

嘉南藥理科技大學

校內研究計畫 結案報告

嘉南地區休閒遊憩產業戶外木
材製品使用情形之研究



報告人：觀光事業管理系
鐘大歡 助理教授

一、前言

隨著國人休閒遊憩風氣日開，且在注重自然保育的前提下，休閒遊憩產業之戶外設施多避免使用水泥等人工材料，室外的休憩設施多以天然的材料—木材為主。在這些戶外設施有涼亭、小木屋、行人步道、欄杆、木椅…等。雖然木材為最天然的材質，舒適性也最佳。但是在木材本身長期以來給人的天然抗腐性不佳之負面印象。為減少自然資源浪費與環境保護的觀念與不污染環境的前提下，延長木材使用年限，為本研究之目的。本研究針對南部地區之休閒觀光產業所使用之木質戶外設施所使用之材種進行鑑定並對施工方式、木材處理方式及維護情形進行調查。進而提出材種選擇、施工方式、木材處理方式及設施維護之建議與改進意見。期望在較佳材種選擇、施工方式、無污染之木材處理方式與適當的維護下，達到珍惜自然資源與休憩的目的。

二、研究動機與研究問題

隨著行政院觀光局推行“挑戰 2008 年國家發展重點計畫”，觀光局著手各處風景區整建、開發及提升旅遊品質的同時，周休二日、國民旅遊卡的發行、國人所得的增加、以及「一鄉一特色、一鄉一特產」之政策等因素，使國人的旅遊風氣日開。

在生態保育意識逐漸受到重視後，休閒事業多以自然體驗為訴求。對於自然資源的重視也日益提高。因此，在各休閒旅遊景點的開發多以降低生態干擾為原則。即使建材亦常使用和大自然最接近的天然有機材料—木材。在各休閒觀光景點常出現的戶外木材製品為小木屋、涼亭、行人步道、欄杆、護欄、花架、椅子、景觀美化設施…等。木材使用在休閒遊樂區除了具有與自然景點相契合的孕島~、更具有吸脫濕的弁遄 A 能調整濕度與溫度。相對於金屬或水泥製造之椅子，遊客若與之接觸時，不會有冰冷的感覺之特性，為最適合人類居住與使用之天然材料。也因為木材為天然材料，具有吸、脫濕的能力，木材在室外使用時，亦會面臨陽光照射與雨水淋濕與昆蟲侵襲及風化等嚴厲的挑戰。木材含水率在纖維飽合點之下時，會因為脫濕而收縮、亦會因為吸濕而膨脹。木材具有異方性在弦向、徑向及縱向的收縮與膨脹均不同，因此在陽光照射與雨水的侵襲下，木材常因異方性所造成的各方向收縮不同導致木材的開裂。觀察木材的端部時，常可看到由髓心至樹皮方向的放射狀開裂，乃是不同的收縮應力所導致的。開裂的地方大多是木材強度較差的薄壁細胞。木材之木質線為薄壁細胞，生長方向亦是放射狀延伸。木材的薄壁細胞本身就不是強度提供者。因此，木材開裂對木材的使用壽命沒有直接的影響。但是因為開裂所造成的隙縫常是昆蟲與微生物入侵之處。對木材有決定性破壞者昆蟲與白蟻可趁此空隙進入木材。

在觀察休閒遊樂區內所使用之木材製品後，常發現到木製品有開裂、腐朽、蟲蛀等現象。長久以來造成民眾對木材有不耐用、易腐朽之負

面印象。因此，若欲提高木材使用年限，並節省自然資源之浪費，必須找出休閒遊樂區室外木製品之各種破壞因素及找出防範對策。本研究將分為兩大部份。目前休閒遊樂區之室外木材製品使用情形，包括選材、施工方法、木材之處理與維護情形進行調查。第二部份針對所調查之結果進行最佳化之建議，以提供未來相關產品之選材、施工、處理與維護上之建議。減少天然資源的浪費，亦可矯正一般民眾對木材錯誤的印象。

三、研究方法

1. 本計畫採用之研究方法與原因。

方法：

調查對象：嘉南地區(嘉義縣市與台南縣市)之國家風景區、主題樂區、休閒農場、民宿、森林遊樂區及地方政府所建立市容美化之戶外木製遊憩設施。

材種鑑定：對遊樂區所使用之木製品進行材種鑑定。使用 10-20 倍放大鏡與簡易刀片進行鑑定，並拍照進行存查後註明木材之特性。

施工方法：對木材之施工方式進行調查，是否有其它的材質配合，各元件之間結合方式是否有使昆蟲侵入可能，以及有無預留收縮膨脹之空間與水分留滯的情形、木柱是否直接觸潮濕的地面，欄杆是否易排水…等。

處理方式：

調查所使用之木材是否有尺寸安定處理、防腐處理，若有防腐防理之處理藥劑為何種防腐方式，是否會有滲出的情形發生。

維護方式：木材不應在施工後就任其腐朽，若保養得當能使木材使用年限延長。調查是否有定期維護以及維護之方式。

步驟：

(1) 嘉南地區(嘉義縣市與台南縣市)之國家風景區、主題樂區、休閒農場、民宿、森林遊樂區及地方政府所建立市容美化之戶外木製遊憩設施為調查對象。

(2) 針對木材之材種、施工方法、處理方法、維護情形進行調查。

根據各休閒遊憩景點所調查之木材選材情形，提供相關材種之尺寸安定性、耐候性、抗蟲等性質提出建議、並提供更適合之材種建議。在施工的步驟上，針對各景點的木材製品提出施工上的缺失及提出建議。木材是否防腐及防腐後的施工步驟是否正確並提供建言。提供木材保養的方法與建言。

2. 闊葉樹木材的鑑定：

闊葉樹木材之鑑定之依據以肉眼所視及輔以 20 倍放大鏡所視之木材巨視特徵為主。

再與闊葉樹木材資料庫進行巨視特徵與 20 倍橫切面解剖特徵進行比對。

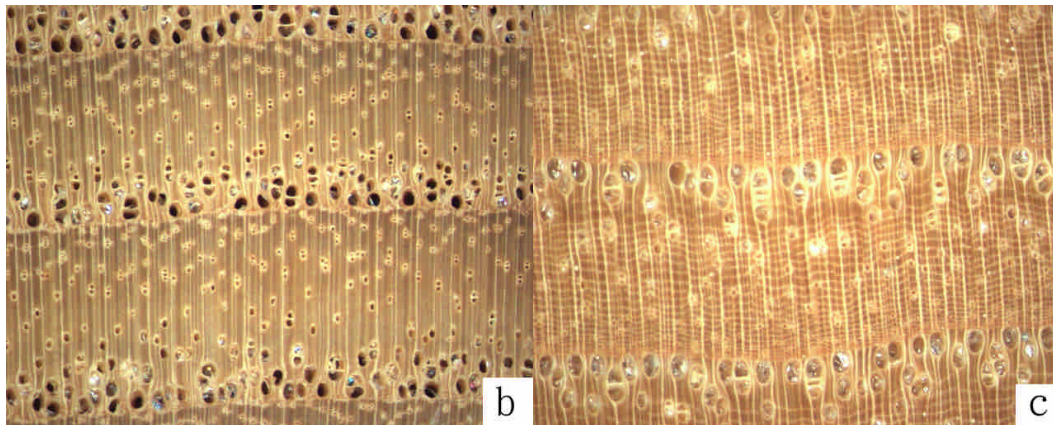


圖 1: 以 20 倍放大鏡拍攝所得待驗材之照片與資料庫照片進行比對

常用木材鑑別特徵分別介紹如下:

Color, whitish, pale yellow, straw

Color, pink or red tints

Color, dark brown, definite brown

Other colors- black, purple, bright yellow, greenish tints etc

Color, streaky

Pores, absent

Diffuse porous

Semi-ring porous

Ring porous

Pores, predominantly solitary

Pores, in multiples up to 4

Pores, in multiples more than 4

Pores, oblique, flares

Pores, alignment in tangential

Pores, in cluster

Tyloses abundant

Deposits present(white, yellow etc)

Pores per sq. mm ≤ 5

Pores per sq. mm 5-20

Pores per sq. mm 20-40

Pores per sq. mm 40-100

Pores per sq. mm >100

Parenchyma, marginal

Parenchyma, diffuse

Parenchyma, diffuse in aggregate

Parenchyma, in regular bands narrower than pores

Parenchyma, in regular bands wider than pores

Parenchyma, in irregular spaced bands

Parenchyma, in vasicentric

Parenchyma, in aliform

Parenchyma, in confluent

Parenchyma, in wavy band

Rays of two distinct widths

Rays as wide or wider than pores

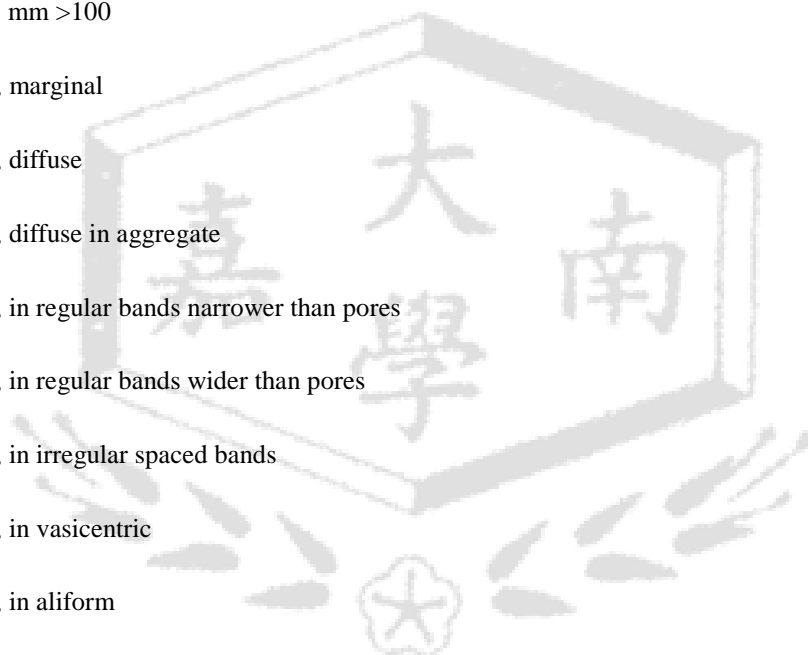
Rays narrower than Pores

Rays, high and conspicuous on radial or tangential surface

Rays with gum canals

Rays per mm <4

Rays per mm 4-12



Rays per mm > 12

Ripple marks

A definite odor

Growth rings distinct (pores scarce in boundary)

Vertical canals present

Distinct oiliness or greasiness

Air-dried sp.gr. < 0.4

Air-dried sp.gr. 0.4-0.6

Air-dried sp.gr. <0.6-0.8

Air-dried sp.gr. 0.8-1.0

Air-dried sp.gr. >1.0

關鍵特徵:木材鑑定時，對某些特定之木材可使用關鍵特徵進行鑑定。使用關鍵特徵可以檢索速度變快，並省研判之時間。如柳桉木可以同心圓弧狀樹脂溝進行鑑定。如圖 2 柳桉木可以使用關鍵特徵做為鑑定之依據。



圖 2. 柳桉木之同心圓弧狀樹脂溝

3. 針葉樹木材的鑑定:

針葉樹木材鑑定除使用 20 倍放大鏡之外，必須輔以顯微鏡進行觀察。再依木材特徵對木材資料庫進行比對。針葉樹木材常用的木材特徵有是否具備樹脂溝、生長輪的轉移是否明顯或急進、木質線和管胞在交叉區(cross fields)交會所呈現的的紋孔(pits)以顯微鏡觀察時紋孔的形狀、管胞(tracheids)是否具有螺旋加厚(spiral thickening)。

四、研究結果

1. 研究地點:雲嘉南國家風景區，阿里山國家風景區、尖山埤水庫遊憩區、烏山頭水庫遊景區、安平港歷史國家風景區

研究對象:以木質之人行步道、木椅、木桌、欄杆、涼亭等

2. 調查項目:

材質是否適當、是否直接與地面接觸，木製品是否有經過防腐處理，橫切面是否容易停滯水份、木質構件之間是容易停滯水份、是否有其它金屬構件與之結合、木材表面是否有塗裝。

(1). 材質是否適當:戶外用木材的使用，在材種的選擇所告成的差異甚大。常在戶外木製品被使用的 SPF(雲杉，松，冷杉)在等級上就有相當大的差異。甚至在木材的樹齡上亦有差異。如果未成熟材與成熟材在使用上就有差異。或是天然林與人工林之間的差異亦相當大。在木材的分級上，有節或斑點的木材，在等級上亦是關鍵。天然林所產的木材因為在自然的環境下產生，所以氣候、營養因子均較為差，所以生長輪(growth rings)較為緻密，相對強度亦較高，抗腐性及抗蟲性質較強;人工林所產之木材 的生長輪較寬(單位公分內的生長輪數較少)。

(2). 是否直接與土壤或地面接觸:戶外木製品之基柱與地面是否直接接觸，攸關於木製品是否容易遭蟲蟻入侵進而影響使用年限。對戶外木製品的侵害因子甚多，其中以昆蟲的侵害最鉅。木材的劣化的因子很多(微生物、昆蟲、物理劣化、天然風化...)，劣化的機制亦相當複雜。在昆蟲的侵害中，以白蟻影響最大。白蟻屬節肢動物門，昆蟲綱，等翅目的昆蟲，學名 *coptotermes formosanus*，以木材的纖維素(cellulose)為食物，再利用腸內的原生動物，協助消化。原生動物將纖維素水解，使白蟻能吸取分解物為養分。在春夏之際，於下雨之後天氣悶熱的傍晚成群飛出。並在交配後找到合適之地形成新的蟻群。白蟻喜食木質部份，往往對木材造成危害。木柱與地面接觸之處即為白蟻入侵木材必經之途。若木柱直接插入土壤內時，由於木柱上半部的含水率(MC:Moisture content)維持在

平衡含水率(EMC:equilibrium moisture content)，台灣的平衡含水率約為 15.4%，然而基部插入土中的木材含水率可以超過 100%甚至和生材(green wood)相似。在這種極潮濕的環境下，基部的木材形成了白蟻最佳覓食的環境。因此木製品的基柱是否與土壤或地面直接接觸為木材劣化的重要因子。

(3). 木製品是否有經過防腐處理

木材為有機物質，主要成份為 C, H, O 所組成的纖維素、半纖維素(semicellulose)、木質素(lignin);副成份為油脂(alipaatc acid esters)、樹脂(resins)、松精油(terpenes)、單寧(tanins)、色素(pigment)及部份的含氮化合物。其中以纖維素的含量最高，而白蟻喜食纖維素。為延長木製品的使用年限，部份戶外木製品使用了木材防腐劑。常見的木材防腐劑為 CCA 與 ACQ，鉻化砷酸銅 CCA(chromated copper arsenate)普遍使用的水溶性木材防腐藥劑，其成分中之銅與砷離子具有優異的耐腐朽與抗白蟻性能佳且鉻可與木材成分組成反應以固著藥劑，減少了木材處理後之藥劑流失性(李鴻麟等, 2005)。因此木材經鉻化砷酸銅處理後可使處理材在大部分的環境下免於腐朽菌與昆蟲的危害;銅烷基銨化合物 ACQ(ammoniacal copper quats)是一種新型的水溶性藥劑，由於沒有含有 CCA 中的具有致癌及污染環境的鉻與砷，故常被稱為環保防腐劑。無論 CCA 與 ACQ 均含有銅離子，微量的銅元素是真菌類酵素活化生長所必需，然而高濃度的銅元素對於真菌類的細胞代謝卻具有極大的毒性，真菌類的生長會因高濃度的銅元素存在而受到抑制，因此以含銅成分之防腐藥劑處理木材，可以有效地抑制真菌類的生長，達到延長木材使用年限的目的(Garraway and Evans 1984, Jellison *et al.* 1997)。不論 CCA 或 ACQ 均是無機鹽類，即使以高壓注入的施工方式處理，當雨水澆淋時，藥劑不免隨雨水沖淋而流入土壤進入地下水，造成污染。

(4). 橫切面是否容易停滯水份:

木製品在與地面平行的平面如果是木材的橫切面，若沒有適當處理亦是木材劣化的主要管道之一。在木材的橫切面(cross section)上，木材的主要輸導組織都與之垂直，亦即導管(vessels)的橫切面和曝露在外的平面是相同的。所以木材在這個平面上水分的散失最快，吸濕或吸水亦最快。若是下雨之後，水份沒有順利排開積在木材之橫切面上時，加上陽光的曝曬後，當木材的含水率到達纖維飽合點(F. S. P:Fiber Saturation Point)之前吸濕後木材會產生膨潤的(swelling)現象。陽光照射之後，表面的水份散失後又收縮(shrinkage)。

加上木材本身的異方性(anisotropy)亦即木材在弦向與徑向的收縮率不同，木材會在細胞壁最薄之處即薄壁細胞破裂。木材在橫切面上最常見的薄壁細胞為從髓心(pitch)至樹皮(bark)呈放射狀的木質線(ray)。所以在木材的橫切面上常見以放射狀呈現的開裂。為避免以上情形發生必須注意排水效能或者以金屬或其它材質之製品罩住以防蓄積水份。橫切面上蓄積水份再加上陽光是會加速木材的風化(weathering)。所謂風化仍指未塗裝(painting)的木材，經風雨洗打後，表面顏色變深色且表面的質地會變軟，木材的紋理明顯(春材部份劣化不見僅存秋材部份)，再經風雨的機械磨損木材的組織脫落稱之。當表面形成開裂時，木材會順著縱向持續開裂。形成蟲蟻入侵最佳路徑。

(5). 木質構件之間是容易停滯水份：

原理如同上者，唯不同之處在於積水處不同。橫切面泛指木柱的橫切面，此項目所指乃是木製品的結構構件之交接處。當交接處形成凹處時，在雨水的澆淋之下，仍會蓄積水份。造成木材的開裂與形成蟲蟻入侵的入口。

(6). 是否有其它金屬構件與之結合：

戶外木製品常在結構結合處加上金屬構件，可加強木材之強度。但如果金屬構件未塗裝常會加速其損毀速度。

(7). 木材表面是否有塗裝：

戶外木製品的表面常以塗裝方式來隔絕木材與空氣的接觸，更能填充其導管與其它的輸導組織減緩水份流失或吸濕的速度，進而降低異方性所造成的應力，減少木材開裂的機會。

五、結果與討論：

表 1：調查結果

	項目 1	項目 2	項目 3	項目 4	項目 5	項目 6	項目 7
阿里山國家風景區	2	2	4	4	0	4	4
雲嘉南國家風景區	3	8	8	1	2	1	8
安平港歷史國家公園	5	5	5	5	2	5	5
烏山頭水庫	2	2	2	2	1	1	2
尖山碑水庫	1	2	0	0	0	1	1
嘉義農場	1	3	2	0	2	2	1

表 1 說明：

項目 1: 材質是否適當。數字代表合適之材種木製品數量。

項目 2: 是否直接與地面接觸。數字代表具有直接與地面接觸接觸木製品數量。

項目 3: 木製品是否有經過防腐處理。數字代表具有經防腐處理的木製品數量。

項目 4: 橫切面是否容易停滯水份。數字代表具有橫切面容易滯留水份的木製品數量。

項目 5: 木質構件之間是容易停滯水份。數字代表具有木質構件間容易滯留水份的木製品數量。

項目 6: 是否有其它金屬構件與之結合。數字代表具有與其它材質接合的木製品數量。

項目 7: 木材表面是否有塗裝。數字代表具有塗裝的木製品數量。

涼亭與人行步道以南方松與 S. P. F. 居多且多有注入防腐劑。在木材板面上常可看到國外木材公司的商標及等級。防腐劑應是在國外已經注入。戶外的坐椅及部份的告示牌使用闊葉樹木材(Hardwoods)，闊葉樹木材以巴西檀木(IPE, *Tabebuia ipe*, Bignoniaceae. 又名 Lapacho)及柳桉木(LAUAN, *Shorea spp.*, Dipterocarpaceae)為主。這兩類木材的硬度、強度及抗蟲抗候性均佳。所以應用在戶外木製品上能勝任。但此次所調查之戶外木製品中之針葉樹木材(Soft woods)均為人工林之木材，甚至有國內之杉木未成熟材。針葉樹木材在先天上較闊葉樹木材質地較軟，強度較差。使用了人工林所產之木材亦較天然林差些。使用未成熟材不宜使用在結構用材，僅能使用在看板之用途上。

建議：

戶外木製器如果結構體有強度與抗蟻性的考量，可考慮選擇比重較高之闊葉樹木材或生長輪較密之針葉樹木材；若僅有美觀的為求可考慮針葉木的人工林，甚至未成熟材。

1. 木柱不宜直接與地面接觸：如圖 3 所示木柱處在高度潮濕的環境，不僅易遭蟲蟻入侵，更可因木材的異方性導致木材的開裂。正確的施工方式應如圖 4 所示，在地面上以水泥柱為基礎，不僅阻絕蟲蟻的入侵更免於潮濕。
2. 木製品是否有經過防腐處理：使用防腐劑防蟲效果很好，但是以環境保護的角度出發，不宜使用防腐劑。若是使用合適的材種、正確的施工方式可以減少木材的損耗，增加木材使用的年限。因防腐劑含有綠色的二價銅離子。所以防腐處理材非常容易辨別，如圖 3。若是使用油性的防腐劑(如煤焦油)木材會呈現黑色在木材表面並有煤焦油產生如圖 5。防腐劑的使用最重要的目的是延長木材的使用年限。但是即使施以水溶性藥劑防腐處理，效果仍是有限。因為水溶性藥劑注入木材後，在雨水的沖淋之後，已注入木材內的藥劑仍會被沖淋出。被沖淋出的化學藥劑隨雨水進入地下水。不僅污染了河川亦污染了土壤。亦有對生態甚至對人體有威脅之虞。在沒有使用防腐藥劑的狀況下，
3. 橫切面是否容易停滯水份：在木柱或木製品的橫切面上加金屬製的蓋子，或在加工時削成尖形，使雨水不易滯留。或直接塗裝亦可減緩木材劣化之速度。圖 6、圖 7 與圖 8 分別為加蓋與未加蓋之木柱與國外風景區木柱有加蓋之處理。
4. 木結構體的接合處，常因施工精度或設計所造成易蓄積水份的現象，可使用木粉和白膠混合之填充物填其縫隙，以減緩木材劣化之速度。
5. 戶外木製品應使用塗裝之方法來保護。若考慮美觀問題可以使用透明漆進行保護，保養週期應為半年或一年進行重新粉刷。

六、參考文獻

1. 王瀛生 (1994) 中國大陸產商用木材鑑別特徵之研究。台灣林業試驗所:359-378。
2. 王瀛生(1997) 南洋產重要商木材 彩色圖鑑(一)。台灣省林業試驗所 台北。
3. 王瀛生(2003) 南洋產重要商木材 彩色圖鑑(二)。行政院農業委員會林業試驗所 台北。
4. 加納孟(1977) 世界の有用木材 300 種。日本木材加工技術協會 日本。
5. 吳順昭, 蔡嘉祥 (1976) 南洋材構造及鑑定之研究。國立台灣大學森林系。
6. 呂福原、蔡崑堉、莊純合、張義雄 (1998) 台灣商用木材圖鑑 國立嘉義大學。
7. 鐘大歡(1999) 電腦輔助木材鑑別模式-以 50 種闊葉樹木材為例。中興大學碩士論文。
8. 鐘大歡(2003) 鑑別闊葉樹材專家系統建立之研究。中興大學博士論文。
9. Côté, H. A., W. A. Côté and A. C. Day (1981) Wood Structure and Identification. Syracuse university press.
10. Hoadley, R. B. (1990) Identifying Wood (Accurate results with simple tools). The Taunton Press, Connecticut.
11. IAWA Committee. (1981) Standard list of characters suitable for computerized hardwood identification. IAWA Bulletin n. s., Vol. 2(2-3) 99-110.
12. IAWA Committee. (1989) IAWA Committee IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin n. s., Vol. 10(3) 219-332.
13. Ilic, J. (1990) The CSIRO macro key for hardwood identification. Crawford House Press Australia.
14. Ilic, J. (1991) CSIRO Atlas of Hardwoods. Crawford House Press Australia.



圖 3. 木柱直接與地面接觸，產生局部滯水的現象。



圖 2. 木柱在基礎部份不與土壤直接接觸，改以水泥阻絕。



圖 5. 使用煤焦油處理過的枕木適可直接與地面接觸。

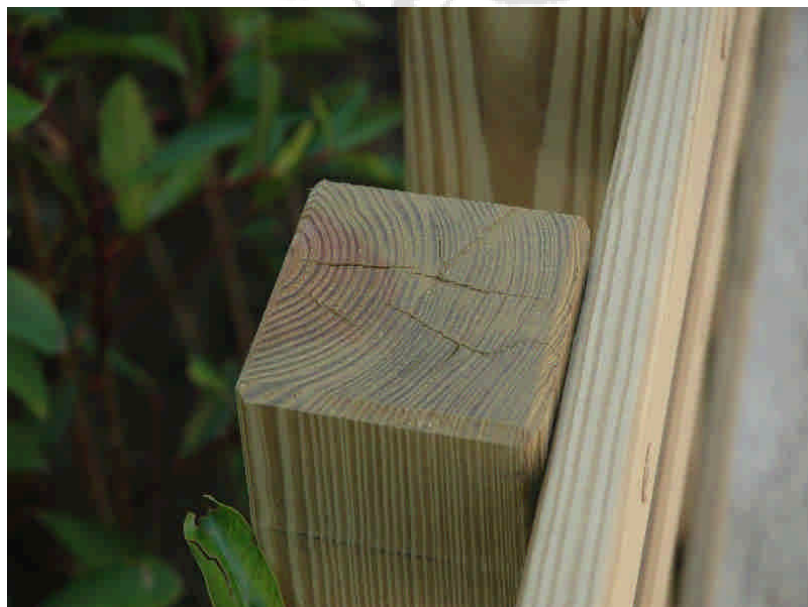
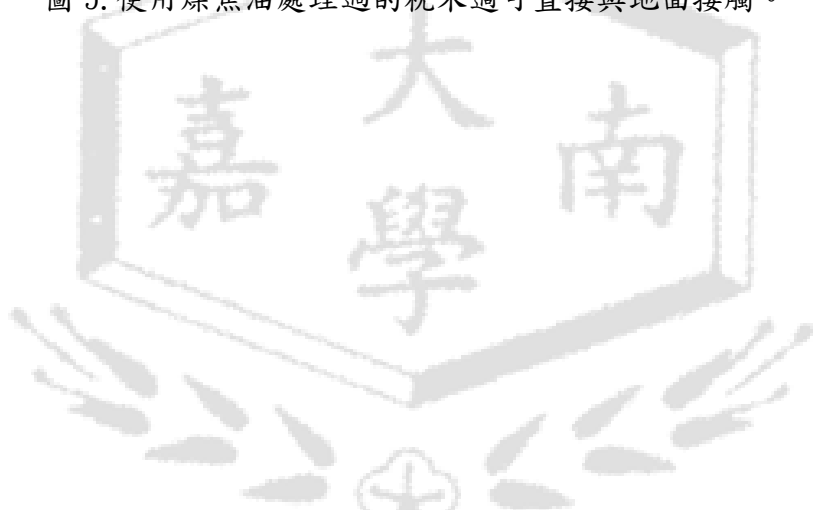


圖 6 木柱之橫切面未加蓋，橫切面呈現開裂的情形。



圖 7. 木柱在橫切面加蓋之情形。



圖 8. 國外風景區(日本立山)木柱在橫切面加蓋之情形。