振動法による塗装塗膜の動的粘弾性の測定

UDC
667.613
:532.135.082.1
:534

Measurement of the Visco-elasticity of attached paint films by vibration method

今 井 丈 夫*
IMAI Takeo

1. ま え が き

単離皮膜を使用しないで、塗装状態のままの塗膜のヤング率を求めることを故井上教授¹⁾は昭和25年に試みられている。最近になって Becker²⁾ あるいは Yamasaki³⁾ といった人達が、振動リード法を使用して塗膜の粘弾性を求める実験を行なった。これらの方法は塗膜が実際に使用されるのに近い状態で各種塗膜性能を調べることができるので、実験方法としてはすぐれたものといえることができる。井上の実験方法と Becker らのそれとの間に幾分相違があるが、塗装金属片の共振振動を利用するという点では一致しており、測定の原理は変わっていない。振動実験によって得られる粘弾性のことを動的粘弾性と呼んでいる。したがって上記の方法で得られた粘弾性の値は動的なものであり、読者の理解を容易にするため、以下動的粘弾性について概説し、そのあとで振動法による塗装塗膜の粘弾性測定方法について述べることにしたい。

2. 動的粘弾性

2.1 静的粘弾性と動的粘弾性

試料の粘弾性を測定するのに使用された実験手段の相違により、動的および静的に区別されている。すなわちクリープ試験、応力緩和試験、引張り試験などにより求められた粘弾性は静的粘弾性であり、繰返しひずみを与える振動試験などから求められた粘弾性は動的粘弾性である。粘弾性体は実験のタイムスケールに応じた粘弾性を示すことはよく知られているとおりであるが、静的粘弾性と動的粘弾性とは、普通観測のタイムスケール1秒付近を境にしている。

動的粘弾性を測定するには、試料に周期的ひずみ（または応力）を与え、そのとき試料の示す応力（またはひずみ）を求める方法が一般に採用されている。周期的ひずみを与えられた場合、試料が純弾性体のときはひずみと応力とは同位相になり、その間に遅れを生じないが、

粘弾性体の場合は応力が常にひずみに先行し、両者の間に位相のずれが生じる。図-1 に正弦的ひずみを与えられ

図-1 ひずみと応力の時間的変化

図-2 ひずみ・応力の相関関係 (ヒステリシス環)

このヒステリシス環のふくらみは応力・ひずみ間の位相差の大きいときほど、換言すれば試料が粘性的であればあるほど大きくなる（純弾性体では直線となる）。前述の応力に対するひずみの遅れは試料の粘性に基づく内部摩擦によるものであり、エネルギー的には損失を伴うものである。図-2 のヒステリシス環の面積は振動周期当たりの損失エネルギーの大きさに比例している。したがって動的粘弾性というのは結論的にはこのヒステリシス環の形状を論じていることにほかならない。

2.2 動的弾性率と動的損失

図-1 でひずみ r は正弦的に変化しているので、ひずみ振幅を r_0 とおくと次の式が得られる。

$$r = r_0 \sin \omega t \quad (1)$$

ここで ω は振動率あるいは角振動数と呼ばれているものである。図-1 において振動の周期を T とすると、その逆数 $1/T$ は1秒間の中に周期が幾つ含まれているかを示す数、すなわち振動数（これを ν で表わす）であり、この ν に 2π をかけたものが ω である。したがって

昭 39. 9. 22 受理

* 鉄道技術研究所
都下国分寺市

$$\omega = 2\pi\nu = 2\pi \cdot \frac{1}{T} \quad (2)$$

正弦的に変化する量がある場合に、計算を容易にする目的で $\sin \theta$, $\cos \theta$ の代わりに $e^{i\theta}$ (ただし $i = \sqrt{-1}$), すなわち複素数表示を使用して表わすことがしばしばある。これは数学的に

$$e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta \quad (3)$$

という関係があるので、 $\sin$, $\cos$ を e の冪の形に直して計算を進め、得られた最終結果の中の虚数部分あるいは実数部分が、目的の結果を表わすものとして取り扱う。したがって (1) のひずみは複素表示を用いると

$$\gamma = \gamma_0 e^{i\omega t} \quad (4)$$

となり、この場合は虚数部分が物理的意味を持つ。

ひずみが正弦的に変化する場合は、普通定常状態では応力も正弦的に変化する。しかしこの場合の応力振幅は一般には複素数になる。応力振幅を S_0^* , これの実数部分を S_1 虚数部分を S_2 とすると次式が得られる。

$$S = S_0^* e^{i\omega t} = (S_1 + iS_2) e^{i\omega t} \quad (5)$$

応力をひずみで割れば弾性率 (G) が得られる。しかしこの場合、応力が複素数になっているので、弾性率も複素数になる。これを複素弾性率と呼んでいる。(5)を(4)で割って得られる複素弾性率 (G^*) は、実数部分を G_1 虚数部分を G_2 とおくと

$$G^* = \frac{S_0^*}{\gamma_0} = \left(\frac{S_1}{\gamma_0} + i \frac{S_2}{\gamma_0} \right) = G_1 + iG_2 \quad (6)$$

したがって

$$G_1 = \frac{S_1}{\gamma_0} \quad (7)$$

$$G_2 = \frac{S_2}{\gamma_0} \quad (8)$$

となる。($G_1 + iG_2$) をつぎのように書き直して

$$G_1 + iG_2 = \sqrt{G_1^2 + G_2^2} \left(\frac{G_1}{\sqrt{G_1^2 + G_2^2}} + i \frac{G_2}{\sqrt{G_1^2 + G_2^2}} \right) \quad (9)$$

また δ を

$$\cos \delta = \frac{G_1}{\sqrt{G_1^2 + G_2^2}}, \quad \sin \delta = \frac{G_2}{\sqrt{G_1^2 + G_2^2}} \quad (10)$$

となるような角とすれば(9)は(3)の関係を使用して

$$\begin{aligned} G_1 + iG_2 &= \sqrt{G_1^2 + G_2^2} (\cos \delta + i \sin \delta) \\ &= \sqrt{G_1^2 + G_2^2} e^{i\delta} \end{aligned} \quad (11)$$

したがって複素弾性率 G^* は(11)によって表わすことができ、かつつぎの関係が得られる。

$$\frac{G_2}{G_1} = \tan \delta \quad (12)$$

この δ はひずみと応力間の位相差角を表わしていて、図-1 の τ に ω をかけたものに相当する。また $\sqrt{G_1^2 + G_2^2}$

のことを $|G|$ と書くことがある。この場合、 G は絶体弾性率と呼ばれ、応力振巾とひずみ振巾との絶体値の比に相当する。さて上で得られた G_1 は動的弾性率と呼ばれるもので、これの物理的意味は通常の弾性率と同じであるが、 G_2 は試料の動的粘性率に ω をかけたものになっていて動的損失と呼ばれている。

図-3 自由振動の減衰

2.3 損失エネルギー、対数減衰率

2.1 でヒステリシス環の面積は損失エネルギーの大きさを示すものであることを述べたが、楕円のヒステリシス環が、これを囲む矩形に対して占める面積の割合は $\pi/4 \cdot \sin \delta$ となり、他方(10)より G_2 は $\sin \delta$ に比例している。したがって両者の関連をここに見ることができる。

試料に自由振動を行なわせた場合、内部摩擦によって振動は減衰する、ねじり振動を例にとれば、ねじれの角 θ は図-3 のように時間と共に小さくなる。この場合

$$\ln \frac{|\theta_1|}{|\theta_3|} = \ln \frac{|\theta_3|}{|\theta_5|} = \dots = \ln \frac{|\theta_2|}{|\theta_4|} = \ln \frac{|\theta_4|}{|\theta_6|} = \dots = \delta_T \quad (13)$$

なる関係があり、 δ_T のことを対数減衰率と呼んでいる。 δ_T と $\tan \delta$ との間にはつぎの関係があり

$$\frac{\delta_T}{\pi} = \tan \delta = \frac{1}{Q} \quad (14)$$

δ は損失角とも呼ばれることがある。また $1/Q$ のことを振動吸収係数という。

3. 振動法の測定原理

3.1 共振法

動的粘弾性はヒステリシス環を書かせることによって求めることができるが、塗料試験片に対しては専ら共振法が適用されている。粘弾性体が振動的外力を受ける場合の運動の方程式は、一般につぎのように書くことができる⁴⁾。

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + \alpha \frac{dx}{dt} + s x = F \cos \omega t \quad (15)$$

ここに M は可動質量部分の質量、 x は可動片の平衡位置からの変位、 α は試料物体の粘性(内部摩擦)による抵抗の係数、 s は試料の弾性力の係数、 F は正弦的外力

の最大値である。定常振動を行なっている場合の振動の状態は(15)の特殊解で表わされるから、これを求めると

$$x = \frac{F}{\sqrt{(s - \omega^2 M)^2 + \omega^2 \alpha^2}} \cdot \cos(\omega t - \delta) \quad (16)$$

$$\tan \delta = \frac{\omega \alpha}{s - \omega^2 M} \quad (17)$$

となり、ここで

$$\frac{F}{\sqrt{(s - \omega^2 M)^2 + \omega^2 \alpha^2}} = A \quad (18)$$

とおく。(16)より試料は外部から加えられた力と同じ振動率で振動するが、変位の位相は外力より δ だけ遅れていることがわかる。さて、 A と δ の中には s (弾性) と α (粘性) とが含まれているので、 A, δ を実測すれば粘弾性は求めることができる。また外力の振動数と試料の固有振動数とが一致した場合は、共振を生じて振巾は最大となる。共振振動率 ω_r は $\partial A / \partial \omega = 0$ を用いて

$$\omega_r^2 = \frac{s}{M} - \frac{\alpha^2}{2M^2} \quad (19)$$

なお内部摩擦が小さいときは右辺の第2項を無視して

$$\omega_r^2 = \frac{s}{M} \quad (20)$$

このときの振巾は(18)より

$$A_r = \frac{F}{\alpha \cdot \omega_r} \quad (21)$$

したがって、 A, δ の代わりに ω_r, A_r を求めてもよい。しかし振動リード法では ω_r と、つぎに説明する $\Delta \omega$ とが普通使用されている。

試料が強制振動を受けている場合の振動率を横軸に、振巾を縦軸にとって、共振点付近の共振曲線をえがくと図-4 のようになる。試料の内部摩擦が小さい場合は共振曲線の形状は鋭くなるので、共振曲線の巾から試料の粘性を知ることができる。図-4において、振巾が $A_{\max}$ の $1/\sqrt{2}$ になる振動率を ω_1, ω_2 とすれば、その差 $\Delta \omega$ ($\Delta \nu = \Delta \omega / 2\pi$ のことを band width と呼んでいる) は共振のボケ方を表わし、試料粘性とつぎの関係にある。

図-4 強制振動の共振曲線

$$\Delta \omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{\alpha}{M} \quad (22)$$

なお、 $\omega_r, \Delta \omega, \tan \delta$ の間には近似的につぎの関係が成り立つ。

$$\frac{\Delta \omega}{\omega_r} \doteq \tan \delta \quad (23)$$

3.2 板のたわみ振動

図-5 に示されているような一端が保持された板が自重によって静的にたわむ場合を考える。図のように x および y 軸をとることにすると、板のたわみの式は

図-5 片持ちはりの自重によるたわみ

$$\frac{d^4 y}{dx^4} = -\frac{w}{EI} \quad (24)$$

で表わされる。ここで w は板の単位長さ当たりの重さ、 E は弾性率 (この場合はヤング率となるので以下 E で表わすことにする)、 I は断面の慣性モーメントである。

(24) は板が重力の作用で静的にたわむ場合の式であるが、たわみ振動を行なっている板では、重力の代わりに交番的に作用する慣性荷重を考えることにすればよい。この慣性力は板のたわみ運動の加速度 ($d^2 y / dt^2$) に質量をかけたものであるから、板の微小長さ dx の部分に作用する慣性力 dF は、板の厚さを h 、巾を b 、密度を ρ とすれば

$$dF = \rho h b dx \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (25)$$

となり、したがって(24)の代わりに

$$\frac{d^4 y}{dx^4} = -\frac{\rho h b}{EI} \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (26)$$

が得られる。断面の慣性モーメント I を断面積 (hb) で割った値を κ^2 とおいて(26)をき直すと

$$E \kappa^2 \frac{d^4 y}{dx^4} + \rho \frac{d^2 y}{dt^2} = 0 \quad (27)$$

(27) は板 (棒、はり) の横振動の表わす式として一般に使用されているものである。

3.3 ヤング率の求め方

一端を固定された板が自由なたわみ振動を行なっている場合の振動率がわかれば、ヤング率を計算することができる。いま板の振動率を ω 、たわみ変位の振巾を Y とおくと $y = Y e^{i\omega t}$ で、 Y は x のみの関数である。(27)にこ

の関係を代入して

$$E\kappa^2 \frac{d^4 Y}{dx^4} - \rho\omega^2 Y = 0 \quad (28)$$

式を簡単にする目的でつぎのようにおき

$$\frac{\rho\omega^2}{E\kappa^2} = \frac{a_n^4}{l^4} \quad (29)$$

(28)を書き直して

$$\frac{d^4 Y}{dx^4} - \frac{a_n^4}{l^4} Y = 0 \quad (30)$$

(30)を解いて a_n の値を求める。一端固定、一端自由の板の場合は、基本振動（節のない振動、図-6 参照）の a_n の値は 1.875 となり、上音に対しては表-1 記載の値をとる⁵⁾。振動率とヤング率との関係は(29)より

$$E = \frac{\rho l^4 \omega^2}{a_n^4 \kappa^2} \quad (31)$$

表-1 はりが横振動しているときの a_n の値⁵⁾

保持法 n	一端固定、一端自由 のときの a_n	両端自由のときの a_n
1	1,87510	4,73004
2	4,69410	7,85320
3	7,85476	10,99561
4	10,99554	14,13717
5	14,13717	17,27876
6	17,27876	20,42035
7	20,42035

図-6 a_n の相違による振動状態の変化⁵⁾
(一端固定、一端自由のとき)

したがって上で求めた a_n の値を(31)に入れば、振動率からヤング率を計算することができる。あるいはまた振動率を測定する代わりに、ヤング率既知の板と共振させる方法もある。井上¹⁾ はこのような方法により塗装塗膜のヤング率を測定した。

4. 振動リード法

4.1 試料が単一のものからできている場合

3では板の固定端には変位はないものとして理論を進

めた。しかし振動リード法では固定端に正弦的振動を与え、自由端の振巾が最大となる振動率を求める方法をとっている。すなわち試片をバイブレーターに取り付けて可聴周波発振器により振動させ、そのときの振巾を低倍

図-7 振動リード法の実験装置

率顕微鏡で観測する（図-7 参照）。この場合の式の取扱は3で述べたのと同じでよいが、ただしここで得られたヤング率は2.2で説明した複素弾性率の実数部分に相当するものである。動的損失は(12)より動的弾性率に $\tan\delta$ をかければ得られるが、他方(23)の関係から $\tan\delta \doteq \Delta\omega/\omega_r$ であるので、結局共振振動数および band width を測定すれば、次式により試料の粘弾性を求めることができる。

$$E_1 = \frac{\rho l^4 \omega_r^2}{a_n^4 \kappa^2} = \frac{4\pi^2 \rho l^4 \nu_r^2}{a_n^4 \kappa^2} \quad (32)$$

$$E_2 = \frac{4\pi^2 \rho l^4}{a_n^4 \kappa^2} \cdot \nu_r \cdot \Delta\nu \quad (33)$$

$$\eta = E_2/\omega = \frac{2\pi \rho l^4}{a_n^4 \kappa^2} \cdot \Delta\nu \quad (34)$$

以上のような操作をすることにより、一応動的粘弾性を求めることができた。しかし(32), (33), (34)の関係を導いた基本の式は(27)であって、この式は純弾性体に対する式であって粘性項を含んでいない。したがって厳密には内部摩擦係数 (η) を含むつぎの式を使用するのが正しい。

$$E\kappa^2 \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \rho \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \eta \kappa^2 \frac{\partial^5 y}{\partial x^4 \cdot \partial t} = 0 \quad (35)$$

小野木⁶⁾ は(35)を計算して、この場合の ω_r は粘性がないと考えた場合の値に比較してわずかに相違することを認めた。小野木は次式を使用している。

$$E_1 = \frac{4\pi^2 l^4 \rho}{a_n^4 \kappa^2} \left[\nu_r^2 + \frac{1}{8} (\Delta\nu)^2 \right] \quad (36)$$

粘性項が弾性項に比較して小さく無視してもよい場合は、右辺の第2項は省略できるので(36)は(32)と同じになる。Becker²⁾ および Yamasaki³⁾ は(32)を使用して計算を行なっている。

4.2 塗装片の取扱

振動リード法の試片に塗装片を使用した場合は、観測される粘弾性は塗装片全体（塗膜＋下地金属）についての値であり、したがってこれから塗膜のみの粘弾性を分

離す必要がある。

図-8 塗装金属片の曲げ

いま下地金属の厚さを h_1 、密度を ρ_1 とし、その両側に度蜜 ρ_2 の塗膜がそれぞれ $h_2/2$ の厚さで塗装されているものとする (図-8 参照)。塗装片全体の慣性エネルギーを I_0 、共振振動数を ν_{r0} とすれば、塗装片全体の動的弾性率 E_{10} は(32)と同様にして注)

$$E_{10} = \frac{4\pi^2(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2) b l^4 \nu_{r0}^2}{a_n^4 I_0} \quad (37)$$

一方、下地金属片のみのヤング率、慣性エネルギー、共振振動数をそれぞれ、 E_{11} 、 I_1 、 ν_{r1} とし、塗膜のヤング率および慣性エネルギーをそれぞれ、 E_{12} 、 I_2 とおくと、金属片については(32)から

$$E_{11} = \frac{4\pi^2 \rho_1 h_1 b l^4 \nu_{r1}^2}{a_n^4 I_1} \quad (38)$$

さて、複素弾性率の実数部分を考えて

$$E_{10} I_0 = E_{11} I_1 + E_{12} I_2 \quad (39)$$

であるから、(37)、(38)、(39) より

$$\frac{E_{11} I_1 + E_{12} I_2}{E_{11} I_1} = \frac{(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2) \nu_{r0}^2}{\rho_1 h_1 \nu_{r1}^2} \quad (40)$$

断面の慣性エネルギー I_1 および I_2 は

$$I_1 = \frac{b h_1^3}{12} \quad (41)$$

$$I_2 = \frac{b \{ (h_1 + h_2)^3 - h_1^3 \}}{12} = \frac{b h_1^3}{12} \left\{ \left(1 + \frac{h_2}{h_1} \right)^3 - 1 \right\}$$

$$= I_1 \left\{ \left(1 + \frac{h_2}{h_1} \right)^3 - 1 \right\} \quad (42)$$

(40) に (42) を代入して整理すれば塗膜の動的弾性率はつぎのようになる。

$$E_{12} = \frac{\left\{ \left(1 + \frac{\rho_2 h_2}{\rho_1 h_1} \right) \left(\frac{\nu_{r2}}{\nu_{r1}} \right)^2 - 1 \right\} E_{11}}{\left\{ \left(1 + \frac{h_2}{h_1} \right)^3 - 3 \right\}} \quad (43)$$

複素弾性率の虚数部分については、塗装片、金属片および塗膜の動的損失をそれぞれ E_{20} 、 E_{21} 、 E_{22} とおくと(39)と同様に

注 (27) を導くとき、慣性エネルギーを断面積で割って κ^2 とした。しかし試片が密度の異なる複数の層からなっているときは、 κ^2 を使用しないで計算を進めて行けば(37)が得られる。

$$E_{20} I_0 = E_{21} I_1 + E_{22} I_2 \quad (44)$$

塗装片、金属片、塗膜の損失正切をそれぞれ $\tan \delta_0$ 、 $\tan \delta_1$ 、 $\tan \delta_2$ とおいて、(39)および(44)の関係から

$$\tan \delta_2 = \frac{E_{22}}{E_{21}} = \frac{E_{20} I_0 - E_{21} I_1}{E_{10} I_0 - E_{11} I_1}$$

$$= \frac{\tan \delta_0 - \tan \delta_1 \cdot \left(\frac{E_{11} I_1}{E_{10} I_0} \right)}{1 - \frac{E_{11} I_1}{E_{10} I_0}} \quad (45)$$

ただし

$$\tan \delta_0 = \frac{E_{20}}{E_{10}}, \quad \tan \delta_1 = \frac{E_{21}}{E_{11}}$$

図-9 メラミンアルキド樹脂塗膜の動的弾性率および $\tan \delta^{2)}$

図-10 両端を自由にした場合の振動試験装置

表-2 両端自由の場合の節の位置 (x/l)⁵⁾

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
0.2242	0.1321	0.0944	0.0735	0.0601
0.7758	0.5000	0.3558	0.2768	0.2265
	0.8679	0.6442	0.5000	0.4091
		0.9056	0.7232	0.5909
			0.9265	0.7735
				0.9399

(45)によって $\tan \delta_2$ の値が求まり, したがって塗膜の動的損失 E_{22} も求まる。

図-9 に Becker²⁾ が測定したメラミンアルキド樹脂塗料の動的弾性率と $\tan \delta_2$ の値を図示しておく。また Yamasaki³⁾ はアルキド樹脂塗料はか 3 種類の塗膜をフェードメーターを使用して老化させ, そのときの動的弾性率の変化を振動リード法を使用して測定している。

4.3 振動リード法の変形

振動リード法は試片の一端を固定したが, 両端を自由な状態にした試片を, 節 (Node 表-2 参照) でつるして振動させ, 粘弾性を測定する方法がある。深田⁷⁾ はこの方法を用いて木材の振動特性を測定した。実験装置は模式的にかくと図-10 のとおりで, 試片の両端に小さい鉄片をはりつけ, その一端を, 発振器からの振動電流をバイブレーター (電話の受話器を使用) に通して加振し, 他端の振動をピックアップ (同じく受話器) でとらえ増幅して共振振動数を求める。この場合の粘弾性を計算する式は今まで述べた式と同じ形であるが, a_n の値が違

っていて基本振動 (節が2つある 図-11 参照) のとき 4.730, 上音では表-1 に表示した値をとる。

深田はまた加振電流切断後の試片の振動の減衰を測定している。減衰曲線の測定ができれば対数減衰率が求まり, (14) から $\tan \delta$ を算出できる。

5. あとがき

著者は現在, 4.3 で述べた方法を用いて塗膜の動的粘弾性測定を試みているが, 予備実験の段階であるので, 結果がまとまれば報告したいと考えている。本稿ではなるべく多数の読者に理解してもらうことを考えて数式をかなり沢山使用した。しかしレオロジーあるいは振動論の分野で常用されているものについては途中の誘導を省略し, したがってこの部分について詳細を知りたい方はそれぞれの専門書を参考にしてほしい。著者は本稿を書くにあたって, 主として中川・神戸両氏共者の「レオロジー」および坪井氏著「振動論」を参考にさせていただいたことを付記しておく。

引 用 文 献

- 1) 井上幸彦, 工化, 53, 33 (1950).
- 2) G. W. Becker, K. Frankenfeld, Farbe u. Lack, 66, 443 (1960).
- 3) R. S. Yamasaki, Official Digest, 35 992 (1963).
- 4) 中川鶴太郎, 神戸博太郎, “レオロジー”, p. 534, みすず書房 (昭 34).
- 5) 坪井忠二, “振動論” 応用数学講座, 第 16 巻, p. 465, 河出書房 (昭 17).
- 6) 河合弘迪, 小野木重治, 時田昇, 高分子, 3, 362 (1954).
- 7) 深田栄一, 応用物理, 19, 130 (1950).

図-11 a_n の相違による振動状態の変化⁵⁾
(両端自由のとき)

業界 ニュース

高沸点溶剤 JIS 原案作成 (委) 39.12.17 日塗工 (東)
メトキシブタノールおよびメトキシブチルアセテートの製産者側原案の検討を行ない, 前者については外観・ニオイ・比重・蒸留試験・蒸発残分・水分・酸価・エステル価・純度・(参考)の各項の試験方法立案の方針を懇談し, 後者にも適用することの可否を検討した。

調色専門 (委) 39.12.17 日塗工 (西)

1. 色差計と肉眼判定による再実験報告の説明
2. 次回実験方針と予定について協議を行なった。

原料研究分科会 39.12.22 日塗工 (東)

ガスクロマトグラフィーに関する研究 (第 1 報) についてその内容の検討訂正を行なった。その他次期研究課題について検討した。

塗料試験法研究会第 3 分科会 39.12.23 日塗検 (東)

外側マイクロメータの管理基準および取扱基準の案について各項目別検討した。ダイヤルゲージ式直立形測厚器の管理基準および取扱基準について検討した。クロスカット試験機用カッターガイドの管理基準について検討した。重さ測定一覧表の検討を行ない塗料試験における重さ測定時, 使用するテンビンの種類と公差の程度を検討した。

調色専門 (委) 39.12.27 日塗工 (西)

1. 前回の宿題のデータ報告
2. 塗料部会の経過報告
3. 報告書の説明
4. 色差計と肉眼判定の比較の説明
5. 今後の実験方針の協議