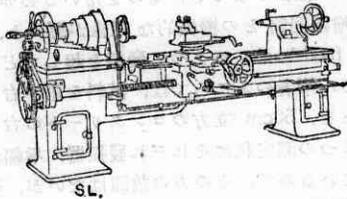


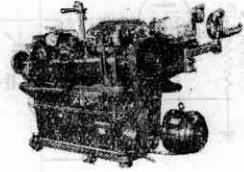
金属材料の切削加工性試験法

[1]



S.L.

竹 中 規 雄
助 教 授 (機 械)



緒 言

資源に乏しいわが國が經濟的に自立しうするためには大いに加工貿易を振興しなければならぬことが強調されているが、このためには輸出すべき生産品が海外市場において充分競争しうるだけの性能と価格をもつものでなければならない。生産原價を低下させる方法としては、企業體組織に關した生産方式に關して種々の問題があることと思われるが、ごく卑近な金属材料の切削加工の範圍に限つて考えても高性能の工作機械及工具の活用、工程の自動化等が必要となつてくる。けれども現在の國狀では、現有設備の高能率的な活用が最も手近かな、しかも効果的な方法であると思われる。その一つの方法としては現有工作機械に適當な改造を加え、或は治具、附屬具等を取付け専用機械化して使用し、または工程の一部を自動化すること等が考えられ、すでに若干の工場において成功している。また他の一つの方法としては加工材料並びに使用する刃物に應じて最も經濟的な切削速度を選定し、工作機械をその能力一杯に活用する方法である。また一方加工材料自身も機械的性質がほぼ同程度ならばできるだけ切削加工性のよい材料を使用して生産を高めるべきで、場合によつては他の性質を多少犠牲にしても加工性のよい材料を使用することも考えられる。

これらの目的を達するためには金属材料の切削加工性 (Machinability, Zerspanbarkeit) を知らなければならない。以下その意義並びに試験法等について簡単に説明を加えることとする。

第1章 切削加工性の意義

1.1 切削現象の複雑性 切削加工を行う場合の諸現象が相當古くから研究されながら、未だに十分な統一的説明が得られない状態であることは、一つにはこれに關係する因子が非常に多くて、それらが相互に關連を持つ

金属材料の切削加工性は、製品の生産原價を低下させることに關して、材料の生産並びにその機械加工に従事する技術者にとつてきわめて重要な意義をもっている。その試験法としては、實際に長時間の切削を行う本格的試験が行われているが、これに對し材料並に時間の節減を目的とした種々の簡易試験法が提案されているので、これら各種の試験法の紹介並に比較検討を行い、とくに切削温度試験が充分有効なものであることを説明する。

ているためにきわめて複雑な現象となつているからである。これらの因子を大別すると、工作機械に關するもの、刃物に關するもの、加工材料に關するもの及び切削條件に關するものに分けられる。次に各因子をあ

げると。

A 工作機械に關するもの 1) 靜的精度 2) 動的精度 (殊にその剛性)。

B 刃物に關するもの 1) 材質 2) 熱處理 3) 形状及寸法 4) 切刃の角度 (切削角, 逃げ角)

C 加工材料に關するもの 1) 切削加工性 2) 加工物の工作機械への取付法

D 切削條件に關するもの 1) 切込 2) 送り 3) 切削速度 4) 切削劑の有無, その種類及供給量

さてここに切削加工性を一因子としてあげたのであるが、これは切削現象に關する材料の性質であつて、切削以外の方法でこれを測定することは現在のところ不可能である。そこで材料の切削加工性を考えるためには、上記の多數の因子の影響をさけるために、まず工作機械、刃物としては標準的なものを一定して使用し、また切削劑を用いない所謂乾切削の状態で行い、加工材料のみをかえて、その影響を検討する必要がある。次に上に一定として考えた諸条件の一つづつの影響を求めらるわけである。

ところでこのような切削現象に關する加工材料自身の性質の中で切削加工性としていづれを選定すべきかが次の問題となる。

1.2 切削加工性の定義 切削加工性とは簡単にいえば材料の削り易さのことであるが、その定義としては多くの提案が行われている。¹⁾ これらを綜合して考察すればだいたい次の4項目を以て定義するのが適當であらうと思われる。

1) 刃物の壽命 一つの刃物を研削仕上げをした状態

で一定の材料を一定の条件で削り始めてから削れなくなつて再研削をしなければならなくなるまでに切削していた時間をその刃物の寿命という。一般に切削速度を増せば寿命は短くなる。この寿命は刃物が一定であれば加工材料によつて相當異なつてゐるので、同一切削条件で切削する場合に、寿命の長い材料を加工性がよいといふのである。或は逆に刃物に一定の寿命を持たせるための切削速度が高い材料を加工性がよいといつてもよい。これが最も重要な項目と考えられる。切削速度が生産量及び生産費に及ぼす影響については次節に説明を加える。

2) 仕上面の品質 仕上削りの場合には加工された仕上面の粗さが小さい程加工物の寸法精度も高くなり望ましいので、同一条件で切削した場合に仕上面の粗さの小さい材料を加工性がよいといふのである。

3) 切屑の發生状態。一般に金属材料を切削する場合に、材料の靱性、切削角、切屑の厚さ及び切削速度等の關係によつて裂斷型、剪斷型及び流れ型の切屑を發生することはよく知られてゐるところであるが、鋼を切削する場合にはごく低速切削の場合以外は流れ型切屑を生ずる。自動盤、多刃旋盤或は高速旋盤等の如く單位時間當りの切削量の多い工作機械ではとくにこの切屑の型が問題となり、長く連続した流れ型切屑が刃物や加工物にからみついたり作業者に危険を及ぼすような場合も起る。そこで切屑が作業者及び機械に損傷を與えるような材料は加工性が悪いといふ。

4) 切削抵抗力。切削抵抗力が小さければ一定量の切削に要する動力が少なくて済むので生産量を低くすることができ、また工作機械及び治具の設計に際しても有利となるので、切削抵抗の小さい材料を加工性がよいといふ。ただしこの第4項は省略する場合もあるようである。

さて以上のように切削加工性を定義することができるのであるが、その表示法はまだ充分研究されていない状態である。各項目毎に種々の表示法が用いられてゐる。また加工法によつても同一材料でも加工性が異なるので、各加工法毎に(旋削、孔明け、フライス削り等)に加工性を求める必要がある。

ここでは主として旋削の場合について説明することとしよう。

1.3 經濟的切削速度。多くの研究者による實驗の結果、一定の形状の同一材質の刃物を用い同一材料を同一の切込及び送りを用いて切削する場合には、切削速度 v とそのときの刃物の寿命 T との間には次の關係があることが認められてゐる。即ち

$$Tv^\epsilon = C \dots \dots \dots (1)$$

ここに ϵ は刃物及び加工物の材質による常數で鋼に對しては $1/5 \sim 1/10$ 。

C は刃物及び加工物の材質による外、刃物の形状、切込及び送り、切削割合による常數。

いま一定の品物を同一條件で多數切削加工を行う場合に、切削速度を大きくすれば單位時間當りの生産量は増加するが、一方刃物の寿命が短くなるために刃物の取外し、再研磨、取付調整(以下この作業を單に刃物の研ぎ直しといふ)の回數が増し、これに要する時間の合計が大きくなり正味の切削時間が減少し却つて不經濟となる。又切削速度を小さくすれば單位時間當りの生産量が減少し不經濟である。そこでこの中間に最も經濟的な切削速度がある筈である。

經濟的切削速度は普通次の二の觀點から考えられてゐる。

- 1) 一定量の生産を最小時間を以て行う。或は逆に單位時間當りの生産量を最大ならしめる。
- 2) 一定量の生産を最小費用を以て行う。即ち單位生産量當りの生産費を最小ならしめる。

先づ第一の生産時間最小の切削速度を求めて見よう。今刃物の寿命を T_{min} 、刃物の取外し、再研磨、取付調整(必要あれば刃物の火造りを含む)に要する時間を1回につき t_{min} とすれば、一定量の生産を行うために實際に切削を行つてゐる時間 Z_1 は切削速度に反比例し、又刃物の研ぎ直しの回數は Z_1/T であるから、全所要時間 Z は次式の如く表はされる。

$$Z = Z_1 + \frac{Z_1}{T} \cdot t = \frac{R}{v} + \frac{R}{v} \cdot \frac{t}{T}$$

但し R は或る常數である。

(1) 式を用いてこれを書き直すと

$$Z = R/(C/T) \cdot \frac{1}{v^\epsilon} \cdot \left(1 + \frac{t}{T}\right)$$

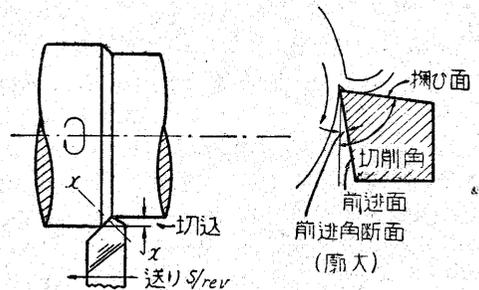
Z の極小値を求める爲に $\frac{dZ}{dT} = 0$ とおくと

$$\frac{dZ}{dT} = \frac{R}{C} \left\{ \frac{1}{\epsilon} T^{-\frac{1}{\epsilon}-1} + \left(\frac{1}{\epsilon}-1\right) t \cdot T^{-\frac{1}{\epsilon}-2} \right\} = 0$$

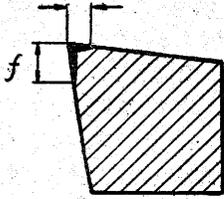
即ち $\frac{1}{\epsilon} T + \left(\frac{1}{\epsilon}-1\right) t = 0$

$$\therefore T = (\epsilon-1) t \dots \dots \dots (2)$$

即ち刃物の寿命として、研ぎ直した要する時間と $(\epsilon-1)$



第1圖



第2圖

の積の値を用いればよいのである。鋼に對しては前述の如く $\epsilon=5\sim 10$ であるから $T=(9\sim 4)t$ となる。この結果をみると双物の研ぎ直しに時間を要するタレット旋盤、自動旋盤或は總型双物による切削等の場合は壽命を長く保つように切削速度を遅くすべきことが判る。

次に生産費最小の點から經濟的切削速度を求める。A を使用する工作機械1臺1時間當りの直接工賃(補助作業者を必要とする場合はこれを含む)及び總間接費、B を双物の研ぎ直しに要する1回當りの費用(工賃及び双物の材料費を含む)とすれば、一定量の生産に必要な費用は、實際に切削している時間に對する A と双物の研ぎ直しに要する費用とであるから

$$K = Z_1 \cdot \frac{A}{60} + \frac{Z_1}{T} \cdot B = \frac{R}{v} \left(\frac{A}{60} + \frac{B}{T} \right)$$

$$= R / (C/T)^\epsilon \left(\frac{A}{60} + \frac{B}{T} \right)$$

K の極小値を求めるため $\frac{dK}{dT} = 0$ とおけば

$$\frac{dK}{dT} = \frac{R}{C^\frac{1}{\epsilon}} \left\{ \frac{A}{60} \cdot \frac{1}{\epsilon} T^{\frac{1}{\epsilon}-1} + B \cdot \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right) T^{\frac{1}{\epsilon}-2} \right\} = 0$$

$$\therefore T = (\epsilon - 1) \frac{60B}{A} \dots\dots\dots (3)$$

即ち壽命時間として(3)式の値を用いれば生産費が最小となる。この結果をみても矢張り双物の研ぎ直しに費用を多く要する複雑な形状の双物、或は極めて高價な双物等を用いる場合には壽命を長く保つように切削速度を長く保つように切削速度を低くしなければならないことがわかる。

このように經濟的切削速度は個々の場合について検討して決定すべきであるが、一般的には荒削りの場合には60min を標準の壽命として差支えないようであり、²⁾ ドイツの AWF 等では壽命 60min に對する切削速度を v_{60} と表はし、これを推奨している。又自動盤のように双物の壽命を長く保つことを必要とする場合には 400min 或は 480min 等が用いられ、これに相當する切削速度 v_{400} 或は v_{480} 等が用いられている。

さて一定の壽命時間 T_0 に對して(1)式で求めた切削速度を v_0 とすれば、この時の生産時間及び生産費は次式で表わされる。

$$Z_0 = \frac{R}{v_0} \left(1 + \frac{t}{T_0} \right) \dots\dots\dots (4)$$

$$K_0 = \frac{R}{v_0} \left(\frac{A}{60} + \frac{B}{T_0} \right) \dots\dots\dots (5)$$

即ち Z_0 も K_0 も v_0 が大きい程小さくなる。即ち同一壽命時間に對して用いる切削速度の大きさは材料程經濟的に生産が行われる事を示している。これが切削加工性の第1項として双物の壽命に關する性質が掲げられている所以である。

1.4 試験法の分類 加工性の4項目を同時に試験する方法は未だ考えられていないので、普通はその中の主として試験する項目によつて試験法を分類する事ができる。

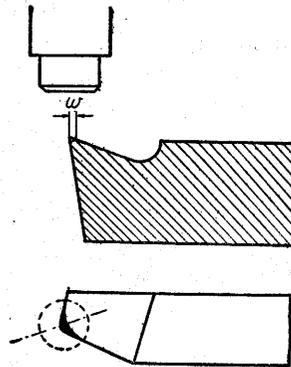
又實際の加工に際して必要な加工性に關する數値的な結果をうるための所謂絶対試験法と單に材料の間の加工性の順序を求めるための比較試験法とに分けられる。

更にこれらの試験法は、實際の加工に近い條件で双物の壽命のつきる點迄切削を行う本格的な壽命試験等に對して、できるだけ簡単な試験により結論を求めようとする簡易試験法が種々考察されている。

以下これ等の試験法の中主なものについて説明を加えることとしよう。

第2章 壽命試験

2.1 双物の壽命 (Durability, Standzeit) これ迄に屢々双物の壽命という言葉を使用してきたが、何を以て壽命がつかしたとを判定するかは仲々むづかしい問題で、従來多くの研究者の行つた實驗結果が必ずしも一致しない理由の一つもこの點にある。



第3圖

双物が切れなくなるといつても、これが瞬間的に起る場合もないではないが、多くは切削の進行にともなつて徐々に切れなくなつてくるのであり、又もし完全に切れなくなる迄切削を続けるとすれば、切削動力も著しく増大し仕上面の粗さも極めて悪く且つ双物を研ぎ直すために多大の時間を要し双物材料の多くの部分を研削して落

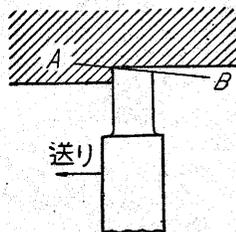
さなければならなくなるのである。従つて刃物が切れなくなるとは實用的な意味で切れなくなることであつて、その判定は更に困難となるわけである。

このため一般に切削に伴つて起る或る量の變化に著目し、これが或る程度に達した時を以て寿命が盡きたと判断するのである。この基準とする量としては Taylor 以來双先の磨耗が多く用いられている。

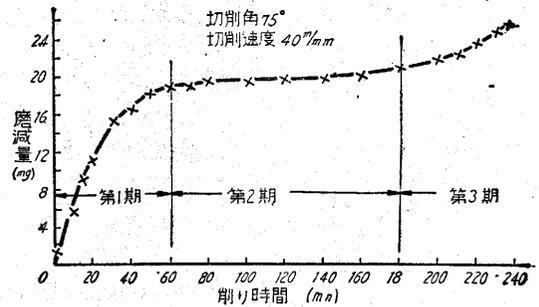
金属材料を双物で切削する場合に、切削抵抗に對して爲される仕事は大部分熱となるために双先の部分に相當の温度上昇が起り、更に切削抵抗の切屑の断面に對する單位面積當りの値は材料の引張り強さの 2.5~5.5 倍にも達するために、双先の部分は高温、高壓を受けつゝ切屑がその上面を滑り動いてゆくこととなるのである。更に双物の加工物に面する側面即ち前述面においても切削抵抗による双物の弾性變形のために加工物の切削された面との間に摩擦が起るのである。即ち第 1 圖の如く双先を形成する二面に切削による磨耗を生ずることとなる。

ところでこの磨耗の進行状態は双物材料及び加工物並に切削條件によつて可成り異つており大體次の 2 種類の型にわけられる。

1) 切刃の磨耗、一般に鑄鐵等のように裂斷型或は剪斷型切屑を發生するような材料を切削する場合及び鋼等のように流れ型切屑を生ずる材料を輕切削し又は低速度で切削する場合等に起るもので、第 2 圖の如く切刃の部分から前述面及び拵ひ面が磨耗するのである。この場合切削速度が遅くて双先に發生する熱が双物の硬度を低下させる程双先温度の上昇を起さない時には磨耗が徐々に進行し、これに伴つて切削抵抗が徐々に増加するので双先温度も次第に上昇し、従つて磨耗の割合も徐々に増加するが、双先温度がある程度に達すると急激に磨耗量が增大してくる。切削速度が早ければこの経過が急速に起るのである。磨耗の測定法としては種々の方法が提案されている。Ripper³⁾ は第 3 圖のように双先が双物の軸方向に磨耗した長さ w を以て磨耗量とし、この値が $5/10000$ に達した時を以て双物の寿命としている。佐々木氏⁴⁾ もこの方法により鋼を炭素鋼双物で輕切削する場合の寿命について研究している。又磨耗量を前述面における磨耗部分の巾 f を以て表わしているものもある。⁵⁾ f は切削時間に對して略直線的に増大しており種々の切削速度の場合に f が一



第 4 圖



第 5 圖

定の大きさに達する迄の切削時間と切削速度の関係は、寿命と切削速度の関係と同様である事が報告されている。

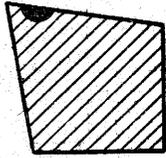
双先が磨耗すれば切削される加工物の仕上寸法に變化を生ずるのであるから、これらの磨耗による判定法は仕上削り或は輕切削における寿命判定法として適當であらうと思われる。

尙士井氏⁶⁾ は第 4 圖の如き片刃双物を用い、 AB 面内の磨耗部分の面積を寫眞撮影によつて求め、これが急激に増大する時を以て双物の寿命としている。石田氏⁷⁾ は双物の磨耗量としてその重量の減少を測定し興味ある研究を發表している。同氏は高速度鋼製片刃双物により軟鋼を切削し、磨耗量が切削開始と共に急激に増大し或る程度に達すると以後殆ど磨耗が増加せず、ついで磨耗が増加を始めると共に次第にその傾向が急激となり完全に双物が切れなくなることを見出し、これを第 5 圖のように 3 期に區分し、第 1 期の磨耗を生じている間に双物材料が切削抵抗による加工硬化を受けこのため殆ど磨耗の生じない第 2 期を經過するものと説明している。寿命としては第 3 期に入り磨耗量が第 2 期に於ける値より 20~30% 増加した時が後述の輝面制動 (Blankbremsung) のす始まる點と一致するのでこれを提案している。いずれにしてもこの 2 方法は切削現象の研究には興味深い方法であるが、稍面倒な方法であるから切削加工性試験法に對しては適當でないようである。

2) 切屑面に生ずる磨耗痕。高速度鋼及び硬質合金双物を用いて鋼を粗削りする場合には屢第 6 圖の如く切屑面に磨耗による凹みを生じ、切削の進行と共にこれが次第に發達し遂に切刃が缺損するに至る。この場合にも尙切削を繼續することは出来るが仕上面の状態は悪くなり且双物の再研磨に多くの部分を研ぎ落さなければならぬから、凹みが或る深さに達した點を以て寿命とすることが望ましい。普通は切刃の缺損する點を寿命としているが小暮氏⁸⁾ は凹みの深さを以て寿命の規準とすることを提唱している。

双物の磨耗の次に考えられるのは切削抵抗の變化である。一般に切削抵抗は第 7 圖に示すように 3 方向の分力

に分けて考えているが、この3分力を同時に測定することは測定装置が複雑となるので普通は最大の分力である主分力のみを測定を行っている。Smith⁹⁾はこの主分力



第6圖

が切削開始のときの値に比し15%増加した時を寿命としているが、主分力は切削の進行に伴い種々な変化を示す場合があるから、¹⁰⁾ 寿命の判定法としては適當と思われ

ない。唯工具鋼及び高速度鋼製刃物の場合には、刃先の磨耗に伴い主分力に變化がない場合にも送り方向分力及び背分力が增加するのが認められ、殊に高速度鋼の場合には急激な變化があるので、Schlesinger¹¹⁾はこれを寿命判定の基準としている。尙特に高速度鋼刃物に對して廣く用いられている判定法として輝面制動(Blankbremsung)現象がある。¹¹⁾これは刃先の磨耗がある程度に達すると、切削仕上面の刃物による條痕の中に非常に光澤のある點線或は線があらわれる現象で、上述の送り方向分力の急激な上昇に引續いて起るといわれている。

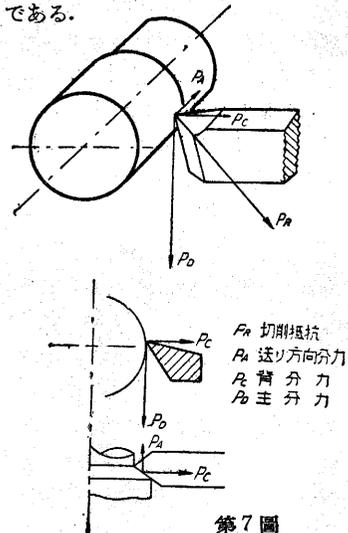
又關口氏¹²⁾は硬質合金刃物により鋼を切削する場合に、切屑の形状の變化により寿命を判定しているが、小暮氏⁸⁾によれば螺旋狀切屑の直徑と切削速度及び切削時間との間には一定の關係があるので、この方法は現場での簡易な試験に應用出来るものと考えられる。

2.2 本格的寿命試験 この方法は一定の切削條件で實際に切削を行い、切削速度と刃物の寿命を求めるのである。この場合に Taylor は毎回新しい刃物を用い種々の切削速度で一定の時間切削を行い、ちようどのその時

間で寿命がつきするような切削速度を求めている。同氏は寿命時間として 20, 40, 80min を用い寿命と切削速度が log-log 方眼紙上で直線關係にあり $Tv^0.5=C$ の如く表はしうる事を發表したのである。然しながらこの方法では圖上の一點を定めるためにも數回の實驗を行わなければならないから、その後の研究者は多くは種々の切削速度で毎回刃物の寿命に達する迄實驗を行いその結果を log-log 方眼紙上に plot して直線を引いている。

切込及び送り等の條件が異なる場合には、上述の實驗を繰り返して行わなければならないので、この方法では多くの加工材料及び刃物を必要とし實驗に相當の長期間を要するので、その後種々の簡易試験法が考案されるに至つたのである。

本格的寿命試験を行う場合に注意すべき點を列挙すれば次の通りである。

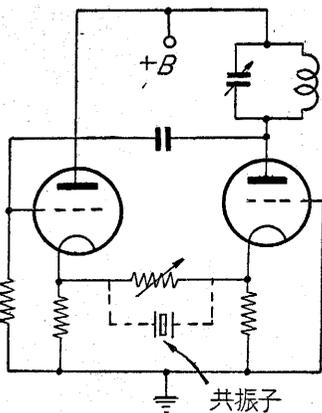


第7圖

速報 5

水晶共振子副共振檢出用發振器

高木昇・尾上守夫・佐下橋市太郎 (電氣)



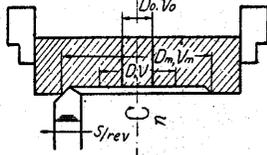
第1圖

水晶共振子を濶波器、周波計等に使用する場合、目的の周波数における共振以外に不規則な周波数分布をもつ副共振に悩まされる。この副共振の存在を検するには昔からいろいろ方法があるが、廣い周波数範圍に互つて調べるにはいづれも不便である。筆者等は陰極結合發振器(圖示)の研究の途次、この發振器が廣い周波数範圍に互

り、發振出力一定であり、周波数は陽極側タンク回路で、振巾は主として陰極側抵抗素子で相互に無關係に調節できる點を利用して簡単な共振特性検査裝置を作つた。兩陰極を連結している可變抵抗を次第に大にしてゆくと發振出力は次第に減じ、遂には發振停止にいたるが、その直前に抵抗値を調節しておく。之に並列に水晶を挿入して同調蓄電器を廻轉すると弱い發振出力のまま發振周波数が變つてゆくが、それが副共振周波数と一致するごとに發振出力が急増する。之を直接真空管電壓計で檢出するなり、或は陽極又は格子回路に挿入した直流電流計で檢出すればよい。同調蓄電器を豫め周波数に對し較正しておけば別に周波数測定裝置を使用しないで相當の精度で共振周波数を知ることができる。感度は相當に良く發振子として用いたのでは檢出できないような微弱な副共振(主共振より40db 小さいもの)も檢出できる。

試作した一例をあげれば、最大容量 1000pf の蓄電器を用いて周波可變範圍 320~1400kc、その間の發振出力は可變抵抗短絡の状態で 24~29V に保たれている。(1949.10.20)

- 1) 加工材料は均質の同一材料を使用すること。
- 2) 双物は材料、熱処理、形状等同一のものを使用すること。一度寿命に達した双物は相當變質していると思われるからなるべく実験には使用しないこと。やむをえない場合は充分研ぎ直し、要すれば火造りから造り直しで使用すること。



第8圖

3) 切込、送り及び切削速度は一実験に關しては嚴密に一定に保つよう留意すること。

4) 切削速度——寿命直線上の少くも3點を求めると即ち切削速度は少くも3種類に變えて寿命を求めらる。

5) 寿命が8min以下になるような條件で実験を行わないこと。餘り短い寿命に對しては實驗値の信頼性は十分ではない。¹³⁾

2.3 圓板切削試驗¹⁴⁾ この方法は簡易試驗法の一つと考えられるもので、第8圖のように試験すべき材料の圓板Aを一定面轉數で回轉させ、双物を中心より外側に向つて一定の横送りを以て送り、正面削りを行い、双物が寿命に達した時の速度 v_m を測定するのである。今或る回轉數 N で D_0 から D_m 迄切削して寿命に達したものとし、最初及び最終の切削速度を夫々、 v_0 及 v_m 、送りを s/rev とし、途中の任意の切削速度 v に對する壽命を T とすれば、その時の微小時間の全壽命時間 dt に對する割合は dt/T で表わされるから

$$\int_0^{t_m} \frac{dt}{T} = 1 \quad \text{但し } t_m \text{ は切削所要時間}$$

でなければならない。しかるに $Tv = C$ であり
又 $v = \pi DN = \pi(D_0 + 2Nts)N$

$$\therefore dv = 2\pi N^2 s dt$$

であるから

$$\int_0^{t_m} \frac{dt}{T} = \int_{v_0}^{v_m} \frac{v^{\epsilon+1} dv}{2\pi N^2 s C} = \frac{1}{2\pi N^2 s C} \cdot \frac{v^{\epsilon+1}}{\epsilon+1} \Big|_{v_0}^{v_m} = 1$$

$$\therefore v_m - v_0 = 2\pi(\epsilon+1)sN^2C \dots \dots \dots (6)$$

そこで相異なる二つの N の値に對して v_0 及 v_m を實驗によつて求め、 ϵ 及 C を定める事ができる。

約10種類の材料について本格的壽命試験によつて t_{30} を求め、一方この方法によつて求めた値と比較した結果は $\pm 7\%$ の誤差の範圍で一致した事が報告されている。この程度の誤差は實用上差支えないものと思われる。

2.4 切削速度増加試験 圓板切削試験の缺點は試験片として相當直径の大きい圓板を必要とするので、これを避けるためには普通の圓錐形材料の外丸削りを行いつつ切削速度を連続的に増加させればよい。しかしながら普通の旋盤ではこれは不可能であるから、やむをえず一定の時間毎に階段的に切削速度を高めて切削を行う方法があるが、普通の旋盤では主軸の回轉數は任意に變化させることはできないからこの方法は餘り用いられてはいないようである。(以下次回)

文 献

- Schallbroch: Masch nenbau Bd. 15. 1936. p. 605
A.S.M.: Metals Handbook 1939. p. 891.
- Wallichs und Schöpke: Z.d. VDI. Bd. 78. 1934. p. 278.
- Ripper: Proc. Inst. Mech. Eng. 1913.
- 佐々木: 機械學會誌. 昭和9年4月. p. 206.
- Leyensetter: Grundlagen und Prüfverfahren der Zerspanung. 1938. p. 16
- 土井: 機械學會誌. 昭和2年10月. p. 1926.
- 石田: 機械學會論文集. 昭和11年5月. p. 203.
- 小暮: 日本機械學會誌. 昭和24年3月. p. 60.
- Smith: Proc. Inst. Mech. Eng. 1925. p. 383.
- Leyensetter: Maschinenbau Bd. 11. 1932. p. 503. (註. 6), 7), 12) 等
- Schlesinger: Z. d. VDI. Bd. 46. 1932. p. 1281.
- 關口外 2氏: 機械學會論文集 昭和10年11月. p. 427.
- A.S.M.E.: Manual of Cutting of Metals. 1939. (邦譯 谷島徳: 鋼洋金屬切削便覽 p. 322)
- Dongen und Stegwece: Stahl und Eisen Bd. 56. 1936: P. 1185.

速報 6

水晶共振子1箇を用いた 狭帯域濾波器

高木昇・尾上守夫 (電氣)

圖示の回路は水晶共振子の並列容量の作用を、三巻變成器から得られる逆相の電流で打消して尖鋭な狭帯域濾波器を得ようとするものである。終端インピーダンスの調整により濾波器の帯域巾が變えられ、又補償蓄電器を加減すると減衰極の位置が變えられて妨害波を除去できる等の特長があり、古くから無線電信受信機用濾波器として用いられてきた。更に単一周波抽出用濾波器として多重通信、測定等に用途が多い。しかし本濾波器の理論並に設計法に關して研究した者もなく、又詳細な實驗結果も發表されていない。

筆者等はこの回路を入力變成器が理想變成器でない Jaumann 接続の濾波器と見なし、その等價梯子形回路を導く回路變換理論を誘導し、これに基き諸特性の定量的關係を的に理論求めた。例へば減衰極の位置とその減衰量、帯域巾とその可變範圍、中心周波數の移動、利得等の關係を明確にし、實驗と比べて満足な一致を見た。更に本濾波器で得ることができるといふ特性の限界、合理的な設計法を明確にすることができた。

尚、重要な結論を二三擧げれば、周波數特性は單一共振回路と同等であること。可變帶域巾特性を得るためには種々の變形回路中、圖示の如く入力側の二次を非同調とし、蓄電器で中點タップを設け、終端インピーダンスとしては Q の高い同調回路を用いたものが最も優れていること。(この形式のもので中心周波 470kc で帶域巾が 80~7000 ω の間連続可變のものが得られた。)利得を餘り犠牲にせずに設計するためには、固有帶域巾が少くとも所要帶域巾の $\frac{1}{2}$ 以下の共振子を用いねばならぬこと。而してその時の利得は普通の中間周波増巾器に比し大なる差異のないこと、等である。

(1949.10.20)

