

奈米標章產品驗證制度

奈米光觸媒抗污塗料驗證規範

文件編號：TN-005

版次：2.1

制定/修正紀錄

版次	日期	制定/修正訂摘要	審查/核准
1.0	95.09.07	規範制定	推行委員會 95 年度第 1 次委員會審議通過。
1.1	96.12.13	依經濟部法規會意見，將「推行委員會」名稱改為「推行審議會」。	經濟部核定(經工字第 09604605950 號函)。
1.2	97.06.06	對規範所引用之 CNS 編號及名稱再釐清確認。	依據推行審議會 97 年度第 1 次審議會決議。
2.0	99.07.01	依驗證規範研究修正小組討論結果修正：格式及用語的一致性。	本次修正不涉及要求水準及方法，由專業執行機構直接修正。
2.1	100.01.09	依據經濟部工業局 100 年 1 月 13 日公告之「經濟部工業局奈米標章產品驗證制度推動要點」，修正相關用語：「奈米標章驗證體制」修正為「奈米標章產品驗證制度」；「奈米性」修正為「奈米尺寸」；「功能性」修正為「奈米功能」。	本次修正不涉及要求水準及方法，由專業執行機構直接修正。

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。

奈米標章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，其奈米之粒徑尺度需小於 100 nm，或具有奈米結構者；(2)奈米功能：應較原傳統產品增加新功能，或增強原有功能者。如奈米技術紡織品，可能增加抗菌功能，或增強抗紫外線、保暖、散熱…等功能者；(3)其他要求：包括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，另需符合相關法規之要求；同時產品耐久性亦需符合產業一般要求。

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。

奈米標章驗證 產品規範	<h1 style="margin: 0;">奈米光觸媒抗污塗料</h1>	編號	TN-005
		<p>1. 適用範圍</p> <p>本規範適用於含奈米光觸媒成分之塗料，以評估其(1)奈米尺寸，(2)乾燥塗膜對塗膜表面有機污染物等之分解性，以及(3)乾燥塗膜之親水性。</p> <p>2. 參考資料</p> <p>2.1 日本光觸媒製品論壇：光觸媒製品的濕式分解性能試驗法(2002 年版譯文／2004 年版原文)</p> <p>2.2 日本光觸媒製品論壇：光觸媒製品的親水性能試驗法(2004 年版原文／譯文)</p> <p>2.3 ASTM D3720-90(2005) Standard Test Method for Ratio of Anatase to Rutile in Titanium Dioxide Pigments by X-ray Diffraction。</p> <p>2.4 ASTM D5380-93(2003) Standard Test Method for Identification of Crystalline Pigments and Extenders in Paint by X-Ray Diffraction Analysis。</p> <p>2.5 ISO 13321：1996 Particle Size Analysis-Photon Correlation Spectroscopy。</p> <p>2.6 ISO 16700：2004(E) Microbeam Analysis-Scanning Electron Microscopy- Guidelines for Calibrating Image Magnification。</p> <p>3. 用語釋義</p> <p>3.1 奈米光觸媒抗污塗料：含奈米光觸媒成份之塗料，以分解其乾燥塗膜表面有機污染物，或以乾燥塗膜表面親水而易濕潤去污之方式達到抗污功能者。如該塗料須搭配底料或其它劑料時，該系列一併統稱之。</p> <p>3.2 光觸媒：係指此材料在吸收光之後，可促進化學反應，但本身在反應前後不受改變之材料。</p> <p>3.3 分解性性能：光觸媒抗污塗料乾燥塗膜的表面上，將有機污染物氧化分解的能力。</p> <p>3.4 分解率：顯示光觸媒抗污塗料之分解性能的數值。</p> <p>3.5 親水性：光觸媒抗污塗料乾燥塗膜表面的親水能力。</p> <p>3.6 親水化：光觸媒抗污塗料乾燥塗膜表面親水的現象。</p> <p>3.7 接觸角：於液體、固體、氣體等表面之交接處，液面切線與固體面之夾角。</p> <p>3.8 親水化時間：光觸媒抗污塗料乾燥塗膜表面照射一定強度的光源，其親水化至某一定的接觸角為止所須照射的時間。例如將接觸角 10° 以下親水化所須的時間，標示為「10° 親水化時間」。</p>	
公布日期 99 年 07 月 01 日	奈米標章產品驗證制度印行	修正日期	100 年 01 月 09 日

3.9 臨界接觸角：光觸媒抗污塗料乾燥塗膜表面照射一定強度的光源，其最親水化時的最低接觸角。

3.10 親水性的暗處維持性：光觸媒抗污塗料乾燥塗膜表面，經過一次親水化處理後，其在無紫外線照射之下，能維持親水性的能力。

3.11 暗處維持的接觸角：光觸媒抗污塗料乾燥塗膜表面照射一定強度光源，經過達到臨界接觸角時間或至 12 小時之親水化處理後，其在無紫外線照射下一定時間後的接觸角。

3.12 基板：奈米光觸媒塗料噴塗其上以供測試之板片，本規範使用玻璃。

4. 判定基準

4.1 奈米光觸媒抗污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	抗污塗料所使用之奈米原料的粒徑及成分。	光觸媒成分須確認，其平均粒徑任一維在 100 nm 以下。	廠商須提供測試報告或證明。
奈米功能	對有機污染物氧化分解功能。	亞甲基藍試劑 6 小時之分解率大於 70 %。	
	乾燥塗膜之親水化時間。	接觸角 30° 之親水化時間 5 小時以下。	
	乾燥塗膜之暗處維持的接觸角。	48 小時之暗處維持 30° 以下的接觸角。 (360 nm 紫外線強度為 1.0 mW/cm ²)	
其他要求	該產品應有之功能特性，符合相關之 CNS 或產業公認之規範標準要求。	須優於或符合該產品原特性之規範標準要求。	

4.2 說明

4.2.1 申請者必須提供詳實之測試報告。以顯示：

- (1) 奈米光觸媒材料之奈米尺寸。
- (2) 奈米光觸媒塗料乾燥塗膜表面對有機污染物氧化分解之功能。
- (3) 奈米光觸媒塗料之乾燥塗膜表面親水易去污的功能。

4.2.2 塗料依應用別應有特性之規範，須符合 CNS 601 [調合漆]、CNS 2070 [乳化塑膠漆]、CNS 4940 [水性水泥漆]等各種塗料 CNS 標準。

4.3 奈米光觸媒

原材料之成分分析結果確認為光觸媒者，且原材料之平均粒徑測試結果任一維在 100 nm 以下。

5. 試驗方法

5.1 奈米尺寸（詳見附錄 1「奈米光觸媒抗污塗料奈米尺寸試驗方法」）。

5.2 奈米功能（詳見附錄 2「奈米光觸媒抗污塗料抗污功能試驗方法」）。

6. 試驗報告

6.1 含奈米光觸媒成份之塗料的奈米尺寸試驗測試報告至少應包含：

6.1.1 利用 X-光繞射儀所分析奈米原材料或塗料中之光觸媒原料成分的晶相。

6.1.2 利用動態光散射法或穿透式/掃描式電子顯微鏡所測奈米原材料或塗料中之光觸媒原料成分的粒徑大小、分布及型態特性。

6.2 抗菌及耐久性試驗報告內容至少應包含以下內容：

- (1) 試片的種類、大小、形狀。
- (2) 試片的前處理條件。
- (3) 試驗室溫濕度。
- (4) 黑光燈與紫外線強度計的廠牌、型號。
- (5) 試驗條件修改部分與修改的原因。
- (6) 試驗日期。

6.3 乾燥塗膜之親水性的測試報告至少應包含：

報告項目	親水化時間	暗處維持之接觸角
試片的種類、大小、形狀	V	V
試片的前處理條件	V	V
試驗室溫濕度	V	V
試片初期接觸角的平均值	V	V
試片 30°、20°、10°、5° 的親水化時間。 (即使花了時間照射紫外線，接觸角也無法下降至其範圍的數值時，記錄為「不能到達」。)	V	—
試片的暗處維持接觸角的平均值	—	V
黑光燈與紫外線強度計的機種，以及照射時紫外線強度	V	V
接觸角測定儀的機種，以及測定時所使用的水滴量	V	V
試驗條件修改部分與修改的原因	V	V
試驗日期	V	V

6.4 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。

6.5 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。

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) 產品保存期限及功能耐久性。
- (4) 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

奈米光觸媒抗污塗料奈米尺寸試驗方法

1. 奈米尺寸試驗方法

1.1 奈米原材料或塗料

奈米原材料或塗料中之光觸媒原料成分晶相係以 X-光繞射儀分析。

1.2 設備

X-光繞射儀—參考 ASTM D3720-90。

1.3 樣品製作

若原料為液態，以 70 °C 烘乾後，研磨成粉末後備用。

將粉體樣品平整地壓填至 X-光繞射儀之樣品支持器上(specimen holder)，製備方法參考 ASTM D3720-90。

1.4 操作

操作步驟參考 ASTM D5380-93。測試之 2θ 角由 5~65°，分析之結果是以各繞射峰之 d-spacing 與訊號強度表示。

1.5 結果分析

鑑定方法參考 ASTM D5380-93。利用 ICDD Alphabetical Index¹ 之檔案做最初之晶相分析，再利用 Powder Data File² 做所有繞射峰的檢定。

1.5.1 將所有繞射峰的 d-spacing 與強度，以 d-spacing 由小至大排序列出，若 d-spacing > 3.5 Å，則須列到小數第二位，若 d-spacing ≤ 3.5 Å，則至少列到小數第三位。

1.5.2 利用 Hanawalt Method、Fink Method 或其他系統化之方法鑑定繞射峰之晶相。由已知或猜測的組成先做比對，可加速所有繞射峰之晶相的鑑定。

1.5.3 表一列出常見之光觸媒的 d-spacing 與繞射強度。

註⁽¹⁾：Alphabetical Index – Inorganic Phases, Catalog No. A142, ICDD

註⁽²⁾：“Powder Diffraction File, Inorganic,” ICDD

表一 常見之光觸媒的 d-spacing 與繞射強度

d-spacing 與 相對繞射強度 ^A					名稱	組成	ICDD File Number
3.52 _x	2.370 ₂	1.892 ₄	1.700 ₂	1.667 ₂	Anatase	TiO ₂	21-1272
3.247 _x	2.487 ₅	2.188 ₃	1.687 ₆	1.624 ₂	Rutile	TiO ₂	21-1276
2.476 _x	2.814 ₆	2.603 ₄	1.625 ₃	1.477 ₃	Zinc Oxide	ZnO	36-1451

^A 下標表示相對繞射強度，數值以 10 為強度最高的繞射峰，並以“x”表示。

2. 奈米尺度檢測方法

2.1 光子相關法

2.1.1 參考標準規範

ISO 13321：1996 Particle Size Analysis - Photon Correlation Spectroscopy。

2.1.2 檢測方法

光子相關法又稱為動態光散射法(Dynamic Light Scattering, DLS)或是準彈性光

散射法(Quasi-Elastic Light Scattering, QELS)為現階段最常用的一種奈米級粒徑量測方法之一。其受到廣泛使用的主要原因不外乎光子相關法可以快速的提供平均粒徑尺寸與粒徑分布的資訊，同時軟硬體設備成本相對不高，且在市面上已有多數商用機型可供選擇，量測範圍從 1 nm 至 5,000 nm 不等。

2.1.3 檢測注意事項

- (1) 本檢測法為濕式量測法，樣本一般準備為濃度 0.01~10 % (視各量測機器為主) 的溶液中，並裝置於 1 cm × 1 cm 的方形檢測槽(vat)內。
- (2) 檢測時須註明浸泡溶液的種類，並告知浸泡溶液的黏度與折射率。
- (3) 測試溫度須控制在 ± 0.3 °C 以內。
- (4) 測試前須使用 0.2 μm 的過濾器過濾後再進行檢測。
- (5) 檢測設備須使用具追溯的標準粉體樣本先行驗證，以確認檢測設備的準確性。

2.2 穿透式/掃描式電子顯微鏡

2.2.1 參考標準規範

ISO 16700 : 2004(E) Microbeam Analysis - Scanning Electron Microscopy - Guidelines for Calibrating Image Magnification。

2.2.2 檢測原理

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材料粒徑大小、分布及型態的特性。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粒徑大小，最大的優點在於擷取的成像可用來判斷粉體的形狀，並可應用於粒徑分布從數奈米至數微米大小的廣泛材質。

2.2.3 檢測注意事項

- (1) 本檢測法為乾式量測法，毋須浸泡於溶液中。
- (2) 系統須抽真空氣壓，易污染真空腔者，應作特殊處理。
- (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。
- (4) 有必要可以將樣本鍍金，以增加系統的判讀性。

附錄 2

奈米光觸媒抗污塗料抗污功能試驗方法

1. 塗料抗污功能試驗方法 (本試驗方法係以亞甲基藍為被分解有機物)

本試驗方法係以具奈米光觸媒抗污塗料所製備之試片組，測試其在紫外光照射下，於一定時間內對亞甲基藍的分解能力。試驗中所選用的被分解有機物是亞甲基藍 (Methylene blue, $C_{16}H_{18}N_3S^+Cl^-$)，該成分為純藍色的鹼性染料，是代表性的硫氮雜苯。圖 1 為其共振結構。

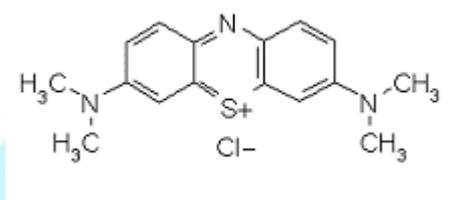


圖 1 亞甲基藍的共振結構

1.1 試驗前準備

1.1.1 藥品與器材：

- (1) 乙醇：1 級以上試藥。
- (2) 丙酮：特級試藥。
- (3) 亞甲基藍三水合物：特級試藥。
- (4) 矽潤滑脂 (Silicone grease)：高真空用、耐藥品性。
- (5) 試驗元件：係聚乙烯樹脂、聚丙烯樹脂、丙烯樹脂、玻璃之類不吸附亞甲基藍的材質所製造內徑 40 mm、高度 30 mm 的圓筒形元件。其底面須平滑，以免試驗中發生液漏現象。
- (6) 滴管：具品質 A 級的材質或精度。
- (7) 分光光度計：可測波長範圍 600~700 nm 的吸光光譜，頻帶寬 1 nm，精度至小數點以下 3 位數。
- (8) 分光光度計用測定元件：係由玻璃或樹脂製造，光通過長度 10 mm，其在波長範圍 600~700 nm 的透光率大於 80 %。
- (9) 紫外線照射裝置：平行安裝 2 支相當於 20 W 型 FL20S·BLB 燈管的黑光燈，釋出波長約 310~400 nm 的紫外線。黑光燈電源開啟初期，須至少 20 分鐘熱機，以便獲得穩定的輸出。
- (10) 紫外線強度計：可測波長範圍 310~400 nm。
- (11) 參考用玻璃板：從無加工的玻璃板切取，並測其 360 nm 紫外線透過率 T_{glass} (%)。若透過率為 70 % 以上時，則無特別規定玻璃的種類、厚度等。此玻璃板係供紫外線照度計強度調整用。
- (12) 精製水：經離子交換及沸煮過之淨水。
- (13) 玻璃蓋：其材質或厚度並無特別的規定，主要是可蓋住試驗元件的上方，避免亞甲基藍試液蒸發。但為了讓紫外線順利穿透，最好薄一點。玻璃蓋的大小，

以 (50 ± 2) mm 的正方形為標準。於試驗前，利用溶劑等進行清洗，待表面清淨無污物時使用。

1.1.2 試驗的一般條件：

- (1) 試驗室溫濕度：原則是溫度 $21 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 、相對溼度 $45 \sim 55\%$ 。或者，依委託試驗者要求另議。例如，溫度 $18 \sim 22^{\circ}\text{C}$ 、相對溼度 $55 \sim 75\%$ 。此狀況，試驗報告中須註明所採用的試驗室溫度與溼度。
- (2) 試樣的標準狀態：原則是，塗膜試樣為乾燥後靜置至少 12 小時的乾膜；試驗前，該乾膜必須置於 1.1.2(1)所稱之試驗室溫溼度狀態中至少 1 小時。

1.2 試驗操作

1.2.1 試片的準備

裁取邊長 (60 ± 2) mm 之正方形玻璃或金屬基板 3 片。依液態塗料之使用方法(如先塗底料，再塗面料)，將塗料均勻塗布於該玻璃或金屬基板，待其自乾或烘乾達塗布層穩定後可得一試片。或者，將塗料均勻塗布於較大面積之玻璃或金屬基板，待其自乾或烘乾達塗布層穩定後，再切割成邊長 (60 ± 2) mm 之正方形試片。如此，以該法製作 3 片乾燥塗膜試片。乾燥塗膜試片製備時，必須避免油類的有機物污染，或試片間相互污染的情形。另外，再裁切尺寸相同的 1.1.1k.所稱之參考用玻璃板 1 片備用。

1.2.2 試片的洗淨

新塗裝製備的試片，檢驗者判定無污染時，試片可不必清洗。至於表面可能有污染之試片，以乙醇或丙酮之類適當溶劑全面洗淨後，再以精製水洗淨，然後置於標準狀態的實驗室內至少 24 小時乾燥。視需要也可同時使用超音波洗淨。這樣的處理，若導致試片軟化、表面塗裝溶解或成分溶出等變化，而可能影響試驗結果時，也可使用其他適當的洗淨方法。因為包括試片洗淨的試片前處理條件會影響試片的試驗結果，試驗結果報告書必須記載試片的前處理條件。

洗淨的試片，利用黑光燈，以強度 $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 的紫外線，照射至少 48 小時，將洗淨後仍殘留的有機污染物，利用光觸媒分解。

1.2.3 亞甲基藍吸附液、亞甲基藍試液的調製

將亞甲基藍三水合物完全溶解於精製水中，適當稀釋，可得濃度為 (0.02 ± 0.002) mmol/l 的亞甲基藍吸附液，以及濃度為 (0.01 ± 0.001) mmol/l 的亞甲基藍試液。吸附液與試驗液，最好依試驗的情況，於使用前立即調製。但若調製後無法立即使用時，則必須隔光冷藏保存，並於 1 星期內使用。

1.2.4 試片與試驗元件的結合

參看圖 2，利用矽潤滑脂的塗抹，讓試驗元件緊密黏接於試片中央部位的表面，然後從上向下按壓固定。在按壓時，必須注意試驗面有無污染的情形。所稱「試驗面」，即光觸媒抗污塗料塗布的表面。

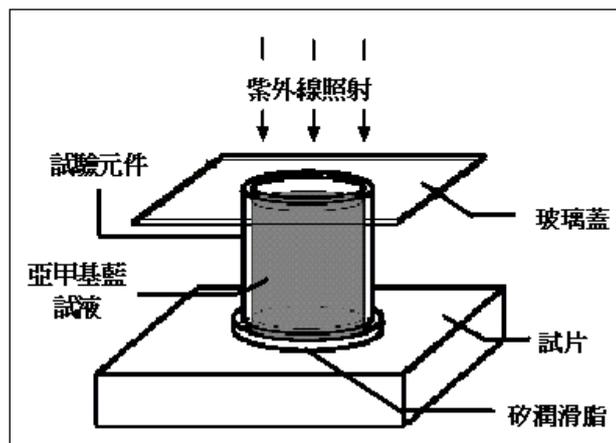


圖 2 試片與試驗元件的結合

1.2.5 紫外線強度的調整

依 1.2.4 所述方法，將試驗元件黏結於 1.2.1 所裁製之參考用玻璃板上。然後，將 (35.0 ± 0.3) mL 亞甲基藍試液置入參考用玻璃板的試驗元件中，並以玻璃蓋罩住，以防止揮發乾燥。利用紫外線強度計，調整到試驗元件的中心與紫外線強度計受光部的中心一致。黑光燈電源開啟初期，須至少 20 分鐘熱機，以便獲得穩定的輸出。

利用峰值感度波長約 360 nm 的受光器，通過玻璃蓋、亞甲基藍試液、參考用玻璃板，可測得穿透的紫外線強度 A 。若

$$A [\text{mW}/\text{cm}^2] \times 100 / T_{\text{glass}}[\%] = 1.0 [\text{mW}/\text{cm}^2] \dots\dots (1) \text{ 式}$$

其中， A ：紫外線強度計的讀數 (mW/cm^2)

T_{glass} ：參考用玻璃板的 360 nm 紫外線之透光率 (%)

則圖 2 中試片表面的紫外線強度為 $(1.0 \pm 0.05) \text{ mW}/\text{cm}^2$ 。

1.2.6 亞甲基藍之吸附

依 1.2.4 所述方法，將試驗元件黏結於 1.2.1 所裁製塗布之乾燥塗膜試片上。如此，製備 3 組。

在每個試片上的試驗元件中，注入亞甲基藍吸附液 (35.0 ± 0.3) mL 後，蓋上玻璃蓋。一方面注意避免光線照射，一方面注意使亞甲基藍之吸附達到飽和狀態。15 小時吸附後，取出液體，測定其吸收光譜。此吸光度若比亞甲基藍試液的吸光度低時，則換新亞甲基藍吸附液，再度進行 15 小時的吸附；然後，再測定其吸收光譜。相同且反覆的進行操作，直至吸附後之亞甲基藍吸附液的濃度，高於亞甲基藍試液的濃度。吸光光譜的測定，採用 1 個試片即可。其中有關吸收光譜的測定，是使用吸量管，吸取分光光度計用測定元件必要份量的亞甲基藍試液，或試驗元件中的亞甲基藍吸附液，並利用 1 nm 精度之分光光度計測定 600~700 nm 波長範圍內的吸收光譜。分光光譜測定有困難時，也可將測定波長固定為 664 nm，來測定其吸光度。測定後，液體歸回原來的容器或試驗元件中。此時必須注意，亞甲基藍試液或吸附液應儘量避免殘留於測定元件或吸量管中。至於對照試驗，則以精製水置入樣品容器中測定。

1.2.7 初期吸收光譜的測定

測定亞甲基藍試液 (濃度 = $0.01 \text{ mmol/l} \pm 0.001 \text{ mmol/l}$ ，亦即 $10 \text{ } \mu\text{mol/l}$) 的吸收光譜，將此作為初期 ($t = 0$) 的吸光度 $\text{Abs.}(0)$ 。

1.2.8 亞甲基藍利用紫外線照射分解

若亞甲基藍的吸附完成後，則取出試片上試驗元件中的亞甲基藍吸附液，並注入新的亞甲基藍試液 (35.0 ± 0.3) mL。如圖 2 方式，對整個試片照射 1 小時 (1.0 ± 0.05) mW/cm^2 的紫外線。照射後，立即測定亞甲基藍試液的吸收光譜。測定光譜後的液體，迅速歸回試驗元件中，再照射紫外線。照射 1 小時的紫外線後再測定吸收光譜，如此作業程序反覆進行，直到照射時間合計達 6 小時為止 (亦即，重覆 5 次)。

1.3 試驗結果整理

1.3.1 分解率的計算

根據以下的順序，以計算亞甲基藍的分解率。

- (1) 如圖 3，於紫外線照射 t 小時 ($t = 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0$) 後，讀取亞甲基藍試液之吸收光譜峰值高點上的吸光度 $\text{Abs.}(t)$ 。光譜峰值高點雖然會有些許的變動，但大概在 664 nm 。

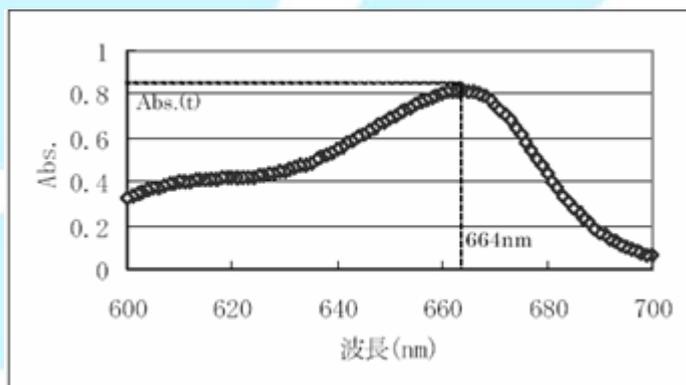


圖 3 亞甲基藍試液之吸收光譜的峰值高點與吸光度 $\text{Abs.}(t)$ 範例

- (2) 由於吸光度與濃度成正比 (Beer 的法則)，利用此換算係數，可從吸光度中算出濃度。利用 $\text{Abs.}(0)$ ，根據 (2) 式，將吸光度換算成濃度的換算係數 K 。

$$\begin{aligned} K &= C(0) / \text{Abs.}(0) \\ &= 10 [\mu\text{mol/l}] / \text{Abs.}(0) \quad \dots\dots(2) \text{ 式} \end{aligned}$$

- (3) 利用換算係數 K ，根據 (3) 式，將吸光度 $\text{Abs.}(t)$ 換算為 t 小時後的亞甲基藍試液的濃度 $C(t)$ [$\mu\text{mol/l}$]。

$$C(t) = K \times \text{Abs.}(t) [\mu\text{mol/l}] \quad \dots\dots(3) \text{ 式}$$

- (4) 以 $C(t)$ [$\mu\text{mol/l}$] 為縱軸，紫外線照射時間 [小時] 為橫軸，1 個試片上 7 點的數據資料可標繪圖示。

- (5) 利用上述吸光度與濃度的換算，可進一步計算亞甲基藍試液的分解率。由於 t 小時吸光度為 $\text{Abs.}(t)$ ， t 小時後的亞甲基藍試液的濃度為 $C(t)$ ，則 t 小時亞甲基藍試液的分解率可由下(4)式或(5)式計算：

$$\text{分解率}(t) = [1 - (\text{Abs.}(t) / \text{Abs.}(0))] \times 100 [\%] \quad \dots\dots(4) \text{ 式}$$

$$= [1 - (C(t)/C(0))] \times 100 [\%] \quad \dots\dots(5) \text{ 式}$$

(6) 以分解率[%]為縱軸，紫外線照射時間[小時]為橫軸，1 個試片 7 點的數據資料亦可標繪圖示。

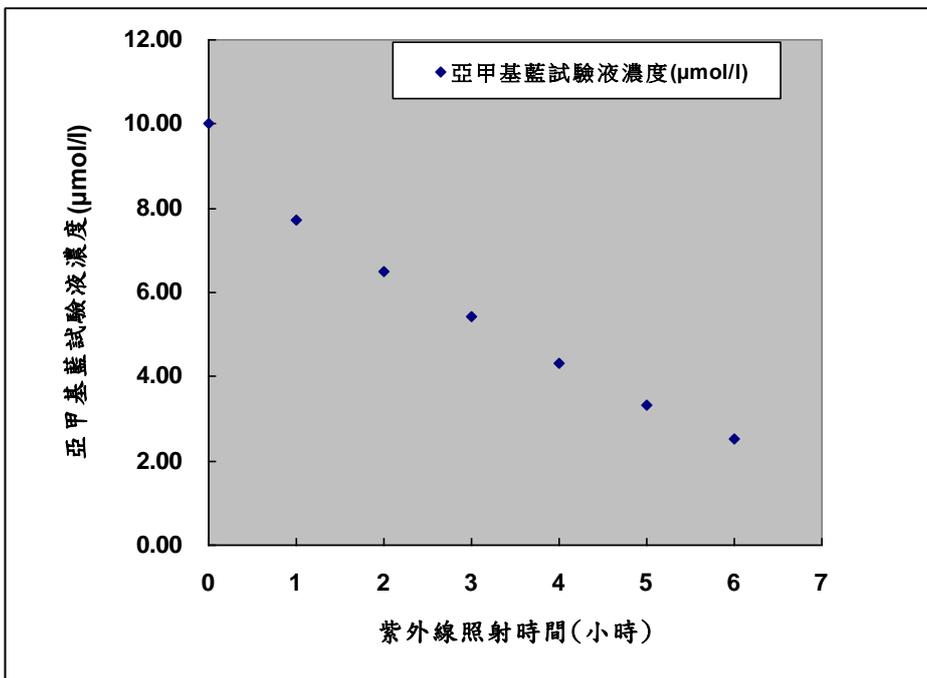
1.3.2 亞甲基藍試液之分解率符合本規範的判定

由 1.3.1(1) 所標繪之圖示，可判定試片是否具有 6 小時亞甲基藍試劑分解率在 70 % 以上的功能。

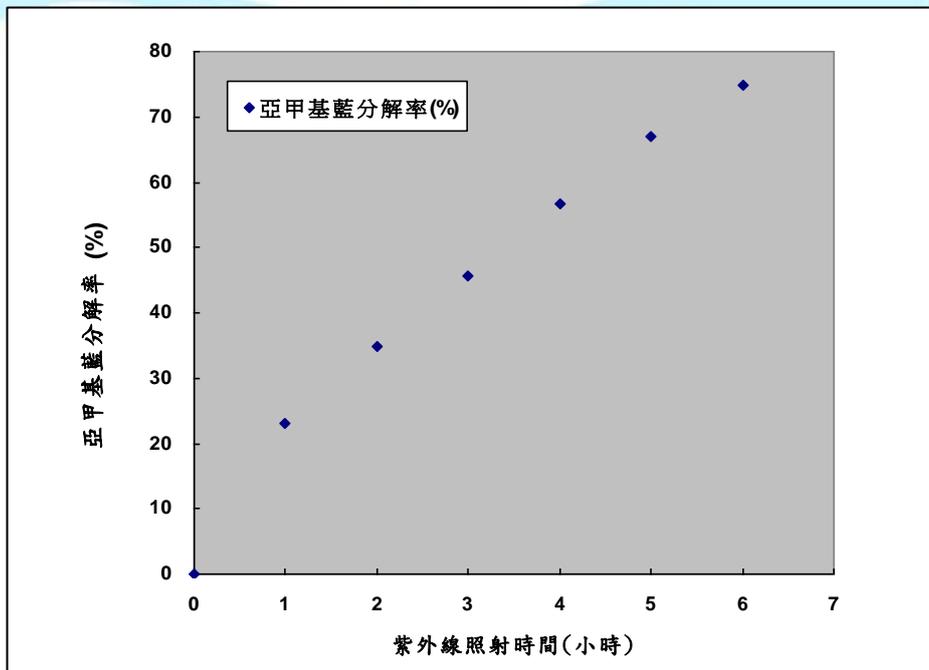


例 1：製品 A (含光觸媒塗料) (範例)

1-1 製品 A 紫外線照射時間與亞甲基藍試液濃度之關係的檢測



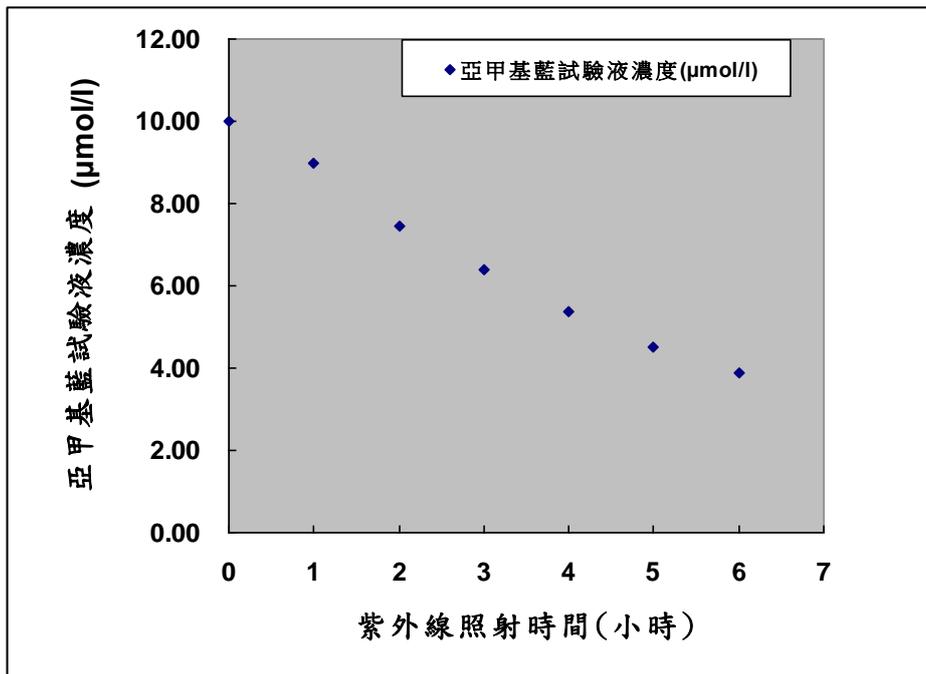
1-2 製品 A 紫外線照射時間與亞甲基藍試液分解率之關係的導出



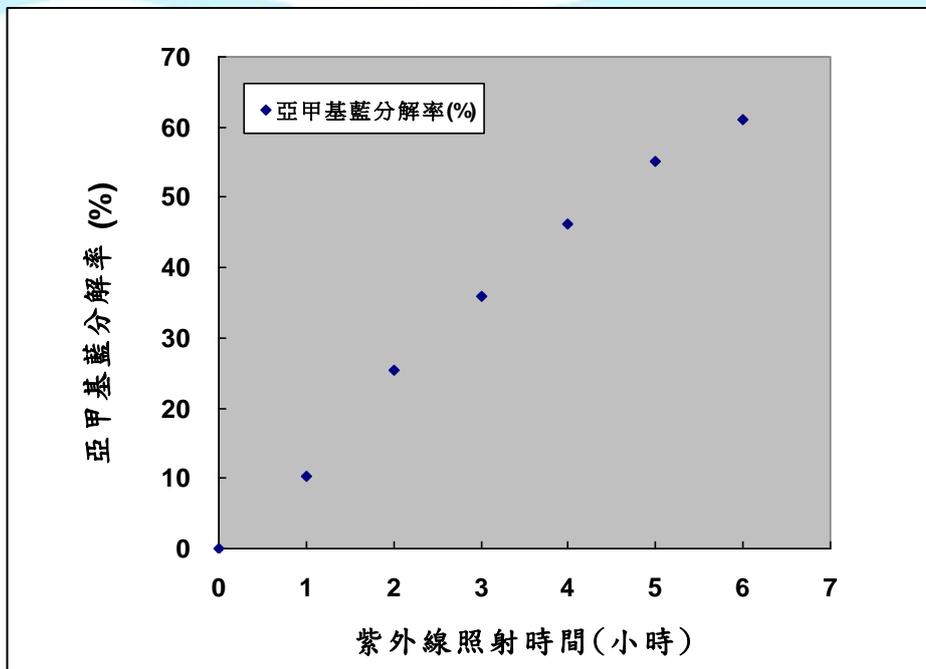
顯然，製品 A 達到本方法所稱亞甲基藍分解功能的要求標準。

例 2：製品 C (含光觸媒塗料) (範例)

2-1 製品 C 紫外線照射時間與亞甲基藍試液濃度之關係的檢測



2-2 製品 C 紫外線照射時間與亞甲基藍試液分解率之關係的導出



顯然，製品 C 不能達到本方法所稱亞甲基藍分解功能的要求標準。

2. 塗料親水功能試驗方法(親水功能試驗方法包括塗料乾燥塗膜之親水化時間與暗處維持之接觸角等功能的檢測。本方法著重於乾燥塗膜之親水化時間、暗處維持之接觸角等功能的檢測。)

2.1 試驗前準備

2.1.1 藥品與器材：

- (1) 乙醇：1 級以上試藥。
- (2) 丙酮：特級試藥。
- (3) 精製水：經離子交換及沸煮過之淨水。
- (4) 紫外線照射裝置：平行安裝 2 支相當於 20 W 型 FL20S·BLB 燈管的黑光燈，釋出波長約 310~400 nm 的紫外線。黑光燈電源開啟初期，須至少 20 分鐘熱機，以便獲得穩定的輸出。
- (5) 紫外線強度計：可測波長範圍 310~400 nm。
- (6) 接觸角測定儀。

2.1.2 試驗的一般條件：

- (1) 試驗室溫濕度：原則是溫度 18~28°C、相對溼度 40~70 %；或者，溫度 15~25°C、相對溼度 55~75 %。試驗報告中須註明所採用的試驗室溫度與溼度。
- (2) 試樣的標準狀態：原則是，塗膜試樣為乾燥後靜置至少 12 小時的乾膜；試驗前，該乾膜必須置於 2.1.2(1)所稱之試驗室溫溼度狀態中至少 1 小時。

2.2 試驗操作

2.2.1 試片的準備

裁取邊長(100 ± 2) mm 之正方形平板 3 片。依液態塗料之使用方法(如先塗底料，再塗面料)，將塗料均勻塗布於該平板，待其自乾或烘乾達塗布層穩定後可得一試片。或者，將塗料均勻塗布於較大面積之平板，待其自乾或烘乾達塗布層穩定後，再切割成邊長(100 ± 2) mm 之正方形試片。如此，以該法製作 3 片乾燥塗膜試片。另外，如果能夠以相異的五點來測量接觸角，則也可使用形狀和大小不符合此規定的試片。乾燥塗膜試片製備時，必須避免油類的有機物污染或試片間相互污染的情形。

2.2.2 試片的洗淨

新塗裝製備的試片，檢驗者判定無污染時，試片可不必清洗。

至於表面可能有污染之試片，以精製水全面洗淨後，置於標準狀態的實驗室內至少 24 小時乾燥。視需要也可採取乙醇或丙酮溶劑與超音波併用的洗淨方式。這樣的處理，若導致試片軟化、表面塗裝溶解或成分溶出等變化，而可能影響試驗結果時，也可使用其他適當的洗淨方法。因為包括試片洗淨的試片前處理條件會影響試片的試驗結果，試驗結果報告書必須記載試片的前處理條件。

2.2.3 試片的紫外線照射及暗室養生前處理

除表面附著的污垢外，還有其他會影響塗料乾燥塗膜親水化的要因。其中包括在實際使用環境下所假定的經時變化。為了避免不同的前處理會影響到試驗結果，本方法採取事先將試片進行 48 小時的紫外線照射，以及隨後 72 小時暗室

養生的前處理條件。

2.2.4 初期接觸角的測量

在每個覆有乾燥塗膜的試片，各測量五點的靜態接觸角，以計算其平均值。將此數值當作每個試片的初期接觸角。

- (1) 靜態接觸角的測量(參考 JIS R 3257)：在溫度(25 ± 5)°C，相對濕度(50 ± 10)% 環境下，以蒸餾水(或 RO 超純水)製作體積(1~4) μl 水滴與水平置放試片接觸，並使水滴單獨靜置在試片表面上，待穩定後(一分鐘角度變化小於 2°) 測量此時的接觸角。
- (2) 初期接觸角：係指照射紫外線前之試片的接觸角。以小數點以下一位四捨五入表示。

2.2.5 紫外線強度的調整

在暗室裡設置黑光燈之類紫外線光源，以紫外線強度計測量紫外線的強度，調整試片與光源的位置，使試片表面的紫外線強度達到規定值。本方法所使用的紫外線強度以(1.0 ± 0.05) mW/cm^2 為準。

黑光燈電源開啟初期，須至少 20 分鐘熱機，以便獲得穩定的輸出。

2.2.6 紫外線照射所產生的親水化 (依據親水化過程的特性與效應，而有三種試驗步驟)

- (1) 將經過紫外線照射及暗室養生前處理的所有試片，再照射強度 $1.0 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 的紫外線。每隔適當的照射時間間隔，測量各個試片五點的接觸角。由下文計算，導出「乾燥塗膜之親水化時間」。其中，因為親水化速度會依塗料種類的不同而有很大的差異，以相同的時間間隔來測量、評估接觸角，判斷上會有困難。因此，測量的時間間隔可依試驗者任意決定。
- (2) 將經過紫外線照射及暗室養生前處理的所有試片，再照射強度 $1.0 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 的紫外線 48 小時。然後將試片置於「暗處」，經過 48 小時後，測量接觸角，其平均值即「乾燥塗膜之暗處維持的接觸角」。其中：
本方法所謂的「暗處」，係如 2.1.2(1)所述的溫濕度狀態，紫外線強度為未滿 $0.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的場所。(一旦空氣中有油份、灰塵的話，可能會使試驗結果變差；最好是在清淨的環境下進行試驗。)

2.3 試驗結果整理

2.3.1 接觸角的計算

有關初期以及照射紫外線一定時間之後的各個試片，計算五點接觸角測定值的平均值，為此試片的接觸角。以小數點以下一位四捨五入表示。

2.3.2 親水化時間的導出

將所有試片達到 30.0° 、 20.0° 、 10.0° 、 5.0° 以下的接觸角的時間，稱為各個照射條件中的「 30° 親水化時間」、「 20° 親水化時間」、「 10° 親水化時間」、「 5° 親水化時間」。單位為小時。即使花了時間照射紫外線，接觸角也無法下降至該數值範圍時，即判定「不能到達」。

例 1：製品 A (含光觸媒塗料) (範例)

1-1 乾燥塗膜之親水化時間的檢測

接觸角*	照射紫外線時間 (小時)							
	試片 NO.	0*	2	4	6	8	24	48
1	4.3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
2	5.1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
3	6.1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
平均	5.2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2

[註] *接觸角是各個試片中的五點的測量結果平均值。

*紫外線照射時間 0 時間：對應初期接觸角的測量。

1-2 乾燥塗膜暗處維持之接觸角的檢測

接觸角	試片 NO.1	試片 NO.2	試片 NO.3	平均
暗室 24 小時	6.3	7.4	5.6	6.4
暗室 96 小時	5.4	6.3	5.9	5.9

該結果顯示：

	紫外線照射時間
5.2° (初期接觸角)：	0 小時
30° 親水化時間：	0 小時
20° 親水化時間：	0 小時
10° 親水化時間：	0 小時
5° 親水化時間：	<2 小時
暗室 24 小時接觸角：	<10 度
暗室 96 小時接觸角：	<10 度

顯然，製品 A 達到本方法所稱親水功能(乾燥塗膜之親水化時間與乾燥塗膜暗處維持之接觸角)要求標準。

例 2：製品 B (含光觸媒塗料) (範例)

2-1 乾燥塗膜之親水化時間的檢測

接觸角*	照射紫外線時間 (小時)						
	試片 NO.	0*	2	4	6	8	24
1	55.7	45.0	38.3	40.7	38.7	35.4	26.8
2	54.0	44.6	36.5	36.7	35.0	34.2	23.5
3	56.8	41.9	37.6	39.1	38.5	36.2	19.8
平均	55.5	43.8	37.5	38.8	37.4	35.3	23.4

[註] *接觸角是各個試片中的五點的測量結果平均值。

* 紫外線照射時間 0 時間：對應初期接觸角的測量。

2-2 乾燥塗膜暗處維持之接觸角的檢測

接觸角	試片 N0.1	試片 N0.2	試片 N0.3	平均
暗室 24 小時	47.4	43.8	46.0	45.8
暗室 96 小時	44.8	44.9	48.7	46.1

該結果顯示：

紫外線照射時間

55.5° (初期接觸角)： 0 小時
 30° 親水化時間： < 48 小時
 20° 親水化時間： 48 小時內不能到達
 10° 親水化時間： 48 小時內不能到達
 5° 親水化時間： 48 小時內不能到達

暗室 24 小時接觸角： > 30 度

暗室 96 小時接觸角： > 30 度

顯然，製品 B 不能達到本方法所稱親水功能(乾燥塗膜之親水化時間與乾燥塗膜暗處維持之接觸角)要求標準。

例 3：製品 C (含光觸媒塗料)(範例)

3-1 乾燥塗膜之親水化時間的檢測

接觸角*	照射紫外線時間 (小時)						
	0*	2	4	6	8	24	48
試片 N0.							
1	16.1	3.6	3.8	5.1	3.7	4.3	5.4
2	12.9	3.9	4.0	3.8	3.6	4.3	3.1
3	11.8	4.4	3.7	3.8	4.8	2.7	5.0
平均	13.6	4.0	3.8	4.2	4.0	3.8	4.5

[註] * 接觸角是各個試片中的 5 點的測量結果平均值。

* 紫外線照射時間 0 時間：對應初期接觸角的測量。

3-2 乾燥塗膜暗處維持之接觸角的檢測

接觸角	試片 N0.1	試片 N0.2	試片 N0.3	平均
暗室 24 小時	13.6	14.8	18.7	15.7
暗室 96 小時	23.1	18.0	17.4	19.5

該結果顯示：

紫外線照射時間

13.6° (初期接觸角)： 0 小時
 30° 親水化時間： 0 小時
 20° 親水化時間： 0 小時
 10° 親水化時間： < 2 小時

5° 親水化時間： <2 小時
 暗室 24 小時接觸角： <20 度
 暗室 96 小時接觸角： <20 度

顯然，製品 C 達到本方法所稱親水功能(乾燥塗膜之親水化時間與乾燥塗膜暗處維持之接觸角)要求標準。

例 4：製品 D (不含光觸媒塗料)(範例)

4-1 乾燥塗膜之親水化時間的檢測

接觸角*	照射紫外線時間 (小時)						
	試片 NO.	0*	2	4	6	8	24
1	83.5	91.8	92.1	88.8	89.2	89.5	93.2
2	86.3	92.3	93.6	90.2	91.0	92.2	88.5
3	87.7	93.2	94.3	89.4	88.1	91.5	91.1
平均	85.8	92.4	93.3	89.5	89.4	91.1	90.9

[註] *接觸角是各個試片中的五點的測量結果平均值。

* 紫外線照射時間 0 時間：對應初期接觸角的測量。

4-2 乾燥塗膜暗處維持之接觸角的檢測

接觸角	試片 NO.1	試片 NO.2	試片 NO.3	平均
暗室 24 小時	87.9	87.4	84.4	86.6
暗室 96 小時	82.1	81.3	88.9	84.0

該結果顯示：

紫外線照射時間

85.8° (初期接觸角)： 0 小時
 30° 親水化時間： 48 小時內不能到達
 20° 親水化時間： 48 小時內不能到達
 10° 親水化時間： 48 小時內不能到達
 5° 親水化時間： 48 小時內不能到達
 暗室 24 小時接觸角： >30 度
 暗室 96 小時接觸角： >30 度

顯然，製品 D 不能達到本方法所稱親水功能(乾燥塗膜之親水化時間與乾燥塗膜暗處維持之接觸角)要求標準。