

奈米標章產品驗證制度

奈米光觸媒抗菌塗料驗證規範

文件編號：TN-040

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	101.08.17	規範制定	推行審議會 101 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。

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，其奈米尺寸須小於 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，另須符合相關法規之要求；同時產品耐久性亦須符合產業一般要求。

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，交由奈米標章產品驗證制度登錄實驗室或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。

奈米光觸媒抗菌塗料乃於傳統塗料中添加奈米光觸媒，使其具備原本塗料之特性外，因光觸媒特有之抗菌能力，使得被塗布之牆面或建材具有抗菌的功能性。奈米光觸媒塗層在光線的照射下，空氣中的水、氧氣與光觸媒材料產生氧化還原反應，成為具有強大氧化能力的氫氧自由基與電子洞，當空氣中的細菌接觸光觸媒材料或被吸附時，細菌會被分解，並抑制空氣中的細菌之增殖或使其數目減少，以提昇健康的生活環境及品質。

奈米標章驗證 產品規範	<h1 style="margin: 0;">奈米光觸媒抗菌塗料</h1>	編號	TN-040
			
<p>1. 適用範圍</p> <p>本規範適用於具抗菌功能之塗料，其抗菌功能係源自於奈米光觸媒。</p> <p>2. 參考資料</p> <p>2.1 CNS 260：1981 洗滌肥皂。</p> <p>2.2 CNS 4940：2010 水性水泥漆。</p> <p>2.3 CNS 10757：1995 塗料一般檢驗法（有關塗料之物理、化學抗性之試驗法）。</p> <p>2.4 CNS 10880-35 塗料成分檢驗法－溶劑不溶物中顏料分之 X 射線繞射法定性分析。</p> <p>2.5 CNS 15200-1-4：2007 塗料一般試驗方法－第 1-4 部：通則－試驗用標準試驗板。</p> <p>2.6 CNS 15200-1-5：2007 塗料一般試驗方法－第 1-5 部：通則－試驗板之塗裝（刷塗）。</p> <p>2.7 CNS 15380：2010 精密陶瓷－光線照射下光觸媒抗菌加工製品之抗菌性能測定法。</p> <p>2.8 CNS 17025：2007 測試與校正實驗室能力一般要求。</p> <p>2.9 TN-005 奈米光觸媒抗污塗料驗證規範 2.1 版。</p> <p>2.10 TN-031 奈米光觸媒自我潔淨塗料驗證規範 1.0 版。</p> <p>2.11 TNS M017001-2012 奈米產品：表面粒子尺度測定法－掃描式電子顯微鏡。</p> <p>2.12 ISO 16700：2004(E) Microbeam analysis – Scanning electron microscopy – Guidelines for calibrating image magnification。</p> <p>2.13 ISO 22196：2011 Plastics - Measurement of antibacterial activity on plastics surfaces。</p> <p>2.14 ISO 22309：2011 Microbeam analysis – Quantitative analysis using energy-dispersive spectrometry (EDS) for elements with an atomic number of 11 (Na) or above。</p> <p>2.15 ISO 27447：2009 Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Test method for antibacterial activity of semiconducting photocatalytic materials</p> <p>2.16 JIS Z 2801：2010 Antibacterial products – Test for antibacterial activity and efficacy。</p> <p>3. 用語釋義</p> <p>3.1 奈米光觸媒抗菌塗料：係指含奈米光觸媒成分之塗料，塗布於基材（如牆面或建材）表面時，在光線的照射下具有抗菌功能者，其使用範圍為一般室內場所。</p> <p>3.2 奈米光觸媒：係指任一維平均尺寸在 100 nm 以下之光觸媒材料。</p>			
公布日期 101 年 8 月 17 日	奈米標章產品驗證制度印行	修正日期 年 月 日	

3.3 光觸媒材料：係指此材料在光之照射下，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、自我潔淨等性能。

3.4 抗菌性：能抑制細菌之增殖或使其減少數目之性質。

3.5 抗菌率：係指試驗細菌在試片上所減少細菌數目之百分比。

4. 判定基準

奈米光觸媒抗菌塗料須依本規範規定之方法及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	奈米光觸媒抗菌塗料所使用奈米材料之尺寸及成分。	奈米光觸媒成分須確認，其任一維平均尺寸在 100 nm 以下。	廠商須提供測試報告或證明。
奈米功能	對特定之金黃色葡萄球菌及大腸桿菌之抗菌率。	抗菌率須 90 % 以上，且光線照射對光觸媒抗菌加工製品的效果 ΔR 須 1 以上。	
其他要求	耐鹼性及耐洗刷性。	經耐鹼性 36 h 及耐洗刷性 1000 次往復試驗後，對特定之金黃色葡萄球菌及大腸桿菌之抗菌率須 90 % 以上，且光線照射對光觸媒抗菌加工製品的效果 ΔR 須 1 以上。	

5. 試驗方法

5.1 樣品製備：樣品以隨機抽取方式進行，但應採取足以代表預計選用之類型或等級之平均品質。所採樣品數應可供製作相關測試試樣數個以上；每一試樣必須有一面為製品加工完成面，並作為受測面。樣品尺寸以符合受測大小即可。

5.2 奈米尺寸：詳見附錄 1。

5.3 奈米功能：詳見附錄 2。

5.4 其他要求：耐鹼性及耐洗刷性詳見附錄 3。

6. 試驗報告

6.1 報告內容應符合 CNS 17025：2007 [測試與校正實驗室能力一般要求] 第 5.10 節之要求。

6.2 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。

6.3 奈米尺寸之試驗報告至少應包含以下內容

- (1) 所鑑定產品所含奈米光觸媒的成分。
- (2) 所鑑定產品所含奈米光觸媒的尺寸。

6.4 奈米功能與耐鹼性及耐洗刷性試驗報告至少應包含以下內容

- (1) 樣品名稱。
- (2) 試驗用菌株。
- (3) 試驗光照射條件（含光照射的光源/波長/照度），及試驗成立條件測試結果。
- (4) 抗菌率（含耐鹼性及耐洗刷性條件，及其試驗後之抗菌率）。

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（試驗用菌株、光源、波長、照度及抗菌率與耐鹼性及耐洗刷性後之抗菌率）。
- (3) 使用之奈米級原材料及加工方式。
- (4) 產品使用應注意事項。
- (5) 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

奈米光觸媒抗菌塗料奈米尺寸試驗方法

1. 概要

本試驗方法係以穿透式/掃描式電子顯微鏡對產品表面含 100 nm 以下奈米光觸媒之尺寸測定法，及以能量散射光譜儀和 X 射線繞射儀測定奈米光觸媒的成分。

2. 裝置及材料

2.1 量測儀器

- (1) 穿透式/掃描式電子顯微鏡：參考 ISO 16700：2004(E) Microbeam analysis – Scanning electron microscopy – Guidelines for calibrating image magnification，及 TNS M017001-2012 奈米產品：表面粒子尺度測定法—掃描式電子顯微鏡。
- (2) 能量散射光譜儀：參考 ISO 22309：2011 Microbeam analysis – Quantitative analysis using energy-dispersive spectrometry (EDS) for elements with an atomic number of 11 (Na) or above。
- (3) X 射線繞射儀：參考 CNS 10880-35 塗料成分檢驗法—溶劑不溶物中顏料分之 X 射線繞射法定性分析。

2.2 樣品製備

- (1) 掃描式電子顯微鏡：將送測之奈米光觸媒抗菌塗料，依 CNS 15200-1-4 及 CNS 15200-1-5 準備試片及裁切至適合掃描式電子顯微鏡量測的大小，以導電膠帶固定於量測儀器的樣品座，表面可視需要鍍導電層後再進行尺寸和成分分析。
- (2) 穿透式電子顯微鏡：將送測之奈米光觸媒抗菌塗料稀釋後，滴在導電柵網上後以穿透式電子顯微鏡進行尺寸和成分分析。
- (3) X 射線繞射儀：將送測之奈米光觸媒材料，滴在毛玻璃上，置於實驗室自然乾燥後，再以 X 射線繞射儀進行成分分析。

3. 原理

3.1 掃描式電子顯微鏡

利用高能量的電子與樣品產生的交互作用作為基礎而獲得樣品表面的形貌影像。樣品表面影像量測操作方法主要是利用 0.1 kV~30 kV 左右的加速電壓使電子鎗產生電子束，此電子束會經由多組電磁透鏡作聚集並經由掃描線圈來控制偏折程度以對樣品表面進行二度空間的掃描，此來回掃描的動作會設計得與陰極射線管 (Cathode Ray Tube, CRT) 上的掃描動作同步。而由於電子與樣品作用會激發出以二次電子 (Secondary Electron, SE) 或背向散射電子 (Back Scattered Electron, BSE)，電子被偵測器偵測後，經由訊號放大送到 CRT，CRT 上的亮度與對比即根據所偵測到電子訊號的強弱而作改變，如此電子束掃描樣品任意點所產生的電子訊號強弱將可對應到 CRT 螢光幕上對應點的亮度，因此樣品的表面形貌影像即可藉由亮點同步成像方式呈現出來。

3.2 穿透式電子顯微鏡

利用高能量的電子 (200 keV) 與樣品產生的交互作用作為基礎而獲得樣品的微結構影像。在穿透式電子顯微基本成像原理中，低、中倍率 (倍率適用範圍為 2500 X~150 kX) 之 TEM 顯微成像主要是利用穿透式電子束成像，因而形成明視野像 (Bright Field)，此種影像主要源自於振幅對比 (Amplitude Contrast)。而高分辨電子顯微影像成像 (倍率適用範圍為 200 kX~1.0 MX) 是利用穿透電子束與繞射電子束交互干涉而成週期性條紋或是晶格影像。其成像原理是來自於各電子束間的相位差，因此所產生的對比稱之為相位對比 (Phase Contrast)。接著利用電荷耦合元件攝相機 (Charge Coupled Device Camera) 紀錄影像，最後再根據影像利用分析軟體作為所欲量測輪廓兩點間之水平距離的量測。

3.3 能量散佈光譜儀

能量散佈光譜儀 (Energy Dispersive Spectrometer, EDS) 之原理係當原子的內層電子受到外來電子束的激發而脫離軌道時，外層電子將躍遷至內層軌道並釋放特定能量的 X 光。由於各元素之能階分佈不同，因此藉由分析此特性 X 光能量或波長即可用以鑑定材料的組成元素。

3.4 X 射線繞射儀：適用於奈米光觸媒材料的成分分析

利用 X 射線繞射儀 (X-Ray Diffractometer, XRD) 量測樣品的結晶態，當 X 射線 (波長 λ) 以布拉格角度 θ (Bragg's angle) 入射照在樣品結晶間距 d 的結晶面 (hkl) 時，X 射線符合布拉格公式 ($n\lambda=2d \sin\theta$)，此時會產生繞射 X 射線，繞射 X 射線與入射 X 射線的延伸線的夾角稱為繞射角 2θ 。一般奈米粒子以多晶體 (Polycrystalline Substance) 呈現，以 XRD 量測時會得到多個繞射角的圖譜，再與 ICDD (The International Center for Diffraction Data) 的 JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standards) 標準資料庫進行比對，即可鑑定材料的成分。

4. 注意事項

- 4.1 本檢測法為乾式量測法，毋須浸泡於溶液中。掃描式電子顯微鏡僅能量測顯露於試片表面之奈米粒子，如奈米粒子在塗層內部，須先進行樣品處理。
- 4.2 檢測設備若須抽真空，易污染真空腔者，應作特殊處理。
- 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。
- 4.4 如必要時可將試片鍍導電層，以增加系統的判讀性。

5. 判定

奈米光觸媒成分須確認，且其任一維平均尺寸在 100 nm 以下。

附錄 2

奈米光觸媒抗菌塗料抗菌性試驗方法

1. 試驗準備

1.1 試藥及器材

- (1) 酒精：純度 95 % 以上，試劑級。
- (2) 覆蓋薄膜：材質為聚乙烯、聚丙烯、或聚酯纖維，應不影響試驗菌株發育，無吸水性，大小為(40 ± 2) mm 的正方形，厚度無特別規定，但密著性要好，主要功能是讓撥水性試片也能均一且確實接觸菌液。
- (3) 氯化鈉：生理食鹽水，濃度 0.85 % (W/W)。
- (4) 氫氧化鈉溶液：濃度 0.1 mol/L。
- (5) 鹽酸溶液：濃度 0.1 mol/L。
- (6) 非離子型界面活性劑：聚氧乙烯山梨糖醇酐單油酸酯 (Polyoxyethylene sorbitan monooleate) (Polysorbate 80) 【聚山梨醇酯 80 (Tween 80)】。
- (7) 培養皿：拋棄式培養皿或玻璃培養皿。皿底之內外應平坦、無氣泡、無刮傷或其他缺點。
- (8) 高溫高壓滅菌釜：用於培養基和稀釋水等不能乾熱滅菌之材料及用具等之滅菌，能保持溫度 121 °C 及壓力 103 kPa (1.05 kg/cm²) 至少 15 min。
- (9) 乾熱滅菌器：用於試片與玻璃器皿等用具之滅菌。可保持在 160 °C 至少 2 h 或 170 °C 至少 1 h。
- (10) 接種環：前端環圈約 4 mm 白金耳或拋棄式接種環。
- (11) 培養箱：能保持溫度(35 ± 1) °C。
- (12) 量筒：100 mL、500 mL 及 1000 mL 之量筒。
- (13) 三角錐瓶：250 mL、500 mL、1000 mL 及 2000 mL，其材質能適用於高溫高壓滅菌釜。
- (14) 玻璃試管：其材質能適用於高溫高壓滅菌釜。
- (15) 生物安全櫃：符合生物安全等級第二級或同等性能之無菌操作台。
- (16) 菌落計數器：用於計算菌落數目。

1.2 試驗菌株

- (1) 金黃色葡萄球菌 *Staphylococcus aureus* (BCRC⁽¹⁾ 10451, ATCC⁽²⁾ 6538P)。
- (2) 大腸桿菌 *Escherichia coli* (BCRC⁽¹⁾ 11634, ATCC⁽²⁾ 8739)
註⁽¹⁾: BCRC (Bioresource Collection and Research Center)：財團法人食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心。
註⁽²⁾: ATCC (American Type Culture Collection)：美國標準菌株中心。

1.3 培養基調製

依下列配方配製培養基，或使用市售培養基均可。

- (1) 營養瓊脂培養基 (Nutrient Agar, NA)⁽³⁾
蛋白胨 (Peptone) 5.0 g

肉精(Meat Extract)	3.0 g
瓊脂粉末(Agar powder)	15.0 g
蒸餾水/去離子水	1000 mL

以氫氧化鈉溶液或鹽酸溶液調整 pH 值為 6.6~7.0 (25 °C)，經高溫高壓滅菌釜滅菌 15 min 後備用。若無法完全使用完，應置於(5~10) °C 環境中保存，若配製後超過 1 個月不應再使用。

註⁽³⁾：參考 CNS 15380：2010。

(2) 營養培養液 (Nutrient Broth, NB)⁽³⁾

蛋白胨(Peptone)	10.0 g
肉精(Meat Extract)	3.0 g
氯化鈉(Sodium Chloride)	5.0 g
蒸餾水/去離子水	1000 mL

以氫氧化鈉溶液或鹽酸溶液調整 pH 值為 7.0~7.2 (25 °C)，經高溫高壓滅菌釜滅菌 15 min 後備用。若無法完全使用完，應置於(5~10) °C 環境中保存，若配製後超過 1 個月不應再使用。

(3) 1/500 營養培養液 (1/500 Nutrient Broth, 1/500 NB)⁽³⁾

用蒸餾水/去離子水稀釋項次(2)配製之 NB，並以氫氧化鈉溶液或鹽酸溶液調整 pH 值為 6.8~7.2 (25 °C)，使其體積成為 500 倍，經高溫高壓滅菌釜滅菌 15 min 後備用。若無法完全使用完，應置於(5~10) °C 環境中保存，若配製後超過 1 週不應再使用。

(4) SCDLP 液體培养基 (Soya Casein Digest Lecithin Polysorbate broth)⁽³⁾

酪蛋白製蛋白胨(Casein Peptone)	17.0 g
大豆製蛋白胨(Soybean Peptone)	3.0 g
氯化鈉(sodium chloride)	5.0 g
磷酸二氫鉀(Potassium dihydrogen phosphate)	2.5 g
葡萄糖(Glucose)	2.5 g
卵磷脂(Lecithin)	1.0 g
非離子型界面活性劑(Nonionic Surfactant)	7.0 g
蒸餾水/去離子水	1000 mL

以氫氧化鈉溶液或鹽酸溶液調整 pH 值為 6.8~7.2 (25 °C)，經高溫高壓滅菌釜滅菌 15 min 後備用。若無法完全使用完，應置於(5~10) °C 環境中保存，若配製後超過 1 個月不應再使用。

(5) 磷酸緩衝液 (Phosphate Buffer Solution)⁽⁴⁾

以 500 mL 蒸餾水/去離子水溶解 34.0 g 磷酸二氫鉀(KH₂PO₄)，使用氫氧化鈉溶液或鹽酸溶液調整 pH 值為 6.8~7.2 (25 °C) 後，加蒸餾水/去離子水至 1000 mL。經高溫高壓滅菌釜滅菌 15 min 後備用。若無法完全使用完，應置於(5~10) °C 環境中保存，若配製後超過 1 個月不應再使用。

註⁽⁴⁾：參考 ISO 22196：2011。

(6) 磷酸緩衝生理食鹽水 (Phosphate Buffered Physiological Saline) ⁽⁴⁾

以生理食鹽水稀釋項次(5)配製之磷酸緩衝液至 800 倍。經高溫高壓滅菌釜滅菌 15 min 後備用。若無法完全使用完，應置於(5~10) °C 環境中保存，若配製後超過 1 個月不應再使用。

1.4 試驗菌珠的活化與保存

自菌種保存機構取得的菌株，依所附活化說明書進行活化。進行活化後，移植一白金耳量至 NA 培養基，於(35 ± 1) °C 下培養(24~48) h 後，以(5~10) °C 冷藏保存。保存有效期限為 1 個月，在保存期限內可持續再使用，而再使用的次數，以 5 次為限⁽³⁾。

1.5 試驗菌珠前培養

將 1.4 節活化後的試驗菌株移植至 NA 培養基，最適培養溫度為(35 ± 1) °C，培養(16~24) h 後，再移植一白金耳量至新的 NA 培養基，最適培養溫度為(35 ± 1) °C，培養(16~20) h。

1.6 接種用菌液濃度調製

取 1.5 節前培養之一白金耳試驗菌株，均勻地懸溶於適量之 1/500 NB，並將接種用菌液依適當方法(如光密度法)推算其生菌數，並調整至 $(6.7 \times 10^5 \sim 2.6 \times 10^6)$ 個/mL⁽³⁾。若須保存可置於冰上(0 °C)，但不可超過 2 h。

2. 樣品製備

2.1 依 CNS 15200-1-4 準備標準試驗板，將標準試驗板裁切為邊長(50 ± 2) mm (厚度 10 mm 以內) 表面平整之正方形塊，作為標準尺寸之試驗板。試驗板材料應依當事人間之協議決定。

2.2 依 CNS 15200-1-5 將送測之奈米光觸媒抗菌塗料均勻塗布於試驗板上以作為試片。塗布方法應依當事人間之協議決定。

2.3 試驗組試片(有奈米光觸媒抗菌塗料加工)共 8 片：2 菌種 × 各 2 片(即 2 重覆) × 2 條件(明條件與暗條件)。

2.4 對照組試片(無奈米光觸媒抗菌之塗料加工)共 8 片：2 菌種 × 各 2 片(即 2 重覆) × 2 條件(明條件與暗條件)。無對照組試片時，可以覆蓋薄膜取代，大小為(50 ± 2) mm 的正方形。

2.5 試片全面以脫脂棉沾酒精(95%以上)輕輕擦拭(2~3)回，並放置使乾燥。如以酒精擦拭會造成試片軟化、表面塗層溶解、成分溶出等，並且判斷此原因會影響到測試結果時，可用無菌水或在不加以清潔的情況下進行測試。若以其他方式進行，須於測試報告說明。

2.6 暗條件試驗的試片須保存於密封及黑暗無光狀態下 48 h 以上，且須在黑暗無光下進行試驗。

3. 試驗操作

3.1 抗菌性測試

(1) 光照射條件

紫外光照射⁽⁵⁾：波長(315~400) nm，待測物之測試表面（覆蓋薄膜上），接收 $20 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的能量。

註⁽⁵⁾：參考 CNS 15380：2010 精密陶瓷—光線照射下光觸媒抗菌加工製品之抗菌性能測定法之第 9.2 節光線照射條件。

(2) 接種對照組試驗（即空白組）

培養皿 4 個（2 重覆 × 2 菌種），分別將覆蓋薄膜（大小為 (50 ± 2) mm 的正方形）放入，接種 0.15 mL 接種用菌液（ $6.7 \times 10^5 \sim 2.6 \times 10^6$ 菌/片），然後在其上面覆蓋薄膜（大小為 (40 ± 2) mm 的正方形）。

(3) 暗條件對照組試驗（2 重覆/株菌）

無奈米光觸媒塗料加工試片 4 片（2 重覆 × 2 菌種，無試片時以覆蓋薄膜代替），分別放於培養皿中，接種 0.15 mL 接種用菌液，然後在其上面覆蓋薄膜，置於 (23 ± 2) °C 環境及黑暗無光中 24 h。

(4) 明條件對照組試驗（2 重覆/株菌）

無奈米光觸媒塗料加工試片 4 片（2 重覆 × 2 菌種，無試片時以覆蓋薄膜代替），分別放於培養皿中，接種 0.15 mL 接種用菌液，然後在其上面覆蓋薄膜，於 (23 ± 2) °C 環境中，依 3.1.1 節規定的光照射條件，連續照射 24 h。

(5) 暗條件試驗組試驗（2 重覆/株菌）

奈米光觸媒抗菌塗料試片 4 片（2 重覆 × 2 菌種），分別放於培養皿中，接種 0.15 mL 接種用菌液，然後在其上面覆蓋薄膜，於 (23 ± 2) °C 環境及黑暗無光中 24 h。

(6) 明條件試驗組試驗（2 重覆/株菌）

奈米光觸媒抗菌塗料試片 4 片（2 重覆 × 2 菌種），分別放於培養皿中，接種 0.15 mL 接種用菌液，然後在其上面覆蓋薄膜，於 (23 ± 2) °C 環境中，依 3.1.1 節規定的光照射條件，連續照射 24 h。

3.2 生菌數的測定

(1) 接種對照組 A（即空白組）

接種後立即（接觸 0 h）用 10 mL SCDLP 培養基充分洗出附著之菌。並依生菌數法以 NA 培養基在 (35 ± 1) °C 下培養(24~48) h，測出洗出之液體 1 mL 中之生菌數（個/mL），並求出 2 個（重複）生菌數的平均值。其 10 倍的值稱之為 A「接種對照組」（即接種後立即洗下之菌數）。而測定生菌數時之稀釋液為滅菌之磷酸緩衝生理食鹽水。

(2) 暗條件對照組 B0

經 24 h 黑暗無光保存後之暗條件對照組（2 片），分別與前項一樣，測出其生菌數，並求出 2 個生菌數的平均值。其 10 倍的值稱之為 B0。

(3) 明條件對照組 B1

經 24 h 照光後之明條件對照組（2 片），分別與前項一樣，測出其生菌數，並求出 2 個生菌數的平均值。其 10 倍的值稱之為 B1。

(4) 暗條件試驗組 $C0$

經 24 h 黑暗無光保存後之暗條件試驗組 (2 片)，分別與前項一樣，測出其生菌數，並求出 2 個生菌數的平均值。其 10 倍的值稱之為 $C0$ 。

(5) 明條件試驗組 $C1$

經 24 h 照光後之明條件試驗組 (2 片)，分別與前項一樣，測出其生菌數，並求出 2 個生菌數的平均值。其 10 倍的值稱之為 $C1$ 。

4. 試驗成立條件

4.1 對於「接種對照組」 A 及「暗條件對照組」 $B0$ 之各 2 個生菌數，依下列公式計算，其計算值在 0.2 以下。

$$\text{「(最高對數值-最低對數值)/對數平均值」} \leq 0.2。$$

4.2 對於「接種對照組」 A 、「暗條件對照組」 $B0$ 及「明條件對照組」 $B1$ 的減少率在 90 % 以下。

$$(A-B0)/A \times 100 \leq 90$$

$$(A-B1)/A \times 100 \leq 90$$

4.3 對於「接種對照組」 A 的 2 個生菌數，其平均值在 $(1.0 \times 10^5 \sim 4.0 \times 10^5)$ 個/試片範圍內。

4.4 對於「暗條件試驗組」 $C0$ 的各 2 個生菌數在 1.0×10^3 個以上。若暗條件試驗組之生菌數小於 1.0×10^3 個，即表示其抗菌能力來自樣品本身，而非由奈米光觸媒所產生之抗菌性。

5. 結果

5.1 抗菌率 R

$$R(\%) = (B1-C1)/B1 \times 100 \text{ (表示到小數第二位)}$$

式中， R =抗菌率 (%)

5.2 光線照射對光觸媒抗菌加工製品的效果 ΔR

$$\Delta R = \log[B1/C1] - \log[B0/C0] \text{ (表示到小數第二位)}$$

式中， ΔR =光線照射對光觸媒抗菌加工製品的效果

附錄 3

奈米光觸媒抗菌塗料耐鹼性及耐洗刷性試驗方法

1. 概要

本試驗規定奈米光觸媒抗菌塗料之塗層耐鹼性及耐洗刷性試驗方法，分別使用飽和石灰水浸泡及洗刷試驗裝置洗刷試片所需週期後，再進行塗層的奈米功能試驗。

2. 裝置及材料

- 2.1 洗刷試驗裝置：由具有行程長度(300 ± 5) mm，以(37 ± 2)週期/min 作往復洗刷試驗機所構成，且應具有記錄洗刷週期數之計數器。
- 2.2 毛刷：依 CNS 4940：2010 第 6.12 節之註⁽⁷⁾規定。

3. 試藥

- 3.1 飽和石灰水。
- 3.2 0.5 %肥皂水：依 CNS 260 所規定之無添加劑（第 1 類）之 0.5 % 溶液。

4. 試片之製作

- 4.1 依 CNS 15200-1-4 準備標準試驗板，將標準試驗板裁切為邊長(50 ± 2) mm（厚度 10 mm 以內）表面平整之正方形塊，作為標準尺寸之試板。試驗板材料應依當事人間之協議決定。
- 4.2 依 CNS 15200-1-5 將送測之奈米光觸媒抗菌塗料，均勻塗布於試驗板上以作為試片。塗布方法應依當事人間之協議決定。
- 4.3 試驗組試片（有光觸媒抗菌塗料加工）共 8 片。
- 4.4 對照組試片（無光觸媒抗菌塗料加工）共 8 片。

5. 操作

- 5.1 試驗環境條件：溫度(23 ± 2) °C 及相對濕度(50 ± 5) %。
- 5.2 依 CNS 10757 之第 22 節規定，將奈米光觸媒抗菌塗料試驗組與對照組試片分別浸泡於飽和石灰水 36 h，取出試片以流水穩靜清洗，甩去水跡後立即及 2 h 後以目視觀察塗層，表面無起皺、龜裂、膨脹、剝落等現象，且於實驗室靜置 48 h，待塗層乾燥後，再分別對試驗組與對照組試片進行耐洗刷性試驗。
- 5.3 將毛刷浸於水中至 12 mm 深度約 30 分鐘，用時先用力揮動以除去水分，然後浸於肥皂水中，待液體充分浸入刷毛內後再使用。
- 5.4 將 8 片試片以雙面膠黏貼於尺寸大約為 430 mm × 80 mm 之平板且與長邊平行之中央位置上，將其安裝於洗刷試驗機之平台。
- 5.5 將經第 5.3 節處理過的毛刷裝設於試驗裝置上，且可寬鬆的與塗膜面接觸(乾燥毛刷總質量約為(450 ± 1) g，若未達 450 g，應施加壓力於毛刷上，使毛刷施加於塗膜面之力約為 4.41 N{450 gf})，往復洗刷期間，經常以肥皂水濕潤塗層面。
- 5.6 啟動洗刷試驗裝置並操作 1000 次後（往復一週期為 1 次），拆下試片，立即以清水沖洗洗淨至無肥皂水殘留。
- 5.7 依附錄 2 測試抗菌性。

6. 判定

經耐鹼性試驗浸泡 36 h 及耐洗刷性試驗往復 1000 次後，經由附錄 2 “奈米光觸媒抗菌塗料抗菌性試驗方法” 測試樣品塗層之抗菌率須符合 90 % 以上，且光線照射對光觸媒抗菌加工製品的效果 ΔR 須 1 以上之判定基準。

