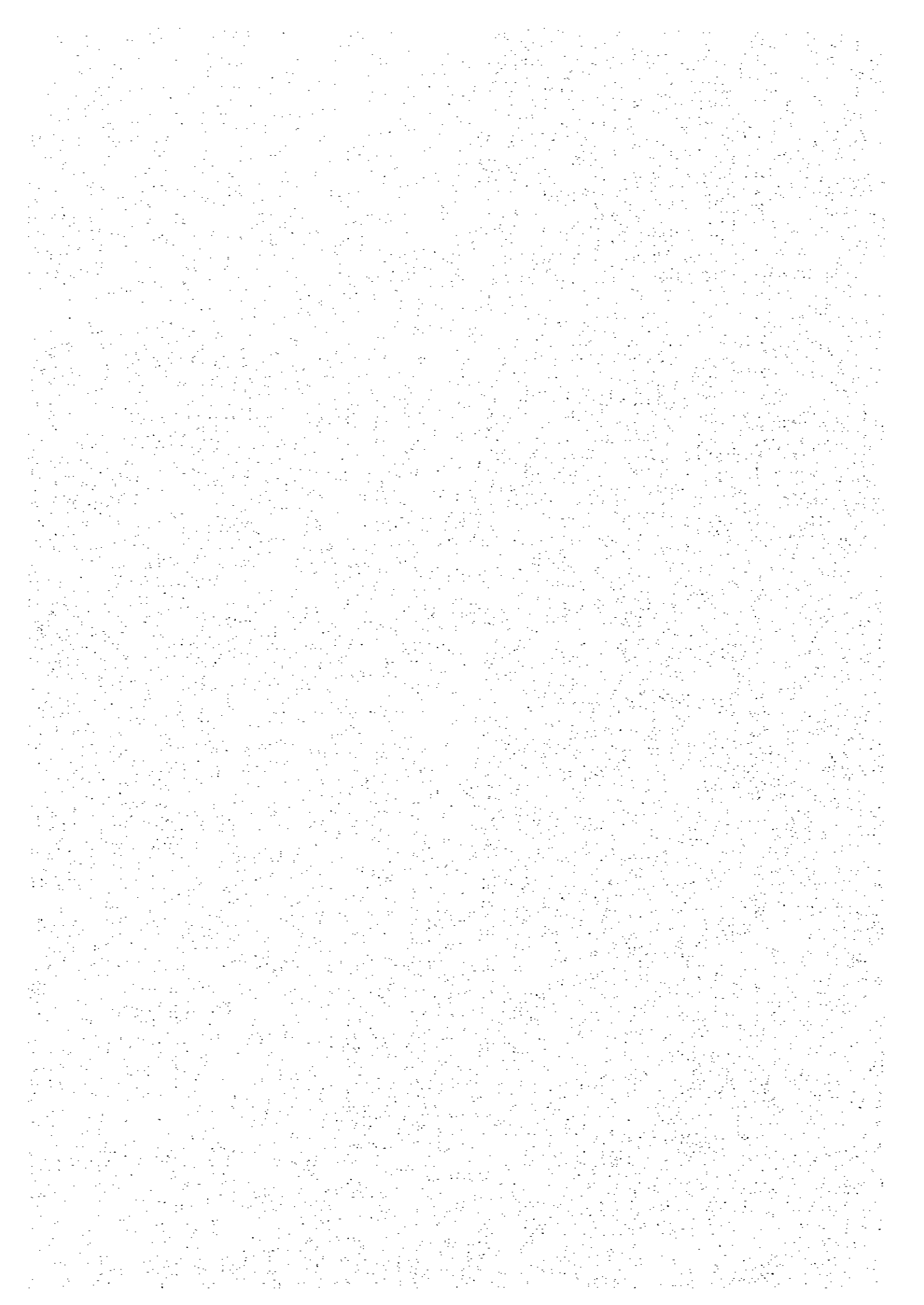


第3章 生産工程の現状と問題点



第3章 生産工程の現状と問題点

原材料受入工程、熱処理工程、包装工程、検査工程および各製品別機械加工工程に分けて、調査結果をとりまとめ、現状を記述した上で問題点を抽出する。

3.1.原材料受入工程

鋼材の受入検査については、鋼番別、炉番別、ロット番号別に全数検査する。

検査項目と担当部署は表 3.1.1 の通りである。

表 3.1.1 鋼材の受入検査項目と担当部署

検査項目	内容	担当部署
(1)重量検査		調達係
(2)外観検査	寸法公差、表面欠陥	検査係
(3)金相検査	偏析、炭化物均一度、表面脱炭、マルテンサイト等級、炭化物の粒度	金相室
(4)成分分析	C、W、Mo、Cr、V、Si、Mnの含有量	分析室

上記の検査結果が合格の場合には材料を倉庫に入れる。不合格の場合には関係部署が協議して処理する。材料を返却することも珍しくはない。

金相検査では、6級まで合格であるが、5～6級品は自社で鍛造することによって組織を改善する。適寸材を得る目的で鍛造することもある。

金相室・分析室の設備は表 3.1.2 の通りで、これらの設備は国家計量局の検査手続きにしたがって検定している。

表 3.1.2 金相室・分析室の設備

設備名称	台数	設備名称	台数
(1) 金属成分分析計	1	(7) 硬さ計	
(2) カーボン分析計	1	ロックウェル	1
(3) 定性分析計	1	ピッカース	1
(4) 天秤	2	マイクロピッカース	1
(5) 金属顕微鏡	2	ブリネル	1
(6) 超音波探傷機	1		

問題 3.1-1

設備のメンテナンスは行き届いていないと見受けられた。しかし、旧式のものばかりである。材料メーカーと品質協定を結び、太原工具工場で行っている検査と同等以上の検査を材料メーカーに行わせて、品質を保証させ、検査成績書を添付して、納入するようにすべきである。これにより、受入検査を簡素化してゆくことを提案する。

3.2.熱処理工程

3.2.1.高速度工具鋼の熱処理

切削工具の寿命は材料の良否と熱処理条件によって決定されるといっても過言ではない。熱処理条件は材料メーカーの推奨条件と材料受入検査における成分および全相組織を勘案して決定している。すなわち工具メーカー各社は材料メーカーの推奨条件に自社のノウハウをプラスして決定しているのである。

太原工具工場では熱処理設備として、従来法である塩浴炉を使用している。塩浴炉管理上のポイントは炉の温度管理とソルトの組成管理の2点に集約される。温度管理にあたっては焼入温度が約1,200℃という高温でかつ許容範囲が狭いことが難題である。高温のため熱電対のケース（保護管）の寿命が短いため、常時輻射温度計を使いながら、一定時間ごとに熱電対で補正する便法を用いる。輻射温度計は補正值±5℃以内に管理される。温度コントロール幅は±10℃にON-OFF制御される。各炉の温度は自動記録紙に記録され保存される。高温なるがための特色は、本熱炉の前に予熱炉があり、後に熱浴炉があることである。その目的は焼入時の加熱・冷却過程において、表面と内部との急激な温度差を緩和することによって材料の焼入割れを防止するためである。予熱-本熱-熱浴は世界的に共通しているが、予熱炉の数、熱処理工程各炉の設定温度、保持時間等は各社のノウハウに属する（表3.2.1参照）。

表 3.2.1 製品別熱処理炉とその温度管理

	水分除去	塩浴焼入炉			塩浴 焼戻炉	
	電気炉	予熱	本熱	熱浴		
ツリゴ ビニカッタ シェンカッタ	620℃	800℃	900℃	1,230℃	620℃	550℃
ブローチ	620℃	無	900℃	1,230℃	620℃	550℃
温度管理計器	熱電対	熱電対	熱電対	輻射温度計 ¹⁾	熱電対	熱電対

次にソルトの組成管理すなわち脱炭防止管理について述べる。塩浴炉に使用しているソルトは表3.2.2のとおりであるが、高温の予熱炉、本熱炉では、被処理カッタの表面になにがしかの脱炭が生じる。その脱炭深さが研削代を超える場合には、カッタの切刃に脱炭層が残り、切削寿命を損ねる。この脱炭を無視できる範囲に押さえ込むため、各社ノウハウに基づいて、炉内のソルト組成をチェックし、脱炭防止剤を投入して常に良好な組成を保つべく細心の注意を払っている。

- 注) 1. 1回/直、熱電対でチェックし、要すれば補正する。
2. 熱電対は太原計量局で、1回/6ヶ月、検定を受ける。

表 3.2.2 各塩浴炉の使用ソルト

予熱炉	本熱炉	熱浴炉	焼戻炉
BaCl ₂ 80 NaCl 20	BaCl ₂ 100	BaCl ₂ 50 NaCl 20 Kcl 30	KNO ₃ 100

太原工具工場では、ソルトの組成管理に「酸アルカリ中和法」を採用している。それは炉内の BaO および Fe₂O₃ 含有量を測定し、両者の差が 1%を超えると脱炭素剤を投入して組成を調整する。その測定間隔は 1 回/4 時間である。この方法は、代用特性による方法である。日本では現物に近い鋼箔試験を行っている。それは炭素含有量 1%の鋼箔を焼入して炭素分析機にかけて炭素含有量を測定する方法で、焼入後の炭素含有量 0.7%までを合格範囲としている。炭素分析機にかけなくても、手で折り曲げたときの感触あるいは火花試験でも大体の合否判定が可能である。

熱処理検査では、かたさおよび顕微鏡組織によって合否判定を行っている。かたさはそのカッタの耐摩耗性の代用特性であり、顕微鏡組織は材料および熱処理の良否判定となるもので、どのメーカーでも行っていることである。

材質 W₁₈Cr₄V の図面指示硬さが「HRC63~66」である。これに対して「HRC64~66」にすべきではないかと質問したところ、上限を狙って熱処理を行っているが、やはり「HRC63~66」の範囲がほしいとのことであった。そこで焼入時の脱炭を疑ってみる必要があると判断して、日本式の脱炭テストを工場側に申し入れた。

日本式脱炭テストの要領を表 3.2.3 に、その結果を表 3.2.4 に示す。なお詳細な内容は添付資料 1 ソルト管理に関する調査のとおりである。

表 3.2.3 日本方式の脱炭テスト要領

		焼入条件			鋼箔採取条件			
一回目	脱炭防止剤投入直前	①	HS53M No.1	予熱	900℃×3分	①	予熱	900℃×8分→5%塩水急冷
				本熱	1200℃×3分			
				熱浴	650℃×3分			
		②	SKH51 No.1	予熱	900℃×3分	②	本熱	1200℃×6分→5%塩水急冷
				本熱	1215℃×3分			
				熱浴	650℃×3分			
	脱炭防止剤投入直後	③	HS53M No.2	予熱	900℃×3分	③	予熱	900℃×8分→5%塩水急冷
				本熱	1200℃×3分			
				熱浴	650℃×3分			
		④	SKH51 No.2	予熱	900℃×3分	④	本熱	1200℃×6分→5%塩水急冷
				本熱	1215℃×3分			
				熱浴	650℃×3分			

↓
日を改めて同じテストを繰り返す。

		焼入条件			鋼箔採取条件			
二回目	脱炭防止剤投入直前	⑤	HS53M No.3	予熱	900℃×3分	⑤	予熱	900℃×8分→5%塩水急冷
				本熱	1200℃×3分			
				熱浴	650℃×3分			
		⑥	SKH51 No.3	予熱	900℃×3分	⑥	本熱	1200℃×6分→5%塩水急冷
				本熱	1215℃×3分			
				熱浴	650℃×3分			
	脱炭防止剤投入直後	⑦	HS53M No.4	予熱	900℃×3分	⑦	予熱	900℃×8分→5%塩水急冷
				本熱	1200℃×3分			
				熱浴	650℃×3分			
		⑧	SKH51 No.4	予熱	900℃×3分	⑧	本熱	1200℃×6分→5%塩水急冷
				本熱	1215℃×3分			
				熱浴	650℃×3分			

表 3.2.4 脱炭テストの結果

区分		焼入テスト		鋼箔テスト	
		HS53M	SKH51	予熱炉	本熱炉
一回目	脱炭防止剤投入直前	脱炭認められず	脱炭認められず	0.599 不合格	0.358 不合格
	脱炭防止剤投入直後	脱炭認められず	脱炭認められず	0.374 不合格	0.636 不合格
二回目	脱炭防止剤投入直前	脱炭認められず	脱炭認められず	0.913	0.250 不合格
	脱炭防止剤投入直後	脱炭認められず	脱炭認められず	1.179	0.473 不合格

問題 3.2.1

カッタの切削寿命を決定づける要素は、材料と熱処理であるとの認識から、高速度鋼の焼入テストでは脱炭は認められなかったものの、鋼箔テストのパラツキが大きく、日本式の判定では不合格がでていることは一大事と受けとめなければならない。

ばらつきが大きい原因として、ソルトの対流が良好に行われていない恐れがある。「かすあげ」のやり方を見直してみる必要がある。炉の底部にたまりやすい酸化物、いわゆる「かす」を少なくとも 1 回/4 時間、汲み上げてやらなければならない。「かすあげ」を十分に行えばソルトの対流は良好になる。

次に輻射温度計の視野を対流している部分に設定し、この視野に異物が入らないよう注意しなければならない。異物が入ると炉内の温度よりも読みとり温度が低くなり、その結果、炉内温度が設定値よりも高くなってしまう。異物とは焼入治具、ソルト表面にできやすい薄い酸化膜及び温度計レンズの汚れである。

「酸・アルカリ中和法」の測定記録、熱電対による補正の記録に異常が認められないかチェックを行う必要がある。「酸・アルカリ中和法」の測定間隔を 1 回/2 時間程度に短縮することや鋼箔の簡易テストの併用等も検討すべきである。

3.2.2. 転位可能硬質合金カッタ本体の熱処理

第 1 次調査時に、硬質合金カッタ本体の熱処理変形が話題となり、工場改善テーマに取り上げて調査することにした。しかし、減産により対象製品が生産されないため、調査できなかった。

熱処理変形のため、外周切刃の振れが許容値を超えるのは、図 3.2.1 のようなエンドミルの中央部であるとの情報から調査のねらいは次の 4 点とした。

1. ファイバーフローの均一な材料即ちバー材を使用する。
2. 対称形に加熱・冷却されるように 1 本ずつ焼入する。

3. チップ座に符号をつけて、振れ測定は熱処理前と熱処理後に行い工作誤差を除いて評価する。
4. 固体間のばらつきも調べる。

第2次調査時に確認したところ、1.および2.はずで実施しているが、その効果は不明である。変形しやすい形式に対しては表 3.2.5の No.4 46CrMo 鋼を適用することにする。熱処理変形が少なく、硬さもこれでよいとのことであった。

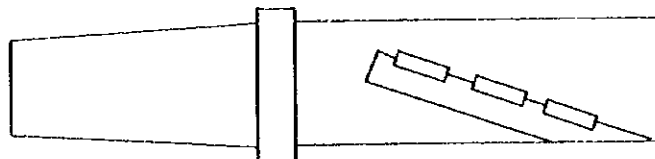


図 3.2.1 転位可能硬質合金ヘリカルエンドミル

表 3.2.5 硬質合金カッタ本体用材質と特性

材質	硬さ	特性
1. 40Cr	HRC45~50	1個ずつ吊して焼入しているが、変形大。特に肉厚が急変する部分は変形しやすい。
2. 9SiCr		
3. CrWMn		
4. 42CrMo	調質：内部硬さ HRC27~29 窒化：表面硬さ HRC60以上 硬化層厚さ 0.5mm	変形が少ない。変形しやすい形状の本体はこの方式を採用する。

3.2.3.高速度工具鋼の表面処理

太原工具工場においては国産のコーティング装置を1基保有しているが、所期の効果が得られないため、休止している。ところが日本における自動車工業用カッタに対する表面処理適用率は表 3.2.6 のとおりである。ソリッドホブ、ピニオンカッタはほぼ100%コーティングが施されている、コーティングが普及する以前は特殊ケースとして窒化処理が施されていた。

ソリッドホブ、ピニオンカッタについてはコーティング処理によって4倍以上の寿命向上効果が得られる。表 3.2.7 および図 3.2.2 を参照ください。

表 3.2.6 表面処理適用率

	コーティング適用率	窒化処理適用率
ソリッドホブ	100%	—
ピニオンカッタ	100%	—
スプラインブローチ	20%	25%

表 3.2.7 ピニオンカッタに対する TiN コーティングの効果

使用例		A	B	C	
被削歯車	モジュール×圧力角	m2.5×20°	m2.25×20°	m2.5×17.5°	
	歯数	40	26	20	
	ねじれ角	スパー	23°	31.5°	
	材料	SCM420	SCM420H	SCM420	
	硬さ	HB180	HB180	HB200	
切削条件	荒	ストローク数(ST min)	440	420	500
		送り量 (mm ST)	0.23	0.25	0.47
	仕上	ストローク数(ST min)	—	—	1000
		送り量 (mm ST)	—	—	0.23
	切削油剤	不水溶性	不水溶性	不水溶性	
加工	呼び寸法	100	150	125	
	材料	SKH51	SKH51	SKH55	
切削	無処理カッタ	切削長(m)	48	36	60
		摩耗量 (mm)	0.4	0.3	0.4
結果	Ti-COATカッタ	切削長(m)	96	36	240
		摩耗量 (mm)	0.15	0.05	0.4

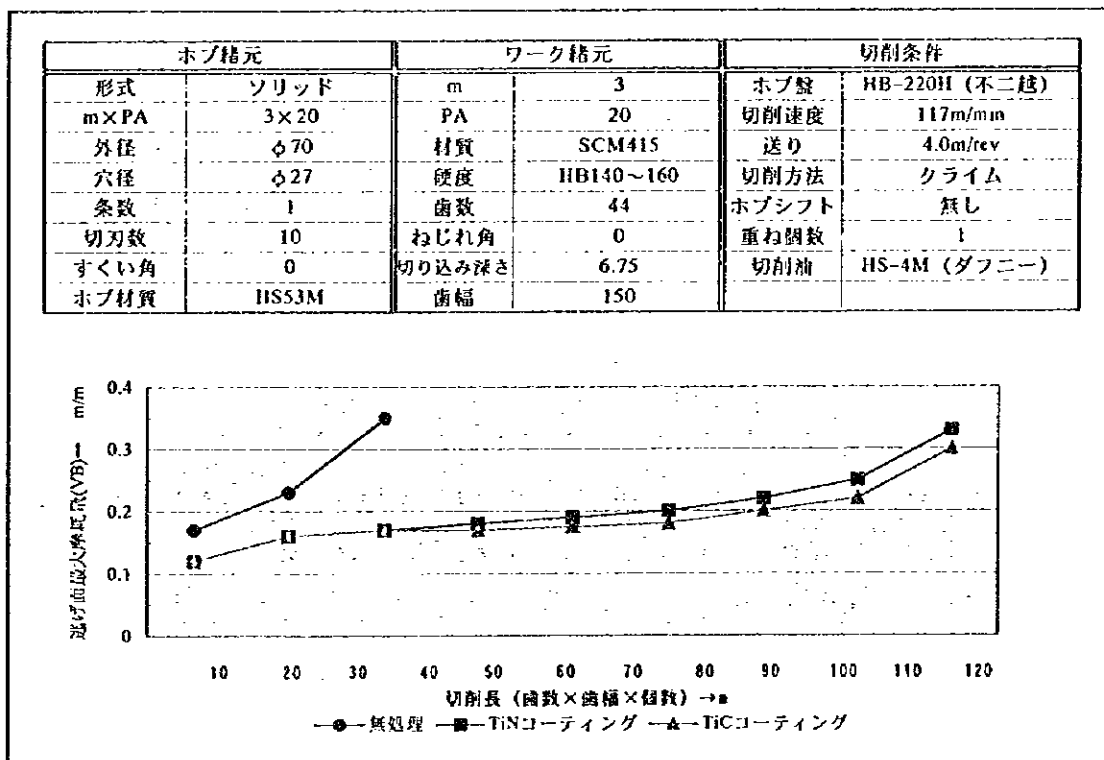


図 3.2.2 ソリッドホブに対するコーティング処理の効果

スブラインプローチの溶着現象に対しては、古くから窒化処理が適用され、顕著な効果を上げてきた。コーティング処理は、コスト対効果の評価から窒化を追い越すまでには至っていない。窒化処理による寿命向上の事例を表 3.2.8 に示す。1.5~3 倍の寿命向上がみられる。

表 3.2.8 窒化処理によるブローチの寿命向上

ブローチ名称	寸法精元	加工条件				寿命	
		切削速度	切削油剤	被削材	加工長さ	窒化処理無	窒化処理有
キ溝ブローチ	キ幅：3mm	5m/min	JIS C222	S50C	37mm	150 個/REG	1,500 個/REG
角形スブラインプローチ	φ41xφ33x7x6SP	15m/min	JIS C222	SCM4	58mm	300 個/REG	500 個/REG
インボリュートレションブローチ	M0.75XPA45°xNT39	3 m/min	JIS B222	STKM13	82mm	1,300 個/REG	4,600 個/REG
インボリュートスブラインプローチ	M2.5xPA20°xNT16	4 m/min	JIS C222	S45C	50mm	700 個/REG	1,200 個/REG
”	M1.0xPA20°xNT24	6 m/min	JIS C222	KCP48	102mm	400 個/REG	1,200 個/REG
テーパレションブローチ	スブラインプローチ	10 m/min	JIS B222	FCD45	170mm	300m/REG	450m/REG
組み合わせブローチ	デイスブラインプローチ	3 m/min	JIS B222	FCD40	11mm	3,000 個/REG	6,000 個/REG

問題 3.2.3-1

上述のデータから、自動車工業用ソリッドホブ、ピニオンカッタのコーティング処理は、工場近代化のための必須条件と考える。まずメーカーと協同で現有装置の改善に取り組むことを提案する。但し、ここで注意すべきことは、少なくとも熱処理のソルト分を完全に除去しなければならないことである。たとえば、切削面の悪い箇所にソルトの痕跡があってもコーティングに悪影響を及ぼす。

もし、不成功の場合には、新規購入に踏み切らざるを得ないと思う。

問題 3.2.3-2

スブラインプローチについてはコーティングよりも、窒化処理を推奨する。ブローチ用の窒化炉ではブローチばかりでなく、ソリッドホブ、ピニオンカッタ、ドリル、フライスカッタ等も処理可能である。

3.3.包装工程

各分工場で完成した製品は包装室へ搬入され、包装される。ホイストで吊したスチール製のかごに製品を入れ、直線に配置された各処理槽で順次処理する。まず水溶性洗剤 2 槽

で洗浄し、それを電気ヒータで乾燥させてから防錆油槽に浸漬する。油槽から引き上げた後しばらく放置し、滴が切れるのを待って包装する。図 3.3.1 を参照ください。

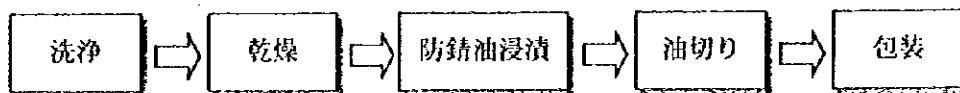


図 3.3.1 包装工程

本工程の目的は、顧客に届くまでの間に、製品が破損あるいは発錆しないように保護することである。破損あるいは発錆のトラブルは発生していないとのことなので、問題なしと判断する。

水溶性溶剤を使用する方式は最近各社で行われているもので、コスト上からも不利なものではない。

3.4.検査工程

各工程が完了するごとに検査員が現場へ出向いて、検査し、製品を次工程へ送っている。各製品の検査記録表は添付資料 2 の通りである。

ソリッドホブ、ピニオンカッタ、シェーピングカッタおよびスプラインブローチにとって最重要工程である歯形研削工程では、歯形精度が合格するまで研削と測定を繰り返す方法が採られている。これは、太原工具工場だけでなく、日本および中国のどのメーカーでも実施している方法である。

転位可能硬質合金ヘリカルエンドミルにおいて、精度的にもっとも難しい中央部外周刃の振れについては、手作業による修正を加えて、合格となる場合もある。

測定機の使い方として次の 2 つの場合がある。その一つは、上述のように研削工程で品質を作り込むための道具として使われる場合である。もう一つは、顧客に対して品質を保証したり、自社製品の優秀性をアピールしたりする場合である。前者の場合には、記録装置付でなくてもよいが、後者の場合には記録装置付が必要となる。太原工具工場の検査設備は表 3.4.1 のとおりであり、後者の目的に合致する設備は少ない。将来的にはこちらのウェイトが増大してくるものと考えられる。

表 3.4.1 検査設備

製品名	測定設備名称	台数	記録装置	摘要
ソリッド ホブ	1.ホブテスタ (KLINGELNBERG 製)	1	有	「問題 3.4-1」 下記
	2.歯形の直線度及び ピッチ測定機	2	無	
	3.万能測定機 (角度、歯厚、ピッチ etc.)	3	無	
	4.投影機 (特殊歯形用)	大 1 中 1 小 2	無	有用であるが、すくい面だけの測定しかできない。再研削断面の歯形を保証するためには問題 3.4-1 と合わせて解決した法がよい。
ビニョウカッタ シェーピング カッタ	5.リード測定機	1	有	「問題 3.4-2」 下記
	6.歯形測定機	1	有	「問題 3.4-3」 下記
	7.歯形測定機	2	無	
	8.円ピッチ測定機	3	無	
スプライン ブローチ	9.光学式分割測定機	大 1 小 1	無	
	10.歯形測定機	無	—	「問題 3.4-4」 下記
	11.試抜きブローチ盤	無	—	日本では試抜きを行っている。

検査設備の検定は国家計量局の検定手続きに従って実施している。

問題 3.4-1

有名な測定機である。しかし日本では CNC ホブ三次元測定機に置き換えられている。中国でも将来的にはそうすべきであると思う。CNC ホブ三次元測定機の導入の際には、現在、投影機ですくい面歯形のみを保証している非インポリュート歯形について、再研削断面歯形も保証できるようにソフトを開発した方がよい。

問題 3.4-2

シェーピングカッタの歯形測定機およびリード測定機は、記録装置付きであることが必須条件である。カッタ歯形の指示ならびに合否の判定は歯形チャート上でなされるからである。歯すじについても合否の判定はチャート上で行われる。表 3.4.1 の No.5、6 がこの条件を満足するが、歯形とリードの 2 台に分かれているため、1 台で両方測定できる機械と比べ非能率である。図 3.4.1 シェーピングカッタの歯形および歯すじの事例を参照ください。

問題 3.4-3

トライアルした被削ギヤの歯形および歯すじを測定するためには、顧客と同じ水準の測

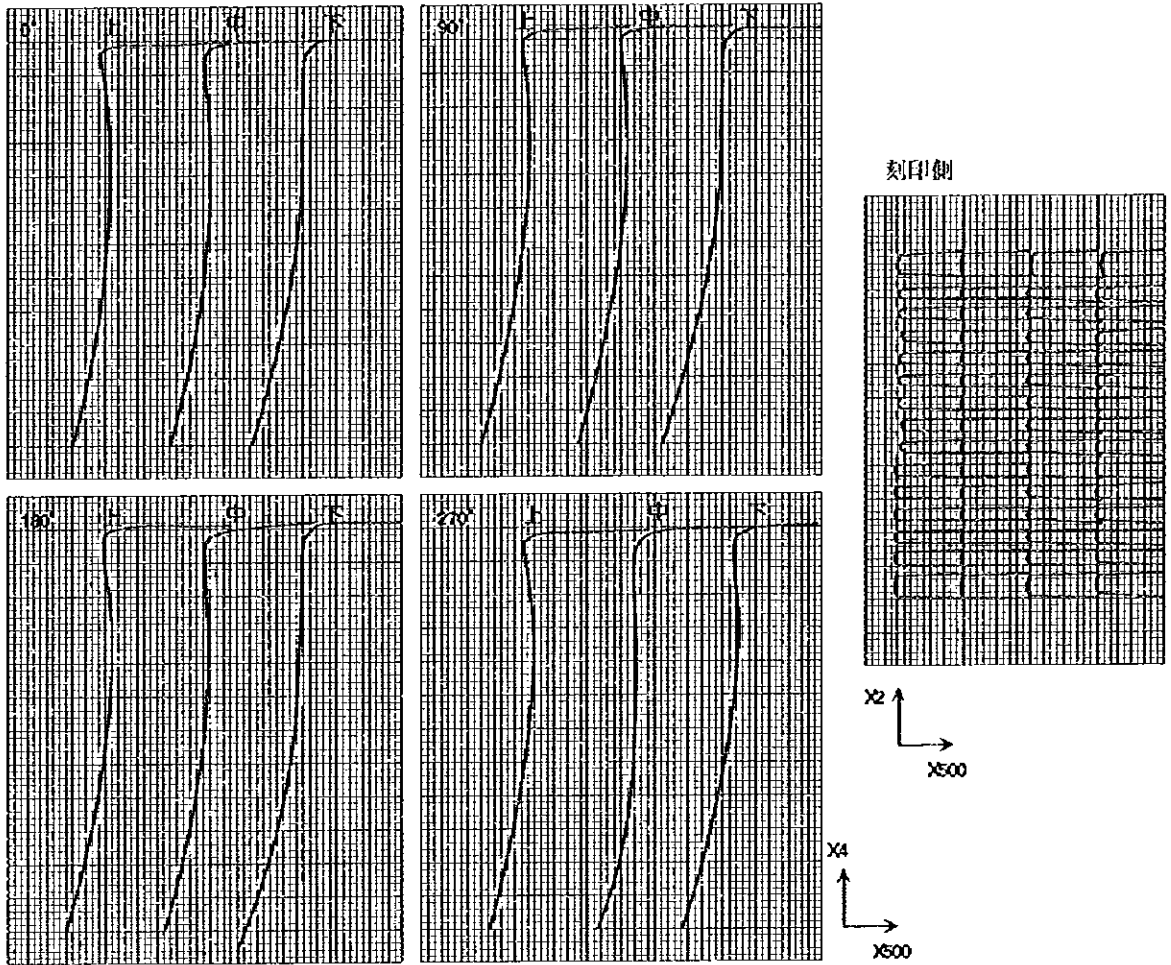
定機を備えることが必要になると思う。それは顧客が行っている被削ギヤの合否判定と同じ水準で合否の判定を行うためである。図 3.4.2 トライアルギヤの歯形および歯すじの事例を参照ください。日本ではこのようなデータを添付して、顧客に納入している。なおトライアル付きオーダについては、表 3.7.3 シェーピングカッタの製作仕様を参照ください。

問題 3.4-4

インポリュートスプラインブローチの歯形は、インポリュート歯形測定機で測定すべきであるが、ブローチは長尺であるため、一般の歯車測定機では測定できない。そのため、太原工具工場では三針法によって歯形および歯厚を測定してきた。

この方法では歯形の対称性など十分な精度保証ができないため第 9 次 5 年計画では、ブローチ用インポリュート歯形測定機の導入を計画している。記録装置付きが望ましい。

例1 $m1.7 \times PA17^\circ \times HA13^\circ$ (1円周4ヶ所測定)



例2 $m2.25 \times PA20^\circ \times HA20^\circ$

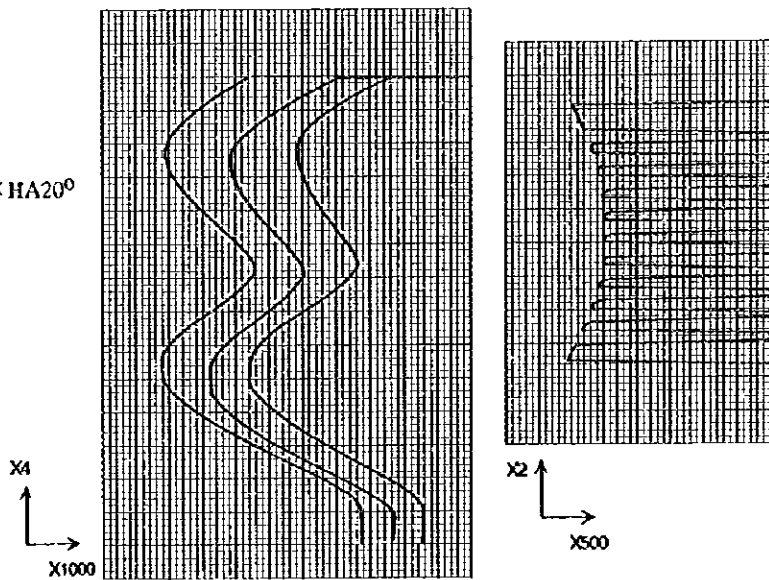
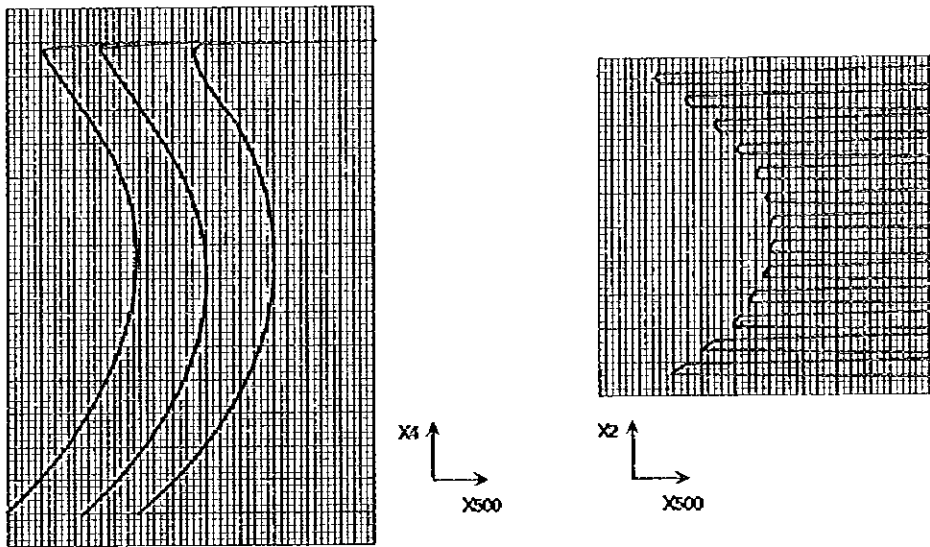


図 3.4.1 シェーピングカッタの歯形および歯すじの事例 (1/2)

例3 $m2 \times PA19.5^\circ \times HA15.5^\circ$



例4 $m3 \times PA22^\circ \times HA15^\circ$ (バイアス歯形)

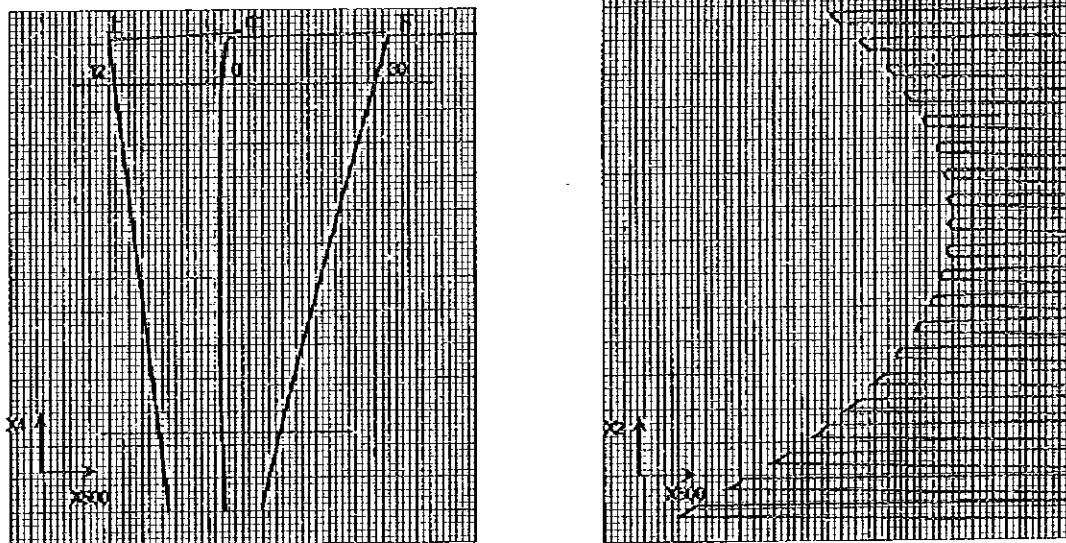


図 3.4.1 シェービングカッタの歯形および歯すじの事例 (2/2)

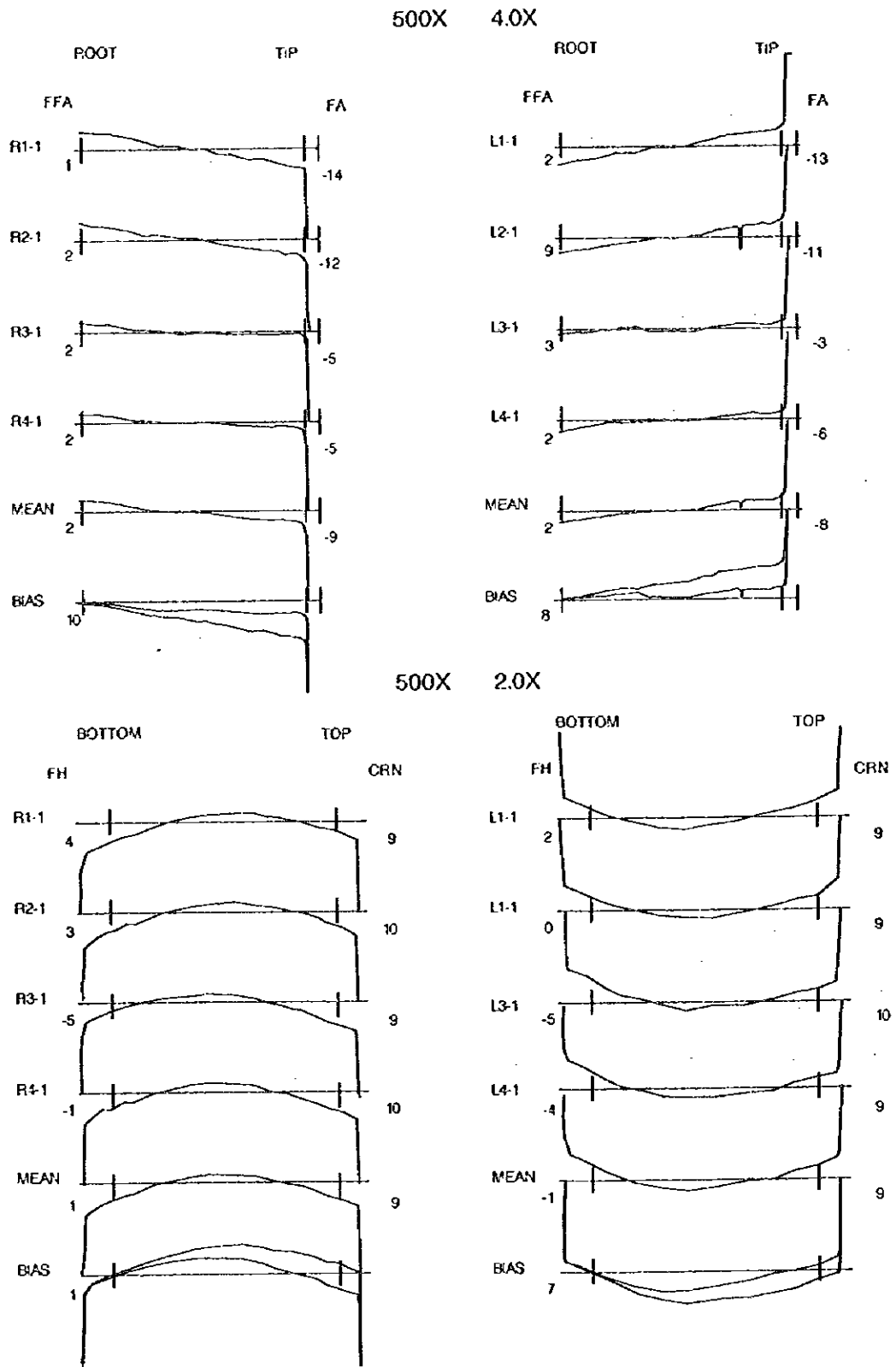


図 3.4.2 トライアルギヤの歯形および歯すじの事例

3.5.ソリッドホブの機械加工工程

表 3.5.1 ソリッドホブの機械加工工程

工程	使用機械	台数	摘要
1	旋盤	ギヤック用 10	(日本ではほとんど NC 旋盤に切り換えられ、旋削工程は短縮されている。)
2			
3			
4			
5			
6	フローチ盤	ギヤック用 1	
7	面取機	ギヤック用 1	
8	旋盤	4	圧力角ゲージ、歯厚ガス使用 は作業者が成形 (日本ではほとんど NC 化されている)
9	フライス盤	ギヤック用 6	
10	二番取旋盤	ギヤック用 10	圧力角ゲージ、歯厚ガス使用 は作業者が成形
11	-	-	
12	-	-	
13	-	-	(日本では真空炉を用いる)
14	内面研削盤	ギヤック用 4	(日本では CBN 砥石が多い)
15	(旋盤)	2	
16	円筒研削盤	1	
17	ボシ-ブナ	精密 1 一般 4	
18	二番取研削盤	精密 3	「問題 3.5-1」 下記
19		高精度 5 一般 10	「問題 3.5-2」 下記 「問題 3.5-3」 下記
20			
21	レーザー印字装置	全体 1	
22	-	-	

表 3.5.2 ソリッドホブの主な品種別生産実績

区 分	(個/年)					
	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年
1 キギホブ ブッシュ・ピンホブ 研削前ホブ	1,926	3,402	3,868	4,445	3,844	4,355
2 スプラインホブ スプラインホブ	1,720	2,210	2,827	2,800	4,923	4,448
3 ウォームホブ ダブル円弧ホブ ピッコ歯形ホブ	461	479	453	536	409	404
4 ベベルギヤフライ インボリュートフライ コンパックスフライ コンケブフライ スプラインフライ	5,306	3,573	6,781	4,920	2,966	2,443

ソリッドホブの主な品種別生産数量は表 3.5.2 のとおりである。自動車工業用として調査の対象にするのは、この表の区分 1 の範囲でインボリュート歯車用ソリッドホブである。数量比率では全体の 40%弱にあたる。

インボリュート歯車用ソリッドホブの機械加工工程は表 3.5.1 のとおりである。この工程は、欧米や日本のホブメーカーと同様のものである。使用している機械については太原工具工場では従来の機械で 1 人 1 台持ちであるのに対し、日本では NC 化が進んでおり、工程は短縮され、多台持ちも進んでいる。

工程 8「歯形ねじ切り旋削」はねじを切る要領でウォーム状の歯形を加工する工程である。工程 9 ではウォーム状の歯形にほぼ直角の方向に刃溝を転削する。工程 10「外周・歯形二番取旋削」では、二番取旋盤を用いて、工程 8 で加工したウォームの歯すじにそって「逃し」をつける。

工程 8、10、18 では裁縫の型紙のように歯形ゲージが使用される。日本の例ではホブの歯番ごとに専用の総型ゲージを製作しているのに対し、太原工具工場では圧力角用の角度ゲージと歯厚測定用ノギスを使用し、汎用性を持たせている。ゲージの製作には日本ではワイヤカット放電加工機、太原工具工場ではプロファイル研削盤を用いている。

工程 8、10 について、使用機械が NC 機の場合には、総型のバイトが使用され、バイトはワイヤカット放電加工機またはプロファイル研削盤で加工される。非 NC 機の場合には歯形の部分ごとのバイトを制作者自身で製作する。太原工具工場は後者に属する。

工程 8 では歯形ばかりでなく、リードの精度も重要である。リード誤差があると有効刃幅が短くなるからである。そのため材料の熱処理伸び率（約 0.2%）に合わせた修整リードによって加工される。

工程 11「不完全歯処理」では、ホブ両端のウォームの入口および出口にできるナイフエッジ状の部分を取り去る。その目的は熱処理割れの防止と使用上の安全のためである。

最後に最重要工程である工程 18、19、20 の歯形研削について述べる。使用している砥石成形装置は簡単なもので、成型用ダイヤモンドのついた四角い棒を理論的に計算された位置にセットされた 2 本のピンにそって、手で走らせる構造のものである。理にかなったものであり、実際に PSP 歯形も加工しているが、手で走らせる速さ、力の入れ方によって多少の誤差が生ずるものと推測される（これと同様のものが平行スプラインブローチのスプライン研削にも用いられている）。また、進み角の大きなホブすなわち、多條ホブや大モジュールホブの場合には、砥石形状を直線ではなく、わずかに凸形に成形する必要があるので、高難度作業となる。歯形精度が合格するまで、研削－測定を繰り返して片フランクずつ仕上げる。歯形精度が合格したら歯先を仕上げ、最後に歯先 R を仕上げる。歯すじ精度については、要求精度によって機械を選んでいる。

全工程を通じて、一番改造が必要な機械とその部位は、二番取研削盤砥石成形装置の NC 化と考える。NC 化すれば、両フランク・歯先・歯先 R 全体を同時研削することは可能となり、歯形の精度、切削寿命は向上するが、作業能率の向上は期待できないと思う。それは砥石径・砥石スピンドルの小径化が必要となるからである。

超ロング化・多條化・多刃化に対応できる新しい機械を二番取研削盤メーカーに開発してもらうことにし、もし歯形研削盤に余裕ができてくれば、旋削工程に転用した方が得策であると考えている。

問題 3.5-1

大型トランスミッションメーカー 2 社の販売先調査では、ソリッドホブの超ロング化、多條化、多刃化の要求はでなかった。しかし、世界的な趨勢は表 3.5.3 に示すとおりである。顧客から声があがってから対応策を考えるのでは手遅れになる恐れがある。

超ロングホブ製作のためには自動ドレス・自動補正・自動研削が可能な歯形研削盤が必要である。しかし、このような機械はカッターメーカーが自社開発しているもので、市場にはない。ソフト面では砥石形状算出が必要である。

表 3.5.3 自動車工業用ソリッドホブの動向

	日本	ヨーロッパ
外径	80~110	50~100
全長	150~180	150~210
條数	1~5	1~4
刃数	12~17	12~28
ねらい	工具費低減	加工精度向上 段取回数低減

問題 3.5-2

歯形二番取研削前のリードと研削後のリードとが合致していないホブが見受けられる。その結果、ホブの有効刃幅が異常に短くなっている（約 20%）。この原因は熱処理伸び率に異常が発生したか（材料異常）、二番取旋盤のチェンジギヤをかけ間違えたか（作業ミス）、二番取旋盤のリード誤差か（設備不良）である。この 3 点について調査し、不良箇所を発見して対策しなければならない。

次に有効刃幅について検討する。歯幅のこの範囲内なら再研削してもホブの精度を保證するというのが有効刃幅である。有効刃幅の限界に達したために、左右フランクが同時に許容値から外れるのが理想であるが、この限界に達する前に片方のフランクが許容値から外れる例が見受けられる。対策として、左右フランクごとに砥石セット角（ホブねじれ角相当）を変えてやる必要がある。これによって 10~20%の寿命向上を見込むことができると考える。図 3.5.1 を参照ください。

有効刃幅に影響する因子として砥石径と外周逃げ角とがあげられる。有効刃幅の面からは砥石径は小さい程良いが、作業能率面からは逆の傾向がある。現行の砥石径 120mm は大きいモジュールに合わせたものであって、モジュールが小さくなるに従って、砥石径を小さくすることは可能と考える。モジュール別に最大砥石径を決めて、それを超える砥石の使用を禁止することを提案する。この効果として有効刃幅の向上 10~20%が見込まれる。外周逃げ角については、国家基準に定められている事項なので、検討対象外とする。参考までに、太原工具工場と日本との砥石径および砥石スピンドル径を表 3.5.4 に示す。

表 3.5.4 歯形研削用砥石径およびスピンドル径の比較

	太原の現状	日本の例
歯形研削用砥石径（新品時）	120	80
砥石スピンドル径	60	32

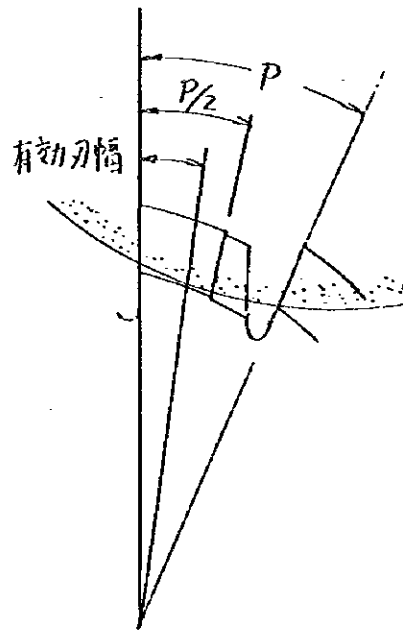


図 3.5.1 ソリッドホブの有効刃幅

3.6.ピニオンカッタの機械加工工程

ピニオンカッタの機械加工工程は表 3.6.1 のとおりである。この工程は日本のメーカーとほぼ同じものである。機械がないためある種のカッタが加工できない状況である。この件については問題点として後述する。

全工程を通じて NC 機は使用されていない。旋削工程は日本では NC 機に切り換えられ、工程は短縮されている。工程 4「底面研削」は旋削精度が向上すれば不要の工程である。

工程 6「ホブ切り」では、ピニオンカッタ専用のホブが必要である。現在、太原工具工場のピニオンカッタ用ホブの保有数は 30~40 個であるが、ヘリカルピニオンカッタの生産を始めるとその個数は急増することが予想される。それはヘリカルカッタ用のホブはほとんど共用できないからである。

工程 14、15「歯形研削」では、インボリュートカム方式の歯形研削盤が使用されている。インボリュートカムを自社製作できないのが難点である。ピッチブロック方式の機械では、ピッチブロックは円筒形であるので、容易に製作できる。両方式の原理を図 3.6.1 に示す。

表 3.6.1 ビニオンカッタの機械加工工程

工程		使用機械	台数	摘要
1	穴・端面・外周旋削	旋盤	ギヤック用 10	(日本では NC 旋盤に切り換えられ、旋削工程は短縮されている。)
2	代号打刻	—	—	
3	外周・底面逃し部旋削	旋盤	ギヤック用 10	
4	底面研削	平面研削盤	ギヤック用 2	下切ホブ保有数 30~40ヶ (日本では真空炉を用いている)
5	すくい角外周逃げ角旋削	旋盤	ギヤック用 10	
6	ホブ切り	ホブ盤	ギヤック用 4	
7	熱処理・サンドブラスト	—	—	
8	両端面研削	平面研削盤	ギヤック用 2	
9	底面仕上げ研削	円テーブル 平面研削盤	1	
10	穴研削	内面研削盤	ギヤック用 4	
11	取り付け面研削	内面研削盤	1	
12	穴ラップ	(ボール盤)	1	
13	すくい角粗研削	円テーブル 平面研削盤	粗仕上用 1	
14	歯形粗研削	歯形研削盤	高精度 4	「問題 3.6-1」 下記 「問題 3.6-2」 下記
15	歯形仕上げ研削		一般 6	
16	外周逃げ角研削	円筒研削盤	1	「問題 3.6-3」 下記
17	歯先 R 研削	(歯形研削盤)	—	
18	すくい角仕上げ研削	円テーブル 平面研削盤	粗仕上用 1	「問題 3.6-4」 下記
19	マーキング	レザ 印字装置	全体 1	
20	包装	—	—	

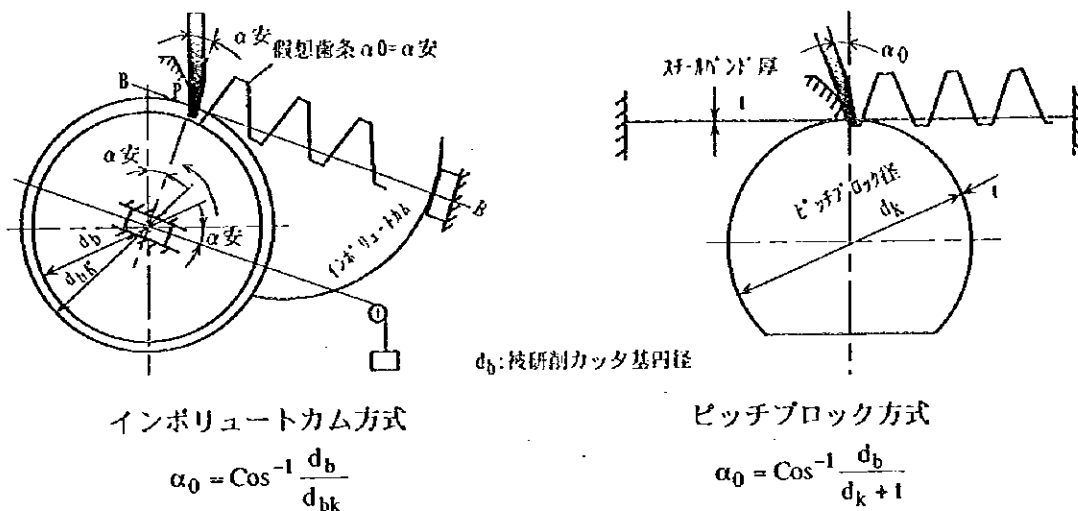


図 3.6.1 ピニオンカッタ歯形研削盤の原理

問題 3.6-1

自動車工業用ピニオンカッタは、ほとんどセミトッピング歯形であるが、現有の歯形研削盤はこの歯形を研削することができない。研削を可能にするためには、次の 2 点を解決しなければならない。

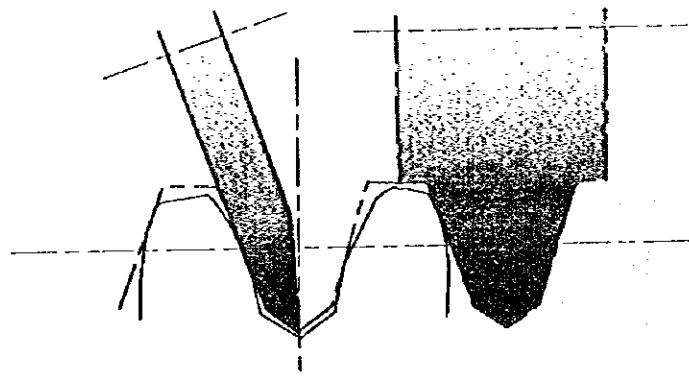
1. 砥石の成形 (図 3.6.2 参照)
2. 創成通し研削

まず、現有機の改造について検討してみると、1.については改造可能であるが、2.の通し研削は不可である。

新しい機械については、図 3.6.2 に示すように二つの方法が考えられる。

- a. インボリュートグラインダをベースにする方法
- b. CNC 成形研削盤をベースにする方法

a.の方法は、日本で実際に行われている方法である。b.の方法は、CNC 成形研削盤に回転ヘッド C 軸を追加して、創成運動を行わせるもので、この創成 2 軸の同期精度および研削所要時間が未知数である。もし失敗しても、非インボリュート歯形の成形研削は可能である。この逃げ道が許されるならば、試してみる価値はあると思う。表 3.6.2 にその構想を示す。



a.インポリュートグラインダをベースにする場合

b.成形研削盤をベースにする場合

図 3.6.2 ピニオンカッタ歯形研削盤

表 3.6.2 CNC 成形研削盤をベースにした歯形研削盤の構想

	NC 軸		機能	
成形研削盤の機能	1.テーブル左右	X 軸	1.砥石成形	Y-Z
	2.テーブル前後	Y 軸	2.外周二番角	X-Z
	3.砥石ヘッド上下	Z 軸	3.切込 縦方向	Z
追加が必要な機能	4.旋回テーブル上に リクヘッド	C 軸	4.割り出し	C
			5.インポリュート創成	C-Y

問題 3.6-2

ヘリカルピニオンカッタの生産実績はない。それは需要量が少ないためであるが、ギヤカッタメーカーとして、上述のセミトッピング歯形の問題と合わせて解決すべきである。

問題 3.6-3

歯先 R の研削は現在、歯形研削盤による歯先面取りで代用している。歯先が角張っていると、その部分の磨耗が大きくなるので、滑らかな R を要求される。工具研削盤を歯先 R が研削できるように改造することを提案する。

問題 3.6-4

ヘリカルピニオンカッタを製作するためには、すくい面研削盤も必要である。工具研削盤または平面研削盤に治具を載せて研削できるようにすることを提案する。ヘリカルピニオンカッタすくい面研削治具の説明図を図 3.6.3 に示す。

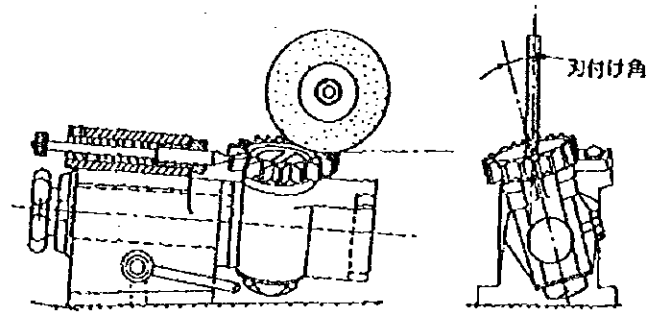


図 3.6.3 ヘリカルピニオンカッタすくい面研削治具

3.7.シェーピングカッタの機械加工工程

シェーピングカッタの機械加工工程は表 3.7.1 のとおりである。工程としては、日本のメーカーでもほぼ同様の生産工程を採用している。しかし、最も重要な工程 19、20「歯形研削」にピニオンカッタ歯形研削盤が転用されている。次に重要な工程 13「セレーション加工」用のセレーティングマシンは非常に古いタイプの機械である。このような設備では自動車工業用シェーピングカッタは製作できない。表 3.7.3 カッタの製作仕様の No.3 セミグランド品にしか対応できない。

細かいことであるが、工程 3 は研削精度が向上すれば省いてよい。また工程 11、12 も将来的にはなくすべき工程である。

表 3.7.1 シェーピングカッタの機械加工工程

工程		使用機械	台数	摘要
1	荒旋削	旋盤	ギヤック用 10	(日本では、NC 旋盤を 用いている)
2	旋削			
3	一端面研削	平面研削盤	ギヤック用 2	
4	穴面取	内面研削盤	ギヤック用 4	
5	外周仕上げ旋削	旋盤	ギヤック用 10	
6	キー溝ブローチ引き・面取	ブローチ盤	ギヤック用 1	
7	打刻	—	—	
8	ホブ切り	ホブ盤	ギヤック用 4	
9	ドリル穴あけ	治具付ボール盤	1	
10	歯底加工	フライス盤	ギヤック用 6	
11	修整	—	—	(日本ではこの工程を通る カッタは例外中の例外)
12	歯形生研削	歯形研削盤	ビニワ共用 6	「問題 3.7-1」 下記
13	セレーション加工	セレーティングマシン	2	
14	熱処理	—	—	(日本では真空炉を用いて いる)
15	両端面粗研削	平面研削盤	ギヤック用 2	
16	両端面仕上げ研削	円テーブル 平面研削盤	ビニワ共用 1	
17	穴研削	内面研削盤	ギヤック用 4	
18	穴ラップ	(ボール盤)	ビニワ共用 1	
19	歯形粗研削	歯形研削盤	ビニワ共用 10	
20	歯形仕上げ研削			
21	外周研削	円筒研削盤	ビニワ共用 1	
22	包装	—	—	

問題 3.7-1

まず日本における経験を述べる。

シェーピングカッタは表 3.7.2 に示すように神経質な性質を持っていて、被削ギヤの歯形が安定しない場合も何回となく経験した。原因として疑わしい項目をひとつずつ取り除くために左右歯面の切削抵抗を等しくすることをねらって、ノルマルセレーションを採用し、研削コーティングバイトによってセレーションの仕上げ面を向上させ、CNC セレーティングマシンによってディファレンシャルセレーションの精度改善を図ってきた。歯形研削盤だけを新鋭機にしても被削ギヤ歯形を高水準に安定させるという最終目的が達成できるとは限らない。

表 3.7.2 シェーピングカッタの性質

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. シェーピング条件を変えると被削ギヤ歯形も変わってくる。2. 同一図面で製作したカッタでも個体差が現れる。3. カッタを再研削するとカッタ歯形を変えてやる必要がある。4. シェーピング後の歯形や精度は前加工歯形や精度の影響を受ける。5. トライアル歯形の合否判定は初期磨耗後に行わねばならない。6. ギヤ諸元とカッタ設計如何によってはトライアルを繰り返しても合格しない場合も起こり得る。 |
|--|

このようにセレーション加工工程は、歯形研削工程とほぼ同程度の重要工程であるが、太原工具工場の現状はノルマルセレーション、ディファレンシャルセレーションの加工は不可能であり研削バイトも使っていない。

研削バイトを使用して、ノルマルディファレンシャルセレーションの加工が可能な CNC セレーティングマシンの導入が必要である。図 3.7.1 シェーピング方法と使用されるカッタを参照ください。

問題 3.7-2

自動車用ギヤに対しては、高度な歯形および歯すじ精度が要求されるためシェーピングカッタの歯形・歯すじには修整が加えられている。しかしながら現有の歯形研削盤では、修整歯形の研削は不可能である。従って表 3.7.3 のセミグランド品にしか対応できない。

バイアス歯形の研削が可能な CNC 歯形研削盤を購入すべきである。機械の仕様として、NC 砥石成形装置（最小設定単位 0.1 μ m）は当然として、割り出し板でなく、NC 割り出し装置付き（最小設定単位 1/10,000 度クローズドループ）を推奨する。NC 割り出しを採用すれば、カッタのピッチ誤差は割り出し板の場合の 1/2 に改善される。

問題 3.7-3

トライアル品とは顧客から被削ギヤの歯形・歯すじの修正量を指定され、テストピースの支給を受けて、カッタメーカーの所有するシェーピングマシンでのテストカットにより、カッタ歯形・歯すじを決定して、被削ギヤの精度を保証して顧客に納入するものである。この場合のカッタは、自社新作品、自社再研削品あるいは他社再研削品である。表 3.7.3 を参照下さい。

トライアル品の需要量を市場調査して、シェーピングマシン導入の時機を判断下さい。

日本では、歯形研削盤、歯形・歯すじ測定機およびシェーピングマシンはセットとして、歯形研削工程に不可欠な設備となっている。

大手自動車部品メーカーでは、歯形研削盤を保有し、自社で歯形仕上研削を行うようにな

った現在でもトライアル付オーダー件数は約 30%で減少していない。これは、トライアルには熟練を要することおよびギヤの要求精度が厳しくなる一方であることによるものと思われる。

また、歯形研削盤を所有している顧客に対しては、セミグランド品を納入するのが一般的であるが、そのセミグランド品はいわゆる汎用設計されたカッタではなく、あくまでも被削ギヤに対して最適設計されたカッタを途中工程で納入するものである。

表 3.7.3 カッタの製作仕様

製作仕様		内容説明
1.	グランド品	グランド品
2.	(含、再研削品)	トライアル品
3.	セミグランド品	

		歯形研削し、カッタ精度を保証して納入
		テストカットにてカッタ歯形を決定し、被削ギヤ精度を保証して納入
		カッタを粗研削して納入 (客先にて仕上げ研削する)

	シェーピング方法 (用途)	説明図	使用されるカッタ
<p>コンベンショナル</p>	<p>最も一般的に用いられる方法で、一番良好な仕上面が得られる。送り方向は歯車軸に平行に送られる。幅の広い歯車のシェーピング加工に最適。 (汎用、大モジュール用、大歯幅用、異種歯数共用)</p>		
<p>アンダーパス</p>	<p>主に段付歯車の加工に用いられる。送り方向は歯車軸に直角に送られる。ホローリードを与えることにより歯車の歯すじにクラウニングを付けることができる。 (段付歯車用)</p>		<p>・ディファレンシャルレシジョン ・ホローリード</p>
<p>ダイアゴナル</p>	<p>コンベンショナルとアンダーパスの中間的な方法である。送り方向は歯車軸に対して $15^\circ \sim 35^\circ$ の角度で送られる。カッタ幅よりも少し広い歯車をシェーピングできる。加工時間はコンベンショナルよりも短縮できる。 (量産加工用、異種歯数共用)</p>		<p>・ホローリード</p>
<p>プランジカッタ</p>	<p>加工時間が最も短く、良好な歯形と仕上面が得られるため、量産歯車の加工に最適である。送りは歯車の半径方向に送られる。カッタはプランジカッタ用として特殊設計がなされている。 (自動車歯車などの量産加工用)</p>		<p>・ディファレンシャルレシジョン ・ホローリード ・パイアス歯形</p>

図 3.7.1 シェーピング方法と使用されるカッタ

3.8.スプラインブローチの機械加工工程²

スプラインブローチの機械加工工程は表 3.8.1 のとおりである。

旋盤工程の特色は、工程 6「刃溝旋削」で総形バイトを使用してプランジカットで刃溝を加工していること、および工程 8「外周生研削」で円筒研削によって外径を階段状に仕上げていることである。それぞれ太原工具工場の工夫が現れている。日本では NC 旋盤で加工している。

熱処理後の研削工程の特色は、工程が複雑なことである。まず、研削が粗と仕上げに分かれており、工程数は 2 倍となっている。研削の過程で適時「曲がり矯正と振れ止め溝研削」を挿入しながらブローチを完成させている。この工程は材料が悪く、研削砥石や研削方法も未熟であった時代の遺物でないかと思うが、振れ止め治具の個数、治具の構造、治具のかけ方等に関係することなので、結果を確かめながら一步一步改善していかなければならない。詳細は問題点として後述する。

表 3.8.1 スプラインブローチの機械加工工程

工程	使用機械	台数	摘要	
1	応力除去焼鈍	—		
2	端面旋削・センタ穴あけ	旋盤	5	
3	外周旋削・ネック部旋削			
4	切削刃部テーパ旋削			
5	代号打刻・矯正			
6	刃溝旋削			
7	矯正	旋盤	2	「問題 3.8-1」 下記
8	外周生研削	円筒研削盤	粗・仕上 6	「問題 3.8-2」 下記
9	スプライン歯・面取歯ワイズ加工	フライス盤	6	
10	ネック部転削			
11	熱処理	—	—	
12	矯正	(旋盤)	1	「問題 3.8-2」 下記
13	センタ穴ラップ		1	
14	振れ止め研削	プロキシ・ブチ	2	
15	外周粗研削	円筒研削盤	粗・仕上 6	「問題 3.8-3」 下記
16	すくい面粗研削・刃溝研削	プロキシ・ブチ	粗・仕上 5	「問題 3.8-1」 「問題 3.8-4」 下記
17	矯正	プロキシ・ブチ	2	
18	振れ止め研削			

注)² ブローチは内面ブローチ（丸い形状）と外面ブローチ（四角い形状）に大別される。細分化すれば 20 種類以上になる。しかし、自動車工業用に使用されるブローチを調査したところ、インポリュートスプラインブローチが圧倒的に多かったので、スプラインブローチを対象とする。これは第 9 次 5 ヶ年計画とも合致する。

工程	使用機械	台数	摘要	
19	スプライン歯形および歯底研削	スプライン研削盤	稼働中 4 改造中 2	「問題 3.8-5」 下記 「問題 3.8-6」 下記
20	矯正	プロファイナ	2	
21	振れ止め研削			
22	外周逃げ仕上げ研削	円筒研削盤	粗・仕上 6	「問題 3.8-3」 下記
23	前案内面取り	プロファイナ	1	セットブローチの 2 本目以降のみ本工程が必要。
24	精密矯正			
25	振れ止め研削	プロファイナ	2	
26	スプライン歯形・面取歯仕上研削	スプライン研削盤	稼働中 4 改造中 2	
27	側面逃し研削	プロファイナ	1	
28	ニックのケガキ	割出装置	1	(日本では NC 機で加工している)
29	ニック研削	プロファイナ	2	
30	すくい面仕上げ研削	プロファイナ	粗・仕上 5	「問題 3.8-4」 下記
31	マーキング	レーザ印字装置	全体 1	
32	包装	-	-	

まず、曲がり矯正について整理してみる。

スプラインブローチは細長い形状（例：φ30×L1200）であるため、曲がっているが当然である。この曲がりをどんな方法で取り除くか、その考え方とやり方によって、生産工程は大きく変わってくる。太原工具工場と日本の例との比較を表 3.8.2 に示す。

表 3.8.2 曲がり矯正に関する比較

	太原工具工場	日本の例
熱処理工程	1. 曲がり許容値を超えるものは、井戸形炉（550℃）で、矯正力を加えながらテンバする方法、いわゆるプレステンバを行っている。	1. 焼入-1次テンバ-2次テンバ-3次テンバと後へいくほど矯正は難しくなるので、焼入直後の矯正に重点を置いている。もちろんプレステンバも行っている。
研削工程	2. 研削と矯正を繰り返しながら、次第に曲がりを少なくしていく。 (支承=振れ止め)	2. 支承溝は、加工の基準である。真円度、振れに細心の注意を払って研削し、これと同心でなければならぬ外周研削・歯形研削は引き続いて研削する。
	3. 曲がり矯正を4回行っている。それに伴って支承溝研削も4回行っている。	3. その他の工程で発生する多少の曲がりには、最後に矯正する。
	4. 支承の数は日本の2/3程度で少ない。	4. 支承治具の形状はV形でなく、片方ずつ調節できる。
	5. 支承治具はV形である。	5. 支承治具のセッチングには芯出し治具を用いる。
	6. 粗・仕上げの2工程に分かれているので、工程数が多い。	6. 工程数は少なくすむ。しかし支承治具の構造、芯出し治具など複雑な面もある。

次に現工程を簡素化するためのデータを得る目的で、本年4月に測定したスプラインブローチ外周振れの推移を図3.8.1および図3.8.2に示す。

図3.8.2から研削-校直-磨支承を繰り返す中で、曲がりがどう推移していくかを読みとることができる。

外振れ測定工程	プローチ#10	プローチ#11	プローチ#12	プローチ#13
①	0.25B	0.20C	0.22E	0.27A
②	0.35B	0.30A	0.35E	0.33A
③	0.05B	0.04A	0.045G	0.03A
④	0.05B	0.04A	0.045G	0.03A
⑤	0.06B	0.045A	0.05G	0.04A
⑥	0.05B	0.04A	0.035G	0.03A
⑦	0.05B	0.04A	0.035G	0.03A
⑧	0.055B	0.045A	0.04G	0.035A
⑨	0.008B	0.007A	0.075G	0.008A
⑩	0.008B	0.007A	0.075G	0.008A

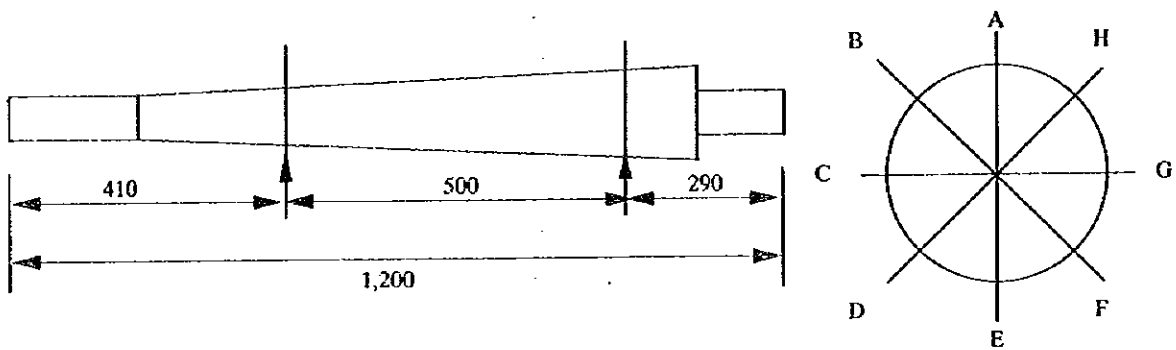


図 3.8.1 スプラインプローチ外周振れ測定元データ (プローチ図番 3-951)

(2回目測定 of データシート)

(例)

④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
0.25A-655						
0.20A						
0.18A						

外形最大振れと方向
 l (最大振れ位置)
 支承aの振れと方向
 支承bの振れと方向

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
外周	a	b							
支承									

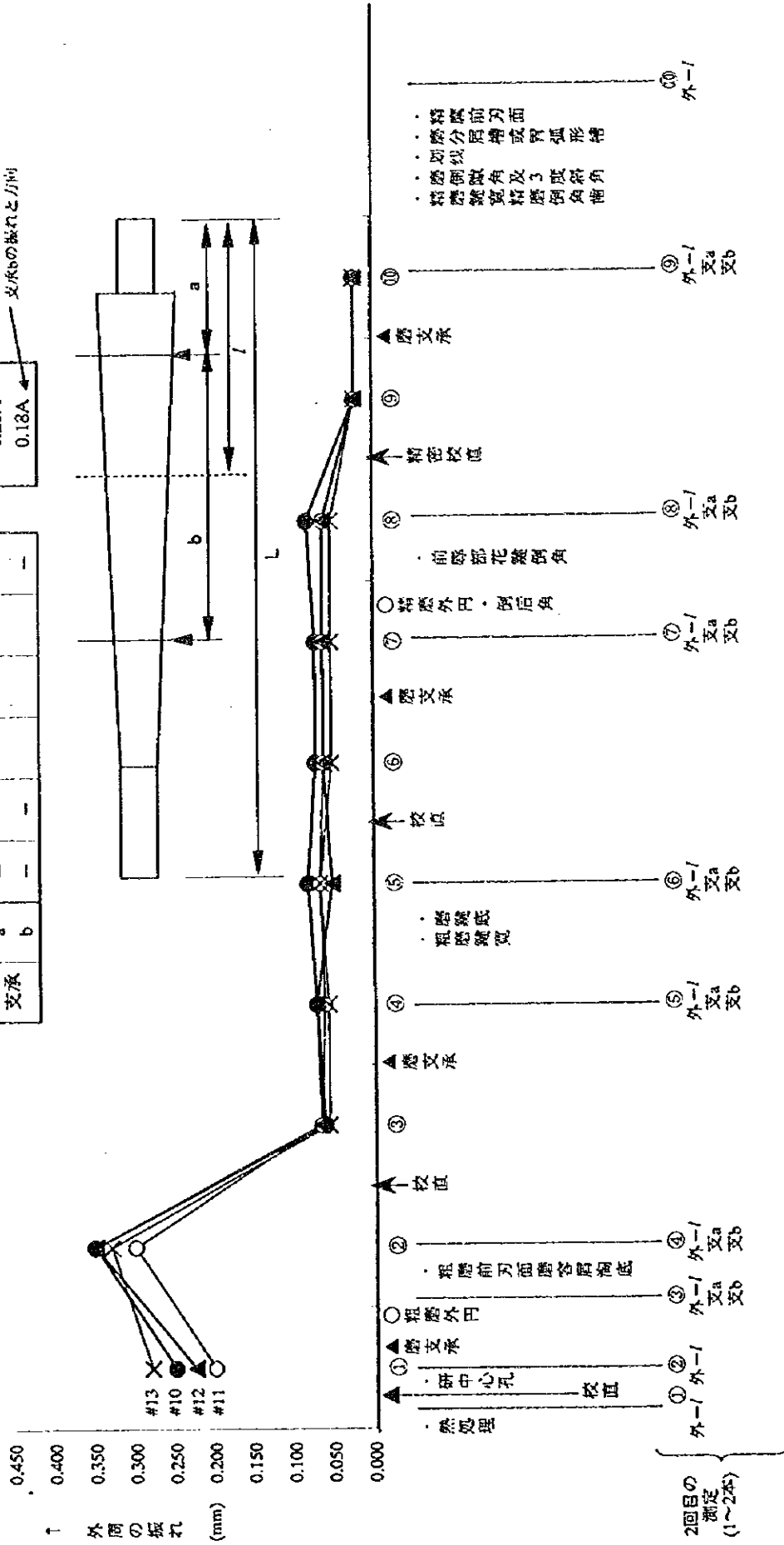


図3.8.2 スプラインプロローチ外振れ1回目測定データのグラフおよび2回目測定要領

1回目の測定で分かったことと反省すべきことを表 3.8.3 に示す。

表 3.8.3 1回目の測定で分かったこと・反省すべきこと

1回目の測定で分かったこと	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外振れの推移は4本とも同じパターンである。 2. 曲がりの方向は一定している。 3. 「磨支承」では曲がらない。 4. 曲がりは最初に発生するだけである。
反省すべきこと	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「支承」の振れを測定すべきであった。 2. 最初の曲がりは「たたき校直」の反動ではないか。

1回目の結果を踏まえて、2回目測定のねらいを表 3.8.4 の通りとし、その測定要領を図 3.8.2 に追加しておく。

表 3.8.4 2回目測定のねらい

2回目測定のねらい	<ol style="list-style-type: none"> 1. 支承の振れがどう推移するか。 2. 1回目と同様に曲がり発生は最初だけか。 3. 最初の曲がりは「たたき校直」の反動か (たたき校直の前でも測定する) 4. 1回目と同様に曲がり方向は一定しているか。
-----------	--

前述のように曲がりをいかにコントロールできるかによって、工程設計は変わってくるが、実現可能と考えられる工程改善案を第6章近代化計画で記述する。

問題 3.8-1

刃溝旋削精度を向上させて、すくい面だけを研削するようにし、刃溝底の研削をやめるべきである。それは研削によって発生する曲がりの主な原因は刃溝底部の研削にあると推測されるからである。

問題 3.8-2

ハンマーでたたいて矯正している。熱処理工程で曲がりを押さえることにより、この工程は廃止すべきである。それはたたいて矯正しても、その矯正した量の大半は研削工程において元に戻ると推定されるからである。

問題 3.8-3

新しく機械を購入する場合には、自動定寸装置付き CNC 円筒研削盤を選ぶべきである。振れ止め装置の構造、振れ止めをかける位置などに注意しなければならない。

せっかく NC 機を使いながら、粗・仕上げの2工程に分けるようでは、メリットはない。外周逃げ角をつけた1回だけの研削で完了させるようにしなければならない。

問題 3.8-4

すくい面は、粗・仕上げの 2 回研削を行っている。粗研削によって曲がりが発生しないことが確認されれば、粗研削を省いて仕上げ研削だけでよいことになる。

まず、現状の研削法で曲がりの発生量を確認してみる必要がある。手動機であるため、安定した結果が得られないかもしれないので、注意しなければならない。

CNC プローチシャープナーを採用すれば、安定した結果が得られるものと考えるが CNC 機による研削には 2 通りの方法がある。その一つは図面通りのピッチに研削する方法であり、もう一つは図面数値からは最大 0.3mm 程度外れる場合があるかもしれないが、被研削プローチの実測ピッチに合わせて研削する方法である（研削代は約 0.1mm）。後者の方法を推奨する。この場合、プローチシャープナーはピッチ測定装置付でなければならない。その理由は、旋削時のピッチ誤差に熱処理変形が加わって、現実のプローチピッチには相当の誤差があるからである。図面值通りに仕上げる場合、仮に研削代の小さい刃を基準にして研削を始めたとすると研削代の大きい刃では、研削代が過大となり、砥石の異常磨耗や不水溶性研削油に着火する危険が考えられる。逆の場合には、黒皮残りが発生する。黒皮残り有無のチェックやその手直しに時間を浪費する恐れがある。さらにインプットミスによるトラブルも想定されるが、測定装置付きならば測定段階で発見できるのでトラブルを防止できる。

CNC 機用の砥石は、CBN 砥石でなければならない。その形状については資料 4 A4-1 ページを参照ください。CNC プローチシャープナーによるボラゾン砥石・湿式研削に対して顧客からは「プローチの寿命が延びた。ワーク精度が安定し、トラブルがなくなった。」との評価を得ている。

問題 3.8-5

スプライン研削盤は大形の機械であるため室温の変化による熱変位は避けられない。熱変位を起こしても、被研削プローチへの影響を最小限度に押さえるために、砥石成形装置はプローチと同じ位置、すなわちテーブル上に置かれている。

スプライン研削盤に NC 機を採用する目的として、どんな歯形でも高精度に成形できること、円ピッチ精度が向上し、割り出し板の制約がなくなること、自動研削ができること、湿式研削によって研削焼けがないことなどがあげられる。

しかし、加工時間の点では、手動機よりも劣る。その一因は、砥石成形時間の増大にある。そのため恒温室に設置することを前提に、砥石成形装置を砥石の上部に移し、かつ粗研削時には、研削中にも砥石成形が可能なようにすべきである。

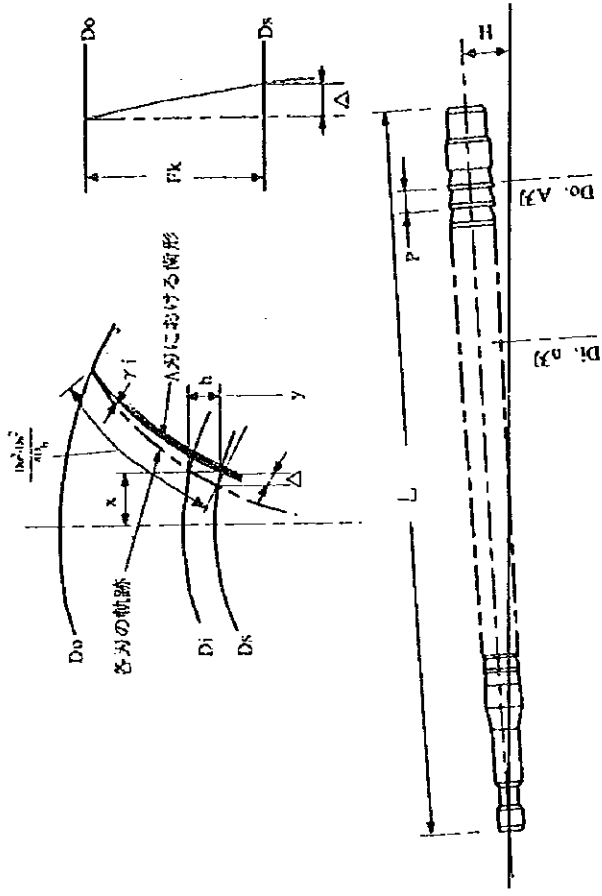
問題 3.8-6

スプライン研削盤のテールストック芯高さを少しだけ高くする。すなわちプローチの仕

上げ刃側のセンター高さを約 0.2mm/ブローチ全長 2m 高くした状態で研削する方法をバックテーパ方式という。この方法のメリットは、ブローチの側面こすりを緩和し、寿命を向上させること、ブローチメーカーにとっては側面逃し工程を省略できることである。

インポリュートスプラインブローチのバックテーパ方式採用率は日本では約 90%に達するが、太原工具工場ではまだ実施していない。

砥石形状はインポリュートからわずかに外れるため、修整ベース円を用いる必要がある。その計算シート図 3.8.3 および図 3.8.4 を添えて、バックテーパ方式の採用を提案する。



$$m = \frac{D_0}{N}$$

$$\phi = D_0 \cos \phi$$

$$a = \frac{T}{D} + \text{inv} \phi$$

$$c = \frac{H \cdot P}{L}$$

$$Y_1 = \frac{4D_0 \cdot \epsilon \cdot \sin(\theta + \cos^{-1} \frac{D_1}{D_0})}{D_1^2 - (D_1 - UT)^2} \cdot \frac{180}{\pi}$$

UT =

i	Di	n	b	θ^u	x	y	D_k	ϵ^{inv}	Δ	F_k
1	D0	A	$(A-m) \cdot \epsilon$	$\frac{180}{N} - (a - \text{inv}(\cos^{-1} \frac{D_1}{D_0})) \cdot \frac{180}{\pi}$	$\frac{D_1 \sin \theta}{2}$	$\frac{D_1 \cos \theta}{2} - h$	$\sqrt{x^2 + y^2}$	$a - \text{inv}(\cos^{-1} \frac{D_1}{D_0})$	$\frac{D_1}{2} (\epsilon s - \pi)$	$\sqrt{D_0^2 - D_1^2} - \sqrt{D_1^2 - D_k^2}$
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9	Dr									

図 3.8.3 インボリュート バックテーパー方式 計算書

3.9. 転位可能硬質合金カッタの機械加工工程

転位可能硬質合金カッタは、新製品として 7-5 計画から投資を始め、9-5 計画で第一段階を完了する計画である。代表的な製品としてヘリカルエンドミルを選定し、その機械加工工程を表 3.9.1 に示す。

3.2.2 転位可能硬質合金カッタ本体の熱処理の章で述べたとおり、熱処理変形の調査を行う予定であったが、生産計画がないため調査できなかった。

将来、さらに高精度が要求されることが予想されるが、その際には熱処理後に超硬エンドミルあるいは超硬コーティングエンドミルで仕上げる方法について研究することを提案する。

表 3.9.1 転位可能硬質合金ヘリカルエンドミルの機械加工工程

工程		使用機械	台数	摘要
1	各部粗旋削	旋盤	粗・仕上用 5	「問題 3.9-1」 下記
2	各部仕上げ旋削			
3	検査	—	—	
4	鋸キー溝加工	フライス盤	5台	
5	ヘリカル刃溝転削			
6	センター穴加工	旋盤	(上記)	
7	ケガキ・打刻	—	—	
8	チップ座転削	マシンガ'センター	2	
9	検査	—	—	
10	円周刃ねじ下穴加工	NC 万能工具	2	
11	底刃ねじ下穴加工	フライス盤		
12	タップ立て	—	—	
13	検査	—	—	
14	熱処理サンドブラスト	—	—	
15	検査	—	—	
16	両センター穴研削	センター穴研削盤	1	
17	刃部外周研削	円筒研削盤	1	
18	シャンク外周粗研削			
19	刃端位置決めピン取り付け	—	—	
20	ピン位置決め面転削	NC 万能工具 フライス盤	(上記)	
21	検査	—	—	
22	黒染め	—	—	
23	シャンク外周仕上げ研削	円筒研削盤	(上記)	
24	本体の検査	—	—	手作業による修整が加えられることは暫定処置としてやむを得ない。
25	チップ組付	—	—	
26	完成検査	—	—	
27	包装	—	—	

問題 3.9-1

工程 No.8 チップ座転削、No.10 円周刃ねじ下穴加工、No.11 底刃ねじ下穴加工、No.12 タップ立ての 4 工程は別工程になっているため、関係寸法精度の確保が難しい。マシニングセンターにてワンチャッキングで加工すべきである。現有マシニングセンターの機能不足のため、やむを得ずこのような工程にしている。ワンチャッキング加工が可能なマシニングセンターは発注済みである。

3.10.販売先調査

下記 2 カ所の大型トラック・トランスミッション工場を訪問し、製品に対する要望、製品の使用状況等を聴取した。

今後の設備投資に備えるため、用意した質問状により各製品の寸法範囲を確認した。

次の事項を懸念していたが、当面は現状のままでよいことが確認できた。

1. スプラインブローチの全長について

トラックメーカーに納入しているブローチの全長は、日本では最大 2m、アメリカでは最大 2.7m である。これに対して太原工具工場の能力は最大 1.7m である。もし、これを拡大する場合には、熱処理設備、研削工程の各設備、工作工程の各設備について見直しが必要となる。

この問題に関して、現状は A 社 1.55m、B 社 1.7m であった。(A 社；大同歯輪廠、B 社；陝西汽車歯輪総廠)

2. ソリッドホブの多條化について

太原工具工場では 3 條まで研削可能であるが、2~3 條は不得意である。日本では自動車メーカーに対して 5 條まで納入している。

この問題に関して、現状は A 社、B 社とも 1~2 條であった。将来、乗用車分野に進出するには CNC 二番取研削盤は必要と考えるが、さほど急ぐことはないと判断する。表 6.2.2 各製品の近代化計画一覧表 (3/4) を参照ください。

3. ピニオンカッタ、セミトッピング歯形について

太原工具工場では、セミトッピング歯形は製作できない。

この問題に関して、現状は A 社はカッタの入手が不可能なため、面取り工程を追加することにより対応している。B 社は自社製作しているが、数量は少ないとのことであった。

4. ヘリカルピニオンカッタについて

太原工具工場では、ヘリカルピニオンカッタ製作実績がない。この問題に関して、現状は A 社は 2 サイズ (モジュール 1.15、モジュール 1.75) のみで使用量はわずかである。再研削は自社で行っている。B 社はモジュール 1~モジュール 6 のカッタを使用してい

るが、再研削はハルピン工具工場に依頼している。

スパーおよびヘリカルのセミトッピング歯形研削が可能な歯形研削盤が必要であるが、さほど急ぐ必要はないと判断する。表 6.2.2 各製品の近代化計画 (3/4) を参照ください。

5. シェーピングカッタのねじれ角について

現状のアキシャルセレーションでは、片歯面のすくい角が正、反対歯面のすくい角が負となる。そのためカッタのねじれ角が大きくなるとノルマルセレーションが必須条件となる。その限界は 18° 位かと考えられる。

この問題に関して、現状は A 社、B 社ともねじれ角最大 15° であった。これを反映して、6.2.4.1 項のとおり、ノルマルセレーションを必須条件からはずした。

なお関連事項として、ディファレンシャルセレーションは必須条件であるが、それは A 社においてセレーション配列不良のためアンダーパス法失敗、B 社はテスト中との情報に関連する。

ここでは、調査の概要について述べるにとどめ、詳細については添付資料 3 に記す。

3.10.1.大同歯輪廠(山西省)

1. 東風汽車グループに属し、トラック・トラクタのギヤ生産工場で、大型トランスミッション 8~20 トン車用が主製品。
2. ギヤカッタは大量に使用、太原工具は第 3 位。
3. ホブがホブ盤の性能についていけない。切削速度向上を要望する。
4. コーティングの評価についてはホブは効果大。ピニオンカッタは効果不明。
5. 生産の伸び率は 30%/年。

3.10.2.陝西汽車歯輪総廠・西安工場(陝西省)

1. 大型トラックのトランスミッション製造、米国へ輸出。
2. 工具製造工場を持っており、ギヤカッタ、ブローチは設計・製作している。
3. 中国製カッタは精度的には外国品と同等であるが、機械の性能を発揮できるほど高速切削できない。
4. 生産の伸び率については、現在 7,000 台/年、将来 10,000~16,000 台/年。

3.10.3.特記事項

A 社では、中国製のカッタは精度的には外国品と同等であるが、切削性能では機械に負けている。ホブ盤の能力；切削速度 300m/分に対し、ホブの能力は 100m/分である等の要望があった。B 社からも同様の要望があった。ホブの切削速度 (m/分) の世界水準は、高速度鋼；40~70、高速度鋼コーティング；80~120、超硬ロウ付；180~250、超硬ソリッド；

300～350 である。超硬分野の話はさておき、高速度鋼の分野について、切削性能が悪いということは、材料・熱処理の領域に問題があることを意味する。そこで材料メーカーと品質協定を結び連携を密にして、自社の熱処理技術を向上させるとともに、材料メーカーにも材料の品質向上を強く働きかけていくことを提案する。

またコーティング装置の性能不良改善についても、メーカーと協同で改善に取り組むことを提案する。表 6.2.2 各製品の近代化計画一覧表 (4/4) を参照ください。

3.11.セミナー

生産工程については、4月下旬太原工具工場から寄せられた質問状(添付資料4を参照)から、テーマを「日本における各製品の生産工程について」とし、ギヤカッタとブローチの2回に分けて実施した。

1. 日本におけるソリッドホブ、ピニオンカッタ、シェーピングカッタの生産工程について

(1)実施期日 1997年5月26日(月) PM2:30～5:00

(2)参加者 18名

(3)内容 添付資料4 A4-1～8ページによって、中国と日本との相違点、即ちNC機の活用、CAD/CAM、LANボラゾン砥石の活用、真空熱処理等に重点をおいて説明した。

理論的なこととしてシェーピングカッタのバイアス歯形研削法について説明した。

2. 日本におけるインポリユートスブラインプローチの生産工程について

(1)実施期日 1997年6月5日(木) PM2:30～5:00

(2)参加者 14名

(3)内容 添付資料4 A4-9～12ページによって、ギヤカッタの場合と同様に説明した。

NC機のソフト、機能、操作の例としてCNCブローチシャープナーについて、使用砥石形状を含めて説明した。

3.12.設計技術

設計者は技術科に所属しているが、それぞれの製品を製作する分工場に派遣されており、製品の設計とともに工程設計や治工具の設計も担当している。

ギヤカッタの設計に当たっては、相当に高度な大量の計算を要する。ブローチの設計に当たっては、経験を必要とする。しかしながら中国においては、設計の教科書というべき次の文献がある。

歯輪刀具設計(上・下) 新時代出版社

拉刀設計と使用 機械工業出版社

これによれば、どんな製品でも、一通りの設計は可能である。シェーピングカッタの内容が乏しいと思われるが、これを補う格好の文献として次の論文を提供した。

最近のプランジカッタシェーピング加工技術 不二越技報 VOL.45

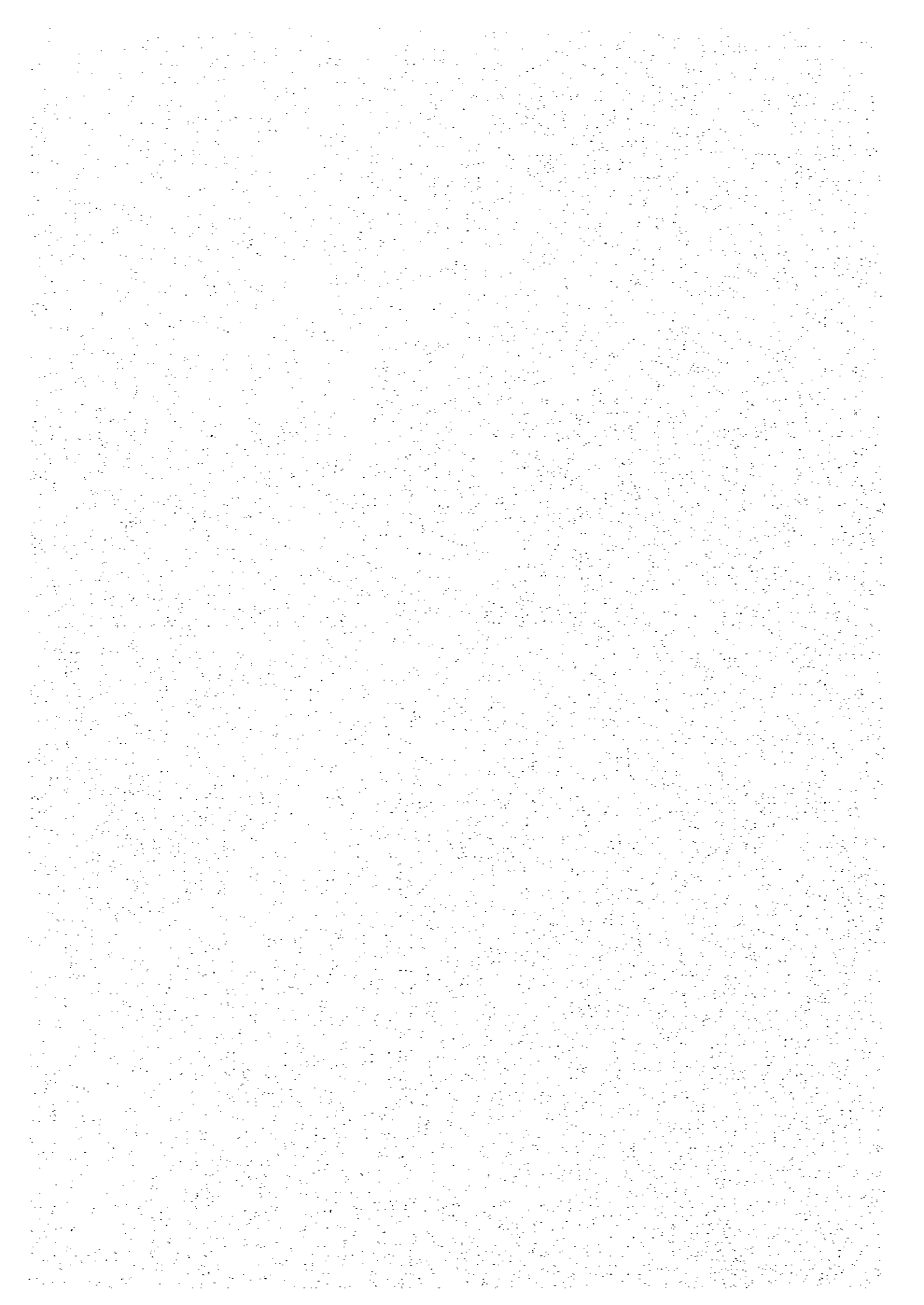
上記のギヤカッタ、ブローチの文献によって助けられたのは、太原工具工場のような大手の専門メーカーよりも、むしろ中小のカッタメーカーや自動車部品メーカーのカッタ製造部門であったと考えられる。

問題点は、この文献の範囲にとどまっていたのでは、これらの競合相手と同レベルに甘んじているに他ならず、専門工具メーカーとして技術力を強化することにならないことである。

コンピュータ導入の当初は、プログラムの作成に膨大な時間を要する。それが終われば従来の計算時間は大幅に短縮される。短縮された時間以上の時間を設計技術・生産技術の高度化のために振り当てなければならない。この時期になると製品開発設計部門と生産技術部門に分けた方がよいと思う。定期的な担当換えも必要と考える。

また顧客とのコンタクトを密にして、顧客ニーズの先取りに努めなければならない。そのため、営業マンには製品知識が求められ、設計経験者が望ましい。

第4章 生産管理の現状と問題点



第 4 章 生産管理の現状と問題点

4.1.設計管理

4.1.1.組織

設計組織の配置

設計組織は各分工場に属し、設計技術者は分工場で製造担当者と一体となって生産の進行（製造）にあたる。この組織はいわゆるたて割り配置である。

現状のたて割り配置とこれに対比してよこ割り配置組織の例を図 4.1.1 に模式的に示す。

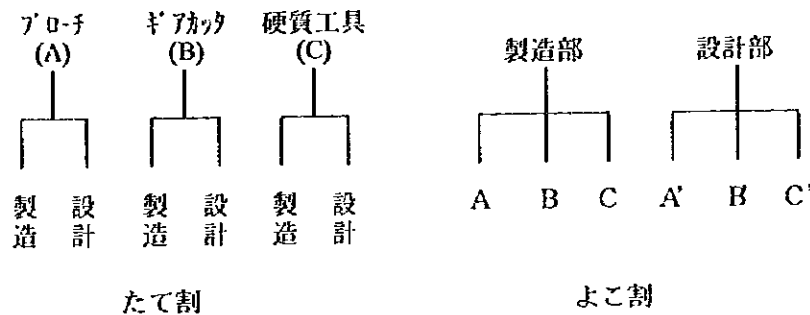


図 4.1.1 たて割り配置と横割り配置

A, B, C (A', B', C')は製品の種類を示す。

業務分析

プロチ、ギヤカッタ、硬質工具の3分工場についての設計者全員を対象とする業務分析を行った。その要領を添付資料 7 に示す。業務の分類項目は、太原工具工場の総工務師と合議の上、次の 10 項目とした。

電話	電話の受信、あるいは発信
打ち合わせ	設計仕様、見積もりなどの打ち合わせ
計算と設計	切削工具についての計算と設計
図面の作成	製図板あるいは机上での図面書き
資料整理	設計、製図および技術資料の整理
作業現場へ	作業進行の上でのトラブル対策等
外出・出張	商談、打ち合わせのための用務
休憩	就業時間中の休憩
掃除	事務所の整理・整頓清掃

その他 1～9 のいずれにも該当しない事項

参加者は 11 人で、各々 3 日間ずつ実施した。3 つの分工場でのそれぞれの内訳比率を図 4.1.2 に横長の棒グラフで示す。

3 分工場、それぞれについて判明した特徴を箇条書で示す。設計本来の業務は、前記の 3, 4, 5 項が該当し、このウェイトを高めなければならない。これを主眼として考察する。

1. プローチ設計

打ち合わせに 9.9%とやや比率が高すぎるが、一方では資料整理に 10.2%を取っており、これは評価できる。

2. ギヤカッタ

計算や設計に 40.4%をかけており、製品の性格上、比率が高い。これに対し、製図(5.9%)や資料整理(3.8%)は比率が小さく、あまり時間を使っていないことが分かる。

3. 硬質合金カッタ

製図の比率が 27.5%と 3 分工場のうち最も高く、注文に対応して、その都度設計図面を作成していることがあらわれている。

また資料整理は 1.0%ときわめて低い。日常の業務をこなすのが精一杯であり、整理に費やす時間がきわめて少ないことが分る。

4. 3 つの分工場を集約したデータを図 4.1.2 の上段に示す。これによると設計の主体業務である 3.計算と設計に 28%、4.製図に 17%、5.資料整理に 4.5%という結果であった。この 3 つの合計は 49.5%で、ほぼ 50%と、全体の半分を占める。作業現場に出かけたり(17%)、外出、出張に 10%と付随する業務が残りの半分を占める。

5. これらの業務(前項 3, 4, 5, 6)につき、設計業務に CAD が導入されると、ほぼ半減が期待でき、これによる低減は合計 35%と予想できる。

合理化して浮いた分で、新たな仕事の開拓も可能となり、同時に機械的に費やされるチェック作業からも解放されることになり、メリットは大きい。

6. 調査結果を踏まえて、総エンジニアも同席し、設計者と個々に面談ヒヤリングをしたが、その主な内容を列挙する。

- 技術に関する専門図書が欲しい
- 語学(特に英語)の能力をつけたい
- 最新の情報を知りたい
- 製図用ドラフターがあれば
- 技術科と各分工場の資料を統合
- 市場、経済、経営管理のことを学びたい
- ハンディ電卓があれば便利

ただし、ここではコンピュータは早晚導入されるものと前提し、それ以外の希望について集約したものである。総括して言えることは、こうした、日常の工程進捗に追われ、設計管理本来の業務が滞るとの悩みもコンピュータの導入により解消が期待できる。

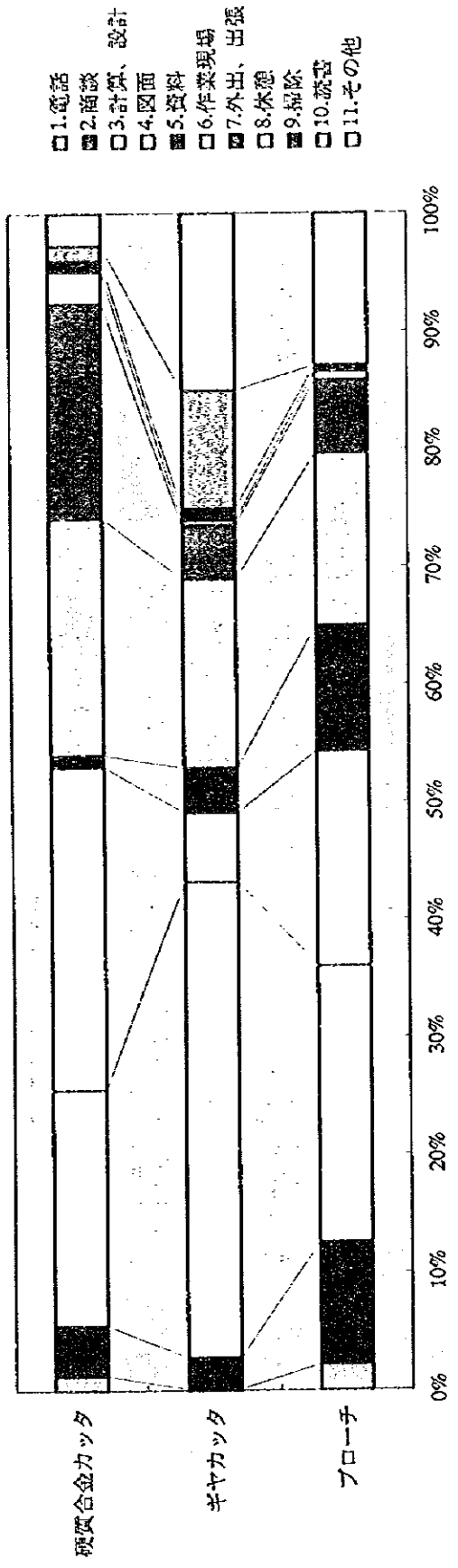
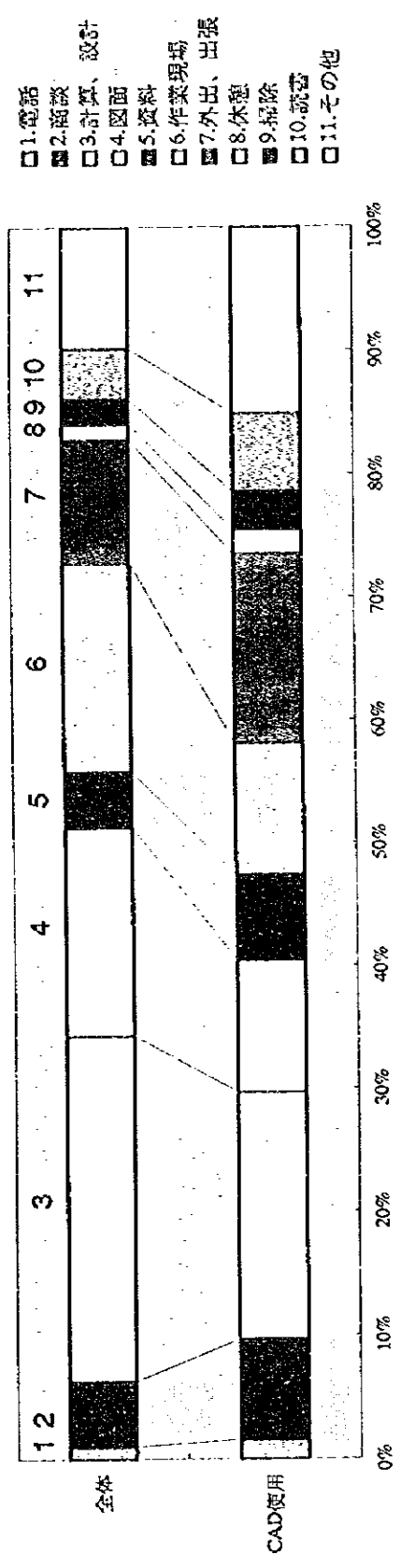


図4.1.2 設計業務分析

設計要員

現在の太原工具工場の設計陣容は、表 4.1.1 に示すとおりである。

表 4.1.1 現在の設計陣容

	上級	中級	初級	計
A プローチ	0	4	1	5
B ギヤカッタ	0	2	3(1)	5(1)
C 硬質工具	0	3	3	6

上級：開発品、新機能品を独力で設計できる。

中級：普通生産品を設計できる。

初級：中級者の指導の下に設計できる。() は実習中

上級クラス要員は 3 分工場ともゼロとなっている。これを現在の太原工具工場の売上規模をもとに、設計者 1 人当たりの売上げ（生産高）で評価する。売上規模は 1997 年 3 月現在では 146 万元なので、1 人当たりの売上げは下記の計算のように 9.125 万元となる。

$$\frac{146\text{万元}}{5+5+6(\text{人})} = 9.125(\text{万元/人})$$

日本円に直すと各々 $9.125 \times 15.00 = 1,368,750$ (円)、約 137 万円/人となる。

そのまま日本と比較することは、経済事情の差があるのでできないが、この指標が、トレンドがどのような推移（即ち漸増か、横這いか、減少か）をたどったかを管理者はチェックする必要がある。

問題点と検討

太原工具工場の近代化目標であげている生産能力の拡大、並びに自動車生産工業用カッターの開発、製品構成の見直しなどには設計陣の能力向上が不可欠である。

設計の技術力の向上のためには、現在のたて割組織よりよこ割組織の方が適しており、よこ割組織への移行を提案する。

さらに、設計技術能力について、教育・訓練部との協同で、初級から中級へ、さらに中級から上級へレベルアップを図ることも併せて実施すべきである。

以下、両配置の得失を比較する。

表 4.1.2 たて割配置と横割配置の得失

	生産力	技術力	総合	注：
タテ	○	△	?	○ 印有利
ヨコ	△	○	?	△ 印不利

現状のたて割とよこ割体制との得失を3つの項目から考察する（表 4.1.2 を参照）。

1. 生産力とは受注から完成納品までの一連の生産活動における顧客への対応力であって、これはたて割（○）の方がよこ割（△）よりも有利と見られる。
2. 技術力とは工場の技術水準の向上力であって、これはよこ割では各製品の製造、設計について力を付けやすく（○）、たて割（△）よりも有利といえよう。
3. これらの総合判断には、総括すべき管理者の認識や工場の規模が重要な要素になる。当工場の場合は、現在上級要員がないこと、将来開発技術がますます必要となることから、設計技術向上に力を入れるべきであり、よこ割組織の方が適していると考えられる。

4.1.2. 設計作業

3分工場の各設計グループの、設計室では、各設計者に執務机は配置されているものの、図面を書く道具としては製図板とT定規があるにすぎず、その不備が目立つ。

また、現状では、寸法数字を入れれば完成するように、ノットスケールの図面が用意されていて、計算結果さえ分かれば出図できるような準備がなされている。しかしノットスケールでは、現場作業を行うために必要な正確な比率でないため、不十分である。

転位可能硬質合金工具では、CADの使用を開始している。

約3名のメンバーで2年間かけて、硬質合金工具の本体の図面化を可能とした。ソフト開発を自前で行っていて、目下デバッグの段階である。

当面はこの立上げに注力している段階で、現段階ではまだ問題点は表面化していない。ブローチ、ギヤカッタについては未着手である。

問題点と検討

CADはComputer Aided Designであって、コンピュータを導入して、設計・開発を行う。CADの効果として省力化、品質向上などがあげられるが、それと並んで開発期間の短縮の効果も期待できる。

CADは既設計の流用が比較的容易で、設計変更時の対応もすばやく可能であることな

ど柔軟な作業ができる。

なお、将来 CAD から CAM (Computer Aided Engineering) の方向を指向することになる。生産活動情報化の一環として、CAD をとらえることが必要である。すなわち、工場内の生産に関する各種情報を収集し、その情報をもとに生産管理を的確に運営することである。この一翼を担う手段として CAD 設備、ならびに取り扱いのできるエンジニアの人口を増やすことも急務である。

CAD の導入は時間との戦いと認識し、可及的速やかなる導入とその戦力化を図る必要がある。

4.1.3. 図面管理

図面管理は技術科が担当し、専任者 2 名 (女性) で処理している。スチールキャビネットと木棚に保管している。取り扱いあるいは保管の環境条件を図 4.1.3 の写真に示す。

問題点と検討

図面ならびに各種の技術資料は太原工具工場にとってはきわめて重要な資産である。年々これらのドキュメントは増加の一途をたどっている。

スペースも手狭となっており、この際近代的な OA (OA=Office Automation) 機器の導入が必要と考える。

図面保管棚は木製であり、また図面、ファイル類はたて並びあるいはよこ並びにしてあるが、保管上不備な点がある。すなわち、



図 4.1.3 設計室での図面の保管状況

1. 木製であることで、防災上、防塵上、保安上不安がある
2. 図面をたてに格納することは用紙の保管上しわなどがよるし、図面が傷みやすい。また、棚のスペースがある割には格納できる図面枚数が少ない。効率のよい方式に変更することが望ましい。

日本の製造工場では図面の格納スペースの節約とファイリングの便宜さを考慮して、図面を縮小し、マイクロフィルム化を進めている。また CAD の導入により MT (= Magnetic Tape) あるいは F.D (=Floppy Disc) などへの置き換えが進んでいる。

過去の実績ある図面を再利用する際の検索が容易なように、こうしたシステム化の工夫も検討すべきである。

現在の図面複写方式は図 4.1.4 の写真で示すように「明か焼き方式」と呼んでいる機器によっている。この場合、時間経過に伴い、とくに太陽光の照射ある時は薄くなるか、消えることもある。油で汚れるときも同様である。

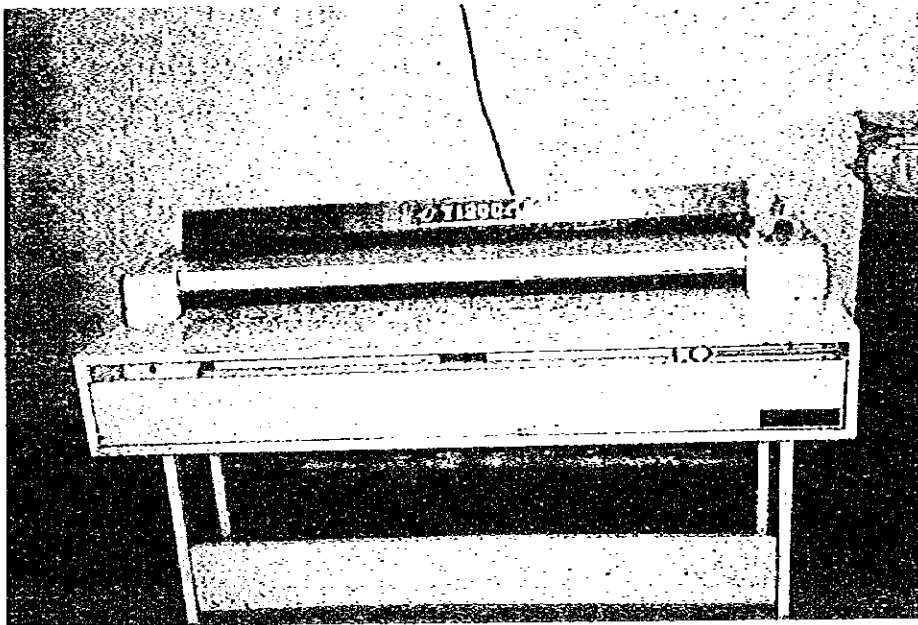


図 4.1.4 複写機

4.1.4.切削工具の信頼性テスト

以前ブローチについて信頼性テストを行っていたが、今はやめている。現在は寸法形状、材質の点検のみである。

問題点と検討

太原工具工場で供給する切削工具について、ある切削条件を設定した場合、そのときの寿命がいくらになるかを明示することは、太原工具工場の製品品質の信頼性を高めるための有力な手段となる。

大事なことは切削条件が変わるとき、それに応じて工具寿命の推定が可能となることで、このためには種々の条件下での寿命データを蓄積することが必要である。

切削寿命を求めるのに本格的な方式を取ろうとするとそれなりに設備に費用を要するが、当面は設備工具科などの自家設備製作時に内部の工具を積極的に活用し、意識してその寿命、信頼性に関し、記録を取ることをすすめる。例えば、シングルポイントツール（俗にいう単刃バイト）やフライス系工具などはいつでも使える。ホブやブローチでは簡単ではないが、ユーザー側の要望も考慮すれば、自社での信頼性切削試験実施を行うことが望ましい。

同時に設計者については、切削寿命は何によって決められるか、切削現象とはいかなるものか、材質や形状の差異が寿命に及ぼす影響など切削工具技術者として知らねばならない諸項目の学習を行う必要がある。

以上の諸事項は品質保証の一環として大事なことで、その体制作りも必要である。

4.2. 調達管理

4.2.1. 主体材料

表 4.2.1 に主体材料の種類別の購入条件を示す。

表 4.2.1 主体材料の購入

	購入単価 (t 当)	購入比 (重量)	仕入先
① W6%、Mo5%、Cr4%、V2% ブローチ、ギヤカッタ、ドリル	28,000～	50% 180t (507.6 万)	大連
② W9%、Mo3%、Cr4%、V1% ブローチ、ドリル	28,500 元	45% 162t (457 万)	撫順 重慶
③ W18%、Cr4%、V1% 大型ホブ	33,000 元	5% 18t (59.4 万)	上海第 5
④ 構造用炭素鋼 45 番 (C 0.38～0.40%)	3,000 元×200t	(160 万)	調達任意
合計		1,084 万元/年	

調達方法 ・年 2 回 (360t/年) に分ける契約 4 月契約分…7～12 月に分割納入
10 月契約分…1～6 月に分割納入
・支払い条件 現品受け取り時に現金払い

問題点と検討

表 4.2.1 に示すように主体材料の調達費の割合がきわめて大きい。価格設定と納期と合わせ、支払い (現金) 条件の緩和を図る努力が必要である。

太原工具工場では売り上げの低迷とともに売掛金の回収が進んでおらず、このような条件下にあっては、調達に関わる支払いの負担を軽減することが焦眉の急である。

なお一方において、工具の品質を向上させる意味で、海外の高速度鋼専門メーカーと接渉し、品質的にこの際海外調達のルートも探る。高速度鋼については海外メーカーに一日の長がある (とくに日本、スウェーデン、ドイツなど)。

高速度鋼メーカーで、比較的大量の生産販売を行っているメーカーに、

1. 日立金属 (日本)
2. エラスチール (仏とスウェーデンの合弁)
3. 中国 (大連)
4. ビラレス (ブラジル)

5. ラトローベ（米国）

などがある。

これらのうち品質的には1, 2, 5などのメーカーが評価されている。

価格については、1997年5月1日付けの日経産業新聞による「主要材料・製品卸相場」から

- 高速度鋼（SKH9）単価は1,900円/kg～2,100円/kg
- 機械構造用炭素鋼（S-C）では、75円/kg～82円/kg

一方、太原工具廠の調達単価は、

- 高速度鋼 28～33元/kg（日本円に換算して420円～495円）
- 機械構造用炭素鋼 3元/kg（日本円に換算して45円）

単価の比較をすると表4.2.2に示すようになる。

表 4.2.2 鋼の価格比較

	太原工具廠調達	日本国調達
高速度鋼（SKH9）	420～495	1,900～2,100
	*1	4.5～4.2
機械構造用炭素鋼 （S-C）	45	75～82
	*1	1.7～1.8

注；*印は太原工具廠調達単価を1とした比率を示す。

金額比では、約2～4.5倍と大きい差がある。仮に海外（日本を含め）からの調達を考えた場合は、運送諸経費を含め約2～5倍の高価な出費を要することになる。切削工具に占める材料費の割合を仮に30%と見込むと全体に対する影響は、

$$0.7+0.3 \times (2 \sim 5) = 1.5 \sim 2.2$$

となり、50%～120%とコストアップにつながる。

しかし、材料品質向上の効果を折り込むことによりコストアップ分は、価格に吸収可能とも考えられる。

海外からの良質な高速度鋼を調達した場合、これによって製作した切削工具の寿命の延長が期待できる。例えば、従来比2倍の寿命が確保されるとすれば、単純にみて、消費工具数は半減される。このため、切削工具1個当たりの単価が2倍になったとしても顧客はペイするとも考えられる（ただし、切削工具の性格は使用技術のよし、あしでも寿命が左右されるので断言は出来ない）。大手ユーザーで生産技術力がしっかりしているところではこのような評価をし、寿命がのびれば高くても買うことは確かである。

4.2.2.処理材料

塩浴処理剤（熱処理用）（BaCl、NaCl、KNO₃ など）、亜硝酸（黒染め用）で、金額で19万元である。調達方法は主体材料に準じた方式による。

この材料は熱処理工程での予熱、本熱、等の処理工程で使用される。金額比で総調達額の1.6%を占めるにすぎない。また調達入荷時の保管スペースは、太原工具工場の場所的余裕から十分確保出来ていて、問題ない。

4.2.3.補助材料

補助材料のリストを表4.2.3に示す。

表 4.2.3 補助材料の購入

項目	金額
① ベアリング、電池、スイッチなど	20.0 万元
② 油（潤滑）・（切削）	17.0 万元
③ 石炭（ボイラー用）2,600t/年×78	20.3 万元
④ 石炭（鍛造用）100t/年×100	1.0 万元
	58.3 万元

問題点と検討

これらの調達品はいずれも作業遂行上必要とされるものである。①については、1個当たりの単価は安価であるが、種類と数量が多く、中には年間の使用量がきわめて少ないことから、場合によっては死蔵品になることもあり、その調達に当たっては金額の多少に拘わらずきめ細かい管理を必要とする。②については、現場において常時消費されるものであって、その保管と使い方に関して管理者からの関心を喚起させる必要がある。

また③については、季節的には春から秋にかけては消費しない材料であるから冬場のみの消費にて使い切るよう、すなわち留保分としての持ち越しのないように努める必要がある。④は省エネルギー的な見地からの節約を図るべきである。

4.3.在庫管理

4.3.1.材料

主体材料のグループ別在庫状況を表4.3.1に示す。

表 4.3.1 主体材料の在庫状況

	在庫(A)	月使用(B)	在庫月数(A/B)
表 4.2.1①~③グループ	40.2t	30.0t	1.34ヶ月
表 4.2.1④グループ	104.0t	17.0t	6.12ヶ月
①~④	154.2 万元 (在庫金額)		

問題点と検討

在庫高の大きいのは鉄鋼材料である。在庫数 1.3~6ヶ月と大きい。

①~③のグループは①ドリル、ギヤカッタ、ブローチ、②フライス、エンドミル、ドリル、③大型ホブなどのように単価は高いが常時消費されるものであって、在庫月数は小さい。これに対し、④は主としてドリルのシャンク（柄）部分に使用されるもので、重量当たりの単価は小さいが、1回当たりの発注量が比較的大きいため、在庫月数が大きくなる傾向にある。売上額が増えれば、必然的に低減される方向にあるが、目下の厳しい環境下にあってはきめ細かく調整すべきである。

尚、これに対し、処理材料、補助材料については、主体材料に比べ、額も小さく、とくに問題とはならない。

4.3.2.製品在庫

各製品の在庫量を表 4.3.2 に金額で示す。

ギヤカッタは標準品として在庫されるものが多い。このため 3 種の工具のうちでも際だって在庫が大きい。全体のほぼ 7 割を占める。

表 4.3.2 製品の在庫状況

	太原工具工場	
ブローチ	70.9	(14.4%)
ギヤカッタ	359.0	(72.8%)
硬質カッタ (内カッタ 191 本)	63.4	(12.8%)
	493.3 万元	(100%)

問題点と検討

製品在庫が増加の傾向にある。その原因の 1 つに生産の先取りがある。即ち本来なら翌月に着手すべきものが、当月の仕事量の減少を埋め合わせるため早期に手をつけているという現象がみられる。

生産体制は、①非標準品（すなわち受注品）と②標準品（見込み品）によって異なる。とくに製品在庫として影響のあるのは、②の見込み品である。市場における当工廠の需要

の動向を探り、売れ筋の切削工具を把握し、その仕込み、完成、売り上げに至る回転をよくし、在庫の圧縮に努めねばならない。

現状では上にあげたごとく、在庫額が大きく、今後低減が必要である。②に該当するのは主としてドリル、フライスなどが該当する。図 4.3.1 に土間に山積みされた在庫の状況を示す。

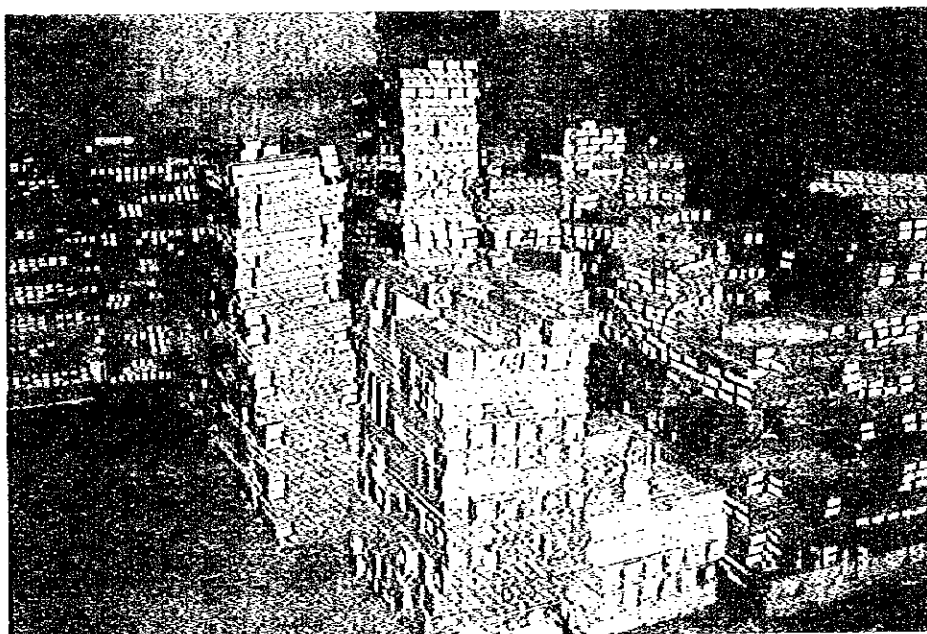


図 4.3.1 製品の在庫状況

4.4. 工程管理

4.4.1. 工程数

図 4.4.1、図 4.4.2、図 4.4.3 に各製品の生産工程の現状を示す。
生産管理の観点よりは特に問題はない。

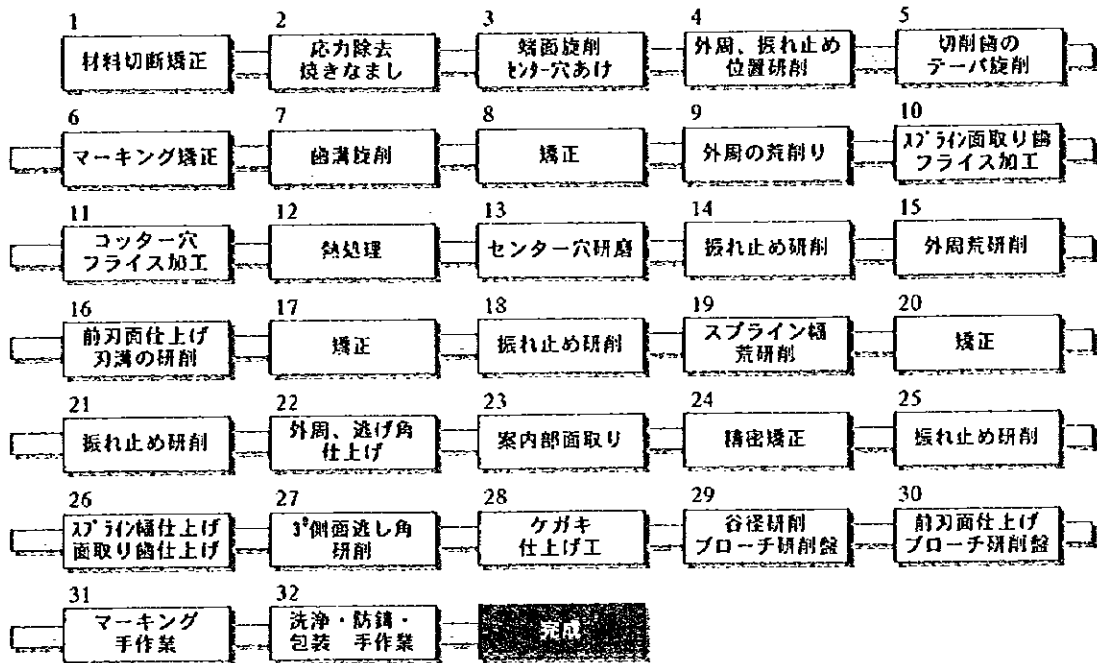


図 4.4.1 平行スプラインブローチ生産工程フローチャート

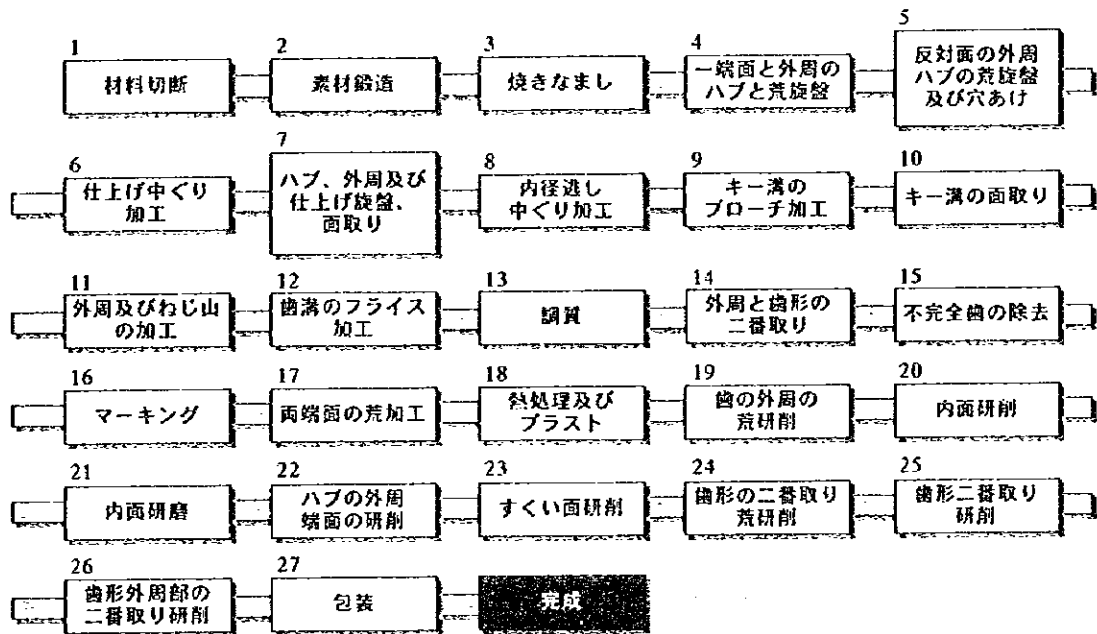


図 4.4.2 ホブ生産工程フローチャート

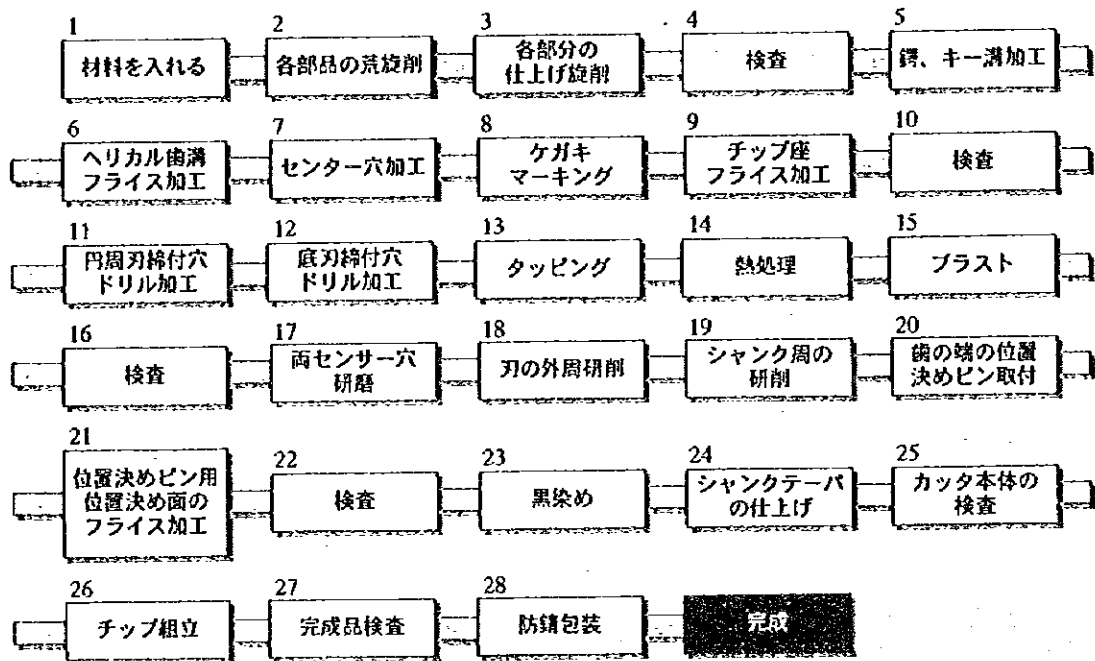


図 4.4.3 スローアウェイヘリカルエンドミル生産工程フローチャート

表 4.4.1 に製品別工程数と納期を示す。

表 4.4.1 製品別工程数と納期

	工程数	納期
A ブローチ	32	1.5ヶ月
B ギヤカッタ (ホブ)	27	3.0ヶ月
C 硬質カッタ	28	2.0ヶ月

4.4.2.各分工場有能力

表 4.4.2 に月別生産予定/実績を比較する。

表 4.4.2 生産予定/実績 (月別)

	予定	実績
1997年 1月	118.0 万元	146.0 万元
2月	57.0 万元	57.0 万元
3月	146.0 万元	220.0 万元

工場全体の生産能力として、220 万元/月である。

問題点と検討

各分工場（ブローチ、ギヤカッタ、硬質工具）について積算された工場全体の能力が金額で回答されている。現場の能力把握は金額でなく、工数/時間（分）で行うことを原則とするべきである。標準工数を設定し、工数管理を実施すべきである。

これまでは工数という概念はなく、出来高を金額で評価し、把握している。

第1次現地調査で工数の設定を改善項目として取りあげ、第1次現地調査後、太原工具工場側にて工数の実態調査を行った。第2次現地調査時に生産管理担当専門家が、それを照査し、標準工数としてまとめたのが次の通りである。

3分工場の代表製品についての標準工数は次の通りであった。

- | | |
|----------------------|------------|
| 1. ブローチ（6溝、φ34×960l） | 20.014（Hr） |
| 2. ホブ（m3、φ×71） | 14.025（Hr） |
| 3. 硬質工具（φ80カッタ） | 23.520（Hr） |

各製品の標準工数を図4.4.4、図4.4.5および図4.4.6に示す。単位は時間（Hr）である。

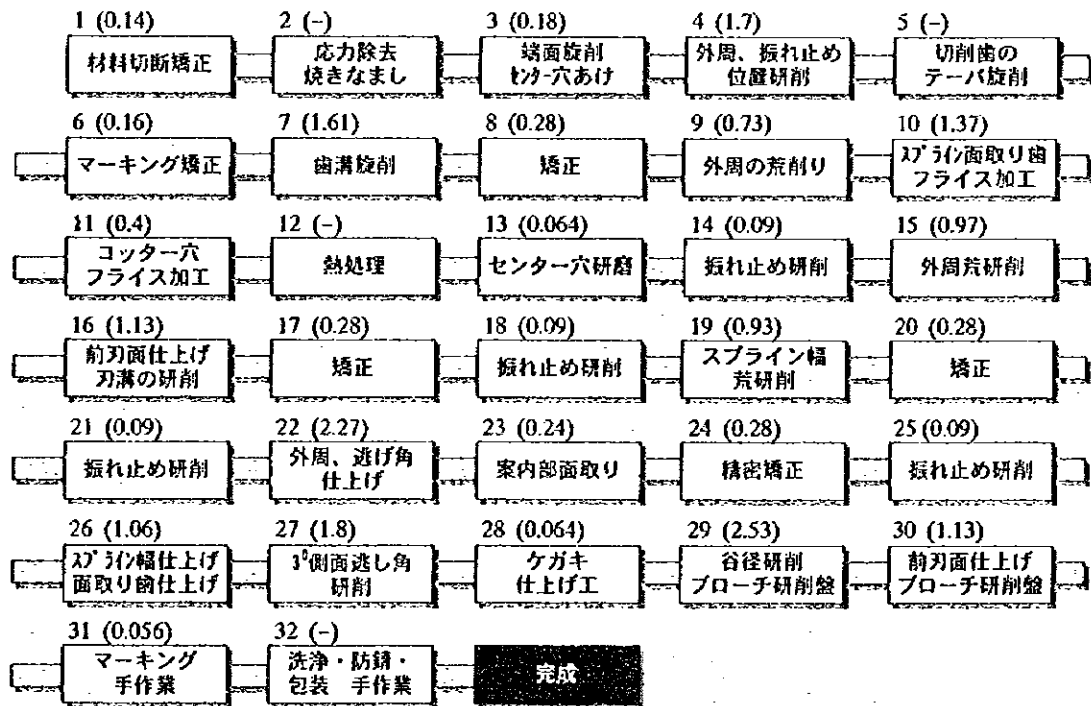


図 4.4.4 平行スプラインブローチ生産工程毎の工数（Hr）

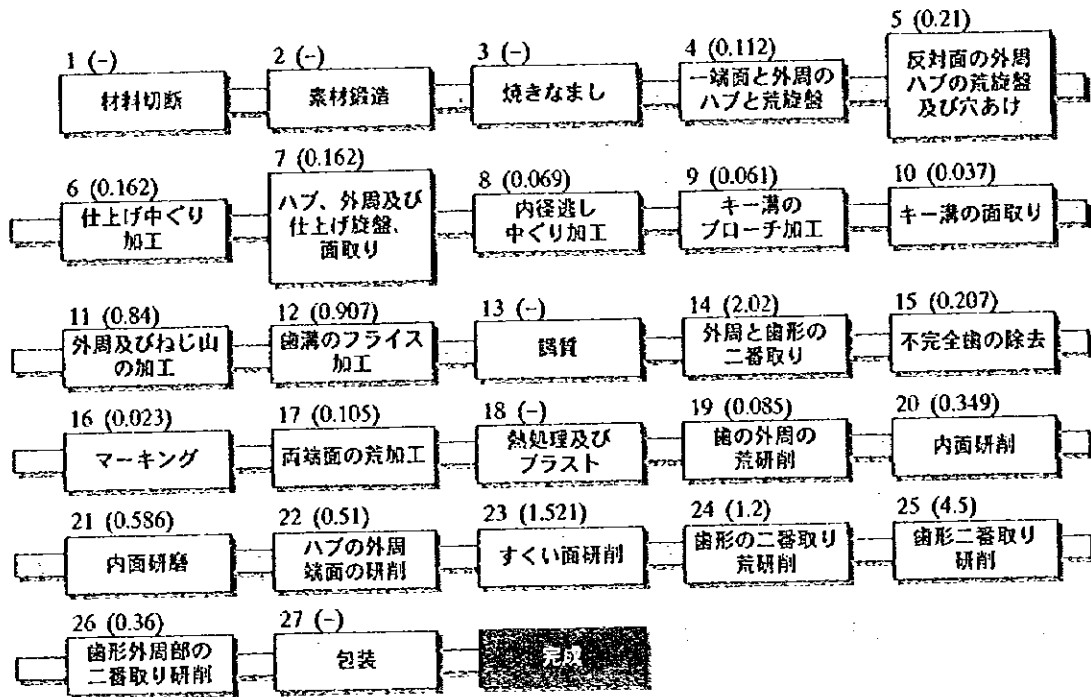


図 4.4.5 ホブ生産工程毎の工数 (Hr)

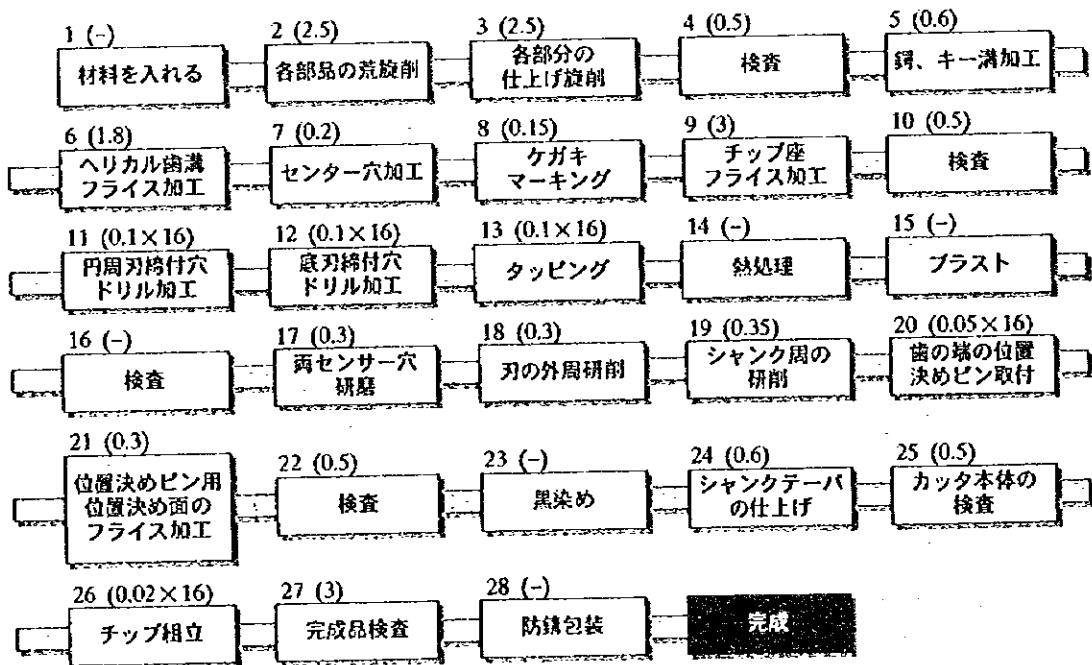


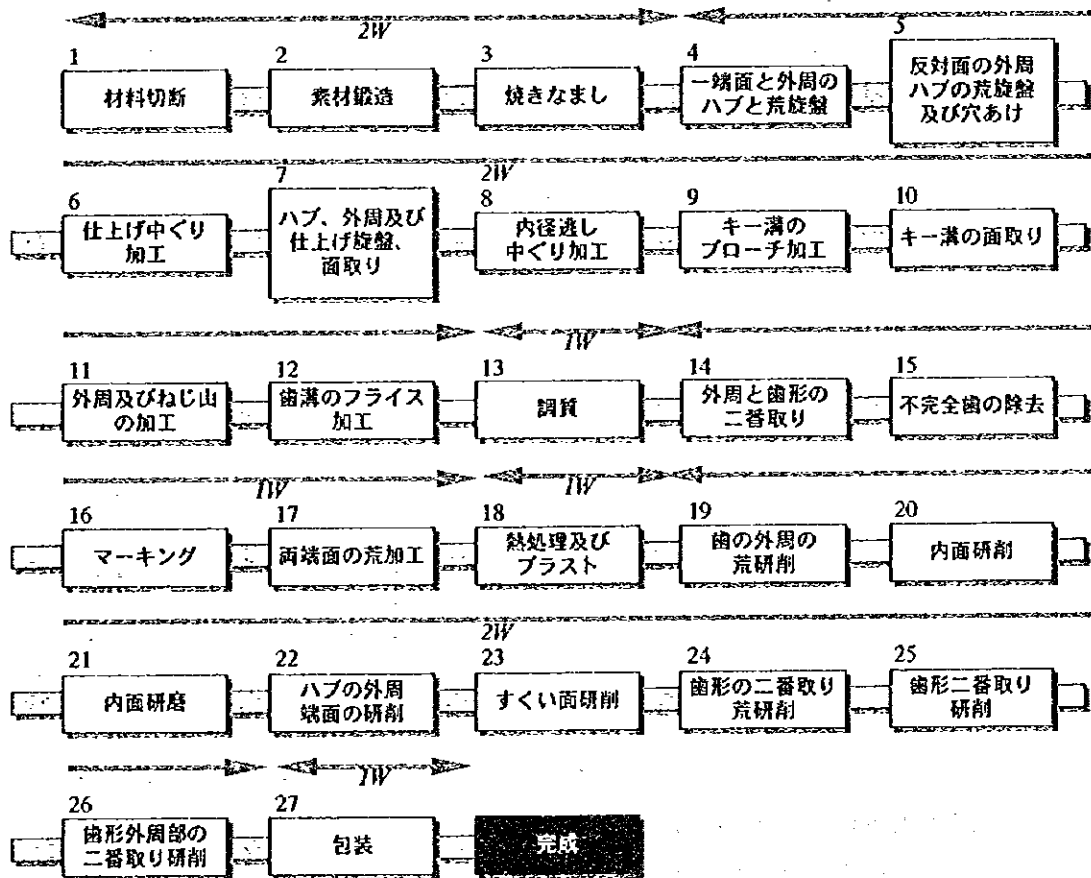
図 4.4.6 スロ-アウェイヘリカルエンドミル生産工程毎の工数 (Hr)

最終的な値は売上高（もしくは生産高）に示されるのであるが、作業消化能力として

は上記のように直接作業員の人数から求められる時間（または分数）であらわすのが一般的である。ただしその評価は、各員の能力係数、出勤率、実効率などを把握した上で算出されるべきである。

次に納期について考察する。このデータのうちホブについて、週単位の作業方式を策定した。これによれば、27工程が現状3ヶ月要するところ、2.5ヶ月に短縮することが可能となる（-17%）。

具体的にその検討過程を示す。図4.4.5において週単位で区分すると、図4.4.7で示すように図中矢印のようになる。この結果、累計の所要週は合計10週となる。10週は1ヶ月を4週として2.5ヶ月を得る。



W:週をあらわす

図 4.4.7 ホブ生産工程フローチャート

4.4.3.スケジュール管理

4.4.3.1.月当たりバランス生産

月当たりのバランス生産比率を表4.4.3に示す。

表 4.4.3 バランス生産比

月初	月中	月終	計
2 :	3 :	5 :	10

当月必完のものを A 級として 98%の達成率を目標（量的には 30%程度）とし工程進捗の目安としている。

問題点と検討

バランス生産の主旨は極力、平準化を図ることにある。この実現のために、週計画による作業消化の可能性を検討すべきである。そのために、A ブローチ、B キヤクタ、C 硬質クタについて、標準工程と各工程での工数設定を行う。

各分工場では形状の種類や大きさなどにより種々の製品が工場内を流れている。

ちなみに当工場でのカタログから抜粋した製品の種類を示す（添付資料 13）。これらの内、生産数量、売上額から見ての代表製品とみなされる製品がある。

これらの製品を一種ずつ選定し、その工程を標準化し、各工程についての工数を設定する。これを元にして、現場の能力算定の基準とする。その際、単位は分（または時間）で表示する。

4.4.3.2. 工程進捗

生産科からのヒヤリングによると、目下のところ工程進捗に関して遅延等の問題はない。

現在、売り上げが低迷しているにもかかわらず、現場における従業員の作業については何らの手も打たれていない。このため現場人員に余剰が発生している。したがって、現在は必要な納期から割り出した生産進捗ではなく、むしろ作業消化の先取りが行われているほどである。

例えば、2 月時にはすでに 3 月予定のものまで先食いが行われていたりしている。これらのことから遅延という現象はない。ただし、このことは製品在庫の積み増しにもなり、生産管理上、好ましいことではない。

上記にもかかわらず工程の進捗管理については問題が見られる。現在は、完成時の予定期日を指定するのみであって、その中間工程上のフォローは行われていない。従って、投入したあと完成に至る過程についてデータ上のフォローする手段が少なく、必要な場合には工場現場にて現品実査により把握することになっている。すなわち、次の通りである。

図 4.4.8 に工程流れの概要を示す。受注に対応して経営科で月次生産計画を立て、これに合わせて作業計画が立てられる。次に標準品と非標準品の区分により出図が行われる。まず材料手配が行われる。倉切りあるいは鍛造によって準備された素材は半成品倉庫に一

且入庫され、納期に合わせて材料を出庫し、これにそえて図面、現品票の3者をまとめ現場に出す。

これ以降は生産科の手をはなれ、各分工場ごとに完成まで作業が進められる。

この工程流れのうち、材料の半成品倉庫まではそれなりの管理が行われるが、一旦分工場にわたったあとの工程の進捗について、管理上の帳票類は見当たらず、現場のなりゆきにまかせられている。

但し重点管理品については、その達成率を98%目標としてフォローしている。これは全作業の30%程度でしかない。残りの70%は出来なりの進捗である。

問題として取り上げるのは工程流れのうち進捗が不透明な部分、即ち図4.4.8の「工程」と記した部分である。これらに対し、標準工数の設定、週作業方式の導入により管理を行うようにすることが必要である。具体的な方策は第6章で述べる。

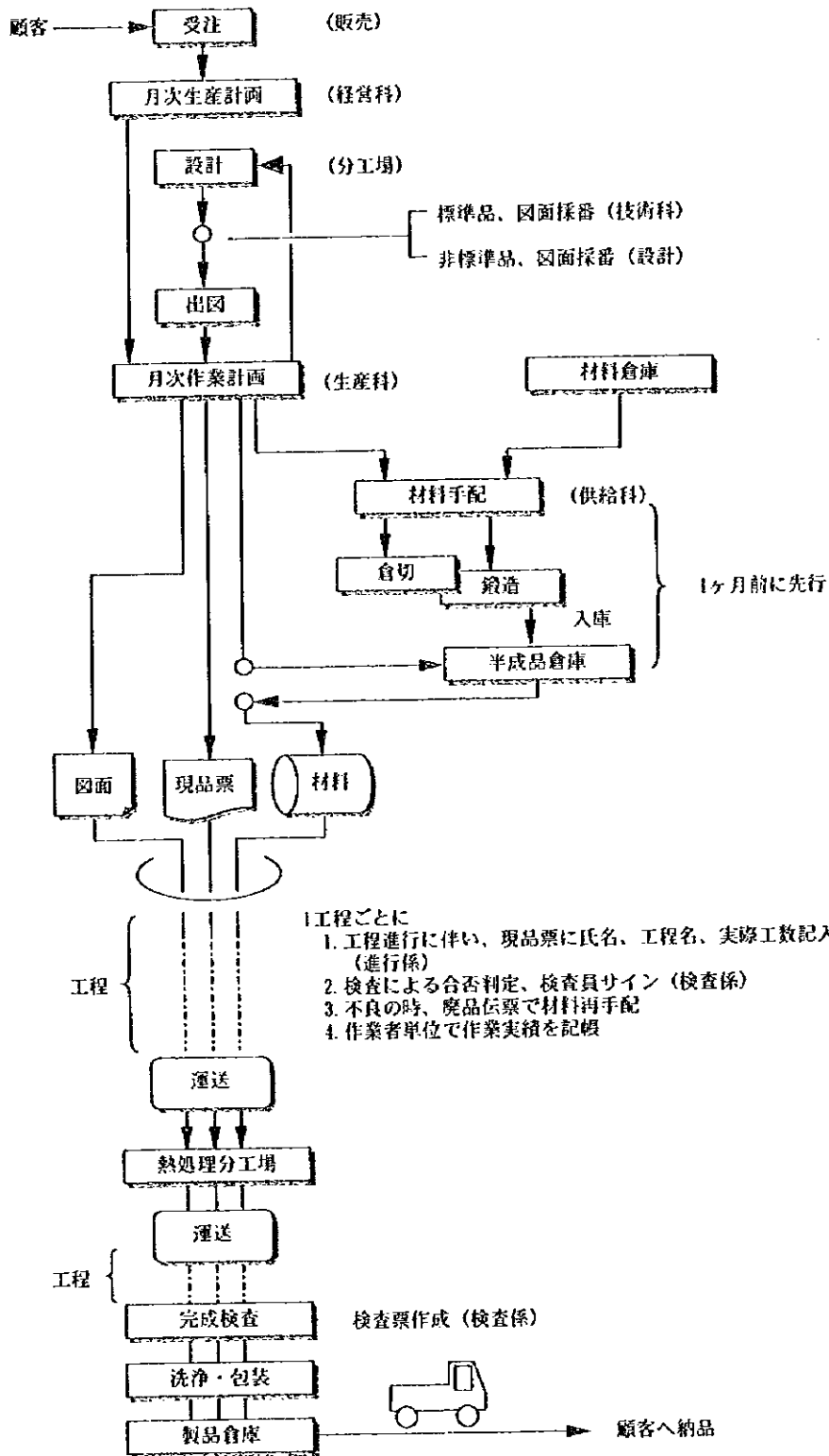


図 4.4.8 工程流れの概要

4.5.品質管理

4.5.1.検査員比率

検査員の比率は、下記の通りである。

$$\frac{\text{検査人員}}{\text{全工場人員}} = \frac{71}{1,073} = 6.61\%$$

$$\frac{\text{検査人員}}{\text{分工場人員}} = \frac{71}{506} = 14.03\%$$

(ブローチから鍛冶までの各分工場の合計)

また、不良率の現状は表 4.5.1 の通りである。

表 4.5.1 不良率 (1996 年)

	計画(A)	実績(B)	B/A×100(%)
1. ブローチ	150	159.6	1.06
2. ギヤカッタ	100	107.8	1.08
3. 硬質工具	100	98.4	0.98

A および B の値は、生産高 1 万円当たりに対する不良金額である。

問題点と検討

(1)検査員比率

例えばブローチで 32 工程、ギヤカッタでは 27 工程がある。工程ごとに検査を受けるということは、その工程数に相当する検査回数があることを意味する。このことから検査員の比率が計算式で示すように全工場人員をベースとした場合、6.61%を占める結果となる。また、分工場人員ベースの時は、14.03%となっている。この種の切削工具製造工場の場合では、きわめて高い数値と見られる。(通常は 5%以下であることが望ましい。)

検査の目的は顧客への製品品質の保証をすることにある。製作工程では自らがその作業したことについて責任をもち、次工程に送るとの姿勢に徹し、自己責任を根付かせることが必要である。

熱処理前の検査は、必要と考えられるが、他については上記の観点から廃止できるもののできないものを見直しを行う必要がある。

(2)不良率

3 分工場についての不良率を比較すると、ブローチがもっとも高く (約 160 元)、ギヤ

カッタ、硬質工具（100 元）に比べ、1.6 倍となっている。

これら不良の内容は主として長さ計測に関わるものである。今後の対策としてこれらの技能に関する訓練が必要である。現在は組織的な訓練は行っていない。年間を通じて、教育を兼ねた計測訓練の実施を行う必要がある。

また、長さ計について週、月、年毎の検定を行っているが、年間計画は持っていない。現場は、例えばマイクロメータの場合、その箱に次回の定期検査日を指示した伝票が添えられている。これでは、間違えて伝票を無くしたり、汚したりすることがあり不都合なことが多い。

4.6.安全管理

(1)1996 年の実績

表 4.6.1 に 1996 年の安全実績を示す。

表 4.6.1 安全実績（1996 年）

	国の目標	太原工具工場	
1. 軽傷	5.0	1.8	良
2. 重傷	0.5	0	良
3. 死亡	0.03	0	良

100 人当たりの、年発生件数

表 4.6.1 に示すように、1、2、3 の 3 つのランク付けがあり、重傷と死亡については事故の発生は無かった。軽傷については、国の 5 件/1,000 人当たり目標に対し、太原工具工場では 1.8 件/1,000 人当たりの実績で、一応良好と見られる。

(2)安全行事

4 月 5 日から 1 週間、省・市としての安全反省週間が行われたが、これに対する積極的な工場内の行事はない。

また、工場内での種々の掲示には、安全関係のものは見あたらない。また、回転物への安全措置として、例えば砥石回転ベルトについて、カバーが必要とみられるが、その対処が行われていない。

安全目標を達成していることもあり、活発な自主的安全運動が行っていないものと見受けられる。

現在、日本の各製造工場で行われている、「危険予知訓練」（Kiken Yochi Training）K・Y・T 等を試行し、安全意識の高揚を図る必要がある。

(3)保護具

帽子について女子は着用、男子は不要である。安全めがねは旋盤、フライス盤など回転工作機で着用すべきところをほとんど付けていない。安全担当の話では予算が少なく、支給されていないという。クレーンのワイヤロープの点検は行っている。機械加工職場では安全靴の着用も行われていない。

問題点と検討

統計上は安全目標をクリアできているが、上に述べたようにいろいろな点で安全対策に問題が見られる。特に、太原工具工場の3分工場を調査した結果、安全上の懸念のあるのは研削盤にある砥石軸のベルト駆動である。

ベルトがむき出しになっていること、作業者の頭の位置レベルが接近していることから、災害危険性が高く、対策としてベルトカバーが必要と考える。

4.7.設備管理

4.7.1.設備管理体制

設備管理業務には、製品生産のための機械設備の保守を行う部署と、保全管理を担当する部署とが必要である。生産効率を十分発揮させるためには、① 直接生産ラインの機械メンテナンスと、②設備担当すなわち太原工具工場では設備工具科と装備工場の2つが互いに協同し合ってメンテナンスが運営されなければならない。

設備管理分担範囲は、表 4.7.1 のようである。

表 4.7.1 設備管理の分担

		メンテナンス**	修理		設備		治工具	材料	設備購入 (弁公室 計画)
			突発	大修理 中修理	設計	設備			
②	設備工具科	定期○2		○ (計画)				○	○ (立上げ)
	装備工場			○ (実施)	○ *	○ (検査3人)	○		
①	分工場	日常○1,3	○						

* 印の内訳は表 4.7.3 参照。

**メンテナンス 1,2,3 級担当 2 級.....設備科による

1,3 級....分工場による (ブローチ 3 人、ギヤカッタ 5 人
硬質 2 人 : 計 10 人)

日常メンテナンス業務は各分工場の担当、定期メンテナンス (機械のオーバーホール)

は設備科が担当している。

修理業務は、① 突発的なものは3分工場、② 大・中修理のうち計画は設備科、その実施は装備分工場が担当する。

設備の設計製作については、いずれも装備分工場が担当する。ごく最近では 1995 計画でのスプライン研削盤の NC 化改造を行うことになっている。また合わせて治工具の設計・製作も手がけている。

表 4.7.2 に設備関連部署の人員数を示す。

表 4.7.2 設備管理に関連する部署の規模

1. 設備工具科	55 人
(内訳) 倉庫	2 人
変電	9 人
ボイラー	18 人
メンテナンス	18 人
幹部	8 人
2. 装備工場	84 人

上記 1、2、の部署については、年間更正修理計画が年初に立てられていて、その計画に基づいて修理作業が実施される。作業には老朽化した工作機械の分解からはじまって部品の交換と洗浄、ベッドとテーブルとのすり合わせ作業、再組立などが含まれる。日本企業ではほとんどみられることのないきさげによるすり合わせ作業も行っている。

問題点と検討

現体制では、製品職場ではもの作りが主体であって、どちらかといえばラインで行うべきメンテナンスには力を入れていない。

具体例を示すと、日常使われている工作機械について本来ならば作業者が常時整理、整頓、清掃に努めねばならないのだが、全体的にみて、その姿勢がみられない。

また、TPM の思想からみて、生産と保全が一体となった体制づくりが必要である（ここでいう生産とは、① ギヤカッタ、ブローチ、硬質工具の 3 分工場であり、保全とは、② 設備工具科と装備分工場を意味する）。

年間更正修理計画については、装備分工場長の言によれば与えられる予算枠内で作業を完成させることが出来ないという。実際は計画以上に費用がかかっている。修理作業は本来すべて人工（ニク）により行われるものであって、人件費の占める部分が大きい。従って設備の更正修理作業についての効率化を図ることが対策として必要である。

エネルギーに関しては、ボイラー、変電所運転などの業務は設備科が担当しており、調査の結果、これら設備の老朽化が激しく、計画的な更新が必要である。例えば、ボイラーからの蒸気配管などは保温被覆がはがれていたりしており、エネルギーロスも懸念される。

4.7.2.設備設計(含、治工具)

表 4.7.1 で示す分担の内、曲がりなりにも設備設計者は9人で、その技術レベルは表 4.7.3 のようである。しかし実際には、日常業務に追われ、ほとんど設計業務が実施できていない。たまに外部から自動機の設計製作を依頼されるケースがある程度である。

表 4.7.3 設備設計者の技術レベル

上	中	初	新	計
0	2	6	1	9人

問題点と検討

工場全体として、設計者は大きく分けて各分工場の製品設計者と設備工具科の設計者の2つの集団がある。これらをいかに太原工具工場の業績アップに寄与させるかがひとつの課題である。

製品設計ではギヤカッタ、ブローチ、硬質工具に関わる設計を担当し、切削工具という限られた範囲の設計であるが、その設計技術に奥行き深さが要求される。

また一方、設備設計では設備の自動化、故障対策としての改良設計など、対象として機械設備全般にわたり範囲が広い。すなわち、間口の広い技術が必要とされる。

従って、こうしたそれぞれの立場をよく認識させ、技術レベルの向上を図る必要がある。

4.8.教育・訓練

各年度ごとに計画表を作成し実行している(表 4.8.1 参照)。

表 4.8.1 1997 年の訓練計画

(1) 幹部トレーニング	参加人数
① 工場長クラス、指導者のトレーニング（太原市経済委）	3
② 技術系幹部のトレーニング（市経委に沿った内容）	()
③ 一般職員・労働者の教育の幹部トレーニング（同上）	()
④ 短大卒、専門校卒 生産管理実習（実習大綱による）	15
(2) 継続教育	
① コンピュータトレーニング（コンピュータソフト、ハード基礎知識）等	26

注：()は未定である。

表 4.8.1 にみるようにトレーニング部としては計画的に実施されている。

これらの他に市・省が行う種々のセミナー（技術系、管理系）にも参加させることがある。

問題点と検討

(1)教育、訓練計画

外部機関で行うのは一般の管理的なものに限られるため、太原工具工場としての固有技術、すなわち切削、鉄鋼材料、熱処理、材料力学、信頼性などに関する専門知識の講座教育が必要と考える。

尚、セミナーと訓練に利用する教室は学習するためには整理がよくない。日常の清掃が必要である。

(2)技術系上級者

現在設計要員の内、上級者数はゼロである（表 4.7.3 参照）。近い将来の育成可能性については A.ブローチについて 1 名あるが、B.ギヤカッタ、C.硬質カッタについては当分見込みがない。

技術力向上のため、A, B, C, いずれも上級者の養成が必要である。

(3)OJT の実行

各分工場ならびに職場単位で行われている O.J.T（On the Job Training）についてフォローするための推進策の立案が必要である。

具体的には、① 分工場の作業員に対して、担当各種工作機械の技能訓練の実施、② 全員を対象とした長さ計測についての訓練、③ 安全性向上の訓練、などが必要である。

(4) 技師資格

技能者には技師資格がある。これは日本における技能士に相当する。

この計画的な育成を図ることが有意義である。そのためにも、担当作業ごとについて技能士の資格要件を検討・明確にすべきである。

付：調査中に実施したセミナー・トレーニング

(1) 生産管理のセミナー

下記の3つのテーマに関してセミナーを実施した。

セミナーの項目を次にあげる。(添付資料 15 参照)

1) CAD/CAM の活用方法に関する諸問題 (1997-5-22 実施、20 名出席)

当工場ではすでに一部ソフト開発が進行中であり(硬質工具)、他についてもその導入は時間の問題であり、これを踏まえたテーマを設定した。また今回実施した設計者の業務分析から得られた教訓についても合わせて説明した。

1. CAD/CAM 概論
2. 設計上の目的と効果
3. 導入上の留意点
4. 太原工具工場における設計業務の分析

2) 調達、在庫、工程、品質管理に関する諸問題 (1997-6-3 実施、15 名出席)

当工場が直面する問題を踏まえて、有効な解析手段を提供し、合わせて JIT の考え方も紹介した。))

1. 経営効率の諸要素
2. 調達・在庫の問題
3. 検査と品質管理の意義
4. 品質向上策
5. 工程遅れの原因分析
6. JIT 導入手順とその進め方

3) TPM の推進と機械要素の故障と対策 (1997-6-6 実施、15 名出席)

中国大陸の砂塵による厳しい環境を踏まえて、その清浄化は必須である。また TPM 実行のための作業員個々の意識改革の必要性も説いた。

1. TPM の展開と推進
2. 機械要素の故障とその対策
 - ① 故障の原因と分析
 - ② ねじ

- ③ 軸
- ④ 歯車

(2)生産管理のトレーニング

下記の 3 つのテーマに関してトレーニングを実施した。トレーニング項目を下記にあげる。

1)レイティング訓練（1997-5-26 実施、8 人参加）

（添付資料 16 参照）

作業の時間研究ならびに工数指定や見積もりにおいて、適正な早さを目測することは大事なことである。各分工場の関係者 8 名を集め、レイティングビデオにより訓練を行った。

結果から分かったこととして、速さについてやや甘く、保守的な傾向がみられた。今後の工数設定に生かせる。具体的内容は次の通りである。

1. 訓練の画像（ビデオテープによる）は下記の 3 種を使用

- ① 回路板への部品の挿入
 - ② フタと本体との組立
 - ③ 回転羽根のカバーの取付け
2. それぞれの作業速度を標準の速さ（100%）と比較し、70～130%の間で判定し、各人の認識する作業速さの適正さを知る。

2)KYT 訓練（1997-6-6 実施、（10 人参加））

（添付資料 11 参照）

K（危険）Y（予知）T（トレーニング）は日本で広く行われつつあり、各作業者の安全意識の高揚のために効果的である。各分工場の安全担当者を集め、3 件の事例につき実施した。

- 1. 工場内、外でみられる作業状況の絵を 1 つのグループで観察し、これから判断される危険についての情報を共有化しその感受性を高める。
- 2. 例として次の 3 件を出題した。
 - ① 手押し車による運搬作業
 - ② ポール盤穴明け作業
 - ③ 屋根のペンキ塗り作業

3)長さ計測訓練の実施（1997-6-9 実施、（31 人参加））

（添付資料 9、添付資料 10 参照）

円筒状のテスト品につき、外径、内径、幅の寸法測定を行い、その測定値の正確さ

を評価する。各作業者の技能レベルを知り、指導に生かすことが出来ると同時に不良低減につなげることが可能である。

1. 計測品の形は中空、円筒で、外径 (D)、内径 (d)、高さ (H) の 3 つの諸元を測定する。
2. 使用測定具は外側マイクロメータ、ノギス、シリンダゲージの 3 つである。計測時間は 5 分以内とする。
3. 太原工具工場の現業 (技能) 員から 31 名を登録した。
4. 訓練の結果は優・良・中・不可の 4 ランクで成績をつけた。その状況を表で示す。不可は 0 であり、中以上は合格で、訓練会としては参加者全員がパスした。

ランク	人数	%
優	17	58.6
良	9	31.0
中	3	10.4
不可	0	0
参加人数	29	100
当日欠席	2	-
合計	31	

5. 評価

- ① マイクロメータ、シリンダゲージ等の測定具は比較的使い慣れていて、測定上の誤りは無かった。
- ② ノギスについて、副尺 (バーニヤ) 目盛の読み方につき若干のエラーがあり、今後の訓練が必要である。
- ③ マイクロメータの場合、スピンドル 1 回転で 0.5mm 進み、見誤ると 0.5 ピッチでエラーが出ることもある。この点につき注意を喚起させた。