



# 從竹子到 竹房子

給所有人的竹構築指南  
Bamboo — House

線上專業版

企劃撰稿  
陳鈺雯

出版  
社團法人臺灣竹會

---

# Contents

---

Ⓐ

## 03 竹材力學與結構

---

04 竹材力學性質

05 - 11 竹構設計的結構

---

Ⓑ

## 12 竹接頭工法

---

13 - 16 依接合機制分類

17 - 22 依接合部位與分向分類

---

Ⓒ

## 23 設計要點

---

24 - 25 竹構設計的五個要點

26 - 39 實例設計操作流程

---

Ⓓ

## 40 施工規範

---

Ⓔ

## 45 非防火構造規則要點

---

Ⓕ

## 50 竹材加工、竹構設計 廠商清單

---





Ⓐ

# 竹材力學與結構

# 竹材力學性質

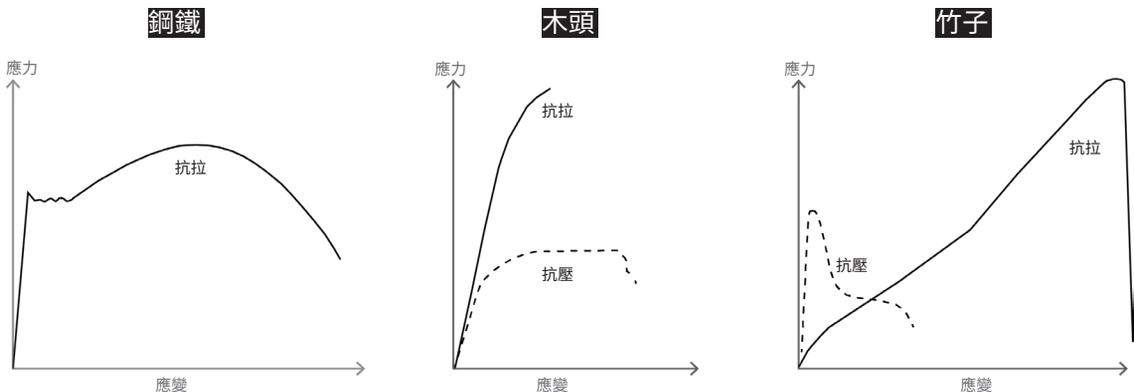
## 1. 試驗數據：

竹種	文獻	彈性模數 (kg/cm <sup>2</sup> )	抗彎強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	縱向抗壓強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	橫向抗壓強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	縱向抗拉強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	橫向抗剪強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
刺竹	馬子斌	-	132.9	502.6	66.4	1,671.2	83.7
桂竹	馬子斌	-	311.4	638.7	216.9	1,283.5	77.6
	林家荷	59,857	-	811.1	-	-	-
孟宗竹	馬子斌	-	120.7	648.2	167.7	1,647.0	125.1
	游家誠	133,175	-	655	-	-	-
	杜怡萱	-	-	-	-	1,635.7	-
麻竹	馬子斌	-	66.1	390.2	51.8	1,096.6	64.7

\*\* 數據擷取自下列四篇試驗研究：

- (1) 馬子斌，臺灣主要竹材之物理性質及力學性質，臺灣省林業試驗所報告第 106 號，1964
- (2) 游家誠，「古蹟歷史建築修復施作過程竹材保護棚架系統之研擬與應用」，國立成功大學碩士論文，2009
- (3) 林家荷，「竹材應用於薄膜式完全張力體之研究」，國立成功大學碩士論文，2015
- (4) 杜怡萱，竹構接頭設計委託試驗，行政院農業委員會林業試驗所，2018

## 2. 比較鋼材、木材、竹材的應力應變圖：



## 3. 結論：

- (1) 桂竹、孟宗竹具有較好的力學表現。
- (2) 竹子縱向抗張强度高，約為 1200-2200kg/cm<sup>2</sup>，比木頭 (500-800kg/cm<sup>2</sup>) 高，略遜於鋼鐵 (2800-4200kg/cm<sup>2</sup>)。
- (3) 其次為縱壓強度，約為 600kg/cm<sup>2</sup>
- (4) 抗彎、橫向抗壓與抗剪能力不佳。
- (5) 挫屈強度試驗值較尤拉公式估算之理論值高，推論竹節對抵抗挫屈有幫助。

# 竹構設計的結構

陳冠帆結構技師撰文／吳鈺嫻繪編

1. 竹構概要
2. 建築師與結構師的分工說明
3. 竹結構計算流程
4. 設計載重
5. 桿件檢核
6. 變形檢討

## 1. 竹構概要

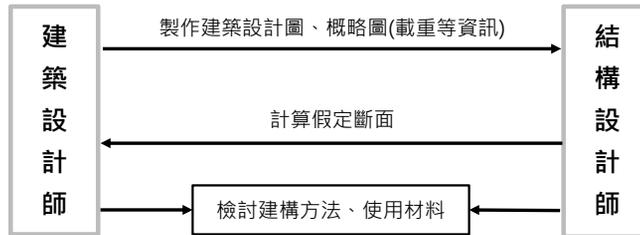
竹材中空有節，是個輕巧又具備韌性的材料，加上生長快速與易加工的特性，竹材早已是台灣常民製作家具的慣用材料。然而，現行建築法規並無清楚規範竹結構該如何被設計，所以對於建築結構設計而言，竹材仍然是陌生的材料。不過，從結構中的構架系統到力流傳遞，以及針對桿件受力的基本思考是有跡可循的，其方法類似同樣是自然素材的木構造，用容許應力法 (ASD 法) 來設計即可，因此從結構系統設計、載重確認、到邊界條件的設定來決定桿件斷面，按部就班逐項檢核亦可完成竹構設計。而這當中須仰賴建築師與結構師的通力合作，才可達到既美觀又合理的竹構建築。

竹材、木材、鋼材和混凝土的特性				
	竹材	木材	鋼材	混凝土
	 	 	 	 
單位重量(比重)	470~900 [kgf/m <sup>3</sup> ]	800 [kgf/m <sup>3</sup> ]	7850 [kgf/m <sup>3</sup> ]	2300 [kgf/m <sup>3</sup> ]
楊氏係數	5870~13060 [N/mm <sup>2</sup> ]	8000~14000 [N/mm <sup>2</sup> ]	205000 [N/mm <sup>2</sup> ]	21000 [N/mm <sup>2</sup> ]
蒲松氏比	0.37 to 0.46	0.4~0.62	0.3	0.2
線膨脹係數	-	$0.5 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-5}$
長期容許應力度	抗壓 130~270 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	抗壓 66~101 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	抗壓 581~2212 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	抗壓 140~280 [kgf/cm <sup>2</sup> ]
	抗拉 365~557 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	抗拉 51~91 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	抗拉 581~2212 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	抗拉 14~28 [kgf/cm <sup>2</sup> ]
	抗彎 21~104 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	抗彎 81~142 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	抗彎 581~2212 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	
	抗剪 21~41 [kgf/cm <sup>2</sup> ]			

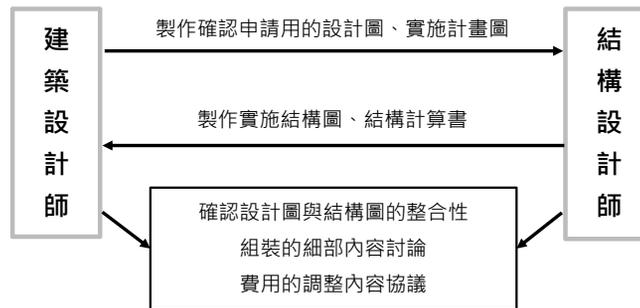
## 2. 建築師與結構師的分工說明

一般流程建築設計師與結構設計師從基本設計階段開始，便以分擔各種不同的角色，彼此相互合作推進工作進度。因為設計階段的不同，各有分工，以下列出各階段之任務。

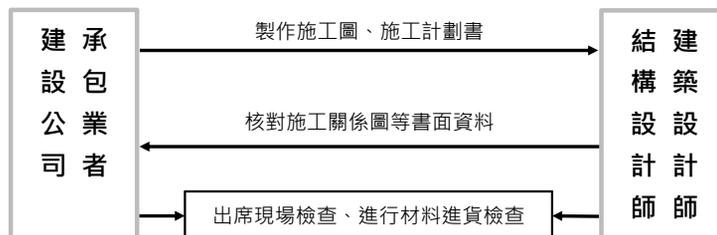
### 基本設計階段



### 實施設計階段

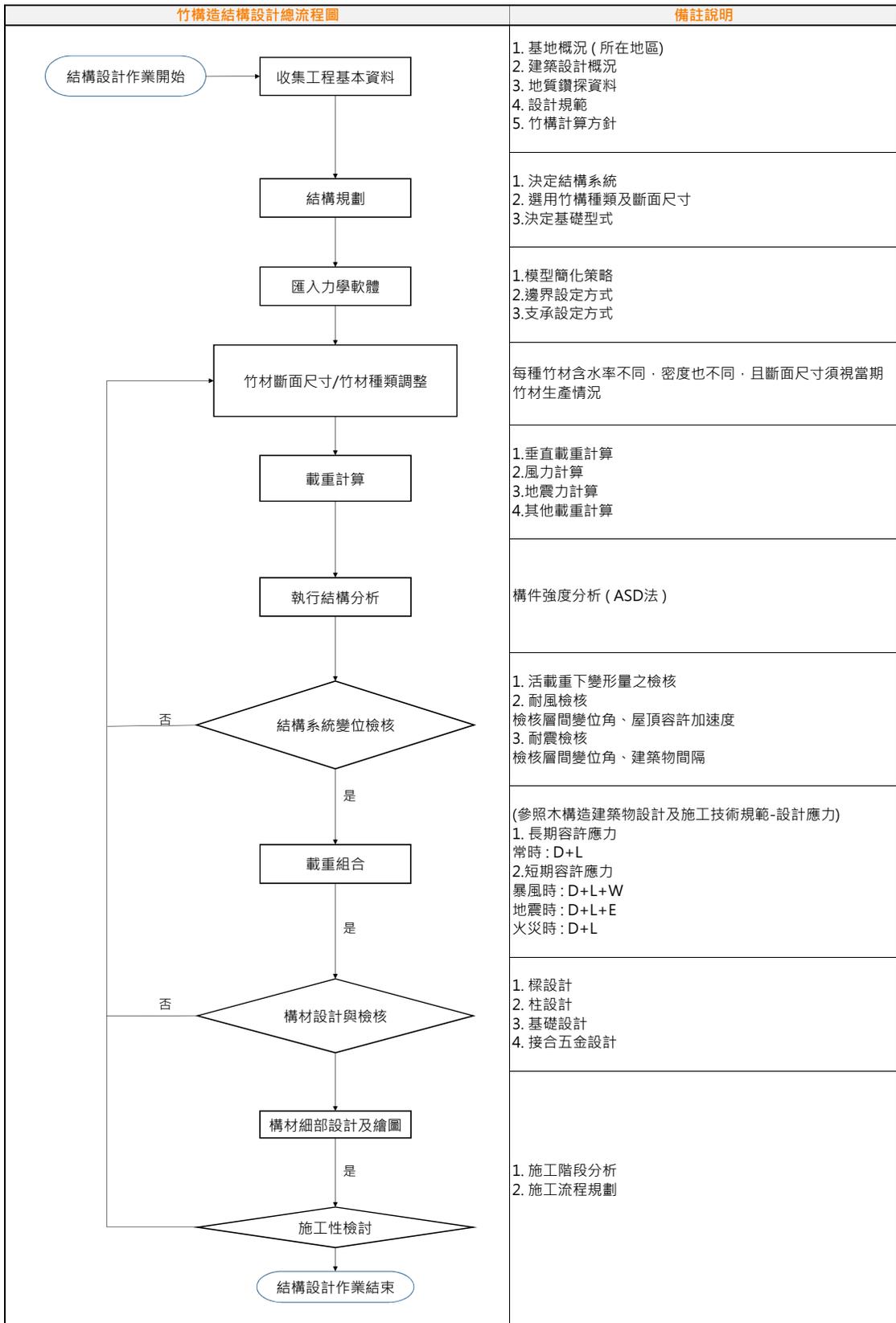


### 實施設計階段

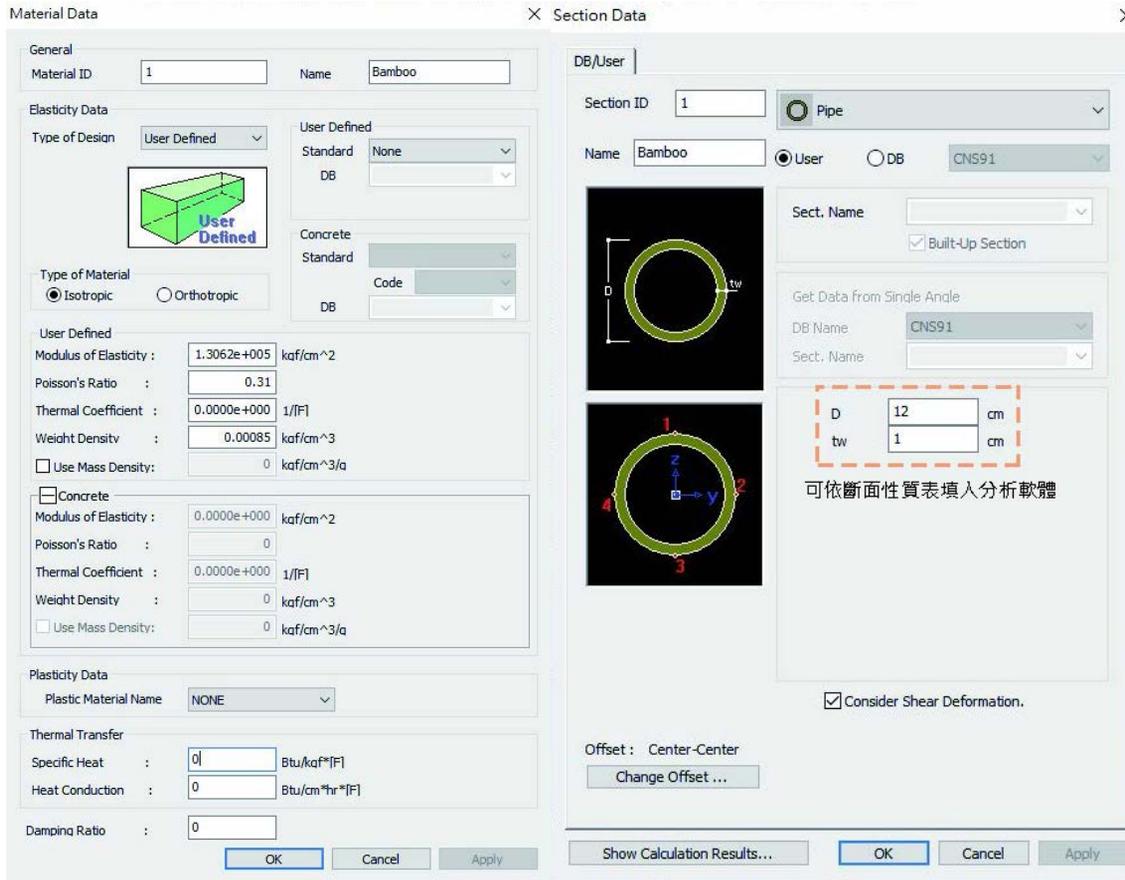


## 3. 竹結構計算流程

實務計算上，常須用流程畫圖表解釋工作方法，利用以下關於設計資料的掌握，我們可以用有條理的步驟把竹結構給設計出來。



關於桿件斷面設定，透過輸入構架模型，我們須要初步給定各桿件斷面性質與尺寸，而竹材的斷面性質與常用斷面尺寸的相關數值可參考本手冊所附的材料強度表與斷面性質表。



斷面性質						
外徑	內徑	管厚	面積	外端距	慣性矩	斷面模數
D	d	t	A	y	I	z
cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>
5	4.2	0.4	5.8	2.5	15.4	6.2
5.5	4.7	0.4	6.4	2.8	21.0	7.6
6	5	0.5	8.6	3.0	32.9	11.0
6.5	5.3	0.6	11.1	3.3	48.9	15.0
9	7.2	0.9	22.9	4.5	190.0	42.2
10	9	1	14.9	5.0	168.7	33.7
11	10	1	16.5	5.5	227.7	41.4
12	9.6	1.2	40.7	6.0	600.6	100.1

## 4. 設計荷重

完成斷面性質設定之後，我們須要加載荷重。荷重種類可分為：靜載重、活載重、風力、地震力，由於台灣氣候關係暫不考慮雪荷重。

### - 靜載重

靜載重為建築物本身各部份之重量及固定於建築物構造上各物之重量，如牆壁、隔牆、樑柱、樓版及屋頂等，可移動隔牆不作為靜載重。竹構的重量可參照下表竹材密度來計算：

竹管體積 x 竹材密度 = 竹材質量

種類	桂竹	孟宗竹	麻竹	長枝竹	綠竹	刺竹
密度(kgf/m <sup>3</sup> )	900	810	720	700	510	470

### - 活載重

載重包括建築物室內人員、傢俱、設備、貯藏物品、活動隔間等。工廠建築應包括機器設備及堆置材料等。倉庫建築應包括貯藏物品、搬運車輛及吊裝設備等。而最低活載重因樓地板之用途而不同，不得小於建築技術規則構造篇第十七條所列之規定。此外，竹構屋頂活載重亦請參考建築技術規則構造篇第二十六條所列之規定。

### - 風載重

耐風設計基本原理為：風力係數 x 基本風速，風力係數多寡取決於下列因素：

- 建物資料：地形，座落縣市 / 區位，結構物類型，地況
- 建築幾何參數：屋頂平均高度，建築物長寬 / 造型
- 建築結構參數：封閉式建築 / 部分封閉式建築物，用途係數

詳細耐風計算請參照建築物耐風設計規範與解說或是線上建築物設計風力專家系統計算風力載重。

### - 地震力

地震力計算基本原理為計算最小設計水平總橫力 (V)：建築物全部靜載重 (m) x 加速度 (a)，這裡的加速度多寡取決於下列因素：

- 工址：縣市 / 區位 / 是否鄰近斷層或臺北盆地
- 分析條件：用途係數，韌性容量，起始降伏地震力放大倍數，建物有效阻尼比，結構基本振動週期

詳細耐風計算請參照建築物耐震設計規範與解說。

## 5. 桿件檢核

透過不管是分析軟體或是手計算，我們可得到每一根構件的內力，根據材料力學的方式，我們可對其進行壓力、拉力、彎矩與剪力的複合檢討，以其達到在外力來臨時，構件的斷面性能是足以承擔的。

純拉力桿件可用下表拉應力公式，純壓力桿件可用下表柱受軸壓應力公式，純彎曲桿件可用下表彎曲應力公式。但一般桿件都會是拉力、壓力加上彎矩的複合外力即可用複合應力檢討之。

彎曲應力							
M: 最大彎曲應力 (kgf · cm) Z: 斷面模數 (cm <sup>3</sup> ) fb: 容許彎曲應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b = \frac{M}{Z} \leq f_b$						
剪應力							
α: 剪力係數 (圓管α=2) Q: 最大剪應力 (kgf · cm) A: 有效斷面積 fs: 容許剪應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	$\tau = \alpha \cdot \frac{Q}{A} \leq f_s$						
拉應力							
T: 張應力(kgf) A: 有效斷面積 (cm <sup>2</sup> ) ft: 容許拉應力(kgf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma = \frac{T}{A} \leq f_t$						
柱受軸壓應力							
N: 軸壓力 (kgf) A: 受壓面積 (cm <sup>2</sup> ) fc: 容許壓應力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) η: 挫曲折減係數	$\sigma = \frac{N}{A} \leq f_c \cdot \eta$						
η挫曲折減係數求法:  挫曲折減係數η 與夠才細長比λ有關· 依以下式計算  <table style="margin: auto; border: none;"> <tr> <td style="padding: 5px;">λ ≤ 30</td> <td style="padding: 5px;">η = 1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">30 &lt; λ ≤ 100</td> <td style="padding: 5px;">η = 1.3 - 0.01λ</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">100 &lt; λ</td> <td style="padding: 5px;">η = 3000/λ<sup>2</sup></td> </tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">受壓桿件之細長比λ一下式計算· 但λ在150以下·</p> $i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{D}{4}$ <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">                     λ: 受壓構材之細長比                      lk: 挫曲長度 (cm)                      i: 挫曲方向之迴轉半徑 (cm)                      I: 挫曲方向對總斷面積之斷面慣性矩 (cm<sup>4</sup>)                      A: 總斷面積 (cm<sup>2</sup>)                      D: 圓形斷面支直徑 (cm)                 </p>		λ ≤ 30	η = 1	30 < λ ≤ 100	η = 1.3 - 0.01λ	100 < λ	η = 3000/λ <sup>2</sup>
λ ≤ 30	η = 1						
30 < λ ≤ 100	η = 1.3 - 0.01λ						
100 < λ	η = 3000/λ <sup>2</sup>						
複合應力							
承受彎曲與軸壓的桿件							
M: 最大彎曲應力 (kgf · cm) Z: 斷面模數 (cm <sup>3</sup> ) fb: 容許彎曲應力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) N: 軸壓力 (kgf) A: 受壓面積 (cm <sup>2</sup> ) fc: 容許壓應力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) η: 挫曲折減係數	$\frac{M}{Z \cdot f_b} + \frac{N}{A \cdot f_c \cdot \eta} \leq 1$						
承受彎曲與軸拉的桿件							
M: 最大彎曲應力 (kgf · cm) Z: 斷面模數 (cm <sup>3</sup> ) fb: 容許彎曲應力 (kgf/cm <sup>2</sup> ) N: 軸壓力 (kgf) A: 受壓面積 (cm <sup>2</sup> ) ft: 容許拉應力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	$\frac{M}{Z \cdot f_b} + \frac{N}{A \cdot f_t} \leq 1$						

## 6. 變形檢討

檢討完應力比之後，最後再檢核變形量，檢討變形量的原因是在於變形量過大的話，會影響到建築物的安全與使用上的舒適度。由於現行法規並無規範竹構造，因此可參造木結構設計規範規定結構物各木構材及結合部，檢討其變形。

### 應力與撓度的確認方法

針對竹樑的撓度在建築物的使用上早成的問題，可根據：

$$\frac{2\delta}{L} \leq \frac{1}{250}$$

#### 應力確認

在確認目前計算的斷面是否安全時，必須按前一節所述，將樑桿件上的最大應力與容許應力做比較，若小於容許應力就沒有安全疑慮。

$$\text{最大應力度} \leq \text{容許應力度}$$

#### 撓度確認

竹造樑會因為潛變使得變形逐漸增大，必須用下列公式確認其為1/250以下。  
(彈性撓度是經由計算求得的撓度。將潛變納入考慮的話會變成2倍。)

$$\frac{2 \cdot \text{彈性變形度}}{\text{跨距長度}} \leq \frac{1}{250}$$



A close-up photograph of several bamboo poles joined together using metal fittings. The fittings consist of cylindrical sleeves with flanges and bolts. The bamboo has a natural brown color and a visible grain. The background is a blurred lattice structure, likely part of a traditional building's roof or ceiling.

①

## 竹接頭工法

# 依接合機制分類

內容引用自 - 竹構接頭設計委託試驗，杜怡萱教授執行主持，鄭少耘參與

## 1. 綁紮式

利用拉力構件收緊時 對竹材接觸面造成壓力之摩擦型接合。



## 2. 插梢式

於竹材上先鑽孔，以插樁、竹釘、細竹桿、螺栓等插梢構件穿過固定，屬於剪力型接合。



## 3. 中介構件

利用其他材料製作接頭構件，而竹材之間只輕微接觸或完全無接觸。



## 4. 集成式

接合處各向竹材數量不止一支，以分散應力並提高接合處剛性之多對多接合。

## 1-1 綁紮式接合

此種接頭原則上儘量不對竹材進行切削或穿孔，竹纖維沒有被破壞，可以保留竹子本身較佳的力學特性。將竹材緊靠後，於外部纏繞拉力構件，利用拉力構件收緊時對竹材接觸面造成壓力之摩擦型接合，是最簡單也最常見的接合形式。

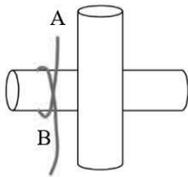
傳統的綁紮材多為天然材料，如樹皮、竹皮、藤等，可以直接綁紮，也可將竹材局部切削以增加接觸面積，或搭配構件彼此穿透和插梢接合，較直接綁紮來得堅固。使用竹皮、藤等材料綁紮時，應先以水泡較后再施工，待其乾燥收縮就能提升強度。現代綁紮材料包括鐵線、橡膠繩等。



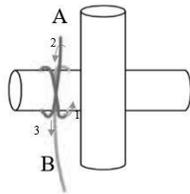
### 方回結

大藏團隊常用的方式為採用聚乙烯尼龍繩做綁紮之正交接頭，俗稱方回結，製作步驟如下：

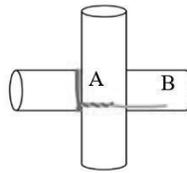
#### 1 繞一圈



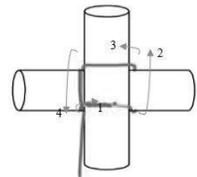
#### 2 雙套結起頭



#### 3 A 繞 B 收尾

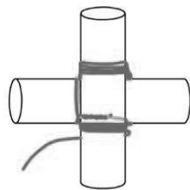


#### 4 方回纏繞

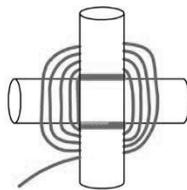


A：線頭  
B：線尾

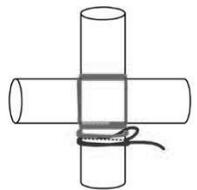
#### 5 重複步驟 4，共 4 次



#### 6 纏繞加壓圈



#### 7 雙套結收尾



#### 優點

施工快速、技術門檻低、價錢便宜，可因應天然竹材尺寸差異，亦可根據接合方向變化綁紮方式。

#### 缺點

綁紮力度不一、強度難以控制等。

#### 預算（方回結）

80 元。

#### 案例

潮厝華德福、故宮南院。

#### 抗剪試驗（桂竹）

1. 破壞模式為滑移破壞
2. 原型試體的平均破壞載重約為 73kgf
3. 纏繞次數增加對抗剪能力並無幫助。
4. 綁紮前於竹材表面貼上膠帶等摩擦力較大的材質，其均破壞載重為 124kgf，明顯提高了抗剪強度。

## 1-2. 插梢式接合

於竹材上先鑽孔，以插樁、竹釘、螺栓等插梢構件穿過固定，屬於剪力型接合。有時可將接合竹材中較細之一方，或切削成較細者充當插梢直接貫穿另一方，形成穿透式接合，也可與綁紮式接合併用，以完成較複雜的接頭，使用插樁接合之接頭，因竹材斷面形狀為圓形，需要事先精準切割樁孔之插樁，接合設計與施作皆較為困難；使用竹釘或螺栓接合則較容易施作。

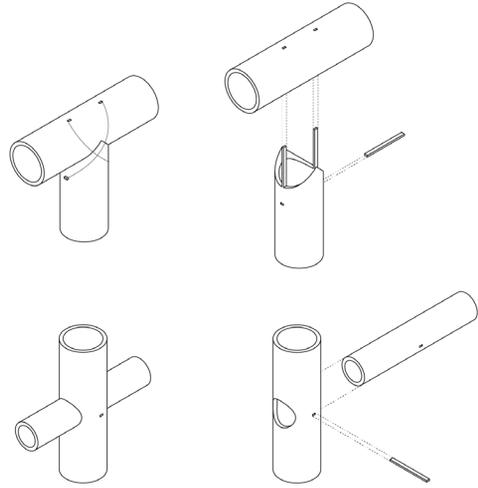
### 優點

交接處美觀，可以發揮竹材工藝之美，並減少鐵件用量。

### 缺點

應力集中，若鑽孔太靠近端部，容易引致平行纖維方向之劈裂破壞。

有接頭在插梢通過的竹節處灌注混凝土以增加強度，但此舉亦會使竹材變重。



### 穿斗接頭

穿斗式屋架源於中國古代大木構造，台灣先民由於物資缺乏，就地取材使用刺竹取代木頭，較粗的刺竹做垂直桿件，水平桿用稍細的桂竹，如竹籤般串起彎曲的立柱，垂直水平相交成為一面剪力牆。傳統匠師能在新鮮次竹上穿鑿出適當大小的孔洞，使水平竹穿入後能緊密接合，竹材乾燥後更加密合，可視為固接。



### 蛇口接頭

以螺桿做插銷，並在交接處切蛇口，使接頭緊密接合，如下圖。

### 預算

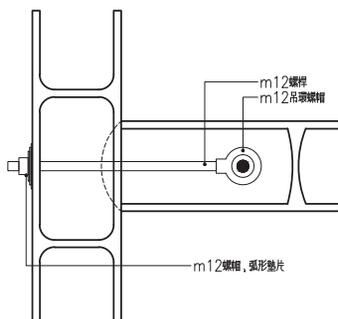
450 元。

### 案例

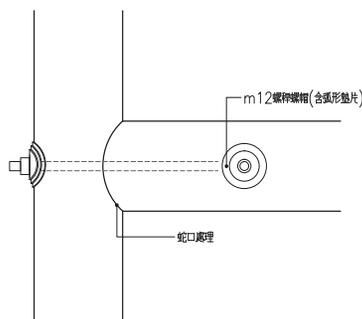
台北客委會竹夢市集、都蘭帳篷等。

### 結構性能

1. 破壞模式為穿孔處剪力破壞
2. 強度待測試



蛇口剖面圖



蛇口立面圖



蛇口照片

### 1-3. 中介構件接合

利用其他材料製作接頭構件，而竹材之間只輕微接觸或完全無接觸。可依中介構件位置再細分為以下兩種：

a. 中介構件嵌入竹材內部：中介構件先嵌入竹材內部後，再以膠合、灌注填充材產生之握裹力接合；或搭配綁紮接合提高握裹力，大藏團隊使用的大多是這種接頭，將在下個分類中詳細說明。

b. 中介構件包裹於竹材外部：中介構件包覆於竹材外部，利用夾合機制固定的摩擦型接合，或是使用插梢固定的剪力型接合。

#### 中介構件嵌入竹材內部

##### 優點

接頭強度可提高、可因應方向多變之接合、較能掌握接頭強度。

##### 缺點

成本較高、施工較複雜。



### 1-4. 集成式接合

集成式接合指的是接合處各向竹材數量不止一支，以分散應力並提高接合處剛性之多對多接合。傳統的集成式接合多用繩索直接將竹材成束綁紮，現代則較常用螺栓插梢式集成接合。集成式接合可容許局部抽換老朽竹材，以延長竹構造的使用年限。

#### 螺桿插梢式集成接合

使用螺桿串接竹桿，穿孔處以大藏研發的弧形墊片分散集中應力，是運用最廣泛的接頭。

##### 優點

施工快速、技術門檻低、價錢便宜，即使一、兩根竹子壞掉，整體構造還是完整的，也可以局部更換竹子。

##### 缺點

在竹子上鑽孔較多，除了較容易剪力破壞外，施工過程中也較容易在鑽孔處竹結積水。

##### 預算（一組）

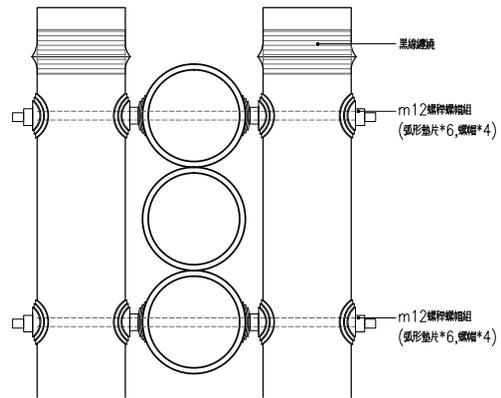
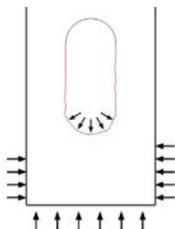
200 元（含墊片 \*6+m12 螺桿 + 螺帽 \*6+ 工）。

##### 案例

農博碳匯林場、客委會主祭台等。

##### 結構性能

1. 破壞模式為螺桿造成竹材擠壓擴孔。
2. 強度與竹管壁厚度有關，外徑越大，有較大之對應載重，強度平均為 800kgf。



## 依接合部位與方向分類



### a. 軸向續接

軸向續接指接合兩端竹材纖維方向平行，通常用於單根竹材之續接或將同向竹材集結成束。

### b. 正交橫接

竹材間彼此呈 90 度正交角度接合，常見於柱與梁或大梁與小梁的接點。



### c. 非正交橫接

竹材之間以非正交亦非平行之角度接合，常見於桁架接頭。



### d. 支承端接合

竹構件與基礎間通常利用鋼製中介構件轉換之接合。



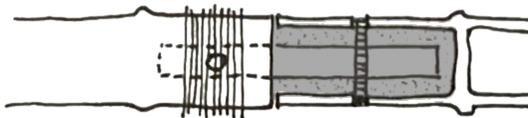
## 2-1 軸向續接

軸向續接指接合兩端竹材纖維方向平行，通常用於單根竹材之續接或將同向竹材集結成束，可再細分為下列六種：

- 平口對接：兩根竹材平切或斜切，於端部相接，再利用繩索綁紮接合。
- 平口榫接：將接合部位的竹材各自剖半，再用繩索綁紮接合。
- 套管接合：於端部相接處將長度較短的竹管或鐵管填塞於內或由外側包覆，套管與竹材則以插梢接合。
- 直接嵌入接合：利用竹材之直徑差果，將細竹材直接嵌入粗竹材之內部。
- 側板接合：竹材端部對接，以剖開之長條狀竹材或鐵件自外側包夾接續。
- 搭接：兩支竹材平行交疊一個竹節以上，再利用繫件接合，接合點應有兩處以上。

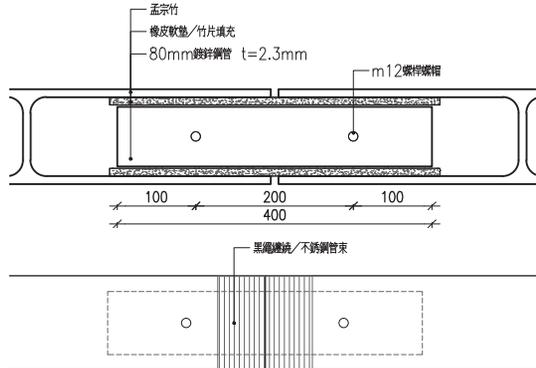
### 套管對接 + epoxy

竹子端部用不銹鋼套管相連，套管與竹管壁用螺桿插梢，最後再灌 epoxy 固定鐵管，並以黑繩纏繞補強修飾穿孔處。



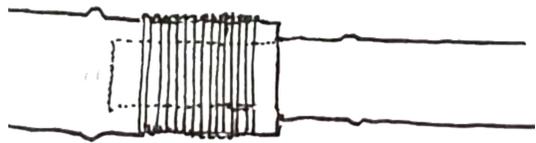
### 平口 + 套管對接

竹端部相對以套管相連，套管與竹管用螺桿貫穿、螺帽鎖固，中間的空隙填塞碎竹片使套管定位，外面用不銹鋼束環束緊。



### 直接嵌入接合

竹頭直接包覆竹尾，再以繩索纏繞。



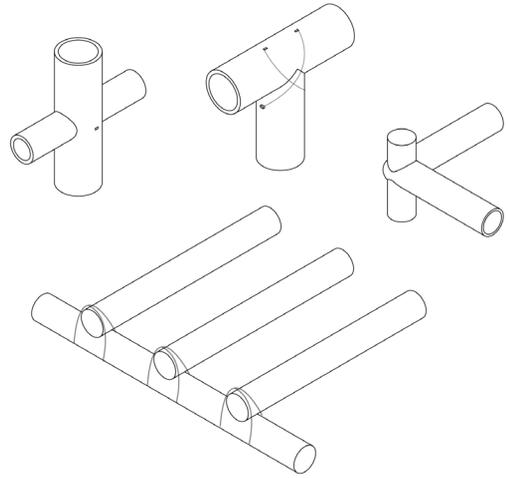
	優點	缺點	強度折損	預算	案例
a	簡單快速、強度折損低	不銹鋼束環不美觀，且成本高	20%	660 元	大地華德福
c	強度折損低、美觀	較費工	尚未實驗	--	長榮大學
d	傳統作法，簡單快速、便宜	強度折損多	尚未實驗	--	常民居工坊

## 2-2 正交橫接

竹材間彼此呈 90 度正交角度接合，常見於柱與梁或大梁與小梁的接點。正交橫接可搭配的搭配機制與接合材料有很多種，傳統方式包括：竹斷面切削或穿透加上綁紮、榫接、竹釘等；現代方式包括鐵線、螺栓、鐵鉤、節點版等。正交橫接接合可再依竹材有無交錯分為同心接合和錯開接合。

a. 同心接合：接合之兩竹材其中之一以截斷之竹端接觸另一竹材之側面，或前者全部或局部貫入後者之接合

b. 錯開接頭：接合之兩竹桿皆以竹側面互相接觸的正交接合，竹材間接觸面積明顯較同心接合小，常見於綁紮式接頭。



## 2-3 非正交橫接

竹材之間以非正交亦非平行之角度接合，常見於桁架接頭。與正交橫接類似，非正交橫接同樣可適用多種接合機制但因桿件相交角度複雜，設計與施工皆不易。



### 利用鐵件做中介

鍍鋅圓管做竹子內套管，依個案需求變化角度再與鐵板焊接。

#### 優點

彈性大、可以訂做各種角度。

#### 缺點

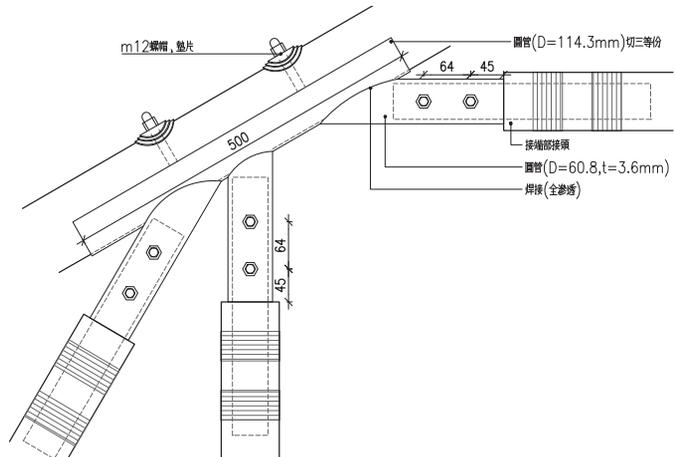
費工、造價高。

#### 預算（一組）

2000-3000 元。

#### 案例

都蘭帳篷。



## 2-4 支承端接合

竹結構之基礎設計應避免竹材直接接觸地面而受到水氣影響，一般採用混凝土構造作為基礎，並設計使竹構件高於可能淹水的高度，竹構件與基礎間通常利用鋼製中介構件轉換接合，亦有將竹構件直接埋入混凝土之案例。

基礎是一切的開始，大藏團隊投入較多心力研發這種接頭，通常利用中介鐵件將竹桿件標準化，依據不同的規模、強度與預算而有以下不同做法。

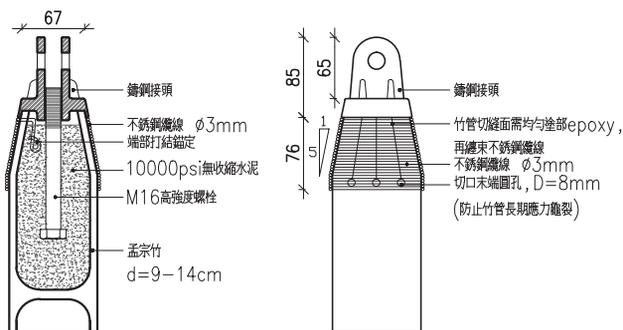


### epoxy+ 高強度螺栓中介鐵件 + 鋼纜纏繞

以相同斜率將竹材端部孔徑收縮至固定尺寸，竹管內埋設一端為高拉力螺桿，另一端為銜接基礎鐵件之角接頭，以 epoxy 固定之，最後用不銹鋼鋼纜纏繞圍束。

結構性能

1. 破壞模式為埋設之 M16 螺桿被拉斷。
2. 破壞強度及螺桿之極限強度。



### 中介鐵件 + 插梢

將鍍鋅鋼管埋入竹管中，以螺桿與螺帽自竹材側面同時穿過鋼管與竹材之預留栓孔做插梢。



## (B) 竹接頭工法

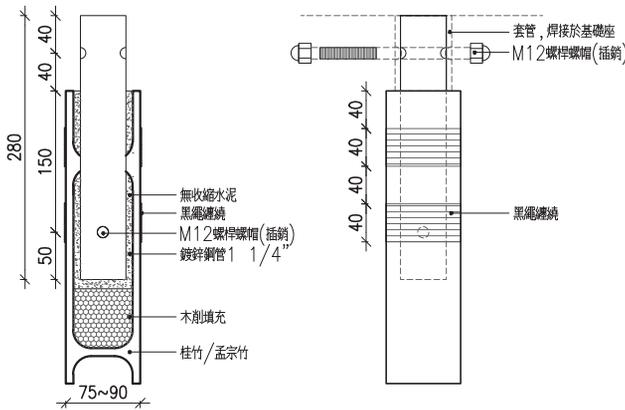
	優點	缺點	抗拉強度	預算	案例
a	美觀、高強度	費工、造價高	10T	--	農博入口桁架
b	簡單快速、造價低	強度較低，鑽孔易加速端部劈裂	1.5T	--	農博碳匯
c	適用桂竹與孟宗竹、原料皆為良品		3.6T	--	都蘭帳篷
d	鋼纜圍束能預防竹子端部劈裂	僅適用管徑較大之孟宗竹	3.8T	1320 元	大地

### 中介鐵件 + 插梢 + epoxy

將鍍鋅鋼管埋入竹管中，以螺桿與螺帽自竹材側面同時穿過鋼管與竹材之預留栓孔，再灌注環氧樹脂 (EPOXY) 固定，並以尼龍線纏繞於螺桿穿過處，增加圍束力。

#### 結構性能

1. 破壞模式為鋼管插梢處擴孔破壞。
2. 需注意纏繞黑繩圍束範圍區域至竹材端部距離勿大於 15 公分，以避免因無圍束長度增加，而造成 epoxy 與竹壁之握裹力不足破壞。

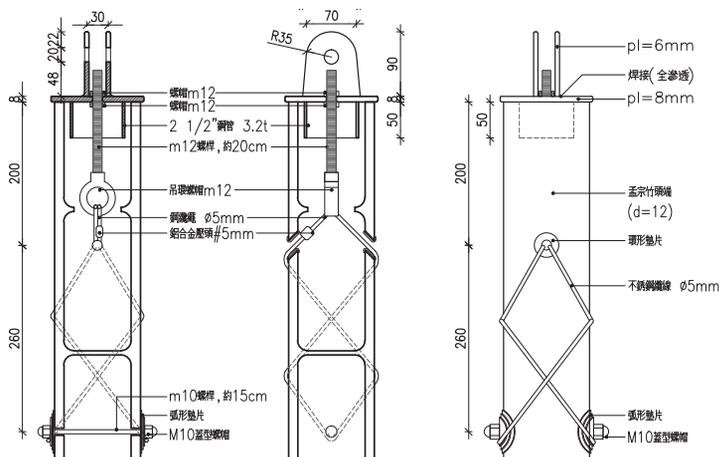


### 中介鐵件 + 鋼纜圍束

端部鐵件內外焊接螺帽，視為螺帽，使其聯結圍束竹管之鋼纜，當螺帽越往下轉，鋼纜圍束的越緊。

#### 結構性能

1. 破壞模式為纏繞之鋼纜剪斷。
2. 破壞強度為鋼纜之極限拉力。



A close-up photograph of a wooden structure, possibly a chair or table, showing several wooden beams joined together. The wood has a natural, light brown finish. Several black metal fasteners, likely screws or bolts, are visible, securing the joints. The background is softly blurred, showing more of the structure and some light filtering through, creating a bokeh effect.

©

# 設計要點

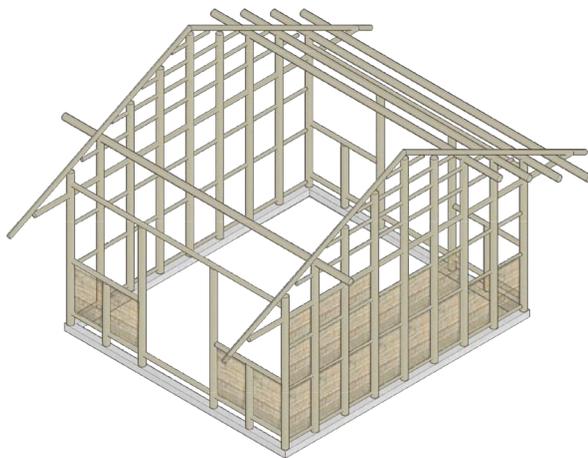
# 竹構設計的五個要點

## 1. 定位與優勢

(1) 無毒：低碳排放、快速成長、樸實自然的質感是竹子最大優勢，這樣的優勢使竹子成為友善土地的建材，加工的過程盡可能維持它的優勢，不讓化學成分讓它的優勢打折。

(2) 低造價：台灣竹山有大片的竹林，四年即可成材，相較於木構造需要仰賴進口，原產於台灣的竹材價錢比較平易近人，並且能促進台灣產業。

(3) 歷史文化價值：台灣早期居民改良中國傳統穿斗木構，就地取材，使用荻竹代替木材，搭配編竹夾泥牆，成為冬暖夏涼，會呼吸的竹管厝。除了竹管厝，台灣原住民的早期家屋也常使用竹子搭建。



## 2. 竹子的限制

### (1) 長度：

雖然竹子可以成長到 10-12 公尺，但是末端的竹子太細並且有分岔，不適合做結構材。一般使用的孟宗竹長度在 6.6 公尺內，桂竹在 8.1 公尺內，盡量避免超過這個長度，或是採組合的方式，以多支竹子取代單一桿件。

### (2) 無側撐長度：

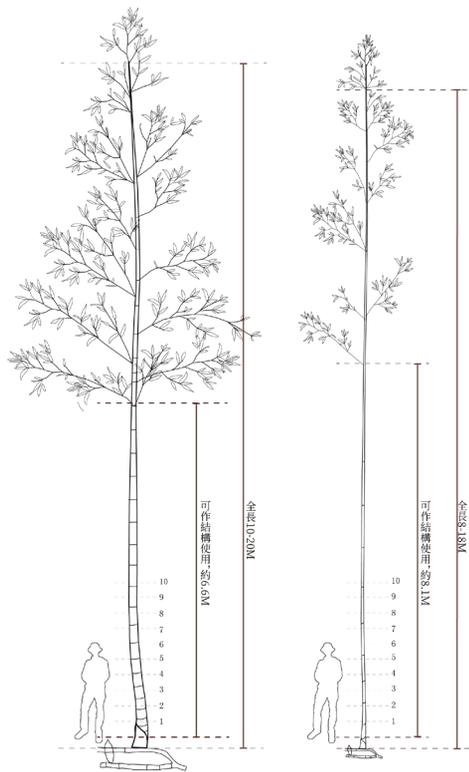
竹子不像木頭直徑可以達近百公分，設計時以多支竹子組合以加大結構斷面，或是減少構件的長度，以避免挫屈。

### (3) 竹節：

竹節是讓竹子成為良好結構材的重要關鍵，保持竹節的完整使竹子完全發揮強度。

### (4) 管徑：

變化的管徑是竹子作為建材最難掌控的部分，除了每支竹子的管徑都不一樣，從竹頭到竹尾的管徑變化也相當大，適用不同管徑的接頭成了設計的重點。



孟宗竹

編號	1	2	3	4	5
竹子斷面					
直徑 (CM)	12.7-9.9	11.4-9.3	11.2-9.3	10.8-9	10.7-9
管厚 (CM)	1.2-1.1	1.2-1	1.1-1	1-0.95	0.95-0.9
編號	6	7	8	9	10
竹子斷面					
直徑 (CM)	10.6-8.8	10.6-8.5	10.3-8.4	10-8.2	9.5-8
管厚 (CM)	0.95-0.85	0.9-0.85	0.9-0.85	0.9-0.8	0.9-0.7

桂竹

編號	1	2	3	4	5
竹子斷面					
直徑 (CM)	6.5-5.5	6.6-5.5	6.7-5.5	6.8-5.5	6.7-5.4
管厚 (CM)	0.8-0.6	0.65-0.55	0.6-0.45	0.55-0.4	0.5-0.4
編號	6	7	8	9	10
竹子斷面					
直徑 (CM)	6.7-5.4	6.8-5.4	6.7-5.3	6.6-5.1	6.3-5.1
管厚 (CM)	0.45-0.35	0.45-0.4	0.5-0.35	0.45-0.35	0.35-0.3

### 3. 規範明列

1. 接頭強度試驗
2. 材料含水率抽測
3. 孟宗竹塗裝厚度抽測
4. 竹子選材尺寸
5. 搭配鐵件使用不銹鋼或熱勁鍍鋅

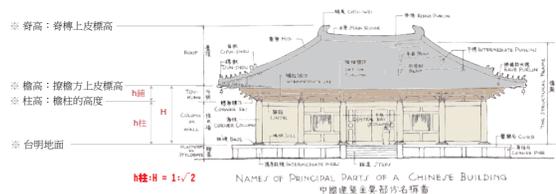
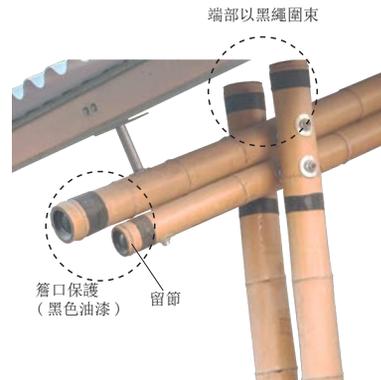
### 4. 耐候設計對策

(1) 深出簷比例：  
避免陽光直射及雨水淋濕，參考哥倫比亞著名竹構築，以及日本、中國的古老佛寺，採用高度與出簷為 3 比 2 的比例作為設計標準。

(2) 簷口保護：  
為避免重蹈早期民居失敗經驗，將特別容易受潮的第一層竹桿外端，以護木油或油性漆充分塗抹，防止水份浸潤。

(3) 柱礎材料：  
以鐵件（熱浸鍍鋅）與混凝土基座接合，防止水分經由毛細作用傳導至竹材。

(4) 端部留節：  
竹桿末端（特別是比較脆弱的竹尾）保留竹材以維持竹子強度，並且能避免積水。（施工期間也需要考慮進去）



### 5. 竹接頭設計

(1) 竹節：  
竹子在靠近竹節處纖維排列比較緊密，其比起兩竹節中間，結構強度比較高，而且不容易開裂；因此，在接頭設計與施工時，盡量靠近竹節，可以降低開裂機會，但要避免破壞竹節。

(2) 鑽孔：  
竹材是單向性纖維，任何鑽孔都會使一部分的受力減少傳力。因此，盡量減少鑽孔的數量與大小。

(3) 端部：以鐵圈或線材纏繞，可以減少竹子開裂的情況，增加竹接頭強度。

(4) 濕氣：竹材的耐後的重點根木材一樣，在於含水率的控制，除了在竹子表面塗刷保護漆 / 油，還要特別要注意竹桿件的端部，如鐵件的結露現象會引響竹子含水率變化劇烈而容易開裂。

端部上漆



保留竹節



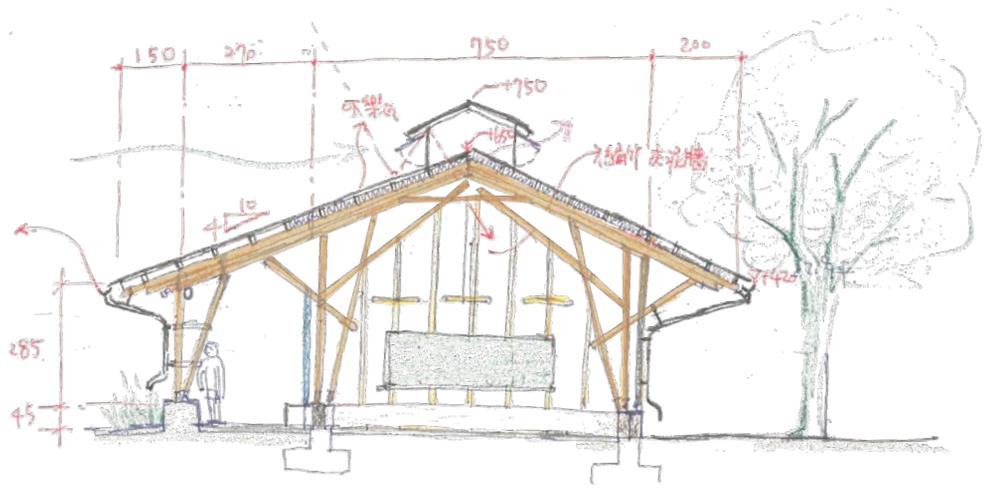
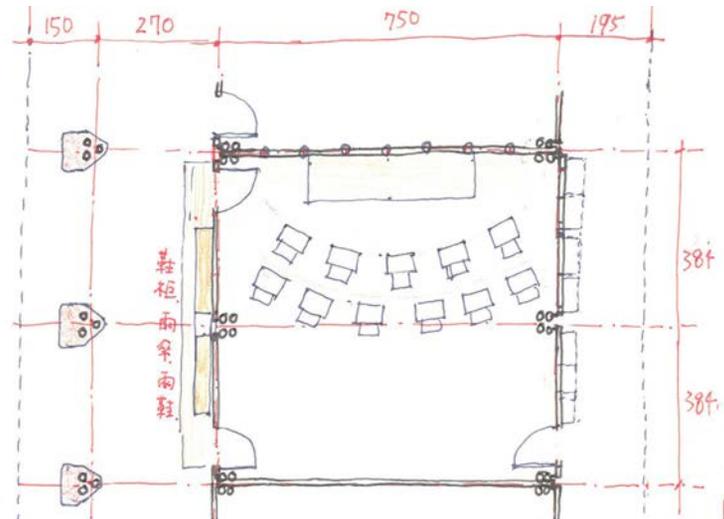
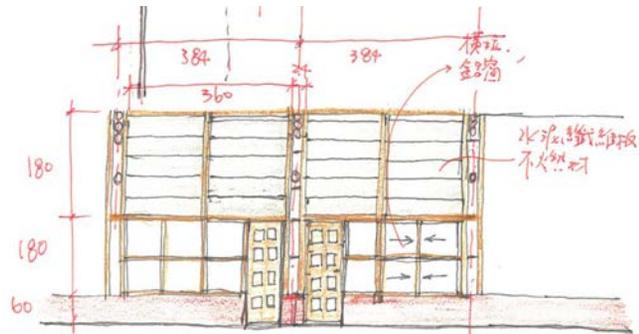
# 實例設計操作流程

1. 單元設計
2. 配置與法規檢討
3. 包覆系統設計
4. 細部接頭設計
5. 預算編列
6. 施工監造



本處以華德福大地為例，按步驟說明一個竹構造的案子是怎麼被設計出來的，雖然設計並不是單純造著階段線性的進行，而是時常來回反覆，但為了說明方便，以下用依順序說明流程。

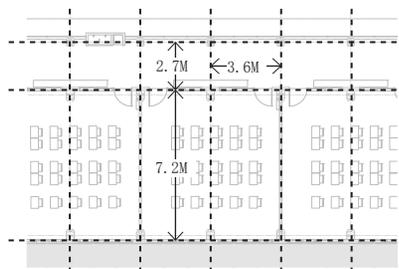
©  
設計要點



## 1. 單元設計

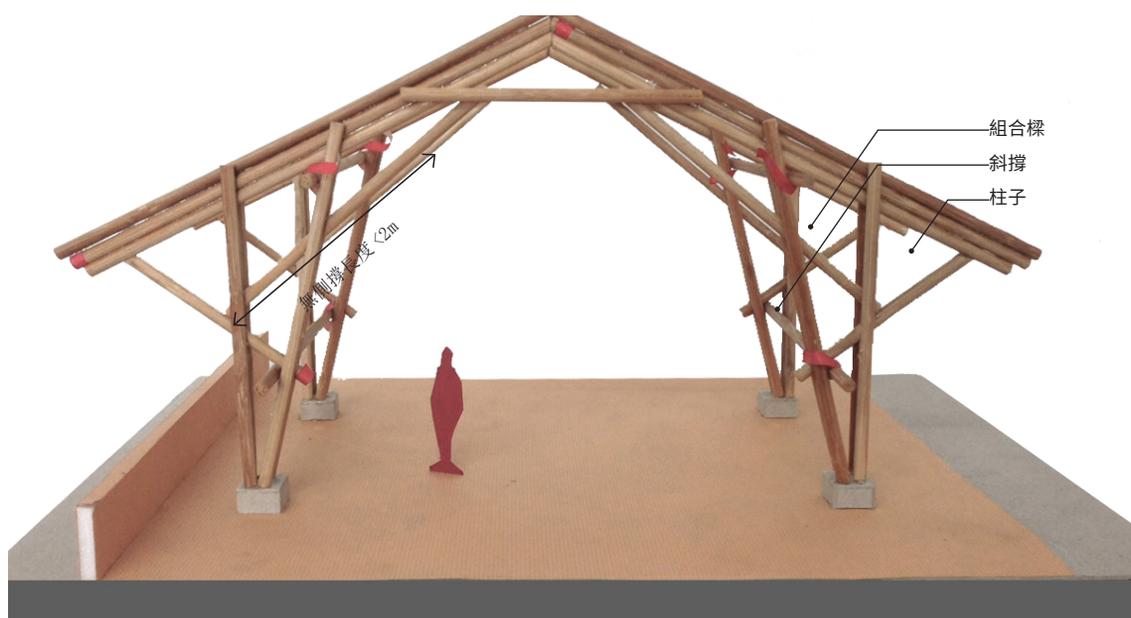
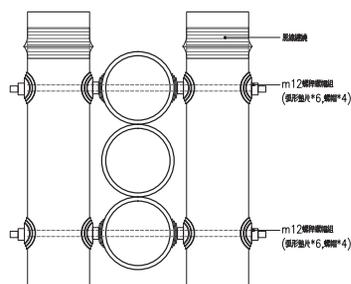
### - 決定跨距

1. 本案為小學教室，每班最多 25 人，採用簡單、重複的構架。
2. 橫向跨距設定為適合教室的大小 7.2 公尺，縱向則考慮銜接每組竹架的竹子長度要小於竹子可做結構材的長度 6 公尺，並扣掉前後搭接各一公尺的長度，故決定縱向跨距為教室的一半 3.6 公尺。



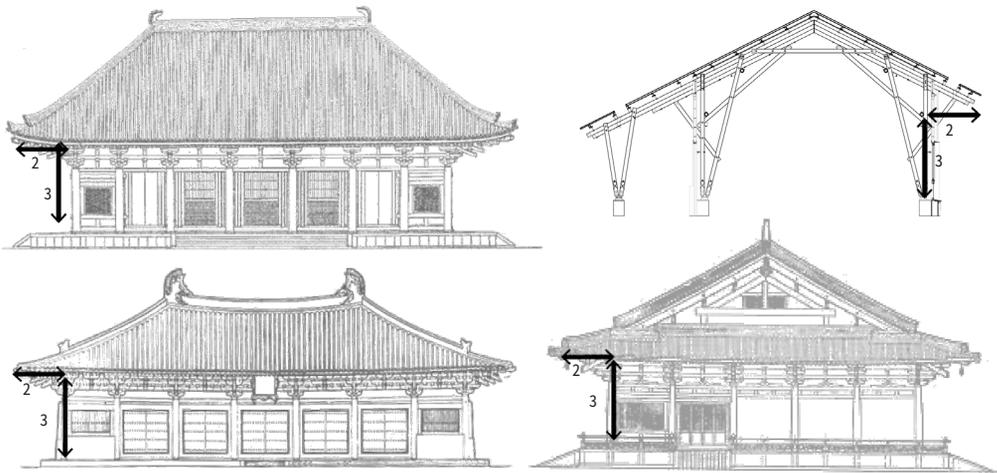
### - 構造、接頭設計

竹子具有良好的軸力，設計成桁架是相當經濟的做法，考慮施工的便利性，節點接頭採兩支竹子夾一支竹子，並以螺桿貫穿鎖固的方式。



### - 深出簷比例 3 : 2

避免陽光直射及雨水淋濕，參考哥倫比亞著名竹構築，以及日本、中國的古老佛寺，採用高度與出簷為 3 比 2 的比例作為設計標準。



### - 柱子、斜撐、組合樑

強壯的柱子用四支竹子組成，底端與基礎以角接方式接合，頂端打開成 V 字形，柱子之間夾著兩個方向的斜撐，支撐著順著屋頂形狀的組合樑，竹樑需要承受較大的彎矩，故並排三支竹子以增加竹樑的斷面。

### - 無側撐長度 < 2 公尺

細長的竹子有挫曲的疑慮，設計竹子長度 2 公尺內一個支撐點，分散應力。



## 2. 配置與法規檢討

### - 依規定退縮

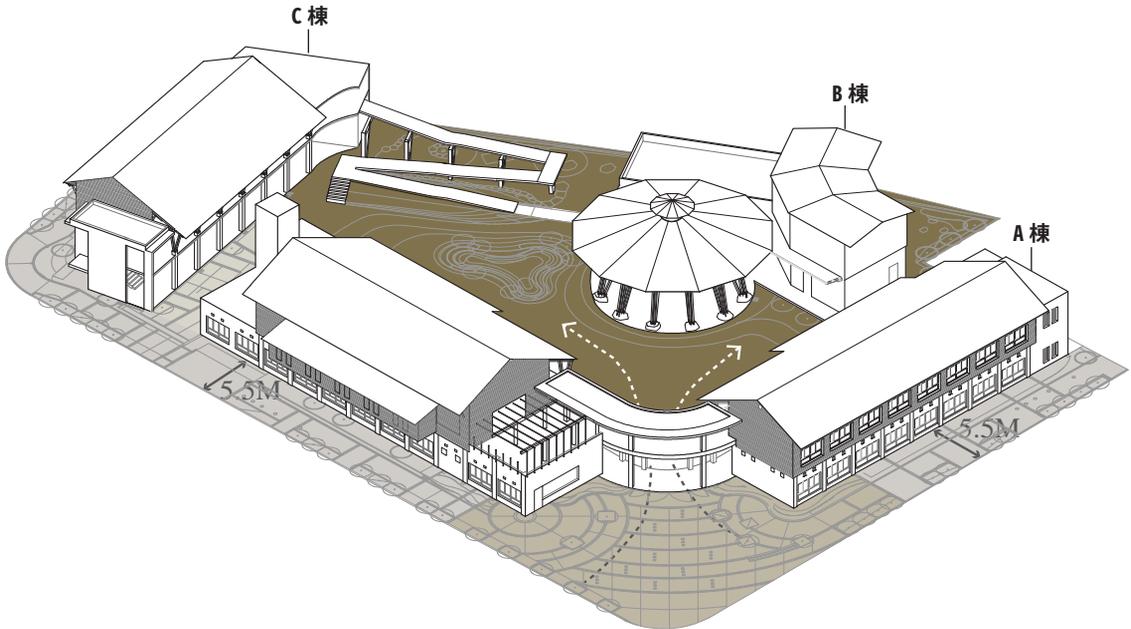
1. 台中市騎樓及無遮簷人行道設置標準  
騎樓及無遮簷人行道寬度，自道路境界線至建築物地面層外牆（柱）面應為四公尺以上。
2. 建築技術規則施工篇第 133 條  
一、臨接應留設法定騎樓之道路時，應自建築線退縮騎樓地再加一·五公尺以上建築。

故本案校舍自建築線退縮 5.5 公尺。

### - 非防火構造規模限制

- 建築技術規則施工篇第 69 條  
下表之建築物應為防火構造。  
D 類全部：1. 三層以上之樓層 2. 總樓地板面積二 000 平方公尺以上。

故本案將每幢規模控制在 2000 平方公尺以下、兩層樓的規模。

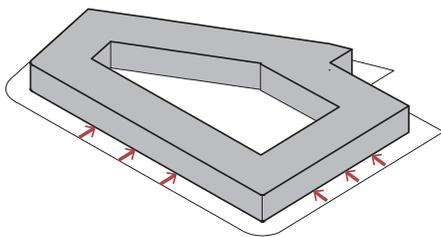


### - 非防火構造防火區劃與防火間隔

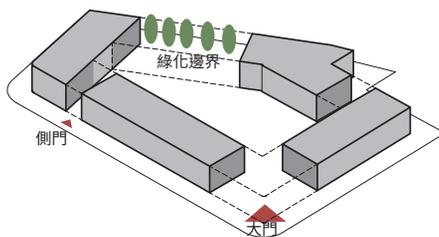
1. 建築技術規則施工篇第 80 條  
非防火構造之建築物，其主要構造使用不燃材料建造者，應按其總樓地板面積每一、〇〇〇平方公尺以具有一小時防火時效之牆壁及防火門窗等防火設備予以區劃分隔。
2. 建築技術規則施工篇第 81 條  
非防火構造之建築物，其主要構造為木造等可燃材料建造者，應按其總樓地板面積每五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁予以區劃分隔。
3. 建築技術規則施工篇第 84-1 條  
非防火構造建築物之外牆及屋頂，應使用不燃材料建造或覆蓋。
4. 建築技術規則施工篇第 110-1 條  
非防火構造建築物，除基地鄰接寬度六公尺以上道路或深度六公尺以上之永久性空地側外，建築物應自基地境界線（後側及兩側）退縮留設淨寬一·五公尺以上之防火間隔。一基地內兩幢建築物間應留設淨寬三公尺以上之防火間隔。  
前項建築物自基地境界線退縮留設之防火間隔超過六公尺之建築物外牆與屋頂部分，及一基地內二幢建築物間留設之防火間隔超過十二公尺之建築物外牆與屋頂部分，得不受本編第八十四條之一應以不燃材料建造或覆蓋之限制。

故本案竹構造規模皆 <500 平方公尺，各幢竹構造之間距離 >12 公尺，鋼筋混凝土構造者因為與竹構造屬於同一幢，認定為非防火構造以不燃材料建造，依施工篇 80 條檢討每幢每層樓規模 <1000 平方公尺，依樓層區劃。

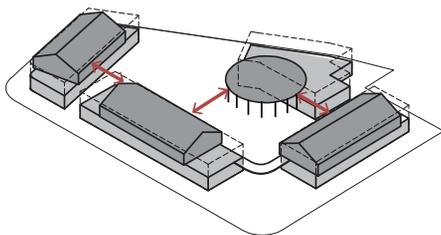
1. 依規定退縮 5.5m



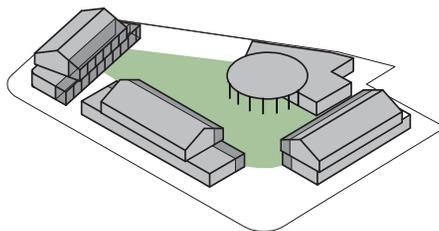
2. 控制規模在 2000m<sup>2</sup> 以下



3. 竹構造部分 <500m<sup>2</sup>，距離 >12m



4. 以半戶外走廊環抱中庭草原



### 3. 包覆系統設計

竹材的斷面不斷變化，在包覆系統的設計上不像其他方正材料，可以輕易調整垂直水平。傳統竹屋會使用茅草、土牆、瓦片等可塑性高的材料作為竹構的披覆。本案在考慮耐久性與造價下，選擇金屬屋頂與土牆 + 木頭雨淋板作為外殼，以下分別說明牆面與屋頂系統的構成：

#### - 牆壁

本案牆壁主要分成兩種系統，一種是 RC 牆，除了用在一樓 RC 構造、廁所，還有二樓的局部，作為剪力牆，穩定垂直竹子桁架方向的結構。另一種是土牆，可以配合竹子彈性調整。RC 牆不贅述，以下說明土牆的設計。

##### (1) 土牆

具有良好的調節濕氣與空氣的功能，但是要達成支撐自身結構強度需要一些拉力構件的協助（如編竹夾泥牆）、足夠的厚度（夯土牆）或者兩者兼顧（如土磚），本案將土牆搭配免拆模板系統，利用現場拌水泥砂漿的機具攪拌黏土、稻殼、木削以及水，再用壓送機將土牆混合物灌注到鋼網牆內。

##### (2) 白灰

室內表面使用傳統白灰塗抹。取材自礦石或是牡蠣殼，白灰是天然、無毒又不易燃的材料，除了環保，它還有調節溫度與濕氣的功能。買來的白灰（生石灰 / 氧化鈣）加水與麻絨攪拌，經過至少一、兩個月的養灰（越久越好），成為熟石灰（氫氧化鈣），才能作為面層塗在牆上，經過一段時間，牆上的白灰會慢慢吸收空氣中的二氧化碳作，經化學反應後變成碳酸鈣，即大理石的成分。白灰雖然需要花長時間養灰、施作也有一定的技巧，但可以讓房子自然地呼吸。白灰牆與竹子之間的縫隙用玻璃纖維網連結，可以預防將來在交界面產生裂縫。

##### (3) 雨淋板

土牆外選用杉木雨淋板作為外牆，透氣又防水。施作上在鋼網牆外鋪一層透濕防水布，然後木角料直接隔著防水布釘在土牆上，最後在由下而上鎖上水平杉木板，從內到外都選擇可以透氣的材料，企圖營在一個健康的學習環境。

土牆

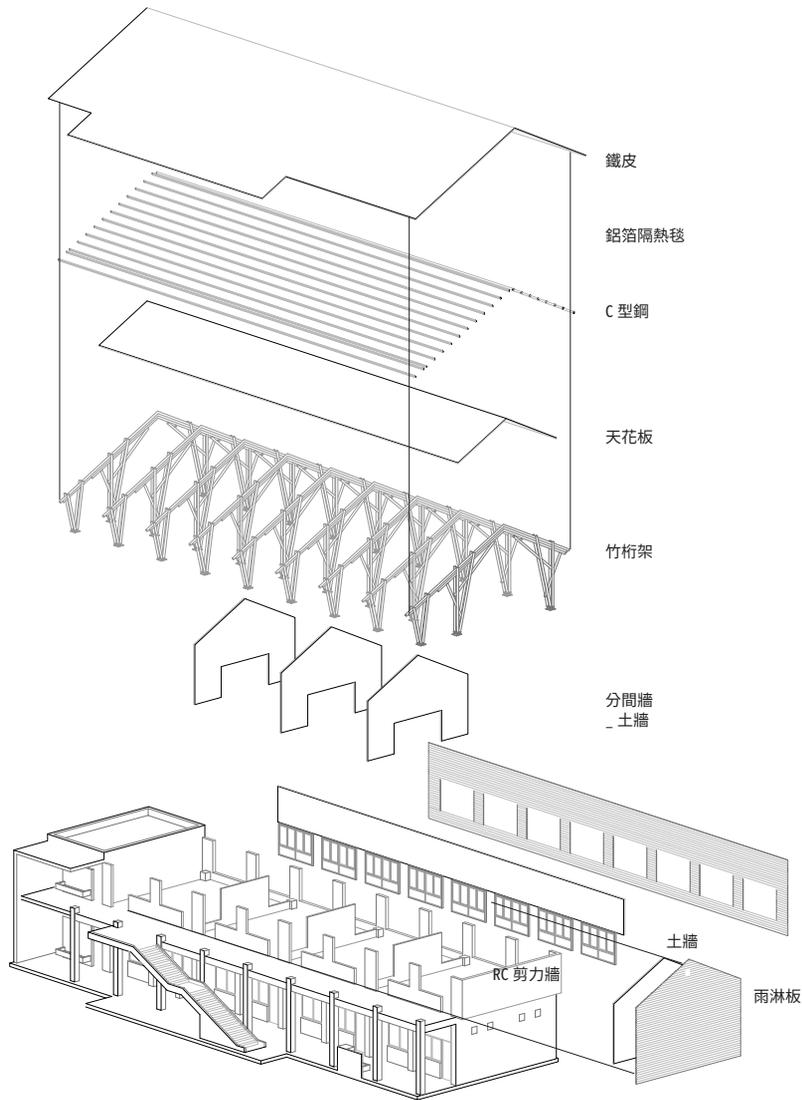


白灰



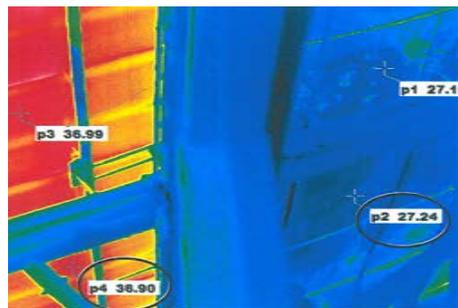
雨淋板



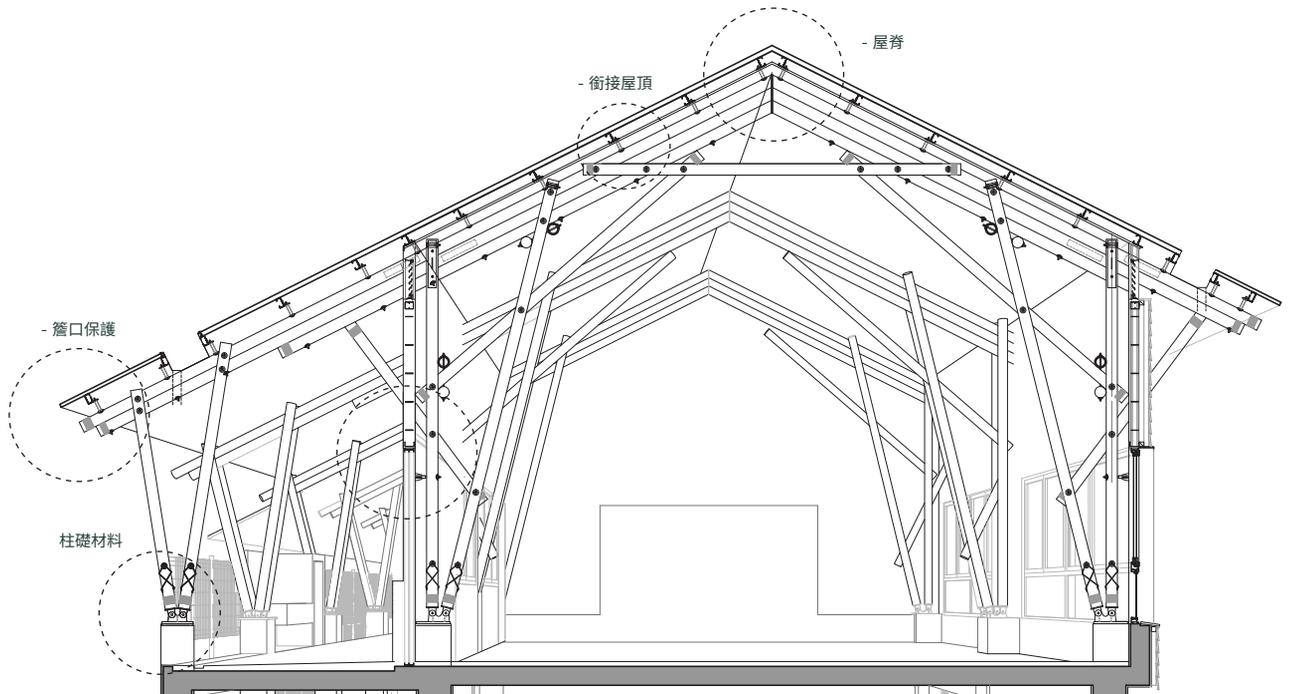


## - 屋頂

本案的屋頂選擇最經濟的鐵皮夾發泡材三明治板，竹桁架之間用垂直桁架方向的 C 型鋼作為小樑，銜接屋頂板，竹管跟 C 型鋼之間以細鋼管作為調整屋頂平整的方式，室內的屋頂板下方選用小氣泡鋁箔隔熱毯作隔熱，再依空間以矽酸鈣板或木絲水泥板封在 C 型鋼下方做為天花板，實測這樣的屋頂有良好的隔熱效果。外氣溫度攝氏 30.7，沒鋪隔熱的走廊屋頂溫度高達 37 度，反觀有作隔熱的室內天花板則是 27 度。



## 4. 細部接頭設計



### - 簷口保護

為避免重蹈早期民居失敗經驗，將特別容易受潮的第一層竹桿外端，以護木油或油性漆充分塗抹，防止水份浸潤。

### - 端部留節

竹桿末端（特別是比較脆弱的竹尾）保留竹節以維持竹子強度，並且能避免施工期間雨水積於竹管內造成發霉。

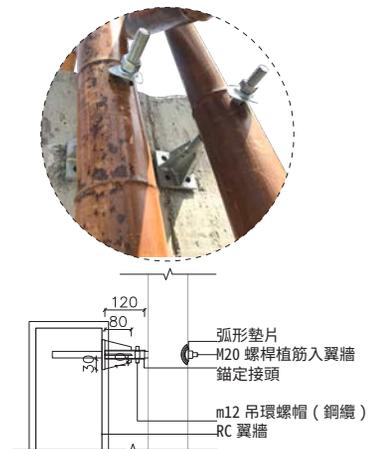
### - 端部圍束

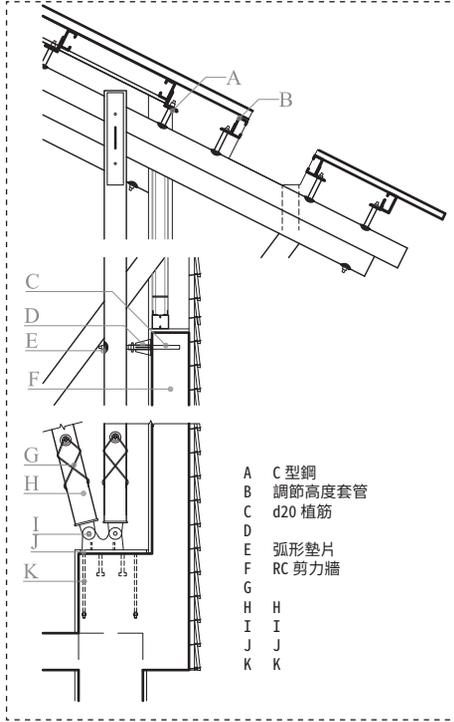
竹子要避免劈裂，除了高溫乾燥，在比較脆弱的部位，如竹尾端、有穿孔的位置上，用繩子纏繞維束，也能有效預防。



### - RC 翼牆與竹架接合

M20 螺桿貫穿竹桿、植筋入 RC 牆，串接竹構與 RC 剪力牆。

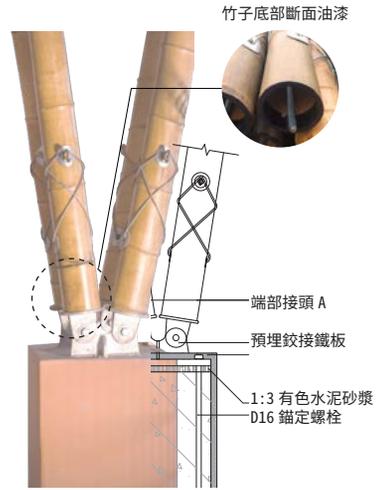




- A C型鋼
- B 調節高度套管
- C d20 植筋
- D 弧形墊片
- E RC 剪力牆
- F RC 剪力牆
- G C型鋼
- H C型鋼
- I C型鋼
- J C型鋼
- K C型鋼

### - 柱礎材料

以鐵件（熱浸鍍鋅）與混凝土基座接合，防止水分經由毛細作用傳導至竹材。



### - 屋脊

透過鐵件結合兩向六支孟宗竹，以竹管包覆鐵管，用螺桿貫穿對鎖。

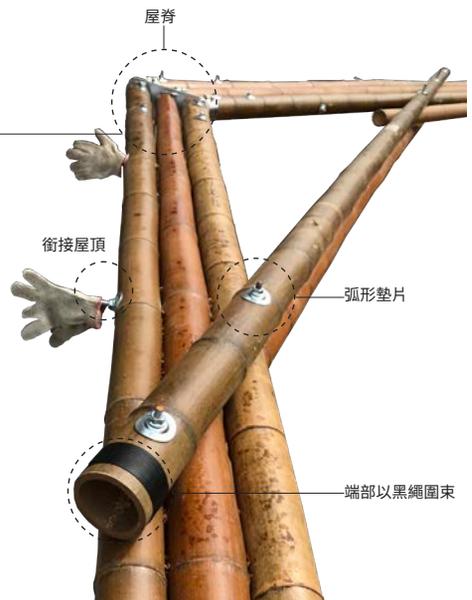


### - 銜接屋頂

貫穿組合樑的螺桿，預留足夠長度以銜接屋頂 C 型鋼小樑。

### - 弧形墊片

螺桿貫穿竹壁部位使用弧形墊片，以分散竹管壁穿孔造成的應力集中。



## 5. 預算編列

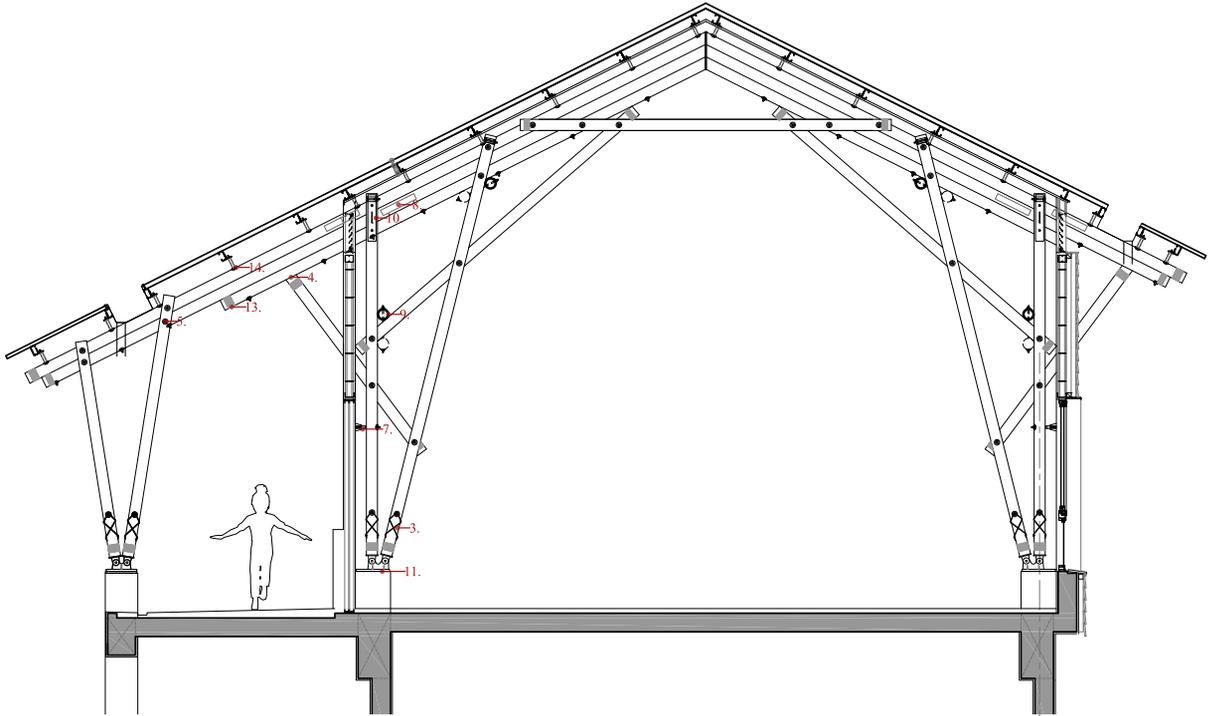
### - 實作費用

本案預算有限，將主要經費用在教室內部，與孩童最緊密接觸的土牆、竹構等，其他地方盡可能選用在地、平價的材料。  
下列為學校結算後（2017 年最終發包價加上追加費用）的價錢，可供同業參考。

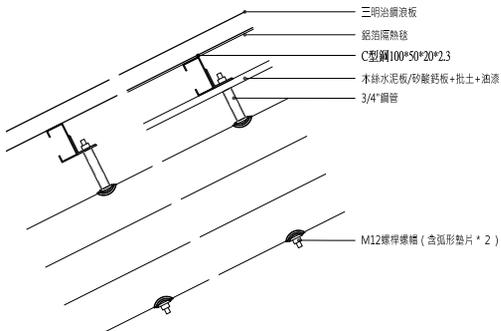
全校 ----- 每坪 7.6 萬、  
竹構部分 ----- 每坪 8.2 萬、  
鋼筋混凝土部分 --- 每坪 7.4 萬、  
竹構造僅計算構架與屋頂，即為單純竹棚的型態、沒有外牆，其單價為 ----- 每坪 3.4 萬。

### - 竹架構部分詳細表

	項目	單位	預算單價(元)	備註
1	孟宗竹(含殺青、乾燥、運輸)	支	1200	每架 37 支
2	油性潑水劑塗裝(一底一度)	支	240	每架 26 支
3	竹接頭 A(端部銜接)	個	1320	每架 12 個
4	竹接頭 B(含蛇口處理)	個	660	每架 2 個
5	竹接頭 C(對鎖)	個	420	每架 26 個
6	竹接頭 D(屋架中間)	個	1260	每架 1 個
7	竹接頭 E(RC 牆連接)	個	480	每架 4 個
8	竹接頭 G(續接器)	個	660	每架 9 個
9	水平繫樑	組	800	每架 2 組
10	不鏽鋼斜拉桿，D=15mm	組	1740	每架 2 組
11	基礎底板(含熱浸鍍鋅)	個	5000	每架 3 個
12	切口處不銹鋼束環	個	186	每架 10 個
13	竹端未黑繩纏繞	處	96	每架 32 處
14	銜接 C 型鋼五金	處	18	每架 34 處
竹構架材料與接頭小計		架	115035	
15	吊貨卡車租用(組立用)	天	10800	每架 1/3 天
16	內部施工架租用(含活動輪)	組	3000	全部 2 組
17	假設支撐	式	18000	全部 1 式
18	現場組立工	工	2400	每架約 10 工
竹構架組裝小計		架	28600	



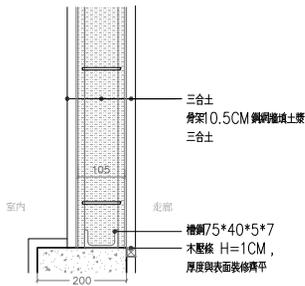
- 包覆系統費用 \_ 屋頂



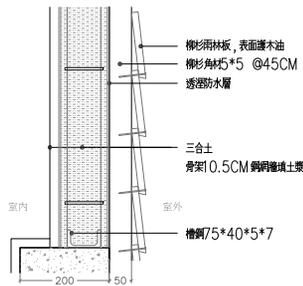
項目	單位	單價 (元)
1 三明治鋼浪板	m <sup>2</sup>	700
2 鋁箔隔熱毯	m <sup>2</sup>	260
3 木絲水泥板	m <sup>2</sup>	1100

項目	單位	單價 (元)	備註
1 三合土	m <sup>2</sup>	1550	
2 鋼網牆	m <sup>2</sup>	1500	含骨料、網子、土、稻殼
3 雨淋板	m <sup>2</sup>	1550	含骨料、護木漆

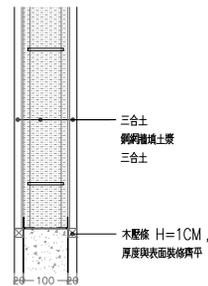
- 包覆系統費用 \_ 牆壁



A 走廊



B 外牆



C 隔間牆

## 6. 施工與監造

本案工程由瑞助營造承攬，竹構造部分分給大藏旗下的常民居股份有限公司，常民居再找到竹山的竹工藝師傅做竹架構的施工。以下敘述整個竹構施工的過程與監造的重點：

### 1. 購買竹材

(1) 當作結構用的竹材需要竹農小心挑選，以間伐方式，選擇四年以上竹子，又砍下來的竹材需要經歷殺青、乾燥、烤直的程序，所以需要預留足夠的時間給廠商準備竹材，一般來說至少需要兩、三個月。



(2) 列清楚的料單，購買竹材時需要清楚交代需求的長度（孟宗竹 22 尺以內、桂竹 27 尺以內）、數量、管徑（通常會規定頭徑尺寸，孟宗竹頭尾直徑相差 3-6 公分，貴竹頭尾徑相差 2-4 公分），並需要預留乾燥的過程竹子水分散失竹管會內縮 0.5~1 公分。

### 2. 分類裁切

(1) 篩選竹子，竹材乾燥的過程會使一些原本強度欠佳的竹子裂開，或是在早晚氣溫變化劇烈的季節，竹子容易裂開，若竹子裂開超過兩結，強度受影響，不適合用做結構材，但如果裂痕未延伸越過竹結，稍加處理（使用快乾點在裂痕上，防止裂痕繼續蔓延到下一結）即可以正常使用。



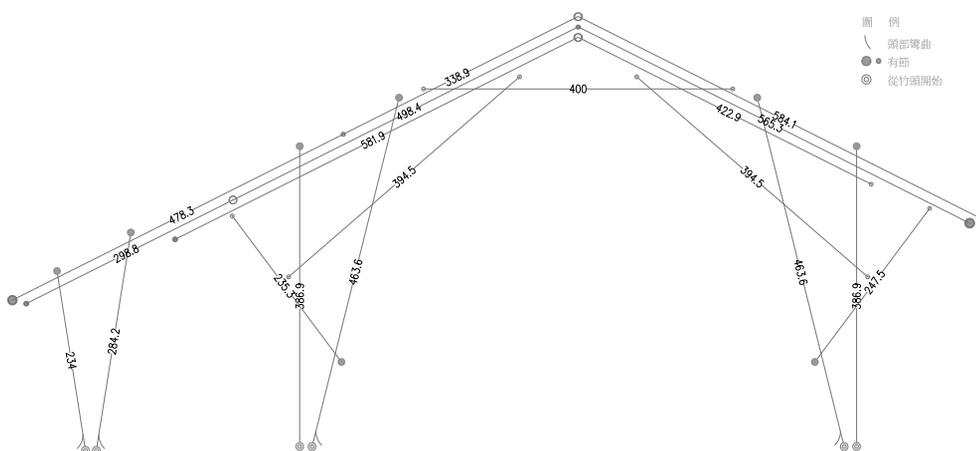
竹子開裂處可以用竹粉填塞，然後點快乾



(2) 依照使用的位置分配竹頭與竹尾，主要結構如柱子通常使用最強壯的竹頭，次要構造如斜撐、組合梁則接受使用竹尾。非結構使用如屋面、天花板與牆面，則不受限制，可以利用挑選結構材時被淘汰的竹子。

(3) 裁切時需要留意有些部位需要端末留竹結，如柱子頂端，目的是維持末端的結構強度，預防竹子端末劈裂並防止末端竹節內積水。

下面施工圖標示了每個部位竹子的選材



### 3. 清洗與塗裝

(1) 雖然在殺青的時候會用熱水清洗竹材表面，但是乾燥過後的竹子表面有焦黑的水漬，塗裝前需要再清洗一遍。

(2) 竹子清洗完，經過一天，待其乾燥後在竹子表面塗刷油性潑水劑。



#### 買竹子監造重點：

1. 確認竹子長度、管徑、數量。
2. 確認竹子存放地方要避免積水。

#### 竹子分類監造重點：

1. 確認竹子沒有劈裂。
2. 確認竹頭竹尾的分配是否正確。
3. 確認要留結的地方是否確實。

#### 4. 接頭製作

- (1) 鐵件要預留一、兩周的時間，交圖給鐵工廠雷切、熱浸鍍鋅
- (2) 部分接頭，若無刮傷竹材的疑慮會在工廠先製作完成減少現場工項。



#### 5. 工廠預組

- (1) 標準化的構架先在工廠預組，再拆解成適合運輸的尺寸送至現場。
- (2) 雨天不適合竹構造的施工，在工廠事先處理，降低天候影響。



#### 6. 現場施工

- (1) 乾式構造現場施工快速，進場前做好準備可以省掉不少時間。
- (2) 盡可能避免炎熱多雨的夏季，除了下雨天機具不能運作以外，潮濕的環境容易使竹子表面發霉，碰上颱風還可能引響工期。
- (3) 竹材穿螺桿或是有裂縫後，在戶外容易積水，所以要挑該竹節內最低點鑽一小孔排水，避免積水導致竹材表面發霉，引響美觀。
- (4) 現場堆放竹子時切勿直接將竹子放置地面，需使用棧板、淘汰的竹子等物將竹子墊高，以防地面濕氣滲入竹材，並要在上方用防水布蓋著，以防下雨時水分在竹結內淤積。

#### 7. 後續保養

- (1) 位於乾燥的室內竹材幾乎不需要保養；但是位於室外的竹材，特別是會日曬雨淋的部分則需要特別注意，完工後定期要補塗壓克力防水漆。
- (2) 保持環境通風乾燥，過於潮濕的環境下，竹子容易發霉，雖然經過高溫乾燥的竹子發霉僅在竹皮表面，不引響結構，但有美觀及健康的疑慮。

**現場監造重點：**

1. 確認竹子墊高堆放、防水布覆蓋。
2. 確認竹節內無積水。
3. 確認竹架安裝高度一致。





①

## 施工規範

# 第 13021 章

## 建築竹結構

### 1. 通則

#### 1.1 本章概要

說明竹結構之材料、竹材處理之流程步驟、竹材轉接頭之製作與組構步驟、竹構件之現場安裝、施工吊裝方式與檢驗等之相關規定。

#### 1.2 工作範圍

1.2.1 依據契約及設計圖說之規定，凡屬於竹結構構架、大型原竹結構、竹樓板構架等實竹製作之竹構造等工作項目均屬之。

1.2.2 包含材料取得、製作、組立、搬運、現場吊裝等完成本章節之過程。

1.2.3 為完成章節所需之一切人工、材料、機具、設備、動力、運輸及其完成後之清理工作等亦屬之。

1.2.4 如無特殊規定時，工作內容應包括但不限於附屬竹結構之竹材轉接頭、繫結構件、小五金配件及完成後之表面塗裝等。

#### 1.3 資料送審

##### 1.3.1 樣品

樣品需有防腐處理後之竹材、竹材轉接頭或其他配件，且能顯示其紋路、質感及顏色等。

#### 1.4 品質保證

完工前後及保固期內，凡發現因使用材質不良或施作不良，以致成品有脫榫、開裂、變形或其他弊端時，廠商應負責拆去不良材質更換並重作，另因而損及其他處所而須補修之工料費用亦概由廠商負責。

#### 1.5 材料之檢驗

檢驗項目	檢驗頻率	檢驗標準
竹材含水率試驗	每 200 支檢驗一次，不足 200 支亦檢驗一次	含水率 18% 以內
竹材轉接頭結構強度試驗 (含試驗樣品及試驗轉接構件之工料)	每 300 組檢驗一次，不足 300 組亦檢驗一次	極限應力強度須達到 2500 kgf 以上

## 2. 竹結構之材料

### 2.1 竹材砍伐之材料規範

- 2.1.1 本章所指竹材，係指出產於台灣之孟宗竹。
- 2.1.2 需求長度 6m~8m，需預留至少 30cm 損耗長度；且（乾燥後竹材）頭徑需 10cm 以上。
- 2.1.3 竹材須為 4 年以上、6 年以內。
- 2.1.4 砍伐後需人工離地搬運，表面不可有蛀孔及開裂。

## 3. 竹材處理之流程步驟

### 3.1 殺青處理

方式有煮沸法或炭火法，目的為去除竹材表皮上的油污與減少竹肉的醣分。竹材於煮沸的水槽中充分浸泡 20 分後取出，再將竹材表面污垢刷洗乾淨。

### 3.2 高溫乾燥

於乾燥窯以蒸氣加溫至 70 C 後，換熱管加溫至 110 C，將竹管壁中之游離水轉變成蒸氣逸散，降低含水率至 15% 以下後，方可出窯。

### 3.3 初步加工

竹材裁切至需求長度（毛料），需求長度尺寸需經幾何分析、分解製造圖之精密計算，如因誤差導致現場無法組裝之情況，廠商需自行負責拆去。

### 3.4 塗裝保護

使用油性潑水劑一底一度塗裝於竹材表面，可達防水透氣之效果，避免發霉。

### 3.5 竹材運送及存放

所有竹材、配件及加工後之竹裝修料，在存放處、工廠內、搬運中、運達工地及其他工作施工時應以機關（或監造單位）同意之適當措施保護之，並須有場地可存放，須置於通風、有覆蓋、不受潮地點，並注意防禦火災產生之可能性。如日後發現有彎曲變形、發霉、磨損擦傷、蛀孔及開裂者應剔除，不得採用。

## 4. 竹材轉接頭之製作與組構步驟

### 4.1 竹材轉接頭之材料

材料包含一竹管、一纏束之不鏽鋼纜線 (5mm)、M12 螺桿組、M19 螺桿與吊環螺帽組、鍍鋅鋼板接頭

### 4.2 鍍鋅鋼板接頭組

4.2.1 鍍鋅鋼板接頭組於直徑 13CM、厚度 8MM 鋼板上，一面焊接 2 1/2” 鋼管，以及 M19 螺帽

4.2.2 鍍鋅鋼板接頭須使用 SCM450 鋼材，完成後並須經熱浸鍍鋅處理

### 4.3 竹材轉接頭之組構步驟

#### 4.3.1 竹管壁開孔

(1) 依詳圖，於墊片 2 處及 M12 螺桿穿越處開孔，共四孔。

#### 4.3.2 纏束不鏽鋼纜線

(1) 整條鋼纜先穿越墊片與吊環螺帽組 (吊環螺帽組至於竹管中；墊片先假固定於竹管壁上)

(2) 像綁鞋帶一樣，一端順時針繞竹管壁一圈半從對面孔穿出，另一端逆時針繞一圈半從對面孔穿出。

(3) 兩端纜線以鋁製壓頭，透過油壓機接合成一回圈，將多餘纜線剪除

(4) M12 螺桿穿過並撐住鋼纜

#### 4.3.3 鍍鋅鋼板接頭轉緊

(1) 將鍍鋅鋼板接頭與竹子透過 M19 螺桿與吊環螺帽組結合，以扭力扳手轉緊 (扭力值 100KG)。

#### 4.3.5 完成竹材轉接頭

完成上述步驟，即完成一竹材轉接頭之製作，其尺寸、式樣、品質須符合設計圖及施工製造圖之相關規定標準且須準確精良。並須先製作樣品送審及進行竹材轉接頭結構強度試驗，極限應力強度須達到 2500kgf 以上。

## 5. 竹構件之現場安裝、施工吊裝方式

### 5.1 放樣

承包商應有經驗豐富之放樣技術人員，在適當地點及寬敞之放樣場地從事放樣工作，放樣技術人員應先將全部圖樣閱讀了解，繪製必要之幾何分析、分解製造圖，再將各部結構在放樣場地畫線翻製足尺實樣，校對每一詳細尺度妥當後製成樣板，以憑裁切鋼料。放樣技術人員於實樣畫線時，如發現與原圖不符或有施工不便之處，應即時報告工程司核對處理。

### 5.2 鋼構多角度轉接構件及繫結鐵件

5.2.1 竹構件結接之轉接構件為鋼構多角度轉接構件，各部分尺寸、角度需經幾何分析、分解製造圖之精密計算，如因誤差導致現場無法組裝之情況，廠商需自行負責拆去不適材質更換並重作，另因而損及其他處所而須補修之工料費用亦概由廠商負責。

5.2.2 所需之鋼料、螺栓、螺帽、墊片及其他補強構件其尺寸、式樣、品質須符合設計圖及施工製造圖之相關規定標準且須準確精良。

5.2.3 鋼構多角度轉接構件及繫結鐵件，禁止現場焊接，均需於工廠內製作完成後並經熱浸鍍鋅處理後方可使用。

### 5.3 安裝

竹構件應裝置平直，所有搭接之處均應拼接緊密，並隱蔽可能發生之伸縮。



⑤

## 非防火構造規則要點

1. 規模

第六十九條

下表之建築物應為防火構造。但工廠建築，除依下表 C 類規定外，作業廠房樓地板面積，合計超過五十平方公尺者，其主要構造，均應以不燃材料建造。

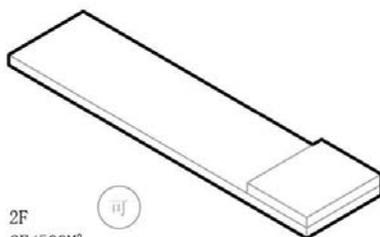
建築物使用組別		應為防火構造者		
類別	組別	樓層	總樓地板面積	樓層及樓地板面積之和
A	公共集會類	全部	全部	---
B	商業類	全部	三層以上之樓層	三〇〇〇平方公尺以上 二層部分之面積在五〇〇平方公尺以上。
C	工業、倉儲類	全部	三層以上之樓層	一五〇〇平方公尺以上 變電所、飛機庫、汽車修理場、發電場、廢料堆置或處理場、廢棄物處理場及其他經地方主管建築機關認定之建築物，其總樓地板面積在一五〇平方公尺以上者。
D	休閒、文教類	全部	三層以上之樓層	二〇〇〇平方公尺以上 —
E	宗教、殯葬類	全部		
F	衛生、福生、更生類	全部	三層以上之樓層	— 二層面積在三〇〇平方公尺以上。醫院限於有病房者。
G	辦公、服務類	全部	三層以上之樓層	二〇〇〇平方公尺以上 —
H	住宿類	全部	三層以上之樓層	— 二層面積在三〇〇平方公尺以上。
I	危險物品類	全部	依危險品種類及儲藏量，另行由內政部以命令規定之。	

B-H類



三層樓以上  
不可

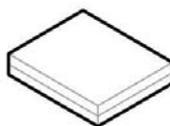
B類-商業類



2F  
2F<500M<sup>2</sup>  
1+2F<3000M<sup>2</sup>

可

C類-工廠、倉儲類



2F  
1+2F<1500M<sup>2</sup>  
(工廠除外)

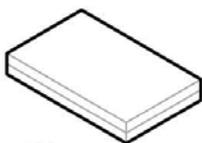
可



1+2F<150M<sup>2</sup>  
(變電廠、飛機庫,...)

可

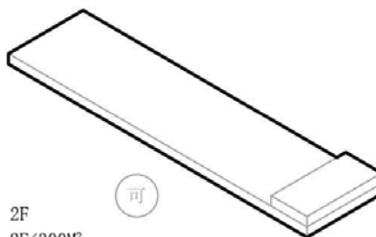
D類-休閒、文教類  
E類-宗教、殯葬類  
G類-辦公、服務類



2F  
1+2F<2000M<sup>2</sup>

可

F類-衛生、福生、更生類  
H類-住宿類



2F  
2F<300M<sup>2</sup>

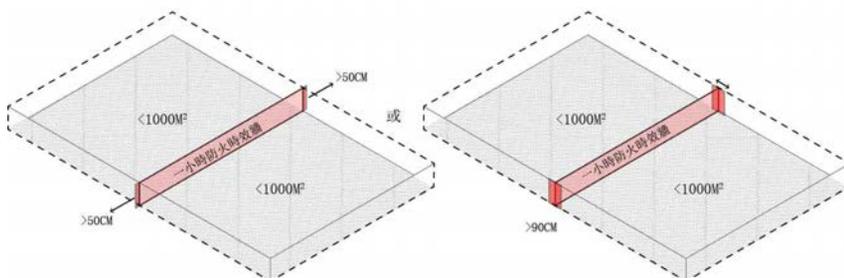
可

## 2. 非防火區劃

### 第八十條

非防火構造之建築物，其主要構造使用不燃材料建造者，應按其總樓地板面積每一、〇〇〇平方公尺以具有一小時防火時效之牆壁及防火門窗等防火設備予以區劃分隔。前項之區劃牆壁應自地面層起，貫穿各樓層而與屋頂交接，並突出建築物外牆面五十公分以上。但與區劃牆壁交接處之外牆有長度九十公分以上，且具有一小時以上防火時效者，得免突出。第一項之防火設備應具有一小時以上之阻熱性。

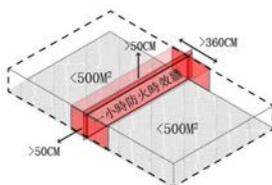
以不燃材料(鋼骨、RC)建造



### 第八十一條

非防火構造之建築物，其主要構造為木造等可燃材料建造者，應按其總樓地板面積每五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁予以區劃分隔。前項之區劃牆壁應為獨立式構造，並應自地面層起，貫穿各樓層與屋頂，除該牆突出外牆及屋面五十公分以上者外，與該牆交接處之外牆及屋頂應有長度三·六公尺以上部分具有一小時以上防火時效且無開口，或雖有開口但裝設具有一小時以上防火時效之防火門窗等防火設備。區劃牆壁不得為無筋混凝土或磚石構造。第一項之區劃牆壁上需設開口者，其寬度及高度不得大於二·五公尺，並應裝設具有一小時以上防火時效及阻熱性之防火門窗等防火設備。

以可燃材料(木頭、竹子)建造



### 3. 防火間隔

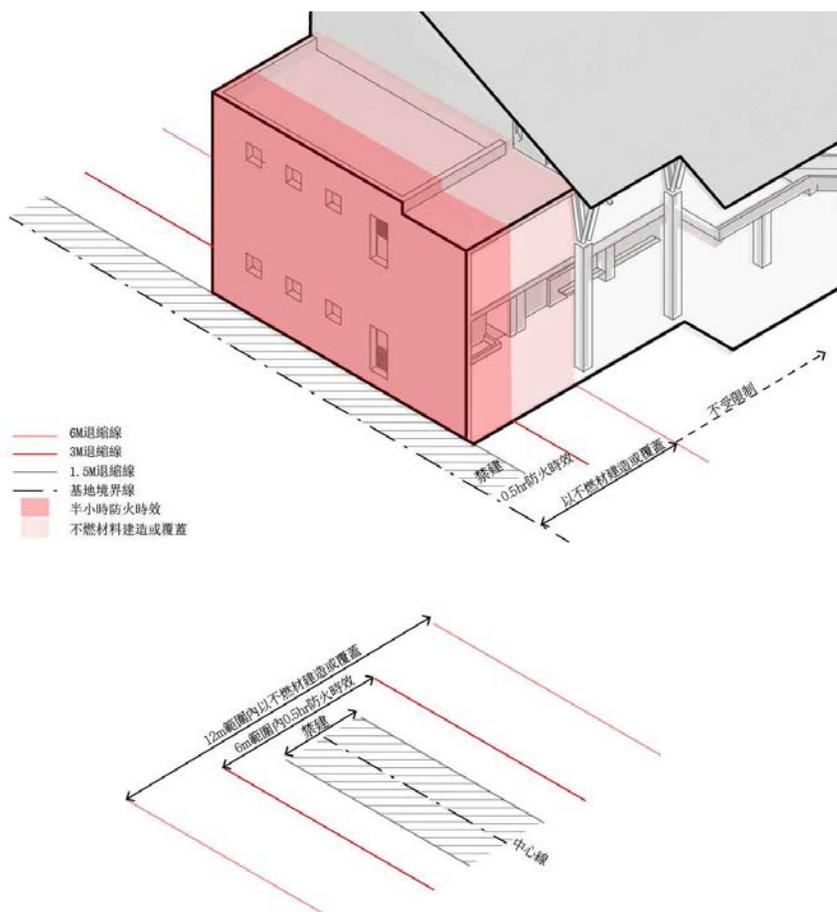
#### 第一百十條之一

非防火構造建築物，除基地鄰接寬度六公尺以上道路或深度六公尺以上之永久性空地側外，建築物應自基地境界線（後側及兩側）退縮留設淨寬一·五公尺以上之防火間隔。一基地內兩幢建築物間應留設淨寬三公公尺以上之防火間隔。

前項建築物自基地境界線退縮留設之防火間隔超過六公尺之建築物外牆與屋頂部分，及一基地內二幢建築物間留設之防火間隔超過十二公尺之建築物外牆與屋頂部分，得不受本編第八十四條之一應以不燃材料建造或覆蓋之限制。

#### 第八十四條之一

非防火構造建築物之外牆及屋頂，應使用不燃材料建造或覆蓋。且基地內距境界線三公公尺範圍內之建築物外牆及頂部部分，與二幢建築物相對距離在六公尺範圍內之外牆及屋頂部分，應具有半小時以上之防火時效，其上之開口應裝設具同等以上防火性能之防火門窗等防火設備。但屋頂面積在十平方公尺以下者，不在此限。





ⓕ

## 竹材加工、竹構設計廠商清單

## 竹材供應

### 元立竹業有限公司

砍伐 + 殺青 + 竹材烤彎烤直  
雲林縣林內鄉坪頂村清水溪 61 號  
林寬量 | 0937-261-023

## 防腐處理

### 德豐木業

以高溫乾燥的方式防腐，約 110°C，一週的工作時間  
南投縣竹山鎮延平一路 2 號  
<http://www.tefeng.com.tw/>  
tefeng.service@tefeng.com.tw  
李岳峰 | 0921-379-616

### 悅山工坊

以煙燻處理的方式防腐，約 70°C 溫度，燻製 20 天  
南投縣竹山鎮中和路 6 號  
<http://www.2659230.com.tw/>  
bamboo.yuesan1961@gmail.com  
劉昭明 | 0932-594-280

## 保青竹

### 竹采藝品有限公司

特殊處理，將竹材表面葉綠素加工，保留竹皮特有的青綠色澤  
南投縣 542 草屯鎮草溪路 177-10 號  
<http://www.bbc-bamboo.com/>  
bbc.rul.tw@gmail.com  
林群涵 | 0912-355-866

## 竹編天花板、竹編創作

### 楊盛輝、曾淑惠

各式竹編、竹天花板編織  
雲林縣二崙鄉港後村 65-40 號  
楊盛輝、曾淑惠 | 05-598-0002、0937-182-583

## 竹構施工

### 悅山工坊

竹構藝術品施作  
南投縣竹山鎮中和路 6 號  
<http://www.2659230.com.tw/>  
bamboo.yuesan1961@gmail.com  
劉昭明 | 0932-594-280

### 仲夏夜竹藝工坊

竹構造施工  
南投縣竹山鎮德興里鯉南路 118-5-10 號  
a5891531@yahoo.com.tw  
余偉智 | 0923-320-285

## 竹構整合

### 常民居構築工程有限公司

竹構造設計、竹材加工，以及竹建築相關諮詢  
雲林縣斗六市太平路 99 號  
<http://www.architdz.com/>  
arch.770@gmail.com  
甘銘源、謝文英 | 05-537-9755



## 從竹子到竹房子：給所有人的竹構築指南 | 線上專業版

發行人：社團法人臺灣竹會理事長甘銘源

出版：社團法人臺灣竹會

企劃撰稿：陳鈺雯

內容協力：陳冠帆、吳鈺嫻、杜怡萱、鄭少耘

專案管理：林雋雅

圖文資料：大藏聯合建築師事務所提供

地址：雲林縣斗六市太平路 99 號

電話：05-5379-755

信箱：bamboostw@gmail.com

網站：www.taiwan-bamboo.org

編輯企劃統籌：雨禾國際有限公司 | Green Media 綠媒體

主編：林美慧、藍雅萍

www.greenmedia.today/

線上版上線日期：中華民國 109 年 10 月

線上版修正：中華民國 109 年 12 月