

土木工事用塗料の話 (十)

西川榮三

第10章 塗料の性質試験

塗料には、上述の如く種々の種類があり、其の材料も各種の全く異なる性質のものが用ひられて居るので、其の性質も種々雑多である。従つて其の用途も各異なる。或は室内用に供して専ら美觀に重きをおくもの、或は大氣中に曝露して建築物を保護するもの、或は水中に浸漬せられて、河水海水等に抵抗し、又或は船底に害虫、植物等の附着を防ぐを目的とするもの等多種多様である。又被塗面の材質には、木材あり、鐵材あり、鐵力板あり、トタン板あり、コンクリートあり、又其の形狀には平面あり、凹凸面あり、縦あり、粗滑種々で、其の吸水、膨脹收縮及び其の受くる振動衝撃、衝擊等も各異なるから、適當なる塗料を適當なる被塗面に施すことが最も肝要である。之には塗料の性質をあらゆる方面より試験していくその性能を理解しあくことが先決問題であらねばならぬ。

而して試験は先づ其の試料を精確に採取することよりはじめなければならない。

第1節 試料の採取

塗料の試料採取にあたりては、均一なる試料を得ることが必要である。顏料、ボディー等の固體粉末體を含む塗料は時として、これ等の粉末が容器の底部に沈澱してゐることがあるから、其の上部のみより採取したものは、塗料全部を代表するに足りない。これ等はよく攪拌混合した後試料の採取を行ふ必要がある。又塗料中には揮發性成分を含むものが多いから、其の揮發分を失はしめぬ様注意して採取するを要する。開罐後長時間経過せるものは幾分揮發分の消失、空氣光線等の化學作用等を受けてゐないとは言へないから、正確なる試料となす價値がない。上記の諸點に注意して正確なる試料を採取せる後は、試料容器を直ちに密封し其の内容物が變化しない様にして試験所へ送附すべきものである。而して試料を試験所へ送附する場合には、試料の容器には、其の番號、試料の名稱、採取年月日、採取者名、試験依頼者名、其の他必要な事項を明記し、これに下記の諸項を記載したる書狀を添附するものとす。

記載事項

- (1) 試料の番號……試料容器に附したる番號と全く同じ番號を記載する事
- (2) 試料の名稱……特別の商品名ある時はこれを附記する事
- (3) 試料採取年月日……試料容器に附したる年月日と同じものを記載する事
- (4) 試料採取者名
- (5) 試料の数量……何個或は何罐等
- (6) 1個の試料の代表する材料の数量
- (7) 材料製造者の名稱及び住所
- (8) 材料の用途……用途は成るべく詳記すること
- (9) 材料使用の場所……如何なる場所に使用するものであるかを詳記すること

(10) 材料供給者名……製造者と納入者と異なる場合は納入者を記す
(11) 材料の全数量……工事に對する全使用量を記す

(12) 其他必要な事項

上の記載事項の中、試験の方法を確定し、其の結果より試料の優劣を批判するに最も必要なものは、材料の用途と使用場所とである。例を塗料以外の材料に取つて説明すれば、ここにアスファルトの試料のみを試験所へ送つて、其の良否を開ひ、アスファルトの用途、使用場所等に關しての説明を缺如してゐる時は、試験所は其のアスファルトについて如何なる性質を試験すべきかに迷ふであらう。又假りにそのアスファルトのあらゆる性質を研究したとしても其の試料の優劣、良否等を定めるわけにはゆかないのが當然である。一つの用途に對しては優良な品であつても、他の用途に對しては劣等の品であり得る場合もある。例へば針度150～200のアスファルトは通常の乳剤原料としては使用出来るかも知れないが、シート・アスファルト鋪装の材料としては優良とは云ひ得ないやうなものである。又一つの材料で臺灣に於て使用するのに好適なものであつても、北海道、樺太等に於て使用するのに適してゐるとは必ずしも云ひ得ない。斯くの如く材料の優劣否は其の使用場所及び用途を離れて考ふる事は出来ないから、試験の依頼にあたつてはこれらに對する詳細なる説明が最も肝要である。

第2節 外観

肉眼検査により塗料の色合、臭氣、透明度、粘性、揮發成分含有の有無、其の均等度等を見る。

第3節 比重

純液状のものは比重計により其の比重を検する。但し顔料、體質等の如き細粉を含む場合には、試料をよく混合したる後試験する。比重計を使用しがたき試料については、ハバード比重壇其の他の比重壇を用ひる。揮發性の成分を含有する試料に於ては、揮發分の蒸発に従つて比重が變化するから揮發分を發散せしめぬ様注意を要する。

第4節 粘度

塗料及その材料の粘度の測定には下記の如き種々の方法が用ひられる。

(1) 塗装試験

被塗面としては木板を用ひ之に下塗を施したもの多數を準備し、供試塗料を清潔なる刷毛にて均一に塗布して見る。塗布の状態及び感觸により塗料の稠度の適否を判定する。これは定性的の方法である。

(2) ラワチエックの粘度計 (Lawaczeck's Viscosimeter)

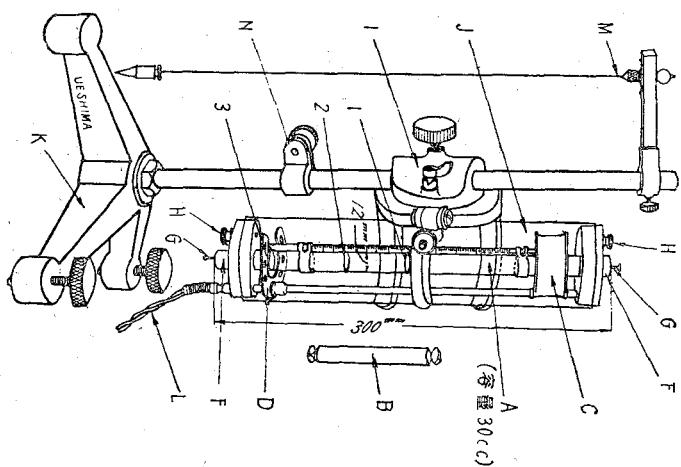
本器は使用の範囲廣く其の構造、使用法等は次の如くである。尙本器には検定表、換算表、比較表等を附屬してゐる。本器は落球式粘度計の1種で、試料管の長さ 300mm 内径 12mm にして、この中に試料を充し、試料中に落下体を落し、落下体が1定距離を落下するに要する時間を Stopwatch ウオッチにて計り試料の粘度を求めるものである。

第1圖は其の概要を示したもので、A は試料を容るガラス製の圓筒管で、容量は約 30cc で、其の中間に 3 本の朱色標線を施してある。朱線間の距離は 12.0em である。B は落下体で、大中小 3 種よりなり、耐酸、耐アルカリ性の特重金属で金被してある。C は加熱装置で、試料管の周圍に環状をなせる電熱器を施し、電燈線に連続して、外管 J 中の加熱液(多くの場合水)を加熱して、間接に試料を所定温度に保つ爲に用ひられる。D は攪拌器で水を上下に攪拌して各部の

温度を均一に保たしめる。Eはアルコール温度計、(-10°~100°C)、上下のF、Fは硝酸、硝油の有孔ゴム栓で、試料管中の試料内に気泡の殘らぬ様に工夫せられてゐる。上下のG、Gはガラス製ビレッジ、Hは水の注入口、Iは回轉装置で、後部のビンを引き上げて左右で試験器を回轉させれば、正確に180°回轉して静止せしめることが出来る。Jはガラス製の外管で其の容量は約700ccで、之に加熱水を入れて温度調節の水浴とするものである。Kはスタンド、Lは電線、Mは水準器、Nは安全装置で、試験圓筒の急落下を防ぐ爲に設られたものである。

試験方法

先づ、試料管は軽油、エーテル、アルコール等の適當なるものを用ひて清潔となし、其の内部を完全に乾燥し、次に水準器を檢して、正確に垂直に試験器を据ゑ、更に180°回轉して之を確める。其の後、外管に水又は湯を注入して所要温度となる迄電熱器にて加熱しつゝ、攪拌器により各部の温度を均等ならしめ、試料管に試料液を入れ、落下體B(3種の中適當なるものを選ぶ)を入れ、ゴム栓Fによりて気泡を逃がし、ガラスビンGをゴム栓に差込んで試料の流出を防ぐ。其の後、適當なる加熱、攪拌



第1圖 ラ・シェック温度計

拌を繼續して、試料の温度が所要温度に達し、温度の變化がなくなりたる時、器體を 180° 回轉して、落下體 B を落下せしめ、B が、試料管の朱線 12cm を落下する時間(秒數)をストップ・ウォッチにて測定し、添付の表により或は公式を用ひて粘性係数 η を求めることが出来る。但し試料の比重は豫知し置く必要がある。今落下體の比重を s_1 、試料の比重を s_2 とし、12cm の距離を落下する時間を t 秒とすれば、

$$\eta = t(s_1 - s_2)c \quad \text{c は落下體の恒数}$$

3種の落下體の徑は、A = 11.7mm; B = 11.2mm; C = 10.0mm(許容誤差 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内)で、粘度低きものに A を用ひ、粘度が高くなるに従つて B, C を用ひるものである。

本器の1例を示せば次表の如くで、落下體 C を用ひ、比重 0.86 の液につき試験せる結果が 18 秒なりとすれば、

$$\eta = 0.0205(7.86 - 0.86) \times 18 = 2.58$$

となる。

第1表 落下體の例

| 落 下 體 種 別 | 落 下 體 徑 | 比 重 | 恒 数 C |
|--------------|------------|------|----------|
| A | 11.7 | 7.86 | 0.000173 |
| B | 11.2 | 7.86 | 0.00158 |
| C | 10.0 | 7.86 | 0.0205 |

(3) 氣泡式粘度計 (Bubble viscosimeter)

氣泡式粘度計は同形同大のガラス圓筒に粘度既知の油を密封し、其中に小許の氣泡を殘したものである。通常この圓筒は A, B, C, ..., T 15 本よりなり、其の各には粘度低き油より順次粘度高き油を封入してある。各圓筒に封入せられてゐる油の粘性系數は通常第 2 表の如くなつて居る。本粘度計を用ひて試料の粘度を知らんとするには、上記の粘度計と同形のガラス圓筒に試料を封入し、小許の氣泡を殘したものを作り、之と粘度計とを同時に顛倒して氣泡上昇の速度を比較し、試料と同じ速度を示す粘度計がいつれのものであるかを知れば試料の粘度を直ちに知ることが出来る。例へば試料の氣泡上昇速度が粘度計 K と同様である場合には、試料の粘度は 2.75 poise で、レッドウッド秒數に換算すれば 1,139 である。

この粘度計の測定可能の範囲は第 2 表より明かなる如く A 0.50 poise 乃至 T 5.50 poise (レッドウッド秒數 200 乃至 2,300) であるが、T よりも専利潤なる試料の試験にては別に μ より $\eta/6$ までの高粘度用氣泡式粘度計もつくられて居る。 $\eta/6$ は 150 poise; レッドウッド秒數 62,000 である。

本粘度計使用に當つては、粘度計及試料の温度を全く同じに保つことが必要である。兩者を顛倒架に掛けたる後 4~5 分間同一温度に保ち (20~25.0°C の水中に浸漬するもよし) たる後これを顛倒するがよい。

第 2 表 氣泡式粘度計の例

| 記號 | 標準のもの の粘性系數 | 1 例 | | 記號 | 標準のもの の粘性系數 | 1 例 | |
|----|----------------|----------|------|----|----------------|----------|------|
| | | レッドウッド秒數 | 粘性系數 | | | レッドウッド秒數 | 粘性系數 |
| A | 0.50 | 209 | 0.49 | C | 0.85 | 349 | 0.83 |
| B | 0.65 | 274 | 0.65 | D | 1.00 | 423 | 1.01 |

| | | | | | | | |
|---|------|-------|------|---|------|-------|------|
| E | 1.25 | 525 | 1.26 | M | 3.29 | 1,315 | 319 |
| F | 1.40 | 588 | 1.40 | N | 3.40 | 1,406 | 340 |
| G | 1.65 | 671 | 1.62 | O | 3.70 | 1,527 | 371 |
| H | 2.00 | 830 | 2.01 | P | 4.00 | 1,655 | 4.00 |
| I | 2.25 | 938 | 2.27 | Q | 4.35 | 1,798 | 4.36 |
| J | 2.50 | 1,035 | 2.50 | R | 4.70 | 1,944 | 4.70 |
| K | 2.75 | 1,139 | 2.76 | S | 5.00 | 2,104 | 5.06 |
| L | 3.00 | 1,242 | 3.00 | T | 5.50 | 2,300 | 5.50 |

(4) フローメータ (Flowmeter)

本器は Gardner に依りて考案せられたもので、光學的に平面をなす硝子板上に圓心圓目盛を施し、この中心に一定量の塗料を滴下し、其の一時間間に圓形に擴がりゆく時の速度及擴がりの徑にて、塗料の流動性を比較するに用ゐられる。この比較法はコンクリート或はモルタルの稠度をフロー・テーブルにて測定する場合と相似したものである。本器は主としてペインント、ワニス等に用ゐられる。

(5) ガードナー・パークス流动度計 (Gardner-Parks Mobilometer)

本器はガードナー及パークスにより考案せられたもので、種々の稠度のペインント、ワニス等に使用しうる便宜がある。その裝置は簡易なもので、真鍮製圓筒、ブランデヤー及荷重よりなる。試験は通常 20°C にて、一定荷重の下に、ブランデヤーが 20cm の距離を落下する秒数を測定するもので、場合により荷重を變化させて試験することも出来る。流动度計

の測定數値と絶對粘度との關係は次の如くである。

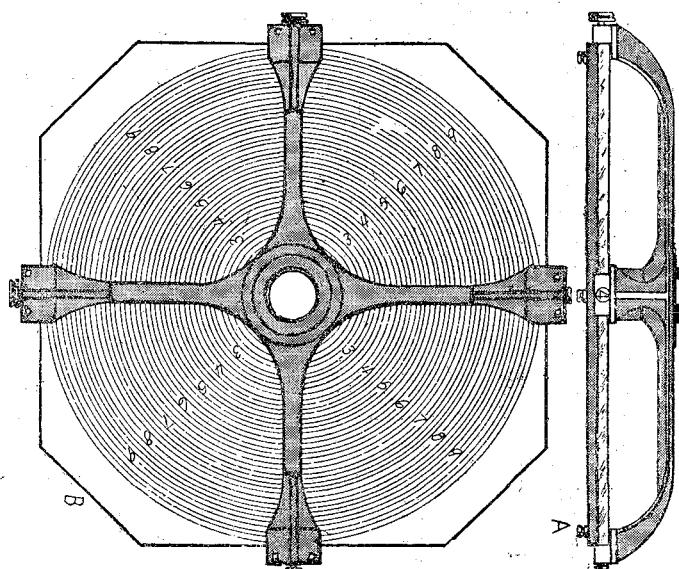
荷重 74g 及 174g の時に 25°C に於ける流動度計所要時間(秒數)と粘性係數(Poise)とを曲線に畫けば殆ど直線になる。荷重 74g 及 174g に於ける秒數を T_{74} 及 T_{174} とすれば

$$P = \frac{T_{74}}{9.3} \quad \text{即ち} \quad P = 0.1075T_{74}$$

$$P = \frac{T_{174}}{3.98} \quad \text{即} \quad P = 0.251T_{174}$$

(6) P. P. G 粘度試験 (Pittsburg plate Glass Comp
Consistency test)

この試験方法は顔料を含む塗料に使用せられる。其の方法は木製フレームに $10 \times 12''$ ($25.4 \times 30\text{cm}$) のガラス板を裝備し、標準銀チップ(Standard German silver tip)を附す。チップには $1/2''$ (12.7cm) の距離に、内径 $1/16''$ (1.56mm) の孔を穿つ。長 $13\frac{1}{2}''$ (33.8cm)、内径 $1/8''$ (3.18mm) のガラス管、 12° 尺度 (30cm) 及 $1/10''$ (2.54mm) 每に目盛せるもの、ストップ・ウォッチ等を附屬す。



第2圖 フローメータ

本試験は、上記の水平ガラス板上に塗料5滴をたらし、之を垂直となして5秒間放置後、水平にもどし、流動せる距離を讀むものである。

第5節 刷毛捌き、塗覆力 (Covering power) 及び伸び

塗覆力 (Covering power) は、一定量の塗料にて塗覆しうべき最大の面積を言ふものである。(或は一定面積を塗覆するに要する塗料の最小量にて表すこともある。) 今 a 瓦の塗料にて塗覆しうべき最大面積を $A \text{ cm}^2$ とし、一定面積 $B \text{ cm}^2$ を塗覆するに要する塗料の最小量を b 瓦とすれば、 $\frac{A}{a} = \frac{B}{b}$ にして、 $a=1$, $B=1$ の場合には $A = \frac{1}{b}$ である。この場合 A の大なる塗料、即ち b の小なる塗料を塗覆力大なりと稱する。

同一微細度の顔料の同量を用ひて造れる塗料にありては、塗覆力は顔料の比重に逆比例する。即ち顔料の容積に比例する。

塗覆力の試験に際しては、同時に刷毛捌きの良否、塗むらの生じやすさや否や、其の他の點をも同時に檢するものとする。

第6節 隠蔽力 (Hiding power or Obscuring power)

隠蔽力は不透明塗料の一定量が隠蔽し得る最大面積或は一定の面積を塗布隠蔽するに要する塗料の最小量を以て表はされる。之を換言すれば、隠蔽力は塗料の不透明度を間接に意味するものである。今 1 瓦(或は cm^3) の塗料が隠蔽しうる最大面積を $A_1 \text{ cm}^2$ とし、 1 cm^2 の面積を隠蔽するに要する塗料の最小量を b_1 瓦(或は cm^3) とすれば、 $A_1 = \frac{1}{b_1}$ である。 A_1 の大なるも即ち b_1 の小なるものを隠蔽力大なりとする。

隠蔽力と塗覆力とは混同すべきものでない。塗覆力は塗料の粒度其の他の性質に關係するもので、隠蔽力は主として塗

料中に含まる顔料の性質、其の粒子の直径、其の量等に關係する性質である。顔料粒子の直径と隠蔽力とは逆比例するもので、顔料が細ければ細い程隠蔽力は大となる。従つて塗料用顔料としては微細なる程有效な譯である。尙立入つて考ふれば隠蔽力は、塗料が白色及び黒色被塗面を完全に隠蔽し、被塗面を光線に對して完全に遮断する場合に、單位容積の塗料が隠蔽しうる最大面積にて表はされる。通常其の単位は dm^2/liter 或は ft^2/gal 等が用ゐられる。この場合

$$1 \text{ ft}^2/\text{Eng.gal} = 2.456 \text{ dm}^2/\text{liter} \quad \text{或は} \quad 1 \text{ dm}^2/\text{liter} = 0.407 \text{ ft}^2/\text{Eng.gal}$$

である。

隠蔽力測定に當つては、塗膜面の光輝度は、黒色被塗面の影響を全く受けざるものである。

一般塗装工事に於ては、少くも塗料の隠蔽力に相當する量よりも多くの塗料を使用することを要するは勿論であるから、隠蔽力は塗料必要量の最小限度の1種であると考へてもよい。然しながら、實際に於ては、塗料の他の性質、即ち塗覆力、施工の方法、出來上り塗膜耐久性或は其の防水、防鏽等の能力等を考慮して所要量が決定せられるものであるから、一般には隠蔽力に相當する量より遙かに多くの塗料が使用せらるゝのが普通である。

又顔料についても隠蔽力なるものが考へられる。但し顔料の隠蔽力測定に當つては、之を適當な展色劑(Vehicle)と混合して試験するものである。

白色顔料について隠蔽力の例を示せば次の如くである。

第3表 白色顔料の遮蔽力數例 (Gardner)

但し顔料 50%; 亜麻仁油 50% 混合物につき試験せるもの

| 番號 | 顔料名稱 | 成 分 | 混合物の遮蔽力 dm ³ /liter |
|-------|--|--|-----------------------------------|
| No. 1 | 鹽基性硫酸鉛 | PbSO ₄ , Pb(OH) ₂ | 146 285 |
| No. 2 | 鹽基性炭酸鉛 | 2PbCO ₃ , Pb(OH) ₂ | 145 356 |
| No. 3 | 電氣白鉛 | 同 上 | 145 356 |
| No. 4 | リトボン | ZnS 及 BaSO ₄ 混合物 | 145 356 |
| No. 5 | 硫酸鉛 (35%) 及酸化亜鉛 | PbSO ₄ 及 ZnO 混合物 | 200 491 |
| No. 6 | G. S. リトボン | | 200 491 |
| No. 7 | K. L. リトボン | | 200 491 |
| No. 8 | 酸化アンチモン | Sb ₂ O ₃ | 193 474 |
| No. 9 | チタノツクス (High oil absorption) T.O ₂ 含有顔料 | 290 712 | |
| No.10 | チタノツクス (low oil absorption) | 同 上 | 243 597 |
| No.11 | 酸化亜鉛 (佛國法) | ZnO | 215 528 |
| No.12 | 同 上 (米國法) | ZnO | 224 550 |
| No.13 | A. リトボン | | 200 491 |

混合油量を變化せしめる時はこの數値は多少の變化あるものである。

専白墨 (chalk), バライト粉 (BaSO₄), 石膏アスベスティン白陶土等は亜麻仁油と混合して其の遮蔽力を測定して見ると、鉛白を 100 とすれば、其の數値は夫々 5, 1, 1, 2, 4 位で、遮蔽力甚しく貧弱なることを示し、油性塗料の顔料とし

ては質感を失るものである。然しがら之を水と混じた場合は必ずしもこれと同様であるとは言ひ得ないものでその中のものは水性塗料の顔料としては使用し得るものもある。

尚顔料の亞麻仁油混合物の隠蔽力 (dm^2/kg) 及 (dm^2/liten) を夫々 H_v , H_w とし、混合割合を $x=100-x$ とし、混合物及顔料比重を S_m とし、顔料の隠蔽力 (m^2/kg) を b_w とすれば、

$$H_w = S_m H_v, \quad b_w = \frac{1}{x} H_w \quad \text{なるを以つて} \quad b_w = \frac{1}{x} S_m H_v$$

である。顔料の隠蔽力 (m^2/kg) を比較すれば次の如くである。(材料便覧より)

| | | | | | | | |
|----------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|------|------|------|
| 錫白 (沈澱法) | 2.45 m^2/kg | 高級リトボン | 9.00 m^2/kg | 亜鉛 鉛 鋅 | 4.09 | チタノ白 | 23.5 |
| 鹽基性硫酸銻 | 2.66 | 硫化亜鉛 | 11.9 | リトボン | 5.52 | | |

隠蔽力試験法

隠蔽力試験の一方法として、ブレンドの隠蔽力試験器 (Prund's Cryptometer) なるものがある、この試験器は塗料或は顔料の隠蔽力を直接測定するに用ひられる。

第3圖の如き構造を有するもので、Aは黒色或は白色硝子板にして、長14cm、幅5cm、厚0.6cm、其の上面は光學的平面をなす様づくられ、且つ耗スケールを施したものである。BはA板の中央部に設けられた横溝で、幅10mm、深2mm、Cは楔形硝子板で、長7cm、幅3.5cm、厚0.6cm、其の下面は光學的平面をなす。Dは鋼製ストリップで、厚0.45mm、Cの下面に固着せしめてある。この隠蔽力試験器にて試験するには、A板上に塗料を塗り、其の上に圖の如くC板をのせる。もし隠蔽不充分なる時は、Bなる溝の縁に於て區劃線 (Line of demarkation) が見られる。C板を徐々に

右方に滑らせてゆけば、B 線のすぐ左側の塗膜の厚さは漸次増大し、終には區割線を見ざるに至る。この時 A 面に接せる C 板の左端に於て耗スチールを讀む。然る時は

C 板の角度と、スケール・リーディングにより B 線に於ける塗膜の厚さを知ることが出来る。次に C 板を専左方に動かしたる後逆に動かして區割線のはじめてあらはるるすぐ前の所で止め、耗スケーを讀み、其の

時の B 線に於ける塗膜の厚さを見出す。

かくして前後 2 回の平均値を取り、之より隱蔽力 (dm^2/liter) を算出することが出来る。

C 板のウェッヂ・コンスタント (Wedge constant) K は C が単位長だけ移動した時の厚さの増加を表すものとすれば、K 及耗スケール・リーディングとより、隱蔽力 H_v は次式によりて與へられる。

$$H_v = \frac{99.0}{K_1} \text{ dm}^2/\text{liter} \text{ 或は } \frac{40.7}{K_1} \text{ ft}^2/\text{gal}$$

本器による測定は人間の視力からくる誤差の爲 5% 位の相違は起り得るが、測定が簡易であるから屢用される。白色塗料に對しては黒色 A 板を用ひ、黒色或は着色塗料に對しては白色 A 板を用ひる。

