

少量生産に於ける合理的工作法

中日本重工業株式会社
神戸造船所技師

小 菅 敏 孝

(田 中 教 授 紹 介)

目 次

1. 緒 言
2. 機械加工工数を減少せしめる方法
 2. 1. 工程管理
 2. 2. 機械作業の能率向上と工作機械の選定
 2. 3. 工員の熟練度の活用
3. 仕上作業の分析と減少方法
 3. 1. 仕上作業発生原因
 3. 2. 工作誤差
 3. 3. 形態誤差
 3. 3. 寸法誤差
 3. 5. 品質管理
 3. 6. 嵌合の不適合
4. 互換性に就て
 4. 1. 嵌合部の精度と確率
 4. 2. 互換性と重点的工作法の採用

1. 緒 言

大型の機器の生産には多量生産を行い得ないものが多い。又我国の現状に於ては設備の活用上製品を大型化し少量生産することが寧ろ有利な場合も屢々起る。この様な場合に於ても、先づ多量生産の工作指針である“作業を分析標準化し、同種作業を少しでも連続繰返し行われ、且各作業間の時間的、距離的無駄を可及的に排除する”ことを適用出来ぬか詳細に作業を分析検討すべきである。然し少量生産に於ては多量生産と同様な方針のみで生産方法を計画すると製作期間、生産費等に於て却つて不利となることを往々にして経験する。この様な場合多量生産と異り如何なる工作法に重点を置けばよいかを検討する。

少量生産品が多量生産されたものに比較し劣る点は、機械加工、工数の増加仕上作業の著しき発生及び製品の互換性の欠陥である。この三つの欠点を除くためには如何にすればよいかを検討し少量生産を指導すべき工作方針を説明する。

少量生産に於ては工程管理に最も重点を置くべきであるが本講習会の目的よりして、工作技術的な点のみに主

として論述することを了承されたい。

2. 機械加工工数を減少せしめる方法

2. 1. 工程管理

機械加工工数を減少せしめるには工作機械の時間的使用率を先づ向上せしめ、次に更に進んで内容的切削能率の改善を計らねばならぬ。多量生に於ては所謂流れ作業方針を採用することにより容易に管理出来るが、少量生産には流れ作業方式をそのまま採用出来ることは稀である。然し多量生産の場合と同様に工程分析、作業時間分析、作業動作分析を行えば自ら無駄の発見が出来る。この様にして多数の少量生産過程を検討した結果大型製品の少量生産には次の特長が有ることを認める。

(a) Storage Reservoir 付き生産管理法。

生産様式を水に流れに比喻すれば多量生産は連続した定常流であり少量生産は非定常流である。非定常流は貯水池(Storage Reservoir)を設け流れの安定性を増加せしめると同様に生産方式としても不良発生や工作能率の不均衡を是正するため予備的要素を保有する必要が少量生産管理には生じる。この予備的要素としては経営、設計、資材、設備及び人的要素等のいづれの方面にも設けうるが、このいづれを選定するかは、原価計算を参照しつつ管理者が決定しなければならない。

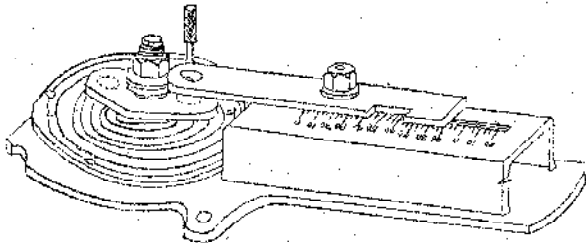
(b) 工程分割法

多量生産に於ては工作機械の活用及工員の熟練度の低下を計るため工程を分割し単能化を計ることが得策であるが大型部品の少量生産に於ては取付、段取替え等の準備時間が多くなると及び取付替えの際取付条件の差違に依り歪発生状況が異り却つて製品の精度を低下せしめる等の理由より作業工程数を極力減少せしめることが却つて有利な場合が多い。

2. 2. 機械作業の能率向上と工作機械の選定

工作機械の時間的使用率の向上を検討する爲、先づ某機械工場に於ける作業分析の一例を第1表に示す。この例にても明な如く機械作業中の約30%は準備時間であつて、これを少くするため多量生産にては工作機械の専門

化、治具の完備及仕上削り作業の容易と計測回数⁽¹⁾の減少計るため可及的に研磨盤の採用に重点を置く。少量生産に於ては工作機械の専門化は計れないが同種作業を可及的に集め又調節装置を付した治具を考案することに依り少しでも分業化を計ることは有利である。例えばボルト、ナット集の如きものを作り旋盤でねじ切り作業せるもターゲット旋盤或は更にねじ切りフライス盤作業に



第1図 フランジ孔明装置

変更する或はフランジ集を作り第1図の要領の孔明治具を考案して作業を容易にする。次に計測回数⁽¹⁾の減少及仕上作業を容易ならしめるため研磨盤を使用するは有効であるが、研磨盤は作業に制限を受けること多く遊体となる危険性が增加することを常に注意せねばならぬ。又具の位置定め装置を付した取付具を採用すること又は切削状態より仕上寸法を推定する方法を作業者に体得せしめる等の方法も得策な場合がある。

次に内容的切削能率の向上の問題は切削容積の向上を計るは勿論のこと多変化も重要である。従つて漸次旋盤はターゲット旋盤に、形削盤、平削盤はフライス盤平削型フライス盤に変化しつつある。只多変化に閉し注意すべき点は工具整備の良否であつて前記の機種轉換の成否は多変化工具の管理法の優劣に依ると言うも過言でない。

2. 3. 工員の熟練度の活用

多量生産では未熟練工にても容易に工作し得るように工作機械及治具を計画すべきであるが少量生産に於てはこの方式が余りに準備計画を増加せしめ全工作費を却つて高めることがある。熟練工の勤に依ることは危険であるが本講習会で田中博士が講演せられる「機械工作の基礎」を体得せしめた後各自の工作機械の特長及加工部品の重要部位を熟知せしめ工員の熟練度を高めることは有利である。

3. 仕上作業の分析と減少方法

3. 1. 仕上作業発生原因

機器の製造には機械工作と組立運轉作業さえあれば充分であつて仕上作業は原則的には不要である。然し少量生産では機械工作の不備を修正するため必ず相当量の仕

上作業を必要とする。これが我國の機械工業製品が歐米諸國のものより原價高となる原因の一つでもある。

仕上作業の発生する原因を詳細に探究すると工作誤差の修正と嵌合の不適當に帰因することが判明する。

3. 2. 工作誤差

工作誤差を分類すれば形状誤差、寸法誤差及び表面粗さとなる。これらは互に關連し合つていて、いづれかの誤差を少くすれば、いきおい他の誤差も少くなる。然しこの三者のいづれに重点を置き機械工作を行うべきかは製品の数量、大きさ壽命等種々の点から吟味すべきであるが特に製品の大きさは重視する必要がある。即ち大型製品の少量生産に於ては形状誤差と寸法誤差に重点を置くべきであつて、表面粗さは特殊の場合を除き二次的に考うべきである。

3. 3. 形状誤差

機器の部部品に許容される形状誤差は設計、機械工作組立、運轉作業等の種々の見地より充分検討の上決定すべきであつて、各機器に付き異なるが形状誤差を生ずる原因としては工作機械より生ずるもの、工作機械へ製品を取付ける際の取付力に依るもの、工作物の重力又は切削力に対する剛性不足により生ずるもの、工具の磨耗或は熱膨脹に依るもの及び材質の不均一に依るものに分類出来る。

(a) 工作機械より生ずる形状誤差

工作機械の各部分にはその幾何学的形状の不正、或は遊隙等の静的検査法で発見される形状誤差がある。これは工作物の長さに関して現われるものと遊隙の如く長さに関係のないものがある即ちこの形状誤差を δ' とすれば

$$\delta' = A + BL \dots\dots\dots (1)$$

(但A, B は各工作機械に就ての常數、Lは工作物の長さを示すこの式で近似的に與えられる。

更に切削する加えたときは奥島博士が確立された剛性の影響に依る形状誤差 δ'' を生ずる。

$$\delta'' = (A' + B'/L)P \dots\dots\dots (2)$$

(但A', B' は各工作機械についての常數、Pは形状誤差に影響する切削分力)

結局工作機械に依り工作物に生ずる形状誤差 δ は次式に依り近似的に現われる。

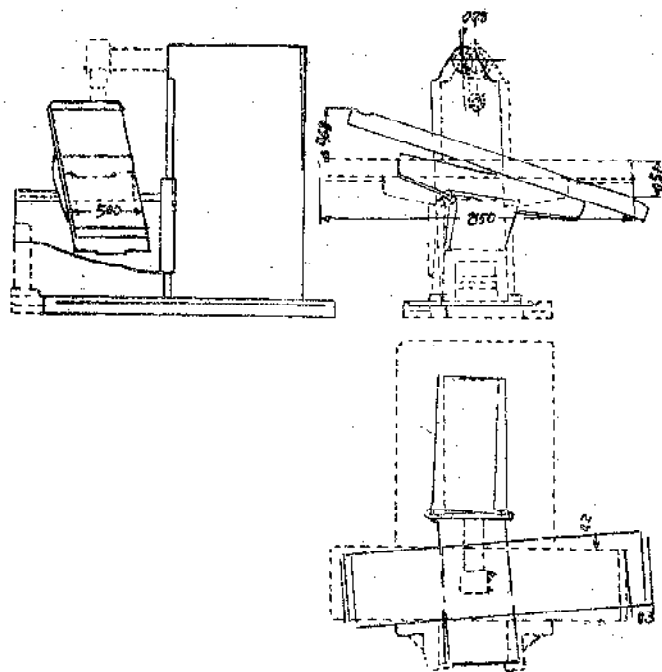
$$\delta = (A + BL) + (A' + B'/L)P \dots\dots (3)$$

工作機械は一般に使用すれば精度が低下し又作業者に依り同一の工作機械にても発生する形状誤差を異にするから後述する要領に依り工作機械別に管理図を定期的に作成し検討すべきである。この際機械側より発生するものとしては上記の(3)式に示される如くLとPとの關係を考慮しつつ吟味すると原因を追求し易い。

このほか大型の形状複雑なる工作物に対しては室温、切削熱等の温度の影響及び工作機械の各部軸受の油膜の影響も等閑に附せられぬことが多い。

次に少量生産に専ら用いられる汎用工作機械に依り生ずる形状誤差に就ては G. Schlessinger 博士の検査法を比較検討すればその傾向を了解し得るが次記の如き特殊な使用方法をすれば工作物に與える形状誤差を特に小さくし得る例えは

- (i) 旋盤で船用推進軸の如く両端面と軸中心線の直角度の重要なものを工作する際は主軸の推力軸受の影響を除くためチャック仕事よりもセンター仕事を選ぶとよい。
- (ii) ボール盤で孔を明ける際工作物を静止したままであれば錐が曲り易いが工作物を回転すれば真直ぐな孔を容易に得られる。
- (iii) フライス盤にて平面削りをする際は受膝及びテ-



第2図 フライス盤の支柱及び受膝の歪

ブルの剛性不足のため第2図に示す変形をする。この影響を受けぬように長い工作物に対しては横向にして削ると、上面より削るより平面度の高いものが得られる。

- (IV) 平削盤、形削盤の精度不良のときは先づテーブルの上に取付台を置き其の上を一回削つた後工作物をその面の上に乗せ削れば比較的精度の高い平面が得られる。
- (V) 孔のピッチの正確を要求されるときは横ボール盤よりもラジアルボール盤の方がよい。
- (b) 工作機械へ工作物を取付ける際の取付力に依る

形状誤差。

多量生産の際は特別に取付具を設計すればよいから問題は解決し易いが少量生産では汎用工作機械に附属の取付具のみに依らねばならぬため案外形状誤差を生じ易いから注意を要する。この誤差を防止するには何度も修正削りを行うのがよい、前記の例では2回以上チャックで掴み替えて削れば殆んど真円となる。

平削盤、形削盤で溝物を削るとき又はフライス盤の如き多刃工具を使用するときは取付力に依る歪の発生が多く注意を要する。

- (c) 工作物の重力又は切削力に対する剛性不足により生ずる形状誤差。

大型工作物は重力に依り或は稀には切削力による形状誤差のため仕上作業に依る修正を要する 場合が屢々生ずる重力の影響で歪を発生し易い工作物は例えは梁を Airy point で支えるような着想に依り支柱を有効に利用すれば歪を防止しうることもある。然し一般には完全には余長し難いから工作物をそれが組立られた後に重力を受けると同様の方向に工作中にも重力を受ける状態にして加工するを原則とする。例えはディーゼル機関の架構のシリンダー孔を横中ぐり盤にて加工したものと著者等が製作した縦中ぐり盤で加工したものとでは各シリンダー孔中心線の平行度及び各孔の真円度に著しい差違を生じ仕上作業を大いに減少せしめ得た。

- (d) 工具の磨耗と熱膨脹

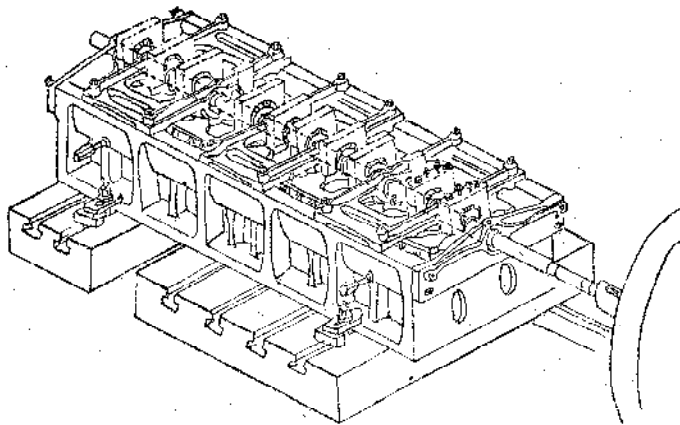
大型内燃機関のシリンダー入子のように同一切削工具で長時間削る必要がある場合問題となるがこのため仕上作業を著しく増加することは少い。然し製品の組立後の運轉並に製品の壽命には影響するから工具の進歩改善と共に常に研究して居る必要がある。

- (e) 治具に依る工作機械精度の補正

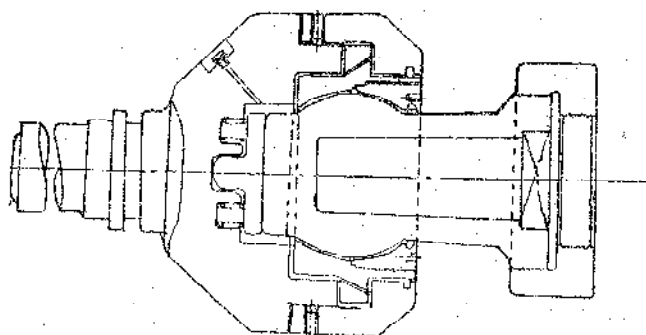
一般に治具を使用して工作した工作物の精度は治具の精度のみでなく工作機械の精度に依つても左右せられる従つて治具の精度はそれを使用する工作機械の精度と同一であればよい、然し少量生産の場合は往々にして工作機械の精度が特に悪くこれを治具で補正する必要が生じることもある。このときは工作機械は双物と工作物の間に相對運動を與える駆動装置として使用し精度は主として治具に依り與えられる第3図第4図は台板主軸孔中ぐり用治具と中ぐり棒との間の自在接手である。この方法を採用すれば治具費は高價となるは勿論である。

- (f) 材質の不均一

材質の不均一は精密工作には避くべきは勿論であるが



第3図 台板主軸承孔中ぐり用治具



第4図 自在接手

特に大型部品には機械加工工数の減少からも亦形状誤差防止の見地からも障害となるから常に注意を拂わねばならぬ。

3. 寸法誤差

大型工作物では寸法誤差は特に形状誤差と密接な関聯があり形状誤差修正のため寸法誤差を小さくし難いことも往々にして生ずる。形状誤差は能率的には切削作用を用いる工作法のみにより修正するから従て寸法決定に対してもこの方法を検討する。

切削作用に依る仕上工作法としては現在次のものが使用されている。

(a) 工具にバネ作用の殆ど無いもの

(例) 普通バイトに依る旋削、精密旋削、精密中ぐり及研磨等

(b) 工具にバネ作用を有するもの

(例) ヘールバイト旋削、ホーニング、超仕上等

寸法決定にはバネ作用のない工具の方が有利なことは勿論であつて多量生産では全面的に研磨盤の活用或は精密旋削、精密中ぐりを利用する方向に進行しているのは当然である。少量生産と言えども可及的にこの原則は守るべきであつて例えば中仕上工作機械に研磨装置、精密旋削、或は中ぐり装置を附属せしめ有効に仕上作業を行

いうこともある。当工場に於てカム軸用として旋盤に積極的に研磨装置を附した、然しこの方法は一般には中仕上工作機械と仕上工作機械とを別にせなければならぬことにより、取付取外等の準備時間の増加と取付状態及重力に対する条件の差違により形状誤差が発生する原因を伴うこと及び仕上工作機械は單能的設計のものが多いため少量生産に於ては遊休となる危険性が多いことより此の原則のみでは不十分な場合がある。この様な場合止むを得ずバネ作用の有る工具を使用するのであるがこの種の仕上削り工具を活用する要点はこの工具を使用する前作業に於ける形状並びに寸法誤差を極度に小さくし、最後の寸法誤差の修正及び表面粗さの向上にのみこの種の工具を使用することである。

我国の大型機器メーカーで盛に使用されるヘールバイトは正確なる形状が得られぬものとして諸外国では漸次廃止される傾向にあるが中仕上の形状誤差を少くしてヘールバイトによる仕上回数を極度に減少し又作業者がヘールバイトの特質をよく心得て工夫すれば素外能率よく良品が得られる。殊に工作機械の精度保持不良のときはバネ作用が極めて有効となり他の仕上方法より有利となるため我が国では今尚捨られぬのである。なおヘールバイトはバネ作用及び切削条件の解析が困難なため経験に依ること多く、従て最後の仕上の際木熟練者はむしれを生じ、これを更に修正せんとして寸法誤差を大ならしめることは往々にして起る問題であるが、この時超仕上と同様な機構にてこのむしれを生じた表面のみ修正する方法を当所では研究中である。

最後に表面粗さに関し一言すると一般に緋代、隙間は工作物の寸法に比例し階段的に設けられているから小物部品ではその絶対値が非常に小さな値となり従て表面粗さも重要な意義を有して来る。これに対し大型部品では形状誤差、寸法誤差が遙かに大きな影響を有し特別な場合以外は表面粗さを二次的に取扱ひ、試運転時間及機器の壽命を考慮しつつ表面仕上程度を取捨するのが合理的である。

3. 5. 品質管理

数節に亘り工作誤差の発生する原因とその除去方針に就き説明したが工場に於て仕上作業を可及的に除くように機械作業を管理するためには工作誤差を作業工程中に早期に発見し除去する方法を講ぜなければならない。従来は機械加工後にゲージ方式に依る検査を置き良否を判定するか或は直接寸法を記録して良否を判断していたが最近では多量生産の場合と同様に管理図を描き工作誤差の

発生原因を探究しつつ作業管理を行うことが仕上作業を少くすることを知り実施しつつある、大型少量生産部品では工作物の形状寸法に著しき差違があるから直接工作誤差を比較するよりも限界ゲージ方法の公差單位の考えに倣い、工作物の各個処で求めた工作誤差を稱呼寸法の立方根で除した数値に依り管理図を描くのが比較するのに便利である。なお1個の工作物に付ても加工中の工作物に付ても加工中の工作誤差の発生状況を考慮の上2乃至3個処の計測個処を選定し管理図を描き比較検討する、この方法を數個の工作物に付き繰返せば各工作機械別に管理図内に管理限界線も得られるからそれ以後は一月又は2、3月に1回宛機械別に管理図を描き管理限界線より外れたものに付き工作誤差発生原因を工作機械治具、工作物作業者の熟練度及び作業状況に区分して探究すればその原因を判別し対策を樹立し得る。

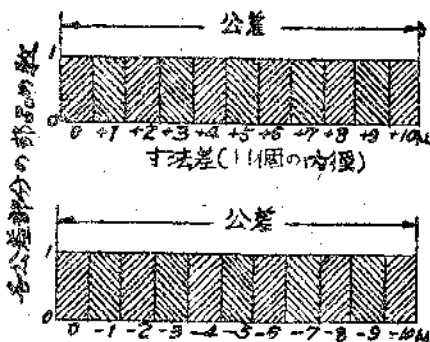
3. 6. 嵌合の不適當

限界ゲージ方式に依る工作法に於て嵌合の種類と等級の選定は同時に工作し得る數量と密接なる関係である。即ち中量生産に於ては選択組合せの利点を用い大量生産に於ては専門高精度工作機械の採用可能に依り容易に解決し得る、然るに少量生産に於ては次章に詳述するように確率的検討が充分せられていないために仕上作業を必要としていた、歐米の最近の図面を検討するに工作部品の機能材質磨耗等の見地を考慮の上確率的検討も行い決定せられている。第2表は欧州製ディーゼル機関の各部分に用いられているブッシュの実例であるがその數量と使用個処により嵌合を選択し仕上作業を極力不必要にしている。

4. 互換性に就て

4. 1. 嵌合部の精度と確率

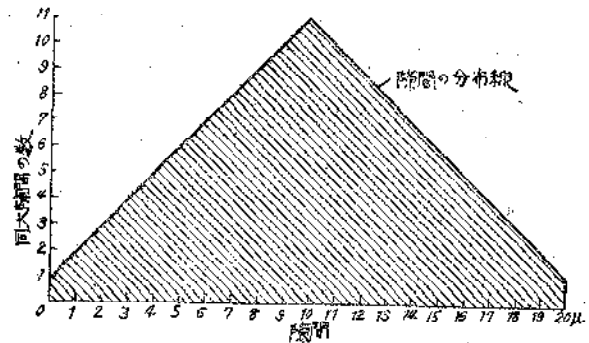
互換性を附與するため限界ゲージ方式を採用すること



第5図 寸法の分布

の有利なことは廣く認められているところであつて、殊に多量生産とは不可分の関係にある。多量生産では嵌合等級を高く取らずとも高い精度となしうる確率が極めて大となり更に選択組合を活用すれば極めて高精度とすることも容易であることを次の例で説明する。

第5圖に於て横軸に公差をとり各公差の上に出る矩形の高さはその範囲に入る部品数を表わすものとする、この11組の孔と軸とを対にすれば確率の計算に依り第6



第6図 隙間の分布

圖の如き「嵌合の分布」が得られる。この圖より極端な場合の現れる確率は小さいことが明瞭となる、更に普通内径と外径の寸法の分布はいつでも研率曲線を描くからこれを組合せたとき中位の大きさの隙間の出来る確率は愈々増大する、従つて同時に多量部品を製作するときは部品を任意に交換することに依り極端な場合の現われる確率を非常に小さくし得、しかもその部品数が増大すればする程発生する確率を小としうるからこの極端な場合を考へて公差を極度に小さくすることは不経済である。

多量生産では極端な嵌合の現われることが稀であることは理解出来たが更にこの極端な場合を極度に避ける必要のある場合は選択組合を利用する、いま仮に前記と同様に11個の孔と11個の軸を組合せるとしてこの組合せに依る隙間の発生する状態は第7圖となる即ち軸受 R_1 は軸頸 Z_1 と軸受 R_2 は軸頸 Z_2 とに組合されるものとするればいつでも嵌合公差は零となる、これに反し Z_1 と R_{11} 、 Z_2 と R_{10} と云う具合に Z_{11} と R_1 まで組合せるときは嵌合公差は寸法公差の和に等しくなる、選択組合は嵌合公差が都合よくなる様に行うのであるから或寸法公差が所要の公差を超過しないと考えられる場合は公差の全範囲が任意に交換出来る範囲と選択すれば組合せ得る範囲とは分けて考えれば最も簡単に目的を達しうる、即ち第8回(a)にて範囲IとIにある軸受と軸頸とは任意に嵌合せてよいもの範囲2とII、3とIIIは対応せしめて選択組合すべきものにてこの場合は $T_{Z1} + T_{R1}$ が嵌合公差の最大である又第14圖(b)に示す様に二つの集

第 2 表 プ ッ シ ュ 嵌 合 表

リミットの単位は η

No.	本体孔 内径寸法 材料及質	プ ッ シ ュ						軸寸法及 材 質	使用ヶ所	備考
		材質及外 径寸法	押込代	内径嵌合前 寸 法	内径嵌合後 寸 法	必要計 算縮量	計算計 算後寸法			
1	SC45 135H _e +25 0	BC3B 135t6 +147 +122	+147 +97	125 + 135 + 103	125 H7 +40 0	-95 -63	-136 -90	125 +45 -33	SF70 125h ₅ -18	逆轉、サ 0ボモータ
2	FC15 85H _e +22 0	PBC1 85t6 +113 +91	+113 +69	70 + 92 + 63	70 H7 +30 0	-62 -33	-93 -57	70 +35 -30	SF50 70f ₇ -30 -60	調 速 器
3	SF60 70H _a +19 0	MnBsC2 70t6 +94 +75	+94 +56	60 + 76 + 52	60 H7 +30 0	-46 -22	-80 -48	60 +28 -28	SF50 60f ₇ -30 -60	同 上
4	FC15 65H _e +19 0	MnBsC 65u6 +106 +87	+106 +68	55 + 83 + 59	55 H7 +30 0	-53 -29	-90 -58	55 +25 -7	SF50 55f ₇ -30 -60	操縦装置
5	FC15 58H _e +19 0	MnBsC 58u6 +106 +106	+106 +68	50 + 78 + 58	50 H7 +25 0	-53 -33	-91 -59	50 +47 -23	FC23 50f ₇ -25 -50	テレグラ フ、連動 装 置
6	FC15 55H _e +19 0	MnBsC 55u6 +106 +87	+106 +68	45 + 80 + 50	45 H7 +25 0	-55 -25	-87 -56	45 +24 -37	SF50 45f ₇ -25 -50	操縦装置
7	FC15 52H _e +19 0	PBC1 52u6 +106 +87	+106 +68	42 + 75 + 55	42 H7 +25 0	-50 -30	-35 -55	42 +20 -30	SF50 42f ₇ -25 -50	調 速 器
8	FC15 46H _e +16 0	B(Mn)F52 46u6 +86 +70	+86 +54	38 + 64 + 44	38 H7 +25 0	-39 -19	-71 -45	38 +19 -27	SF50 38f ₇ -25 -50	回轉装置
9	SC45 44H _c +19 0	PBC1 44u6 +86 +70	+86 +51	35 + 95 + 64	35 F8 +64 +25	-31 0	-69 -41	35 +54 -5	SF50 35h ₅ 0 -11	調 速 器
10	FC15 40H _e +16 0	PBC1 40u6 +76 +60	+76 +44	30 + 54 + 35	30 H7 +21 0	-33 -14	-57 -33	30 +21 -22	SF50 30f ₇ -20 -41	同 上
11	FC15 38H _e +16 0	MnBsC 38u6 +76 +60	+76 +44	30 + 56 + 37	30 H7 +21 0	-35 -16	-60 -35	30 +21 -23	SF50 30e ₈ -40 -73	テレグラ フ、連動 装 置
12	FC13 32H _e +16 0	PBB 32u6 +76 +60	+76 +44	25 + 51 + 34	25 H7 +21 0	-30 -13	-58 -33	25 +18 -24	SF50 25f ₇ -20 -41	燃 料 ボ ン プ
13	SF50 20H _e +13 0	MnBsC 20u6 +54 -41	+54 +28	15 + 37 + 23	15 H7 +18 0	-19 -5	-41 -21	15 +16 -18	SF70 15g ₆ -6 -17	テレグラ フ、連動 装 置
14	SF50 16H _e +11 0	SKS3 16u6 +44 +33	+44 +22	10 + 20 + 81	10 H7 +15 0	-5 0	-38 -14	10 +6 -30	SKS ₃ 9.8	燃 料 弁

縮 込 の 計 算

Bush を等肉厚円筒が外径無限大なる肉厚円筒に圧入されて居ると考え此の円筒が等分布外径を受ける爲に生ずる内径移動量より縮込を略算する。

仮 定

外筒、内筒の E (弾性係数) 及 μ (ポアソン数) を等しとする。

撓曲の式で内筒の外周に働く力は

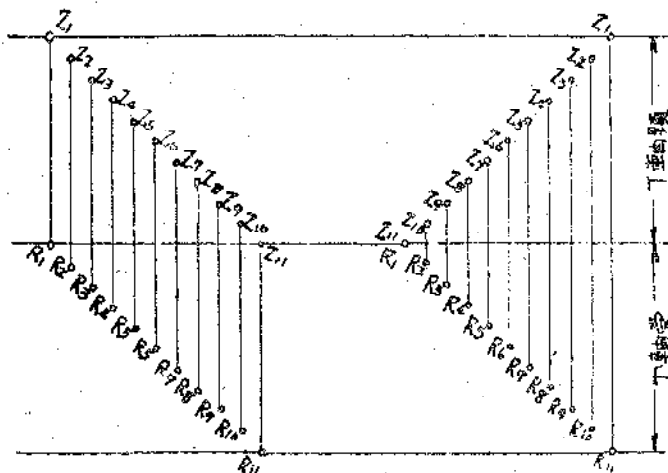
$$p = E \frac{\delta}{b} \frac{(b^2 - a^2)(c^2 - b^2)}{2b^2(c^2 - a^2)}$$

内筒内壁の縮込

$$u = -\delta \frac{a}{b} \frac{(c^2 - b^2)}{(c^2 - a^2)}$$

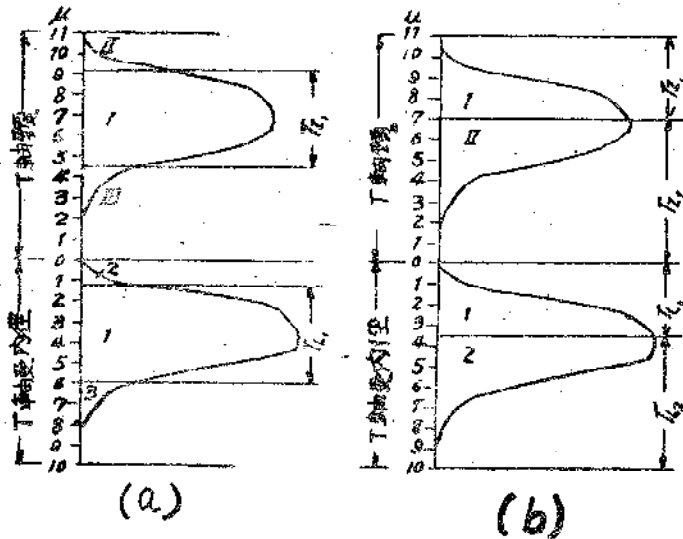
C = ∞ とすると

$$u = \delta \frac{a}{b} \quad (\delta = \text{押し代})$$



α 嵌合公差 = $T_L - T_Z = 0$ β 嵌合公差 = $T_L + T_Z$

第7図 各個に選定した場合の嵌合正差



第 8 図

圖に分け各々その集團内では任意に組合せることが出来るとする。この場合の嵌合公差はそれぞれ $T_{Z1} + T_{R1}$ 或は $T_{Z2} + T_{R2}$ である。尙この場合注意すべきは上述の如く嵌合公差は小さくするため選択組合を行ふには両方の工作物の寸法公差が全く等しいことを仮定しているので一方側の部品の公差を他の部品の公差より小さくすることは不合理である。

多量生産と限界ゲージ方式の特長は以上の説明で充分理解されたが少量生産に於ては如何になるか、少量生産に於ても多氣筒の内燃機関の様に選択組合を利用しうるものもあるが一般には同時に工作する数量が極めて少く

選択組合せの利点を全く利用出来ない場合も多いこの特殊な場合如何なる方針で工作すべきやを次に検討する。

4. 2. 互換性と重點的工作法の採用

多量生産に於ける限界ゲージ方式の特長である選択組合の理論を前節に説明したがこの原則は高級なる嵌合を必要とする都合、滑合に於ては特に重要である。遊合に対しては機能上からは静合滑合よりも隙間の大小が問題にならぬのが一般であるが組立られた機器の壽命を考えに入ると高級な嵌合が望ましいことが多い。

然し無暗に一級嵌合を使用するときは加工費が嵩む結果となるから、選択嵌合の利点を活用し得ない極少量生産では次の方針にて一部分に高級嵌合を使用する。即ち

(a) 機器の一部の部品に高級精度を附與することに依り機器の性能を著しく向上せしめ得るか壽命を長くし得るか或は予備品との互換性よくし機器の信頼性を増加せしめ得る如き特殊の部品に対しては特別の工作設備を設くるも高級精度を附與することが得策である。

(b) 研磨盤を容易に使用しうるか又は中仕上削りの際の形状誤差が小さく且仕上の際研磨装置等の附属設備を容易に準備し得るため寸法誤差の修正も容易なときは高級嵌合を使用し仕上作業を除くと共に互換性を附與することが有利である。

以上の重點的工作法とも稱すべきものは機器製造の際の原價計算並に製造後の使用者側の意見に留意しつつ、検討すべきものであつて著者が各種ディーゼル機関に就き調査せる結果では全機械工数の12~15%を高級なる精度とすれば著しく性能壽命信頼性を増加せしめ得る。

5. 結 言

少量生産に於ても多量生産で有利と認められる諸方針は可及的に活用すべきであるが製造期間に充分の余裕のないとき或は多量生産の諸原則を採用すると却つて原價高となるときは本論で検討せる諸事項に就き検討し、原價計算への影響を吟味しつつ取捨選択すれば合理的機械工作法を施し得る。