

# 精紡機用スピンドルの振動測定

井上 實\* 市川忠男\*\*

## The Vibration of Spinning Spindles

By Minoru Inoue and Tadao Ichikawa  
Central Laboratory, Kawasaki Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The vibrations of Spinning Spindles have keen relationships to spinning, for spontaneous cuts of threads decrease the quality and quantity of the work. We investigated the forms and amplitudes of vibrations of the Spinning Spindles during their revolutions by means of photocells and oscillograph, and got some results :

1. Forms and Amplitudes of Spinning Spindles greatly change according to their velocity of revolutions.
2. Each Spinning Spindle of one size has its characteristic vibration form which may be classified to some categories.
3. Vibration features change due to loads to Spinning Spindles.

### 〔I〕 緒 言

日本に於ける近代産業の中世界的に優位を占めるものに紡績工業がある事は我々の既に知る所である。然し乍ら之は日本の紡績工業の技術水準が世界に於ける高位にあると言う理由にも基いたが、過去に於ける労働条件が低廉なる製品を世界市場に送る事を許した事も大きな要素となつていた。敗戦後の今日斯業を昔日の優位に還す爲に各方面の研究が行われて居るが、就中科學的に過去の紡績機械を再検討し、高能率、高性能の機械を斯界の要望に答えて送らなければならない。日立製作所が戦後紡績業界に新鋭機を送り出してより斯界に誇る業績を収めて来たが今日其の一端として輪具精紡機のスピンドル

の振動測定を紹介する。蓋し輪具精紡機は紡績工業隆衰の樞點にあり、この作業に於いて糸切れがなく、捻りの一様な糸を高能率で作る事が大きな課題となつて居るからである。此の課題に對してスピンドルの振動、トラベラー滑りの良否、原綿の纏粘性等種々の要素があるが、こゝでは其の第一段階のスピンドルの振動に就いて報告する。

精紡機のスピンドルの振幅は、尖端に於て 0.02 mm 以下と J.E.S. に規定されているが、測定するのに良い方法が無く、従来は熟練者が指頭の觸感によつて良否を判定して居り、振幅の 0.02 mm という數字の根據も全く曖昧である。スピンドルの振動に就いて、近年二三注目すべき研究が行われて居るが、方法や結果に我々の意圖する所に遠く若干の疑問があり、實際に精紡機に取付けられた状態に於けるスピンドルの振動状況や振動の如

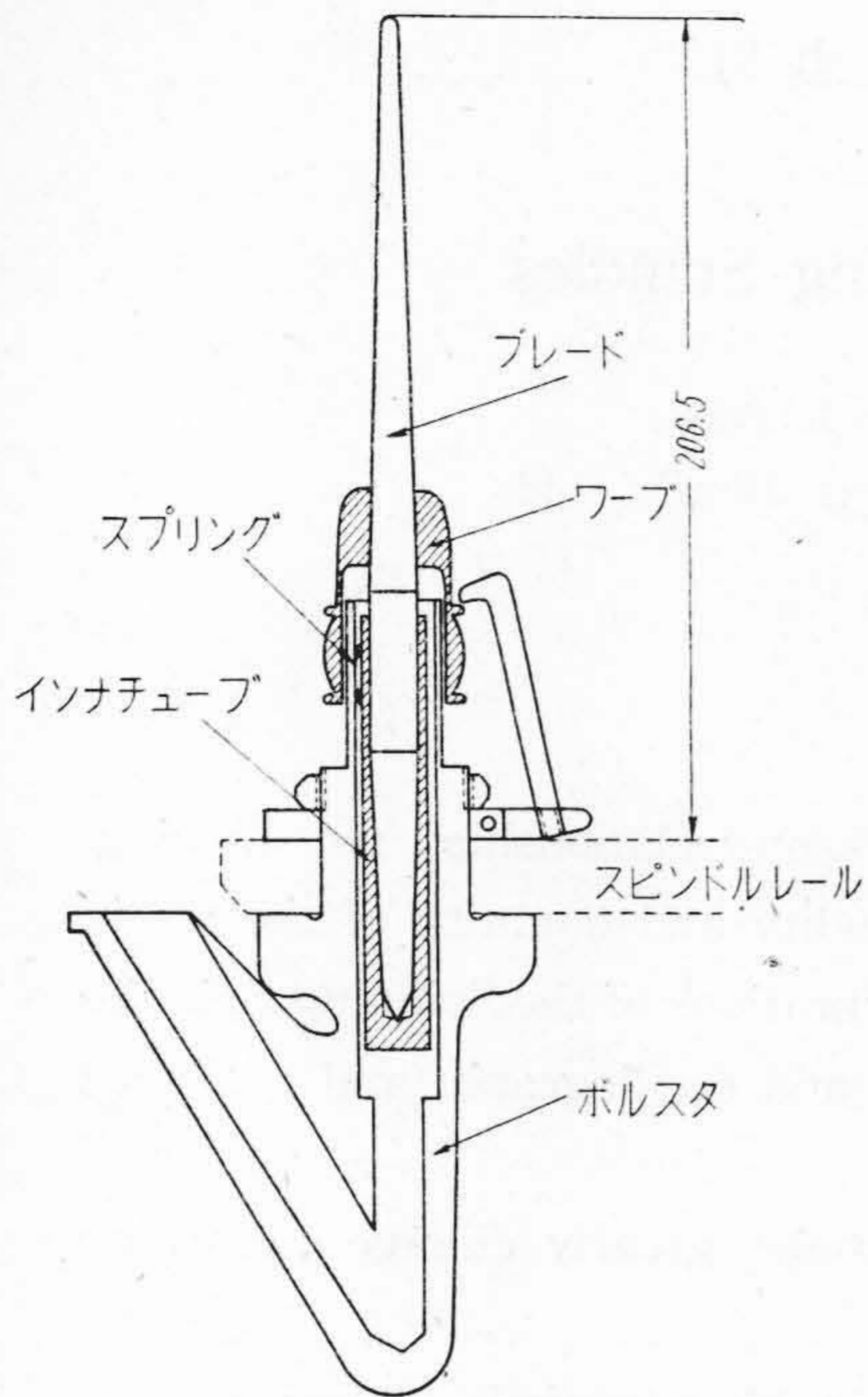
\* 日立製作所中央研究所

\*\* 日立製作所川崎工場



何なる要素が精紡性能に影響があるか等の問題に答える

所が少い。本研究は之等の疑問を解明することも亦目的の一部に選んだ。



第1圖 スピンドル構造圖  
Fig. 1 Construction of Spindle.

### 〔II〕 スピンドルの構造

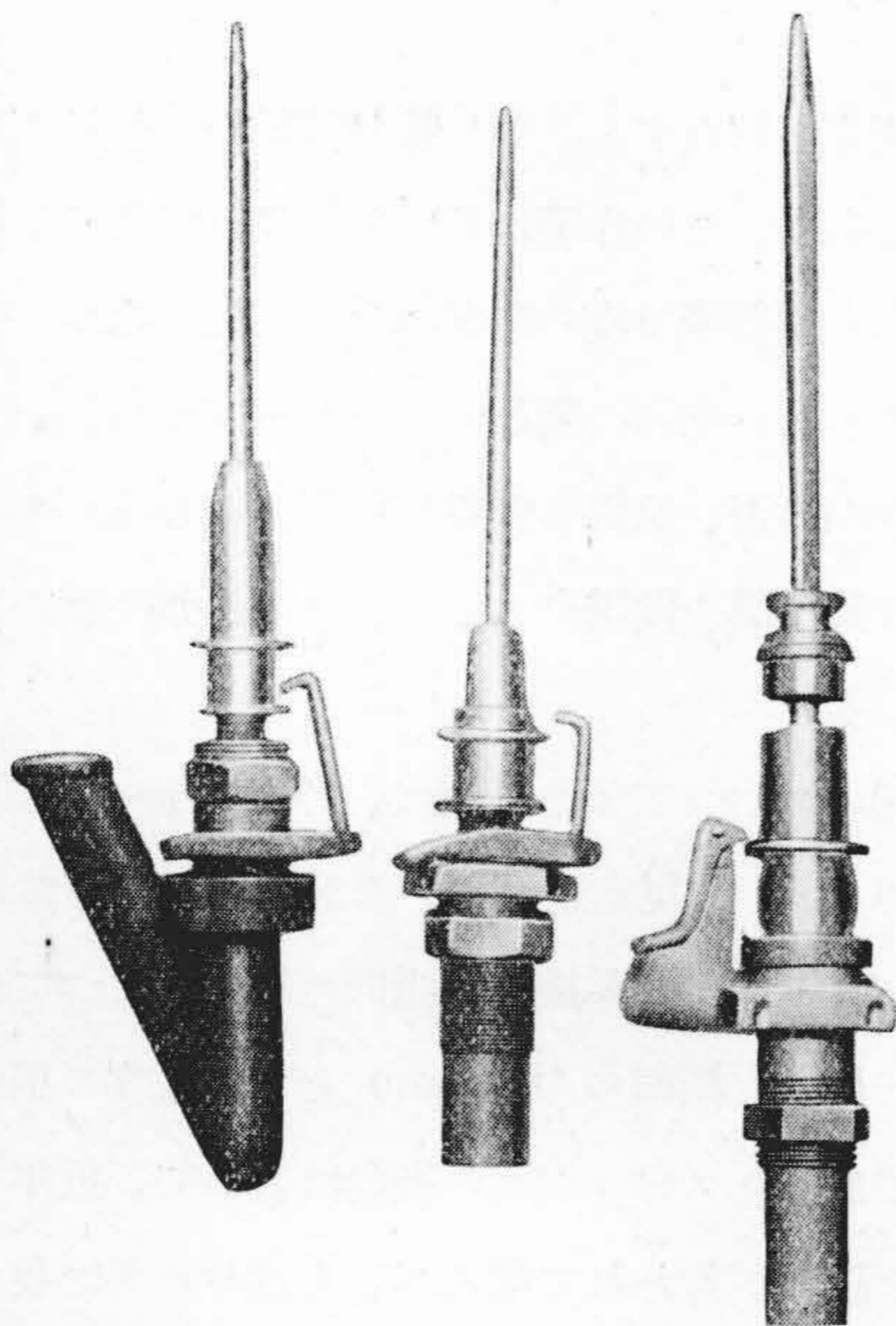
第1圖は精紡用スピンドルの縦断面の略圖で、第2圖は本実験に使用したスピンドルの2, 3種類を示す寫眞である。第1圖に示す如く回轉體を支える軸受に金屬面軸受(インナチューブと呼ぶ)を使用している形状のものであるが、ローラベアリングを使用しているものもある。

インナチューブはボルスタの内徑に嵌り、スプリングで密着している。ボルスタ内には潤滑油が入っている。

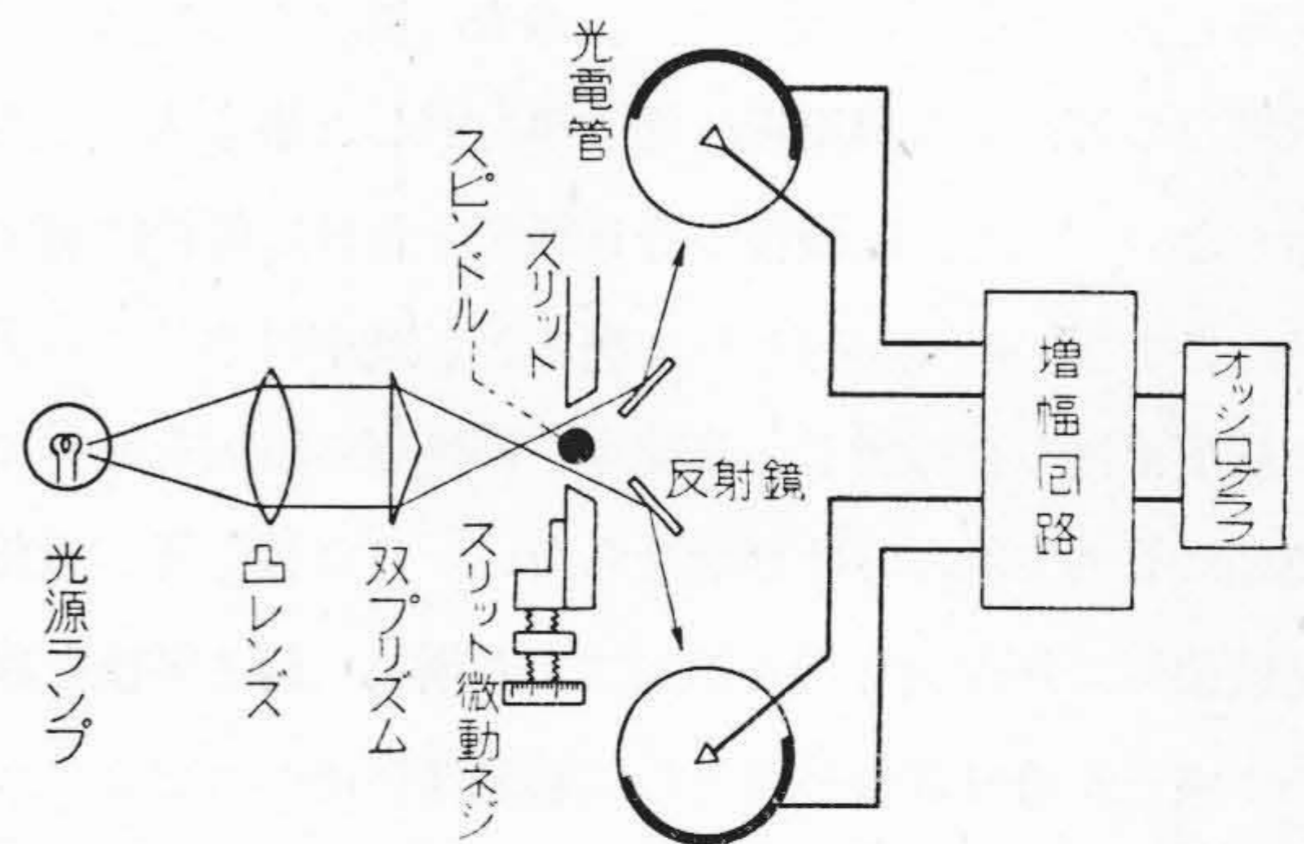
回轉體はボビンの回轉軸となるブレードがワープの中心を貫いて壓入されておりワープの一部で軸受の外側に相等した位置がプーリになつている。此の構造はスピンドルに對して驅動ベルトが最も影響を及ぼさない様にする目的に適つている。

### 〔III〕 實驗装置及び方法

最初本研究に先立ちスピンドルの振幅測定の簡便法として、回轉中のスピンドルの尖端や側端を顯微鏡で觀察したが像が明瞭に見えなかつた。之は後に寫眞で示す様に複雑な波形の振動をしている事からして當然な事である。觸針法、靜電容量法、磁氣的方法等種々の測定法が考えられるが、振幅の相當廣範圍に亘つて一樣な感度で忠實に振動波形を記録する目的に適合した光電管法を採

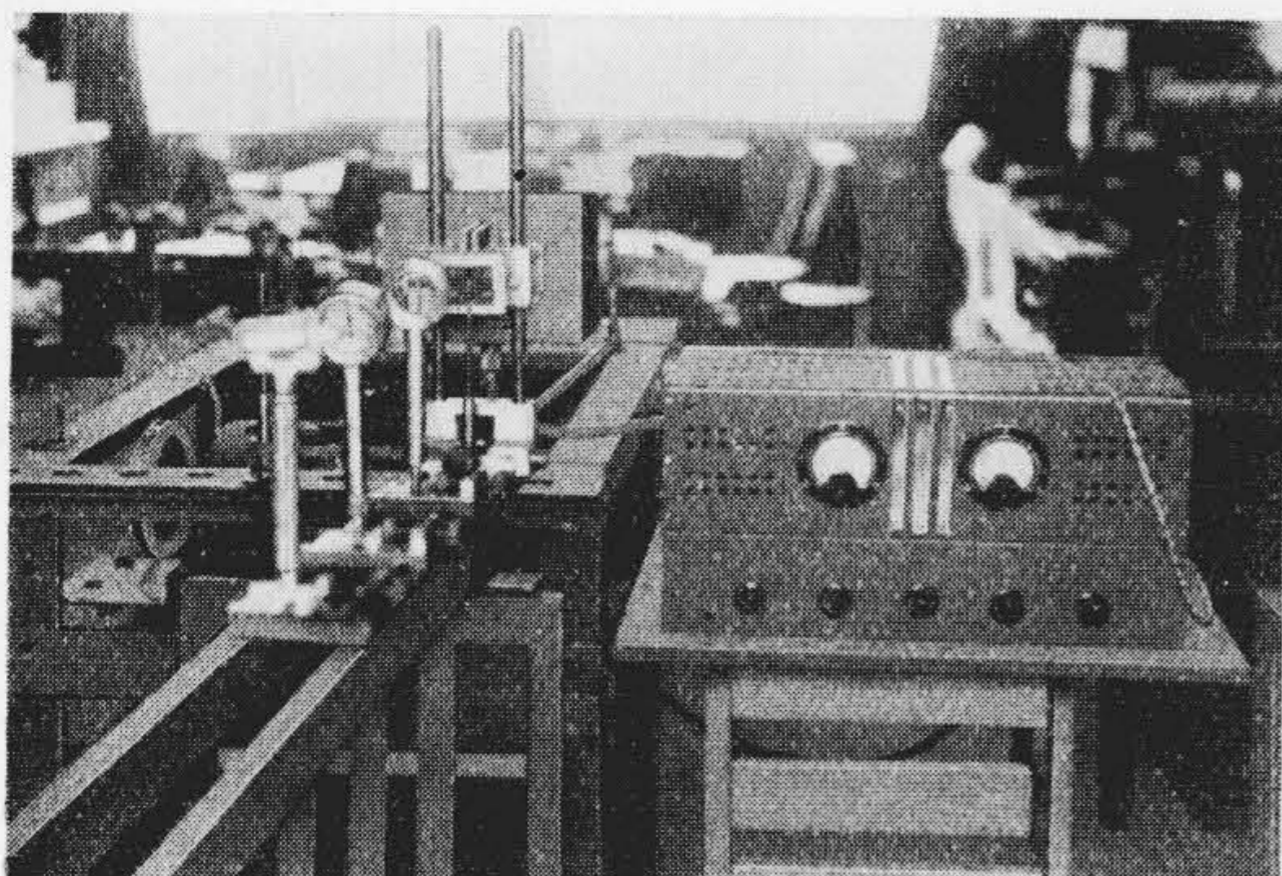


第2圖 本研究に使用したスピンドルの一部  
Fig. 2 Some Spindles Used for this Investigation.



第3圖 測定装置要圖  
Fig. 3 Connection Map of Measurements





第4圖 測定実験装置  
Fig. 4 Photograph of Measuring Instruments.

用することにした。

実験装置は第3圖の説明圖に示す様なもので、其の寫眞を第4圖に示す。寫眞第4圖に於て左方が光學系で、近くから、光源、凸レンズ、双プリズムがあり、其の向うにスピンドルが2個の固定スリットの間で狭まっている。光源から出た光は凸レンズで収斂され、双プリズムで2本の光束に分けられて、スピンドルと固定スリットの間で2個の細隙に照射される。此の細隙を通過した光はアルミ製の函に入つて居る2個の鏡で反射して、夫々別個の2個の光電管に入る。スピンドルが振動すると細隙の一方が増加し他方が減少し、従つて2個の光電管に

入る光量は對蹠的に變化する故、光電流を増幅してオシログラフに入れば振動波形が分る。光電管を2個プッシュプルに使用したのは光源の強さ、其他に變動があつても其の變動が少ければ光電管増幅回路で相殺して、スピンドルの振動波形のみを忠實に記録させる爲である。寫眞の右側にある金屬ケース内が電気回路で、ケースの左側の計器はスピンドルの位置を表わし、右側の計器は振動量を表わす。

實物の精紡機と同じ大きさの鐵製の臺に、實物と同じ動力傳達法でスピンドルを駆動する。其の様になると4本のスピンドルが同時に回轉されるが、其の中の1本の振動を測定する。スピンドルの回轉速度は可變速電動機に取附けた電気回轉計或いはスピンドルの頭部に遮光板を取附けて光線の遮斷速度を記録して測定する。

2個の固定スリットは相互の距離を一定にした儘で、精密ネジ送り装置で左右に移動出来る様になつて居る。スピンドルを停止させて置いて、スリットを一定量動かした時の移動量對光電流増幅値を豫め記録して置けば其の後は電流値の變化から振幅の測定が出来る。

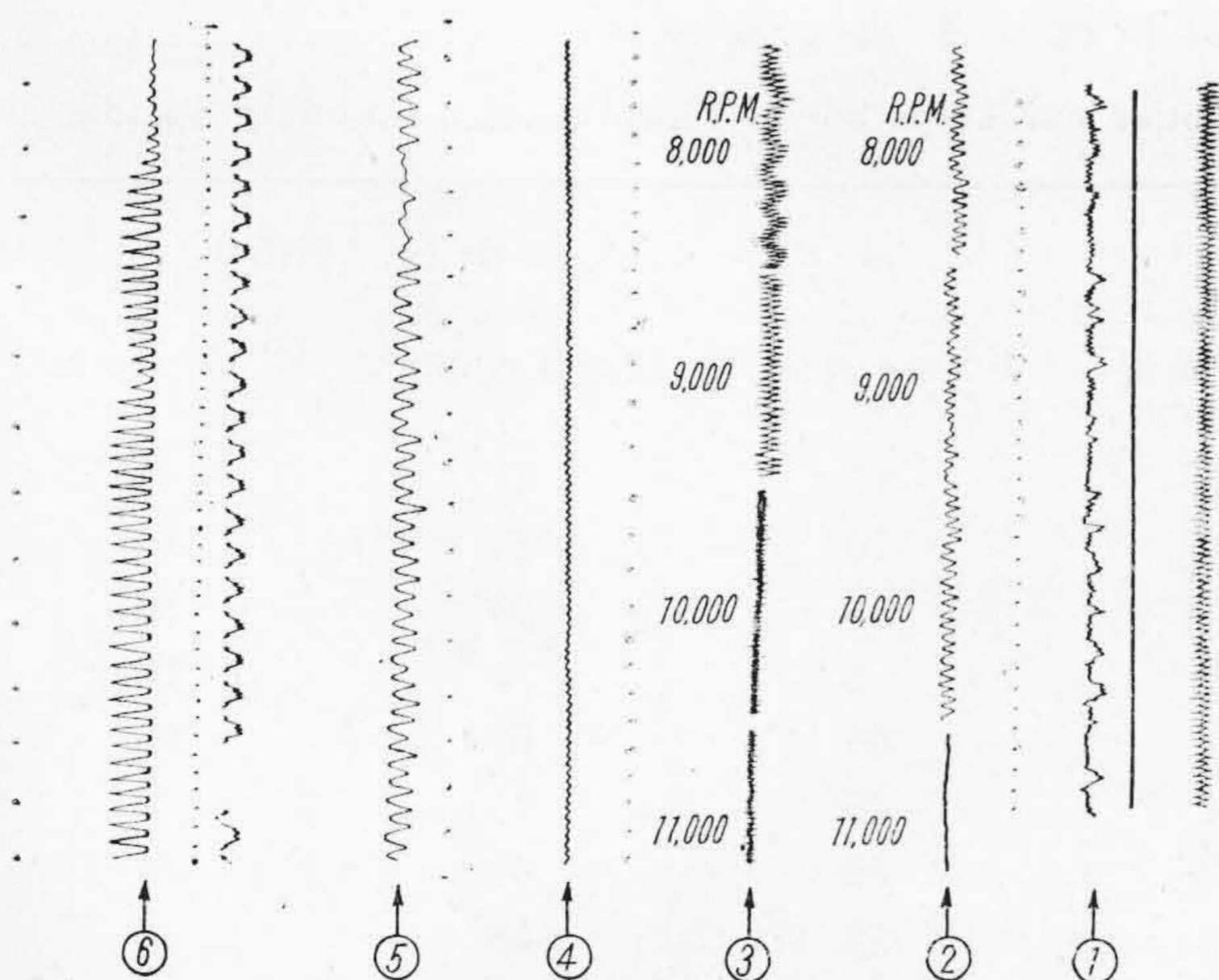
#### [IV] 測定結果

最初に我々はスピンドルを單獨に運轉した場合の振動を測定し、其の振動の様子を定性的定量的に解析し、次にボビンを取附けた場合を測定した。振動の様子は複雑であるが、以下測定した寫眞について概略の説明をする。

##### A. 振動形態の種々

第5圖に種々の形態の振動を示す。

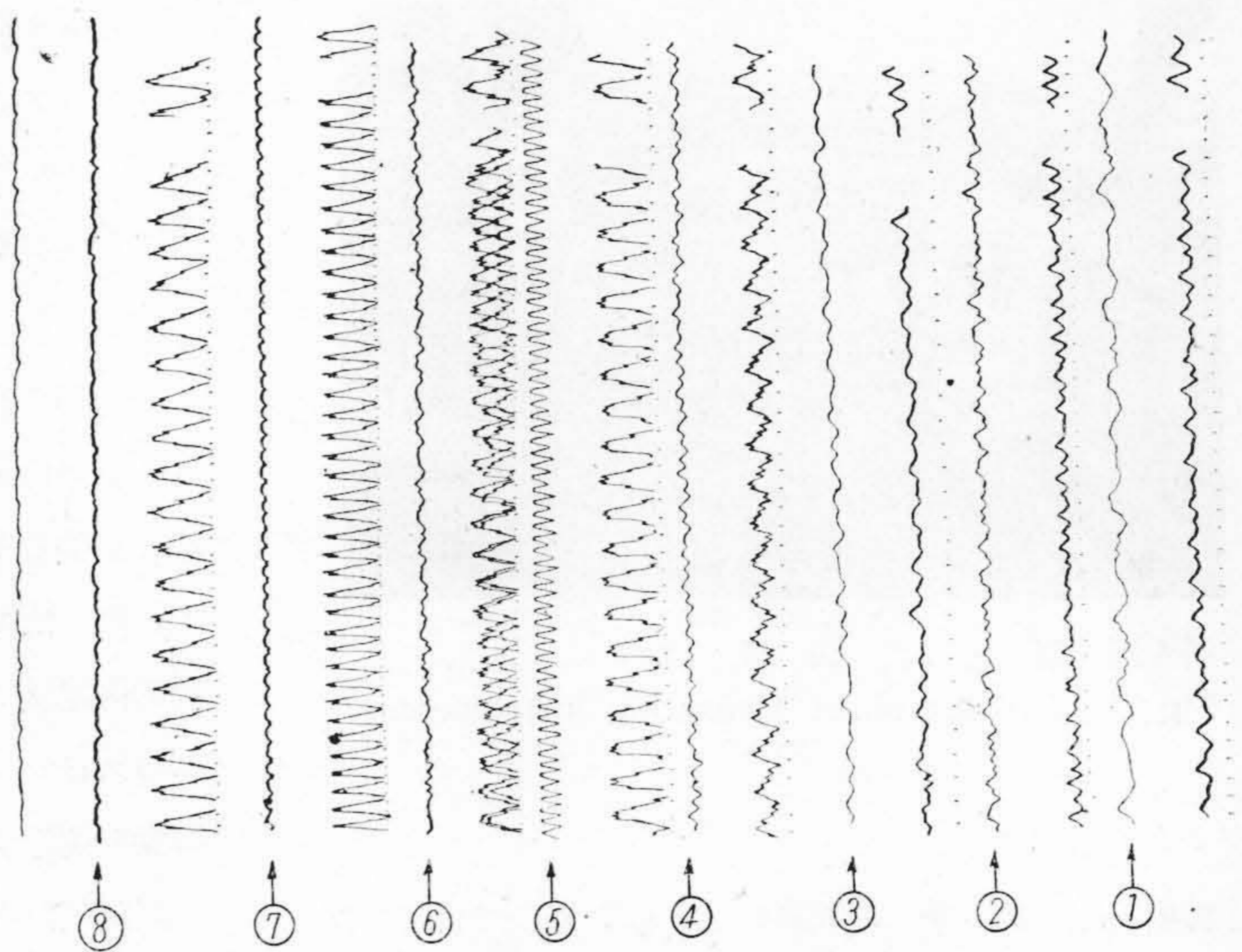
- No. 1. 細かい振幅は約 0.02 mm 程度。大きい振幅は約 0.1 mm 程度。
- No. 2. 4個の振動波形は上から回轉速度が 8,000, 9,000, 10,000, 11,000 r.p.m. である。8,000 r.p.m. の時は1回轉毎に相當大きく振動し乍ら振動の中心も左右に揺れている。9,000 r.p.m. の時は其の中心軸の振動が不規則で 10,000 r.p.m. になると中心軸の振動は少くなる。こゝ



第5圖 スピンドル振動の種々  
Fig. 5 Some Forms of Vibrations of Spinning Spindles.



が振幅が最も大きい故共振點に近いと考えられる。11,000 r.p.m. になると細かい1回轉毎の共振は全く無くなり、スピンドルの非對稱性に基く約 0.005mm 程度の振動と、中心が約 0.07 秒の周期、0.02 mm 位の振幅の振動とが重合されて出て来る。此の遅い振動は驅動ベルトに基くと思われる。

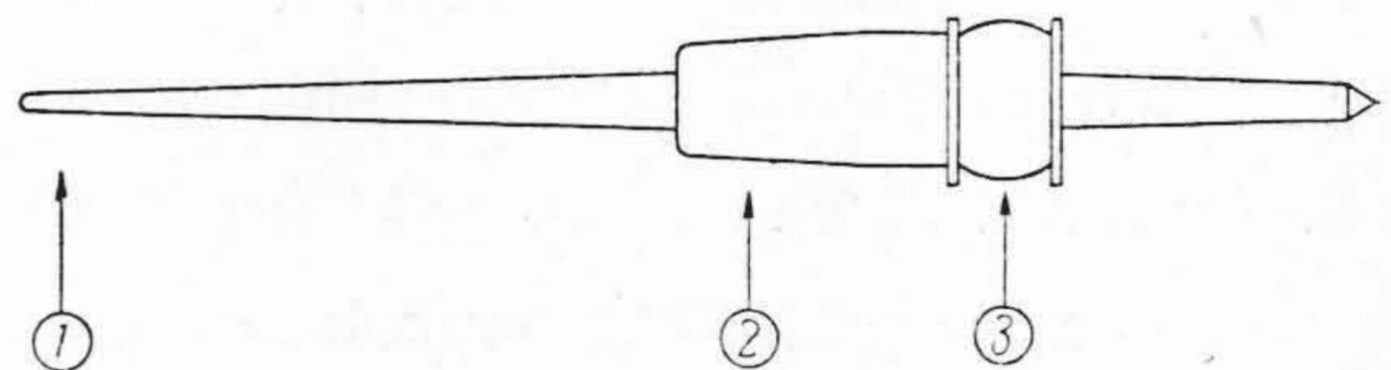


第6圖 回轉速度を変えた場合の振動の變化  
Fig. 6 Forms of Vibrations of a Spinning Spindles According to its Revolving Velocities.

No. 3. 上記 No. 2 と同じ様に作られたスピンドルを上記と全く同じ條件で運轉

したが、振幅や共振の工合等は異つてゐる。

No. 4. 共振點以上の高速度で回轉させた場合にベルトの繼目がスピンドルに當つて之を振動させる一例である。



第7圖 スピンドル偏心量の測定位置  
Fig. 7 Measuring Points of Spindle Eccentricity.

第1表 精紡機スピンドルの幾何學的對稱性と振幅の關係

Table 1 Relation between Geographical Symmetries and Amplitude of Vibration of a Spinning Spindle.

スピンドル 番 號	幾何學的 偏 心 量 (單位 $\mu$ )			スピンドルの振幅 (單位 $\mu$ )		
	①の位置	②の位置	③の位置	9,000 r.p.m.	10,000 r.p.m.	11,000 r.p.m.
No. 1	0	0.2	5	15	25	15
2	0	1.5	10	70	85	25
3	0	21	41	15	20	50
4	0	9	7	5	0	10
5	0.1	10	1	65	60	60
6	0	1.0	2	45	50	75
7	0.2	12	7	85	60	80
8	0.2	14	20	20	15	15
9	0	4	4	20	40	25
10	0.2	7	8	70	70	55



No. 5. 周期が近い、2個の共振条件が重なり合つて作用した場合で多少唸りに似た形をしている。

No. 6. 0.02 mm 程度で振動し乍ら時々大きく約 1 mm 近くの振動が入る。之はインナーチューブの入り工合が適当でなかつた時に生じた。

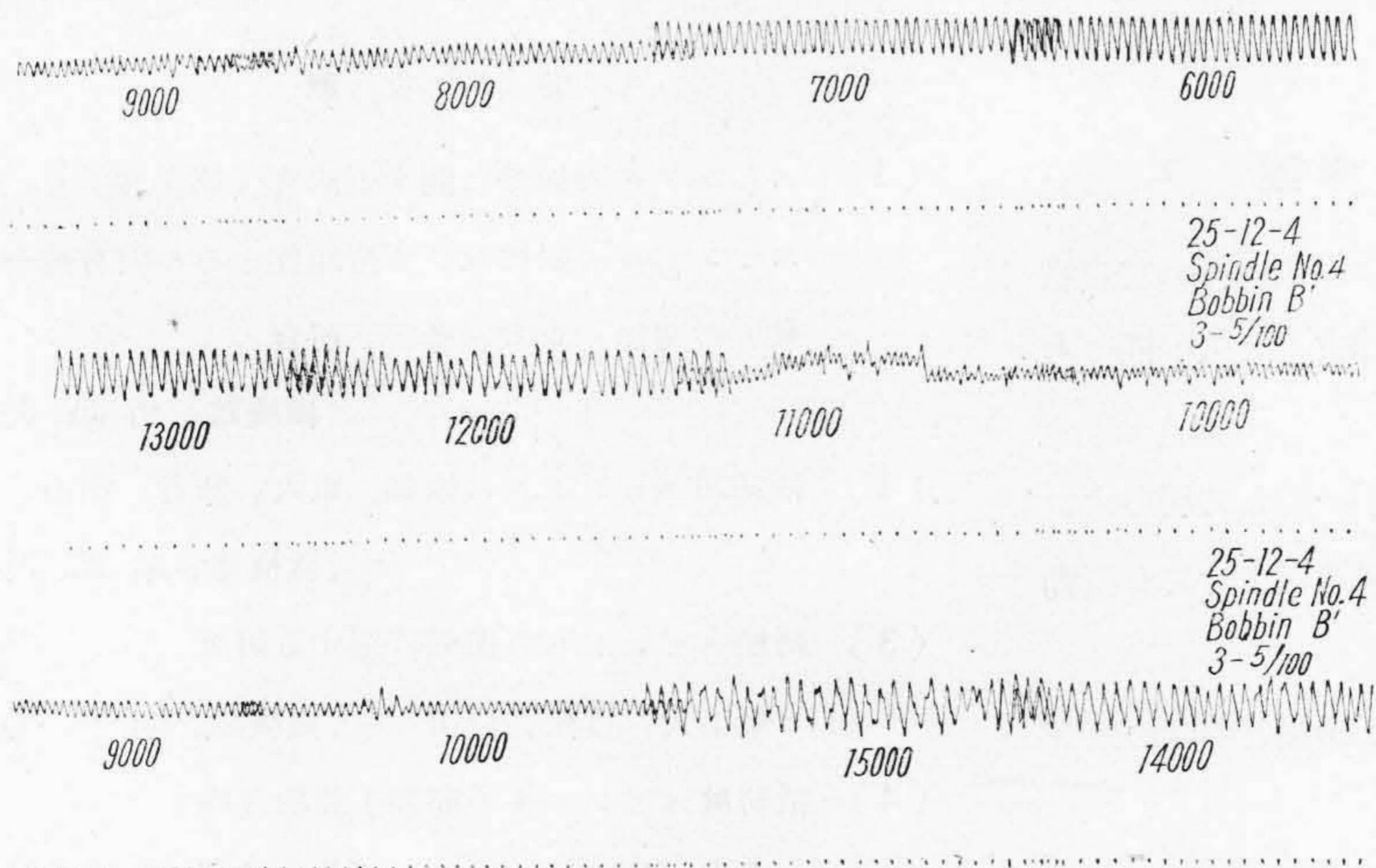
B. 回転速度を変えた場合

第6圖の寫眞に或るスピンドルの回転速度を変えた場合の波形を示す。總てのスピンドルが此の様な變化工合を示すとは限らない。

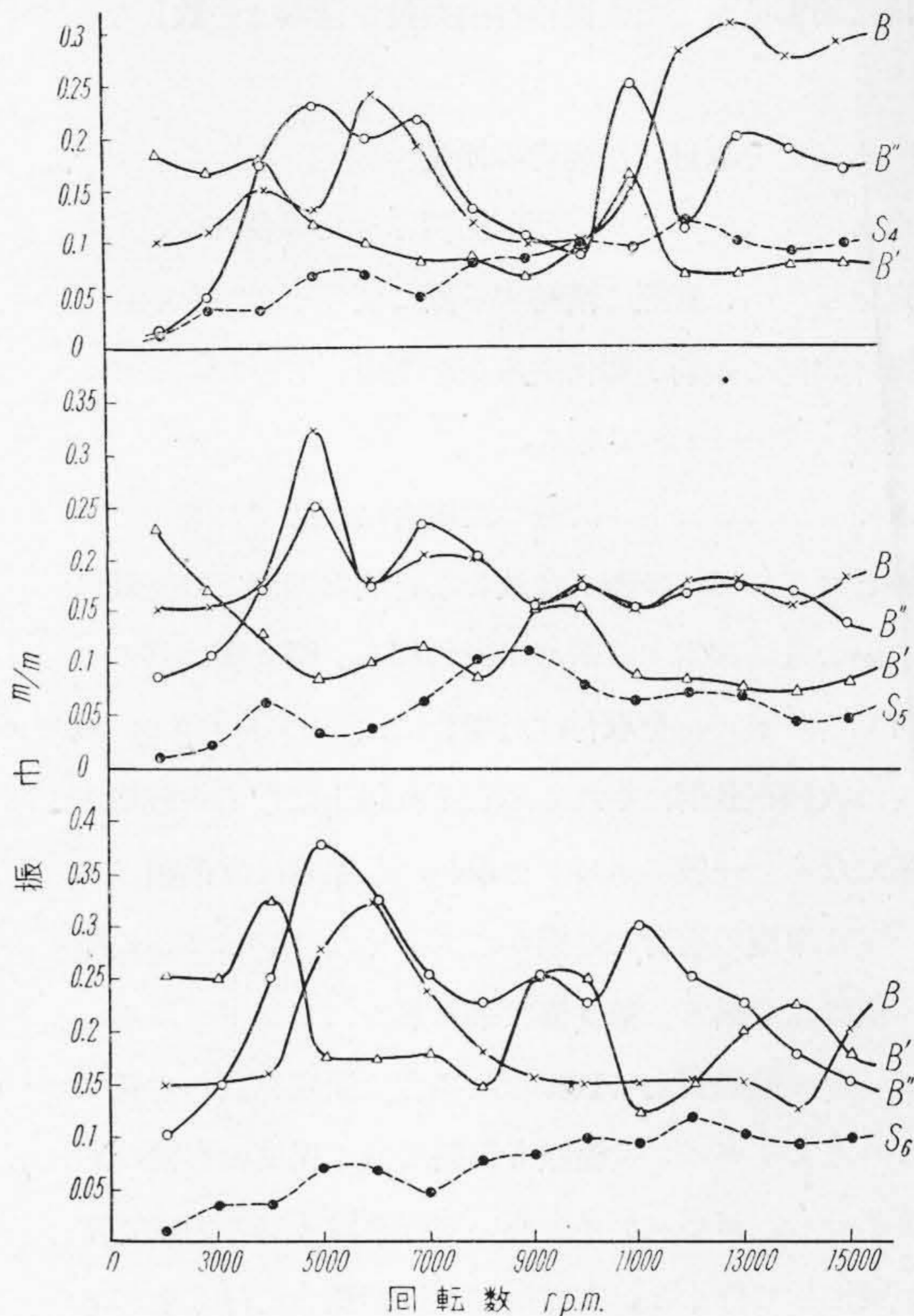
No. 1.	2,100 r.p.m.	最大振幅 0.15 mm
No. 2.	4,000 "	最大振幅 0.10 "
No. 3.	6,300 "	最大振幅 0.08 "
No. 4.	8,000 "	最大振幅 0.10 "
No. 5.	9,500 " 共振點	最大振幅 0.12 "
No. 6.	11,000 "	最大振幅 0.09 "
No. 7.	12,500 "	最大振幅 0.04 "
No. 8.	13,500 "	最大振幅 0.03 "

C. 形状の對稱性と振幅

スピンドルの外形の對稱性と振動振幅の間に關聯性



第8圖 ボビンを取付けた場合速度による振動の變化  
Fig. 8 Oscillogram of Vibrations of Some Spinning Spindles Loaded with a Bobbin.



第9圖

ボビンを付けた場合、ボビンの種類による振幅の變化

Fig. 9

Velocity and Amplitude of Oscillations of Spinning Spindles when they are Loaded with Some Bobbins.

がありはせぬかと期待して試験を行つたが瞭りした結果は得られなかつた。

第7圖に示す様なスピンドルの3點の最大偏心量を測定し、それと振幅との關係を第1表に示す。

D. 共振時の周期と横振動の周期

スピンドルの回転共振の時の週期と静止させて置いて横



方向に衝撃を與えた直後の自由振動の週期は一致しなかつた。

#### E. ボビンを取付けた場合の振動

今まではスピンドルだけを廻轉させた場合についての測定をしたが、實際に精紡する際に使うボビンを取付けた場合如何に振動が變化するかを測定してみた。ボビンの重量は 25~28 g である。

ボビンがスピンドルに嵌つた場合には必ずしもボビンの軸とスピンドルの軸が合致しない故低速度では一般にその偏心量に相當する振れが表われる。第8圖は其の一例である。ボビンを取付けた場合には 10,000 r.p.m. 以下では大體正弦的に振れるが、それ以上になると波形が複雑になる。一般にボビンを取付けた場合には振幅はスピンドル單獨の場合より遙かに大きくなり、ボビンの種類に依つても異なる。第9圖は或る形のスピンドル3本にボビンを4種類變えて實驗した場合の振幅を表わす圖である。之よりボビンの種類も振動に或る程度の影響のある事が分る。ボビンが糸を巻いて行き段々其の力學的常數が變化して行くと、當然振動形態が變つて行く事が考えられる故、糸重量が増加した場合に振幅が増大する傾向のあるボビンやスピンドルは使用に耐えないと考えられる。即ちスピンドルは單にスピンドル單獨の振動を測定したのでは實際的の意義が乏しく當然ボビン及び綿糸を合せての振動を考えねばならない。

### 〔V〕 測定結果の考案

以上述べた様に一般にスピンドルの振動は極めて複雑であるが、今日までの測定結果を要約すると次の様に考えられる。

1. 市販のスピンドルは振動狀況が一定して居らず、同一製造業者の製品を同一條件で運轉させても振動の様子が異なる。
2. スピンドルの幾何學的對稱性と振幅との間には高速度運轉では關聯性が認め難い。
3. スピンドルは回轉速度が變ると振幅や波形が著しく變るが、それに定つた傾向の如きが認められる。

4. スピンドルを駆動させるベルトの張力が變ると振動も多少變る。
5. インナーチューブのスプリングの彈性常數及びボルスターへの嵌合の工合はスピンドルの振動に密接な關係がある。
6. ボビンを取付けた場合に振幅は一般に増大する。又ボビンに良否が考えられる。
7. スピンドルに使用する潤滑劑の良否も亦振動に影響がある。

### 〔VI〕 結 言

以上今日まで數種類の精紡機用スピンドルについて、其の振動を測定した結果を記した。此の様にスピンドルの振動形態が複雑なのは、スピンドルに要求される諸性質を充す様な構造を持つ爲でも有るが、他方製品の力學的性質が一定でない事にも依ると考えられる。又從來の精紡機が此の様な構造を持つスピンドルに適合して居るとは考えられない。

本報告を終るに當り終始御援助と御忠言を頂いた、中央研究所の鳥山所長、湯本部長、河合課長、川崎工場の長谷川課長、小川係長、薄係長を始め御援助を頂いた方々に厚く御禮を申上げ、又實驗途中振動委員會の方々の御検討を頂いた事に對し謝意を表する次第である。

### 参 考 文 献

- (1) スピンドルの振動に關する研究 (第1報)  
スピンドルの振動及び支持條件とその固有撓み振動との關係 京大、藤野、河合  
(織機誌、昭 25. 3)
- (1) 精紡用スピンドルの振動 東大、藤井、明石  
(織機誌、昭 25. 3)
- (3) 紡績スピンドルの振動に關する研究  
東工大 白樫、杉田 (織機誌、昭 25. 5)
- (4) 精紡機スピンドルの運動と危險速度  
東大 亙理 (織機誌、昭 24. 12)