



綠屋頂及建築垂直綠化技術 與案例分享

孫崇欽

臺灣綠屋頂暨立體綠化協會 常務監事
臺灣樹木保育產業工會 理事長
社團法人台灣都市林健康美化協會 常務監事
臺灣生物炭產業發展協會 常務理事
綠達人有限公司 副總經理
ISA 認證樹藝師 NO. TW-0157A

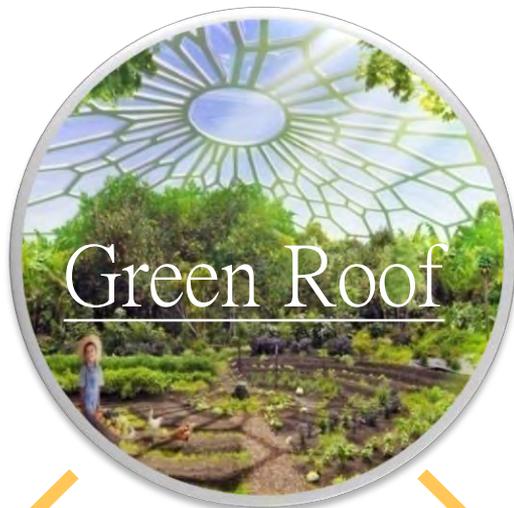
Email: Allen.greenpros.tw@gmail.com

日期: 2023/9/22

Overview

- - 一、綠屋頂及垂直綠化種類
 - 二、綠屋頂設計要素
 - 三、防水與阻根
 - 四、綠屋頂排水與保水設計
 - 五、土壤與植栽選擇
 - 六、高空喬木固定技術
 - 七、維養原則
 - 八、綠牆設計與架構
 - 九、綠牆植栽與維護

綠屋頂種類



密集式綠屋頂



粗放式綠屋頂

綠屋頂及垂直綠化種類－粗放式綠屋頂

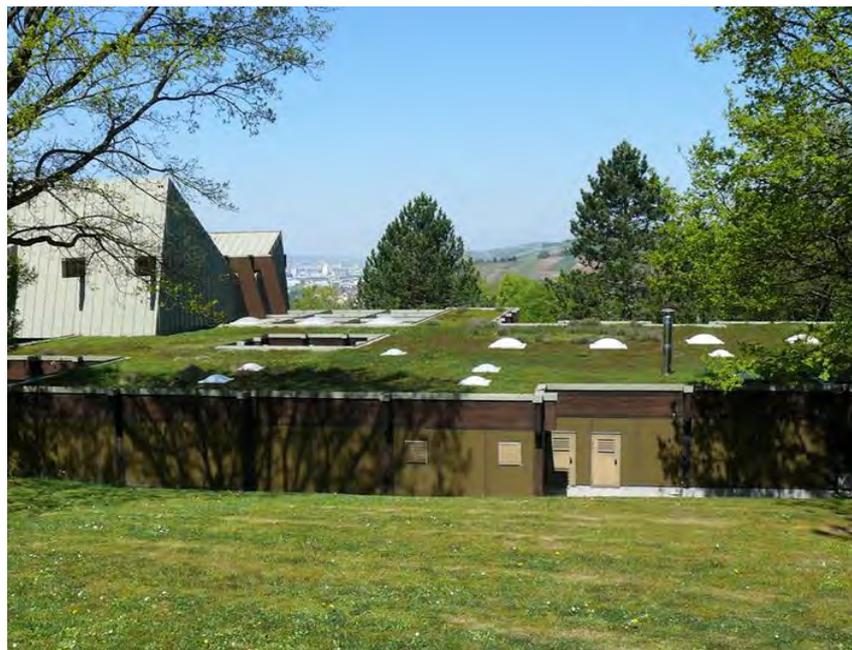
普利恩紹殯儀館, 埃斯林根
Pliensau Funeral House, Esslingen

設置: 1977

面積: 500m²



1986



2023

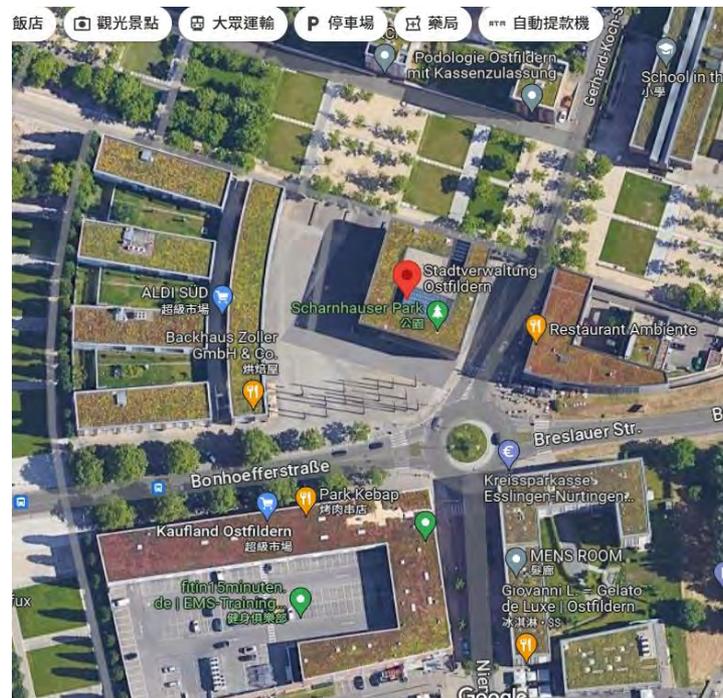
綠屋頂及垂直綠化種類—粗放式綠屋頂



綠屋頂及垂直綠化種類－粗放式綠屋頂

東非爾登市政辦公室
Stadtverwaltung Ostfildern

Wir bauen heute an der Stadt von morgen
今天我們正在建造明天的城市



綠屋頂及垂直綠化種類－薄層綠化

樓板載重 $\geq 200\text{Kg/m}^2$

指在屋頂上以滿鋪方式建置綠屋頂，其覆土深度低於三十公分。

平面或傾斜 45° 內的斜屋頂皆可施作，具低維護管理、低承載需求、節省結構成本等特性。常見的有屋頂薄層綠化草皮搭配小灌木的種植，近期則有滿鋪式的屋頂農園，國外已有許多案例。



屋頂及垂直綠化種類－薄層綠化



- 紐約曼哈頓Highline Park

台南市-民治市政中心

利用連鎖磚步道、植栽與生態池，營造台南市徽意象。此處結合太陽能光電板，把綠能與減碳效益發揮至最大。

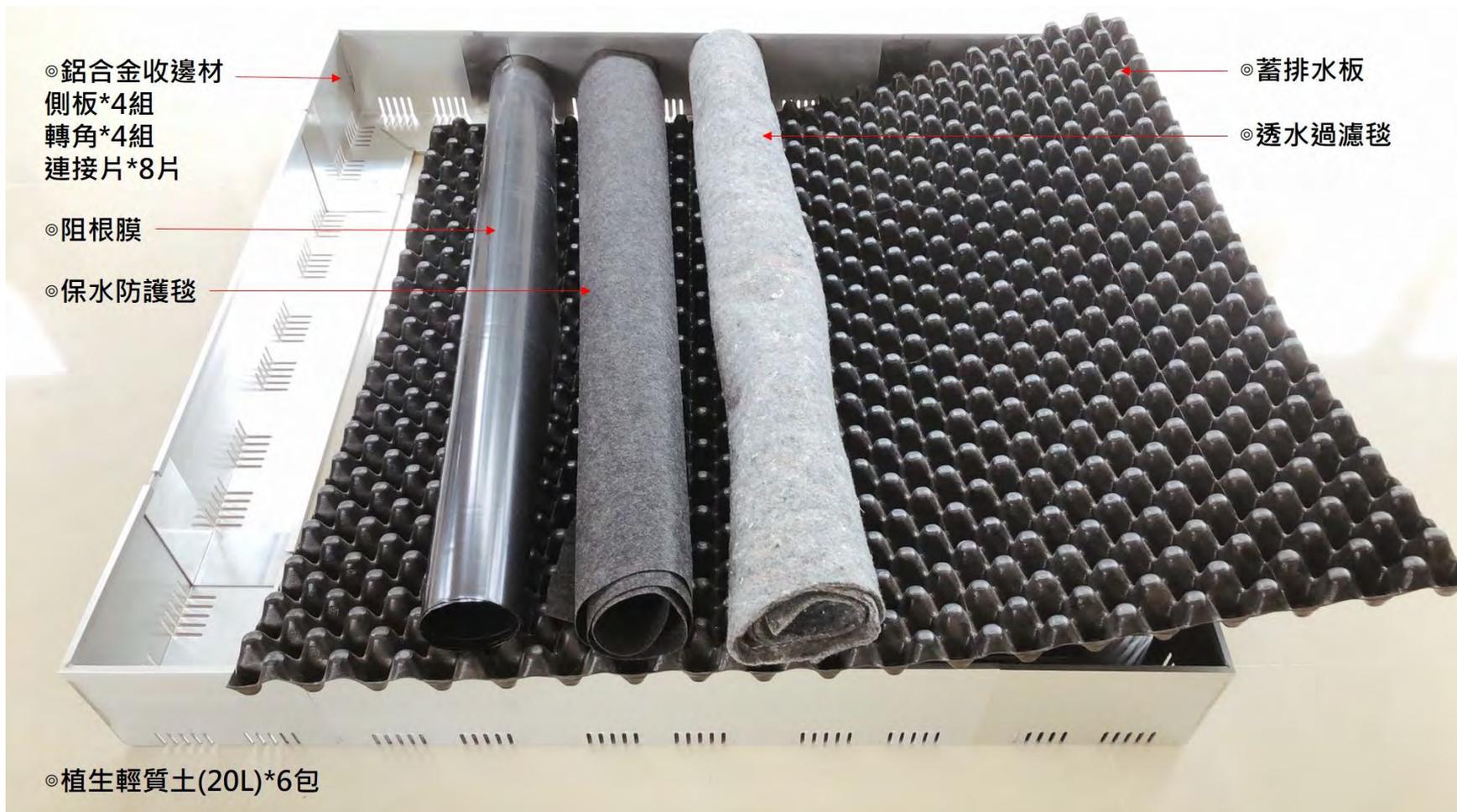


桃園美術館－兒童館 Taoyuan Art Museum



建築設計: 石昭永建築師事務所+株式會社山本理顯設計工場

DIY薄層綠化資材





Step 1. 放置阻根膜於最底層



Step 2. 其上放置保水防護毯



Step 3. 組裝鋁合金模組



Step 4. 置入Zinco蓄排水板



Step 5. 其上鋪上透水過濾毯



Step 6. 倒入植生輕質土開始種植

臺灣實拓觀音展示場



綠屋頂種類—密集式綠屋頂



<https://www.adaymag.com/2013/09/11/wohas-parkroyal-hotel-features-curved-high-rise-gardens.html>

綠屋頂種類－密集式綠屋頂

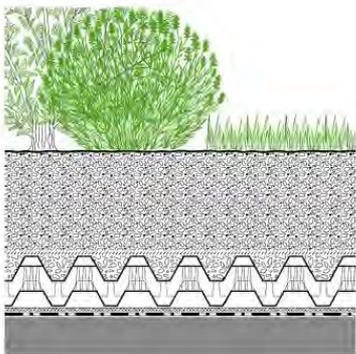
卡爾特斯特辦公大樓
Office Building Kelterstr.

完工1993年

綠屋頂面積1,200m²



System Build-up



Landscaping with lawn, shrubs,
bushes and trees

System Substrate "Roof Garden",
200-700 mm

Filter Sheet SF

Floraset® FS 100 infilled with Zincolit® Plus

Protection Mat ISM 50

Roof construction with
root resistant waterproofing



3F 生物多樣性的設計

覆層的植栽



2F



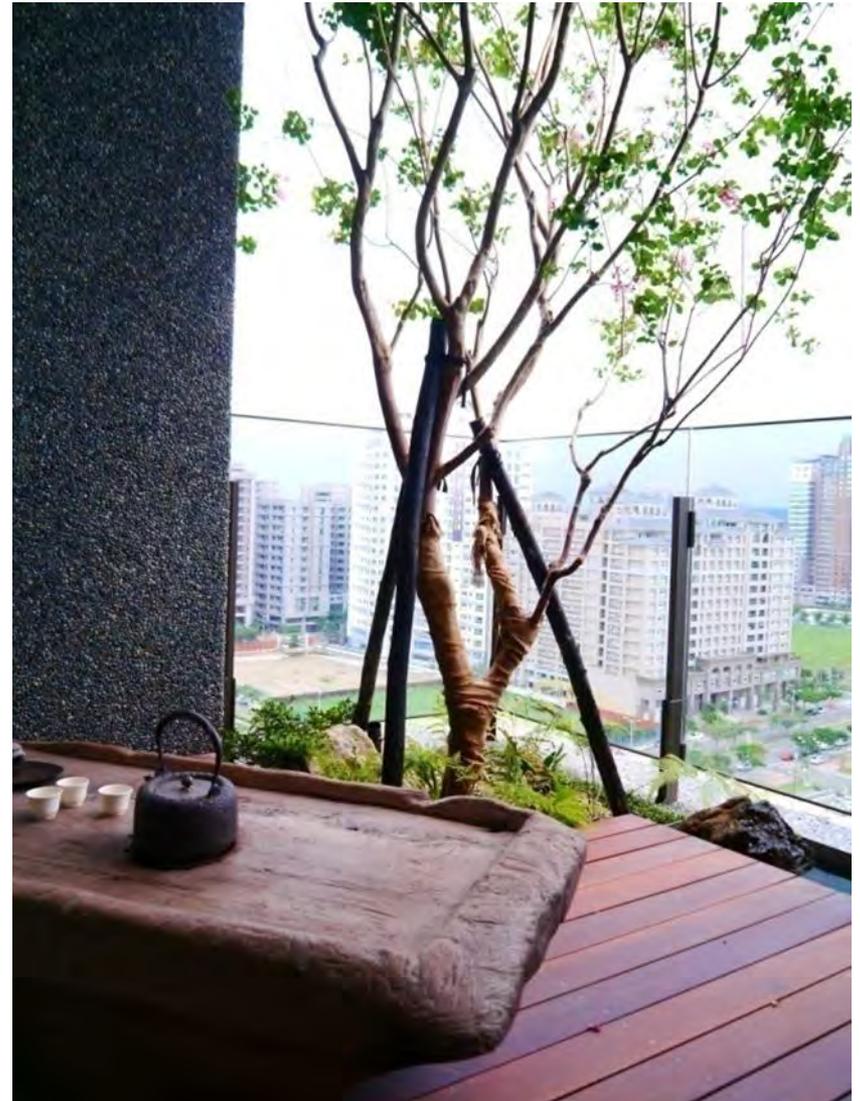
綠屋頂種類—密集式綠屋頂

庭園型綠化

樓板載重至少 $\geq 450\text{KG}/\text{m}^2$ ，甚至依設計需求，須加強結構體的載重。

利用小型喬木、灌木、地被植物等設計多層次的綠化，主要以美觀欣賞及憩療育為目的。其建置成本較高，但景觀效果佳、在許多大樓建案常有露臺或空中花園的設計。

目前垂直綠化的推廣，國內外案例中也有許多，陽台種樹的庭園型綠化。



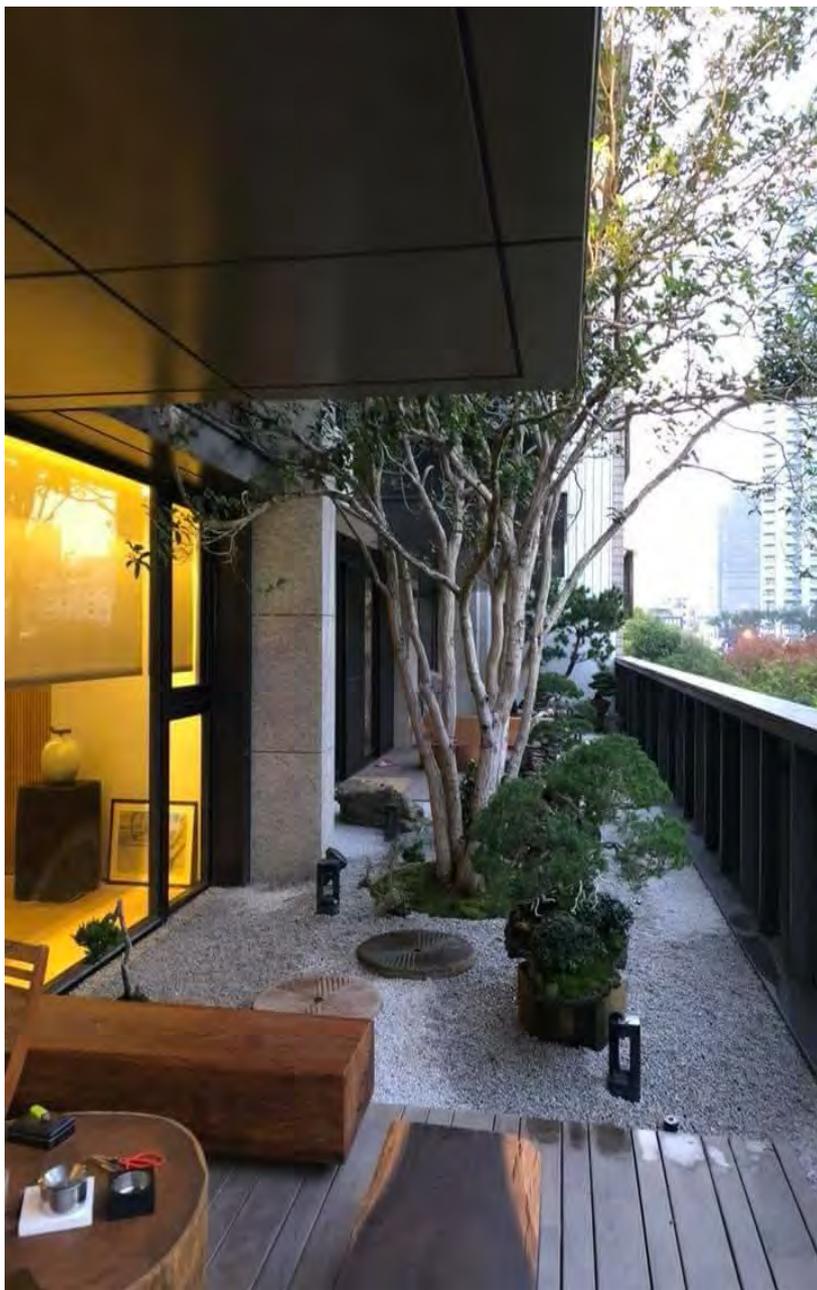
竹北半畝塘建設-若山

庭園式綠屋頂系統

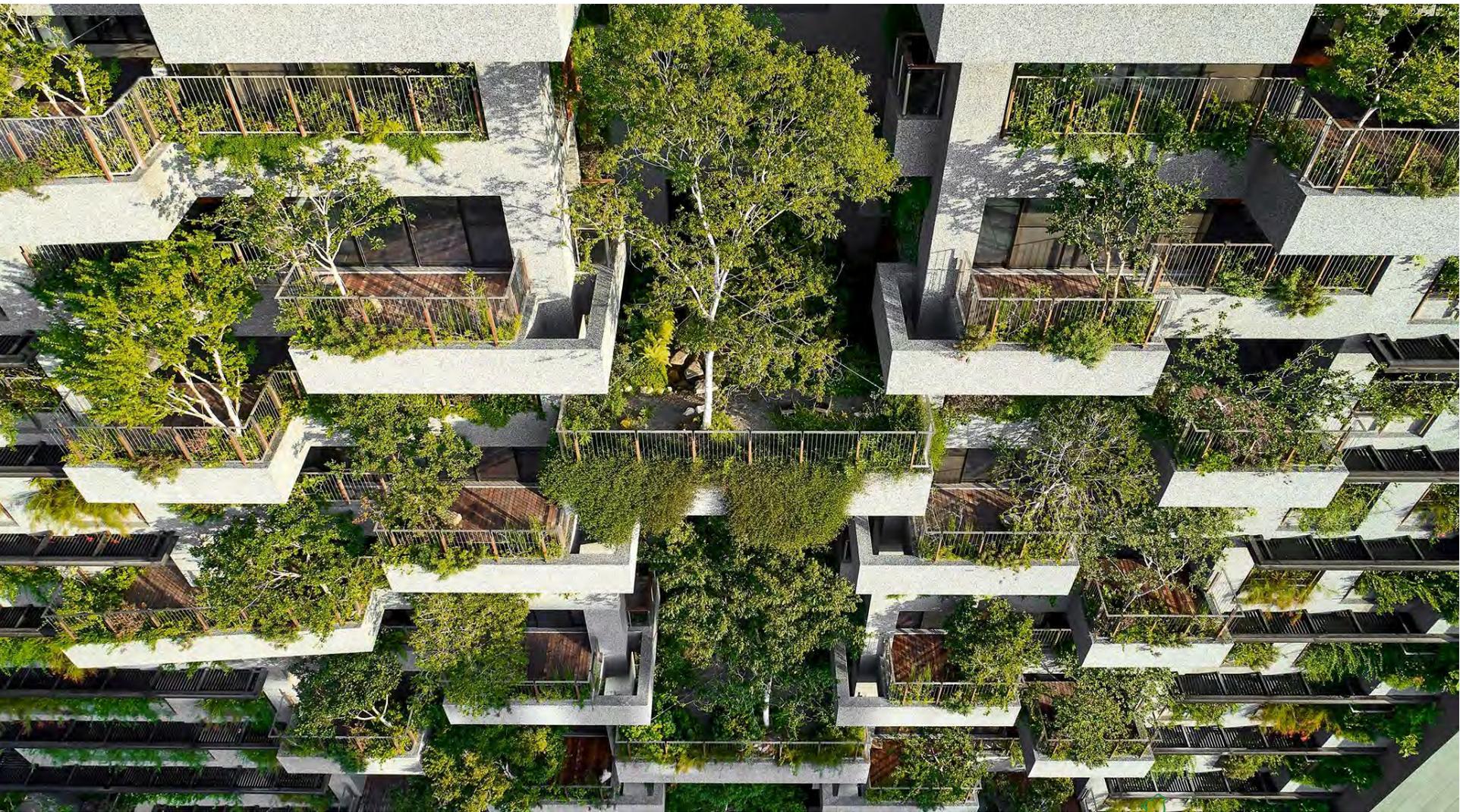
Substrate Depth and Possible Vegetation

With a substrate depth of ≥ 350 mm a mineral sub-substrate layer is recommended.





半畝塘建設-若山二



綠屋頂種類—盆鉢式綠化

使用盆器種植植物，依容器造型尺寸設計排列所形成之綠屋頂。

樓板載重 $\geq 250\text{KG}/\text{m}^2$ 。

建置方法容易，成本低，需高度維養，過去常見有盆鉢式的小喬木及灌木盆，最近則是盆鉢式菜園的設置。



新北市集合住宅



仁德區公所

調解室外露台綠屋頂，促進同仁放鬆心情，民眾洽公時也能實地親近綠屋頂，進而認同屋頂綠化理念。



台南女中

堆肥箱

結合家政、科展實驗課程，老師帶領學生在頂樓發揮巧思，用簡便的材料將果實套袋、自行DIY防蟲防鳥網，同時設置堆肥箱，製作堆肥達資源循環之用。



立體綠化

植生牆系統

掛盆式



模組式



掛布式



藤蔓型系統

懸垂式



吸附式



攀爬式



盆掛式



尚駿工業提供

盆掛式



尚駿工業提供

底部給水系統

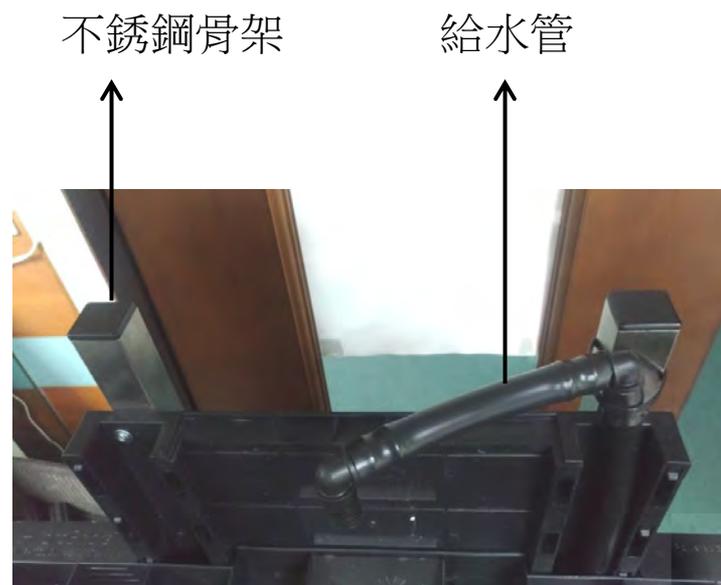


名人花坊

底部給水系統

底部給水綠牆模組配件

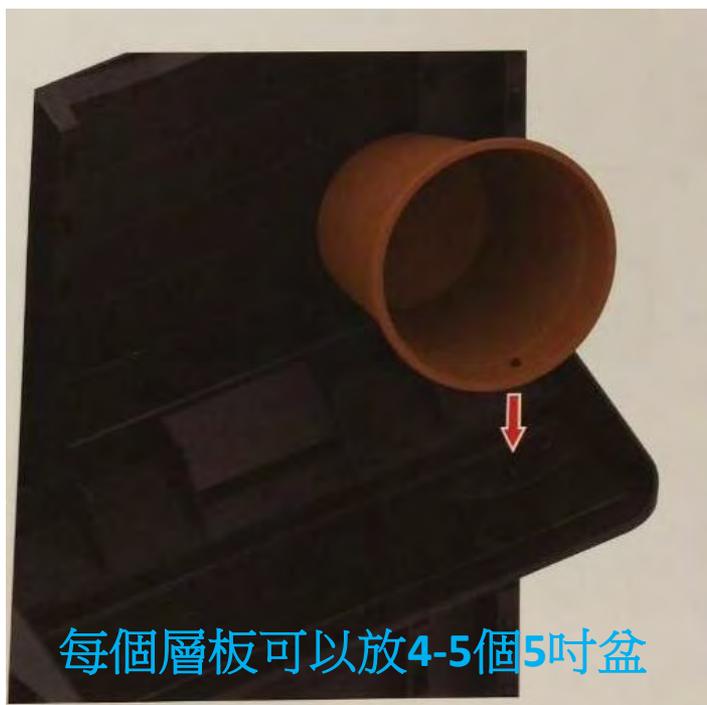
材質: PP, 抗UV
底部蓄水槽, 水循環給水



5吋盆栽放置於植栽層板上，將盆栽底部排水孔一處朝下，利用水循環時，層板蓄水，將水導入盆栽內，供植物吸水。

多餘水分再流回底部蓄水槽內，配合定時器可自動給水。植物養液可直接添加於水槽內，供植栽吸收。

死掉植栽只需直接更換盆栽，好維護。





模組化綠牆，可搭配面積大小規劃

組裝方便

- 省去綠牆背襯鐵件費用
- 不用破壞原牆面
- 不須額外安裝給水系統
- 植栽更換容易
- 集水槽可養魚及水生植物

記得有空幫集水槽補補水喔！



名人花坊

展覽館一隅，廊道底部綠牆



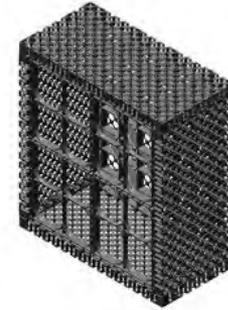
名人花坊



模組式綠牆



模組式綠牆



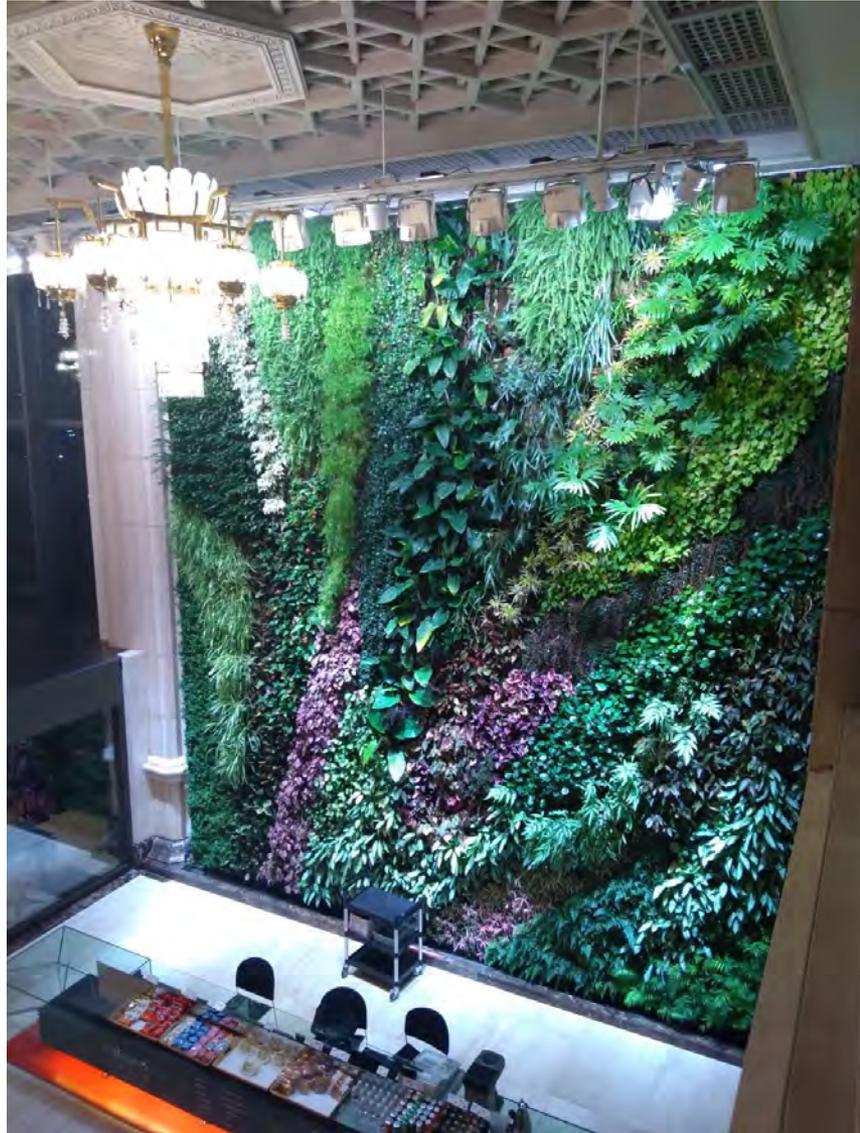
VGM Green Wall



Elmich green wall

<https://www.outdoordesign.com.au/environmental/green-roofs-green-walls/elmich-green-wall/285.htm>

布掛式綠牆-不織布綠牆



法國派翠克綠牆

布掛式綠牆-不織布綠牆



法國派翠克綠牆施工-藍山園藝提供

高雄宏舜HH大樓



布掛式綠牆-不織布綠牆



<https://blog.xuite.net/lansan8888/lansan/127080353>





台大農場布花園綠牆



開放式綠牆系統

環保材質

利用可回收利用的鋼材、
可自然分解的椰纖板、
在拆除時不留下產生戴奧辛的廢棄物



模擬原土層環境，
植物生長不受限制

技嘉科技

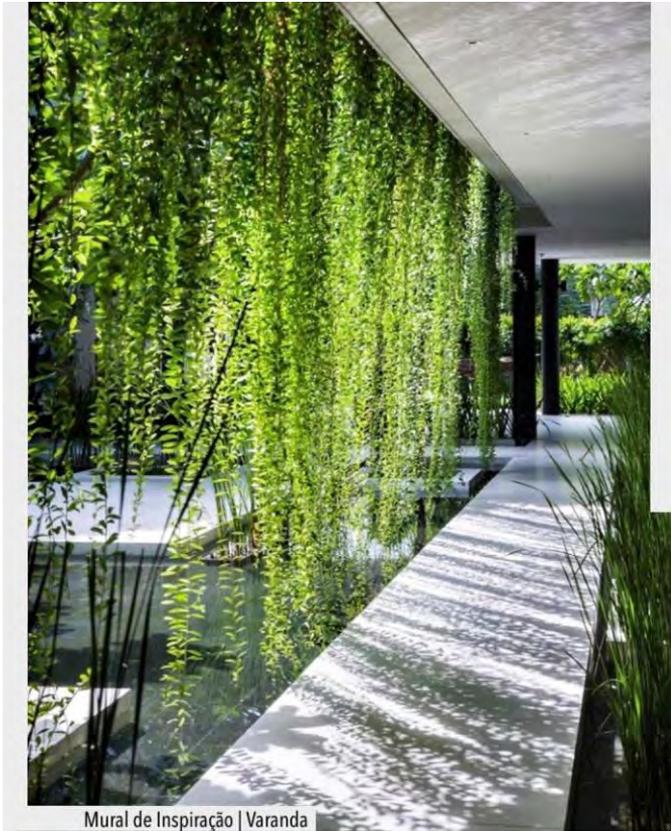


中鋼集團總部大樓餐廳及健身中心-開放式綠牆



當代景觀提供

藤蔓型系統-懸垂式



arquiteturadecoracao instagan



中原國小

<https://sites.google.com/a/cyes.tyc.edu.tw/xiao-yuan-zhi-wu-wang/zhi-wu-zong-lan-1/95yun-nan-huang-xin>



國道1號

<https://www.freeway.gov.tw/Upload/Html/2015129124/page03.html>

懸垂式植栽



https://in.ncu.edu.tw/~ncu7312/green/indexece1.html?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=80



<https://sites.google.com/a/mail.dyjh.tc.edu.tw/991004dyjh/d-a-ye-hua-ji-shang-hua-qu/dayehuaajishanghuaqu---fanhuashijinmanxingmayingdan>



<https://terrykuo58.pixnet.net/blog/post/290848331-%E7%B4%AB%E8%83%8C%E9%B4%A8%E8%B7%96%E8%8D%89>



<http://163.19.121-2/kmportal-deluxe/skweb/04plant/plants/44/46.html>

藤蔓型系統-吸附式

薜荔



<https://blog.xuite.net/fly822/twblog1/125321018-%E8%96%9C%E8%85%94>

地錦



https://www.flickr.com/photos/sunshine_chuang/3461838050

SUNSHINE L02899

越橘葉蔓榕



<https://blog.xuite.net/suwenhwa/wretch/141597844-蘭嶼所見的生物>

常春藤



藤蔓型系統-攀爬植栽



珊瑚藤



三星果藤



忍冬



凌霄



大鄧伯花



蝶豆花



素馨



紫藤

Overview

- - 一、綠屋頂及垂直綠化種類
 - 二、**綠屋頂設計要素**
 - 三、防水與阻根
 - 四、綠屋頂排水與保水設計
 - 五、土壤與植栽選擇
 - 六、高空喬木固定技術
 - 七、維養原則
 - 八、綠牆設計與架構
 - 九、綠牆植栽與維護

設計綠屋頂時應該考慮甚麼呢？



設計綠屋頂時應該考慮甚麼呢？



安全性

1. 載重
2. 防墜



屋頂可承受重量

建議使用保水力良好的配方輕植土

• 建築構造編 第十七條

樓地版用途類別	載重 (公斤/平方公尺)
一、住宅樓地板、旅館客房、病房。	二〇〇
二、教室。	二五〇
三、辦公室、商店、餐廳、圖書閱覽室、醫院手術室及固定座位之集會堂、電影院、戲院、歌廳與演藝場等。	三〇〇
四、博物館、健身房、保齡球館、太平間、市場及無固定座位之集會堂、電影院、戲院歌廳與演藝場等。	四〇〇
五、百貨商場、拍賣商場、舞廳、夜總會、運動場及看臺、操練場、工作場、車庫、臨街看臺、太平樓梯與公共走廊。	五〇〇
六、倉庫、書庫	六〇〇
七、走廊、樓梯之活載重應與室載重相同，但供公眾使用人數眾多者如教室、集會堂等之公共走廊、樓梯每平方公尺不得少於四〇〇公斤。	
八、屋頂露臺之活載重得較室載重每平方公尺減少五〇公斤，但供公眾使用人數眾多者，每平方公尺不得少於三〇〇公斤。	

防墜設計

花台在欄杆外的設計



花台在欄杆內的設計



工作者友善墜落防護裝置

- 1.符合當地法規
- 2.移動方便
- 3.使用方便



設計綠屋頂時應該考慮甚麼呢？

排水

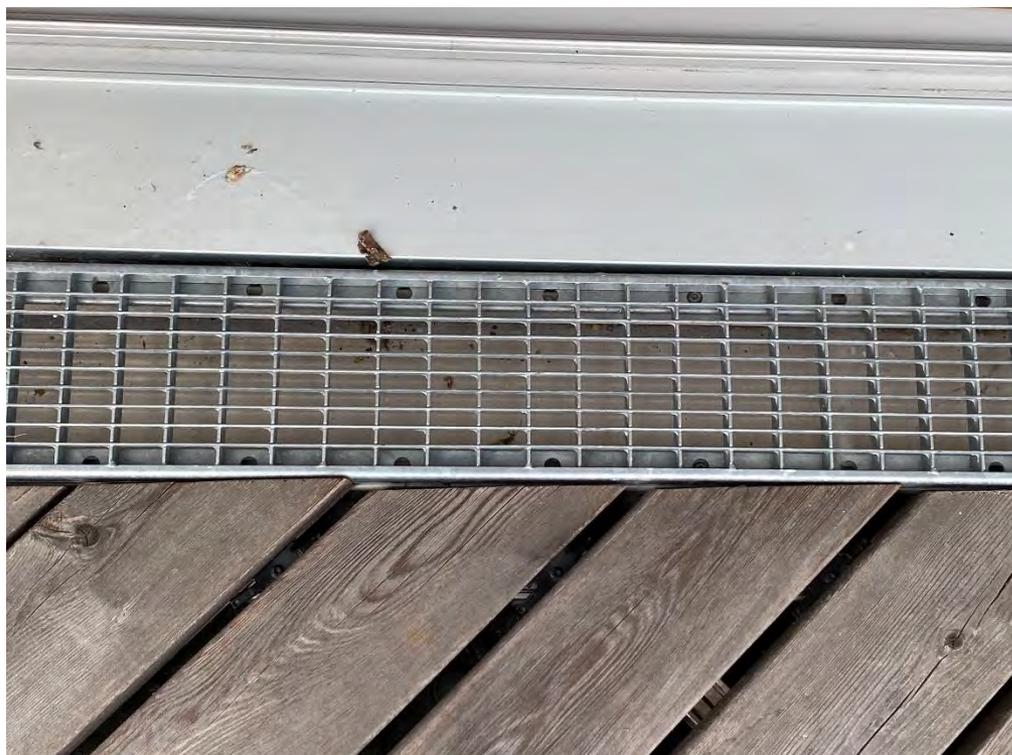
- 1.落水頭、排水孔
- 2.洩水坡度 大於3度以上



落水頭檢查罩的設置



門口排水槽設置

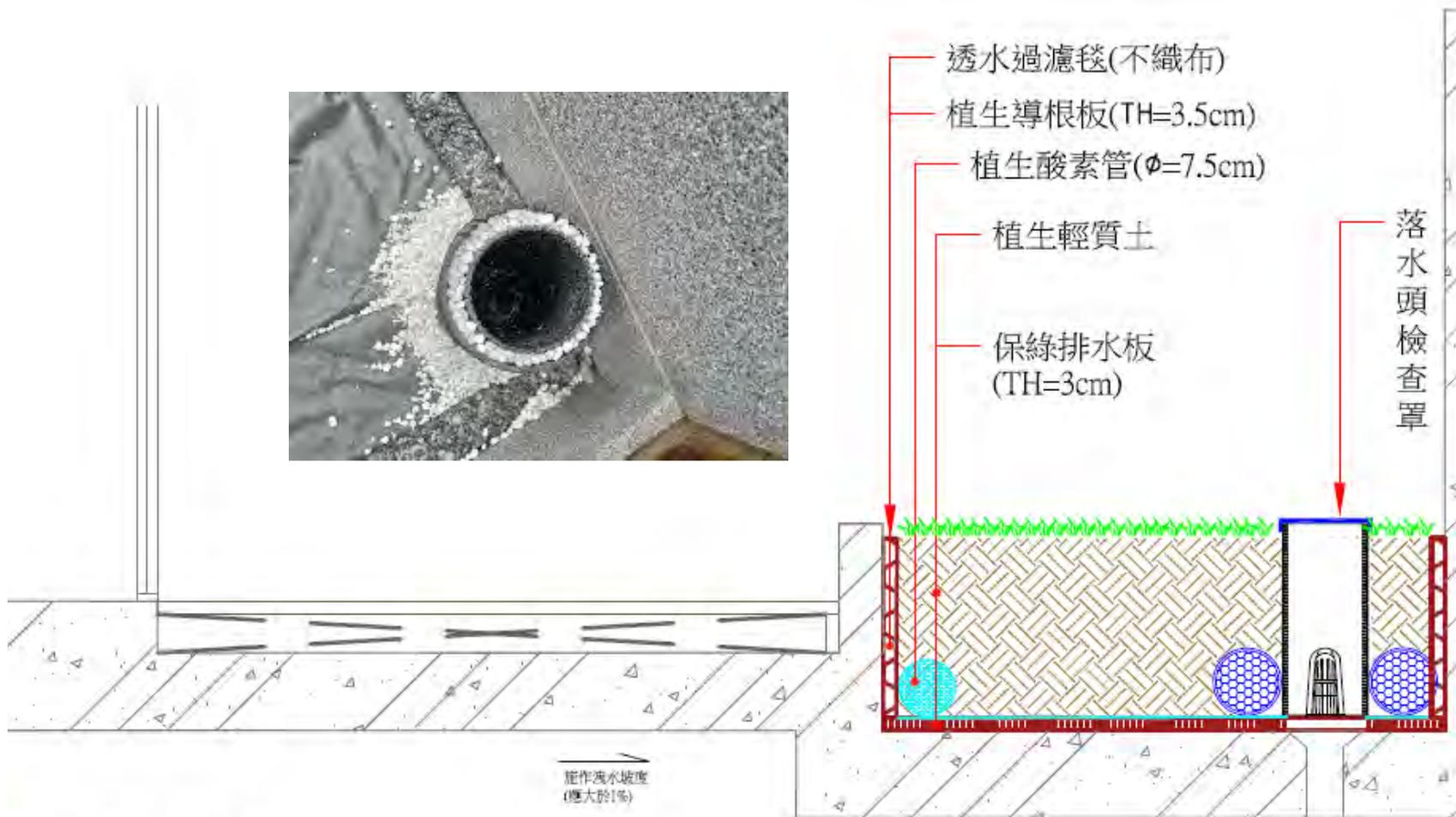




天溝設置

排水溝設置

落水頭檢查罩



花台綠化施工詳圖



A3 SCALE: 1/20 Rel: 0-0-0



台灣綠屋頂暨立體綠化協會
Taiwan Green Roof & Green Wall Association

綠屋頂排水工法建議-落水頭檢查罩

排水口處理方式

無須破壞樓板

高度可調整

防止落水頭阻塞

安裝容易



排水系統落水頭檢查罩(內填晶曜石)

落水頭

晶曜石
黑曜岩高溫發泡



8" 套6" HDPE
網管內填晶曜石檢查罩



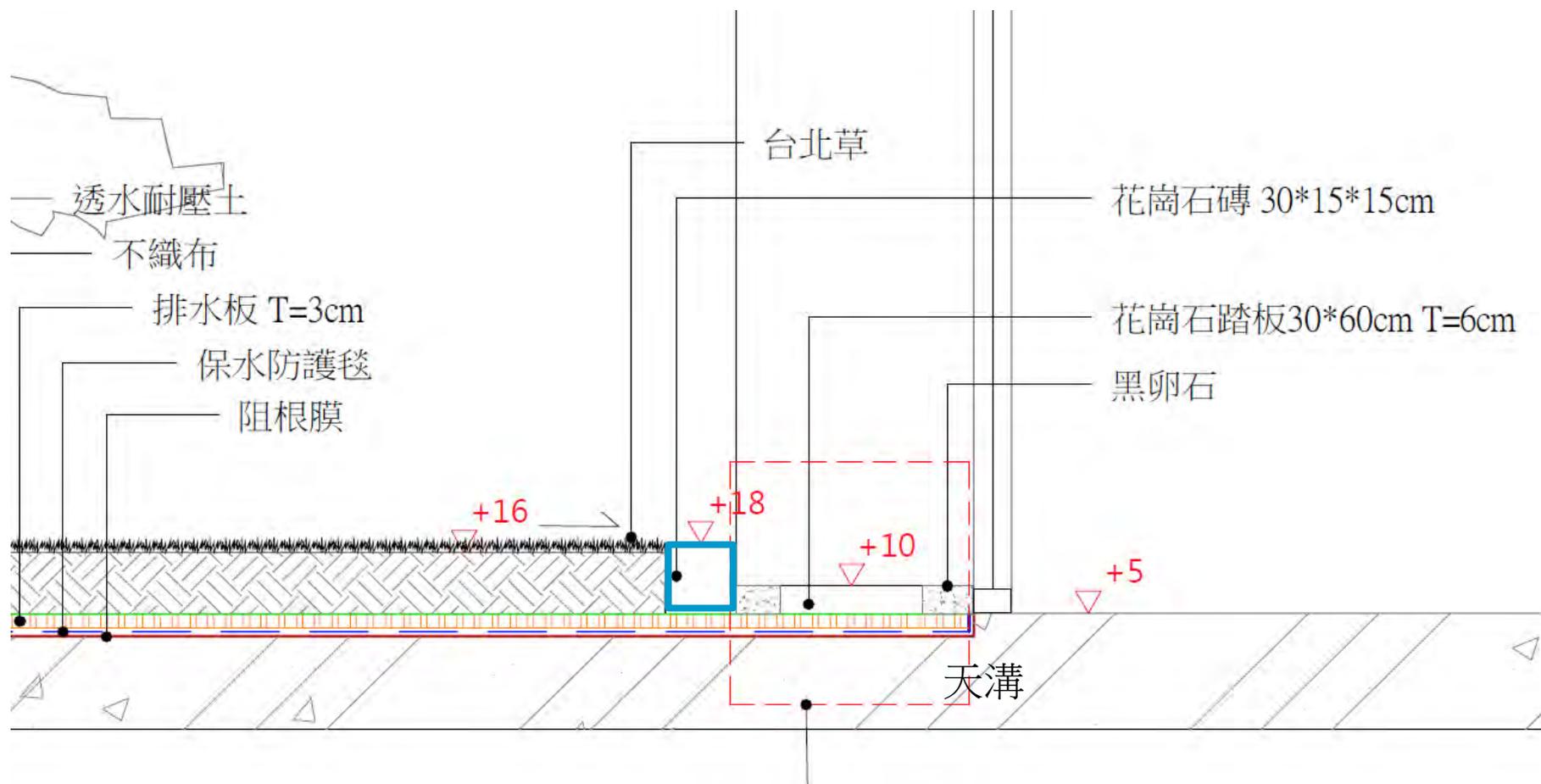
酸素管圍邊

酸素管



1. 排水層3~30cm，至少2度洩水坡度
2. 需要有立排+檢查罩 6" -8" HDPE 全透網管中間5cm填充晶曜石
3. 排水板3cm
4. 四周埋設酸素管—通氣及排水
5. 過濾—不織布

底部排水層需要暢通



設計綠屋頂時應該考慮甚麼呢？



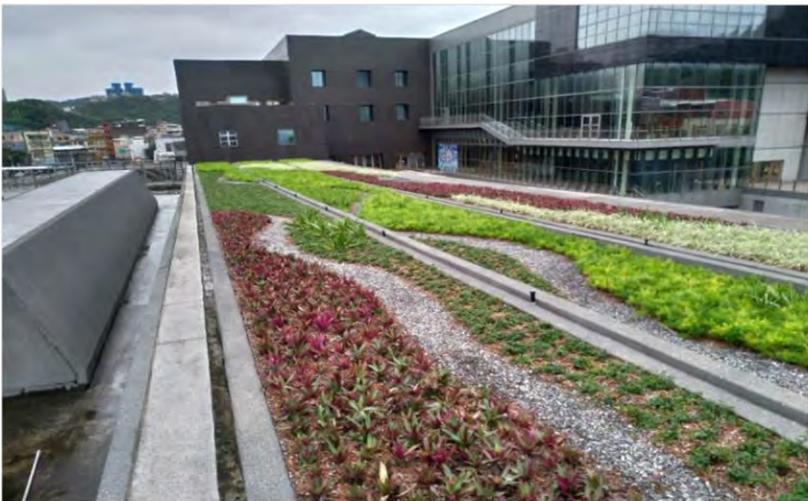
- ## 地理風水
1. 陽光
 2. 空氣
 3. 水源
 4. 樓層高度
(植栽適地適種)



設計綠屋頂時應該考慮甚麼呢？

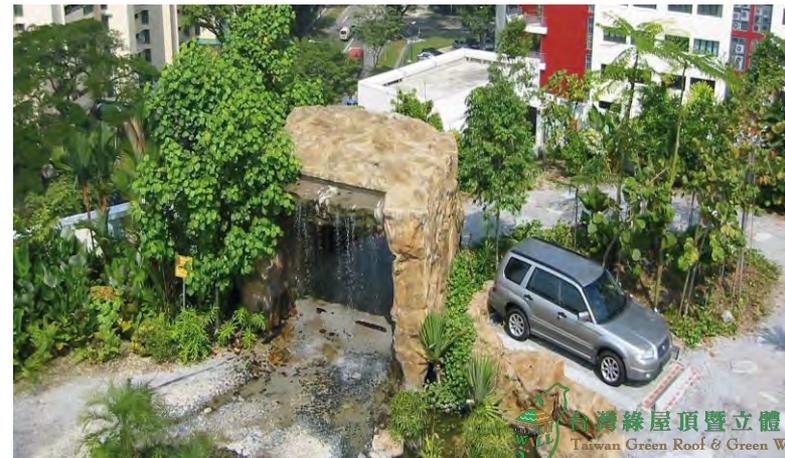
使用者

1. 社區住戶
2. 大眾
3. 學生
4. 鳥、蟲、老天爺



設計綠屋頂時應該考慮甚麼呢？

使用者需求: 休憩、生產、生態、隔熱、其他



Subaru Headquater, Singapore



Local palm trees were planted in a deep substrate layer.

Life on Roofs



未考慮使用者需求

設計錯誤的綠屋頂系統



設計綠屋頂時應該考慮甚麼呢？

經費：預算



Quality

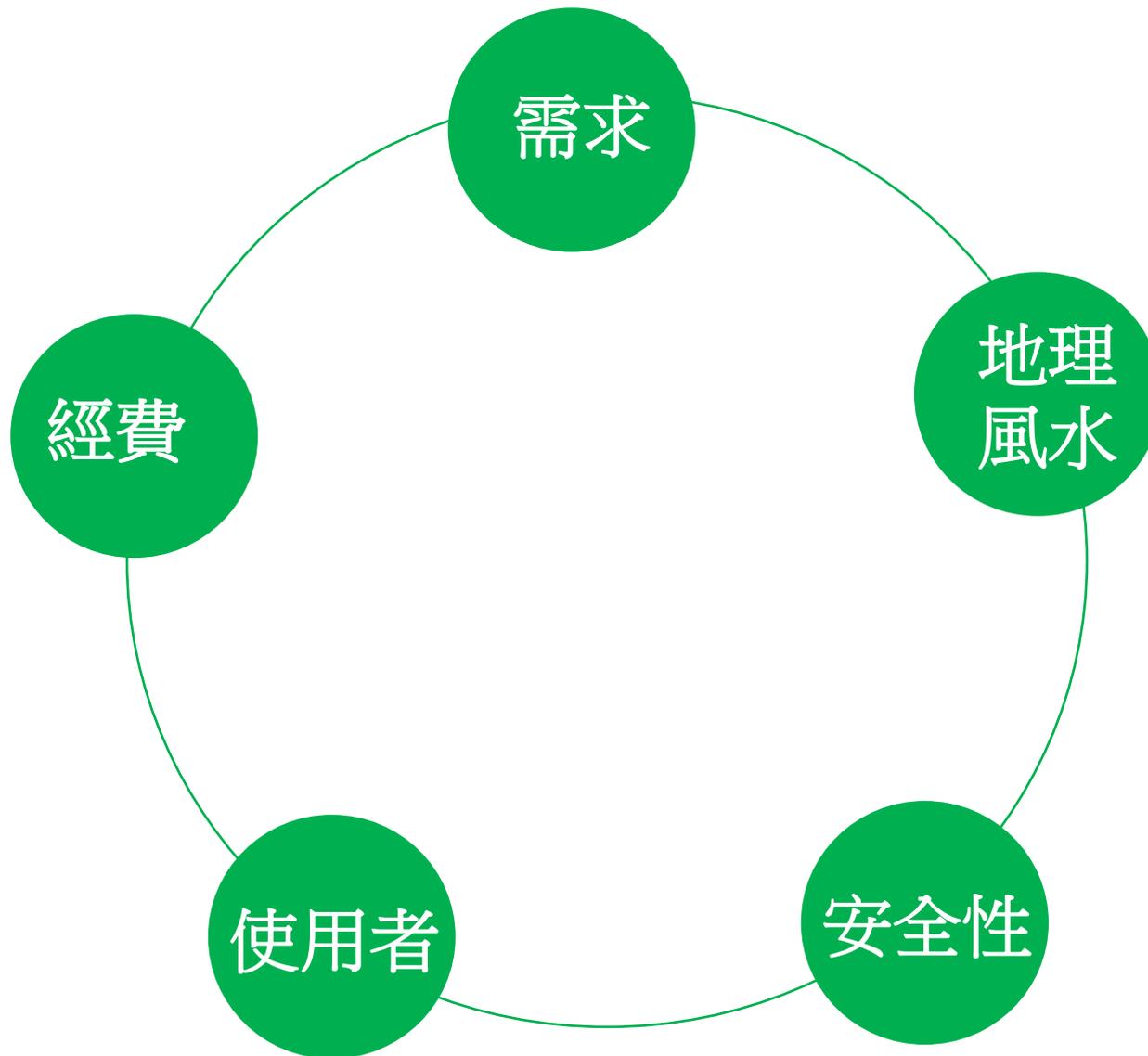
華爾街資訊大樓

社區住宅

- 1.經費: 30萬內
- 2.地理風水:面積大、陽光好、有水源、防水新作
- 3.安全性: 載重>350kg/m² 女兒牆120公分
- 4.使用者: 大樓住戶
- 5.種菜、常有人上來維養



位在東門城旁，此處綠屋頂為台南減緩熱島效應最佳表率。住戶熱情參與，成果豐碩，引發其他住戶爭先搶著要認養。



簡易評估表。

(資料來源：內政部建築研究所出版之《屋頂綠化手冊—建構及維護管理》)

項次	項目	配分	評估內容	危險度評分
01	屋齡， y_r (年)	13	<input type="checkbox"/> 30年以上(1.0) <input type="checkbox"/> 20-30年(0.67) <input type="checkbox"/> 10-20年(0.33) <input type="checkbox"/> 10年以下(0)	
02	使用功能是否改變	9	<input type="checkbox"/> 是(1.0) <input type="checkbox"/> 否(0)	
03	牆面產生裂縫	6	<input type="checkbox"/> 嚴重(1.0) <input type="checkbox"/> 中等(0.67) <input type="checkbox"/> 輕微(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)	
04	屋頂加建物(鐵皮屋、棚屋等)加重程度	9	<input type="checkbox"/> 高(1.0) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)	
05	屋頂加建物(水塔、消防逃生系統)加重程度	9	<input type="checkbox"/> 高(1.0) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)	
06	樑柱系統損害(開裂蛀腐變形等)程度	10	<input type="checkbox"/> 嚴重(1.0) <input type="checkbox"/> 中等(0.67) <input type="checkbox"/> 輕微(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)	
07	屋頂面產生裂縫裂蛀腐變形等程度	10	<input type="checkbox"/> 嚴重(1.0) <input type="checkbox"/> 中等(0.67) <input type="checkbox"/> 輕微(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)	
08	屋頂排水功能	7	<input type="checkbox"/> 極差(1.0) <input type="checkbox"/> 不良(0.67) <input type="checkbox"/> 尚可(0.33) <input type="checkbox"/> 良好(0)	
09	下方樓層是否滲水	7	<input type="checkbox"/> 嚴重(1.0) <input type="checkbox"/> 中等(0.67) <input type="checkbox"/> 輕微(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)	
10	板牆屋架等構材龜裂滲水銹蝕變形等程度	10	<input type="checkbox"/> 嚴重(1.0) <input type="checkbox"/> 中等(0.67) <input type="checkbox"/> 輕微(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)	
11	建築物傾斜及沉陷程度	10	<input type="checkbox"/> 嚴重(1.0) <input type="checkbox"/> 中等(0.67) <input type="checkbox"/> 輕微(0.33) <input type="checkbox"/> 無(0)	
	分數總計			危險度評分總計
評估結果			<input type="checkbox"/> 不需進行補強(總分小於20分) <input type="checkbox"/> 建議做進一步評估，降低潛在危險(總分大於20分)	

基地其他考量: 水源、電源、光線

常見的綠屋頂問題

第三階段
成果分享

作物及空間
分享

第二階段
維養管理

施肥
管理

病蟲害
管理

第一階段
評估規劃

風水
環境

經費
來源

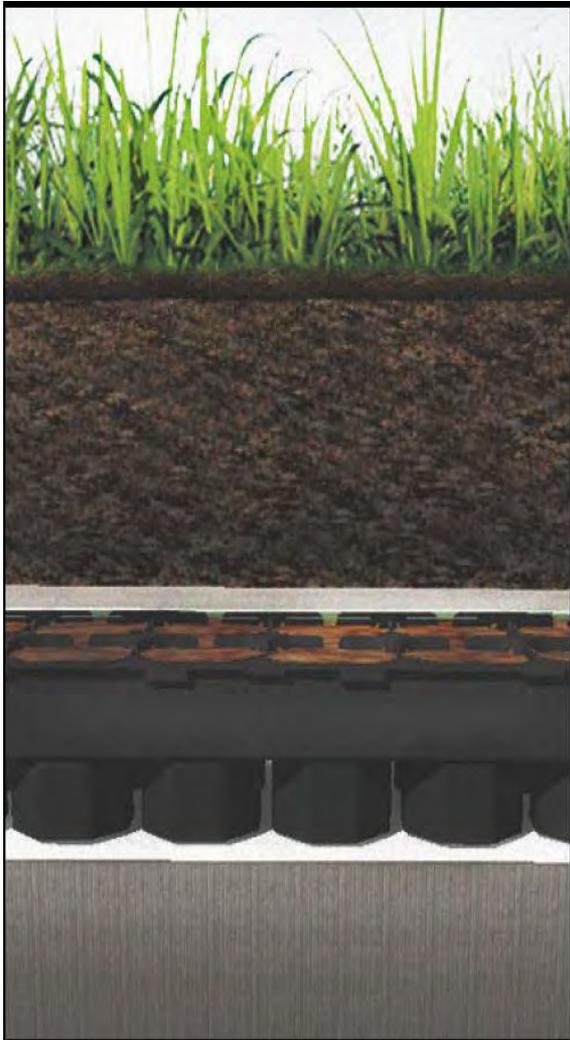
維養
人員



Overview

- - 一、綠屋頂及垂直綠化種類
 - 二、綠屋頂設計要素
 - 三、防水與阻根**
 - 四、綠屋頂排水與保水設計**
 - 五、土壤與植栽選擇**
 - 六、高空喬木固定技術
 - 七、維養原則
 - 八、綠牆設計與架構
 - 九、綠牆植栽與維護

綠屋頂基本構造



- 植栽層
- 介質層: 屋頂輕質土
- 過濾層: 長纖不織布
- 排水層或蓄排水成層
- 阻根層: 防水阻根毯或阻根膜
- 防水層及結構樓板

action
0 dB

Evaporation: 2 l/d

Water retention: 30 l

Reduction of air temperature: 1,5°C

- 植栽層
- 生長介質
- 過濾層
- 蓄排水層
- 保護層
- 阻根層
- 防水層
- 屋頂結構

Diversity

02

R-value

0,40 m² K/W

1 m

1 m

Illustration
© Copyright 2020

BuGG
Bundesverband GebäudeGrün e. V.
Dach-, Fassaden- und InnenausbauGrün

防水與阻根

防水失敗原因:

1. 施工不確實
2. 選擇錯誤的防水材料
3. 後續工項的人為破壞
4. 錯誤的設計



聚脲防水剝落



即將施作綠屋頂，但防水問題

壓層太薄已裂損

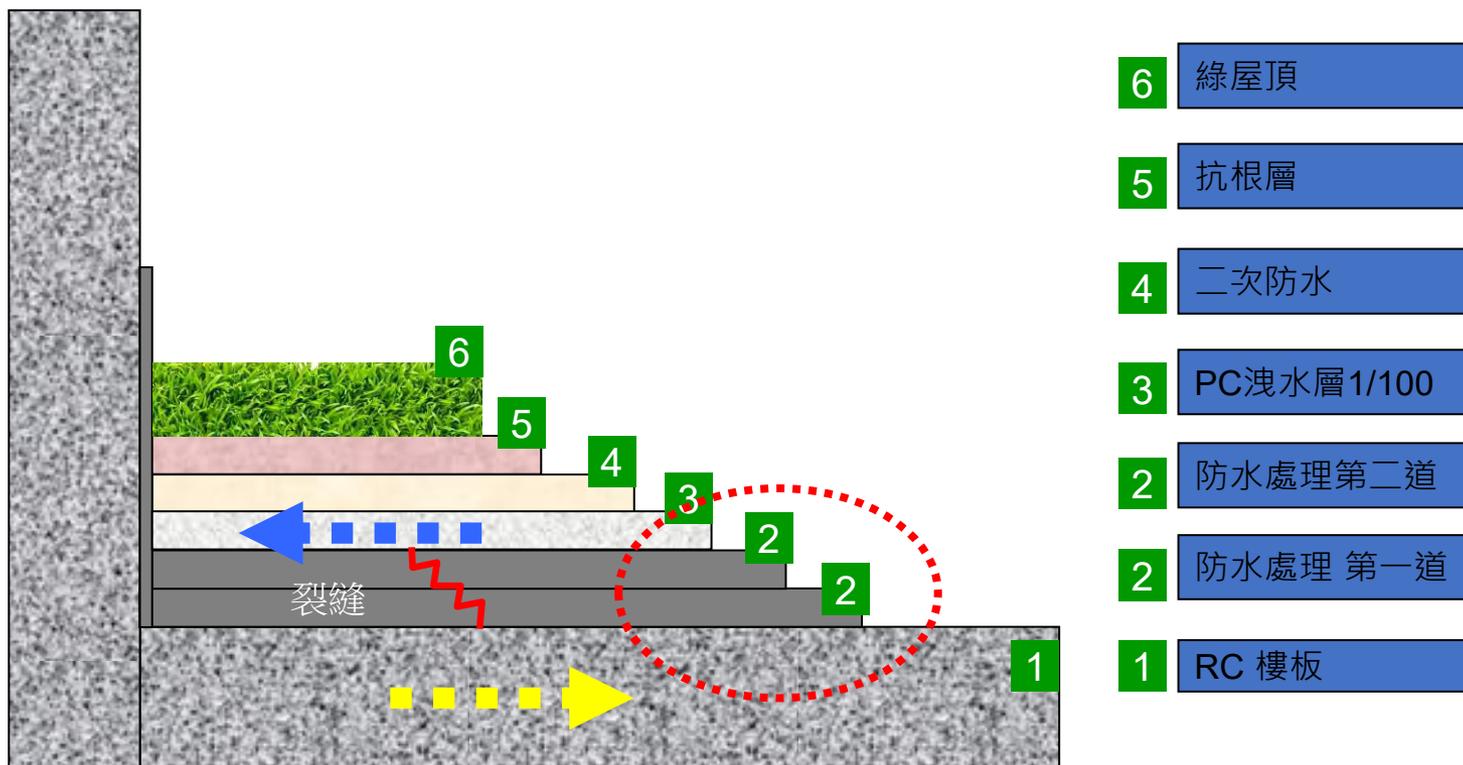


瀝青毯已剝落



傳統型綠屋頂防水工法

因一次防水層，與PC洩水層結合在一起，當建築物因地震晃動拉扯到一次防水層而造成破損，是故在綠屋頂防水設計並不信任一次防水，需多做二次防水處理綠屋頂的防水問題。



防水工法種類

1.塗膜式:

(1)PU塗膜防水工法

(2)水和凝固性塗膜工法(彈性水泥防水材)

(3)FRP塗膜防水工法(不飽和聚酯+玻璃纖維)



2.聚脲複合式防水工法



3.薄片防水工法或防水毯料鋪設:

(1)瀝青防水毯、

(2)PVC防水毯、

(3)TPO阻根防水毯



薄片防水工法或防水毯料鋪設:

(1) 瀝青防水毯

A. 熱工法

B. 自黏式橡膠瀝青防水氈

C. 烘烤法

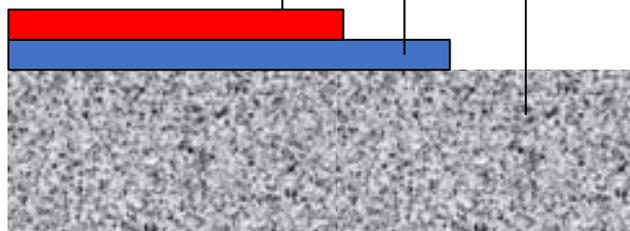


瀝青防水毯

瀝青底油

(揮發溶劑跟瀝青調合而成)

素地整理



薄片防水工法或防水毯料鋪設: PVC防水毯、TPO阻根防水毯

捲料或是毯料，利用接著劑或是打釘方式固定於屋頂上。

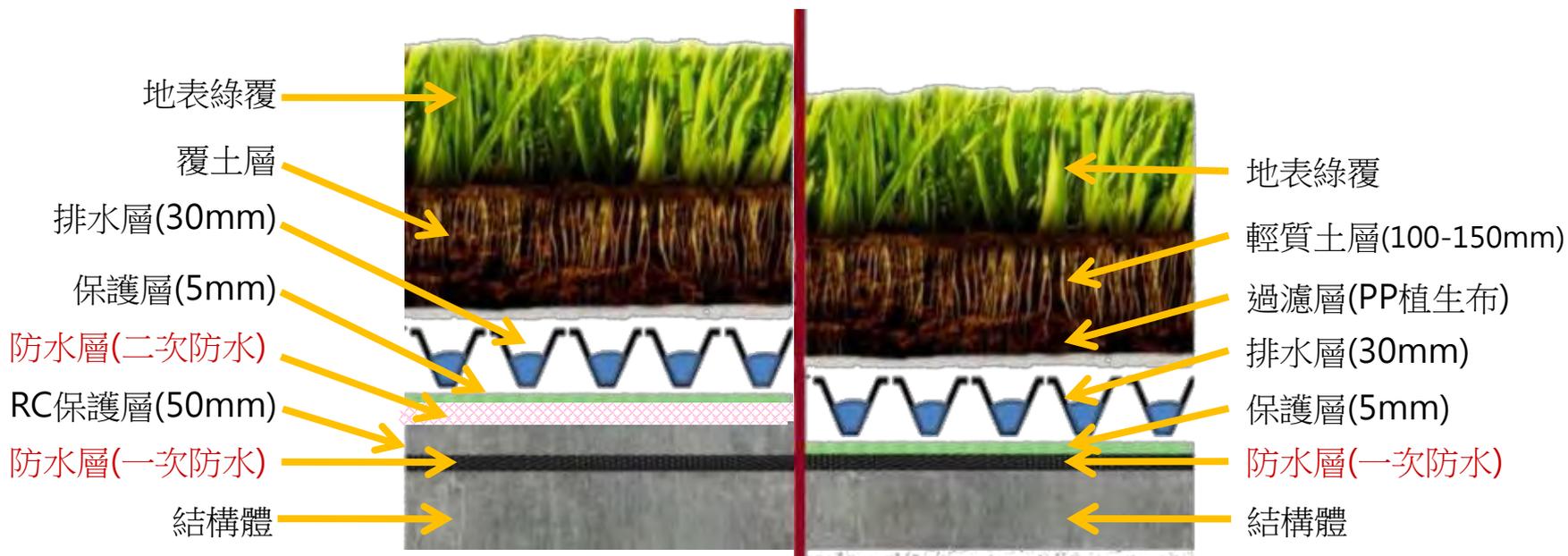
是歐美最常用的
屋頂花園防水工法



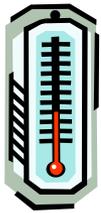
防水與阻根

傳統型綠屋頂防水工法

新式綠屋頂防水工法



綠屋頂防水材料的特性考慮



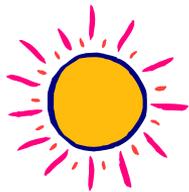
高度物理特性

抗機械破壞能力
抗剪力、高延伸性、抗穿孔
抗冰雹撞擊

OZONE

抗化學藥劑腐蝕與生化侵害

耐酸蝕
抗鹽份
抗微生物駐留破壞
與瀝青與聚苯乙烯相容



防樹根穿透

符合 prEN 13948 防樹根
及地下莖穿透



保固年限

施工保固
材料保固



耐候性

抗氣溫變化
抗UV



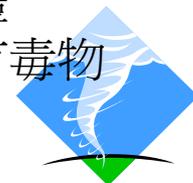
抗生物性

抗生物質生成
避免植物寄生



環保材料

不含鹵素、氯化物及塑化劑
燃燒時不產生戴奧辛等有毒氣體
生產材料依德國規定完全不含有毒物
經Fish Test不會釋放毒素至水中
不帶電中性物質
生產過程中無有害廢料產生
可回收再利用
可施作於飲用水池



UV-Light

屋頂防水材料應符合FLL國際抗根穿刺的認證



FLL準則
(Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e.V.)

「德國景觀開發與景觀研究學會綠屋頂基地之規畫、實施、與保養準則」為德國綠屋頂產業技術與標準依據。

HOCHSCHULE
WEIHENSTEPHAN-TRIESDORF
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES 

檢測機構(目前德國景觀開發與景觀研究學會(FLL)認定的抗根檢驗組織單位共有四家)

Test Report
**Determination of resistance
to root damage to flexible sheets and coatings
for roof planting according to FLL**

根據 FLL 規範，測定用於屋頂植栽的毯料類
和塗層產品的抗根損壞能力

Product name:
Polyfin 3016

Principal/Manufacturer:
POLYFIN AG
Ziegelhäuser Straße 25
D-69250 Schönau

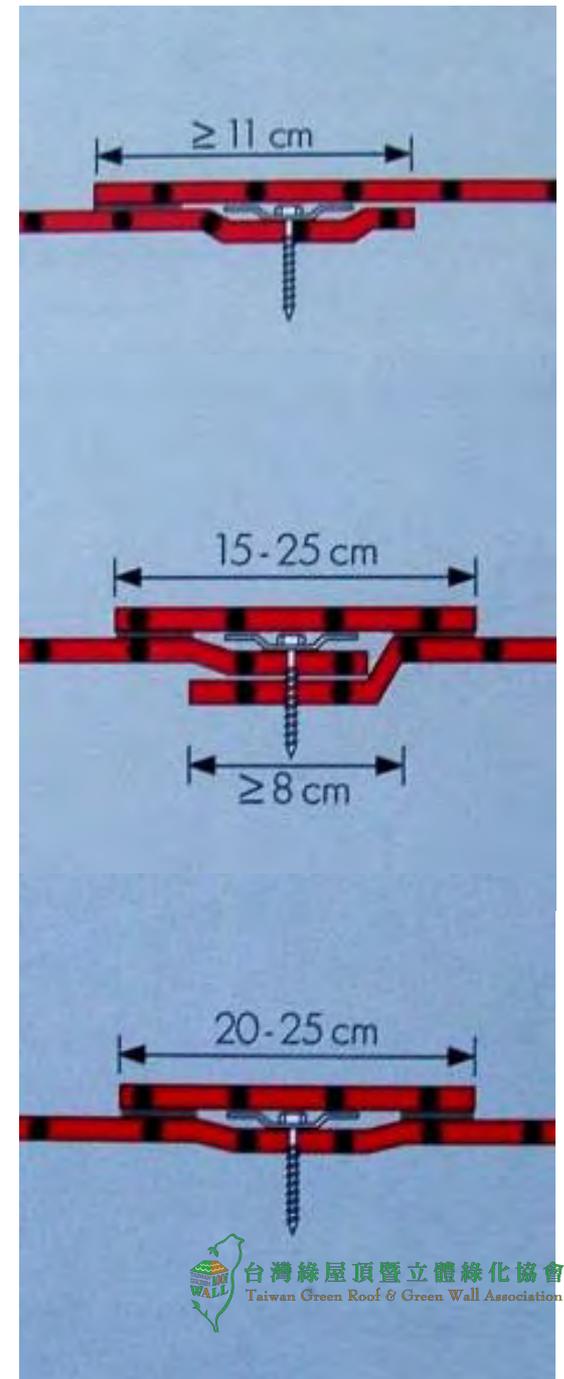
The report comprises 32 pages and is only allowed to be used unabridged.
The report has a 10 years period of validity.
Date: 2010-10-11

阻根防水毯固定方式

方式一：置重平鋪式方式



方式二：機械固定方式



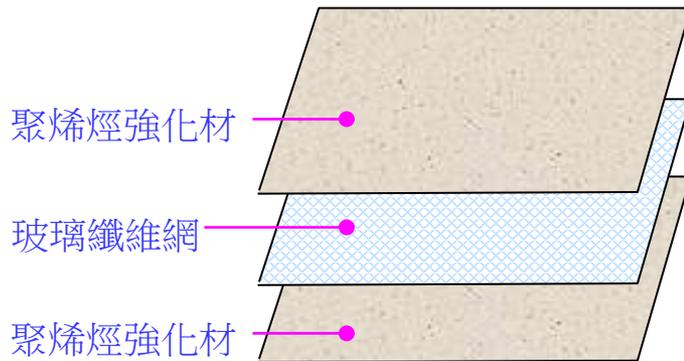
熱融搭接

	TPO	PVC
搭接程序	熱風直接融接 熱融後搭接處合為一體	熱風融接另需搭配特定膨脹材 熱融後搭接處無法合為一體
熱融溫度	350 ~ 650°C 溫度範圍廣施工品質易掌控	350 ~ 450°C 溫度範圍小施工品質不易掌控
瀝青相容性	是	否
聚苯乙烯相容性	是	否
防樹根穿透	是	否
環境影響	無	燃燒產生有毒氣體與物質
耐候性	不含PVC與塑化劑 耐後長達30年以上	含PVC與塑化劑 施作1年即老化且失去彈性
無毒性	可施作於飲用蓄水池	不可施作於飲用蓄水池

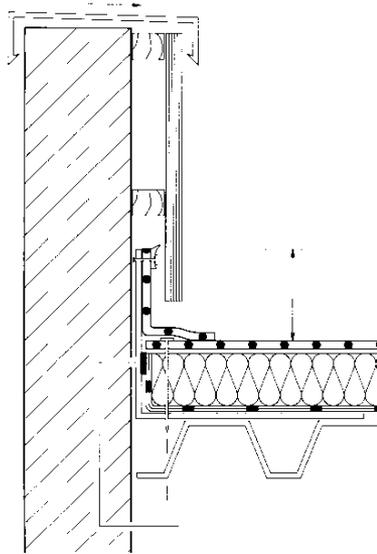
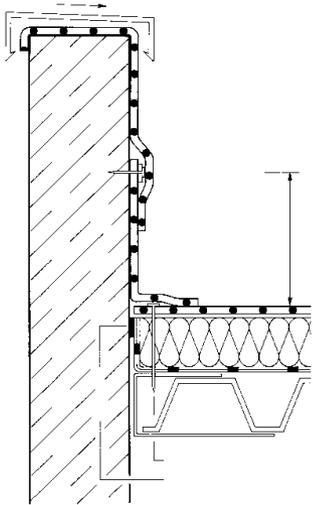
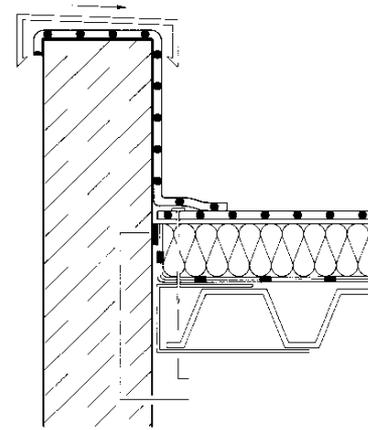
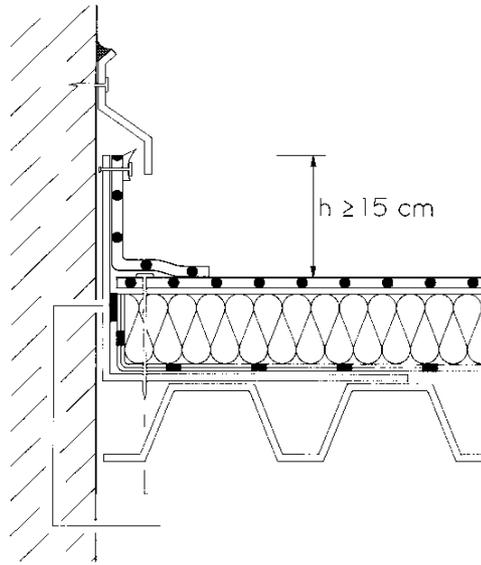
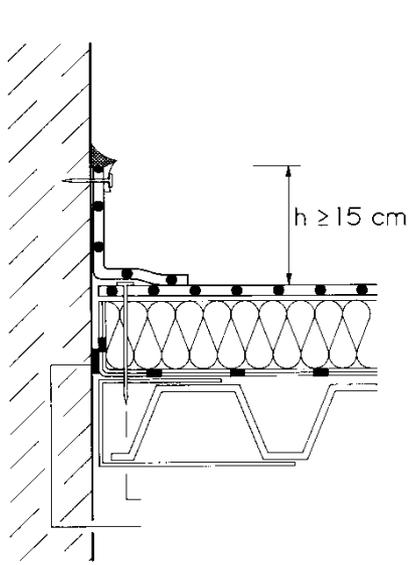


上下面均質TPO搭接後強度更佳

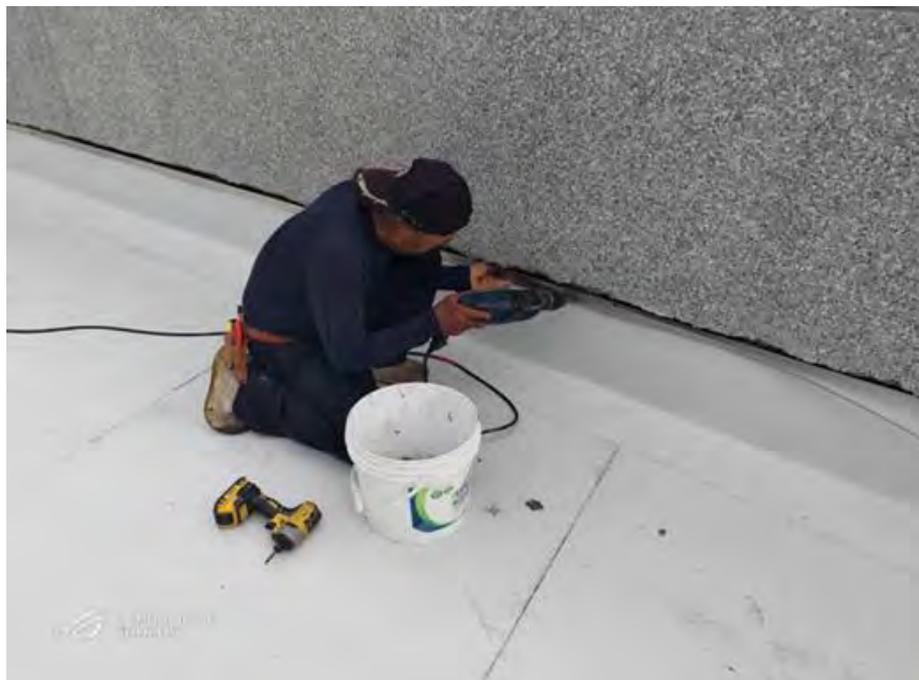
TPO為聚烯烴雙面強化材，中間層以玻璃纖維網強化，為三明治構造型式，對於抗外力拉扯及抗機械性破壞，均有優異表現。



女兒牆固定及收尾



女兒牆固定及收邊



直接塗佈於TPO防水毯和金屬構件



鋁壓條收邊，上方塗佈MS防水漆 (多種基材皆有良好的附著性)

舊建築防水修繕

員山榮民醫院屋頂防水舊翻新工程

施工前



施工中

舊建築防水修繕

員山榮民醫院屋頂防水舊翻新工程

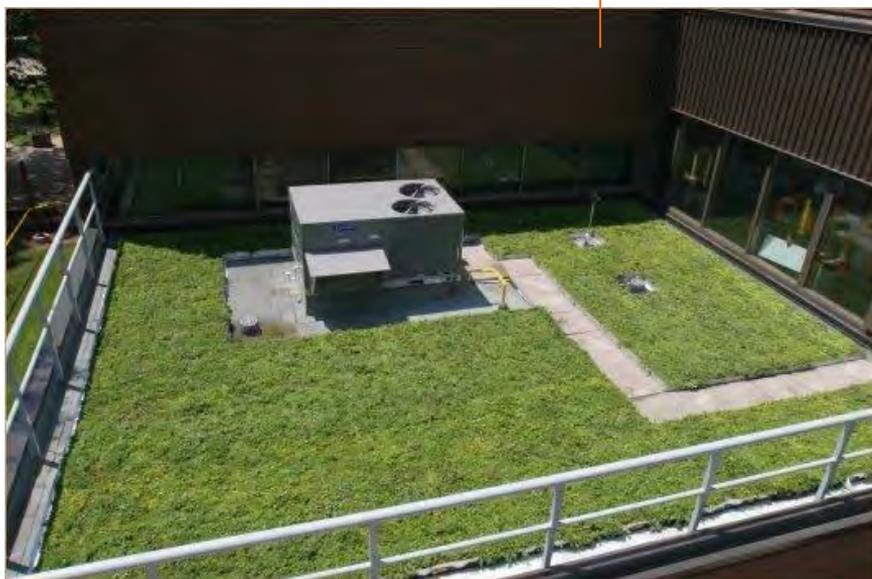
完工後



舊建築防水修繕

員山榮民醫院屋頂防水舊翻新工程

綠屋頂設計



新建工程—雲林豐泰文教基金會停車棚綠化



TPO防水毯施工



綠屋頂施工





2020.05.22

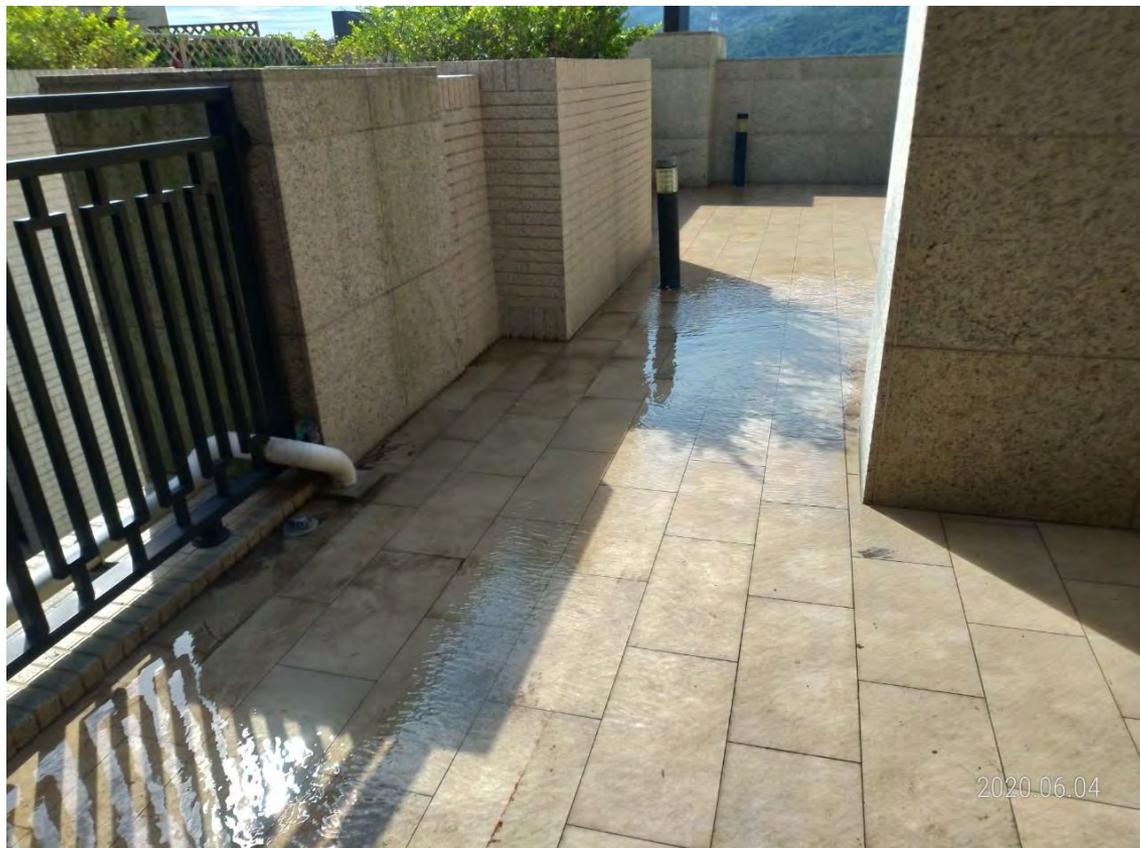


台灣綠屋頂暨立體綠化協會
Taiwan Green Roof & Green Wall Association

屋頂綠化簡易步驟

- 1.確認屋頂的防水現況** 一般會將屋頂排水孔塞住，放水積高至5~10cm。持續48小時，以觀察室內有否漏水問題。
- 2.鋪設阻根板(膜)** 在防水層上方鋪設阻根層，防止將來植物竄根。
- 3.全面鋪設蓄排水板** 防水與阻根沒有問題後，可以開始鋪設蓄排水板。蓄排水板顧名思義是可同時蓄水兼顧排水之用，以花盆為例，等於是自動給水花盆的功用。
- 4.鋪設植生不織布** 植生不織布可通氣並使土壤保留不留失，且能過濾排水不阻塞。
- 5.鋪設屋頂輕質土與自動澆灌設備** 屋頂應使用輕質土壤以減輕建築負擔，且應依80%無機質與20%有機質調配而成。自動澆灌設備則可分為噴灌及滴灌兩種。
- 6.植栽** 因環境高溫、風大，所以應依不同地區與氣候慎選植栽種類。

淹水測試: 淹水48小時以上

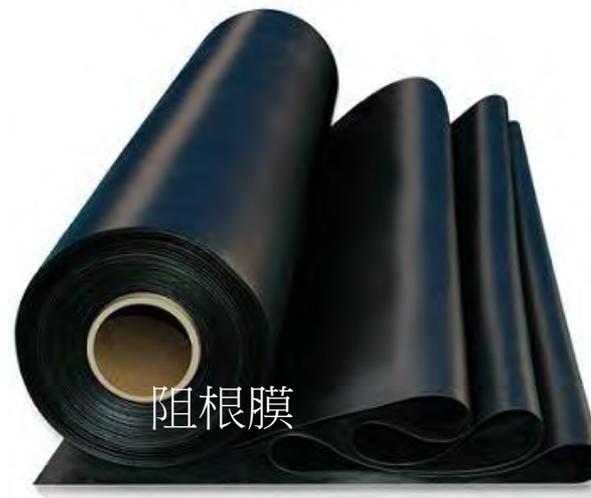
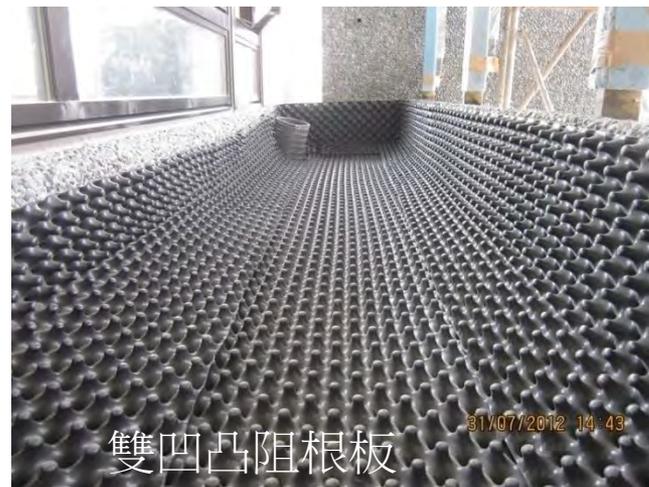


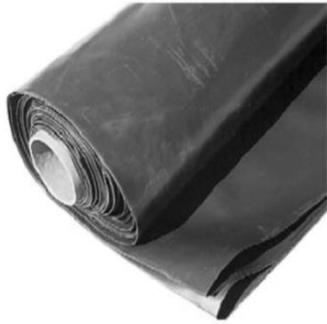
如何阻根??



根的向地性-重力、水分、養分、土壤密度所誘導

阻根種類



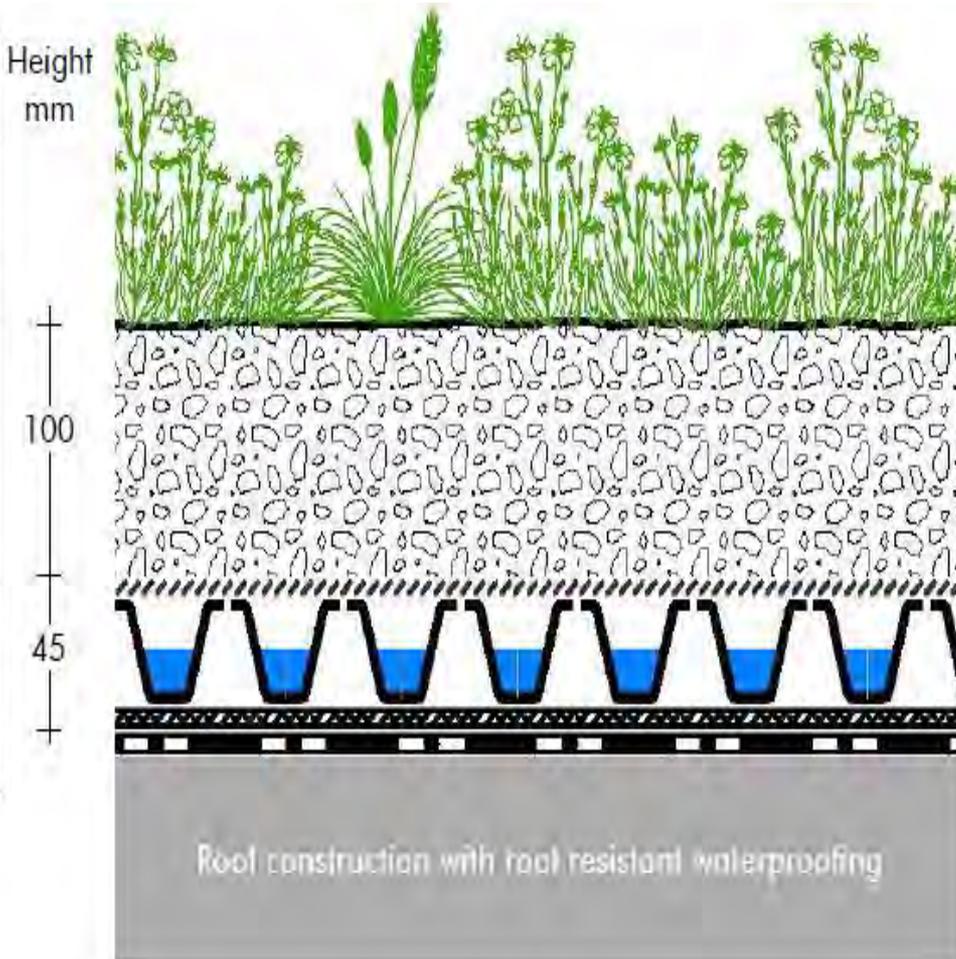


阻根膜 (如果綠屋頂防水無阻根功能時建議使用)

技術資料

Slope:	0°-10°
Build-up height:	ca. 145 mm
Weight, saturated:	ca. 155 kg/m ²
Water storage capacity:	ca. 39 l/m ²

Weight kg/m ²		Height mm
dry	water saturated	
113	143	100
2	11	45
115	154	



- 1. 植栽層
- 2. 屋頂輕質土
- 3. 透水過濾毯SF
- 4. FD40E 蓄排水板
- 5. SSM45 保水防護毯
- 6. WSF40 防根膜
- 7. 結構樓板及防水層

阻根膜特性



技術資料

厚度：	約 0.36mm
重量：	約 310 g/m ³ =2
顏色：	黑色
密度：	0.94 g/m ³
抗拉強度：	20°C時，約：40-47 N/mm ² 120°C時，約：20-25N/mm ²
拉伸膨脹：	> 400%
空氣層的水蒸氣滲透性：	sd > 200 m (德國標準 DIN52615)
滑動摩擦係數：	0.29

耐高壓

耐高壓的 PE 製品，堅固且抗拉強度高，作為粗放式綠屋頂與盆栽中的抗根層使用。

施工容易

直接搭接使用，不須熱熔熱風相黏，可與瀝青、保麗龍相容。

抗根穿刺

抗根穿刺，不含塑化劑，抗腐植酸與油脂，可抗根酸，抗紫外線。

顏色：黑色；厚度：約0.36mm；重量：約310g/m²。搭接寬度為 1.5M。

保水防護毯

鋪設後可以保護阻根膜或是防水層

富保水性

可儲存水分及營養

耐用性高

與瀝青相容，生物及化學中性；
抗腐；防撕裂

保護力強

鋪設於抗根層或抗根防水層上方保護阻根層



技術資料

材質：由聚脂纖維/聚丙烯製成的高品質纖維毯，背面含有羊毛材質

厚度：約 5mm

重量：約 470 g/m²

顏色：棕色 mottled

儲水量：大約 5 l/m²

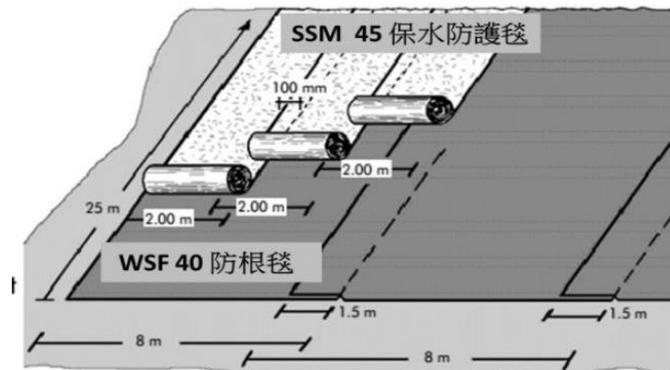
依照 EN ISO 13428，保護效能為：殘餘厚度 ≥ 25%

依照 EN ISO 10319，抗拉強度：> 5.5 千牛頓/公尺

縱伸展力：> 75%

依照 EN ISO 12236，滲透力：> 2000 牛頓

搭接寬度：10 cm



不織布—透水過濾毯

Filter Sheet SF 薄、輕、長纖編織



過濾效
果佳

耐用性
高

施工容
易

排水性
佳

特色

- 高品質、高耐熱聚丙烯濾網不
- 有效抵抗機械應力
- 抵抗自然存在的酸和鹼
- 化學屬性及生物屬性皆為中性
- 能使大量水通過
- 安裝既快速又簡單
- 不會腐壞

技術資料

材質：高耐熱聚丙烯不織布

厚度：約 0.6 mm

重量：約 100 g/ m²

顏色：灰色

尺寸：

長度 x 寬度：約 100m x 2m, 100 x 1m , 100x 2m, 10 m x 2m

滲透力：約 1100 牛頓 (EN ISO12236)

力度等級：2

延展力(200 公釐)：約 7 千牛頓/公尺(EN ISO10319)

縱向/橫向延展力：約 40% / 55%

流速(H50)：約 70 l/(m²·s) (≒ 0.07 m/s) (EN ISO11058)

有效孔徑(O₉₀)：約 95μm (EN ISO12956)

晶曜石 (黑曜石發泡粒)_排水兼過濾



日本工法:
直接以晶曜石當排水層
取代排水板和不織布
可防止生物膜阻塞不織布



大面積鋪設排水過濾工程



排(保)水層的選擇



排水板

高度: 3~5cm

蓄水量: 0 L/m²



圓柱蓄水排水板

高度: 4cm

蓄水量: 2.3L/m²



蓄排水板

高度: 4cm

蓄水量: 12L/m²



保綠蓄排水板

高度: 9.5cm

蓄水量: 32L/m²

蓄排水板



優點:

1. 兼具排水及蓄水功能。
2. 可以供植物根系吸收使用，減少澆灌次數。
3. 同時有良好的隔熱效果。水分蒸發帶走熱能，讓環境降溫。
4. 維養更容易。



隔熱蓄排水板

總高9.5公分

蓄水層 高度5cm，空氣隔熱層 高度4.5cm

- 1) 底部可防止植物根系由排水孔竄出，並有空氣隔熱的效果。
- 2) 底層環狀蜂巢結構架高設計有效增強其抗壓強度。
- 3) 模組側向排水孔設計加速洩水速率。
- 4) 每平方米蓄水32L，100平方米蓄水約3噸，蓄水能力強，水分100%利用。

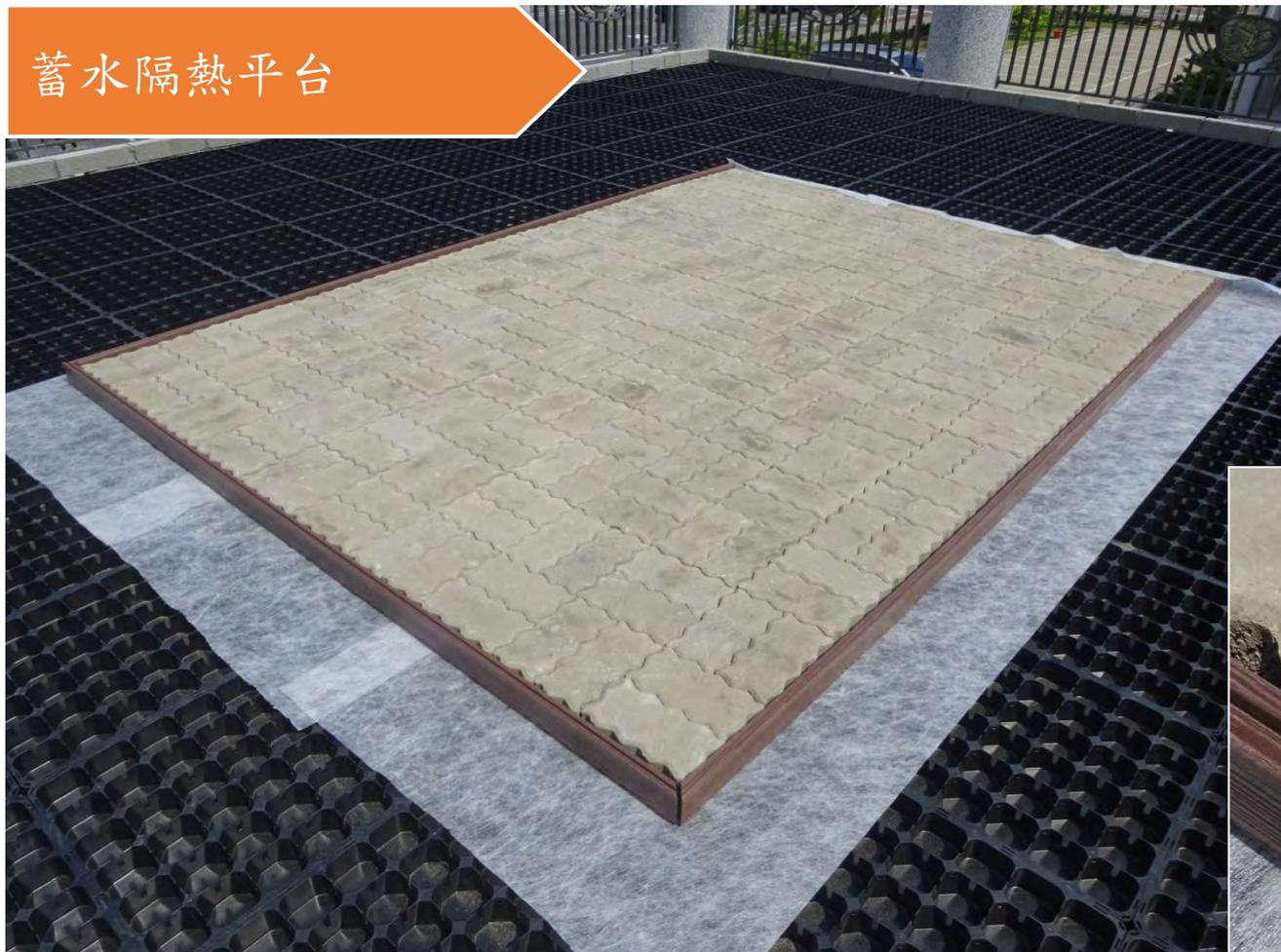
慈濟安平聯絡處2樓露臺



*先鋪設不織布作為連鎖磚範圍

慈濟安平聯絡處2樓露臺

蓄水隔熱平台



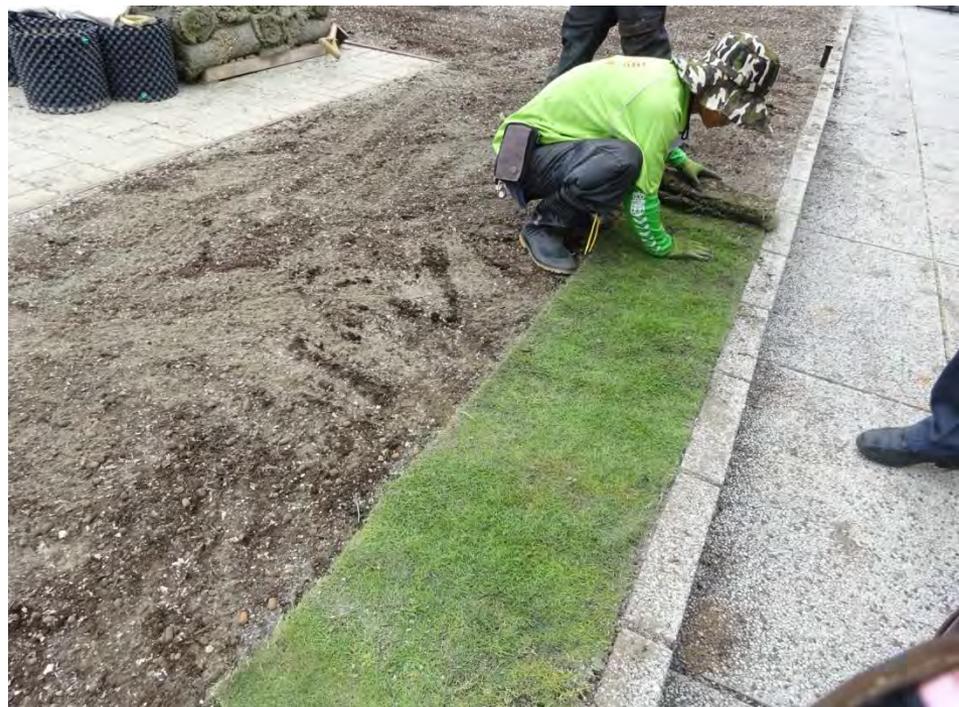
底部就是蓄水槽



*塑木切斜角方便固定也美觀!

慈濟安平聯絡處2樓露臺

草皮鋪設



*屋頂輕質土回填、整地、鋪草皮

慈濟安平聯絡處2樓露臺



薄層綠化

基隆海洋博物館-行政大樓綠屋頂



2019年1月7日 上午8:04:42
27-3號 調和街
中正區
基隆市



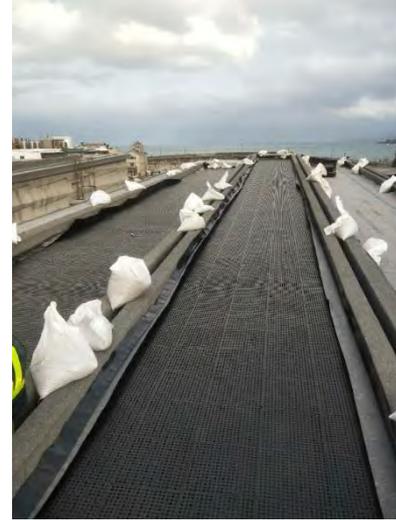
施工流程



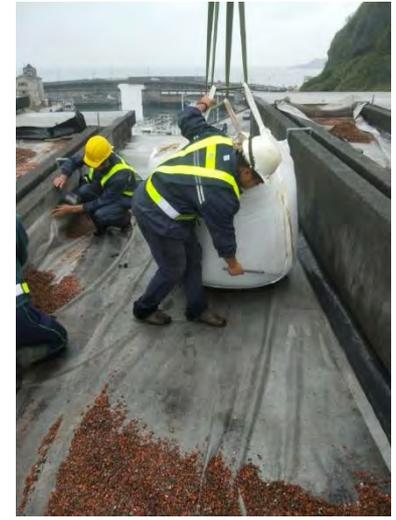
ZinCo Root Barrier Membrane



Protection Mat



Drain board



Filter blanket



Lightweight soil



49 plants/m²



Maintenance

植栽種類—耐鹽、耐曬



銀紋沿階草

Striped Mondo Grass

蔓花生

Wild Peanut

越橘葉蔓榕

Vaccinium Fig

土丁桂

Alsine-like Evolvulus

小蚌蘭

Boat Lily

武竹

African Asparagus



小蚌蘭



武竹



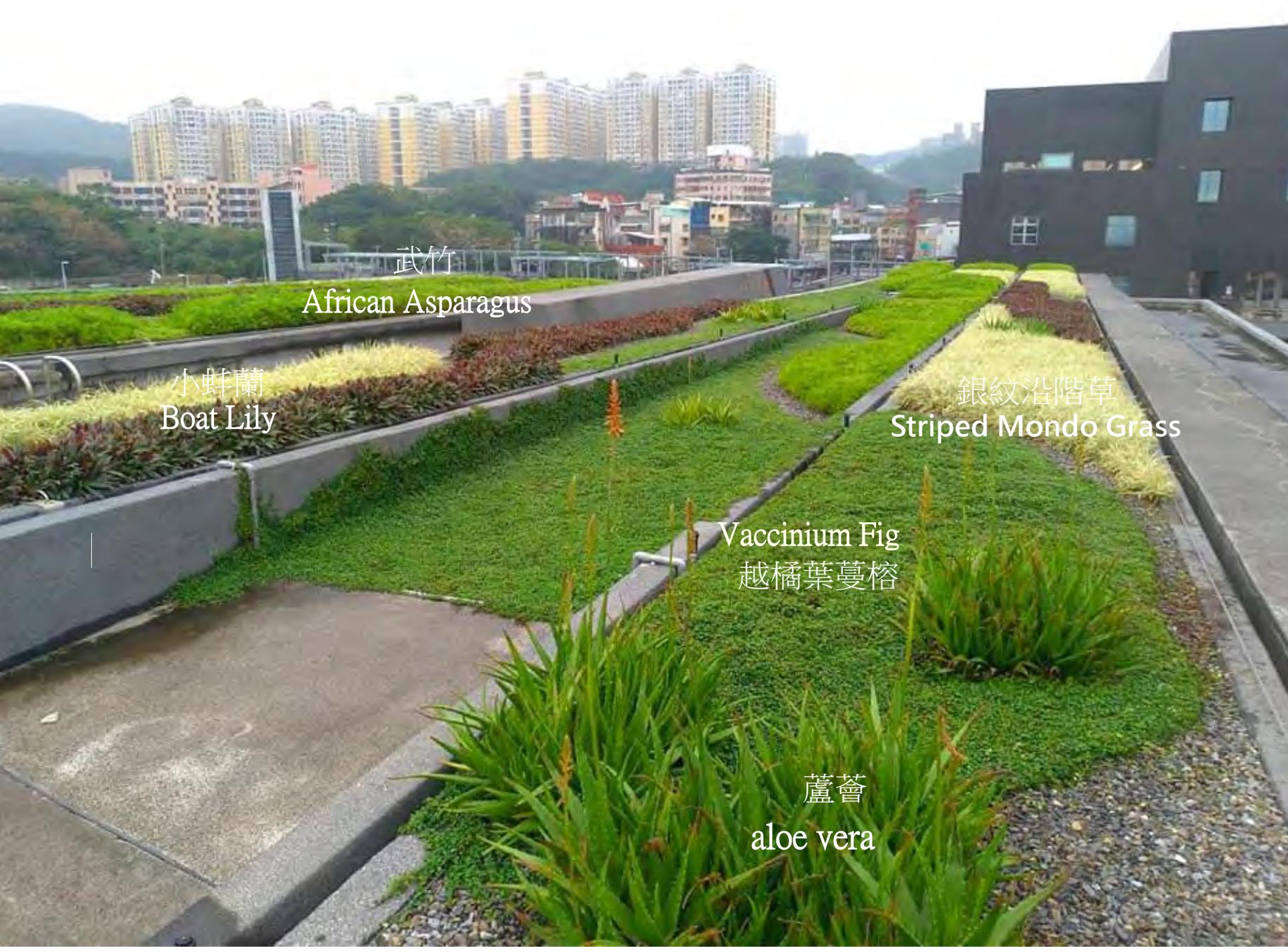
蔓花生



土丁桂



銀紋沿階草



武竹
African Asparagus

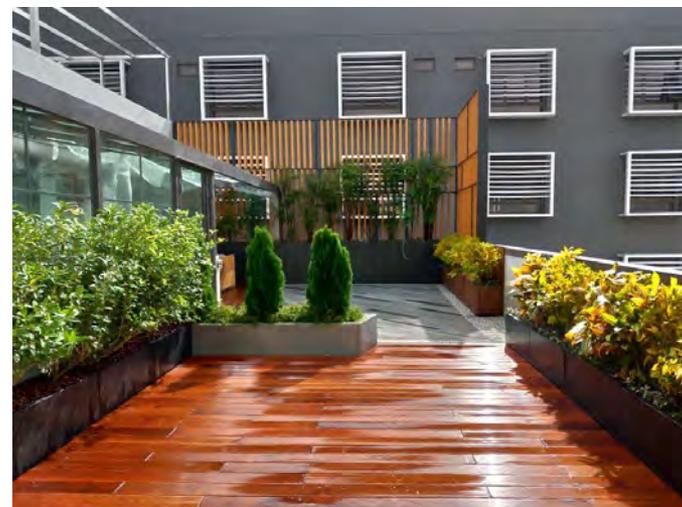
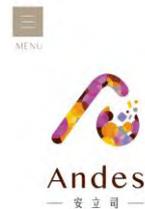
小蚌蘭
Boat Lily

銀紋沿階草
Striped Mondo Grass

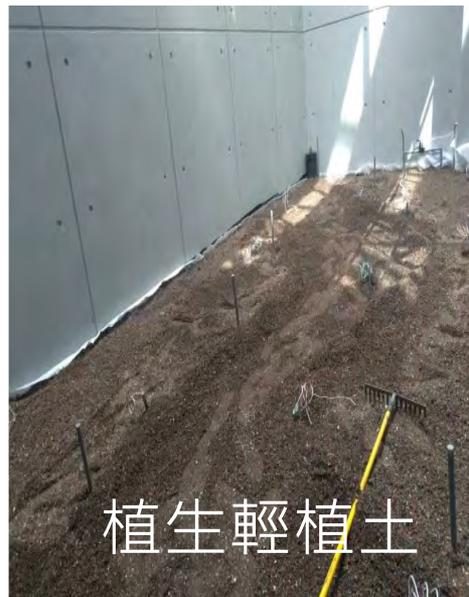
Vaccinium Fig
越橘葉蔓榕

蘆薈
aloe vera

安立司企業總部



施工流程





白花天堂鳥、木羊齒、澳洲鴨腳木、孔雀木、圓葉福祿桐、紅花天堂鳥
粗肋草、合果芋、黑葉芋、菇婆芋、觀音棕竹、黃金葛、常春藤、薜荔、越橘葉蔓榕、
白網紋草、嬰兒淚

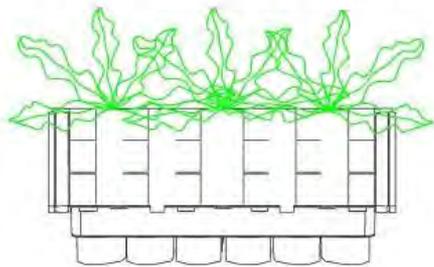
蓄水型的植栽箱



● 單盆模組規格:

W=53cm*H=25cm(單層)

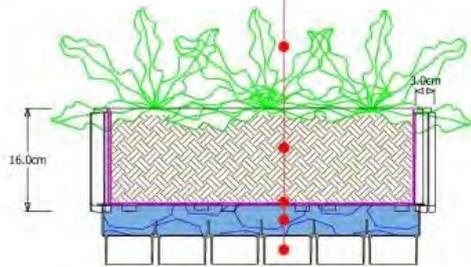
W=53cm*H=40cm(雙層)



盆鉢菜園 DIY

隔熱蓄排水板+組合式側板

菜苗
菜園土 (TH=15cm)
植生不織布 (PP長纖)
蓄水層 (TH=5cm)
空氣斷根層 (TH=4cm)



保綠蓄排水板+側板:

變成蓄水型的植栽箱，
每個植栽箱可以蓄水8
公升，讓種菜、養花
的水份管理更加容易。

中和稅捐處—蓄水型植栽箱



盆鉢綠化

菜園區



每個植栽箱可
以蓄水8L



香草區

使用蓄水型植栽箱
讓屋頂田園給水管理更加容易

模組化蓄水型植栽箱的應用—庭園式綠屋頂



1. 依設計鋪設保綠蓄排水板



2. 依設計加上側板



3. 覆輕質土



4. 植栽及外觀收邊板

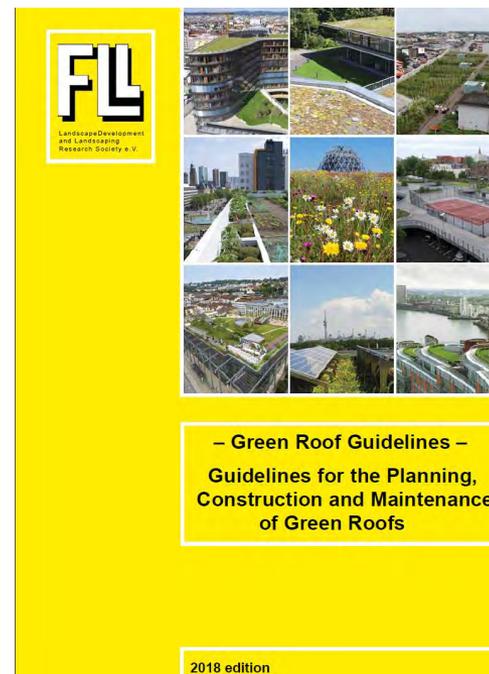
110年度台北市綠屋頂示範區

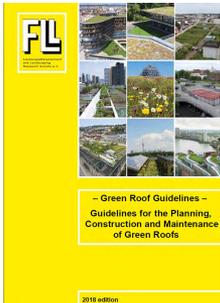


綠屋頂介質的選擇

FLL綠屋頂指南首次出現於1982年，當時名為綠屋頂原則，自1992年起多次修改為[綠色屋頂規劃、建設和維護指南]，他被公認為歐美綠屋頂的基準法規，目前在世界各國被視為制訂本國法規的基礎。

FLL 是德文 (Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e.V) 的縮寫





7.1.2.1 植被支撐層

Vegetation support layer

植被支撐層（參見第 10 節）為植物生長奠定了基礎，並且必須允許良好的根部滲透。它必須具有所有必需的基本物理、化學和生物特性。它需要結構穩定，能夠吸收和儲存可用的水，同時允許多餘的水滲透到排水道。即使飽和時，它也必須能夠容納適合所種植植被類型的足夠量的空氣。

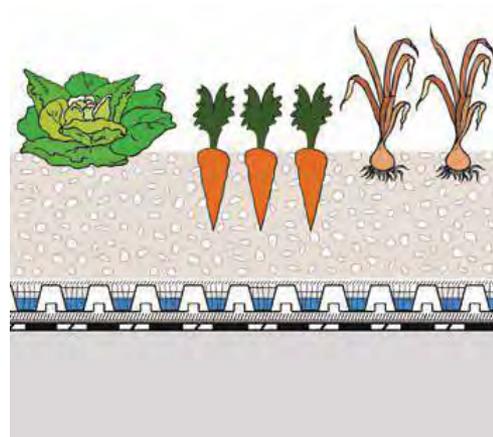
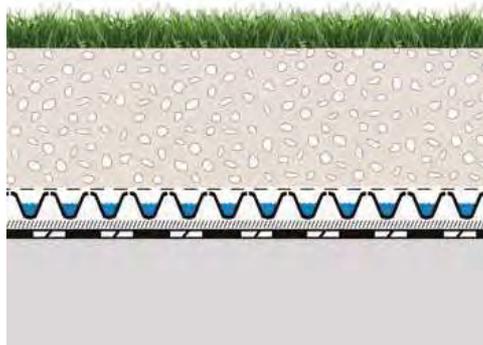
7.3.2 最大容水量

Maximum water capacity

最大水容量用於確定分層結構中使用的材料在壓實條件下的儲水能力。最大水容量表示物質在初始水飽和後經過 2 小時滴水期後的水含量。該參考值用於指示植被的特徵。（見 8.2.6 和 10.2.7）。

7.4.1 水的儲存 Water storage

- For intensive greening, a combination of water storage in the vegetation support layer and a reservoir in the drainage layer offers a fitting form of water storage.
- 對於密集式綠化，植被支撐層蓄水和排水層蓄水相結合，提供了一種合適的蓄水形式。



8.3 Construction 建造

- Materials are to be laid with an even surface, having regard to the roof pitch, any surface irregularities on the roof surface and any specific structural requirements with regard to the surface layer. The tolerances over a measured length of 4 m are:
 - With a thickness less than 10 cm 1.0 cm;
 - With a thickness of > 10 – 20 cm 1.5 cm
 - With a thickness of > 20 cm 2.0 cm
- 考慮到屋頂坡度、屋頂表面的任何介面不規則性以及與表面層有關的任何特定結構要求，材料的鋪設表面應平坦。4 m 測量長度的公差為：
 - 土壤厚度 < 10cm 公差1.0cm
 - 土壤厚度 > 10 – 20 cm 公差1.5 cm
 - 土壤厚度 > 20 cm 公差2.0 cm

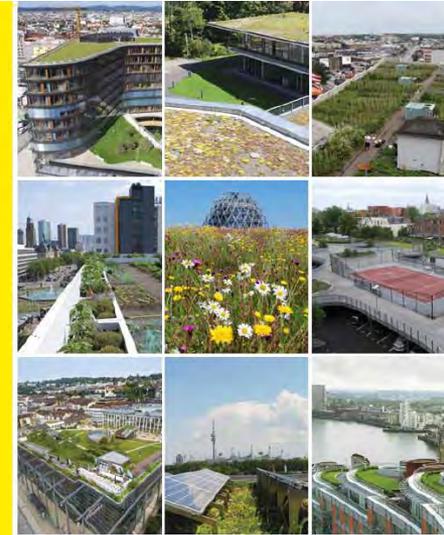
綠屋頂介質層建議

德國FLL(景觀開發與景觀研究學會)綠化介質規範

- 土壤粒徑大小分配，大顆粒無機介質(超過1mm以上)在**33%**以上。(未達2mm在50%以內)
- 有機介質含量在總裁培介質體積**20%**以下
- 土壤介質的總密度在 $800\text{kg}/\text{m}^3 \sim 1200\text{kg}/\text{m}^3$ ，飽和濕潤介質為乾重的1.2-1.5倍。
- 土壤介質pH值6-8.5
- 土壤保水力 $\geq 35\%$

-有機質含量20%以下可減少土壤體積損失、土壤移動及分解所造成的排水阻塞等。

-輕質土力求均質穩定、輕質，植株不用長得過快過大，以適應屋頂強風的環境。



– Green Roof Guidelines –
Guidelines for the Planning,
Construction and Maintenance
of Green Roofs

2018 edition

保水及輕質介質混拌



保綠人造土



椰纖土



水陶石



保肥土



蛭石



泥炭土

依照德國FLL(景觀開發與景觀研究學會)
兼具排水、保水、結構特性

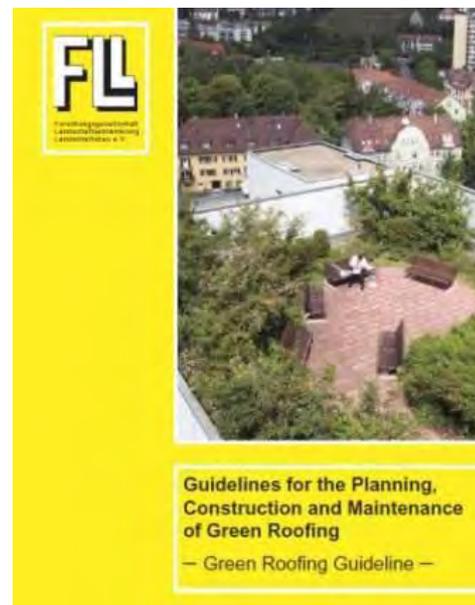


環保輕石



輕質配方土

保水介質，
混拌土壤使用，
增加土壤的保水性。



輕質土 功能



好的介質需兼具保水及排水特性

- 輕質土比重 0.8 – 1.0
- 一般天然土比重1.5 – 2.0
- 鋪設十公分, 天然土載重要200公斤
- 一般屋頂載重限制為200公斤

輕量

保水

通氣

強度足夠

可重複使用

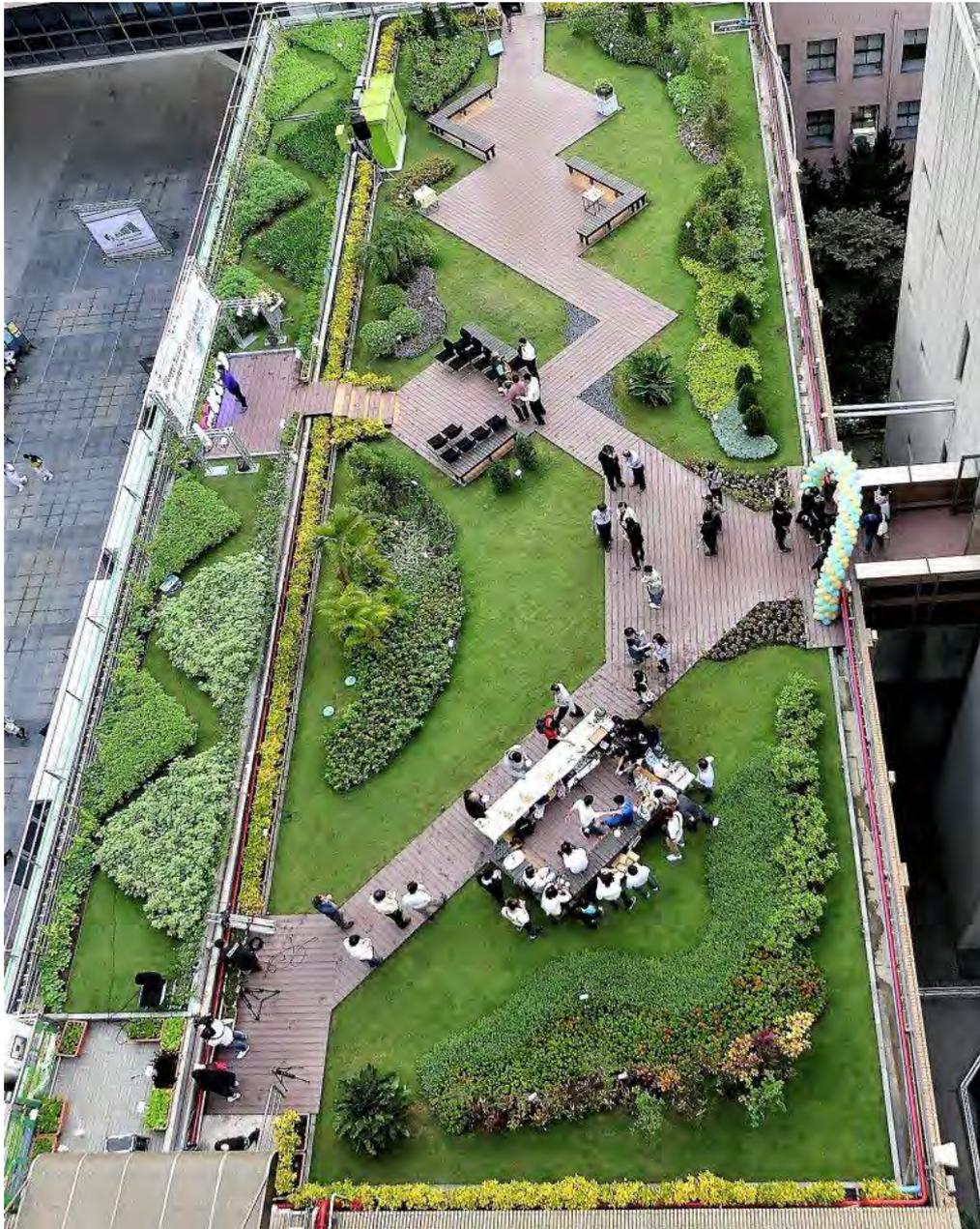
兼具排水
保水功能

Das ES 大型購物中心



回收磚粒為
混拌介質佔
40%以上





2017高雄醫學大學
屋頂藥食園



植生輕質土



隔熱蓄排水板





具殺蟲效果
土壤保肥性高

土壤中的有機質含量要 夠, 菜才會長得肥嫩

- 有機栽培介質
- 特性：提供蔬菜良好生長
 - 有機質50%以上(低分解性、長纖維之植物有機質)
 - 無八大重金屬及農藥
 - 肥料編號:7-03



台北博仲法律事務所-屋頂田園

2021年已達碳中和



Attorneys at Law –

An Urban Community Leader in Green Building Practices, Rooftop Garden Design and Ecological Habitats



TEXT: SUE BARCOCK IMAGES: WINKLER PARTNERS, ATTORNEYS AT LAW

Since 2006, Robin Winkler, founder of Winkler Partners Attorneys at Law of Taiwan and Foreign Legal Affairs, has had a visionary mission. That mission is for



...the firm's commitment to sustainability practices, including the use of air conditioners, the "sleep" setting on their computers and switching to using low-energy lighting appliances in efforts to reduce electricity usage during their time at the office. Since 2004, the firm has reduced its electricity usage by an impressive 61%.

CULTIVATING RESOURCES - THE ROOFTOP GARDEN

In the 1970s, the majority of Taipei's buildings were concrete four-storied flat-roofed buildings. So, it was with good fortune that the Winkler Partner's firm was able to find such a building for their firm's offices and rooftop garden.

The garden, created in 2007, occupies 75 square meters of flat rooftop space. It is a year-round permaculture oasis offering greenery, shade, lower temperatures (especially in summer), natural insulation, a buffer for traffic noise and pollution, rainwater collection and a habitat for insects and birds.

Permaculture is a philosophy: it is a way of knowing and understanding how to help create change and transition into a more ethical, sustainable way of life, honoring our environment.

At Winkler Partners, a full-time employee supervises and coordinates the firm's rooftop garden. He shares with colleagues specific and practical information about permaculture. Colleagues are encouraged to participate in the garden and cultivate their own small plots. To date, as many as 22 have accepted the "green thumb" challenge.



摘取: 博仲臉書

屋頂菜園設計

- 可盆栽、可滿鋪式(薄層綠化)，可搭配庭園型綠屋頂設計。
- 需考量排水、土壤成分、植栽的選擇。
- 可使用底部給水及噴滴灌系統
- 利用底部蓄排水板可回收雨水，讓雨水暫留，水**100%**利用率。



世界最大的屋頂菜園Brooklyn Grange



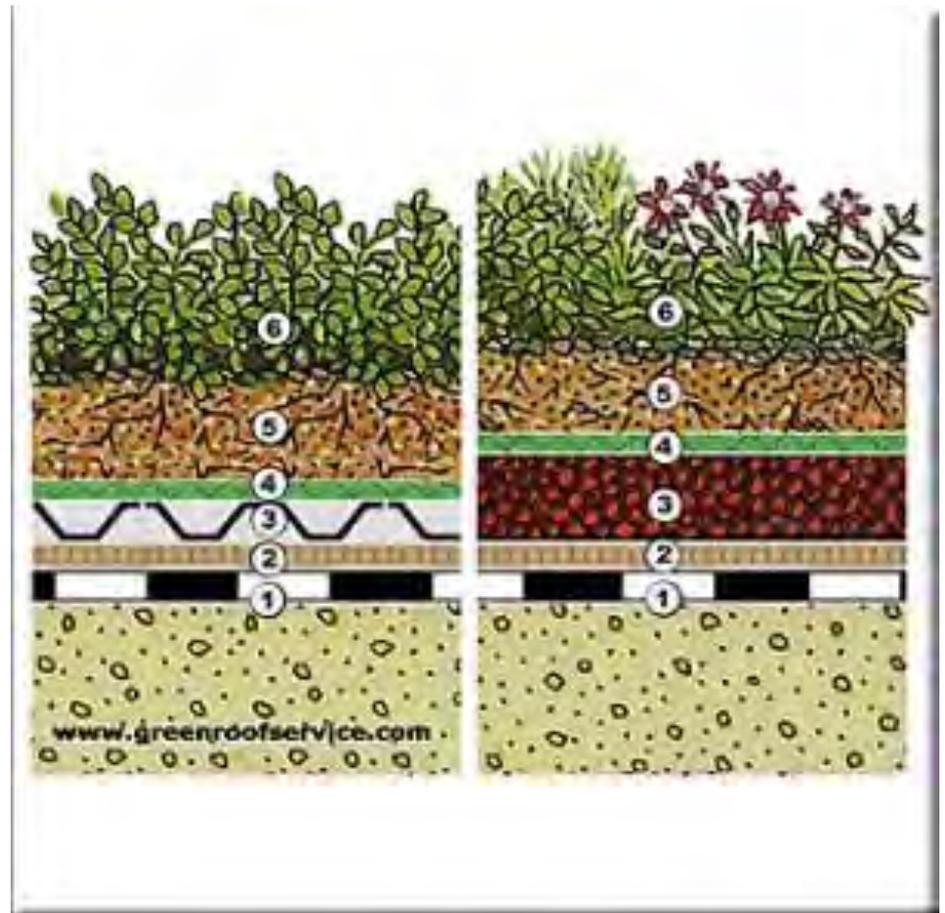
世界最大的屋頂菜園 Brooklyn Grange

- 面積: 4萬平方英尺(3716平方公尺)
- 屋頂土、有機泥土、輕多孔石
- 排水鋪墊、隔離層
- 土層19.05cm



Brooklyn Grange 設計

- 1.屋面板和防水層
- 2.防水保護層
- 3.排水和水分存儲層
- 4.過濾層
- 5.栽培基質
- 6.屋頂綠化植物



世界最大的屋頂菜園Brooklyn Grange

兩座農場占地共2.5英畝，每年生產超過5萬磅的有機蔬果。

複合養殖模式，飼養蛋雞和蜜蜂。
為目前紐約市最大的養蜂場





屋頂用餐



Østergro Rooftop Farm 哥本哈根

氣候城市、屋頂菜園、養蜂、餐廳



植栽的選擇？



低維護地被植栽

全日照



仙草



倒地蜈蚣



蠅翼草



矮筋骨草



土丁桂



穗花木藍



黃花酢醬草



小蚌蘭



武竹



蔓花生

半日照



馬蹄金



吊竹草



越橘葉蔓榕



薜荔



玲瓏冷水花

其他地被植栽-不適合



卷柏



萬年草

互動式庭園-香草、香料植物及小型矮化果樹



迷迭香



到手香



紫蘇



芬芳萬壽菊



四季檸檬(矮化品種)



金吉樹



辣椒



九層塔

香草、香料植物及小型矮化果樹



香茅



香蜂草



薄荷



無花果



檸檬百里香



甜菊



洋蔥



茴香



熱帶蘋果



水蜜桃