

論述

垂榕之地表氣生根於不同鋪面之生長趨勢 及其對硬體之破壞

章錦瑜¹ 林怡凡²

Review

Growing Trend and Hardscape Damage by Ground Aerial Roots of *Ficus benjamina*

Chi-Yu Chang¹ Yi-Fan Lin²

一、前言：

易形成地表氣生根群之行道樹垂榕，在全台各地造成破壞硬體之問題層出不窮，造成台灣綠化的災難（章錦瑜，2007）。地表氣生根簡稱地表根，乃於樹幹基部形成（Fisher, 1982），會發生地表根之樹木，常會隨樹齡增加，其地表根群愈發成型、擴張並壯大；不僅盤踞植穴內，甚至鑽入鋪面間之縫隙，或鑽入水溝等管線內。地表根且會隨時間逐漸增加其量體，並沿伸其長度。因此若種植在都市狹窄之人行道植穴中，勢必造成毀損，對其鄰近之硬體具相當強悍之破壞力（章錦瑜，2008）。如鄰近之路面、人行道、廣場之硬鋪面、PU跑道、植穴、植槽或水溝等，造成鋪面隆起、翹高、鼓突、或產生裂縫、毀損等。若鄰近建築物，可能造成門窗變型、破壞屋基，而危及建築物結構，威脅居住安全（章錦瑜，2000）。且樹木之胸徑與對鋪面之破壞程度多呈顯著之

正相關，當樹幹越粗時其破壞率越高；根害問題將與日劇增（章錦瑜，1999；章錦瑜、邵偉榕，2002；章錦瑜、黃曉菊，2009）。因此具地表根之樹木垂榕，隨時間其地面根系形成之規模，以及所造成之根害狀況已確知（章錦瑜，2008）。另一方面垂榕發達的地表根，栽植於人行道植穴內則易形成環根，非幅射直出而是隨植穴形狀轉彎。隨栽植時間越久、越容易形成更多的環根，環根之長度、寬度、高度與量體均隨時間遞增。最主要影響垂榕形成環根的因素也是窄小的植穴，幅射向外伸展的根接近植穴週邊硬體時，根系受阻無法直行，只好環繞著植穴內緣而形成了環根（章錦瑜，2009）。

桑科榕屬樹木的地表根群之生長特性頗類似，以垂榕為地表根群之代表樹種，於台中市進行實地調查，探討栽植於不同類型之人行道鋪面、植穴（簡稱植穴）、植栽槽（簡稱植

1.東海大學景觀學系副教授

Associate Professor, Department of Landscape Architecture, Tunghai University.

2.東海大學景觀學系研究所碩士

Graduate student, Department of Landscape Architecture, Tunghai University.

槽)、或植栽帶(簡稱植帶),以及植穴內是否有植栽等,進行地表根群生長狀況調查,用以探討垂榕之地表根於不同鋪面之生長趨勢及其對硬體之破壞,藉實際調查垂榕之地表根群的生長習性,以及根害問題,期望能研擬解決對策,做為其他幹基易發生地表根群之樹木,為降低根害之栽植方式與植栽設計之參考。

二、調查方法

以台中市的行道樹垂榕為調查對象,共計調查 1,780 株,胸徑範圍 10-60cm,另有 2 株垂榕胸徑高達 68cm 及 84cm。鋪面材質包括植草磚、洗石子、連鎖磚、水泥、抿石子、柏油與地磚等 7 種,植栽穴邊框以及路緣石全為水泥材質,鋪面形式則有單一材質及多種材質相互搭配,植栽穴形狀有正方形、長方形與圓形,另有長方形植栽槽與植栽帶,調查基本資料見表 1。

(一) 調查地點

調查範圍以台中市為主,地點包括:台中市的崇德路一至三段、永春南路、忠太東西路、豐功路、明德路(明德女中前)、太原路二、三段、南京東路一段、忠明南路、三民路一段、貴和路口、中清路、市政北二路、大連路一段、河北路二段、旅順路二段、仁和路,文山七、八街,大容東、西街,南京東路一、二、三段,松竹路與大弘六街。

(二) 調查時間

調查時間自 2006 年 3 月 28 日至 2009 年 4 月 30 日,每月 1 次至調查基地勘查,並進行拍照與記錄。

(三) 調查方法

針對每株垂榕採拍照方式,拍照時分別從矩形植穴的四個邊方向拍攝,角度除垂直向下拍攝外,儘量包括各種不同角度、不同方向進行拍攝,以捕捉地表根之各種狀況。另外記錄地表根之生長狀況,以及地表根對硬體之破壞。

表 1. 垂榕地表根調查基本資料

類別	鋪面材質	街 道	株數	平均胸徑(cm)	邊框	尺 寸 (cm)
植穴	水泥	崇德路一至三段	320	26	有	80×80、100×300
		永春南路	80	37		100×150
		忠太東路(1-104 號)、西路(1-120 號)	28	45		75×90
		豐功路	32	46		100×100
		明德路(明德女中前)	20	30		圓形,直徑 60
		太原路二段、三段(1-74 號)	236	31	無	100×150
		南京東路一段 300-353 號	57	22		90×140
		忠明南路	2	68		0 (無植穴)
		三民路一段、貴和路口	8	30		100×150
		中清路(環中路至文心路間)	163	20		100×150
植栽帶	水泥	文山八街	44	28	無	100×150
		大容東、西街	158	49	無	160×240、120×150
		大容東、西街				130×150
		市政北二路	37	46	有	100×150
		文山七街	24	28	無	110×150
		大連路一段、河北路二段、旅順路二段(皆鄰近崇德國中)	27	37	無	100×150
		仁和路	36	27	有	100×110、無植穴
		中清路(環中路至文心路間)	163	21	有	90×90
		南京東路一段 259-272 號	60	13	有	寬: 180
		南京東路二段 1-62 號、一段 352-389 號	132	25	有	寬: 220
植槽	水泥	南京東路三段 96-178 號	121	28	有	寬: 220
		松竹路 1-63 號	17	21	有	寬: 200
		大弘六街	15	30	有	195×80、高 30

三、結果與討論

(一) 植草磚

台中市大連路一段、河北路二段與旅順路二段，鄰近崇德國中路段之鋪面為植草磚與洗石子，留出方形植栽穴，植穴四周之其中二面鄰植草磚（呈帶狀），一面為路緣石，另一面為洗石子鋪面，植穴不具邊框。此鋪面型式於調查期間未曾進行任何更換或修繕工程。垂榕於植穴內之地表根明顯朝向植草磚鋪面延伸，且朝此方向生長的根系發育得較粗大、延伸也較長。地表根由植穴延伸至植草磚鋪面，多依循帶狀植草磚之長軸方向呈直線伸長，部分根系末端直接鑽入連鎖磚縫隙、並向下入地生長（圖 1）。可能因植草磚具較大孔洞、透水性較佳，且洞內植物（如草叢）又生長不佳，再加上伸長的根系喜歡鑽入鑽出，伸入地裡再冒出。雖然目前垂榕的根尚未對植草磚本身結構造成破壞，但若鑽入植草磚孔洞中的根系未修剪掉，未來隨時間日漸加粗後，可能崩壞植草磚本體。但有些在植草磚下方生長的根群粗壯膨大，已翹起植草磚達 10cm 以上（圖 2），弄得植草磚凹凸不平，嚴重妨礙路人行走。根



圖 1. 地表根鑽入連鎖磚縫隙向下入地生長



圖 2. 根翹起植草磚超過 10cm

也會伸入植草磚與洗石子鋪面之縫隙，隨時間根越伸越長、且越來越粗，已推擠植草磚與洗石子鋪面，造成路面裂縫、並高低不平。整體預鑄的水泥路緣石對根系生長頗具阻擋力，很難被根系破壞，卻會鑽入植草磚與路緣石之接縫，根系隨時間已變得相當粗大，甚至將路緣石推出造成移位。另外，地表根沿植穴邊緣，因硬體阻擋無法正常直向伸長而形成環根；以及隨時間遞增，地表根會粗化且升高而形成板根。

(二) 連鎖磚

台中市人行道鋪面為連鎖磚的道路包括：大容東、西街，市政北二路，以及文山七、八街。於調查期間市政北二路與文山七、八街的鋪面硬體會更換過。

1. 大容東、西街

大容東、西街部份路段的植穴四周除鄰接路緣石外，其他乃水泥與連鎖磚鋪面，於此先探討連鎖磚鋪面。因植穴不具邊框，植穴邊之連鎖磚對根系生長的阻擋性較小，於是地表根伸長超出植穴後，直接於連鎖磚表面繼續伸長，尤其喜歡沿著縫隙生長，至 2007 年調查時，發現少數地表根於縫隙內直線延伸長度甚至超過 3m，頗為驚人。地表根會沿著水泥與連鎖磚，以及水泥與路緣石之間的縫隙生長外，還會隨連鎖磚縫隙改變方向而另行產生分支，如垂直轉向至其它方向延長，因連鎖磚為長方形，因此根系也多以直線或轉 90° 方向再直行，連鎖磚排列緊密，根系就順著連鎖磚表

面之縫隙呈現樹枝狀分佈，見圖 3。地表根於連鎖磚鋪面上見縫就鑽，有時還會鑽入地下暫時消失不見，但不遠處又可能再自縫隙冒出於鋪面之上，這類根系走法可能造成連鎖磚鋪面凹陷或高突，見圖 4。若伸入水泥與連鎖磚以及路緣石間的縫隙內生長，將縫隙撐大或推擠而導致鋪面抬升，只是連鎖磚單元本身較不易遭破壞。根系於連鎖磚鋪面呈樹枝狀盤踞分佈，隨意地於鋪面單元間之縫隙中鑽入鑽出的，根系不僅於鋪面的上面盤踞，亦緊貼於鋪面下方分佈，人行道鋪面上四處不規則地散佈著垂榕之地表根，因此行走時需特別注意，每一步履都需仔細看清楚，否則行人很容易被浮突於鋪面上的根系絆倒。根系走向多依循連鎖磚間縫隙生長，待未來根粗壯後，勢必會將縫隙撐大而造成破壞，因此維護管理單位應及早將伸長至植穴外的根清除乾淨，可減少對行人之威脅。隨時間遞增，植穴內地表根的佈滿比



圖 3. 地表根常沿縫隙生長並轉彎而產生分支



圖 4. 根系造成連鎖磚鋪面高突

例也愈高，地表根且會隨時間變粗高後會形成板根，並於植穴周邊形成環根。

2. 市政北二路

市政北二路之鋪面為連鎖磚，植穴雖具邊框，但因邊框的高度與鋪面相同，垂榕之地表根長到植穴邊緣，因邊框不具阻隔性，地表根就直接延伸至植穴外，沿著鋪面連鎖磚單元之縫隙彎曲貼生、並會鑽入鑽出，根系於連鎖磚鋪面呈樹枝狀盤踞分佈，見圖 5，因人行道鋪面四處不規則地散佈著垂榕之地表根，行走時需特別注意，小心被根絆倒。



圖 5. 地表根延伸至植穴外沿縫隙走

3. 文山七街與八街

文山八街之鋪面為水泥與連鎖磚搭配之形式，植穴邊緣鄰近水泥與連鎖磚鋪面，因水泥質地較為堅硬密實，根系不易入侵破壞，根多朝向孔隙較多之連鎖磚發展，尤其偏好連鎖磚的縫隙。文山七街的垂榕胸徑較小，因此地表根徑也較細小，因為缺少植栽穴邊框的阻隔，根系自植栽穴邊緣直接鑽入連鎖磚的縫隙，貼縫直行或轉彎，見圖 6。地表根於植穴四周盤踞或鑽入鋪面下方，但隨著時間根徑逐漸粗壯後，可能將鋪面隆起造成破壞。



圖 6. 文山七街之垂榕根沿著連鎖磚縫隙伸展

(三) 洗石子

大容東、西街部份路段鋪面為水泥、連鎖磚與洗石子（健康步道），植穴邊框為一排連鎖磚，無法阻擋根伸出植穴，地表根因而由植穴生長至洗石子鋪面上。洗石子是在水泥未乾時以噴鎗水洗露出石子的工法，其表面細石子間的縫隙是凹陷的。洗石子表面因石粒而凹凸不平，根系沿著石粒間之凹陷處生長，又因洗石子縫隙較寬大，根系在縫隙中常以近直線方向伸長，但也會於洗石子鋪面如蜘蛛網般分佈，見圖 7。隨時間根徑越來越粗，且分佈範圍也越來越廣，因根群突出於鋪面之上，實在不良於行。但要清除石粒間之根群，就會破壞洗石子鋪面，因此垂榕不適合配置洗石子鋪面。



圖 7. 根群於洗石子鋪面石粒間凹陷處亂竄

(四) 抵石子

台中市大連路一段、河北路二段與旅順路

二段（皆鄰近崇德國中）為植草磚與抵石子鋪面，植穴四周之二面鄰接帶狀植草磚，一面為路緣石，另一面為抵石子鋪面，方形植穴不具邊框。抵石子不用水洗噴除灰漿，而是以濕布抵擦碎石表面的灰漿，其表面細石子間的縫隙是較平整的，因此地表根多沿抵石子鋪面之植穴內邊緣生長（圖 8），少見根群生長至抵石子鋪面上，可能因植穴內土壤高度較鋪面低，植穴本身為一硬體，對根群生長具阻擋力（Bruce and Armstrong, 1998）。只有少數地表根沿著抵石子接縫方向生長並分歧成樹枝狀，隨時間根變粗壯後，可能對抵石子鋪面造成破壞。但因為此人行道為植草磚與抵石子鋪面，地表根寧願選擇走向透水、透氣性較佳的植草磚，而少見生長於抵石鋪面。



圖 8. 垂榕地表根多沿植穴內緣生長

(五) 柏油

台中市垂榕植穴四周為柏油鋪面以仁和路鄰近東峰國中為代表調查道路。柏油鋪面透水性差，此道路的植穴多不具邊框、且相當窄小，因此植穴內早已佈滿根系，植穴若有邊框也已崩裂。展佈於柏油鋪面上的地表根群，常呈樹枝狀分佈，見圖 9。2006 年 3 月調查時，樹根尚未對柏油鋪面造成破壞，乃因當時柏油新鋪不久，質地具韌性的柏油，地表根似乎無縫隙可鑽，但當 2009 年 5 月再至現地調查時，柏油鋪面已遭根群破壞，造成裂紋、浮突、柏油鋪面且有缺塊。



圖 9. 地表根於柏油鋪面呈樹枝狀分佈

(六) 地磚

台中市中清路（環中路至文心路間）有部份路段為地磚鋪面或所謂之紅磚人行道，植穴不具邊框，因植穴過於狹小（ $90 \times 90 \text{cm}^2$ ），地磚透水性又差，且質地堅硬，限制根系生長，雖讓地表根無縫隙可鑽，卻迫使地表根伸長至植穴外，於地磚表面盤踞，突高的根造成路人行走阻礙。但本路段人行道位於人來人往的住家與商家前方，民眾或商家可能會自行將根系截斷，免走路不小心跌倒。位於鋪面下方的根系粗壯後亦會崩壞鋪面。植穴周邊因鋪面下方根系日漸粗壯，造成嚴重隆起破裂與毀損之情形，破損不堪的鋪面造成路人行走之阻礙，見圖 10，但 2009 年 4 月再調查時，鋪面已全面更換。

(七) 水泥

調查台中市 11 條街道，其中 9 條街道之人行道均為水泥鋪面，分別為崇德路一至三段、永春南路、忠太東路（1-104 號）、忠太西路（1-120 號）、豐功路、明德路（明德女中前）、忠明南路、五權南路-近高等法院、太原



圖 10. 鋪面下方之垂榕粗壯根群造成植穴周邊地磚毀損

路一段；另外大容東、西街之鋪面為水泥、連鎖磚或洗石子搭配之形式，行道樹垂榕於水泥鋪面之生長方式多樣化，調查時已造成各種破壞，根系生長趨勢依不同道路說明如下：

1. 大容東、西街

大容東、西街部份路段之鋪面為水泥與連鎖磚或洗石子搭配之形式，植穴不具邊框，植穴邊緣鄰近水泥與連鎖磚鋪面，因水泥質地較為堅硬密實，根系不易入侵破壞，根群只得平鋪於水泥鋪面上，另外根系亦多朝向孔隙較多之連鎖磚以及洗石子發展，這類鋪面多縫隙是地表根的最愛（圖 11）。地表根也喜歡伸入水泥與連鎖磚以及路緣石間的縫隙內生長，將縫隙撐大或推擠而導致鋪面抬升。生長至連鎖磚鋪面的氣生根則見縫就鑽，常鑽入地下之後消失不見，不遠處又鑽上鋪面，少數地表根長度



圖 11. 大容東、西街的垂榕地表根盤踞鋪面

已達 3m；幹徑（代表樹齡）較大者，植穴內佈滿地表根；植穴四周鑽入鋪面下方的根系，隨時間逐漸粗壯，可能隆起鋪面造成破壞。

2. 永春南路

永春南路為水泥鋪面，垂榕 2006 年調查之平均胸徑為 37cm，植穴雖具邊框，但多已遭破壞，地表根已延伸至植穴外之水泥鋪面上，甚至鑽入排水溝，並在水溝內蔓生，量體日增後會阻礙排水（圖 12）。地表根會沿著水泥鋪面與路緣石間的縫隙間直線伸展，甚至已長達 1m，有些植穴內已被根群充滿且形成高突的板根。



圖 12. 垂榕根系鑽入排水溝

3. 明德路—明德女中前

台中市明德路（明德女中前）鋪面材質為水泥，植穴四周由水泥圓柱豎立圍繞成邊框，地表根圍繞著圓形植穴邊框形成明顯環根，見圖 13。地表根生長於水泥鋪面表面，也會沿著



圖 13. 地表根圍繞圓形植穴邊框形成環根

鋪面接縫延長，造成水泥鋪面之裂縫。

4. 崇德路

台中市崇德路之鋪面材質為水泥，路面因垂榕地表根已造成明顯裂縫。老垂榕的地表根經十多年的生長，已形成壯觀的量體，完全充塞於矩形植穴內，形成一圈又一圈的環根，見圖 14。地表根會向外延伸至植穴外，尤其喜歡鑽入水泥鋪面與路緣石間的縫隙內直行。有些路段整修後造成原本根系卡在路緣石位置，而形成特殊景象，未來根還會繼續膨脹，勢必會推擠路緣石造成移位狀況。



圖 14. 根群於矩形植穴內形成環根

5. 五權南路-近高等法院

台中市五權南路近高等法院前栽植垂榕為行道樹，因根之破壞力道強勁，近幾年已陸續移植部份，並改植其他行道樹，2009 年時仍殘留少數垂榕。地表根喜歡沿著水泥鋪面與路緣石間縫隙內直行，見圖 15。有些植穴內之根系溢出植穴包覆路緣石，且鋪面下的淺根已造成多處水泥鋪面破裂。

6. 豐功路

台中市豐功路栽植垂榕為行道樹，共栽植 32 株，平均胸徑為 46cm，植穴面積 $100 \times 100 \text{cm}^2$ ，為水泥鋪面。2006 年 3 月現地調查時，垂榕不知何故被修剪得不甚美觀。垂

榕地表根直接從窄小植穴蔓生至車道，見圖 16。亦於植穴內沿植穴邊框形成環根，並直接鑽入水泥鋪面與路緣石間縫隙內。



圖 15. 地表根鑽入水泥鋪面與路緣石間縫隙



圖 16. 垂榕地表根直接從窄小植穴蔓生至車道

7. 忠太東西路

台中市忠太東路（1-104 號）以及西路（1-120 號）為水泥鋪面，栽植 28 株垂榕為行道樹，平均胸徑為 45cm，植穴面積為 $75 \times 90 \text{cm}^2$ 。2006 年 3 月現地調查時，垂榕被修剪得頗醜陋，垂榕的地表根在淺層水泥鋪面下肥粗後，將水泥鋪面弄得破碎不堪，見圖 17。根推擠水泥鋪面造成破裂，破裂鋪面與突出於鋪面上的根群導致行走困難。

8. 忠明南路

台中市忠明南路栽植垂榕為行道樹，胸徑平均值為 68cm，似乎無明確的植穴，為水泥

鋪面。2006 年 3 月現地調查時，垂榕不知何故被修剪得不甚美觀。垂榕地表根盤踞於水泥鋪面，見圖 18。於植穴內直接鑽入水泥鋪面與路緣石間縫隙內，垂榕地表根直接從窄小植穴蔓生至四周，已不見植穴。



圖 17. 根將水泥鋪面弄得破碎不堪



圖 18. 地表根盤踞於水泥鋪面

(八) 草地

1. 南京東路近太原車站

台中市南京東路太原車站附近的垂榕，種植在連續之植栽帶內，植栽帶寬度 220cm，植栽帶地面植草。有一區草地較稀疏、土壤裸露，垂榕之地表根明顯於土面上蔓生，碰到植帶緣石之硬體時，會轉彎順著緣石方向走。但在另一區植帶內的草坪地被生長得非常好，且全面鋪佈，植帶內未見垂榕之地表根，圖 19。此路段垂榕完全沒有對鄰近硬體造成任何破壞，一方面表示寬度 2m 的植栽帶可減輕垂榕

地表根對鄰近硬體的毀損，另一方面則顯示生長良好的地被植物，可導引根系向土壤下層發展，因而可降低根害。此調查結果符合許多相關研究，論及地被植物覆蓋地表，可保溫、保濕，有利於根系向下生長（Wagar and Baker, 1983; Hamilton, 1984b; Wagar and Franklin, 1994），會降低對鋪面之破壞。



圖 19. 植栽帶地被滿覆，地表根未見

2. 大弘六街

台中市大弘六街於 2006 年調查時，共栽植了 15 株垂榕，平均胸徑為 30cm，當時栽植於面積 $195 \times 80 \text{cm}^2$ 、高 30cm 的植槽內，地表並無任何地被植物，地表根盤踞於裸露土壤表面，根群已經造成植槽破裂。2009 年植槽已更新，面積雖然沒有改變，但高度增加 45cm，不僅植槽內之土壤量增加，且草坪地被植物生長良好，除了垂榕地表根幾乎看不到以外，整體景觀也美麗許多，見圖 20。垂榕較之前生長更好，因此應盡量給予行道樹更大的生長空間，例如植穴或植槽儘可能地加大，且於地表種植生長良好的地被植物，將有助於地表根發達樹木降低其根害。

(九) 植栽

1. 仁和路

台中市仁和路鄰接國光國小之人行道的行道樹是垂榕，由社區住戶成立國光社區綠色隧道，主角就是垂榕，此處之人行道相當寬敞，

垂榕平均幹徑高達 62cm，生長良好且樹冠開展，形成所謂的綠色隧道，每株垂榕以空心磚圍成一大矩形植槽，內部種植各類植物，見圖 21。每株垂榕的樹幹上也附生許多蘭花，型塑此以垂榕為主體的綠色社區特色，綠樹成蔭、植栽富層次且多樣化，白天社區居民喜歡逗留此處，並設置桌椅方便住戶休憩聊天，凝聚社區向心力。此做法不僅改善垂榕地表根對硬體



圖 20. 大弘六街之植槽更新，垂榕生長頗佳



圖 21. 垂榕植槽內種植多樣性植栽

的破壞，不再因垂榕根害而令人厭惡，反倒成為社區營造的重要依據，非常值得借鏡。

2. 忠太東路

台中市忠太東路的行道樹為垂榕，不同街廓其植穴內的地被植物也有所不同，但因著滿佈地被植物，不僅垂榕生長佳，鋪面也未見根害現象。於 2009 年調查時，垂榕的植穴為 $200 \times 150 \text{cm}^2$ ，不僅面積足夠，植穴內還種滿了朱蕉等地被植物，見圖 22。植穴四周的鋪面雖有水泥修補痕跡，卻未見新的根害，植穴空間加大，再加上地被植物確實可降低根害，此做法頗值得參考。



圖 22. 植穴滿佈地被植物，垂榕生長頗佳

3. 市政北二路

台中市的市政北二路潮洋環保公園外的人行道，為連鎖磚鋪面，於 $100 \times 150 \text{cm}^2$ 的植穴內栽植垂榕，於 2006 年調查時，垂榕地表根從植穴內蔓延至連鎖磚鋪面，沿縫直走或轉彎，鋪面上根群到處亂竄，不僅不良於行，連鎖磚鋪面也被根群弄得高低不平。於 2009 年調查時景象已完全改觀，植穴內全部種滿了許多不同的常綠灌木，包括黃金葉金露花、宮粉仙丹以及紫葉闊葉等，大大改善垂榕之根害，市民也樂於此人行道散步運動，見圖 23。

4. 崇德路

台中市崇德路的人行道，2006 年部份路段

為紅磚鋪面， $100 \times 300 \text{cm}^2$ 的植穴內栽植 1 株垂榕，地表根於植穴內亂竄。於 2009 年調查時，鋪面更換為水泥鋪面，植穴內種滿了鵝掌藤之常綠蔓灌，景觀改善不少也暫緩根害，見圖 24。



圖 23. 潮洋環保公園外的人行道垂榕植穴內灌木生長良好



圖 24. 植穴內植栽不僅改善景觀也減緩根害

四、結論與建議

(一) 地表根生長特性

1. 喜歡鑽入縫隙

垂榕之地表根喜歡鑽縫的特性隨處可見，不論是鋪面與路緣石間之縫隙，不同鋪面轉換間的接縫，或鋪面本身之縫隙，除於縫隙處直行外，還會在鋪面縫隙間轉彎。其中以連鎖磚與植草磚鋪面本身之縫隙是首要選擇，其中特別喜愛植草磚，因孔洞很大、又直通地下土壤，地表根就發揮見縫就鑽的特性，邊鑽邊增加其長度，根末端還可能鑽入地下而隱沒，卻又自行從孔洞冒出，就這般下地上天到處亂竄。但若全為水泥鋪面，唯一的縫隙就是鋪面與路緣石間之縫隙，根鑽入的案例相當多。

植穴四周可能有邊框，卻對地表根毫無阻擋作用，根直接從植穴內伸長至穴外之鋪面，地表根到處亂竄，隨時間粗壯後就破壞穴框，造成邊框碎裂。若樹木栽植於植槽，根可能鑽入植槽縫隙，隨時間根群膨大，植槽就於較脆弱處崩裂。鑽入道路與路緣石縫隙的根，粗肥後會將縫隙撐大。因此根系伸入縫隙，隨時間根系不僅延伸加長、且生長得越來越粗大後就會撐大縫隙，將路緣石推擠向外。根若鑽入鋪面下方，會導致鋪面崩裂、毀損或抬升，弄得地面凹凸不平，或根高突於鋪面上成為絆腳之物。

另外生長至健康步道或抵石子鋪面上之地表根，因為此類型鋪面之表面是凹凸不平的，細小根系沿著石頭間凹陷處多方向生長並分歧，根系分佈不規則，但待根粗大高突後，會擠壓石頭而造成破壞，且根穿梭於石縫間難以清除，清除根群時也容易破壞鋪面。

2. 根系呈樹枝狀盤踞

隨時間根變粗且高突後，植穴邊框並無攔阻根竄出植穴的阻擋作用。根直接生長至植穴外的鋪面上，呈樹枝狀盤踞分佈，或直線橫越步道鋪面上，造成步行的安全問題，導致路人容易絆跌。

3. 易形成環根

樹木尚小時，其地表根於植穴內盤踞，隨時間當根生長至植穴邊緣時，若植穴本身硬體、尤其是穴緣高度較植穴內之土壤高出較多時；或植穴具邊框，且一體成型、硬實度高，並具有相當高度，也可能阻擋地表根向植穴外延伸，在這種狀況時，卻又會形成環根。乃因根系不易越過植穴周緣或邊框時，就只好延著植穴內緣走，自然就會於植穴內、沿著植穴周邊形成環根。環根於生長初期並不會對植物本身造成任何影響，但隨著樹齡其胸徑與環根均逐日增粗加大，當環根貼緊莖幹時，就會壓迫樹木，影響植物內部水份與養份的運輸流通，嚴重者會導致樹木提早死亡。因此維護管理者當發現環根形成時，應儘速切除，但垂榕太容易形成環根，切除環根工作將不勝其煩。

因此若想避免環根形成，最好將垂榕栽植於自然大草坪上，離樹幹至少 5 公尺範圍內均無任何硬體或大石頭等障礙；若要做行道樹栽植於人行道植穴內，則植穴務必儘量加大，可延遲形成環根的時間。另一方面若植穴內填土低於植穴外鋪面高度，地表根無法跨越至植穴外，只好繞著植穴內緣伸展就會形成環根；因此植穴內的土壤最好高填，超過植穴外的鋪面高度，垂榕的地表根系就會伸展至植穴外、而貼生於鋪面上，但這狀況卻會帶給過路人的行走危機，因根系高突於鋪面上容易絆跌路人，需要維護管理單位定期將植穴外的盤踞根系修剪清除，以降低行路被絆倒的威脅。

另外建議台中市進行全面行道樹垂榕環根現象之調查，對現有已形成環根之垂榕儘速處理，例如適當修剪環根來減緩未來持續之危害。硬體對根系而言乃為障礙物，易導致環根形成，須藉由植栽設計以及後續之維護管理工作來避免環根之形成與危害（章錦瑜，2009）。

(二) 改善建議

筆者調查垂榕地表根對不同鋪面的影響，鋪面類型共調查 8 種，包括：水泥、連鎖磚、柏油、植草磚、抵石子、地磚、洗石子與健康

步道，除單一材質外亦或多種材質相互搭配，調查幾乎已囊括台灣常見之鋪面種類。但實地調查結果，卻發現所有硬鋪面若鄰近莖幹距離未達 1m 以上，沒有任何一種鋪面是適合地表根發達之樹木，莖幹離硬鋪面太近時，地表根都會造成各類型的狀況，或破壞鋪面或影響行路，因此不是改變鋪面種類就可以解決，必須搭配其他方面改善。

至於植穴四周是否該設計高突的硬體邊框，雖然高突的硬體邊框確實可有效地阻隔地表根鑽出至植穴外；若再配合植穴內填土高度低於鋪面高度至少 10cm 時，更具阻隔根外竄之效力，根只要不鑽出至四周鋪面上，較不致影響用路人行走。只是須考慮地表根會在植穴內盤踞並形成環根，長期影響樹木的生長。因此多方實地調查並綜合分析結果後，提出以下較具體且具實質改善之建議：

1. 植穴或植槽儘量大、下方不固封

行道樹種植的位置與鋪面毀損程度相關性高，種植位置愈接近硬體（如路緣石或鋪面）時，對硬體之毀損愈大（Sommer and Cecchetti, 1992）。因此需栽植行道樹的人行道應儘量加寬，因為面積較為廣大的植栽穴，因為可容納土壤量以及根生長的空間較多，亦可涵養更多水源，莖幹離硬鋪面之距離亦較遠，確實可降低硬體毀損。台灣各處常見都市的人行道寬度達 5m，植穴仍只設計 1×1m²，留下 4m 寬的硬鋪面，卻沒見幾個行人在走，5m 寬度的人行道設計植穴至少可加寬至 1.5~2m，就能讓行道樹生長好很多。另外植穴或植槽下方不以水泥固封，讓它透水、透根，並可引導根向下紮根、而不向上破壞，根群亦可利用地下水，有助於植物生長良好。

2. 植栽帶優於植穴

調查發現垂榕種植於長形之連續植栽帶內，較之同樣寬度之植槽或植穴，周邊硬體遭破壞之發生率為低，植帶使根有更多生長空間，因此沒必要設計成植穴之處，最好設計成植帶，當根群生長有更多空間時，對硬體造成

破壞也較少。

3. 植穴或植槽之地面最好種植地被植物

調查時發現只要植穴或植帶內長滿地被植物，不論只是草坪或灌木，周邊的硬體如鋪面等較少被破壞，亦少見地表根生長至植栽穴外。此結果符合許多相關研究，論及地被植物覆蓋地表，可保溫、保濕，有利於根系之向下生長（Wagar and Baker, 1983; Hamilton, 1984; Wagar and Franklin, 1994），對鋪面之破壞會明顯降低。除栽植活的植物外，亦可利用樹皮等地表覆蓋，且需覆滿整個植穴，導引地表根系儘量向地下發展，而不致於土面盤踞造成危害。

五、參考文獻

- 章錦瑜，1999，台中市行道樹之根系對鋪面與路緣石破壞程度之調查，東海學報 40(6)：49~55。
- 章錦瑜，2000，植物根群及其對構造物之破壞，科學農業 48(11, 12)：314~321。
- 章錦瑜、邵偉榕，2002，台北市人行道上行道樹對硬體毀損之研究，東海學報 43(6)：105~114。
- 章錦瑜，2007，漫談台灣的綠化災難，科學月刊 449：370~373。
- 章錦瑜，2008，探討樹木之地表氣生根對硬體造成的根害，林業研究季刊，30(2)：65~73。
- 章錦瑜、黃曉菊，2009，高雄市行道樹及其胸徑與人行道根害關係之研究，環境與生態學報，2(1)：65~83。
- 章錦瑜，2009，台中市垂榕環根形成規模與影響因素之研究，造園景觀學報，15(2)：1~17。
- Bruce, C.N., and A. Armstrong. (1998) Development of prunus root systems in a city: pavement damage and root architecture. *Arbor. J.* 22: 259-270.
- Fisher, J. B., (1982). A survey of buttresses and

- aerial roots of tropical trees for presence of reaction wood. *Biotropica*, 14(1), 56~61.
- Hamilton, W.D. (1984). Sidewalk/Curb-breaking tree roots. 2. Management to minimise existing pavement problems by tree roots. *Arbor. J.* 8:223-233.
- Sommer, R. and C.L. Cecchetti. (1992). Street tree location and sidewalk management preference of urban householders. *J. Arboric.* 18(4):188-191.
- Wagar, J.A. and A.L. Franklin. (1994). Sidewalk effects on soil moisture and temperature. *J. Arboric.* 20:237-238.
- Wagar, J.A. and P.A. Baker. (1983). Tree root damage to sidewalks and curbs. *J. Arboric.* 9(7):177-181.

