

公寓住宅雨水利用垂直管線之 簡易型污染阻絕設計之探討

摘要

- 台灣建築型態以RC構造為主體，且多採用平屋頂模式，型式上有利於水塔等附加設施的設計，並滿足避難平台的建築法規定；對於雨水收集利用過程，減少了屋頂筒板瓦層層阻斷污染物的特性，僅於洩水口提供洩水頭之大目型阻絕，而使進入雨水貯桶之污染物增加，無法有效推廣利用；確實，掉落的樹葉、蟲鳥羽毛等污染，經時間過程腐化，隨雨水收集管而下，將增加貯存筒集雨利用之污染

- 一般簡易的貯雨設施並不增加經費及設施空間使用多層次過濾或垂直濾淨統於短時貯存利用之設施上，因此，及時阻絕污染、具有便利性且不增加繁複設施及經費的設計條件下，若能於垂直管線以簡易的方式設計阻絕過濾設施，當有助於集雨潔淨度。研究內容探討集雨管線過濾過程中可利用之建材、設計過濾之網目採用標準及傾斜角設計對垂直集雨過程過濾之優勢，最終利用設計圖說建立可行內容，研究結果顯示，對集雨利用可能性污染減低，相對將可更有效提升利用度及未來推廣性，藉以雨水利用減少自來水之耗損。

研究緣起

- 台灣因地理特性，分布不均的降雨、崎嶇地形河川短且水流湍急、大量泥沙挾帶等，均造成台灣缺水因素；都市人口密集，用水需求大，若以雨水蓄集利用，當可減低季節用水困境。台灣建築型態以RC構造為主體，且多採用平屋頂式興建；型式上有利於水塔等附加設施的設計，並滿足避難平台的建築法規定；設計雖有優點卻也相對於斜頂設計具有較不利排水的缺點，因此，一般平屋頂利用洩水坡度設計排水，對於雨水收集利用過程，減少了屋頂筒板瓦層層阻斷污染物的特性，僅於洩水口提供洩水頭之大目型阻絕，然而，掉落的樹葉、蟲鳥羽毛等污染，經時間過程腐化，隨雨水收集管而下，將增加貯存筒集雨利用之污染，因此，阻絕污染當成為相關設施之研究重點。

目的

- 屋頂收集的雨水便利性無可厚非，但雨水經降雨過程到達地面後含有很多微生物和其他污染物，雨水收集若用於飲用，需要經過大量的潔淨處理，因此，雨水收集利用於不接觸人體的利用上，當可以利用簡易清淨處理後利用；然因屋頂為開放空間，有許多污染物經由雨水之流經暴露空間過程，攜帶與溶解污染物是無法必免的，污染源包括灰塵、落葉及動物排泄物為特徵的細菌等，而初期降雨所帶入的收集面污染物或泥砂，是最大的問題所在。為了取得雨水利用，除需須經常保持屋頂的清裡外，於垂直引流管線中考慮降低集雨過程的污染，將可增加未來集雨利用接受度。

集雨污染與防治

- 雨水自斜屋頂等集水區域流下由天溝截流，順流而下的樹葉、蟲鳥羽毛等污染雜質盡量不要進入集雨管線中，屋頂收集的雨水中含有很多微生物和其他污染物，屋頂收集雨水是相當便利的但因屋頂為開放空間會有許多污染物，雨水洗淨大地，攜帶與溶解污染物是無法必免的，由於屋頂一直為曝露的空間，一定會有污染源如灰塵、落葉及動物
- 排泄物為特徵的細菌等等，屋頂污染來源包括天然的污染源及人為的污染源，天然污染源一般係指暴雨逕流沖刷屋頂、街道、坡地、溝渠等所帶下的污泥或有機質及樹葉、蟲鳥羽毛等污染；葉片掉落腐化歷程顏色偏灰黃，慢慢有腐臭味，而且摸起來滑滑的，有黏性。初期降雨所帶入的收集面污染物或泥砂，是最大的問題所在。為了獲得雨水，久不能嫌麻煩，必須經常保持屋頂的清潔，方可收集更多雨水，雨水的收集可以緩和乾旱的狀態，雨水成了可替代水源，以減少地下水的消耗，其實，如果把收集的雨量有效地處理和加以利用，比處理輕污染的生活污水更經濟、簡便易行。

集雨污染與防治

- 簡易的雨水收集之污染防治，第一道防線可於天溝上放置網片等攔截樹葉垃圾，做為大型污染物的隔絕，第二道防線若於排水管上防阻設施可過濾為集於第一道防線設施阻絕之物品，雨水自斜屋頂等集水區域流下由天溝截流，順流而下的樹葉、蟲鳥羽毛等污染雜質盡量不要進入集雨設施中，經時間過程腐化，隨雨水收集管而下污染水質。研究探討可利用於垂直管線設施中之阻攔汙物流入收集桶的設計，因強調容易被利用之特性，且被設計於垂直收集管線中，利用空間有限，探討要項包括：

垂直管線阻絕污染之用材探討

- 垂直管線阻絕污染之用材各類材料之特性及優劣，依照常被廣泛利用於設計之施工材料，探討比較並擬定研究可行之利用。
垂直管線阻絕污染的材料因利用於垂直管線的中段，可以金屬類或塑膠類使用，另外常用之海棉類也可作為阻絕汙染用材，
以下表一分析材料優缺點。

1. 利用何種材料可避免流入之污物腐蝕，經過長時間利用下會產生材料本身變化之可能。
2. 過濾材僅為過濾利用，因此仍需具有水流通過之特性，設計材料網目可變結上述特性，然考量阻攔時，其網目尺度為何。
3. 於網目設計過程考慮斜角，將可減低隨水流進入之污物，於平置網目中仍具有腐蝕流入之可能，然而何種斜角角度可有效影響，將影響其功效甚巨。

垂直管線阻絕污染之用材探討

產品	優點	缺點
鐵	最廉價、最豐富、最重的金屬	容易氧化生鏽
銅	具有較高之熱電傳導性、加工性、延展性、耐蝕性和耐候性	有氯存在時，易被腐蝕
不鏽鋼	強度特佳, 延展性佳, 抗蝕性佳	易導熱卻也易遇熱即釋放有害物質的缺點
塑膠	耐寒性優、衛生無毒、耐水性、耐藥品性優、柔軟性優 (LDPE)	耐熱性劣、耐候性劣、成形收縮大
海綿	可將污穢物做初部的阻攔	時常清洗或更換

網狀設施網目與過濾關係

- 屋頂高腳落水頭網目較大，約為0.6-1cm，一般可阻隔較大型得汙染物，過濾如葉子這型較大得汙染進入排水管線中，需定期將塞在高腳落水頭外的異物清除，但若經一段時間未及清理，則葉片腐蝕溶解或裂化成小型落入垂直管線，隨雨水沖刷而進入貯桶，易造成水質汙染。假設屋頂網目為既有設施，研究探討過濾水質過程中利用材料網目以為阻攔，網狀設施網目可利用兩種(以上)材質或兩種不同網目的層次互相配合可將大的落葉及較小的鳥糞流入時過濾掉，以減低貯雨可能性汙染；一般家中流理台網目約0.3cm、地板落水頭網目約0.2cm，空中掉落之鳥糞或經由鳥禽移動時掉落之果實粒徑約為0.1-0.4 cm，因此於網目設計上第一層可以設0.5 cm，而第二層可設計0.1cm，將可達到有效阻絕。

網目傾斜尺度探討

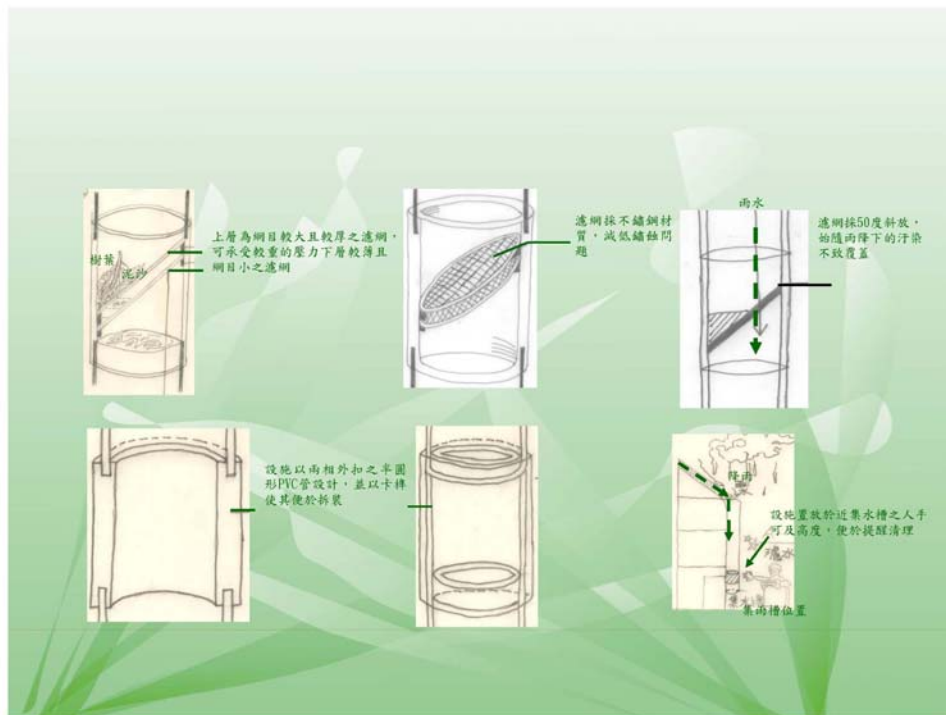
- 網狀物傾斜尺度與利用在單一液過濾系統中，改變傾斜角度對於過濾濾速的影響並不大，傾斜角度是因避免汙染物覆蓋網目使網目阻塞，而在氣液兩相超過濾系統中，改變傾斜角度對於濾速有較顯著的提升。濾速大小與傾斜角度關係，依序為45度，60度，30度，0度(水平)，液體越有黏稠性黏性越大的，越不容易流動，所以液體的流速就越慢，水管的角度越往上翹，對於水的流出越有阻礙也越不易，往下則符合水往下流的特性。在低液體流速，高氣體流速，高進料濃度或高透膜壓差下，改變傾斜角度，濾速值有較明顯之變化。再者，經由對傾斜角度做較小角度之調整，發覺當傾斜角度為50度時，其濾速實驗值最大，顯示傾斜過濾系統中，有一最佳之傾斜角度。

設計模式之考量

- 經本研究最後選擇網狀設施網目可利用兩種或兩種以上材質互相配合，空中掉落之鳥糞或經由鳥禽移動時掉落之果實及細小砂石可因為過濾設施而降低進入貯筒之可能性。垂直管線阻絕污染之器材探討可選擇不鏽鋼材，因其特性可免除短期生鏽問題，維持材料安定性；利用雙層網目過濾時，網目第一層可以設0.5 cm，而第二層設計0.1cm。 為避免污染物覆蓋網目，使網目阻塞，減低濾淨效能，改變傾斜角度對於濾速有較顯著的提升，發覺當傾斜角度為50度時，顯示傾斜過濾系統中，有一最佳之傾斜角度，也同時將阻止通過的污染物利用斜角作一簡易收集，避免平面設計網目容易因汙染平面附著而減低結靜雨水之機率。

設計模式之考量

- 簡易的集雨垂直管線中加入過濾型網目設計，需考量設置之位置，若於管線與水流經歷程中置放，則需考量短期間將必須常處理之清理作業的便捷性，因此可考慮以接近家中陽台或接近地面之地點設置，若依序設置各層陽台高約130CM地點，可方便換裝，但較容易忘記，而設置於接近集雨桶之可及高度時，較可於汲取利用過程順便清理，但以上管線線壁過程較易產生污垢包覆內壁之狀態，也可能影響潔淨度。濾網採50度斜放，始隨雨降下的汙染不致覆蓋雨水
- 潔淨網目設計段與既有垂直管線扣結，需便利平日取下清理之設計，若需繁複的操作則減低使用價值，因此以卡榫方式處理應為最佳，除此外，思考為二個半圓形扣搭環，而網目濾鏡則必須於其中一處半圓型中具有相同扣接功能。



結論與建議

- 本研究探討非大樓型之簡易雨水收集利用，可利用在一般小住宅中，或社區垃圾收集場、洗車場中，目的在收集雨水作短時間的利用，作為澆花、沖洗等使用，因此，潔淨度不需達到「自來水」效能，但若因此受汙染也易造成身心理之不愉悅，而減低接受度及利用性。本研究擬定以簡單的濾淨設計藉由簡易手法，增加雨水收集之潔淨度，並思考材料使用、網目尺度、斜角設計等配合使效能提高之方法，結果顯示經由進貯雨桶之高度位置可具有提醒清潔效益當為可行，而雙層網目的設計，利用網目尺度之差異，將有助過濾效果。若以過濾目的而言，不增加經費下則需作經常性清理動作，簡易設施需具有容易裝卸之特色，利用扣榫以二半圓形外包方式設計，除可解決拆卸問題，更可提供開合即可清潔濾網之效能。利用簡易之垂直管濾網來過濾雨水收集利用，期達到之降低汙染之成效，應可增加未來有效之推廣。

八、參考文獻

- 蔡育芝，「管型薄膜超過濾系統最佳傾斜角度之探討」，淡江大學化學工程學系碩士論文，1998
- 日本雨水工作小組，把雨水留下來 雨水利用百寶箱，2008
- 林憲德，熱濕氣後的綠色建築，2003。
- http://www.ftis.org.tw/cta/learning/6_2.htm
- <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1508052105488>
- http://science.boc.tcc.edu.tw/up48/205_%B1%FD%B3t,%ABh%B7%7C%B9F%B1%B4%B0Q%B2G%C5%E9%AA%BA%ACy%B3t.doc