

風向風速記録装置並に同直讀装置

所 員 佐 々 木 達 治 郎
 萩 原 幾 太 郎
 岩 井 徳 吉

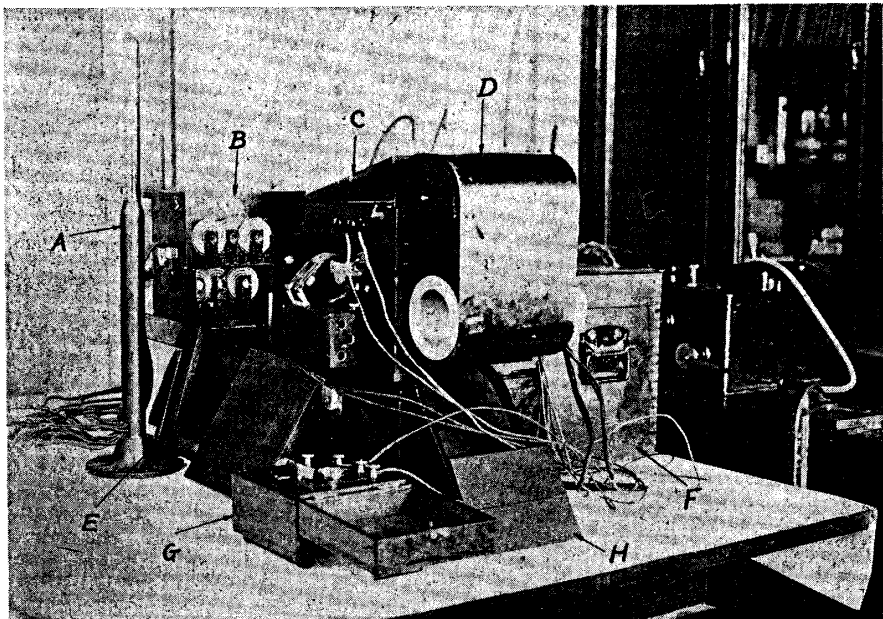
1. 序

圓壩の周圍に 30° 間隔に 12 列の孔を開けたる風受管の各孔に生ずる壓力の關係より風向と風速とを同時に測定する器械に就ては前に報告したが、⁽¹⁾こゝにはその各孔に生ずる壓力をより正確に且連續して記録せしむるための多重オッシログラフ及び同じ風受管による風向風速直讀装置の試作結果を述べる。

2. 多重オッシログラフ

試作装置の全體は第 1 圖に示す如く、風受管 A、感壓エレメント部 B、光學部 C、暗箱 D、取付臺兼格納箱 E、電源 F、電接時計 G より成る。

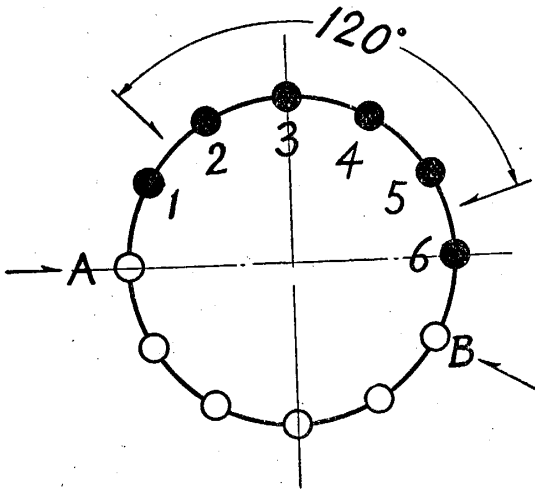
計算は風向に最も近い孔の壓力とその兩側の孔の壓力との差を求めることによつて行ふのであるが、感壓エレメントの固有週期を出来るだけ短くするために各エレメントは各孔に生ずる壓力を單獨に記録する様になつてをり、互に隣り合ふ孔に生ずる壓力の差を



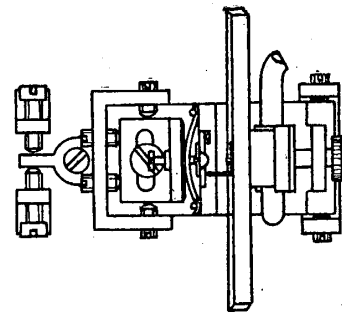
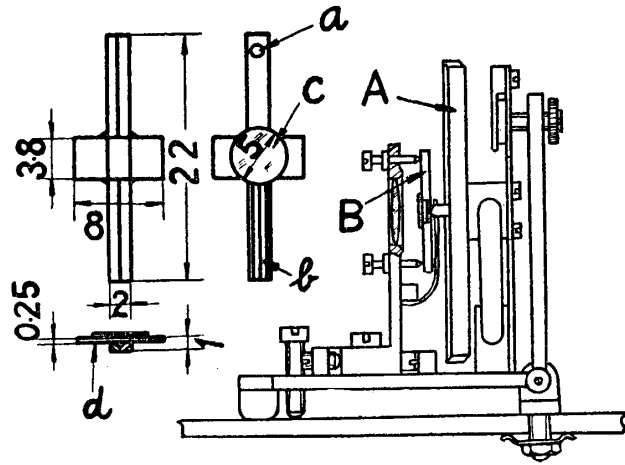
第 1 圖

記録する様にはなつてゐない。従つて、エレメントの數が 6 個であり 12 列の孔の中の 6 列のみを使用するこの試作装置では、計算は 1-2-3, 2-3-4, 3-4-5, 4-5-6 の組合はせによつてなされるから、測定しうる風向は 120° 未滿の範圍である。數字は孔の番號である。(第 2 圖参照)。或る時間内の風向變化はこの範圍を超えることがないだらうと假定したのである。

(1) 航研彙報 第 150 號 90/98 頁



第 2 圖

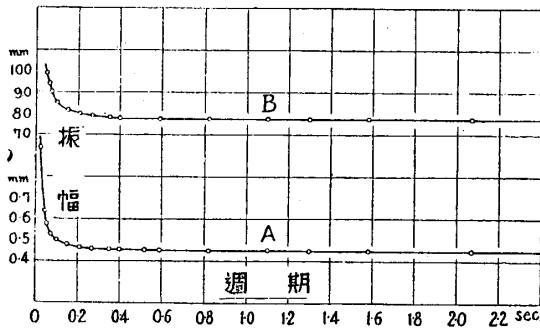


第 3 圖

風受管は方位目盛を附した回轉臺の上に
 裝備するが、現在迄の實測結果よりす
 れば、この範圍より大なる風向變化に對
 しては充分の時間的餘裕を以て、使用す
 る孔の向きを變へることが出来る。計算
 用圖形を前報告の第 3 圖に示したるもの
 より更に擴大し、 $P_1 = P_n - P_{n+1}$, $P_2 =$

$P_n - P_{n-1}$ が負の價となる場合に就ても較正してをけば、風向測定の範圍は 200° を超えるこ
 とが可能であらふ。即ち風向が第 2 圖に於て矢印 A 或は B の如き場合である。後述の直讀
 装置はその様になつてをる。然し乍らこのことは感光紙面上に於ける光點配置即ち光點變位
 の餘裕に關聯してをるのであつて、この試作装置ではやはり 120° 未滿と言ふことに定めた。

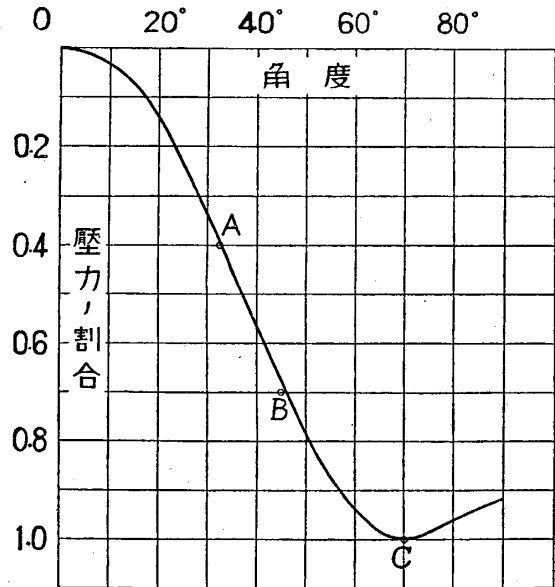
エレメントの構造は第 3 圖に示す通りである。A は空盒であり材料は 6/100 耗厚洋白。波
 型は昇降計用のものであつて著者の考案に成る新式結合法に依つた。即ち波形板は眞鍮輪を
 挟んで同じ向きに合はせてあり、特に壓力對變位の關係が直線的なること又内部空氣容量の
 小なることを特徴としてゐる。B は光槌である。a は圓錐穴、b は V 型溝、c は鏡、d は
 滑り面である。材料は焼入硬鋼、重量は 0.3 瓦弱である。空盒の直線變位を角變位に轉換す
 べき機構は (i) 慣性能率小にして固有週期の短いこと (ii) 部材の相對位置が運搬衝擊等に
 對して安定なること (iii) 摩擦抵抗少く、遊隙のないこと (iv) 感度の調節が機許か可能に
 して其の操作が簡易なること等の條件を満足すべきである。現在のエレメントの振動特性は
 第 4 圖に示す如くである。A は空盒のみのもの、B は光槌を含むものであつて、振幅は感
 光紙面上の光點の振れである。之より計算に際しては、短週期の風の息は極端に著しく現は
 れてくること (第 7 圖記録参照) を考慮せねばならない。又現在の如き型の光槌に於ては滑
 り面及び尖ねち尖頭部の固體摩擦の効きが大きい。之は振動週期を變ずることはないが振幅
 を減少せしめる。ラッピング程度の工作によつて、増壓と減壓との場合の同じ壓力に對する



第 4 圖

感光紙面幅内の光點の配置は次の様に定められる。風受管を形成する圓壩の周りの風壓分布は第5圖に示す如くである。而して、正壓力と負壓力との境界點は風に正對せる點より略30°のところにあり、夫は圖に於て略A點に相當する。又計算は風向に最も接近せる孔と其の兩側の孔との壓力に就て行ふから、計算に使用されることある可き最大負壓の生ずる點の位置の極限は45°であり、夫は圖に於てB點に相當する。従つて最大正壓をPとすれば、最大負壓は $-\frac{3}{4}P$ となる。尙圖のC點に相當する孔には $-\frac{6}{4}P$ の負壓を生ずるけれ共之は感光紙面より逸脱するも問題にならない。従つて6個の光點の配置は、使用せる感光紙の幅は130耗であるから、第6圖の様にすればよい。各零點が5耗宛離してあるのは單に軌跡の判別を可能ならしめるためである。この配置は風速の如何に関係しないのであつて、測定に際して、豫想される最大風速に應じてエレメントの感度を調節するか或は感度の異なるエレメントを用意してをいて適宜取換へを行へばよい。

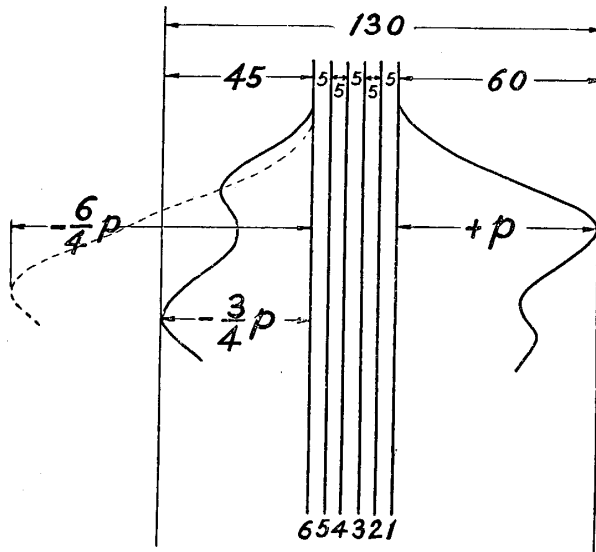
變位の差を0.5耗程度にすることが出来る。この摩擦は輕打を與ふれば容易に消失するけれども振動壓力の場合に於ては尙殘存するものと察せられる。(第4圖参照)。光挺部品及びそれに關係ある一般軸受部等は最上の表面仕上が施されねばならない。表面仕上の粗雜はかくの如く直接に機能に影響するのみならず、微調整を極めて困難ならしめ、遊隙の存在を容認するの餘儀なきにいたらしめる。延いては衝擊に對して機構を不安定ならしめる。



第 5 圖

この様な配置のときの風速と光點の變位との關係は、變位は壓力に比例するものとして讀まれ、孔が風に正對せるものについて、最大風速40m/secにエレメントを調節したる場合 $\left(\frac{ds}{dv}\right)_{\left\{\begin{smallmatrix} v=40 \\ s=60 \end{smallmatrix}\right\}}=3$ 、最大風速20m/secに調節したる時 $\left(\frac{ds}{dv}\right)_{\left\{\begin{smallmatrix} v=20 \\ s=60 \end{smallmatrix}\right\}}=6$ である。風速が小なる時は、速度に對する變位の割合が小さくなるけれ共、實際に問題とされるのは調節せられる最大風速の附近である。

オッシログラフとしての構造は一般に使用されてをる電氣用オッシログラフと同様の構造であるが、専ら野外實驗用として使用されるのであるから、そのため必要な條件に對しては考慮が拂はねばならない。(i) 即ち運搬に便なること、(ii) 衝擊に對して強いこと、之には



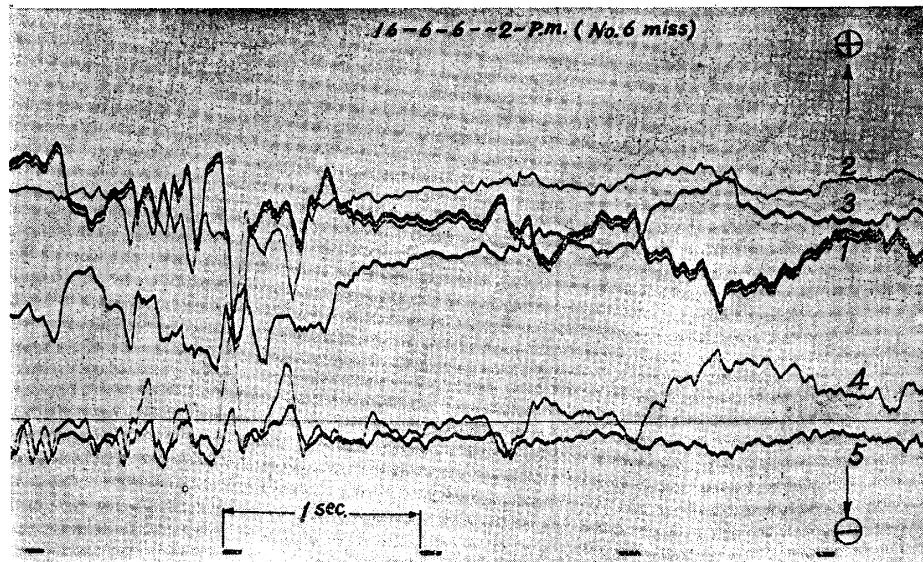
第 6 圖

遊隙のないことが必要であり、弾力嵌合を採用するとよい。ねぢの使用は注意深く、而も控目にされねばならない。(iii) 動力の簡便なること 感光紙送り動力としての遠心调速機を使用する弾條動力はシャッターを切つたる後定常速度に達する迄の所謂の時定まりの時間が大であり、且低速回轉に於て反つて効率が悪いので不適當あつて、電動機⁽²⁾を採用した。

光學系統は電源自動車ランプ—集光レンズ—縦スリット—レクチリニヤ・レンズ—鏡—レクチリニヤ・レンズ—横スリット—感光紙の順序である。一般には感光紙の前には圓嚮レンズが使用されるけれ共、この装置ではエレメントが上下

二段に分れてをるために、圓嚮レンズなれば二個を必要とすることになるので、簡單のために感光紙面直前に横スリット(第1圖H)を置いた。そのために光點は幾分暗くなるけれ共、鏡の徑5耗、電源6ボルトの時充分使用しうる。6ボルトの二次電池を使用して、光源…4.6アムペア、刻時豆ランプ…0.3アムペア、電動機…2.6アムペア、刻時シャッター用電磁石及び電接時計(1/5秒、1秒平均)…1アムペアにして總電流8.5アムペア、普通二次電池は100アムペア時であるから、その壽命は12時間弱である。従つて野外にも蓄電池1個の携行にて充分間に合ふのであらう。6ボルト電源に於ける感光紙走行速度は7纏及びその1/10である。

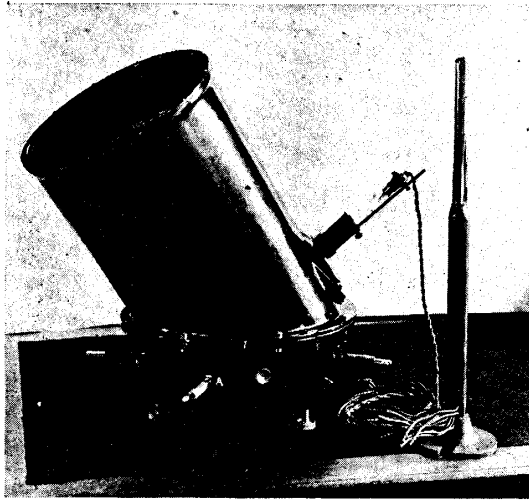
エレメントの配置の仕方は一般であることが望ましいけれ共、夫は空盒變位を鏡の回轉變位に轉換すべき機構の構造等に關聯して今後の問題である。第7圖は現在の装置を以てせる記録の一例である。現



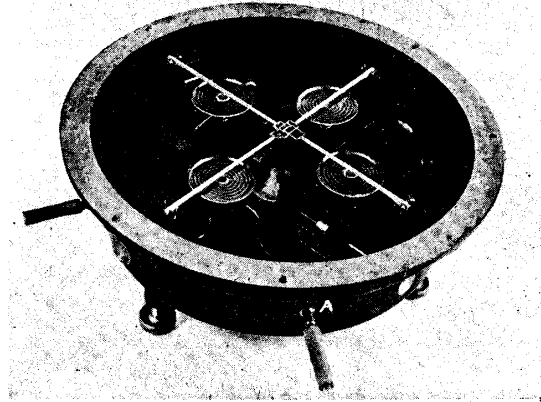
第 7 圖

(2) これは小川. 伊藤式舵の効き計用のものである。

在の装置では実際にエレメントの感度を6個共精密に一致せしめることは煩雑であるので、
 豫めの較正を行ひ、計算に際しては各エレメントに就て夫々異なる係数を採らねばならない。



第 8 圖

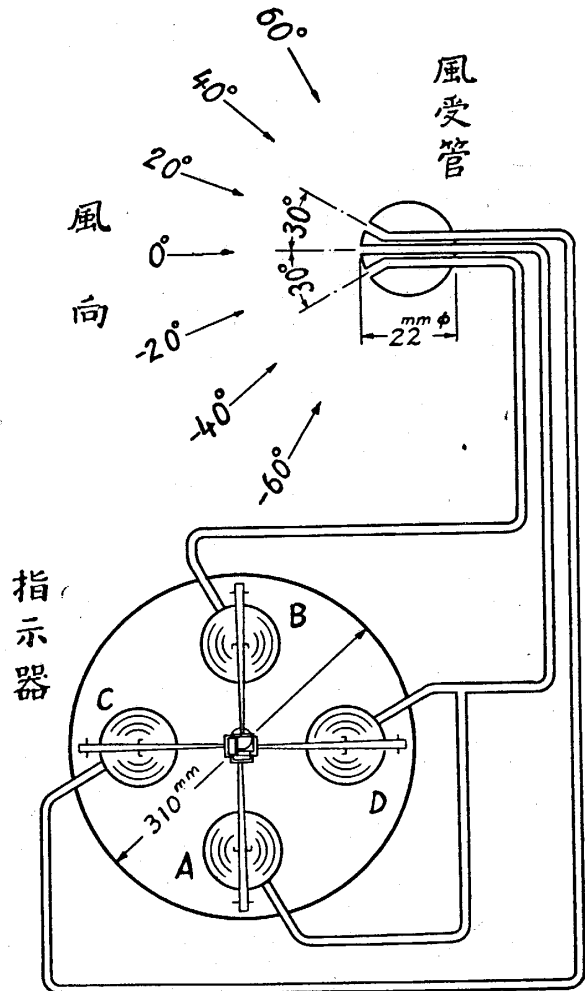


第 9 圖

3. 直讀型指示計

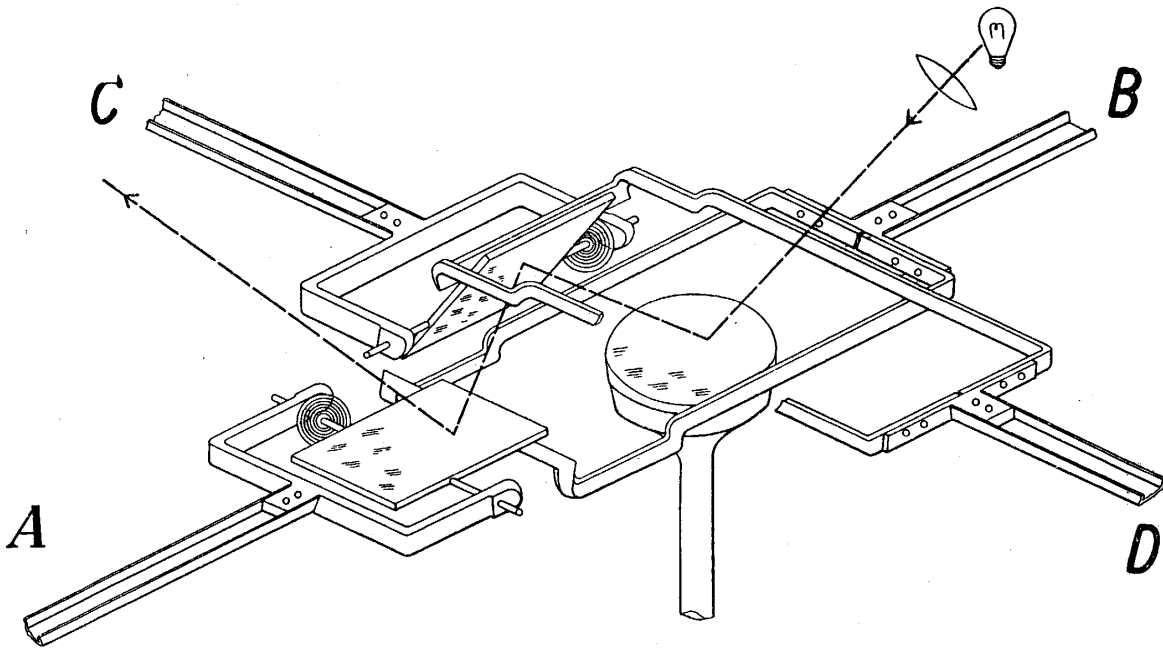
風速及び風向を前述の如き方法を以て一々記録紙上より算定することは實際問題として非常に煩しい手数を要するので、此の不便を除くため直讀型の指示計を製作した。第8圖はその外觀を示し、第9圖は指示計の内部を表したものである。指示装置は第10圖の如く四個の空盒 A, B, C, D 及び指示計の上部視窓とより成立ち、視窓には別に設けられた擦硝子板上に、圖表 $P_1 = P_n - P_{n-1}$, $P_2 = P_n - P_{n-1}$ と略同様な形に目盛られた目盛板上に光點を結ばせて讀取るやうになつてゐる。

風受管の連結方法は30度間隔の小孔3個の壓力 P_{30} , P_0 , P_{-30} を圖の如く接続する。各空盒は外側の一端をピボット軸受した長さ凡そ 120mm の腕の中央部に依つて軽く壓せられ、空盒の伸縮により腕は上下に動く。腕の先端の構造の詳細は第11圖に示す如く、3個の反射鏡を設け、内1個は指示計の臺に固定され、他の2個は空盒 A 及び C に連絡



第 10 圖

(3) 般研彙報 第150號91頁第3圖



第 11 圖

された腕の先端に於て一つの軸を中心として廻轉運動を行ふやうに取付けてある。

2個の小型反射鏡は空盒 B 及び D に連絡された腕の先端の knife edge に軽く接觸して腕の運動に依り廻轉運動が與へられ、而して此の作用は空盒 A, B 及び C, D に於て各々差動的に動作する。即ち2個の反射鏡の角偏倚量は、空盒 A, B 及び C, D に依り風受管の壓力 ($P_0 - P_{s0}$) 及び ($P_0 - P_{-s0}$) の強さに比例した値となる。故に光源装置より發する光を適當な角度を以て3個の反射鏡を通過せしめ、目盛板上に結像を與へ、上記の偏倚量に依り光の通路に變化を與へれば、指示器の目的を達することが出来る。

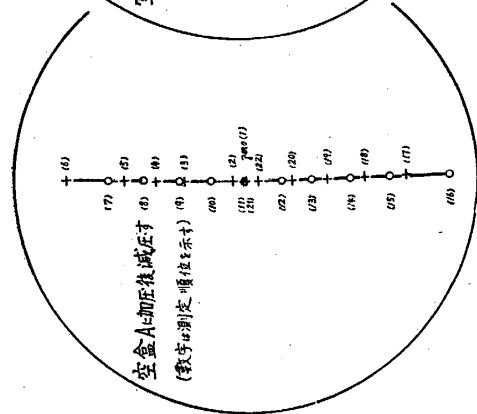
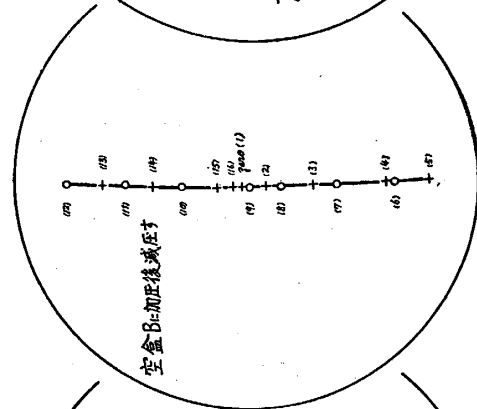
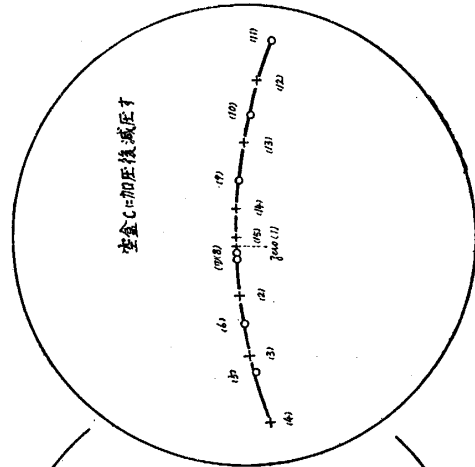
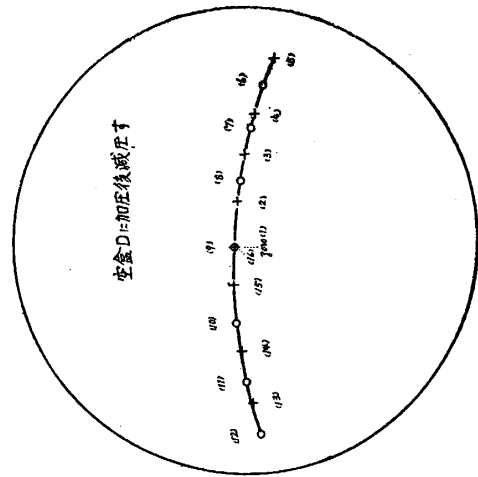
本指示計に使用された空盒は、前述のものと略同様、著者の考案した新式結合法に依る空盒を採用した。此れに依つて各組の空盒の特性の一致したものを容易に取揃へることが出来るのみならず、又同時に指示の time lag を従來のものに比し僅少に止めることが出来た。實際に用ひられた空盒は、その有効徑 50mm であつて、波形板の双方の空隙は、波形板自體の圓周に適當な形ちに鑿付けされた frange の接着に依つて保たしめ、前述の方法の如く別に ring を用ふることなく、之に依つて空盒自體の重量を幾分輕減し得た。

指示計の各空盒に對し、各 element を別個に壓力試験を行つた結果は第1表及び第12圖のやうである。同圖中の圓は目盛板を表し、その直徑は 265mm である。

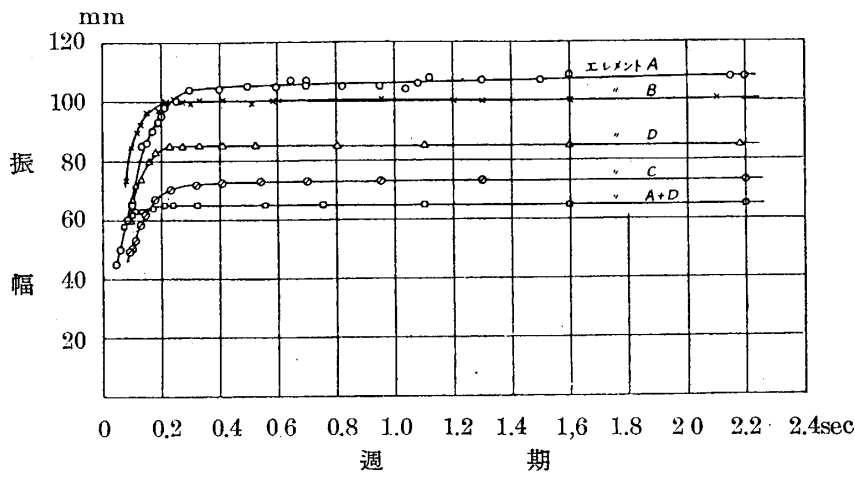
各空盒に壓力の繰返し振動試験を行つた實驗結果は第13圖のやうである。此の場合連結用ゴム管の内徑は 4mm、長さは 1850mm であつた。振幅は指示計の目盛板上の光點の移動を測定した。之れに依つて本装置は凡そ周期が 0.2 乃至 0.3 秒程度の比較的細かい風の變化迄測定が可能であることが明かとなつた。

第 1 表

測定 番 號	空 盒 の 壓 力 (水 柱 mm)			
	A	B	C	D
1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.5	3.6	10.0	7.4
3	7.6	10.4	20.3	14.2
4	11.3	15.4	23.7	21.6
5	15.5	24.8	19.8	32.2
6	23.6	19.3	11.8	27.0
7	17.2	11.4	1.8	19.3
8	12.6	4.5	0.0	10.3
9	8.2	0.0	-13.0	0.0
10	4.3	-10.0	-26.6	-10.2
11	0.0	-17.5	-44.0	-17.7
12	- 3.6	-26.2	-31.2	-23.6
13	- 7.3	-19.1	-16.0	-20.0
14	-12.5	-11.3	- 2.8	-13.9
15	-17.5	- 2.7	0.0	- 5.0
16	-24.2	0.0		0.0
17	-18.4			
18	-13.1			
19	- 8.2	氣壓, 755.8mm 溫度, 13.7°C		
20	- 4.0			
21	+ 2.0	マノメーター溫度12.8°C		
22	0.0			



第 12 圖



第 13 圖

の光點の移動を記録した。此の結果から得た圖表は第 14 圖のやうである。此れに依つて風向の變化を $+60^\circ$ より -60° , 風速凡そ 17.5 m/s 迄測定出来る。

前回の報告に用ひた壓力計は液體マノメーターであつた。同報告の液體マノメーターに關する實驗結果に依れば、空盒の測定可能範圍の週期は凡そ 0.2 秒以上である拘らず、空盒に繰返し振動を與へた氣筒のクランクの位置と壓力計指示との phase lag は、周期 0.5 sec. で凡そ $\theta = \pi$, 1sec. では $\theta = 0.65\pi$, 2sec. では $\theta = 0.2\pi$ であつて指示計の目的を達する事が不充分であつた。本装置に於ては二者共光學的測定に依つたので、指示の遅れは比較的僅少であり、連結導管及び空盒による影響のみである。此等に關しては何れ次回に報告するつもりである。

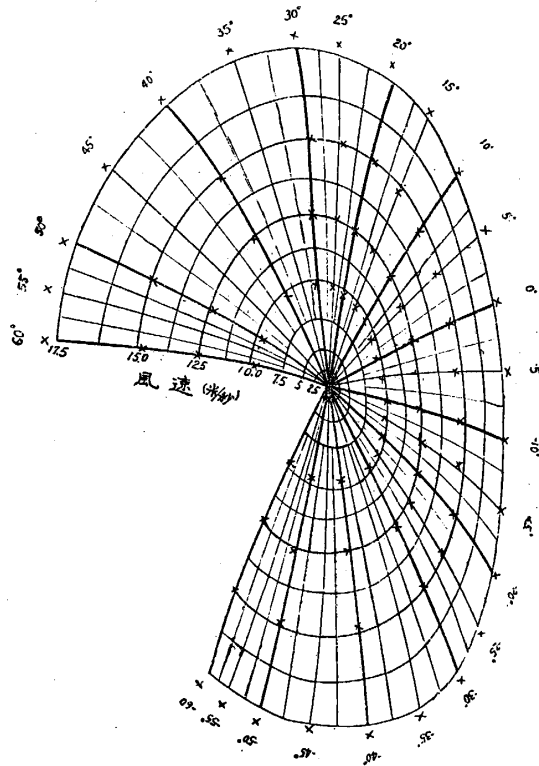
尙此等の装置の試作に關しては當所前技師服部邦男氏の功績に負ふ所が多かつた。又製作に就て終始盡力された當所精密工場並に昭和航空計器會社及び柳製作所の方々にも併て謝意を表す。

附 記

前述の装置に用ひた新式結合法に依る空盒の特性に就て茲に少しく述べる。

従來の空盒は素材に襷付を行つた後、之等を O 型結合法即ち 2 枚の波形板を腹合せにして密着を行つた。筆者は襷付した波形板 2 枚を同一方向に重ね合せて、兩者を適當な空隙を保

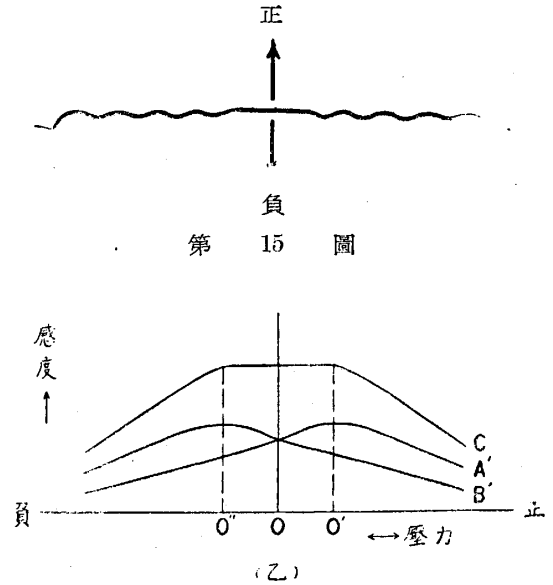
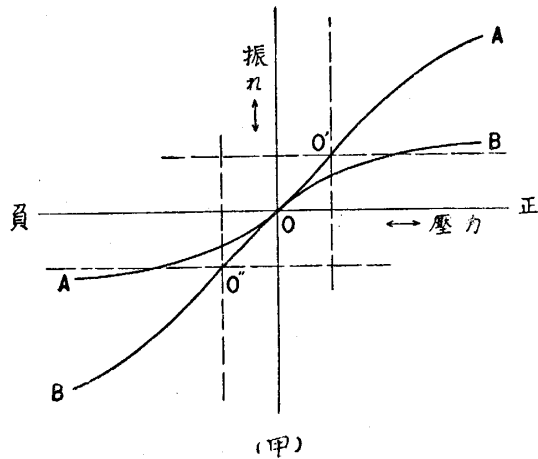
此の指示装置を實際に用ふる場合は豫め目盛板上に圖形 $P_1 = P_0 - P_{30}$, $P_2 = P_0 - P_{-30}$ を描いておく必要がある。之がため風洞試驗を行ひ、風速各 17.7m/s, 14.8m/s, 12.5m/s, 及び 9.6m/s の一定値を以て、風受管の風向を 60° 乃至 -60° 迄 5° 間隔毎に變へて、擦硝子板上



第 14 圖

たしめ接着を行ひ、之に依つて種々の利點を得た。

今第15圖を任意の波形板とし、之に加へられた正及び負の壓力に依つて圖の如く矢印の方向に偏倚を行ふものとすれば、實驗結果より第16圖(甲)の曲線Aのやうになり、Oを

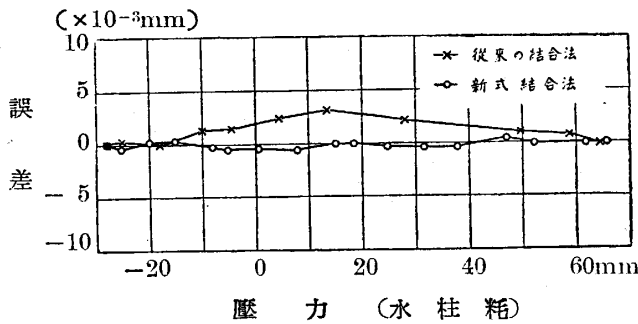


第 16 圖

中心として正及び負壓に對し波形板の偏倚の割合が異なる。通常正壓に對しては負壓よりも大きい deflection を生ずる。故に曲線 A は O' を中心として正負略同様の偏倚を有すると看做される。新式結合法に依る場合の波形板に加はる壓力は、一方の波形と他方とは正負反對であつて、第16圖(甲)の曲線 B を得る。B も亦同様に O'' を中心として正負同様の偏倚量を有すると看做することが出来る。

第16圖(乙)の曲線 A', B' は曲線 A 及び B の感度曲線を表し、各 O' 及び O'' 點に於て感度は概ね最大である。新式結合法に依る場合は兩者を同時に作用せしむる結果合成 C の感度曲線が得られる。曲線 C は多くは O' O'' 間に於て略一定値を示し、空盒の壓力對偏倚は直線的である。

第17圖は從來の結合法に依る空盒と新式結合法に依る空盒との比較實驗を行つた結果を



第 17 圖

表し、壓力對空盒偏倚曲線の上下を結ぶ直線より誤差を採つた。第18圖は新式結合法に依る昇降計用の空盒の壓力試驗の結果を示す。

以上に依つて次のやうな利點が得られた。即ち

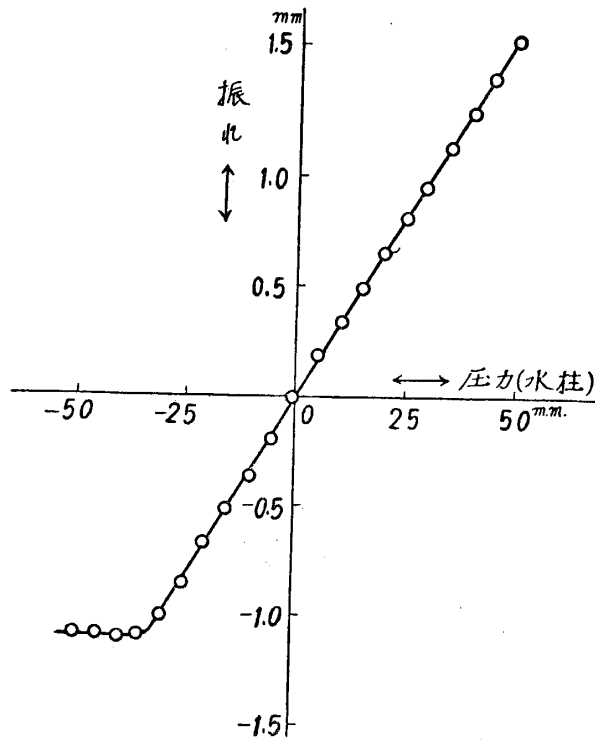
- (1) 正負兩壓力に對して全く同感度の偏倚量が與へられ、従つて昇降計用空盒として甚だ有利である。
- (2) 空盒の壓力偏倚の直線的變化を要求する場合は、或る範圍内を使用すれば之れに満足する結果が得られる。

- (3) 空盒の内部空氣容量が從來の空盒に比し遙かに小であり、従つて之に依る利益がある。
- (4) 空盒の内部を無制限の排氣を行つても、同一形狀の波形が互に重なり合ふ結果破損を免れ得る。之は昇降計の場合安全弁装置を省略する事が出来る。
- (5) 波形板の特性に依つて結合の initial condition が變り、之に依つて一層複雑感度曲線の空盒を合理的に製作し得る。

等の利點が擧げられる。

尙此等の研究は前回に引續き日本學術振興會の依頼に依つて行つたものであつて、同會より研究費を支給せられた。又此等の實驗に種々助力を乞ふた田島文次君、平田公一君及び加藤鐵次郎君に併せて感謝の意を表す。

(昭和16年6月)



第 18 圖