

# 光沢についての研究 (第1報)

## 繊維製品の立体平均空間アラサについて

柳沢延房・古里孝吉・沢路雅夫・小林尙一

Nobufusa YANAGISAWA, Kōkichi FURUSATO, Masao SAWAJI and Shōichi KOBAYASHI :

Studies on the Luster. (I) on the 3-Dimensional Mean Space-Roughness on the Surface of Textile Products.

(1956年10月1日受理)

### 緒 言

紙の面や金属面或は塗装面等に於いて、面の光沢は、これらのものの商品としての評価を行う様な場合に極めて重要な要素の一つになつてゐるが、織物、糸等の繊維製品についても同様なことが云える。

現在のところ金属や紙、或は塗装面についての光沢の研究<sup>1)~3)</sup>は比較的整理されてゐるが、漸く実用の段階に入つてきている様であるが、それでもなお、心理的な光沢と、光沢計による光沢の順位が一致することは殆んどなく、まして一つの光沢計で各種の表面の光沢を測定することなどは全く不可能であると云つても過言ではない現状である。例えば、比較的滑らかな面の光沢を測るのに適している光沢計の一つであるところの Photo volt についてみて、相当に黒味を帯びた大理石の滑らかな面の光沢が9.1となるのに対し、白い綿布では3、白い絹布では1以下、となつて Photo volt が織物面の光沢の測定には不適當であることがわかる。それは元來 silk 加工などが行われているのをもみても解る様に絹織物の光沢は織物にとって、極めて珍重されるものであるものにも拘らず、上記の例では、絹の光沢が殆んど0に近い値として測られるからである。同じ様なことは従来よく使われている Goerz や マツダ 等の光沢計についても云えることであつて、このことは織物などの光沢の測定がいかに困難な状態にあるかを物語るものである。

このような事を考え合わせると、金属面や紙の面、或は塗装面に較べて、織物類の面の光沢<sup>4)</sup>は相当複雑な因子がはいつてくることが予想されるが、その一つは一般の織物面では表面のアラサが金属面や塗装面等に較べて極めて大きく、かつ形状が複雑であることが考えられる。もともと、光沢が物体の表面又は表面層近傍の光学的現象に基づくものであることから考えて、表面の形状が光沢を考える上に重要な因子になつて来るのは当然である。

ここでは表面の巨視的な形状として表面のアラサがど

の様に光沢に関係するかをみる手始めとして、新しい構想による立体平均空間アラサ測定装置を試作し、二三の試料について測定を行つたのでこれについて報告する。

尚、表面の微視的構造に関しては Replica 法により電子顕微鏡的観察を行いつつある。

### 表面アラサ計

従来のアラサの測定は主として金属の仕上面の検査に利用されていたが、最近では塗装面、紙、ビニール等にも利用されている。

測定の方法としては、二次元的なアラサ計として触針法<sup>5)</sup>、又光学的方法を用いた NF 粗度法<sup>6)</sup>、光切断法<sup>7)</sup>等がその主なもので、古くから知られていた容量式アラサ測定法<sup>8)</sup>は一時全く顧みられなくなつてゐたが、最近吉村等<sup>11)12)</sup>によつて再びとりあげられ、そのすぐれた点が注目される様になつてきている。

これらの測定法のうち、触針法は表面の柔軟なものやアラサの著しいものには使えないし、又、吉村等のものや、他の従来の容量法では金属の様な電導性のあるものの面でない和使用できないので、一般の織物のような電気的に絶縁性のあるもので、かつ比較的柔軟なもののアラサ測定に使用出来る適當な方法としては NF 粗度法と光切断法ということになる。

しかし、最近、絶縁物についても使用できる様な放射性アイソトープを利用した方法<sup>13)14)</sup>も考えられているがこれは、材料の入手や取扱いが不便で今のところ実用化は困難な状態である。例えば、取扱上の危険性の少ない  $^{22}Na^{24}$  を用いると、その半減期が14.9時間で、放射線の減衰の補正が厄介になる。

この様にして、現在では織物などのアラサを測定する方法としては NF 粗度法、光切断法以外に適當な方法がない状態である。しかし NF 粗度が面の光学的な性質を媒介としてアラサを推定する方法であることを考えると、この方法が面そのもののアラサと、面の光学的性質との関係を調べるためのアラサ測定法としては適當でないとい

いうことが出来る。

そこでわれわれは、従来の容量法のすぐれた点を活かした新しい方法で、織物や紙等の立体平均空間アラサ測定装置を試作した。

測定装置

装置は Fig. 1 にみるように、一種の容量式アラサ計であつて、電気容量の測定には heterodyne beat 法による電気容量の測定回路<sup>15)</sup>を用いた。

測定原理について説明すると、Fig. 1 において二つの発振器のうち、図の右側の発振器からはつねに一定周波数  $\nu_0$  (300K. C.) の発振出力が混合回路に送られる。一方、他の発振器からは周波数  $\nu$  の発振出力が混合回路に入り、ここで両出力が混合され、周波数は一般に  $\nu + \nu_0$  と  $\nu - \nu_0$  等になるが、これを検波して  $\nu - \nu_0$  のみを取り出し、その出力を指示するようになっている。

いま  $\nu - \nu_0 = 0$  の zero beat の状態になつた場合を

考えると、予め発振回路は  $L=L_0$  としてあるため、 $C_0 = C + C_x + C_{nl}$  ( $C_{nl}$  は装置の浮游容量) の関係が常に成立つことになるので、いま仮に、図の極板 M と電極 Hg との間に試料が入つたりすれば、 $C_x$  の値が変化して  $\nu$  が変り  $\nu = \nu_0$  の均衡が破れる。そこで可変蓄電器 C の位置を  $\Delta C$  だけ変えて、再び  $\nu = \nu_0$  にしてやると、この  $\Delta C$  は極板間に試料を入れたための容量の変化に相当することになる。

結局、操作としては、始めに極板間の距離を十分に離しておいて  $\nu = \nu_0$  にしてその時の C の読みを  $C_1$  とし、次に極板間に試料を挟んで再び  $\nu = \nu_0$  にしてその時の C の読みを  $C_2$  とすれば、 $C_1 - C_2 \equiv C_x$  として試料を挟んだ状態に於いての極板間の容量が測定される。

pick up 用の極板は、Fig. 2 に示す様な滑らかな面の上下二枚の金属板からなつていて、これを Fig. 2 の A-B 間に接続する様になつているが、一方の下部電極は Fig. 1 にみられる様に、水銀におきかえることが出来る

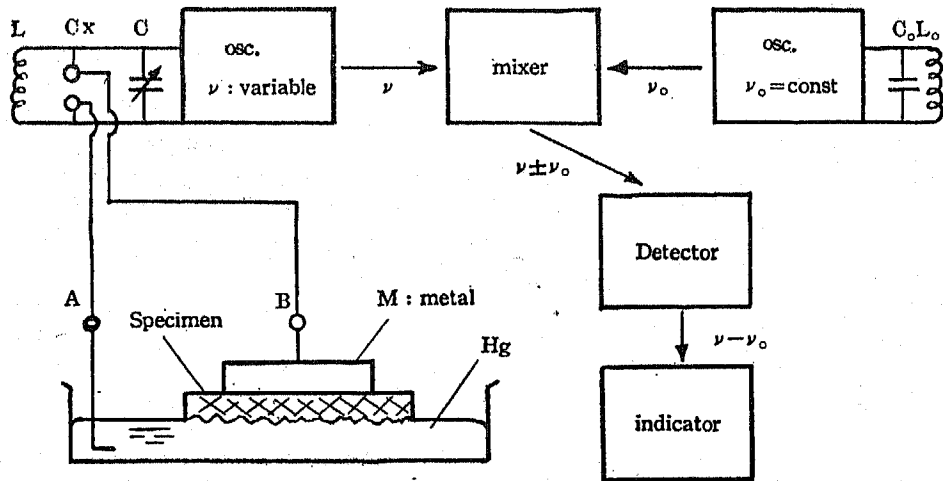


Fig. 1 Schematic diagram of electrical measuring system

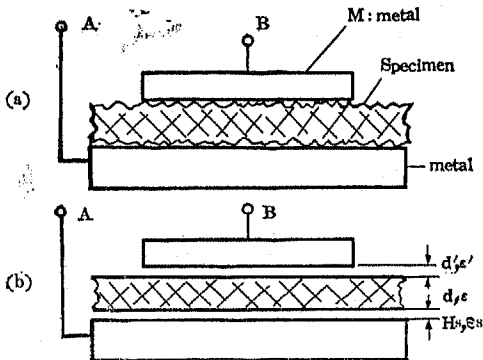


Fig. 2 The modification of pick up head

ようにしてある。

なお、上部電極は直径 4 cm の円板で、下部の金属電極は水銀槽の大きさとほぼ等しい直径 8.5 cm の円板である。

測定方法

アラサを測ろうとする試料を先づ Fig. 2(a) の様に上下極板間に一定の圧力で挟み、これを Fig. 1 の容量測定装置の A-B 間に接続する。

上述した操作によつてこの場合の電気容量  $C_M$  を求める、次いで試料並びに上部電極はそのままにして、下部

電極を Fig. 1 のように Hg におきかえ、その電気容器  $C_{Hg}$  を求める。

- 一方に於いて  $C_M$  の値は、Fig. 2(b)を参照して、  
 $d', \epsilon'$  ; 試料と上部電極板間に生ずる空隙の平均の厚さ (cm) 及び誘電率。
- $d, \epsilon$  ; 上部電極を載せた状態での、試料の平均の厚さ (cm) 並びに誘電率。
- $H_s, \epsilon_s$  ; 試料表面の凹凸により、試料と下部金属板との間に生ずる空隙の平均の厚さ (cm) 並びに誘電率。

とすれば、次式によつて求められる。即ち、

$$C_M = \frac{S}{4\pi \left( \frac{d'}{\epsilon'} + \frac{d}{\epsilon} + \frac{H_s}{\epsilon_s} \right)} \text{ (cgs. esu) } \dots\dots\dots(1)$$

但し、Sは上部電極板の面積 (cm<sup>2</sup>) である。

つぎに  $C_{Hg}$  の値は、Fig. 2 (a)で下部電極が Hg に置換えられるため、図の(b)に於いての  $H_s$  に相当する部分は殆んど水銀によつて埋めつくされることになるので  $H_s = 0$  と見なせば、 $C_{Hg}$  は、

$$C_{Hg} = \frac{S}{4\pi \left( \frac{d'}{\epsilon'} + d \right)} \text{ (cgs. esu) } \dots\dots\dots(2)$$

として求められる。

ここで  $H_s$  即ち、試料表面の凹凸により、試料と下部金属板との間に生ずる空間の平均の厚さについてみれば、これは立体平均空間アラサ (3-dimentional-mean space roughness)<sup>11)</sup>とも呼ぶべきもので、表面のアラサの度合を表わす一つの物理量として用いることができるものである。

いま、式(1)(2)から  $H_s$  を求めると、

$$H_s = \frac{S}{4\pi} \cdot \frac{C_{Hg} - C_M}{C_{Hg} C_M} \cdot \epsilon_s \text{ (cm) } \dots\dots\dots(3)$$

となる。

なお、本測定装置では上部電極板が直径 4cm の円板にな

つているので、上式は更に簡単に、

$$H_s = \frac{C_{Hg} - C_M}{C_{Hg} C_M} \cdot \epsilon_s \text{ (cm) } \dots\dots\dots(4)$$

となつて、更に一般には  $\epsilon_s = 1$  であることを考慮すれば結局、 $C_{Hg}$  と  $C_M$  の測定だけで容易に  $H_s$  の値を求めることが出来る。

なお又、リード等の浮遊容量  $C_{st}$  は、 $C_{Hg}$ 、 $C_M$  には同程度に影響するので、式(4)の分子では打消されて、結局分母だけにきいてくるが、 $C_{Hg} \approx C_M = 100PF$  程度るとき  $C_{st}$  が 2PF とみると、 $H_s$  には 4%程度の誤差となつて現われることになるが、実際の場合についてもこの程度のもと考えられる。この様な  $C_{st}$  を出来るだけ少なくする意味で、測定の操作は、装置からなるべく離れた一定位置で行うことが必要である。

### 測定結果

(1) 本研究に用いた試料は次の7種類である。

第1表

品名	糸の太さ		密度(本/cm)		符号
	経糸	緯糸	経糸	緯糸	
塩綿同上(マーセル化)篩	50 d	150 d	33	33	1
	20'S	24'S	28	25	2
	108 d	135 d	22	22	3
綿靴下	30'S		10 wales 8.4 courses		4
	15d		17 wales 26 courses		5
ナイロン経編地					6
濾紙	ToYō No. 6				7

(2) 本測定装置を用いて上記試料について粗さを測定した結果は、第2表に示す通りである。

第2表 立体平均空間アラサ ( $H_s$ )

試料	測定値			$H_s$ ( $\mu$ )	測定値			$H_s$ ( $\mu$ )	荷重の増大による $H_s$ の増加率(%)
	$C_{Hg}$	$C_M$	$C_{Hg}-C_M$		$C_{Hg}$	$C_M$	$C_{Hg}-C_M$		
1	215.0	225.4	10.4	18.9	210.0	226.0	16.0	33.7	70
2	126.6	132.4	5.8	34.6	123.9	132.0	8.1	49.6	43
3	123.8	130.0	6.2	38.5	123.4	134.0	10.6	64.0	66
4	191.0	203.8	12.8	32.9	188.0	208.5	20.5	52.3	59
5 {表裏}	111.5	115.5	4.0	31.1	192.0	197.7	5.7	15.0	-49
	111.5	116.8	5.3	40.7	192.0	199.5	7.5	19.6	-48
6 {表裏}	135.5	142.0	6.5	33.1	130.5	146.0	15.5	81.4	146
	192.5	201.0	8.5	21.9	173.0	194.0	21.0	62.6	186
7	192.5	203.0	10.5	26.9	173.0	197.5	24.5	71.7	166
測定時の荷重 (g)	23			—	80			—	—

## 5. 総 括

(1) 測定時の荷重の小さい場合 (23g) には,  $H_s$  の値は塩瀬では最小値を示し, 表面の平滑さを表わしている。綿靴下の裏面は平編の裏目であるから, 本研究の試料中常識的にも表面は最も粗く, その測定値は最大値を示してよく一致している。

(2) 測定時の荷重の増大した場合 (80g) には, 一般的には  $H_s$  は大きな値となる。その増加の程度は一定外力に対して各試料が原形を保持する度合によつて差がある。

$H_s$  の増加の大きなナイロン経編地や濾紙は, 形を保つ程度が高く, 綿靴下は増加どころか減少している。

綿靴下即ち立体的に糸が編成されているメリヤス生地は, 外力によつて容易に糸の構成状態がつぶされて変形し, 全体的には粗さが減少するためである。

(3) 本測定法を濾紙やメリヤス地の如く肉眼でも表裏の粗さが異なると認められるものに応用した結果, その表裏は異なる数値を以て粗さを示し, 表裏の差が定量的にあらわされた。

(4) マーセル化綿布は原布に比べて  $H_s$  は大きく, 荷重の増大による増加率もはるかに大きい。即ちマーセル化綿布の表面の変形傾向は原布より安定であることを示す。

(5) 従来触針式や容量式アラサ計では測定出来なかつた繊維製品の粗さは, 本法によつて測定が可能になつた。

なお測定時の条件による電極水銀と試料との接触状態については, 今後の研究に待つ処が多いと思われ, これに関しては実験と考察を重ねつつある。

## 文 献

- 1 V. G. W. HARRISON & S. R. C. POULTER; British J. Appl. phys. 2. 92 (1951)
- 2 筒井 俊正: 精密機械 19 439 (1953)
- 3 蓮沼 宏: 応用物理 23. 501 (1954), 23. 548 (1954), 24. 97 (1955)

- 4 A. ADDERLY & A. E. OXLEY: J. Text. Inst. 16. T167 (1925)
- 5 R. JEFFRIES: J. Text. Inst. 6. T391 (1955), 12. T759 (1955)
- 6 B. BIDWELL: Electronics 11 181 (1953)
- 7 G. W. Van SANTEN: Phillips Tec. Rev. 14. 80 (1952)
- 8 福島榮之助: 日本航空学会誌 6. 463 (1939), 8 361 (1941)
- 9 S. WAY: Mech Eng 59 826 (1937)
- 10 PENTHEN: Maschinenbau 15. 669 (1936)
- 11 福島榮之助・吉村正夫: 応用物理 23. 522(1954)
- 12 吉村 正夫: 応用物理 24. 380(1955)
- 13 福島榮之助, 吉村正夫: 応物関係連合講演会予稿 p21 (1956)
- 14 吉村 正夫: 応用物理学会講演予稿 p100, (1956)
- 15 M. GOLDSMITH & J. WHEELAND: J. Am. chem. Soc. 70. 2632(1948)

## Summary

As the first step of studying the luster of textile products, such as yarns, fabrics and so forth, the 3-dimensional mean space-roughness on the surface of them, which is considered to be connected with their luster, has been measured by the Heterodyne Beat Method.

The results obtained with this method are as follows:

Shioze	18.9 ( $\mu$ )
mercerized cotton fabric	38.5 ( $\mu$ )
cotton socks	{ the face 31.1 ( $\mu$ ) the back 40.7 ( $\mu$ )

(Laboratory of Silk Testing, Spinning and Weaving, Faculty of Textile & Sericulture, Shinshu University.)