2－8　設備の近代化

今回の工場近代化計画診断では1997年までに（1998年も同数）4102型のディーゼルエンジンの生産を80,000台にするということを目標に設備の近代化を提言する。

当工場では、市場の要求に生産が応じ切れない状態で機械設備の老朽化や陳腐化がすすんでいるので、適正な更新計画を立てて、これらの設備の近代化をはかり、市場の要求に応ずる必要がある。また工場の機械設備に対しては、選択・購入・保全・更新について、つねによく考えて適切な処置をとる必要がある。

近年経済の発展と共に経営者の設備の近代化に対する関心が高まり、高能率の機械が結局において最も経済的であることがわかり、老朽設備が新鋭設備にしだいに更新されていく傾向となってきた。しかし半面では見通しを誤った過剰設備投資によって、経営状態を危うくする可能性もある。とくに機械の新設には、所要の機能・能力・台数などを決め、経済性との比較において、できるかぎり良い機械を購入する必要がある。そして機械設備はできるかぎり単位化して、同一能力のものを購入することを推奨する。また、なるべく使用・操作の便利なもので、保守・修理の容易なものがよい。また、ひとたび機械設備が設置されれば、これをつねに良好な状態に維持することもあわせて実施していく必要がある。

エンジンの生産の設備を計画する場合は、生産の下流つまり、組立てラインから設計する必要がある。生産体制を決めるうえで重要なバックグランドは、生産の下流から決まってくる。設備の近代化では、はじめに生産計画にもとづき生産量を決め、続いて組立ラインの能力を設計し、それに合わせた流れと加工設備を検討していくことが必要である。

4102型ディーゼルエンジンの組立ラインの生産性を上げるためには、現在の4102型のループラインでの、手押し組立台車による組立方式をやめて、駆動式のスラットコンベヤ式（495 型と同じ）にする必要がある。

設備は現有のものを最大限に活用し、不足あるいは欠けている設備（計量器）を補充する。495 型ディーゼルエンジンは設計が古く生産が暫減していく見通しであり、現在の495 型の駆動式のスラットコンベヤで、4102型を混流生産するのが理想的である。そして設備を最大限に利用するために、２直、３直を実施して、それでも不足す

る設備の増設を考えるやり方で検討を進める。

機械加工は、ラインのボトルネックを解消すると共に、ライン全体のバランスをとって組立にジャストインタイムで部品を供給する体制をとる。設備を最大限に利用するために２直、３直を考慮して、それでも不足する設備の導入をはかる必要がある。

設備の経過年数を93年を基準に見るとおよそ30%の設備が12年を経過して使用されており、設置後22年を経過した設備もおよそ６%含まれている。主要生産設備の完全率が92%で稼動しているにもかかわらず、生産効率が低く加工精度も十分といえない状態なので、高品質を要求される部品の加工においては、工程能力の不足している設備は更新する。

とくにコネクティングロッドの加工は工程能力の不足が見込まれるので、加工専用機の導入が必要である。

市場経済の進行に伴う関連産業の発展を見ながら、経済性と加工技術を勘案して、付加価値の低い部品、あるいは高度な技術や専門的な技能を必要としない部品の加工は、外注で消化することによって、余った設備と人員を不足の部分へ投入することも考える必要がある。

一方切削工具等は、高度な専門技術を持った専門会社に生産を委託して従来の刃具よりも、高性能で能率的な加工が可能な刃具を開発し、あるいは市場で調達し、加工の効率を上げて、生産性を高める事も必要である。

すでにシリンダヘッドのトランスファマシン化のように、工場設備の近代化を推進して生産能力の増強を実施し、急激な生産の増大に対処してきている部分もある。一方プレスと鍛造に関しては、工場の置かれた環境や設備能力、などを勘案したうえで、生産の不足分は協力工場で補う事にして、増産に対応して社内設備の増強も近代化も行わないという方針を打ち出している部分もある。またカムシャフト・シリンダブロックの加工の場合は、付加価値の高い仕上げ加工を社内に残して、付加価値の低い荒加工を協力工場にだす等の施策をとりつつある。

これらの施策は正しい方向であると考える。ディーゼルエンジンメーカーではエンジンの構成部品のうち、シリンダブロック、シリンダヘッド、クランクシャフト等の主要な部品は、企業防衛のために内作するのが普通である。しかし当工場がその経営を把握できるような緊密な協力企業を育てておいて、設備トラブル時に一部の生産を肩代わりできるような体制造りも考えていかなければならない。

2-8-1　組立・運転・塗装の能力と設備の検討

(1)　4102型の総組立設備能力検討

1)　推奨案

4102型と495 型の２種を現在の495 型のスラットコンベヤラインで混流により組立てる。

・現有の495 型組み立てラインを利用して4102型と495 型を合わせて105,000 台組立てることは毎日10H の作業で可能である。

条件：稼働率90%　　10H／日　　月稼働：25.5日

日産量 344台（年生産量105,000 台　4102型80,000台　495 型25,000台）

目標ピッチタイム＝正味作業時間÷日産量

＝ 600× 0.9÷ 344＝1.57分

スラットコンベヤ上のワークピッチを 1.9mとすると、コンベヤスピード：1.21m／分コンベヤ上の組立台の数35台のうち作業可能組立台の数を30台とする。

組立ラインのエンジン１台当たりの標準時間を 1.1時間とすれば現在の18名の作業者を43名に増員して対応する事が必要になる。この場合、現在の4102型の組立て職場は、組立用の部品をセット供給するための場所として使用することになる。

2)　準推奨案

現在の495 型のスラットコンベヤラインを4102型の組立ラインに転用する場合。

・現有の495 型組み立てラインを利用して4102型を80,000台／年組立てることは可能である。（現状の495 型組み立てラインと4102型の組立ラインを入れ替えて生産する）

条件：稼働率90%　　8 H／日　　月稼働：25.5日

日産量 262台（年生産量80,000台）

目標ピッチタイム＝正味作業時間÷日産量

＝ 480× 0.9÷ 262＝ 1.60 分

スコットコンベヤ上のワークピッチを 1.9mとすると、コンベヤスピード：1.20m／分コンベヤ上の組立台の数35台のうち作業可能組立台の数を30台とする。

組立ラインのエンジン１台当たりの標準時間を 1.1時間とすれば現在の18名の作業者を40名に増員して対応する事が必要になる。

(2) 組立設備の生産性向上対策。設備の拡充

4102型と495 型の２種を現在の495 型のスラットコンベヤラインで混流により組立てる場合でも、現在の495 型のスラットコンベヤラインを4102型の組立ラインに転用する場合であっても、下記の対策が必要である。

1) 組立コンベヤ駆動部の交換とインバータ採用

495 型の総組み立てコンベヤの従来のラインスピードの調整範囲 0.5m～１m／分では調整範囲が不足となる。コンベヤ駆動方式を、電気式無段変速機（周波数制御式無段変速機）：インバータ変速方式に変更し、モータの回転数を無段階に変速して、ラインスピード制御範囲を大きくすることが必要である。さらにコンベヤ停止が即生産停止となるので、メンテナンスフリーのコンベヤ駆動構造に変更する必要がある。

インバータの参考資料を図Ⅳ－２－８－０１と表Ⅳ－２－８－０２に示す。

2) バランサの設置

組立コンベヤの終点の両側にバランサ２台（図Ⅳ－２－８－０３参照）を新設して、組み立てコンベヤからエンジンを下ろし、トロリーコンベヤに移して試運転場へエンジンを搬送するようにする。図Ⅳ－２－８－０４にバランサ設置関係の参考図を示す。

3) エンジン搬送用トロリーコンベヤの駆動部交換とインバータ採用

組立ラインのコンベヤと同様にエンジン搬送用トロリーコンベヤのスピードをあげ、搬送スピード制御範囲を大きくするために、インバータを採用し、コンベヤ駆動部をメンテナンスフリー仕様に交換する。なおこのコンベヤの搬送速度は組立ラインのコンベヤスピードと同じか、それよりもわずかに早く調整する。

(3) 試運転工場設備能力検討

・試運転工場は現状の試運転場で4102型と 495型を同時に試運転するのが合理的であるので現在の試運転場を改装し、試運転装置を全設備更新することで対応することを推奨する。

条件：稼働率90%　　８Ｈ／日　　月稼働：25.5日

運転台数 344台／日（年生産量105,000 台　4102型80,000台　　495型25,000台）

目標ピッチタイム＝正味作業時間÷運転台数

＝ 480× 0.9÷ 344＝ 1.25 分

エンジン１台当たりの運転時間を30分以内で終了しなければならない。

エンジン１台当たりの運転時間を30分、取付け取外し時間を 7.5分とすると30台の試運転台があれば、ピッチタイム1.25分は成立する。先進国の自動車用ディーゼルエンジンの試運転時間もほとんどが30分以下である。

試運転で不具合の出たエンジンはすべてその日のうちに残業時間で改修する必要がある。

(4)　試運転設備の生産性向上対策

現在使用中の30台の試運転用動力計はすべて最新式の電気式動力計か（電力回生式が望ましい）あるいは最新式の水動力計に入れ替える必要がある。燃費計もすべて新しいものに交換しなければならない。装置としては燃費と出力を自動計測して、デジタル表示し結果を自動記録できる動力計が望ましい。

運転調整は、特殊な技能を必要とする作業ではない。だれでも決められたとおりの作業で調整が可能である。特殊な技能を必要とするとしたら、それこそ設備と仕事のやり方に大きな問題があるからである。全設備の更新は運転調整の仕事を近代化するだけでなく、短時間の運転でエンジン内部の異常を感知できる点において、仕事の能率を向上し、さらに製品の品質を確実なものにできる。試運転用動力計の最新式への更新無くして当工場の今後の進歩向上は考えられない。

なお動力計の設置場所は現在と同じ場所で良いが、新しい設備の導入に合わせた付帯設備工事を行なうと同時に、床には漏れた水や、オイルの回収ピットを備えなければならない。図Ⅳ－２－８－０５に動力計の例を示す。

(5)　塗装工場の設備能力検討

新塗装設備導入により4102と 495の２種類のエンジンを同一の塗装設備で塗装することは可能である。

条件：稼働率90%　　10H／日　　月稼働：25.5日

日産量 344台（年生産量105,000 台　4102型80,000台　　495型25,000台）

目標ピッチタイム＝正味作業時間÷日産量

＝ 600× 0.9÷ 344＝ 1.57 分

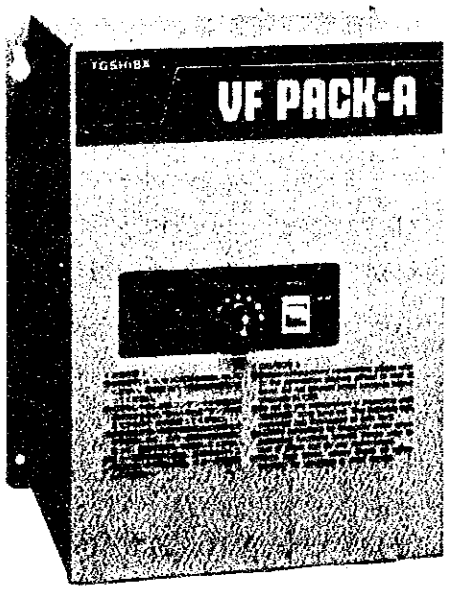
新塗装設備として下記の設備を新設することが必要である。

①脱脂洗浄機（温水式）

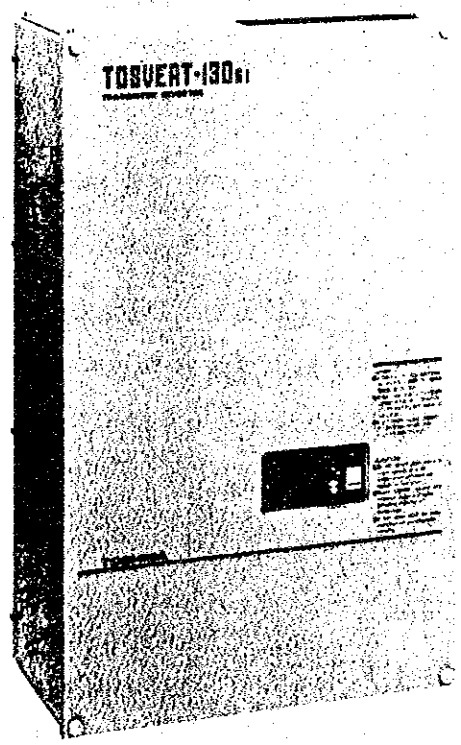
②塗装・乾燥ブース

設備の設置場所としては運転調整したエンジンをトロリーコンベヤに吊して、完成検査へ送る途中とする。

図Ⅳ－２－８－０６に塗装設備の例を、図Ⅳ－２－８－０７に現状の総組立、試運転職場の配置を、図Ⅳ－２－８－０８に混流生産ラインされた総組立、試運転場の配置例を示す。



VF PACK－A

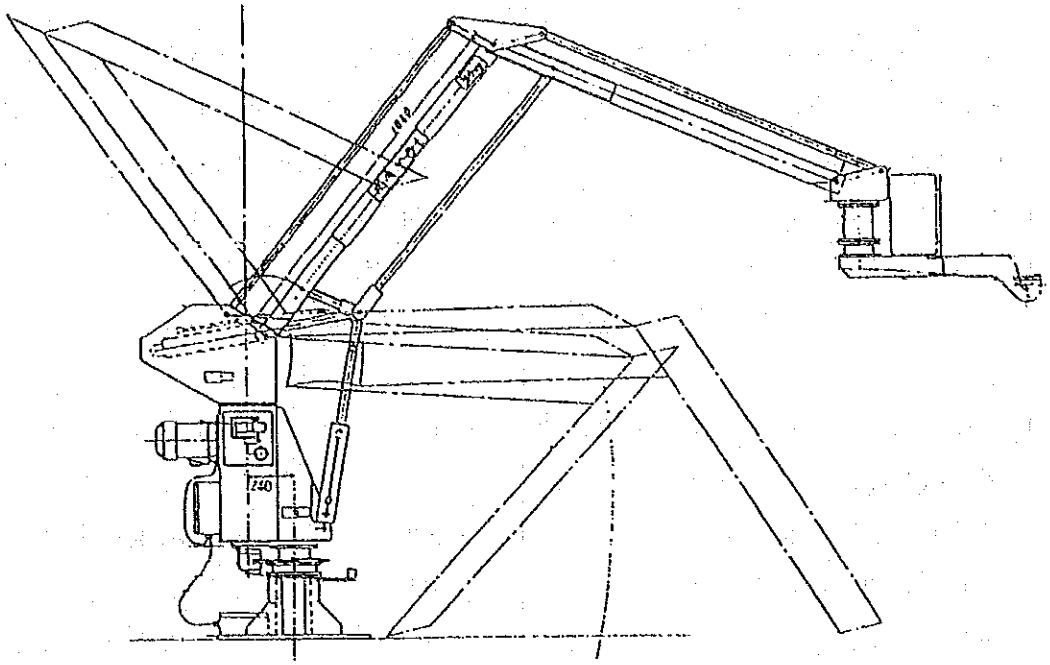


TOSVERT－130G1

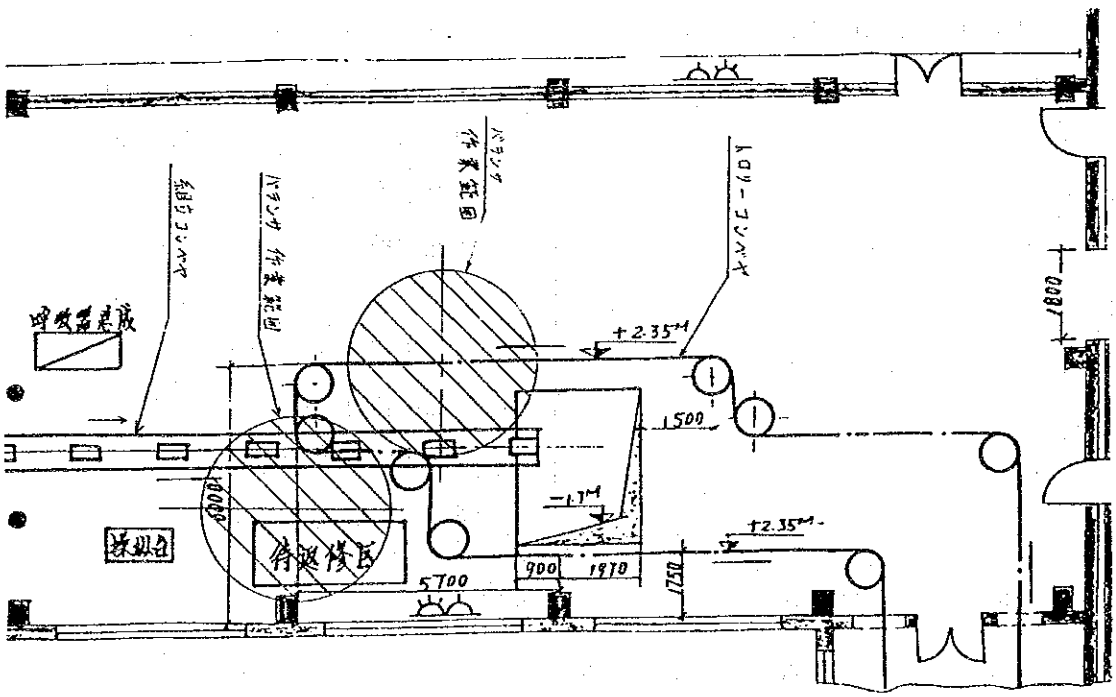
図Ⅳ－２－８－０１　インバータの外観

インバータの長所と短所	
長　　所	短　　所
(a) 既設電動機がそのまま使用でき、電動機、負荷機械、駆動系の改造がいらない。 (b) 連続的に広範囲に速度制御ができる。 (c) ブラシやスリップリングなどを必要としないので、保守性と耐環境性に優れている。 (d) 同期電動機を使用すれば、多数台の電動機を開ループで並列運転して、高精度の速度制御ができる。 (e) 電動機の並列運転ができる。 (f) 運転効率が比較的高い。 (g) 周波数ｆに対して電圧をどう制御するかで、定トルク特性や定出力特性などのトルク特性が容易に得られる。（定出力特性は一般にオプション） (h) 急加減速運転や４象限運転など制御性能が優れている。	(a) インバータの出力が完全な正弦波でなく、近似正弦波であるため、電動機の効率や力率が商用電源で運転する場合と比較して数％～10％程度悪くなる。 (b) (a) の理由で温度が高くなるため、標準電動機と組み合わせる場合低速時に出力を低減する必要がある。 (c) 低速にした場合、冷却効果が悪くなるため、回転速度に応じてトルク低減が必要である。（絶縁種別を上の階級に上げる、わく番を大きくする、電動ファン付とするなどの方法もある。） (d) インバータの出力が近似正弦波であるため、トルク脈同が生じるので、商用電源での運転に比較して振動や騒音が若干大きくなる。 (e) 制御精度は、周波数の精度としては±0.5 ％～１％と高いが、フィードバック制御を行っていないので、電導機の速度精度は標準電動機と同様に数％の速度変動率がある。 （電動機軸に速度計用発電機を取付けて、フィードバック制御する方式もある。オプション対応） (f) 電源の電圧変動があると、インバータの出力電圧が変動するので、電動機の特性に影響がある。

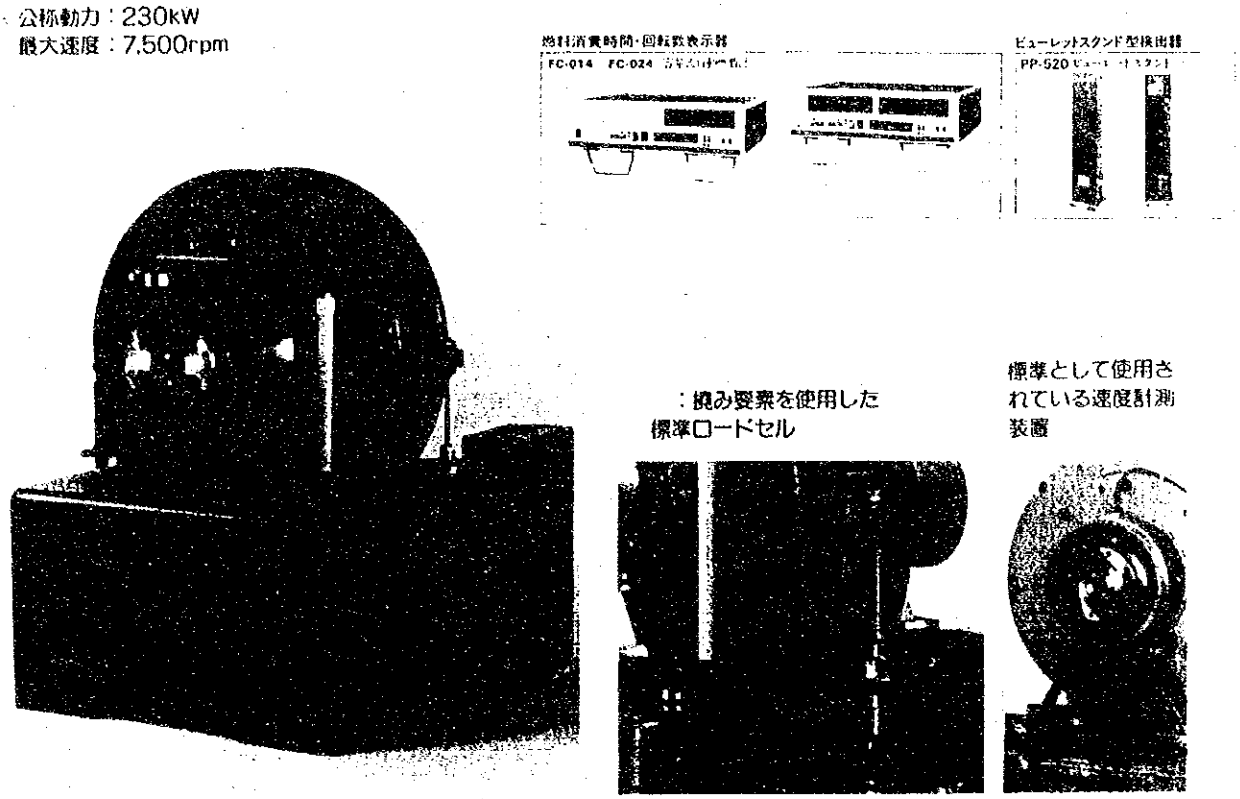
表Ⅳ－２－８－０２　インバータの長所と短所



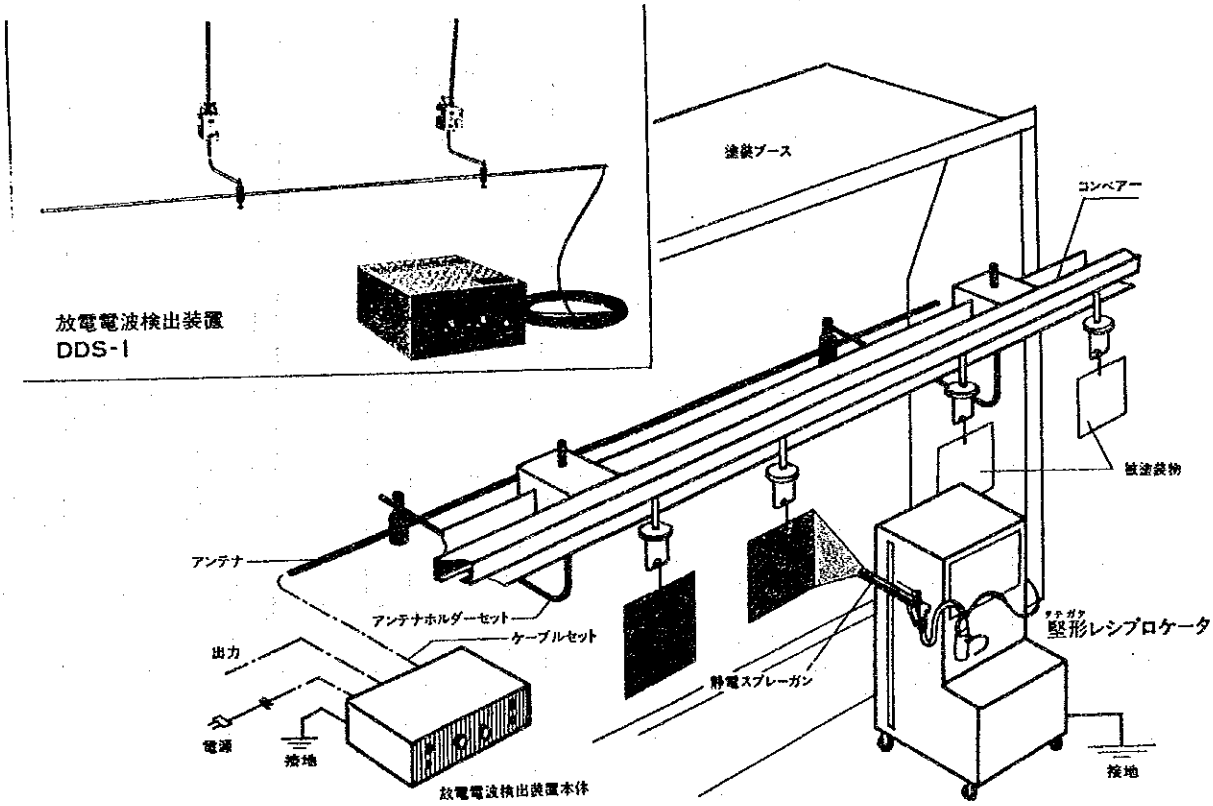
図Ⅳ－２－８－０３　　バランサの例



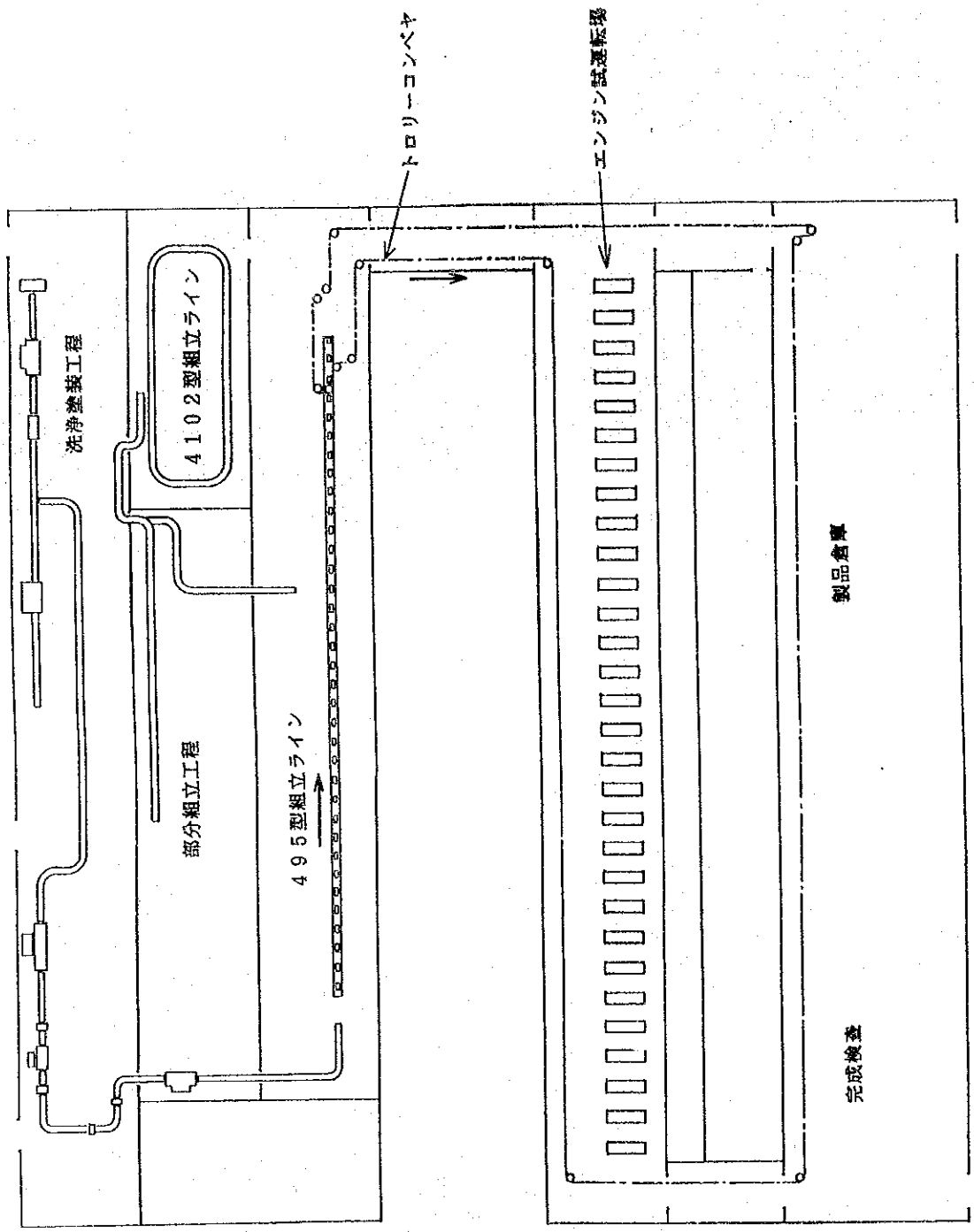
図Ⅳ－２－８－０４　　バランサの設置関係図



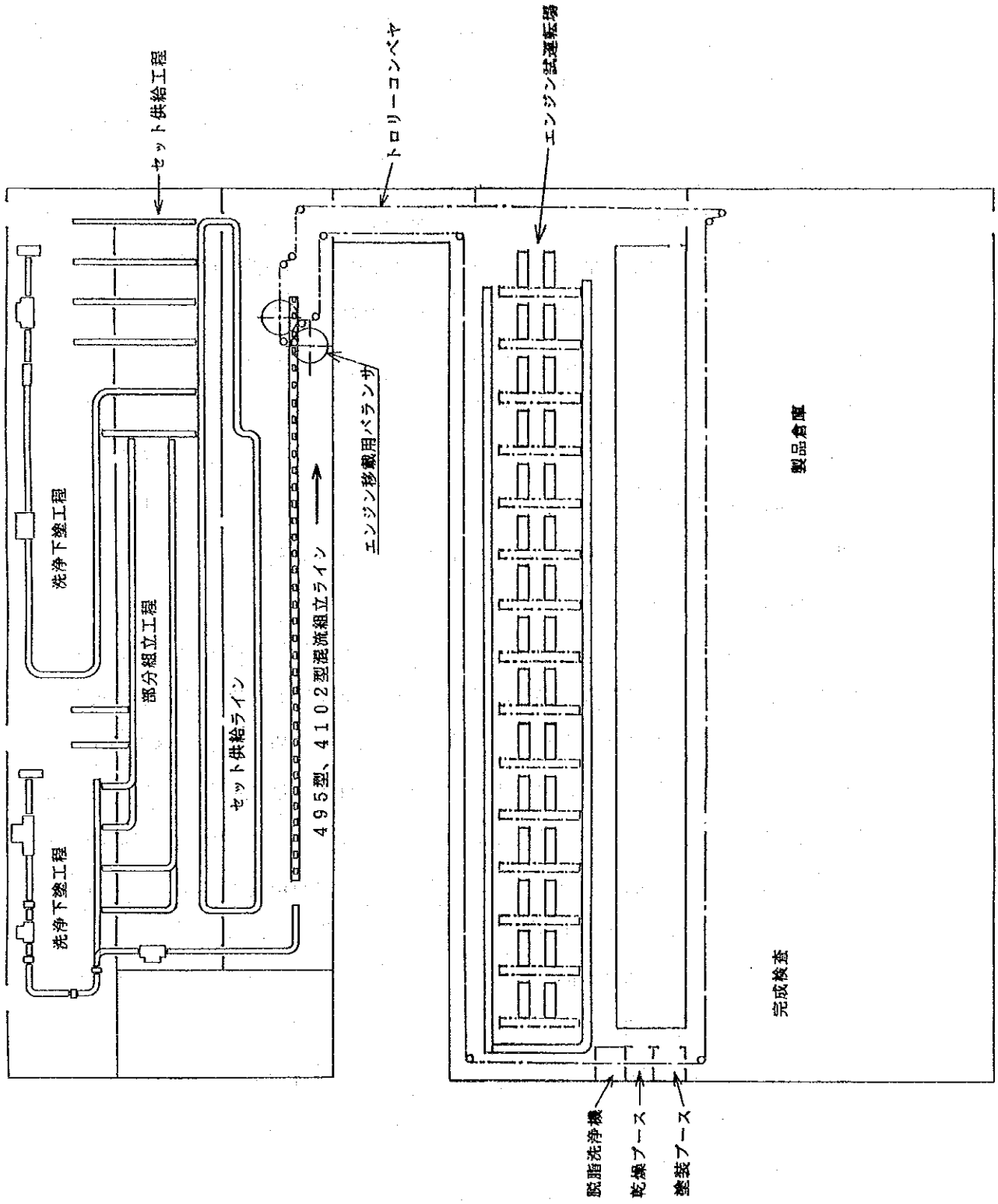
図Ⅳ－２－８－０５　動力計の例



図Ⅳ－２－８－０６　塗装設備の例



図Ⅳ－２－８－０７　現状の総組立、試運転場配置



図Ⅳ－２－８－０８　混流生産ライン化された総組立て、試運転の配置例

2-8-2 機械加工能力の検討

当工場におけるエンジン部品の加工は、機械加工第１工場、機械加工第２工場、機械加工第３工場で、4102型エンジンの部品と 495型のエンジンの部品に別れた加工職場で行われている。今回の診断では4102型のエンジンの主要部品である、クランクシャフト・シリンダブロック・シリンダヘッドの機械加工工程の設備の近代化について提言を行なう。

検討方法は、機械加工の工程に要求される能力を、計画生産量から検証し、設備を最大限に利用する方向で、生産能力の不足は２直、３直などの就業体制でカバーする。しかしそれでも生産能力の不足する部分は、新しい設備を導入することで補う。

(1) 機械加工の能力を検討する上での条件

① 4102ディーゼルエンジンの部品生産量 ：80,000台分／年
：262台分／日

② 年間作業日数 ： 306日

③ 設備の稼働率（生産量を支配するネックシマンの稼働率）：90%

(2) 機械加工の能力検討

4102型ディーゼルエンジンを80,000台／年（262 台／日）生産する場合、対応する4102型ディーゼルエンジンの部品生産は、１日の作業時間８時間の場合、目標ピッチタイムは1.6 分でなくてはならない。生産を同期化するためには、すべての１台分に相当する部品の機械加工工程のタクトタイムが 1.6分でなければならない。しかしそうするには莫大な設備投資が必要になるので、部品によっては１日の稼働時間を延長して10時間にする、２直にする、３直にする等の方法で対応していく必要がある。

部品加工の目標ピッチタイム（ 262台分／日）を下記に示す。

１日の作業時間８時間の場合	： 1.6分
１日の作業時間10時間の場合	： 2.2分
１日２直の場合	： 3.2分
１日３直の場合	： 4.9分

4102型ディーゼルエンジンの部品生産量：80,000台分／年を現状の機械加工設備の能力で検討する。

表Ⅳ－２－８－０９／１０／１１に、エンジンの主要部品であるクランクシャフト・シリンダブロック・シリンダヘッドの各機械加工工程の現状の加工時間を示す。

表の備考欄に　●印の加工は１日３直で生産しなければならないので、生産のボトルネックとなる可能性がある。

★印の加工は１日３直で生産しても生産が間に合わない。

つまり●印（3.2 分をこえ 4.9分以下）と★印（4.9 分をこえる）の加工が設備能力上問題となる加工であり、この工程の設備の検討をしなければならない。

もちろんこれらのネック工程以外の設備の能力を上げる事も考える必要性は否定しないが生産のピッチタイムは工程のタクトタイムで決まり、工程のタクトタイムは、その工程のネックマシンによってきまるので、ネックマシン以外の設備を増強しても生産のピッチタイムはよくならず、生産の増加には寄与しない。

2-8-3 以下でこれらの設備能力上問題となる各工程の設備について述べる。

表Ⅳ－２－８－０９　４１０２クランクシャフトの加工工程

順番	作　業　内　容	工程数	加工時間 分	備考
1	端面のフライス加工、センター穴加工	1	3.5	●
2	位置決めのフライス加工	1	3.5	●
3	カウンターウエイト外径、メインジャーナル荒削り加工	1	8.0	★
4	第３ジャーナルの荒削り加工	1	8.0	★
5	第３ジャーナルの仕上削り加工	1	3.5	●
6	第３ジャーナルの荒研磨	1	2.5	◎
7	第１、２、４、５ジャーナルの荒削り、仕上削り加工	1	11.0	★
8	第１、２、４、５ジャーナルの荒研磨工	1	10.0	★
9	第１、４ピン切削	1	12.5	★
１０	第２、３ピン切削	1	12.5	★
１１	カウンターウエイト外径仕上削り加工	1	5.0	★
１２	小端面と大端面の切削、穴明け、ネジ立て、中ぐり加工	2	5.0	★
１３	オイル戻しネジ切り加工	1	2.0	○
１４	斜め油穴の荒、仕上加工と大端面のネジ立て面取加工	3	2.0	○
１５	斜め油穴の面取加工	1	1.5	
１６	かえり、バリの除去（手作業）	1		
１７	検査	1		
１８	メインジャーナルの仮仕上研磨	1	10.0	★
１９	ピン部の仮仕上研磨	1	5.0	★
２０	ピン部の仕上研磨	1	9.0	★
２１	クランク歯車取付軸部研磨	1	1.5	
２２	オイルシール当り面研磨	1	1.5	
２３	キー溝フライス加工	1	7.0	★
２４	探傷、脱磁	1	5.0	★
２５	回転バランス調整	1	12.0	★
２６	第５メインジャーナルの仕上研磨	1	3.0	◎
２７	第１、２、３、４メインジャーナルの仕上研磨	2	6.0	★
２８	斜め油穴口元面取・みがき	1	1.0	
２９	洗浄（手作業）	1		
３０	ジャーナル部のラッピング仕上	1	2.0	○
３１	検査	1		
３２	錆止油塗布（手作業）	1		
	合計	３６	154.5	
	機械加工の合計	３１	154.5	

備考
無印：加工時間 1.6分以下。（１日の作業時間８時間で可能）
○印：加工時間 1.6分をこえ 2.2分以下。（１日の作業時間10時間で可能）
◎印：加工時間 2.2分をこえ 3.2分以下。（１日の作業２直で可能）
●印：加工時間 3.2分をこえ 4.9分以下。（１日の作業３直で可能）
★印：加工時間 4.9分をこえる。（１日の作業３直で不可能）

表Ⅳ－２－８－１０　４１０２シリンダブロックの加工工程　１／２

順番	作　業　内　容	工程数	加工時間 分	備考
1	上下面のフライス荒加工	1	14.8	★
2	左右面のフライス荒加工	1	19.3	★
3	前後面のフライス荒加工	1	10.7	★
4	上面ののフライス粗仕上加工	1	7.1	★
5	ウォータジャケット内砂抜き、反転（手作業）	1		
6	下面のフライス仕上加工	1	5.5	★
7	加工基準穴のドリル、中ぐり、リーマ加工	1	6.6	★
8	クランクメタル取付面のフライス荒加工	1	6.2	★
9	左右面のフライス仕上加工	1	6.9	★
１０	シリンダライナ穴の荒ボーリング加工	1	7.2	★
１１	シリンダライナ穴の１回目の粗仕上ボーリング加工	1	5.1	★
１２	シリンダライナ穴の２回目の粗仕上ボーリング加工	1	5.1	★
１３	シリンダ穴の面取加工（手作業）	1		★
１４	カムシャフト穴荒削りと水穴の加工	1	6.4	★
１５	前後面のフライス仕上加工、潤滑ポンプ穴上面のフライス加工、潤滑ポンプ穴明け加工と面加工	3	10.5	★
１６	検査	1		
１７	シリンダヘッド取付面のネジ下穴と油穴加工	1	5.5	★
１８	シリンダヘッド取付面位置決め穴と油穴加工	1	5.2	★
１９	シリンダヘッド取付面位置決め穴リーマ加工と水穴加工	1	5.5	★
２０	メイン潤滑油穴明けドリル加工	1	3.7	●
２１	メイン潤滑油穴明けドリル加工	1	3.7	●
２２	メイン潤滑油穴明け加工とカムシャフト穴削り加工	1	3.7	●
２３	前後面の潤滑油穴ドリルとリーマ加工	1	3.7	●
２４	前後面のネジ下穴のドリル加工	1	3.7	●
２５	前後面のタップ加工、カムシャフト穴と主軸半円の加工	2	3.7	●
２６	左右面のネジ下穴のドリル加工	1	4.9	●
２７	左右面のメクラ栓穴とオイル孔の加工	1	5.4	★
２８	左右面のメクラ栓リーマ加工	1	4.6	●
２９	左右面のタップ加工	1	4.9	●
３０	主軸受け面のフライス加工、潤滑ポンプ下面のフライス加工、潤滑ポンプ上下面のドリルとタップ加工	3	5.8	★
	小計	３５	175.4	

備考欄の印については2/2 頁参照。

表Ⅳ－２－８－１０　４１０２シリンダブロックの加工工程　２／２

順番	作　業　内　容	工程数	加工時間 分	備考
３１	主軸受け面の潤滑油孔のドリル加工	1	6.2	★
３２	主軸受け面の潤滑油溜め溝フライス加工	1	5.2	★
３３	主軸受け面のメタル止め溝フライス荒加工	1	5.2	★
３４	シリンダブロック下面ネジ下穴加工	1	4.5	●
３５	ベアリングキャップ取付面ネジ下穴加工	1	7.3	★
３６	ベアリングキャップ取付面位置決め穴加工	1	7.9	★
３７	シリンダヘッド取付面タップ加工	1	7.3	★
３８	シリンダブロック下面タップ加工	1	4.2	●
３９	ベアリングキャップ取付面のタップ加工	1	4.5	●
４０	タペット穴のドリル、面取加工	2	4.6	●
４１	タペット穴のボーリング加工	1	5.1	★
４２	タペット穴のリーマ加工	1	5.1	★
４３	検査（未加工の有無）	1		
４４	洗浄機による洗浄	1		
４５	メイン潤滑油孔加圧漏れテスト	1		
４６	ジャケット漏れ検査（未実施予定中）	1		
４７	検査	1		
４８	ベアリングキャップ取付面ブローチ加工、位置決め孔加工	2	6.1	★
４９	洗浄機による洗浄とエアブロー	1		
５０	ベアリングキャップ取付（手作業）	1		
５１	主軸受穴と潤滑油ポンプ穴の荒削り	1	9.3	★
５２	潤滑油ポンプ穴の粗仕上削りとスラストメタル取付面加工	2	9.3	★
５３	主軸受穴の仕上げ削り、潤滑油ポンプ穴のリーマ加工とシリンダヘッド取付面フライス仕上加工	2	6.6	★
５４	シリンダライナ穴の仕上ボーリング加工、修正面取付加工とホーニング加工	3	12.1	★
５５	洗浄機による洗浄と乾燥	1		
５６	カムシャフト用ブッシュのプレス圧入	1		
５７	検査	1		
５８	防錆油の塗布（手作業）	1		
	合計	６９	285.9	
	機械加工の合計	５５	285.9	

備考
無印：加工時間 1.6分以下。（１日の作業時間８時間で可能）
○印：加工時間 1.6分をこえ 2.2分以下。（１日の作業時間10時間で可能）
◎印：加工時間 2.2分をこえ 3.2分以下。（１日の作業２直で可能）
●印：加工時間 3.2分をこえ 4.9分以下。（１日の作業３直で可能）
★印：加工時間 4.9分をこえる。（１日の作業３直で不可能）

表Ⅳ－２－８－１１　４１０２シリンダヘッドの加工工程　１／２

順番	作　業　内　容	工程数	加工時間 分	備考
1	上面のフライス荒削り加工	1	10.0	★
2	下面のフライス荒削加工	1	10.0	★
3	位置決めピン穴過去とリーマ加工	1	8.0	★
4	吸気、排気両面のフライス荒削り加工	1	7.0	★
5	前後面のフライス削り加工	1	7.0	★
6	吸気、排気両面のフライス仕上削り加工	1	7.0	★
7	下面と上面の荒研削加工	1	3.0	◎
8	前後面の穴明け加工	1	0.8	
9	前後面のタップ加工	1	0.8	
１０	トランスファマシンへ９個ずつセットする。 （トランスファマシンの各ステーションの加工に入る）	1		
１１	上下面の穴加工、面取加工	1	2.5	◎
１２	上下面の穴加工、リーマ加工、座ぐり加工、面取加工	1	2.5	◎
１３	上下面の座ぐり加工、面取加工	1	2.5	◎
１４	上下面の穴加工、座ぐり加工、面取加工、リーマ加工	2	2.5	◎
１５	上下面の穴加工、タップ加工	1	2.5	◎
１６	ワークの向きを90度変える	1		
１７	吸気、排気両面のドリル加工、リーマ加工	2	2.5	◎
１８	吸気、排気両面のネジ下穴加工	1	2.5	◎
１９	吸気、排気両面のタップ加工	1	2.5	◎
２０	ワークの向きを90度変える	1		
２１	ノズル穴、バルブ穴、バルブシートの仮仕上リーマ加工	1	2.5	◎
２２	ノズル穴、バルブ穴、バルブシートの仮仕上リーマ加工	1	2.5	◎
２３	ノズル穴、バルブ穴、バルブシートの仕上リーマ加工	1	2.5	◎
２４	ノズル穴、バルブ穴、バルブシートの仕上リーマ加工	1	2.5	◎
２５	ノズル穴の複合ドリル加工	1	2.5	◎
	小計	２７	86.1	

備考欄の印については2/2 頁参照。

（トランスファマシンへ加工ステーションを追加改造後の新加工工程　１／２）

表Ⅳ－２－８－１１　４１０２シリンダヘッドの加工工程　２／２

順番	作　業　内　容	工程数	加工時間 分	備考
２６	ノズル穴のタップ加工	1	2.5	◎
２７	グロープラグ穴のドリル加工	1	2.5	◎
２８	グロープラグ穴のドリル加工	1	2.5	◎
２９	グロープラグ穴の複合座ぐり加工	1	2.5	◎
３０	グロープラグ穴のタップ加工	1	2.5	◎
３１	トランスファマシンからワークが搬出される	1		
３２	振動操作による切り屑除去	1	2.5	◎
３３	検査	1		
３４	洗浄機による洗浄	1		
３５	砂落とし作業（手作業）	1		
３６	洗浄機による洗浄	1		
３７	盲栓穴へφ30、φ22、φ10、φ12プラグ圧入	4		
３８	ノズルスリーブ圧入	1	1.5	
３９	水圧試験	1		
４０	上下面の仕上研磨	1	4.0	●
４１	洗浄機による洗浄	1		
４２	バルブシート、バルブガイドの圧入	1		
４３	吸気バルブガイド穴、バルブシート面、リーマ加工	1	2.5	◎
４４	排気バルブガイド穴、バルブシート面、リーマ加工	1	2.5	◎
４５	検査	1		
	合計	５０	111.6	
	機械加工の合計	３４	111.6	

備考
無印：加工時間 1.6分以下。（１日の作業時間８時間で可能）
○印：加工時間 1.6分をこえ 2.2分以下。（１日の作業時間10時間で可能）
◎印：加工時間 2.2分をこえ 3.2分以下。（１日の作業２直で可能）
●印：加工時間 3.2分をこえ 4.9分以下。（１日の作業３直で可能）
★印：加工時間 4.9分をこえる。（１日の作業３直で不可能）

（トランスファマシンへ加工ステーションを追加改造後の新加工工程　２／２）

2-8-3　クランクシャフト加工の設備検討

表Ⅳ－２－８－０９の●印の加工は１日３直で稼働し、もし生産が間に合わない場合は、クランクシャフトの加工の一部を外注に出す事を検討する。★印の加工は設備の能力が不足するので下記の設備の導入が必要である。

① クランクシャフトピンミラー（ＮＣ装置付）２台。
クランクシャフトピンミラーでクランクシャフトのピン部・ジャーナル部の荒削りと荒研磨の工程を受け持つ。これにより余った旋盤でカウンターウェイト外径の加工を行う。

② クランクシャフト両端面加工専用機：１台

③ クランクピン研磨盤　：２台

④ クランジャーナル研磨盤　：２台

⑤ キー溝フライス　：１台

⑥ 探傷、脱磁装置各　：１台

⑦ バランシングマシン（加工装置付）：２台

クランクシャフトピンミラーの例を図Ⅳ－２－８－１２に示す。

2-8-4　シリンダブロックの加工工程の設備検討

表Ⅳ－２－８－１０の●印の加工は１日３直で移動し、もし生産が間に合わない場合は、シリンダブロックの加工の一部を外注に出す事を検討する。★印の加工は設備の能力が不足するので下記の設備の導入が検討する必要である。

① 両頭生産フライス　：６台
（シリンダブロックの外面の仕上げ加工用）
シリンダブロックの外面の荒加工は外注とする。

② シリンダブロックライナ穴４軸加工専用機　：２台
（荒加工１台、仕上加工１台）

③ シリンダブロックライナ４軸ボーリング専用機：２台

④ シリンダブロックボアホーニング盤　：２台

⑤　シリンダヘッド取付け面加工多軸専用機　　：２台

（ネジ下穴加工１台、タップ加工１台）

⑥　シリンダブロック下面加工多軸専用機　　：２台

（ネジ下穴加工１台、タップ加工１台）

⑦　カムシャフト穴、主軸受穴加工専用機　　：２台

（荒加工１台、仕上加工１台）

⑧　タペット穴加工専用機　　：２台

（荒加工１台、仕上げ加工１台）

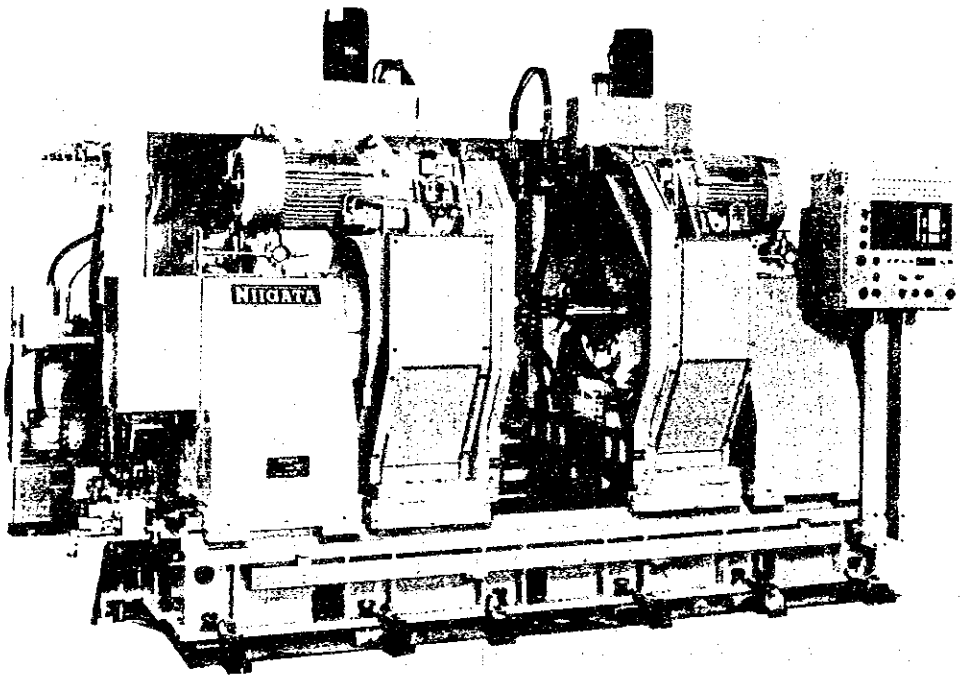
⑨　横形マシニングセンタ　　：８台

（各種基準穴、取付面、油穴加工）

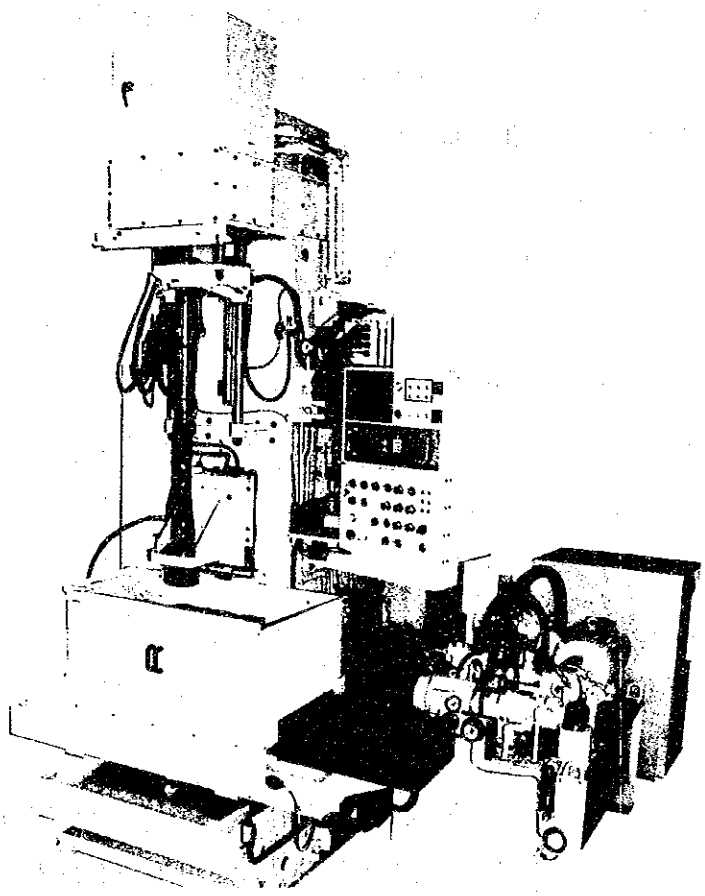
⑩　横型ドリリングセンタ　　：２台

（残り穴、タップ加工）

自動定寸装置の付いたホーニング盤の例を図Ⅳ－２－８－１３に示す。



図Ⅳ－２－８－１２　　クランクシャフトピンミラーの例



図Ⅳ－２－８－１３　ホーニング盤の例

2-8-5　シリンダヘッドの加工の設備検討

シリンダヘッドのトランスファマシンは、2.5 分タクトで生産が行なわれるので、２直の操業で生産可能である。トランスファマシンの前後の加工は検討が必要である。

表Ⅳ－２－８－１１の●印の加工は１日３直で稼働し、もし生産が間に合わない場合はシリンダヘッドの加工の一部を外注に出す事を検討する。★印のトランスファマシンの前工程は設備の能力が不足するので下記の設備の導入が必要である。

① ロータリ型生産フライス　　：４台

（上面２台、下面２台）

（現有のロータリ型生産フライス２台は荒削り用にする）

② 両頭生産フライス　　：３台

（２台吸気排気面、１台前後面）

③ 横形マシニングセンタ　　：１台

（基準穴加工）これは基準穴加工専用機でも良い。しかし、回転治具を使用して複数のワークを取り付け、加工中にワークの交換ができる事と、工具の自動交換により、荒加工仕上げ加工を１台で行なう事ができる点で、横形マシニングセンタの使用を推奨する。

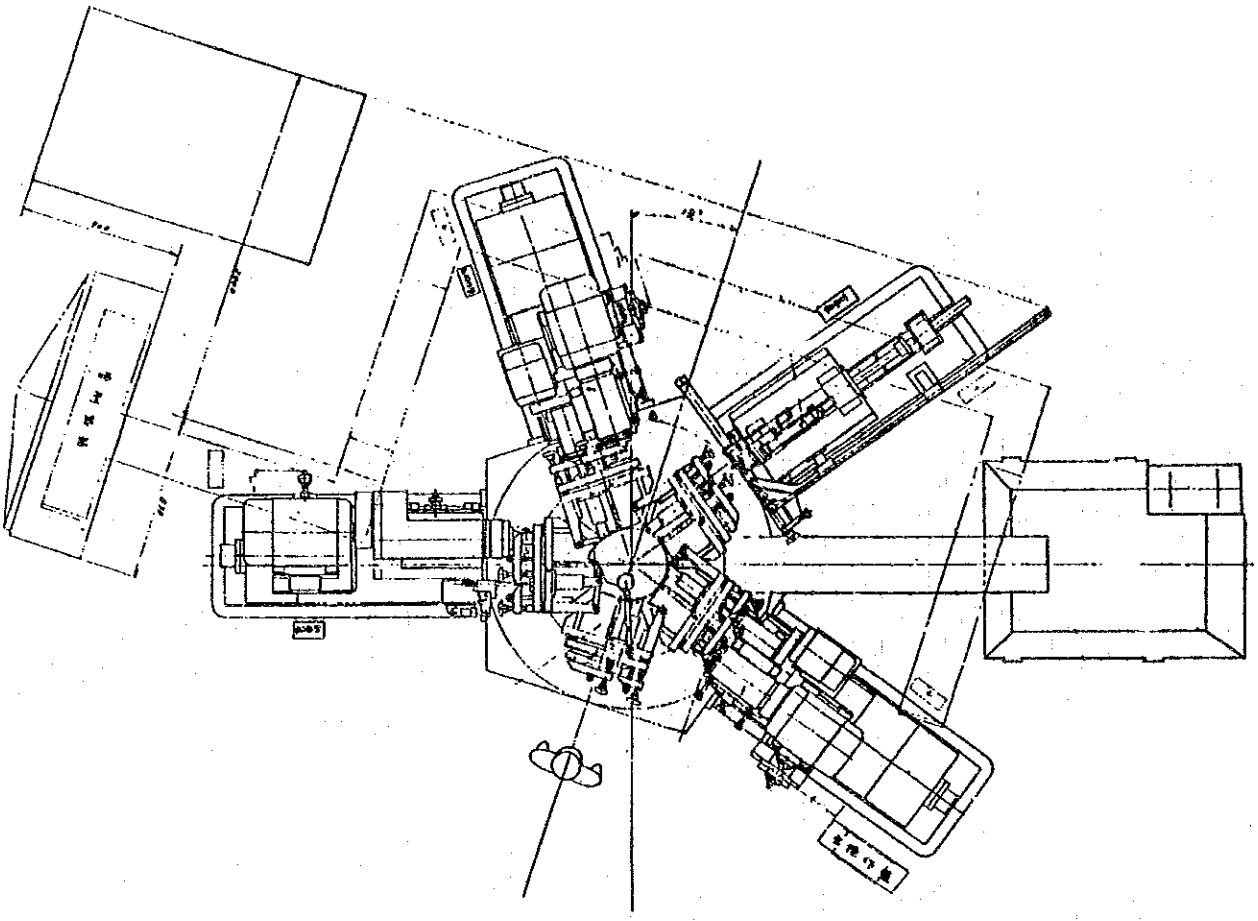
2-8-6　コネクティングロッドの加工の設備検討

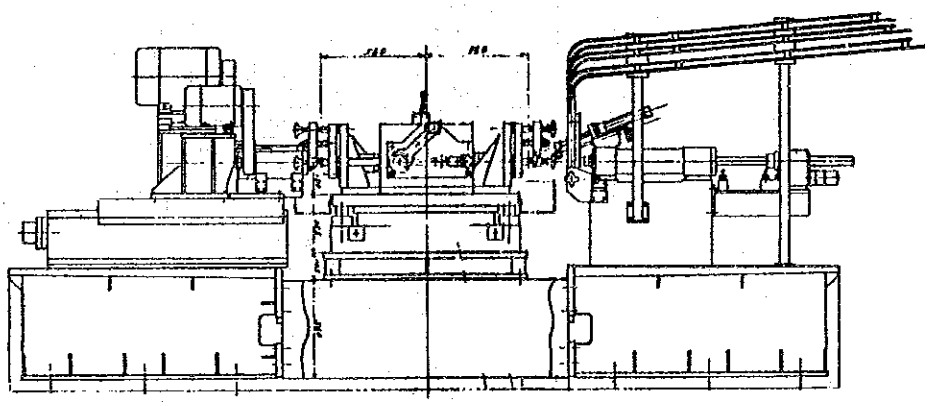
4102ディーゼルエンジンの部品生産量：80,000台分／年（ 262台分／日）とすれば、コネクティングロッドは 1,048本／日を加工しなくてはならない。

部品加工の目標ピッチタイム（ 262台分／日）を下記に示す。

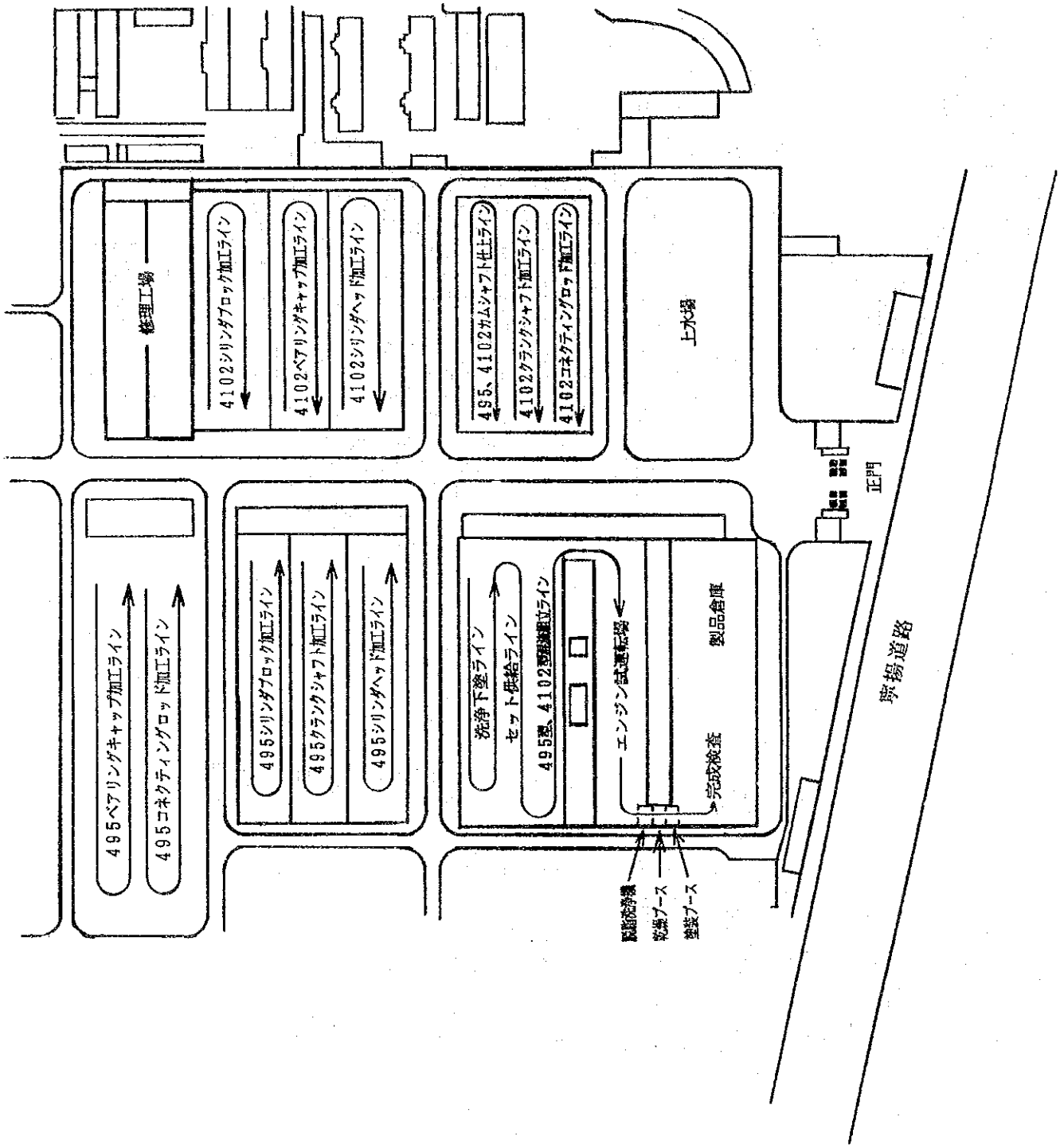
１日の作業時間８時間の場合	： 0.4分
１日の作業時間10時間の場合	： 0.5分
１日２直の場合	： 0.8分
１日３直の場合	： 1.2分

コネクティングロッド加工専用機（各種の加工ステーションを組合わせたもの）を設置して加工の目標ピッチタイムを0.8 分ぐらいにする必要がある。さらに生産が間に合わなければ、不足の分を外注化も検討しなければならない。コネクティング専用加工機の例を図Ⅳ－８－２－１４に示す。





図Ⅳ－２－８－１４　コネクティングロッド加工専用機



図Ⅳ－２－８－１５　　エンジン部品加工、組立ラインの例

2-8-7 鋳造設備

鋳造工場に関しては、1989年に日本のコンサルタントにより、工場診断が行われ、その後、技術指導を受けている。当時の生産計画はエンジンの生産が、年産30,000台ないし50,000台で計算されていた。それらの設備の導入は計画よりかなり遅れたが、94年の２月末には完成する予定となっている。今回の工場近代化計画診断では1997年までに（98年も同数）4102型のエンジンは80,000台の計画となっており、これに対しては、新しく導入された設備も含めて妥当かどうか、検証する必要がある。その結果必要な設備があれば提言することとする。

(1) 鋳造工場の位置付け

ディーゼルエンジンの製造にとって、基本的な重要部品は自社内で生産するのが、おお方の在り方である。当工場もシリンダブロック、シリンダヘッド、クランクシャフトなど主要部品は内製してきた。しかし、急激な生産増大の必要にせまられ、生産能力の面からシリンダヘッド、クランクシャフトなどの一部も緊密協力分工場などで生産するようになってきている。

一方、工場の置かれた環境をみると、工場の立地は運河を挟んで、旧市街と接しており、まわりは商店街やオフィス、民家に取り囲まれている。このような中では、粉塵や、煤塵、悪臭、騒音などの公害をもたらしがちな鋳造工場は、その操業がますます厳しくなっていくことは明白である。このような観点から長期的に見て、鋳造工場をどのような方向にもっていくのか、経営者は青写真を描いておく必要がある。

今回の近代化計画は4102型ディーゼルエンジン80,000台計画の達成を一つの目標として提言するが、すでに鋳造工場の改造計画が進められているところであり、まだその実績は出ていない状態であるから、改造された設備を含めて現有設備を最大限に有効に活用し、新たな設備費用は最小限りにする考えで検討する。すなわち、若干の設備の能力不足は２直勤務体制を検討するなども考慮することが望ましいと考える。また、付加価値の低い部品は分工場などへの外注で対処することも検討してゆく必要があろう。

現時点で、工場側ではディーゼルエンジン10万台の生産の場合と将来の20万台生産の場合、つぎのようなひとつの考えを持っている。

① ディーゼルエンジン10万台生産の場合（全機種）

10万台までは自社内でつぎの鋳物を生産する。

・シリンダブロック（4102型）

・クランクシャフト（4102型）

・ギヤ（全てのギヤ）

その他の鋳物は分工場で生産する。

② 20万台の場合（全機種）

・シリンダブロック（4102型）は、自社で10万台程度生産し、一部は分工場で生産する。

・クランクシャフト（4102型）は、自社で生産する。

このような方向は妥当であると考えられる。自社内では、重要部品で付加価値の高いものに限定して生産し、一般的な部品は協力分工場で生産するほうが、効率的である。

また重要部品であっても、信頼のおける外注工場に一部の部品を委託生産させることは生産量の調整のためだけではなく、品質の競争にもなり、お互いに、技術の切磋琢磨をする機会を与えることになる。また設備のオーバーホールで、設備の停止をしなければならない場合でも柔軟に対応できる。

(2) 鋳造工場で必要な増強設備

現有鋳造設備の能力を検討した結果、4102型ディーゼルエンジンの鋳造品を製造するにはつぎの設備が不足する。

① 溶解設備

・5T低周波電気炉 … 1電源（電源設備のみ）

② 中子造型機

・シエルモールディングマシン … 計3基

（4102型シリンダブロック用）

③ ショットブマシン

・ロールショットブラストマシン … 計2基

（4102型シリンダブロック用）

（4102型クランクシャフト用）

(3) 溶解設備の検討

① 5T/Hキューポラでの4102型シリンダブロック（良品80,000台分）の必要溶解量の供給能力

・5T/Hの出湯で一日８時間の操業の場合は、年間936Tの不足を生じる（28日分）

・一日９時間操業した場合は11,547 T/ 年となり、鋳込量を確保できる。

条件：稼働率；95%， ８時／日、月稼働：25.5日、溶解能力：5T/ 時

不良率： 9%、溶解減及び捨湯： 3%、鋳込重量： 140＝／個

必要溶解量：80,000× 140＝11,200（T/ 年）

年間溶解量＝５×８×25.5×12×0.95×0.91×0.97＝10,264（T/ 年）

これは一日８時間の操業であるが10時間の場合は12,830T/年の溶解が可能である。また、3Tキューポラの溶解量で補充することも可能である。

② 5T低周波電気炉でクランクシャフト（4102型）などの球状黒鉛鋳鉄を溶解する場合の必要溶解量

・5T低周波電気炉のみの操業ではクランクシャフトおよび小物をセットとして考えた場合、58,000台分の給湯能力しかない。電源をもう一つ増設すれば可能である。

・クランクシャフト（4102型）用のみに5T低周波溶解炉を使う。この場合必要溶湯量は4,600T／年であり、クランクシャフトは71,000本である。
80,000本をまかなうには９時間授業が必要となる。

・3T/Hキューポラの溶湯を5T低周波炉に受け、昇温と成分調節に使う場合は可能である。しかし溶湯の品質は不安定である。

条件(1) ：稼働率；95%， 8時／日、月稼働：25.5日、不良率：9%

溶解能力：2.0T/ 時（5T低周波電気炉一回の出湯量 3T，材料投入、成分調整を含む）

鋳込重量：88kg／１台分（クランクシャフト57.5Kg、小物計30.5Kg）

必要溶解量：80,000×88＝7,040 T/年

年間溶解量＝2.0 ×８×25.5×12×0.95×0.91×0.97＝4,105 （T/年）

これは冷材を低周波電気炉溶解でのみ操業した場合である。（キューポラからの溶湯は受けない場合）

条件(2)　：3T/Hキューポラを使った場合（5T低周波電気炉は昇温、成分調整に使用）

稼働率；95%，　8時／日、月稼働：25.5日、不良率：9%

溶解能力：3.5T/ 時（キューポラ）

鋳込重量：88kg／１台分（ｸﾗﾝｸｼｬﾌﾄ57.5kg、小物計30.5kg）

必要溶解量：80,000×88＝7,040 T/年

年間溶解量：3.5 ×8 ×25.5×12×0.95×0.91×0.97＝7,184 （T/年）

(4)　中子造型設備

シリンダブロック（4102型）のシェル中子造型能力

シリンダブロック中子造型機は、80,000台の生産に対して１直では能力不足であり、２直稼働か、主要中子の造型機の増設が必要である。

①　クランク室中子（４ヶ／Set）年間必要量：80,000×4 ＝320,000 個／年

・クランク室中子は、現在の設備ではディーゼルエンジン40,000台程度の供給能力である。（不足40,000台分→40,000×4 ＝160,000 個のクランク室中子）

・年間80,000台達成のためには、２直か、増設（１台）が必要である。

条件：稼働率；90%，８時／日、月稼働：25.5日、造型能力：20個／H（２台：２個取り），不良率：9%（工場内6.5%　工場外2.5%

a)　現状能力　　これは目標値ではなく余裕を加味したもの）

年間中子造型数＝20×8 ×25.5×12×0.90×0.91×2 ×2 ＝160,392 個／年

b)　増設の場合…１台（２個／バイス×２バイス台車付＝４個／台）

年間中子造型数＝22×8 ×25.5×12×0.90×0.91×4 ×1 ＝186,234 個／年

②　ウオータージャケット中子（１ヶ／ Set）年間必要量：80,000個／年

・ウオータージャケット中子製作の能力も計画の半数であり、計画達成のために２直か、増設（１台）が必要となる。

a)　現 状 能 力…条件：造型機：１台（推定）

年間中子造型数＝20×8 ×25.5×12×0.90×0.91×1 ＝40,098個／年

b)　増設の場合…１台（１個取り、能力：22個／H）

年間中子造型数＝22×8 ×25.5×12×0.90×0.91×1 ＝46,558個／年

③　エンド中子（２ヶ／ Set）年間必要量：160,000 個／年

・エンド中子製作能力も計画の半数であり、計画達成のためには２直か、増設（１台）が必要となる。（現状能力は②と同じ）

増設の場合…１台（２個取り、能力：22個／H）

年間中子造型数＝22×8 ×25.5×12×0.90×0.91×2 ＝93,116個／年

(5) ショットブラスト設備

シリンダブロック（4102型）およびクランクシャフト（4102）はチェーンハンガー式連続ショットブラストマシンで処理されている。小物はタンブラー（ドラム）式ショットブラストマシンで処理されている。現状のチェーンハンガー式ショットブラストマシンは２直でも目標80,000台分の半分の能力しかないので増設が必要である。

① シリンダブロック（4102型）のショットブラスト能力

・シリンダブロック（4102型）の計画80,000台／年に対しては能力不足である。

・２直を実施しても94年計画の消化で一杯である。

条件：ショットサイクル：11／60時／回、2 個吊／ハンガー、

稼働率；90%，8 時／日、月稼働：25.5日、不良率：9%

チェーンハンガーショットブラストマシン：１台

a) 現状能力

$$年間ショット数＝\frac{8 \times 25.5 \times 0.9 \times 0.91}{11／60}＝21,871（本／年）$$

（2 直→43,742台分／年）

b) 増設の場合

＊シリンダブロック用ロールショットブラストマシン：1台(能力:33本/H)

・１日10Hの稼働で年間80,000本の生産は可能である。

年間処理能力＝33個/H×10H/日×25.5×12×0.95×0.91＝87,297本／年

② クランクシャフト（4102型）のショットブラスト能力

クランクシャフト（4102型）の処理能力はないので増設する必要がある。

＊クランクシャフト用ロールショットブラストマシン：1台(能力:36本/H)

・１日９Hの稼働で80,000本の生産は可能である。

年間処理能力＝36個/H×9H/ 日×25.5×12×0.95×0.91＝87,297

現状のハンガー式ショットブラストはロールショットのプレショット（前ショット）用および495 型用に使う。

③ 小物品（4102型）のショットブラスト能力

・球状黒鉛鋳鉄の小物品は、年間160 万個程度であるので、現状の設備で処理可能である。

・495 型の球状黒鉛鋳鉄小物品を含めても年間200 万個で、これも処理できる。

条件：ショットサイクル：1回／時（出し入れ時間を含む） タンブラー：2T×3 台

8 時／日、月稼働：25.5日、不良率：9%

処理数／回：500 個（2kg ／個、空隙率50%）

年間ショット数＝8 ×25.5×12×500 ×3 ＝3,672,000 （個／年）

(6) 現状の設備で能力があると考えられる設備の検討

1) 造型設備

① 高圧造型機での4102型シリンダブロックの造型能力

・現有の高圧造型機ラインでのシリンダブロック（4102型）の造型は、80,000台分の目標達成が可能である。495型（20,000台分）も確保可能である。

条件：稼働率；90%， 8時／日、月稼働：25.5日、造型能力：50枠／時、：

不良率： 9%（工場内 6.5%. 工場外 2.5% これは目標値ではなく余裕を加味したもの）、1個／枠

年間造型数＝50× 8×25.5×12× 0.9×0.91＝ 100,245（個／年）

② エアインパクト造型機（新設ライン）での4102型クランクシャフトの造型能力

・新設のエアインパクト造型機によるクランクシャフト（4102型）の造型は、目標値80,000台分の目標達成が可能である。さらに 495型の造型も達成できる。

条件：稼働率；90%， 8時／日、月稼働：25.5日、造型能力：50枠／時、

不良率： 9%， 2個／枠

年間造型数＝50× 8×25.5×12× 0.9×0.91× 2＝ 200,491（個／年）

③ 縦型無枠造型機での球状黒鉛鋳鉄（QT-60 ）のギヤ類、ブラケットなどの小物の造型能力・縦型無枠造型機では球状黒鉛鋳鉄（QT-60)のギヤ類、ブラケットなどの小物を対象とするした場合、（HT-200, HT-250の普通鋳鉄は外注する）つぎのようになる。

・94年： 900,000 個（4102エンジン45,000台分）は達成可能

・95年：1,200,000 個（4102エンジン60,000台分）は達成可能

・96年：1,400,000 個（4102エンジン70,000台分）は達成可能

・97年：1,600,000 個（4102エンジン80,000台分）は 156,464個不足になる。

・98年：1,600,000 個（4102エンジン80,000台分）は 156,464個不足になる。

・97年、98年の不足に対しては外注に出すか、社内で変則2直を行うことが考えられる。不足分は33日分／年に相当する。これは1ヶ月のうち3日程度

２直を行うことになる。

条件：小物品（QT-60, 10種：20点）80,000台分に対しては 2×80,000＝1,600,000個／年とする。

稼働率；90%, 8時／日、月稼働：25.5日、造型能力： 180枠／時、不良率： 9%, 4個／枠（平均）

年間造型数＝ 180× 8×25.5×12× 0.9×0.91× 4＝ 1,443,536（個／年）

2) 砂混練設備

高圧造型機ライン、縦型無枠造型機ライン、エアーインパクト造型機ライン、の３ラインに供給する混練砂の供給能力

・混練砂の時間あたりトン数は造型ラインの要求を満たす能力をもっている。しかし、混練機が故障、摩耗で修理する必要が生じた場合は、供給不足となる。

・現在、20T/H ワールミキサー型混練機１台を40T/H に入れ替える計画があるので、これが導入されれば、混練砂の供給能力は十分である。

条件：高圧造型機に必要な混練砂量 ： 50 枠/H× 0.53 T/枠＝27T/H

縦型無枠造型機に必要な混練砂量： 180枠/H× 0.064T/枠＝12T/H

ｴｱｰｲﾝﾊﾟｸﾄ造型機に必要な混練砂量： 50 枠/H× 0.54T/ 枠＝27T/H

計 66T/H

砂混練機の能力：450Kg/150Sec＝10T/H （１台；シンプソン型）

540Kg/150Sec＝13T/H （１台；シンプソン型）

450Kg/150Sec＝10T/H （１台；シンプソン型）

450Kg/ 80Sec＝20T/H （１台；ワールミキサー型）

450Kg/ 80Sec＝20T/H （１台；ワールミキサー型）

計 73T/H

3) 熱処理設備

クランクシャフト（4102型）の熱処理能力

クランクシャフト（4102型）の計画89,000本は処理可能である。

条件：熱処理サイクル：１回／ 1.5日、月稼働：25.5日、熱処理炉： 3台、

：不良率： 9%、積込数／回： 200個、昇温： 150℃/h.

900～920 ℃ 空冷、

年間熱処理数＝ 200× 1/1.5×25.5×12× 0.9× 3＝ 110,160（個／年）

2-8-8 鍛造設備

鍛造工場の今後のあり方については、工場側としては、生産部品を当鍛造工場で増産する積極的な計画をもっていない。当鍛造工場は、量産する設備ではなく、一部の小物品を生産しているのと工場のメンテナンス部品、工場で製作する設備の一部鍛造品の生産であり、メイン部品であるコネクティングロッドは外部の専門工場に出している。またリングギリングギヤも4102型は外部に出されている。495 型のリングギヤも設備があるから社内製作しているが、これも外注に出せる状況にあり、そのほうがコスト的にも有利である。したがって鍛造工場は増産のための設備拡張はしないで、社内の治工具類の供給に徹するほうが得策である。

外注にすべき理由

- 生産部品の鍛造を社内で生産するには工場の拡張が必要であるが、現状の工場を延長して拡張する場所がない。
- 鍛造工場を移転する場合は、自由鍛造機などの基礎アンビルの移動は大工事になる。
- リングギヤなどを生産するには新設備を導入する必要があるが、場所的にも設置するところがなく、設備費も膨大になり、100 万個ぐらい生産しないと採算に会わない。
- 外部に専門の鍛造工場があり、外注可能な環境にある。
- 鍛造工場の増設稼働によって振動、騒音、などの影響が拡大する。

生産部品の鍛造品は外注にしても、社内で使う設備、治工具類の製造は続けるから、現状の設備のうち、それらに必要な設備は整備しておくことが必要である。フリクションプレスにはかなり古いものもあり、一度徹底したオーバーホールをしておくべきである。それでもなおらなければ、新規を考慮すべきであろう。加熱炉については、現在の石炭炊きから、重油式、あるいはガス加熱（天然ガス、またはプロパンガス、ブタンガス）などを検討するとよい。排煙、加熱炉雰囲気（酸化、浸硫）、温度コントロールなどの点を考慮すれば、ガス式が好ましい。加熱炉の有効加熱面積（体積）は今後生産する製品の寸法から決定すればよい。加熱炉本体については当工場で自作可能である。

2-8-9　熱処理

熱処理工場設備の検討結果はつぎのとおりである。

(1)　生産量増大に対する対応について

熱処理工場の今後のあり方としては、現状設備を維持し、治工具を含む可能な仕事量の投入を基本とし、能力不足分については、熱処理専門メーカーへ外注するのが得策と考えられる。その主な理由はつぎのとおりである。

① 生産量の増大に応じた設備とするには、現状の工場を拡張しなければならないが、スペース的な余裕がない。

② 現状の設備では、今すでに、仕事量の消化能力が十分でなく、近代的な設備も見当たらない。

③ 熱処理設備は、各企業がそれぞれに所有するよりは、専門メーカーに集中して処理を行った方が効率的でありコスト的にも有利である。

④ 熱処理設備には機械加工設備などと異なり、簡単に移設ができないものがあるので、もし熱処理工場を生産量の増大に対応して改造をはかるとすれば、多大な投資を必要とする。

⑤ 現状でも外注していること、ならびに処理部品の大きさや処理内容は専門メーカーの通常設備で十分対応が可能と推定される。

(2)　現有設備の活用について

現有熱処理設備は、保守を確実に行いながら、社内で使用する治工具類の処理と現在実施している部品を設備能力に応じた量について処理を行う。また、新機種、新技術の開発や熱処理上の品質問題の解決にも有効に活用するものとする。

2-8-10　設備導入に際しての検討事項と実行に移す前の準備

設備の導入に関しては、現状の設備を最大限に有効に使うために、工場として改善すべき点について述べてきた。その上で必要とされる設備について提言してきたが、工場全体としての4102型エンジン製造設備以外の設備投資も加味した調整も必要である。現状の経済状況では将来はバラ色であるから、強気の投資に傾きがちであるが、現在の経済は国内の政策だけでコントロールするのは難しく、世界の景気動向の影響を大きく受ける。したがって、投資決定の最後まで入念な検討が必要である。

ここでは、もっとも効果的な設備導入をはかるために、設備投資を実行に移す前に検討すべき事項と設備導入前の準備について述べる。

(1)　設備更新の目的・理由の再考

設備投資をする場合、何のための設備投資かを明確にしておく必要がある。

設備更新を行う目的（理由）としては次のようなことが考えられる。

1)　現有設備の容量や性能が不足している。

現在生産している製品および新規開発製品を加工するためには、

①　加工物の大きさ、形状に対応できない、

②　製品の要求精度や品質を満足できない、

③　製品を製作する過程で必要とされる生産機能を備えていない。

2)　現有設備の消化能力不足

現在の工事量や将来の増産計画を考慮した場合、投入工事が消化できない。

3)　生産性の著しい向上をめざし、原価低減を図る。

①　加工時間の短縮と生産量の増大

②　省力化、人員削減

③　省エネルギー

④　省資源（材料保留まり向上、材料の代替）

⑤　省資金（半製品、在庫品の削減）

4)　環境保全、安全対策

①　公害発生防止

②　安全生産対策

③　士気高揚対策

5) 営業対策

① 技術力のＰＲ

② 生産体制のＰＲ

③ 他社との競合、競争力の強化

6) 新技術、新製品開発

整備更新・導入には上記のような動機があるが、4)～6)の理由には経営政策的な面が大きく影響するので、ここでは1)～3)までの項目について検討の手順と内容について述べる。今回計画された設備投資計画は、上記のいずれの理由によるものか、もう一度確認することを提言する。

(2) 再検討の手順

1) 現有設備の容量や性能が不足しているという理由の場合の再検討手順の例を図Ⅳ２－８－１６に示す。

2) 現有設備の消化能力が不足という理由の場合の再検討手順を図Ⅳ－２－８－１７に示す。

3) 生産性の著しい向上をめざし、原価低減を図るための設備投資については、前向きではあるが、その評価方法はかなり難しい。

① 加工時間の短縮と生産量の増大

現有設備による加工工数や加工手順と新設備によるそれらとの比較を行い、投資後にチェックする。

② 省力化、人員削減

この場合注意しなくてはならないのは、省力化、人員削減後に余力として創出された人員を、どの様に有効に活用するかによって投資効果が決まる。

③ 省エネルギー

省エネ投資は比較的簡単に利益を数値として取り出し、顕在化しうるが、投資効果の計算の他、効果の永続的チェックが必要で、記録として新旧対比のできる資料を作成しておく必要がある。

④ 省資源（材料の歩留り向上、材料の代替）

新しい設備により、その設備の持っている機能を有効に利用し、材料の歩留りを向上させたり、別の材料の物の使用も考えられるので設備計画に際してはこの面よりの検討も必要である。

⑤ 省資金（半成品、在庫品の削減）

現在の設備機器は従来の物に比し、機能も性能も飛躍的に向上している。したがって新しい設備を計画する時は、半成品、在庫品の削減にどのような効果があるかも考える必要がある。

(3) 設備導入前の準備

設備を新しく導入する場合、これに投資した資金は長期にわたって固定すると同時に、もしその設備が十分に稼働しないときには、生産活動には不要な余分の減価償却費や利子の負担を発生して製品のコストを押しあげ、工場の利益を減少させる原因となる。したがって設備の計画立案に際しては、その設備を使用して生産する部品、製品について、投入工事量の予測、採算等について十分検討を行う必要がある。

設備近代化の基礎となるべき、日常活動としての現状把握は、次に示す面から行ってゆくのがよい。

- 生産能力
- 質的能力
- 稼働状況

また、現状把握の方法としては、巨視的なものと、微視的なものがある。

前者は、企業全体あるいは、工場全体の設備を、全体としての数値または状態としてつかむもので、企業全体としての近代化の方向を与えるものとなる。

後者は、個々の設備機械について、現状を分析、把握し、個々の設備の近代化の方向を見出し、これをまとめ全体の合理化の基準とする。

設備近代化のためには、この両面からの検討が必要である。

1) 生産能力の把握

現有設備の生産しうる量的な能力を把握することであり、設備の有効使用、企業の合理的な生産計画、増産設備計画等に用いるためのものである。巨視的な把握のための生産能力の表し方は、製品の生産金額、製品の生産数量等によって表す。この数値はもちろん設備の生産可能としての数値であり、実績ではない。この調査は毎年または半期ごとに行うのがよい。この場合製品が多種にわたるならば、標準機種を決めて、これに対しそれぞれの機種の換算率を求め、標準機種換算の数値で示す。この換算率は工数比または所要設備時間比によって決める。また能力の算出に当たっては操業時間を明白にしておかなければならない。操業時間は各工程（例えば組立、機械、塗装

等）ごとに異なってもよく、これは現状を基準とするのがよい。

次に微視的な把握としては、個々の工程や設備機械について、設備の種類、保有台数、１カ月間の操業時間、稼働率を調べ、その設備の１カ月間の稼働時間を算出し、これを設備の保有能力として求めておくものである。稼働率は故障修理などの不動時間を除いた設備の実際に稼働する時間の率である。もちろん生産品の決められているものは、この保有時間と加工のための所要設備時間より求められた生産数量で示す。なお、普通この能力調査に生産計画から決められる負荷を対比させて余力分析ができる。これは生産計画に対して設備が合理的に割当てられているか、現有設備は現在の生産計画に対してどのくらい余力があるかをつかむのに使用され、増産増設計画の場合の基礎資料となるものである。表Ⅳ－２－８－１９は能力分析を行った一例である。

2)　質的能力の把握

設備の摩損老朽の程度、陳腐化の程度、生産性の程度、体質（設備機械の構成内容、設備の質的容量等）を把握するものであり、質の合理化のために更新、取替、近代化、保全修理の基礎資料を得るための把握である。巨視的な把握としては経過年数の調査、機種別保有数の調査、労働装備率などがあり、微視的な把握としては性能管理、技術的、経済的検討などがある。

a)　経過年数の調査

設備の経過年数が老朽化とか陳腐化とかを個々の設備について正確に表すものではないかもしれないが、全般的に把握した場合には、これらの指標になるうるものである。特に現在においては設備は摩損よりむしろ陳腐化が著しいことを考えれば経過年数は大切な指標であることがわかる。経過年数調査は自企業内で検討すると同時に、国内の同種企業とこれを対比検討し、合理化計画の資料とすべきである。

b)　種別保有台数の調査

企業の体質を表すものの一つとして企業の保有する設備の種別保有数の構成割合がある。これも同種他企業のものと比較し、他企業に対し自企業の内容がどうであるかを把握することが必要である。

検討は、陳腐化した機種が多くないか、生産性の低い設備が多くないか、精密機械が少なくないか等について行い設備近代化の資料とする。

c) 労働装備率（＝有形固定資産／従業員数）

設備合理化の大きな目標の一つは、労働生産性の向上である。

一般に労働生産性は、労働整備率に伴って上昇している。したがって、労働装備率をつかみ、この面から自企業における合理化設備投資の必要性または、程度を検討し、設備の近代化をはかってゆかなければならない。

d) 性能管理

設備保全（ＰＭ，Productive Maintenance）の一貫とし、設備の性能検査が行われる。これによって設備が修理限界に達したことを確かめたり、または達する時期を予測して、修理を計画的に行う。この性能検査結果はＰＭの基礎資料とすると同時に、設備の更新・取替の分析を計画的に行うのに用いる。すなわち、この性能検査結果を加工製品の要求と対比検討し、ＰＭの修理保全費あるいは生産能率の低下等について経済計算を行い、設備の更新、取替の分析をする。

e) 技術的・経済的検討

設備は技術革新を具体化していくものである。したがって、最も進んだ技術的な内容をもった設備を採用していくことが必要である。しかし、生産量、稼働率、人件費、製品の見通し、現有設備等から必ずしも最高の技術的な設備が経済的に最も有利とは限らない。したがって、現有設備と対抗設備の技術的な面、生産性上の面を絶えず研究調査しなければならず、これと同時に経済的な検討を試みなければならない。結果として最有利の設備を採用し、機会損失を招かないようにすべきである。

① 技術的要因

ⓐ 現有の機械設備は老朽化しているかどうか。

ⓑ 現有の機械設備は陳腐化していないか。

ⓒ 次の点で適当であるかどうか。

- 仕事の範囲はよいか。
- 運転の速度は適当か。
- 仕事の精度の点はどうか。
- 過重運転に対する耐力はどうか。
- 生産の割合はどうか。
- 動力不足になっていないか。

ⓓ 他の装置を変えたために不具合となっていないか。

ⓔ 自動機械を使うことによって、もっと早く仕事ができないか。

ⓕ 制御・特殊アタッチメント・安全装置などの新設備がかけていないか。

ⓖ 新式の機械によれば、手作業をなくすことができないか。

ⓗ 新式の機械によって、現有機械でできない他の種類の仕事まで処理できないか。

ⓘ 新式の機械は次の点でとくに利益が上がらないか。

・段取りがやさしい。

・運転がしやすい。

・ガード、止めボタンなどにより安全であるか。

ⓙ 新式機械の信頼性はどの程度であるか。

② 経済的要因

ⓐ 現有機械を修理または新しい仕事のために改造するよりも、新規設備を導入したほうが経済的ではないか。

ⓑ 高い精度の新式装置によれば仕事の仕損じが減らせないか。

ⓒ 新式機械で生産量を増加させることはできないか。また新機械１台で同種の機械２台以上の仕事に取って変えられないか。

ⓓ 数台の機械を新式機械１台で置き換えられないか。

ⓔ 熟練工を機械で置き換えることはできないか。それによって労務費の低下をはかれないか。

ⓕ 保守費は新機械の方が旧機械よりも安上がりとならないか。

ⓖ 新機械は早く投資資本の回収ができるか。

ⓗ 新機械から何年間も有効なサービスを期待できるか。

ⓘ 製品に課せられる新設備の稼働率はどの程度か。

ⓙ 新設備導入のための資金、または投資の資金繰りは大丈夫であるか。

③ 設備としての条件

近代化された工場の設備には、絶対の信頼性が要求される。

その信頼性は次の３つのポイントになる。

・設置時の立ち上がり　：初期トラブルがなく、据え付けたらすぐに稼働すること。

・長時間使用時の安定性：磨耗対策を含むメンテナンスの容易さがあること。

・外部環境への対応性　：ごみ、振動、衝撃、錆、温度変化などに強いこと。

2) フレキシビリティ

当工場では4102型と4105型ディーゼルエンジンのラインの機種変更のときに、段取り換えに多くの時間を費やしている。（シリンダブロックライン）

加工機械は発注のときに段取り換え仕様を明確にすれば、メーカーが対応して納入してくれるので、発注のときに注意が必要である。

ここで注意をしなくてはならない事は、ワークの搬出入についても仕様を明確にしておくことである。

理想的なフレキシビリティを持たせようとすれば、莫大な投資を必要とするので、過大な投資にならず、しかも必要な段取り換え性を考えて設備を工夫する必要がある。設備に必要な条件を表Ⅳ－２－８－１８に示す。

3) 稼働状況の把握

現状の設備稼働状況を調べることによって、設備の新増設の必要性とその大きさの検討、現状設備の有効使用、現状設備の合理化等の資料とする。

巨視的な把握としては固定資産回転率、設備投資効率などがあり、微視的な把握には設備利用効率と稼働分析などがある。

a) 固定資産回転率

これは、売上高（または売上原価）÷固定資産＝固定資産回転率

で表される。この固定試算回転率によって設備の現状を分析する。この場合、固定資産回転率は自企業の過去の数値と同種他企業の過去、現在の数値を対比して基準とするのがよい。

固定資産回転率が低いと設備の拡大的投資を行う前に、現有の固定資産の有効利用をはからなければならない。また、この固定資産回転率が基準より大きいならば、かつ必要とするならば、設備投資を行い、労働生産性を上げたり、品質を向上させることも計画としていかなければならない。この回転率が低く、これが現有設備の致命的な欠陥であるならば、設備の合理化計画を行い、体質の改善をはかり、結果的にこの回転率を向上させていかなければならない。

設備の増新設が必要となった場合でも、固定資産回転率はこの標準の数値を下まわってはならない。これは近代化された設備は、より資本を多く必要としても、生産性もまたそれだけ大きくならなければならないからである。総資本利益率と固定資産との関係は次のとおりである。

$$総資本利益率 = \frac{売上高}{固定資産＋流動資産} \times \frac{利益}{売上高}$$

すなわち、企業の利益性を示す総資本利益率は資産回転率と売上利益率とによって決まる。

一方、売上利益率を大きくすることがむずかしく、また固定資産回転率自体が売上利益率を維持向上する大きな要素であることよりみれば、固定資産回転率は総資本利益率を制約する重要なものである。したがって近代化投資の場合でも上述の標準を下まわるものであってはならない。表Ⅳ－２－８－２０は固定資産回転率および前述の生産能力・質的能力の巨視的な現状把握のための調査表の例を示したものである。表Ⅳ－２－８－２１に日本における自動車部品製造業の経営指標を示す。

b)　設備利用効率

基準稼働時間に対する設備実働時間の割合を設備利用効率とする。すなわち

$$設備利用効率（\%）= \frac{設備の実働時間}{基準稼働時間} \times 100$$

ここで、基準稼働時間：１日稼働時間×１ヵ月基準勤務日数

ただし、１日稼動時間は設備と工場の実状に応じ、１交替、２交替、３交替の時間を採る。

設備の実働時間：生産高×機械サイクル／１回

上式の右辺を分解すると、

$$\frac{設備の実働時間}{基準稼動時間} \times 100 = \frac{設備の実働時間}{実際時間} \times \frac{実際時間}{基準稼動時間} \times 100$$

ここで、実際時間：作業者が生産に従事していた時間

いま、

$$設備能率 = \frac{設備の実働時間}{実際時間}$$

$$参加率 = \frac{実際時間}{基準稼動時間}$$

とおくと、設備利用効率＝設備能率×参加率

したがって、設備利用効率は設備能率および参加率を求め算出できる。設備能率は生産高から逆算した設備の実働時間と作業者が生産に従事していた時間との比であり、作業者が設備を能率的に使用し、設備のサイクルで決まる生産高を上げることができたかどうかの程度を示す。

参加率は稼動すべき時間に対し、生産計画に起因して設備を稼動する必要がなかったり、設備の休止のために設備が稼動できなかったかどうかの程度を示す。

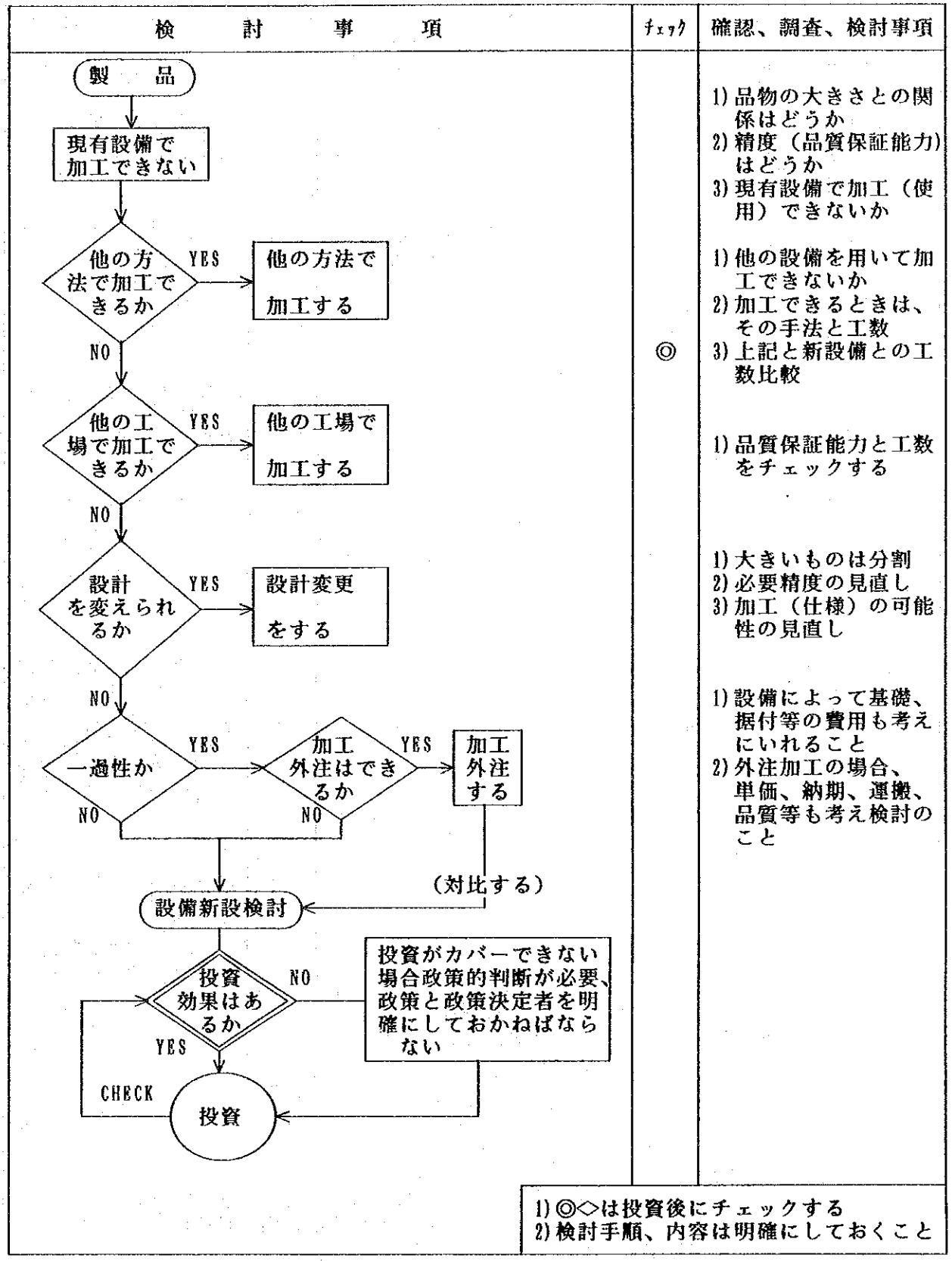
したがって、設備利用効率の悪い原因は、生産量が少ない（あるいは設備休止が多い）、すなわち、設備に余力があるため設備を運転する時間が少ないことにより参加率が悪いとか、または作業者は設備について生産に従事したが空運転や調整などの実際に生産しない時間が多くて設備能率が悪かったためとかを判定することができる。すなわち、参加率により設備の余剰程度がわかり、また、販売、資材、経理等の面における増産対策の努力の必要程度がわかる。設備能力によって製造担当部門における技術の向上、適切な生産管理、設備の合理化などの必要程度がわかる。またこれが改善実行された場合の余力程度も示す。

以上のように設備利用効率は増設あるいは合理化計画の基礎資料として用いられる。

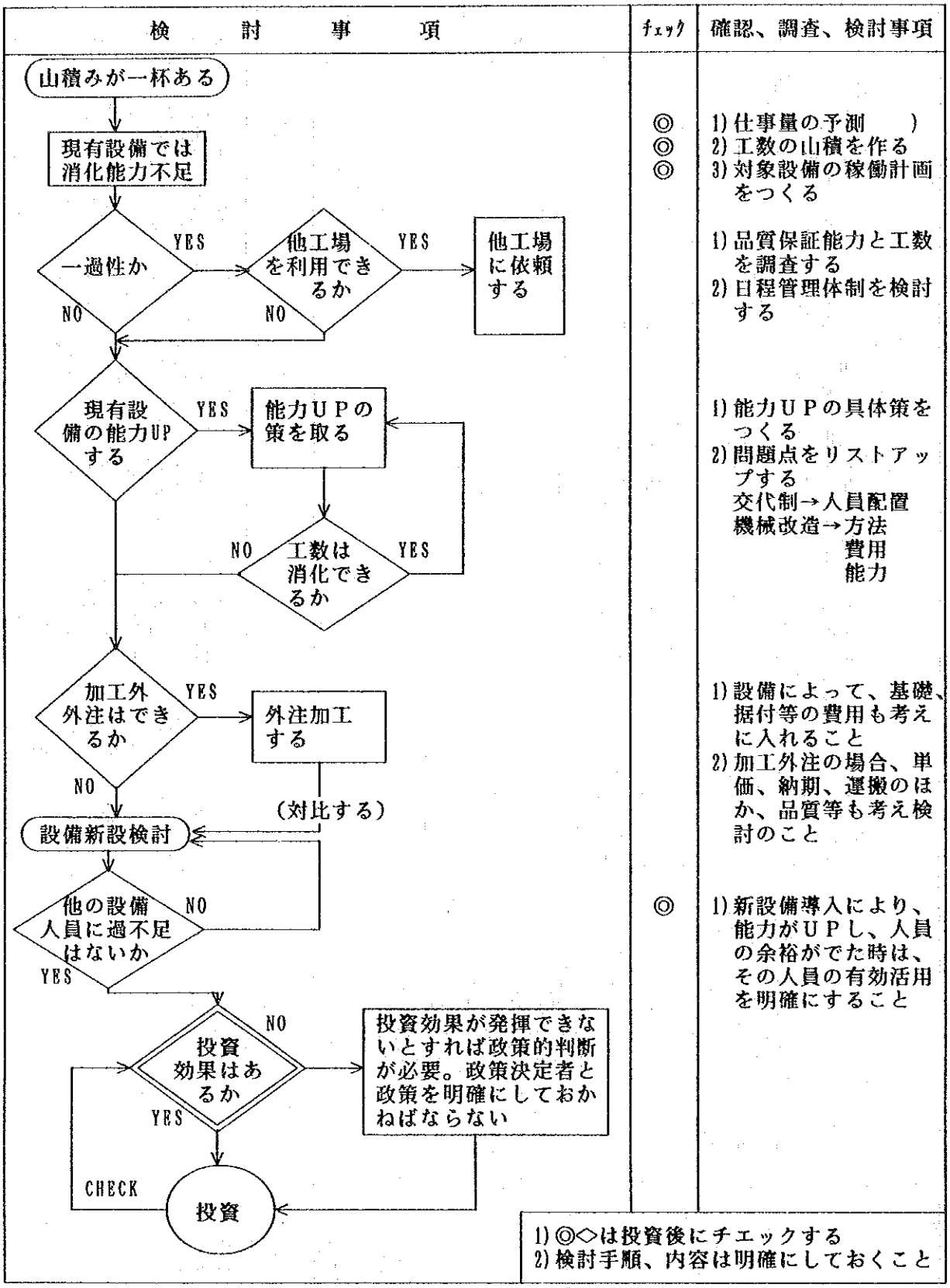
c) 稼動分析

設備利用効率調査は生産数量と理論的設備能力とから間接的に設備の稼動状況を調べるものであるが、この稼動分析は直接に設備の状況を観測し統計的に稼動状況を調べるものである。したがって、稼働率を求めるとともに、不稼働の原因も詳細に求めることができ、その改善の手掛りを得ることができる。

稼動分析の種類としては、一般に連続観測法とワークサンプリング法の２種類があり、調査目的・分析精度・調査範囲などの諸条件によりいずれかを用いる。また、稼動分析においては、設備の状況を適切な基準によって分類し、項目を決めておくことが大切である。表Ⅳ－２－８－２２はこの分類項目の一例を示す。



図Ⅳ－２－８－１６　　現有設備の容量不足の場合の検討手順



図Ⅳ－２－８－１７　　現有設備の消化能力不足（能力工数不足）の検討手順

表Ⅳ－２－８－１８　設備の必要な条件と内容

条　件	内　　容
信　頼　性	①　品質を確保した加工
	②　無人運転可能（一定時間）
	③　故障しない（チョコ停を含め）
フレキシビリティ	④　受注特性に応じた段取り換え時間 └ 自動段取り換えによる混流生産 └ 短時間段取り換え（一定時間で確実に）
	⑤　熟練を要しない段取り換え └ 自動段取り換え └ 部品交換による一発良品段取（外段取） └ 手順書表示で確実な段取り換え
保　全　性	⑥　保全の容易な設計
	⑦　ＦＡ指向のＰＭ

表Ⅳ－２－８－１９　シリンダブロック製造設備余力分析表

（注）平均一ヵ月当り稼動日数…… 22.75日
平均一日当り稼動時間…… ８時間

機械名	a 現有機械台数 (台)	b 月操業時間 (hr)	c 機械稼動率 (%)	d=b ×c 機械一台当り有効稼動時間 (hr)	e= a×d 機械能力 (hr)	f 製品1,000台当り工数 (hr)	g= f×30 月産30,000台当り工数 (hr)	h 歩留 (%)	i=g ×h 歩留を考慮した一ヵ月当り必要工数 (hr)	j 30,000台当り段取時間 (hr)	k=i ＋j 段取を含む１ヵ月当り必要工数 (hr)	l= k/d 理論必要台数 (台)	m= a-l 理論過不足台数 (台)	n 適正必要台数 (台)	o 過不足台数 (台)	備考
L A	2	182	75	136.5	273.0	2.5	75	98	77	4	81	0.59	1.41	1	＋1	
L T	4	182	70	127.0	508.0	15.5	465	95	489	17	506	3.99	0.01	4	0	
D B	2	182	80	154.5	309.0	2.3	69	94	73	2	75	0.49	1.51	1	＋1	

表Ⅳ－２－８－２０　製造基礎調査表

製造機種別	部門別	① 総生産額	② 付加価値	③ 雇用数 ( )	④ 固定資産 ⑥( )	⑤ 坪数 ( )	付加価値生産性 ②/③ ( )	労働装備率 ④/③ ( )	資本生産性 ②/④	固定資産回転率 ①×12/⑥	労働坪数率 ⑤/③	備考 外注比率

（注）1.　④固定資産の項中⑥（　）内は土地建屋を含んだ金額を記入。
2.　③雇用数、付加価値生産性、労働稼働率、⑤坪数の項中（　）内は製造部門計を記入。
3.　①総生産額、②付加価値、③雇用数は半期月平均とする。
4.　④固定資産、⑤坪数は　年　月末現在とする。

表Ⅳ－２－８－２１　日本における自動車部品製造業経営指標

年度 / 主要比率	健全企業平均		
	1990年度	1991年度	1992年度
経営資本対営業利益率	7.1%	6.4%	5.3%
経営資本回転率	1.7回	1.5回	1.8回
売上高対営業利益率	5.0%	4.8%	3.5%
流動比率	143.2%	144.5%	150%
総資本対自己資本比率	32.9回	29.7回	29.5回
固定資産回転率	4.1回	3.7回	4.2回
従業員１人当り年間生産高	23,387千円	23,957千円	24,098千円
従業員１人当り年間加工高	9,934千円	10,169千円	10,003千円
加工高比率	42.5%	42.4%	41.5%
機械投資効率	3.1回	2.6回	2.7回
原材料回転率	97.3回	100.2回	105.3回
仕掛品回転率	105.7回	103.7回	86.5回
従業員１人当り機械装備額	3,176千円	3,881千円	3,670千円

指標の算出式：

$$\text{経営資本対営業利益率} = \frac{\text{営業利益}}{\text{経営資本}} \times 100$$

$$\text{経営資本回転率} = \frac{\text{純売上高}}{\text{経営資本}}$$

$$\text{売上高対営業利益率} = \frac{\text{営業利益}}{\text{純売上高}} \times 100$$

$$\text{流動比率} = \frac{\text{流動資産}}{\text{流動負債}} \times 100$$

$$\text{総資本対自己資本比率} = \frac{\text{自己資本}}{\text{総資本}} \times 100$$

$$\text{固定資産回転率} = \frac{\text{純売上高}}{\text{固定資産}}$$

$$\text{従業員１人当り年間生産高} = \frac{\text{純売上高} - \text{当期製品仕入原価}}{\text{従業員数}}$$

$$\text{従業員１人当り年間加工高} = \frac{\text{生産高} - (\text{直接材料費} + \text{買入部品費} + \text{外注工賃} + \text{間接材料費})}{\text{従業員数}}$$

$$\text{加工高比率} = \frac{\text{加工高}}{\text{生産高}} \times 100$$

$$\text{機械投資効率} = \frac{\text{加工高}}{\text{設備資産}}$$

$$\text{原材料回転率} = \frac{\text{純売上高}}{\text{原材料}}$$

$$\text{仕掛品回転率} = \frac{\text{純売上高}}{\text{仕掛品}}$$

$$\text{従業員１人当り機械装備額} = \frac{\text{設備資産}}{\text{従業員数}}$$

（中小企業庁編、中小企業の経営指標より）

表Ⅳ－２－８－２２　工作機械稼動分析分類項目

	項目		内容
加工中	切削中	必要に応じて切削中の作業者の作業内容を分類する	切粉を出している状態、取付けられた加工物をヤスリ等で仕上げている状態も含め、またプレーナ、シェーパの切削中の往復運動も切削中と見なす。
	切削具の送り 工作物の送り		切削中を除き、切削する直前のバイト、ドリル、カッタの送り、加工物の送り（テーブル移動）等のハンドル操作、目盛合せをいう。
停止中	取付・取外		加工物を機械、治具へ取付ける、または外す。
	部品補給		加工物を準備する（運搬も含む）。
	ゲージング		加工物の寸法検査。
	注油		ある頻度をもって行うもの。
	段取後始末		型・治工具の運搬、取付、調整、取外、試験的な加工、ロットごとの作業始めと終りに行う材料、製品、スクラップの運搬・整理。
	工具交換		工具の取替。
	治工具扱い		治工具の手入れ、治工具の研究、工具室への連絡、その他。
	機械の点検・整備		調整、注油、機械のならし運転、その他。
	機械修理		機械の故障修理。
	図面・仕事票の読取り		図面・仕事票をみる。
	切粉除去		機械テーブル上の切粉払い、よりわけ、その他整理。
	製品整理		品物の員数点検、よりわけ、その他整理。
	用談		作業上の指示を受ける、検査員と話す。
	身支度		就業中の身支度（手袋はめなど）。
	管理待ち		材料、部品待ち、その他管理上からくる手持ち。
	伝票扱い		仕事票、日報などの記入。
	職場清掃		職場でいっせいに行う清掃（終業直前など）
	集合・伝達		朝礼、回覧をみるなど。
	用達		用便、汗をふく、水を飲むなど。
	喫煙		タバコ吸い。
	雑談		
	不在		理髪、診療所など長時間にわたる不在。
	その他		

2－9　生産技術、技能の向上

現代の各企業は新しい技術を開発し、新製品を市場に送り出し、シエアーを押さえ、業界で優位な立場に立つため、熾烈な競争をしている。企業が生き残るには、優秀な技術で、良い品質のものをつくり、しかもユーザーのニーズにマッチしたものでなければならない。自分の工場の製品は国内の他社のものより良いから、それでよいのだという考えであれば、早晩その企業は没落していくだろう。なぜなら、今や企業は国際化されたベンチャービジネスが次々とでてきて、中国といえどもそれは避けて通れないと考えられる。したがって、世界を見渡したグローバルな見方で、同業他社の技術のあり方の情報を探りながら自社の技術の向上を図っていくことが必要である。

技術向上のためには、大きな柱としてつぎのような点が考えられる。

①　新製品開発力の向上

自社独自の技術で新製品を開発する力をもつことが、技術向上に大きく関係する。新製品を開発することは、その工場としての全能力が評価されるわけで、単に新しい機種を設計したにとどまらず、それをどのような生産方式で、コストを押さえてつくるか、生産技術の面も含まれるからである。新製品開発力が、あるかないかは企業の今後の発展に大きく影響する。新製品の開発力の向上については、人材の投入や、開発設備なども含めて、５章で詳しく述べている。

②　技術導入、技術提携

現在の技術は早いスピードで革新されていくので、自社の技術力ではなかなか追いつかない場合がある。また技術力はそれほど差はないが、営業力、あるいは、製品の知名度が低く、販売が伸びない、あるいは国内にない新製品に手を広げる場合など、または技術のクロスライセンスでお互いに補完しあうなど、さまざまな理由から、手取り早く、外国のメーカーと技術提携、導入をはかるのが早道と考え、技術を導入することが行われている。これも一つの考えであるが、提供される技術は、仮に現在最新のものであっても、すぐに陳腐化する。それが２番煎じの技術であれば、つねに２番手、３番手の技術で進むことになり、技術が追いつくまでの方便としては良いかもしれないが企業が最先端の技術で進むとすれば、そぐわない。これは経営のあり方によって違ってくる。

③　現状技術の見直しと改善

当工場は、歴史的に見れば、農機具の製作に始まって、旋盤などの工作機械の製造をつくり、シリンダなどのエンジン部品製作を経て、現在のディーゼルエンジン製造へとつながっている。その点では、いろいろな技術の蓄積をもっている。また技術基準も1988年頃にかなりのものが作られ整備されている。しかし、現状の工場を一見しただけでも、本当に基準を守って作っているかについては、不具合な点があり、現状の問題点の中でも指摘している。技術の向上には、この基準と実際の製造のギャップを正しく認識し、改善点を明確にし、手順を決め、技術の向上に努めるべきである。解決には時間かかかるものもでてくると思われるが、問題点をきちんと取り上げ、改善すべき方向と手順、期間の計画を立てなければなにも進まない。

④　設備の導入と技術

技術と設備は一心胴体である場合が多い。したがって技術向上をはかる場合、新しい機能をもった生産性、精度のよい機械・設備を導入することになるが、全体を考えて設備を導入しないと、その設備だけが突出した性能をもち、かえって生産ラインの中でアンバランスになる。また生産方式、ラインの構想を将来どうするのかを考えておかないと、せっかく導入した設備が使えなくなる。また技術的に管理が難しい場合など、導入後、使いこなすまで数年もかかるようであってはならない。設備導入にあたっては、その設備を導入した工場があればその工場での実際の稼働状況を見て、技術的な問題、あるいは注意すべきことをよく調査することが必要である。したがって常日頃から関連すべき設備について技術面からメーカー別について研究をおこたってはならない。また競合する企業がどんな設備、技術を導入したかも迅速にキャッチし、対応していかなければならない。当工場は歴史的に一部の工作機械を作った経緯があり、現在も設備修造部門で、自社製の工作機械等を製造している。新しい機械を導入したら、それと類似の機械を開発し、製作する場合もあろうが、その際、特に精度の面で、要求される精度が確保できるのか、技術的によく検討すべきである。現在保有している工作機械の精度をよく調査しておかないと、マザーマシンの精度以上の精度の機械は作れないからである。

⑤　技術の管理

当工場には技術管理部門があり、技術資料は資料室に保管されている。技術は常に進歩してゆかねばならないし、それがなければ、企業の発展もない。技術基準の多くは5～6年前に作成されたものであるが、いい意味でも、悪い意味でも現実に使われている技術と遊離していては意味がなくなる。したがって企業の技術としては、現在使われている基準なり、標準が現在の実際の技術とマッチしていることが必要である。そのためには、技術の管理をしっかりする必要がある。このようなことは当然各工場の技術担当がきちんとしておくのが当たり前であるが、すべてがキチンと整理されていないことが多い。したがって、技術管理部門は、基準と技術がマッチしているかについて、少なくとも年１回の技術オーデットを行い、不具合点を洗い出し、改善をはかるべきである。そうすることによって、問題点も浮かび上がってくるし、改善のテーマも掴むことができる。技術資料・基準の保管と管理はまったく別ものである。

⑥　技術教育

生産工場をもっている企業としては、優秀な生産技術者、技能者をもっていることがなによりの企業財産である。技術の進歩の早い現在では長い経験者といえども新しい技術を学ぶ必要も出てこよう。技術教育は新人社員教育だけでなく、継続的に技術教育を行うプログラムを作り、実行していく必要がある。その場合ＯＪＴでの訓練だけではなく、理論の教育も行うが、一般論だけでは興ざめしがちである。実際の自分達の使っている設備を主体に、改善事例を取り入れ魅力あるつねに新しい教材の工夫も大切である。また講師については社外の人のほうが説得力がある場合があるから、教育内容によって、外部講師を招くのも一つの方法である。

⑦　情報の収集

技術の向上には、全く先例がない場合と、すでに先進国で開発されているものがある。前者は全く新しいものであるから、自社で開発するのは当然である。既存の技術で遅れているものでも、現在の中国では他の工場と比べれば進んでいる場合もあろう。しかし今や、技術は中国の中での比較ではなく、世界全体の中でどのようなレベルにあるかを認識しなければならない。エンジンの性能についても、今の時点では、排気ガスの問題や、高速道路での性能を要求されるものは、それほど、せっぱつまっていないかも知れない。しかし、中国の国土が広いといっても、農村は別として、北京、上海、など大都市は世界の主要都市と全く同じで、世界共通の問題である。そのような意味から技術を

改善することはたくさんある。生産技術の面では、いかに早く、コストを下げて、納期を守り、ユーザーを満足させるかが課題であり、その面でいろいろな情報がある。それらは、現状の自工場で考えた場合適用できないとあきらめてしまうと進歩はない。そのような情報をまず収集し、勉強することが大切である、それは今すぐには適用できなくても、技術改善の滋養源（潜在ベース）となるからである。そのような情報の中から自工場に適用できる技術を、どのように自社内に取り入れるかの努力をしなければ、進歩はない。情報の収集については５章「新製品開発力の向上」の章で詳述している。

⑧　技術交流

中国では、国内の各工場との交流がいままで少なかったようである。これは国内の政策上の問題もあったと思われるが、他の工場を見ることは、「百聞一見にしかず」のとおり、非常に理解しやすい。特に技術の問題では、詳細に聞かなくても、専門家であれば、大体の理解は得られる。いままで気が付かなかったようなヒントが得られるし、それをさらに改善し良いやり方を進めることも可能である。同業他社は競争相手であるから、簡単には見せないかも知れないが、お互いに交流することにより、それぞれが益することがあるのでそのような場をつくる、などの努力が必要である。例えば企業間では直接は無理であっても、業界関係の協会がアレンジして工場見学の機会をつくるとか、方法を考えることもできよう。その場合単に見てきたというだけにとどまらず、なにか自分の工場に適用できる点をつかんで、実施してみることが大切であり、管理者はこの点をしっかりと管理すべきである。

⑨　先進国への研修

技術を習得するには、前述のごとく、製造の現場を見ることが理解の早道であるが一歩進めれば、実際に技術を習得すれば、より具体的に早く技術改善か進むことは当然である。したがって、計画的に、先進国の技術を学ぶ機会をつくり、技術の習得に努めるようにするのは経営者の責務の一つである。この場合、なにを学ばせるか、どんな人材を送るかが大切である。得てして現場技術なのに、優秀なエンジニアではあるが実務をほとんどやっていない人や管理職の人を送っても、帰国後、理屈では説明できても、実際の作業では効果を発揮できない場合もあるので、注意が必要である。また帰国後は得た技術を１人じめすることなくオープンにして技術の共有化をはかるべきである

⑩　改善提案の積極化

当工場は従業員が3000余人おり、工場関係だけに限ってみても2000人近くいる。人はそれぞれに、性格も違い、考えかたもさまざまである。このような多様さのゆえにいろいろな発想が生まれ、新しいものを生み出して行く。当工場でも従業員のさまざまな能力を引き出せば多くの改善につながっていくはずである。それには、改善によって利益がでたら適切な報酬が還元されるシステムもなければならない。どんなに努力改善しても給与が同じでは、意欲もでなくなり、おざなりの仕事しかしなくなる。それは過去にいくつかの国で実証済みである。市場経済の発展で、工場経営も大幅に権限が委譲されてきつつあるので、従来の工場管理から脱却した経営が可能であろう。従業員が自分達の工場を発展させ、その恩恵を受けることができれば、積極的に自分の仕事に関心をもち、改善にも積極的になるであろう。そのためには、工場としての経営の方針を明確にし、意識改革のための教育をし、従業員によく理解させることも重要である。また、社内報（月報）をつくり、新しい技術導入の紹介や、改善の紹介をのせ、自社技術に関心をもたせるのも一つのテクニックである。

改善のアイデアは毎日の平凡なことがらの再認識や再評価から生まれることが多い。全く新しい大発明が現在を否定することによって生まれることも少なくない。しかし、現在を否定するためには、まず現在を十分に認識することが必要である。アイデアや提案を発案するヒントは工場の中での日頃の体験や、見聞にもとづく知識の集積があってこそ、より具体的になってくる。改善提案は個人でも、グループで提案することも可能である。当工場でも新しい設備の導入などにより、電子制御などを使った機械や自動制御の設備などは、多面的な知識が要求され、各専門分野の人との共同で、あるいはグループで改善活動を進めることも多くなるであろう。したがって、これからは、工場のすべての従業員、管理者が”考える人”になることが大切である。

改善のアイデアは常日頃、関心をもっていてはじめてある日突然ひらめきがでることが多い。しかし漫然としていては、急に改善といわれても戸惑うばかりである。アイデアの発想に役立つ項目を以下に示すので、これらの観点から見直しをしてみるとよい。

アイデア創出のチエック項目

1. 他にもっとうまい方法はないか
2. 他の現象からアイデアを借りる
3. 似かよったものがあればまねをする
4. 形や機構を変えてみる
5. 五感に訴えるのものの種類を変える
6. 他のものを付け足してみる
7. 思いきって小型化してみる
8. 分割したり、取り除いたりしてみる
9. 材料や成分を一部変えてみる
10. プロセスを変えてみる
11. 代替品を考える
12. 動力を別からとる
13. 順序をちがえてみる
14. レイアウトを変える
15. 機能や役割を転換してみる
16. 組合わせを変える
17. アッタチメントをつけてみる
18. 生産方式を変えてみる
19. 二つ以上のアイデアをまぜる
20. 不合理だと思うことをまぜてみる
21. 高い所や低い所でやってみる
22. 原因と結果を入れかえる
23. 全く反対の機能を考える
24. 過去の失敗を再吟味してみる
25. プリント化、カセット化してみる
26. 人間工学の考え方をする
27. オートメ化を考える
28. リモコンを考える
29. インスタント化をはかる

生産技術を向上させるためには、上述のような多面的なアプローチが必要であるが、当工場の抱えている現状の問題点題の解決をはかることも大切である。技術、技能の向上の面から、焦点を、組立て、試運転、塗装、機械加工、材料受入れ、鋳造、熱処理に絞り、それぞれ改善すべき点を次節で述べることとする。

2-9-1　組立関係

(1)　レイアウトの効率化

レイアウトは微細な仕事の手順や加工のやり方をベースに、マテリアルハンドリングの効率化の視点から進める方法が良い。

理想的なレイアウトを検討する前に、現在の仕事の流れをよくみきわめて、パート別の改造レイアウトや、不能率なレイアウトをより能率的に生かす工夫をする。

図Ⅳ－２－９－０１に効率的な組立レイアウトとしてU字型ライン化した２つの例を示す。レイアウトの検討事項の要点を示すとつぎのようである。

レイアウトの検討事項

① 工程や設備の場所間の距離は極力最短距離をとる

② 加工品の搬送回数の少ないロットの最適な数をきめる

③ 搬送用具はなるべく手扱いをなくす

④ 活性指数を多くする（後述）

⑤ 設備の利用回数（段取り、回数）を少なくするようにする

⑥ 立体利用はやっているか

⑦ 人や運搬具の通れるようなスペースが有効にとってあるか

⑧ 作業の安全や、緊急時の避難はしやすいか

⑨ 増設スペースが考えられているか

⑩ 部材の投入と出庫場所は分けられているか

⑪ 生産ラインの長さは長くないか

⑫ 建屋の非効率化の中で工夫をしているか

⑬ レイアウトの分析をやっているか

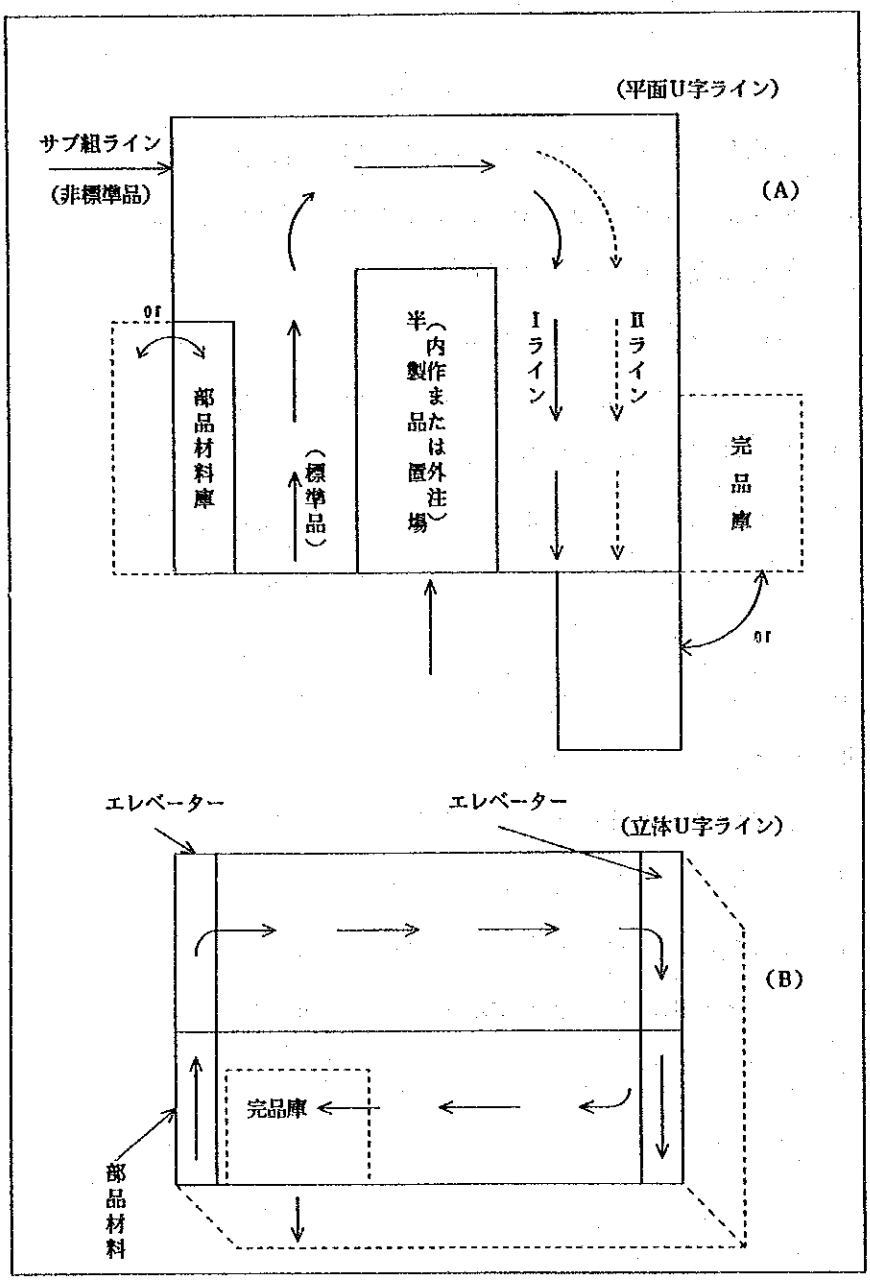
⑭ 仕掛品、半製品の置き場所を定めているか

⑮ パレット化、ユニット化ができているか

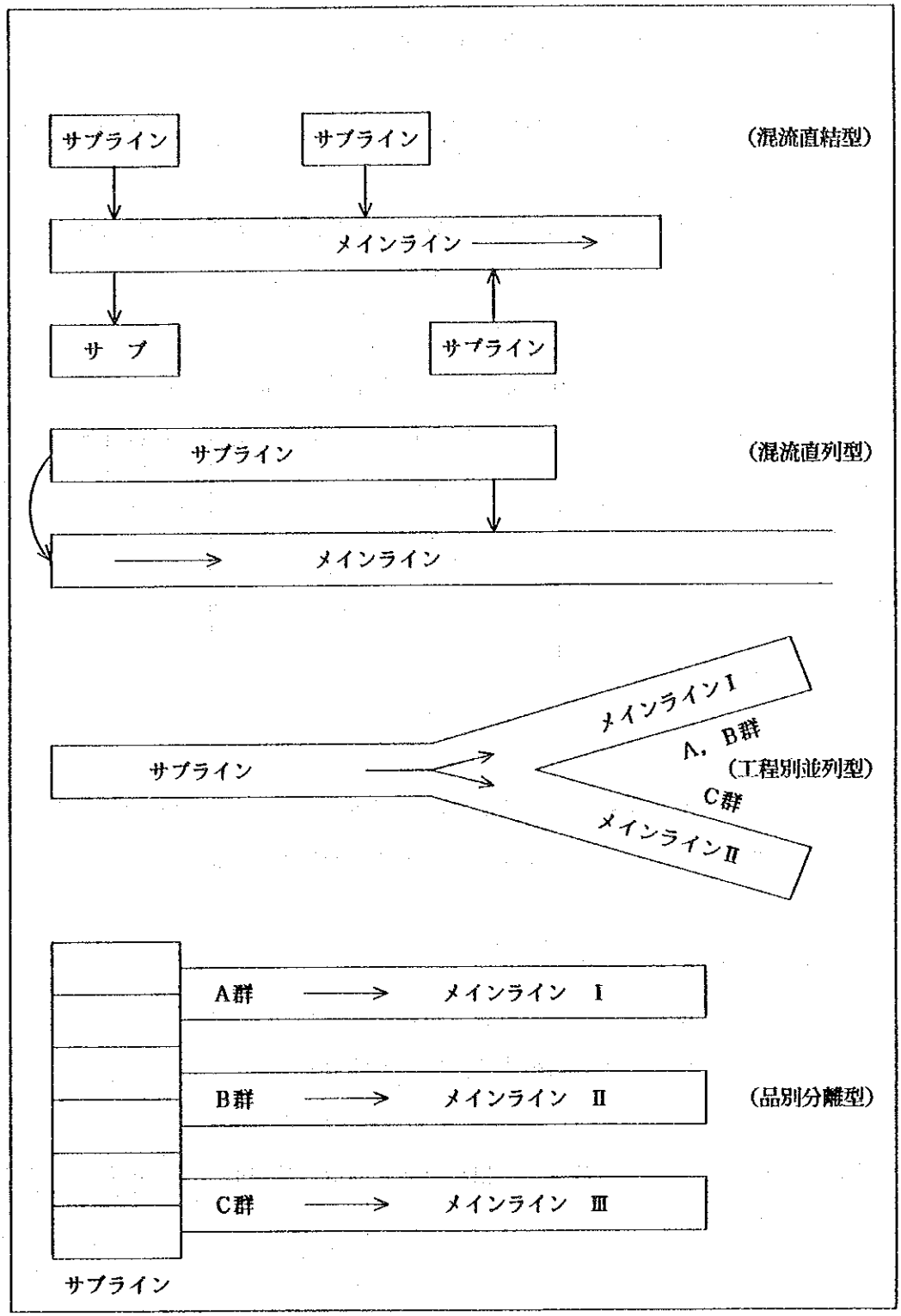
(2)　効率的ラインについて

組付け、または組立ラインについては、インプットとアウトプットの関係が工程順にそって、直線または曲線とし、必要に応じて2または3ラインとする。ラインオフは常に出荷または製品庫に近い位置とするので、流入と流出が同じ方向であれば折り返しカーブ形とし、別であれば直線または折線形として設計ベースとする。

サブライン、または準備段取りラインは切り離し、立体化ライン、または半製品ラインとみなすよう対応させる。図Ⅳ－２－９－０２にラインのシステムタイプとして、混流直結型、混流直列型、工程別並列型、品別分離型の例を示す。



図Ⅳ－２－９－０１　　組立レイアウト例



図Ⅳ－２－９－０２　ラインのシステムタイプ

(3)　組立作業における作業配分

1)　作業配分の基本は　台当り工数と単位工程割付け量

$$\text{単位工程割付け量} = \frac{\text{台当たり工数} \times \text{生産数}}{\text{稼働時間}} \longleftarrow \text{1日の作業総時間}$$

表Ⅳ－２－９－０３に例を示す作業配分の表を作成して作業の割り付けを行うことを推奨する。

表Ⅳ－２－９－０３　　作業配分表の例

機　種	台当たり工数×生産数／稼働時間＝単位工程割付け量				割付け作業内容
4102					～から～　　迄
4105					

2)　割付けの微調整

機種毎の工程割りの基準に基づいて、能力差による前後工程との配分の微調整を行っていく。この方法で、ラインバランスを取ることを推奨する。

能力差
- その人の天性
- その人の経験（熟練度合い）
- その日の体調（軽い疾病等）

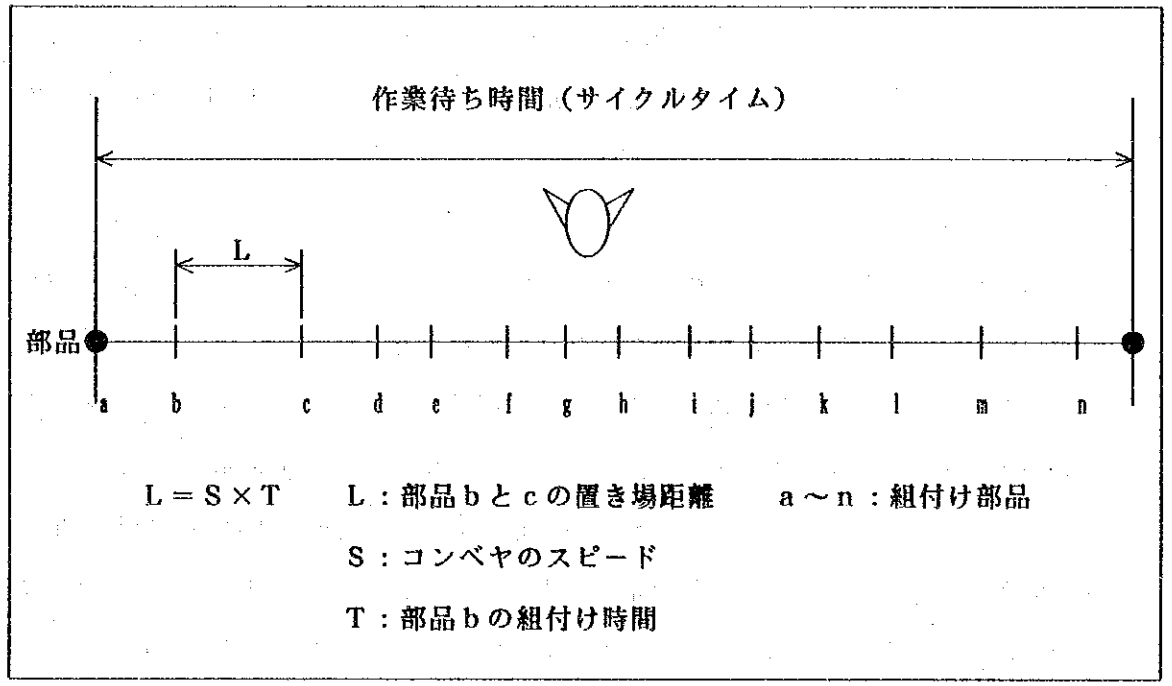
類似部品で間違えやすいものは、工程を分離する等の調整も必要に応じて実施することが肝要である。

(4)　物の置き方

1)　基本的考え方

組付け部品の置き方の基本は、図Ⅳ－２－９－０４のように組付けようとするタイミングにあった場所に置くことである。

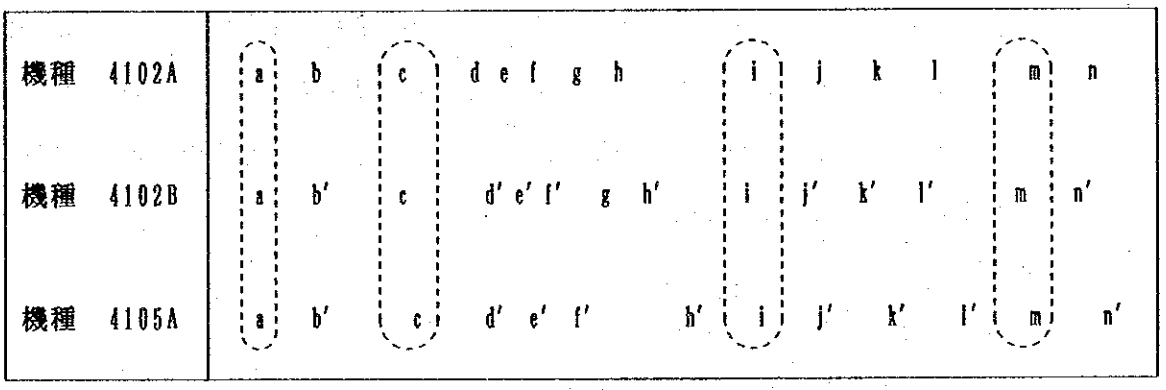
その場所で棚に配置する「棚ロケーション」方式で部品を置くようにする。



図Ⅳ－２－９－０４　組付け部品の置き方の基本

2)　置き方（棚配置）の基本

棚配置の基本を図Ⅳ－２－９－０５に示す。



棚配置の基本 ---- 共通部品　ａ～ｎ´組付け部品

図Ⅳ－２－９－０５　棚配置の基本

実際は棚の形状、部品の大きさ（容器の大きさ）、部品点数等の制約を受けて、基本通りには配置しにくい。また、現実の作業はこの様に整然とは行なわれにくく、図Ⅳ－２－９－０４に示した、棚配置の基本の様には部品が置けない場合もある。その場合の棚配置は、作業域の中にできるだけ使う順序に部品を配置していく方法をとる。

3)　セット供給

棚配置の基本通りには部品を配置できにくいという課題を解消し、常に部品を取りに歩く距離を一定にする部品の置方が「セット供給」方式である。

この方式では、部品を取りに歩くという単純作業をピッキング場所に集約することで、非熟練作業者にシフトができる。また、類似部品の誤組付けを防止できたり、組立て順序に従って次は何かと考える時間が不必要で、作業速度も上げやすい等、生産性の向上が期待できる。４９５型ディーゼルエンジンと４１０２型ディーゼルエンジンの２機種を混流生産する場合には、セット供給を実施することを推奨する。

(5)　在庫数と、リードタイムについて

「リードタイム」とは「着手から完成（完了）までの期間（時間）」をいう。

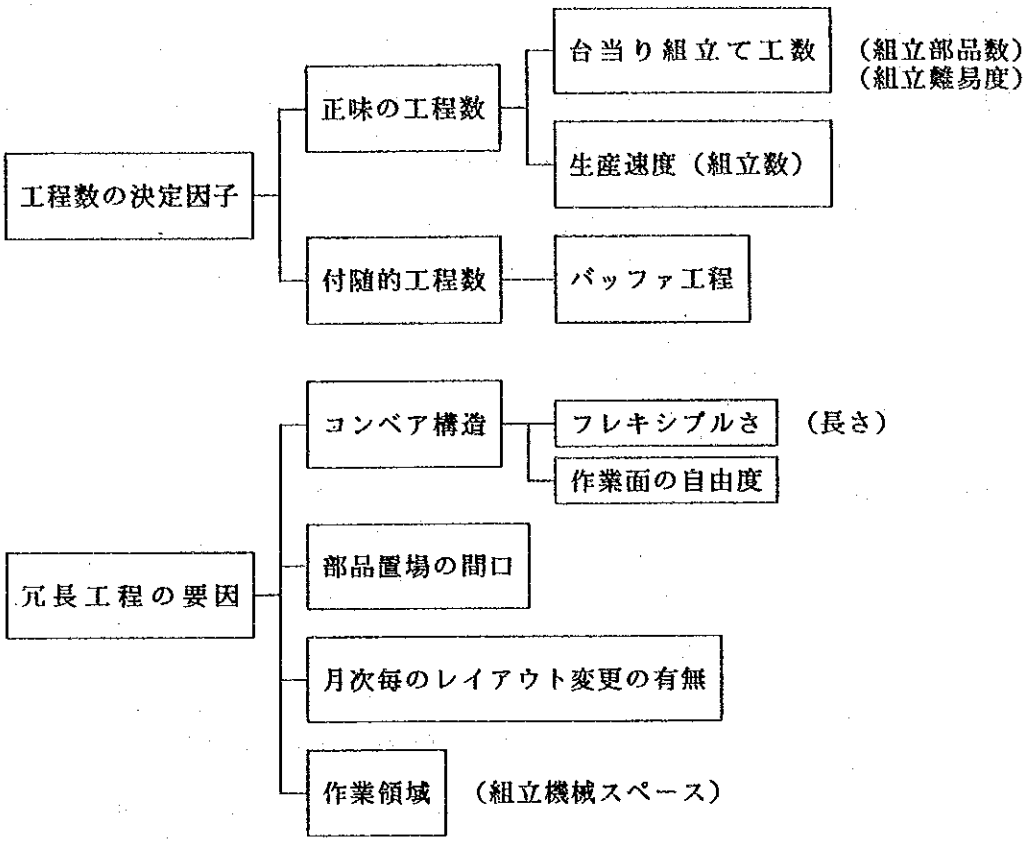
リードタイムは短ければ１秒でも短いほうがいい。単一機種が大量に売れる時代には生産形態もロット生産で、それ程問題は表面にでてこなかったが、市場が成熟して顧客のニーズが多様化してくると、市場を拡大するためには、受注後、工程の途中に在庫を持たないので納品対応できるリードタイムの短い工場が、企業競争を有利に展開しているので、リードタイムの短縮が生産管理上の課題となってきている。当工場も冗長（アイドル）工程をもつことによってさまざまな悪弊を内在させているので、近代化計画のなかで在庫を持たないで納品対応できるリードタイムの短い工場への転換の道を模索することを推奨する。

在庫数の決定

在庫数は次の式によって決まる。

在庫数＝工程数＋仕掛在庫の持ち方

図Ⅳ－２－９－０６に工程数の決定因子と冗長工程の要因を示す。



図Ⅳ－２－９－０６　　工程数の決定因子と冗長工程の要因

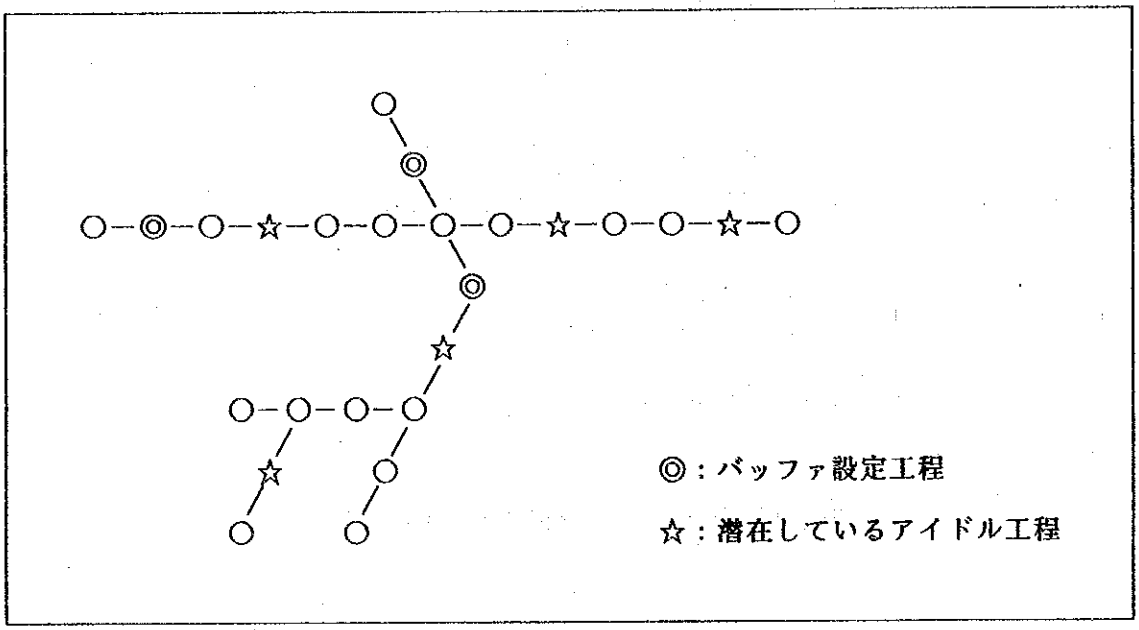
工程数の最小値は、正味の工程数である。これに作業完了時間のバラツキによる遅れを補完するために、最小限の「溜め」を設けることで、全部の工程が決定される。これ以外は、本質的にムダな工程であり、いたずらにリードタイムを引き伸ばすものであり、削減しなければならない。ことに工程数は生産数量によって変化させていかなければならない。

工程数もまた、部品在庫が多くなるのと同様に、工程設計をする場合、安全サイドに行きがちである。設備という非可変要素があるだけに、改善すべき課題が潜在化してしまう恐れがある。なぜ安全サイドに行ってしまうのかを考えると「タイミング」という要素を管理していないところに行き着く。着手するタイミングを管理していないから、在庫が出来ていくのである。一度出来てしまった在庫は次第に当たり前在庫に化けていき「タイミングという判断基準」を持たないこと、誰もそれを問題視しなくなって、改善すべき課題が潜在化してしまう恐れがある。このことを、念頭において近代化計画に取り組まなくてはならない。

(6)　タイミングの設定

1)　工程の連鎖

工程数のミニマム化を図ろうとするとき、まず工程の連鎖がどうなっているかを明らかにする事が必要である。工程の連鎖の例を図Ⅳ－２－９－０７に示す。



図Ⅳ－２－９－０７　　工 程 の 連 鎖 の 例

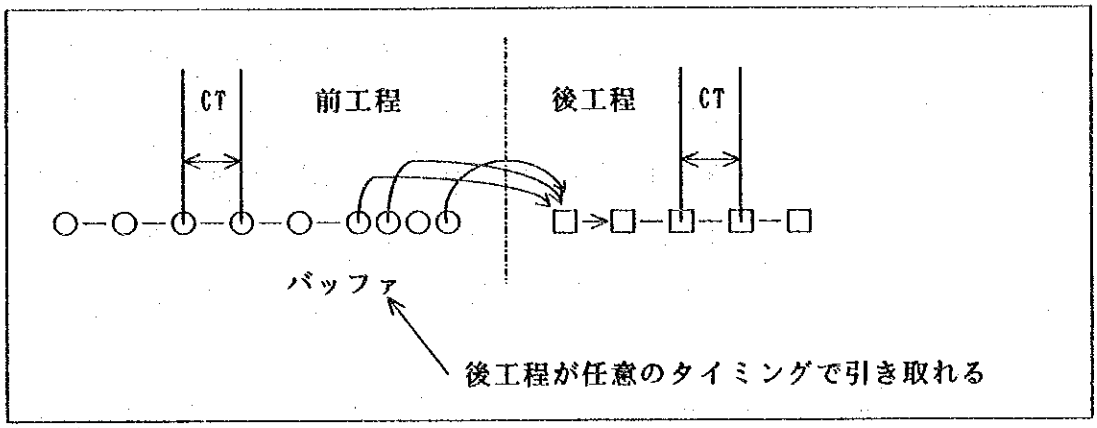
（工程の連鎖が、あらかじめ仕組まれたように進捗している形態を「同期」が取れているといい、その進捗速度を“ＣＴ：サイクルタイム”という。）

2)　工程数の削減

図Ⅳ－２－９－０７工程の連鎖の例に示した連鎖図にもとずいて、アイドルな工程の除去の実施を推奨する。また組立前工程の塗装工程での塗装乾燥時間は強制乾燥等の手段を講ずる事で工程数を短縮する等の工夫を行うべきである。

3)　バッファの設定

工程の部分的な進み、遅れを全体に波及させないために、あらかじめ範囲を設定して在庫を持つのであるから、バッファの条件は、後工程が任意のタイミングで引き取れるようにアキュームしていることである。図Ⅳ－２－９－０８にバッファの設定例を示す。



図Ⅳ－２－９－０８　　バッファの設定例

4)　バッファの管理

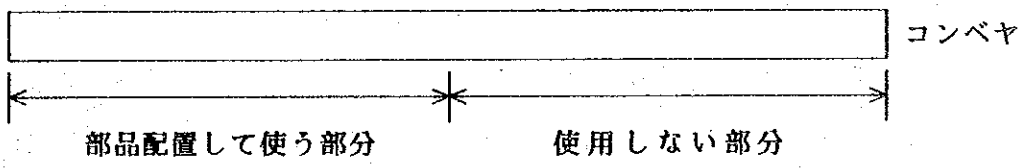
あらかじめ範囲を設定して在庫を持つということは、その日ラインが立ち上がる時には、設定量の在庫がある、という事でなければならない。前日の終業後に、その日使われてしまった数を仕込んでおくというバッファの管理方法を推奨する。

バッファをいくつ持つのが適切かという事は、そのラインの“強さ”によって決まる事であるが、ラインが“弱い”からといってバッファを過剰に持つ事は、問題点を潜在化してしまうので、バッファを過剰に必要とする原因の分析と問題解決を計らなければならない。

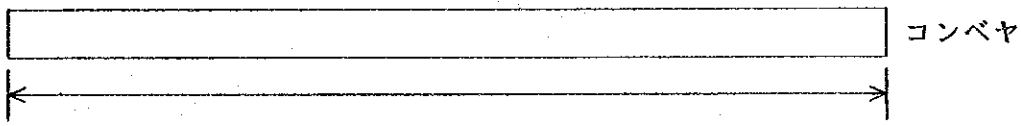
(7)　コンベヤの長さ

コンベヤは必要な長さだけ使う。工程数は、生産量（生産速度）に比例して決まるので、コンベヤの長さが何時でも一定という状態では当然ロスが出る。生産の計画は年次単位で行われるので、年次計画に従って必要なレイアウト変更を実施していく事を提言する。

1)　現在の生産量（生産量がコンベヤ能力の１／２の場合）



2)　生産量がコンベヤ能力一杯になった場合



部品等を再配置してコンベヤの全長を使用するようにする。

(8) 検　　査

ディーゼルエンジンを組付けるうえで、重要になるのは、各組付け部品の加工寸法、部品の結合に使用されているボルトの締め付けトルク、設計部門の指定した、嵌合部分のクリアランス、シール性能などである。これらは、内燃機研究所の設計要求を満足するものでなくてはならない。設計要求を満足するために、設計書で各部の寸法等の指示を行っているが、ライン上で確認するための計量器類が不足している。

必要に応じてチェックしながら、正しく組付けていくには、ボルト・ナットの締付けトルク確認用のトルクレンチ、部品組付け時の指定クリアランス確認用の計量器・治具類、潤滑油ポンプ能力および配管異常確認用ゲージ類、部品寸法確認用の検査器具・計量器等はすべて揃えて、作業時必要に応じて自己検査により確認出来るようにすべきである。

(9) 自動検測

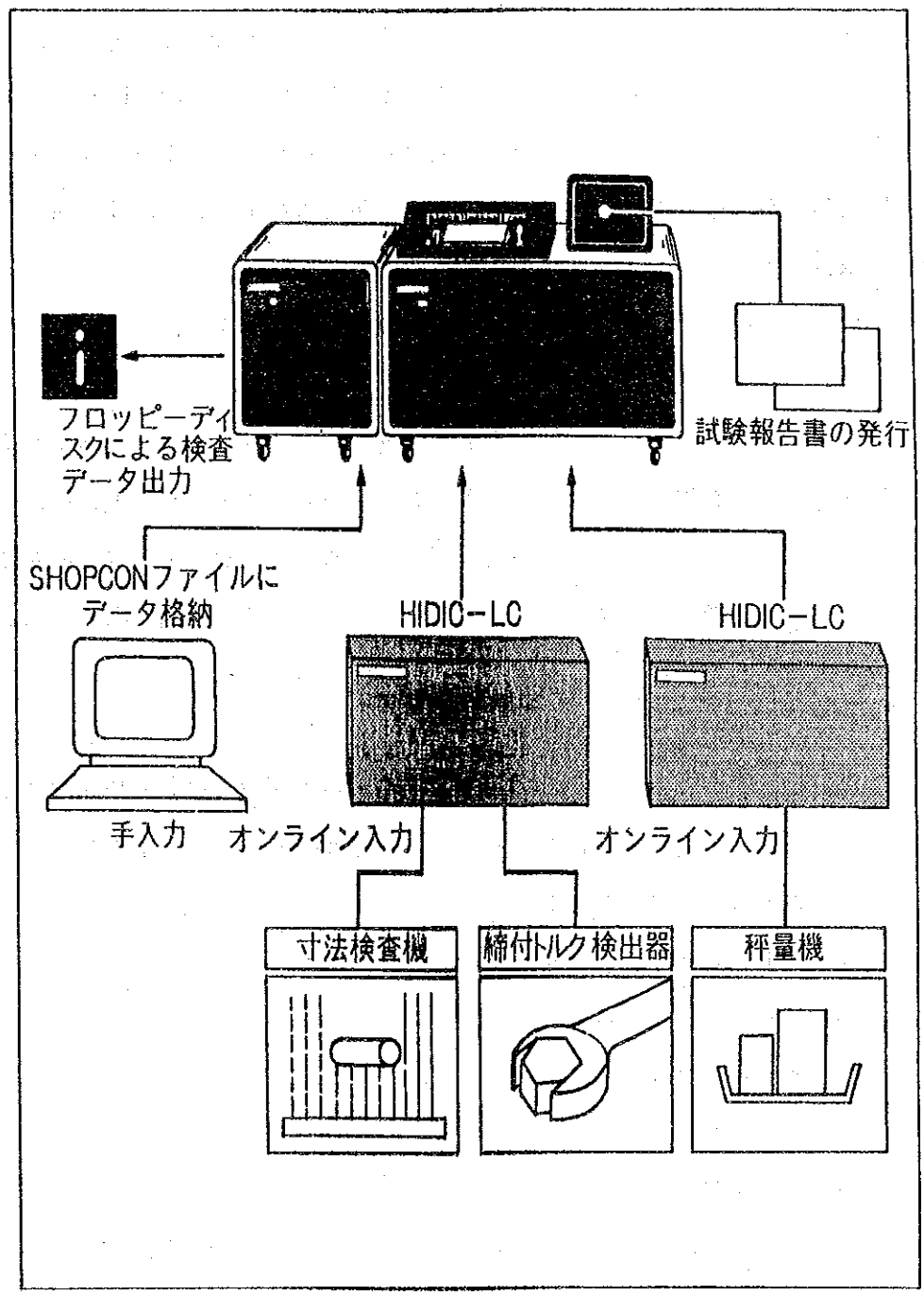
作業の効率化の一つとして、とくに品質向上のための対策が進歩し、検測業務がシステムの一つとして自動化されることでラインの効率が向上しつつある。

それは、少人化を進め、無人化を指向する先進国の企業にとって、合理化のネックとなっている検査業務を合理化し、効率のよい試験装置と検査情報の正確で速い生産工程や部材へのフィードバックを確実にするためのものである。

自動検測装置とデータをオンラインで収集解析するコンピュータの利用がシステム化されてきている。検査部門が独立し、品質の側面からこれを管理するのは当然であるが、今までの人力による加工品の各検測が、ＮＣやＣＮＣ機により自動検測が可能となれば、これに対応して、例えば寸法検査や締付けトルク、秤量、公差測定などのデータがオンラインで入力される。

このシステムの一例では各種試験計測値の自動処理、合否判定、データの統計処理、不良要因の解析をはじめ、テスト条件の設定と試験資料の作成や設備の異常箇所発見などが自動化される。図Ⅳ－２－９－０９は検査システムの一例である。

近い将来エンジンの試運転検査工程にこの様な装置を導入して検査業務を自動化することも検討する必要がある。



図Ⅳ－２－９－０９　　検査システムの一例

2-9-2　機械加工関係

(1)　機械配置のポイント

当工場の機械配置は工程系列にそって配置されており、生産品目別の機械配置であるが、この方式は製品別配置として、生産量が安定し、ライン全体としての流れがシステム化されることが必要となる。このためラインを編成する技術上の問題を解決して機械の配置を行われなければならないが、管理上の手間は少なく、ライン化はスムーズにできる。しかし生産量や製品の変更に対してフレキシビリティが少なく、専用設備の他への転用もできないという制約があるので注意が必要である。

(2)　稼働率を高める

機械加工工場では見かけの稼働率と実際の稼動率をよく区別し、正味の稼働率を上げることでラインの流れ化を図ることがポイントとなる。

稼働率を上げるということは、実際の稼動を多くすることで、準備や段取りの工数を減らすことであり、例えば４台の機械を２台の稼動で済ませる場合は、稼動台数は減っても実質的な稼動は返って増えることもある。したがって「眼でみる稼動」はよくても、品物を加工する時間だけを考えれば、たとえ休止時間があっても、「実際は充分な稼働率」といえることを理解する必要がある。

(3)　マテハンの原則（マテリアル・ハンドリング）

工場内の運搬は、目の届かない、加工品の材料の「取り出し」や「取り置き」に多くの人手がいるので、そこに注目することが必要である。ハードよりもソフトに重点をおく運搬を考える必要がある。

搬送には下記の５つの原則がある。

①　直線の流れをとる。

②　継続した流れにする。

③　人手を極限まで省く。

④　作業を集中化する。

⑤　生産を高めることをねらう。

いまある運搬作業を単純に機械化しても効果がない場合がおおいので、作業場や倉庫、仕掛品貯蔵所のや製品置き場などの多くの関連部署をトータルでみて、経済的なレイアウトを指向して運搬や搬送を見直す必要がある。

(4)　マテハンのシステム化

マテハンの状況を工学的に解析することは、きわめて大切で、工程間、設備間、職場間の効率のバランスを高め、生産性の向上を図るベースといえる。

解析のための手法には、運搬工程分析、作業工程分析、動作分析が基本となり、これに付帯して、経路分析、流れ分析、ストック分析、頻度分析、タイムスタディ及びレイアウト解析などがある。

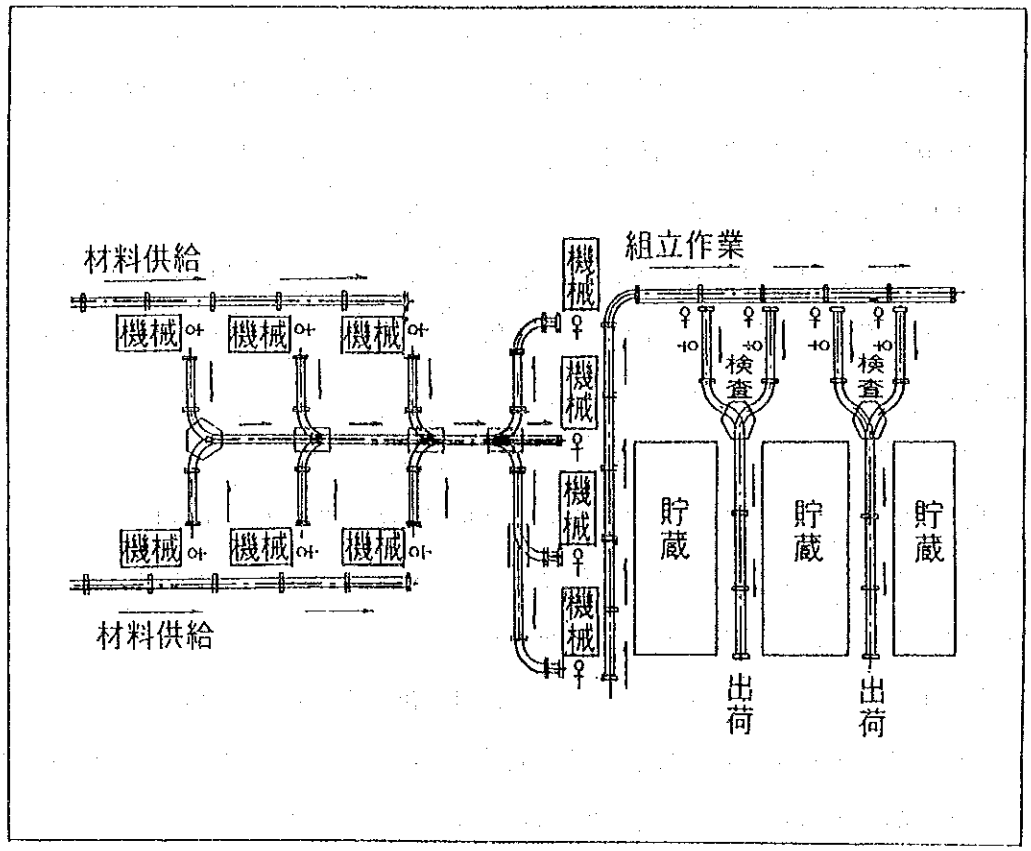
ハンドリングの内容や必要性と時間数は解析されなければならないが、広く、運搬内容治工具のセット状況、コンベヤの連結方法、材料の荷姿、パッケージ化の率なども十分に調査する必要がある。

(5)　コンベヤ

運搬に使用されるコンベヤは、コンベヤシステムと呼ばれるように、一つのシステム技術である。コンベヤによって製造工程を連結することで、ラインの距離のへだたりを感じない、流れを形成することができる。図Ⅳ－２－９－１０は、機械加工された部品が、組み立て作業工程に流され、保管と出荷の工程を各種のコンベヤーを使って連結することを狙った例で、機械と機械、工程と工程をつなぐコンベヤの効用は、最も経済的な搬送設備技術として進んだシステムであるといえる。

(6)　活性度の重視

運搬される貯蔵（ストレージ）の状態を、それが運搬しやすいかどうかの度合いで「活性度」と呼び、活性度の良い状態をたえず狙っていく事が大切である。例えば、車かコンベヤの上の物体は１ステップで「動」に移れるから活性が良いということになり、床に直に置かれた状態では、これを運ぶのに大へん手間がかかるので、活性がわるいということになる。品物を貯蔵または滞留させるときは、この活性を高めるようにしなければならない。活性指数の例を表Ⅳ－２－９－１１に示す。



図Ⅳ－２－９－１０　　コンベヤラインの例

表Ⅳ－２－９－１１　　活性指数の例

	まとめる	起こす	上げる	引出す	指　数
床バラおき	○	○	○	○	0
コンテナ	×	○	○	○	1
パレット	×	×	○	○	2
車	×	×	×	○	3
コンベヤー	×	×	×	×	4

(7)　システム化のポイント

工程技術上の大きな課題は、総合的生産のシステム化である。加工と組付の同期的なライン結合方法、材料の受入れと払出しの迅速化による滞留（仕掛品の量）をなくす方法、そして加工機械の負荷変動に対応するジョブの割当てやスケジュールリングなどは、いずれも、工場内の各工程のすべての情報の収集とその解析によるアクション対策の巧拙により決まる。ここでキメ手となるのは、情報のシステム化であるといえる。

工場のシステム化については、製造する品目の性質と、構成がベースになって、量産継続品と個別受注品とに大別されて情報システムが構成され、運用に弾力性を持たせるようになってきている。情報システムの流れをどううまく生産工程と品目にマッチさせてつくるかが、重要になってきている。

(8)　治工具の効用

治工具の作り方によって、生産性に大きな差が出てくる。例えば穴開け用の位置決め治具でもこれをつくることで２工程を１工程にすることができるだけでなく、数工程を１工程にすることもできる場合がある。

治工具、とくに治具は作業がやりやすいこと、どんな人でも簡単に使えること、精度のでるようにセットができることが大切である。

どんなに便利な治具でも、もし安全管理に欠けていると、何等かの事故につながる可能性があるので、安全性も大きな要素である。

現場の人に嫌われない治具をつくることも大切である。新しく治具を採用する場合、始めは熟練者ではなくて、経験のないものに使わせてみることがポイントである。このことによって、だれがやっても均一な加工ができる治具造りにつながりさらに、ベテランといわれる作業者が興味を示すことになって、治具使用の成果が上がることにつながる。

正しく、楽に使える事が治具の基本であり、考えたり骨を折る事なく使えることが、良い治具の基本である。

1)　整理、整頓、点検

工具については、対象物によって超硬質のものを使うか、ハイス（高速度鋼）を使うかを十分に選択して、切削圧力に耐えるものでないといけないことは当然として、なるべく多くのものを揃えることが必要である。また同一の工具のスペアーをもつよ

うにし、同一の工具を複数の作業者が使うことはなるべくしないほうがよい。

最も大切なことは加工物にあうように、標準化することであって、作業者の考え方をよく聞き、切削された状態を確認して最もよいものを選ぶようにしなくてはならない。　さらに、工具の整理、整頓は必ず行うように指導をして、一週間に一回は総点検して危険性や、ムリやムダがないことを確認しなくてはならない。

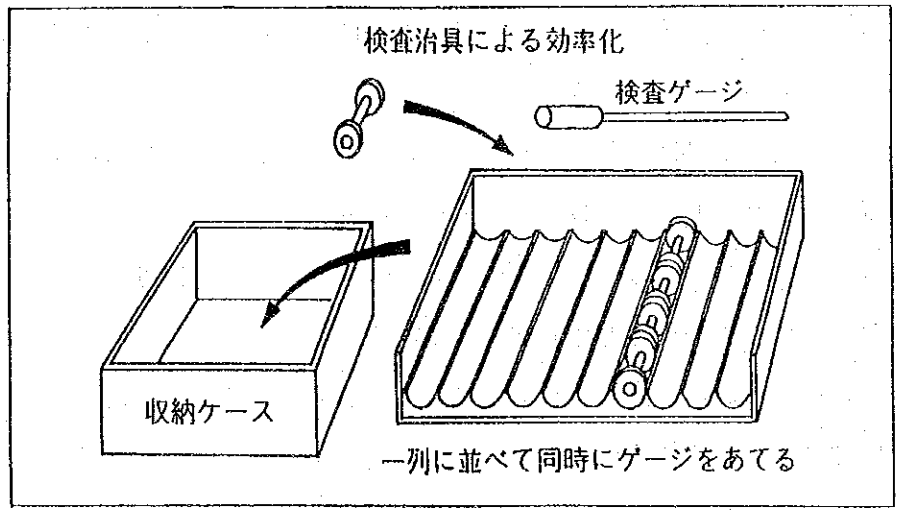
工具の点検と整備、整頓は、工具の寿命を伸し、精度のよい品物を作り出す基本であるということを認識する必要がある。

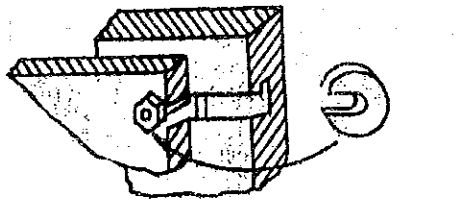
図Ⅳ－２－９－１２に治具考案による効率化の例を示す。

2)　治工具の標準化

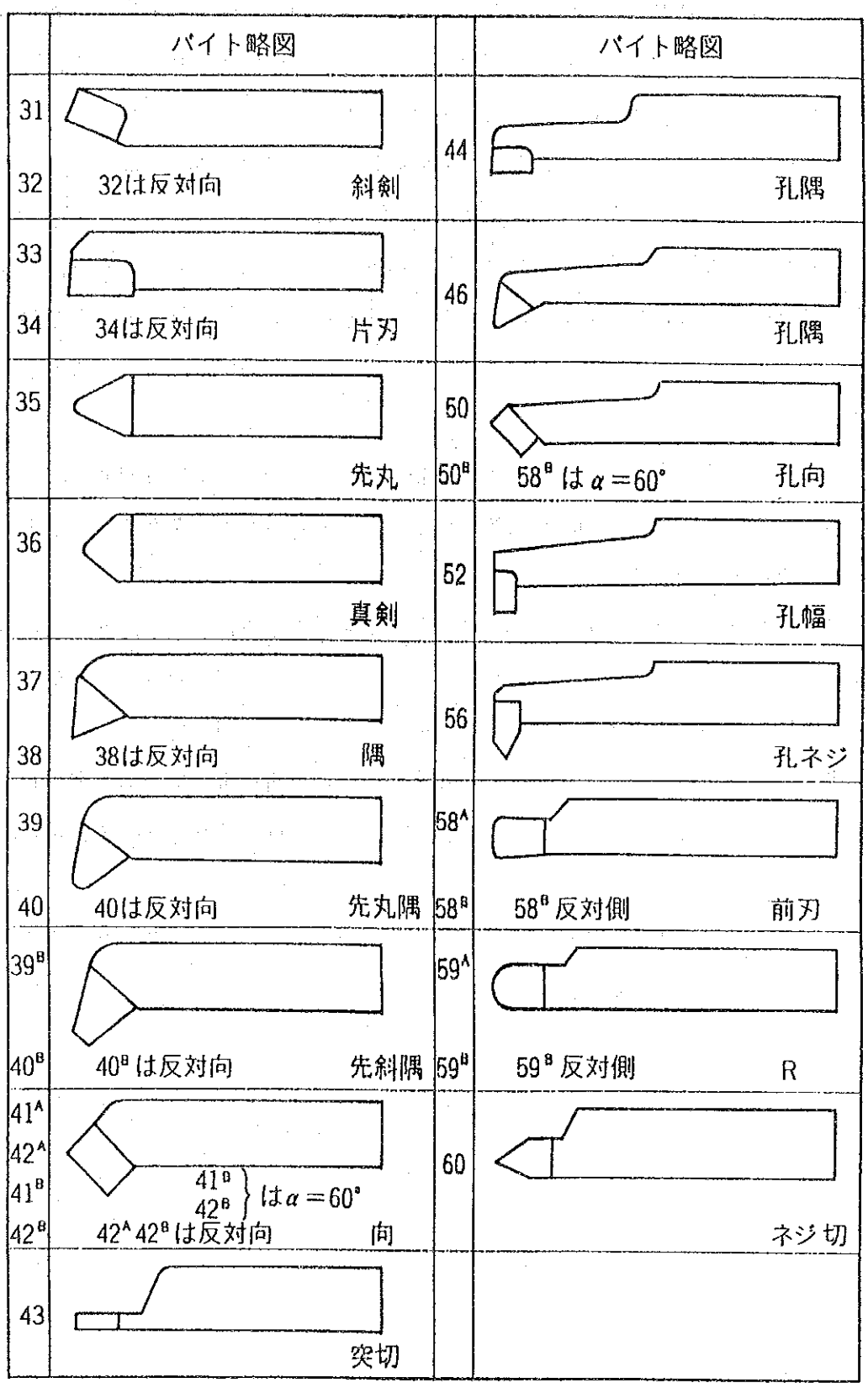
標準化による効率向上の一つに、治工具や型の標準化がある。特殊なものを除いて、治具や型の規格を作成し、これによって生産技術の精度を上げることが有効である。

当工場で最も一般的に使用されている工具はバイトであるので、このバイトについての規格のモデルを図Ⅳ－２－９－１３に示す。





図Ⅳ－２－９－１２　　治具考案による効率化の例



図Ⅳ－２－９－１３　　バイト規格例

(9)　標準作業

すべてムダを排除し、ものの流れを速くし、効率的な生産システムを確立するために、人・機械・ものを最も効率的に組み合わせた、標準作業が必要であり、動作の基準として必要十分な行動書・作業書が必要になる。

標準作業で大切なことは、だれにでも分かるよう、目で見る管理の状態にまず進めることである。それから外れた異常に向けて、改善のアクションを起こすことであり、たえず動作の標準化と改定を繰り返す事である。人・機械・ものの中で自由自在に動くのは人（作業者）だけである。したがって人を管理できれば効率的に生産が出来ることになる。標準があって、はじめて改善があり、好き勝手にやっているところに改善は存在しない。

標準作業の３要素は①タクトタイム、②作業順序、③標準手持ちである。

当工場ではすでに作業順序を決めているので、工程の適正なタクトタイムと標準手持ちをきめて、守らせる必要がある。

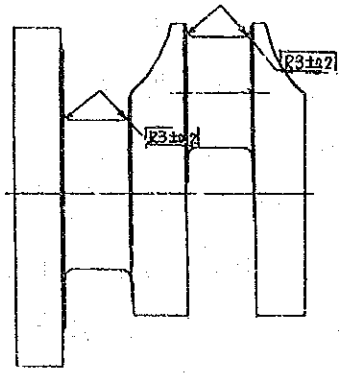
なお標準作業を行うために、作業者がその工程・作業を行う場合、とくに注意すべき急所をワークポイントとして、作業の手順にしたがって明示すれば、誰がやっても同じ時間で、同じ出来栄えで作業をすすめることができるので有効である。

当工場でも、作業を行う場合、とくに注意すべき急所を各工程の作業者の目につきやすいところへ、ワークポイントとして掲示し、標準作業の順守を推進する必要がある。

標準作業を推進するための目で見る管理の一つとして、図Ⅳ－２－９－１４にワークポイントの例を示す。

ワークポイント

重 ピン、ジャーナルR形状

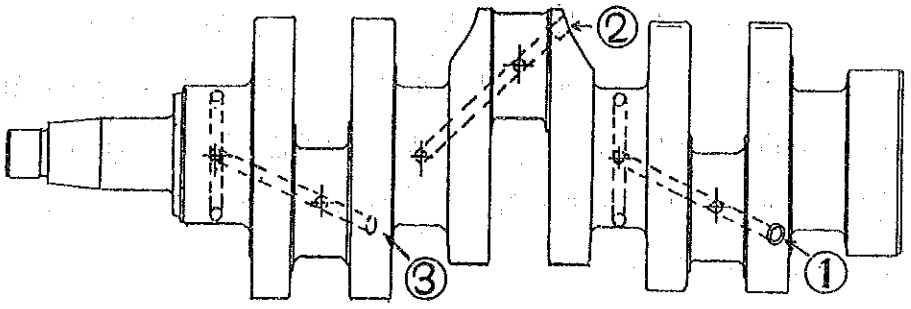


ピン部ジャーナル部R形状
R±0.2は良いか
必ず日1回確認のこと

※R形状が悪いと折損の原因となる

ワークポイント

クランクシャフト油穴清掃



ピン部ジャーナル部ゴミ除去されたか
金数印にて①②③と吹きつけること

図Ⅳ－２－９－１４　ワークポイントの例

(10) 加工工具

機械加工においては加工工具のノウハウが、その工場の加工の能力の限界を決めている、という意味で工具は加工技術の中では、基本となる重要なものである。

一般的には機械加工の能率と工具費はトレードオフの関係にあるので、過去の経験と実用テストの結果から、経済性を勘案して加工工具にマッチした加工条件を選定している。

しかし加工条件が任意にセットできる設備は、マシニングセンタ等のごく限られたものであり、その他のほとんどの設備は、工具の回転数・送り・切込み、などの条件はある程度限定されているのが実状である。そのため加工工具にマッチした加工条件の設定も理想的にはいかず、最初からはなかなかうまく加工できないのが実状である。

そのうえ加工の状況は、それぞれの工場・加工物・加工設備のちょっとした条件の変化によってクリチカル（Critical）に変わることが多い。設備を導入しても使いこなせないといった場合には、切削条件・切削工具・切削油等の選定をやり直して解決できる場合がある。

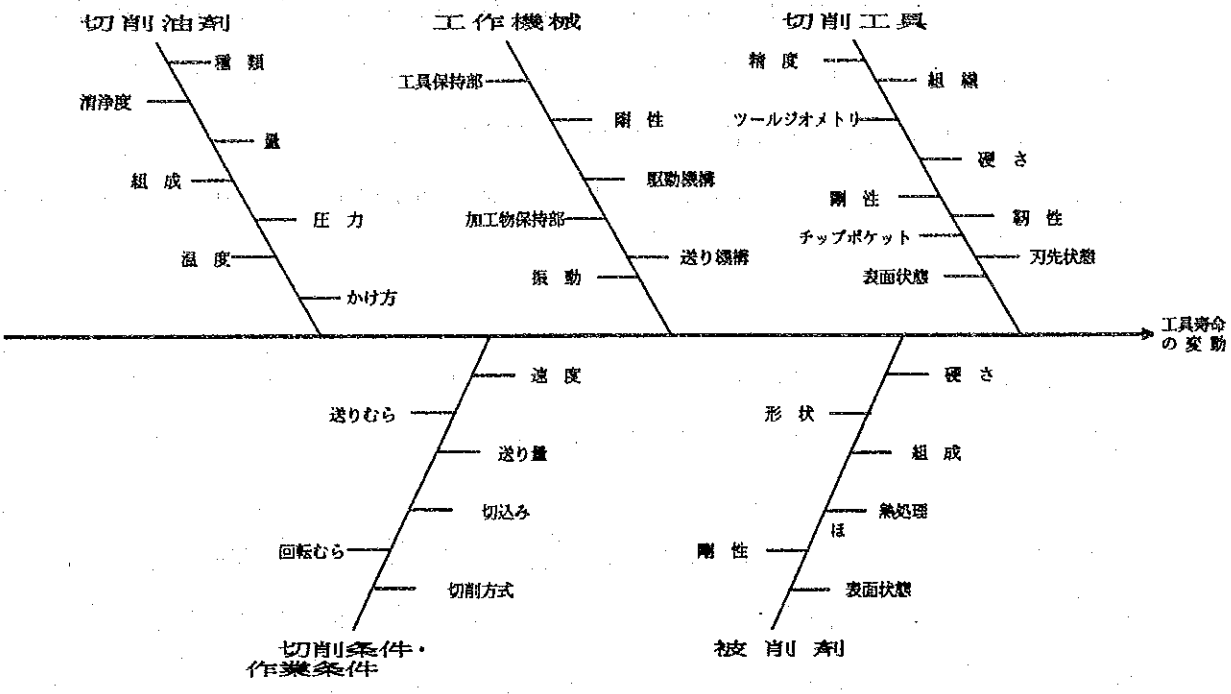
このように、加工においては工具と加工条件の選定を数回繰りかえして最適な組み合わせを決めていく技術も重要である。

当工場においても多数の工具が使用されているが、その使用状態にはかなりの問題がある事がわかった。そこで今後共多数使用されていくと思われるドリルに関して、技術の要点をあきらかにしておきたい。

1) 穴加工の要因と手順

調査時点では加工工具の破損が多く見られた、この穴加工において工具寿命を変動させている要因を図Ⅳ－２－９－１５に示す。この表の中で特に最初に対策することが望まれる要因は、工作機械の剛性、振動、駆動機構に関するものである。

基本に立ち返って加工の問題を解決するには図Ⅳ－２－９－１６に示す切削の手順を踏むべきである。



図Ⅳ－２－９－１５　　工具寿命の変動要因

どんなタイプの被削材か？

↓

どんな機能をもち、どんな形状に仕上げるのか

↓

どんな機械をどう使って加工するか ←

↓

工具はどんな工具を使うのか ←

↓

工具材料は何を選ぶか ←

↓

採用した工具は被削材に適した形状か ←

↓

切削条件をどう選ぶか ←

↓　　（各社カタログ参照）

各種剛性は十分か ←

↓

切　削

↓

加工物品位　　工具寿命　　切りくず処理　　切削抵抗

図Ⅳ－２－９－１６　　切削の手順

2)　穴加工の基本

工場にとって必要と思われる加工に関する基本的な事柄は、工具工場の担当者をはじめ、加工に関係するすべての作業者が知識として身につける必要がある。その為には、定期的に技術講習会等を開いて、技能、知識を一体の物として、定着させていく努力をしなくてはならない。表Ⅳ－２－９－１７に穴加工の分類とドリルに関する規格を示す。

ドリル関係の図、表は多数あるのでⅣ－２－９－２「機械加工」の最後に表示す。
（表Ⅳ－２－９－１７～図－２－９－３４）

当工場で使用している切削工具材は、高速度工具鋼：Ｗ１８Ｃｒ４Ｖ、超硬合金：ＹＴ１５、ＹＴ３０、ＹＧ６、ＹＧ８　合金工具鋼：９ＣｒＳｉなどである。このうちドリル材は高速度工具鋼：Ｗ１８Ｃｒ４Ｖである。表Ⅳ－２－９－１８にドリル材の分類と高速度工具項の特性比較を示すので、ドリル材の特性を良くつかんで使用する必要がある。表中でＳＫＨ５１がＷ１８Ｃｒ４Ｖに相当する。

各種のドリルの種類を図Ⅳ－２－９－１９にドリル各部の名称を、図Ⅳ－２－９－２０に、ドリル各部の名称に対応する作用を表Ⅳ－２－９－２１に示す。またシンニング形状について図Ⅳ－２－９－２２に、シンニングされたドリルのスラストトルクの測定結果とシンニングによる切削スラストの減少を表Ⅳ－２－９－２３に示す。

3)　新しいドリル

近年穴加工において、生産性の向上を目的として長寿命、高能率、高精度が要求されてきている。その対応の一つとして摩擦係数を小さくし、構成刃先や、圧着物が付着しにくくして、切削によって発生する熱の拡散現象を改善するためにドリルの表面に焼戻し温度に近い500 ℃前後の温度で、窒化チタン（ＴｉＮ）をコーティング処理し、表面が黄色の黄金（ゴールド）ドリルと呼ばれるものが、使われている。

当工場でも新しい設備を導入して、生産性を上げていくうえで新しいドリルの使用を検討していく必要があるのでここに紹介する。

表Ⅳ－２－９－２４に工具材料別の硬さと、硬質部質の特性を示す、また表Ⅳ－２－９－２５にＴｉＮコーティングの利点と性能を示す。

4) 下穴加工

許容スラストと下穴回数の例を表Ⅳ－２－９－２６に示す。送りの選定と切削速度の選定方法を表Ⅳ－２－９－２７に示す。

5) ツイストドリル加工のトラブル対策

当工場の加工で起きている各種のトラブルの中のツイストドリル加工のトラブルと要因対策を表Ⅳ－２－９－２８に示すので、トラブル対策の参考にされたい。

6) 深穴加工

深穴加工の場合には一般穴加工の切削条件よりも切削速度と送りを低減させる。その値を表Ⅳ－２－９－２９に示す。穴深さが深くなると切削中に発生した切削熱が蓄積され、切削点の切削温度が高くなる。したがって、切削条件を低減し、切削温度の上昇を防止しなければならない。

一般に穴深さ５Ｄ以上の深穴加工ではドリルの溝に充満する切り屑の排除と切れ刃の冷却を行うためにステップフィードを採用する。表Ⅳ－２－９－３０に穴あけ深さとステップフィードの深さの関係を示し、ステップ回数とドリルの寿命の関係を図Ⅳ－２－９－３１に示す。

7) 切削油材の給油方法

深穴加工では、ドリルの寿命におよぼす切削速度、送りステップフィードなどの影響は大きいが切削油剤の浸透と給油方法も重要である。図Ⅳ－２－９－３２は切削油剤の注油位置と方向を示したものである。

8) 深穴加工用のドリルのトラブルの原因と対策

当工場の加工で発生している深穴加工用のドリルの損傷原因と対策を表Ⅳ－２－９－３３に、深穴ドリル加工における穴の曲りの原因と対策を表Ⅳ－２－９－３４に示す。

(11) 切削油剤について

当工場で今後ますますその使用の増加が見込まれ、使用方法が加工のポイントとなっていくと考えられる切削油に関して、技術の要点をあきらかにしておきたい。

切削油剤については、今後益々その重要性は高まっていく事が考えられるので、切削油剤を取り扱う担当者には、定期的な技術講習会等の場で切削油剤の有効利用技能と知識を身につけ、活用していく事が必要である。切削油剤の作用と効果はつぎのとおりである。

切削油剤の作用と効果

1) 潤 滑 作 用

工具と切り屑の界面の潤滑→摩擦力、摩擦係数の低下

摩擦角の減少、剪断角の増加、切り屑厚さの減少

切り屑の連続性の増加とそれによる振動の減少

切削抵抗と動力の低下

発熱量と温度の低下

工具摩耗の減少

構成刃先の消失または小形化による仕上げ面粗さの向上

2) 冷 却 作 用

切削に費やされるエネルギの大部分は熱に変わり、温度を上昇させるから冷却してやれば、熱膨張を減らして寸法精度の低下を防止する。

工具の刃先温度を低下し刃先の軟化を防止→工具寿命の延長

ただし場合によっては、工具内の温度勾配を急にするので大きな熱応力が発生→き裂発生

刃先温度を下げたために構成刃先が発生→仕上げ面粗さがかえって大きくなる

等のマイナス効果をもつこともあるので注意を要する。

3) 切り屑の排除

切り屑は切削油剤で流し去ることによって、流出経路につまったり、仕上げ面を傷つけたりするのを防止できる。ガンドリルやＢＴＡドリルによる深穴加工ではこの切り屑の排除が決定的に重要である。ポンプで加圧した油剤を大量に流す。自動盤やフライス盤による小物加工でも、切削油剤による切り屑の排除は有効である。

4) 界 面 効 果

「固体の表面にある種の液体が付着しているとその表面は塑性変形を起こしやすくなり、押し込み硬度が減少する場合がある。これは吸着した液体分子が表面エネルギを減少させるので新生面ができやすくなり、また一度発生したクラックの表面に液体分子が吸着すると再溶着できなくなるためである。」と解釈されている。このような界面効果は発見者の名前にちなんでRebinder

効果と呼ばれるが、今も不明な点が残されている興味ある現象である。

切削油剤の性能および作用と効果は下記の通りである。

① 不水溶性切削油剤（不水）と水溶性切削油剤（水切）の性能の比較を表Ⅳ－２－９－３５に示す。

② 水溶性切削油剤（水切）の各種性能に対する影響因子を表Ⅳ－２－６－３６に示す。

③ 突切り試験における切削油剤と工具摩耗の関係を図Ⅳ－２－９－３７に示す。

④ 切削油剤とタッピングトルクの関係を図Ⅳ－２－９－３８に示す。

⑤ 切削油剤のイオウ量と工具寿命の関係を図Ⅳ－２－９－３９に示す。

(12) 測定の自動化

最近の検査測定技術は高度精密測定と計測機器による評価技術の発展により大きな変化がみられる。

最近の加工技術の発達は、単なる寸法精度だけでなく、形状精度や表面精度についての精密測定が要求されてきており、管理や制御の自動化に伴って、加工品の加工法と測定法測定条件値を含めた計測システムが作られるようになった。旋盤、研削盤等に見られるような加工機能と計測機能を併設した精密設備のように超小型制御機構内蔵の加工機を使用して、加工、測定、検査、品管の省力化技術を工程に取入れていくことが必要である。

これと対応して従来の検査測定業務も、検査設備、加工設備、加工機械の精度維持、治具の導入などで、なるべく検測を不要とする生産システムを形成するようになるに違いない。例えば、自動化システムにおいて、加工性能の向上と共に、自動測定装置が大きな役割をもつようになってきている。例としては、組立て機種のバーコードの検出、加工機の主軸用の触針式検知のための測定装置がある。また、自動測定装置で、工具の補正を行う装置、工具破損検出装置などの効率運転システムが取り入れられる事によって検測の自動化が進んできている。

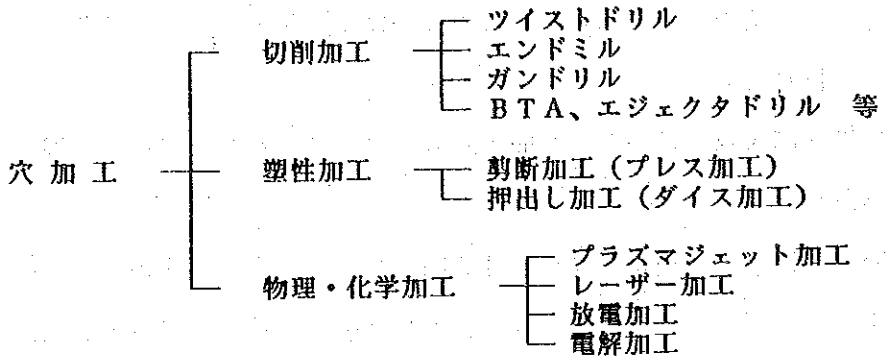
表Ⅳ－２－９－１７　　穴加工の分類とドリルに関する規格

1. ドリル（Drill）の定義

1-1. ドリルについて

ＪＩＳ（日本工業規格）用語では、金属切削用ドリル（Drill ）は先端に切れ刃を持ち、ボデーにその切りくずを排出する為の溝を持ち、主として穴加工を行うのに用いる工具をいう、と規定してあります。

現在、機械工業において使用される切削工具はフライス、バイト、エンドミル、ドリル等各種ありますが、その中でもドリルの穴加工が全体の切削加工において大きな比率を占めています。しかしその割にドリルの仕組み、内容はあまり知られていません。従って穴加工のノウハウ等は、現場的技能の段階に止まっている部分がかなり多いといえますが、ドリルほど穴加工において簡単に、かつ安価に加工出来る工具は他には見あたらないと言えるでしょう。



穴加工の分類

1-2. ドリルに関する規格

（イ）日本で使用されている規格と内容

1. ＪＩＳ（日本工業規格）

①Ｂ０１７１…ドリル用語

②Ｂ４３０１…ストレートシャンクドリル
　　0.2 ㎜以上13.0㎜以下のねじれみぞをもつストレートシャンクドリルについて規定

③Ｂ４３０１…ストレートシャンクドリル　Ｆ形
　　0.2 ㎜以上2.0 ㎜未満のストレートシャンクドリルのＦ形について規定
　　※旧 JIS B 4312 小径ストレートシャンクドリルを改正したもの

④Ｂ４３０２…モールステーパシャンクドリル
　　2.0 ㎜以上75.0㎜以下のねじれみぞをもつモールステーパシャンクドリルについて規定

※市販されている標準ドリルは、上記 JIS B 4301, B 4302 規格に準じて製作されたものです。

2. その他規格

①ＩＳＯ（国際規格）

②ＴＡＳ（日本工具工業会規格）

（ロ）外国で使用されている規格

①ＤＩＮ…ドイツ工業規格　　③ＧＯＳＴ…ソ連規格

②ＢＳ……イギリス規格　　④ＡＳＡ……アメリカ標準規格

表Ⅳ－２－９－１８　　ドリル材の分類と高速度工具鋼の特性比較

ドリル材

切削工具材とドリル材
切削工具材としては多種ありますが、各種切削工具の用途に適した工具材を選択することが必要です。
一般に、製造方法や化学成分により下記のように分類されます。

1. 工具鋼　(a) 合金工具鋼……ＳＫＳ、ＳＫＤ、ＳＫＴ
　　(b) 炭素工具鋼……ＳＫ
　　(c) 高速度工具鋼…ＳＫＨ

2. 超硬合金……Ｐ種、Ｍ種、Ｋ種等

3. 超硬質合金

4. その他

高速度工具鋼の特性比較

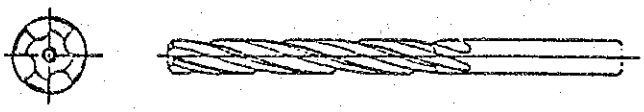
JIS	AISI	特性比較				主な用途
		耐摩耗性	耐熱性	靭性	研削性	
SKH2	T1					一般切削工具
SKH3	T4					耐熱性を必要とする切削工具
SKH10	T15					高硬耐材切削工具
—	M1					被切削性が良好な切削工具
SKH51	M2					靭性を必要とする切削工具
SKH52	M3					靭性を必要とする切削工具
SKH58	M7					耐摩耗を必要とする切削工具
SKH55	M35					耐熱性を必要とする切削工具
SKH56	M36					高速重切削用工具
—	M34					高速重切削用工具
SKH59	M42					高硬耐材切削用工具
SKH57	—					耐摩耗を必要とする切削工具
粉末高速度工具鋼						耐摩耗を必要とする切削工具

1. ドリルの種類

・タング付きドリル

ドリルドライバーに取付可能。その他、テーパシャンクドリルの使用数量の削減による工具コストの低減、加工精度の向上及び工具交換時間の短縮に威力を発揮する。

・多溝コアドリル



既にあけられている穴や鋳抜き穴等の繰り拡げの他、加工精度が良いため、リーマの下穴加工用としても用いられる。主として、三つ溝及び四つ溝がある。

・ステップドリル

皿小ネジや六角穴付きボルトのバカ穴と皿モミ及び座ぐり加工が一工程で可能。用途に応じ、種々の捩れや三段・四段のドリルも製作可能。

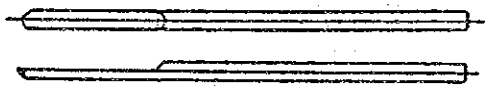
・ダブルマージンドリル

ドリル外周部に4ヶ所のマージン部があり、真円度、真直度が要求される穴加工に最適。

・サプランドドリル

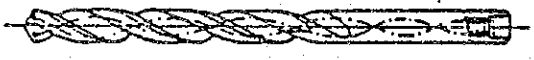
ステップドリルと同じ用途に用いられるが、小径部の切刃を構成する溝を別に備えている為、再研磨を重ねて短くなるまで使用可能。

・半月形ドリル



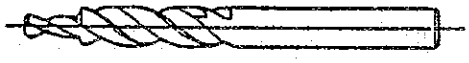
半月形をした一枚刃でアルミニウムダイキャスト、亜鉛ダイキャスト及び真鍮に用いられる。φ6㎜以下位で細いもの、複雑な形状に最適。

・油穴付きドリル



深穴加工に最適。標準ドリルに比べ、切削寿命が長い、ステップフィードが少なく作業能率向上、穴の仕上げ面が良いこと等が特長。

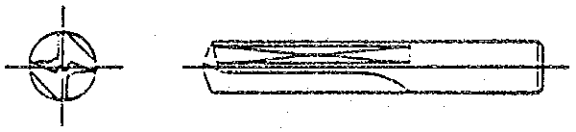
・パイロット付きドリル



パンチ穴等の下穴にパイロット部を倣わせて段付き穴、又は穴の繰り拡げに使用。

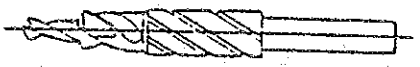
図Ⅳ－2－9－19　　1／3　ドリルの種類

・バニシングドリル



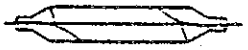
高鋼性、ダブルマージン構造なので、ガイド性に優れ、アルミ及びアルミ合金、鋳鉄の真円度・加工面粗さ等の高精度穴加工が可能。ねじれ刃、段付形状等各種製作致します。

・ガイド付きドリル



溝の切り上がり後部より、円筒ガイド部を設けた設計で、真円度・真直度が要求される穴加工に最適。

・センター穴ドリル

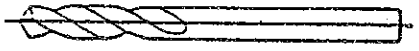


旋盤、研削等のセンターを必要とするセンター穴加工や、ドリル喰い付きのポイント穴加工に使用。

・ネジ洞ドリル

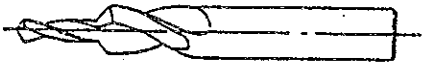
シャンクがネジになっており、エアードリルによる狭い空間の穴あけ作業に最適。主として航空機などのリベット穴加工に使用。

・スターティングドリル



ドリル穴加工前の位置決め精度の高いセンター穴加工をするために設計されている。ドリル径よりも小さい面取り径の面取り加工も可能。

・カウンターシンクドリル

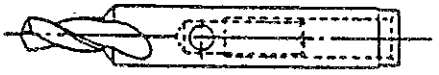


主に航空機接合部のリベット穴の皿モミ作業に使用。

・木工用ドリル

木材の穴加工で最も重要な要素である切りくずの排出性を配慮し、設計されている。

・スペースマチックドリル



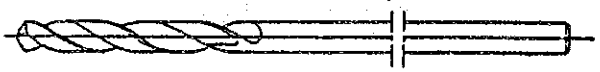
シャンク部に引きネジを設け、エアードリルで航空機接合部のリベット穴と皿モミの同時加工に使用。

図Ⅳ－２－９－１９　　２／３　ドリルの種類

・ローソク研ぎドリル

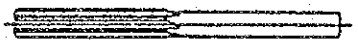
穴加工の際に生じやすい、バリやカエリを防止するよう、特殊な先端形状に設計されています。電気ドリルやエアードリルによる穴あけにも使用可能。

・エクステンションドリル



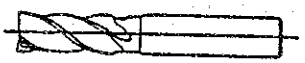
シャンクに熱処理を施して、スプリング効果を持たせ、たわみが生じた際にすみやかに復元するよう設計されています。深い位置の穴あけに最適。

・各種リーマ



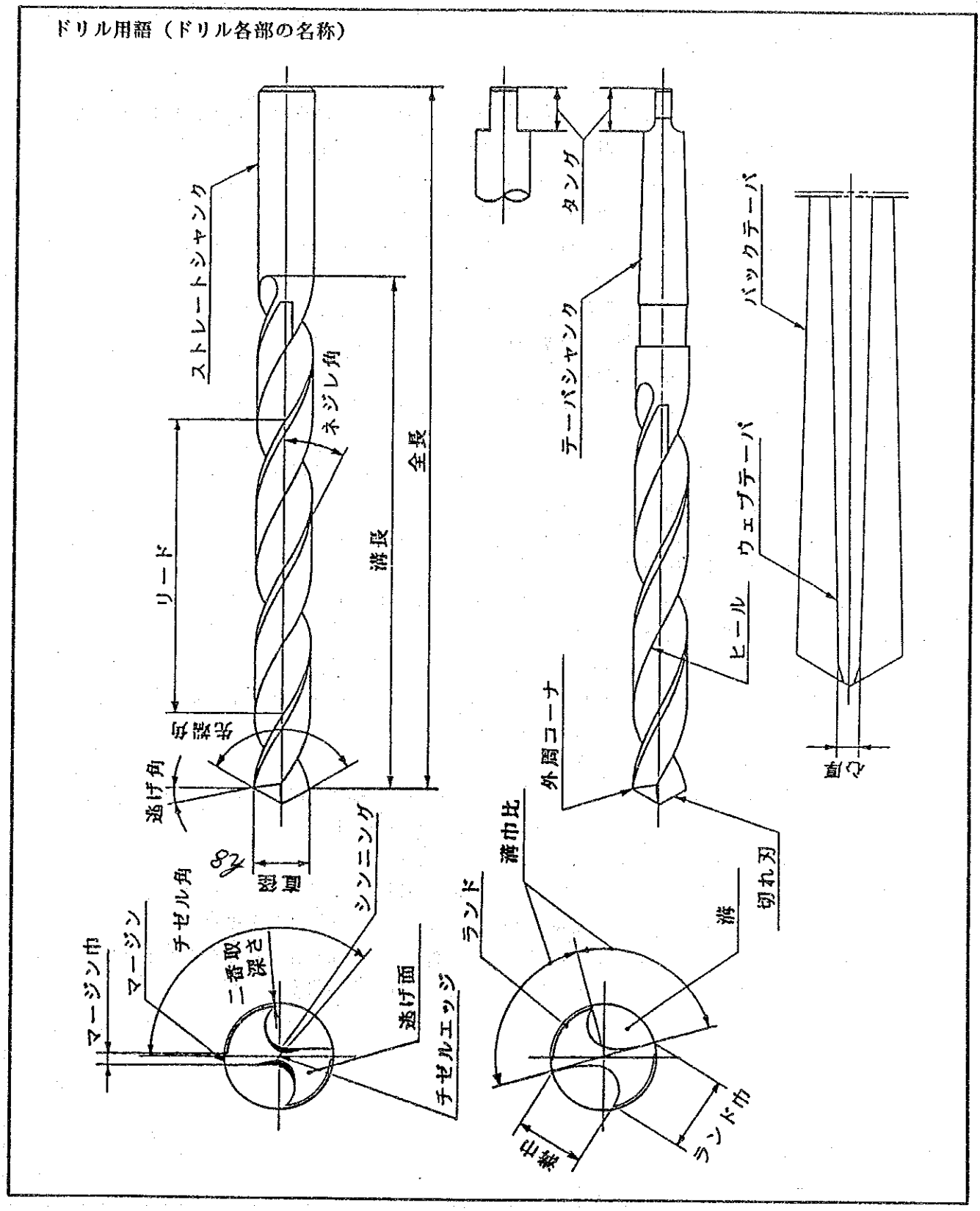
マシンリーマ、ドリルリーマ、サブランドバニシングリーマ、段付リーマ、パイロット付きリーマ等各種製作致します。

・各種エンドミル



ストレートシャンクエンドミル、テーパシャンクエンドミル、段付きエンドミル等各種製作致します。

図Ⅳ－２－９－１９　　３／３　ドリルの種類



図Ⅳ－２－９－２０　　ドリル各部の名称

表Ⅳ－２－９－２１　　ドリル各部の名称に対応する作用

ドリル各部の名称及び作用

- 直　　径：刃部先端外径の寸法。
- 全　　長：軸に平行に測り、通常先端切れ刃の外周コーナからシャンク末端までの長さ。
- 　　溝　　：隣り合った切れ刃とヒールとの間のへこんだ部分。
- 溝　　長：軸に平行に測った溝の長さ。
- シャンク：ドリルの柄部で使用に際し保持する部分。
- タ　ン　グ：シャンクの後端に設けられた平たん部。ストレートシャンクの場合は、テノンと呼ぶこともある。
- リ　ー　ド：ねじれのつる巻き線に沿って軸の周りを一周するとき、軸方向に進む距離。
- 二番取り深さ：ドリルの外周から二番取り面までの深さ。
- チゼルエッジ：二つの逃げ面の交線。
- バックテーパ：刃部の後方に向かって外径を細くするテーパ。
- 溝　　幅：軸直角断面上の、溝をまたぐ幅。
- ラ　ン　ド：リーディングエッジからヒールまでの堤状の幅を持った部分。
- ランド幅：軸直角断面上のランドの幅。
- マージン：ランド上の二番取りをしていない円筒面部分。
- マージン幅：軸直角断面上のマージンの幅。
- 溝　幅　比：ドリルの先端におけるランド部に対する溝部の比。
- 心　　厚：ドリル先端部でのウェブ厚さ。
- ウェブテーパ：刃部の後方に向かってウェブを厚くするテーパ。
- シンニング：ウェブの先端を特に薄くした部分で、切削抵抗を少なくするためのもの。
- 外周コーナ：ドリルの外周と切れ刃が交わる点。
- 切　れ　刃：すくい面と逃げ面との交線。
- 逃　げ　面：切り込んで行くとき、工作物との不必要な摩擦を避けるために逃がした面。この面とすくい面との交線が切れ刃を構成する。
- ヒ　ー　ル：二番取り面と溝によって形成される交線。
- 先　端　角：ドリルの軸に平行な面に、切れ刃を平行にして投影したときの角。
- チゼル角：ドリルの端面から見たときに、チゼルエッジと切れ刃とのなす角。
- ねじれ角：リーディングエッジとこの上の一点を通るドリル軸に平行な直線とがなす角。
- 逃　げ　角：外周コーナにおいて、軸直角断面と逃げ面とがなす角。