

文物保存材料介紹——泰維克[®]

呂釗君¹

摘要

高密度聚乙烯材料——泰維克[®]是文物保存常用的材料，為了更清楚其特性，本文將介紹泰維克[®]的種類與不同加工方式對材料使用的影響，特別是探討抗靜電劑處理的影響，以釐清文物的安全性。此外亦調查分析文物保存使用的泰維克[®]種類與型號，理解應視使用目的選擇合適的材料，最後並從材料特性介紹使用方式與注意事項。

關鍵詞：泰維克[®]、文物保存用材、高密度聚乙烯

前言

筆者因工作需求，當採購前蒐集文物保存材料資訊時，發現經常做為藏品包覆材的泰維克[®] (Tyvek[®])，在各廠商的規格資料中型號有些許不同，功能亦有出入；有強調經抗靜電處理可有效防塵者，也有主張未經抗靜電處理的純淨材料，即使同一文物保存供應廠商網站販售之同類型型號也會有變動，因此筆者便著手調查各型號間的差異。

何為泰維克[®]？

泰維克[®]是一種由 0.5-10 微米的高密度聚乙烯纖維 (high density polyethylene, 縮寫 HDPE) 經高溫高壓製成的紡黏不織布，1955 年由杜邦™公司研發，並於 1967 年註冊成為商標。泰維克[®]質輕、表

面光滑、防水、防塵、透氣、遮光性佳、抗紫外線，且化學性質穩定、材料耐用、不落屑與防刮、防撕裂效果佳，還可以在表面寫字或印刷，因此用途廣泛，從建築、服裝、生活用品至醫療防護產品都可以使用，自 1980 年代開始應用在文物保存上，迄今約 40 年。

泰維克[®] 種類介紹

泰維克[®]依成型方式分為原廠規格 10 字號開頭的類紙型 (又稱硬質或光滑型) 與 14 字號開頭的類布型 (又稱柔軟型) 兩大類，類布型之下又有 16 字號開頭的微穿孔型。類紙型泰維克[®]為平面紡黏而成，質地較硬挺，適合做為典藏標籤、隔離材等用途，使用時常以光滑面為文物接觸面，如圖 1 與圖 2；類布型屬單點熱壓製成，材料表面有印痕，使材料如布料般

¹ E-mail: chaochunlu@npm.gov.tw



圖 1. 類紙型泰維克[®] 放大 6.7 倍，左圖：光滑面，右圖：粗糙面（左上角為 5 釐米比例尺）。（攝影／呂鈞君）

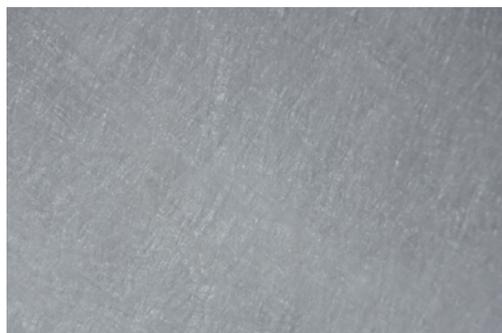


圖 2. 類紙型泰維克[®] 放大 20 倍，左圖：光滑面，右圖：粗糙面。（攝影／呂鈞君）

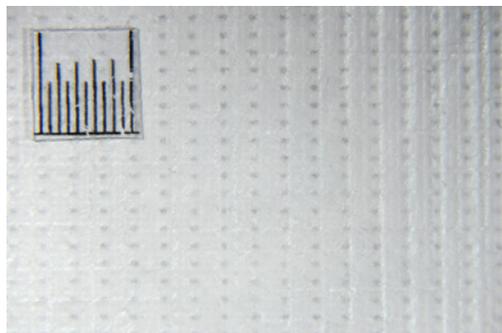
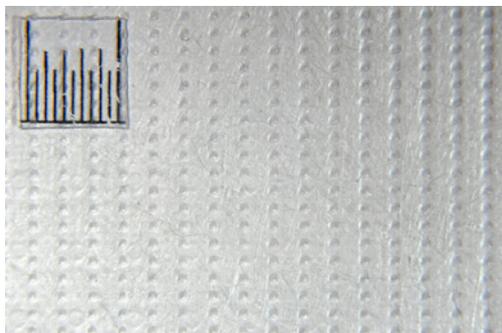


圖 3. 類布型泰維克[®] 放大 6.7 倍，左圖：印痕面，右圖：光滑面（左上角為 5 釐米比例尺）。（攝影／呂鈞君）



圖 4. 類布型泰維克[®] 放大 20 倍，左圖：印痕面，右圖：光滑面。（攝影／呂鈞君）

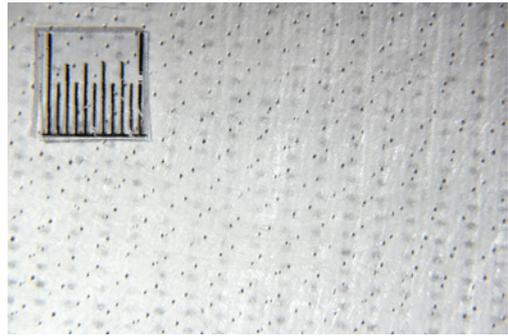
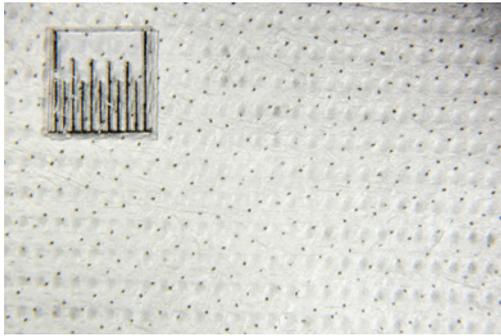


圖 5. 微穿孔型泰維克®放大 6.7 倍，左圖：印痕面，右圖：光滑面（左上角為 5 釐米比例尺）。（攝影／呂釗君）

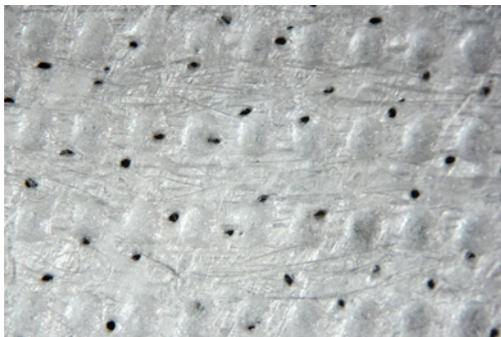


圖 6. 微穿孔型泰維克®放大 20 倍，左圖：印痕面，右圖：光滑面。（攝影／呂釗君）

柔軟，可做為包覆材取代棉胚布，也以光滑面做為文物接觸面，如圖 3 與圖 4；微穿孔型則是在類布型泰維克®上打了許多微小孔洞，保持材料柔軟度的同時，又能增強透氣性，如圖 5 與圖 6。

除了字首編號外，型號末碼的英文字母也有規則（表 1），末碼為 B 的型號如 1059B，酸鹼值中性，為未經電暈與抗靜電處理的醫療級或食品級材質；因此原廠強調這類未經抗靜電處理的產品，必須避開在高粉塵或易爆氣體的環境中使用。

電暈處理 (corona treatment) 是透過微小電流電擊提昇物體表面的附著性，利於附著印刷碳粉、墨水與黏著劑，當有印刷、標示需求時，可選擇經電暈處理過之型號，並以光滑面為列印面。但泰維克®不具吸溼性，因此油墨、塗料、黏著劑等都需要較長的乾燥時間。類紙型型號末碼

表 1. 泰維克® 型號與材料表面處理對照表

末碼編號	表面處理方式
A	抗靜電處理
B	無表面處理
C	電暈處理
D	10 字號（類紙型）用，電暈與抗靜電雙重處理
E	16 字號（微穿孔型）用，抗靜電處理
R	14 字號（類布型）用，電暈與抗靜電雙重處理

※ 所有編碼皆有例外，表列僅為編碼原則，採購前應與供應商確認需求。

資料來源：本研究整理製作

為 D，及類布型型號末碼為 R 者，為經過電暈與抗靜電兩種處理的產品，這類材質適用於印刷製作典藏標示吊牌與無線射頻辨識（Radio-Frequency Identification，簡稱 RFID）的智慧標籤等物件，也可以做為

包覆材避免內側產生靜電吸附文物殘片，外表則可減少灰塵附著。另外，市售泰維克[®]膠帶的載體也屬於末碼為 D 的類紙型泰維克[®]，如 1073D 和 1057D。

由上述文字看來，推測電暈處理後的印刷及書寫性較佳，但筆者以未經電暈處理的 1073B 實測水性原子筆、油性原子筆、螢光筆、鉛筆與檔案級中性簽字筆 (Sakura Pigma Micron 08, archival ink) 5 種，發現前 3 項皆能順利書寫不暈開，鉛筆部分也能用橡皮擦擦拭，檔案級中性簽字筆約需 30 至 45 秒的乾燥時間，可推測就寫字註記部分，應不受有無電暈處理影響。

泰維克[®]也能選用原料內添加紫外線穩定劑的特殊型號，以延長材料在戶外使用之壽命，如 1446B 和 1460C。另外可依使用需求選擇不同加工產品，如經鍍膜或貼膜等金屬化處理 (metalized) 的材料可加強遮光與密封效果，或塗佈阻燃防護層強化火災防護，但這類產品由原廠供料給加工廠再製，以強化特殊功能，並無定式的製造模式與添加物，對於文物保存應用而言，仍應優先使用純淨材料，或經檢測過的安全材料。

文物保存用泰維克[®]

大英博物館調查杜邦[™]原廠生產的泰維克[®]中，配合文物保存用無抗靜電塗層的型號為 Tyvek[®] 14M。加拿大文物保護機構 (Canadian Conservation Institute，簡稱 CCI)² 的資料指出泰維克[®] 不掉屑的特性適合包覆藏品，且光滑的表面不易被文物勾紗，造成纖維殘留於文物表面。類紙型泰維克[®] 適合製作無酸信封袋收納文物或典藏標籤，建議標籤列印前應先印刷樣本，確認墨水是否會滲透到背面進而污染文物，並提到常見的型號有 1443R、1073 或 6060 等 3 型 (Tétreault, 2017: 48, 54)。美國波士頓美術館的 CAMEO 資料庫中，則提到 1025、1443R，與較厚的 1020 和 14M 等共 4 型³。除了上述幾種型號外，PACCIN 還提到 1422A⁴。

筆者調查專賣文物保存用品的商家⁵ 後發現，型錄與官網上的各類泰維克[®] 產品中，類紙型產品就涵括了 10G、1057D、1073D、1082D 等 4 種型號，類布型產品包含了 14M、1422A、1442R、1443R 等 4 種，微穿孔類則包含 1622、1622E、1623E、1623 等 4 種，另外尚有

² 為加拿大官方之文物保存修護研究單位。

³ 泰維克[®]，<http://cameo.mfa.org/wiki/Tyvek> (瀏覽日期：2020/08/19)。Conservation and Art Materials Encyclopedia Online，簡稱 CAMEO，原為波士頓美術館於 1997 年建立之材料資料庫，後續增加合作單位並擴增資料庫內容，內容包含文保與藝術品之術語、材料、技法等資訊。

⁴ 類布型泰維克[®]，<http://www.paccin.org/content.php?100-Tyvek-Soft-Structure>；類紙型泰維克[®]，<http://www.paccin.org/content.php?104-Tyvek-Hard-Structure> (瀏覽日期：2020/08/19)。Preparation, Art Handling, Collections Care Information Network，簡稱 PACCIN，是由美國博物館協會登錄組 (the Registrar's Committee of the American Association of Museums) 中獨立出來的文保組織，該組織提供各類文保材料資訊與文保從業人員的交流。

⁵ 下列 11 間商家於官網上皆有標示販售之泰維克[®] 型號或相關資料：(1) Gaylord Archival[®]，<https://www.gaylord.com/>；(2) TALAS，<https://www.talasonline.com/>；(3) Hollinger Metal Edge，<https://www.hollingermetaledge.com/>；(4) Preservation Equipment Ltd.，<https://www.preservationequipment.com/>；(5) CXD International，<https://www.cxdinternational.com/>；(6) University Products，<https://www.universityproducts.com/>；(7) Archival Survival，<https://archivalsurvival.com.au/>；(8) Arte & Memoria，<https://www.artememoria.com/eng/home.html>；(9) Schmedt GmbH & Co. KG，<https://www.schmedt24.de/en/>；(10) 琮修文創有限公司，<https://www.jccstore.com/>；(11) 捷登有限公司，<http://www.jdarts.com.tw/> 等 (瀏覽日期：2020/11/13)。

供短程包裝運輸用、非保存級 (not archival quality) 的 6060。每個網站介紹的特色不同，有主打純淨無表面處理，也有主打經過抗靜電處理可有效防塵。筆者向臺灣杜邦™公司詢問後，原廠表示⁶ 10G 與 14M 可能是特殊型號，也可能是銷售方自行命名，臺灣進口較多的型號為 1073D 與 1443R，但應用範圍不限於文物保存。

亦有廠商之商品型號變動，但其他商家仍有供應者，如英國 Preservation Equipment 網站表示原販售的型號 1443R，因停產改售 1442R，原 1622E 因停產改售 1623E，但與此同時，其他商家仍持續販售 1443R 與 1622E。再與原廠及臺灣代理

經銷商交叉比對資訊後，確認 1623E 型號歸整成 1622E，但 1443R 與 1442R 皆有販售⁷。推測可能是因新冠病毒疫情影響類布型材料的供應，亦可能為原廠生產行銷考量，造成區域型號的差異。

依據各廠商提供的資訊並加以調查整理後，筆者推測 1025、1073、1622、1623 等後方無字母標記的型號應是省略了部分資訊，使得型號判斷不易；1020 是品質異常品的暫用型號，6060 未於亞洲地區販售⁸。表 2 為整理國內外文物保存用材供應商網站資訊、臺灣代理經銷商，以及文獻資料之材料對照表，資訊不完整者，因不易判斷類別，皆未列入表內，如 1020

表 2. 文物保存用之泰維克® 型號調查表

型號	材料來源 ^a	文獻記載	基重 (g/m ²)	平均厚度 (µm) ^b
10 系列				
10G	(2) (3) (10)	–	74.59	185
1057D	(4) (5) (9) (12)	–	55	160
1073D	(4) (5) (12)	–	75	205
1082D	(5) (12)	–	105	270
14 系列				
14M	(2) (7) (10)	CAMEO、PACCIN	42.5	193
1422A	(6) (11)	PACCIN	41.5	130
1442R	(4) (9)	–	43	145
1443R	(5) (8) (12)	CAMEO、CCI、PACCIN	42.4	135
16 系列				
1622E	(8) (9) (12)	–	41.5	145
1623E	(4)	–	41.5	145
其他				
6060	(1) (11)	CCI	查無資訊	279.4

資料來源：本研究整理製作

※^a 廠商名稱標號如下：(1) Gaylord Archival®；(2) TALAS；(3) Hollinger Metal Edge, Inc.；(4) Preservation Equipment Ltd.；(5) CXD International；(6) University Products；(7) Archival Survival；(8) Arte & Memoria S. L.；(9) Schmedt GmbH & Co. KG；(10) 琮修文創有限公司；(11) 捷登有限公司；(12) 普續企業有限公司。

※^b 平均厚度部分，因受製程影響，成品皆有些微差異。

⁶ 2020 年 4 月 30 日臺灣杜邦™公司廖盈奇先生電子郵件。

⁷ 2020 年 8 月 5 日、9 月 8 日普續企業有限公司楊佳臻小姐電子郵件、12 月 3 日與臺灣杜邦™公司與普續企業有限公司訪談。

⁸ 2020 年 9 月 7 日普續企業有限公司楊佳臻小姐電子郵件。



圖 7. 經強烈拉扯的類布型泰維克[®]，呈現脫絲與變形。(攝影／呂釗君)

等前述型號與部分未標示的泰維克[®]膠帶等產品。10G、14M 與 6060 則是因為文獻與廠商皆有提及與販售，即便資料不完整，且 10G 與 14M 原廠表示無此型號，仍皆列入表內。

使用方法與注意事項

泰維克[®]表面光滑且摩擦力低，使用者在持拿時要注意，避免滑落，且在持拿未經抗靜電處理的產品時要小心靜電與防塵⁹。裁切材料時，泰維克[®]長而連續的纖維不容易斷裂，且拉扯時容易造成變形（圖 7），建議使用鋒利的刀片或剪刀裁切。

泰維克[®]的高遮光性，使其常做為庫房內雕塑或油畫等文物的包覆材使用，減緩光老化的同時亦能有效防塵、防水。但在文物包裝運輸中，僅能做為防水層使用，並不適合做為木箱的氣體隔絕層；若需要隔絕木材與黏著劑所釋放之有害氣體，鋁箔隔離材的效果較佳。

收納時，應以原包裝、PE 塑料布或



圖 8. 彩色雷射列印效果比較（攝影／呂釗君）

泰維克[®]做為外層包覆材，並採直立式存放，不接觸地面，若以平躺存放，可能會造成材料承重處受壓變形。要注意的是，泰維克[®]雖可耐低溫至攝氏零下 73 度，但不耐高溫；當溫度超過攝氏 79 度時具熱塑性，超過攝氏 104 度時開始收縮變形，熔點為攝氏 135 度¹⁰。

筆者詢問代理經銷商後得知泰維克[®]可用於紫外線固化、凹版和網版等印刷方式，長時間的工作溫度應低於攝氏 79 度，瞬間溫度不超過熔點。以製作藏品標籤之類的小規模列印為例，筆者利用工作室現有的雷射印表機 (Epson AcuLaser C1750W) 測試後發現，雷射列印因為需要較高的碳粉固著溫度，連續列印容易造成材料皺縮變形，如相對厚度較薄的 1057D，皺縮翹曲較為明顯，因此若要使用雷射印表機，印刷數頁後須冷卻印表機，應避免連續列印，或使用原廠建議的低溫雷射印表機¹¹。另外，1057D 的顯色效果略遜於 A4 影印紙 (Copy Mate 環保再生影印紙，80gsm)，但明顯優於未經電量與靜電處理的 1073B 與 10G，見圖 8。

關於噴墨印表機，原廠建議使用溶

⁹ Material Safety Data Sheet. https://www.dupont.com.au/content/dam/dupont/amer/us/en/performance-building-solutions/public/documents/en/Tyvek_Homewrap_MSDS.pdf. (瀏覽日期：2020/08/19)

¹⁰ 普續企業有限公司泰維克[®]產品型錄特色介紹。

¹¹ DuPont™ Tyvek[®] Users Manual, p. 14. <https://materialconcepts.com/pdf/dupont-tyvek-users-manual.pdf>. (瀏覽日期：2020/08/19)

劑、油性或蠟質的墨水¹²，且單面墨水乾燥時間約需 24 小時，但原廠建議的機型多屬大型專業機種¹³，對於文物保存工作取得較困難。筆者以工作室的噴墨印表機 (HP Office Jet Pro 9010) 測試，顏料墨水的顯色效果雖好，不下滲，但會磨擦掉色，因此應慎選機型與墨水種類。

雖然泰維克[®]可耐酸鹼且抗紫外線，但長期接觸下仍會使材料強度降低。此外，部分溶劑會造成泰維克[®]膨脹，但在溶劑內無添加物的前提下，溶劑揮發後可恢復正常。然而有些塑化劑、脂肪烴脂 (aliphatic hydrocarbon resins) 會造成永久性的破壞，或造成延遲性破壞反應¹⁴，在使用溶劑後的數日或甚至數月才顯現出傷害。以杜邦[™]原廠在攝氏 21 度環境下進行的測試中，1073D 長期接觸化學溶劑後，如乙醚 (ether)、甲酸 (formic acid)、含鉛汽油 (leaded gasoline)、煤油 (kerosene)、甲醇 (methyl alcohol)、丁酮 (methyl ethyl ketone)、氫氧化銨 (ammonium hydroxide)、氯水 (chlorine water)、過氧化氫 (hydrogen peroxide) 等化學藥劑，皆會降低材料強度¹⁵。因此建議在泰維克[®]的存放與使用上儘量避免使用或接觸溶劑，若有需求者，可參考原廠使用手冊 (DuPont[™] Tyvek[®] Users Manual) 中的化學抗性表，或自行實驗檢測。

類布型的泰維克[®]較軟，但仍可再加工增加柔軟度，如手工搓揉，或透過滾筒洗衣機搓揉拍打，使其更適合接觸細緻、脆弱文物。除了包覆文物外，也可製作典藏或展示用的填充物與內襯 (圖 9)，如俗稱甜甜圈的支撐圈 (圖 10)、緩衝墊 (圖



圖 9. 泰維克[®]可做為泡棉與藏品之間的隔離材，減少泡綿對藏品的摩擦。(攝影／呂鈞君)



圖 10. 泰維克[®]支撐圈，適合支撐圓弧底造型的藏品。(攝影／呂鈞君)

¹² DuPont[™] Tyvek[®] Users Manual, p. 14. (瀏覽日期：2020/08/19)

¹³ DuPont[™] Tyvek[®] Graphics EMEA Printability Guide, p. 5. https://www.dupont.com/content/dam/dupont/amer/us/en/microsites/tyvek-design/images/documents/EN-EMEA-Tyvek_Graphics_Printing_Guide_2020.pdf. (瀏覽日期：2020/11/18)

¹⁴ DuPont[™] Tyvek[®] Users Manual, p. 7. (瀏覽日期：2020/08/19)

¹⁵ DuPont[™] Tyvek[®] Users Manual, p. 33-34. (瀏覽日期：2020/08/19)

11)、衣架(圖 12)等各式道具。製作時,可以手縫、車縫、超音波封邊或黏著劑等方式接合。手縫時,儘量選用細針,避免留下較大針孔影響材料強度。車縫時,因為類布型泰維克[®]較為薄軟,建議先測試上下線張力,且使用較高階的縫紉機,配合材料厚薄調整送布齒的高度,避免送料不順,並配合 14 號車針,將類紙型泰維克[®]針腳設為約 0.5-0.8 公分,類布型泰維克[®]針腳則設為約 0.3-0.4 公分,避免過密的針孔弱化材料強度¹⁶。

黏著劑則以天然水性黏著劑為佳,例如漿糊、糊精、動物膠、酪蛋白等,特別是熱的動物膠最適合用來黏合泰維克[®]與



圖 11. 泰維克[®]緩衝墊,可在文物典藏或檢視時使用。(攝影/呂鈞君)

紙板,水性的合成黏著劑如醋酸乙烯酯聚合物(ethylene/vinyl acetate)與壓克力感壓膠帶也適用¹⁷。若要使用其他類型黏著劑,建議先行試驗,避免膠體中的溶劑影響材料強度。筆者以無酸白膠(Jade 711 PVA)測試乾燥時間,一般影印紙約 5 分鐘即可黏合,但 1057D 至少需 1 小時,很明顯地,不吸水的特性使得泰維克[®]需要較多的乾燥時間。

另外,泰維克[®]雖然防水,但仍具透氣性,若將外覆泰維克[®]的文物存放於高溼的環境,水氣仍會緩慢滲入包覆材內的微環境。因此若遭水患,泰維克[®]雖然可以保護文物,爭取到寶貴的文物搶救時間,但事後仍須儘速擦拭乾淨。

泰維克[®]對文物的安全性探討

泰維克[®]在生產與存放的過程中,容易產生靜電,因此多數產品會增添水溶性的抗靜電劑。但根據 1980 年代的研究指出,這類抗靜電藥劑中殘留的離子鹽類可能會劣化金屬與有機物,因此建議使用前



圖 12. 以泰維克[®]製作的衣架支撐衣服頸肩處,減緩拉力造成的變形,然衣架材質應以不鏽鋼為佳。(攝影/呂鈞君)

¹⁶ 如需要更詳細的車縫說明,可參考 DuPontTM Tyvek[®] Users Manual, pp. 24-25 (瀏覽日期: 2020/08/19)。

¹⁷ DuPontTM Tyvek[®] Users Manual, p. 23. (瀏覽日期: 2020/08/19)

先清洗，或直接選用未經抗靜電處理的泰維克® (Timár-Balázs and Eastop, 2008: 112)。

2010年大英博物館透過奧迪實驗(Oddy test)證實，經抗靜電處理的泰維克®不會對博物館藏品造成影響，且透過X射線螢光光譜儀(XRF)的分析，不論清洗溫度高低或添加清潔劑與否，清洗後皆能有效移除抗靜電塗層，因此建議使用者可以去離子水清洗，或以攝氏30度且不加清潔劑的溫水清洗即可(Penton, S., 2010: 32-34)。

從文獻看來，泰維克®在文物保存的使用上主要隱憂即為靜電塗層，但前述實驗已解除此疑問，因此毋須特別擔心。但仍建議除了使用方式的考量外，儘量選用製造或加工過程較為單純的型號產品，避免因生產製程中材料更動產生新的疑慮。

再利用與回收

使用過的泰維克®可於清洗後重複使用，遇有破損處，也可裁切後另覓用途，邊材或小塊的腳料，可以收集起來做為綁

繩或緩衝墊內的填充物。因為泰維克®成分單一，無法再利用的廢料可以做為塑膠資源物回收重生¹⁸，亦能做為可燃垃圾銷毀。愛惜與善用保存材料，不任意丟棄，才能發揮材料的最大價值。

結語

由於筆者從事文物預防性保存工作，因此本文除介紹泰維克®的產品種類與特性外，使用範例皆以預防性保存的使用為主，對於文物修復的應用上較無著墨。但泰維克®亦經常應用於文物典藏與修復，希望透過本文介紹的材料特性，使用者能更認識此材料，並能有效拓展材料的使用方式。

誌謝

感謝兩位審查者提供寶貴意見，讓文章內容更加完善；另感謝臺灣杜邦™公司與普續企業有限公司的協助，特此致謝。

參考文獻

- Penton, S., 2010. Is Tyvek suitable for conservation use? Investigation of Tyvek® and its suitability for conservation use. *ICON News*, 31: 32-34.
- Tétreault, J., 2017. *CCI Technical Bulletin 32: Products Used in Preventive Conservation*. Ottawa: CCI.
- Timár-Balázs, A. and Eastop, D., 2008. *Chemical Principles of Textile Conservation*. London: Routledge.

作者簡介

呂釗君現任國立故宮博物院助理研究員。

¹⁸ 臺灣代理經銷商普續企業有限公司提供回收服務。

Introduction to a Conservation Material: Tyvek®

Chao-Chun Lu*

Abstract

To provide a better understanding of the high-density polyethylene material, known as Tyvek®, which is widely used in conservation, the various types of Tyvek® and the characteristics of its manufacturing processes are introduced, with special emphasis on the influence of anti-static agents on collections. From the results of investigations on different types and models of Tyvek® for conservation, there is no one best model. Rather, materials should be chosen according to the purpose. Finally, precautions and recommended methods of use are provided, based on the characteristics of this material.

Keywords: Tyvek®, Conservation materials, HDPE

* Assistant Research Fellow, National Palace Museum; E-mail: chaochunlu@npm.gov.tw