

透濕防水性紡織品差異之研究

A study of Water Vapor Permeability with Different Testing Method.

謝秀伶¹、張雅芬¹、陳琬琳¹、林尚明¹、林毓璋²、黃茂全¹

1. 亞東技術學院 材料與纖維系
2. 紡織產業綜合研究所 檢驗中心

Abstract

The study focused on the comparison of Water Vapor Permeability (WVP) for laminated fabric, coated fabric. Utilizing the national standards, CNS12222 L3223 Method A (calcium chloride) and CNS12222 L3223 Method B (potassium acetate) on WVP test, the research showed that selection of testing method influenced on the result WVP.

Key word: Water Vapor Permeability, Laminated Fabric, Coated Fabric

一、摘要

本研究是以貼合布、塗層布二種材料之透濕性質之比較。利用國家標準 CNS12222 L3223 A 法(氯化鈣)及 CNS12222 L3223 B 法(醋酸鉀)進行透濕試。由結果顯示，測試標準的選擇會影響透濕性表現的優劣。

關鍵字：透濕性、防水性

二、前言

近年來由於消費者對於穿著時的各項需求不斷提高，不僅要求具流行性的外觀及手感，同時也因人類生存環境的不同而變化。對於穿著時的舒適性也越來越講究，而影響舒適性的主要原因有吸濕性、吸水性、透氣性、透濕性等。

透濕防水紡織品需具備能將人體因出汗而形成之水蒸氣由內往外散發，使人體不會因悶濕的感覺而感到不舒適，但也必須具有能防止因外部環境所產生的雨水不會滲入衣服的防水性能。

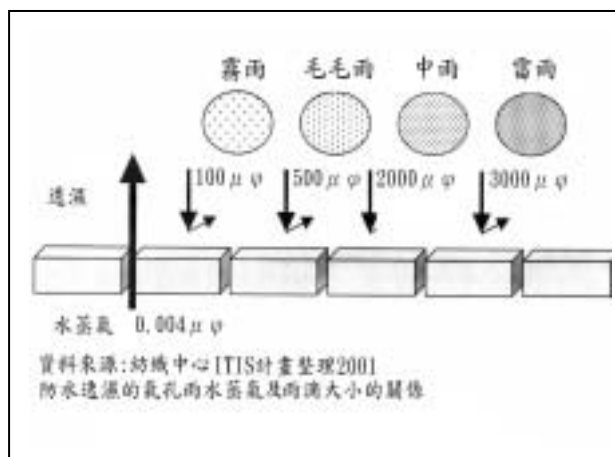
因應此時代潮流趨勢之下，透濕防水織物也朝輕薄型耐候衣物亦即所謂的『可呼吸織物〔Breathable FABRIC〕』的方向發展，其不僅強調防水機能，更直接將『可呼吸』亦即透濕的功能強烈凸顯出來，因為當人體休閒或運動時，身上所產生的熱氣可即時透過織物之透濕機能排出，避免造成悶濕，至於在惡劣天候下如雨天、下雪等，透濕防水織物不僅具撥水性，亦具備某程度的防水性，而成為『全天候型』透濕防水織物。

一般透濕防水織物在材質上大致可分為 PU 親水、PU 微多孔、PTFE 型。加工過程分為塗佈與貼合。同時透濕防水織物之透濕度測試方法也很多，其環境溫濕度設定條件皆不同。在中華民國標準 CNS12222L3223-1988 有兩種透濕度的方法提供測試的選擇。為瞭解此兩種測試方法，進行不同結構的透濕織物測試時，對結果所產生的影響是本篇研究的目的。[1][5]

三、透濕防水性紡織品之原理

3.1 防水性的原理

目前市售的透濕防水產品，大部份是利用微多孔性的樹脂皮膜類。其共通的原理為使樹脂產生微孔(直徑約 0.2-10 μ)，能阻隔外界雨水(直徑約 100-6000 μ)的滲入，並且能讓體內產生的濕氣(直徑約 0.0004 μ)通過微多孔，而達到透濕防水作用。除此之外尚需避免外來的水滴因毛細管現象滲透至布內層，(如圖一)衣服吸水潮濕或衣服的表面於樹脂內部或外部孔壁需疏水化(亦即撥水處理)以確保防水效果。



圖一、透濕防的氣孔與水蒸氣及雨滴大小的關係

微多孔孔徑 0.5~3 μ

3.2 透濕性的原理

3.2.1 微多孔透濕原理

一般認為即使是無孔的皮膜，也具有某種程度的透濕性。但是，因為透濕程度不具使用性，所以在皮膜上設計更多的微多孔，以提高透濕性。又透濕性與通氣性經常被混為一談。所謂通氣性-使皮膜兩側承受某種氣壓差之空氣的通過性。所謂透濕性-使皮膜兩側承受水蒸氣壓差時的水蒸氣的通過性；而薄膜的微細孔洞的數量愈多；孔徑越大、厚度越薄，則透濕性愈大。

3.2.2 無孔質親水性皮膜透濕的原理

無孔質親水性皮膜之透濕，大致可分為三階段。

- a. 吸濕：人體產生的濕氣被親水性皮膜吸收。
- b. 擴散：濕氣由薄膜內層擴散至外層。
- c. 放濕：濕氣由薄膜蒸發至外界環境。[3][4][6]



圖二、無孔質塗佈膜可呼吸之原理

四、研究方法

4.1 實驗材料

由市面上選擇了 18 種透濕防水織物進行 CNS12222

L3223 A 法—氯化鈣乾燥劑法與 CNS12222 L3223 B 法—醋酸鉀法之透濕度測試，織物可依其加工法之不同區分為 9 種貼合與 9 種塗佈共 18 種，以原料區分為 8 種親水型、5 種 PU 微多孔、2 種一般 PU、3 種 PTFE 微多孔。

4.2 實驗方法[2]

4.2.1 CNS12222 L3223 A 法—氯化鈣乾燥劑法

(1) 裝置及材料

- 恆溫、恆濕裝置:能使空氣保持規定的溫、濕度，且能以約 0.5m/sec 風速，是指離風吹出口中心部位約 10cm 的位置測定時，風速在 0.3~0.1m/sec 的範圍內者。
- 化學天平:可稱是試驗體質量至 1mg 者。
- 透濕杯:原則上如圖 3 所示，其材質具水蒸汽不透過性，且於試驗條件下，不會腐蝕，同時透濕面積不發生變化。
- 吸濕劑:依 CNS 1623 [化學試藥(氯化鈣，無水)(乾燥劑用)]之規定。

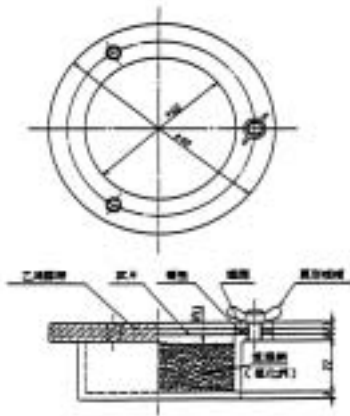
(2) 操作

- 採取 3 枚直徑約 7cm 之圓形試片。
- 先將透濕杯溫熱至約 40℃，然後放入吸濕劑至離該杯上端約 3mm 位置。
- 其次，如圖 3 所示，使試片表面向著吸濕劑，並與透濕杯呈同心圓負載於其上。然後，依序裝上襯墊和環圈，並以翼形螺帽固定。
- 進而，將此裝載體之側緣以乙烯膠帶封閉，作為試驗體。
- 將此試驗體置入具溫度 40±2℃、濕度 90±5%R.H. 循環空氣之恆溫恆濕裝置中。然後，於 1 小時後取出此試驗體並直接稱取其質量 a₁(mg)。
- 然後，再將此試驗體置入此恆溫恆濕裝置中，再經 1 小時後取出此試驗體，並直接稱取其質量 a₂(mg)。

(3) 計算:依下式求透濕度，以三次平均值表示之(至整數位)。

$$P = \frac{10 \times (a_2 - a_1) \times 24}{S}$$

式中，P:透濕度[g/(m²·24h)]
S:透濕面積(cm²)



圖三、透濕杯（乾燥劑法）

4.2.2 CNS12222 L3223 B 法—醋酸鉀法

(1) 裝置及材料

- 恆溫裝置:可以調節至規定的溫度。
- 化學天平:可稱是試驗體質量至 1mg 者。
- 透濕杯:原則上，如圖 3 所示。其材質具水蒸汽不透過性，且於試驗條件下，不會腐蝕，同時透濕面積不發生變化。

d. 試片支持架:內徑約 80mm，高度約 50mm，厚度約 3mm 之合成樹脂製圓筒形框架。

e. 水槽:可以容納恆溫裝置，且具可固定試片支持架裝置之構造體。

f. 測定透濕度用輔助膜:具多微孔質構造，空孔率學 80%，厚度學 25μm 之聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene，簡寫 PTFE)薄膜。

g. 吸溼劑:依 CNS 1874[化學試藥(醋酸鉀)規定]。

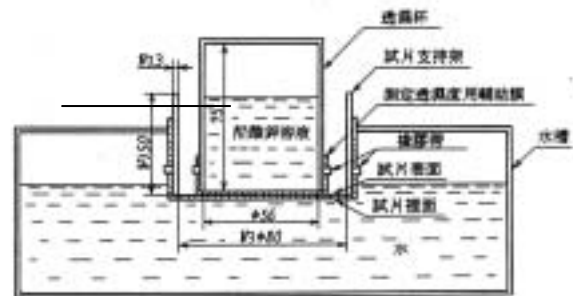
(2) 操作

- 採取 3 枚約 20x20cm 大小之試片。
- 將已倒入溫度約 23℃ 水之水槽放置於恆溫裝置中，且恆溫裝置中以溫度 30±2℃ 之空氣循環之。
- 如圖 4 所示，將試片裡面向著試片支持架外側，並以橡膠帶裝附於此框架上。然後，使此試片支持架固定浮於恆溫裝置中之水槽的水上。
- 其次，於透濕杯中倒入溫度保持在約 23℃ 的醋酸鉀溶液，倒入約 2/3 透濕杯容積量，並將測定透濕度用輔助膜以橡膠帶裝置於其上，作為試驗體。
- 將此試驗體裝附此膜之側朝上，稱量其質量 a₀(mg)。
- 然後，直接將此試驗體倒置放入試片支持架中。
- 經 15 分鐘後取出此試驗體，並反轉之，以測定其質量 a₁(mg)。

(3) 計算:依下式求透濕度，以三次平均值表示之(至整數位)。

$$P = \frac{40 \times (a_1 - a_0) \times 24}{S}$$

式中，P:透濕度[g/(m²·24h)]
S:透濕面積(cm²)

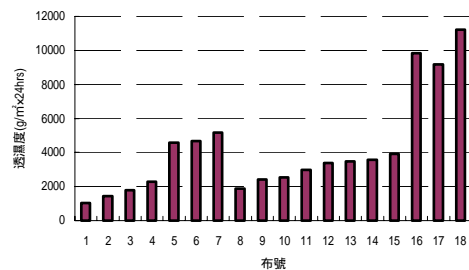


圖四、透濕杯（醋酸鉀法）

五、實驗結果

5.1 乾燥劑 A1 法測試結果

乾燥劑法 A1

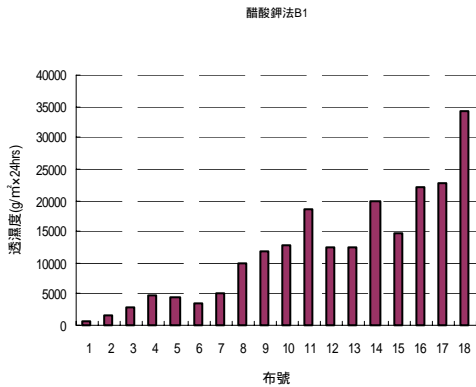


圖五、乾燥劑法 A1 透濕度測試結果

圖五為乾燥劑 A1 透濕度測試結果，由結果可知，目前透濕防水織物使用該測試方法所得到的透濕在 1000~11000 之間。一般 PU 型貼合織物在 1500 以下，而 PU 微多孔織物

分佈範圍約在 2000~5000 之間，PU 親水型約在 2000~4000 之間，PTFE 微多孔型約在 9000~11000 之間，因此，以乾燥劑法 A1 測試結果，PTFE 微多孔最高，其次是 PU 微多孔型，再次之為 PU 親水型，最低為一般 PU 貼合型織物。

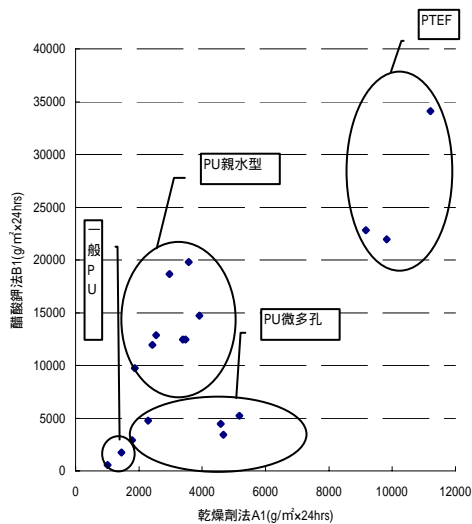
5.2 醋酸鉀 B1 法測試結果



圖六、醋酸鉀法 B1 透濕度測試結果

圖六為醋酸鉀法 B1 透濕度測試結果，由結果可知使用該法測試透濕度的值在 500~30000 之間。一般 PU 型約在 1500 以下，而 PU 微多孔約在 2000~5000 之間，PU 親水型則在 10000~20000 之間，PTFE 微多孔型可達到 20000 以上，因此，以醋酸鉀法 B1 測試，以 PTFE 微多孔最高，其次為 PU 親水型，其次是 PU 微多孔，最低為一般 PU 貼合型織物。

5.3 乾燥劑 A1 法與醋酸鉀 B1 法之分析

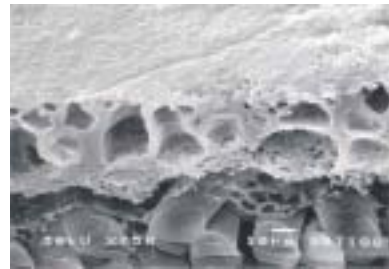


圖七、乾燥劑法 A1 與醋酸鉀法 B1 透濕度相關之分析

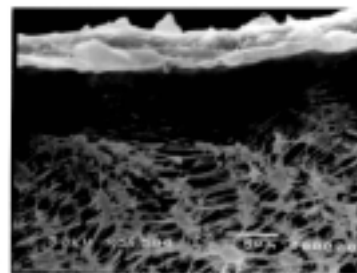
圖七為乾燥劑法 A1 測試的透濕度值為橫軸，以醋酸鉀法 B1 測試的透濕度值為縱軸。可瞭解各種不同種類透濕防水織物，對於各種測試呈現不同的分佈，兩種測試方法測試結果並沒有絕對的關係，也就是一種測試方法得到結果可以預測到另一種測試所得到的結果，端視其透濕防水織物的種類。一般而言，一般 PU 貼合織物和微多孔型織物，測試方法的選擇較不影響測試結果的變化，但親水型選擇乾燥劑法 A1 所得到僅在 4000 以下，但如選擇醋酸鉀法 B1 則可達到

10000 以上。對 PTFE 選擇醋酸鉀法 B1，更可超過 20000 以上。足見透濕防水織物選擇適當的測試方法可將透濕度的性質有效的表現出來。

5.4 孔徑之分析



圖八、PU 塗佈-微多孔



圖九、PTFE-微多孔

圖八與圖九為 PU 微多孔、PTFE 微多孔的電子顯微鏡的圖像。由 PU 微多孔呈現，孔洞大小分佈不均，而且有些孔隙並無連接，形成獨立的空孔。PTFE 微多孔則孔隙較小且廣泛緻密的分佈，因此，可形成連接的孔徑，可使水蒸氣有效地擴散，這使 PU 微多孔透濕度測試值較 PTFE 微多孔透濕度測試值低的緣故。

六、結果與討論

由實驗分析的結果，可知透濕度的差異主要決定於產品的種類，但選擇測試方法也會影響到透濕度的表現。由實驗觀察各種不同的織物在實驗結果的差異，可知微多孔型的織物使用醋酸鉀 B1 法測試，其透濕度的差異較不易明顯表現出來，但以乾燥劑 A1 法，其透濕度的差異較明顯表現出來，而親水型的織物則相反。因此，不同的透濕防水織物應慎選其測試方法，才能將其透濕的特性表現出來。

七、參考文獻

- [1]林新賀， 功能性紡織品專題調查報告，財團法人紡織產業綜合研究所，2001 年 11 月。
- [2]黃進賢， 透濕防水檢測技術，財團法人紡織產業綜合研究所，2002 年 8 月。
- [3]高瑞宏， 吸濕排汗紡織品應用與評估驗證，財團法人紡織產業綜合研究所，2003 年 7 月。
- [4]Phillip W. Gibson, Water Vapor Transport and Gas Flow, Journal of Coated Fabrics, Volume 28, April 1999, pp300~327.
- [5]J. H. Keighley, Breathable Fabrics and Comfort in Clothing, Journal of Coated Fabrics, Volume 15, October 1985, pp89~104.
- [6]G. R. Lomax, The Design of Waterproof, Water Vapour-Permeable Fabrics, Journal of Coated Fabrics, Volume 15, July 1985, pp40~66.