

A close-up photograph of several bamboo poles joined together using metal fittings. The fittings consist of circular metal plates with bolts, securing the joints. The bamboo has a natural, warm brown color. The background is a blurred, intricate lattice structure, likely part of a traditional building's roof or ceiling, with light filtering through the openings, creating a bokeh effect.

①

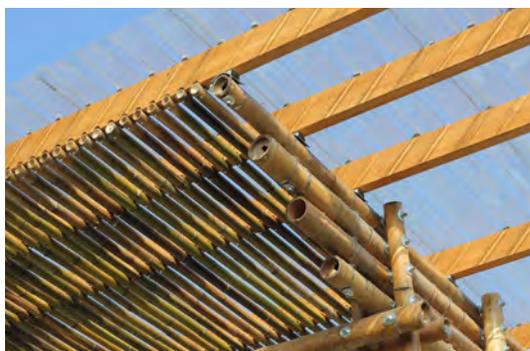
竹接頭工法

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。



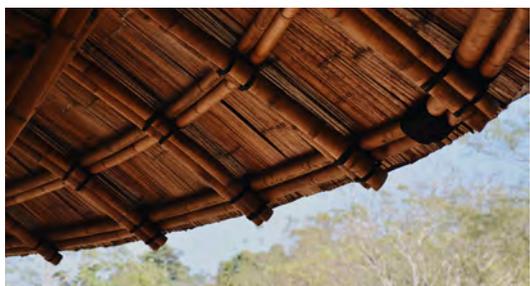
2. 插梢式

於竹材上先鑽孔，以插樁、竹釘、細竹桿、螺絲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。

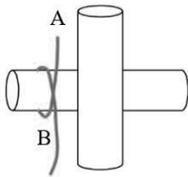
傳統的綁紮材多為天然材料，如樹皮、竹皮、藤等，可以直接綁紮，也可將竹材局部切削以增加接觸面積，或搭配構件彼此穿透和插梢接合，較直接綁紮來得堅固。使用竹皮、藤等材料綁紮時，應先以水泡較后再施工，待其乾燥收縮就能提升強度。現代綁紮材料包括鐵線、橡膠繩等。



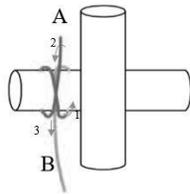
方回結

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：

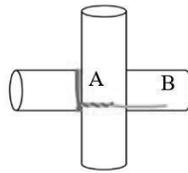
1 繞一圈



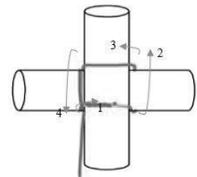
2 雙套結起頭



3 A 繞 B 收尾

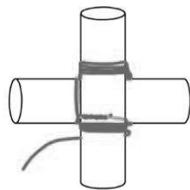


4 方回纏繞

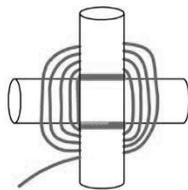


A：線頭
B：線尾

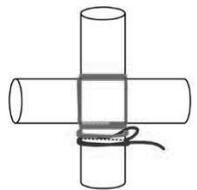
5 重複步驟 4，共 4 次



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。

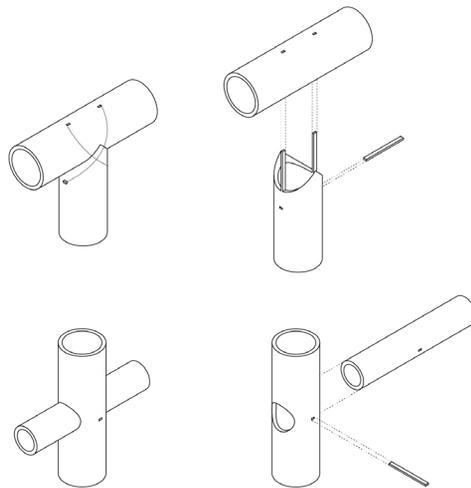
優點

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

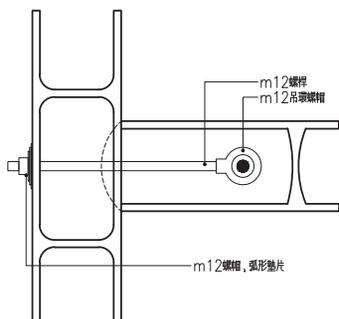
450 元。

案例

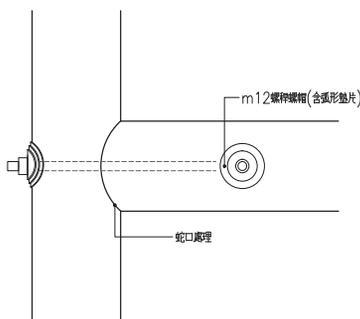
台北客委會竹夢市集、都蘭帳篷等。

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）

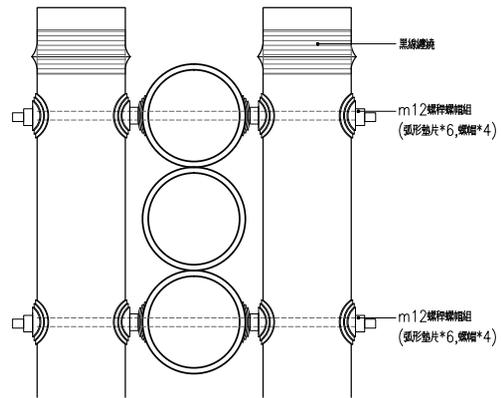
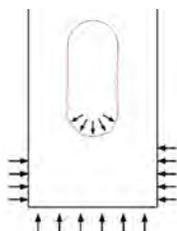
200 元（含墊片 *6+m12 螺桿 + 螺帽 *6+ 工）。

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。



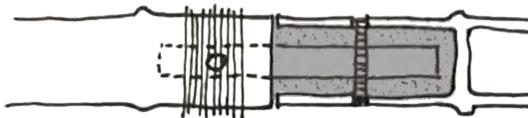
2-1 軸向續接

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。

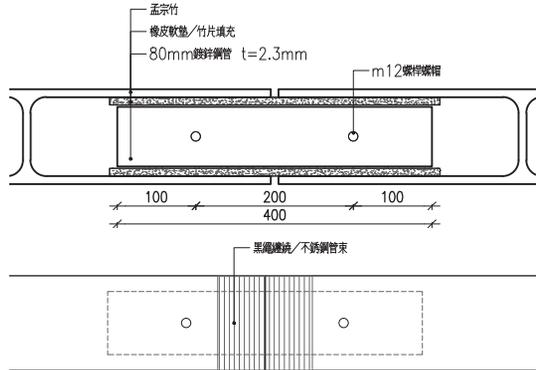
套管對接 + epoxy

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

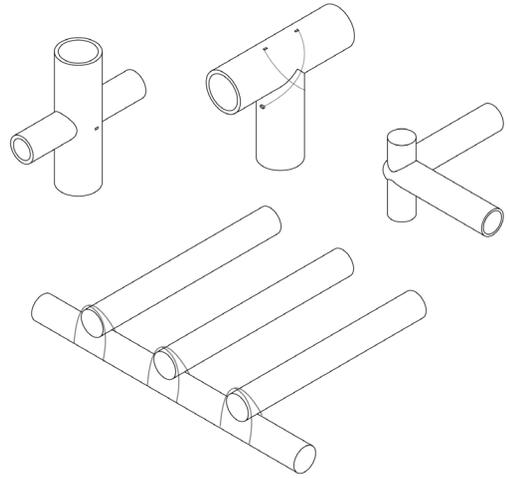
竹頭直接包覆竹尾，再以繩索纏繞。



| | 優點 | 缺點 | 強度折損 | 預算 | 案例 |
|---|--------------|---------------|------|-------|-------|
| a | 簡單快速、強度折損低 | 不鏽鋼束環不美觀，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

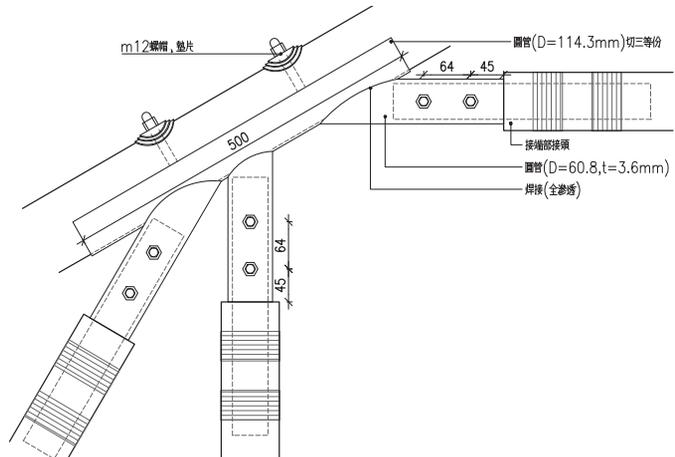
鍍鋅圓管做竹子內套管，依個案需求變化角度再與鐵板焊接。

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。

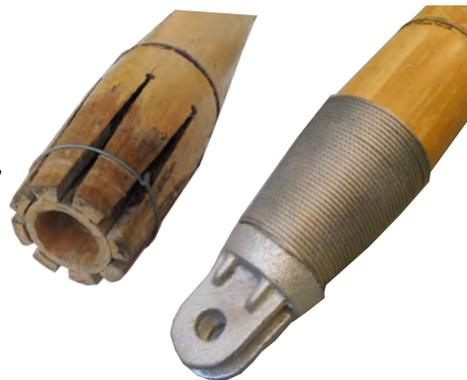
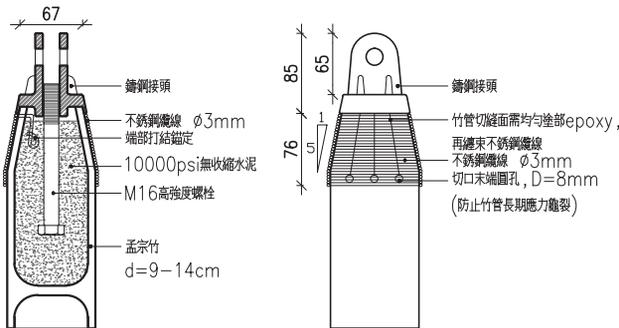


epoxy+ 高強度螺栓中介鐵件 + 鋼纜纏繞

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

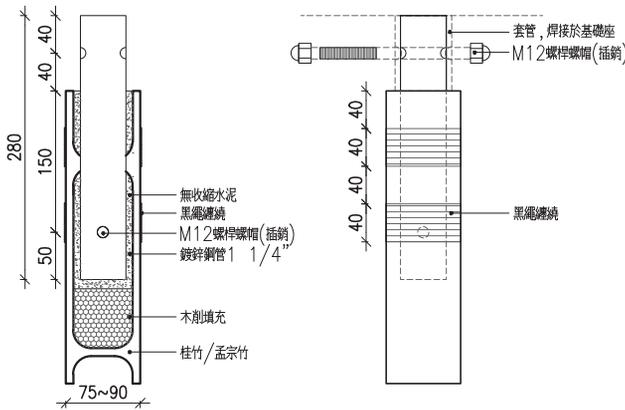
| | 優點 | 缺點 | 抗拉強度 | 預算 | 案例 |
|---|-----------------|----------------|------|--------|--------|
| a | 美觀、高強度 | 費工、造價高 | 10T | -- | 農博入口桁架 |
| b | 簡單快速、造價低 | 強度較低，鑽孔易加速端部劈裂 | 1.5T | -- | 農博碳匯 |
| c | 適用桂竹與孟宗竹、原料皆為良品 | | 3.6T | -- | 都蘭帳篷 |
| d | 鋼纜圍束能預防竹子端部劈裂 | 僅適用管徑較大之孟宗竹 | 3.8T | 1320 元 | 大地 |

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。

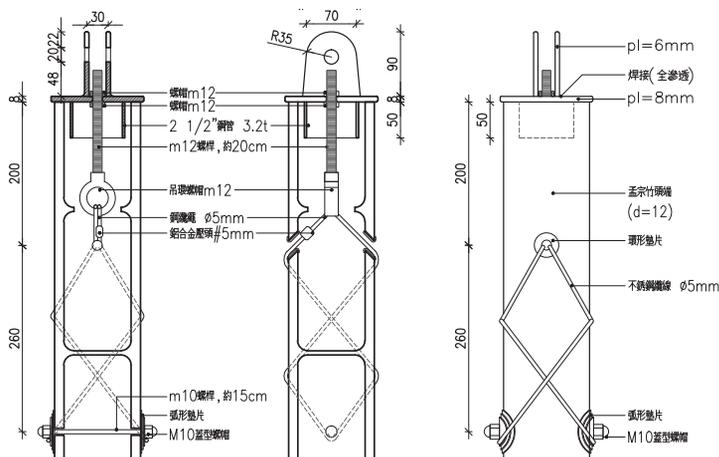


中介鐵件 + 鋼纜圍束

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。





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