

制御部、測定部に使用される電子管、パネル中央は積算振動計

共振型曲げ疲労試験機

澤井善三郎・鴨井章

I ま え が き

生研で行われた試作研究によつて、また一つ新しい機械が世に出ようとしている。それは最近生研第3部で実用的な試作装置を完成した、共振型曲げ疲労試験機である。曲げ疲労試験で試験片を共振状態で振動させる形式のものとしては、アメリカ Raytheon 会社製の Rayflex があり、わが國にも以前輸入されたことがあるが、その後はほとんど使用されていない。これは何といても輸入機械であるため、簡単な故障があつただけでも修理が面倒で使用しなくなつていたのである。

しかし共振型疲労試験機は小さい動力で試験ができ、しかも試験に要する時間が非常に短いという決定的な長所をもつているので、手頃な機械が手近で供給されれば、普及をみることは疑ない。今回新しい考案を含んだ

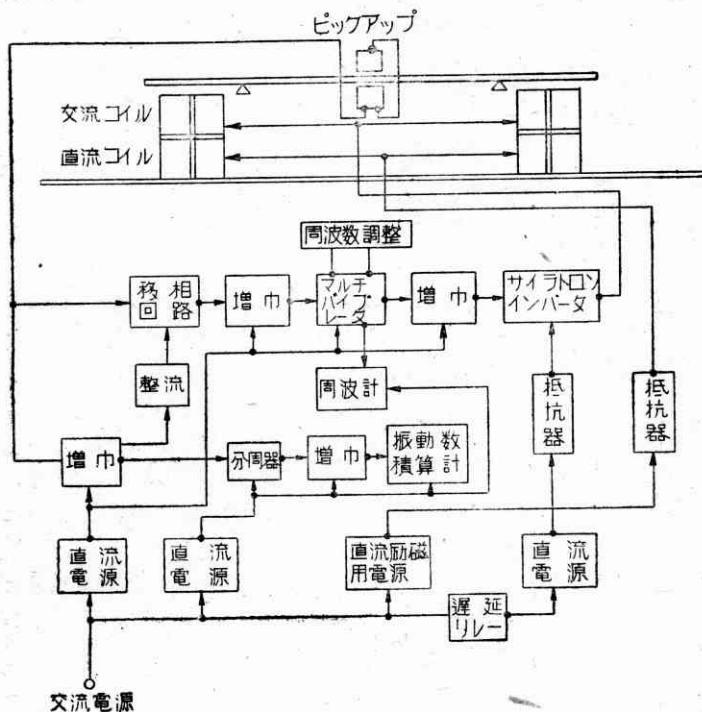
従来材料の疲労試験には長い日時がかつた。共振型にすると装置も簡単、動力も少なく済み、時間も極めて短縮できる。生研式疲労試験機はサイラトロンを使つているので取扱いも容易である。その活用次第で新しい技術の進歩がもたらされるかも知れない。ここにその設計の特徴について解説する

Rayflex の改良型ともいふべき機械が完成されたわけで、材料の疲労に関する系統的な研究に、各種材料の検定に、また、溶接その他特殊の加工を受けた部分の試験に、このような機械が廣く使用されるようになれば幸である。

II 主要部分の動作原理

共振型曲げ疲労試験機についてはすでに本誌にも紹介したが⁽¹⁾、ここでは今度の試作機械についてその主要部分の動作原理を簡単にのべることにする。

第1圖はその構造の概略を示すブロック線圖である。まず磁性體の棒状試験片をゴムクッションによつて二點でささえるのであるが、その際支點の位置がほぼ試験片の撓み振動の節と一致するように調節する。支點の外側には交流電磁石があり、これによつて試験片の兩端は一定の周期で下方へ引かれる。この場合試験片に作用する力は磁束の自乗に比例するから、電磁石を交流のみで勵磁すると、力は交流周波數 f の2倍の周波數で變化することになる。そこで實際の機械では電磁石に直流コイルをも設けて、あらかじめ一方に勵磁しておき、これによつて力の變化を交流周波數 f と一致させるようにしている。力の成分には直流分および周波數 $2f$ の高調波があるが、 f を試験片の基本固有振動數 f_0 に近くしておけば、直流分および高調波の影響は周波數 f のものに比してほとんど無視すること



第 1 圖 構造原理圖

ができる。

交流電磁石はサイラトロン・インバータによつて勵磁されるが、インバータは可變周波のマルチバイブレータを用いて勵振させるので、任意の周波数の交流がえられるわけである。しかし實際の装置では圖に示すように試験片の中央上下に電磁型のピックアップをおき、ここに誘起する電壓を増幅してマルチバイブレータを勵振する形をとつているので、試験片の振幅がある値以上になると、全體として音叉發振器と同様な一つの發振器を形成し、試験片は固有振動數に近い毎秒 100~300 回の振動數で振動を繼續することになる。

第1表 394A 定格表

ヒータ	電 壓	2.5 V
1	電 流	3.2 A
	加熱時間	15 S
	最大尖頭陽極電流	2.5 A
	最大平均陽極電流	0.64 A
	最大尖頭耐逆電壓	1250 V
	最大尖頭耐順電壓	1250 V
	周圍溫度	-40°~+80°C
	尖頭グリッド電流	50 mA

この場合インバータの轉換用コンデンサと交流コイルとの回路を振動周波數にほぼ同調するようにしてやれば、インバータは非常に小さい入力ですみ、サイラトロンもごく小型のものでよいことになる。實際にはサイラトロンとして第1表の 394 A を用いている。カットの寫眞中に見えるキャップのついた 2 本の電子管がこれである。

III 附 屬 装 置

1. 支點調整装置 撓み振動の節の位置は計算から求めることもできるが、支點が節からはずれると試験片がおどり出すからすぐわかる。本機では微動装置によつて支點の位置を調整できるようにした。

2. 振幅測定装置 この試験機で行われるような撓み振動では、試験片の中央上下の両面にもつとも大きな應力が作用することになり、その大きさは

$$S = 14.61 E a d l^2$$

であらわされる。ただし E は試験片材料のヤング係數、 a は中央における振幅、 d は試験片の厚さ（断面圓形の場合は直徑）、また、 l は試験片の全長である。

實際の試験では S を直接求めることは困難であるから、中央の振幅を讀取擴大鏡でよみ、上式から S を求めるのである。擴大鏡は微動装置によつて上下に移動できるようになつており、振動中に試験片中央のひろがつて見える厚さを擴大鏡の移動距離から求め、これから靜止時の厚さを減じ 2 で割ることによつて振幅を出す方法をとつている。

3. 振幅調整装置 疲勞試験機では試験片の振幅を任意の値に調整できるようにする必要がある。試験片に作用する周波數 f の力は直流コイルによる磁束 Φ_a と交

流コイルによる交番磁束の最大値 Φ_a との積に比例するから、直流コイルの電流またはインバータの入力電流を抵抗器で調整すれば、振幅を加減することができる。

4. 自動振幅安定装置⁽²⁾ 疲勞試験では普通の場合、一度決定した振幅は試験終了まで一定に保たなければならない。電源電壓等の變動にかかわらずこれを達成するためには自動振幅安定装置が必要である。

これに對し本装置ではピックアップ・コイルの出力側に移相回路をおき、マルチバイブレータの勵振位相を變え、したがつてまたインバータの勵振位相を變化することによつて、全體として振動周波數を變化し、これによつて振幅を調整する方法をとつている。この場合移相角はピックアップ電壓の大小によつて變化するようにしてあるから、あらかじめ振動數を試験片の固有振動數からわずかにずらせておけば、振幅に變化があるとこれに應じて振動數が變化し、振幅をもともどすように動作する。

振動數を變化させて振幅を一定に調整することは容易に考えつくことであるが、試験片は非常に急峻な共振特性をもつているので、發振器の周波數を直接制御する方法では、發振器の周波數安定そのものが問題となり、かえつて振幅の安定が困難になるであろう。ところが、一般に周波數を變化した場合に振幅の變化の大きい範圍では、ちょうど加わる力と變位との間の位相角も大きく變化するので、本機のように移相装置によつて振幅制御を行うのはもつとも合理的な方法であると考えられる。

5. 振動數積算装置 荷重の繰返數積算用として同期電動機駆動による現字型積算計を製作した。よみうる數字は 6 桁、最小 10 回からよめ、 10^7 回でまた 0 にもどるようになっていいる。100~300 c/s の範圍で同期電動機を正しく追隨させることは無理なので、1/2 又は 1/4 に周波數を下げ、これを増幅して電動機をまわすようにしている。これらの場合には積算計のよみの倍または 4 倍をとればよい。

6. 疲勞檢出装置 この試験機では試験片が破斷しても別になんら危険はないが、實際には荷重一定でなく振幅一定で振動させるので、試験片の一部に破壊を生じてもただちに破斷することなく、なお振動を続けるものである。しかしこれではいつ疲勞破壊を生じたのか不明確となるので、本装置では疲勞の檢出は破斷によらず、試験片の疲勞による固有振動數の低下を振動片リレーによつて檢出する方法をとつている。

すなわち、ニッケル振動片を電磁石で勵振するようにし、振動片の共振周波數が試験片の振動數よりもわずかに下になるようにその長さを調整しておく。試験片が疲勞して振動數が低下すると、振動片が電磁石の力で振動し、接點が接觸してリレーを動作させ、試験を終ることになる。

7. 直讀周波計 試験片の振動周波数は上記の振動片を利用して測定することもできるが、真空管式の直讀周波計をもそなえ、常に振動周波数を指示させるようにした。

IV 本機の特徴

本疲労試験機は Rayflex と同様に共振型疲労試験機としての一般的な特徴を有することは当然であるが、サイラトロン・インバータを使用したための特徴をまかねてゐる。

1. 試験片を固有振動数に近い周波数で振動させるので、小さい動力で十分に大きな繰返し應力をえることができる。すべてを含んだ装置の全入力はずか 400W 程度である。

2. 携み振動の節を単に下から支えるのみで、チャック等の試験片取付具を要せず、また試験片以外の部分には大きい力が作用しないから、機械的構造が簡単でしかもあまり強さを必要としない。

3. 共振型であるから、振動周波数は試験片の材料と寸法とで大体決定されるが、本機ではこれを 100~300 c/s にえらんである。これは従来の疲労試験機の荷重繰返し速度が 20~50 c/s であるのに比して非常にはやい。その結果疲労試験をごく短時間で終了しうるわけで、かりに 250 c/s で試験を行つたとすると、 10^7 回の繰返しは約 11 時間かければすむことになる。

実際に速い繰返し應力を受ける場所に用いる材料については、ことさらに振動周波数の高い疲労試験が要求されることがある。このような場合本機は特にその重要性をますわけである。

4. 自動振幅安定装置があるので、試験中電源電圧等に變化があつても、應力に變化を生じない。

5. 試験片の取付にチャック等を用いないので、應力の決定が正確である。

6. サイラトロン・インバータを使用したため、必要な力を発生させるのに 300 V 程度の電源で済み、危険が少ない。

7. サイラトロンは真空管とことなつて内部抵抗が非常に低いので、交流コイルとの間に整合装置を必要とせず、調整が容易である。

8. 電磁力を利用しているので、原則として磁性體の

試験片に限られるわけであるが、非磁性體の場合には鋼製のスリーブを取付ける等の方法で試験を行うことができる。

V 今後に残された問題

このように本試験機には多くの長所があるが、なお今後解決しなければならない問題もある。

1. 繰返し速度の問題 疲労試験において荷重の繰返し速度を増加すれば、試験時間が短縮され、また共振型では試験片が小さくてすむという利點があるが、実際にはあまり繰返し速度を上げると、試験片の温度上昇等のため、試験結果が變つてくるおそれがある。現在ではその位のことはあつても、むしろ速く試験ができた方がよいし、また、300 c/s 位までは周波数の影響がないといわれている。しかし將來に繰返し速度の限度も問題にされることであろう。ただしそのような點の解決にも本機のような装置が必要であることはいうまでもない。

またサイラトロンとしても周波数に対する使用限度があるので、高い周波数に使えるものの出現が望まれる。

2. 振動数積算計 本装置では小型同期電動機をまわすのに、分周器で周波数を下げているので、この部分にかなりの真空管を使用している。外國製の小型電動機では數百 c/s まで應動するものがあるので、このようなものが使用できれば真空管数ははるかに減ずることができよう。

3. 共振型引張壓縮疲労試験機 本機は曲げ疲労試験機であるが、共振型の長所を生かした引張壓縮型のものも考えられるので、今後の研究が要望されている。

VI あとがき

以上試作した共振型曲げ疲労試験機について簡単に紹介を行つた。本機は生研内でも疲労の専門研究者や材料関係の人達が、ぜひ使用したいといつてその完成を待ちかまえていたもので、この機械による疲労試験結果が發表されるのも遠くはないであろう。電気部分その他装置の各部にも、設計製作ならびに調整上いろいろ興味のあることもあるが、これはいづれまた機会をえて發表したいと考えている。(27.5.10)

参 照 文 献

- (1) 生産研究 3, 7 p. 16 (1951) (2) 特許出願中

—電子顯微鏡研究班—

當研究所において、電子顯微鏡に關心をもち又これを使用する人々によつて電子顯微鏡研究班を組織し、お互いに連絡を保ちながら研究を進めている。現在行われている主なものは、谷安正教授の電子顯微鏡形像理論、超高壓電子顯微鏡、半導體表面や塑性變形を受けた材料表面の研究、福田義民教授のカーボンブラックや白粉各種およびその原料の形状の研究、加藤正夫助教授の Al-Cu 系合金における時効硬化機構の研究、松永正久助教授の

電子顯微鏡および電子廻折装置によるラッピングの研究、久松敬弘助教授の各種製造法による二酸化マンガンを酸化亜鉛の研究、小川岩雄助教授の金屬蒸着面の電子廻折装置による研究、安達芳夫助教授の螢光物質の變質に関する研究、原善四郎講師のサーミスター用酸化物粉末の粒形の研究およびアルミニウム箔上のステアリン酸構造の研究、東畑平一郎講師の醤油の新脱汁法(もろみの形状)の研究、西川精一講師の鋼合金の微細構造に関する研究(とくに Cu-Al-Mn 合金について)などである。