

視建築為一系統：建築設計的整合性策略

Architecture as a System :
The Integration Strategies for Architectural Design



國立交通大學建築研究所

碩士論文

研究生：王鵬達

指導教授：張基義

中華民國一〇二年四月



視建築為一系統：建築設計的整合性策略

Architecture as a System :
The Integration Strategies for Architectural Design

摘要

「系統」係指一組元素具有相互依存關係形成的總體；「建築」係由空間中的各種元素整合而成的特定形式，如同「系統」。本論文的出發點即在討論建築中的系統，並經由設計的過程，去探討系統在設計中的地位、和設計者的關係，以及如何影響最終的建築形式。

藉由四個案子，提出兩個主題作為討論的依據：(一)構築系統，以構築方式為出發點，以構築系統為設計主軸產生的建築形式。(二)形式系統，以空間目的為出發點，整合空間元素以滿足機能需求形成的系統。對比於兩種主題，可以理解以不同的出發點不僅產生不同的設計方式，設計者扮演的腳色也大為相異。

建築設計即如同系統化的過程，建築師的能力就是在創作時包含了整合的力量，因此納入系統的概念去探討設計及其過程，將有助於理解建築的原貌。

Abstract

A system is a set of interdependent components that forms an integrated whole. Much like a system, architecture is a specific form composed of elements of space. The current thesis is based on discussing the systems of architecture. Through the study of architectural design, this paper aims to explore the role of systems in both designs and the correlation with the designer.

There are two chapters discussing two kinds of architectural system in four projects. The first is the construction system, which is based on the construction approach in order to develop a specific form. The second is the form system, integrating elements of space into a whole system. We can recognize different starting points not only to bring different design approaches, but also to influence the role of the designer.

The design of architecture is similar to those systematic processes. The ability of architect is to inject the power of integration into creation. Therefore, the current thesis uses the concept of "system" to discuss design and its processes. It will help us to figure out what is the original architecture looks like.

目錄

Contents

02	導論
04	構築系統
05	表皮重塑
07 – 08	“從垃圾到表皮”
21	溫室家
43 – 44	“用於住宅的溫室架構”
49	形式系統
47	單車老闆之家
61 – 62	“天井與緩坡”
63	孢子塔
73 – 74	“系統說明”
79	結論
80	附錄

導論

Introduction

建築形式不僅定義了物理上的空間，甚至表達了建築的內在意涵或精神。若試圖去釐清建築形式的成因，參照Edmund N. Bacon的《城市設計》(The Design of Cities)與Francis D.K.Ching的《形式、空間、秩序》(Form, Space, & Order)：

Architectural form is the point of contact between mass and space...¹

As space begins to be captured, enclosed, molded, and organized by elements of mass, architectures comes into being.²

可以說建築中實體與虛體的相互存在，即是建築形式。因此若把建築形式視為一包含了多種空間元素的綜合體，試圖把各種元素依照實體與虛體的屬性作區分，實體屬性即是物體本身的特質：形狀、尺寸、顏色、材質。虛體由實體的空間關係定義，因此虛體屬性即：物體本身的位置、方向、物體與物體之間的配置關係。從形式的角度來看建築師的工作，便是在於創造實體的元素，並組織、整合元素之間的關係，使元素之間達到某種和諧的關係。整合後的建築形式，直接或隱晦的表現了空間，例如空間的方向性，或是光影變化等。

「系統」係指一組元具有相互依存的关系形成的總體，以系統的結構來看，系統至少包含了兩個不同的元素，元素之間有一套相互聯繫的關係。就機能性來說，系統是一個轉化的程序 – 輸入與輸出。在建築的範疇裡，提到系統大多是和建造或是環境控制有關的系統，例如鋼結構、水循環系統等較為工程技術的領域；關於空間方面，因建築是多樣性、因地制宜的創作，對於形式系統提及較少。以勒·柯比意(Le Corbusier)設計的《杜明諾系統》(Dom-ino System)為例，其背景於鋼筋混凝土邁向蓬勃發展的階段，基於框架結構系統發展出的原形，為日後勒·柯比意作品的設計基礎。其重點在於「自由立柱」強調樓板和柱的相對關係，使平面及立面設計不再受到限制，並還原了建築的基本元素 – 柱、板、樓梯。因此從例子中，我們可以清楚的分辨各種空間元素與元素之間的關係，可以視之為一形式系統。

1. Edmund N. Bacon. "The Design of Cities," 1974. p. 16

2. Francis D.K.Ching. "Form, Space, & Order," 2nd Edition. p. 92

上述的建築形式和系統兩個概念得以連結，在於「整合」元素間的關係成為的整體。因此若建築能夠稱之為系統，必是能清楚的分析元素及其間的關係，本論文企圖從設計的過程去探討建築系統。然則設計的過程沒有既定程序，除了設計、創作之外，亦包含了大量的資料蒐集及研究，因此過程的一部分在於整合並提出有用的資訊，在設計完成之前曲折的進行著。究其設計結果，如模型及圖面，我們依然可以從中追尋設計的原形(如同上述的杜明諾系統)，發現留下來的資訊，與資訊之間的脈絡。若把殘留下來的的資訊視為元素，脈絡視為彼此的關係，即可納入建築系統的討論中。

本論文共分為兩章，分別探討「構築系統」與「形式系統」，前者出發點在於構築方式，在「表皮重塑」中研究以回收材料製作建築表皮的外牆系統；「溫室家」以研究農業溫室的構造為基礎，設計用於住宅的構造系統。後者的出發點在於空間機能，在「單車老闆之家」中，設計以單車為動線的住宅；在「孢子塔」中，應用自然界的形式，設計以保育植物的高塔。藉由不同的出發點，可以探討不同系統在設計過程中的差異性，以及設計者從中扮演的腳色。



第一章

1896

構築系統

建築是工業技術與人文藝術的綜合體，如同工程師與建築師的合作；因此就構築的系統而言，是純粹工程技術性的，又因其有絕對的正確性，建築師對此必須理性的判斷，再去做整合應用。因此當構築系統成為設計的主要目的時，系統可能會引導整個設計過程，設計師甚至會受其控制，產生出自有的建築形式。

在本章我用兩個設計案來說明構築系統如何引導設計，如同內容的編排，前半部是關於系統的研究，引導至後半部的設計結果。這兩個案子的順序依照尺度排序為「表皮重塑」、「溫室家」。「表皮重塑」主要針對建築的外皮做起點，並與環保的議題聯繫，因此把建築的細部構造，囊括進社會環境的範圍裡，建構一從材料到表皮的循環系統。「溫室家」基於研究溫室低成本、低技術的建造系統，理解其如何控制室內外的環境因素，應用於人居的建築上，設計一用於住宅的溫室系統。



表皮重塑

Waste Plastic Brick

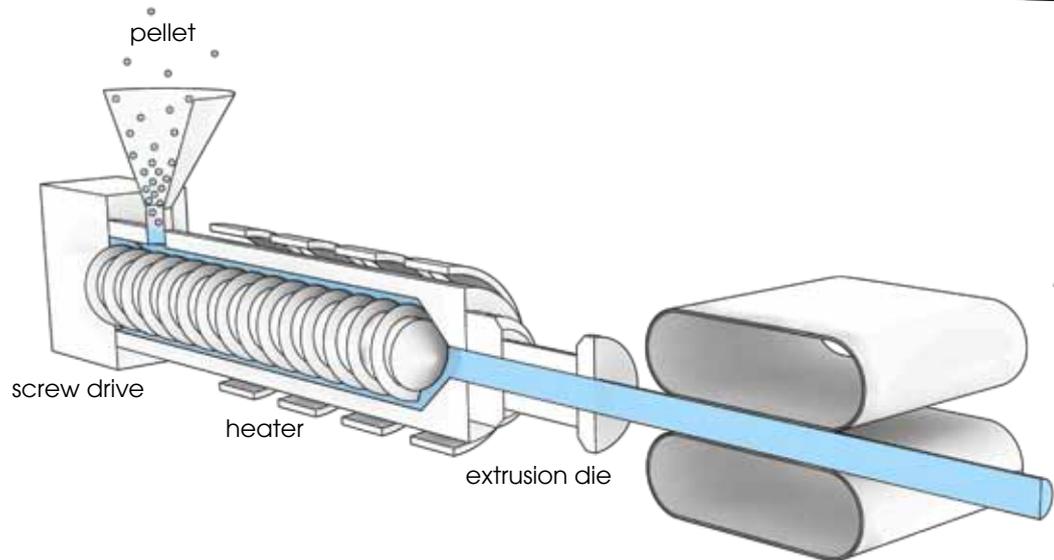
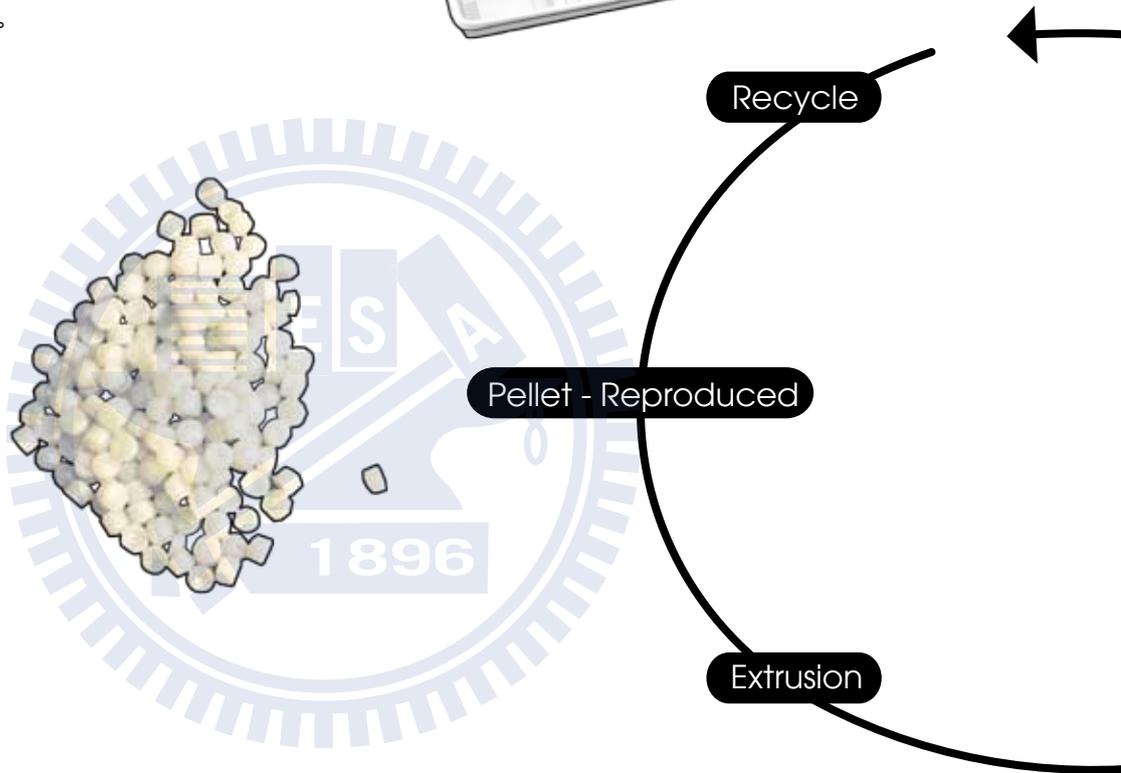
指導 黃謙智、曾成德老師

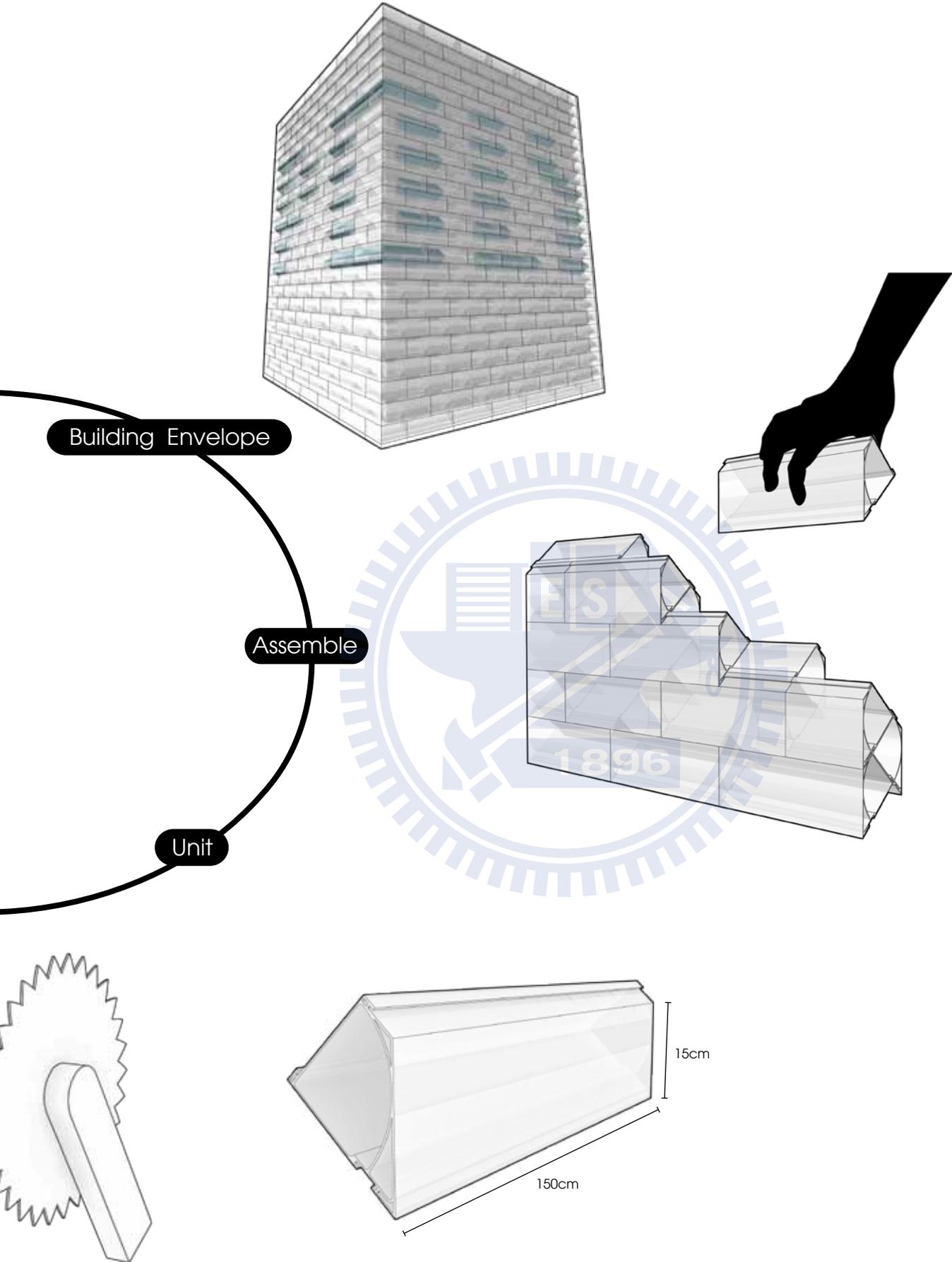
時間 2011

建築的表皮如同人類的皮膚，既隔絕了外在環境，又能調節內部環境，如採光、防水、保溫等功能；另外表皮如何包住建築，是依附在主結構之上或是獨立，是一項需要精心設計的建築細部。若以成本及資源的角度來看，建築表皮的耗費是相當可觀的；本案把表皮與環保的議題結合，設計以回收塑膠為材料的建築表皮系統，提出一套「搖籃到搖籃」的循環過程，從回收塑膠的來源、材質特性、加工方式，到建構表皮系統，當建築的生命結束時，表皮還可以再度回收利用。除了研究環保，並探索表皮新的可能性。

從垃圾到表皮

塑膠佔據了現代人的民生用品，飲食方面的包裝材幾乎都是以聚乙烯、聚丙烯為材料，此兩種材料皆為可塑性塑膠，意思是可以重複地融化再成形，並有良好的化學穩定性、防水、耐熱性等。因此以這兩類塑膠為材料為主的加工方式來看，擠出成形具有低成本、高效率的優點，經過擠出裁切後，表皮的單元為一根根棒狀的「磚」，經由卡榫的設計一般人即可組裝，最後插入鋼構的接頭，將一片片的模組吊掛在結構體上，成為建築表皮，當建築的生命結束時，可再度被回收利用。





聚乙烯

PE (polyethylene)

主要分為兩大類：

LDPE (低密度聚乙烯) 密度 0.91 ~ 0.92 質地柔韌，適合製造薄膜

HDPE (高密度聚乙烯) 密度 0.94 ~ 0.96 質地堅硬

特性：未著色時呈乳白色半透明，蠟狀；用手摸製品有滑膩的感覺，柔而韌；稍能伸長。

一般低密度聚乙烯較軟，透明度較好；高密度聚乙烯較硬。

優點：化學穩定性良好，滲透性低，吸水性小，比重小，耐輻射性良好

缺點：為機械強度不高，熱變形溫度低。

熔點：125°C~130°C

最高正常使用溫度：65°C

常見製品：手提袋、水管、油桶、飲料瓶（牛奶瓶）、日常用品等。

聚丙烯

PP (polypropylene)

特性：未著色時呈白色半透明，蠟狀；比聚乙烯輕。透明度也較聚乙烯好，比聚乙烯剛硬。

優點：化學穩定性良好，幾乎不吸水。容易成型。

比重小，密度 0.90~0.91，是最輕的塑膠之一。

機械性能如拉伸強度、硬度與彈性均優於HDPE，並有突出的剛性。

耐熱性佳，可在攝氏100度以上條件下使用。

缺點：收縮率大，低溫時成脆性。

熔點：165°C~170°C

最高正常使用溫度：80°C

常見製品：盆、桶、傢俱、薄膜、編織袋、瓶蓋、汽車保險杠等



LDPE



PP



HDPE



PP



回收塑膠從哪來



自95年開始試辦回收，全台灣98%鄉鎮有回收塑膠袋。台灣是全球第一個回收塑膠袋的國家，目前回收率仍不到8%。 - 98年回收量達8570噸，自95年五月至98年總回收量達25958噸，相當於74.2億個四兩紅白塑膠袋。 變賣價格每公斤約1~2元，不亞於其他資源回收物。



環保署估計連鎖飲料店、連鎖咖啡店、連鎖便利商店及連鎖速食店每年即使用約15億個。如同寶特瓶，飲料杯使用後僅需使用清水沖洗，不需要經過太複雜的清洗程序，因此回收業者有較高的處理意願。



PP因為其耐油脂、抗酸/鹼、低公害、燃燒、無毒、無臭、無味的特性，最適合食品包裝，耐熱溫度110°C。711便當底盒，可微波的塑膠餐盒，辦桌用紅色免洗碗等都是PP製成。估計每年使用量約25000噸，回收量約2000噸，回收率僅8%。因為PP免洗餐具因其使用後留有油漬、菜渣、竹筷等雜物，導致民眾大多不會清洗分類。免洗餐盒大多含有石灰，影響再生處理二次料品質。

以PP、HDPE來說，台灣的回收塑膠主要來源為回收的牛奶瓶、果汁飲料瓶、清潔劑包裝等，幾乎是所有除了保特瓶以外的瓶罐包裝都是以這兩種塑膠製造。但通常再製塑膠都摻有雜質，原本的特性皆會降低，因此需要加入特定的改質劑去增強。台灣擁有特有的連鎖飲料店文化，使用的飲料杯皆以聚丙烯(PP)為材料，每年丟棄的數量超過15億；若能有完善的回收程序，必增加飲料杯的回收率；加上聚丙烯本身具有耐候特性，回收再製的純度高；綜觀來看，連鎖飲料杯的回收物，能夠用來再製成建築材料的機會很大。

塑膠再生利用

熱塑性塑膠富加工性，比其他廢棄物容易再利用，價格也較高，再資源化的經濟性較高。塑膠的原料—石油漲價的狀態下，塑膠從生產到消費的單向系統，須變成迴路系統，再生處理、熱分解為基本技術，廢塑膠盡量再生而製品化。

預備處理

1. 分別
2. 洗淨
3. 破碎、粉碎
4. 溶解、融解
5. 減容積化

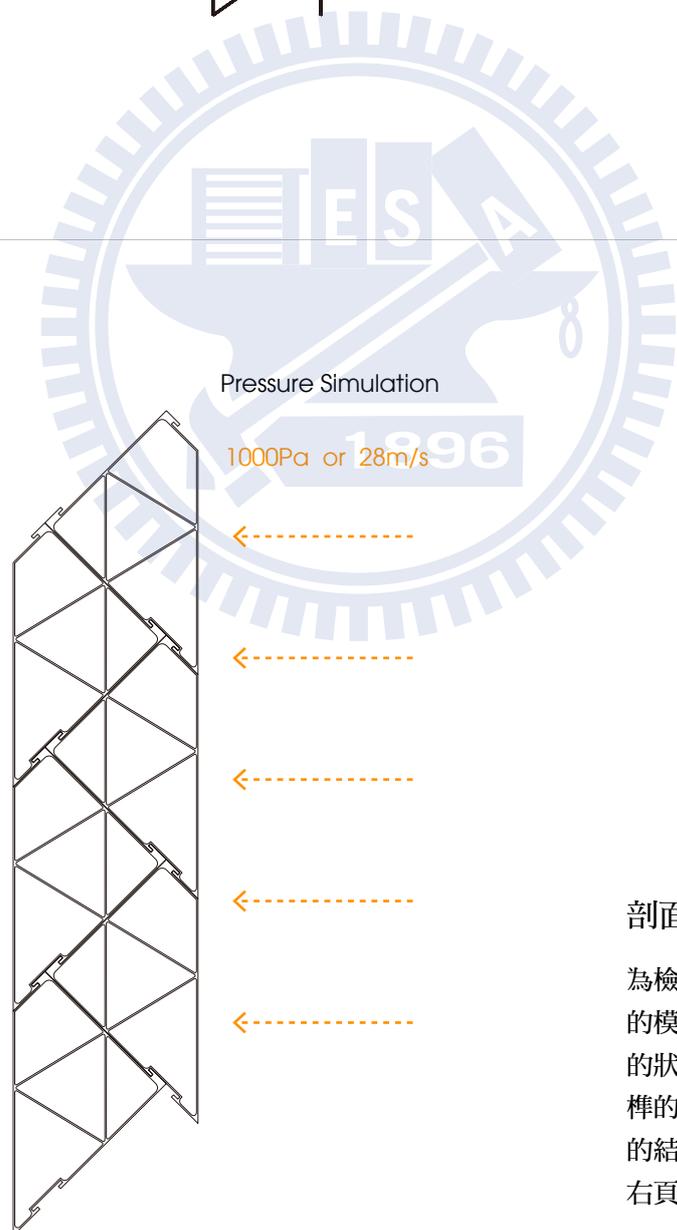
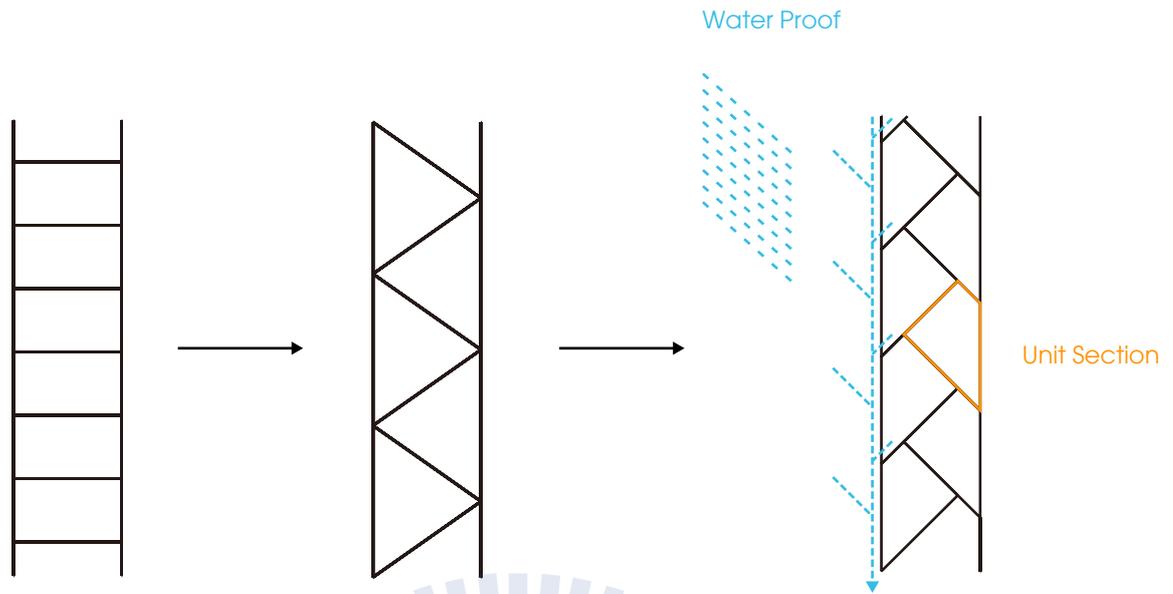


粒化



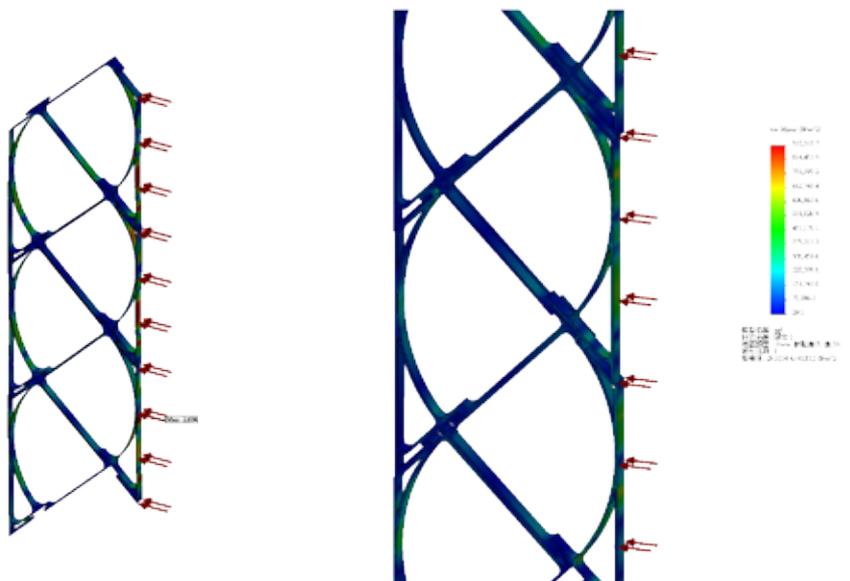
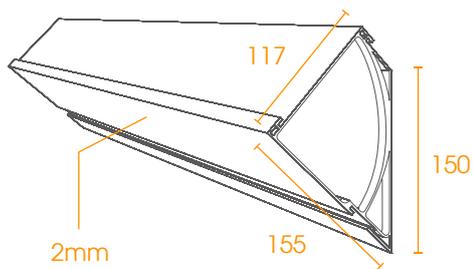
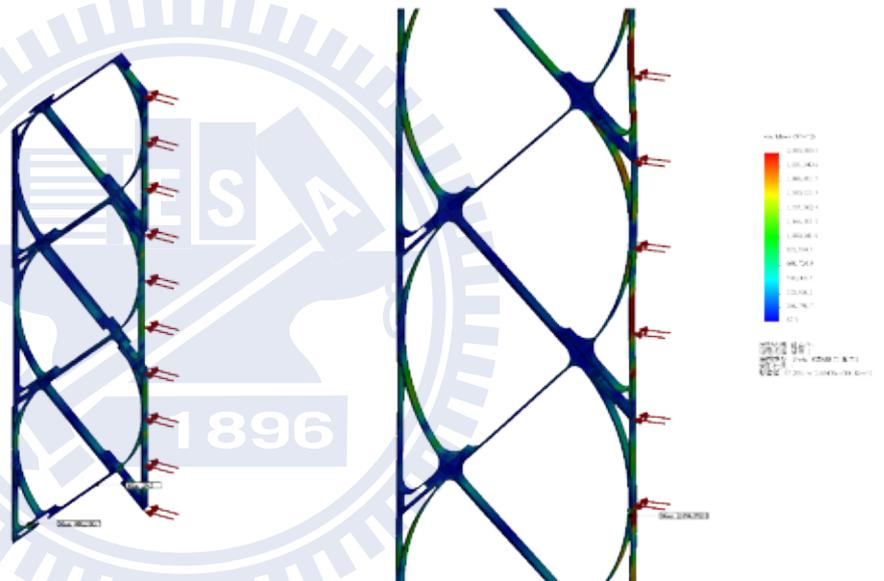
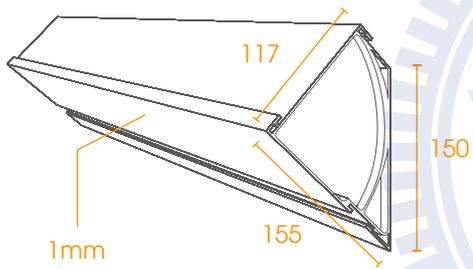
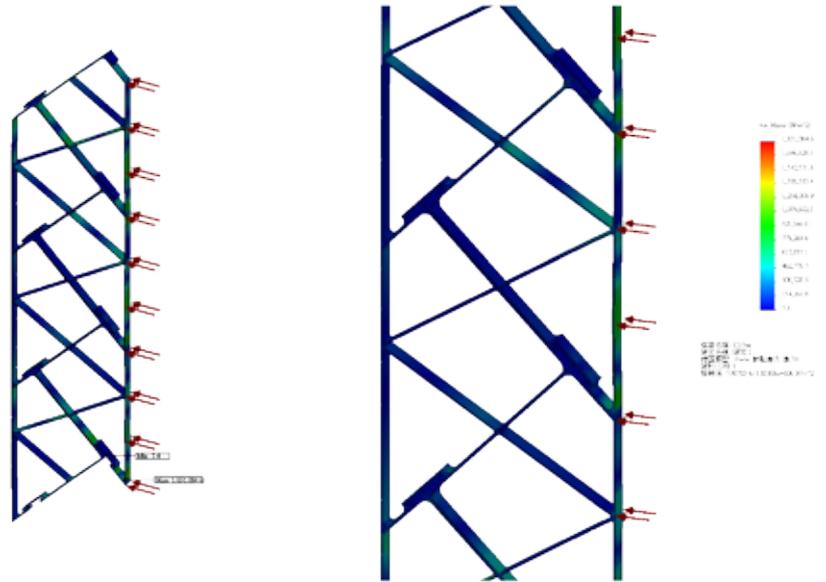
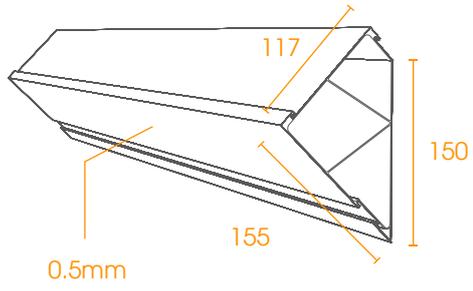
加工方式

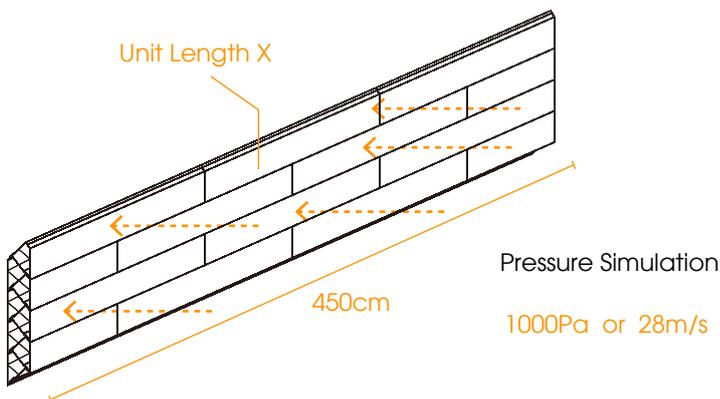
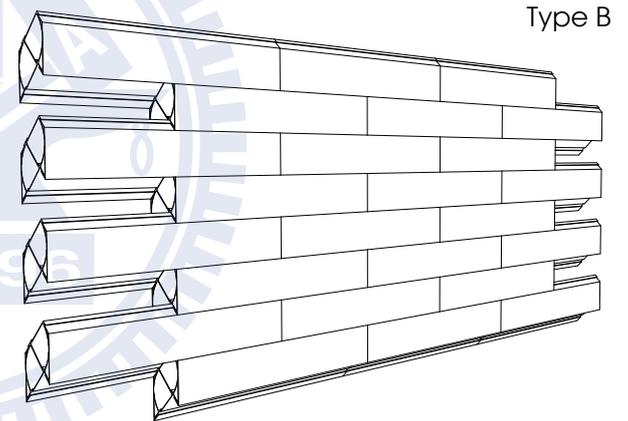
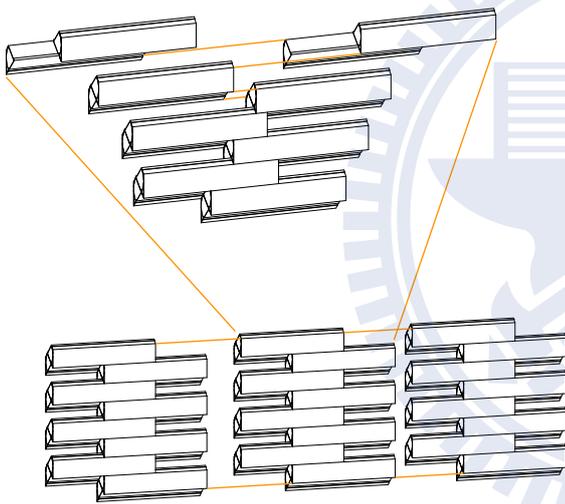
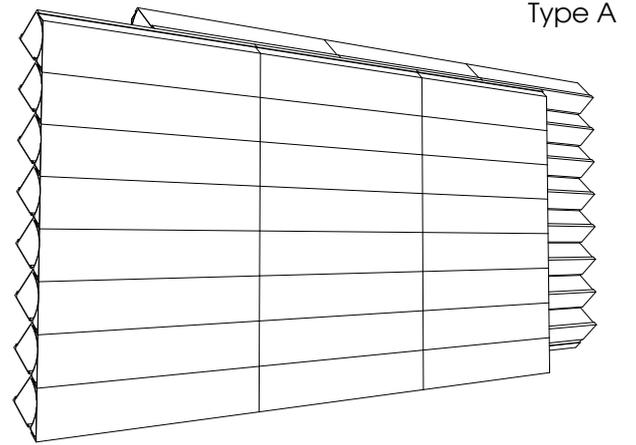
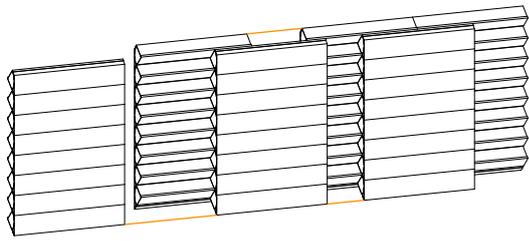
- 擠出
- 吹膜
- 中空
- 射出



剖面模擬

為檢討剖面設計，剖面進行電腦的模擬，模擬再風速每秒28公尺的狀態下的受力情況，去了解卡樺的穩定度以及厚度。最後測試的結果以厚度2mm的剖面勝出(右頁最下方)。

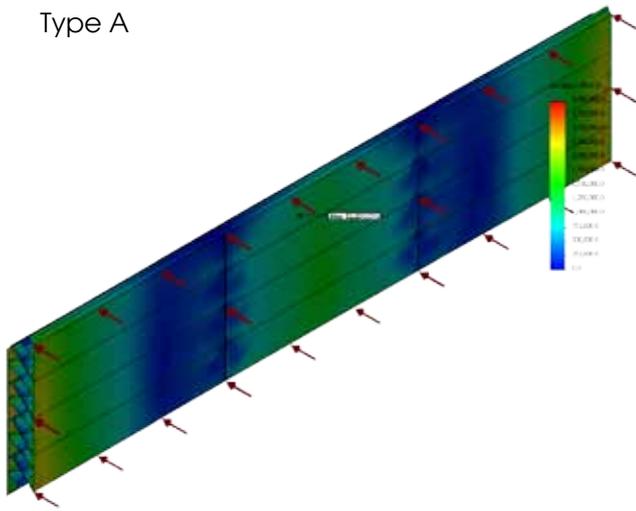




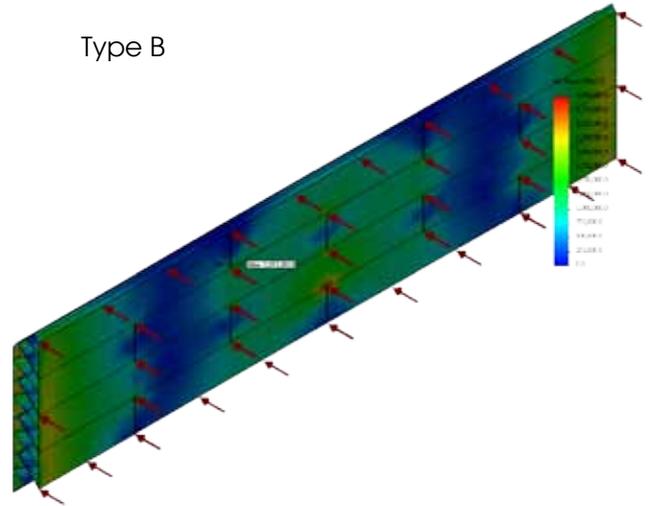
組合及長度模擬

檢討完剖面之後，再來是組合方式與磚的長度的模擬，同樣以風速每秒28公尺的狀態下做測試，組合的方式為Type B勝出，每塊磚的長度為150公分，剛好是人可以拿取的最大尺寸。

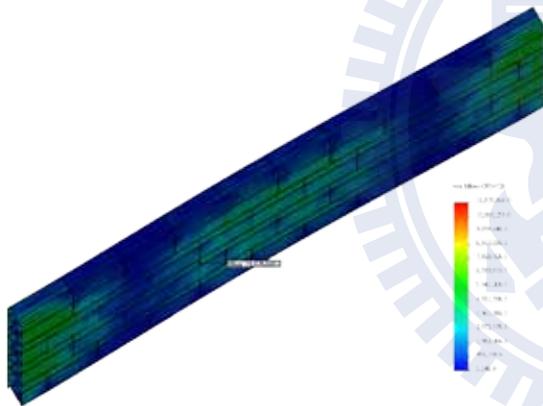
Type A



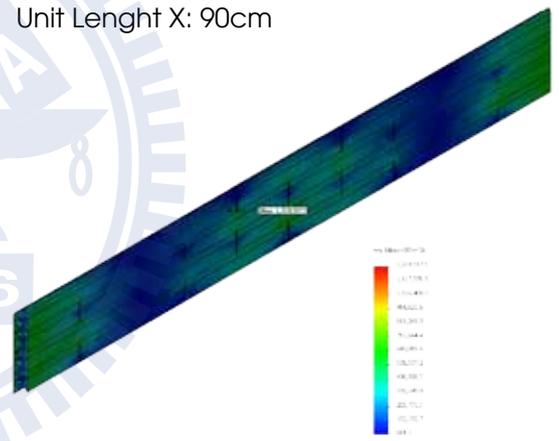
Type B



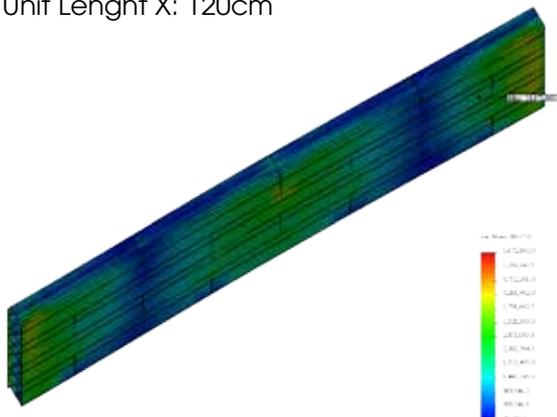
Unit Length X: 45cm



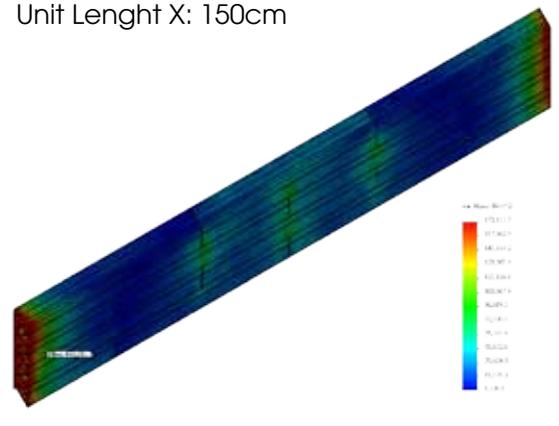
Unit Length X: 90cm

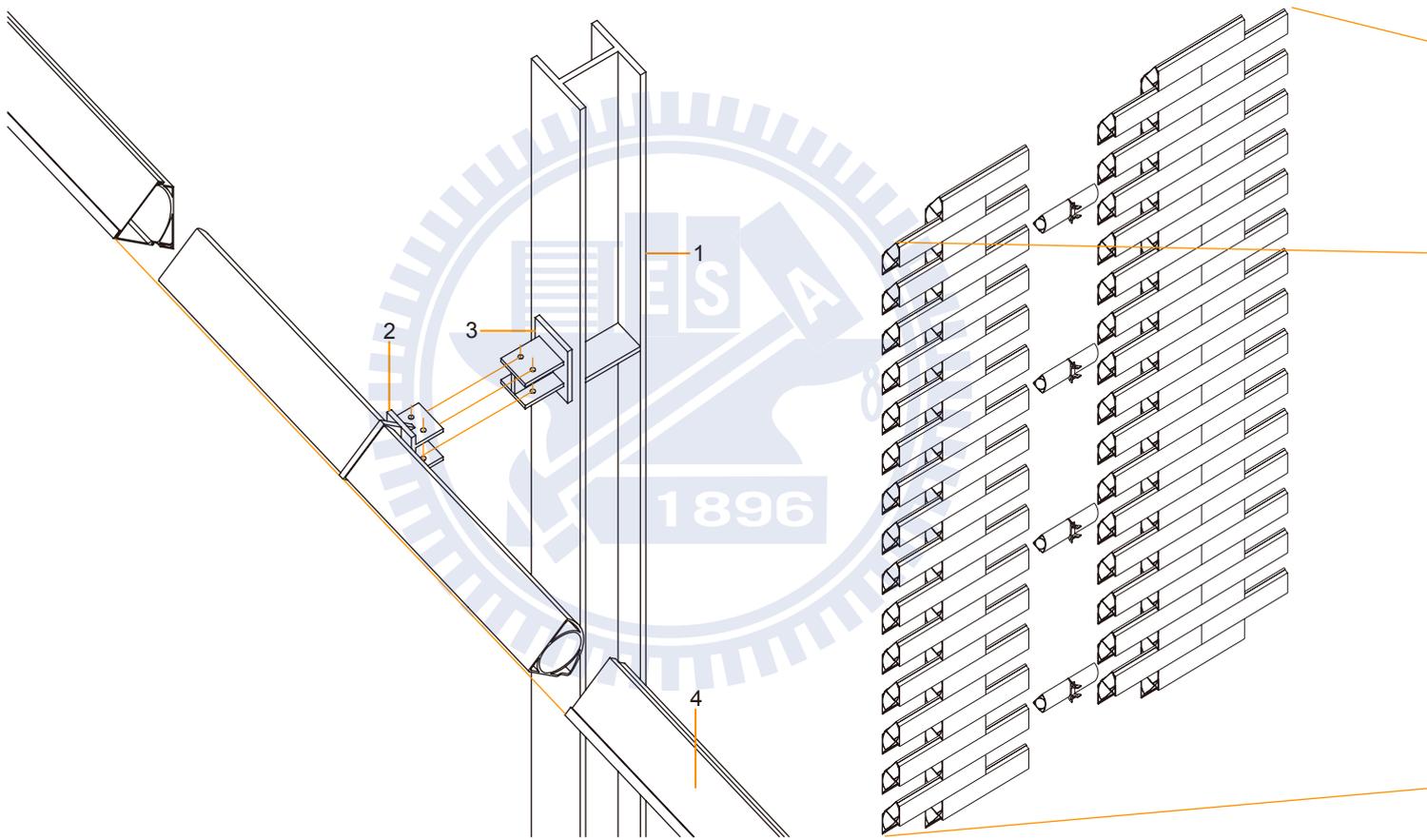


Unit Length X: 120cm

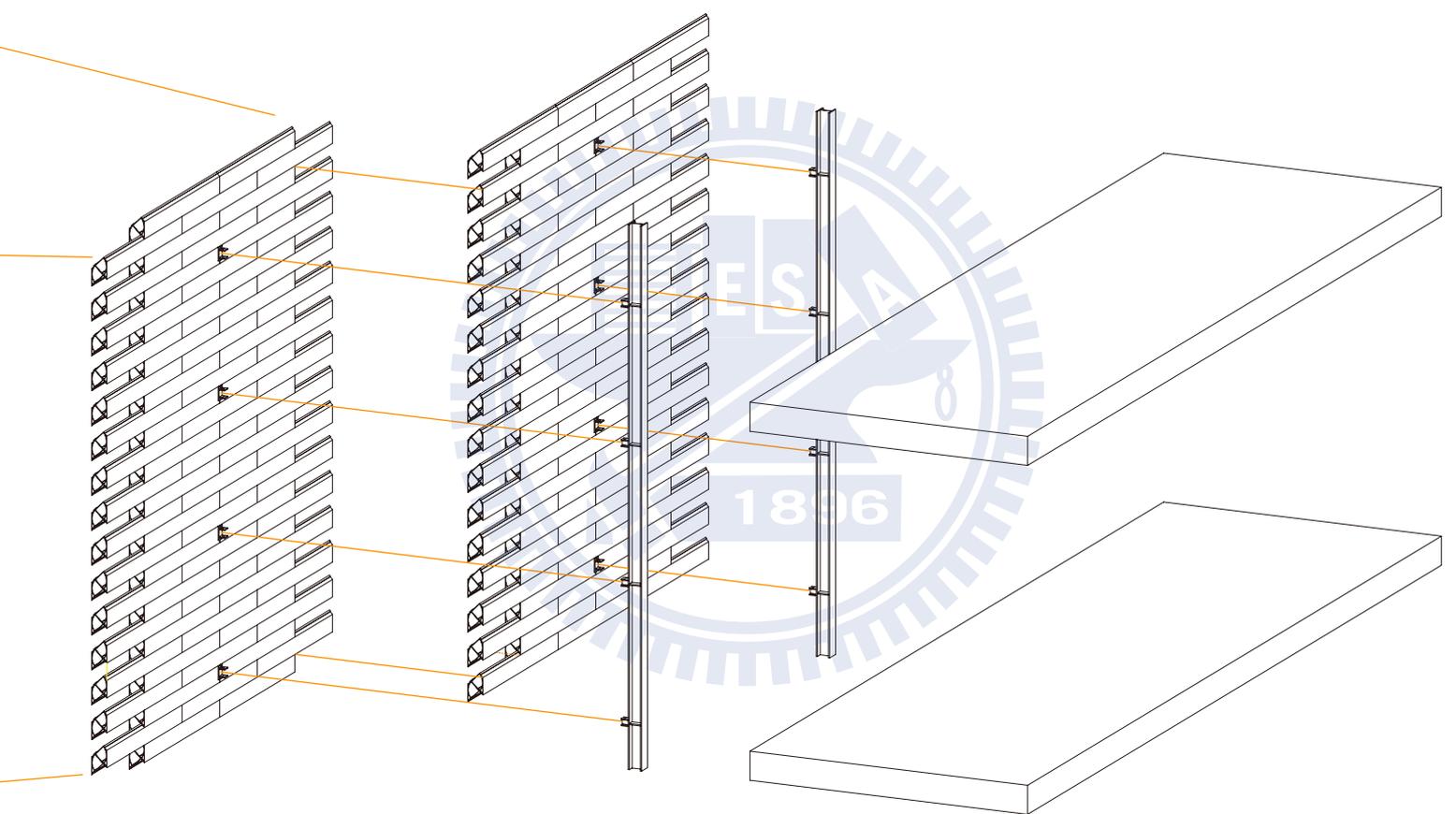


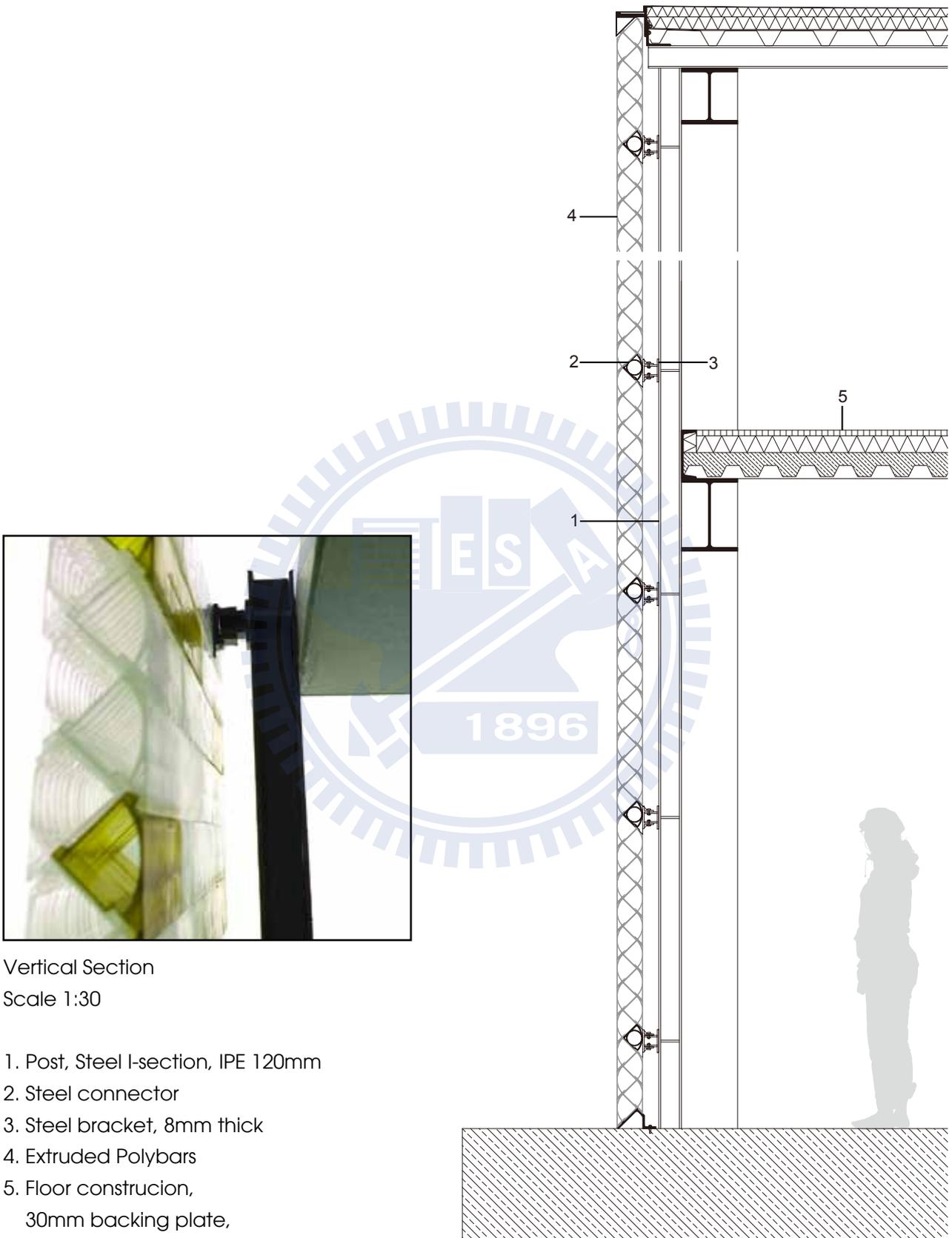
Unit Length X: 150cm





1. Post, Steel I-section, IPE 120mm
2. Steel joint
3. Steel bracket, 8mm thick
4. Polystick

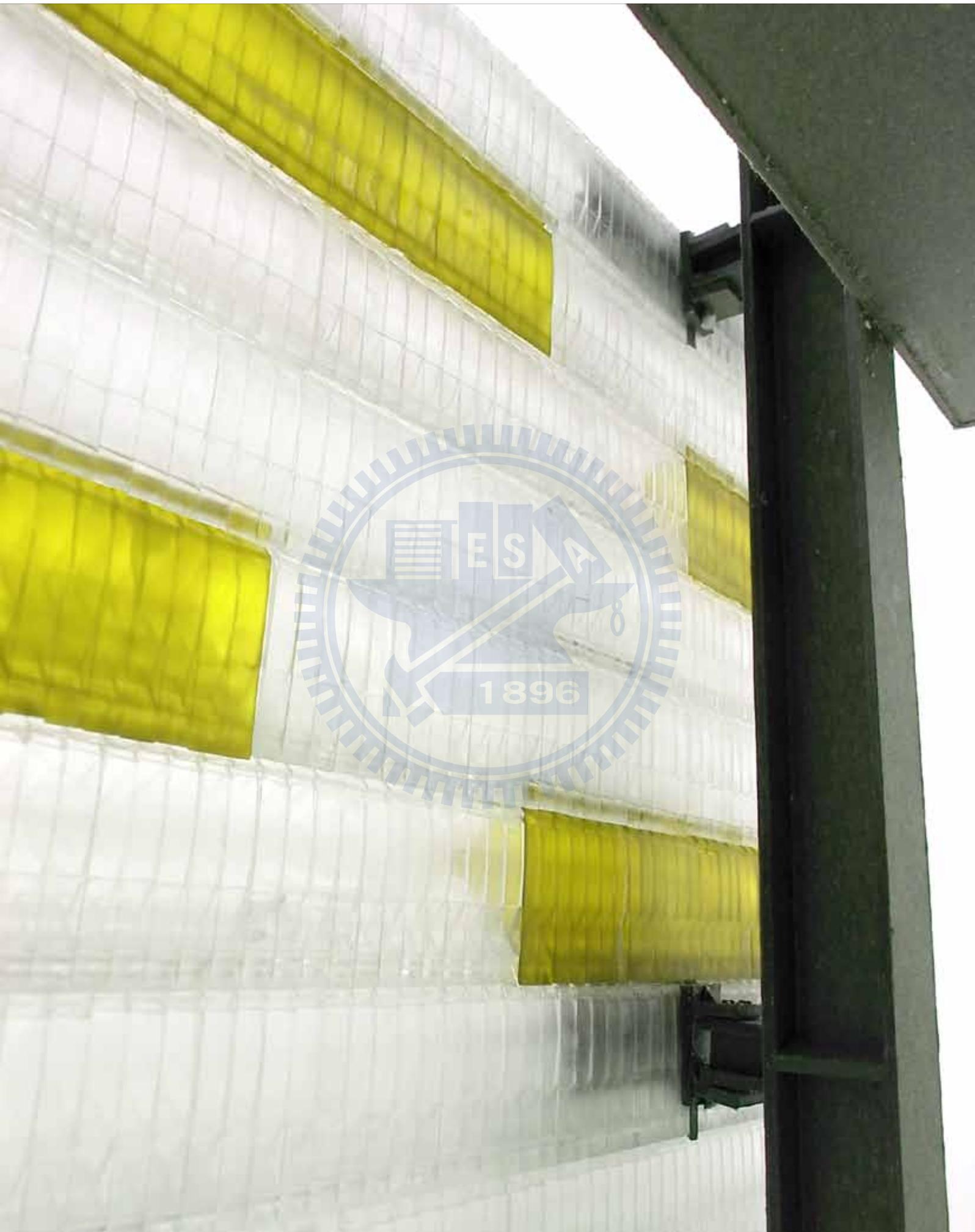




Vertical Section

Scale 1:30

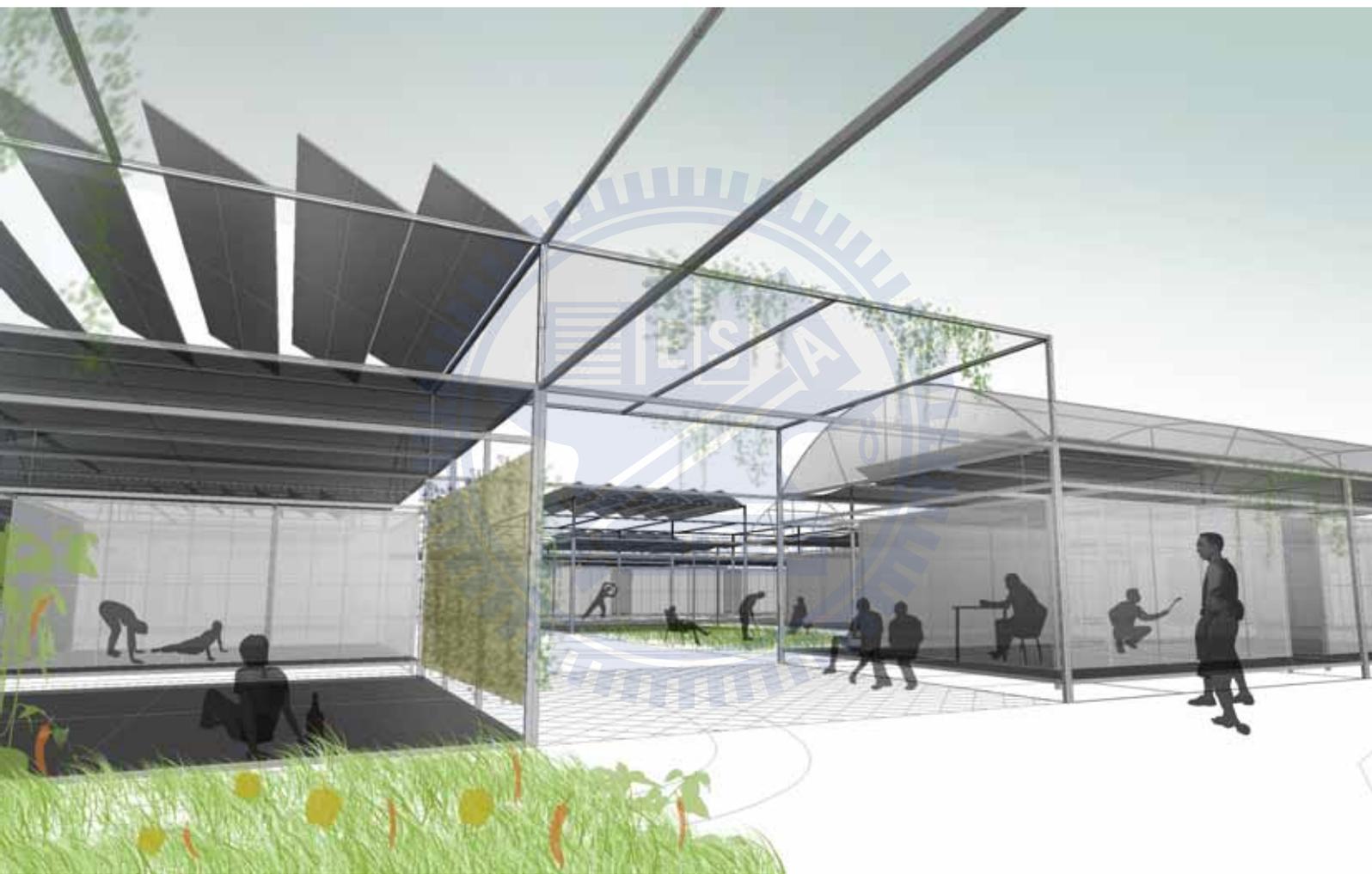
1. Post, Steel I-section, IPE 120mm
2. Steel connector
3. Steel bracket, 8mm thick
4. Extruded Polybars
5. Floor construction,
30mm backing plate,
90mm thermal insulation,
Trapezoidal profile metal sheeting with concrete topping, 130mm





半透明的牆體為空間帶給既明亮又神秘的氛圍





溫室家

Green Housing

溫室研究 交大建研所學士後97級

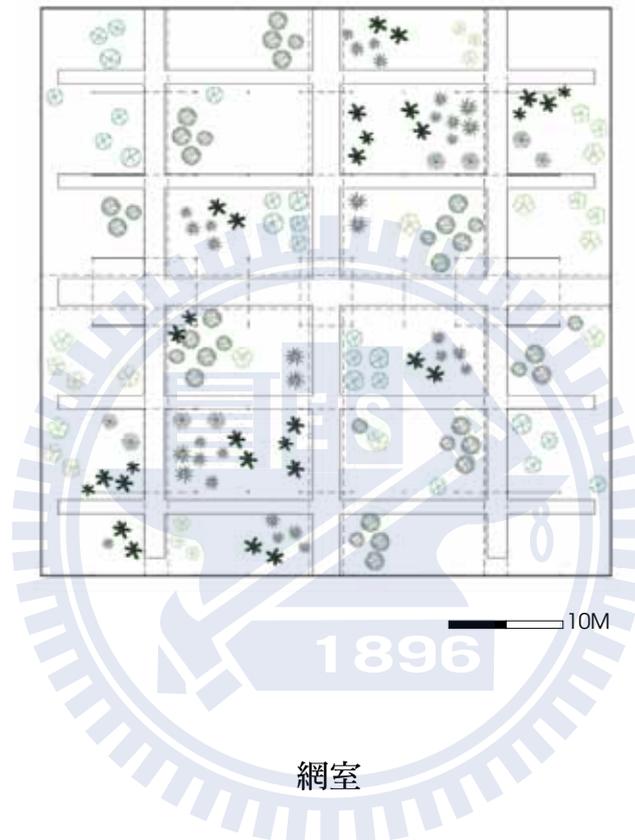
合作 王鵬達 陳威任

指導 龔書章老師

時間 2010

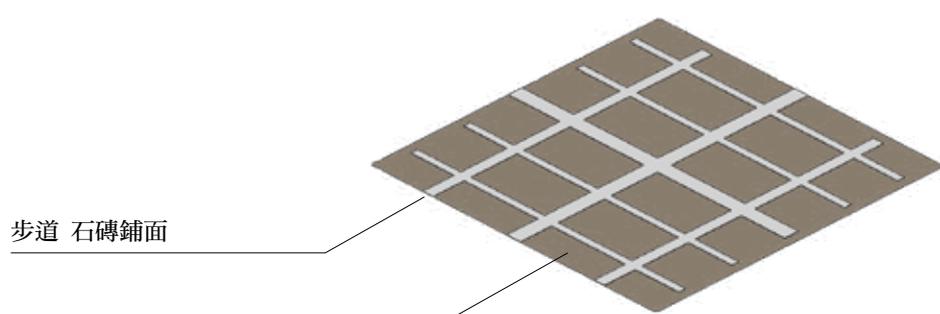
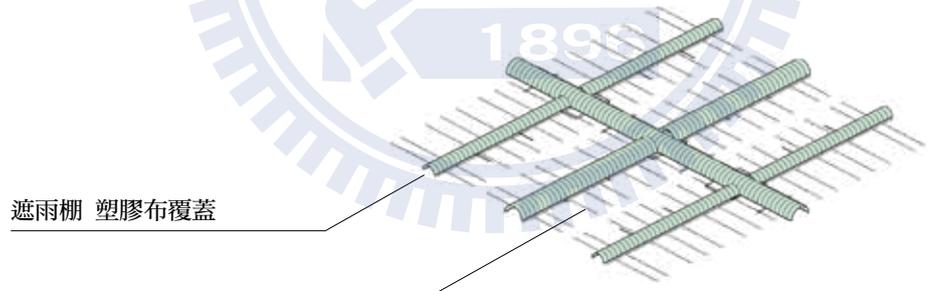
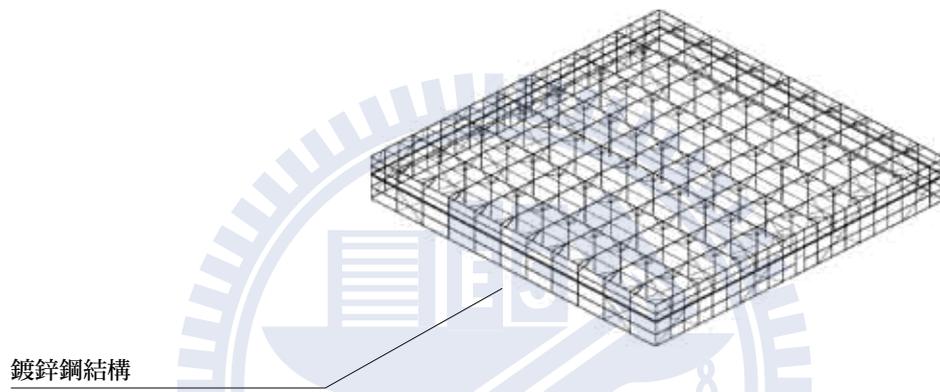
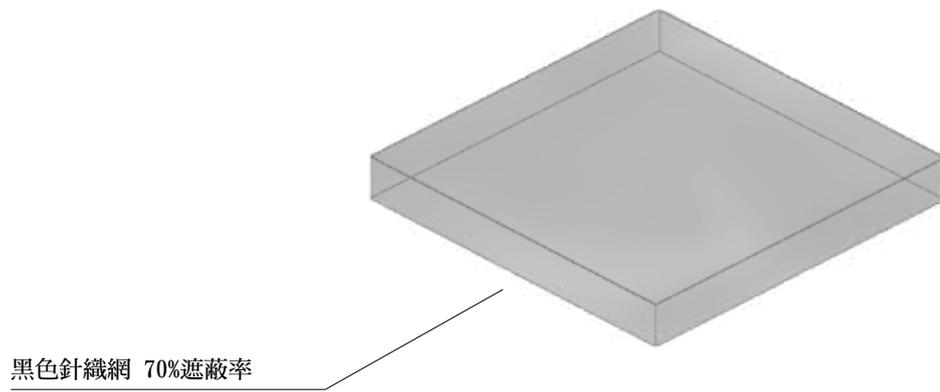
初次進入屏東縣高樹鄉的泰和農場，溫室明亮的空間，輕巧的結構，每個物件各司其職，照護著室內的植物，有的負責遮蔽、有的負責保溫…呈現一種極具生命力的氛圍。基於對溫室這種異類建築的好奇，本節的前半對三種溫室的類型做研究，探討溫室「低成本」、「低科技」的建造系統，面臨各種植物多元的生長條件，如何去創造適合的環境狀態。本節的後半，將考量人類居住所需的環境，並應用溫室系統的元素，打造一適合人居的溫室住宅。

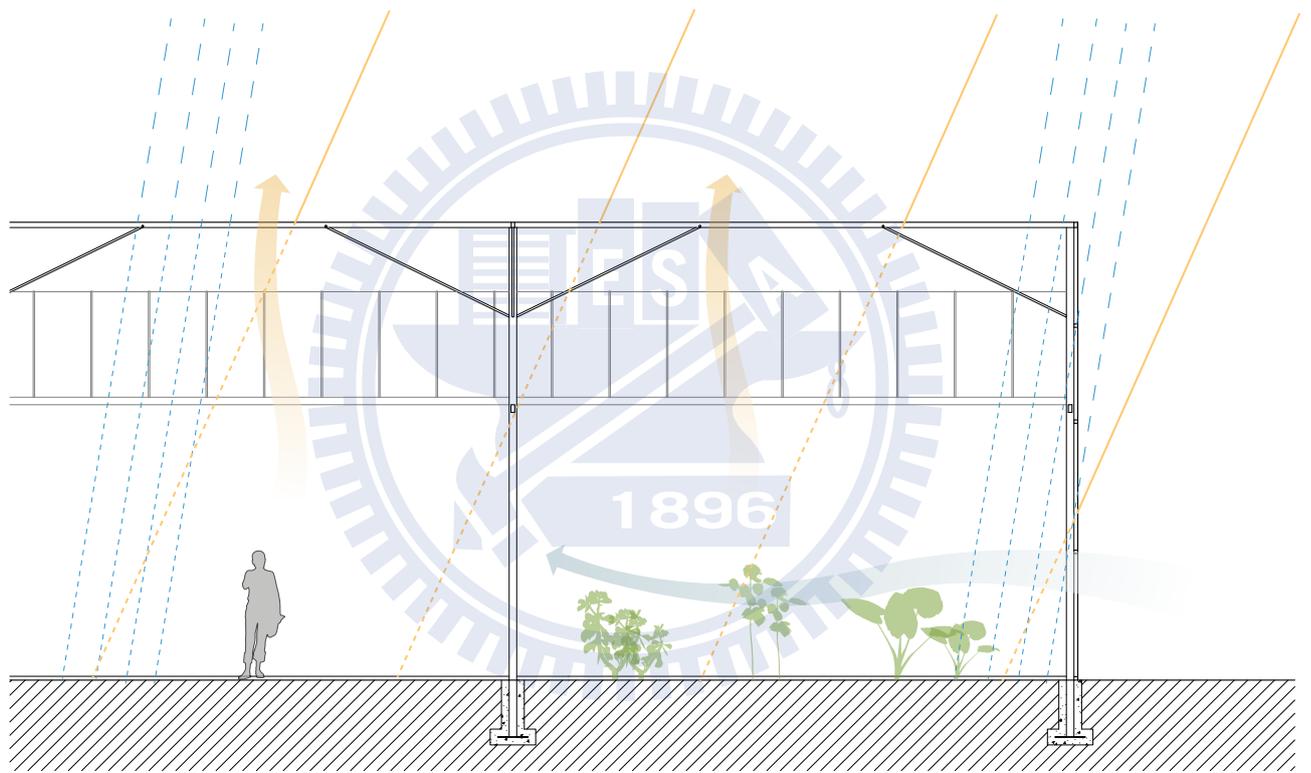




網室

網室功能雖無一般溫室之保溫及防雨的強力效果，但至少仍具備其應有之中度特性，高溫時具遮蔭性，寒冬時仍具保溫特性，而在暴雨來臨時，可以細碎雨滴，防止其直接打傷葉面；此外，在防蟲的功能上則更顯著，可以減少藥劑之施用。

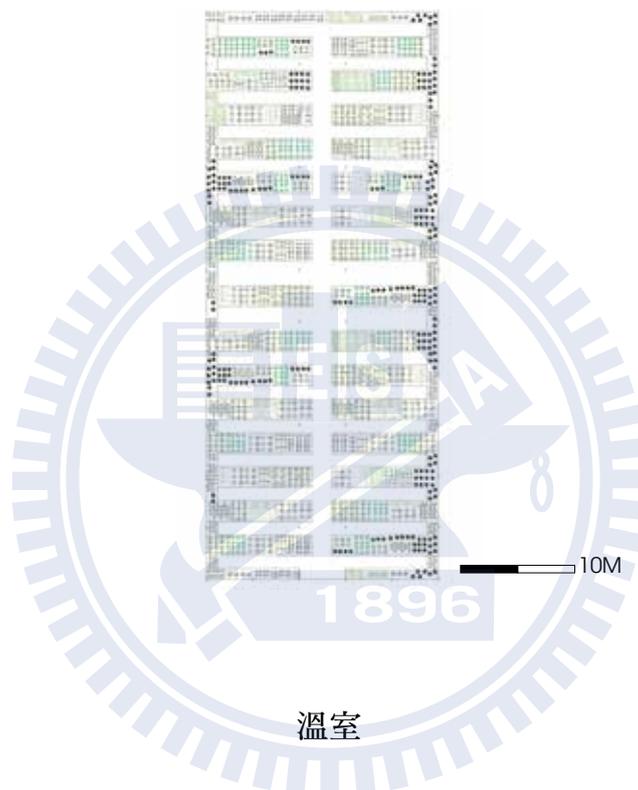




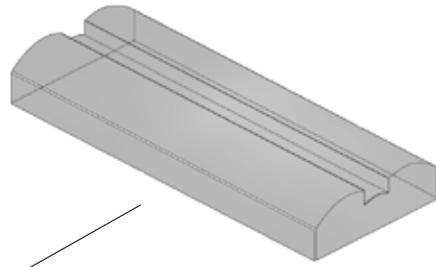
-  sunlight
-  rain
-  warm air
-  cool air

 5M

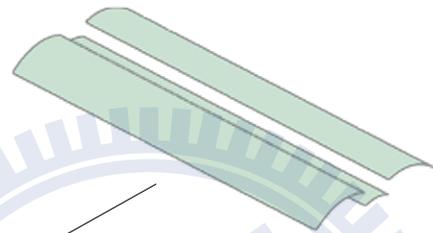




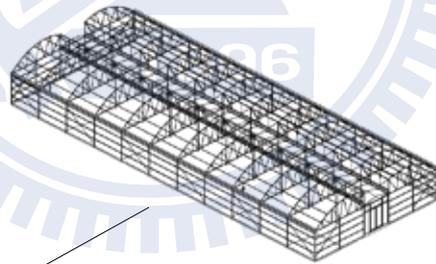
溫室具防雨及保溫的效果；塑膠布覆蓋於屋頂處，除防雨之外，降低空氣對流，熱空氣僅靠著屋頂的兩側開口排出，因此可以保存大部分的熱空氣，使室內的溫度高於室外；黑色針織網能夠遮蔽中南部過強的陽光，防止植物過度曝曬。



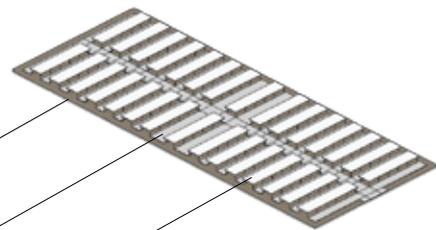
黑色針織網 70%遮蔽率



遮雨棚 塑膠布覆蓋



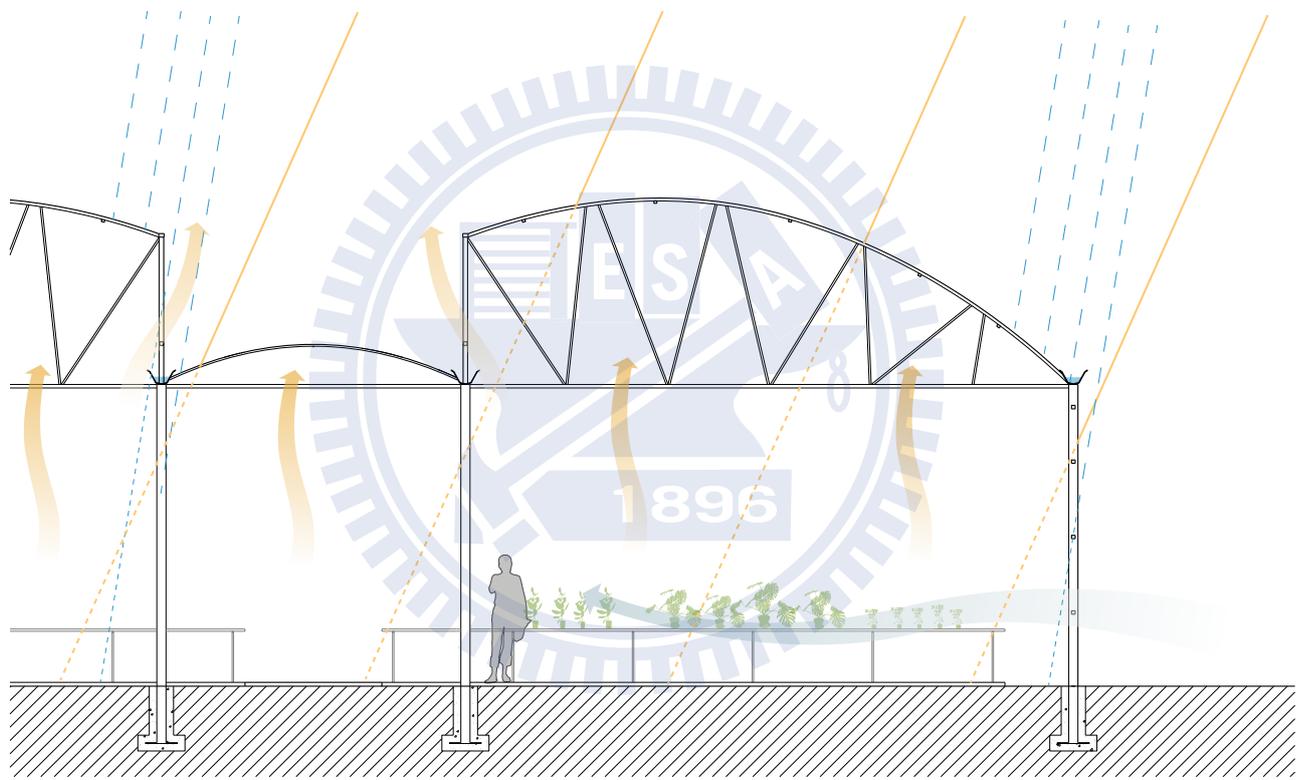
鍍鋅鋼結構



透水磚覆土

步道 石磚鋪面

透水磚覆土



— sunlight

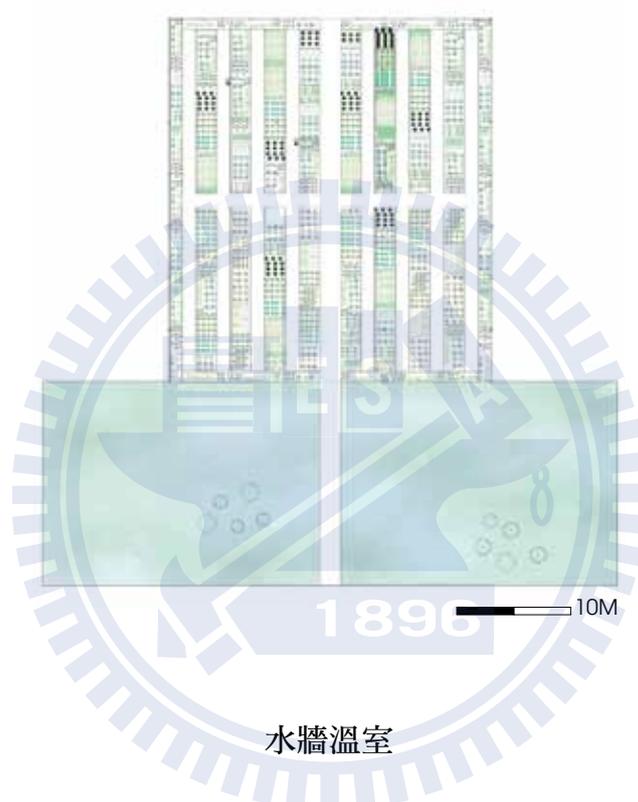
- - - rain

→ warm air

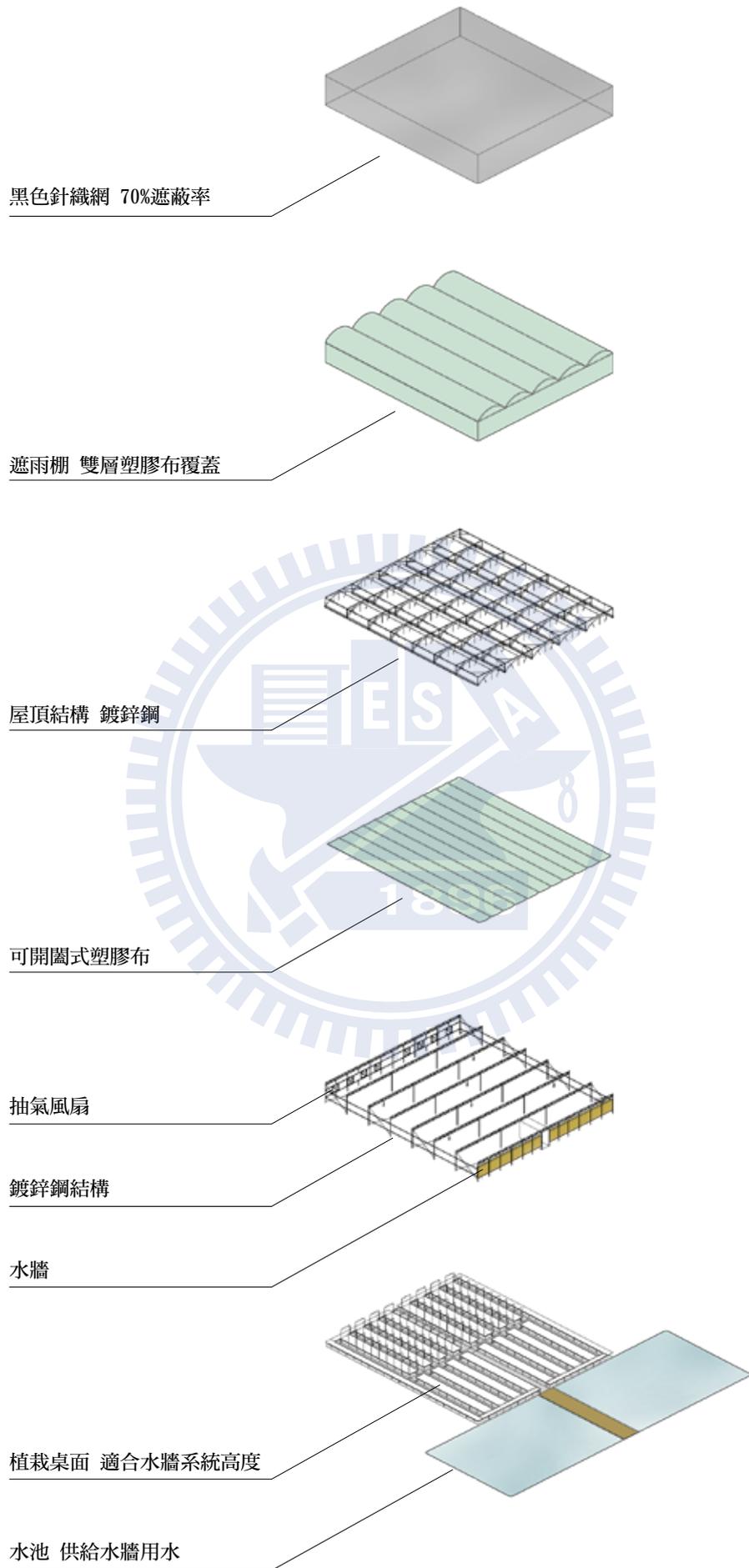
→ cool air

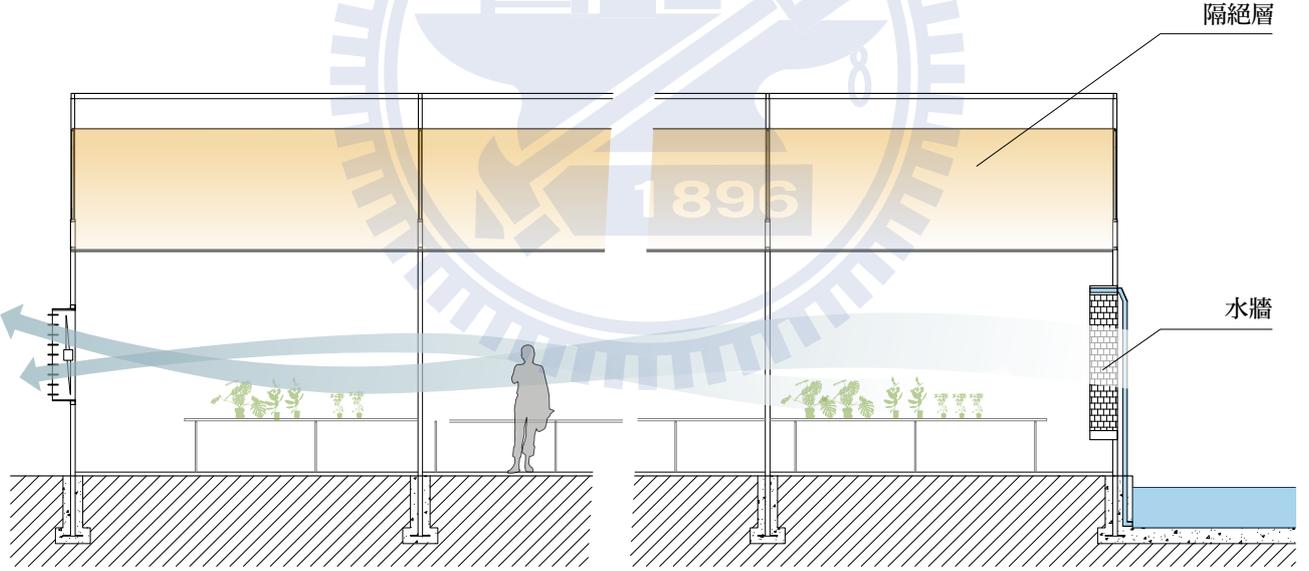
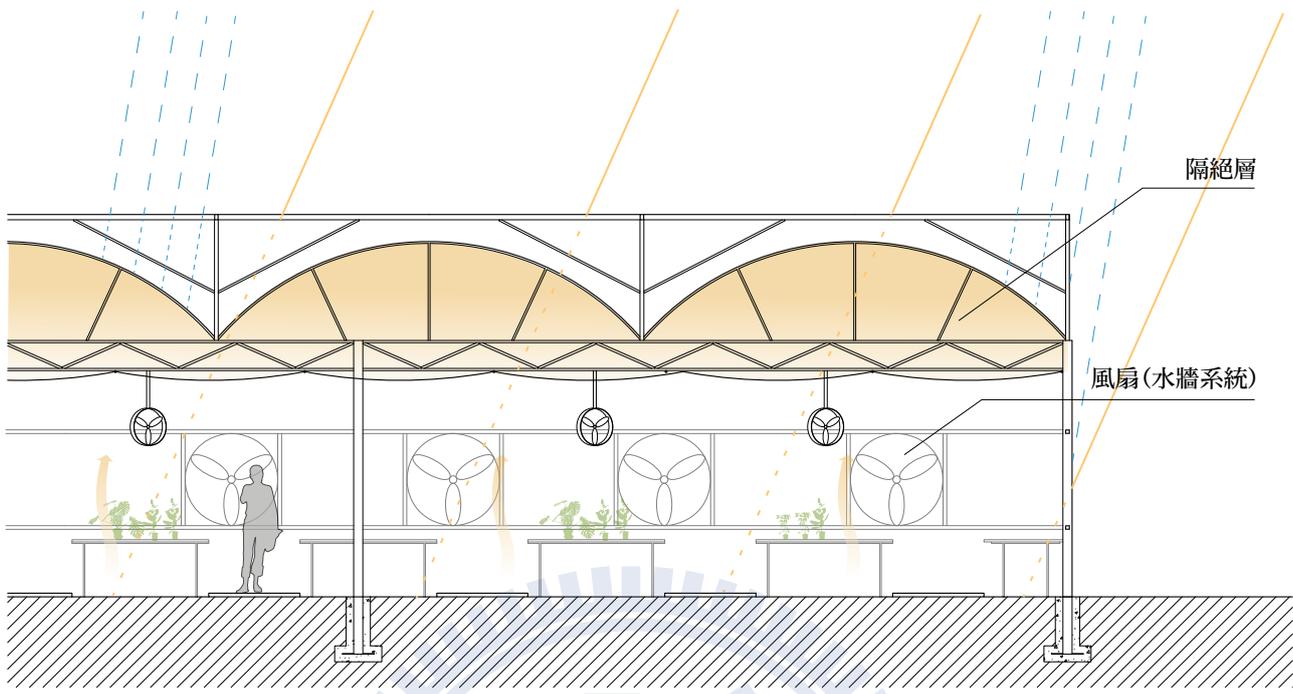
5M





水牆溫室除具有溫室基本的功能外，室內環境的控制能力最強，能夠製造獨立的氣候環境；原因來自於多層次的批覆及水牆系統，多層次的批覆包含了固定的針織網及塑膠布及可動式塑膠布，雙層固定的塑膠布及可動式塑膠布天花具有強烈的隔絕性；水牆系統具有降溫，提高濕度的功能，適用於需要精密控制氣候環境的植物。



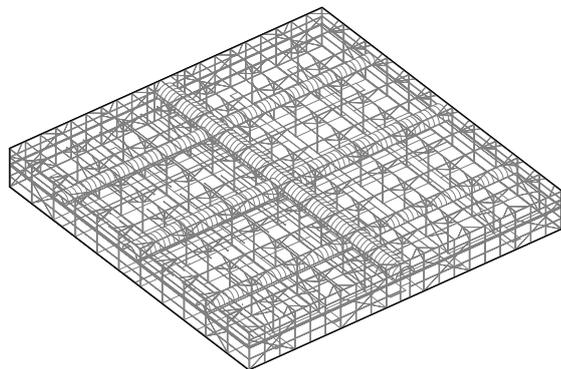


-  sunlight
-  rain
-  warm air
-  cool air

5M

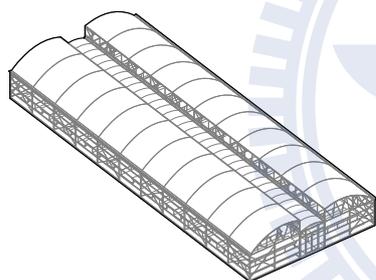


網室



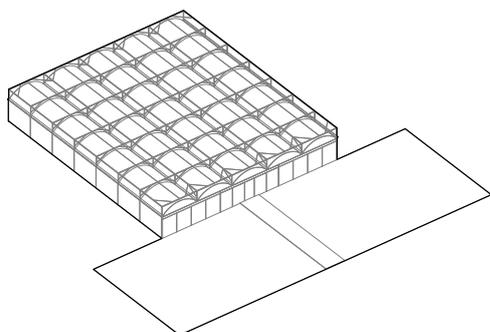
保溫	不能保溫 因針織紗網隔絕陽光， 比室外低溫
遮光率	70% 單層針織紗網
通風性	良好
濕度調節	差 具備噴霧系統可增加濕度

溫室



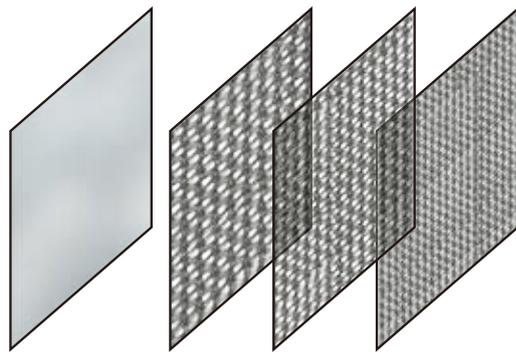
保溫	可保溫 室內比室外溫度高 屏東夏季可達四十至五度
遮光率	70% 以上 單層針織紗網+塑膠布
通風性	次之 主要靠屋頂的開口對流 另備有電風扇加強
濕度調節	差 具備噴霧系統可增加濕度

水牆溫室



保溫	可保溫 室內與室外隔絕 水牆系統可降溫
遮光率	70% 以上 針織紗網+塑膠布+可動式塑膠布
通風性	差 水牆系統開啟時通風
濕度調節	良好 靠水牆系統調節

披覆



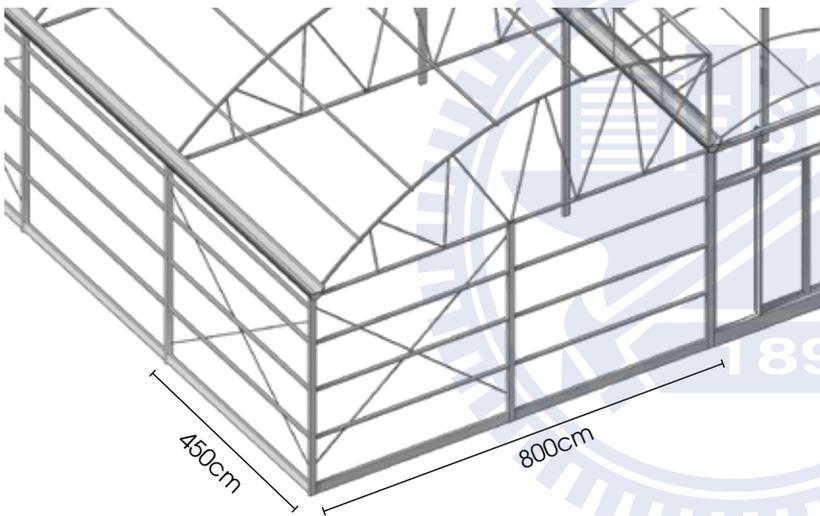
塑膠布

針織網 50 - 90%

亞熱帶的夏天陽光能量強烈，因此溫室的披覆需有遮蔭的功能。披覆材料主要為塑膠布及針織網，前者隔絕水及空氣。大多數是以PE及ETFE為材料。塑膠布可以雙重方式進行披覆。使得熱絕緣更佳，與單層玻璃比較，可減少40%的能源消耗。除此之外，雙層結構可減少霧滴凝結的機會。在雙重塑膠布內維持加壓空氣，對於溫室內部環境的穩定性更加。

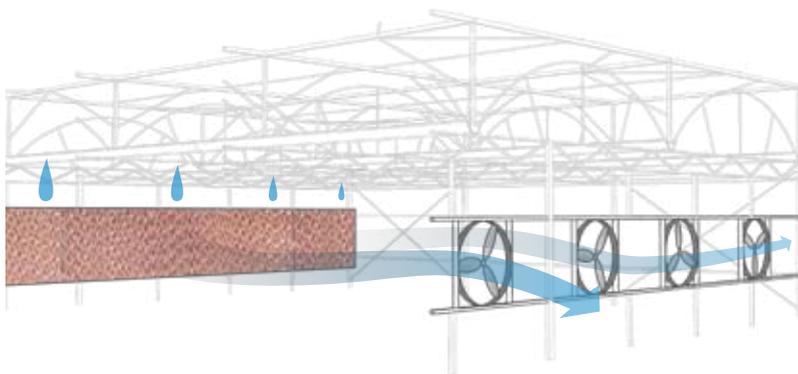
針織網是PE塑膠紗線編織製成，可製成各種不同的遮光率，透氣性佳；通常會使用多層次的針織網來控制不同的透光程度，以控制溫室內的溫度。

結構



溫室的結構主要使用C型鋼及圓管，由於溫室置於室外，為提高使用年限，防止鏽蝕，結構都先經過模矩化，制定好各種元件的尺寸，以方便在工廠先製作，製作之後經熱浸鍍鋅處理；在施工現場不做任何焊接工作，以螺絲相互鎖固。

水牆系統



水牆是一種蜂巢式吸水性的物質，用以安裝於溫室的一側，對面為負壓風扇。水牆使用水邦浦將水源由上方流下。空氣通過水牆與水混合產生蒸發冷卻。一方面溫度降低，一方面相對濕度增加。因此空氣通過水牆之後降溫加濕，為水牆的主要目的。

水牆的降溫能力受到大氣相對濕度的限制。大氣的相對濕度愈低，水分的蒸散量愈大，降溫效果愈佳。相反的，大氣的相對濕度愈高，水牆的降溫效果愈差。在台灣夏天，大氣為35°C與55%RH，通過水牆的溫度其降溫極限為26.5°C。









住宅群落

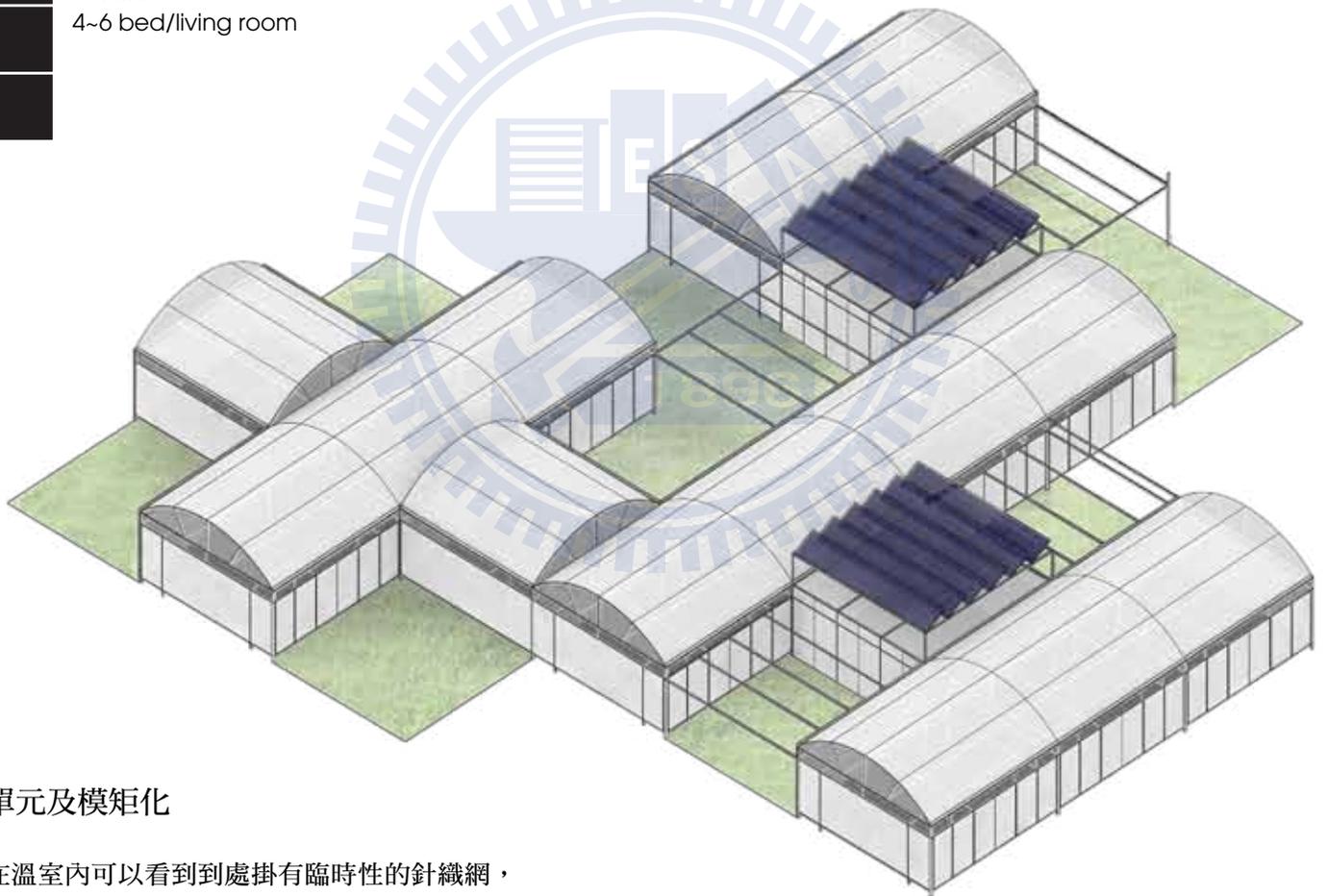
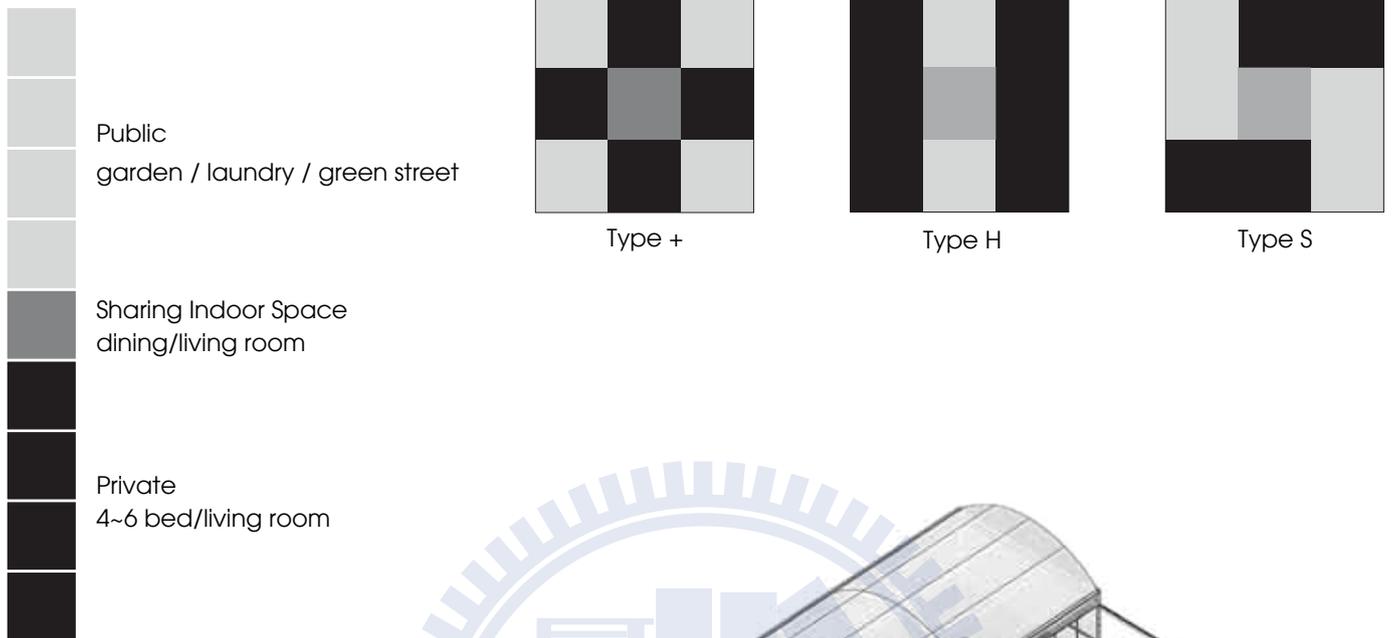
基地為於芎林山邊的土地上，定位給一群即將退休的老年人，想要遠離塵囂，在鄉間過起樂活的日子。為了讓來這裡產生豐富的生活，我們希望住宅和自然，人與人之間的關係是密不可分，每戶享有一塊綠地，種植蔬果當做菜園，或是當做庭院。

內廊是連接每戶人家最緊密的橋梁，人們可以四處串門子，也可以坐在廊上與鄰居聊天、太陽。四到六戶之間有一個半開放的交誼空間，裡面設置中島廚房，用餐時間居民聚集在此，從旁菜園摘取新鮮蔬菜，共同烹煮、享用有機食物，增進彼此的生活情感。

6M

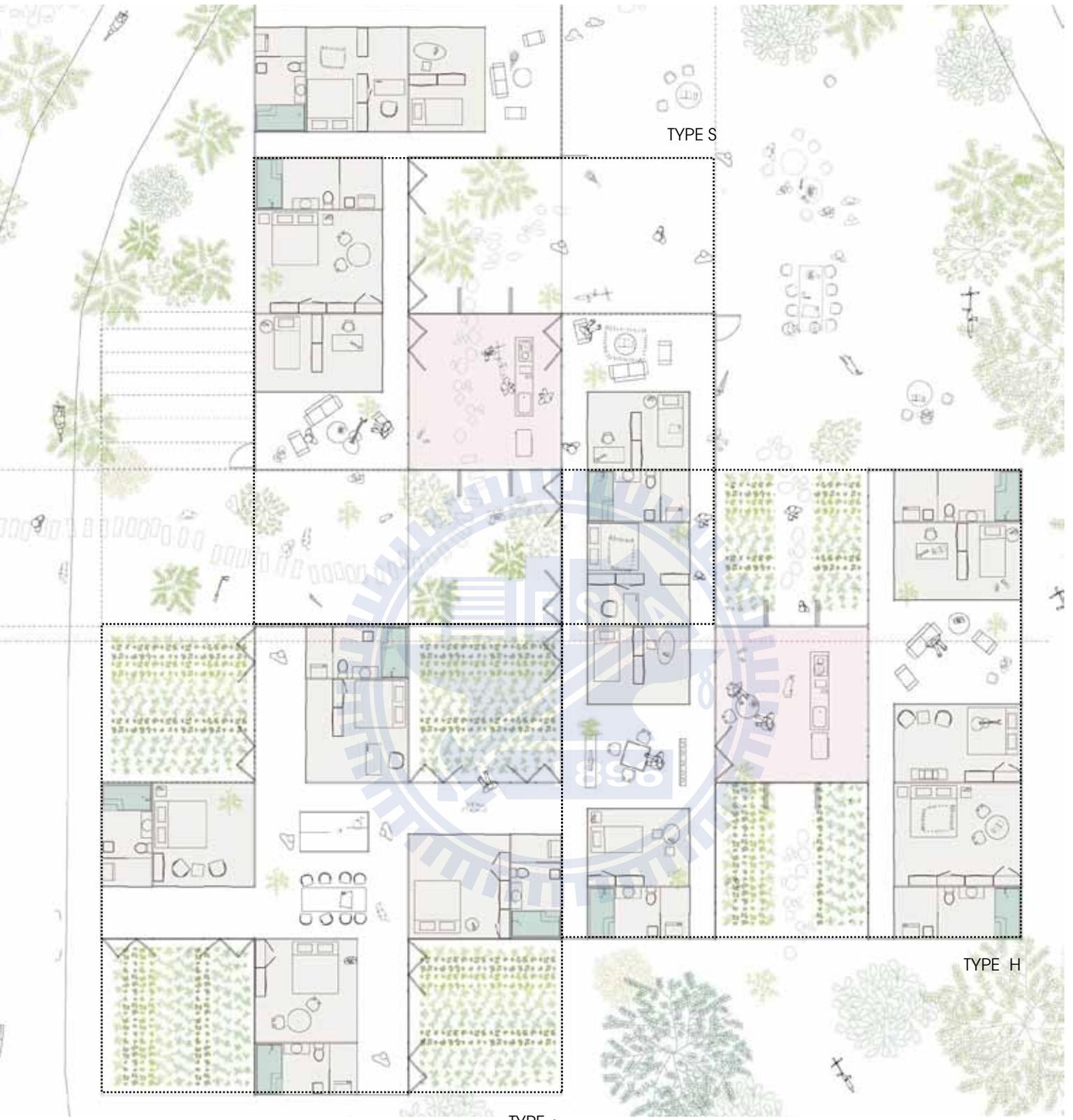
Grouping

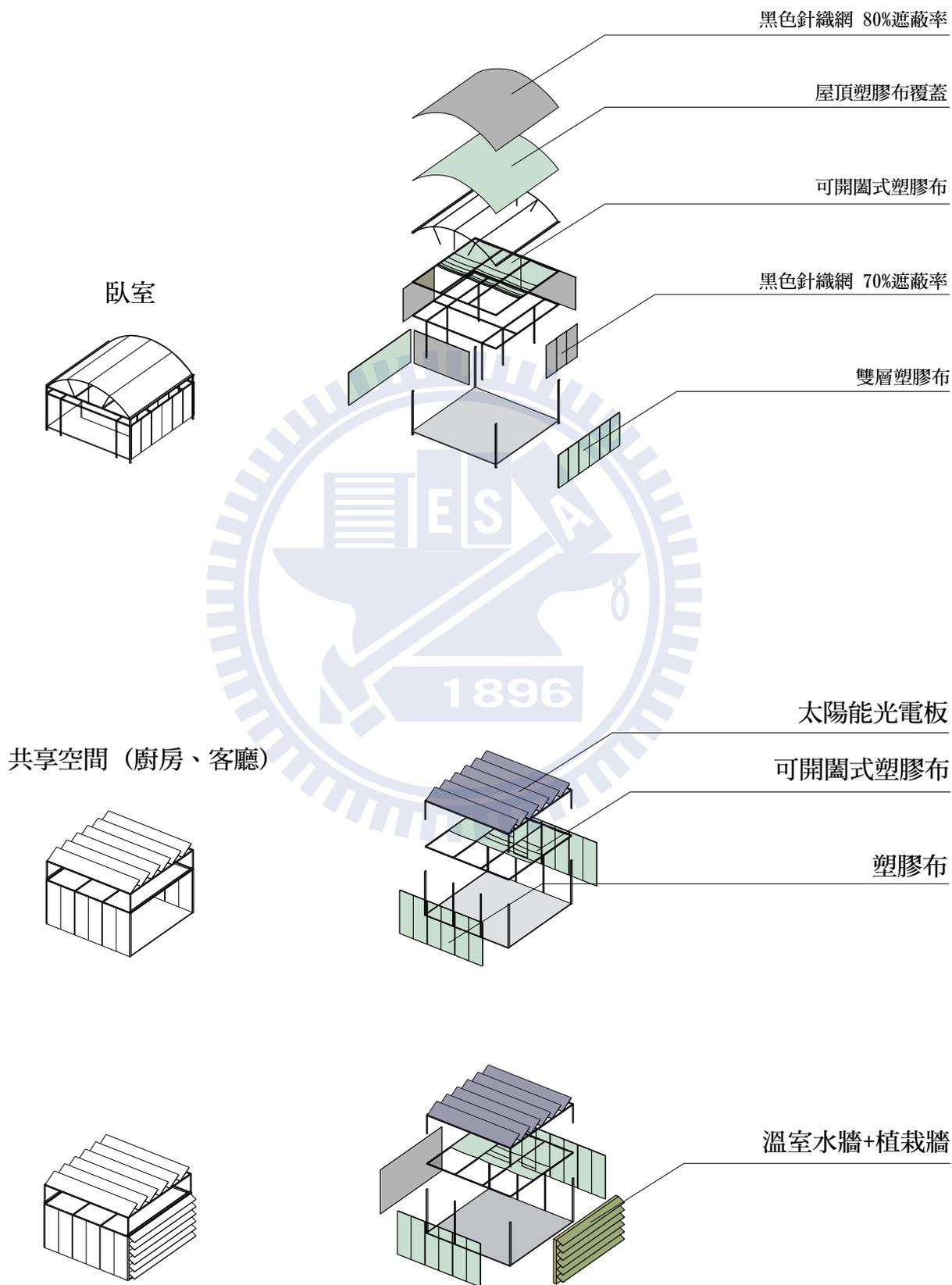
9 Unit(6M * 6M) in 1 Block

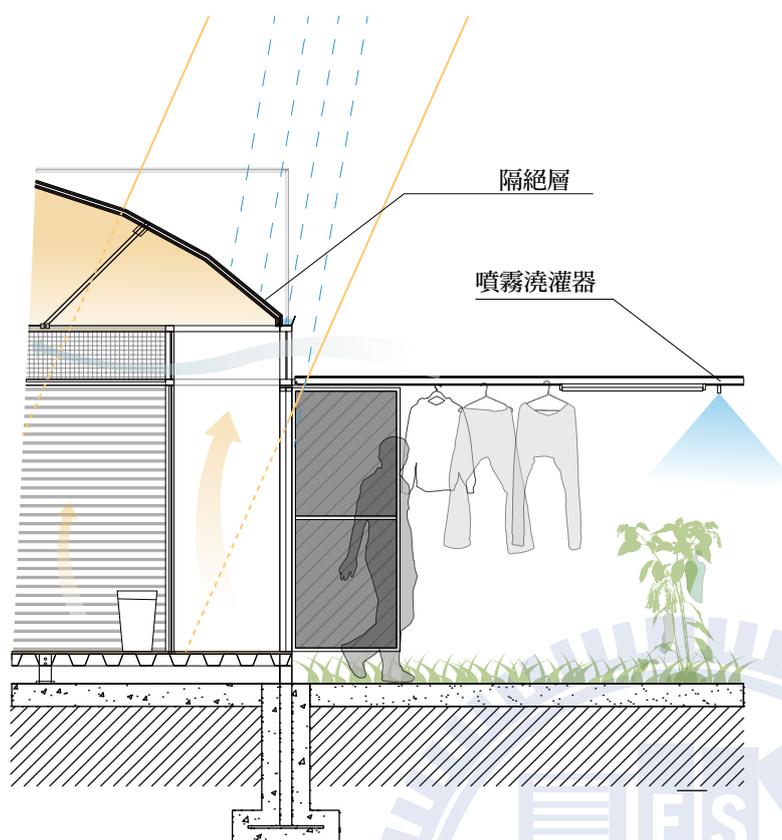


單元及模矩化

在溫室內可以看到到處掛有臨時性的針織網，因為每種植物所能承受及需要陽光不同，所以有些植物需要增加遮蔽；正如同每個人居住的習慣不同，並且考量到個人隱私，提出模矩化的概念，可以依據每個房間做不同的遮蔽或隔絕效果。每個空間皆為六乘六米平方的基本單元，剛好適合做一到兩人的臥室，或是可以容納十人的集會空間。

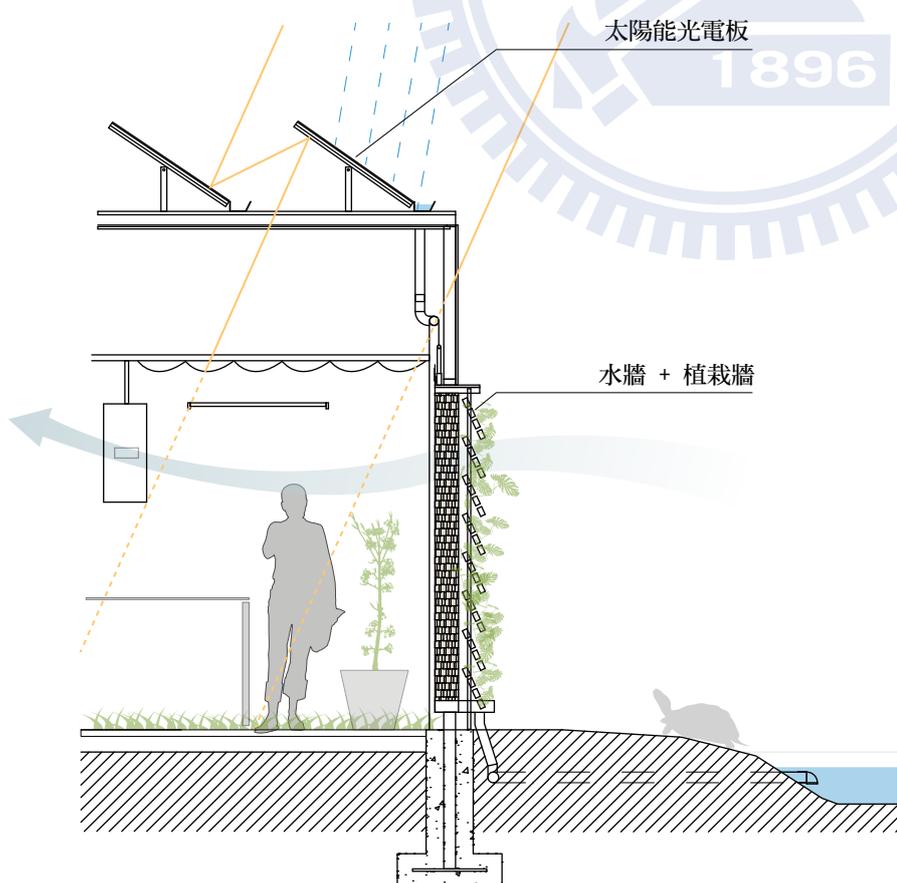






用於住宅的溫室架構

溫室的研究裡，水牆溫室的隔絕性最強，因此住宅的設計多參照水牆溫室的批覆系統。雙層的屋頂設計，配合可開闔式的塑膠布，在炎熱的天氣可以闔起，製造隔絕層，在冬天則可打開以保存溫度；黑色針織網的遮蔽率及隔絕性可以依照使用者喜好調整密度；雙層塑膠布的牆體，可以達到更佳溫度隔絕效果。



5M











形式系統

路易斯·沙利文(Louis Sullivan)著名的口號「形隨機能」(form ever follows function)³，在描述自然萬物隱含的法則，形式表達了其中意涵及功能。若以這段話作為設計的準則，則在設計時可能須表列概念與機能，而建築師則是利用空間元素去達成這些目的，建築即是當這些目的之間達到某種和諧性，即宛如系統般的整合體。

本章引用兩個案例作為建立形式系統的說明，「單車老闆之家」用兩種空間元素－樓板、緩坡，從原始的分層結構做轉變，達到空間的串連以及機能需求，並創造出有別於原本街屋的空間經驗。「孢子塔」在於師法自然形式－雙螺旋、voronoi，均是具穩定性的有機結構，應用於建築上有特殊的空間機能，最後整合為一供給植物孵育、保存的高塔。

3. Louis H. Sullivan, "The Tall Office Building Artistically Considered." Lippincott's Magazine 57, March 1896. p. 403-09



單車老闆之家

Cycling House

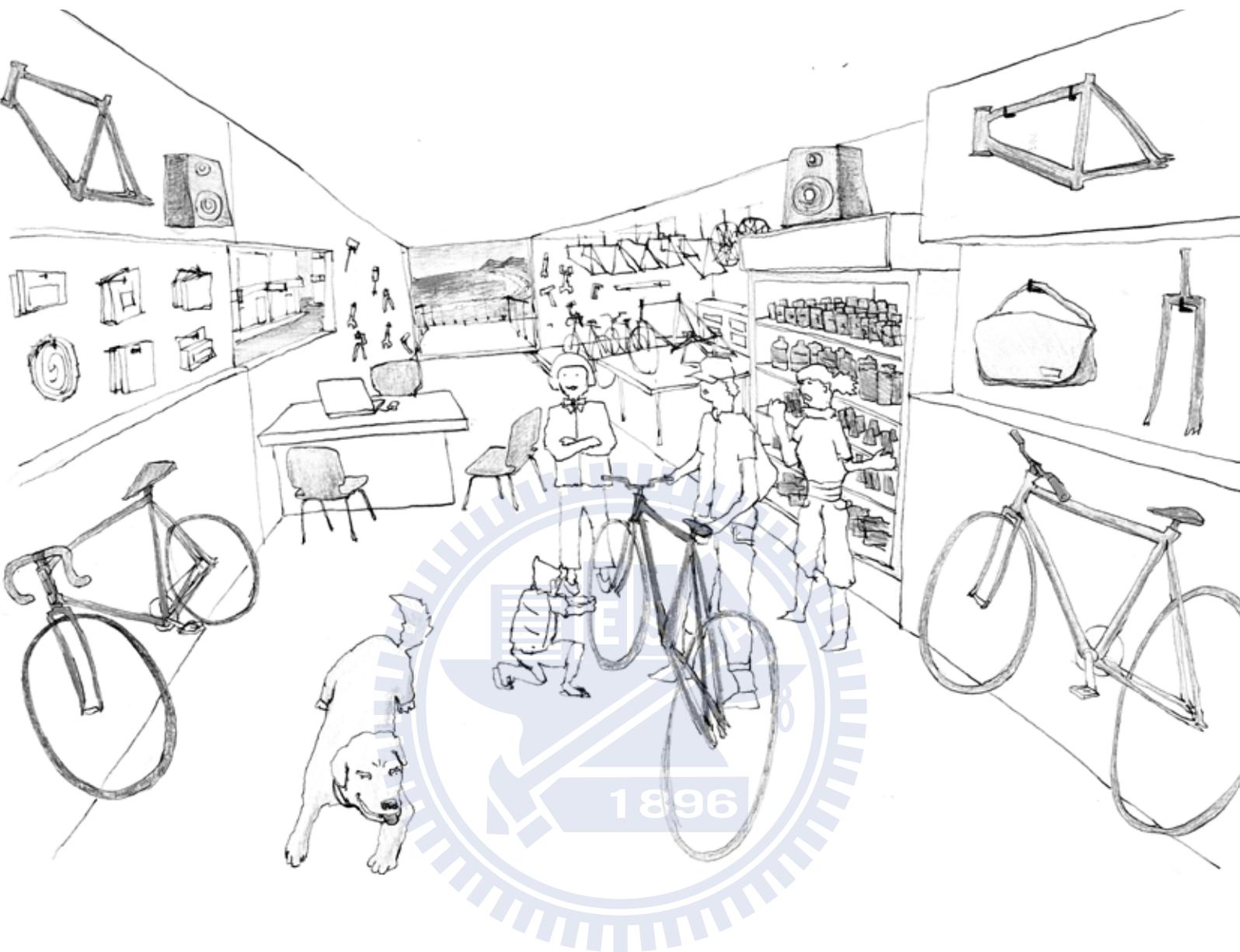
指導 邵彥文老師

時間 2009

花蓮的北濱，靠近海的街區裡，設計一棟以單車為動線的建築。原本街屋的基地，狹長的空間提供了潛力，傳統單調的街屋剖面，為了滿足單車坡道的斜度的限制，樓板開始變化，剖面上相互錯層，為了接受太陽，再讓出天井…各個空間中的元素，為了滿足使用者的需求，開始重新排列、整合，空間成為專為使用者設計的系統。



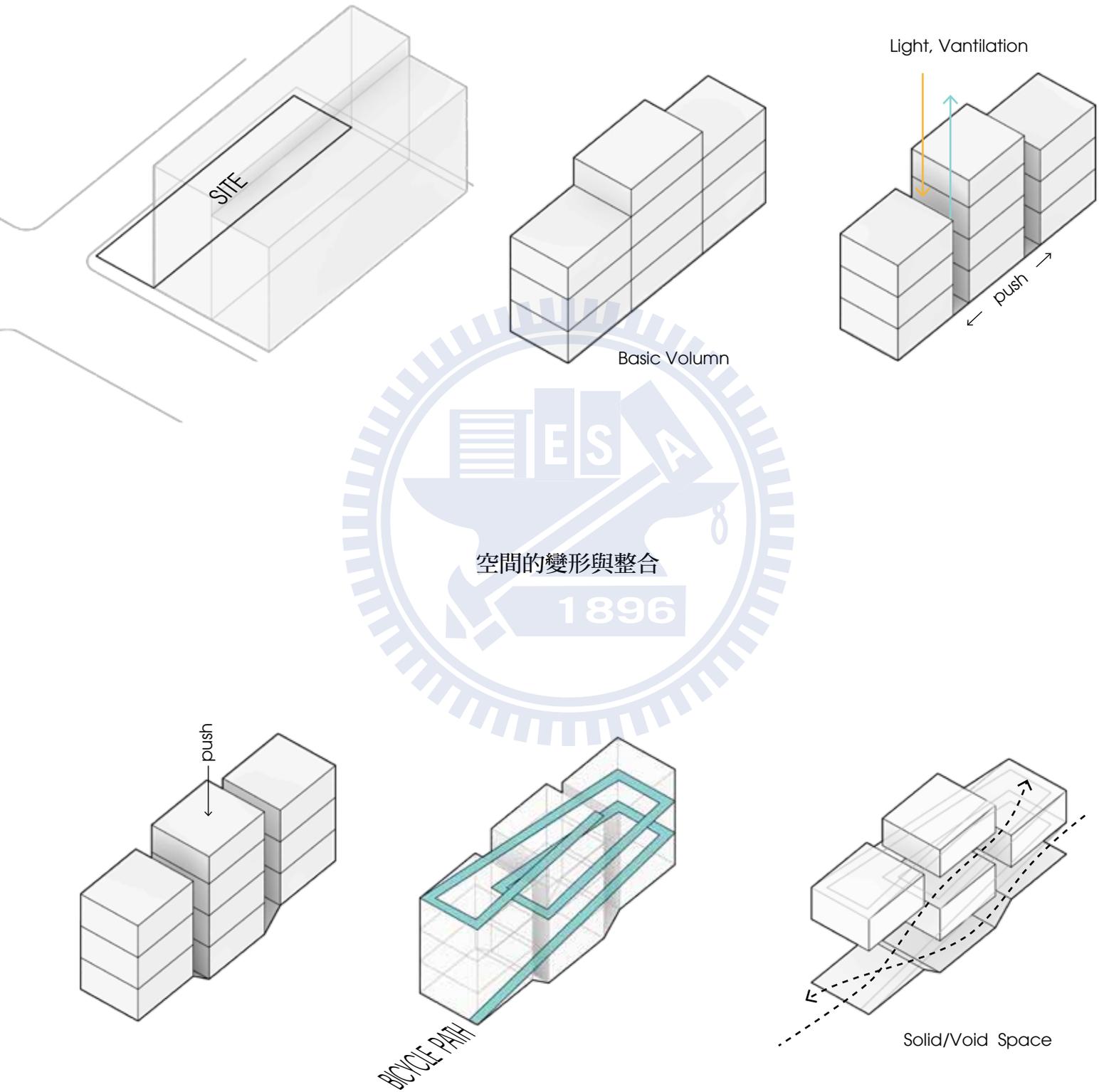


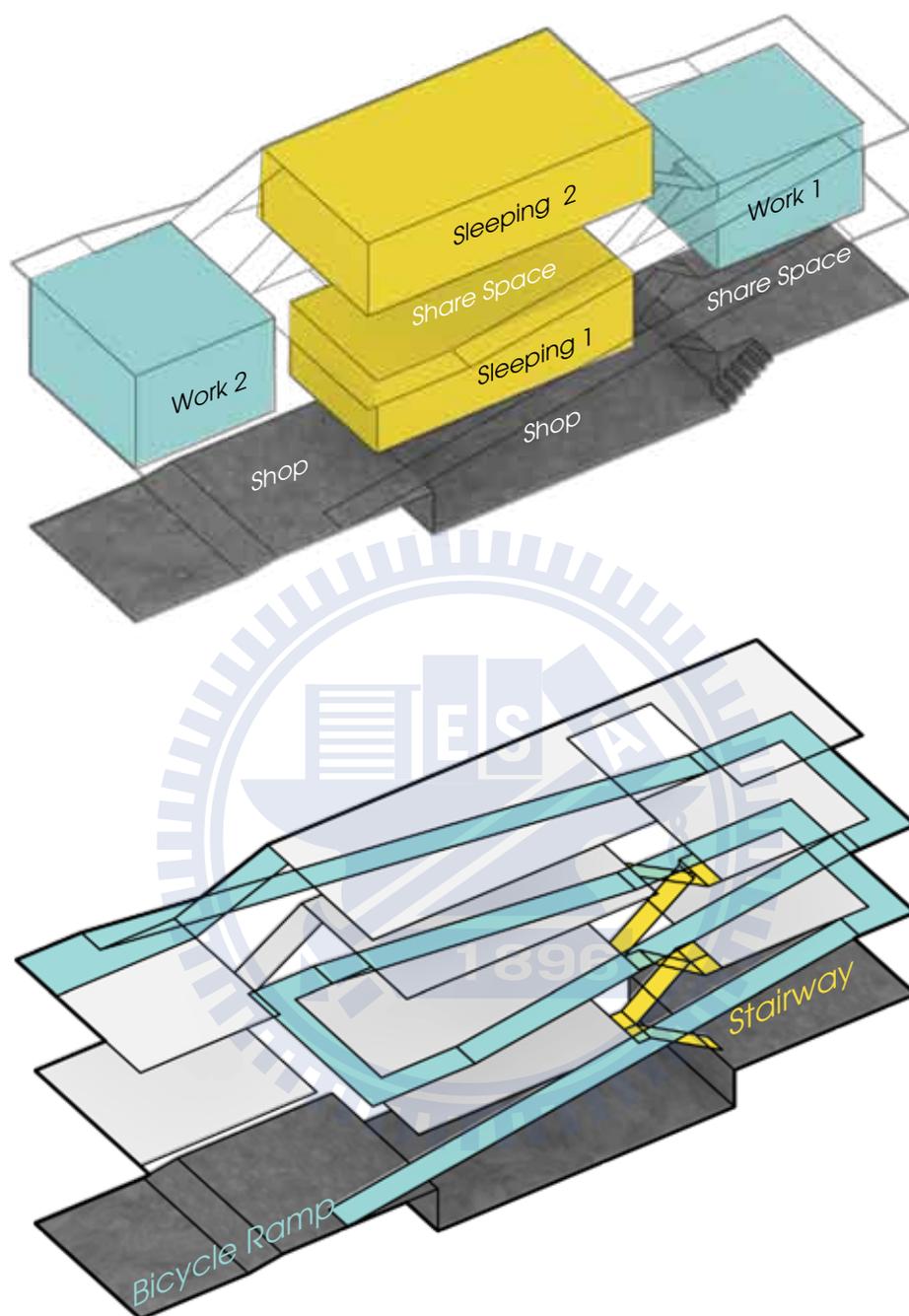


我最愛騎腳踏車了，自從那一年寒假我整修了一台老鋼管車之後，我愛上了騎鋼管車的樂趣；在大馬路上使出全力蹂躪，隨著耳機裡的音樂，把全身的力量釋放，真的很舒爽。最適合騎車的時間就是夏天的晚上；最喜歡騎的路是空曠的大馬路；騎車必備的是音樂，蛋堡的輕饒舌最適合在都市中低速慢遊，范曉萱的搖滾樂最適合在光復路和歐都拜尬車，方大同的R&B最適合騎上坡...

因此畢業後，我決定做一個單車店老闆，過每天與單車為伍的生活，我把在花蓮的老家改建成我的單車工作室，原本四層樓的透天厝，經過我的精心設計，它變成一個可以在裡面騎自行車的屋子，我可以從一樓騎到我位在頂樓的臥室，還可以騎著自行車到二樓的書房，甚至我可以從頂樓一路騎到戶外去附近的便利商店。

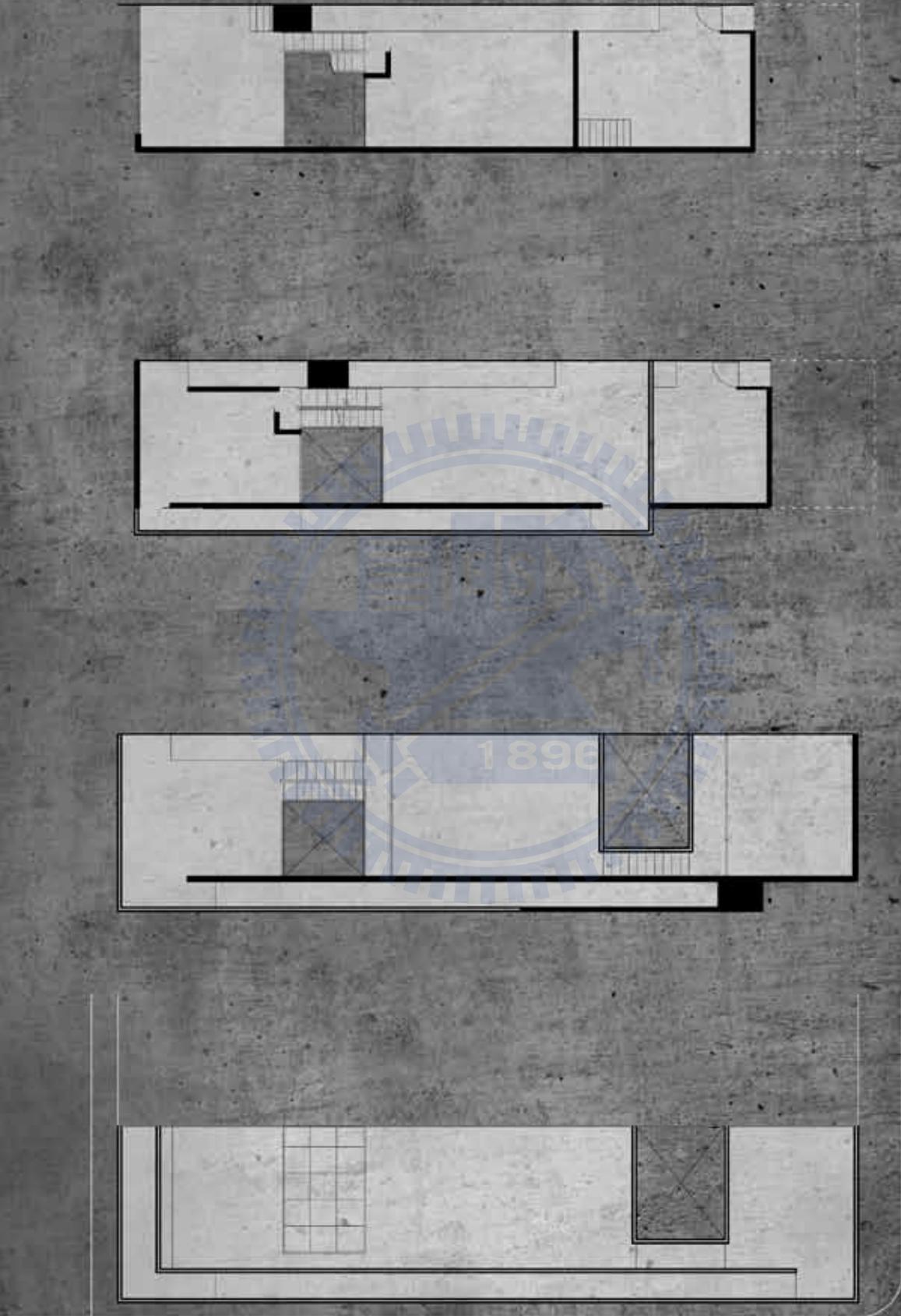
我還出租了一間套房給在這裡念書的大學生，她從後門進來之後，從樓梯直達她的房間，如果要使用客廳，只需要再走一層樓梯就可到達，因此除了客廳以外我們的生活空間是各自獨立的，但我仍可以經過我個人專屬的單車動線監視她的一舉一動，以免她做出什麼危險的事情。

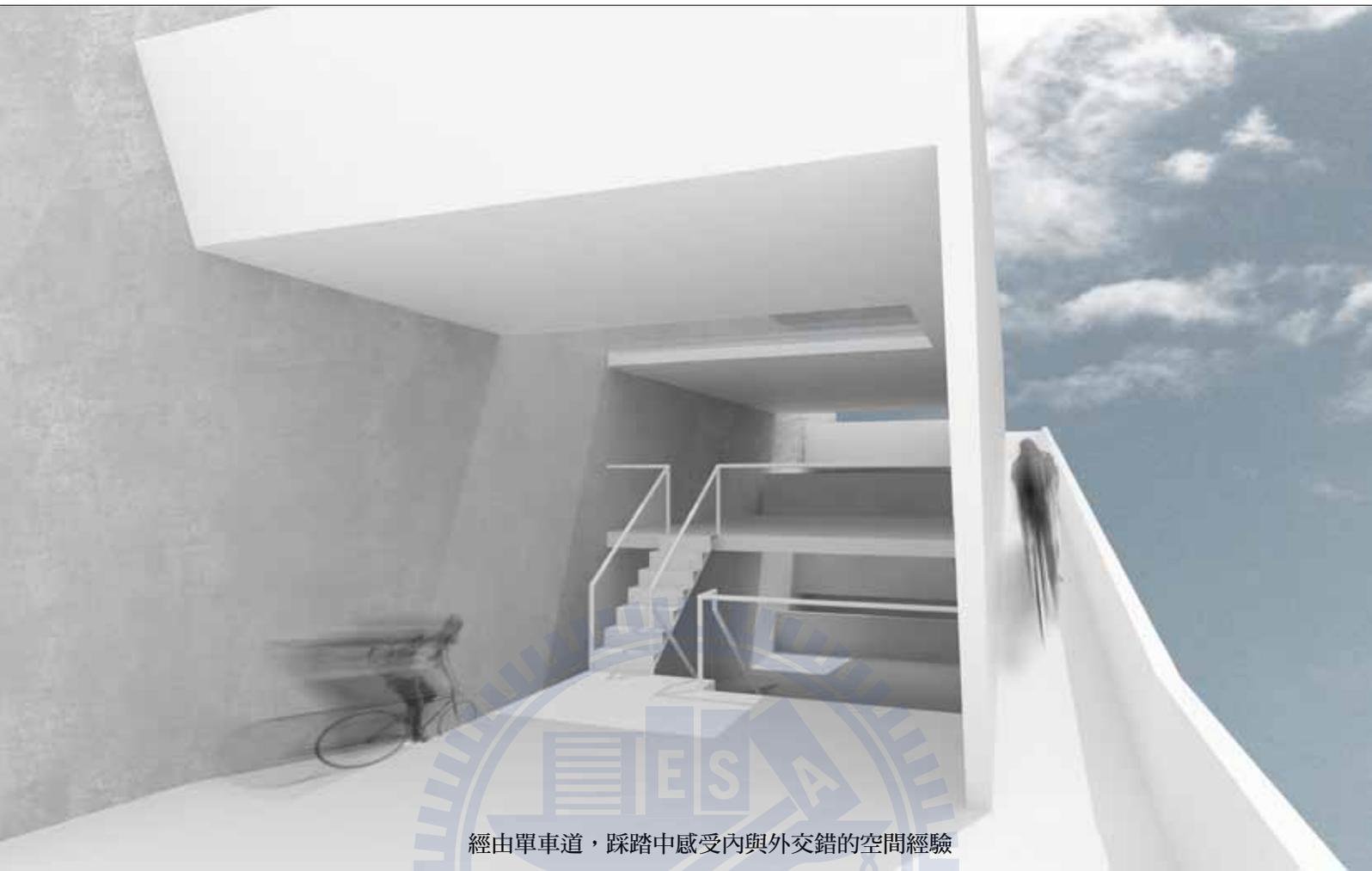




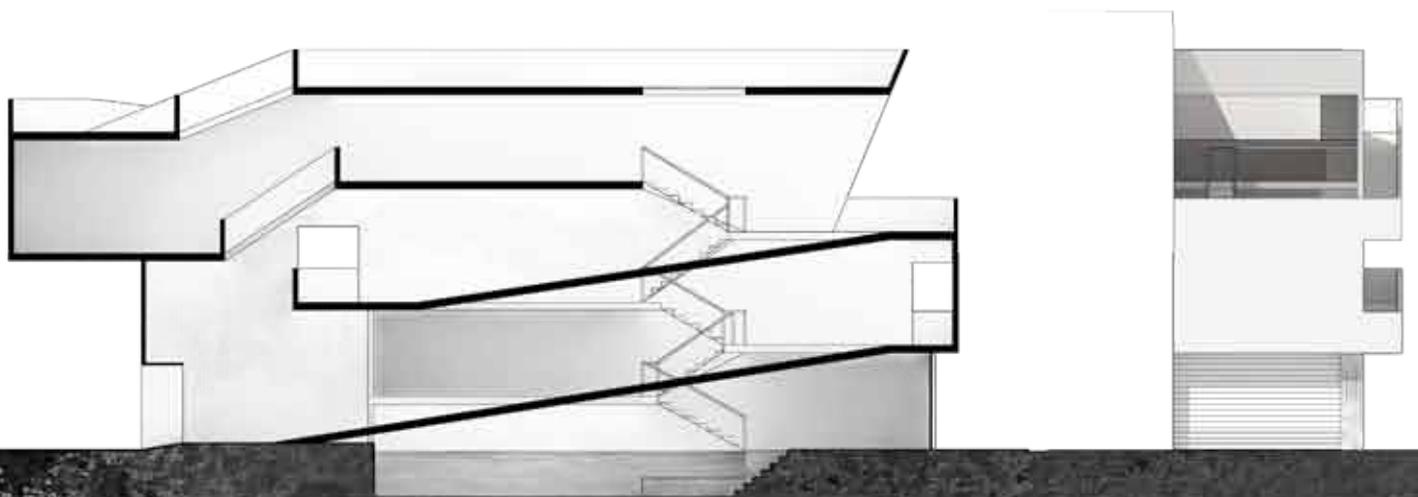
機能與動線

本案是店鋪與住宅的結合，一樓是店鋪與停車倉庫空間，其他皆為住宅空間。目前設置為兩個獨立的使用者的空間，包含工作間及臥室，以上兩者夾住的空間(參照上圖)為室內的共享空間，可以做客廳、廚房之用。樓梯及單車坡道為動線，樓梯連結所有空間，而單車坡道串聯屋主的生活領域，繞過房客的使用空間，直到屋頂陽台。



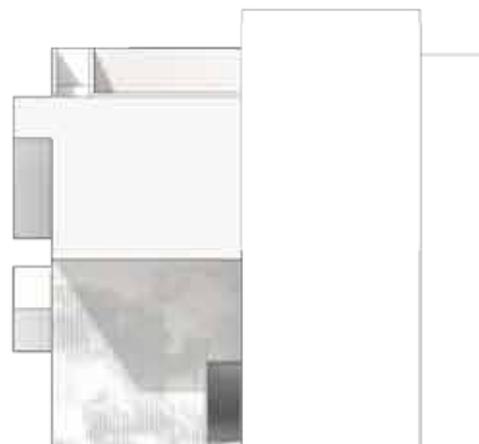
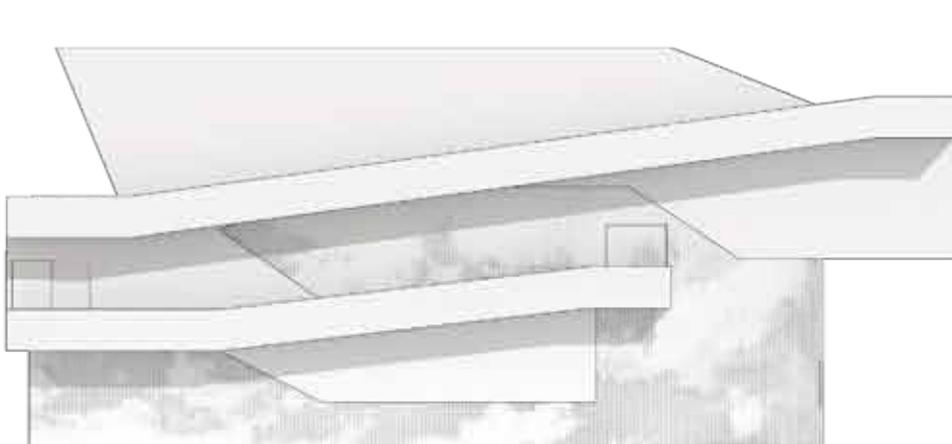


經由單車道，踩踏中感受內與外交錯的空間經驗

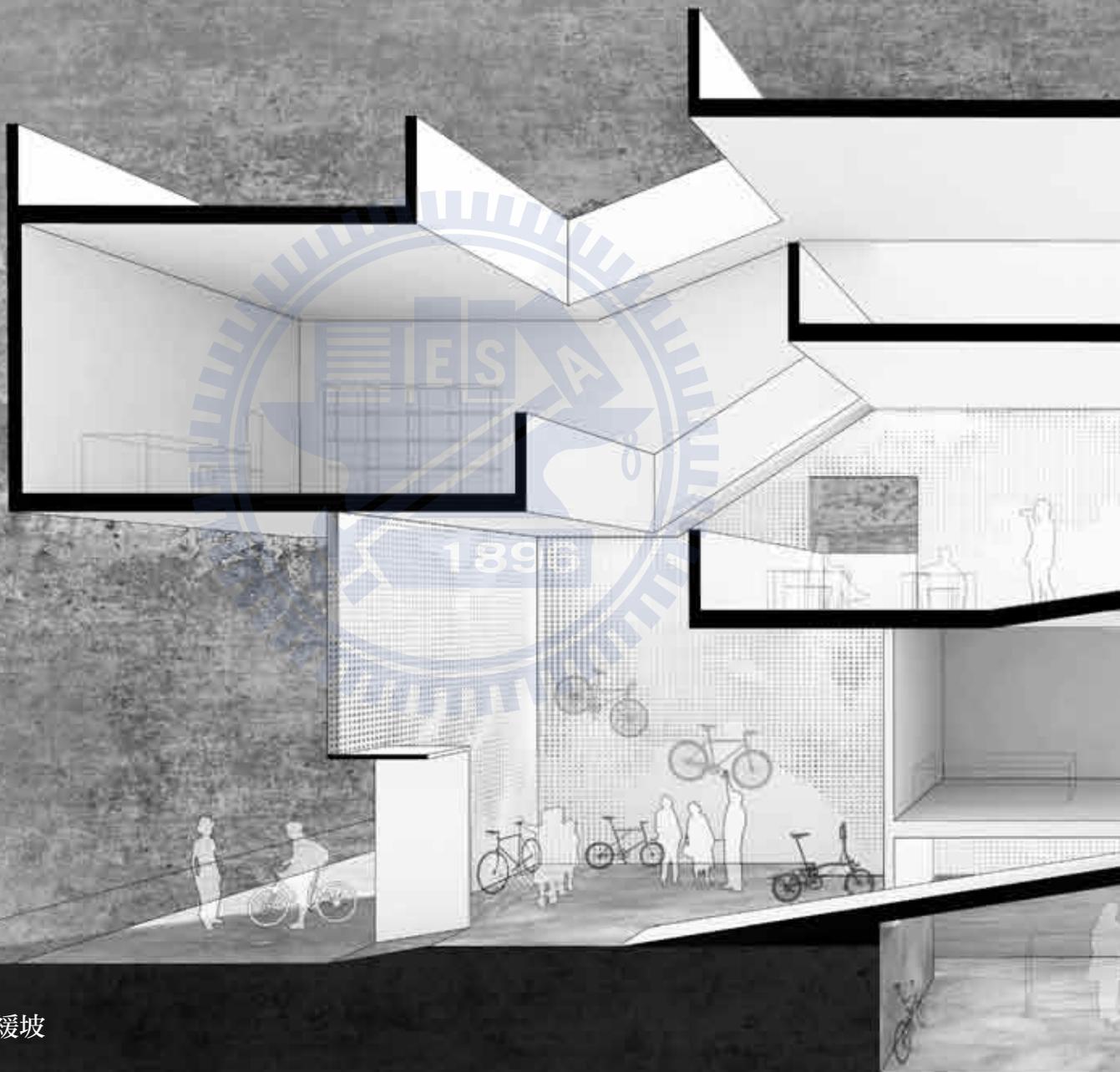




出了門直衝東海岸！

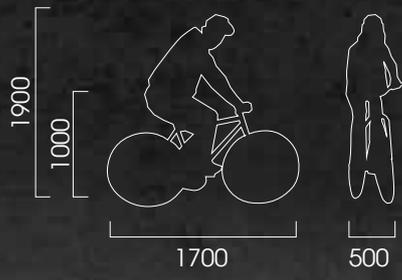
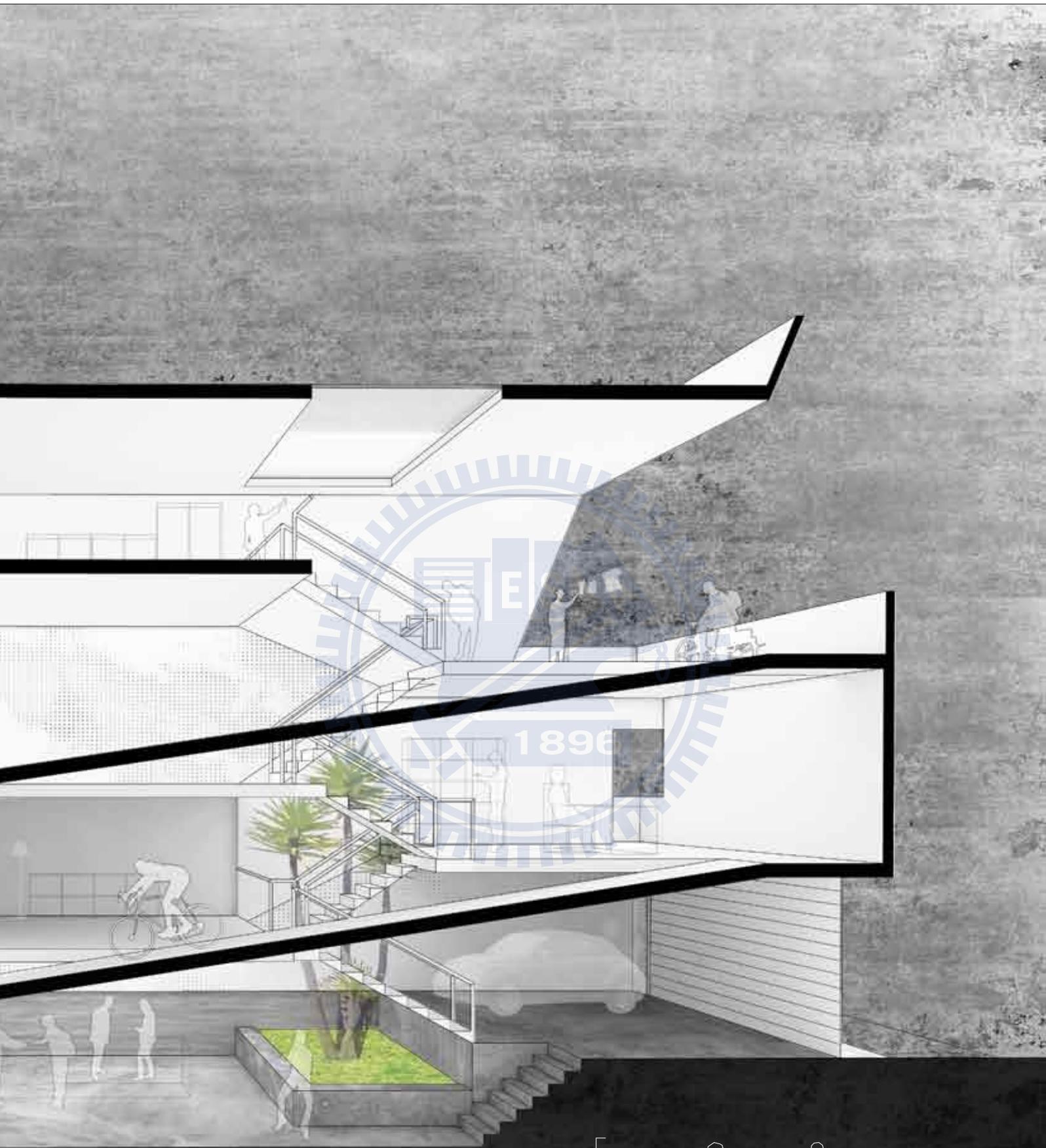


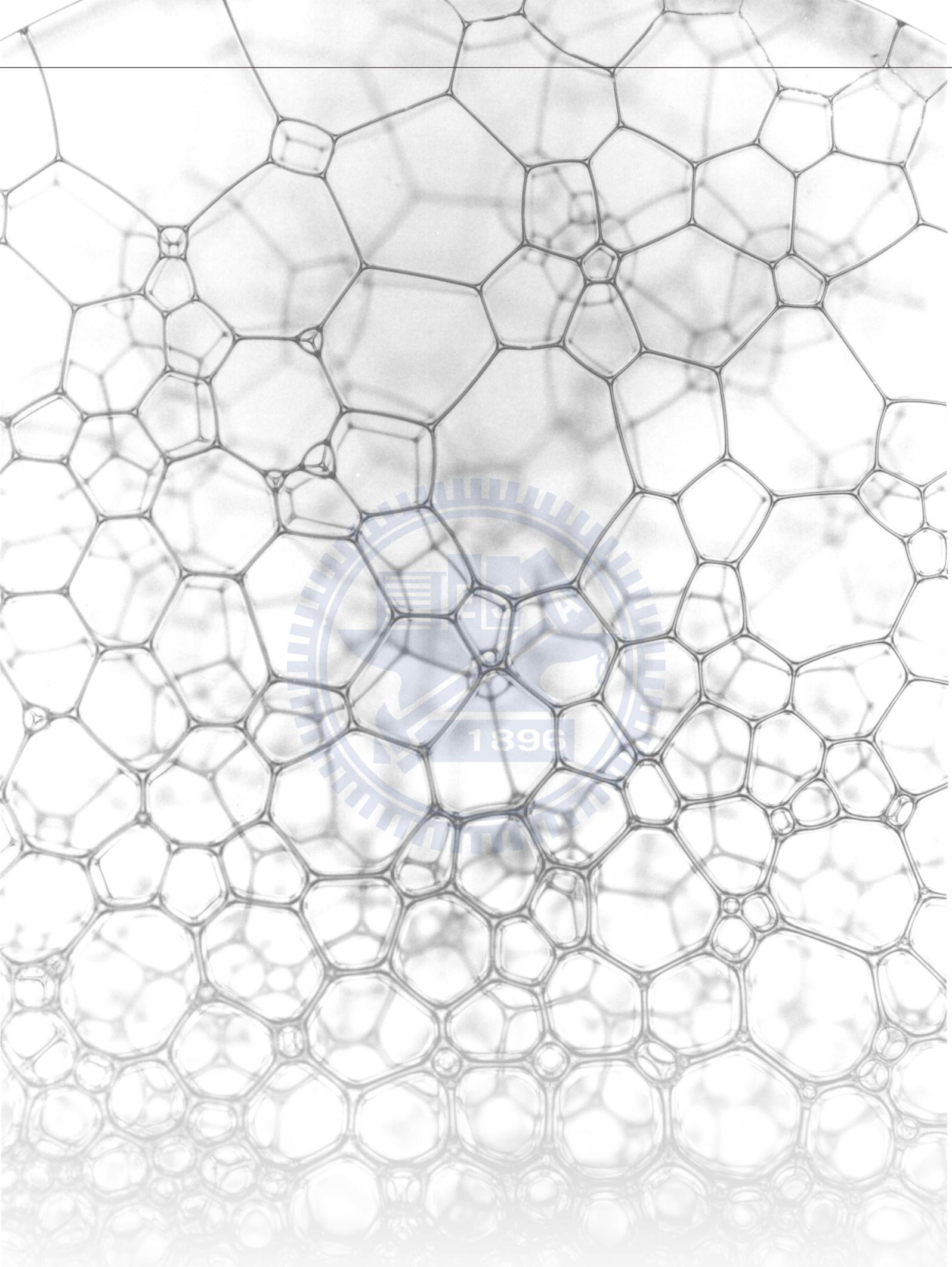
5m



天井與緩坡

台灣傳統的城市沿街道多採長條式街屋，通常屋內會設置一到二個天井，以供採光、曬衣之用。在本案中天井不僅有以上兩個功能以外，在空間的配置上，有著區隔的作用。藉由街屋狹長的空間，剛好適合單車緩坡的設置，緩坡圍繞著生活空間延續到屋頂，把屋主的生活與單車聯繫在一起。





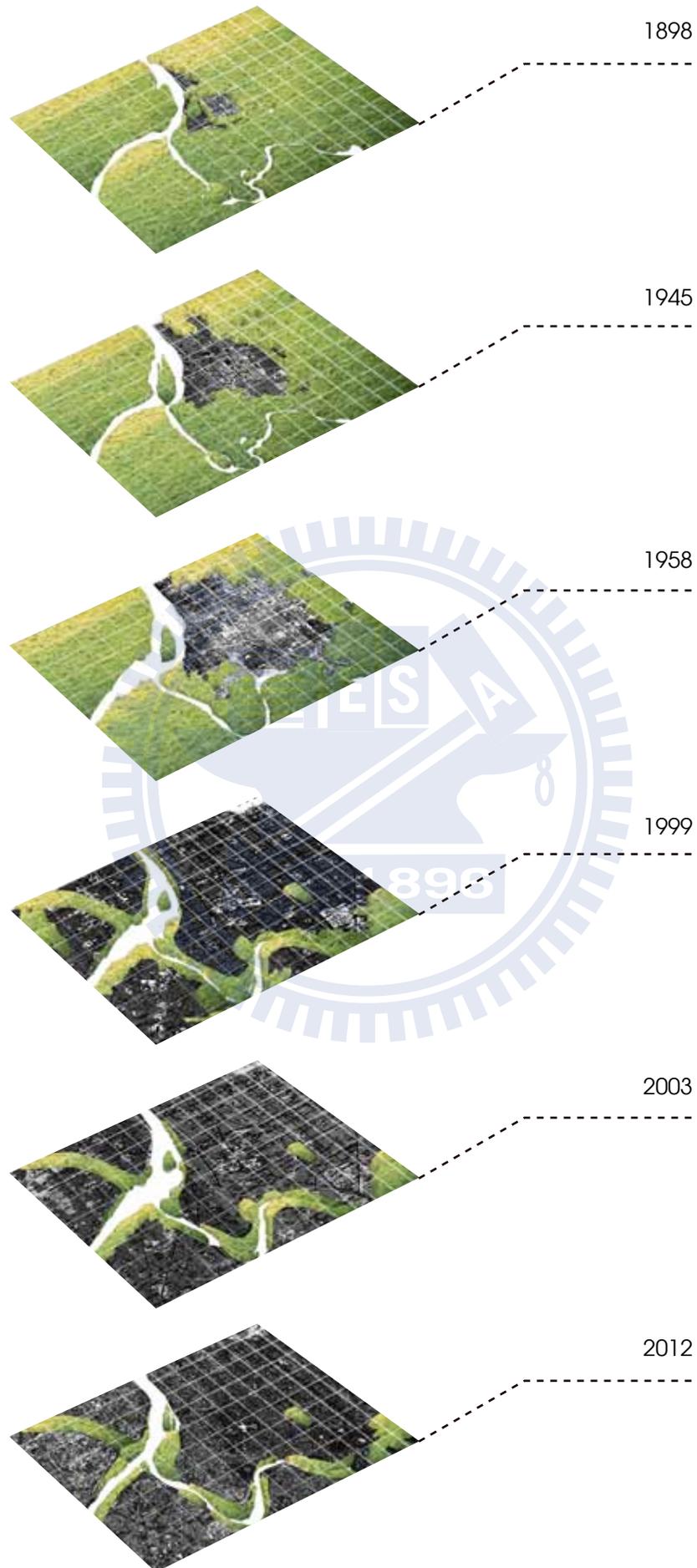
孢子塔

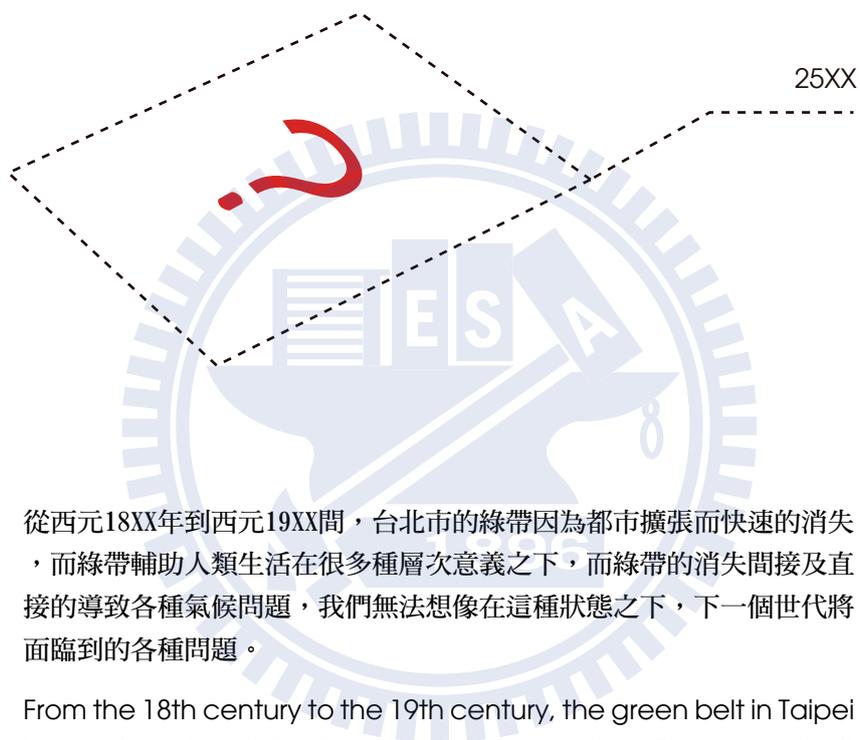
Spore Tower

合作 王鵬達 蘇滿澤

時間 2013

高塔的形式具有地標性的意涵，對於都市有莫大的影響力。本案的發想為設計一座植物居住的高塔，保育植物的諾亞方舟。此塔主要為培育、運輸、保存三大功能，藉由學習自然界的有機形式，將應用於此塔的系统裡。雙螺旋狀的外皮從地表旋轉而上，到頂點交會，除了在結構上的穩定性之外，空間上達到從地表至塔頂的連續性；塔內為泡沫狀 (Voronoi) 的結構，此形式也具有結構上的穩定性，並能夠依照每個植物不同的大小做有機的變化；最後主結構扮演了整合兩者的腳色，除了撐起整座塔以外，聯結了內與外、上與下，串起了整個系統。





從西元18XX年到西元19XX間，台北市的綠帶因為都市擴張而快速的消失，而綠帶輔助人類生活在很多種層次意義之下，而綠帶的消失間接及直接的導致各種氣候問題，我們無法想像在這種狀態之下，下一個世代將面臨到的各種問題。

From the 18th century to the 19th century, the green belt in Taipei has reduced rapidly due to urban expansion. The green belt assists the life of citizens in various perspectives and levels, and the disappearance of it can lead to numerous climate crisis that we, as human, can never imagine. This issue can lead to serious problems for our next generation.







孢子塔

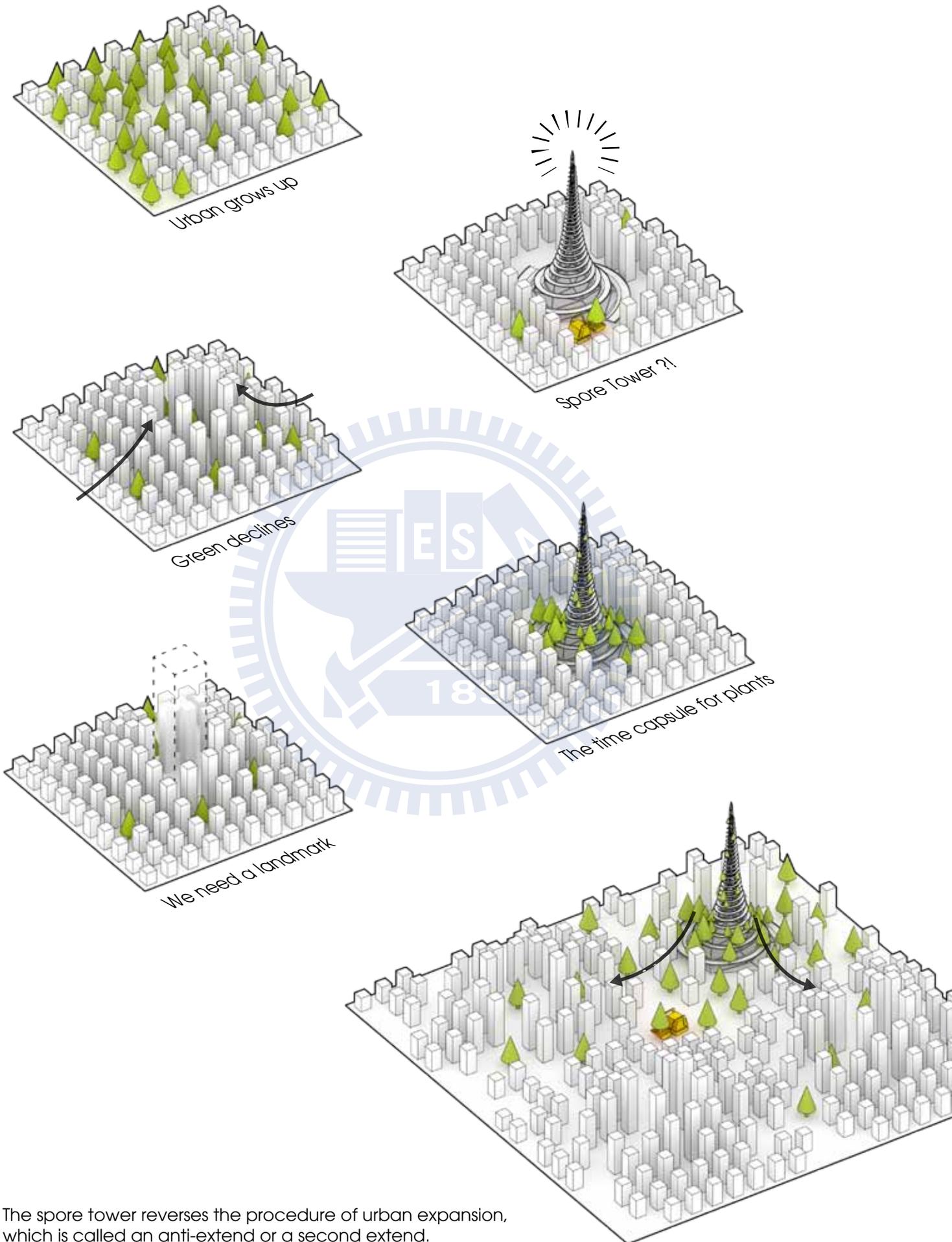
The Spore Tower

都市擴張與自然生態呈現一種相互消長的作用，都市不斷以水平性的方向占領綠帶，增長了人類的使用空間，卻使得植物的生存空間消失，永久性的失去多樣性，再也無法被修復，因此我們創建了孢子塔。

孢子塔是植物的時空膠囊，儲存了現存以及即將滅絕的植物種，孢子本身具有休眠作用，能在惡劣的環境下生存，保持自有的傳播能力，並在有利條件之下才開始發育，因此我們把植物以及其種子儲存於如同孢子般作用的構造物裡面，扮演植物方舟的角色。摩天大樓被視為是文明社會的象徵，擁有指標性的意義，孢子塔延續此種特性，反轉都市擴張的順序，是為反/二次擴張；以回復自然環境為下一個世代目標，並且讓它以一種標的性的姿態站立於都市。此外，較廣為人知的孢子種類本身會藉由生產大量的數目來增加生存的機會，因此我們將孢子塔以群體的方式展現，以有機型態散落於都市之中。

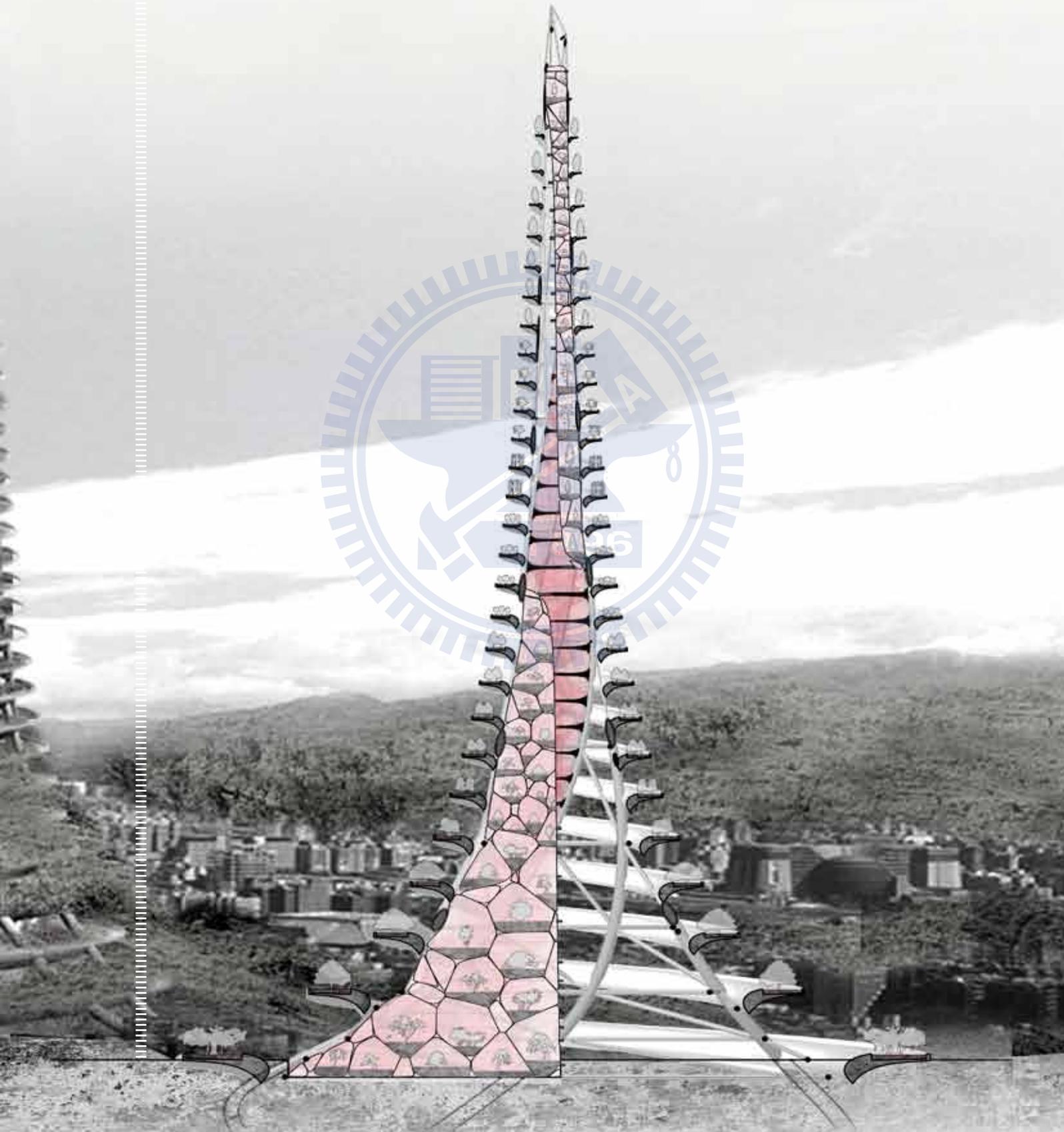
The growth and decline of urban expansion and natural habitat works as two opposing directions. Metropolitan keeps spreading and occupying the green belt. Although it increases the space for daily human activities, the space for plants is reducing. Moreover, the environment loses its bio-diversity permanently, which can never be repaired. Therefore, we want to create skyscrapers called "The Spore Tower".

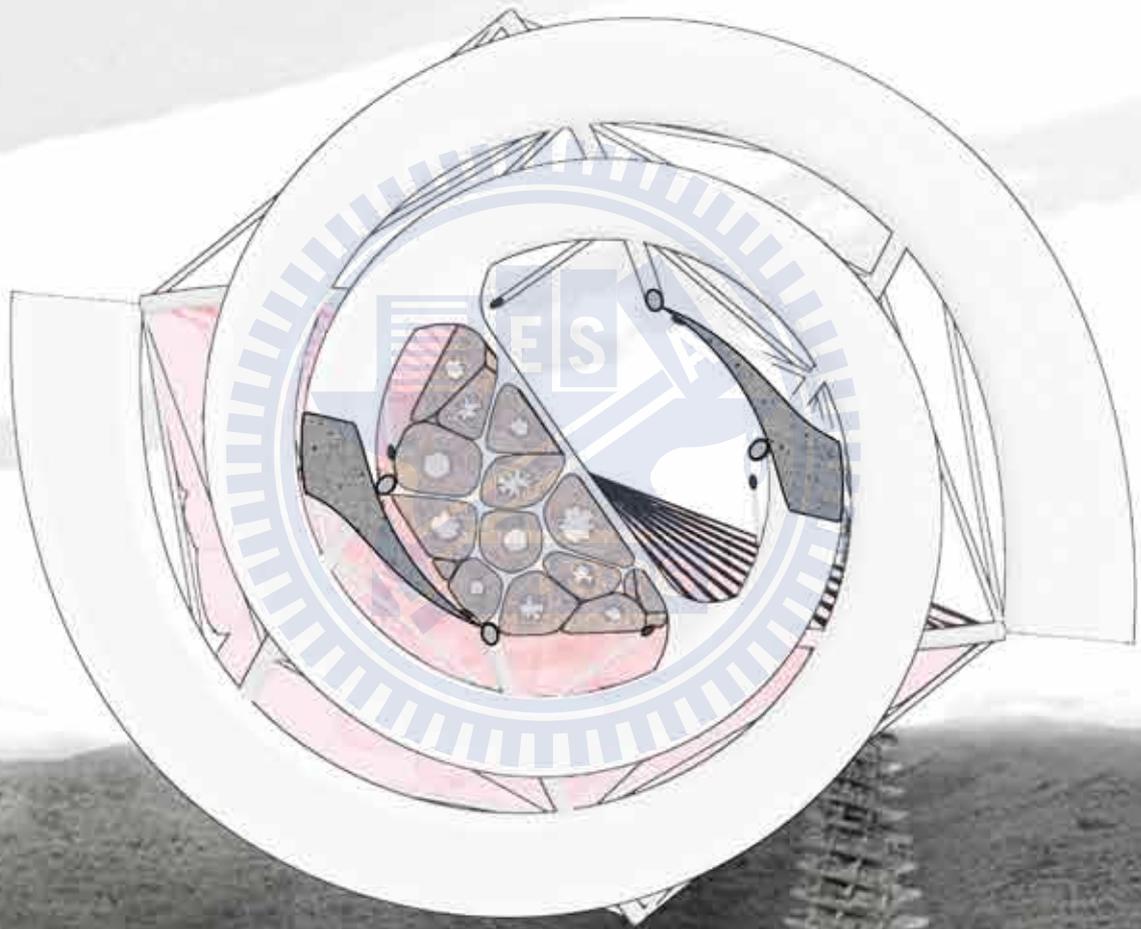
The Spore Tower is the time capsule for plants. It stores various species of vegetation that still exists or are close to extinction. In biological aspect, spore is a reproductive structure, some of which can hibernate under unfavorable conditions, and therefore can survive for extended periods of time. Since some of the spores can be dormant for more than hundreds of years, we can store these spores in an artificial structure that acts just like the spore does in biological aspect and plays a role as the Ark of plants. On a symbolical aspect, since the traditional skyscraper is regarded as a symbol of civilization and has great meanings, The Spore Tower represents the characteristic of by the use of maga structure. Furthermore, to build-up a revolution, the spore tower reverses the procedure of urban expansion, which is called an anti-extend or a second extend. It advocates the goal to repair the environment for the next generation. None the less, it is notable in studies that a large amount of spore can be reproduced in a time which increases the chance of its survival. We therefore locate more than one spore tower, hoping it to spread organically in the city.



The spore tower reverses the procedure of urban expansion, which is called an anti-extend or a second extend.

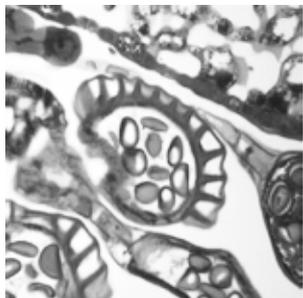
+870M





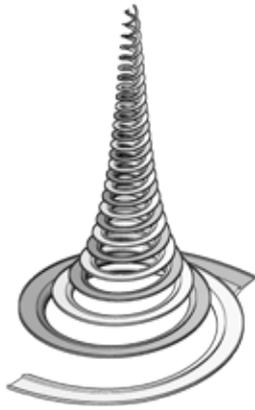
615M





系統說明

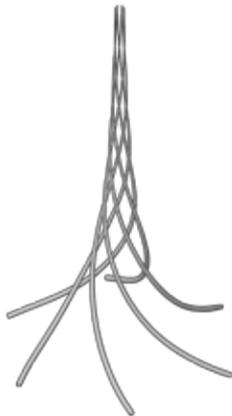
孢子塔在剖面關係上由外至內分成三個層次，第一層是最外層的植物敷育層，中間是運輸層，最裡面是保存植物的溫室層；由外層可接觸到陽光的區域來培植植物，並且藉由從地底一路延伸到塔頂的六根管狀結構輸送所需能源，包涵人力、電力以及水分等等，以維持塔體的運作；而當外層完成植物的初步培養之後，便送到最裡層的溫室層存放，



雙螺旋系統

Double Helix System

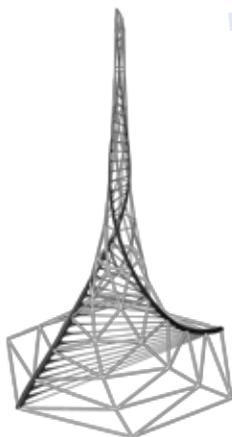
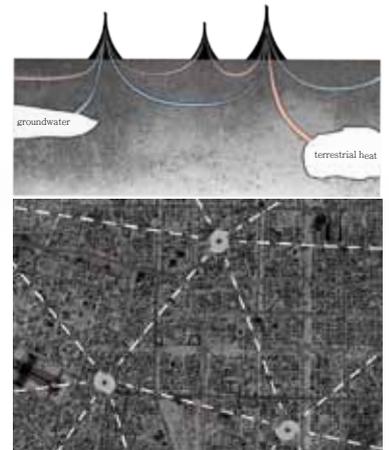
The outermost layer of the double helix system which operates in a semi-automatic manner is both the main form and the incubation system for the plants. In addition to the functions, the shape of the double helix structure is mainly to relate the curvature to the topic of organic extension. The plants grow all the way from the tower into the ground and expend radically to connect themselves with the plants from other spore towers.



管狀結構

Tubular structure

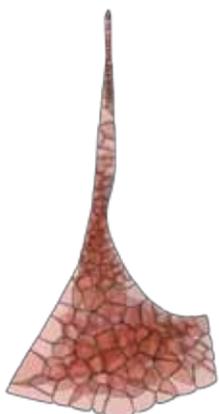
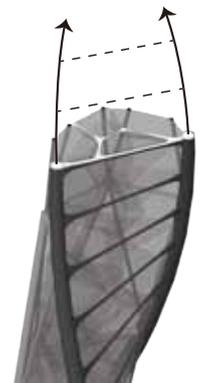
The concept of the tubular structure is to simulate the roots of a plant. Each tower contains six tubular structures that absorb the energy from the earth just as a plant does, including groundwater and terrestrial heat. The tubular structures stretch from the top to the underground and connect with plants from other spore towers. They then become a mesh pattern and share the energy absorbed.



動線

Circulation

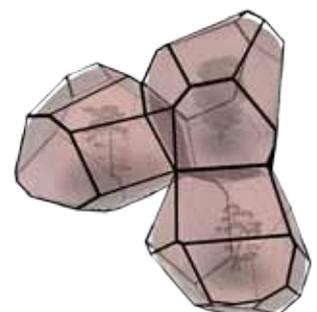
Other than the power absorbing function mentioned previously, the tubular structures also act as the vertical circulations and the tools to transport supply and manpower. They are connected from the ground level to the top vertically and are linked with each other horizontally. The horizontal link acts like a rib structure, which provides horizontal circulation in two directions to form the twisted system.



孢子囊

Sporangium

The spore is not only a green house but also the time capsule for plants. It is composed by lighting frame that is attached to the main structure inside the tower and covered by a membrane that is diaphanous. Each of which is able to operate independently and to adapt itself in different living conditions such as sunlight, humidity and temperature adjustments.







場景設定在五百年後的台灣，都市過度擴張導致人類賴以維生的各種要素衰減，生存指數降低，舊都市被棄置而成為廢墟；孢子塔以自我的循環系統維生，而當地球自淨都市到適合植物生長的狀態之後，孢子塔群啟動甦醒機制，解除塔內植物的休眠狀態，以孢子主塔為核心，塔群以放射狀的擴張綠帶，並且交織出網狀結構，進一步覆蓋土地，回復自然生態，取代廢棄崩壞的城市，使綠色再次回到地面。

The scene is set in Taiwan five hundred years from now. The essential systems for life had been damaged by over expansion. The city was then abandoned and left to ruins. The Spore Tower survived from the ruin through the self-circulatory system. Once the environment was healed by the earth and is suitable for plants to live again, The Spore Towers can start to work as a waking mechanism, bringing the plant in tower out of hibernation and expanding the green belt radically to build an interwoven structure of plants. Ultimately, the ruined city can be restored by vegetations, the environment can be repaired and the green belt will once again breed in the city.





結論

Conclusion

建築為包含了多種空間元素的綜合體，本論文即是把建築本身視為一「系統」，藉由系統的概念，把建築分為構築與空間兩個層面作探討，可以發現建築可能面對到的各種問題，從建築內部的使用者、空間機能，到建築外部的環境、社會、自然環境。

在第一章「構築系統」，兩個案子從構築的尺度以小至大去研究系統，但我們可以看見系統本身不只是關於如何構築。「表皮重塑」中雖然關注在建築表皮的構造，但研究的過程中觸碰了垃圾、材料等關係於社會及自然環境的問題；「溫室家」重點在於整個建築的構築方法，主要研究在於調節建築和環境之間的關係，也是關注於使用者最基本的條件。因此本章說明了建築設計的出發點雖然在於構築，仍然可以與各種層面的議題產生關聯。

在第二章「形式系統」，兩個案子的出發點皆以空間機能的目的出發，試圖闡述形式系統與機能的關係。在「單車老闆之家」中，從設計的過程可以看出建築發展的原形，也就是利用樓板、緩坡兩個基本元素所組成的系統；之後所作的設計及調整，如立面、天井的大小等，則加強了表現空間的能量。「孢子塔」中，構成的各種元素皆是外露的，可以明顯或是隱晦的表現形式的機能性，試圖呼應自然界中有機的形式系統表現其機能性的特質。

而從兩種系統的設計過程可以發現，設計者所扮演角色的差異。構築系統是技術方面的，因此設計者必須客觀的去判斷；形式系統是關於設計技巧的，因此設計師必須融入主觀的判斷。換個角度來說，同樣的設計若出發在構築系統，結果可能會大同小異，因為設計者冥冥之中被牽引著；但若出發在空間機能，結果就會因設計者而改變。就兩者的對比，恰巧也可以拿來說明建築的屬性，即是建立於「科技」與「人性意念」的整合。最後以本論文研究自我設計過程的脈絡，可以發現皆存在理性的態度，去面對構築或機能上的問題；這點也代表了自己對於建築的思考方式，與一直以來關注的事情。

附錄

Appendix

作品年表

單車老闆之家 2009, Spring

溫室家 2010, Autumn

表皮重塑 2011, Autumn

孢子塔 2013, Spring

簡歷

學歷 Education

交通大學建築研究所學士後建築組 2008 – 2013

交通大學資訊工程學系 2004 – 2008

實習經驗 Internship

NOIZ Architects, 台北辦公室 Sep, 2012 – Feb, 2013

北京聯華建築事務所, 上海分公司 July, 2010 – Aug, 2010

