

# 土木工事に用塗料の話 (十一)

西 川 榮 三

## 第7節 隠蔽力……マルティンス・フォトメーター

マルティンスフォトメーター (Marten's Photometer) は視野の二部分の光輝度 (Brightness) 即ち明るさを比較するに用ゐられる。淡色のポイントの薄膜を黒色被塗面上及び之に接續する白色被塗面上に塗装する時は、塗膜がある限度よりも薄い場合には、塗膜下にある被塗面の影響を受くが爲に、塗膜は兩部分に於て光輝度を異にする。然し、塗膜がある厚さ以上に達する時は、被塗面の影響を受けざるに至り、2部分の光輝度は等しくなる。マルティンス・フォトメーターはこの状況を検するに用ゐらるゝもので、=コール・プリズムを通して視野をのぞき、プリズムの回轉角度によりて光輝度の比を算出することが出来る。

黒色被塗面の光輝度を、白色被塗面の光輝度の 98% となすに必要な塗膜厚を  $H_r$  とし、測定時の試料の塗膜厚を  $a$  とし、光輝度比を  $b$  とすれば、次式を以つて  $H_r$  を知ることが出来る。

$$H_r = 7a \sqrt{\frac{1}{b} - 1}$$

この  $H_r$  は乾燥塗膜が完全に面を隠蔽しうる厚さを示すものである。

その厚  $H_r$  より、隠蔽力 ( $\text{dm}^2/\text{liter}$  或は  $\text{ft}^2/\text{gal}$ ) を算出し得る。但し、このフオートメーカーによる試験は乾燥塗膜について行はるものであるから、以上の計算には、原塗料に對する乾燥塗膜の容積率を知る必要がある。

原塗料の比重を  $S_0$  とし、乾燥塗膜の比重を  $S_d$  とし、重量減少の百分率を 100p% (重量) とし、乾燥塗膜の原塗料に對するの容積百分率を  $y$  とすれば、

$$\text{乾燥塗膜容積} = \frac{(100-100p)S_0}{100S_d} = \frac{(1-p)S_0}{S_d} \quad \therefore \text{乾燥塗膜の容積百分率 } y = \frac{(1-p)S_0}{S_d}$$

である。従つて、隠蔽力  $H_p = \frac{0.4075y}{H_r} \text{ft}^2/\text{Am.gal}$  or  $H_p = \frac{S_0}{H_r} \text{dm}^2/\text{liter}$  但し ( $H_r$  は mm にて表はしたもの)

料塗の塗覆力 (Covering power) と隠蔽力 (Hiding power) とは、全然異なるもので、之を混同してはならないが、其つ例を掲げて見ると、次の如くである。

第 1 表 塗覆力及び隠蔽力の例

	亜鉛華	鉛白	リトボン(36%)
比 重	5.66	6.81	4.30
吸油量	20	8	15
色の強さ	100	57	70
塗覆力	100	62	69
隠蔽力	100	156	120

塗料の隠蔽力は次の諸條件によりて異なる。

1. 塗料中に含まるゝ顔料の種類、粒度、配合量、顔料の粒度は微細なる程、配合量は多き程隠蔽力は大となる。

## 2. 展色剤の種類及び配合量

### 第 8 節 乾燥塗膜の比重

乾燥塗膜の比重は種々なる方法によりて測定しよう。

#### 第 1 項 置換法 (Displacement method)

眞鍮面を未化し、之に塗料を塗り、乾燥後塗膜を剝離し、其の空氣中重量 ( $W_1 \dots gr$ ) 及び水中重量 ( $W_2 \dots gr$ ) を秤量して之より比重  $S$  を算出する。

$$\text{比重 } S = \frac{W_1}{W_1 - W_2}$$

但し上記の比重は、塗膜が水中に浸漬せられたる時に吸水による重量等變化、容積膨脹等を起さざるものと認め得る場合にのみ真である。尙塗膜の如き薄片をそのままにて、水中重量を測定することは、誤差を伴ひ易いものであるから、注意することが必要である。塗膜が水中に於て吸水及び膨脹を起す場合には次の如くにして比重を求めらる。

塗膜の空氣中重量を  $W_1 (g)$  とし、其の水中に於ける重量 (但し吸水、膨脹、收縮せざるものと假定したる時の重量) を  $W_2 (g)$  とし、其の膨脹せる状態に於ける空氣中重量及び水中重量を夫々  $W_3 (g), W_4 (g)$  とすれば、吸水膨脹せる状態に於ける比重  $S'$  及び吸水せる乾燥塗膜の比重  $S$  は夫々次の如くである。

$$S' = \frac{W_3}{W_3 - W_4} ; \quad S = \frac{W_1}{W_1 - W_2}$$

こゝに  $W_3$  は未知數であるから、 $S$  を直接に知ることが出来ないが、 $S'$  は之を測定し得る。  
 今  $W_3 + W_1 + W_1$  とし、 $W_4 = W_2 + W_2$  とすれば

$$S' = \frac{W_3}{(W_1 + W_1) - (W_2 + W_2)} = \frac{W_3}{(W_1 + W_2) - (W_1 - W_2)}$$

通常  $W_1 - W_2$  は極めて小であるから、 $W_1 - W_2 \approx 0$  とすれば、

$$S' \approx \frac{W_3}{W_1 - W_2} \quad \therefore S = \frac{W_1}{W_1 - W_2} \approx \frac{W_1}{W_3} S' = \frac{W_1}{W_3 - W_4}$$

但しこの方法は、實比重より少しく低い數値を與ふるものであることは免れない。

### 第 2 項 塗膜の剝離を行ひ難き場合

吸水せざる物質例へば金屬或は硝子棒（或は其の他適當なる形状のもの）の小片を取り、其の空氣中及び水中重量  $W_1$  及び  $W_2$  ( $g$ ) を測定して比重を求め、次に之に塗料を施して乾燥塗膜をつくり、更に其の空氣中重量及び水中重量  $W_3$ 、 $W_4$  ( $g$ ) を秤れば、塗膜の空氣中及び水中重量は夫々  $W_3 - W_1$  及  $W_4 - W_2$  である。更に塗膜が吸水せる後の塗膜全體の重量を  $W_5$  とすれば、塗膜の比重  $S$  は次の如くである。

$$S = \frac{W_3 - W_1}{(W_5 - W_4) - (W_4 - W_2)} = \frac{W_3 - W_1}{(W_5 - W_2) - (W_1 - W_2)}$$

塗膜の比重は乾燥の程度によつて異なるものである。これは揮發性物質が揮發するに従つて塗膜の成分に變化を及ぼすのみならず、塗膜の酸化、重合等の作用によつても成分の變化従つて重量及容積の變化を起すからである。

### 第 9 節 乾燥塗膜の量 (原塗料に對する%)

塗料中には揮發成分を含む場合が多いから、其の秤量に當ては、之を失はぬ際注意することを要する。即ち塗料をよく攪拌混合し、其の一部を秤量器に採り、直ちに蓋をなし、秤量後、之を重量既知の硝子圓板に流下し、更に秤量器は蓋をなし秤量し、前後の重量の差を以つて塗膜形成に使用したる塗料の量となす。

硝子圓板上の塗料は圓心カ式塗膜成形器によりて塗膜をつくらしめて、所定期間毎に其の重量を秤る。揮發分の發散によりては重量の減少を來すが、化學硬化を行ふ成分には、酸化によりて重量増加を來すものもある。又縮合作用が行はるれば重量は減少し、更に塗膜が水分を吸収すれば重量は増加する。故に塗膜の原塗料に對する重量百分率は次の諸條件によりて異なる。

1. 塗料の成分の性質及び其の配合量
  2. 乾燥時の四圍の狀況即ち溫度、濕度、風等
  3. 乾燥時間
- 尙本試験に用ゐる秤量器は特種の構造を有するものを必要とし、磨合ガラス蓋を有し、蓋には小孔を穿ち、之に更に磨合せガラス小蓋をそなへ、塚の下部には、磨合せ流出用コックをそなふ。其の尖端はやゝ細めて、これにも磨合せ小蓋を施し。塚全體は天秤に吊しうる様造る。

### 第 10 節 塗膜の硬度

乾燥塗膜の硬度は、塗料の用途により種々なるものが要求せられる。其の測定法は種々あり、ゾンフ硬度計 (Pfund Hardnessmeter)、振り式硬度計 (Swinging Beam Hardnessmeter) 等の他にも次の如きものがある。

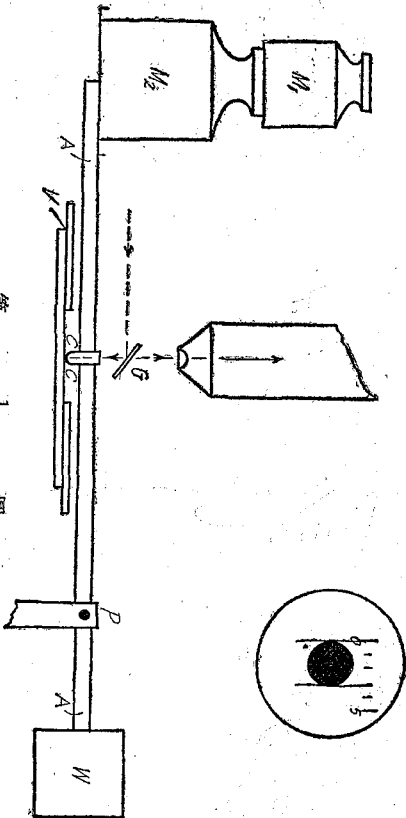
1. Laurie-Baily Apparatus ;
2. Clemens Apparatus
3. Wilkinson Pencil Method ;
4. Scratch Hardnesstester
5. Saphire Paint Talking Machine Needle ;
6. Dupont Scratch Testing Machine

第 1 款 ゾンフ硬度計 (Pfund Hardness tester)

本器は塗料塗膜の硬度を測定するもので、ワニス、ラッカーの如き比較的硬度高き塗膜にも使用できる。

本器は、透明なる球面體に、

一定の荷重を掛け、之を以つて塗膜面を押し、球面によりて凹まされたる凹部の直径をマイクロメータにて測定し、之を以つて硬度を比較するもので、其の凹部の直径の小なるもの程、塗膜が硬質なることを示すものである。

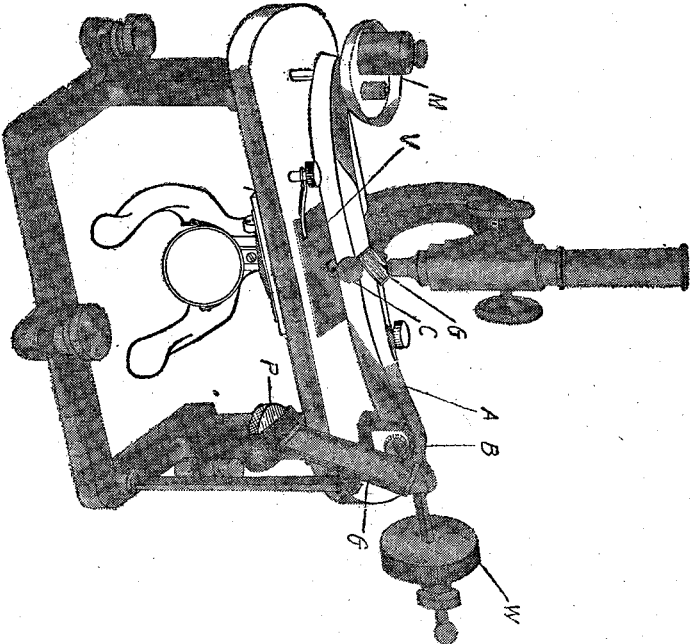


第 1 圖

第1圖に於て、O は一定の曲率半径を有する水晶球にして、A なる真鍮棒に取り付けられて居る。P は棒 A の支柱、W は A の一端に掛けられたカウンター・ウエイト (Counter weight)、M は荷重、S はマイクロメータ (Microscope)、G は反射板、V は試料である。水晶球は通常2個を備へ、其の半径は夫々 3.18mm(1/8") 及び1.59mm(1/16") である。いづれも、其の上面は水平に對して 4° の角度をなし、兩面共に光學的に極めて正確に仕上げられ、光線の往復は同一線上を通過せざる構造としてある。

マイクロメータの對眼レンズは倍率 10 倍のもので、其の中に目盛板を挿入し、塗膜凹部の直径を測定する尺度とする。對物レンズはライツ No.2 程度のもので、マイクロメータの倍率は 70 倍位である。

本器に依りて測定を行ふには、遠心力塗膜成形器で、均一なる塗膜を造り (回転速度 450rev/min)、之を注意して乾燥し、之を水晶球の下におき、一定荷重の下



第 2 圖

に押し、其の凹部の直径を讀むものである。又は一定の直径(3-division)の凹部を生ずるに要する荷重を測定するもよい。  
 フォンド硬度計測定の場合を示せば第2表の如くである。

第 2 表 フォンド硬度計の例(但し一定の半径を有する凹部を造るに要する荷重)

試料	乾燥時間		
	6h	24h	48h
油性展色剤	g	g	g
ワニス性黒エナメル	.....	6.4	10.6
スパーワニス	.....	13.0	22.0
黒ラツカーエナメル	930	220.0	440.0
ラツカー	.....	1060.0	1090.0
		2285.0	2450.0
			2685.0

本表の示す所によれば油性展色剤とラツカー性塗料とでは、其の塗膜の硬度が著しく異なる。

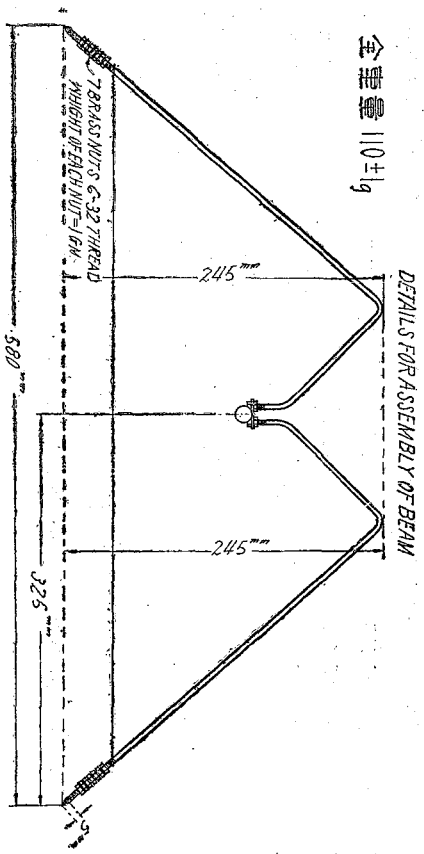
### 第 2 款 振り式塗膜硬度計

振り式硬度計 (Swinging Beam Hardness Tester) は P. H. Walker 及 I. L. Steel の考案になるものである。ワニス硬度を振り式方法で測定せんとする考は、Edward G. Herbert の Pendulum Hardness Tester に其の起源を發するものと言はれてゐる。スワンソンゲ・ピームは第3圖 A の如きもので、鋼製の左右の各アームの長さは  $33.0 \pm 0.25$ g; 其の詳細の形状、寸法は同圖 B の如くである。同圖 B は眞鍮板及びアームにして、眞鍮板はよく研磨せる鋼球ペアリソングを平板上に置き、之に眞鍮板を取り付けたものである。ボール・ペアリソング・プレート重量は  $25 \pm 0.3$ g である。アーム



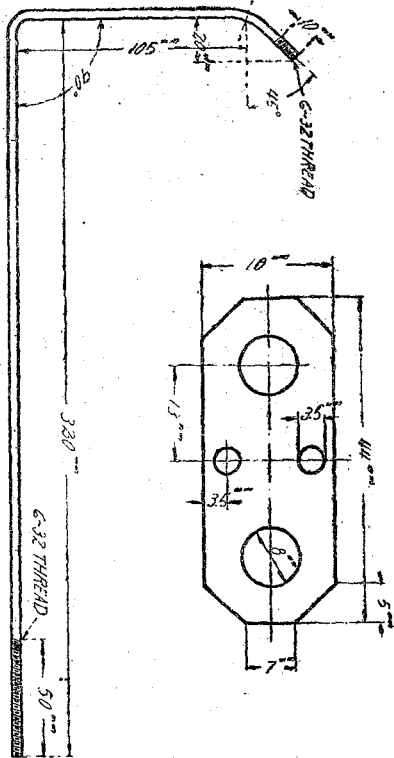
△をボール・ベアリング・プレートに取りつくる4個のナットは約  $4.0 \pm 0.4g$  で、兩アームの先端を結ぶ針金の重さは  $0.4$  である。(Am. wire gauge, No.2) アームの尖端には各7個宛のナットをはめる。1組のナットは  $7.0 \pm 0.07g$  である。これ等の各部を適當に組立て、出来あがるビームは  $110 \pm 1g$  で其の形状は A の如く、恰も「ヤジロベ」の如きものであり、其の振動は毎分  $36$  である。

ビームの正確なるか否かを試験するには、ガラス板上に之を据ゑ、 $45^\circ$  の振幅より之を振らしめて、其の振動の周期を検し、 $36$  周期が  $58 \sim 65$  sec の範囲にある様眞鍮製ナットを調節する。ビームの尖端距離は  $57.5 \sim 58.5$  cm とする。



全重量  $110 \pm 1g$

第 3 圖 A



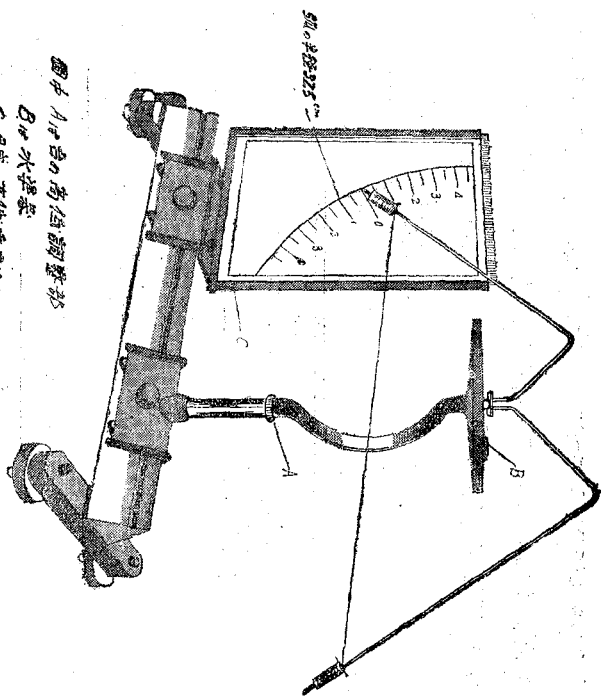
第 3 圖 B

このサンプル・ビームを柔軟なる塗膜上に据えて振らしむる時は徐々に振幅が減少して比較的短時間で塗に静止するに至る。然るに硬質の塗膜上ではビームが静止するに長時間を要する。故に振子を振動せしめてより其の静止する迄の時間を比較することによりて、塗膜の硬軟を比較できる。然し全く静止する迄には、一般に長時間を要するのみならず、種々の點で測定に不便を生じ易いから、通常は、振幅の半減する時間を比較する。

即ち上記の如く調節したビームをガラス板上にて、目盛板の刻線即ち45°の線(第4圖)まで振らしめて、振幅が半減する迄の時間を讀み、この時間が正確に60秒なる様作る。よく研磨せる鋼板、水晶板上にては、ガラス板上と同様の値を與へる。而して塗膜の硬度を試験する場合には塗膜厚の均等にして同程度なるを要する。硬度は5回試験の平均を取る。

塗膜の硬度は次の諸條件によりて異なる。

1. 塗料の成分及び性質、ことに塗料中の揮發成分を除く、塗膜形成成分及び性質。
2. 塗膜の乾燥の程度。即ち塗膜養生期間及び塗膜養生法。
3. 塗膜厚



第4圖のAは鋼管の高さを調節する  
Bは水晶板  
Cは目盛の高低を調節する  
全体の長さは50.25222°である

第 4 圖

#### 4. 塗膜の吸水の有無。

故に塗膜の硬度を比較するに當つては、之等の條件を一定せしめて行はなければならぬ。

#### 第 11 節 塗膜の厚さ

塗料の性質を検する場合に屢塗膜の厚さを知ることが必要とする場合がある。而して塗膜の厚さは、塗料を施した直後に於ける厚さ及び乾燥後の厚さに分ちて考へられ、其の測定方法も異なる。

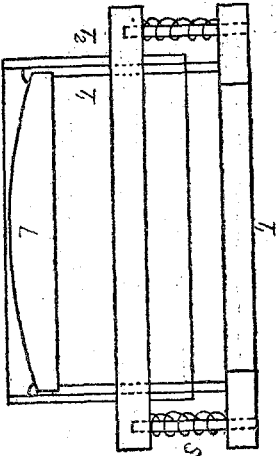
##### 第 1 款 乾燥前の塗膜厚測定法

未だ乾燥せざる塗料の塗膜の厚さは、ツンドの塗膜厚測定器で測ることが出来る。

本器は球面をなせる凸面體より成り、之を塗膜中に押し込めば最初 ABOKA の容積をもつた部は、AEFGBA となる。(第 5 圖参照) もしてこの際直徑 EG = D を測定すれば、球面の曲率半徑 R 既知場合には、塗膜厚を次式によりて知ることが出来る。

$$t = \frac{D^2}{16R}$$

本器は凸レンズ L (半徑 25.0cm)、短管 T<sub>1</sub>、外管 T<sub>2</sub>、



第 5 圖

縮スプリングSよりなる。直径Dは0.1mmを測る。10回の測定の平均を取れば、塗膜厚の平均厚として正確な数字が得られる。本器の測定誤差は被塗面が全く平面なる場合0.001mm以内である。しかし、被塗面の状況が、全く平面なることは望まれないから25%内外の誤差を生じ得る。

尚、塗膜厚(未乾燥)を知れば、其の厚さの塗膜を得るに要する塗膜の量を知ることが出来る。即ち、未乾燥塗膜厚をt mmとし、1 literの塗料の塗布し得る面積をA m<sup>2</sup>とすれば、 $A = \frac{1}{t}$ である。又1 m<sup>2</sup>をt mmなる厚に塗布するに要する塗膜の量をv literとすれば、 $v = \frac{1}{A} = t$ である。今、測定せる直径D mm、塗膜厚t mm(この数字はvに等しい)、塗布しうる面積A m<sup>2</sup>/liter(或はSq.ft./gal)等の関係を表示すれば第3表の如くである。

第 3 表 未 乾 燥 塗 膜 厚 測 定 換 算 表

D	t	A	A	D	t	A	A	D	t	A	A
mm	mm	m <sup>2</sup> /liter	Sq.ft./gal	mm	mm	m <sup>2</sup> /liter	Sq.ft./gal	mm	mm	m <sup>2</sup> /liter	Sq.ft./gal
3	0.00225	445	18,088	15	5625	18.1	723	27	0.18225	5.49	223
4	400	250	10,175	16	6400	15.6	636	28	0.19600	5.10	207
5	625	160	6,512	17	7,225	14.0	563	29	0.21025	4.76	193
6	900	111	4,522	18	8,100	12.3	502	30	0.22500	4.45	180
7	0.01225	97.9	3,321	19	0.09025	11.1	450	31	.....	.....	.....
8	1600	62.5	2,543	20	0.10000	10.00	407	32	0.25600	3.91	158
9	2025	49.4	2,009	21	0.11025	9.08	369	33	.....	.....	.....
10	2500	40.0	1,628	22	0.12100	8.27	336	34	0.28900	3.46	141
11	0.03025	33.1	1,345	23	0.13325	7.56	307	35	.....	.....	.....
12	3600	27.8	1,130	24	0.14400	6.94	282	36	0.32400	3.09	125
13	4225	23.7	963	25	0.15625	6.40	260	37	.....	.....	.....
14	4900	20.4	830	26	0.16900	5.92	241	38	0.36100	2.77	113

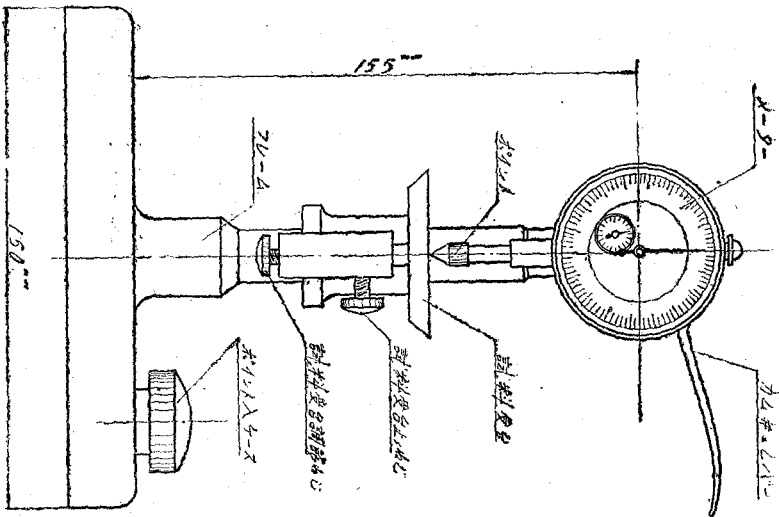
## 第2款 硬化塗膜厚測定法

硬化せる塗膜に對しては、上記の如く球面體をこれに押し込むことは困難である。これには 0.01mm まで讀みうるミクロメーターを用ゐる。

其の形状は第6圖の如くで、この測定器では、塗膜を剝離し、そのものにつき測定を行ふ。被塗面上にある塗膜厚をそのまゝにて測定するには、其の物體厚及び膜塗厚の和を測り、次に一部の塗膜をはがして物體厚を測り其の差を取る。

第6圖の測厚器では、目盛盤1回転は 1mm(100 等分)にして、刻線は 1/100mm 毎に施してある。其の試料受臺は其の下部にある調節捻子によりて上下しうるもので、別に横側に止捻子を備へて居る。試料受臺の上部直徑は 30mm である。

塗膜厚測定用のポイントは捻込み式付替自由のもので、其の種類は3種あり、aは其の端が直徑 10mm の圓板をなすもの、bは其の端が直徑 1~2mm の球面をなすもの、cは其の端が錐狀をなし、圓錐形の尖端は直徑約 a 2mm の球面をなして居る。これ等は塗膜の硬度其の他の狀況によりて其の中の適當なるポイントを用ゐるものである。



第 6 圖