

奈米標章產品驗證制度

奈米光觸媒自我潔淨塗料驗證規範

文件編號：TN-031

版次：1.0

制定/修正紀錄

版次	日期	制定/修正摘要	審查/核准
1.0	100.07.14	規範制定	推行審議會 100 年度第 1 次審議會通過。

前 言


奈米技術產品為一新興科技產品，21 世紀全球各先進國家均積極研發生產，市場上各類型之奈米產品亦日益增多，為提升奈米技術產品之品質與形象，保障民眾消費權益，進而促成國內奈米產業之健全發展，特由經濟部主導，工業局主管，並委由工業技術研究院推動「奈米標章產品驗證制度」。

奈米技術產品均為新興產品，多無相關之產品及檢測標準可供遵循，故由奈米標章專業執行機構敬邀國內相關學者專家，組成工作小組，起草制定產品規範草案，並予以檢測確認。產品規範草案完成後，經「奈米標章技術評議會」評議同意，送請「奈米標章推行審議會」審議通過後公告，作為奈米標章產品檢測確認及審查之依據。

本產品規範對奈米技術產品之驗證，主要重點包括產品的奈米尺寸、奈米功能及其他要求：(1)奈米尺寸：確認為真正之奈米技術產品，其奈米之粒徑尺度須小於 100 nm，或具有奈米結構者；(2)奈米功能：較原傳統產品（塗料）增加新功能，如自我潔淨性能，在照光條件下，可將表面附著的有機污染物分解，並具有親水性；分解後的污漬，容易被雨水等沖洗乾淨，可常保建築物表面的潔淨功能者；(3)其他要求：包括耐久性、耐刷洗特性須符合產業一般要求。產品安全仍由主管機關審理，奈米技術產品如係法定管制品者，另須符合相關法規之要求。

奈米標章驗證產品規範之制定，主要是針對上述奈米尺寸及奈米功能之品質要求及試驗方法制定之。並為確保產品之品質，依產品規範之試驗方法，將廠商所申請之產品，交由具公信力之檢測機構確認其測試結果符合產品規範之要求。

有鑒於建築物牆面在長久使用下，容易受到污漬、髒污等在表面附著，造成美觀的破壞，使得建築須要定期維護，特制定本產品規範，藉由奈米光觸媒塗料的塗佈，在表面形成一層具有自我潔淨性能的保護層。當太陽光照射時，光觸媒可以分解表面的污漬，使不易附著；表面的超親水性，下雨時，可將殘存的污漬沖掉，節省清潔人力與資源，並常保建築物外觀的潔淨度。

奈米標章驗證 產品規範	奈米光觸媒自我潔淨塗料驗證規範	編號	TN-031
			
<p>1. 適用範圍</p> <p>本規範適用於含奈米級光觸媒材料的室外用塗料，並在光照條件下，具有自我潔淨效能。但不適用於具透水性、會隱藏水滴的凹凸面等光觸媒製品。此外，本規範是以在 300 nm 至 400 nm 紫外線輻射範圍能顯示效果的光觸媒產品為對象。</p> <p>2. 參考資料</p> <p>2.1 CNS 15378-1：精密陶瓷-光觸媒材料自我潔淨性能測定法第 1 部：水接觸角量測。</p> <p>2.2 CNS 15378-2：精密陶瓷-光觸媒材料自我潔淨性能測定法第 2 部：濕式亞甲基藍分解效能。</p> <p>2.3 CNS 9007：塗料一般檢驗法—取樣及試驗一般條件。</p> <p>2.4 ASTM G154：Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials。</p> <p>2.5 CNS 10757：塗料一般檢驗法（有關塗膜之物理、化學抗性之試驗法）</p> <p>2.6 ISO16700：2004(E) Microbeam Analysis — Scanning Electron Microscopy -Guidelines for Calibrating Image Magnification。</p> <p>2.7 ISO 22309：2006 Microbeam Analysis -- Quantitative Analysis Using Energy -Dispersive Spectrometry (EDS)。</p> <p>2.8 CNS 17025：2007 測試與校正實驗室能力一般要求。</p> <p>3. 用語釋義</p> <p>3.1 奈米尺寸：指材料任一維平均粒徑小於 100 nm。</p> <p>3.2 光觸媒：一種機能性精密陶瓷，在光之照射下，會產生氧化還原反應，而具有諸多功能，如空氣及水中污染物之分解去除、除臭、抗菌、自我潔淨等效能。</p> <p>3.3 光觸媒材料（photocatalytic material）：光觸媒可藉由塗佈(coating)、含浸(impregnation)、混合(mixing)等方式加到材料中。該材料可當作建築物或其他應用之材料，並具有光觸媒之諸多功能。</p>			
公布日期 100 年 7 月 14 日	奈米標章產品驗證制度印行	修正日期 年 月 日	

- 3.4 自我潔淨效能 (self-cleaning effect)：基材表面的光觸媒，在特定光線照射下，產生氧化還原作用，使附著於表面的污染物質分解；以及利用在光照射下形成的表面親水性，使污垢在受到雨水或水澆潑時，可順水流掉，達到去污的效能；至少利用上述的一種功能使表面不易髒污。
- 3.5 親水性：材料表面容易被水濕潤的功能。
- 3.6 接觸角：從固體、液體和氣體(一般是指空氣，以下稱為空氣)的接觸點，對液體的曲面畫出切線時，此切線與固體表面所形成的液體側之角度。
註：水的接觸角稱為水接觸角。
- 3.7 起始接觸角：開始照射紫外線之前的接觸角(照射紫外線 0 小時的接觸角)。
- 3.8 照射紫外線 n 小時後的接觸角：以紫外線照射 n 小時後的接觸角。時間單位除了以小時(h)表示外，亦可以天(d)、分(min)或秒(s)表示。
- 3.9 臨界接觸角(critical contact angle)：光觸媒材料在一定輻射照度的紫外線照射下，所測得之最小接觸角；或經一定輻射照度的紫外線照射 48 小時後之水接觸角。
- 3.10 分解活性指數(decomposition activity index)：光觸媒材料對亞甲基藍的分解速率，為光觸媒材料自我潔淨效能的指標。

4. 判定基準

奈米光觸媒自我潔淨塗料須符合下列之要求水準，方可取得奈米標章。

項目	特性	要求水準	備註
奈米尺寸	所使用之奈米光觸媒的粒徑及成分	奈米光觸媒成分須確認，其平均粒徑任一維在 100 nm 以下。	1. 廠商須提供測試報告或證明 2. 產品須符合 CNS 對塗料之品質要求(溶劑型塗料：CNS 8144；水性塗料：CNS 4940)
奈米功能 (依產品特性擇一進行)	水接觸角量測	照光時間 48 小時，臨界接觸角小於 10°。	
	濕式亞甲基藍分解效能	照光時間 3 小時，分解活性指數大於 10 nmol/(L·min)。	
其他要求	耐久性	QUV 照射 500 小時，再進行耐刷洗 1000 次後，奈米功能之水接觸角量測小於 20°或分解活性指數大於 5 nmol/(L·min)。	

5. 試驗方法

- 5.1 奈米尺寸(詳見附錄 1「奈米光觸媒自我潔淨塗料奈米尺寸試驗方法」)。
- 5.2 奈米功能(詳見附錄 2「奈米光觸媒自我潔淨塗料水接觸角量測驗證方法」與附錄 3「奈米光觸媒自我潔淨塗料濕式亞甲基藍分解效能驗證方法」)。
- 5.3 耐候性(詳見附錄 4「奈米光觸媒自我潔淨塗料耐候試驗方法」)。
- 5.4 耐刷洗性(詳見附錄 5「奈米光觸媒自我潔淨塗料耐刷洗試驗方法」)。

6. 試驗報告

6.1 奈米光觸媒自我潔淨塗料之奈米尺寸試驗測試報告至少應包含：

- (1) 奈米光觸媒自我潔淨塗料表面或其使用之光觸媒原料成分。
- (2) 奈米光觸媒自我潔淨塗料表面或其使用之光觸媒原材料之粒徑尺度。

6.2 奈米光觸媒自我潔淨塗料水接觸角量測的測試報告至少應包含：

- (1) 測試日期、溫度、相對濕度等。
- (2) 試片的種類、大小、材質及形狀。
- (3) 試劑的製造業者名稱、等級等。
- (4) 紫外燈管的製造廠商名稱、型式、燈管數量、輻射主波長。
- (5) 紫外線照度計的製造廠商名稱、型式。
- (6) 接觸角量測裝置的製造廠商名稱、型式。
- (7) 去除有機物的方法及照射紫外線的時間。
- (8) 各試片的起始接觸角、於照射紫外線 n 小時後的接觸角、臨界接觸角（照光時間低於 48 小時）或照光 48 小時後之接觸角。
- (9) 對試片的測試狀況及測試後的必須特別記載事項

6.3 奈米光觸媒自我潔淨塗料濕式亞甲基藍分解效能的測試報告至少應包含：

- (1) 測試日期、溫度、相對濕度等。
- (2) 試片的種類、大小、材質及形狀。
- (3) 試劑的製造廠商名稱、等級等。
- (4) 試片去除有機物的方法及照射紫外線的時間。
- (5) 測試實驗室的溫度、濕度。
- (6) 吸光度的量測波長。
- (7) 分解活性指數。
- (8) 紫外線螢光燈的製造廠商名稱、型式、燈管數量、輻射主波長。
- (9) 紫外線照度計的製造廠商名稱、型式。
- (10) 以直徑 40 mm 圓筒狀以外的形狀進行測試時的測試槽形狀。
- (11) 其他因狀況而變更測試條件時的變更點。

6.4 對於奈米尺寸、奈米功能及其他要求之試驗報告應包含充分數據資料，必要時附加照片以茲佐證。

6.5 報告內容應符合 CNS 17025 [測試與校正實驗室能力一般要求]第 5.10 節之要求。

7. 標示

符合奈米標章之產品應標示下列附加事項：

- (1) 認可產品名稱
- (2) 奈米標章及認可之產品功能說明、使用說明
- (3) 其他相關法規要求事項

8. 附則

本規範由工作小組制定，經奈米標章技術評議會評議及奈米標章推行審議會審議核准後發行，修正時亦同。

附錄 1

奈米光觸媒自我潔淨塗料奈米尺寸試驗方法

須經由合格實驗室分析其組成，出具奈米光觸媒自我潔淨塗料表面光觸媒材質成分、粒徑分布的鑑定報告分析，證實粒徑小於 100 nm。

1. 掃描式電子顯微鏡(Field Emission Scanning Electron Microscope, FE-SEM)

1.1 掃描式電子顯微鏡—參考 ISO 16700(E)之規定。

1.2 樣品製備

選取經奈米表面塗裝之試片，檢測其表面之結構。

1.3 原理

電子顯微鏡是根據電子與物質作用所產生的訊號來提供奈米結構尺寸及型態的特性。和其它的分析方法比較起來，電子顯微鏡除了可以直接量取結構型態，最大的優點在於擷取的成像可用來判斷結構的尺寸，並可廣泛應用於結構尺寸分布從數奈米至數微米大小的廣泛材質。

1.4 注意事項

1.4.1 本檢測法為乾式量測法，毋須浸泡於溶液中。

1.4.2 系統須抽真空，易污染真空腔者，應作特殊處理。

1.4.3 檢測設備須使用具追溯的標準樣本先行驗證，以確認檢測設備的準確性。

1.4.4 如必要時可將試樣鍍金，以增加系統的判讀性。

nano

附錄 2

奈米光觸媒自我潔淨塗料水接觸角量測驗證方法

此方法主要係參考 CNS 15378-1(精密陶瓷-光觸媒材料之自我潔淨性能測定法-第 1 部：水接觸角量測)，針對奈米光觸媒自我潔淨塗料進行油酸塗佈及水接觸角量測，以驗證其自我潔淨效能。以下說明其檢驗的方法。

1. 原理

本測試法是利用求出試片的臨界接觸角，而求得光觸媒材料的自我潔淨效能。首先使有機試劑(油酸)附著在試片的表面(前處理)，然後用一定的紫外線照射，接著量測此過程中的接觸角，同時評估有機物在試片表面的分解和親水性的變化。

2. 測試設備

2.1 器具和設備

- (1) 紫外線螢光燈：紫外線範圍(波長 400 nm 以下)的輻射量，最少占總輻射量 80% 的螢光燈。
- (2) 紫外線照射設備：燈管的光可以均勻地照射試片，可以遮斷周圍的光線，可以移動試片或燈管的位置以調整輻射照度。於燈管安裝反射板時，使用較不會吸收紫外線或較不易劣化的材料，其構造為在試片的位置可以量測輻射照度。
- (3) 紫外線照度計：量測波長 400 nm 以下紫外線輻射量的輻射照度計。
- (4) 接觸角量測設備：量測範圍 0~180°、量測讀數至 0.1°、量測精準度 $\pm 1^\circ$ 。從附著於試片表面的液滴形狀影像，於附著一定時間後，用 $\theta/2$ 法來計算接觸角。

2.2 試劑

- (1) 油酸(oleic acid)：純度(cGC)為 60.0% (質量分率)以上。
- (2) 庚烷(heptane)：純度(GC)為 99% 以上的正庚烷(n-heptane)。
- (3) 純水：經離子交換樹脂法所製備的純水。

2.3 測試實驗室的溫度和濕度：測試實驗室最好是 CNS 2828 規定的標準溫度狀況 3 級及標準濕度狀況 3 級[溫度(23 \pm 5)°C、相對濕度($^{50+20}_{-10}$)%]，或 CNS 2395 規定的標準溫度狀況 20°C 5 級及標準濕度狀況 65% 10 級[溫度(20 \pm 5)°C、相對濕度(65 \pm 10)%]。測試結果的報告，必須記錄符合規定的測試實驗室溫度及濕度。

3. 試片準備

3.1 試片之製作：無特別規定時，依 CNS 9007 之方法製作，並依據該光觸媒塗料之加熱或固定化條件進行後處理程序。將光觸媒材料的平坦部分切成邊長為(100 \pm 2) mm 的正方形，以此做為標準試片。製作試片時，須注意不得被油等有機物污染，以及光觸媒材料間的相互污染。

3.2 試片的數量：要準備 5 片試片，以及 1 片相同材質但未塗佈光觸媒的空白片。

4. 測試的操作

4.1 試片的前處理

- (1) 前處理的順序：試片的前處理是以下列順序進行。在處理試片時，為了避免受到污染，必須注意不使試片的表面直接觸及疏水性物質。⁽¹⁾

註⁽¹⁾ 為了防止受到疏水性物質的污染，最好戴上聚乙烯製的手套。

- (2) 去除有機物：利用紫外線照度計，在試片表面位置，將紫外線照射裝置的輻射照度調整為 2.0 mW/cm^2 後，對試片進行 24 小時的紫外線照射。
- (3) 塗抹油酸(oleic acid)：使用庚烷(heptane)將油酸稀釋成體積分率為 0.5% 的溶液，將試片浸漬在此溶液中，以 60 cm/min 的速度拉起後，在 70°C 下乾燥 15 分鐘。塗抹後如果不馬上使用時，要保管在不使用矽滑脂(silicone grease)的玻璃密閉容器中。

4.2 水接觸角量測。

- (1) 水接觸角量測點：在試片中，測量各五點的接觸角，以求得其平均值。將此數值當作試片的接觸角。
- (2) 輻射照度量測及試片設置位置的準備：在紫外線照射裝置的受光面上安置紫外線照度計的受光部，調整紫外線照射裝置使試片的輻射照度為 $(1.0 \pm 0.1) \text{ mW/cm}^2$ 。

量測輻射照度時，為了使輻射照度穩定，應事先打開照射裝置的光源達 15 分鐘以上。

- (3) 照射紫外線 0 小時後，量測接觸角：對經過前處理後的試片，各取 5 個點量測其接觸角。算出各試片於 5 個點的平均量測值，做為各試片的「起始接觸角」(照射紫外線 0 小時後的接觸角)。

讓水滴與試片接觸，當水滴在試片形成液滴時，最好是於滴下後的 3~5 秒之間，即迅速擷取此時的水滴影像。應遵照所使用的接觸角量測儀器的標準，滴下適當的水滴量 ($1 \mu\text{L}$ 或 $2 \mu\text{L}$) 來進行量測。

- (4) 照射紫外線 n 小時後的接觸角量測：開始對試片照射紫外線後，於各適當的照射時間間隔，各取 5 個點量測其接觸角。算出各試片於 5 個點的平均量測值，做為各試片的「照射紫外線 n 小時後的接觸角」。其量測例子如圖 1 所示。

- (5) 臨界接觸角的量測：量測各試片在時間上連續 3 次照射紫外線 n 小時後的接觸角，並求出變異係數。如果變異係數在 10% 以下時，以此 3 次接觸角的算術平均值，做為各試片的「臨界接觸角」。

- (6) 接觸角的表示法：

各試片於照射紫外線 n 小時後的接觸角，如果在 5° 以下時，於此時結束量測，可以用此時的接觸角量測值，做為各試片的「臨界接觸角」。

照射紫外線 n 小時後的接觸角為 5° 以下時，記錄為「 5° 以下」，或將其四捨五入進到整數，並記錄此數值在括弧內。

例如 4.1° 時，記錄為「 5° 以下」，或記錄為“(4°)”。

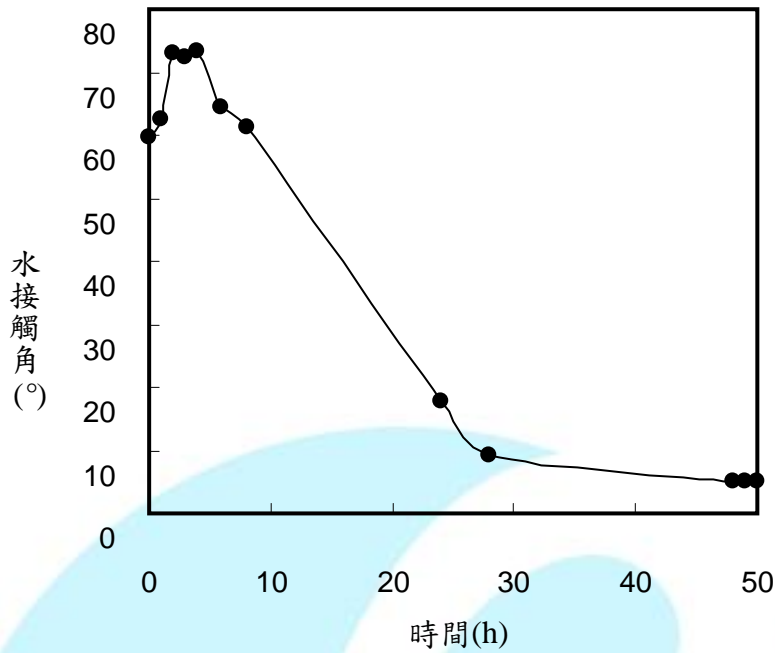


圖 1 奈米光觸媒自我潔淨塗料效能測試例

5. 量測結果的計算

5.1 數值的四捨五入：用四捨五入方式進行，即四捨五入到小數點後一位。但若為 5° 以下時，則依照 4.2 (5)。

5.2 接觸角的計算：計算各試片於 5 個點的平均量測值，做為在各條件下的「試片的接觸角」。

5.3 測試成立條件：當於滿足下列的測試成立條件時，測試視為有效。

起始接觸角必須在 20° 以上須符合式(1)。

$$\theta_i \geq 20^\circ \dots\dots\dots(1)$$

θ_i ：起始接觸角(照射紫外線 0 小時後的接觸角)

5.4 臨界接觸角的評定：

對各試片，計算在時間上連續 3 次照射紫外線 n_1 、 n_2 、 n_3 小時後的接觸角，再求其平均值及標準差，如果變異係數為 10% 以下時，以 3 次接觸角平均值，做為「臨界接觸角」。

$$\bar{x} = \frac{(\theta_{n1} + \theta_{n2} + \theta_{n3})}{3} \dots\dots\dots(2)$$

$$\frac{s}{\bar{x}} \leq 10\% \dots\dots\dots(3)$$

$$\theta_f = \bar{x} \dots\dots\dots(4)$$

θ_{n1} ：照射紫外線 n_1 小時後的接觸角(°)

θ_{n2} ：照射紫外線 n_2 小時後的接觸角(°)

θ_{n3} : 照射紫外線 $n3$ 小時後的接觸角($^{\circ}$)

\bar{x} : 連續 3 次的平均值($^{\circ}$)

s : 連續 3 次的標準差($^{\circ}$)

θ_f : 臨界接觸角($^{\circ}$)

當照光時間達到 48 小時，即使變異係數未達 10% 以下，以照射紫外線 48 小時後的接觸角進行判定，並停止測試。



附錄 3

奈米光觸媒自我潔淨塗料濕式亞甲基藍分解效能驗證方法

此方法主要係參考 CNS 15378-2 (精密陶瓷-光觸媒材料自我潔淨性能測定法-第 2 部：濕式亞甲基藍分解效能)，測試奈米光觸媒自我潔淨塗料分解亞甲基藍的能力，以驗證其自我潔淨效能。以下說明其檢驗的方法。

1. 測試設備

1.1 器具和設備

- (1) 測試槽：使用聚乙烯(polyethylene)樹脂、聚丙烯(polypropylene)樹脂、PMMA 樹脂(聚甲基丙烯酸甲酯 polymethylmethacrylate)、玻璃等不會吸附亞甲基藍(methylene blue)的材質，其內徑為 40 mm、高度為 30 mm 的圓形筒槽。底面宜使用高平滑性的物質，以免液體於測試時漏出。如果無法放置內徑 40 mm 的測試槽，也可以使用材質、內側斷面積及高度相同的槽。
- (2) 吸管：依 CNS 8864 之規定或精確度較高的微量吸管。
- (3) 分光光度計：吸收光譜的波長範圍為 600 nm~700 nm、頻寬 1 nm，可以量測到小數點以下第 3 位。
- (4) 分光光度計用比色槽：使用玻璃或樹脂製品，光徑長 10 mm，在波長範圍 600 nm 至 700 nm 的穿透率為 80% 以上。
- (5) 紫外線螢光燈：紫外線範圍(波長 400 nm 以下)的輻射量，最少占總輻射量 80% 的螢光燈。
- (6) 紫外線照射裝置：燈管的光可以均勻地照射試片，可以遮斷周圍的光線，可以移動試片或燈管的位置以調整輻射照度。於燈管安裝反射板時，宜使用不易吸收紫外線或不易劣化的材料，其構造為在試片的位置可以量測輻射照度。
- (7) 紫外線照度計：量測波長 400 nm 以下紫外線輻射量的輻射照度計。
- (8) 玻璃板試片：以未經光觸媒加工，厚度為 2 mm 以下的玻璃板裁切，表面光滑，以分光光度計量測穿透率，光譜頻寬設定在 1 nm，在波長範圍 350nm 至 360 nm 的穿透率為 70% 以上之試片。可固定測試槽而維持亞甲基藍吸附液和測試液。
- (9) 玻璃上蓋板：以未經光觸媒加工，厚度為 1.1 mm 以內的玻璃板裁切，表面光滑，以分光光度計量測穿透率，光譜頻寬設定在 1 nm，在波長範圍 350nm 至 360 nm 的穿透率為 70% 以上之試片。可以蓋住測試槽的上方，以防止亞甲基藍吸附液和測試液蒸發。

1.2 試劑

- (1) 乙醇：試藥級或使用 CNS 1529 規定的 1 級品以上。
- (2) 丙酮：試藥級或使用 CNS 1524 規定的特級品。
- (3) 亞甲基藍：試藥級或使用 CNS 1816 規定的特級品。
- (4) 純水：符合 CNS 3699 規定的 A3 或 A4 等級。矽滑脂(silicon grease)：高真空用，耐藥性。

1.3 測試室的溫度和濕度：測試實驗室以 CNS 2828 規定的標準溫度狀況 3 級及標準

濕度狀況 3 級[溫度(23 ± 5) $^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度(50_{-10}^{+20})%], 或 CNS 2395 規定的標準溫度狀況 20°C 5 級及標準濕度狀況 65% 10 級[溫度(20 ± 5) $^{\circ}\text{C}$ 、相對濕度(65 ± 10)%] 為宜。測試結果的報告, 必須記錄符合規定的測試實驗室溫度及濕度。

- 1.4 試劑的標準狀態: 試劑通常為配置後靜置 12 小時以上, 並在測試前, 以 1.3 所規定的狀態下放置 1 小時以上。

2. 測試操作

2.1 試片準備

- (1) 準備邊長為 (60 ± 2) mm 的正方形平板玻璃, 以此做為標準大小的試片, 將試片浸漬在光觸媒塗料中 30 秒, 以 60 cm/min 的速度拉起, 再以 300°C 加熱 2 小時, 或是依據該光觸媒塗料之製造商所要求的加熱溫度及時間進行加熱固化程序。製作試片時, 必須注意勿被油等有機物污染, 共準備 3 片。
- (2) 準備 1 個和試片相同尺度的玻璃板試片。事先量測在波長 351 nm 紫外線下的穿透率 $T_{\text{glass}}(\%)$ 。穿透率為 70% 以上時, 不特別規定玻璃的種類和厚度。
- (3) 製作試片時, 須注意不得被油等有機物污染, 以及光觸媒材料間的相互污染。試片宜直接從光觸媒材料取出, 若光觸媒材料的形狀, 難以製作成平板試片時, 可以用相同原料及加工方法在其他平板上先加工後, 再製成試片。
- (4) 光觸媒材料若無法切成邊長為 (60 ± 2) mm 的正方形試片時, 只要試片的形狀和尺度能夠放置測試槽, 也可使用規定形狀和尺度以外的試片。
- (5) 若光觸媒材料太小, 無法放置於測試槽時, 可放置數個並貼成一定面積, 做為試片。
- (6) 如果試片是薄膜般的平板狀時, 亦可將直徑為 40 mm 的圓形試片置入底部封住的測試槽中, 以進行效能測試。

2.2 試片前處理

- (1) 以溶劑⁽¹⁾將試片全面洗淨後, 再用純水洗淨, 放置於測試室 24 小時以上, 使其乾燥。必要時, 也可以再以界面活性劑或超音波洗淨。若上述處理, 會造成試片軟化、表面噴漆溶解、成分溶出等之變化, 並且判斷這會影響測試結果時, 可以用其他適當的方法洗淨。

註⁽¹⁾ 可以使用乙醇或丙酮等適當物質。

- (2) 將上述的試片, 利用紫外線照度計, 在試片表面位置, 將紫外線照射裝置的輻射照度調整為 $1.0 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 後, 對試片進行 24 小時的紫外線照射, 係以光觸媒分解洗淨後殘留的有機物。

- 2.3 調製亞甲基藍吸附液和亞甲基藍測試液: 以純水將亞甲基藍完全溶解和稀釋。亞甲基藍吸附液的濃度是 (0.020 ± 0.002) mmol/L, 亞甲基藍測試液的濃度是 (0.010 ± 0.001) mmol/L。宜使用前才調製測試液, 調製後若不馬上使用, 須在不受光線照射下冷藏保存, 並於 1 週內使用。

- 2.4 試片的測試準備: 在測試槽與試片的接觸面塗抹矽滑脂, 將測試槽放置於所有試片的測試面⁽²⁾中央, 從上方往下壓使其固定。往下壓時注意勿污染到測試面。

註⁽²⁾ 以附有光觸媒材料的基材表面做為測試面。即使光觸媒材料的內部亦經過光觸

媒加工處理，仍不得以斷面做為測試面。

2.5 調整輻射照度

- (1) 依 2.4 所準備的玻璃板試片做為底面，將(35.0 ± 0.3) mL 的亞甲基藍測試液倒入測試槽，蓋上玻璃上蓋板⁽³⁾以防止乾燥。

註⁽³⁾ 宜使用較薄的玻璃，以利於紫外線的通過。玻璃上蓋板為邊長(50 ± 2) mm 的正方形。但是只要能夠防止亞甲基藍蒸發，可以變更為適當的大小和形狀。

宜於測試前以溶劑洗淨，使玻璃上蓋板的表面不易起霧後再使用。

- (2) 放置紫外線照度計時，使測試槽的中心和紫外線照度計受光部的中心一致。用紫外線照度計量測通過玻璃上蓋板、亞甲基藍測試液及玻璃板試片之紫外線的輻射照度。決定紫外線黑燈管和試片的位置，使其符合式(1)，使試片表面的紫外線輻射照度變成(1.00 ± 0.05) mW/cm²。

$$I \times \frac{100}{T_{glass}} = 1.00 \dots\dots\dots(1)$$

I ：紫外線照度計讀取值(mW/cm²)

T_{glass} ：玻璃板於波長 351nm 時的穿透率(%)

- (3) 於照射設備使用反射材時，因為在內部反射的光，有可能從玻璃板試片和紫外線照度計感測器之間的空隙射入，因此須在感測器的側面設置遮光設備，只讓照射光進入測試槽的內側。
- (4) 由於紫外線黑燈管於通電後不會馬上有穩定的輸出，因此於測試前，先開啟電源 15 分鐘以上，以求穩定。

2.6 亞甲基藍吸附測試

- (1) 將(35.0 ± 0.3) mL 的亞甲基藍吸附液加入依 5.4 所準備的 3 個試片上的測試槽中，蓋上玻璃上蓋板，靜置 12~24 小時，注意不要受到光線照射。
- (2) 取出吸附液，量測吸收光譜。當此吸光度大於亞甲基藍測試液的吸光度時，結束吸附。當此吸光度小於亞甲基藍測試液的吸光度時，更換新的亞甲基藍吸附液，再度吸附 12~24 小時後，量測吸收光譜。
- (3) 在亞甲基藍吸附液大於亞甲基藍測試液的吸光度之前，重複此操作程序。量測吸收光譜時，3 個試片中，只要量測 1 個即可。
- (4) 量測吸收光譜時，將純水加入對照槽中，以吸管從測試槽取出比色槽所須要的亞甲基藍吸附液或測試液量，用分光光度計以 1 nm 的間隔量測 600 nm 至 700 nm 波長的吸收光譜。不易量測分光光譜時，可以將量測波長固定於 664 nm，量測其吸光度。
- (5) 量測後，將液體倒回原來的測試槽。須注意儘量避免其殘留在比色槽或吸管。此外亦須注意於取出測試槽中的測試液時，以吸管充分攪拌，避免測試液的濃度不均。

- 2.7 量測初期吸收光譜：於亞甲基藍的吸附測試結束後，取出放置於試片上之測試槽中的亞甲基藍吸附液，再加入新的亞甲基藍測試液 (35.0 ± 0.3) mL。量測殘留測試液的吸收光譜，以此做為初期吸收光譜，如圖 1 所示之吸收光譜例，讀取最

大吸收的吸光度 $Abs.(0)$ 與其波長。也可以將量測波長固定於 664 nm，量測其吸光度。

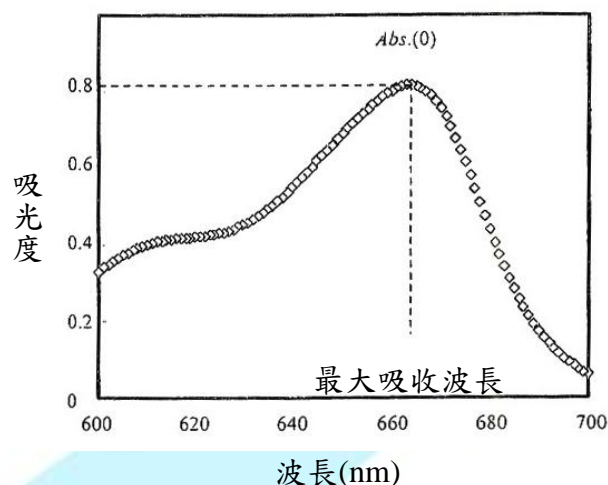


圖 1 吸收光譜例

2.8 紫外線照射亞甲基藍分解測試

- (1) 以圖 2 所示的狀態，對所有的試片以 $(1.00 \pm 0.05) \text{ mW/cm}^2$ 的紫外線輻射照度照射 20 分鐘。照射後，立即量測亞甲基藍測試液的吸光度。
- (2) 然後立即將量測過的液體倒回測試槽，再度照射紫外線。
- (3) 重複操作上述的順序，即照射紫外線 20 分鐘後量測吸光度。使照射時間達 3 小時(9 次)為止。
- (4) 將初期吸收光譜固定於 664 nm 量測其吸光度時，必須每隔 20 分鐘量測固定於 664 nm 時的吸光度(9 次)。
- (5) 隨著照射時間的經過，最大吸收波長也會出現變化。只要讀取初期光譜(照射 0 分鐘)於最大吸收波長的吸光度即可。不必讀取各光譜於最大吸收波長的吸光度。

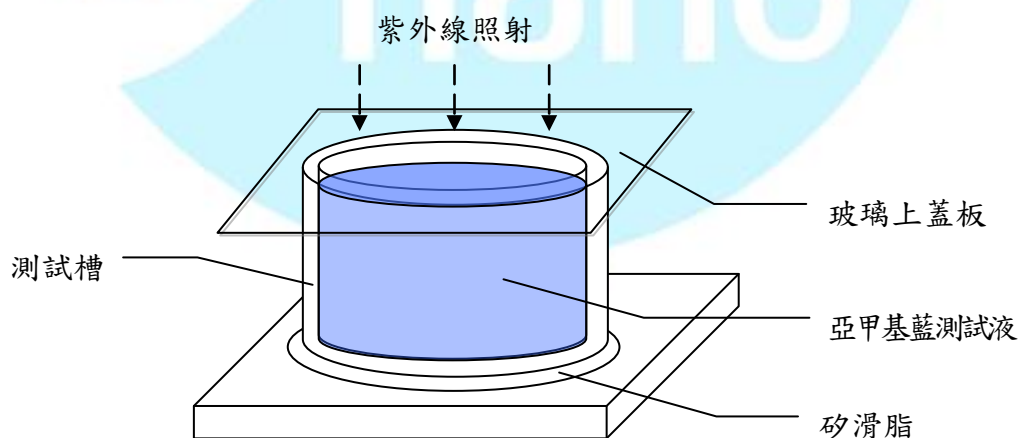


圖 2—測試方法之測試模組圖示

3. 計算測試結果

3.1 計算分解活性指數：

- (1) 以公式(2)從吸光度換算出濃度的換算係數 K。

$$K = \frac{c(0)}{Abs.(0)} \dots\dots\dots (2)$$

K ： 換算係數($\mu\text{mol/L}$)

$Abs.(0)$ ： 光照射 0 分鐘後之最大吸收波長的吸光度

$c(0)$ ： 光照射 0 分鐘後之亞甲基藍測試液濃度，10 $\mu\text{mol/L}$

- (2) 利用換算係數 K ，以式(3)換算吸光度 $Abs.(t)$ 於 t 分鐘後的亞甲基藍測試液濃度 $C(t)$ ⁽⁴⁾。

$$C(t) = K \times Abs.(t) \dots\dots\dots (3)$$

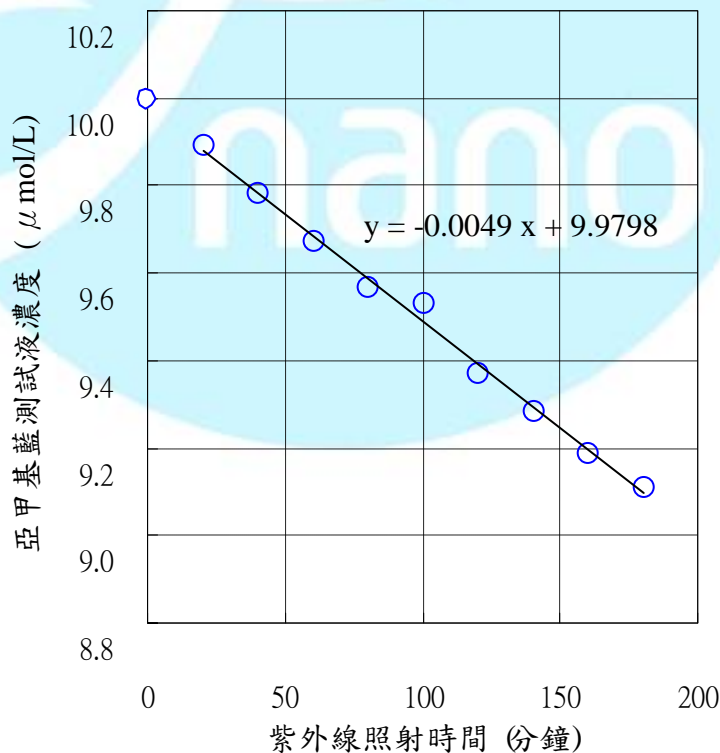
$C(t)$ ： 光照射 t 分鐘後的亞甲基藍測試液濃度($\mu\text{mol/L}$)

K ： 換算係數($\mu\text{mol/L}$)

$Abs.(t)$ ： 光照射 t 分鐘後的吸光度

註⁽⁴⁾ 一般因為吸光度與濃度成比例(Beer 法則)，所以利用此換算係數，可以從吸光度算出濃度。

- (3) 以 $C(t)$ 為縱軸，紫外線照射時間(分鐘)為橫軸，對 1 個試片的數值標上 9 個點($t = 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180$)，如圖 3 所示。
- (4) 以最小平方方法對各試片求出 9 個點的直線斜率。以 $a_n(n = 1, 2, 3)$ 表示 3 個試片的斜率。



- (5) 以式(4)求出分解活性指數 R 。數值的修整，依 CNS 2925 之規定，修整至小數點下一位。

$$R = \left| \frac{(a_1 + a_2 + a_3)}{3} \right| \times 10^3 \dots\dots\dots(4)$$

R : 分解活性指數(nmol/L/min)

a_n : 對 3 個試片求出的斜率(n=1,2,3)($\mu\text{mol/L/min}$)



附錄 4

奈米光觸媒自我潔淨塗料耐候試驗方法

參考標準規範：ASTM G154-06

1. 試驗前準備

1.1 儀器設備

1.1.1 QUV 耐候試驗機：依 ASTM G154-06 (Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials) cycle 2 所規定之設備，燈管波長為 310 nm。

曝曬條件：

Cycle	Lamp	Typical Irradiance	Approximate Wavelength	Exposure Cycle
	UVB-313	0.71 W/m ² /nm	310 nm	4 h UV at 60(± 3)°C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50(± 3)°C Black Panel Temperature

2. 試片製作及處理

2.1 試片應從產品本身選取或提供相同材質、相同工序所製備之試片，準備大小為 7cm × 15 cm 之試片一片。

2.2 試片的清潔

將 2.1 的試片以蒸餾水洗淨，以確保試片之表面清潔，然後將試片於標準狀態實驗室乾燥 24 小時。

3. 測試操作

將試片中置於 QUV 耐候試驗機中，進行 500 小時之耐候試驗。

4. 試驗結果報告表示方法

試驗結果紀錄包含下列項目：

- 4.1 測試日期。
- 4.2 試片的種類、大小、形狀。
- 4.3 實驗室的溫溼度。
- 4.4 使用的耐候試驗機設備之廠牌、型號、序號。
- 4.5 經耐候試驗後之試片，其奈米功能測試之結果。

附錄 5

奈米光觸媒自我潔淨塗料耐刷洗試驗方法

參考標準規範：CNS 10757

1. 試驗前準備

1.1 試劑及藥品

0.5 % 肥皂水：依 CNS 260(洗滌肥皂)所規定的肥皂，以去離子水溶解者。

1.2 儀器設備

耐刷洗試驗機：依 CNS 10757 或 ASTM D2486-00 所規定的耐刷洗試驗設備。

2. 試片製作及處理

2.1 將經過耐候試驗後之試片 (7cm × 15 cm) 置於耐刷洗試驗機的測試座中間位置，並調整相對位置，以配合耐刷洗試驗機可操作之規格。

2.2 經耐刷洗試驗後之試片，在照光之中間位置，取 7 cm × 10 cm 試片，進行水接觸角量測或濕式亞甲基藍分解效能之奈米功能測試。

3. 測試操作

3.1 將試片固定於耐刷洗試驗機之試驗台上。

3.2 檢查海綿是否固定架妥，磨擦面以 0.5 % 肥皂水保持溼潤狀態而磨擦試片表面。

3.3 來回刷洗算一次，設定磨擦次數 1000 次後，將試片從試驗機取下，以清水將試片沖洗乾淨，然後將試片於標準狀態實驗室乾燥 24 小時。

4 試驗結果報告表示方法

試驗結果記錄它含下列項目：

4.1 測試日期

4.2 試片之種類、大小及形狀

4.3 耐刷洗試驗機廠牌、型號

4.4 試片刷洗次數

4.5 經刷洗後之試片，其奈米功能測試之結果。