

雨水集流設施的規劃設計要務

李士畦/工研院能資所節水團

前言

雨水利用的實務設計，大致上來說可區分為 5 大步驟，即集雨系統規劃設計、輸配水系統規劃設計、雨水處理系統規劃設計、蓄水設施規劃設計、安全管理措施之規劃設計等。在前期的節水季刊中，筆者曾針對較細項之雨水浸透設備的規劃進行過說明，而在雨水利用工程規劃的各項步驟中，雨水集流設施的規劃與設計為實務運作的第一步，因此筆者將針對此課題進行整體性的說明，提供實務設計人員之參考。

影響集流效率的主要因素

雨水集流設施規劃的第一步工作，便是收集規劃區域各項影響集流效率的因素來加以分析，並依據分析結果選用適當的集水區域或集水材料。影響集流效率的主要因素通常包括下述 4 個影響因子：

降雨特性。

集流區域之材料。

集流區域之坡度。

集流區域初期水份含量。

以下將就上述影響因素之考量進行說明。

1. 降雨特性對集流效率的影響

降雨量的多寡與降雨強度對集流效率有絕對的關係，隨著降雨量與降雨強度的遞增，集流效率也會隨之提昇。也就是說，全年降雨豐富的地區與降雨強度大的降雨過程，相對的收集效率會較高。反之則較少，因此，規劃地區歷年降雨

特性（如年平均降雨量、最大時降雨量、最大日降雨量等等與降雨強度有關的因子），是對整體規劃案的第一個重要參考資訊。

土壤種類	收集效率
砂質土壤（平坦；坡度7%以下）	5% ~ 15%
砂質土壤（陡峭；坡度7%以上）	15% ~ 20%
粘性土壤（平坦；坡度7%以下）	13% ~ 22%
粘性土壤（陡峭；坡度7%以上）	25% ~ 35%

▲各種不同種類土壤之收集效率

種類	收集效率	種類	收集效率
金屬屋頂	88% ~ 97%	柏油地面	70% ~ 95%
混凝土材料	75% ~ 95%	公園	5% ~ 25%
陡峻山地	75% ~ 90%	工業區	50% ~ 90%
有起伏山地	70% ~ 80%	未開發地區	10% ~ 30%

▲各種不同種類不透水或半透水材質之集流材料收集效率

2.集流面材料對集流效率的影響

雨水集流面的材料一般來說可分為防滲材料與滲透材料二種，在集流效率方面，以金屬、混凝土、水泥瓦等材料的收集效率較高，約達 70%~95%，因此類材料之吸水率較低，適合應用於雨量較小或降雨強度平均不高的地區。滲透材料方面，各類土壤除了如泥岩等透水性較小之土壤外，一般之集流效率較低，約在 30%以下，並視土壤之性質與坡度有不同之收集效率。

3.集流面坡度對集流效率的影響

一般來說，坡度大可增加流速，並減少降雨過程中坡面水流的厚度，降雨停止後收集坡面滯留之水量也較小；由此可知，集流坡度較大，集水效率亦較高。一般在規劃上，除了自然形成的收集區域外，集流坡度規劃通常在 1/100 ~ 1/50 之間。以國外的相關試驗資料顯示，混凝土收集面在坡度 1/100 時，其收集效率約在 70% ~ 80%之間。但此種集水坡度在滲透性較佳的土壤集水區或未開發地區

較不易形成降雨逕流。為達成收集雨水之標的，集水面坡度之設計建議不小於 1/100。



▲不鏽鋼材質集水區域（工研院能資所 24 館）

4.集流區域初期水份含量對集流效率的影響

前次降雨造成集水區域土壤含水量高時，當次降雨集水效率相對也會提高。當然，地面覆蓋物也會影響集流之效率，以自然覆蓋物為例，會延緩降雨的地面逕流停留時間並造成土壤入滲增加，降低集流效率；混凝土等不透水性材料則較不受此因素影響。

集流區域與集水材料的選擇

集流設施與集水面材料的選擇，必須考量所收集之雨水利用標的，以農業灌溉為例，集流設施可配合集水區治理修建截流溝或輸水溝排入貯水設施（如農塘）來增加集水量。民生或工業用途之雨水收集利用，則建議以建築物之屋頂或周圍之不透水性鋪面為主要的收集區域。如此考量是為了收集雨水水質之原因，因為在裸露地區收集的雨水中，所含有之泥沙與有機物的含量較不容易控制，對後續雨水利用之水質處理要求而言，會造成較大之負擔。在小集水區需選用集水材質的情況下，必須注意下述選用原則：

1.避免使用對人體有害的材料：

為避免雨水與集水器具反應造成雨水的污染，應避免使用活性大的材料。一般而言，市面上常用的鍍鋅浪板為不錯的材料，其活性小不易起化學反應且價格便宜，不銹鋼鋼板也為一很好的材料，其性能較鍍鋅浪板更為優異不過價格較貴，其他如土瓦、混凝土瓦、聚乙烯浪板和玻璃纖維浪板也可用來當作建造集水區域的材料。另外有些材料和水長期接觸會釋出對人體有害的物質（如石棉瓦、石棉浪板），應避免採用。

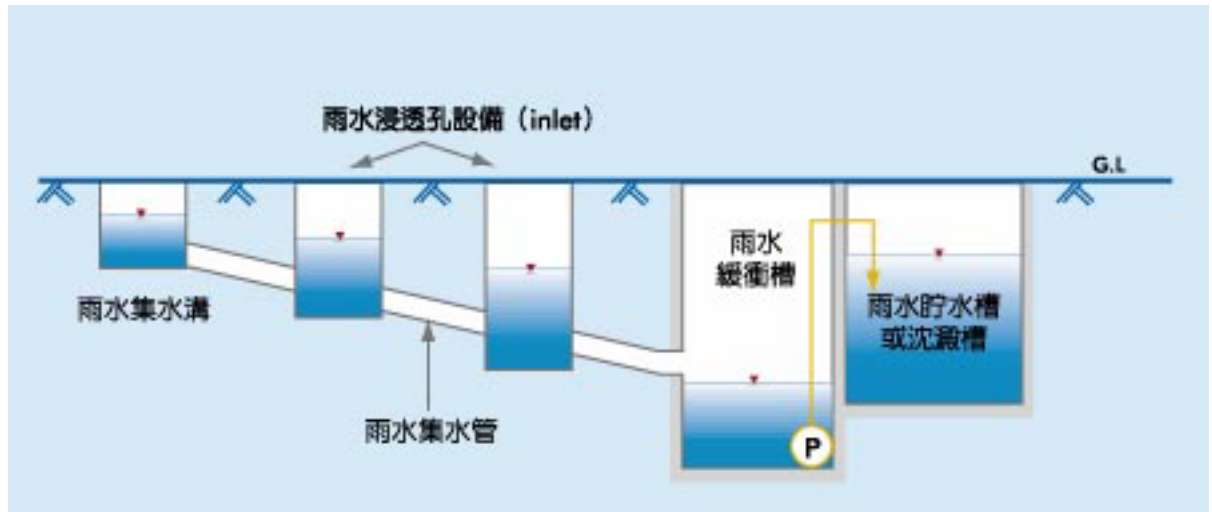
2.材料的耐久性：

使用堅固耐久的材料不僅可增長使用壽命，更可減少維護負擔，大致來說，鍍鋅浪板、不銹鋼鋼板、玻璃纖維浪板等為耐久性較好的材料，土瓦便宜但材質硬而易碎，聚乙烯浪板質輕，建造費較前面幾項少但耐久性差。

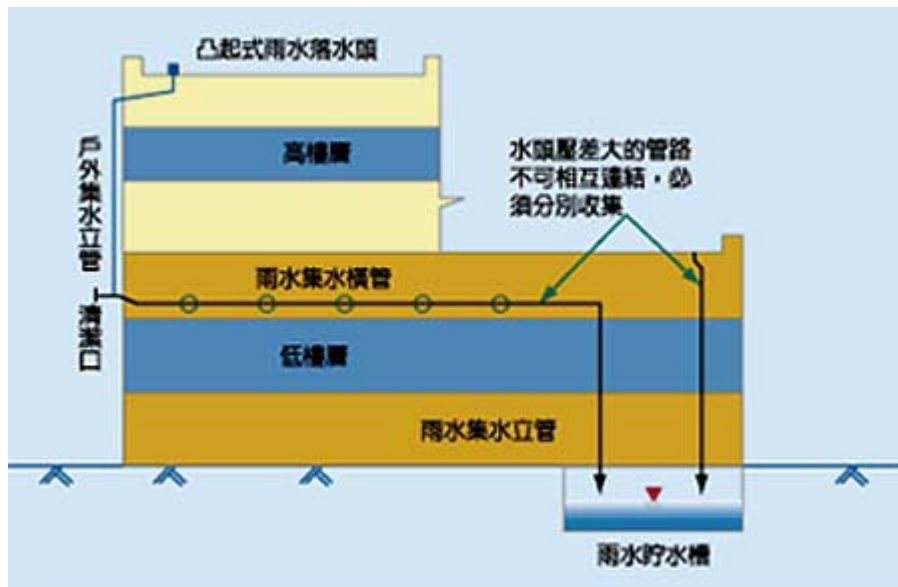
截流輸水工程的規劃與設計

屋頂之雨水收集設備，其截流輸水設備一般為落水管，必須參照集水面積與設置地區最大時降雨量來進行設計。一般來說，集水立管之設計時降雨量強度建議以 100mm/H 為基準進行設計；相關水平與垂直排水管方面，可參照建築技術規則有關排水坡度與其相關細節之設計，在此不做贅述。

若利用公路或道路作為集流區域，可直接利用路邊排水溝渠引水進入貯水設施，唯需注意浮土與污染物的排除設計。利用山坡地作為集流區域時，可依據地勢每隔 20~30 公尺沿等高線設置截流溝，避免雨水在坡面上漫流距離過長而造成收集效率的降低。截流溝的設計應該與輸水溝連結，截流溝可採用土溝，其設置坡度約為 1/30~1/50 之間，但輸水溝渠則以矩形或 U 型的砌磚溝或混凝土溝為主要考量。在雨量較多之地區，輸水溝渠可考慮採用透水溝，即溝渠底部為卵石或碎石排列的結構，使其兼具地下水補注的功能。



▲地中埋設雨水集水管圖



▲屋頂急流配管案例示意圖

其他集流區域規劃設計需注意之資訊

1. 屋頂集流

利用建築物屋頂作為集流區域為選擇集流區域的第一考量目標，屋頂集流面的管理維護容易度也為考量的重要因素，因為，屋頂集流面最主要的污染物來源為樹葉、鳥類糞便、羽毛等有機物與飛砂、塵土及空氣污染物與經雨水結合後所形成之沈積微粒子。儘量減少這些物質進入雨水處理系統或貯水槽，可降低後續程序之成本。由於此為建築物的一部份，區域環境較容易控制，因此，定期清潔之便利性為選擇之重要參考資訊。

2.道路集流

車輛經常通行之道路集流，其收集之雨水污染程度較高。會受到如粉塵及油污的影響，因此選擇使用量較小的道路或停車場週邊溝渠收集較為適當。停車場路面之材質可考慮使用如透水磚、植草磚或碎石等透水材質之材料（請參考節水季刊 16 期 2000 年 6 月），如此可增加所收集雨水之清潔程度，並達到結合地下水補注之功能。

3.一般綠地與大區域集流

於集流區植栽下方設置碎石溝渠局集、輸水為降低綠地集流泥沙污染的重要措施之一。因為具有在雨水集流輸送過程中將污染物沈澱過濾的效果。必須注意的是一般大區域逕流收集之雨水水質較不容易掌控，若上游集水區域水土保持不良，除了大量的泥砂隨時可能癱瘓後續的雨水處理系統外。大區域集中收集可能造成暴雨季節雨水之瞬間進流量過大造成引水溝渠之災害，因此，若收集面積較大，集水溝渠之分散與集中進流處理需注意設計之瞬間進流量標準需提高。最好以分散雨水進流為出發點進行設計，也就是說，必須分散貯槽的進流渠道或管路，並於集水溝渠設置防止紊流產生之裝置（如整流孔或整流板等）來降低暴雨水量之衝擊。



▲大面積屋頂明溝截流，增加排水速度（花蓮慈濟醫院）



▲集流渠道設置整流板，避免紊流產生 地面收集

結語

雨水利用工程規劃設計的過程中，相關細節考量的越周嚴，可降低系統完工後使用與維護上的負荷。在集流區域方面就必須注意到許多的小細節，當然，本文所敘述的內容並無法完全包括所有設計案中可能發生之情況，但只要能掌握下述原則，在雨水利用工程規劃的集流區域設計上必可降低許多不必要的困擾。

選擇乾淨易清理的集流區域。

為避免雨水與集水器具反應，避免使用活性大的材料。

儘量使用耐久性較佳的材料。

集流區域有適當的斜度使逕流易於發生。

施工時應注意防滲漏處理。

大集流區域（或地面集流）建議結合透水集水溝渠一併設置。將來，筆者將陸續在季刊中以所規劃之雨水利用工程中的各種不同細項工程規劃設計要務，提供實務經驗與各位讀者一同探討。