

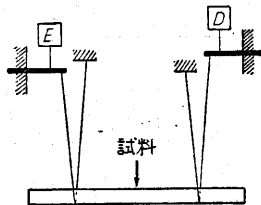
# 実験 / ト

## 1 金属板試料の横振動

一般に固体材料の弾性率測定に、振動的な方法を使えば、静的な方法にくらべて非常に精度がよくて都合がよい。とくに楽器用振動材料の弾性測定には、振動的方法が必要となつてくる。金属板試料を横振動の方法で測定しようとする場合、その方法には大別して次の2つがある。1つは試料の一端を Clamp して、他端を自由に振らせる方法であり、1つは両端自由の状態では振動させる方法である。しかし前者の場合、完全な Clamp 端をうるのは難しく、また振動を駆動するのに、普通 Clamp した支持体を振動させるため、試料の振動状況は計算によるものから幾分ずれるものと豫想される。したがって精度を要する場合には後者の方法が望ましい。とくに減衰測定の場合にはそうである。細長い棒に横振動をさせるには、振動の節の位置（たとえば基本振動の場合、両端から全長の長さの 0.224 倍の位置の2点）を細い糸で吊し、その一端を適当な方法で一定の振動数で上下に駆動する。試料の他端の振動の振幅を適当な方法で測定し、振動数を連続的に変えながらその値を読んで最大となるところの振動数が、試料の固有振動数となる。基本振動の場合の固有振動数を  $N$  とするとき、これとヤング率  $E$  との関係は次の通りである。

$$E = 48\pi^2 N^2 \rho l^4 / m^4 t^2 \text{ (c.g.s)}$$

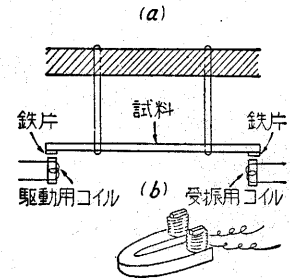
ただし、 $\rho$ ,  $l$ ,  $t$  は夫々試料の密度、長さ、厚さで、 $m$  は 4.730 なる常数である。測定の精度をできるだけ上げるためには、試料の一端のできるだけ狭い部分を狙つて、一定の正弦的に變化する力で駆動しなければならないし、また振動を受けるには試料に何の力も及ぼさないことが望ましい。この駆動、受振には次の2つの方法が知られている。1つは Förster 及び Köster<sup>1)</sup> の方法で、第1圖に示すように、試料の節点の位置附近を細い糸で吊し、一方の糸を駆動装置  $E$  で振動させ、他方の糸を受振



第1圖 Förster 及び Köster の方法

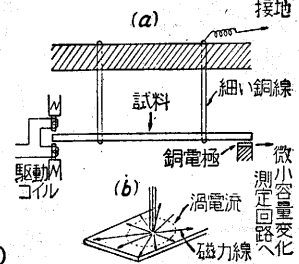
装置  $D$  に導いて振動状況を調べるのである。この方法は試料に何もよけいなものをくつつけない利点があるが、装置の関係上、受振装置に現れる最大振幅の位置が、試料自體の固有振動数に一致するかどうか疑問がある。第2は電磁的な方法である。<sup>2)</sup> 試料が強磁性體の場合にはこの方法が最もよい。振動の駆動及び受振には、電話受話器の振動板を除いたものを使う。その露出した2つの極を試料の端に近づけて、コイルに振動電流を流せば

試料内を通る磁束の變化により振動的に變化する力を試料に及ぼす。また振動する強磁性體を極の直前におくと逆の効果でコイルの両端に振動振幅に比例した電位差が生ずるので受振器ともなる。電話受話器でなくても、手製で第2圖(b)のようなものを作つてもよい。試料が強磁性體のときは都合がよいが、そうでない金属の場合、または非金属の場合には、その両端に細長い鐵片を張りつけなければならない。(第2圖) 従つてこのときには鐵片の重さのため、得られる固有振動数は試料だけのものにくらべて低く出てきてその影響に対する補正が必要となつてくる。この補正は試料の端から見た横振動に対する機械的イムピーダンス中の等價質量が、鐵片の重さだけ増したと考えることによつてでき



第2圖 電磁的方法

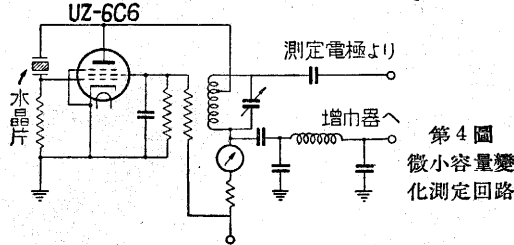
實際筆者の測定の結果、このような補正のたい正しいことを確めた。(基本振動の場合、等價質量は原質量の4分の1となる。) 鐵片をくつつけるには、松脂またはセメダインによるのであるが、手数が煩雜であり、時間がかかり、かつ試料をある程度汚すといった缺點がある。とくに歴延直後の試料の弾性率の時間的變化を測定する場合には、そのために時間をとられるのは痛手である。さらに上にいつたような補正を要するわけであるから、それだけ精度が落ちることもさげられない。そこでせめて金属の場合には、他にもつよい駆動、受振の方法がありそうだと思うて筆者の試みたのが次の方法である。第3圖に示すように、試料はやはり節点の位置を細い糸で吊すが、この場合吊す糸は細い銅線にして、これを通して試料の電位を接地の状態におく。駆動は圖の左の装置による。永久磁石を2つ用意してその同名の極を試料の上下におく。それぞれに細長い軟鐵片をくつつけコイルを巻きつける。(約2,000回くらい) コイルに振動電流を流すと次の理由によつて



第3圖 渦電流及び容量變化の方法

試料は上下に振れる。即ち2つの磁極は同名のため、その呈する磁力線は同圖(b)のように試料内を放射状に走る。次にコイルに流れる電流による磁場が試料を貫いて振動的に變化すると、試料内に点線で示すような渦電流が流れこの電流と上の放射状の磁場とが作用して試料を上下に振動させる力となるのである。コイルに6mA 位流せば手で觸つて感じるくらい充分に振動する。ただし試料は長さ14cm、幅1.5cm、厚さ1.3mmの真鍮の場合である。次に受振の方は、圖の右端に見るように試料と銅板の電極とを相對せしめて蓄電器を作り、この間の

容量變化を適當な回路で測定するのである。この微小容量變化測定回路はいろいろあるが、筆者は第4圖のような水晶を用いた Pierce の發振回路をこの目的のために應用したものをを用いた。(この回路は本研究所の星合教



第4圖 微小容量變化測定回路

授、野村助教の研究になるものである) 測定電極として 1.5cm 平方くらいの銅板がエポナイトに固定して試料にできるだけ近づけておき、ここから測定回路に持つて行く lead はできるだけ短くする。また試料を接地するための lead もできるだけ短くして測定回路の接地につなぐ。この回路の出力をさらに三段低周波増幅すると、

(今の場合の試料の基本固有振動数は約 230cycle である) Brann 管一杯にふれるくらい大きく出てきて充分測定ができる。この装置で注意すべきは始めの測定回路が振動に對してきわめて高感度であるために、その機械的 shielding をよくしなければならぬことである。とくに回路中のバリコンはがつつりしたものを用いる必要がある。また後の増幅回路との機械的な絶縁が悪いと、microphonic な feed-back によつて發振を起してどうにもならなくなる。筆者のところでは、試料を吊す台と始めの測定回路とを、50cm 立方のコンクリートの台の上におき、別の2つの測定機にそれぞれ發振器、増幅器をおいて實驗しているので、その方の故障はないが、受振感度の高いため、傍の人が歩いて、遠くのモーターの響にも顯著に感じて、大いに苦勞するのである。終りに、測定回路についていろいろ御助言頂いた電氣の野村助教に厚く御禮申上げる。(4・10・18, 鳥岡安生, 應物  
1) F. Föster & W. Köster: ZS. Metal Kde., 29 (1937), 116.  
2) 例えは 秋山: 理工研報告第 1 卷 第 3.4 號 (1947), 38.

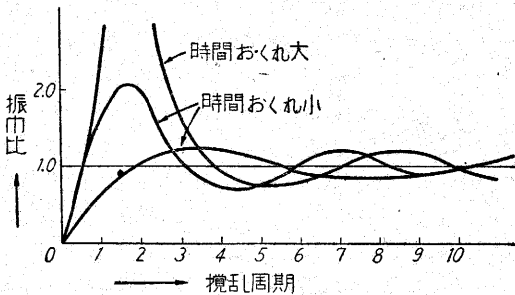
### 速報 3 時間おくれある制御問題の解析(共振特性)

増淵正美 (機械)

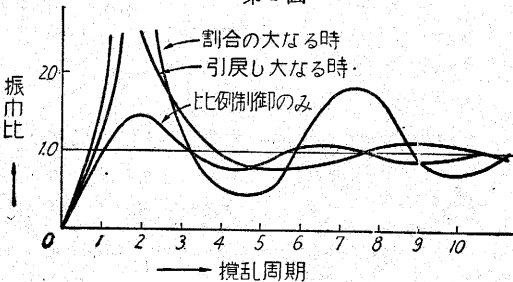
さきに(創刊號, 29 頁, 速報 4), 時間おくれある制御系の安定條件を考えたのであるが、今度はこれに周期的擾亂が加つた場合の應答をしらべた。周期的擾亂は正弦波状と假定し その周期を零から次第に大きくして、安定領域内で制御系がどんな共振特性を持つかを吟味したのである。

まず、原微分方程式に正弦波状の解を假定し、制御器をつけた場合の應答と、つけない場合の應答との振巾比及び擾亂と應答との位相差を5種の制御器について検討した。

これによると比例制御では第1圖のような特性が得られる。比例制御に割合, 引戻しがつくと第2圖のよ

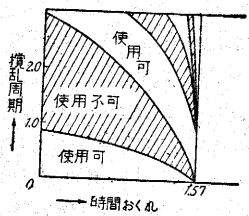


第1圖



第2圖

うに振動的となつたり、共振の山がずれたりするが、概して短い周期の振動に對しては、制御器の動作が微弱となり、ときには制御器のない方がよい場合があるのである。その限界を第3圖のように示すことができる。これによつて周期的擾亂の加わる被制御系へつけるべき制御器の種類の概略的な目安がつくものと思う。



第3圖

(1949・10・5)

### 速報 4 時間遅れのある自動制御

松本武夫 (機械)

一現象が起きてから或る時間がたつてはじめて反應が起る場合に、その経過時間を時間遅れ(不動時間)という。

時間遅れを一定と考えられないときもあるが、近似的にはそう見てさしつかえないことが多い。そこで、一定の時間遅れによつて自動制御経過がどう影響されるかを研究した。

時間遅れがあると制御作用がそれだけ遅れるから制御に好結果をもたらすとは考えられない。事實、計算をしてみると安定度は悪くなり、制御不能となることが多い。しかし、毒も薬になる如く、使いようでは制御性能の向上にも役立つことがある。

例えば、注目する變數の値と、その變る速さ(微分値)とを測つて制御するときに、變數値の檢出をわざと遅らせると、相對的には微分値が早く檢出されるわけで、あらかじめ先の様子を見て制御することになるしたがつて、安定度を向上させるようになるのである。この觀點に立つて筆者は時間遅れがいかなる所にかかなる大ききであれば利用可能かを決定した。

その結果、船、飛行機の自動操舵の場合、時間遅れを入れれば、いままで使用できないと考えられていた装置も使えるようになることがわかつた。それは、上に述べた微分値檢出の方法、及び復元部に時間遅れを入れることによるのである。

時間遅れを近似的に實現するには、ガタ、固體まさつ、慣性等を使うことができる。(24・10・17)