

推展竹材建築與落實竹材科技補助研究計畫

內政部建築研究所補助研究計畫報告

推展竹材建築與落實竹材科技補助研究計畫

子計畫一：竹構造建築案例彙編
子計畫二：竹材應用於營建市場現況調查

受補助單位：國立高雄大學都市發展與建築研究所
研究主持人：黃世孟教授
協同主持人：劉安平副教授
顧問：黃世輝副教授、陳啓仁助理教授
研究員：黃瑜民
研究助理：潘峙良、王中茜、曾摯超

內政部建築研究所補助研究計畫報告
中華民國九十二年十二月

摘要

關鍵詞：竹材、竹材產業、竹構造物

一、研究動機與目的

(一) 研究動機

台灣為推展永續發展的條件與環境，有關單位均積極研擬相關對策並落實執行；在建築發展領域中，最為亮麗的執行績效之一，就是制訂綠建築各項指標，但如此努力的面向及特質，均屬受限的被動行為。考量達成永續發展的關鍵之一就是「建築材料」，對於營建資源原本匱乏的台灣，建築材料大部分均依賴進口；然而，對於本土的、能循環再利用、價美物廉的營建材料，而且原本是台灣營建環境中，使用最久、最多的「竹」材料，逐漸被忽略甚至被鄙視。因此，如何面對此一課題，就成為本研究主要探討的方向。

(二) 研究目的

本研究非採高強度、耐久性、高科技的營建觀點，反以逆向思考模式，以地球有限資源的永續發展為觀點，整理有關竹材的應用現況與市場機制，冀望從中歸納出竹材產業的橫向及縱向脈絡，並重新正面檢視其科技與人文等價值，重新拾回「竹構造建築」，在台灣建築發展可能的嶄新一頁，尋求台灣竹材產業於二十一世紀的生存價值與轉型出路。

二、研究內容與範圍

本研究主要的研究內容與研究範圍，劃分如下兩大類型：

(一) 竹構造建築範例彙編

收集國內外主要以竹材為主，值得提供參據的優良建築案例

(二) 竹材應用於營建市場現況調查

劃分建築結構主體、室內裝修、家具兩類

三、研究方法與研究流程

(一) 研究方法

1、文獻分析法

國內外在近年來對於永續利用、營建材料的再生與循環利用等相關議題上已開始漸漸萌芽，少數專家者亦逐步的進行相關研究中，對於國內文獻回顧分析有助於國際間與本土性差異的探討，亦能從文獻分析中了解到目前整個相關領域上研究執行的程度、過程中遇到的困難、相關研究的方法、後續研究的建議與目前研究的總體成果，對從事研究有一定程度的助益。

2、專家訪談法

經由前述分析方法，可初步了解竹材產業的應用現況問題，但是對於要繼續深入相關竹材領域的觸角與研究層面，仍須借重有經驗之專家學者、或具有實務經驗之業界先進等，共同討論研商。本研究擬訪視下列之相關領域專家學者：領域包括營建學門之教授學者與目前國內外竹材應用領域有著盛名的廠商或是先進等等，均可列為可能訪談之對象人士。

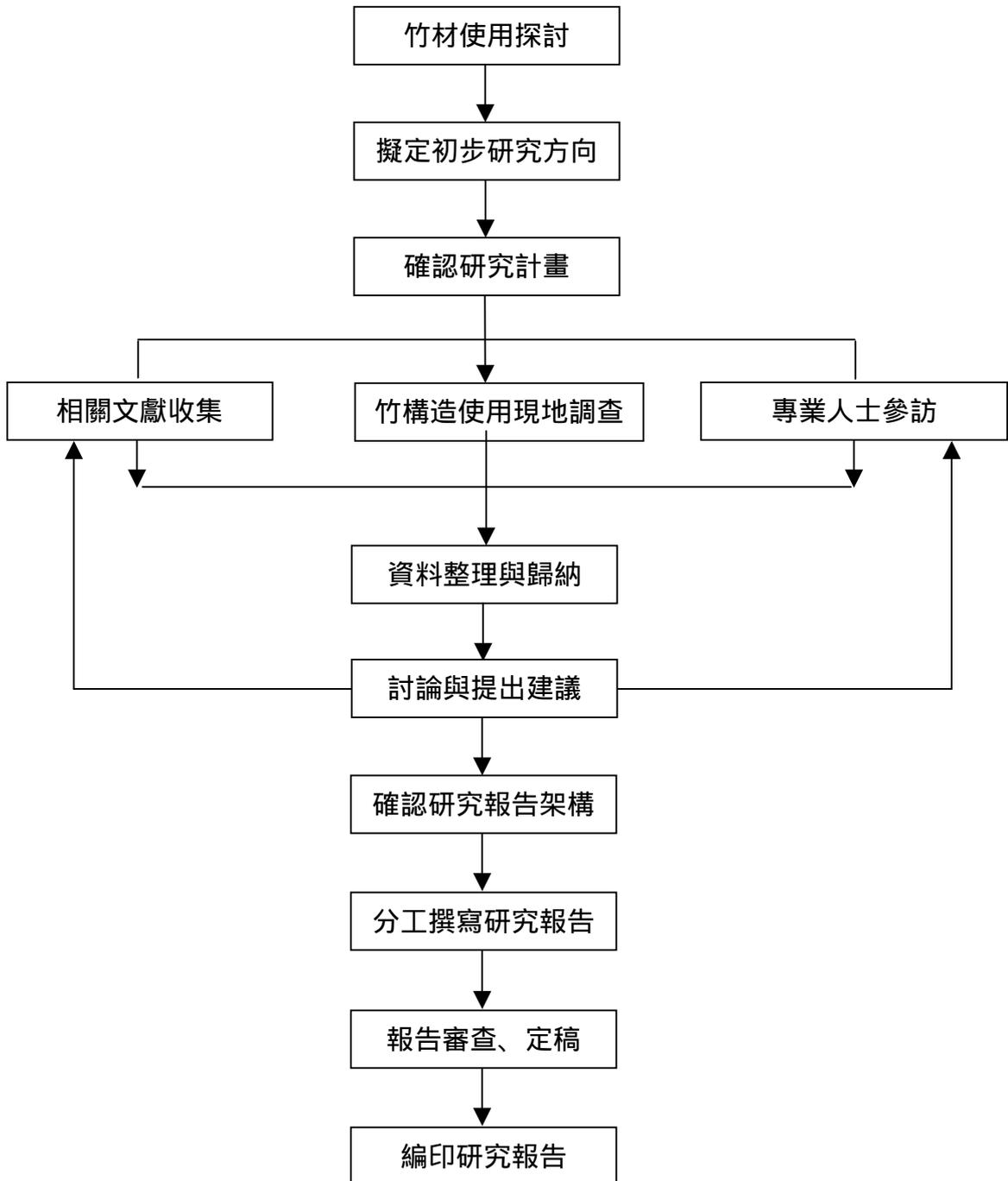
3、現地調查

本項研究法必須事前充分將各竹材產業進行資料收集與相關研究，使得調查的案例具有一定的代表性，然後再進行詳細的調查。現地調查照片之拍攝與記載工作為研究的一大重點，本項調查須將各竹製產業現況調查的照片、應用的種類模式與製程規模、現況的使用情形等資訊作一完整的調查，以利後續系統性整理與分類歸納的操作。

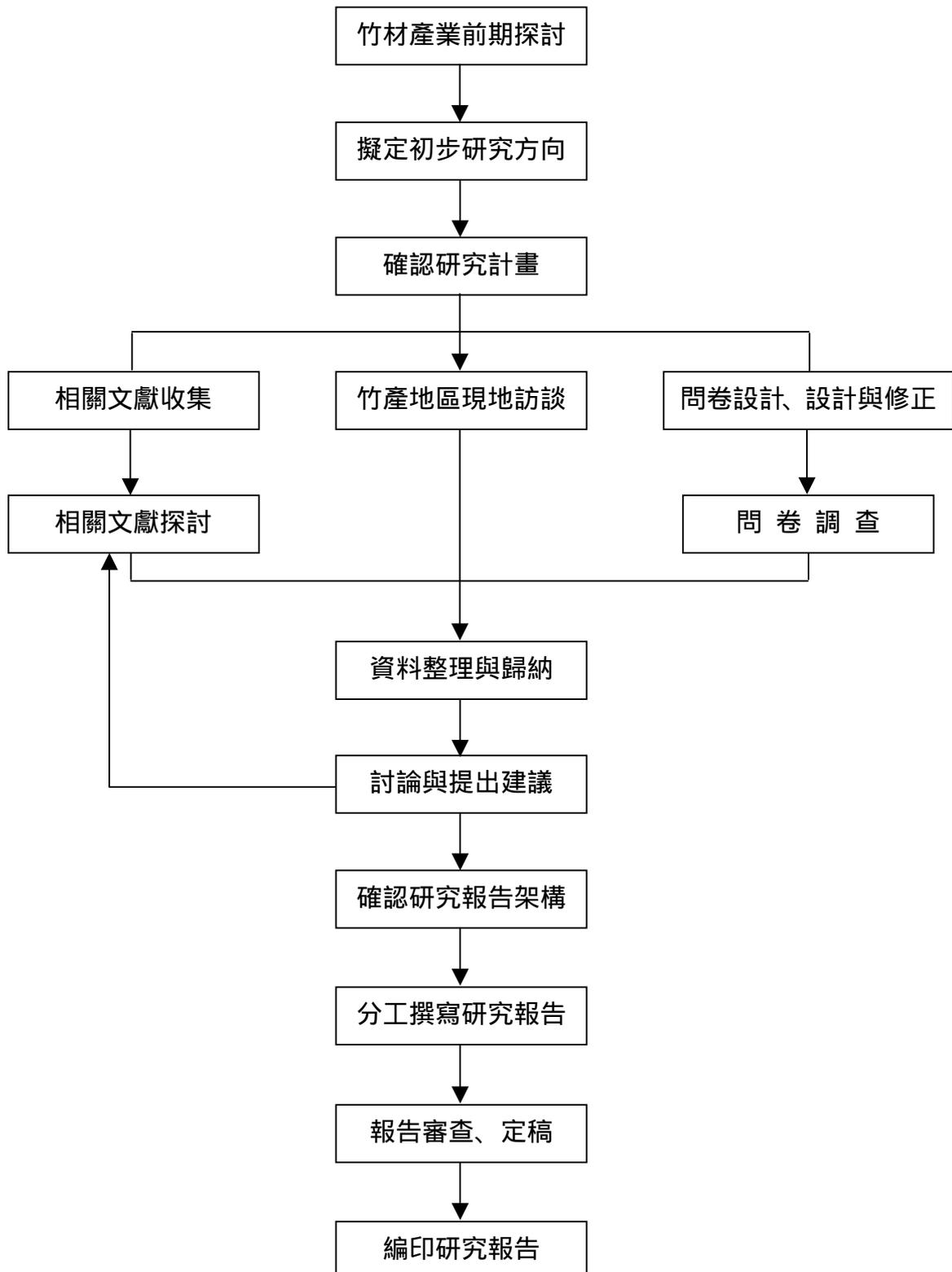
4、問卷調查法

關於現存國內外的竹材、竹藝等各類型的協會、組織或是公司，本計畫擬透過營建的相關專家學者的訪談中，整理與檢討關於竹材產業所可能涉及的諸多問題，並將檢討結果研擬問卷，然後針對國內外相關的協會、組織、公司單元、地方營建所屬承辦人員或中央營建類型的官員、建築土木的相關專家學者等進行問卷調查。然後根據問卷調查的結果分析竹材產業的種種課題與契機。

(二) 研究流程-子計劃一



(三) 研究流程-子計劃二



ABSTRACT

Keywords : Bamboo , Bamboo industry , Bamboo-made products or goods

In the construction process, builders overusing the limited resources cause environmental and ecological problems in Taiwan. The only solution for the crisis is to utilize renewable materials to reduce the environmental and ecological impacts. Due to the development of construction methods and related technologies, a considerable portion of construction materials were to rely on import because of deficiency in Taiwan. Thus, the local construction material-bamboo that used to be the most popular and abundant construction material-can't be used widely, which causes crisis for developments and existence of many traditional industries.

This research was to draw on a non-intensify, low-duration and non-technology point of view, exploring the reverse role on a traditional construction concept. This study also investigated the applications of bamboo and market mechanism in the domestic construction market, attempting to analyze the development of bamboo market, then to find out the value of bamboo industry and lead transformation direction in the twentieth century in Taiwan.

The research project, named “ Promotion of the Bamboo Architectures and Implement of the Bamboo Technology,” was divided into two parts: “Analyzing Case Studies of the Bamboo-Made Architecture” and “ The Investigation of Bamboo Applications in the Construction Market.” The result of the projects would be able to provide valuable data for a further research in the future. This research investigated and managed related studies and references of bamboo-made architecture, which further discovered the crisis and the development of the bamboo industry so as to improve the bamboo market and to be referred for future bamboo studies.

子計畫一：竹構造建築案例彙編

目 錄

第一章 國內外竹構造建築案例探索.....	I -1-1
第一節 台灣地區竹構造案例	I -1-2
第二節 國外地區竹構造案例	I -1-4
第二章 竹構造建築案例介紹	I -2-1
第一節 竹屋	I -2-2
第二節 竹亭	I -2-17
第三節 竹橋	I -2-28
第四節 牆面	I -2-40
第五節 圍籬、矮牆與欄杆	I -2-46
第六節 鋪面	I -2-53
第七節 其他構造物	I -2-58
第八節 竹構造建築案例設計原則分析	I -2-64
第三章 竹構造物構法整理	I -3-1
第一節 竹構造物的結構系統	I -3-1
第二節 竹構造物構法	I -3-10
第三節 竹構造物的接頭	I -3-19
第四節 竹材施工通則	I -3-30
第四章 竹材特性與防腐防蟲處理概述	I -4-1
第一節 竹構造材料之一般特性	I -4-1
第二節 竹材防腐與防蟲處理	I -4-3
第五章 竹構造物試作紀錄.....	I -5-1
第一節 相關工程作業內容說明	I -5-1
第二節 竹筒鋪面試作紀錄	I -5-5
第三節 竹停車棚構造物試作紀錄	I -5-17

第四節 竹涼亭構造物試作紀錄	I -5-22
第五節 竹橋構造物試作紀錄	I -5-28
第六節 竹材邊坡攔砂構造物試作紀錄	I -5-34
第六章 結論與建議	I -6-1

表 目 錄

表 1-1-1	參訪行程表	I-1-3
表 2-1-1	竹構造建築案例概況表	I-2-1
表 5-1-1	竹構造物設置地點總表	I-5-1
表 5-1-2	竹構造物作業內容說明	I-5-3
表 5-2-1	竹筒鋪面試作內容.....	I-5-8

圖 目 錄

圖 1-1-1	台灣地區竹構造物分布圖	I-1-2
圖 1-2-1	全球竹類分佈概況圖	I-1-4
圖 2-1-1	泰雅族家屋外觀	I-2-3
圖 2-1-2	牆面與柱樑結構分離	I-2-3
圖 2-1-3	半剖竹管搭接屋面	I-2-3
圖 2-1-4	賽夏族竹屋外觀	I-2-3
圖 2-1-5	屋頂防水設計	I-2-3
圖 2-1-6	以竹管接合	I-2-3
圖 2-1-7	卑南族少年會所外觀	I-2-4
圖 2-1-8	阿美族的竹圍籬	I-2-4
圖 2-1-9	以竹為檁椽的屋頂	I-2-4
圖 2-1-10	以竹藤編成的地板	I-2-4
圖 2-1-11	竹屋外觀一	I-2-5
圖 2-1-12	竹屋外觀二	I-2-5
圖 2-1-13	竹篾編的門	I-2-5
圖 2-2-1	六角亭	I-2-18
圖 2-2-2	四角亭	I-2-18
圖 2-2-3	樓亭(四角亭)	I-2-18
圖 2-2-4	基座抬高一階	I-2-18
圖 2-2-5	使用防水構材抬高	I-2-18
圖 2-2-6	各柱腳基座抬高	I-2-18
圖 2-2-7	柱樑結構全景	I-2-19
圖 2-2-8	穿斗式桁架	I-2-19
圖 2-2-9	中柱式桁架	I-2-19
圖 2-2-10	層疊覆蓋式屋頂	I-2-20

圖 2-2-11	屋頂與梁桁架搭接	I-2-20
圖 2-2-12	屋頂通風口	I-2-20
圖 2-2-13	鐵絲綁接	I-2-20
圖 2-2-14	鐵絲與螺絲固定	I-2-20
圖 2-2-15	螺釘組件	I-2-20
圖 2-2-16	臨時性竹亭	I-2-21
圖 2-2-17	複合式竹亭空間	I-2-21
圖 2-2-18	展示性之竹棚	I-2-21
圖 2-3-1	簡易型竹橋	I-2-29
圖 2-3-2	竹橋上部結構	I-2-29
圖 2-3-3	半永久性之人行橋(過水橋)	I-2-31
圖 2-3-4	半永久性之斜拉橋	I-2-31
圖 2-3-5	溪頭大學池竹橋	I-2-31
圖 2-3-6	民間私人竹藝館造景竹橋	I-2-31
圖 2-3-7	三種拱橋原型類型	I-2-32
圖 2-3-8	懸索式與拱橋式混合搭配	I-2-32
圖 2-3-9	縱向桿件轉變由縱向鋼索懸吊	I-2-32
圖 2-3-10	橋面構造	I-2-33
圖 2-3-11	橋面與圍欄	I-2-33
圖 2-3-12	鋼索基座固定	I-2-33
圖 2-3-13	人行竹橋一	I-2-33
圖 2-3-14	人行竹橋二	I-2-33
圖 2-3-15	人行竹橋三	I-2-34
圖 2-3-16	人行竹橋四	I-2-34
圖 2-4-1	竹桿牆面	I-2-40
圖 2-4-2	半剖竹桿牆面	I-2-40
圖 2-4-3	竹篾編牆面	I-2-40

圖 2-4-4	陳金峰紀念館	I-2-41
圖 2-4-5	茅草包覆牆	I-2-41
圖 2-4-6	竹片夾茅草牆	I-2-41
圖 2-4-7	以竹編架泥牆	I-2-41
圖 2-4-8	泰雅族土牆	I-2-41
圖 2-4-9	貝加勒克牆	I-2-41
圖 2-4-10	竹、木混造為牆	I-2-41
圖 2-5-1	阿美族庭園圍籬	I-2-46
圖 2-5-2	阿美族軍事圍籬	I-2-46
圖 2-8-1	中柱式桁架(賽夏族)	I-2-65
圖 2-8-2	中柱式桁架(賽夏族)	I-2-65
圖 2-8-3	穿斗式與中柱式桁架混造(卑南族)	I-2-65
圖 2-8-4	穿斗式屋架(阿美族)	I-2-65
圖 2-8-5	穿斗式屋架(卑南族)	I-2-65
圖 2-8-6	穿斗式屋架(泰雅族)	I-2-65
圖 2-8-7	茅草屋頂簡圖	I-2-66
圖 2-8-8	茅草屋頂實體	I-2-66
圖 2-8-9	增加樑檁強度屋頂	I-2-66
圖 2-8-10	茅草頂之屋脊防水	I-2-66
圖 2-8-11	屋脊束髻層防水	I-2-66
圖 2-8-12	多層茅草屋頂	I-2-66
圖 2-8-13	複層半剖竹管屋頂	I-2-66
圖 2-8-14	屋脊增設防水屋頂	I-2-66
圖 2-8-15	複層屋脊做法	I-2-66
圖 2-8-16	檜木皮屋面防水	I-2-67
圖 2-8-17	石片屋頂	I-2-67
圖 2-8-18	以藤心線網綁	I-2-68

圖 2-8-19	竹編架泥牆	I-2-68
圖 2-8-20	竹材穿孔結合	I-2-68
圖 2-8-21	基礎做法	I-2-69
圖 2-8-22	壁面基礎	I-2-69
圖 2-8-23	壁面穿抖做法	I-2-69
圖 2-8-24	漢民族柱屋牆面建造順序	I-2-71
圖 2-8-25	休憩用途之竹亭	I-2-72
圖 2-8-26	觀光區之竹亭	I-2-72
圖 2-8-27	竹亭設置與動線配合	I-2-74
圖 2-8-28	與自然景觀融成一體	I-2-74
圖 2-8-29	竹亭形式與環境配合	I-2-75
圖 2-8-30	屋頂搭配稻草覆蓋	I-2-75
圖 2-8-31	使用性竹橋	I-2-76
圖 2-8-32	景觀性竹橋	I-2-76
圖 2-8-33	裝飾性竹橋	I-2-76
圖 2-8-34	竹編泥牆	I-2-77
圖 2-8-35	竹編泥牆細部	I-2-77
圖 2-8-36	牆面剝離	I-2-77
圖 2-8-37	牆面結構分離	I-2-77
圖 2-8-38	牆柱結繫方式	I-2-77
圖 2-8-39	屋角結合度佳	I-2-77
圖 3-1-1	桁架系統一	I-3-1
圖 3-1-2	桁架系統二	I-3-1
圖 3-1-3	斜屋頂形式屋架	I-3-2
圖 3-1-4	放射狀屋頂結構	I-3-2
圖 3-1-5	大跨度屋頂	I-3-2
圖 3-1-6	尖塔結構	I-3-2

圖 3-1-7	海帕面桁架結構	I-3-2
圖 3-1-8	曲面桁架結構	I-3-2
圖 3-1-9	拱系統結構	I-3-3
圖 3-1-10	以竹支架的帳棚系統	I-3-3
圖 3-1-11	彎曲繫樑	I-3-3
圖 3-1-12	單曲面拱結構	I-3-3
圖 3-1-13	雙曲面拱結構	I-3-3
圖 3-1-14	多曲面拱結構	I-3-3
圖 3-1-15	拱結構一	I-3-4
圖 3-1-16	拱結構二	I-3-4
圖 3-1-17	拱結構三	I-3-4
圖 3-1-18	以拉力索補強	I-3-4
圖 3-1-19	以桿件補強竹拱	I-3-4
圖 3-1-20	竹肋筋結構	I-3-4
圖 3-1-21	薄殼系統剖面示意圖	I-3-4
圖 3-1-22	竹材形成的薄殼結構	I-3-4
圖 3-1-23	尖拱結構	I-3-4
圖 3-1-24	尖拱形成的建築結構	I-3-4
圖 3-1-25	洋蔥狀尖拱結構	I-3-4
圖 3-1-26	洋蔥狀尖拱形成的結構	I-3-4
圖 3-1-27	索結構示意圖	I-3-5
圖 3-1-28	索系統結構	I-3-5
圖 3-1-29	屋簷結構系統	I-3-5
圖 3-1-30	屋簷非簷結構	I-3-5
圖 3-2-1	竹柱置於混凝土上並施加螺栓	I-3-8
圖 3-2-2	可置換式竹基腳	I-3-8
圖 3-2-3	竹材 PVC 管澆置模板	I-3-8

圖 3-2-4	獨立柱	I-3-10
圖 3-2-5	圍束竹柱	I-3-10
圖 3-2-6	三腳支撐	I-3-10
圖 3-2-7	拉力索、加勁板支撐	I-3-10
圖 3-2-8	壓竹地板	I-3-10
圖 3-2-9	竹編地板	I-3-10
圖 3-2-10	剖竹地板	I-3-10
圖 3-2-11	竹桿地板	I-3-10
圖 3-2-12	對剖竹材牆	I-3-12
圖 3-2-13	對剖竹材牆	I-3-12
圖 3-2-14	竹編架泥牆	I-3-12
圖 3-2-15	貝加勒克牆 (Bajarque wall)	I-3-12
圖 3-2-16	對剖竹材屋頂	I-3-13
圖 3-2-17	竹屋面瓦	I-3-13
圖 3-3-1	竹皮繩繫接頭	I-3-16
圖 3-3-2	藤繫接頭	I-3-16
圖 3-3-3	藤繩與鑽孔構成之接頭	I-3-16
圖 3-3-4	由繩與穿枋構成之接頭	I-3-16
圖 3-3-5	繩構成接頭	I-3-16
圖 3-3-6	以另一竹桿作為扭緊工具綁紮固定	I-3-16
圖 3-3-7	木桿頭接合	I-3-17
圖 3-3-8	以金屬螺栓與鈎釘接合	I-3-17
圖 3-3-9	以竹插梢相接	I-3-17
圖 3-3-10	金屬材料接頭	I-3-17
圖 3-3-11	鐵線接頭	I-3-17
圖 3-3-12	十字型穿枋頭	I-3-17
圖 3-3-13	T 字型穿枋接頭	I-3-17

圖 3-3-14	木材作為繫結材	I-3-18
圖 3-3-15	木材與鐵片連結	I-3-18
圖 3-3-16	金屬材料套管	I-3-18
圖 3-3-17	金屬夾緊片	I-3-18
圖 3-3-18	組合式接頭	I-3-18
圖 3-3-19	平口對接	I-3-19
圖 3-3-20	搭接	I-3-19
圖 3-3-21	平口榫接	I-3-19
圖 3-3-22	內套管接合	I-3-19
圖 3-3-23	外套管接合	I-3-19
圖 3-3-24	直接插入接合	I-3-19
圖 3-3-25	承接接合	I-3-20
圖 3-3-26	以預留竹皮接合	I-3-20
圖 3-3-27	以穿枋方式接合	I-3-20
圖 3-3-28	以繩索接合	I-3-20
圖 3-3-29	以膠合板為榫頭	I-3-20
圖 3-3-30	垂直搭接接頭做法	I-3-20
圖 3-3-31	以螺栓、側板的方式形成的接頭	I-3-21
圖 3-3-32	以插梢接合的接頭	I-3-21
圖 3-3-33	以穿枋方式接合	I-3-22
圖 3-3-34	以插梢方式結合的接頭	I-3-22
圖 5-1-1	竹構造物試作位置圖	I-5-7
圖 5-2-1~5-2-39	竹筒鋪面試作紀錄	I-5-7
圖 5-3-1~5-3-26	竹停車棚構造物試作紀錄	I-5-17
圖 5-4-1~5-4-55	竹涼亭構造物試作紀錄	I-5-22
圖 5-5-1~5-5-53	竹橋構造物試作紀錄	I-5-28
圖 5-6-1~5-5-14	竹材邊坡攔砂構造物試作紀錄	I-5-28

第一章 國內外竹構造建築案例探索

當人類享受工業化與科技發展所帶來便利、舒適等現代化生活的同時，已直接或間接影響地球環境生態的平衡，其主要原因不外乎各種人為的不當開發活動，導致目前面臨生態與能源各方面的危機；近年來，由於受到全球性地球環境保護運動的影響，各國皆已陸續展開建築環境永續發展的行動，並逐步推動與實踐「綠建築」或「永續建築」的概念與要求。然而，臺灣的營建資源並不充裕，建築材料大部分均依賴進口，因此，如何應用過去本土使用最久、能再生循環，且價美物廉的營建材料「竹」，已成為臺灣進一步推展永續環境的重要關鍵之一。

回顧建築工法與構法演進的過程後瞭解，竹材與木材都曾經是廣泛使用的建築基材，且對當時人民的日常生活、文化藝術、經濟活動與房舍構築等有著深遠的影響。目前有關竹建築的研究與應用，在國外已有相當豐碩的成果，經整理相關案例與文獻資料後發現，有關竹材平行竹纖維方向所能承受的抗拉強度超過木纖維 10 倍以上，其強度與軟鋼近似(約 15000psi)，超過混凝土；另外，竹膠合板的強度及對溫度或溼度變化的穩定性都遠優於木膠合板；由此推論，竹材構件經過適度的結構與構造設計，也適用於大跨度的空間安排。

目前竹構造建築受營建技術與材料演進趨勢等因素的影響，導致其產業面臨生存危機與發展限制；因此，本研究將以文獻回顧、整理、分析及現地調查等方式，蒐集有關國內外竹構造建築案例，並彙整其組構模式與構造行為；其目的是以非採高強度、耐久性、高科技的營建觀點，而針對以環境的永續經營與發展為思考方向，期望能將逐漸式微的竹構造建築產業，重新賦予新時代的價值與意義，並作為日後有關單位應用與參考的依據，以及提出對地球環境保護與資源永續觀念的省思。

第一節 台灣地區竹構造物之發展概況

竹材為台灣地區本土性的建築材料，其構法與工法是基於先民長期的實作經驗及智慧累積；然而，竹構造建築的構築方法與型式，能從既有的文獻資料與案例中，找到其組構方法與原則，因此，為進一步創造現代竹構造建築不可偏廢的認識。

目前本研究所調查蒐集的台灣地區竹構造案例分佈如下所示：

圖 1-1-1 台灣地區竹構造物分布圖

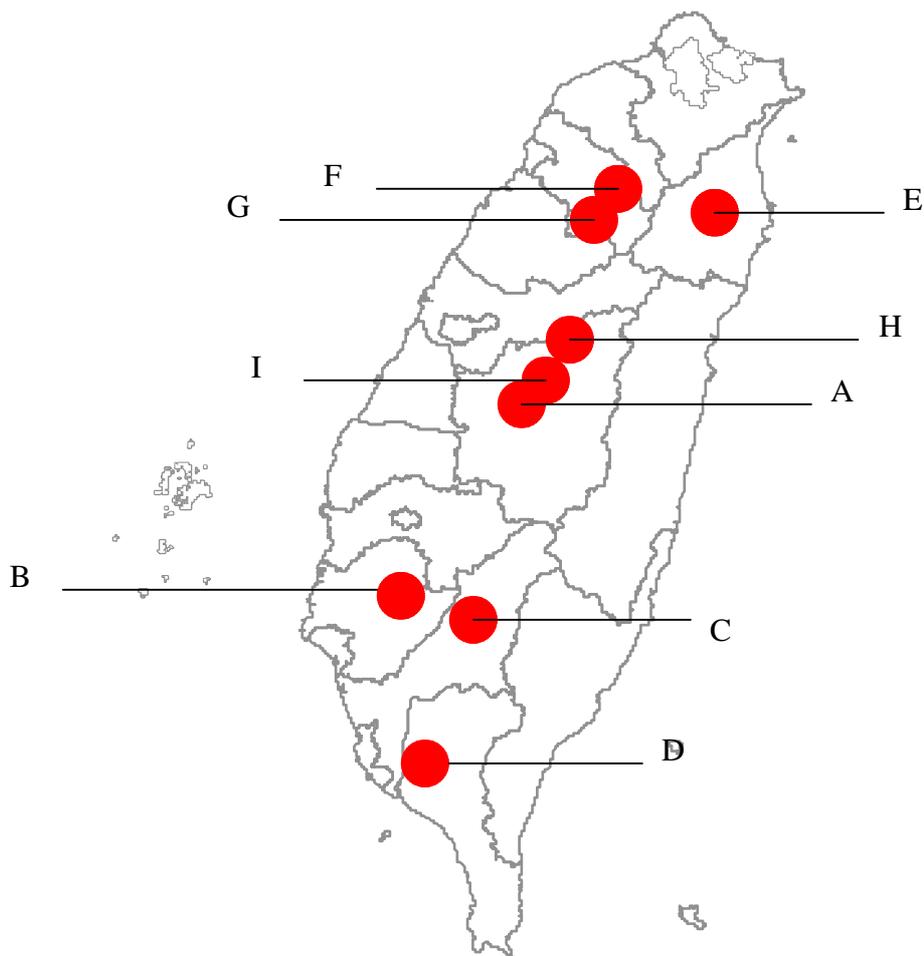


表 1-1-1 參訪行程表

代碼	參訪位置	參訪時間	詳細參訪點	備註
A	南投縣竹山鎮	92年3月14日 92年5月26日	1. 青竹文化園區 2. 竹山竹藝館 3. 延平國小 4. 溪頭森林遊樂區	
B	台南縣大內鄉	92年4月26日	頭社村平埔族公廨	
C	高雄縣	92年3月14日	扇平生態園區	
D	屏東縣瑪家鄉	92年5月2日	台灣原住民文化園區	
E	花蓮縣花蓮市	92年9月27日	慈濟竹屋	
F	桃園縣	----	中原大學	無參訪計畫
G	新竹縣尖石鄉	----	原住民秀巒部落	無參訪計畫
H	南投縣仁愛鄉	----	原住民曲冰部落	無參訪計畫
I	南投縣日月潭	----	原住民自力建屋	無參訪計畫

台灣地區竹構造建築物大多數興建於山區，分析其原因發現，這與該地區交通不便，取得平地建材不易有關；而「竹」由於生長環境與條件等因素，一般生長於山區，因此，成為當時原住民建造屋舍或其他構造物最常使用的材料。目前原住民傳統竹構造物多僅存於高海拔與進出不易的山地部落，而靠近平地的部分，由於現代材料的引進以及竹材保存不易等問題，逐漸以鋼筋混凝土或鋼骨作為建造房舍的主要材料。

近年來，隨著文化資產保存以及環境保護等議題逐漸受到青睞，包括行政院原住民委員會以及文建會等公部門，皆陸續推動竹屋興建（南投竹山水沙漣藝坊）或是協助原住民同胞自力造屋（新竹縣尖石鄉），以及原住民傳統文化園區之竹屋再造等，均投注相當心力；然而，一連串的竹建築興建計劃，均非以發展竹構造建築技術與產業為其主要目的，而是以文化保存或是宣傳民俗技藝作為主軸，並沒有考慮日後竹構造建築的發展需求。目前，國內較具代表性且對於設計與施工資料保存良好的竹構造建築案例並不多，僅有花蓮慈濟竹屋、南投縣延平國小竹亭、屏東原住民文化園區等，其相關資料將整理後於下一章內容中說明。

第二節 國外地區竹構造物之發展概況

國外竹構造建築案例的分布較廣，包括東南亞地區的島嶼、大陸、日本，南美洲國家包括哥斯大黎加、非洲與澳洲等地，這些區域多半也是「竹」產地。由於本研究無法遠赴國外從事現地調查，因此經由相關案例之文獻回顧與分析，整理其竹材類別、構造、施工與設計原則等；目前國外的竹構造建築文獻資料中，大致可區分為兩個方向：

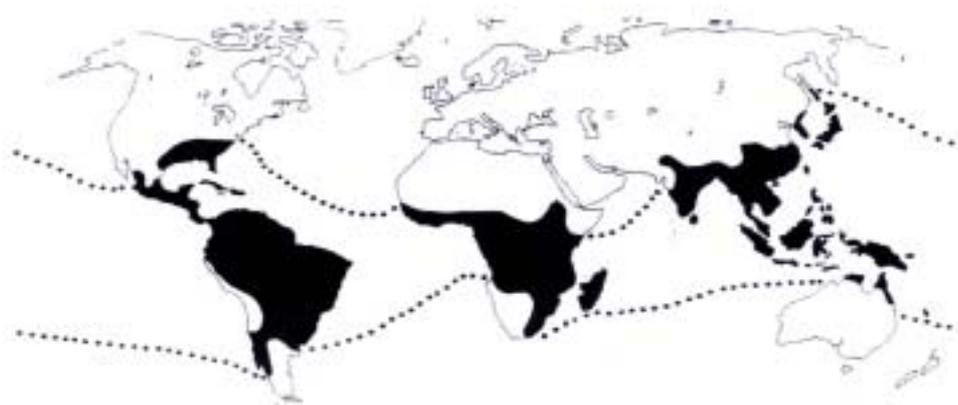
一、傳統竹構造之工法及構法

以竹材作為主要構築材料的傳統民居住屋，其構造方式多半較為原始及簡陋，在文獻中也僅提供一些構造的概念；另外，部分施工方式也針對當時的社會需求，考慮其經濟性或實用性而發展出，以較低技術手法、廉價、可供當地居民快速構築的作業方式。

二、竹構造之現代構築技術

部分國外建築師企圖採用新技術來建造較大規模的竹構造建築，這一類的建築物，是將竹材料視為一種另類的構築元件，希望能以工業化的型式來發展竹構造建築；因此，在大量製造、快速生產的概念底下，其材料的特性與組構模式，包括構件接頭、連接或連結方式、結構系統等需多作考量。另外，由於國外建築案例缺乏較為詳細的設計與施工資料，但在構造技術的基礎上，卻有較多的想法，因此，可提供作為未來建築設計者與後續研究單位之應用與探討的基礎資料。

圖 1-2-1 全球竹類分佈概況圖



第二章 竹構造建築案例介紹

本章蒐集有關竹構造建築案例的國內外文獻，及國內案例調查資料，分別歸納為竹屋、竹橋、竹亭、竹牆面、竹圍籬、竹鋪面與其他相關構造物等七種類別，彙整分析後，在以下各節內說明其發展概況、構造類別、結構系統與材料運用等情形。

表 2-1-1 竹構造建築案例概況表

類別	圖片	探討內容
竹屋		<ol style="list-style-type: none"> 1. 台灣原住民竹屋 2. 漢民族傳統竹民居 3. 現代竹屋建築
竹亭		<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹亭種類 2. 竹亭各部施作
竹橋		<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹橋種類 2. 竹橋組構方式
竹牆面		<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹牆面種類 2. 竹牆組構方式
竹圍籬		<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹圍籬種類 2. 運用位置分析
竹鋪面		<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹鋪面種類 2. 竹材選用與處理
其他相關構造物		<ol style="list-style-type: none"> 1. 其他構造物種類與特性 2. 運用位置分析

第一節 竹屋

天然材料，例如竹、木、石、泥等被人類用以造屋的歷史已十分悠久。在台灣地區目前現存的文獻以及日據時代的相關資料中，發現包括山地原住民族、平埔族、平地漢族等不同族群，均有將竹材運用於建築的紀錄，也曾交相影響彼此建築構造的技術水準，但因各族群的生活文化迥異，建築需求的形式亦不相同；以現代建築觀點說明，漢族民居相較於台灣其他族群，其建築與構造技術較為進步，且影響其他族群的構造技術也最深。

近年來，隨著環境等題材的觀念受到重視，在國外的現代建築，有關於竹材的特性，開始被實際應用於某些建築物，相關的試驗也被完成或在進行中，由於竹屋構築技術文獻的缺乏，僅能依部分學者的著作來說明。本節將分為台灣原住民族竹屋、漢民族傳統竹造民居、現代竹屋建築等3項，分別描述之。

一、竹屋發展

(一) 原住民族竹屋

臺灣原住民族的建築，在早期都是以當地盛產的石材、竹材以及木料來構築，其技術水準受到地理環境，氣候與居住地帶的材料取得等因素影響而不同，例如泰雅族、阿美族等人數較多的族群，需發展較為經濟且可供多人居住的建築類型，因此，其建築技術明顯較其他各族進步。

現代原住民的竹屋，在地形上較平坦，車行可及的區域多半是採用自立建屋的方式，以輕量型鋼或槽鐵等作為主要的結構，外側再以編織竹材作為外牆，目前以傳統工法建成的建築物，已十分少見。因此，本研究是以日據時代學者千千岩太郎之研究以及位於屏東的「臺灣原住民族文化園區」內模仿傳統工法建造的建築物等資料進行整理；依各族來區分說明如下：

1、泰雅族平地竹屋

泰雅族人之平地竹屋，為矩形兩坡屋頂型式。其樑柱使用木材，竹材則使用於築壁蓋頂。在室內的土地，牆壁下緣墊以石片，而在室外沿牆的屋椽外端，擁土墊高作為走廊藉以防水。住屋建築是以圓木架出主要的支撐結構，外牆面、屋面或隔間牆均以桂竹半剖正反搭接而成。主要特色在於其牆面與柱樑結構的分離，減少牆面與樑或柱之間接合的縫隙，讓室內空間比較方正。

圖2-1-1泰雅族屋外觀



圖2-1-2牆柱結構分離



圖2-1-3半剖竹管搭接屋面



2、賽夏族竹屋

賽夏族的傳統住屋是建於山腹坡地或小台地上，築屋材料以竹、木、藤為主。建築平面為橫式長方形，屋內是泥土地，以圓木架搭主體的柱樑結構並以竹築垣蓋頂。其外觀特色包括：屋頂是以木板或竹子做底，外側再覆以剖竹或茅草；牆壁的外側，都是將竹子豎立排列而成，牆面有較大的孔隙。

圖2-1-4賽夏族竹屋外觀



圖2-1-5 屋頂防水設計



圖2-1-6 以竹管接合



3、邵族竹屋

在邵族人居住的周遭區域通常會有許多的木材和竹，因此房舍建築的材料也都大量運用的木材和竹。房屋構造多為以索藤綁住竹子做成的橫樑、橫桿，並以菅莖編壁、茅草為屋頂，最後並抹壁。

4、卑南族竹屋

卑南族的私人住屋其漢化程度很深，傳統上是屬於茅頂竹壁長方形建築平面的房屋。屋頂為兩坡式，一棟二中樑，一邊樑。在正棟下方以中柱來支持，做為全屋中心，而樑與柱接合處則以藤皮縛結之。

圖2-1-7 卑南族少年會所外觀



5、阿美族竹屋

阿美族人大部分都是集中居住，由多數部落形成大聚落。因防衛之需要，在部落周圍以竹枝緊密排列為籬。在每一家庭的周圍種植檳榔與椰子等樹木圍成庭院。一般家庭是由住屋一棟、廚房一小間，畜舍三、四間組成。住屋平面為長方形，有橫長與縱深兩種形式，是以正門開在縱面或橫面為區別。建材是以木材、竹、藤與茅草為主。其構造是以木材為樑柱，以木板或竹片或茅管來築壁，並以茅草蓋頂，藤皮捆綁。藤條用以製床，室內大部份為挑高的藤床。屋頂為兩坡式。前簷下方有廊柱，牆短而屋頂面積甚大。

圖2-1-8阿美族的竹圍籬 圖2-1-9以竹為檁樑的屋頂 圖2-1-10以竹藤編成的地板



(二) 漢民族傳統竹民居

漢民族的竹構造技術相對於原住民族，其技術自然是比較進步。以竹為柱、為樑、為牆，上蓋以草，這種竹屋搭建方便，多為鄉下人家住宅，優點為冬暖夏涼，還有防震的功效。竹材所搭建的房屋，古人稱「竹管厝」，竹管厝的支架通常採用較為成熟的而且是在秋冬砍伐的桂竹、刺竹、孟宗竹、麻竹等原竹為材，其牆壁是以厚竹條編織成片，再以土灰糊上。過去在台灣的山區如南投縣竹山的鯉魚池、瑞竹等地，曾出現許多竹管厝，成為當地最有特色的建築景觀。

圖2-1-11竹屋外觀1



圖2-1-12竹屋外觀2



圖2-1-13竹篾編的門



建築

在現代建築中，有關於竹建築的文獻相當的少。竹在目前通常只是被用來作為一種造型或構造的元素。在竹是屬於其本國出產物的地區，竹不僅是與文化結為一體，甚至是與建築結合為一。因此，在這些出產竹的地區，建築師或許會比較有興趣於竹構造，並向我們展現這種材料在工藝技術、紋理或空間營造的美學品質。

一般而言，竹給人的意象是：它是屬於一種比較貧窮階級使用的建築材料，例如南美洲哥倫比亞，社會地位較高的階級特別偏愛混凝土。在印度，最高地位的社會階級使用時才來建築；中等階級使用木材；只有最低階級才使用竹材來構築房屋。

竹作為一種建材，由於其目前尚未標準化，也就是，無法以建築法規來確保其結構與使用者的安全。在歐洲或一些其他的國家，若想要使用竹材來建築就會面臨許多的相關的困難。雖然如此，有一些著名的建築師與工程師，已經使用了這種自然的產品來進行他們的建築試驗，例如Renzo Piano 就運用竹與輕量的金屬元件來構造建築物。

二、案例介紹分析

(一) 基本資料

案例類型：竹屋
案例名稱：竹軒
案例地點：花蓮慈濟大學
完工日期：二〇〇〇年九月
案例材料：全竹造
案例結繫方式：竹釘、竹籐
使用情形：經常使用
目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹軒屋外一景



圖 2 主要結構



圖 3 主要入口門廊



圖 4 建物四周迴廊

(二) 建物描述

1. 建築基地約有八百坪，建築面積約一百九十坪，建材完全取自大自然的竹子和石頭。光是竹子就用了八萬多公斤，包括：大刺竹七百支、孟宗竹一千三百七十支、桂竹七千八百支、大四方竹九十八支……沒有任何雕刻和彩繪；整棟建築沒有一根鐵釘，而是用了將近五萬多支完全由志工純手工削製而成的竹釘構建。



圖 5 榫接與竹籐編織固定

2. 竹軒的迴廊共用了九十八支四方竹，這也是一種突破，因為四方竹沒有人拿來當建材、當柱子用。四方竹的培育相當不容易。據當天訪察遇到的師姐說，在孟宗竹出土的時候，竹農憑經驗選擇堅固的，將模具套上去。接著，在連續七、八個雨天裡，每天加有機肥，為它催生，最快一個晚上可以長高一百二十四公分。而且下了七、八天的雨後，還要兩個陰天，或是下小雨，才會成功；天氣如果馬上出太陽，有機肥會發酵、發熱，竹子就會爛掉。因此，培育四方竹成功的機率約只有百分之二十五。且每根竹子要從細竹成長至堪用品，至少都要四、五年以上



圖 6 四方竹細部大樣

3. 建築主體呈現台灣本土色彩，並融合大陸江南文化，用正身兩側護龍的方式，以迴廊把三座竹屋結成一體；環繞竹軒主體建築的有拱橋、湧泉、小溪、蓮花池等。



圖 7 竹軒後院園林景觀

(一) 基本資料

案例類型：竹屋

案例名稱：賽夏族竹屋

案例地點：屏東縣原住民文化園區

完工日期：不詳

案例材料：木、竹混造

案例結繫方式：藤皮與鐵絲繫接

使用情形：為仿造先民工法之竹屋

目前使用狀況：觀光用途



圖 1 竹屋尺寸：為一賽夏族傳統三代同堂之建築。竹屋高度 250CM



圖 2 建築施工圖及尺寸



④ 左向立視圖 1/20



③ 右向立視圖 1/20



圖 3 屋脊防水構法



圖 4 休憩空間架高設計

(二) 建物描述

1. 本建築物為仿造傳統的原住民族住宅工法再現。主要的柱樑系統是以木材為材料，屋頂、屋脊、牆面、門窗等為竹材建造。
2. 主要結構系統部份，以較粗的實木深埋進土中，牆面與主要柱樑脫離，僅使用藤線或鐵絲纏綁固定。
3. 屋頂結構是以半剖竹稈橫向搭接在木樑上。屋脊部分使用兩根完整的全竹夾住中間的凹面以蓋住屋脊的半剖竹材；最後在頂部的橫向排列竹片以達到雙層防水的作用。
4. 繫結採用藤皮或是鐵絲連接方法，無榫接等工藝技術。
5. 牆面竹材，使用竹徑較小的整跟竹子並排並深埋入土中，橫向再使用三根竹子來固定。
6. 竹材在事先並未特別處理，使用年限大約 3~5 年。



圖 5 牆面與主結構分離



圖 6 屋頂搭建型式與防水構法

(一) 基本資料

案例類型：竹屋

案例名稱：卑南族---女巫之家

案例地點：屏東縣原住民文化園區

完工日期：不詳

案例材料：泥土、竹桿及竹片混造

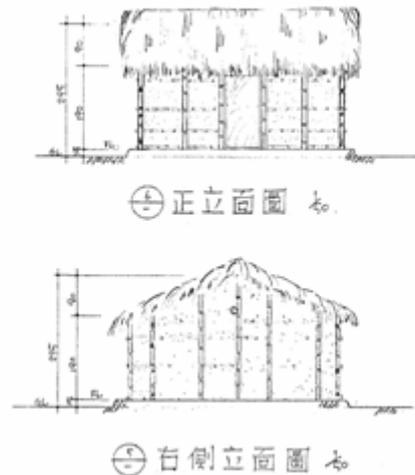
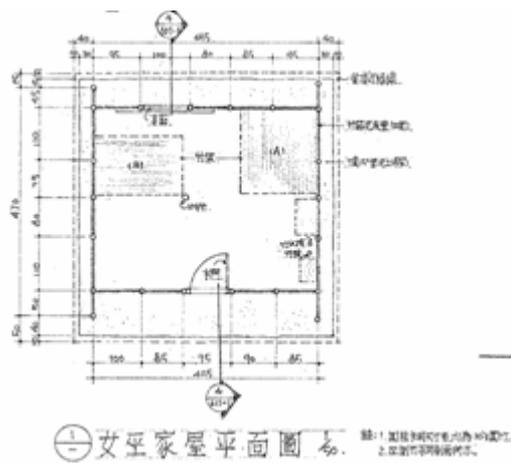
案例結繫方式：鐵絲繫接、竹片編織

使用情形：為仿造先民工法之竹屋

目前使用狀況：觀光用途



圖 1 傳統卑南族女巫住所，建築物朝東邊神位則設置在東北方牆角；每一位女巫均有一私人住所。



(二) 建物描述

1. 本建築物為仿造傳統原住民之工法再現，主要柱樑仍為木柱樑；牆面與屋頂則是由泥土鋪蓋在竹片編織的牆上；屋頂則配合了茅草覆蓋。
2. 主要結構系統部份，以較粗的實木在四個角做為主要支撐，牆面則由細長竹片交互編織而成，外面再覆蓋上一層泥土填實。
3. 屋頂結構共有三層，先以「井」字型竹桿排列搭建，再者，在每層之間則覆蓋上茅草以防水。
4. 結繫方式大多以鐵絲固接方式接繫，但有部分側向結構支撐處則以簡易的榫接來支撐固定。
5. 牆面竹材，除了幾個由較大整根竹子的結構支撐外，則全由細長竹片交互編織而成牆面；外層再由泥土填實鋪覆。
6. 本建築之竹材在屋樑部分有使用防腐塗料，其餘部分則較無特殊處理，現況方面，少部分牆面以及榫接處有泥土剝落和腐壞。



圖 5 屋頂竹桿搭接與茅草覆蓋



圖 6 簡易榫接



圖 7 部分牆面剝落損壞

(一) 基本資料

案例類型：竹屋

案例名稱：泰雅族住家

案例地點：屏東縣原住民文化園區

完工日期：不詳

案例材料：木、竹混造

案例構造方式：扶壁支撐

案例結繫方式：藤皮與鐵絲繫接

使用情形：為仿造先民工法之竹屋

目前使用狀況：觀光用途



圖 1 竹屋現況：四周圍有木頭以扶壁型式支撐。屋子的規模不大(約 4 x 4 平方米)

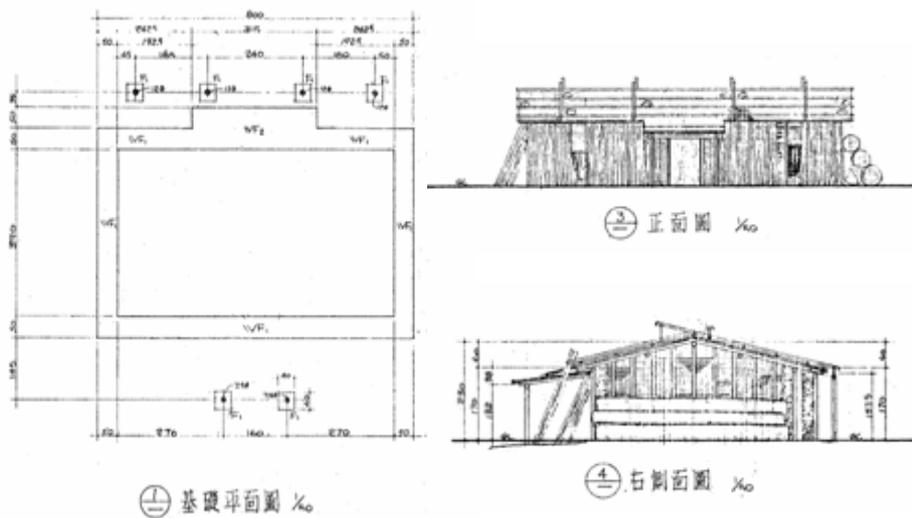


圖 2 建築施工圖及尺寸



圖 3 屋內一隅



圖 4 出簷廊道以及斜撐木柱

(二) 建物描述

1. 本建築物為仿造傳統原住民之工法再現，主要柱樑系統架構由木頭支撐，牆面再以竹子並排橫列建起；最後再以木柱斜撐。
2. 主要結構部份，在四個牆面中心分別以四方實心木柱做為主架構，再在其上搭建「人」字型交錯屋樑結構；最後在外牆部份在以木柱斜撐扶壁支撐。
3. 屋頂結構部份，在其主要「人」字型屋樑系統上，再以竹桿「井」字型交錯排列編織，最後在於其上覆上茅草。
4. 結繫方式均以藤皮或是鐵絲綁接，無榫接等工藝技術。
5. 牆面竹材，使用竹徑相同(約 8cm)的竹子並排深埋入土中，橫向在以三根竹桿上中下綁接固定。
6. 本建築之竹材事先有使用了防腐塗料，以增加其使用週期。



圖 5 屋頂搭建細部



圖 6 頂部結構與斜撐

(一) 基本資料

案例類型：竹屋
案例名稱：由布院美術館
案例地點：日本
完工日期：1991年7月
案例材料：RC、木造、竹造
案例結繫方式：竹造部分繩綁接
使用情形：公共用途(經常使用)
目前使用狀況：維護良好



圖 1 美術館全景

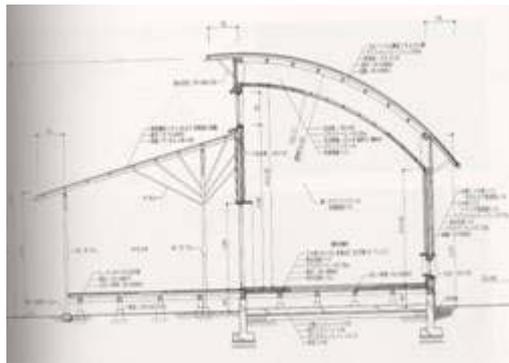
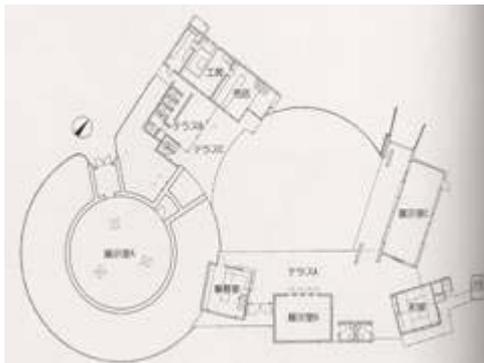


圖 2 全區配置與剖面施工圖



圖 3 美術館主要構材以木材為主



圖 4 竹造棚架

(二) 建物描述

1. 本建築主要為木構造，在半戶外的廊道空間上則有使用了竹材的棚架搭建；整個木竹搭配的感覺是融合成一體。
2. 竹棚架搭建上，延續斜屋頂的順勢以兩組同一模具的竹桿為基礎，單一竹桿作為支點樹枝狀綁接支撐上方延續斜屋頂而下的竹框架；最後在於頂蓋部分覆上帷幕膜。

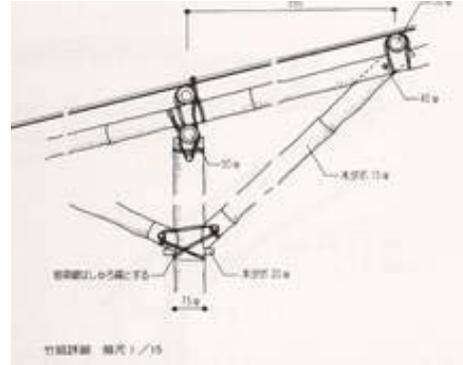


圖 5 竹框架繩綁接細部



圖 6 廊道竹造棚架全景

第二節 竹亭

「亭」是一種園林建築藝術形式，不僅歷史悠久，而且已形成其本身的獨特建築風格和多彩多姿的建築表現形式。「亭」，源於現實生活中，像是田間耕作的間歇或避雨休息棚、水車棚、井亭以及在村野路途中為了旅人小憩、待渡或避雨而設的路亭或渡亭，都是園亭創作的原型。

在今日，無論是風景區的公共設施或者是在公園、校園內的規劃設計，涼亭仍具有相當重要的角色。使用竹材作為涼亭的設計，主要是主結構如何與頂部搭接的問題；主結構部份應該選用竹徑較粗的竹材，如孟宗竹或麻竹，或以數根捆接作為支撐柱。涼亭的屋頂，一方面具有承重的功能，另一方面又要求在其設計形式上有較多樣的自由；因此宜選用竹徑較細的竹材，如桂竹或綠竹，並混合稻草或稻稈搭作成；一可以減輕主結構的承重，也能夠增加屋頂形式的造型靈活度。

一、竹亭種類

國內現有的竹亭，除了極少數利用新的竹膠合板材料施工；大多數還是依據傳統的構法與材料來建造。至於國外的竹亭，形式上較為自由，構法或結構也比較無限制。由於竹亭歷史演變的相關文獻非常少，本節僅從國內外現有的竹亭來探討。

（一）國內竹亭

「亭」在中國已有相當悠久的歷史，一般來說，其目的是提供使用者休憩停留、觀景的場所，並溶入周圍的環境，成為景觀的一部分。使用竹來建造「亭」的相關文獻幾乎沒有，國內現有的竹亭其構法也是以比較類似於仿傳統木構造的法則來建造；依亭的不同形狀可分為八角亭、六角亭、四角亭、圓亭、扇亭等；若依使用種類來分則有供短暫休憩用的涼亭、橋邊觀景的橋亭、大規模聚會或休憩用的樓亭等，如下圖所示。

圖 2-2-1 六角亭



圖 2-2-2 四角亭



圖 2-2-3 樓亭(四角亭)



竹亭各部位說明：

1、基礎

若以竹作為涼亭的建材，整體而言雖然建築物的總重量減輕了，但相對於基礎的穩固程度就更顯得重要。竹亭通常是位於公園、學校、綠地等戶外開放空間，是景觀造景的主要元素之一。因此溼度與竹材本身的防腐是竹亭設置時最須注意的事項。通常是以整地抬高或者是以水泥鋪漿來抬高一階作為柱樑系統的底座。也有在每支單一柱腳下端使用防水性建材固定或抬高 等。

圖 2-2-4 基座抬高一階



圖 2-2-5 防水構材



圖 2-2-6 各柱腳基座抬高



2、柱樑：

尺度規模較小的竹亭其柱樑主要柱腳大多選用竹徑較粗的單一竹材，例如孟宗竹，來作為基柱。尺度規模較大者，則用數根較小竹徑之竹材繫接固定來作為基柱。上部的樑結構，多半以中柱式桁架結構或穿斗式桁架結構為主。原則上，竹亭由於本身的總重量輕，在結構計算上大多採用較為簡易的方法。

圖 2-2-7 柱樑結構全景



圖 2-2-8 穿斗式桁架



圖 2-2-9 中柱式桁架



3、屋頂：

大致上分為兩種形式：

- (1) 以細竹桿作為屋頂框架，再於其上鋪蓋茅草、竹片、檜木皮 等。
- (2) 以竹板或木板材兩面各自排列統一裁切模具的竹子，再鋪蓋於屋樑桁架上固定。

前者在施工與材料上較為省時省力，但整體美觀以及接縫防水方面則較不及後者；後者雖然整體性較為一致，不過須注意全竹造屋頂對於柱樑的承重力負擔問題。

圖 2-2-10 層疊覆蓋式屋頂



圖 2-2-11 屋頂與梁桁架搭接



圖 2-2-12 屋頂通風口



4、繫結方式：

在早期的原住民竹屋中，無論是柱樑的接繫或者是各部材的固定，其繫結方式多以藤心線網綁為主。在國內現有竹亭方面，其繫結方式大多是以鐵絲綁接，或者是更進一步地使用螺釘、鋼板等組件來固定。

圖 2-2-13 鐵絲綁接



圖 2-2-14 鐵絲與螺絲固定



圖 2-2-15 螺釘組件



2. 國外涼亭

國外對於竹材與竹構造建築的應用較為廣泛，近年來大多是在歐洲或者是在中南美洲產竹的國家。國外竹亭的形式與構法與國內竹亭不同；在國外，竹通常是被當作臨時性或者裝飾性材料來使用，而且在建築應用時多半會與其他的建材一起聯合運用。我們所稱的「亭」或「涼亭」類似於國外的「棚」，其結構或形式並不像國內被侷限於「亭」的傳統形式。若被當作臨時性或過渡性空間元素來使用時，在結構上，國外的做法是極為簡易的，相對的形式上也就多樣多元。當它被當作一件展示品或者說是藝術創作時，更能搭配上先進的構造工法或材料以展現出另外一種層次或意境的竹亭。

圖 2-2-16 臨時性竹亭



圖 2-2-17 複合式竹亭空間



圖 2-2-18 展示性之竹棚



二、案例介紹分析

一、基本資料

案例類型：竹亭
案例名稱：竹音亭
案例地點：南投縣延平國小
完工日期：不詳
案例材料：竹合板、純竹混造
案例結繫方式：鋼板鐵釘固接
使用情形：經常使用
目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹亭現況：由於使用者大多為國小孩童，因此整體比例而言尺度規模較小。(照片中人身高約 180CM)

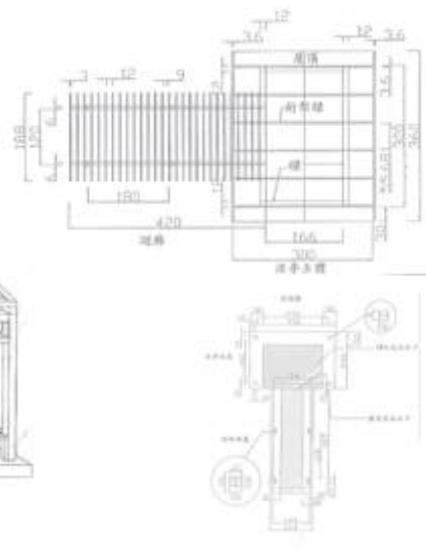
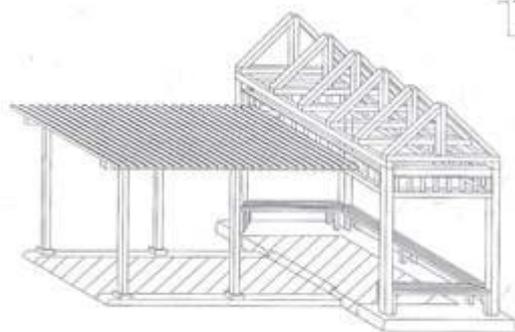


圖 2 建築施工圖及尺寸



圖 3 竹亭通道



圖 4 竹亭內部桁架構造

二、建物描述

1. 本竹亭為校園景觀特色建築，由於使用者大多為國小孩童，整體尺度與規模上都不大；其主要特色為：使用了竹合板搭配純竹搭建。
2. 結構系統上，一方面配合整體校園景觀溝道的因素，利用了竹板通道串接竹亭；另一方面竹亭本身則抬高基座來穩固。主亭結構上則以四個角使用竹合板鑄柱為基柱，頂部結構則使用簡單的桁架來撐起。
3. 屋頂結構上，先將兩塊竹板內側以短軸方向並排裁切好的竹子固定後；外側以長軸方向相同施工法固定之後，再將兩片屋頂鋪蓋到屋頂桁架上，以鋼板及釘材加以牢固。頂方接縫部分再用一根全竹封住。
4. 結繫方式均以金屬板材及鎖釘構件固定，無榫接等傳統工藝技術。
5. 本案例看到了竹材的新使用法，本竹亭所有之柱樑板材均是一片片竹子加以壓縮密合而成；在載重與支承上並不輸木構建材。



圖 5 屋頂結構系統



圖 6 屋頂鋪蓋細部



圖 7 竹合板材細部大樣

一、基本資料

案例類型：竹亭

案例名稱：滌心亭

案例地點：南投縣延平國小

完工日期：不詳

案例材料：全竹造

案例結繫方式：鐵絲繫接、螺絲固接

使用情形：經常使用

目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹亭現況：搭建於才藝教室旁的半戶外走廊上；為師生休憩聊天之用。(尺度上為一般成人使用標準)



圖 2 建材使用及植栽配置圖



圖 3 太子樓結構細部



圖 4 主體結構與屋頂搭接

二、建物描述

1. 本竹亭為該校竹藝教室旁的附屬設施空間，除了主亭之外，也做了入口景觀意向設計；為一全竹造之建物。



圖 5 細部結構大樣

2. 結構系統上，主亭結構則以四個角點使用竹徑較粗的孟宗竹為基柱，配合類似穿斗式結構的方式來搭建。由於跨距不大，加上竹材本身重量較輕的因素，整體結構還算穩定。

3. 屋頂結構方面，則以孟宗竹剖片雙層結構交互疊合在直向穿斗竹材上搭建而成；頂部中間則露空設計了太子樓結構，作為空氣流通以及防雨水之用。



圖 6 屋頂結構支撐大樣

4. 結繫方式則以全亞螺絲結構固接固定，主要重點結構支撐之處則加以鐵絲繫接第二層固牢；並無榫接等傳統工藝技術。

5. 本案例除了竹亭本身之外，亦加以使用了竹子來作為亭外空間之造景意象設計；整體景觀視覺上給人有別以望的感覺，但整體防雨及竹材防腐上仍顯不足。



圖 7 亭外景觀造景

一、基本資料

案例類型：竹亭

案例名稱：無

案例地點：國立高雄大學

完工日期：不詳

案例材料：全竹造

案例結繫方式：竹材榫接、螺栓固接

使用情形：經常使用

目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹亭外觀全景

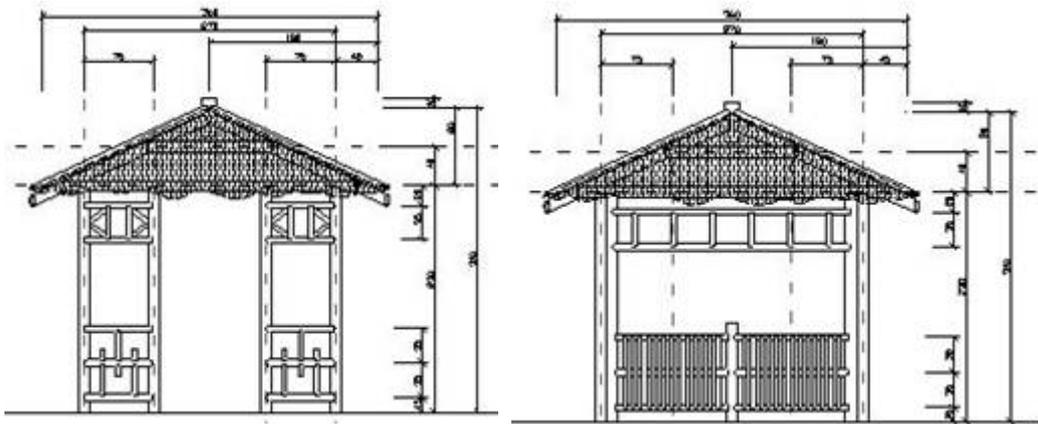


圖 2 正向立面與側向立面圖



圖 3 竹亭內部屋頂構架



圖 4 竹椅與主要基柱稜件

二、建物描述

1. 設計概念以四角錐形（以木構造形式稱為方攢尖）屋頂為主，四週配置角柱作為整個構造體的主要結構桿件。
2. 本案例設計，由於考量到涼亭構造物本身量體龐大，不方便載運之因素，因此在設計初期階段便朝向以單元式工法的概念設計。



圖 5 設計概念圖

3. 單元構件分為竹構造物之左右牆體組件附竹椅等兩組單元、前後出入口之兩旁牆體組件、基礎連接組件、屋頂構架組件及屋面材組件等。
4. 在施工程序方面，分為在工廠製作各部構建及骨架組立；以及在高雄大學基地現場基礎開挖、各部已組立部分之組裝、與最後的基礎灌漿。



圖 6 屋架與牆面接合部



圖 7 牆面構件設計



圖 8 涼亭外圍

第三節 竹橋

橋的形式與發展已有許許多多不同類型與歷史了，如樑橋、拱橋、鋼架橋、斜張橋等等。就類性上來說，則有大至跨海大橋、城市公路橋樑小至公園校園內的景觀橋、庭園中的小橋造景都有。一般來說，橋的功能除了主要聯繫兩地點之間的往來之外，在景觀上更有著視覺上的焦點功用。在本節所討論的竹橋部分，由於材料上先天的限制，其並非針對於大尺度的公共工程來建造；而是以突顯本身材料特色、增加視覺景觀美化來進行設計規劃。由於橋的設置通常與水的因素密切相關，因此在使用竹材搭建橋的過程中，如何在水的因素下穩固基礎結構乃是一重要因素。本章節先就橋的組成與各部結構之作用說明，並將目前國內外現有文獻資料之竹橋案例作分類說明。

一、竹橋種類

(一)橋的組成部分與各部分的作用

最早一根木桿(竹桿)架在兩岸就構成了一座最簡單的單孔獨木橋。其所承受的重力(垂直的)或外力(垂直的或水平的)，叫做荷載重。木桿作為樑，起承受重力的作用，在橋樑上的學名就叫做承重結構。

如果木桿的長度小於兩岸的距離，則可在兩岸之間設立一至數個木的或磚、石砌築的支承物，然後在支承物與支承物之間及支承物與河岸之間架設由若干根木樑組成的承重結構，於是便形成了多孔橋。為了防止河岸在承重結構的壓力作用下崩塌，則可緊貼河岸用石塊或木排樁做成擋牆，將承重結構支承在擋牆上。又為了便於通行，可在並排的木樑上鋪上小圓木或木板(竹板)，做成橋面。此時橋面與承重結構統稱橋的上部結構。兩岸之間的支承物稱作橋墩；岸邊的支承物兼擋牆稱作橋台。橋墩與橋台統稱為橋的下部結構。上部結構是跨越部分，又稱跨越結構或橋跨結構；下部結構是支承部分，又稱支承結構。

(二)上部結構

近代橋樑由於所承受的載重和跨度都比較大，結構就比上面說的要複雜一點。拿上部結構來說，如果承重結構是樑，就叫做主樑，可以用鋼（鋼板樑、鋼箱樑、鋼接樑）、鋼筋混凝土（跨度不大時）或預應力混凝土做成。承重結構如果是拱，就叫做主拱（多於一片拱時拱肋）；如果是懸索，就叫做主索或大纜。

橋面設在承重結構上方的叫做上承式橋；橋面設在承重結構下方的叫做下承式橋（在兩片（或數片）主樑之間用縱向的及橫向的桿件，將兩片很薄的主樑聯成一個協性較大的空間結構，以抵抗橫向的及縱向的力（風力、車輛搖擺力、線路在曲線上時的離心力等）。這些聯結桿件形成一個聯結系統。於是上部結構便擴充為四個部分，即：1. 橋面 2. 橋道結構 3. 承重結構及 4. 聯結系統。

圖 2-3-1 簡易型竹橋



圖 2-3-2 竹橋上部結構



(三)下部結構

荷載重是通過上部結構的承重結構傳遞至下部結構的墩台頂面。為了使上部結構與下部結構的受力明確（在支點處力的作用位置明確），以便進行精確的力學計算，同時為了上部結構與下部結構之間的連接可靠，必須在上、下部結構之間有一個保證力的作用位置明確並且連接牢固的支點構造，這個支點構造就叫做支座。對於樑式橋來說，由於荷載和溫度的作用，樑都會發生變形。這種變形在支座處有兩種：一種是樑彎曲時的轉動變形；一種是樑伸縮時的移動變形。既允許樑作伸縮變形又允許樑作轉動變形的支座叫活動支座；只允許樑作轉動變形而不能作

伸縮變形的支座叫固定支座。每根樑只能有一個固定支座，其餘的均為活動支座。

橋墩與橋台一般用磚、石砌築或混凝土灌築而成，在旱地上有時可用鋼做成。承受墩台底部壓力的土壤或岩石叫做地基。如果地基具有設計需要的足夠的承載力，那麼就可將墩台身的底面根據地基承載力的大小和墩台穩定的需要適當擴大，直接支承在距地面深度不大的地基上。這個擴大了的部分就叫做擴大基礎或淺基礎。如果地基淺層的承載力不足以承受墩台身傳下的壓力，則要將基礎下降到一定的深度，直到滿足承載力的需要為止。下降的方法一類叫沉井，一類叫沉樁。沉井與沉樁統稱深基礎。深基礎與淺基礎在受力方面的不同之處在於：淺基礎只靠基礎底部面積傳遞壓力；深基礎則除了依靠沉井或樁尖的底部面積將壓力傳遞給地基以外，還依靠井壁和極壁與土層間的磨阻力，將一部分荷載傳至地基。所以深基礎的承載能力要比淺基礎為大。

(四)橋的分類

按使用性分為：公路橋、公鐵兩用橋、人行橋、機耕橋、過水橋等。

按跨距大小和多跨距總長分為：小橋、中橋、大橋、特大橋等。

按行車道位置分為：上承式橋、中承式橋、下承式橋等。

按承重構件受力情況可分為：樑橋、板橋、拱橋、鋼結構橋、吊橋、組合體系橋（斜拉橋、懸索橋）等。

按使用年限可分為：永久性橋、半永久性橋、臨時橋。

按材料類型分為：木橋、竹橋、預應力橋、鋼筋橋等。

而本計畫案所研究之竹橋，一般多屬於上述的人行橋、過水橋；中小型橋；上承式橋；樑橋、板橋、拱橋、懸索橋；半永久性橋、臨時橋等。

圖 2-3-3 半永久性之人行橋(過水橋)



圖 2-3-4 半永久性之斜拉橋



(五)國內外現有文獻竹橋案例探討

目前國內外竹橋的相關文獻資料大多僅有圖片或照片的記載，竹橋的演變形式以及演變過程方面的文字紀錄則較為缺乏；因此以下國內案例部分則由訪查量測的記錄過程來探討；國外案例部分僅就現有搜集的圖片紀錄以及少數相關文字刊載來做分析。

1、國內竹橋

目前國內築建築構造物大多集中在南投縣竹山鎮，由於竹材乃當地盛產之材料，相關的竹構造物，如：竹屋、竹亭、竹橋、竹棚架等，較國內其他地區來的多，最著名的莫過於溪頭大學池的竹橋，其無論在尺度或者結構技術運用上都較為成熟多樣，至於其他零星竹橋的散佈點，則多位於私人經營的竹藝館或者山區居民自行簡陋搭建式的竹橋。

圖 2-3-5 溪頭大學池竹橋



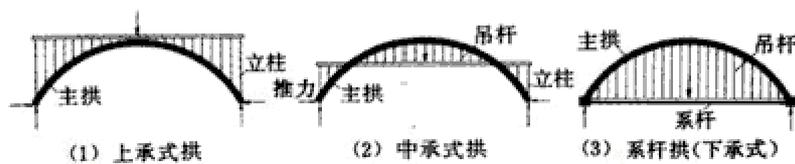
圖 2-3-6 民間私人竹藝館造景竹橋



就溪頭大學池竹橋來探討：

基本上溪頭大學池的竹橋是屬於懸索橋與拱橋變形的綜合體，一般來說拱橋式橋在縱向荷載作用下，作為承重結構的拱肋承受主要壓力。拱橋的支座則不但要承受垂直方向的力，還要承受水平方向的力。因此拱橋對基礎與地基的要求比樑橋要高。下圖分別表示上承式拱橋（橋面在拱肋的上方）、中承式拱橋（橋面一部分在拱肋上方，一部分在拱肋下方）與下承式拱橋（橋面在拱肋下方）。而溪頭大學池的竹橋乃屬於供人行走用的拱橋，可以把橋面直接鋪在拱肋上。而通行現代交通工具的拱橋，橋面必須保持一定的平直度，不能直接鋪在曲線形的拱肋上，因此要通過立柱或吊杆將橋面間接支承在拱肋上。

圖 2-3-7 三種拱橋原型類型

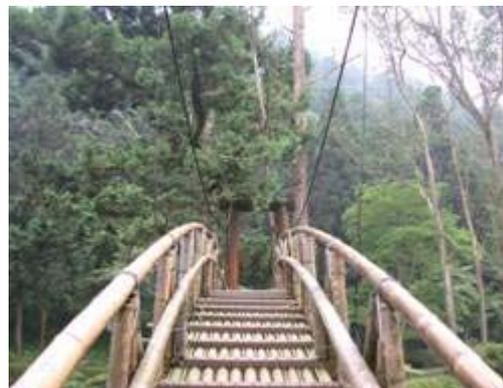


因此，下承式拱橋可做成細杆拱，即在拱腳處使用縱向水平受拉杆件將兩拱腳連接起來。此時作用於支座上的水平推力就由杆件來承受，支座不再承受水平方向的力。這樣做可以減輕地基承受的荷載，特別是在地質狀況不良時。而溪頭大學池的竹橋則將此一做法變形為懸索式做法，即將拱腳處所使用的縱向水平受拉杆件轉變為同為縱向的鋼索懸吊，力學上其分擔之作用力不變，一樣能夠減輕兩拱腳的水平推力，再加上竹材本身縱向的抗拉力很強，因此整體結構能夠穩定不變。

圖 2-3-8 懸索式與拱橋式混合搭配



圖 2-3-9 縱向桿件轉變由縱向鋼索懸吊



而竹橋本身細部構法上，橋面是由兩組九根全竹並排配合鋼索拉吊形塑而成，兩岸基座則由四根原木固定撐起鋼索懸吊之橋身，並將四條主要鋼索鎖件固定於地面的水泥基座上。橋身兩旁的圍欄以及扶手部分，則由橋面橫向木條與圍欄下方之竹桿榫接而成；各細部接合處則使用了鐵絲線纏綁固定。

圖 2-3-10 橋面構造



圖 2-3-11 橋面與圍欄



圖 2-3-12 鋼索基座固定



2、國外竹橋

人行竹橋：由簡易的十字型支撐架構組成，竹身使用 5~8 公分直徑的竹桿捆接而成。一般來說，此類型竹橋使用於泥濘之路面或者含沙量大的小溝渠上，作為臨時性的人行通道使用。一般來說其高度不會超過 5 公尺，而其跨距總長也不會超過 20 公尺。

圖 2-3-13 人行竹橋 01

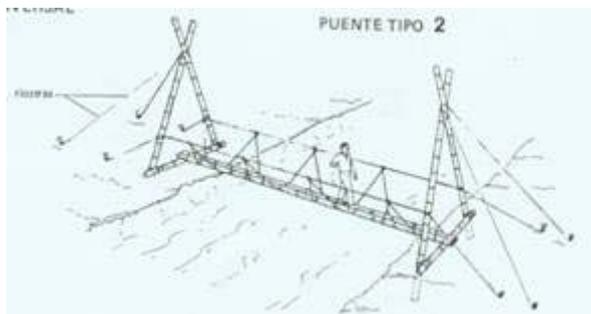


圖 2-3-14 人行竹橋 02

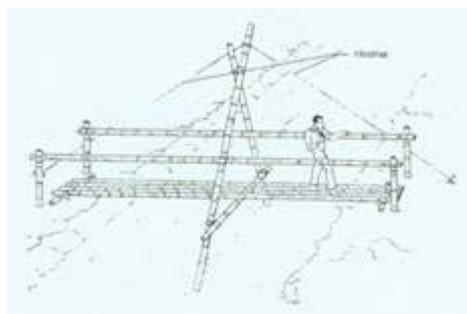


圖 2-3-15 人行竹橋 03



圖 2-3-16 人行竹橋 04



推車用竹橋：此種竹橋由稍複雜的橋墩與樁基建構而成。竹身則使用 8~12 公分直徑的竹桿材兩根一捆組件而成，一般來說屬於中承式橋，其基座部分的竹墩架於河岸兩側，而向中心方向兩相斜撐固定。

二、案例介紹分析

一、基本資料

案例類型：竹橋
案例名稱：不詳
案例地點：南投縣竹山鎮
完工日期：不詳
案例材料：木、竹混造
案例結繫方式：鐵絲繫線固接
使用情形：景觀造景使用
目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹橋全景



圖 2 橋面木竹層疊搭接



圖 3 橋面與扶手細部大樣



圖 3 橫向木條與竹穿接



圖 4 扶手細部大樣

一、基本資料

案例類型：竹橋

案例名稱：大學池竹橋

案例地點：南投縣溪頭

完工日期：不詳

案例材料：木、竹混造

案例構造方式：鋼索懸吊

案例結繫方式：簡易榫接、鐵絲
繫接

使用情形：觀光景點使用

目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹橋全景



圖 2 竹橋主要結構



圖 3 入口小橋通道



圖 4 主懸吊木柱

二、建物描述

1. 本竹橋為溪頭重要景點之一，其尺度規模橫跨大學池兩側，總長約 23 公尺長；橋面由兩側各九根完整孟宗竹彎曲搭配鋼索拉撐搭建而成。



圖 5 橋面橫向樁接

2. 主要結構系統上，大學池兩側各以兩根原木柱為基座，以鋼索彎吊的方式來拉住彎曲固型的孟宗竹；而竹橋本身兩側各有 16 組的側向支撐扶手，其單一各組分別皆有橫向木條穿刺樁接並搭配鐵絲繫接固定；橋面兩側的兩根孟宗竹則分別埋入池子兩側地面下，以竹節本身卡樁固定，再以水泥鋪蓋強化。



圖 6 橋面孟宗竹並接撐架

3. 結繫方式除了主要鋼索懸吊處為點焊鋼筋外，絕大部分則都是由鐵絲網線網綁繫接；此外橋面扶手部份，各單位則皆有橋面橫向木條穿刺樁接。

4. 溪頭大學池竹橋為國內目前難得一見之大尺度規模的竹橋；一方面竹材本身的特性條件竟能夠承載如此龐大跨距尺度的重量以及結構、另一方面更值得我們去加以思索如何運用開發更新的節點工法技術來補強竹造建築之使用。



圖 7 鋼索懸吊

一、基本資料

案例類型：竹橋

案例名稱：無

案例地點：國立高雄大學

完工日期：

案例材料：全竹造

案例結繫方式：強化鐵件、竹釘

使用情形：景觀通道使用

目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹橋全景

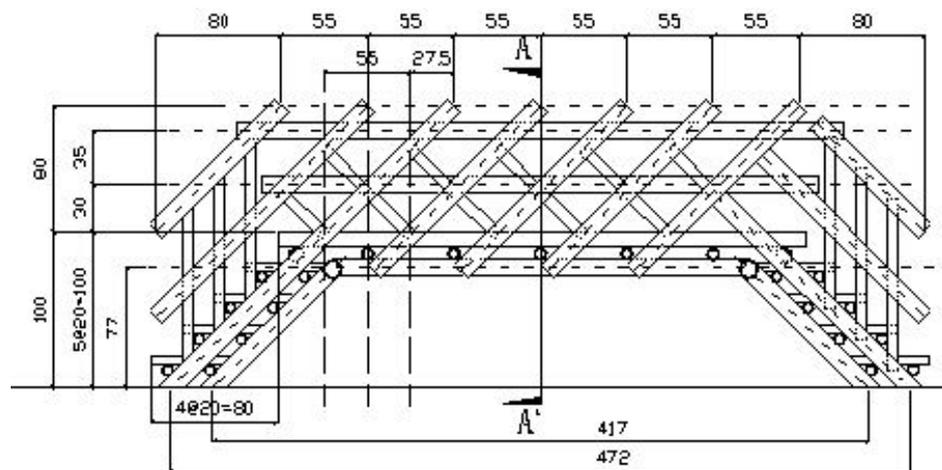


圖 2 竹橋側向立面圖



圖 3 竹橋階梯踏板



圖 4 竹橋基座與支撐桿件

二、建物描述

1. 本案例位於高雄大學人文社會學院水池上，為一校園景觀、連絡通道功能之竹橋。

2. 而設計概念與涼亭考量相同，因此亦是採取兩段式作業程序進行。第一階段於工廠預製竹橋構造物之構件，第二階段為運至高雄大學現場基地組裝。

3. 組構原理利用穿枋、竹釘或自攻螺絲、螺桿等加強鐵件為桿件組合方式，並以竹材作為構築橋體的構造元件，其原理是利用竹材本身的材料特性，作為跨越池面及支承橋體之結構桿件；另外，為避免該項構造物於基礎施工過程中，對已施工完成的水池造成環境污染等影響，因此，其構造物之基礎設計將不埋入地下，而直接灌注混凝土於水池旁之岸邊，作為竹橋的基座。



圖 5 竹橋底部支撐橫桿



圖 6 階梯踏板細部大樣



圖 7 竹橋橋面扶手

第四節 牆面

一、牆面種類

以材料的觀點而言，用竹材作牆壁的做法包括以下幾種：以竹桿編排、以竹箴編織、以竹皮編織成、竹箴與泥土或其他材料混作而成。根據本研究所調查整理，臺灣早期原住民，所築建築中，竹牆多半未具備承重的能力，泰雅族竹屋甚至是將牆面與結構分離的結構系統，而在牆面的性能上，也較不注重；漢民族傳統構法係以牆面作為主要承重結構，因此，牆面框架的做法，稱之為竹編架泥牆。南美洲竹牆建築中¹，有一種貝加勒克牆（Bajarque wall），則是將竹材作為模板以及近似牆筋的牆面。

(一)竹桿牆面：由於竹節、竹材的彎曲、以及竹材直徑變化的緣故，竹桿編成的牆面不易密實，防風、防音等功能不彰。如圖 2-4-1 塞夏族的竹屋，便是以竹桿編織作為材料，牆面空隙大。作法上是將竹桿固接於泥土地上，以數根半剖竹材作為橫料。

圖 2-4-1 竹桿牆面



圖 2-4-2 半剖竹桿牆面



圖 2-4-3 竹箴編牆面



(二)半剖竹桿牆面：是將竹材對剖後前後相互相接，相較於竹桿牆面，可以有效的增加建築牆面的密合程度，防風、防火的能力提升。如圖 2-4-2 泰雅族，便是以對剖竹材作為牆面，更因應發展出牆柱分離的牆面系統，進一步減少與木柱結合處的縫隙。

(三)竹箴編牆面：將竹剖開，以竹箴進行編織而成的牆面。隨著編織的手法的不同，外觀也有著各種不同的變化。如圖 2-4-3 竹山鎮的傳統竹

¹ Dr. Jules J. A. Janssen, 1995, 「Building With Bamboo」, Pp27

筒屋。

圖 2-4-4 陳金峰紀念館



圖 2-4-5 茅草包覆牆



圖 2-4-6 竹片夾茅草牆



(四)混造牆面：一般的竹材混造牆面多為就地取材，包括有：

1. 竹與茅草混造：以竹為穿枋或是骨架，再從外網綁附以茅草或是以竹材作為外皮，包覆茅草等作法均有之。如圖 2-4-5 卑南族的竹屋以茅草包覆，或是阿美族竹屋（圖 2-4-6），以壓竹條作為外層，內部再包覆茅草等壓竹牆面的做法。

2. 竹與土混造：以竹與泥土混造的牆面，包括以漢民族竹編架牆面（圖 2-4-7）作為牆筋材料，泰雅族以土角磚承重，再外覆竹材以減少雨水對土角的破壞，南美的貝加勒克牆（Bajarque wall）等。

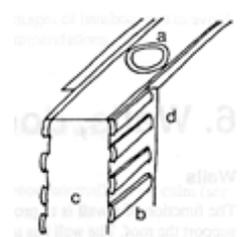
圖 2-4-7 以竹編架泥牆



圖 2-4-8 泰雅族土牆



圖 2-4-9 貝加勒克牆



3. 竹與木混造：除了在結構上以木頭作為主要的柱樑，以竹材作為穿枋等漢式的做法，也有為減少竹材牆面的縫系而內釘木片減少竹屋接縫。

圖 2-4-10 竹、木混造為牆



二、案例介紹分析

一、基本資料

案例類型：竹牆

案例名稱：不詳

案例地點：不詳

完工日期：不詳

案例材料：竹造、鐵件

案例結繫方式：竹構造部份鐵線繫綁

使用情形：私人使用

目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹牆面全景



圖 2 細部大樣 01



圖 3 細部大樣 02

二、建物述描述

1. 本建築主要為竹構造，部份以榫接方式搭構，以不同的排列及搭接方式，創造出獨樹一格的立面造型。
2. 牆身和屋頂以竹片作收頭，並以鐵件加以固定。
3. 該建築開窗部分，巧妙地以建築本身竹構造的韻律來做設計，賦予竹構建築一個生命力。



圖 4 細部大樣 03

一、基本資料

案例類型：竹牆

案例名稱：不詳

案例地點：不詳

完工日期：不詳

案例材料：竹構、木構

案例結繫方式：以竹構為主，部分木構造

使用情形：私人使用

目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹牆建築全景

二、建物述描述

1. 該建築主要以竹子做主要構架。
2. 該建築之立面以竹片組合而成，給人一種清新的感覺。
3. 立面以竹構排列方式做變化，一種不做的立面造型，表達出竹構建築面對大自然的謙卑。
4. 建築山牆兩側，有以竹構搭出之開口，整體立面看起來較輕巧。



圖 2 竹牆開口部設計

一、基本資料

案例類型：竹牆

案例名稱：That raft,that river and
that hope

案例地點：哥倫比亞

完工日期：不詳

案例材料：Guadua 竹

案例結繫方式：竹栓、繫繩

使用情形：宗教集會所

目前使用狀況：維護良好



圖 1 集會所外觀

二、建物述描述

1. 本案例依照當地竹林生長的型態意象為其設計手法，由圖 2 可看出小溪兩側的竹子交錯生長而形成一立體的尖拱狀，故本案例的立面牆面設計便循著此意象概念來設計。
2. 使用的材料除了以當地的竹子為主要建材外，大面空隙部分則使用了板材並以竹栓與主要骨架結合。



圖 2 設計概念形式

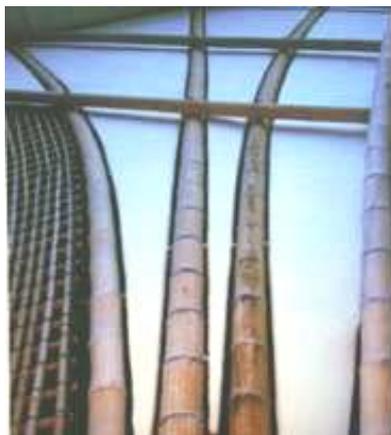


圖 3 板材與主要骨架搭接



圖 4 屋內仰角一景

一、基本資料

案例類型：竹牆

案例名稱：竹廬

案例地點：南投縣溪頭

完工日期：不詳

案例材料：半剖竹稈

案例結繫方式：金屬構件

使用情形：聚會所

目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹廬全景

二、建物述描述

1. 本案例原為一典型現代建築的構造物，不過在建築物的主要出入口的兩個面向的牆面，則使用了緊密併排的竹稈來塑造其建物本身的形式意象。其後側的兩個面向之牆面則為原始建築的樣貌。
2. 其構築方式則是依其每段立面高度的不同而將竹子對半平剖，並在內側以金屬構件接合搭接在原立面之上。



圖 2 正立面斜角牆面



圖 3 入口玄關處一景



圖 4 建築物後側原始樣貌

第五節 圍籬、矮牆與欄杆

圍籬的原始功能是作為籬屏邊界，在以傳統木竹構造為主的居住環境較為開放的環境內，為保護生命及財產而設置，常見的材質包含有木材、樹、竹材、泥土與石材等。隨著社會環境的進步，圍籬功用進一步提升，包括不安全設施(工地、變電站等)的阻絕、活動場地的圍塑(球場圍籬)以及建築庭園設計造景等功能，均成為圍籬的重要使用功能。因此，以圍籬的功能來區分，可以將之分為：用以屏障邊界的長期適用圍籬、臨時性提供屏障的圍籬、以及庭園裝飾用圍籬。

在設計上，長期圍籬的結構強度要求較高，結構的強度要求大，包括材料耐久性、強度等均為考量重點。臨時性圍籬的強度要求隨需求而定，但是在設計上有拆裝容易、以及有重複利用性為其重點。建築庭園設計造景的圍籬，由於結構的強度要求較低，賦予各種竹材的工法與構法運用的空間，來增加其美感的需求，如運用竹材之質感，創造充滿綠意的建築構造物，包括竹箴、原竹等等均為常使用的方式，以及常與木材以及稻桿等混造，增加變化的靈活性；在實際的做法上。惟由於竹材為天然材質，加上型塑上的限制，若要創造視線阻隔性較佳的構造物，在竹材的選擇上，則建議挑選直徑變化較小的竹材，如桂竹，從中選擇較直不彎曲的竹材。

一、種類與特性、運用位置

竹圍籬及矮牆，為一般常見於建築庭園的運用上，提供一個雅趣以及充滿綠意的建築構造物，具有阻擋視線、動線，以及作為庭園的背景等作用，就使用的功能上，分為以下三類：

(一)長期性圍籬：長期性竹圍籬通常用於邊界外圍，用以阻隔內外範圍的圍籬，或是軍事安全的顧慮而設計，需要兼顧耐用的需求，使得竹圍籬在結構設計上在材料的選用與材料混作上，需多做考慮。

圖 2-5-1 阿美族庭園圍籬



圖 2-5-2 阿美族軍事圍籬



(二)臨時性圍籬：臨時性竹圍，如假設工程用的圍籬等，是運用竹材較輕、生產快的特質加以思考，一般均以繩索或是鐵件作為固定的材質，用以暫時性的通路或是視線阻隔。

(三)裝飾性圍籬：與上述兩種為圍籬相比，在美觀上的重視度高，可作為庭園造景的背景，其所使用的工法，可以選擇較為繁複的編織等方法建成，材料的運用上也較具彈性。

然而，由於竹材在戶外的環境，非常容易遭受陽光、雨水等大自然因素影響，而造成破壞，因此，竹圍籬在針對防水、陽光熱力破壞等因素作考量，在選材以及設計上特別加以注意。

二、案例介紹分析

一、基本資料

案例類型：圍籬

案例地點：日本

案例材料：木材與劈開之原竹箴混造

案例運用方式：庭園造景

案例結繫方式：釘接、繫線、膠合



圖 1 現況照片 1



圖 2 現況照片 2

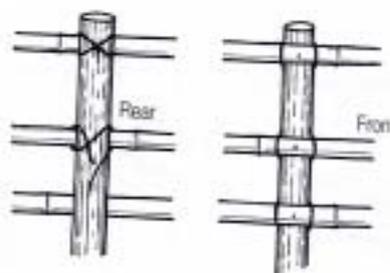


圖 3 現況照片 3

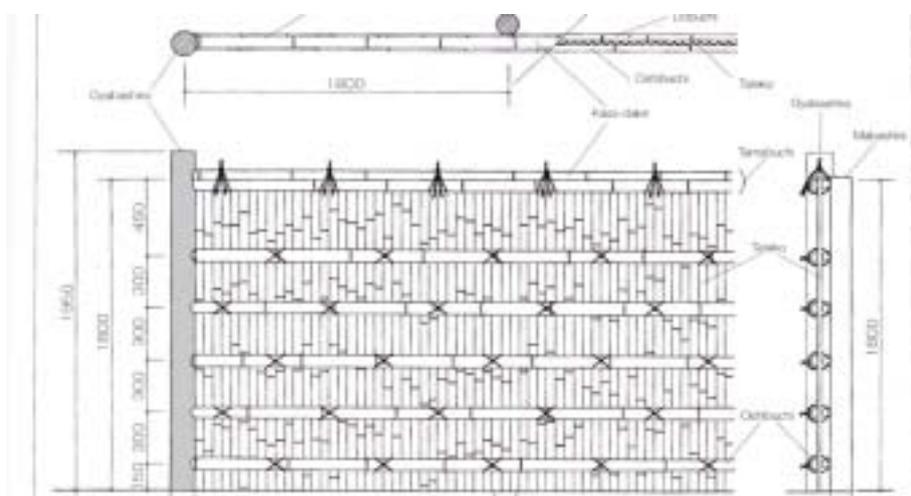
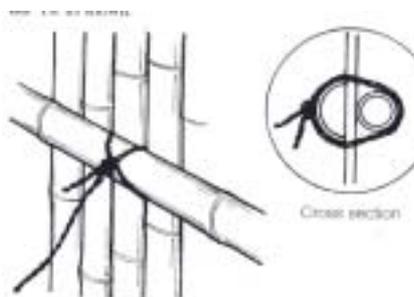
二、現況環境與工法描述

1. 以左右二根高於圍籬之自立木柱為支撐柱，柱間距約與圍籬高度之2倍，並於兩木柱的水平高度相同處，刻上六處記號。
2. 於兩木柱最頂上記號拉張棉繩，並於柱間中點位置設置第三根自立木柱其高度約與圍籬等高，其垂直距離應與兩木柱之柱心線相切。
3. 以六根橫向竹材依1,3,5,2,4,6的順序(由上而下)，以釘子固定於木材上(可先於竹上鑽孔以避免開裂)，其中需注意固定於兩側木柱時，將竹竿斜切以與木柱平順接合。
4. 以繩子將垂直向木材與水平向竹材作固定，形式如圖一。
5. 將竹材剖開成6份，將過於彎曲的竹片捨去，並將竹片以繩索的方式(如圖一)固定於橫向竹材單側。
6. 將竹材對剖，以可穿越竹片間縫隙之彎鉤，將其以繩繫於另一側橫向竹材上，其與木材相接處仍應斜切以與木柱平順接合。
7. 以一較粗之對剖竹材，固定於竹圍籬頂部，並注意頂部的防水以及與木柱的接合順利。

結構圖



結構圖



一、基本資料

案例類型：竹圍籬

案例名稱：不詳

案例地點：日本京都

完工日期：不詳

案例材料：竹

案例結繫方式：繩繫接、綁接

使用情形：寺廟外圍籬

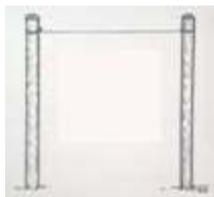
目前使用狀況：維護良好



圖 1 竹圍籬全景

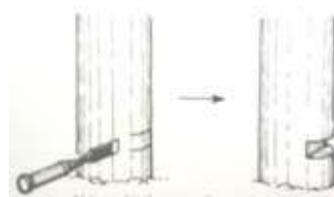
二、工法描述

1.



依照大小在兩側立柱，
並以繩暫時綁接固定。

2.



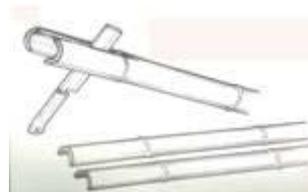
在兩柱底部分別鑿刻底
板預留凹槽。

3.



將已裁切好的竹板平行嵌入兩
柱底部凹槽，並以鐵釘固定

4.



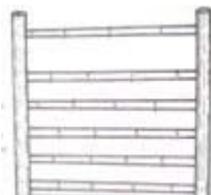
將竹稈平剖為兩半竹
片材

5.



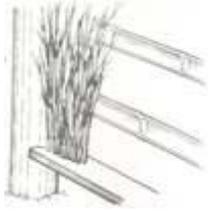
依序從上而下嵌接在兩側
柱上，並將突出部分裁除

6.



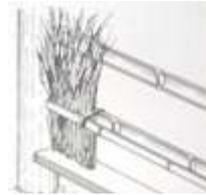
其上而下的排列方式，
越向下排列越緊密

7.



將定量的細竹枝從最下方開始排列放置

8.



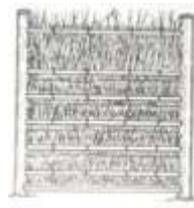
將最初剖半的另一半竹片夾住細竹枝並以繫繩與原先嵌接的竹片固定

9.



由下而上依序排列細竹枝並重複 7、8 步驟固定之

10.



完成



圖 3 四節式竹圍籬



圖 4 以細竹桿一體從底綁接

一、基本資料

案例類型：竹圍籬

案例名稱：不詳

案例地點：南投縣溪頭

完工日期：不詳

案例材料：竹

案例結繫方式：繩繫接、綁接

使用情形：道路兩側景觀圍籬

目前使用狀況：少部分有傾斜現象



圖 1 竹圍籬全景

二、建物描述

1. 本案例除了造景的作用之外，一方面也為了保護道路兩側之植物物種，以防止遊客破壞；但又為顧及視覺賞景考量，因此以兩側高中間低的手法來建造。

2. 兩側較高的部分則以長短不均的竹桿平行排列，上下再以竹片繫繩固定而成；中間的部分則為了穿透性考量，採用細竹片交錯排列並在末端處嵌入兩側竹桿，並以鐵絲纏繞固定。



圖 2 兩側較高圍籬部分



圖 3 繩繫細部大樣



圖 4 中間交錯竹片嵌入兩側竹桿

第六節 鋪面

就一般的地景規劃設計中，鋪面設計是所有設計元素中面積比例最廣的，但竹材使用率卻低。鋪面設計往往是許多設計元素的配角，如廣場、人行步道等等，且鋪面的材質樣式、配置形式與色調選擇均取決於所附屬空間或單元的功能為主要思考的依據，例如人行步道的鋪面設計，戶外空間與都市空間的鋪面材質，因為使用目的與強度的差異，鋪面材料選擇與設計考量也不可能相似。

在今日永續發展的理念下，如何從生態永續與環境保護的角度去進行鋪面設計，並依據綠建築九大指標的準則，重新設定其竹材應用的可能性。因此，竹建材的鋪面設計跟其他建材的鋪面設計一樣，在空間屬性、活動機能、材質型式、管理維護等均是需要考量的重點。

(一)鋪面種類

竹材的鋪面應用，主要考量竹材的物理特性，易腐、易變形的特點，故在以往的利用模式較少應用於鋪面的範圍，現依據本研究的構想與鋪面的基本功能為主，於高雄大學的校園內部空間，選擇適當的位置，以現地施作與實驗觀察的方式進行鋪面設置的可能性，且由於竹材特性的關係，較其他建材不耐重壓，故初步選定以校園內的「人行步道」系統與「汽車停車」系統為主。

運用位置以高雄大學生態密林區、生態池週邊與臨時性的停車緩衝空間，動線位置與停車服務規模與層級，擬定為自用小客車為主要服務對象。

1、人行道鋪面：種類一般來說有下列 4 種：

(1) 竹桿應用：品質易控制、強度較高、維護容易，適用於路幅較寬及強度較高步道、廣場、之人行道。

(2) 竹片應用：施工迅速、成本較低、堅固耐用、維護容易，平整度較高，適用於一般寬度較窄之人行道。

(3) 竹桿、竹片混用：編排多樣化、無單一竹材鋪面之單調感，適用於一般及較具特色道路。

(4) 竹材結合其他材料的應用：接臨溼度較高的地區，輔以如石材的填充、膠合等方式，創造不同材料結合的材料美學。

2、停車場鋪面：

由於停車場的使用型態與強度，不同於步道設置的考量，因應竹材的特性必須作更進一步的加強，目前擬定由直立排列的方式操作，以步道鋪面單元的方式處理，竹材停車場鋪面單元暫定為下列三個規格：25CM*25 CM、40 CM *40 CM 及 60 CM *60 CM。以組合方式來將其鋪面按設計規格編排，並考量其設定的強度係數與配置的可能形式。

二、案例介紹分析

一、基本資料

案例類型：竹鋪面

案例名稱：不詳

案例地點：國外不詳

完工日期：不詳

案例材料：竹合板&純竹混造

案例結繫方式：金屬構件固接

使用情形：經常使用

目前使用狀況：不詳



圖 1 竹造人行通道

二、其他竹造鋪面



圖 2 竹造鋪面 01



圖 3 竹造鋪面 02



圖 4 竹造鋪面 03

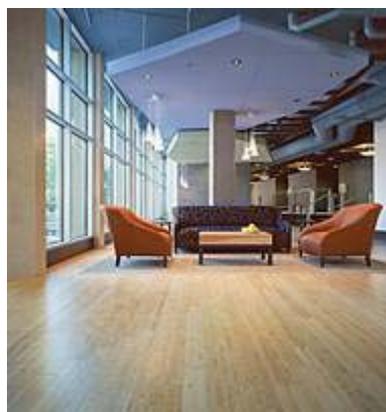


圖 5 竹造鋪面 04

一、基本資料

案例類型：竹鋪面

案例名稱：竹筒鋪面

案例地點：高雄大學東側入口處
及校內清水公園二處

完工日期：92年6月

案例材料：竹筒、一分半石及
粗砂混半分石混造

案例結繫方式：無

使用情形：經常使用

目前使用狀況：維護良好



圖 1 高雄大學清水公園處竹筒鋪面人行通道

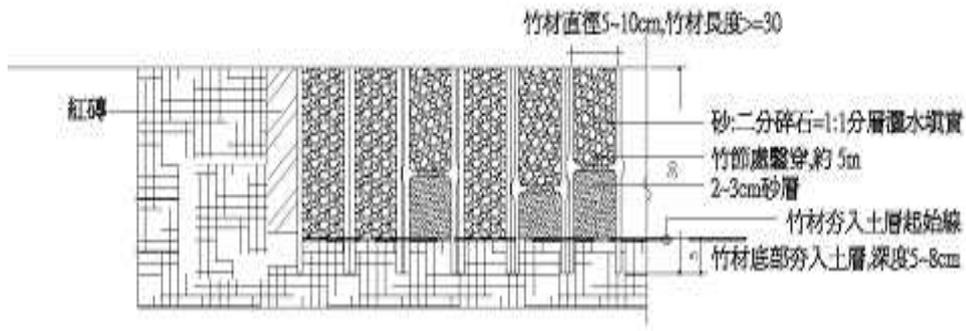


圖 2 工法設計說明



圖 3 鋪砂前竹筒



圖 4 鋪砂後竹筒

二、建物描述

1. 竹筒內及孔隙填實材料：

以一分半石與粗砂混半分石兩種材料的透水性不同，試驗透水性差異所帶來的影響。



圖 4 竹筒內填充石材

2. 由不同長度（10CM、15CM、20CM）以及不同材料（桂竹、孟宗竹），組合成 6 組區域。

3. 工法設計說明：

A. 挖掘表土層約 25CM；

B. 砌紅磚收邊材；

C. 鋪設 5CM 的級配層，洒水夯實。

D. 鋪設指定材料（粗砂或是一分半石）並夯實，直到達成需求之高程。

E. 將竹筒直立緊密的鋪設於土層上（高度以及材質依規劃內容所訂，有竹節的竹材需將內部隔膜貫穿），

並將竹筒略為夯實於土層，直至竹筒垂直項與水平向均已固定。

F. 重複 4-5 工項，直到完成。

G. 以指定材料填入竹筒中與竹筒間的孔隙，並加以震動填實，若為砂層，則以洒水填實。

H. 檢查表面是否平整，並以目視調整。



圖 5 檢測竹筒表面平整

第七節 其他構造物

竹材除了運用在大型的建築構造物外，尚可用在許多不同的使用上。最常使用在竹工藝品上，像是竹雕刻飾品、竹材家具等的運用，還有像是工地使用的鷹架、日常使用的樓梯，都是竹材運用的範疇內。由於竹材的易取得，所以很多暫時性的產品都會使用到竹材，也因如此許多竹材是使用在日常生活中的，像是竹椅、竹桌，這使得竹材的使用更深入的進入人民的生活中。

而在今日永續發展的理念下，如何將竹材更廣泛的運用在生活當中，減少不必要的能源消耗，這將是最終竹材所期達到的目標。

一、種類、特性與運用位置

竹材的其他應用，主要考量竹材的取得容易，與其他材質相較之下顯的便宜，更可以避免樹木的過分利用，故多使用在較簡單的消耗性日常用器具，或是家庭使用的傢俱上。以下為原竹材之大宗普遍使用之構物：

(一)消耗性器具：

1. 棚架：多用在種植農作物，或是遮陰使用。
2. 鷹架：用於建築工地外牆，施工迅速、成本較低、堅固耐用、維護容易。
3. 樓梯：與竹屋相配合使用，在竹產區多採用竹材樓梯。
4. 門：以不同結構方式，形成竹門特色，多用編造或是雕刻美化。
5. 水管、接頭：以竹材取代慣用的塑膠製品。

(二)傢俱：

1. 椅子：藉由竹材的特性，加以編造與雕刻。
2. 桌子：藉由竹材的特性，加以編造與雕刻。
3. 燈具：使用竹片、竹條編織成藝術質感的燈具。

二、案例介紹分析

一、基本資料

案例類型：其他構造物

案例名稱：扶手

案例地點：國外不詳

完工日期：不詳

案例材料：純竹造

案例結繫方式：竹藤綁接

使用情形：經常使用

目前使用狀況：不詳



圖 1 竹造扶手 01

二、其他竹造扶手欄杆



圖 2 竹造欄杆 01



圖 3 竹造扶手 02



圖 4 竹造扶手 03



竹造扶手 04

一、基本資料

案例類型：其他構造物

案例名稱：竹停車棚

案例地點：國立高雄大學

完工日期：

案例材料：全竹造

案例結繫方式：金屬構件

使用情形：機車停車場頂棚

目前使用狀況：維護良好



圖 1 停車棚全景

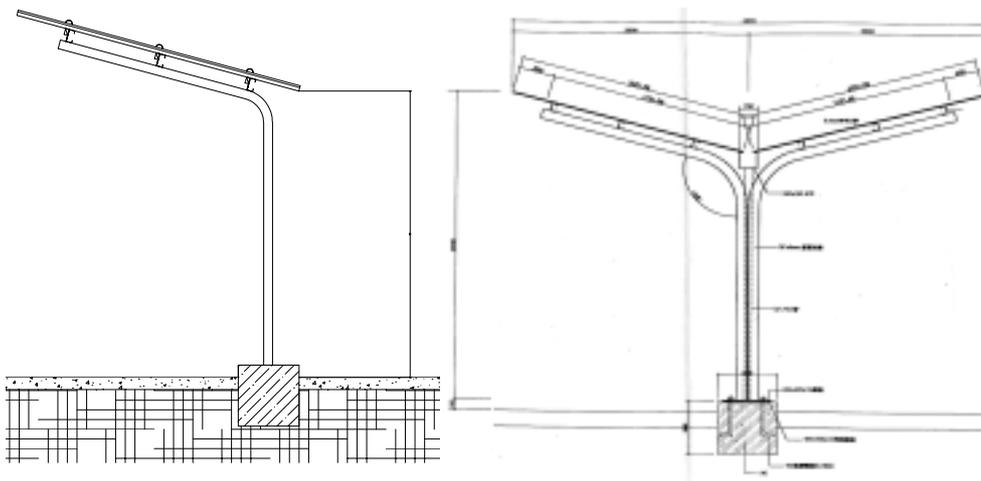


圖 2 竹停車棚側向立面圖



圖 3 竹瓦片頂棚



圖 4 竹瓦片置於鋼骨架上

二、建物描述

1. 原有宿舍機車停車棚為鋼構機車棚，因此為配合該項工程之結構部份以現場既有鋼構兩英吋圓管骨架為主，將原本設計鋼浪版的屋頂以竹製頂棚取代。
2. 竹製頂棚使用生長期二至三年左右的孟宗竹材為主，直徑約為七公分，並以秋天砍伐的成熟竹材為施工作業材料。
3. 組構原理將竹材對剖後，將其中竹節內部的橫隔料部分剔除，並將竹片以正反相扣的方式並列橫向重疊置放，再以橫向竹片擺設於竹瓦面的上方，並利用一般木工使用的空氣槍，將兩分的U型釘打入固定竹瓦片，最後再與下方直徑五公分的竹材結合，預製成一個寬度九十公分，長度為兩百一十公分的施工單元。
4. 現地組裝時，則將竹瓦片單元間之接合利用橫向竹料以兩分自攻螺絲向下鎖固於鋼架上。



圖 5 機車棚原有之鋼構骨架



圖 6 以竹片下鎖螺絲固定竹瓦片



圖 7 施工完成圖

一、基本資料

案例類型：其他構造物

案例名稱：竹邊坡攔砂

案例地點：國立高雄大學

完工日期：

案例材料：全竹造

案例結繫方式：無

使用情形：地下停車場邊坡

目前使用狀況：維護良好



圖 1 邊坡攔砂完成全景

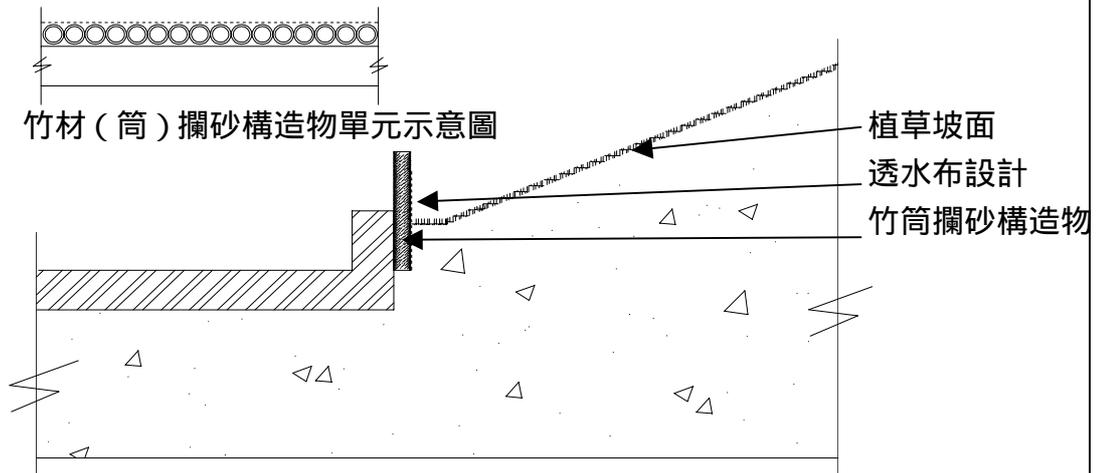


圖 2 竹材(筒)邊坡攔砂構造物剖面示意圖



圖 3 細部大樣



圖 4 上坡側攔砂 1

二、建物描述

1. 本案例為配合本研究之目的，將一般竹材不能使用的竹頭部份，利用生態工法觀念，藉由高雄大學理工一大樓地下室之邊坡，作為竹材（頭）邊坡攔砂試作場所。

2. 組構原理則是利用重力將竹材構件埋入土中，沒入深度需考量能承載該區坡面所逕流之雨水及被沖刷之泥土量。構造物面上坡側設置可過濾之濾材，如大小粒石之級配、布織布或是有相同功能的材料，以避免雨水夾帶土壤流出攔砂構造物。



圖 5 上坡側攔砂 2



圖 6 全景

第八節 竹構造建築案例設計原則分析

竹材與木材同為再生性之生態材料，惟竹材有生長快速、機械強度大、紋理優美、色澤柔和等優點，但由於其構造為中空管狀、竹簧薄、且含竹節，故其利用與一般木材不同；目前從國外文獻與國內訪查之竹構造案例中可以看出，竹材施工與構件的搭配上與木材多有異同；一般來說，竹材側向性之抗壓力弱，而竹節縱向之抗拉力(承重力)很強，因此竹構造建築施工時有兩點大原則是該注意的：1. 主要結構底基之穩固性 2. 各部施作上側向抗壓強度之補強。此外，在竹合板材方面，竹材加工複雜、材料損耗性大、且所得竹片尺寸小，欲得適合加工利用之竹材規格時，需將甚多之竹片先行膠合，因此得耗費甚多的材料及工作時間；本節仍以探討上述七節竹構造建築分別之設計原則為主：

(一)竹屋

1. 台灣原住民族的竹屋設計分析

由於竹材取得方便，台灣原住民族運用竹材來建造住屋的情形十分普遍。在未受漢文化的影響之前，原住民族竹屋一般均以承重能力較佳的木料作為主體結構材料。屋頂則以質地較輕的竹材為樑椽，上鋪茅草或是對剖竹稈編成屋頂等做法。牆面，在做法上也是以竹篾或是竹稈搭配泥土以及稻草編成。

阿美族因為需要建造比較大的建築物，在屋頂重量與跨距增加的情形下，設計也更加複雜，包括樑椽，也開始出現屋椽等結構藉以強化屋頂承重能力。在漢民族文化傳入台灣之後，由於建築技術較為進步，原住民族建築物也開始出現變化，包括以竹材作為結構，竹片與泥土混造等技術，使原住民族建築物產生進一步的變化。

(1)屋架構造

早期原住民多選用茄苳、樟、檜等材質較堅實且承重能力較佳的木材，作為竹屋的柱樑主要結構材。柱做法是將木柱埋進土裡成為獨立

柱，有時會在屋外再立一、二根支柱作為斜撐，增加木柱承受側向力的能力。上部結構以近似中柱式桁架(King post truss)的形式、或近似穿斗式建築結構方式，或將人字樑直接與柱相接等簡易的構架方式來處理。

由於漢民族建築技術的影響，導致建築結構輕量化，包含構材斷面減小、竹作為建築的主要結構甚至於是結構柱以及將竹與泥土等具塑性的材料結合運用，屋頂結構的改良與逐漸減少的結構柱等。

圖2-8-1中柱式桁架
(賽夏族)



圖2-8-2中柱式桁架
(賽夏族)



圖2-8-3穿斗式與中柱式桁架
混造(卑南族)



圖2-8-4穿斗式屋架
(阿美族)



圖2-8-5穿斗式屋架
(卑南族)



圖2-8-6穿斗式屋架
(泰雅族)



(2) 屋面設計

原住民族竹屋一般而言是以竹或木材為樑檁，再用各地方比較容易取得的材料來鋪蓋屋面，如茅草、檜木皮或竹片、黏板岩等。

A. 茅草屋面：

茅草作為屋頂材料的優點是夏涼冬暖，但稻草屬於有機物，年久或受潮極易腐朽，隔數年即需更換，同時易為蟲蟻蛇、鼠寄生。

- a. 早期原住民族茅草屋頂為一層或二層構造，重量較輕，以竹稈作為屋頂椽條，樑檁較少，後期的建築物由於房屋規模較大，可能使用四或五層的屋頂，除須增加樑檁的結構強度而選用較粗的竹材之外，也逐漸加入屋椽結構。

圖2-8-7茅草屋頂簡圖



圖2-8-8茅草屋頂實體



圖2-8-9增加樑檁強度屋頂



- b. 屋頂防水:在屋脊處增加束髻層或是增加屋頂層數的方式的方式防水。

圖2-8-10茅草頂之屋脊防水



圖2-8-11屋脊束髻層防水



圖2-8-12多層茅草屋頂



B. 竹片屋頂:

- a. 以竹片作為屋面材料時，由於竹稈的粗細變化大，接縫處不易密合。若用竹鋪蓋時，應選擇較老而直的竹，將竹劈成兩片，除去竹節，先朝上整齊排列成為第一層，再於其上朝下排列為第二層，兩層互相扣緊，巧妙的形成雨溝而不致漏雨。

圖2-8-13複層半剖竹管屋頂



圖2-8-14屋脊增設防水屋頂



圖2-8-15複層屋脊做法



b. 屋頂防漏考量

(a). 複層層頂

(b)屋脊處增加防水構造

(c)於其上鋪以其他材料如檜木皮

C. 石材或檜木皮屋頂：

由於自重較大，屋脊或是檐檁等部份，有時亦採用木頭。唯屋椽的部分，一般多為使用竹材減輕重量。

圖2-8-16 檜木皮屋面防水



圖2-8-17 石片屋頂



(3)牆壁

以竹材作為住屋牆壁的做法繁多，主要是以竹稈、半剖竹稈、竹片編織的組構方法為主，有時也會配合泥土、茅草等一種或數種材料來混造。此部分在第四節牆面內有詳細的討論。

(4)材料繫結方式

原住民族竹屋的繫結方式多為藤心線網綁，較少使用卡榫、木釘或鐵釘。但在柱與檁的接合上，為顧及施工的方便性，有會將木柱的上端做成凹狀來承接檁木。在漢民族文化傳入後，原住民族竹屋也開始出現一些變化，包括將竹材視為拉力材並與泥土混造、或以竹材穿孔的方式進行接合，或以編織竹篾作為牆壁拉力材等做法。

圖2-8-18以藤心線網綁



圖2-8-19 竹編架泥牆



圖2-8-20 竹材穿孔結合



(5)材料選擇

原住民族的竹材選用是根據其過去工匠的經驗，在冬末且春雨未來時（氣候較乾燥），將竹子砍下做為竹材，並進行火烘烤，經過這種手續做成的竹屋比較不易腐壞。

2. 漢民族傳統竹屋設計分析

依據日人竹中久雄氏¹的調查，台灣傳統民居的構造系統說明如下：

(1)竹系統限制

由於竹屋屬於成本低廉、造價便宜比較廉價的建築系統，多半為山區或較為貧困的人家所使用，因此建築工法的發展，多半引用過去的木構架建築的觀念，並未有進一步的發展。其主要的建築形式或建築規模又受限於竹材本身的材料性質限制，建築規模都比較小。

(2)各部施作

A基礎：

以竹材作為主要建材之構造物，比起使用其他材料但有相同構法之建築物，其整個建築物的自重較輕，因此可以建築在地耐力較為軟弱的地區。基礎部分的做法是在竹柱下方採用磚或石材的基礎，並將基礎埋於堆土基台內；若建築物有亭子腳的結構時，則會形成獨立基腳。

¹ 竹中久雄，1942.8.，「本島に於ける一般竹造建築に就て」，台灣建築會誌第14輯第3號（昭和17年8月）

圖2-8-21 基礎做法



圖2-8-22 壁面基礎



圖2-8-23 壁面穿抖做法



B柱：

柱樑系統的構成，主要是採用木結構穿抖的概念，以較細的竹桿數枝，作為穿抖，穿柱以固定壁面架構，短向牆面上部為支承屋頂重量，則選用的穿抖則較粗；每一壁面結構均獨立形成；每一個壁面在建造時，壁面兩端需選用直的竹材，壁面間每60至70公分設置一個竹柱，壁間竹柱所選用的竹材允許有彎曲，唯彎曲方向應與牆面方向相同；在牆腳或是T字部位的接續是由壁面最外側的竹柱共同組成，有時也可能因應某些情況而讓兩平行柱面以短竹桿（間渡竹）搭接；最下層的間渡竹則埋藏於堆土之基台內。在短向的竹牆面兩側，頂部的穿抖會在兩側留下約60至65公分的長度做為建築物的屋頂出檐，這種方式會減少牆面的損壞以及增加遮陽效果。但也是竹建築物規模較小的原因。

C屋頂：

竹構造用於屋頂組立，主要是作為屋脊、檁材、椽材等部材。在較大居室的屋頂結構設計有時也會採用中央支承結構的型態，將屋頂重量轉移到竹柱上。使用於屋頂的材料相當多，包括稻草、檳榔樹葉、茅草、竹篾、台灣瓦等。

(3)細部施作說明

A柱樑

柱的材料選擇，多半是以蔴竹、麻竹、孟宗竹等直徑約11公分的竹

材為主，在隅柱或是開口部，需選用較直的竹材，壁間則允許彎曲竹材的使用。穿料部分多半選用直徑8公分左右的直桂竹。施作時需特別注意在每一個竹柱上的孔位，形狀及大小是否相同，並精確施工，以摩擦力使柱與穿料穩定結合。門窗上下窗櫺等位置，選用更細的竹材，便於在壁體組立時能同時置入。

B牆面

- a. 竹編架泥牆：配合柱間的穿料或間渡竹間加上竹編作為支架，並於其兩側，鋪覆泥土，待其乾燥之後，將牆面修平，並塗漆作為建築物牆面。
- b. 竹片編織外牆：這是以手工藝的方式，在穿料或間渡竹間，進行外壁編織而成為牆面。

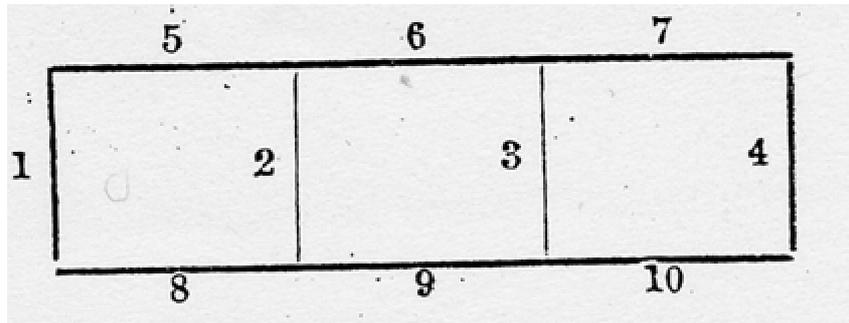
C屋頂材

在屋的主要屋脊與屋桁部分，在竹材上鑽洞並以藤製材料固定屋柱以及橫樑。屋頂材料包含稻草、檳榔樹葉、茅草、竹篾、台灣瓦等，以台灣瓦最為高級，其次為植物材料。作為屋頂的竹材一般選用直徑為5公分之桂竹對剖並上下交疊構成屋頂。由於竹材過長時會有彎曲的情形，因此在屋頂面上，有時會將竹分為數段。壓檐材料一般仍以竹材為主。屋頂的繫結為竹材鑽洞並以藤製材料或是鐵線固定。竹屋頂的一般使用年限約為15年，屋內可能會有漏雨的現象。對於通風以及屋頂的隔熱性而言，竹屋頂工法仍有值得進一步研究的價值。洩水坡度約為3/10，若洩水坡度過大，會因雨水流速過強，而造成滲水情形，此處與常識不同，需特別注意。

(4)工作順序

整個建築構造順序如下：

圖2-8-24 漢民族柱屋牆面建造順序



在其中的結合點部分，需要特別注意，包括選料、切取、節削、打印以及鑽孔等，均須特別注意。過去古老竹建築物其毀損往往是因為結合點的風化以及腐蝕。

(二)竹亭

涼亭的設置，通常是在風景區、校園或者是公園等植栽密度較高的地方，所以涼亭有其重要的功能和角色。在位置選擇上，涼亭多半位於周圍植栽密度高的地方或位於戶外空間最空曠之處，因此常常成為視覺的焦點與醒目的人為設施。就使用而言，涼亭有避雨防曬的功能，是使用者停留休憩的場所。由於涼亭及其周圍的腹地經常是使用者長時間停留與使用的地點，因此涼亭配置設計的優劣對全區的配置設計與使用者的體驗，都有重大的影響。

1. 設計配置與種類特性

涼亭一般常見於校園建築或景觀建築的運用，能提供使用者休憩、聚會、談天之場所；並與周圍環境形成一體性的景觀配置。在規劃設計方面，分為以下三點：

(1) 配置

涼亭在區位選定時，應就其是作為何種用途，如：紀念形式、觀

景、休憩；並配合大環境因素，基地所在是高山、丘陵、平地、森林、湖泊、濱海等等選定區位配置。而其他許多周圍的配合設施，例如步道、指示標誌、欄杆等等，應與竹材涼亭做整體配合；最重要的是希望全區能有通盤的植栽計畫，一方面增加視覺上的美化；另一方面亦能使涼亭發揮其應有的功能。

圖2-8-25 休憩用途之竹亭



圖2-8-26 觀光區之竹亭



(2) 設計

在量體安排上應考量竹材的感覺不宜過大，一方面無法與環境配合；另一方面過大的尺度也增加了竹材搭配上與施工的問題。與其他材料搭配上，也應使用感覺類似的自然植材以免突兀；內部桌椅的設置也應與涼亭四周景觀來安排，不要一味的使用舊有中央圓桌而環以桌椅；另外，欄杆植栽等尺度也不宜過高、過大而阻擋了重要的景觀視線等問題產生。

(3) 管理維護

由於竹材容易受到陽光、雨水等自然因素而影響其強度，再加上涼亭的設置幾乎都在戶外環境，因此竹造涼亭在管理維護上必須針對防水、防曬等因素作考量；在選擇竹種與設計搭配上再加上塗料使用上都應特別加以注意。

2. 配置計畫準則

(1) 在區位選定方面：

A. 以供人休憩為主之亭，應於林蔭清靜之處。

- B. 階梯爬坡連綿處，或路徑的起點或終點，應設供人停留休憩之亭。
- C. 位於岔路口之亭，應讓離路口位於一側。
- D. 俯視的觀景亭，應在視野開闊處設置，以免地形或植栽遮擋觀景視線。
- E. 平視的觀景亭，宜較靠近景觀，且避免為植物，地形所遮蔽。

(2)與周圍環境配合方面：

- A. 涼亭之設置應儘量保留、利用原有植栽，以達到林蔭效果，但若有重要觀景視線，應注意避免遮蔽。
- B. 在地形、坡度之考慮方面地勢低凹之處，地基需稍做抬高以防積水。
- C. 強風之地區，考慮儘量利用周圍植栽擋風。
- D. 日曬強烈之地區，可做深的出檐，以製造陰影。

(3)在配合設施方面：

- A. 步道：觀景用亭，可配合曲折蜿蜒之小徑，於建亭之焦點上豁然開朗。休憩用亭則須與遊憩旅客最多支主要動線相互配合。
- B. 安全設施：突出的平台、低矮的圍籬，稍高的土堤甚且幾個固定的石塊，皆可達到避免使用者發生危險的目的。勿使用過大量體的安全設施，阻礙了涼亭之使用者與自然景物間的接觸，特別阻礙了主要的觀景視線。
- C. 涼亭附屬物：涼亭內部及其基地周圍，視實際使用及景觀上的需要，常設有桌、椅、欄杆、台階、花壇等附屬物，已適量為原則。

圖2-8-27 竹亭設置與動線配合



圖2-8-28 與自然景觀融成一體



3. 個體設計準則

(1) 平面設計方面：

需考慮所在區位使用涼亭之使用者人數，在高密度區位，應安排同時容納數群使用者可共同使用互不干擾之平面安排、桌椅配置。動線上安排應多面開放流通，並兼顧結構上立柱的安排。

(2) 立面設計方面：

配合所處環境而定。周圍環境複雜，形體宜簡單而舒展；周圍環境平淡，形體可強調造型以創造視覺焦點；水中設亭需充分考慮水位高低變化問題，宜低而近水面，不宜過高。

(3) 材料結構方面：

竹材的選擇上，大體上仍依照所在區位而做考量；周圍環境複雜的，其選用竹材應選擇像桂竹或綠竹等竹徑較小之竹材以融入周圍環境景觀中；而周圍環境空曠平淡者，則可選用像孟宗竹或麻竹等竹徑較大之竹材來建造，以作為周圍景觀視覺之焦點。結構設計上，由於竹材的結構軸力很強，但對於側向力的抗力較弱；因此，在主結構柱樑上可採用數根竹材捆接搭建以強化其側向抗力；或者可利用其竹節的力量以穿接的方式組件。屋頂結構部分，在考量承

重與遮蔭隔熱的因素下，可選用竹徑較小或者單一竹子上部竹徑較細小的部分搭配稻草或稻桿使用。

圖 2-8-29 竹亭形式與環境配合



圖 2-8-30 屋頂搭配稻草覆蓋



4. 管理維護

(1) 清潔維護：

越頻繁使用之涼亭，越需投入清潔維護的人力。在都市附近高密度區位，更應清掃，以維持清爽之環境。

(2) 用材維護：

竹材非常容易遭受到陽光、雨水、昆蟲等大自然因素影響而腐蝕毀壞，較需經常性的維護，一般來說常用的方法有塗料、補強、局部抽換材料等。在建造之初，即應做經常性維護方面考慮。

(3) 植栽維修：

無論是基地原有植栽，或建好涼亭後所植之植栽，皆須經常維修，以免阻擋觀景視線或造成遊客活動時的阻礙。

(三) 竹橋

竹橋的運用上，類似於木構造橋的功用，一般用於公共性文化設施或者庭園景觀造景上；用以塑造周圍整體環境之美感，並提供使用者能

於橋上駐足觀景、觀湖、休憩之用。就使用功能與尺度上，分為下列三類：

1. 使用性竹橋：使用性竹橋通常用於山間村落，用以連絡兩地因地形上阻隔之不便，因此其強調的是使用的堅固與耐用性；所以在材料與結構工法的使用上，需多與考量。

2. 景觀性竹橋：景觀性竹橋通常用以彰顯區域特性，並特別強調景觀風格，吸引使用者停留觀賞之用，如此而能自然塑造成地域標誌，而廣獲宣揚。一般多與潭、泊、湖等水域結合，因此在結構搭接上應考量到這點。

3. 裝飾性竹橋：裝飾性竹橋通常用於校園或者社區公園...等文教設施使用上，一般來說其目的在於使整體環境配置豐富有變化；進而讓使用者能夠進入這區域配置停留聚集。因此，其設計重點能夠放在竹橋外觀形式的特色與醒目上，亦可使用較為誇張與繁複的設記手法操作。

圖2-8-31 使用性竹橋



圖2-8-32 景觀性竹橋



圖2-8-33 裝飾性竹橋



(四) 牆面

1. 應力構系統：以構造觀點，目前的牆面可分為承重牆面以及非承重牆面等兩種。

(1) 承重牆面

A. 竹編架泥牆：主要是以直徑較大的孟宗竹，擔任壁面框架的通柱以及

牆骨、大樑的腳色；並以較細的桂竹編織成牆面並將所有空隙用泥漿填滿作為整個承重牆牆面。但須注意溼度經年的影響而造成牆面土塊的剝離而造成牆面承重力的崩解。

圖 2-8-34 竹編泥牆



圖 2-8-35 竹編泥牆細部



圖 2-8-36 牆面剝離



(2)非承重牆

由於竹材本身的強度較差，若以竹材為牆面主要材料時，一般多以非承重牆的方式運用，構法、造型以及設計上也千變萬化，主要的非承重牆的差異在於應力方式的差異。

A. 牆柱分離構造: 泰雅族的竹屋中，以近似現代帷幕牆的概念，將牆面與結構柱分離，減少處理牆壁與柱子之間處理接縫的問題。

圖 2-8-37 牆面結構分離



圖 2-8-38 牆柱結繫方式



圖 2-8-39 屋角結合度佳



B. 自立式牆面

賽夏族以竹桿直接植入地面作為牆面，因此其牆面的重量主要由地面承重。這種做法當選用的竹材粗細變化大的材料，則須特別注意其兩根竹桿中是否緊合，否則容易造成較多且較大的縫隙。

(五)圍籬、矮牆與欄杆

1. 竹材的選擇：永久性圍籬，在合適的季節選擇好的竹材與加工處理，可維持較長的使用年限；臨時性或是裝飾性圍籬，則可選擇耗損較快的竹材即可
2. 結構設計：一般而言，竹材的結構軸力非常顯著，然而，面對側向力的抗力較弱。因此，在針對側向力的部分，可以加入其它材料如木材或是混凝土混造。
3. 構造方式：一般均以竹片密集編成，並以另一木柱或較粗的竹桿埋入土壤中，使成為一自立結構，橫向在並以竹桿或是半剖竹桿結繫住。
4. 防毀壞設計：竹圍籬運用的位置一般係作為戶外庭園造景使用，因此在設計上需考量防水、以及防日曬破壞等因素。

(六)鋪面

1、竹材應用的選擇：依照活動強度與空間機能作為竹材選擇的首要考量：

(1) 活動強度：不同的活動強度，有不同的竹材應用模式、直立、橫立或片狀排列。

(2) 空間機能：如人行步道與停車場就是截然不同的機能設定，所要塑造的鋪面機能也不盡相同。以停車場為例，主要考量其強度加強問題。

2、竹材表面處理

(1) 原竹面：竹材採收之原貌

(2) 去皮：將竹皮與竹結構本身，做不同的運用。

(3) 形狀處理：依設計需求調整竹材的曲度與長度。

(4) 熱處理或燒面處理：平坦表面以高溫火燄處理，製成一般之特殊紋路

3、施工介紹

(1) 準備工作

- A. 竹材鋪設前，應將鋪設區域底面清除乾淨，去除泥土、塵土、雜物及鬆脫物。
- B. 查閱相鄰介面之施工進度及程序，並事先協調，使各種不同組件均能配合施作。
- C. 當氣溫低於10度時、下雨或其他不佳天候，不得鋪設竹材，避免完工後的品質不佳。

(2) 鋪設

- A. 禁止採用有缺口、碎裂、污損、過多的竹桿或可目視察覺之側面裂縫等缺點的竹材。
- B. 竹材應先分類使深淺顏色與大小尺寸能大致相近，避免相鄰竹材之顏色深淺、規格尺寸差別太大，注意其竹節的位置與排列方式。
- C. 依照經核定之施工製造圖鋪設竹材，設定竹材間的孔縫，依設計決定竹材鋪面的容許差。
- D. 在施工地面先鋪厚度約3.5cm至5cm之襯墊砂基底或其他級配料。
- E. 由於竹材不似其他鋪面材，為使竹材到基底高程能符合設計圖要求，須與竹材的選擇要以相近圓徑為考量要點。
- F. 完成鋪置之竹材鋪面至少「48」小時之內，鋪面週邊應設圍籬設施及警告標誌絕對禁止踩踏。以免破壞。
- G. 許可差：鋪貼完成之表面，平整度於任意之300CM範圍內，誤差

不得大於5mm。

H. 竹材施工應依圖說洩水方向及坡度施作，完成後不得有積水或洩水不良情形。

(七)其他構造物

1、竹材的選擇

依照種類與用途作為竹材選擇的首要考量，

- (1) 竹材大小：依照不同的使用方式，以不同的竹材來因應。
- (2) 竹材種類：主要挑選大小形狀合適的竹材來作為傢俱使用。

2、竹材表面處理

- (1) 原竹面：竹材採收之原貌
- (2) 去皮：將竹皮與竹結構本身，做不同的運用。
- (3) 形狀處理：依設計需求調整竹材的曲度與長度。
- (4) 防腐防蟲處理：為避免傢俱損壞，必須加以處理。

第三章 竹構造物之構法與工法整理

本單元將整理上述各章節內容，針對有關竹構造建築物之文獻回顧與案例調查等資料，提供作為將來參與建築之設計、施工與學術研究單位，進行相關作業的參考依據；因此，將對其建築類型、構造系統、桿件的結合方式及施工通則等竹建築構法與工法進行彙整。

第一節 竹構造物的結構系統

竹構架因用途、設計、跨距及施工方式的不同，而有許多不同的組構型式。其次，竹材因受長度、材質以及不易控制接合點強度的限制，其建築的類別也受到影響。

一、以竹為主要結構的材料

竹子是一種近似於中空圓柱形的建築材料，如果以其做為建築的主要材料來區分，可以分為直線桿件（Straight rods）、偏斜的彎曲桿件（Deflection curve rods）、彎曲獨的壓力桿件（Curve compression rods）以及彎曲的拉力桿件等（Curve tension rods），依據個別的應力方式，形成各種不同的結構系統。

（一）直線桿件

當竹子以筆直的形式被運用時，其構築方式：

1、桁架（truss）系統

桁架系統是由以懸吊結構以及構架式結構設計建築物的半木構架（half timbering）的做法，中間繫樑逐漸演進成為二力桿件，而演化而成。

圖 3-1-1 桁架系統 1

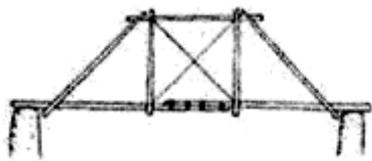
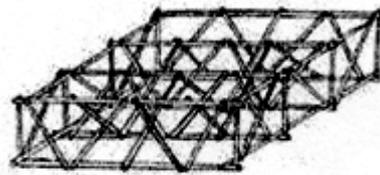


圖 3-1-2 桁架系統 2



2、屋頂構架

竹屋頂是一種輕量的構築方式，通常是以斜屋頂或放射狀屋頂為主。當屋頂的跨距變大，就出現運用桁樑、椽等構架出現。較為特殊的屋頂是尖塔結構，以放射的斜桿作為承受水平力的主要結構。

圖 3-1-3 斜屋頂

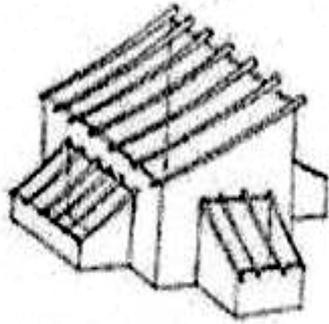


圖 3-1-4 放射狀屋頂



圖 3-1-5 大跨度屋頂

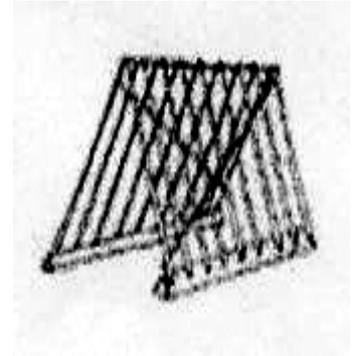


圖 3-1-6 尖塔結構

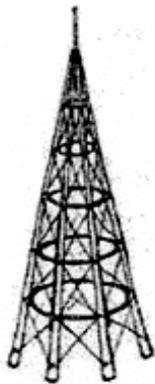


圖 3-1-7 海帕面桁架結構

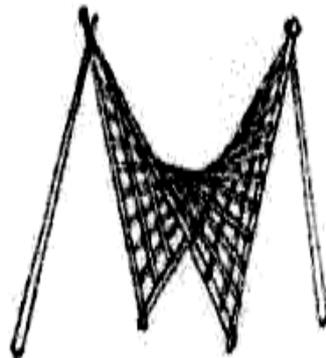
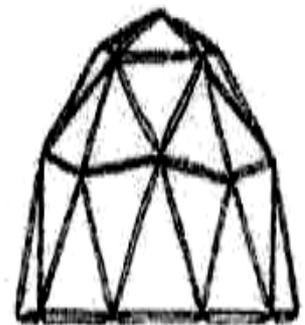


圖 3-1-8 曲面桁架結構



3、曲面桁架結構

以直線竹桿構築的曲面為規則曲面，是由一個個分離的平面，接續構成近似拋物面、雙曲面、球面、海帕面等的曲面桁架的結構骨架，在這些結構之中，接頭可能需要接繫一個個不同角度的平面，在設計上尤須加以考量。

(二) 彎曲桿件

1、偏斜的彎曲桿件

偏斜的彎曲桿件的形成，是由於竹子生長過程之中，所造成的天然彎曲桿件，而竹子竹桿的彎度變化取決於材料的良窳。實務上，除了依據所需取材外，這樣的材料有著質量不平均，以及形狀所造成的問題，與受力彎曲的各種結構並不相同。

2、受力彎曲的桿件

(1) 拱系統 (Arch)

由於竹材直徑以及厚度並不均勻，因而簡易的拱結構會有不均質彎曲的偏心現象，如圖3-1-9。為避免受這種現象的影響，可以利用足夠強度的拉力索、薄膜結構、直線甚至是彎曲的樑柱結繫、以及採用能增加其束縛的力的方式，這些都是常見的構法；如圖3-1-10、3-1-11示。

圖 3-1-9 拱系統 圖 3-1-10 以竹支架的帳棚系統 圖 3-1-11 彎曲繫樑



a、組合結構：拱結構的穩定性，還需依賴著另一個橫向的固定力量，因此，可以數排密集形成，如圖 3-1-12 至 3-1-17；此外，將竹桿固接於地面，並以增加橫向拉力桿件或拉力索的方式，也可以達到結構的穩定，如圖 3-1-18 至 3-1-20。

圖 3-1-12 單曲面拱 圖 3-1-13 雙曲面拱 圖 3-1-14 多曲面拱



圖 3-1-15 拱結構 1

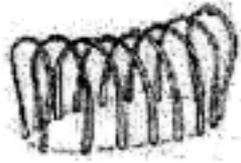


圖 3-1-16 拱結構 2

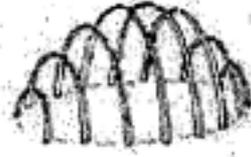


圖 3-1-17 拱結構 3

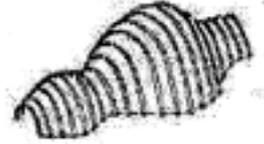


圖 3-1-18 拉力索補強



圖 3-1-19 桿件補強



圖 3-1-20 竹肋筋結構

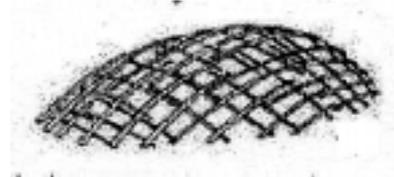


b、桁樑薄殼 (grid shell) 結構系統：是將拱狀結構以十字交叉形成的球面格柵狀結構。

圖 3-1-21 薄殼系統剖面示意圖



圖 3-1-22 竹材形成的薄殼結構



c、尖拱 (pointed arch) 或洋蔥狀尖拱

圖 3-1-23 尖拱結構



圖 3-1-24 尖拱形成的建築結構

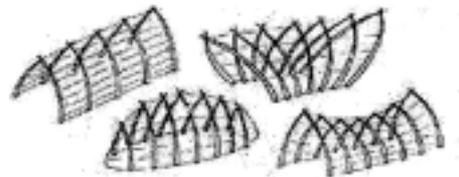


圖 3-1-25 洋蔥狀尖拱結構



圖 3-1-26 洋蔥狀尖拱形成的結構



(2) 索系統 (Cable)

竹材承受拉力的能力不錯，因此對竹材而言以索系統進行結構設計，是一種好的結構設計。例如亞洲地區的屋頂飛簷，其屋簷的椽條承受的即為拉力。

圖 3-1-27 索結構示意圖



圖 3-1-28 索系統結構 圖 3-1-29 屋簷結構系統 圖 3-1-30 屋簷非簷結構



二、竹材與其他材料混造的結構

(一) 竹筋混凝土

竹筋混凝土建築物，在印度等地區是一種常見的傳統做法，是將竹材與其他的可塑性材料相互結合，以作為建築材料使用。竹筋混凝土與一般鋼筋混凝土比較，有著以下的幾個優勢：

1、結構上的優勢

- (1) 與鋼鐵相較，竹材價格比較便宜。
- (2) 重量輕，取得容易，運搬方便。
- (3) 竹筋單位重量所提供的強度優於鋼鐵。

2、竹筋混凝土的缺點

(1) 握裹力的下降：

使用乾燥竹材施作竹筋混凝土，在混凝土灌漿時，竹材會發生吸水膨脹的現象，等混凝土乾燥後，竹材會乾縮；由於竹材收縮程度較混凝土大，因此會造成握裹力消失等問題，使混凝土強度下降。若使用未乾燥的青竹，也會因竹材失去水分後收縮而造成握裹力的下降；因此，增加握裹力的方式有以下幾種：

- a、使用較為成熟的竹材，一般多為 3 到 5 年。
- b、竹箴的運用比整根竹桿的運用為佳，其原因為竹材內側比外側表皮的握裹力強，且在竹節部位的握裹效果也會增加。
- c、將瀝青披覆於材料表層，作為防水層，以阻止水分的變化。瀝青的厚度，也應該加以控制，以減少瀝青對於握裹力的影響。

(2) 彈性模數的下降

竹筋混凝土的彈性模數下降，會造成下述的問題：

- a、開裂與破壞：比鋼筋混凝土的破壞可能性多出 50%。
- b、竹筋用量增加，約為鋼筋的 10 倍。

(3) 生命週期縮短

由於混凝土為鹼性，會減少竹筋的壽命。當開裂時，水分滲入混凝土中時，更會加速竹筋混凝土的毀損。

綜言之，竹筋混凝土在運用上，雖然包括樑或懸吊版，但更適用於樓地板或者是其他的一些荷重較小的構造體，例如隔間牆，就算是開裂甚至毀損，也是比較不嚴重的問題。

(二) 相關應用方式

將竹製成板材，最早發展於第一次世界大戰後的中國，迄今已衍生出許多應用的方式；近年來許多單位開始研究如何運用作為建築等構造或裝修等用途上，其產品包括地板、牆面、隔間牆、門、天花板以及屋頂板等，是一較為環保的建築材料；有關用途如下所示：

- 1、竹篾、竹條以及竹片所構成的竹膠合板。
- 2、竹皮經過處理所構成的竹膠合板。
- 3、輾碎竹材、竹粉末、竹纖維重組成的竹膠合板。
- 4、由上述方法之一種以上，加上木片、木質纖維材料或是無機物材料所組成。

目前常見的產品為竹蓆膠合板，其製作過程由一層層的竹蓆編織構成，經過冷軋或熱軋，再經由沙紙磨光而成。為增加其持久性，竹材需以化學藥品加以處理。在實務上，竹膠合板的厚度主要是由組成的層數來決定，較薄的板適用於門窗等工程，較厚的材料，則可用於混凝土模板。此外，這種做法的產品，更被用以作為屋頂材、拱狀構造物、穀倉甚至是工字樑或者是箱型樑的板。

另外，竹篾膠合板：常見於南美洲，由於當地的竹材相當難以壓平，因此將竹子劈開，作成竹篾材料。製作上是將竹篾用水泡軟後，加熱至華氏 130 度左右，之後再將其膠疊並加熱加壓來製成，最後以砂紙磨光與修整。在實務上，這種竹板多用於樓地板或是牆面，這種材料擁有良好的強度、勁度、耐磨及耐天候變化，是良好的住宅建築材料。

第二節 竹構造物構法

竹建築物與木造建築物有相似的特徵；在過去竹材的運用基本上是受限於竹材的材料物理性質，特別是現階段國外之研究，主要是著重於在竹材與竹材之間接合部位的構造法以及以集成材形成大跨距空間。由於竹構造物主要是出現在開發中國家，其建築設計與施工技術，傾向於簡單的自立造屋或小規模住屋的形式；因為地區文化、習俗、竹子種植生產等相關因素的影響，居民通常會以最為經濟的方式來運用竹材，通常都是與其他建築材料混造。本節對於竹構造的探討分為基礎、柱樑、板、屋頂、門窗等部份來說明。

一、基礎

基礎依竹材使用的形式，如下圖 3-2-1 至圖 3-2-3 所示，區分為：

圖 3-2-1
竹柱置於混凝土上並施加螺栓。a.竹子；b.鋼螺栓；c.鋼板；d.混凝土。

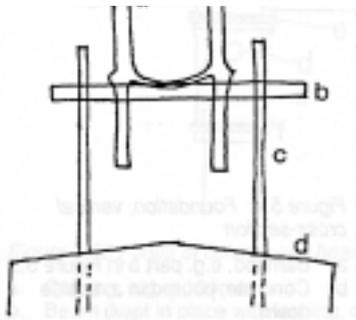


圖 3-2-2
可置換式竹基腳，當 b 進行竹材置換時，可在 d 處支撐。

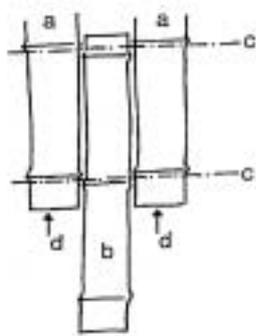
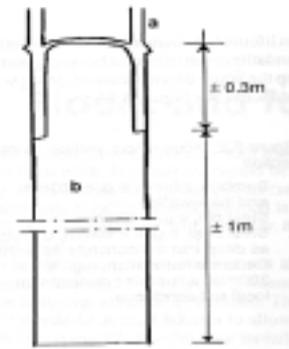


圖 3-2-3
將竹材下方以 PVC 管包裹，並澆置混凝土，再拆除 PVC 模板。



(一) 竹材直接接觸或是固接於地面：

若竹材未經處理，一般而言，其壽命約為六個月至兩年。若必須選擇這樣的基礎，為求穩定與強度，應審慎挑選竹料，通常是以直徑粗大、竹肉厚以及底端是由竹節形成封閉式端點者為佳。如果找不到這樣的竹料，則可以考慮以數支細竹共構而成。

(二) 竹材設置於石頭或是混凝土上之基礎

這是較為常見的基礎樣式。這類基礎雖然足以支撐房屋的重量，若沒有施以良好的錨釘，很容易為強風的拉拔力所摧毀。

(三) 竹材直接置入混凝土內

可以形成獨立基腳或是連續基礎等結構，需注意與混凝土接觸部為之腐蝕與蟲蛀問題。

(四) 混造基腳

這是創新的竹屋基礎發展，如圖 3-2-3，運用塑膠管將竹材以混凝土基腳延長以作為基礎，可以防止水分滲入以及白蟻入侵，是一完整且能夠增加生命週期的做法。

(五) 竹筋混凝土基腳

以竹筋混凝土製作基礎的方法。

(六) 竹樁

竹樁被成功的運用在軟質土層以減少建築物沉陷的歷史已經相當久；竹樁的製作是以劈開的竹篾，編成一長約 8 米，直徑 80-90 公分的竹筒，內部填入椰子殼並以麻繩或鐵線綁緊固定後打入地層，僅留約 2 米高度於地面上，然後在上面在覆土 2.5 米，蓋過其頂部而成。

二、樑與柱

建築樑柱除了運用其他斷面較大或是抗壓力較強的材質外，以竹材作為建築物的樑柱，會由於其強度以及結合的關係，而減少了建築物的規模。若是以竹子的一端固接於地面上，如圖 3-2-4，欲維持整個增加整個系統對抗水平力以及荷重力的能力，使系統維持穩定性，便需增加許多應力設計。如三角支撐結構和數根竹材集束來增加柱斷面以增加抵抗荷重的能力；以拉力索、加勁板來增加桿件對抗水平力的能力等，如圖 3-2-5 至圖 3-2-7。

圖 3-2-4 獨立柱

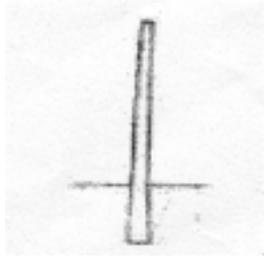


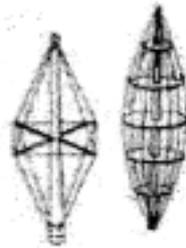
圖 3-2-5 圍束竹柱



圖 3-2-6 三腳支撐



圖 3-2-7 拉力索、加勁板支撐



三、板

(一) 地板：

由於竹材直接接觸地面時，容易發生腐朽損毀的情形。在施作竹材基礎與地板時，必須特別注意讓竹子離開地表面以保持乾燥。除了部份民族在房屋設計時以土地直接作為地板之外，地板托樑或者是地板面必須距離地面有一定高度，以避免蛇鼠有築巢空間，其組構方式如圖 3-2-8 至圖 3-2-11，相關說明如下所述：

圖 3-2-8 壓竹地板

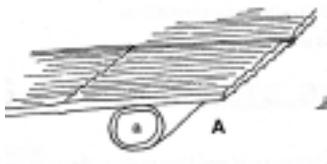


圖 3-2-9 竹編地板

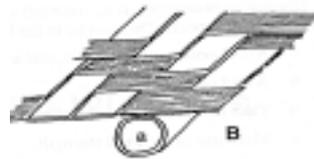


圖 3-2-10 剖竹地板

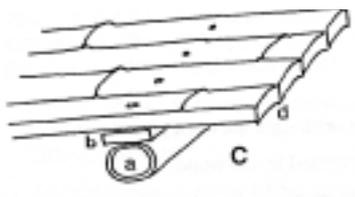
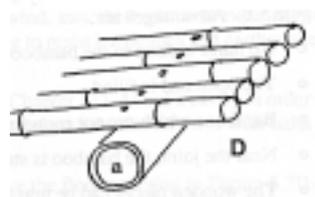


圖 3-2-11 竹桿地板



- 1、壓竹地板：將竹材割開之後，再壓平成為平坦但未被切斷之竹片，以繩或是釘固定於樑上成為地板。
- 2、剖竹地板：將剖竹排列編排成為地板。當固定於地樑上時，可考慮增加一片木片來增加其平整度。
- 3、竹桿：以細小竹桿直接固定於地樑上使之成為地板。

以上三種竹地板工法，由於地板表面凹凸不平；使得清潔與衛生的維持較為困難，相關應用說明如下：

- (1) 竹編地板 (woven bamboo)：竹片編織而成的地板。
- (2) 竹蓆地板 (bamboo mats)：以竹皮編成為竹蓆作為地板材
- (3) 竹板地板 (bamboo panels)：以多層竹蓆交疊而成的地板構造。
- (4) 竹地磚地板 (bamboo)：以多層竹片或是竹蓆堆疊而製成地磚，鋪設於地面上。

(二) 牆面

一般而言，結構牆面最主要的部分如柱、樑，是竹屋結構框架的一部分，因此，牆面除了必須要承擔竹屋的自重，還必須能承受風、地震等所帶來的水平橫力、拉拔力負荷，因此，有效率且合適的接頭做法非常重要。

竹牆面框架中的填充物，應具備有對抗雨、風、動物入侵、空間隱密性、提高建物承受水平力的結構，以及提供良好的通風、採光環境甚至是建築以及美學的功能。依其結構方式，可分為下列幾種：

- 1、剖竹牆面：以剖竹編織成為面材，並節繫在中央材料。
- 2、壓竹牆面：將竹材割開之後壓平成為聯繫但未切斷之竹片，使其成為較平坦的面材。

上述兩種牆面，可以鐵線或是樺接加以結繫，其組構方式如圖 3-2-12 至 3-2-15 所示，相關應用說明如下：

圖 3-2-12 對剖竹材牆

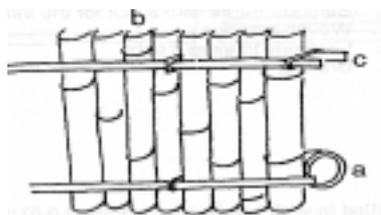


圖 3-2-13 對剖竹材牆

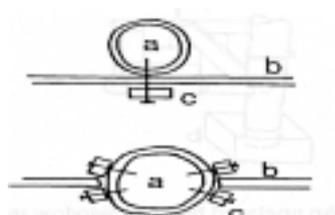


圖 3-2-14 竹編架泥牆

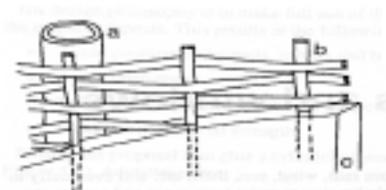
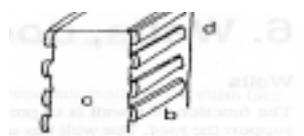


圖 3-2-15 貝加勒克牆 (Bajarque wall)



- (1) 竹桿、對剖竹材牆面：以竹桿或對剖竹材編成牆面，在做法上可以分為垂直或是水平兩種，對剖竹材的運用方式亦同。可以設置一層或數層，以及垂直、水平兩層來組構。
- (2) 貝加勒克牆 (Bajarque wall)：為拉丁美洲的特殊竹牆構法，先以竹篾編成板，在內填入石頭與泥巴而成。
- (3) 竹編架泥牆 (wattle and daub)：屬於露柱式牆面框架，以直徑 11CM 左右的孟宗竹作為通柱與牆骨的材料，作為承受重量的主要結構，並以直徑 8CM 左右的桂竹作為穿料結構。中間設置竹編架，再外覆泥土成牆。
- (4) 竹編牆：結構形式與竹編架泥牆近似，但是編架間主要是以竹片編成。
- (5) 竹板牆：以竹板作為外牆，建築物的結構剛性較大。

(五) 屋頂

最重要的遮蔽功能，包括防雨、日曬、防風，以及提供一個乾淨、可用的有頂蓋區域，並且避免由天候造成的危害。因此，屋頂設計的上強度應能承受風力與屋頂覆蓋物的重量，以及能同時考慮水平方向的結構穩定度。竹材是一種理想的屋頂建材，因為其強度高、具有彈性而且重量輕。

竹屋頂系統構架的變化很大，常見的斜屋頂組成構件包括椽（purling）、椽（rafter）、掛瓦（tile-lath）。桁架系統是另一種屋頂構架做法，桁架系統較為經濟、有效率，而且可以比較短的構件，延伸至較長的跨距。近年來，國外的竹建築研究開始重視這個領域，重點在桁架結構弱點的改善以及徑向竹材接合的技術，大多數的竹結構破壞是集中在接合點上，此部分在桁架與空間桁架一節會有更清楚的解釋。

有關於屋頂面材部分，傳統的面材包括覆蓋瓦片、頁岩、茅草、檳榔葉，以繩或釘所組成。若考慮以竹材作為屋頂材，由於屋頂是被暴露於各種天候變化之中，平均壽命約為2年；三種主要的竹屋頂分別為：

- 1、對剖竹材屋頂：以對剖竹桿片上下交疊的方式所做成之竹屋頂，一般而言長度大約為3m。
- 2、竹屋面瓦屋頂：使用新採收的青竹節間竹材（竹節不取）作為原料，長度約為40~60公分，寬度4公分，剖開之後，以竹材內側向上，外皮處將長度約15公分的外皮順著竹纖維切開但不切斷，運用竹皮纖維的彈性，將其嵌於屋頂椽材上。
- 3、以混凝土灰漿披覆於屋頂上。

圖 3-2-16 對剖竹材屋頂

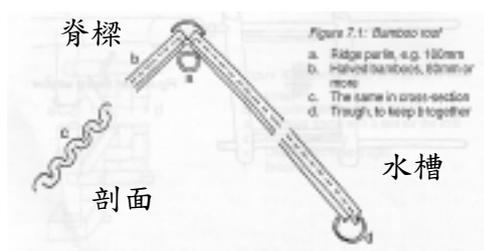
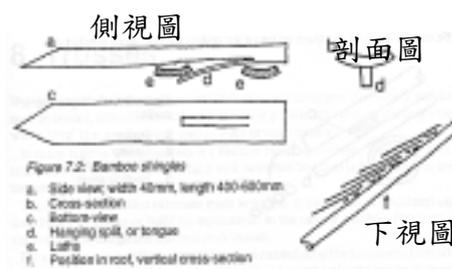


圖 3-2-17 竹屋面瓦



- 4、竹板屋頂：以兩層半剛性的竹板中間夾一層瀝青或橡膠防水材料的屋頂。
- 5、其他的屋頂材質還包括竹屋頂波浪板、蘆葦桿、鋼浪板、平泥瓦等材料。

（六）天花板

天花板的設置能夠有效的提供比較好的隔熱功能阻絕屋頂的輻射熱，以及提供類似煙囪效應的方法協助室內降溫；另外，應用時必須注意天花板與屋頂面之間可能提供的蛇鼠築巢的可能性；其建造方式包括竹桿天花板、竹編天花板及壓竹天花板等建築裝修。

（七）門、窗構件

傳統的竹屋在門窗構件上，通常是以較為簡單的樣式進行設計與製作，包括以旋轉或滑動的方式進行開關。常用的材料為編織的竹篾或者是取直徑較小的竹桿製作。在工藝水準較高的建築物，則是以木材作為門、窗板，或是以竹編材料披覆於竹板上，形成門、窗板來使用。

（八）竹水管、竹溝

將竹子的竹節打穿，便可作為竹水管，以其放的置位置區分：

- 1、地底竹管：依坦尚尼亞的發展經驗，利用金屬或是PVC管於竹管端部加以銜接，是製作竹管的好辦法，可以提供日常飲用水的供水管道。由於竹材易受外部蟲、菌的影響，目前做法包括以瀝青披覆於竹管外側、將竹管以殺蟲劑處理後，埋設於預先挖設的土溝中，同時必須確保竹管中隨時充滿乾淨的水，若如此可將竹管的壽命延長至10年左右。
- 2、地上竹管：地上竹管的主要問題是垂直向的銜接，其餘的防腐處理等，問題都與地下竹管相似。
- 3、竹溝多半是用去節的竹篾製作。

（九）臨時構造物

鷹架的搭建在南亞、東南亞、以及南美地區是常見的竹材運用方式。這是一暫時性的構造，用來作為建築物施工或維護時的工作平台。竹鷹架通常有兩層，外層用以承載力量以及維持結構穩定，內層是用來支撐工作台。鷹架的強度必須視每一個單一竹材構件的強度而定。與鋼構的鷹架相較，竹鷹架的重量不僅較輕，且較便宜，因此，除非需要高度比較高，自重大的鷹架，竹鷹架會是一種很好的選擇。

第三節 竹構造物的接頭

雖然竹子應用於建築上有許多優勢，例如造價低廉、生長快速、具有良好的彈性與韌性；但也因為本身的材料特性，導致竹材的接頭設計非常困難，包括：

- (一) 竹材近似於一中空的圓管，接頭設計存在著幾何上的困難。
- (二) 竹材的纖維只能沿著縱向生長，很容易劈裂。若使用釘子直接釘入，則十分容易造成竹材劈裂。
- (三) 竹材是中空的，開放端 (Open end) 很容易折斷。
- (四) 竹材的表皮十分堅硬與光滑，不易施力。
- (五) 竹材的軸向的抵抗力量強，側向的抵抗力相對比較弱，因而無法承受水平力。
- (六) 竹材的品質會變化，竹子並非都是很圓、很直而且寬度一致。

依據過去鋼筋混凝土造或木構造的發展經驗來談，要使竹建材成為廣泛運用的材料，首先必須發展出竹結構標準的 Joint 做法。其竹接頭的特徵包含：在兩個竹管之間形成的接頭，如果不是依賴兩竹管交叉處的接觸，便是利用繫結扣件來產生結合力；結合力的形成可能是來自於內側、外側或者是所形成的交叉處。；繫結構件可以與竹材的纖維平行或垂直。

以下將接頭的類別、接頭的接合形式整理如下：

一、接頭的類別

現代的竹建築似乎有兩種發展方向：將竹視為一種建材，以工業化生產的形態來發展結頭設計，以及嘗試尋求某種現代化的低技術連接方式的設計，一種價格低、無須技術工人即可施工的接頭。不同的嘗試會產生不同的設計。

榫接是木匠最習慣使用接合方式，但在竹建築中較少被運用，但以螺栓方式接合卻十分常見，通常會與繩索或楔木固定法並用。這種做法的缺點是：由於並未用整根竹子作為榫頭來傳遞力量，必須注意榫孔或者是栓孔不能太靠近竹子的端部，避免發生破壞的現象。

圖 3-3-7 木榫頭接合

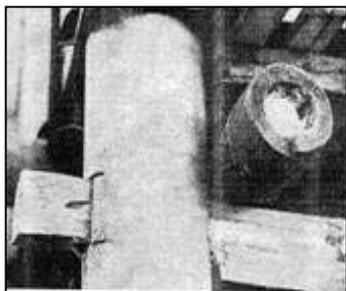


圖 3-3-8 以螺栓與鉤釘接合

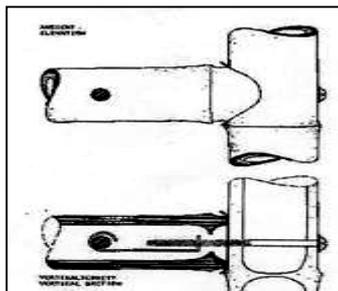


圖 3-3-9 以竹插梢相接

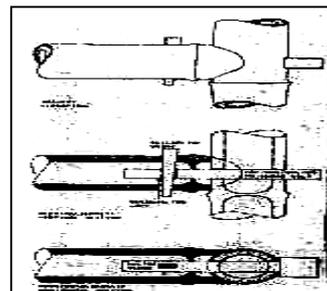


圖 3-3-10 金屬材料接頭

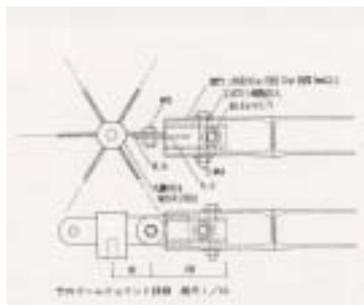
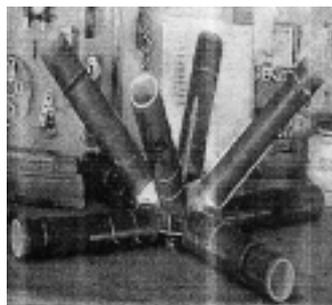


圖 3-3-11 鐵線接頭



(三) 穿枋式接頭

以「穿枋」作為構件接合方式，由來已久，但設計或作業不當期強度會下降，因此，應用上因多加考量。

圖 3-3-12 十字型穿枋接頭

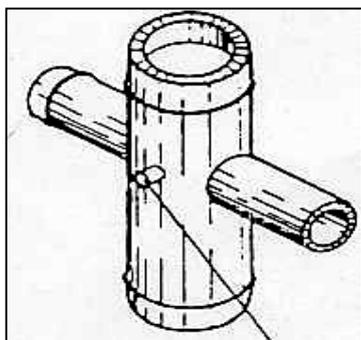
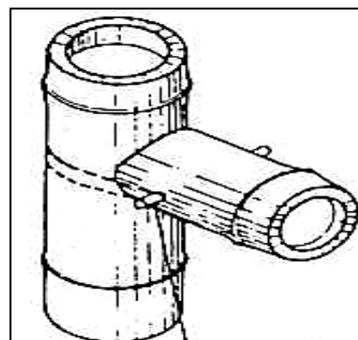


圖 3-1-13 T 字型穿枋接頭



(四) 繫結材接合

由於竹材的直徑變化以及靠近接頭部份的竹材厚度差異，若以螺栓或榫接方式進行連結，其強度可能無法藉由連結材料傳遞。因此，可以將連結材料與竹材以膠合或者是先將竹材擴張，再將連結材置於竹桿內固定的做法，也可以套件套接於竹桿外。包括木接頭、鐵件套管等。

圖 3-3-14 木材作為繫結材

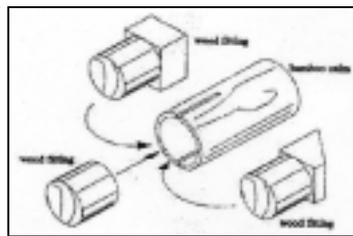


圖 3-3-15 木材與鐵片連結

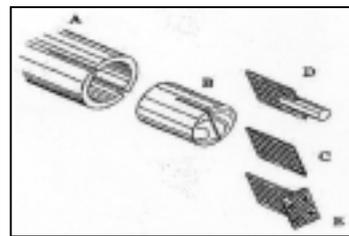


圖 3-3-16 金屬材料套管

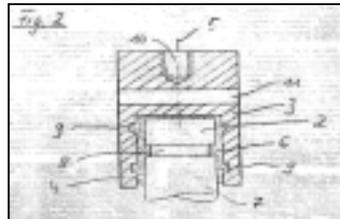
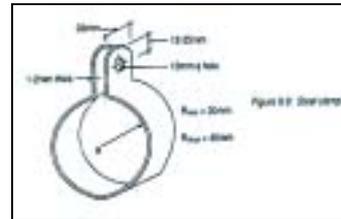


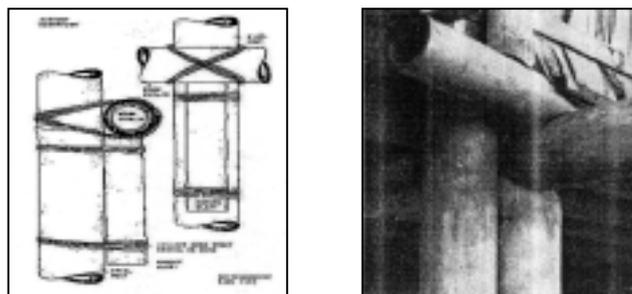
圖 3-3-17 金屬夾緊片



(五) 複合式接頭

複合式接頭的設計，是要避免竹材因過度的鑽孔而造成的破壞，導致其強度降低，以及兼具老舊竹材能被置換的功能。例如在原來竹材邊加設短竹桿以為固定橫向竹材的方式。

圖 3-3-18 組合式接頭



二、接頭的接合形式

桿件接合之接頭形式可依部位區分。

(一) 線性接合

直線對接可以分為以下幾種：

- 1、平口對接：將竹材端部相接，並利用繫件來相連。
- 2、搭接：將兩竹材交疊放置，再繫結的方式，在固定範圍內的兩根竹桿至少必須有一個以上的竹節，並應有2-3處的接合點。此法的缺點是在接點部分寬度的變化，以及較為笨重。
- 3、平口榫接：將接合部位的竹材，各自剖除一半，再加加以搭接的方法。
- 4、側板連接：將竹材兩端相接，在竹管側面以長條狀或圓弧形竹材或鐵件來相接。
- 5、套管接合：以短長度的竹管或鐵件，填塞於竹管內側或者是在外側包覆，採兩竹桿相接的連結方法。
- 6、直接插入接合：運用竹材的直徑變化，將細竹材直接插入粗竹材，完成連結的方法。

圖 3-3-19 平口對接

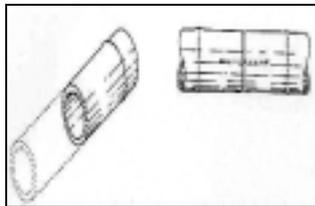


圖 3-3-20 搭接

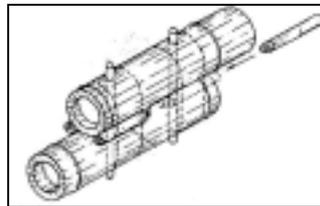


圖 3-3-24 直接插入接合

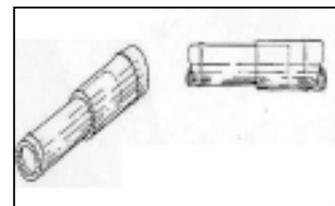


圖 3-3-22 內套管接合

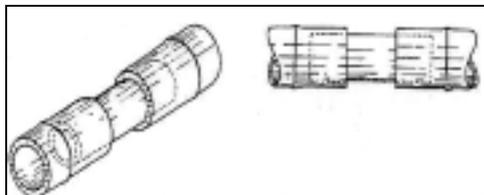


圖 3-3-23 外套管接合

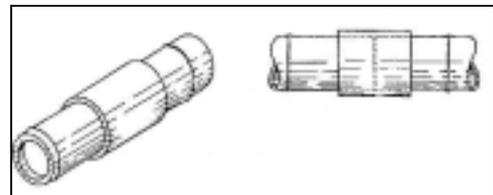
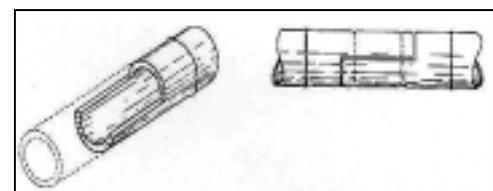
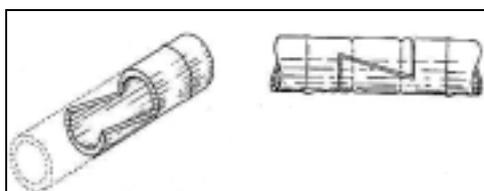


圖 3-3-21 平口榫接



(二) 垂直接合

垂直接合主要分為以下兩種方法：端點部位的接合、垂直相交等兩種；其結合可以許多方式進行，包括榫接、側材固定、穿枋、繩接、竹釘、鐵件等。

圖 3-3-25 承接接合 圖 3-3-26 以預留竹皮接合 圖 3-3-27 以穿枋方式接合

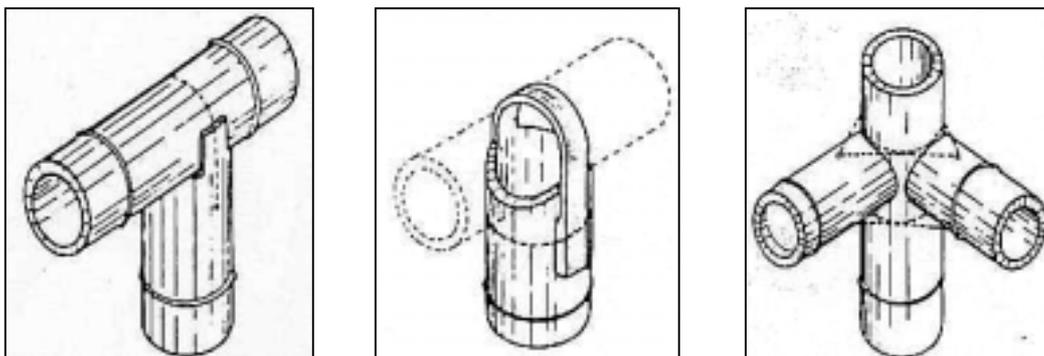


圖 3-3-28 以繩索接合 圖 3-3-29 以膠合板為榫頭

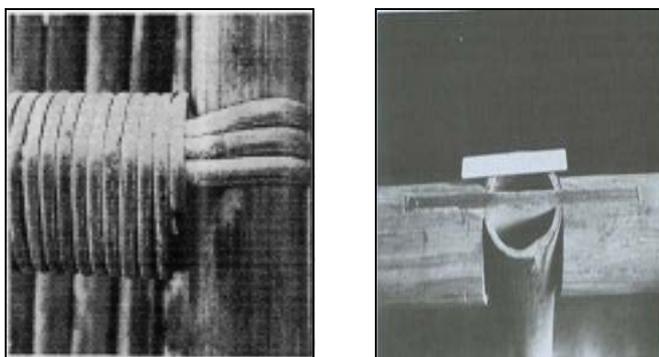
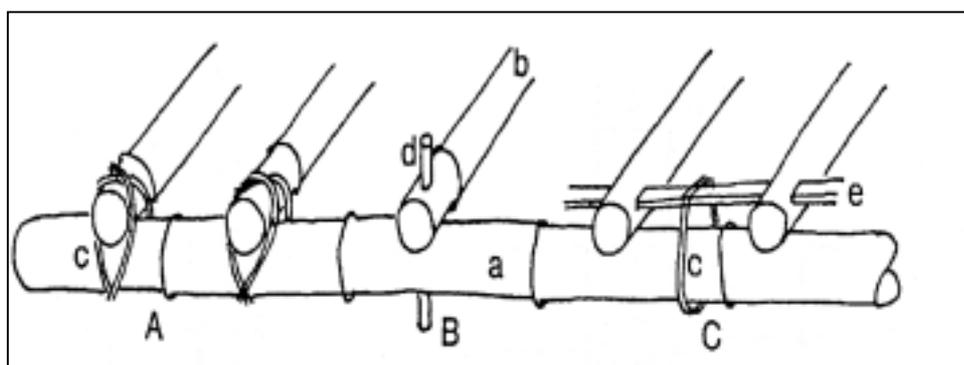


圖 3-3-30 垂直搭接接頭做法



(三) 非垂直相接

非垂直接合的最常見的是桁架(Truss)與空間桁架(Space truss)接頭，其連結方式大致是與垂直接合類似。

圖 3-3-31 以螺栓、側板的方式形成的接頭 a.10mm 夾板
b.鋼製螺栓 c.桁條 d.中間層構材

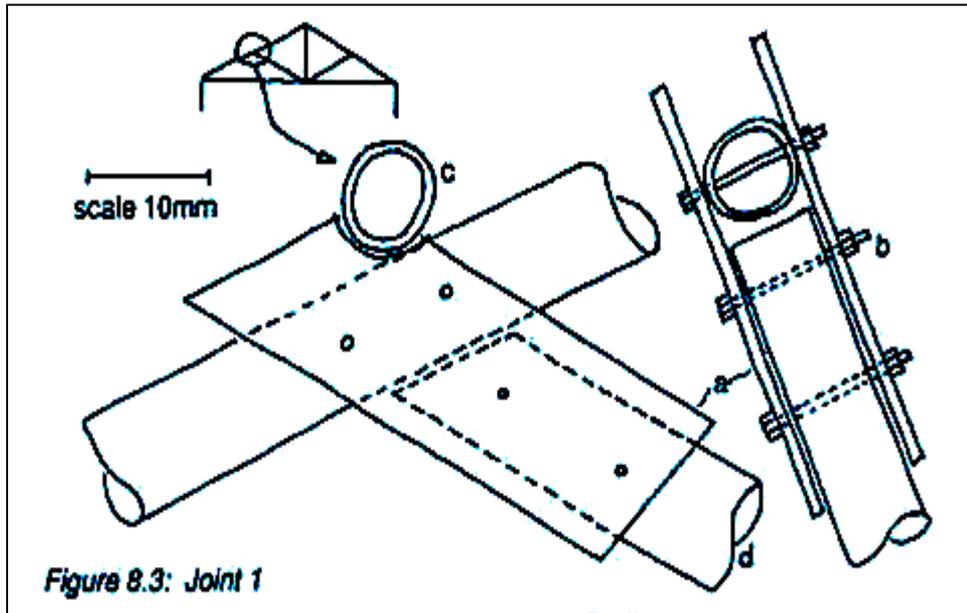


圖 3-3-32 以插梢接合的接頭 a.對角材 b.栓銷 c.上層構件
d.桁條 e.中間層構件 f.網紮繩索

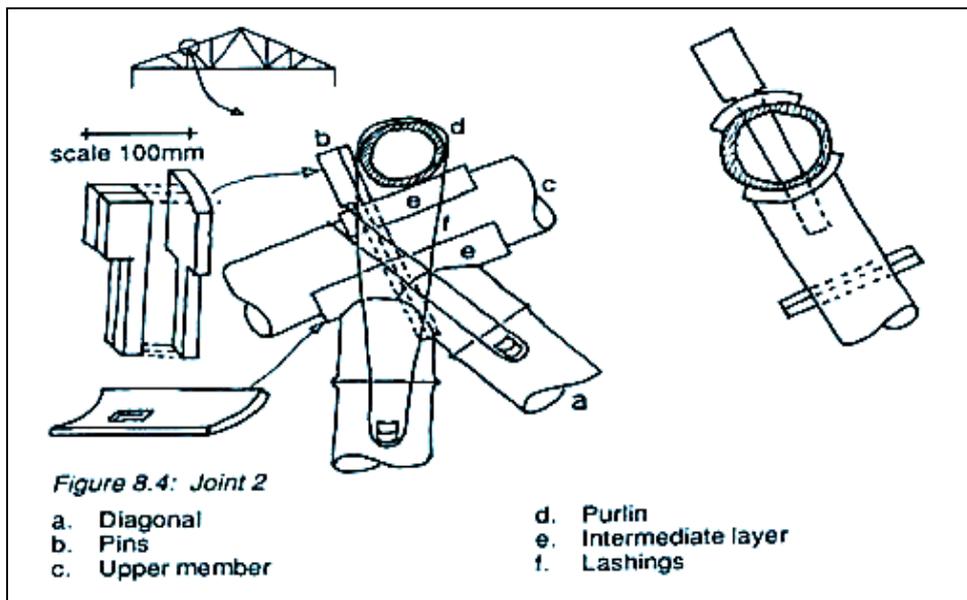


圖 3-3-33 以穿枋方式接合 a.角狀突起 b.對角材
c.上層構件 d.孔洞

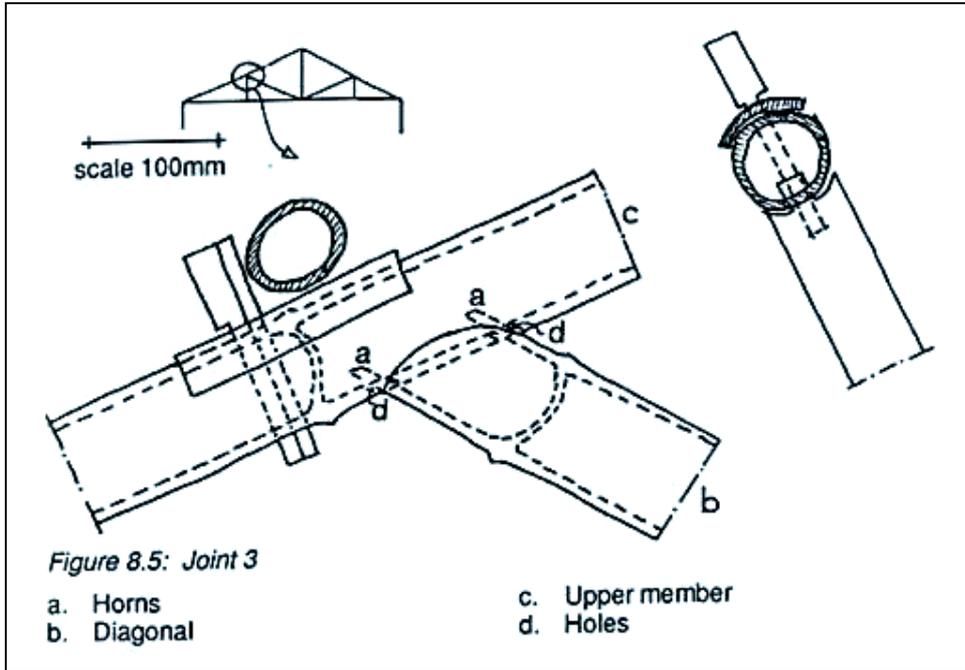
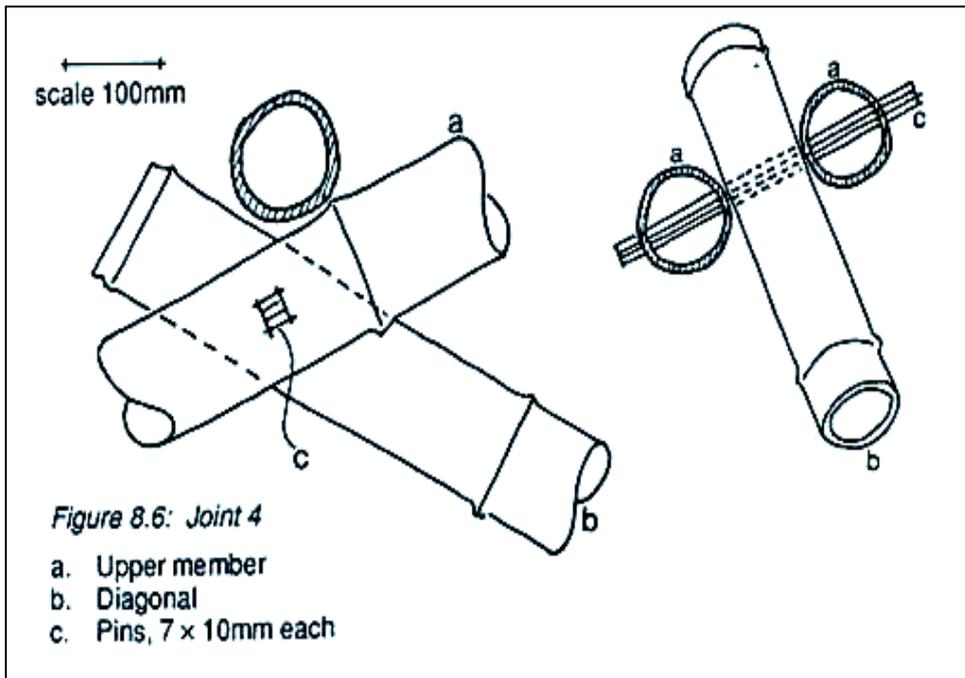


圖 3-3-34 以插梢方式結合的接頭 a.上方的竹節 b.斜向竹節
c.插梢 7x10mm



三、接頭設計注意事項

進行接頭設計時，應注意以下各點：

(一) 在竹節處或是靠近竹節附近形成節點：

竹子在節間部分比起竹節附近，容易開裂；因此，在接頭設計、施工時，應注意盡量靠近竹節。

(二) 儘可能縮小所有的鑽孔：

鑽孔、截斷或是切口，都會使竹材的強度下降，因此，需盡量減小鑽孔的大小。

(三) 使用乾燥處理過的竹材：

使用乾燥處理過的竹材比起運用青竹而言，有兩項好處，首先，青竹竹材的乾燥會使接頭鬆動；其次，乾燥的竹材強度較低，能夠避免以青竹架構建築物時，竹材失去水分後的強度降低所帶來危險。

(四) 竹材要加固以避免開裂：

以鐵線或竹皮等在竹材外側加固能增加竹材的強度，減少竹子開裂的情形。

(五) 使用加強鐵件可提高其接頭強度

一般竹材受氣候環境與人為使用情形的影響，接頭強度或多或少皆會減少其原始設計的性能；因此，可針對部份受結構應力影響的接合部位，使用各式的加強鐵件，包括金屬螺絲、金屬螺桿、金屬夾緊片及鐵絲等。

(六) 增加竹材的生命週期：

良好的保護以及避免水氣造成的影響，可以有效的增加竹材壽命；外覆的竹繩也可以減少蟲害的影響。

第四節 竹材施工通則

一、總則

- (一) 設置物的整體安全考量，應能安全且有效的承受自重以及外力，並應考慮現地情形進行設計。
- (二) 接合部位的設計，應有充分的強度以及必要之韌性與剛性。
- (三) 整體計畫的設計，應確實考慮到施工方法與程序，避免發生施工上的困難。
- (四) 如須混用不同材料建造時，須特別注意與竹材之間的接合。

二、各部位的結構原則

(一) 基礎

- 1、基礎應能安全的將上部結構支承於地盤上，使其不至於發生沉陷、上浮或是倒塌、橫向移動等狀況。
- 2、竹構造物若以竹材為基礎時，應避免於雨天時為積水所淹，而減低建築物壽命。
- 3、由於基礎部分較靠近地面，有腐蝕以及蟲蛀的機率高，設計上應考慮其可替維修及替換性。
- 4、若以水泥砂漿等塑性材料施作時，除須符合材料施工規範外，須考慮塑性材料對竹皮的握裹力弱，以及竹材在施工期間的材料變化所造成的應力損失影響，並於設計階段提供改善方法。
- 5、其他如地檻等結構，視結構需求設置，並須注意其應力傳遞。

(二) 主結構

- 1、主結構應能安全的承受其垂直載重（靜荷重以及活荷重）以及水平荷重（包含風力、地震）。
- 2、作為「結構柱」用之竹材，以選用直徑粗大、竹肉厚以及底端是由竹節形成封閉式端點者為佳，並須注意當接合部位以穿枋方式進行時，強度下降的問題。
- 3、主結構結合部分除須遵守下節規範外，須避免發生鬆動的現象。

(三) 屋頂材

- 1、以竹材對剖並上下交疊材作為屋頂時，須選用較直的竹材。
- 2、選用竹材作為屋頂棚板材料時，洩水坡度約為 3/10，應避免過陡或是過緩的情形發生。
- 3、屋頂設計強度應能承受風力與屋頂覆蓋物的重量，以及能同時考慮水平方向的結構穩定度

三、相關作業注意事項

(一) 竹材選擇

- 1、竹材之選取原則，以選擇 3-6 年生，材質良好之竹材為佳。
- 2、以形狀筆直、強度高及耐久性強作為主要考慮因素。
- 3、直材於使用前須經過乾燥處理過，以避免含水份較高（如青竹竹材），在乾燥過程中的體積變化以及強度下降的問題。

(二) 膠合板選擇

膠合板必須保持在溼度合適的環境之中，在組裝前、中、後均不適宜暴露在高溼度的環境之中。

(四) 接合部位規範

- 1、當接合部位位於主結構而有強度下降之虞者，應考量以鐵件或其他方式於竹材內外側加固以增加其強度。
- 2、接合處應避免受水氣影響，以有效增加竹材壽命。
- 3、接合部位儘可能以鐵線、藤線或是竹皮作為加固，以減少開裂。
- 4、當竹材以鑽孔方式製作節頭時，應儘可能縮小所有的鑽孔，減少其強度下降。且鑽孔部位與端部之間，應儘量留有一竹節 (node)，以確保接合部位的強韌。
- 5、以繩繫方式製作接點，須審慎考慮其應力傳遞與喪失的問題。
- 6、以螺栓結合時，須保持栓緊時，螺帽至少突出二圈螺牙。
- 7、當接合部位選擇運用膠合劑時，其接合耐力及性能應能被充分確保，不過主要構材不宜採用。

第四章 竹材特性與防腐防蟲處理概述

由於竹材生長快速，可在三到五年中達到建築構造所需的尺寸，因此，可廣泛被應用在建築或其他構造物等型態上。然而，蟲害與受潮腐蝕卻是竹材應用上必須考慮的問題，對於任何的處理方式，都無法避免造成對竹材性質產生影響，例如：力學強度變化、變色、異味等問題，這些作用對於竹材的利用影響甚鉅，尤其在未來竹材推廣應用上，恐有減損價值之虞。本章節冀望從竹材的一般性規範與防蟲防腐等觀點來探討竹材在使用上的材料規範原則。

第一節 竹構造材料之一般特性

竹材由於生長快速，為亞熱帶地區重要的資源之一，其優點是生長快速、力學強度高、紋理優美、色澤柔和等，但由於其中空管狀之構成、竹肉薄、易腐朽、且含大量竹節，故利用上與一般木材不同。

竹材在利用上重要的特性如下：

- 一、割裂性：竹桿有分割性。故可將桿材細分批蔑，用以製作各種手工藝品，如框籃、傘柄傘骨、扇柄扇骨、竹簾、竹蓆、梳篦、紡織梭等。竹桿上縱走纖維越多，分割性越強。
- 二、彈性：竹桿彈性依維管束、其周圍纖維群數目及韌皮纖維長度而定。
- 三、負荷力：指桿部對成直角方向外力之抗力。因竹桿具有一定負荷力，故可作樑、柱、桁、椽、橋樑、船蓬、竹梯、抬扛等。竹桿負荷力依維管束周圍韌皮纖維包壁肥厚及逐漸木化而增加。因此製作家具、建築等用材，一般不選用一年生幼竹，而選用二、三年生至多年生老竹，因竹的細胞壁一年比一年肥厚，材質堅韌度相對增加。
- 四、抗挫力：利用抗挫力製成的物品有床架、桌腿、手杖、傘柄等。抗挫力指抗壓強度與抗彎強度同時活動而言。此二力均為桿部韌皮纖維的發達及硬化程度所決定。抗壓力是向纖維加壓所抵抗之力，隨韌皮纖維硬化而增強，其製品如竹釘。抗彎力製品如竹箭。
- 五、桿材中空：竹桿中空而形圓，因而廣泛用於製作各式器具。

第二節 竹材防腐與防蟲處理

竹子是由無數不規則之有機細胞縱向平行排列而成，自砍伐至使用階段易具有乾裂(Check)、黴害(Mold)、變色(Stain)、腐朽(Decay)、蟲害(Insect attack)等缺點；且儲存過程中，竹材的澱粉、蛋白質及水分等物質，易受微生物侵蝕而使竹材腐朽。

竹材中含有豐富的營養成份，在一定的溫度、溼度等條件下就會發生霉變，這種現象是由於霉菌滋生而引起；如何預防竹材的霉害，從學理上探討，其主要抑制與消滅存在於竹材中的霉菌和蟲卵，且盡可能地減少竹材中的營養成份，如葡萄糖、蛋白質和澱粉等，減少其賴以生存的條件。

實際上要解決竹材的霉菌問題並不簡單；倘若使用較強的防霉劑是可以解決此一課題，但是，很可能造成竹材基本性能的破壞。因此，一般在竹材加工生產過程中，常應用防霉藥物的濃度和對竹材作用的時間進行調節，以控制竹材防霉的效果；當藥物的濃度高而對竹材的作用時間長，對霉菌是一種消滅作用，而當藥物濃度低的時候，對霉菌就只是一種抑制作用。所以，這些相互作用，又對立矛盾的因素，始終成為竹材防霉技術的一項難題。

一、國內部份：

(一)焦油：

由原油所提煉之焦油，其毒性高、黏度大，使用後水氣不易滲入竹材，由於施工繁瑣以及近年來環保意識提高，因此，價格也較昂貴。另外，由煤礦提煉成的焦油，其毒性與黏度都較低，費用便宜。

一般常見之焦油防腐劑由此二種調配而成，具有防霉與防潮等優點，但也具有不易作業及外觀不佳等缺點。

(二)油溶性防腐劑：

1、五氯苯酚：(目前此類溶劑為環保署禁止使用之毒性藥劑)

先將五氯苯酚溶於適量的溶劑中，然後再用乳化劑把該溶液在容積 80%之水內調成 50%PCP 的乳化液，將竹材浸入該溶液中或以塗佈方式作業。(須在屋外使用)

2、環烷酸銅：

取自石化業中之環烷酸，價格偏高，一般防霉等作業甚少單獨使用。環烷酸銅至少需含有 6%銅，調製時銅的含量必須要達到 0.75% 以上才具有防腐的效果。

3、奎磷酸銅：

為石化工業的副產品，價格偏高，毒性低，對動植物及環境的影響也較小；其處理後的成品適用性較廣，一般常應用於製造蔬菜生果的木箱等日常使用的工器具上。

4、三丁烷氧化錫(TBTO)：

目前此類溶劑為環保署禁止使用之毒性藥劑，為無色液體，對哺乳動物毒性低，效果較 PCP 佳，其優點為成品不變色、可油漆塗裝亦不影響膠著性，但成品埋在土中效果不能持久為其缺點。

5、烷基阿摩尼亞(AAC)：

可溶於有機溶劑、也可溶於水。處理後之成品不但防白蟻也能防腐，但埋在土中亦不能長久。

(三)水溶性防腐劑

1、ACA(Ammoniacal copper arsenate)：

此液中的阿摩尼亞可使竹材細胞膨脹，促進溶液之滲透，但此溶液最大缺點是含有大量劇毒的砒礪。

2、ACZA(Ammoniacal copper zinc arsenate)：

此為改良的 ACA，ACA 中有一半劑量的砒礪以氯化鋅取代，因此銅/鋅/砒比例為 2/1/1。

3、CCA(Copper chromium arsenate)：

鉻化砷酸銅是目前世界上最著名之水溶劑防腐劑之一，主要成分是由銅、鉻、砷之鹽類所配製而成。當 CCA 浸注到竹材後能快速地互相作用或與竹材的主要成分作用，生成不溶於水的化合物固著於竹材中。

4、AAC(Alkyl ammonium compounds)：

同油溶性的 ACC 劑。

5、無機硼：

此類防腐劑主要是硼砂和硼酸。這兩種硼化物對哺乳動物毒性都很低，但對昆蟲及褐腐菌都有防止的功效，無色價廉。

6、ACQ(Ammoniacal copper quat)：

AAC 的另種變異配方，主要成分是銅化物及烷基阿摩尼亞，用氨水調製而成。

7、ACB(Ammoniacal copper borate)：

主要成分是銅化物與硼砂以氨水調製而成，但目前尚未被美國木材防腐協會認可。成品初期防蟲效果好，但尚未通過5年以上的土中測試。

二、國外部份：

印尼當地竹材保存技術：

1、洗滌與塗裝(Washing and coating)，此法多配合焦油施作。

2、浸泡(Soaking)，將乾燥之竹材，直接放入保存液中，多半針對油性藥劑。

3、浸泡軟化法(Steeping method)，針對剛伐下的生材使用，使之浸入藥劑中30-60cm深。

- 4、汁液置換法(Sap displacement method)，將生材之一端浸入水溶性藥劑，待其吸收至整枝竹稈。
- 5、冷熱浴法(Hot and cold bath process)，在開放式的藥槽中，即使是已經乾燥的竹材，可藉冷熱浴之交替法，使藥劑吸收率提高。
- 6、擴散法(Diffusion process)，當藥劑為水溶性且濃度夠高，又竹材為生材時可使用。
- 7、加壓法(Pressure process)，若有密閉加壓之設備，此法可適用於含水率低於20%的氣乾材，唯部份竹種易在壓力下產生開裂。

另外，可製成竹塑材可提昇竹材的抗蟲性，其利用滿胞法(Full-cell process)將甲基丙烯酸甲酯及苯乙烯等兩種塑膠單體注入竹材中，以熱觸媒法製成竹材與塑膠之複合體，簡稱竹塑材，其對竹長蠹(*Dinoderus minutus* Fabricius)有良好之抗性。

雖然人工的防治蟲害方法頗有成效，但也帶來許多衍生的問題。尤其是防腐處理對環境生態之衝擊，防蟲菌功效最大的防腐劑如五氯苯酚，砒霜等和用來固著水溶性防腐劑的鉻化物都是劇毒的藥品。但以防腐劑處理竹材以達抗蟲、殺菌的目的，免不了要面對這些毒性物質對於人與環境造成危害。因此，近幾年來許多國家均重新檢討防腐劑使用的潛在問題。防腐劑在下列三個過程之中都有危險：

- *防腐劑各個成分，在化工廠製造時期
- *在防腐廠調製及處理竹材階段
- *廢液及處理後竹材廢料之去處

前兩個階段如不發生重大疏失，只要操作正確和確保工作人員的安全，問題不大。可是第三階段的廢液、廢料處理非常麻煩。而實際了解國內之防腐廠，礙於設備成本、技術支援、藥劑取得難易的考量，發現實際大量使用者，僅以焦油與 CCA 為主。然而焦油處理後外觀不佳，對於竹構造物之細部構造、裝飾性設計均不利使用。CCA 之處理，原本會有變色的困擾，但經不斷努力，卻反可轉作為竹材保綠加工之利用；但已有國家開始禁用(如德國、印尼)或限制使用作為防腐劑，而美國雖未以法律限制 CCA 的使用，但可預見的是，在當今環保意識高漲的今日，CCA 的全面限制使用甚至禁用是無可避免的。

竹子是一種便宜的建築構材，若施以昂貴的防腐防蟲方法，則顯得不經濟，而複雜的防治方法，則操作不易，另外，部分藥品又具有毒性及外觀問題；如此一來，欲求得竹材之優良防腐防蟲等性能，以及符合現今生態與環保的要求，似乎更應從探討竹材對於蟲害的天然抗性來談。竹材的生理活動影響了竹稈中化學成分之組成；而化學成分，尤其是澱粉含量，會影響竹材受蟲蛀的損害程度；因此，竹子的生理活動具有季節性，似乎也進而影響了受蟲害的猖獗與否。

本省春夏季節降雨量大，竹材之生理活動極為旺盛，生長亦相當迅速，竹稈內澱粉、蛋白質、水分含量均高，故於此期間內砍伐之竹材，一般來說，均易生蟲害及霉害，迨秋冬二季，生產減緩後伐採為佳，尤以 9-11 月為佳，12-2 月次之。不過，從相關文獻研究指出，其實各種竹類的發筍季節不同；以台灣常見的孟宗竹與刺竹來說，前者在冬末至翌年春初發筍，後者則於 5-9 月間發筍。因此，孟宗竹在 10-3 月易受蟲害；刺竹則是在 2-4 月以及 7、8 月伐採者易受蟲害。

總而言之，其實竹材最佳的防腐防蟲方法，應該是靠其天然的抗性來防範。因此，針對竹建築構造所使用的竹種，應個別就所使用竹種發筍季節與採伐季節之不同而決定應該使用何種竹材；如此才能夠從竹材本身的天然抗性來達到防蟲防腐的要求，並再加以使用不傷害人與自然環境之藥劑或保存技術，才能夠達到竹材長久保存使用之目標。

第五章 竹構造物試作紀錄

竹構造物試作目的係依照本研究之計畫需求，選擇高雄大學校區試作竹筒鋪面、竹停車棚、竹亭、竹橋及竹材邊坡攔砂，以及配合綠建築博覽會試作竹停車棚、竹亭、竹橋等竹構造物；期望能藉此獲得有關的設計與施工資料，提供作為後續研究與相關單位參考應用。

第一節 相關工程作業內容說明

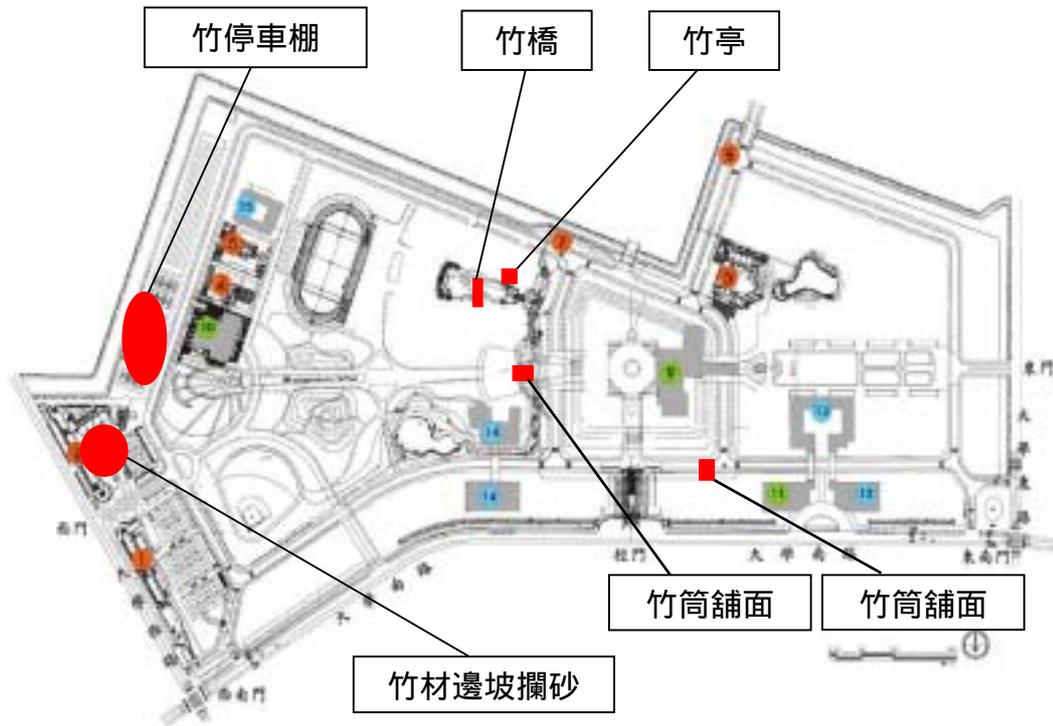
一、設置地點：

本案構造物設置地點如下所示：

表 5-1-1 竹構造物設置地點總表

名稱	設置地點	
	國立高雄大學校園內	配合綠色建築博覽會設置
竹筒鋪面	大學南路東側入口/親水公園	無
竹停車棚	淨水場旁學生機車停車場	於本校指定場地 驗收
竹亭	人文社會學院區人工湖湖畔	
竹橋	人文社會學院區人工湖湖中	
竹材邊坡攔砂	理工一大樓地下停車場邊坡	無

圖 5-1-1 竹構造物試作位置圖（國立高雄大學校園）



二、施作項目

(一) 設置於本校部分

- 1、竹筒鋪面：竹構造物加工、現地整地、現場安裝、環境清理。
- 2、竹停車棚：竹棚板製作、現場吊裝、環境清理、防腐處理。
- 3、竹亭：竹構造物製作、現地整地、基礎工程、現場吊裝施作、防腐處理、環境清理。
- 4、竹橋：竹構造物製作、現地整地、基礎工程、現場吊裝施作、防腐處理、環境清理。
- 5、竹材攔砂：竹構造物加工、現地整地、現場安裝、環境清理。

(二) 配合綠建築博覽會展示之設置項目(應以不損害各構件的情形下進行組裝、拆卸及搬運)

- 1、竹停車棚：竹構造物製作、現場吊裝組立。
- 2、竹亭：竹構造物製作、現場吊裝組立。
- 3、竹橋：竹構造物製作、現場吊裝組立。
- 4、構造物搬運：包含驗收後構造物保存、配合展覽會進行組裝搭建、拆除及場地間的運搬。

三、竹構造物作業說明

相關作業內容說明如下所示。

表 5-1-2 竹構造物之作業內容說明

構造物		內容說明
高雄大學部分	竹筒鋪面	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需配合本校所選定的地點設置。 2. 相關作業應顧及本研究計畫之試作要求。
	竹停車棚	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需配合本校目前既有的學生機車停車棚之鋼構骨架設計，其覆蓋面積不小於 232 平方公尺。 2. 應以結構安全及不漏水為原則，並配合研究需求進行設計。
	竹亭	<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹亭大小至少應可容納 6 名成年人於內部休息，室內淨高度最少為 200 公分，並應具備一組以上的竹椅供人休息。 2. 應以結構安全及不漏水為原則，並配合研究需求進行設計。 3. 依據校園規畫，竹亭設計應為中國園林風格。 4. 有關圖說資料，應提出詳細的施作內容以及作業構想與研究單位討論後施作。
	竹橋	<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹橋大小至少應能夠跨越人文社會學院中之人工湖，橋面淨寬不得小於 85 公分，並應設置扶手。 2. 以結構安全為原則，並配合研究需求進行設計。 3. 依據校園規畫，竹橋設計應為中國園林風格。 4. 有關圖說資料，應提出詳細的施作內容以及作業構想與研究單位討論後施作。
	竹材攔砂	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需配合本校所選定的地點設置。 2. 相關作業應顧及本研究計畫之試作要求。

	竹停車棚	<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹停車棚的設計需包含骨架在內，其大小最少應能停放 6 部以上之機踏車。 2. 應以結構安全及不漏水為原則，並配合研究需求進行設計。 3. 需配合綠建築博覽會搬遷，其設計與施工應考量展覽期間之暫時固定方式，以及展覽後之長期固定方式。 4. 其組裝、拆卸、運搬過程不至損毀構造物。
本校指定地點驗收部分	竹亭	<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹亭大小至少應可容納 6 名成年人於內部休息，室內淨高度最少為 200 公分，並應具備一組以上的竹椅供人休息。 2. 應以結構安全及不漏水為原則，並配合研究需求進行設計。 3. 有關圖說資料，應提出詳細的施作內容以及作業構想與研究單位討論後施作。 4. 需配合綠建築博覽會搬遷，其設計與施工應考量展覽期間之暫時固定方式，以及展覽後之長期固定方式。 5. 其組裝、拆卸、運搬過程不至損毀構造物。
	竹橋	<ol style="list-style-type: none"> 1. 竹橋大小至少應能夠跨越人文社會學院中之人工湖，橋面淨寬不得小於 85 公分，並應設置扶手。 2. 以結構安全為原則，並配合研究需求進行設計。 3. 有關圖說資料，應提出詳細的施作內容以及作業構想與研究單位討論後施作。 4. 需配合綠建築博覽會搬遷，其設計與施工應考量展覽期間之暫時固定方式，以及展覽後之長期固定方式。 5. 其組裝、拆卸、運搬過程不至損毀構造物。

第二節 竹筒鋪面試作紀錄

以材料而言，竹材欲作為鋪面，在過去案例中亦有所見，但大部分屬於室內裝修材料，主要考慮竹材因耐候性能與耐久性能不佳等問題，無法在未經防腐與防蝕處理前使用於戶外；因此，本節思考如何將竹材應用生態工法的觀念，作為建築庭園中的鋪面使用，並藉此瞭解其應用的情形。

一、竹筒鋪面試作規劃

以竹材作為鋪面的主要考慮因素為下列幾點：

（一）竹筒埋入土壤後改善其透水性的效果

1、說明：

一般來說，影響土壤透水之因素主要是：土壤種類、土壤孔隙比以及土壤飽和度。由於是比對同一地區的其他工法，因此土壤種類、土壤飽和度相同，土壤之透水性大致隨孔隙之增加而增加。

2、試作規劃：

高雄大學校地過去為漁塭，現在之表層土壤，多來自水庫淤泥，由已經興建大樓的鑽探報告得知，現今表層土壤之主要成分為粉土與黏土，粉土與黏土之粒徑較小，透水性較差，經常成為地面逕流排出基地，雖然校地內已含有收集雨水作為澆花、親水空間的水池流水補注，不過，仍需增加基地之保水功能，減少多餘的幫浦耗能以及其他地區儲水的壓力。

3、竹筒鋪面路段的設計，應考慮透水與水的涵養等概念：

- （1）設計上要求將竹筒之竹隔膜打穿，讓水通過。
- （2）由於透水面積比起沒有竹筒存在時仍是減少許多，因此，需適當增加土壤孔隙比，因此，針對填入竹筒內的材質，分為一分半石材以及粗砂等方式進行試驗。
- （3）竹筒鋪面週圍之級配需特別注意，否則很容易造成排水孔洞的阻塞，而造成其透水功能尚失。

(二) 設計與施工概念

1、說明：

由於過去缺乏將竹材埋入土壤的經驗與紀錄，因此，以竹筒作為鋪面的效果，並未充分了解；因此，在進行初步設計與施工時，應找出其問題並加以排除。

2、竹鋪面工法的設計與施工，應考慮方向：

- (1) 生態工法的原則與效果。
- (2) 以可大量生產且價格合理的竹鋪面產品作為設計重點。
- (3) 施工快速、減少人力的施工方式。

(三) 竹筒表面與土壤的摩擦係數

1、說明：

竹筒貫入土層後所抵抗外力的強度，應要符合提供人行的使用需求；然而，竹材種類、直徑變化以及埋入深度不同等，均會造成摩擦係數的差異，並會直接影響其抵抗外壓力的強度。此外，竹材在戶外日曬、雨淋、露水等相關條件作用下，對於竹材本身的強度也會有所影響，因此間接影響竹筒貫入土層後所能抵抗外力的強度。

2、試作規劃：

- (1) 觀察不同長度的竹筒埋入土壤後，受外力擠壓之沉陷變化。
- (2) 以不同直徑尺寸的竹材進行比較。

(四) 竹筒鋪面的耐久性

1、說明：

竹材在經過風吹日曬雨淋後，很容易發生腐敗現象，因而造成竹材本身強度喪失；當竹材埋入土壤時，腐敗過程所需的時間更短，如果腐敗之後需要重新施工修復，則造成的不便與所需的工程經費都將影響其效益。

2、試作規劃：

以不同竹材（筒）進行鋪面施作，探討使用上的差異。

(五) 竹筒鋪面的經濟性

1、說明：

雖然竹筒鋪面的推廣，是以環境資源永續利用為其主要考慮因素，但是仍應與混凝土空心磚以及透水磚等現階段較為常用的建築鋪面作比較，在經濟性上有較為合理的效益才可行。

2、試作規劃：

由試作過程的材料採購、施工進行效益的評估。

二、初期試作檢討

(一) 初期設計原則

- 1、模距化：以 60*60CM 作為設計及生產單位。
- 2、產品化：在加工及搬運等過程中，能配合竹材特性與簡化生產過程等要求。
- 3、竹材料利用：將整根竹材完整應用，利用靠近根部的竹頭作為竹筒鋪面的基本材料，以減少浪費及增加竹材的適用性。
- 4、竹鋪面的平整度：以竹材橫斷面組成，以增加使用的舒適度。

圖 5-2-1 竹筒鋪面單元初期試作之設計圖

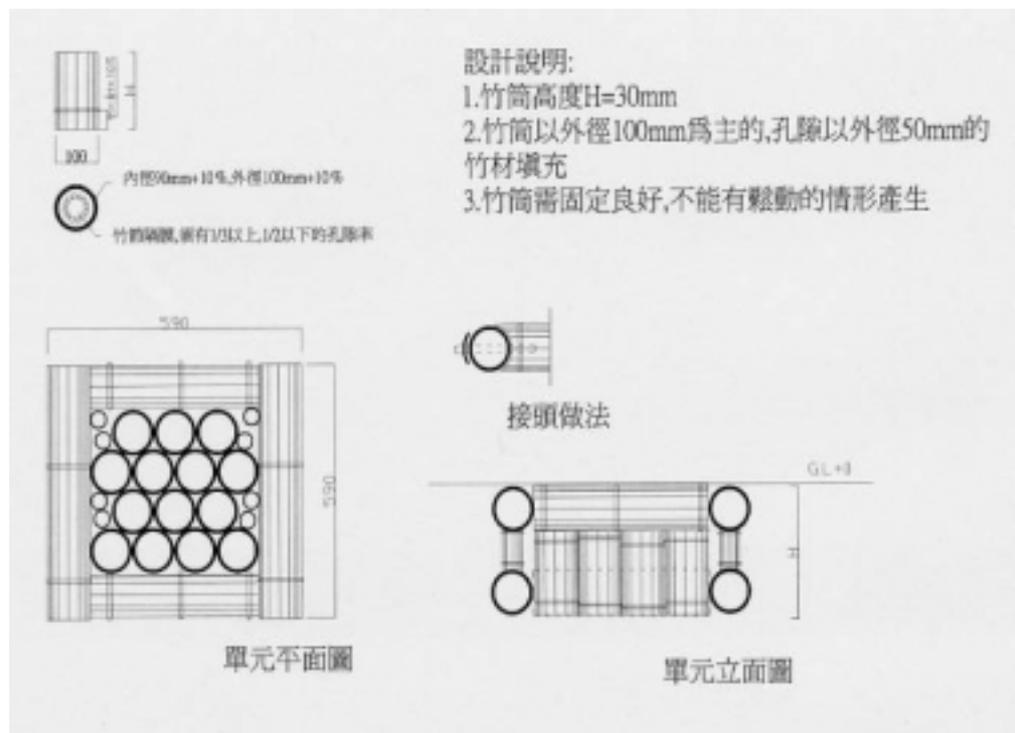


圖 5-2-2 10CM 試驗品



圖 5-2-3 30CM 試驗品



圖 5-2-4 50CM 試驗品



(二) 初期試作之問題

- 1、單元產品重量過重：60*60CM 的尺寸大，當高度大於 30 公分時，重量大，造成施工與運搬的不易。
- 2、成本過高：3 個竹材鋪面，共用熟練竹藝工人 8 小時/工，成本極高，若單純考量經濟性，較不具競爭力。
- 3、竹材粗細變化過大：造成單元產品內增加許多固定平整的需求，產品生產以及未來填塞砂石時，均增加困難度。

(三) 初期試作之修正

由於竹材長度、體積等問題，造成搬運上的困難，考量可在產地先進行初步的尺寸裁切，可有效控制運輸的成本；根據初期試作檢討後瞭解，竹材的加工成本過高，因此，在工法設計上應考慮如何降低加工過程之程序與成本。

三、竹筒鋪面現場試作說明

(一) 基地位置：高雄大學內二處

- 1、大學南路主入口東側停車場聯絡道
- 2、校內親水空間與校內腳踏車、人行道連絡道
- 3、試作內容操作如下：

表 5-2-1 竹筒鋪面試作內容

試作規劃		現場試作位置	
		大學南路停車場段	親水空間段
透水性	竹筒內填實材料	填入一分半石	填入粗砂混半分石
材料強度	竹筒深度、材料	-----	10、15、20CM 高度之桂竹、孟宗竹
耐久性	竹筒材料	桂竹、孟宗竹、混和	-----
設計施工	整個實驗分析	施工分析	
經濟性	整個實驗分析	工料分析	

a 竹筒內及孔隙填實材料：一分半石與粗砂混半分石兩種材料。

圖 5-2-5 一分半石



圖 5-2-6 粗砂混半分石



b、材料強度：由不同長度（10CM、15CM、20CM）以及不同材料（桂竹、孟宗竹），組合成 6 組區域。

圖 5-2-7 10CM 竹筒



圖 5-2-8 15CM 竹筒



圖 5-2-9 20CM 竹筒



c、耐久性；由不同材料（桂竹、孟宗竹及桂竹與孟宗竹混合）所組成的竹筒路鋪面。

圖 5-2-10 桂竹鋪面



圖 5-2-11 混合竹材鋪面



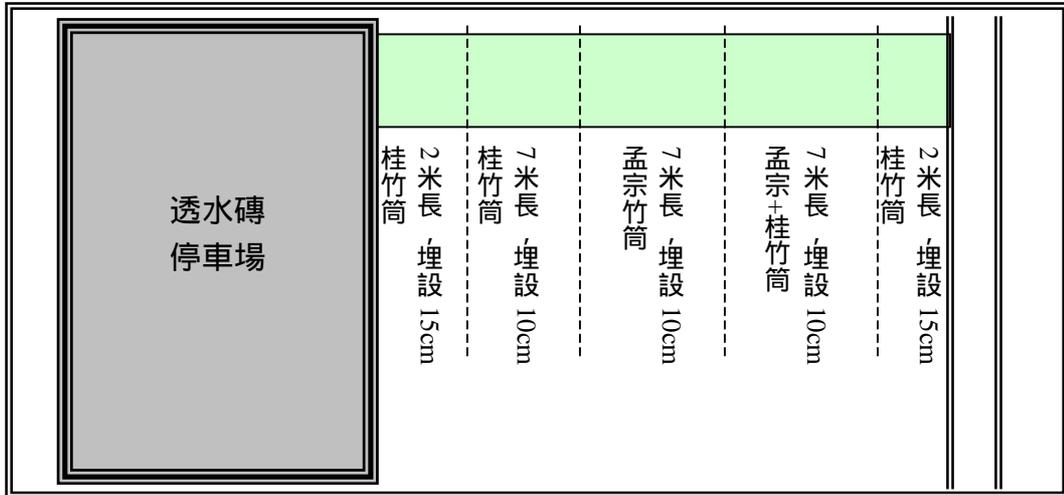
圖 5-2-12 孟宗竹鋪面



4、施工示意圖如下：

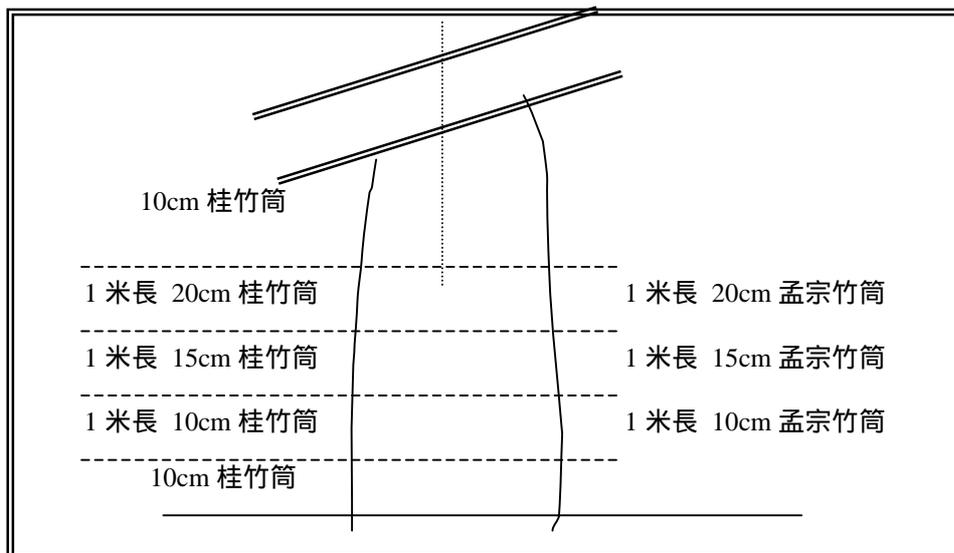
a、大學南路停車場段：基地面積：25 米，寬 2 米。

圖 5-2-13 大學南路停車場之竹筒鋪面施工示意圖



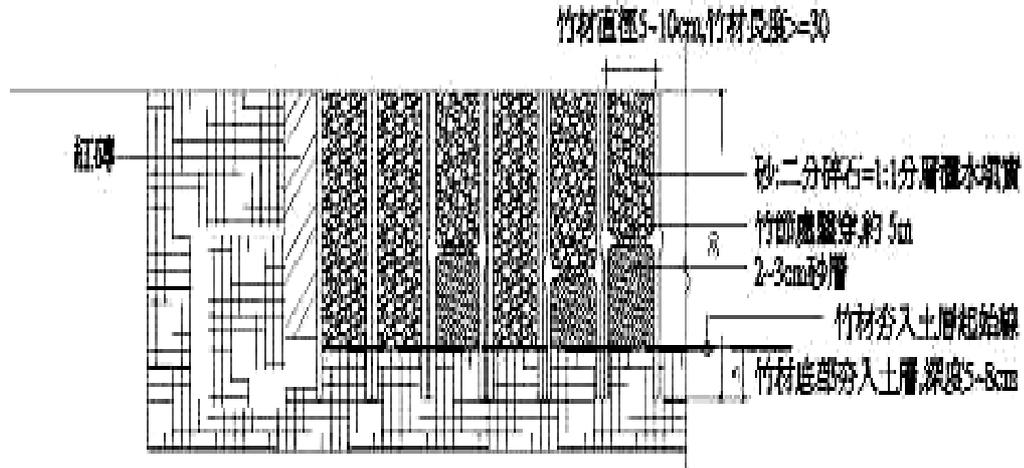
b、校內親水空間與校內腳踏車、人行道連絡道段：長約 8.5 米，寬 2 米，現場並非為矩形，故主要取中間寬度較為一致的部分設置。

圖 5-2-14 親水空間之竹筒鋪面施工示意圖



5、工法設計說明，如下圖所示：

圖 5-2-15 竹筒鋪面施工說明圖



- a、挖掘表土層約 25CM；
- b、砌紅磚收邊材；
- c、鋪設 5CM 左右的級配層，並洒水夯實；
- d、鋪設材料（粗砂或一分半石）並夯實，直到達成需求之高程；
- e、將竹筒緊密直立鋪設於土層上（高度及材質依規劃內容所訂，須將竹材內部竹節隔膜貫穿），並將竹筒略為夯實，直至竹筒垂直向與水平向均固定。
- f、以指定材料填入竹筒中與竹筒間的孔隙，並加以震動填實，若為砂層，則灑水填實。
- g、以目視檢查表面是否平整並作細部調整。

6、施工作業說明：

a、竹材進料及加工

針對竹材進料，本次研究以南投竹山地區所生產之竹材進行竹材選購，並運進國立高雄大學進行竹材裁切，成為適當可用的大小。

- b、基地放樣及開挖：基地進行開挖以及放樣，並配合現場狀況調整高程。
- c、整地及地坪夯實：將挖掘完表土及完成放樣的施工區域，進行高程調整，完成後將土層作第一次的夯實。
- d、收邊紅磚施作：以一分半石或是級配調整高程後，將磚依設計鋪設，並加以調整使其平整。
- e、夯實：鋪面夯實後，表面灑水再夯實。
- f、竹筒設置及擺放：夯實完成的土層，上層鋪設一分半石粒料予以夯實整平至需求的高程，再擺設竹筒。
- g、回填與夯實：於竹筒及週圍孔隙中填入一分半石材料粒料後予以震動，填實縫隙；重複數次直到確實填時後，將多於粒料掃除。
- h、完成/使用：施工完成。

7、施工流程，如下圖所示：

圖 5-2-16 竹材加工廠進料



圖 5-2-17 竹材搬運至高大



圖 5-2-18 竹材進行裁切



圖 5-2-19 以鋼筋打穿竹節



圖 5-2-20 基地開挖



圖 5-2-21 放樣



圖 5-2-22 調整高程



圖 5-2-23 填入級配



圖 5-2-24 高程調整



圖 5-2-25 整地及夯實



圖5-2-26
以一分半石調整高程



圖5-2-27 紅磚緣石調整



圖5-2-28 外圍覆土壓實



圖5-2-29 鋪面夯實



圖5-2-30 灑水



圖5-2-31 再夯實



圖5-2-32一分半石調整高程



圖5-2-33 鋪設竹筒



圖5-2-34 調整竹筒高程



圖5-2-35 將一分半石或粗砂混半分石填入



圖 5-2-36 確實將孔隙填滿



圖 5-2-37 完成面整理



圖 5-2-36 親水空間試作路段完工



圖 5-2-37 大學南路試作路段完工



圖 5-2-38 大學南路入口停車場積水情形流



圖 5-2-39 週邊積水但竹筒鋪面透水性佳的實例



四、實際試作檢討

(一) 設計與施工

根據施工過程，可以提出改善的部分包括：

- 1、減少高程的變化：配合本次試作之試體高度(10CM 15CM 20CM)，使整個施作非常費工；未來實際施工時，應選定單一尺寸之試體作業。
- 2、竹筒偏斜：雖然要求竹筒擺放時需密集，但由於竹節等問題造成擠壓而使材料偏斜。
- 3、回填材料的選擇：本次分為兩種回填材料：機械輾碎的一分半石以及粗砂混半分石；在回填時，一分半石的菱角會造成填入不完全而產生的孔隙，因此，需重複多次震動竹筒，十分費工。
- 4、材料的流失：由於道路洩水坡度的關係，邊緣的竹材的回填砂石往往容易流失，應加以注意。

(二) 效益性

以竹材廢料加工所消耗的人工成本太高，故直接採購現有的桂竹（竹頭段）以及孟宗竹材（全根）。如欲再進行加工成為庭園建築鋪面，則每一段竹材均需進行較多的切削，人力成本會提升，適合於竹材工廠生產，提升其經濟效益。竹材料的選取上，在較靠近根部的地方由油脂含量較高，比較適合至於戶外使用。

在裁切竹材時，若是電鋸轉速過慢，其邊緣可能會出現起毛或是纖維過粗無法俐落切斷等情形，可能危害未來人行的一大問題。但，轉速要加快則會增加電鋸熱機時間，進而影響材切速度。

(三) 經濟性分析

1、材料價格分析

品名	數量	竹山價格	高雄價格	備註
4尺7吋桂竹	1400根	每台斤3.5元	3.3元/尺	
24尺孟宗竹	100根		5.41元/尺	
竹廢材	5袋	免費	---	
運費	1車	5500元	---	
總價		33000	34360元	

(1) 竹材價格：目前竹產地價格約為每台斤 3.5 元，以竹材價格而言約便宜 4%。

(2) 若考慮於竹山所購桂竹竹材多為竹頭部份，徑寬較大且平均，則於竹山購置材料價格較低。

2、人工價格分析

(1) 搬運：工人 1HR/2 人力，竹材貨車—竹材小貨車—地下室卸貨區堆置完成

(2) 裁切：90/5/21-90/5/24 裁切孟宗竹 70 根，耗損極少。
工人：2 人/一名裁切，一名打穿竹節隔膜，該項作業為 6 大工，4 小工。

(3) 竹筒鋪面現場施工/90.5.27-90.5.30

工人：竹材地坪施作：該項作業為 6 大工，2 小工。

第三節 竹停車棚構造物試作紀錄

本項工程包含高雄大學校區內學生機車停車棚之竹製頂棚，以及配合綠建築博覽會所設計製作的機車竹停車棚構造物各一座；相關說明如下所述：

一、高雄大學校區內學生機車停車棚之竹製頂棚

(一) 設計圖、施工圖

圖 5-3-1 高雄大學機車停車竹棚施工位置

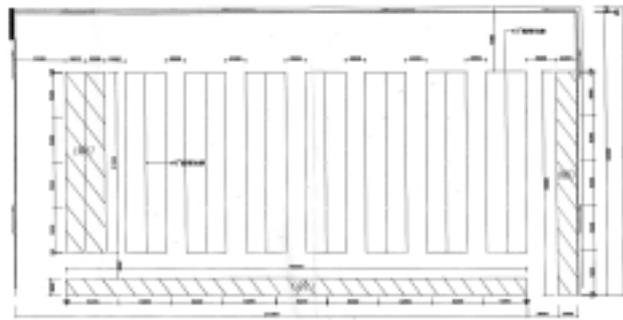


圖 5-3-2 竹棚製造圖

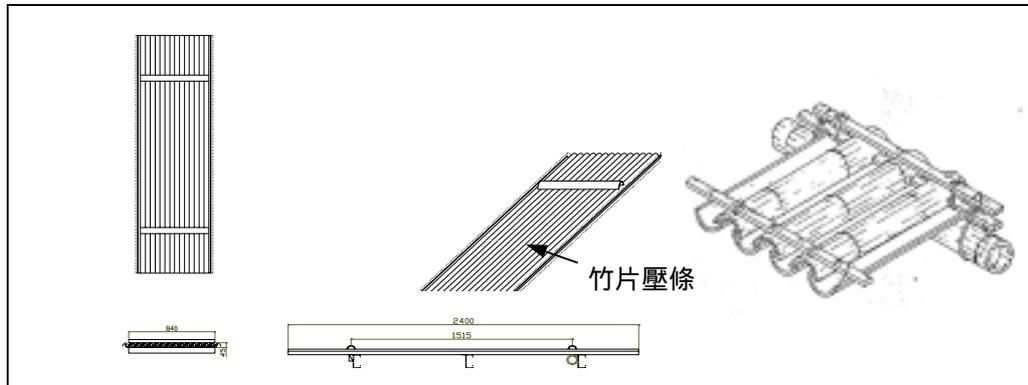
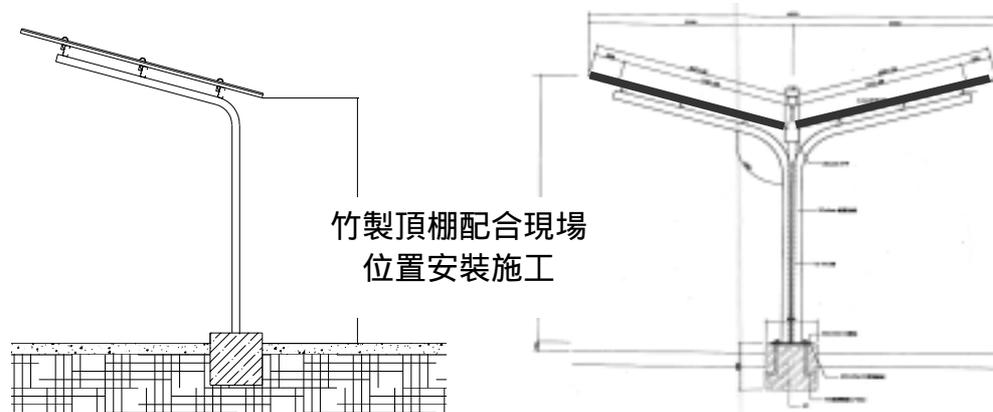


圖 5-3-3 高雄大學機車停車竹棚側向立面圖



(二) 施工作業說明

為配合原有校區內的鋼構機車棚，本項工程之結構部份以現場既有鋼構兩英吋圓管骨架為主，將原本設計鋼浪版的屋頂以竹製頂棚代替。

圖 5-3-4
機車停車棚之竹製頂棚施工前



圖 5-3-5
機車停車棚之竹製頂棚施工完成



- 1、使用材料：使用生長期二至三年，直徑七公分，並以秋天砍伐的孟宗竹材為施工作業材料。
- 2、組構原理：以符合上述要求的竹材對剖後，將其中竹節內部橫隔材剔除，並將竹片以正反相扣方式橫列重疊置放，再以橫向竹片壓於竹瓦上方，利用一般木工使用的空氣槍，將兩分的U型釘打入固定竹瓦片，最後再與下方直徑五公分的竹管材或 1 英吋*2 英吋木料結合，預製成寬度九十公分，長度為兩百一十公分的竹棚單元構件，俟日後運至施工現場組裝。

(三) 施工作業之程序及細部如下圖所示：

圖 5-3-6 竹棚單元構件於工廠組裝



圖 5-3-7 工廠製作完成



圖 5-3-8
竹棚單元構件運至施工現場



圖 5-3-9
竹棚單元構件置於鋼架上



圖 5-3-10
竹棚單元構件於鋼架上置放完成



圖 5-3-11 單元間之結合以另一片剖半竹材向下蓋放



圖 5-3-12 利用橫向竹片以兩分自攻螺絲向下鎖固於鋼架



圖 5-3-13 竹棚單元置放於鋼架上



圖 5-3-14 竹棚單元利用兩分自攻螺絲與鋼架鎖固



圖 5-3-15 竹棚施工完成現況



二、配合綠建築博覽會之機車竹停車棚

(一) 竹棚設計圖、施工圖

圖 5-3-16 機車竹停車棚設計圖

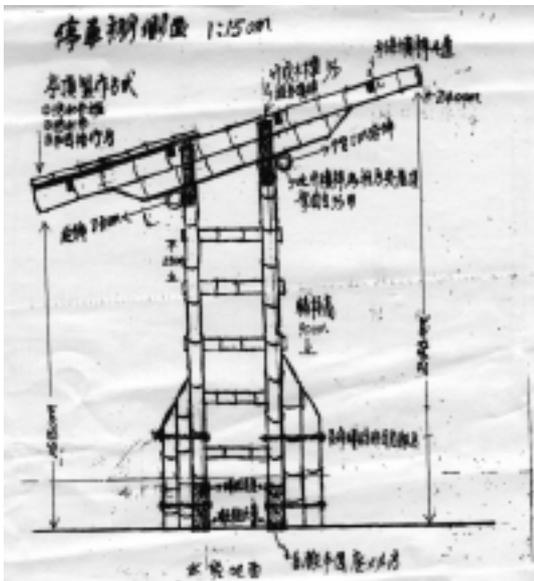
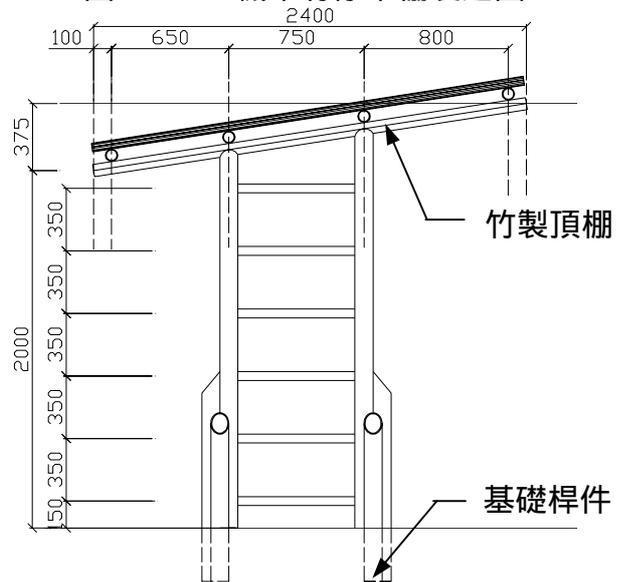


圖 5-3-17 機車竹停車棚製造圖



(二) 施工作業說明

圖 5-3-18 竹停車棚完成現況



為配合綠建築博覽會所設計的機車竹停車棚，除竹製頂棚與高雄大學所設計、製作的機車停車頂棚相同外，有關結構桿件部份皆以竹材作為設計與施工的材料。

- 1、使用材料：以生長期三年左右，直徑十公分及七公分，並以秋天砍伐的孟宗竹材為施工作業材料。
- 2、組構原理：有關頂棚設計與施工方式皆與高雄大學相同；另外，結構桿件之組構方式以穿枋、竹釘及藤索作為構件結合原則。

(三) 施工作業之程序及細部如下圖所示：

圖 5-3-19
屋架與結構柱以內套管接合



圖 5-3-20
頂棚與屋架側向細部



圖 5-3-21
頂棚與屋架以內套管接合



圖 5-3-22
斜撐桿件之組構細部



圖 5-3-23 結構桿件以穿枋
及竹釘方式固定



圖 5-3-24 結構體以竹材
為斜撐桿件並以竹釘固定



圖 5-3-25
構造物底層結構桿件組裝



圖 5-3-26
底層結構桿件以竹釘固定



第四節 竹涼亭構造物試作紀錄

本項工程包括位於高雄大學校區內，人文社會學院水池旁，及配合綠建築博覽會所設計製造的兩座竹製涼亭；相關說明如下所述：

一、竹涼亭構造物設計圖、製造圖

本項工程以竹材作為構築涼亭的構元件，其設計概念以四角錐形（木構造形式稱為方攢尖）屋頂為主，四週配置角柱作為整個構造體的主要結構桿件。

圖 5-4-1 竹涼亭設計圖

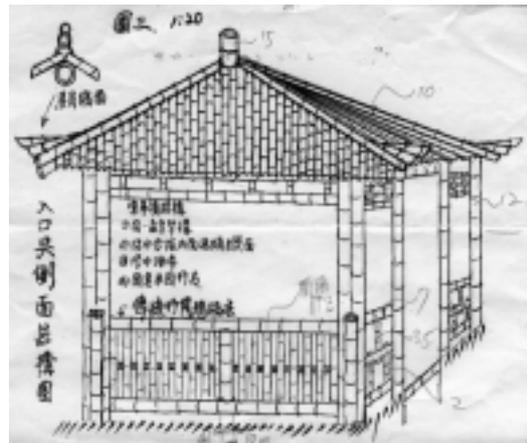


圖 5-4-3 竹涼亭側向立面製造圖

圖 5-4-2 竹涼亭正向立面製造圖

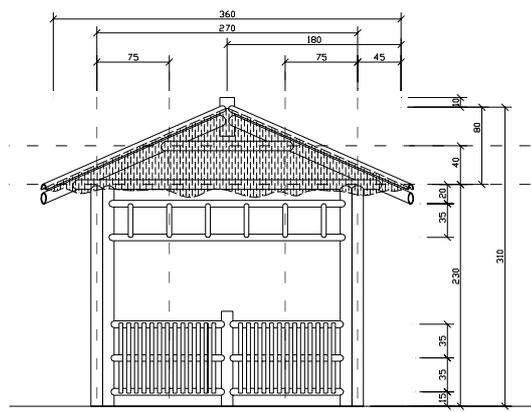
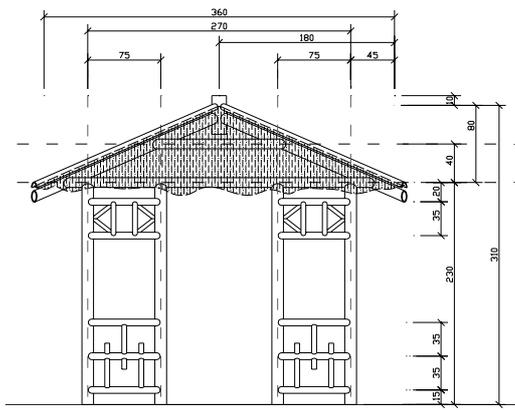


圖 5-4-4 竹涼亭平面製造圖

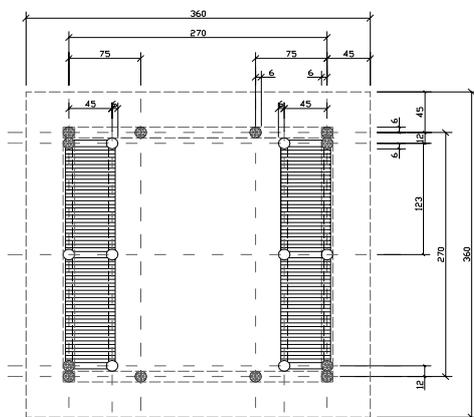
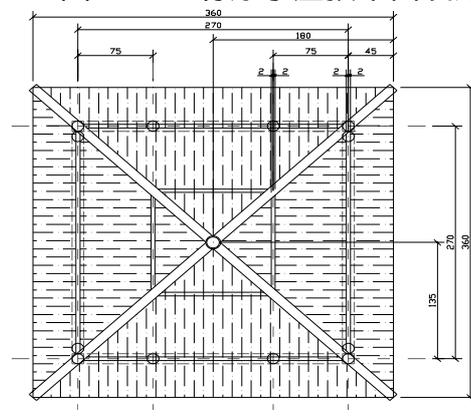


圖 5-4-5 竹涼亭屋頂平面製造圖



二、高雄大學竹涼亭構造物施工作業說明

圖 5-4-6 竹涼亭施工完成現況



(一) 使用材料：

與上述竹構造物相同。

(二) 搬運說明：

高雄大學竹涼亭之設置地點經與校方討論後，置放於人文社會學院之水池旁；有關施工作業採兩階段進行，第一階段為工廠預製竹涼亭構造物之構件，第二階段為構造物之構件運至高雄大學組裝。

由於竹涼亭構造物之量體過於龐大，一般載運機具無法裝卸（本次搬運車輛採用能承載 35 噸重並附吊桿之卡車）；因此在設計階段，即將竹構造物之構件以單元式工法的概念設計，避免造成日後搬運與相關作業不便。

(三) 組構原理：

高雄大學竹涼亭構造物之組構原理，包括構件接合形式等，皆與上述竹構造物之施工觀念相同；另外，考慮日後使用與結構安全等問題，該構造對於構件間的接合，除依照上述的接合原理外，特別應用加強鐵件增加其結構安全性。

為配合搬運作業，有關單元構件分為竹構造物之左右牆體組件附竹椅等兩組單元、前後出入口之兩旁牆體組件、基礎連接組件、屋頂構架組件及屋面材組件等。

(四) 相關施工程序、作業細部如下圖所示：

1、工廠製作情形

圖 5-4-7 屋頂構架組立



圖 5-4-8

屋面底材(竹管)組立



圖 5-4-9

屋面面材(竹細支)組立



圖 5-4-10 牆面構件組立



圖 5-4-11

牆面與竹椅構件組立



圖 5-4-12

竹涼亭構架組立完成



2、高雄大學現場施工情形

圖 5-4-13 淺基礎開挖



圖 5-4-14

竹涼亭構件運至工地



圖 5-4-15

單側牆面單元組立完成



圖 5-4-16 基礎桿件組立



圖 5-4-17

兩側牆面構件組立完成



圖 5-4-18

竹涼亭組立完成



圖 5-4-19 基礎灌漿完成 圖 5-4-20 施工完成後現況



3、高雄大學竹涼亭細部：

圖 5-4-21 屋面材壓頂



圖 5-4-22 屋頂各層材料



圖 5-4-23 屋頂內部構架



圖 5-4-24

屋架與牆面接合（一）



圖 5-4-25

屋架與牆面接合（二）



圖 5-4-26 牆面構件



圖 5-4-27 入口構架



圖 5-4-28 基礎桿件



圖 5-4-29 竹椅與牆面桿件



圖 5-4-30 竹椅腳柱



圖 5-4-31 竹椅底層構件



圖 5-4-32 竹椅外側牆面



三、配合綠建築博覽會之竹涼亭

圖 5-4-33
綠建築博覽會竹涼亭正面外觀



圖 5-4-34
綠建築博覽會竹涼亭側面外觀



(一) 使用材料：

與上述竹涼亭構造物相同。

(二) 搬運說明：

與上述竹涼亭構造物相同。

(三) 組構原理：

部份構築概念、組構方式與上述竹涼亭構造物略同；本項構造物考慮配合展覽活動之搬運，有關構件將部分採用加強鐵件增加其重複拆卸的作業方便，與組裝後之堅固性等。

(四) 相關施工程序、作業細部如下圖所示：

圖 5-4-35 屋架-組立



圖 5-4-36
屋架-桿件以暗樁接合



圖 5-4-37
屋架-桿件以螺栓鎖固



圖 5-4-38
屋架-主桿件鑿孔



圖 5-4-39
屋架-主次桿件穿枋接合



圖 5-4-40 屋架-預製暗樁
與柱桿件接合



圖 5-4-41
屋架構件吊勾設計



圖 5-4-42
屋頂底層以細竹片修飾



圖 5-4-43
屋面收邊（壓管）構件



圖 5-4-44 屋架與牆體構件以暗樁接合



圖 5-4-45 屋架與牆體構件以暗樁接合



圖 5-4-46 牆體入口處以桿件固定寬度



圖 5-4-47
牆體單元完成



圖 5-4-48
牆體構件間以螺栓接合



圖 5-4-49
牆體主次桿件接合情形

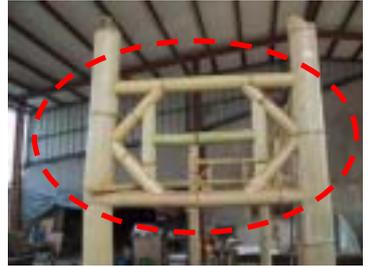


圖 5-4-50 牆體主次桿件
以竹釘與穿枋方式接合



圖 5-4-51
竹椅中央下方支撐椅面桿件



圖 5-4-52
竹椅兩側下方支撐椅面



圖 5-4-53 竹椅面完成



圖 5-4-54 竹椅製作完成



圖 5-4-55
竹椅背製作完成



第五節 竹橋構造物試作紀錄

本項工程包括位於高雄大學校區內，人文社會學院水池上，及配合綠建築博覽會所設計製造的兩座竹橋。相關說明如下所述：

一、設計圖、製造圖

圖 5-5-1 竹橋設計圖

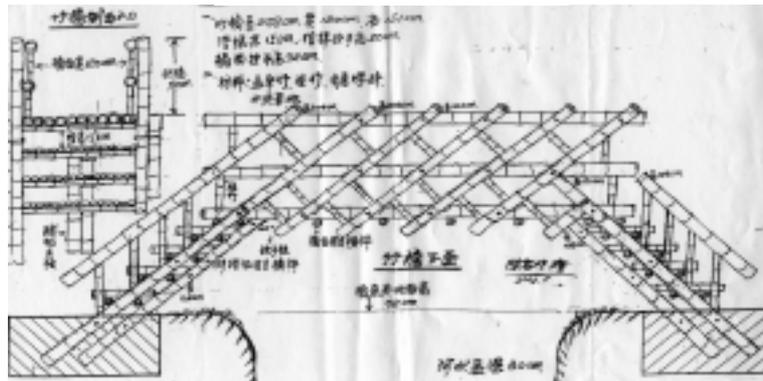


圖 5-5-2 竹橋側向立面

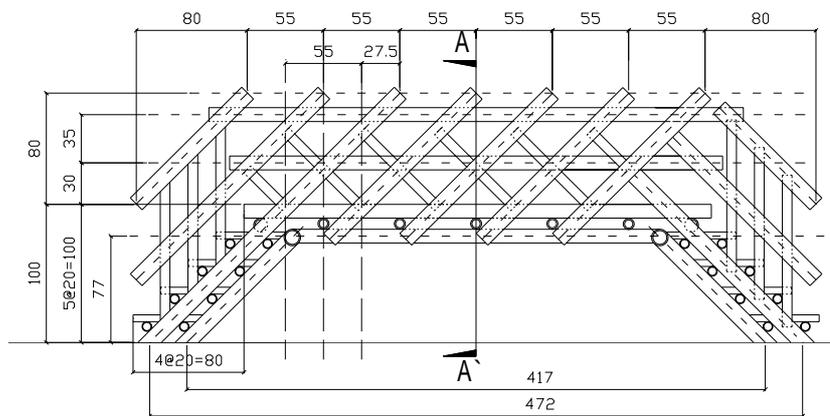


圖 5-5-3 竹橋正立面圖

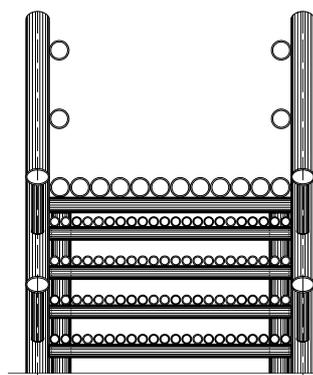
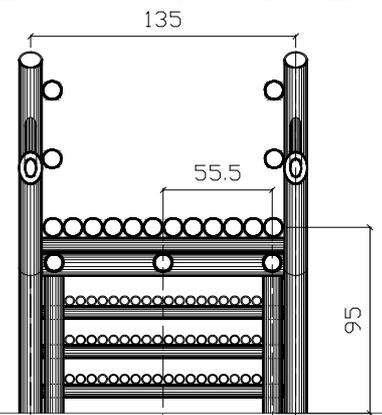


圖 5-5-4 竹橋 A-A' 剖面圖



二、高雄大學竹橋構造物施工作業說明

(一) 使用材料：

與上述竹構造物相同。

(二) 搬運說明：

與上述竹構造物相同。

(三) 組構原理：

部份構築概念及組構方式與上述竹構造物相同，利用穿枋、竹釘及藤索等傳統工法，或使用自攻螺絲、螺桿等加強鐵件作為桿件之組合方式，其組構原理是利用竹材本身的材料特性，作為跨越池面及支承橋體的結構桿件。

另外，為避免該項構造物於基礎施工過程中，對已施工完成的水池造成環境污染等問題，因此，其構造物之基礎設計將不埋入地下，而直接以灌注混凝土於水池旁之岸邊，作為竹橋的基座。

(四) 相關施工程序、作業細部如下圖所示：

1、工廠製作情形

圖 5-5-5 備料



圖 5-5-6 橋面組立



圖 5-5-7
竹橋兩側構件製作



圖 5-5-8
竹橋兩側構件製作完成



圖 5-5-9 竹橋踏板組立



圖 5-5-10 梯面扶手組立



圖 5-5-11 橋面扶手組立



圖 5-5-12 竹橋組立



2、高雄大學現場施工情形

圖 5-5-13

高雄大學竹橋施工位置



圖 5-5-14 基座模板施工



圖 5-5-15

竹橋運至施工現場



圖 5-5-16 竹橋吊放



圖 5-5-17 基礎鋼筋施工



圖 5-5-18 基礎灌漿完成



圖 5-5-19 基礎拆模



圖 5-5-20

竹橋施工完成（一）



圖 5-5-21

竹橋施工完成（二）



3、高雄大學竹橋細部：

圖 5-5-22 橋面扶手構件以穿枋方式施作



圖 5-5-23 橋面扶手構件以螺栓接合



圖 5-5-24 竹橋踏板



圖 5-5-25 竹橋踏板以鐵絲固定



圖 5-5-26 竹橋踏板底層支撐構件



圖 5-5-27 竹橋踏板組裝



圖 5-5-28 踏板扶手以穿枋及竹釘方式固定



圖 5-5-29 扶手桿件以竹釘及穿枋方式結合



圖 5-5-30 竹橋支撐桿件

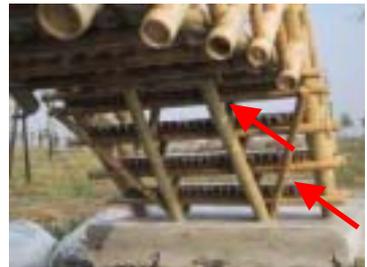


圖 5-5-31 橋底輔助桿件配置情形



圖 5-5-32 橋底輔助桿件與支撐桿件結合



三、配合綠建築博覽會之竹橋

(一) 使用材料：

與上述竹構造物相同。

(二) 搬運說明：

與上述竹構造物相同。

(三) 組構原理：

為配合綠建築博覽會之展示，大部份組構方式與高雄大學校園內的竹橋相同，但為徹底瞭解傳統竹構造物的構築原理，因此，本項構造物，部份將沿用傳統竹構造之工法及構法進行試作。

(四) 相關施工程序、作業細部如下圖所示：

圖 5-5-33 備料



圖 5-5-34 竹橋面組立

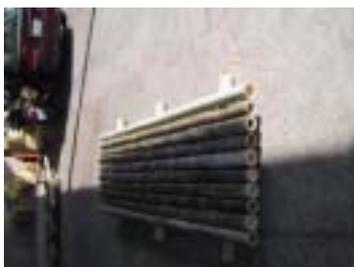


圖 5-5-35 竹橋面扶手組立



圖 5-5-36 竹橋構件以穿枋及竹釘方式固定



圖 5-5-37 竹橋構件組立（一）



圖 5-5-38 竹橋構件組立（二）



圖 5-5-39 梯面構件製作



圖 5-5-40 爬梯桿件組裝（一）

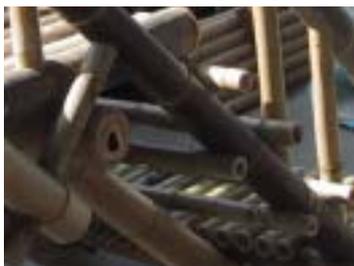


圖 5-5-41 爬梯桿件組裝（二）



圖 5-5-42
爬梯桿件組裝 (三)



圖 5-5-43
爬梯桿件以藤索固定



圖 5-5-44
梯面桿件組裝細部



圖 5-5-45
爬梯構件組裝完成



圖 5-5-46
支承桿件組構細部 (一)



圖 5-5-47
支承桿件組構細部 (二)



圖 5-5-48
支承桿件組構細部 (三)



圖 5-5-49
扶手桿件組構細部 (一)



圖 5-5-50
扶手桿件組構細部 (二)



圖 5-5-51
扶手桿件組構細部 (三)



圖 5-5-52
扶手桿件組構細部 (四)



圖 5-5-53
扶手桿件組構細部 (五)



第六節 竹材邊坡攔砂構造物試作紀錄

目前高雄大學校園內部份建築物之地下室，因自然採光與通風要求而採用開放的構築形式，其邊坡常因雨水逕流導致沖刷土壤至底層的排水溝，造成環境與維護上的問題；因此，配合本研究之目的，將一般竹材不能使用的竹頭部份，利用生態工法觀念，藉由高雄大學理工一大樓地下室之邊坡，作為竹材（頭）邊坡攔砂試作場所。

一、設計圖、製造圖

圖 5-6-1 竹材(筒)邊坡攔砂構造物剖面示意圖

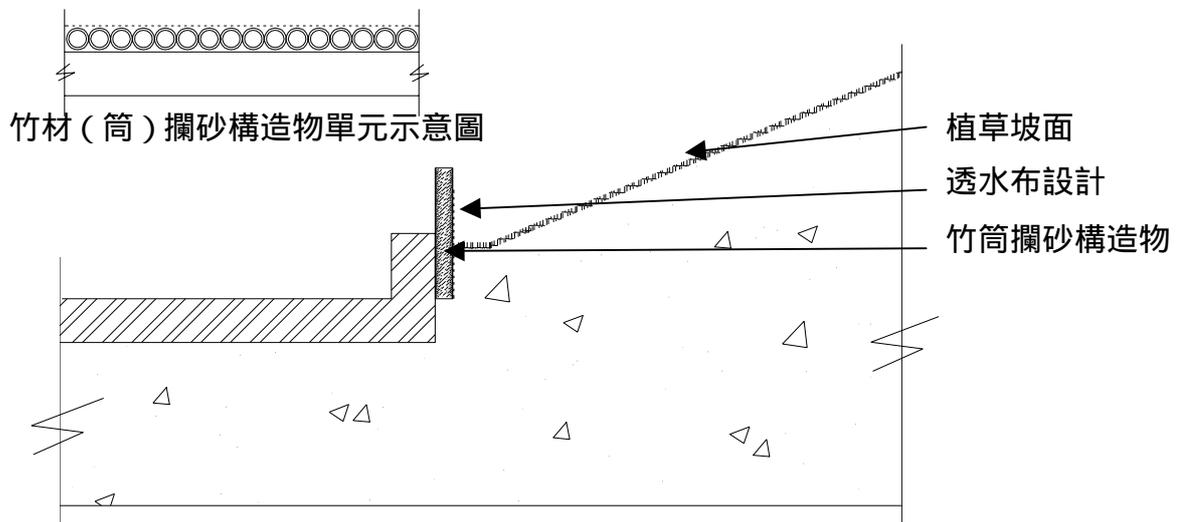
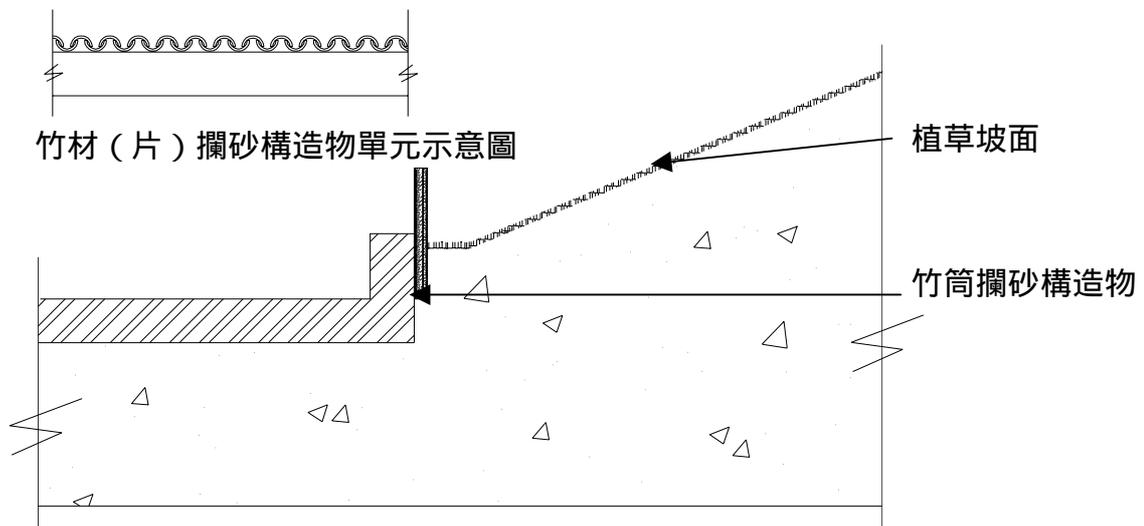


圖 5-6-2 竹材(片)邊坡攔砂構造物剖面示意圖



二、高雄大學竹材邊坡攔砂構造物施工作業說明

圖 5-6-3 完成現況 (一)



圖 5-6-4 完成現況 (二)



(一) 使用材料：

應用竹材一般較不常用的根部(竹頭),作為本項構造物的使用材料,由於該部份的竹材並無法作為其他用途,一般在竹材原料加工廠作業階段,就將其竹材根部鋸除,並作為燃料或其他用途使用,因此,本計畫將應用該部份作為本項構造物的材料。

(二) 搬運說明：

因竹材(頭)一般市面上並無販售,因此,本案雇用 3.5 噸貨車,至南投竹山鎮竹材原料加工廠,自行裝載運回。

(三) 組構原理：

利用重力將竹材構件擊入土中,沒入深度需考量能承載該區坡面所逕流之雨水及被沖刷之泥土量。

其構造物若選擇竹頭(筒)為施工作業材料,需考慮其外觀及形狀可能造成構件間併排置放時,間隙過大等問題;因此,需於該構造物面上坡側設置可過濾之濾材,如大小粒石之級配、布織布或是有相同功能的材料,以避免雨水夾帶土壤流出攔砂構造物。

其構造物若選擇竹片為施工作業材料,一樣需考慮其材料之外型等問題,避免造成構件相互扣接併排置放時,可能造成間隙過大等問題。

1、竹材（頭）邊坡攔砂構造物施工作業

圖 5-6-5 施工位置



圖 5-6-6 竹頭運至現場



圖 5-6-7 預計埋入竹材處之施工位置整理



圖 5-6-8 將竹材擊入土中
圖 5-6-9 竹構造物面上坡側設置可過濾之濾材



圖 5-6-10 施工完成



2、竹材（片）邊坡攔砂構造物施工完成現況

圖 5-6-11 竹片邊坡攔砂構造物施工完成（一）



圖 5-6-12 竹片邊坡攔砂構造物施工完成（二）



圖 5-6-13 竹片邊坡攔砂構造物施工完成（三）



圖 5-6-14 施工單元（一） 圖 5-6-14 施工單元（二） 圖 5-6-14 施工單元（三）



第六章 結論與建議

一、結論

竹構造建築案例彙編工作，是國內多年來嚐試性的先導性研究計畫，其目的為使竹建材有新的機會重新運用在營建相關產業上；這是屬於台灣本土自產，取之不盡，用之不竭的永續建材，完全符合國家推展永續發展的理念。

本計畫彙整國內外近年來的研究與實例，具體得到下列主要成果：

(一) 建立竹構造建築案例彙編的架構

依據目前竹構造物在台灣營建市場被接受的程度而言，今後值得推展的項目，分別包含竹屋、竹亭、竹橋、竹牆面、竹圍籬、竹鋪面以及其他相關構造物等七大項。

(二) 竹構造案例彙編內容

依據前述竹構造案例彙編架構，每單元均建立其彙編內容及解說項目。若以「竹亭」為例，彙編內容包括兩大項：

1、基本資料：

內含案例類型、案例名稱、案例地點、完工日期、案例材料、案例結繫方式、使用情形以及目前使用狀況等項目。

2、建物描述：

內容包括案例之平面圖、立面圖、照片、結構大樣等圖面，以及概要敘述相關特性等資料。

(三) 竹構造案例的配合研究項目：

由於本研究計畫主要針對竹構造案例之資料收集，有系統的彙編成為可供參考依據的資料集為主要工作要點；因此，未有充裕的時間、經費與人力，詳細投入竹構造的構法探討、接頭之結構應力分析以及竹材防腐防蟲等特性之研究等。

二、建議

- (一) 繼續專案委託研究「台灣各竹類竹材應力特性及部材接合結構應力分析」。此部份在日本統治台灣末期，曾經有累積些許成果，但依目前擁有的資訊，仍不利積極推展竹材在營建市場上的應用。因此，急需重新檢測本土竹材結構應力特性，成為先導性，基礎性的研究工作。建議此項目可直接委託具有結構力學實測人才及設備的單位執行本項研究計畫。
- (二) 舉辦「竹亭、竹橋」等竹構造物項目的建築設計與實物營造公開競圖案。為了鼓舞與啟動國人關心竹材在營建市場的應用與推廣，值得採用一般建築競圖方式，選擇校園或公園等戶外場所，設定上述相關的竹構造物為主要對象，徵選竹建材應用的各種設計方案。主辦單位可以依據此活動，具體美化實質環境，並帶動專業投入竹構造領域，給予台灣竹材有嶄新的市場。

參 考 文 獻

中文部分

1. 吳卓夫、葉基棟，民 67，營造法與施工，茂榮出版社，pp243-291。
2. 李世豪，民 76，孟宗竹稈之展開法，國立台灣大學碩士論文。
3. 黃世孟，民 76，風景區公共設施設計準則及參考圖集，交通部觀光局。
4. 王錦堂譯，民 77，結構系統，茂榮出版社。
5. 林維治，民 85，林維治先生竹類論文集，林業試驗所。
6. 黃信富，民 89，伐採季節對省產竹材加工利用性質之影響，國立中興大學碩士論文。
7. 姚士源，民 91，桂竹壁板內裝小學教室之適宜性，國立中興大學碩士論文。

外文部分

1. 竹中久雄，本島に於ける一般竹造建築に就て，台灣建築會誌第 14 輯第 3 號（昭和 17 年 8 月）
2. 千千岩太郎，台灣高砂族的住家，南天出版社，中華民國四十九年。
3. Carol Stangler ,2001 , " The Craft & Art of Bamboo "
4. Isao Yoshikawa ,1997 , " Building Bamboo Fences "
5. Jules J.A.Janssen ,1995 , " BUILDING WITH BAMBOO "
6. Nancy Moore Bess ,2001 , " bamboo in japan "
7. MARCELO VILLEGAS ,2001 , " TROPICAL BAMBOO : Bambusa Guadua "
8. MARCELO VILLEGAS ,2003 , " NEW BAMBOO ARCHITECTURE AND DESIGN "
9. Simon Velez ,2000 , " GROW YOUR OWN HOUSE "

子計畫二：竹材應用於營建市場現況調查

目 錄

第一章	竹類特性與分佈概況	-1-1
第一節	竹類之特性	-1-1
第二節	全球竹類分佈概述	-1-13
第三節	台灣地區竹類分佈	-1-19
第二章	竹材產業與營建市場之關係	-2-1
第一節	竹材產業之發展沿革	-2-1
第二節	竹材應用之觀念與範圍	-2-4
第三節	竹材營建市場探討	-2-15
第三章	調查問卷設計	-3-1
第一節	調查目的與方式	-3-1
第二節	調查對象	-3-2
第三節	調查問卷	-3-5
第四章	竹材營建市場調查分析	-4-1
第一節	竹林種植與採收	-4-1
第二節	竹材收購批發	-4-4
第三節	竹材加工	-4-5
第四節	竹建材施工	-4-8

第五章 結論與建議	-5-1
第一節 調查結論	-5-1
第二節 建議事項	-5-3
第三節 後續研究方向	-5-5
附錄資料	附錄-1
附錄-1	附錄-1
參考文獻	參考-1

表目錄

表 1-1-1 相同比重下,木材與竹材之強度比較表	-1-7
表 1-1-2 桂竹、麻竹、蔴竹、長枝竹、孟宗竹之含水量	-1-8
表 1-1-3 桂竹、麻竹、蔴竹、長枝竹、孟宗竹之比重	-1-8
表 1-1-4 桂竹、麻竹、蔴竹、長枝竹、孟宗竹之收縮率	-1-8
表 1-1-5 桂竹、麻竹、蔴竹、長枝竹、孟宗竹之力學性質	-1-9
表 1-1-6 竹材加工處理之含水量與比重值之比較	-1-9
表 1-1-7 竹材加工處理之靜力彎曲值比較表	-1-10
表 1-3-1 歷年各類林地面積一覽表	-1-20
表 1-3-2 歷年種植竹種數量	-1-21
表 3-3-1 試訪問卷訪談名單	-3-15
表 3-3-2 專家深度訪談名單	-3-18
表 4-1-1 竹材產品產值統計表	-4-3
表 4-1-2 原竹產量變動原因	-4-3
表 4-4-1 施工業者與竹建材類型之關係	-4-9

圖目錄

圖 1-1-1	竹各部構造說明	-1-1
圖 1-1-2	竹稈構造說明圖	-1-2
圖 1-1-3	竹葉構造說明圖	-1-2
圖 1-1-4	竹生長外觀	-1-3
圖 1-1-5	竹生長林相	-1-3
圖 1-1-6	竹林環境	-1-4
圖 1-1-7	合軸叢生型竹類	-1-5
圖 1-1-8	單稈散生型竹類	-1-6
圖 1-1-9	橫走叢生型竹類	-1-6
圖 1-1-10	橫走叢生型竹類	-1-7
圖 1-1-11	桂竹	-1-10
圖 1-1-12	桂竹葉形狀	-1-10
圖 1-1-13	孟宗竹	-1-11
圖 1-1-14	姜式孟宗竹	-1-11
圖 1-1-15	葫蘆麻竹	-1-11
圖 1-1-16	葫蘆麻竹根部	-1-11
圖 1-1-17	林式荊竹	-1-12
圖 1-1-18	荊竹	-1-12
圖 1-1-19	烏腳綠竹	-1-12
圖 1-1-20	綠竹	-1-12
圖 1-1-21	長枝竹	-1-12
圖 1-1-22	條紋長枝竹	-1-12
圖 1-2-1	全球竹類分佈圖	-1-13
圖 1-3-1	竹林分布比例	-1-19

圖 1-3-2	竹種種植比例	-1-20
圖 1-3-3	各縣市種植數量分布圖	-1-21
圖 2-2-1	竹書桌	-2-6
圖 2-2-2	竹椅	-2-6
圖 2-2-3	竹櫃-1	-2-6
圖 2-2-4	竹櫃-2	-2-6
圖 2-2-5	竹燈具	-2-7
圖 2-2-6	竹籃	-2-7
圖 2-2-7	竹茶具	-2-7
圖 2-2-8	竹提籃	-2-7
圖 2-2-9	竹工藝品	-2-8
圖 2-2-10	竹劍	-2-8
圖 2-2-11	竹球棒	-2-8
圖 2-2-12	竹屋-1	-2-9
圖 2-2-13	竹屋-2	-2-9
圖 2-2-14	竹涼亭-1	-2-10
圖 2-2-15	竹涼亭-2	-2-10
圖 2-2-16	竹棚架-1	-2-10
圖 2-2-17	竹棚架-2	-2-10
圖 2-2-18	竹圍牆-1	-2-10
圖 2-2-19	竹圍牆-2	-2-10
圖 2-2-20	竹欄杆-1	-2-11
圖 2-2-21	竹欄杆-2	-2-11
圖 2-2-22	竹地板	-2-11
圖 2-2-23	竹地板紋路	-2-11

圖 2-2-24 竹壁板	-2-12
圖 2-2-25 竹炭	-2-12
圖 2-2-26 竹混凝土	-2-12
圖 2-3-1 本研究調查對象關係說明圖	-2-17
圖 2-3-2 竹材營建市場之網絡圖	-2-17
圖 3-2-1 竹材產業探討對象之關係	-3-3
圖 3-2-2 竹建材產業架構圖	-3-4
圖 3-3-1 問卷調查架構圖	-3-6
圖 4-1-1 產業經營期程分佈圖	-4-1
圖 4-1-2 廠商種植竹種類比例圓餅圖	-4-2
圖 4-1-3 竹材產品產值變化	-4-3
圖 4-3-1 產業經營時程示意圖	-4-5
圖 4-3-2 竹產業經營方向以及其未來經營趨勢	-4-6
圖 4-3-3 竹材產業者未來發展的方向	-4-6
圖 4-3-4 竹山地區廠商之工廠生產地點分佈位置比例圓餅圖	-4-7

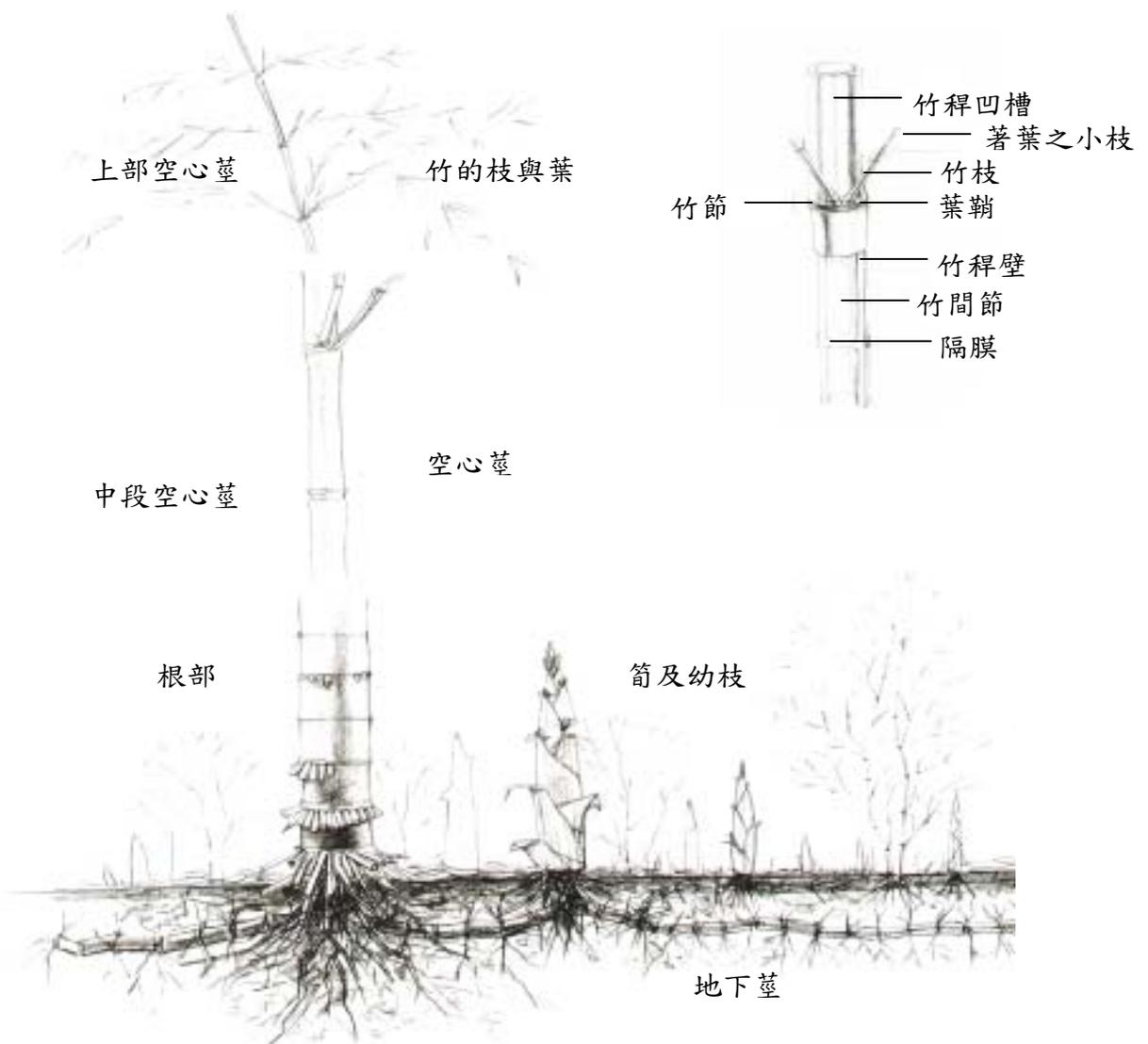
第一章 竹類特性與分佈概況

第一節、竹類之特性

竹的成長速度快，幼苗栽植後，經 2-3 年的生長，其纖維組織便成熟，可採伐，加工後應用。相對於消耗量快速但生長緩慢的木材而言，竹的生長特性的確可以取代部分的營建所需木材量，以降低對生態環境的破壞，特別是熱帶雨林區。

一、竹各部份構造

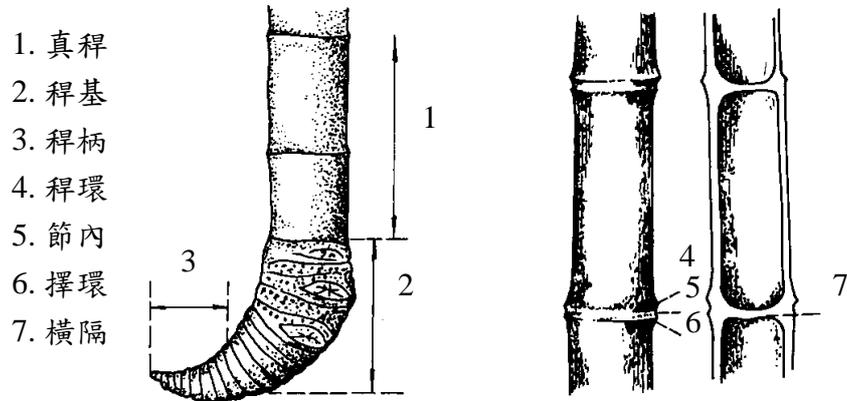
圖 1-1-1 竹各部構造說明



(一) 竹稈

竹類的枝稈，除四方竹稈略呈四方形以及葫蘆狀，龜甲狀等特殊形狀之外，多數竹類的稈枝皆為圓柱形管狀、中空有節是其最大特徵。也有極少數之實心類竹如印度實竹。在竹稈節上的整鞘環，可生枝發育並長葉。分枝情況與小枝數量是竹類分屬分類的重要依據。在孟宗竹屬的稈節上大多並分為二小枝，而叢生麻竹類則為稈節上有較之細枝。

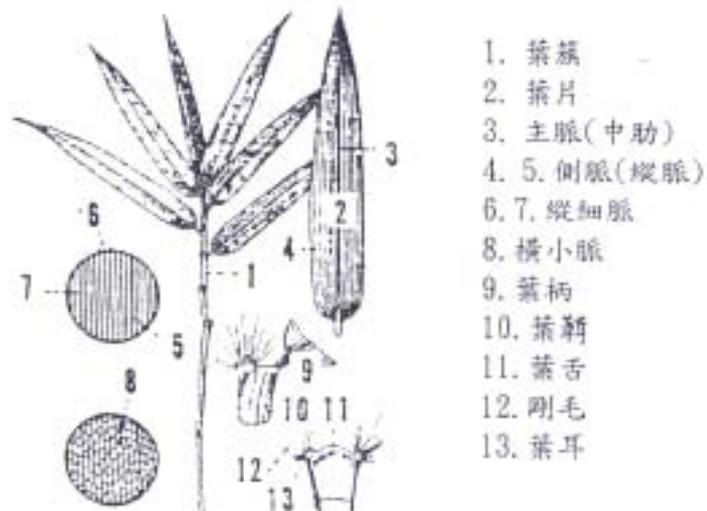
圖 1-1-2 竹稈構造說明圖



(二) 竹枝、葉

竹葉是互生的並且排列成二行。每葉是由葉片和葉鞘所構成。葉柄與葉梢有一關節相聯，葉梢頂端與葉片連結處有舌狀的薄片突起稱為葉舌。在葉舌兩端有種形狀突起的或流蘇狀鬚毛者，稱為葉耳，葉片除中肋外其兩側各為平行之側脈。

圖 1-1-3 竹葉構造說明圖



二、竹類材生長環境

竹類栽培區域遍及中國大陸長江以南諸地，東北起自日本，經琉球而東至台灣，西迄四川，南達兩廣，栽培地區遼闊，自暖帶、溫帶乃至寒帶，均能生長。竹種類繁多，種植環境廣闊，不過在高緯度地區通常是比較不常見。例如，孟宗竹能在雪地生長耐寒性之強，其耐寒之最低氣溫為華氏 3 度（攝氏零下 16 度）。適宜竹類生長之降雨量為 2,000-3,000mm，一般而言，在竹生長與發育期間，需要雨量分佈均勻。過於乾旱或降雨量過多，均不適宜。

竹類性喜土層深厚且排水良好之土壤。在南投及嘉義一帶之孟宗竹林地，大部份為棕色森林土之崩積土，其中帶有細碎石者為最優，黃色及赤色黏土次之，重黏土及積水之地均不宜。依據日本竹類專家上田弘一郎博士調查之竹林地土壤性質，竹林地選擇必須具備下列條件：

- (一) 土壤物理性質：土壤所含水分，容水量及孔隙量之百分率必須要高。
- (二) 土壤機械性質：土壤所含砂礫量要少，但粗砂、細砂及微砂含量要多。
- (三) 土壤化學性質：腐植物質、氮、矽酸及石灰等含量必須較高。

台灣孟宗竹栽植於海拔 700m（中南部）以下者，大部份生長不良，其竹稈有頭大尾細的現象；而 1,600m 以上者，易遭風害。至於地表傾斜度以 5-20 度之內為佳，方向以東南或南向為優。

圖 1-1-4 竹生長外觀



圖 1-1-5 竹生長林相



圖 1-1-6 竹林環境



三、竹類生物特性

竹之特性，異於其它植物，按古人說法，植物中有物曰竹：「不柔不剛，非草非木，小異空實，大同節目」，介於木本與草木之間，其生長如草本植物一般快速，三個月即可成竹。成竹有如樹木一樣的高大，但竹沒有樹木之形成層組織。此外，大部份樹木都靠開花結果來繁殖。竹子甚少開花，係以地下莖或竹頭的幼芽發筍生長成林來繁殖。竹因中空有節在形狀上酷似蘆草，且竹之花序與禾草類相似，故分類學者通常將竹類歸屬禾本科。但竹稈事實上已木質化，葉片基部收縮成葉柄狀，且在葉片與葉鞘之間有關節老化時二者分離等特徵，此與禾類又有所不同，所以一般分類法將竹類隸屬於禾本科中之竹亞科，但亦有部份學者主張將竹獨立為竹科。

竹和樹木都同樣有主幹、枝和葉，但埋在地下的部份，樹木由根部支撐主幹，而竹類的主稈是由地下莖相連結的群體來支撐，與蘆葦、甘蔗等禾本科植物相似。竹真正的根部是生長在地下莖節上細長的根稱為鬚根。

筍又稱竹萌或竹胎，日本人稱竹之子，其實筍並非竹之下一代，竹之發筍就像樹木生長新枝一樣，由於發筍期，竹子會吸引大量的水份養份，所以生長迅速。單稈散生型竹類的筍為側生，合軸叢生型的筍為頂生，而竹稈的粗細和節數在筍未出土前已完成生長，筍出土後並不是增加節數，而是每節間的引長，所以筍的大小是決定了成長後稈的粗細。而保護幼筍的筍殼稱為籬，當竹子成長時將附著於竹稈的節上，因而改稱為稈簇。當竹稈成長到由黃轉綠時，其環節加大，稈簇便自然脫落，另有少數含籬之竹類，其簇隨稈成長不脫落，此外每一竹種之籬各有不同的特徵學者便將竹籬當作種類鑑別的依據。

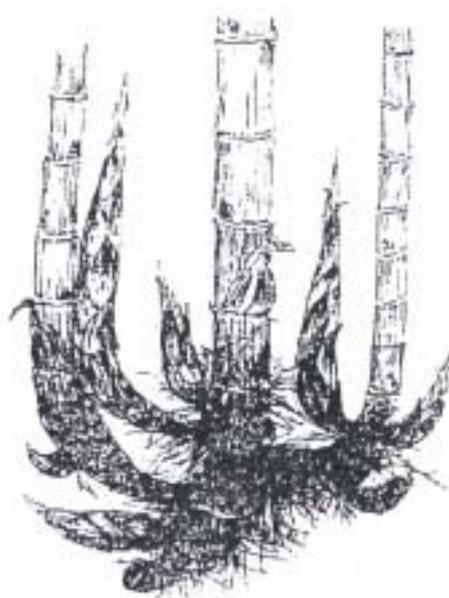
竹在植物界是種多樣性的物種，在分類學上依據竹之根莖、形狀及性質區分為四大類型：

(一) 合軸叢生型（屬熱帶與亞熱帶竹類）

這類竹子之稈基部位就是地下莖，短而肥實，節多而彎曲，在地下互相牽連，形成密集網狀，大多在夏秋季發筍。

此類竹有：麻竹、莎莉竹、長枝竹、刺竹、綠竹、巨竹。

圖 1-1-7 合軸叢生型竹類



(二) 單稈散生型 (屬溫帶竹類)

多屬橫走側出單稈散生型，地下莖在地下橫向伸長，莖細而長，較能耐寒，同樣有節，每節有一側芽呈互生狀，由側芽出筍，發育成新稈，散生於母竹四週，發筍期通常在春、夏季。

此類竹有：孟宗竹、桂竹、方竹、龜甲竹、石剛竹。

圖 1-1-8 單稈散生型竹類

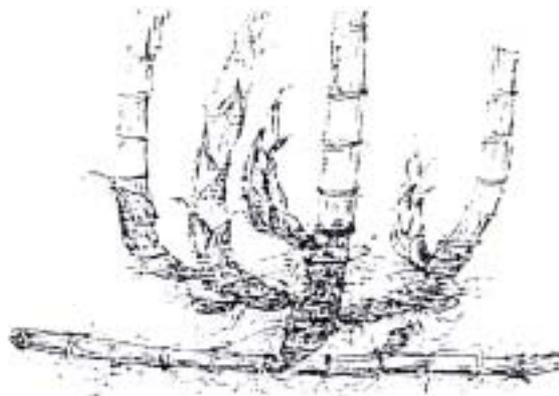


(三) 橫走叢生型 (屬亞熱帶竹類)

其地下莖兼具單稈散生與合軸叢生兩種型態，簡稱複合型，此類型竹之地下莖以橫走散生型為基本，側芽先萌發單稈，再由單稈的直立性地下莖萌發新芽，發筍成叢。

此類竹有：唐竹、包籜矢竹、稚竹子、台灣矢竹。

圖 1-1-9 橫走叢生型竹類



(四) 走莖叢生型 (屬亞熱帶竹類)

此型根莖與一般植物之走莖相類，根莖或長或短，匍匐於地中或稍離母稈即出土，根莖之頂芽延伸至土面，則發育而成新稈。

此類竹有：玉山矢竹、奧克蘭竹、梨果竹。

圖 1-1-10 橫走叢生型竹類



四、竹材物理特性

竹材之比重與強度性質，會隨著竹材之年齡而變化。一般而言，比重、縱向壓縮及抗彎強度，在生長的 3-5 年間，逐漸達到最大值。此特性與一般木材之性質，有極大之差異，。

表 1-1-1 相同比重下，木材與竹材之強度比較表

材料	含水率 (%)	比重	強度性質		
			壓縮強度	破壞係數	彈性係數
木材	14	0.6	514	954	118100
		0.8	686	1367	157500
竹材	12	0.6	591	1085	78192
		0.8	893	2092	172565

竹的比重、含水量、收縮率與強度等特性，可以做為建築、傢俱、手工藝等各項竹產品選材的考量因子，選擇適宜的竹，獲得更高的功效。

表 1-1-2 桂竹、麻竹、荊竹、長枝竹、孟宗竹之含水量

竹種	氣乾含水量 (%)	生材含水量 (%)
桂竹	16.6	35.3
麻竹	15.9	67.8
荊竹	16.9	44.7
長枝竹	17.5	41.3
孟宗竹	16.1	37.8

表 1-1-3 桂竹、麻竹、荊竹、長枝竹、孟宗竹之比重

竹種	比重							
	生材重量及生材容積 wg/vg				爐乾重量及生材容積 wo/vg			
	下部	中部	上部	平均	下部	中部	上部	平均
桂竹	0.977	0.943	0.968	0.963	0.714	0.717	0.696	0.709
麻竹	0.731	0.777	0.736	0.748	0.427	0.452	0.498	0.459
荊竹	0.841	0.876	0.901	0.873	0.558	0.617	0.629	0.601
長枝竹	0.955	1.063	1.045	1.021	0.668	0.729	0.791	0.729
孟宗竹	1.002	0.997	0.993	0.998	0.723	0.724	0.716	0.721

表 1-1-4 桂竹、麻竹、荊竹、長枝竹、孟宗竹之收縮率

竹種	收縮率(生材~爐乾)											
	長度收縮 (%)				寬度收縮 (%)				厚度收縮 (%)			
	下 部	中 部	上 部	平 均	下 部	中 部	上 部	平 均	下 部	中 部	上 部	平 均
桂竹	0.045	0.045	0.071	0.053	3.473	2.947	1.998	2.806	2.933	1.859	1.492	2.094
麻竹	0.160	0.104	0.085	0.116	2.646	2.604	2.827	2.672	1.969	1.487	1.465	1.640
荊竹	0.070	0.094	0.097	0.737	3.184	2.941	2.875	2.999	2.096	1.165	1.545	1.602
長枝竹	0.099	0.090	0.069	0.875	1.273	2.272	2.425	1.990	1.518	1.480	1.448	1.482
孟宗竹	0.034	0.050	0.035	0.859	1.595	1.559	2.359	1.837	--	--	--	--

註：孟宗竹之厚度經多次重複試驗，不但無收縮，但有略微膨脹之現象

表 1-1-5 桂竹、麻竹、荊竹、長枝竹、孟宗竹之力學性質

竹種	部位	抗彎強度 (kg/cm ²)		縱壓強度 (kg/cm ²)		橫壓強度 (kg/cm ²)		縱向抗張強度 (kg/cm ²)		橫向抗剪強度 (kg/cm ²)	
		平均	總平均	平均	總平均	平均	總平均	平均	總平均	平均	總平均
桂竹	下部	294.5		596.3		154.3		1429.1		79.6	
	中部	269.3	311.4	664.3	638.7	223.4	216.9	1252.9	1283.5	79.8	77.6
	上部	380.4		655.7		273.2		1168.7		73.3	
麻竹	下部	48.5		306.0		35.8		724.7		47.3	
	中部	67.9	66.1	398.1	390.2	50.0	51.8	1216.1	1096.6	61.3	64.7
	上部	81.9		466.5		69.7		1349.0		85.6	
荊竹	下部	168.3		510.8		47.1		1346.9		79.2	
	中部	107.1	132.9	498.7	502.6	59.2	66.4	1802.9	1671.2	103.5	83.7
	上部	123.2		498.4		93.0		1863.8		68.6	
長枝竹	下部	366.3		552.3		72.9		1744.5		91.2	
	中部	243.4	296.2	629.8	606.2	99.2	100.5	2350.4	2228.7	90.7	91.4
	上部	278.9		636.5		129.6		2591.1		92.3	
孟宗竹	下部	71.2		550.3		113.6		1409.4		120.6	
	中部	106.4	120.7	702.3	648.2	167.8	167.7	1728.4	1647.0	134.3	125.1
	上部	184.6		692.0		221.7		1803.3		120.5	

竹材在加工利用的過程中，通常含經過碳化處理、染色處理或者是防腐處理等。有關於這些必需之加工處理，其藥劑或者是在處理的過程中，像碳化處理之蒸氣與加熱效應，是否會對竹材之機械強度性質，造成不同之影響是必須被注意的。由某些試驗結果得知，染色處理對竹材的強度性質沒有影響。但碳化處理對竹材的強度性質有不利的影響，在幾乎所有的測定，其強度均降低，而且相當顯著，材料變得較脆、較軟，甚至膠合力也隨著減退。

表 1-1-6 竹材加工處理之含水量與比重值之比較

類別	含水量 (%)	氣乾比重
未處理材	10.59±0.12	0.67±0.02
碳化處理材	11.99±0.27	0.62±0.03
染色處理材	12.63±0.05	0.73±0.02

表 1-1-7 竹材加工處理之靜力彎曲值比較表

類別	靜力彎曲 (kg/cm ²)			
	彈性限界之纖維應力		破壞係數	
	垂直膠合面	平行膠合面	垂直膠合面	平行膠合面
未處理材	593.37±60.28	559.75±67.61	1191.33±84.99	1215.05±72.99
碳化處理材	467.80±86.16	457.99±30.55	1073.29±80.37	1014.26±53.93
染色處理材	570.26±34.20	568.59±22.88	1259.53±127.50	1208.34±32.73

竹材如同木材，其強度性質隨竹種、竹齡，以及竹稈高度而變化，由竹稈上端向基部減低其強度以及降低其比重之趨勢甚為明顯。此外，竹材在竹齡約 3 至 5 年間，竹材比重及強度均有走向穩定之趨勢，所以可依照竹材本身的物理特性來選擇需要的竹類。

五、台灣的主要竹種

在台灣生長的竹類，主要有以下幾種：

(一) 桂竹

桂竹屬於散生竹，生長期約為清明節後之四至五月間，生長快速，每日生長最快可達 20 餘公分，成竹的稈高度約在 5-15m 間，竹葉稍小是其特徵。

圖 1-1-11 桂竹



圖 1-1-12 桂竹葉形狀



(二) 孟宗竹

孟宗竹屬於散生竹，為大陸引進之品種，其筍的成長每日最快可達22cm。成竹高度為10-20m間。須種植於較高的地方（約海拔500m以上）。

圖 1-1-13 孟宗竹



圖 1-1-14 姜式孟宗竹



(三) 麻竹

麻竹屬於叢生竹，葉大稈高。但因其成長纖維粗糙、醣分高易生蛀蟲。成竹稈長可達20至30m。

圖 1-1-15 葫蘆麻竹



圖 1-1-16 葫蘆麻竹根部



(四) 蔴竹

蔴竹屬於叢生竹，葉小稈高，其經濟效益為存活率高，具水土保持效用，並可種植於住屋周圍以防盜。由於其纖維細密，韌度強，是上好材料的建材。成竹稈高約20至30m。

圖 1-1-17 林式刺竹



圖 1-1-18 刺竹



(五) 綠竹

綠竹屬於叢生竹，其竹桿經濟效益不高，成竹高度約 3 至 10 m。

圖 1-1-19 烏腳綠竹



圖 1-1-20 綠竹



(六) 長枝竹

長枝竹屬於叢生竹，最大效用為防風。目前在嘉南平原以及宜蘭平原之田野仍隨處可見。成竹高度約 5 至 15 m。

圖 1-1-21 長枝竹



圖 1-1-22 條紋長枝竹



第二節、全球竹類分佈概述

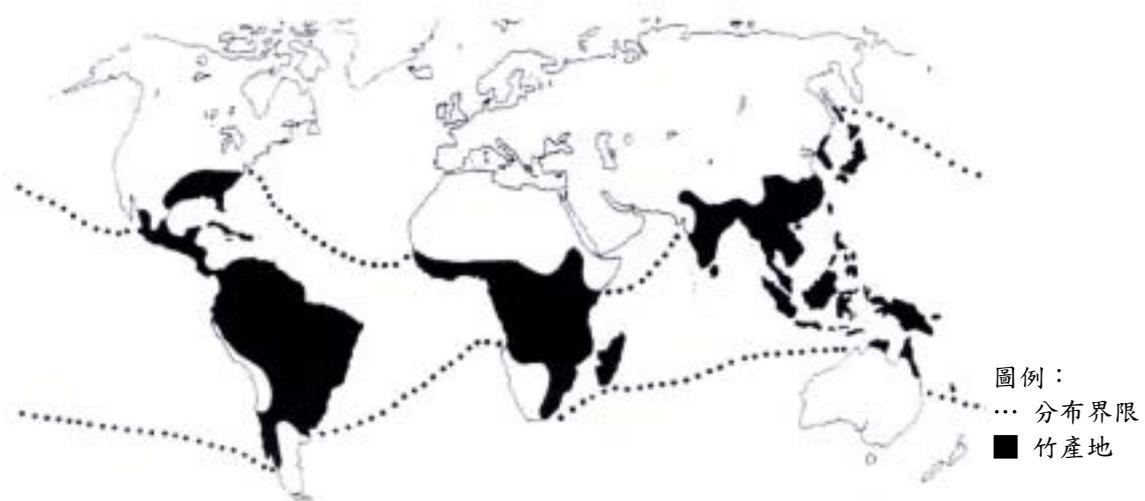
全世界竹林面積約有 1,400 萬公頃，佔現有森林面積 0.055%，其中的 80% 分布於亞洲之熱帶、亞熱帶以及少數之暖溫帶地區。在非洲東部、西部、南美洲有少數之固有種。而在蘇聯、北中美洲與澳洲北部也有少數竹種上述以外地區可以說完全沒有竹類之自然分布。

在亞洲國家，竹材是最常被利用的廉價建材。東南亞及印度諸國由於絕大多數的人居住在鄉間，對竹材之依賴度相當之高，仍以竹材搭建之舍最為重要。近年來各國政府積極開發竹材之多元化利用，然仍以竹材工業較受重視，如造紙、家具、各類人造竹板等，除可有效利用此物資源，更可賺取外匯。

依據世界竹類之分布情況看來，雖然某些竹類可以生長於極寒冷或炎熱之地區，但若與樹木相較則，適生範圍明顯的狹窄許多。在世界五大洲中，歐洲沒有竹類之自然分布，澳洲北部，北美洲及廣大之蘇聯地區亦只有極少數之竹種出現。目前全世界自然分布之竹種約有 75 屬 1,250 種。

竹類分布之最北界限為 51°N 之蘇聯庫頁島，最南界限為 47°S ，介於智利與阿根廷之間。此一水平分布顯示竹類大部份分布於在南北緯 45° 間之溫暖、半乾燥及極潮濕之區域。

圖 1-2-1 全球竹類分佈圖



一、各大洲竹種類與分布

(一) 亞洲

在亞洲大陸其分布北由庫頁島，經日本、朝鮮半島以及中國甘肅省之南部、雲南省西部，再經由喜馬拉雅山，至印度喀什米爾南部，越過印度大沙漠之東緣到達阿拉伯海。總計包括 37 屬約 700 種竹類。

位於亞洲之錫金及不丹的喜馬拉亞山區，在海拔約 4,000m 之亞高山帶有一種特有竹種。在海拔的 3,000m 之山區亦有多種同屬竹類分布其間。在中國之分布可達數百公尺之山區，而同屬竹類在中國南方甚至可達海拔千餘公尺之高山。此外，某些屬的竹類生長可高至 1,800m 的地方，還有部份可生長至 3,000m 高山。四川盆地內竹零星分布於西北部山區的海拔 2,600-3,400m 高山以及在 1,800-2,200m 之溫帶區，與闊葉樹林混合生長。在雲南的海拔 2,000-3,000m 山區以及西藏南部地區同樣有竹類的蹤跡。

東南亞諸國的低海拔地區與島嶼，大多數都有典型的熱帶竹屬。但在高山地區，例如婆羅州 1,500-3,000m 的山間，攀爬性竹種大量分布。臺灣的海拔 1,800-3,300m 以及菲律賓呂宋島的 2,000-2,600m 山區，竹的分布形成大面積群落。在斯里蘭卡 2,400-2,800m 的山區同樣也有零星竹種分布。

(二) 非洲

非洲共有 14 屬 43 種。大多集中於東部之馬達加斯加島，計有 11 屬 40 種。其他 3 屬 3 種為非洲大陸之特有種，主要集中於西非及東非。在西非之分布由北大西洋海岸經肯亞及烏干達山區，橫跨非洲中部熱帶地區，至東非高地，並向下延伸到南非的好望角。竹類無法生長於極度乾燥之地區，例如非洲沙漠，即使是竹類生長於東非的部分乾燥地區，也僅分布於其海拔較高之山區。

(三) 美洲

在北美洲之東南部僅有一種固有種，包含三個亞種，大多在 40°N 以下的低海拔地區形成群落，包括俄亥俄州、印地安那州及伊利諾州。中美洲之分布由墨西哥經巴拿馬至南美洲之安地列斯山，另包括南美洲東部與巴西。墨西哥的竹種均為散狀叢生型，草本狀或攀爬性竹類並未在此分布。此類竹子多分布於西印度群島及南美洲大陸中央。

南美洲之分布，大多位於哥倫比亞、智利、委內瑞拉及巴西高原之安地列斯山脈。在亞非兩洲沒有的二屬在此大量生長。至於亞馬遜盆地，咸信在此熱帶雨林中尚有大面積之竹群落未被發現。但巴西目前對竹類資源尚無深入之研究與調查，其所有之竹種、數量仍無法確定。

亞馬遜流域可區分為 13 個完整未遭破壞之植物相，其中之一即為竹林，推測面積約佔 3%，亦即約 102,000 平方公里，大約為臺灣面積之三倍。由於巴西固有竹種大多無利用價值，近年來大量自亞洲各國引進具有工業價值之竹種。

中南美洲之分布狀況，在墨西哥、哥斯大黎加及若干國家的海拔 2,700m 高地，有許多不同種之竹分布。南美洲的竹類分布環繞安第列斯山脈，從委內瑞拉至智利均有。哥倫比亞、厄瓜多爾、秘魯的海拔 1,300-5,000m 地區亦有竹種出現，此竹種目前地球上分布位置最高者。

二、亞洲各國竹類概述

(一) 印度

印度竹林面積約 957 萬公頃。但以全世界 1,400 萬公頃來比較，該面積似乎不確實。若印度為僅次於中國之第二大竹林資源國，其竹林面積與中國 340 萬公頃竹林的總合將接近世界之半數，依此推測，印度竹林面積約與中國相似。

大多數的印度竹林分布於其北部及南部之熱帶潮濕落葉林以及與東北部半需綠林，涵蓋熱帶、亞熱帶。印度年產約 500 萬公噸竹，其中 350 萬噸提供紙漿工業使用。

(二) 印尼

印尼竹林面積約 50,000 公頃，然其中 60% 為鄉村農家附近之竹林，約 30,616 公頃。每年消耗約為 2,900-14,600 萬支竹稈，平均每年每個家庭消耗 2-10 支，另外每年約有 350 萬支供給紙漿工業。在 Banyuwangi、Java 東部共有竹林約 26,000 公頃，其中 7,000 公頃完全做為經濟性生產，供給紙漿工廠，而 Gowa 及 Sulawesi 南部之 24,000 公頃林地也提供給原料紙漿工廠。

印尼之竹種數量約為 11 屬 35 種，其中僅有 10 種具有經濟效益。大多數竹種為叢生型竹類，稈徑大小由 12mm 至 200mm 都有，節長的範圍大致在 12-16cm 至 70-120cm 間，節間竹壁厚度為 3-6mm 至 25-41mm。

(三) 馬來西亞

馬國之竹種尚未進行確切之調查，這是因為當地對竹種稱呼非常混亂。但當地人對直立稈型或攀爬稈型以及稈徑大小之不同則有統一稱謂。直立稈中的大稈徑竹種稱為 buloh betong，小型稈徑者稱 buloh padi，攀爬性稈竹類則統稱 buloh akan。

馬國位處熱帶地區，竹種全為叢生型。7 屬 43 種為馬來西亞半島初步調查之竹種數量。沙巴有 12 種，沙勞越則不詳。

(四) 菲律賓

亞洲國家竹類集中於北緯 15-30° 間，菲國位於北緯 5-20° 間，氣候極適於竹類之生長，涵蓋由海平面至海拔 2,800-3,200m 之高山。菲國竹林面積不多，約 8,000 公頃，佔其全國土地面積 0.03%，蓄積量約 80,000 叢或 170 萬支，年產量約 428,000 支，此數據並不包括私人所有之竹林。

根據 1985 年調查，菲國有 55 種竹子，包括引進種，主要分布在北部省份，攀爬性竹種多生長於菲國南部地區。此 55 種竹子分別隸屬於 11 個屬，其中 36 種為直立稈，19 種攀爬性。八種經濟竹之一為 1971 年自臺灣引種之麻竹，菲國引種後建立竹筍生產之經營，頗有成效。

(五) 斯里蘭卡

斯里蘭卡地理位置介於 6°-10°N 之間總面積 660 萬公頃，其中 420 萬公頃為乾燥區，佔 63.64%，150 萬公頃為潮濕區，佔 22.72%，而剩餘 90 萬公頃為中間帶，佔 13.64%。

有關其竹林蓄積之研究，目前尚無，產量也不可考。在竹種數量上，包括固有、引種（已推廣及未推廣）共計 214 種，但其中僅 10 種為固有種，且該國所有竹林中約 80% 為特有屬 *Davidsea* 以及另外八種特有種所覆蓋。斯里蘭卡引進竹種雖多，但僅其中只被七種有推廣栽植。

(六) 尼泊爾

尼泊爾位於喜馬拉亞山麓，竹林覆蓋面積尚無調查資料可供參考；由於尼國位於山區，其竹林分佈以中海拔區域為主。當地人對於不同竹稈尺寸之竹類給予不同稱呼，*Bans* 指稈徑較大之竹類，*Nigalo* 為小稈徑之竹類，而 *Malingo* 則為稈徑最小者。以編織用料而言，*Malingo* 品質較高且被使用之量亦較多。

若以不同海拔高度加以分類。*Bans* 出現於中、低高度。*Malingo* 屬高山種類，並不見於中低區域。尼泊爾之竹種依 1983 年調查有 5 屬 30 種以上。

(七) 孟加拉共和國

孟加拉全國總面積約 1,412 萬公頃，竹林面積約 60 萬公頃，年產約 100 萬公噸。依竹林面積之大小與歸屬，其竹林可區分為二種類型。

第一類在東部山區 *Melocanna baccifera*，形成了 75% 之竹種，常有大面積之竹林出現，第二類為鄉下地區由一般農戶栽種，面積均不大，多不超過一英畝（約 1.405 公頃）。孟加拉所產之竹種數量並不清楚，但在孟加拉林試所植物園中栽植了 7 屬 24 種（包括 2 變種）。

(八) 泰國

依據 1982 年統計，其森林面積共 156,600km² 約佔全國土地面積 30.5%。竹林面積與蓄積量不清楚，但 1984 年全年總生產量約 4,893 萬支，其國內市場消耗約 600 萬支，其他多數外銷。泰國森林型態有二類，南部潮濕至乾燥之熱屬所常綠林，而北方之乾燥季風氣候區屬落葉林。二區之竹種亦有不同。泰國境內有記錄可查之竹種為 12 屬 43 種竹子且多為叢生型，分別用竹筍、結構、手工藝及紙張工業。

第三節、台灣地區竹類分佈

一、竹林面積

根據森林資源調查，台灣竹類栽植面積為 133,000 公頃，約佔全部林地面積的 8%。此部分不包含平地竹林面積，如將平地竹林面積合計在內，則台灣竹林面積為 182,000 公頃。主要栽培竹種為麻竹、桂竹、孟宗竹、刺竹、長枝竹和綠竹。

二、竹林資源區分

竹林面積依所有權、竹種別、縣市別的區分如以下說明：

1、依所有權區分

民國 81 年時，竹林面積主要是以公私有林班地為主，面積約 1,956 公頃，佔林地竹林面積之 76%。其次為保留地竹林面積 375 公頃，佔竹林面積 17%。租地造林的竹林面積為 188 公頃，佔竹林面積之 7%。隨著產業的變遷，到民國 90 年為止，公私有竹林面積僅剩下 18 公頃，佔竹林面積 0.39%。保留地竹林則為 0，租地造林的竹林也只剩下 319 公頃，佔竹林面積 6.86%。其餘的竹林地皆為專案造林的竹林地，有 4,310 公頃，佔所有竹林面積 93%。

圖 1-3-1 竹林分布比例圓餅圖

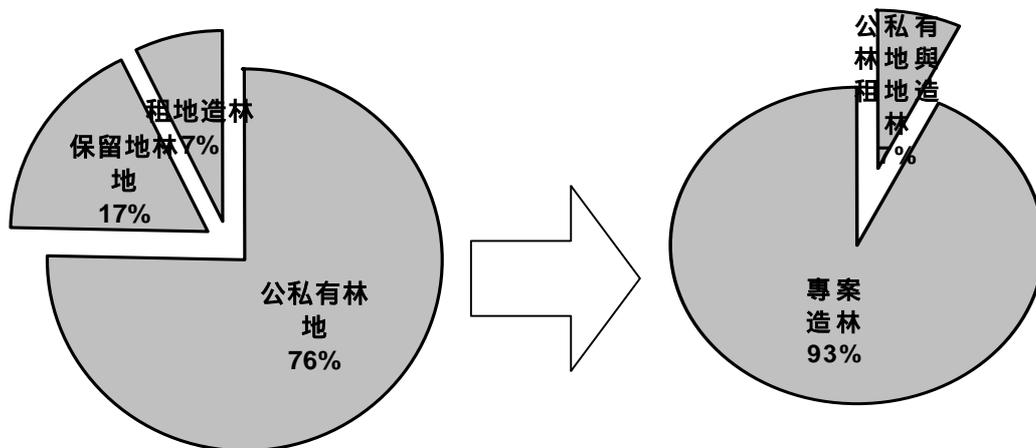


表 1-3-1 歷年各類林地面積一覽表

年次	一般造林						專案造林	
	面積 (ha)	公私有 林(枝或 叢)	面積 (ha)	保留地 (枝或 叢)	面積 (ha)	租地造 林(枝 或叢)	面積 (ha)	數 量(枝 或叢)
81	1,956	70,638	375	16,000	188	42,758	0	0
82	1,049	35,600	920	34,960	254	43,471	0	0
83	972	23,000	1,086	29,230	170	12,506	0	0
84	1,009	18,344	1,224	31,350	198	12,757	0	0
85	1,414	6,700	1,646	31,988	145	10,307	0	0
86	1,369	3,888	1,804	9,100	312	38,092	0	0
87	82	0	1	0	290	15,777	6,244	22,854
88	107	0	0	0	560	11,824	7,003	42,694
89	49	0	0	0	265	20,006	4,372	11,470
90	18	0	0	0	319	14,108	4,310	13,624

2、依竹種區分

依據行政院農委會民國 90 年度農業統計年報，臺灣竹林面積若依竹種區分，麻竹林約為 17,987 枝、桂竹林為 381,231 枝、荊竹林為 131,231 枝、長枝竹林為 247,192 枝、孟宗竹林為 55,730 枝。

圖 1-3-2 竹種種植比例

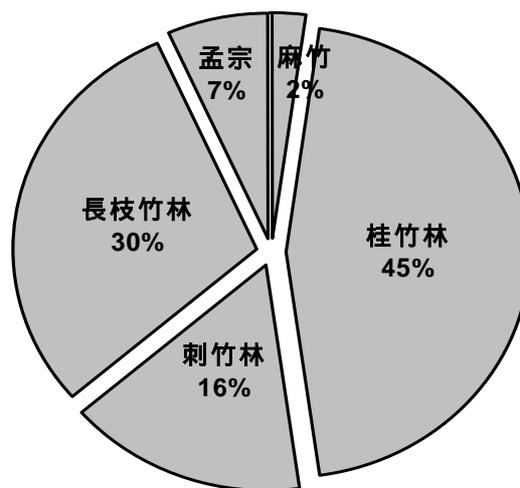


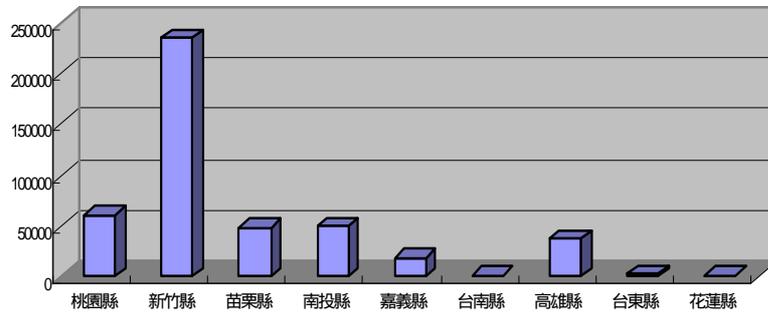
表 1-3-2 歷年種植竹種數量

年次	主要竹種別						
	合計	長枝竹	蔴竹	麻竹	孟宗竹	桂竹	其他
81	3,233,904	121,295	334,686	10,668	158,346	2,542,632	66,277
82	2,141,928	4,547	283,786	27,021	137,702	1,649,390	39,482
83	1,849,906	2,898	269,413	21,339	105,964	1,406,299	43,993
84	2,157,486	66,590	179,392	18,620	90,011	1,711,594	91,279
85	2,163,084	0	123,027	15,358	669,611	1,950,533	7,205
86	1,232,885	55,740	61,301	1,596	27,288	1,071,265	15,695
87	1,426,362	10,800	100,822	13,212	46,042	1,230,567	24,919
88	1,716,754	249,350	148,182	4,173	78,655	1,233,503	2,891
89	1,550,120	192,080	49,500	1,592	26,813	1,253,705	26,430
90	594,031	3,863	70,987	15,406	40,518	442,665	20,592
91	868,003	247,192	131,231	17,987	55,730	381,231	34,632

3、依縣市別區分

民國 90 年的統計資料顯示，全台灣竹林面積約 460,033 公頃。其中，桃園縣的竹林面積約為 60,200 公頃，佔 13.09%；新竹縣的竹林面積約為 235,500 公頃，佔 51.19%；苗栗縣的竹林面積約為 47,701 公頃，佔 10.37%；南投縣為 49,037 公頃，佔全省竹林面積 10.66%；嘉義縣的竹林面積為 17,836 公頃，約佔 3.88%；台南縣的竹林面積為 440 公頃，佔 0.10%；高雄縣的竹林面積約 36,954 公頃，佔 8.03%；台東縣的竹林面積約 2,360 公頃，佔 0.15%；花蓮縣的竹林面積約為 10,005 公頃，佔 2.17%。

圖 1-3-3 各縣市種植數量分布圖



三、各類竹生產現況

本省原竹之生產，主要是與竹製造業之興衰有著極密切的關係。1970 年代，政府極力輔導竹製造業，在此時期本省原竹之生產量，平均每年約為 12-13 百萬枝，對當時竹農經濟狀況之提升助益良多。但自 1980 年代中期，由於國內整體產業結構、勞動市場、政治環境及經濟自由化貿易政策之總體環境影響，國內竹製造業景氣已逐漸低迷。本省原竹之生產量因而急劇下降，1991 年之產量降至 4 百萬枝，比 1971 年減產 70%，較 1981 年減產 57.1%，其中尤以桂竹及孟宗竹之生產量下降幅度最大。此外，在生產之原竹竹種中，主要是以桂竹、孟宗竹、蔴竹為主。各竹種之生產現況分述如下：

1、桂竹

桂竹為本省生產原竹之大宗，其生產量約佔本省原竹產量之 75%。本省桂竹之原竹生產量呈逐年下降趨勢，1976 年的年生產量約為 14 百萬枝，1991 年的年生產量減為 3-4 百萬枝，約減產 75%。

桂竹原竹主要生產地區為南投縣、新竹縣、桃園縣及苗栗縣。1986 年以前南投縣為桂竹原竹生產之重要地區，其產量約佔全省桂竹總產量之 55%。1986 年以後由於簇葉病為害以及國家政策之改變，使得南投縣桂竹之產量劇減，目前每年產量約佔全省桂竹產量之 12%。

代之而起的是新竹縣尖石、五室一帶之桂竹。目前在新竹以南

之桂竹原竹，主要是由竹東地區桂竹原竹批發商所供給。1991 年新竹縣桂竹原竹之產量為 19 百萬枝，約佔全省桂竹產量 57.6% 。

2、孟宗竹

孟宗竹與桂竹同為本省竹製品之兩大主要原料。孟宗竹原竹之生產量自 1986 年以後急劇下降。1986 年以前其年產量尚維持在 80-90 萬之間。1991 年其年產量劇減為 22 萬枝，約減產 75% 。本省孟宗竹栽培於海拔 150-1,800 公尺之間，主要分佈於南投縣、嘉義縣、雲林縣、苗栗縣及新竹縣。其中南投縣、嘉義縣為孟宗竹原竹之主要生產地區，南投縣孟宗竹原竹之年生產量平均約佔全省孟宗竹原竹生產量 70% ；嘉義縣約佔 20% 。

3、蔴竹

本省蔴竹主要栽培於交通較便利之山區山麓，由於其原竹之利用主要為竹漿與農家搭建蔬果棚架、建築之用，因此其原竹生產量受竹漿造紙業之影響。近年來由於環境污染條例之設立及竹漿紙捲之進口，本省生產竹漿之造紙廠紛紛採用進口之竹漿紙捲，減少原竹竹漿之生產，因此，本省蔴竹原竹之生產量亦隨之下降。

蔴竹原竹之生產量每年約維持在 60-80 萬枝之間，由於蔴竹與長枝竹兩者均可作為建築用材，因此，在目前國內工資高漲及產業結構調整下，蔴竹常做為應急之原料，其產量升降之幅度較穩定。惟近年來其產量亦受到竹材進口影響，目前的年產量約為 35 萬枝。

蔴竹原竹主要生產地為高雄縣及臺南縣，其中高雄縣之生產量約為蔴竹總生產量之 65% ，臺南縣約佔 24% 。

4、長枝竹

長枝竹原竹之用途與蔴竹相仿，生產於本省近平原之山麓。根據歷年生產量資料顯示，長枝竹之生產量最為穩定，是因為長枝竹栽培於交通較便利之地區。因此，雖然目前國內生產成本高漲，但因其取得方便且能替代其他竹種原竹之不足，生產量無大變動。

近二十年來，長枝竹原竹之年生產量一直維持於 20 萬枝上下，1991 年的年產量為 23 萬枝，主要生產地為臺南縣及臺東縣，以及嘉南農田水利會，其中嘉南農田水利會租地之生產量約佔全省長枝竹原竹生產量 70% ，臺南縣約佔 25% 。

5、麻竹

本省麻竹主要分佈於嘉義縣、南投縣、雲林縣及臺南縣。此四縣之麻竹林面積約佔全省麻竹林面積之 94.4% 。本省麻竹之主產物為竹筍，原竹之生產僅為進行竹林整理時所淘汰之老竹，目前麻竹原竹之生產約 50% 是來自國有林租地造林地。

歷年來本省麻竹原竹之年生產量均維持在 10-11 萬枝。近三年來其產量降至約 3 萬枝，主要生產地為高雄縣，其次為南投縣。

6、綠竹

本省綠竹主要是以生產竹筍為主，原竹之生產量極少，平均年產量約為 5-6 千枝，約佔全省原竹生產量之 0.13%，全省只有 1-3 個地區少量生產。台北、台中、南投、台東等縣曾有生產記錄。1991 年全省之生產量不足 1 千枝。

四、小結：

竹類並非平均分佈在全球各地，主要集中在幾個地區，台灣亦可的算是產量較大的地區。不過相較於其他地區的竹材發展，台灣對竹的利用，特別是在竹建築部分並不算多，這是非常可惜的。

第二章 竹材產業與營建市場之關係

過去台灣有關「竹」的研究多侷限於產業的發展，或與木業及藤業合併探討之；另外，對於竹材的應用層面探討也概括許多日常生活所需的器具或裝飾性物品。因此，本階段將解析竹產業與營建市場之關係，藉以瞭解其影響產業的生存與發展問題。

第一節、竹材產業之發展沿革

一、竹材產業發展歷程

在過去由於竹材加工是以農村生產之原竹為原料而就地加工，因此最適合農村的小規模加工業，這對提升臺灣農村之經濟助益良多。也曾是我國推行農村工業化的最大成就之一。臺灣在過去近三十年的竹材加工業發展，依產業的興衰分成四階段，分述如下：

（一）啟蒙期（1969 年以前）

臺灣竹材加工業之啟蒙相當早，在 1960 年以前之竹材加工品利用，通常是作為農村家庭之傢俱或作物的支柱、棚架來使用。在 1960 年之後，由於日本竹製造業的生產成本過高，而將竹材加工業轉移至臺灣，自此臺灣的竹材加工業開始外銷加工品之生產，在 1961-1969 年間，臺灣竹材加工品出口值由 2,092 萬元增加至 9,812 萬元。

（二）成長期（1970-1975 年）

此時期臺灣竹製造業加工品的出口值穩定成長。由於日本之技術轉移以及國內的自行開發機器、政府輔導設立防腐廠、竹材加工區、竹材綜合利用場，使國內竹材加工業之出口業績蒸蒸日上。1970 年的出口值達 1 億 7,508 萬元，在 1975 年更高達 7 億 2,432 萬元。

（三）鼎盛期（1976-1980 年）

由於政府輔導設立各項竹材加工廠，並辦理竹製造業輔導貸款，協助農村解決機器採購資金或營運週轉金問題，以及舉辦竹材加工建教合作來培育竹材加工技術人才、提升加工技術。在這些優厚之產業環境

下，國內竹材加工業出口值之成長幅度，若以 1976 年與 1975 年來比較，約成長 70%，出口值為 12 億 2,764 萬元，1978 年竹材出口值增至 17 億 9,117 萬元。

此階段與成長期階段均為國內竹製造業之黃金期，但隨著國內的工資上漲，生產成本過高，導致國內竹材加工品之國際市場被中國大陸及東南亞國家取代，國內竹製造業因此而開始式微。

（四）衰退期（1982 年迄今）

國內竹製造業之黃金期只有短短的十年，即因勞力缺乏、工資高漲、生產成本過高以及竹材成品或半成品進口之衝擊，再加上部分產業的外移，使國內竹製造業急劇衰退。1992 年的出口值只有 5 億 854 萬元，比十年前下降約 51%，而進口值卻增為 1 億 7,324 萬元，比十年前成長約 205 倍，竹材加工廠商家數不及在鼎盛時期的三分之一。

二、竹材產業之發展瓶頸

由上述各項統計資料顯示，本省原竹生產量自 1970 年以後，呈現逐年下降趨勢，特別是近年來，在經濟自由化政策之衝擊下，本省原竹生產量下降幅度更快。1991 年的原竹生產量僅有 432 萬枝，較原竹生產鼎盛期約減產 70%，其衰退主要因素為：

（一）生產成本問題

1、竹材加工業：

由於國內勞動工資及原料成本的提升幅度過大，造成本省生產之竹材產品無法與中國大陸或東南亞地區之竹製品競爭。大約 70% 上游的中小型竹製造廠商為求企業之持續營運，陸續將產業外移至中國大陸及東南亞，導致國內下游的家庭式竹材加工廠大量關閉。國內目前約僅剩下大約 50 餘家竹材加工廠。其中除了部分為生產較特殊之竹材產品外（竹劍、御神矢等），大多數為竹篾或竹串加工廠，亦多從事進口半成品竹製品之加工生產工作。

國內竹製造業之外移以及竹材成品之進口，使來自國內的省產原竹需要量降低，相對地，也造成原竹生產量之減少。

2、原竹生產

本省原竹之生產主要是以桂竹及孟宗竹為主，隨著國內工資水準上漲與原竹價格之持平，對竹農而言，在原竹生產利潤不佳的情形下，生產意願自然會低落。國內目前的原竹主要生產地為尖石鄉、五室、竹山鎮、大湖及復興鄉，這些地區能繼續生產之主要原因是交通較為便利。在桃園縣復興鄉一帶之竹林地大多為原住民保留地，竹林經營為竹農生活所得的主要來源之一。

(二) 年齡老化及人口外移

由於採伐之工作體力負荷過重及生產成本過高，農村人口逐漸外移，尤其是 45 歲以下之人口，在本省農村已不從事出場工作。目前在本省農村從事採伐工作者，平均年齡都超過 50 歲，再加上採收利潤過低，自然會讓對原竹之生產工作意願低落。

(三) 竹材產品之進口

經濟自由化及國家政策之改變，價廉之竹材半成品或成品進口，對國內竹製造業衝擊相當大，相對地亦打擊國內原竹之生產量及價格。

小結

上述的各項資料，充份顯示在國內的竹材產業已出現與二十多年前日本竹材產業相同的問題，而衰退主要關鍵在於生產及勞動成本高漲。然而，國內竹林面積廣闊，一旦產業無法持續經營，將直接影響該產業的經營生態，以及間接對環境保育產生臨嚴重的衝擊。

第二節、竹材應用之觀念與範圍

隨著經濟高度成長時代之結束，現有資源之枯竭與地球環境的急速惡化。我們傳統的營建行為造成大量之資源與能源的消耗，並且導致大量建築廢棄物與隱藏的建築能量浪費。但是在 21 世紀永續思維風行的今日，我們重新省思我們的營建過程的種種，深覺今後之營建材料必須具備可再生性，而且其製造、解體、廢棄過程對於環境的承载力要降低，並能適合人類對於品質的需求。

竹材確實是個值得推廣的再生性原料，竹材原料的生產與消耗能長久而持續循環下去，也就是說，是一種生生不息的天然資源。在早期，竹材產業在竹建材方面有許多的產品，如前所述，竹建材常用的竹材以孟宗竹為主，其次為桂竹。而在竹建材的主要使用分類方面，台灣目前侷限在以下種類，例如竹屋、地板類、壁板類、薄片類、圍籬類及農業用材類。首先，從永續的觀點來說明竹材產品的特性。

一、竹材產品的永續觀念說明

以往選擇各種材料時，主要在其性能、成本、供給的穩定性。今後將由資源問題、生命週期、能源與環境問題來考慮，由廣泛的觀點來進行材料的選擇。

當與其他材料相比較時，使用竹材的優點，若更為廣泛的考慮時，尤其是從資源的再生產、再加工、省能源、環境安全（反公害）等方面，可歸納出下述各點：

（一）竹材資源的生長過程是自然的，是一種最乾淨的資源。樹木欲生產一噸之生物質（纖維素等碳水化合物）需吸收大量的 CO₂ 及水分，在陽光下進行光合作用生產 O₂，只要陽光、空氣、水永遠存在，原料就可以取之不盡，用之不絕。因此合理的使用竹材資源可發揮極大之環境保護功能。

（二）竹材是藉由自然能源與其本身之生命力而形成者，為一種極省能

源、可再生的生物資源，再也沒有像這樣的好材料。

(三) 從資源轉變成製品，材料加工所需之能源較其他材料低許多。另外，在進行加工過程之際，公害發生亦較少。

(四) 最終製品之竹材住宅建築物或設施，其使用或者是解體、廢棄時所消費之能源，均較其他建築物為少。

(五) 材料之再利用性較大，如竹材之廢料再回收，再製造加工容易，亦即其二次利用、三次利用，均較其他材料容易。

二、竹製產品介紹

在本省竹類中，桂竹是最具經濟價值的竹種之一，其地下莖可做藝品，筍可食用，稈可做建材，生活器具及農作之棚架等，細竹枝可紮成掃帚，竹稈可做生活器具。事實上，竹的每一部份都有其用途。依竹類的應用分成五大類，即傢俱類、日用品類、裝飾品類、休閒運動用品類及建材類，分別說明如后。

(一) 家具類

竹製家具之生產以台北縣土城及三峽較具代表性，主要使用之原料以桂竹為最佳，其次為孟宗竹及箭竹。

1、桌類：餐桌等。

2、椅類：沙發椅、餐椅、涼椅、竹凳。

3、寢具類：臥床、搖籃、搖籃架。

4、櫥櫃類：貯物櫃、陳列架。

5、屏風類：屏風。

圖 2-2-1 竹書桌



圖 2-2-2 竹椅



圖 2-2-3 竹櫃-1



圖 2-2-4 竹櫃-2



(二) 日用品

日用品類中，竹編類主要生產區為台南縣關廟，竹串、牙籤、竹筷、餐具及運動器材，是以南投縣竹山為主要生產區。竹材原料利用以桂竹及孟宗竹為主，其次為長枝竹及麻竹，其產品類別為：

- 1、竹籃類:花籃、菜籃、水果籃、麵包籃、餅籃、瓶籃、信籃、鐘籃、苗籃。
- 2、籬框類：米籬、竹籬、紙屑籬、衣簍、魚簍。
- 3、竹籠類：鴨籠、豬籠、雞籠、菜籠、香蕉籠。

- 4、竹盤類：餐盤、菜盤、毛巾盤、杯墊。
- 5、包飾類：錢包、手提袋。
- 6、竹架類：雜誌架、毛巾架、留物架。
- 7、掃耗類：草扒、掃帚、春箕、篩子、地板攘。
- 8、帽竺類：編織帽、摺帽、斗竺、竹傘。
- 9、竹扒類：拖鞋、鞋拔、抓背器、耳扒。
- 10、食具類：茶壺、茶杯、茶板、筷子、水果叉、竹串、牙籤、
- 11、沙拉碗、蒸籠、煙嘴、壽司捲。
- 12、燈具類：檯燈、吊燈、壁燈、燈罩、紙燈籠。
- 13、祭祀用品類：御神矢、香桂、香筒、冥紙。
- 14、文具類：筆桿、筆筒、竹尺、計算尺、比例尺、算盤、文具盒。
- 15、梯桿類：晒衣桿、竹梯、旗竿。
- 16、其它：竹扇。

圖 2-2-5 竹燈具



圖 2-2-6 竹籃



圖 2-2-7 竹茶具



圖 2-2-8 竹提籃



(三) 裝飾品

裝飾品大都利用孟宗竹、桂竹及箭竹之鞭根或竹頭部分加工製成，其產品可分為：

- 1、飾品類：竹根珠、鈕扣、腰帶、壁滄、胸針、項鍊等。
- 2、擺設品類：竹舟、三輪車、玩偶、動物、花潮、花器、信插、撲滿、像框、鼠鈴、裝飾櫃、珠寶盒。

圖 2-2-9 竹工藝品



(四) 休閒運動用品

主要製造之原料以桂竹及孟宗竹為主，其產品可分為：

- 1、漁獵用具類：鳥籠、蝦籠、魚籠、釣竿、魚杓。
- 2、休閒薛花類：花架、花桂、花盆、盒套、種花筒、花墊。
- 3、運動用具類：滑板、球拍、球棒、滑雪桿、竹劍、弓箭。
- 4、樂器類：笛、蕭、胡琴。

圖 2-2-10 竹劍



圖 2-2-11 竹球棒



三、竹材應用於營建產業之介紹

竹材產業曾經是國內非常重要的傳統產業，也為台灣創造了亮麗的外貿成績；然而，近二十年來因新技術與新工法等新觀念與新系統的開發，加上工資及土地生產成本過高，已使其失去與其他營建材料的競爭空間。然而，在經歷九二一地震的影響下，竹林根部鬆動、土質流失，竹林生長不良，而竹農又無力加以更新撫育，使得國內竹子採伐數量由民國 70 年的 1,000 多萬支，急遽降低至 90 年的 60 萬支，造成重建區大面積竹林荒蕪及失業人口急速增加。

目前竹建材市場的主要應用方式區分為兩個類別，即原竹利用模式與加工利用模式，現針對上述兩種利用方式加以說明：

(一) 原竹利用

1、房舍類：竹屋、竹涼亭、竹棚架。

在竹的主要地區，有些屋舍是以竹材當作建材使用，主要以竹桿、竹片作為構造主體，再輔以防腐或是碳化等加工手法，加強竹材的耐久性，最後以繫線、榫接之手法處理。可惜，台灣的竹產量雖大，卻沒有新的建造方式被開發，導致竹產業沒落。

圖 2-2-12 竹屋-1



圖 2-2-13 竹屋-2



圖 2-2-14 竹涼亭-1



圖 2-2-15 竹涼亭-2



圖 2-2-16 竹棚架-1



圖 2-2-17 竹棚架-2



2、圍籬類：圍牆、高低籬笆、欄杆

竹圍籬類多以原竹與竹片作為材料，以作為阻隔的工具，輔以防腐或是碳化等加工手法，加強竹材的耐久性，在其與地面接觸接的部位施以防水處理，避免竹材的快速腐爛。

圖 2-2-18 竹圍牆-1



圖 2-2-19 竹圍牆-2



圖 2-2-20 竹欄杆-1



圖 2-2-21 竹欄杆-2



(二) 竹材加工利用介紹

1、地板類：拼花地板、長條地板、竹編板。

因為竹子的冠徑比木材要小得多，受日照影響不嚴重，沒有明顯的陰陽面的差別，所以由新鮮孟宗竹加工而成的竹地板有豐富的竹紋，而且色澤勻稱，做成地板時色調比較統一。

竹地板具有色澤美觀、富有彈性、防潮、硬度強、冬暖夏涼等特點，與木地板相比，更有其特殊優點。首先顏色比木地板色差小，加工後的竹地板竹紋豐富、色澤均勻。竹地板為植物粗纖維結構，它的自然硬度比木材高一倍多，而且不易變形。理論上，使用壽命達 20 年左右。與木地板相比，竹地板最怕潮濕變形。

圖 2-2-22 竹地板



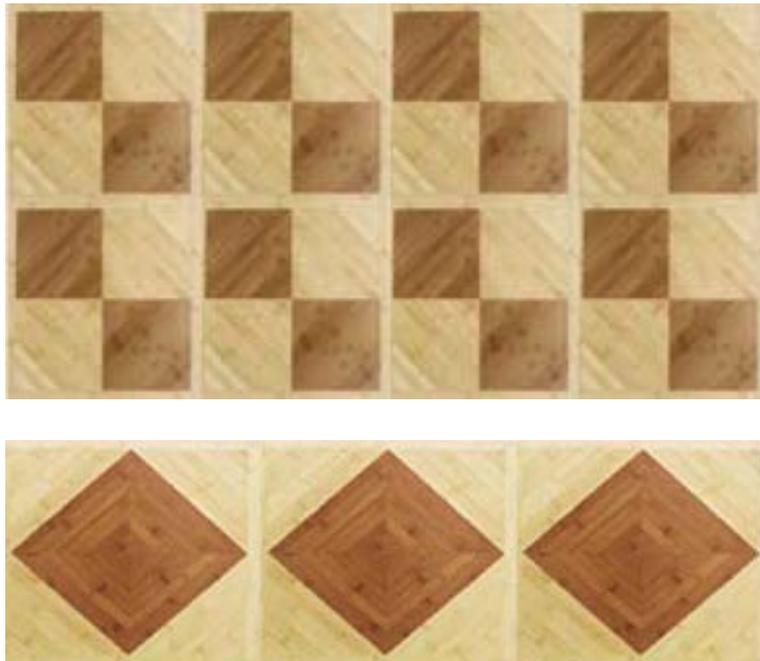
圖 2-2-23 竹地板紋路



2、壁板類：竹膠合板（圓竹、竹片、薄片、竹細編織）。

採用各部位竹材料添加矽酸鈣粉及多孔性材料並經高溫碳化所製成，具有吸水率低、質輕、耐燃、隔熱、隔音、透氣、耐久性佳等優點，具有環境保護及資源再生利用功能，將可提供竹產業更寬廣的應用領域。

圖 2-2-24 竹壁板



3、竹管空間桁架：

利用結構力學原理及竹管材料之優點，透過現代建築工法與設計，像玩積木遊戲一樣，可將結構基本單元隨意表現的一種空間組合技術，在施工方面能節省工時，降低成本，少了壓迫感，又增添幾分藝術。

4、活性竹炭塗料類：

利用廢棄竹材進行炭化及活化處理後，製成水溶性活性炭塗料，具有濕度調節、防止白蟻危害、吸附有機溶劑（VOCs）或有害氣體、產生負離子供給，以達到類似森林浴之效果、遠紅外線保溫、屏蔽電磁波及節省能源等效果，為一種科技健康建材。

圖 2-2-25 竹炭



5、土木基礎類：竹混凝土

在以往，混凝土材料與竹材的複合為建築結構中最常見的材質，目前由於鋼材的普及，在土木建築中改以鋼骨包覆混凝土的建築成為主流，為進一步提倡竹材的利用與層面，可考慮提高混凝土使用強度的類型，或比較不考量強度的建築元素中引入適當的竹材，其承载力與質量在建築材料中仍可發揮效用。

圖 2-2-26 竹混凝土



小結

在歐美、日等工業先進國家，竹材的使用相當普及。綜觀外國的使用經驗，能提供我們學習與參考的依據，尤其是在都市中的水泥森林，對生態環境衝擊甚大，如能增加生態材料的使用量，將可改善此種情況。另外，竹材取自於森林，可再生、再利用、可回收、省能源、廢棄時對生態環境的衝擊少，因此被認為是 21 世紀的「生態材料」，對環境正面效益上實在值得我們大力的推廣利用，且竹材的再生循環時間又比木材短，從許多層面來看，實在是一個相當值得推廣的建築材料。

第三節、竹材營建市場探討

一、竹材營建市場背景

台灣之竹材加工業在民國 60 年到 70 年中期，挾著竹林資源豐富、工資低廉及生產成本低之優勢，加上政府之輔導與成立竹材專業工業區，為台灣賺取無數外匯，在當時嚴然取代日本之竹材國際市場。而 70 年中期後，由於人事費用與其他成本不斷攀昇，造成生產成本過高，而外銷價格隨著台幣升值而減少了產品競爭力，再加上中國大陸與其他市場廉價傾銷，更連帶影響原本以勞力密集的竹材產業，與竹材營建市場的經營困難。

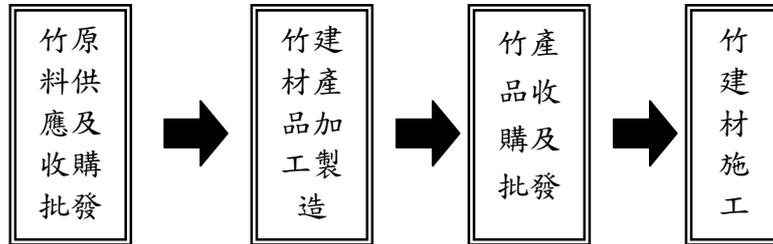
二、竹材營建市場說明

隨著國際經濟自由化發展，大陸政策之日漸開放，國外竹材的開放進口相對也造成本土竹材相當大的衝擊，竹材各類型加工業者家數顯著減少，當然竹建材加工業者也不例外，目前竹材業者約不及該業鼎盛期之五分之一，其中約 50% 的廠商呈現休業狀態，再加上中國大陸與東南亞一帶進口竹材之競爭，目前台灣的竹材市場相當萎縮。而在竹材營建市場方面，竹材營建產品於建築部分則大致包括：竹屋、竹筋、竹棚、鷹架、竹柱、竹樑、篾門與竹梯等項；在室內裝修部分，則有竹編板、層積材、竹壁板與竹簾。

(一) 竹材營建市場之架構

依市場供需與產銷機制來檢視竹材營建市場，約可概分為幾個主要類型來探討，一為原生竹材供應與竹建材產品之收購批發、竹建材產品之加工與製造，以及竹建材產品的後續的組裝施工。上述各層面均有其供需往來的關係存在，但是其基本的市場與產業間的層級架構可概略依此劃分，而本研究所欲調查的對象設定，也將依此架構與對象分類進行，以下會針對各類型加以進一步說明。

圖 2-3-1 本研究調查對象關係說明圖



1、竹材營建市場之供需說明

(1) 竹原料供應及收購批發

本類型針對竹材營建市場的最源頭單位，即竹林產地之竹農與原竹的收購批發商。由於竹林生產地主要散佈於台灣的五個主要縣份新竹縣、苗栗縣、南投縣、嘉義縣與台南縣，其中南投縣竹山鎮為最大宗產地。而竹材的收購批發商則是供應竹材產品市場的主要上游，其對竹建材產業的影響也相當重要，目前廠商所收購批發的地區不在侷限於台灣地區。

(2) 竹建材產品加工製造

本類型主要為原竹的後續製程所產生的相關竹建材產品，依加工的不同程度與產品完成度，可概分為竹建材半成品與竹建材成品，而半成品則是定義為原生竹材僅經過竹材加工製造過程中的初處理，在外觀形態上仍能輕易加以判別；而成品部分則是經過完整的加工製造過程，因其需求決定其外型，能直接經由施工或是組裝則完成所欲搭構的建築物或是設施物。

(3) 竹建材產品收購及批發

本類型主要為原竹的後續製程，所產生的相關竹建材半成品與成品的收購與批發，依據需求地區與廠商分佈的差異，加以調整其供需間的市場機制，由於竹材市場的於近年有相當大幅度的變動，國內許多竹材加工業者均已外移至中國大陸與東南亞地區，故在竹建材產品的收購及批發方面，均不在侷限於台灣地區。

(4) 竹建材施工

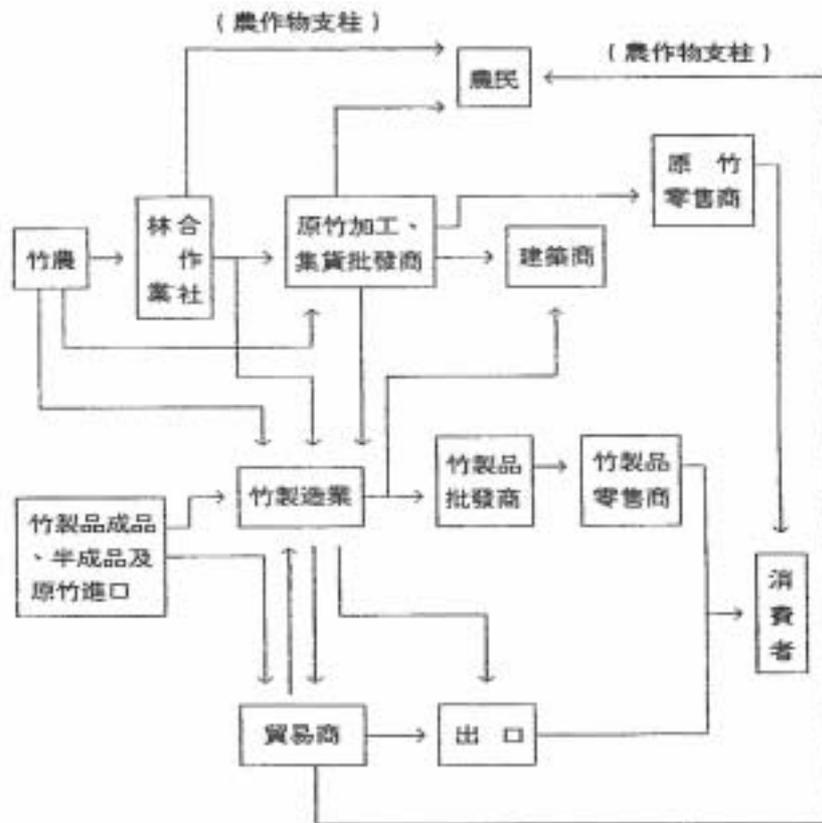
依據上述各類型的收購批發與加工製造階段後，最終會經由施工單位加以施作、組裝完成。由於竹材產品相當多元，因此在施工單位的分類與屬性上，大致可分為建築、景觀、土木與室內裝修等四類，建築方面泛指可供人使用的硬體設施，如竹屋、竹橋；景觀方面則是指戶外空間或是室內空間的非結構性設計或是造景；土木方面則為大地基礎用材，如水土保持之用；最後則為室內裝修方面，則著重在於裝飾室內空間的地板、壁板或是隔間材，藉以提昇室內質感。

2、竹材營建市場之網絡

依據李國忠¹等人於 1993 年所研究之論文得知，台灣地區的竹材加工製品的產銷通路大致如下圖，由於這是其包含各類型的需求與供給，在其網路的組織系統完整性相當充足，但由於本研究主要著眼於竹建材的網路關係。因此，有別於李國忠所建構之竹材市場網路，擬針對本研究所需探討的對象加以區隔，則是本次研究的焦點。再者，根據縣市分布別之原竹生產資料，得知本省原竹之生產以南投縣、新竹縣、苗栗縣等縣為主，而在竹材加工業與產銷通路上初步得知，本省主要之分佈鄉鎮為南投縣竹山鎮、新竹縣關西鎮與竹東鎮、苗栗縣南庄鄉、嘉義縣竹崎鄉與台南縣關廟鄉等地。

¹ 李國忠、賴建興、連錦漳，台灣地區竹材運銷與經濟分析，台大實驗林研究報告(1993)，P127-155

圖 2-3-2 竹材營建市場之網絡圖



(二) 竹材營建市場之調查對象分類

針對現今的竹材營建市場加以分類，可將調查對象分為以下四個類型，分別如下：

1、第一類型-竹林種植與採收

以竹林的種植與採收為主要營運事項的廠商，提供竹材營建市場最基礎的產品需求，原竹的供應來源，屬於整個竹材營建市場的最基層廠商。藉由對廠商的調查，了解現有的竹材初級產業的生態狀況。

2、第二類型-竹材收購批發

竹材的收購批發包括了幾個層級，從原竹的收購批發到初等加工的收購批發以及竹半成品的收購批發等…，希望能夠藉由竹材收購批發廠商的調查，以了解廠商在現階段對於整體產業發展的想法。

3、第三類型-竹材加工製造

竹材的加工包括了竹材初級加工以及竹材半成品加工，希望能夠藉由對廠商的調查，釐清台灣現今的竹材加工市場不論在材料或是技術上的問題，以作為未來發展模式的界定。

4、第四類型-各類型竹材施工

針對台灣業界可能採用竹材的施工廠商作了解，依其施工類型的不同，了解其所應用的方向與手法，藉以了解竹材對於施工上的優劣，用於未來對於竹營建市場發展的指標。

(三) 竹材營建市場之探討面向

本調查研究主要探討現階段竹建材產業的廠商分佈情形與實際經營狀況，藉由問卷調查與專家深度訪談等方式，以進一步獲知竹材產業內部的結構性組織與相關廠商的發展方向，並期望從中經由廠商實地訪談與問卷調查結果，彙整與釐清關於竹材產業的廠商現況資料與分佈、竹材產品製程與行銷通路、竹材的市場概況與竹材產業轉型的趨勢等。

以下即針對上述所提的各類型探討面向，整理出下列四種類型，如后：

1、廠商之基本資料

此部份主要是針對被調查的產業進行廠商基本資料填答。內容包括公司名稱、填答人資料、單位規模、生產及原料所在地、經營產品類別以及調查其產業是否有海外投資計畫等。

2、產品製程與行銷通路的脈絡

此部份內容。探索現今仍在營業的廠商，對於竹類的生產、應用乃至於銷售部分的一系列的問題包括原料竹種的選擇、竹產地選擇、採收方式、採收時程、加工項目與流程、成品堆置、運銷管道與銷售網絡。

3、台灣地區生產與銷售環境的趨勢

此部份探討目前的傳統產業式微、產業必須面臨的轉型、升級狀況，台灣地區對竹建材產業的重視程度，以此來釐清台灣地區竹建材產業發展現況的問題與未來發展的契機。也就是經由台灣地區對竹建材產業的態度，探討是否能夠滿足竹產業的需求，並嘗試瞭解台灣的銷售環境能否給予廠商發展的空間。

4、廠商產業轉型之情況

此部分要探討那些未參與產業轉型計畫之廠商，其中的原因為何，以作為促進廠商參與計畫之參考。並針對台灣竹產業的現況發展，調查竹建材產業是否有海外投資計畫，以了解並預測台灣竹建材產業在構造方面可能發展的程度，擬定未來的竹構造發展方向與計畫。

第三章 調查問卷設計

本計畫是探討竹建材產業在台灣的生產與市場現況。因此除了介紹台灣境內的主要竹材生產縣份與其產量、產值之外，也試圖探求竹建材市場的現況目前是否能滿足不同類型之需求，期望藉由問卷的進一步獲得目前的竹建材市場的各種發展現況的基本資料。

第一節 調查目的與方式

一、調查目的

探討現今的竹建材廠商分佈情形、公司組織與產銷通路關係、產品類型等，經由問卷以得知市場的現況與趨勢以及瞭解竹材產業的發展困境，作為尋求解決方式之依據。

二、調查方式

為建立竹建材市場供需層面研究之準確性，並調查竹建材產業中各層級的架構關係，釐清彼此的產銷通路系統，調查方式分成兩個階段。

第一階段：問卷試訪

依竹建材產業之供需關係，先將對象概分為竹農、批發商、製造商（半成品與施工單位）、零售商與消費者。其次，釐清與劃定調查的對象名單，挑選各層級的代表性人物作為問卷的初步訪談對象。所獲得之資料，做為第二階段問卷擬定之依據。

第二階段：問卷調查

本階段的問卷內容主要是分成兩項主要之調查議題，第一是廠商基本資料建構。依據前一階段的問卷試訪對象分類，將訪談對象填寫的基本資料加以分類，主要的類型有四：「竹林種植與採收」、「竹材的收購與批發」、「竹材的加工製造」及「各類型竹材施工單位」。再根據分類的對象分別進行第二個議題的後續調查。

第二節 調查對象

一、調查對象背景與限制說明

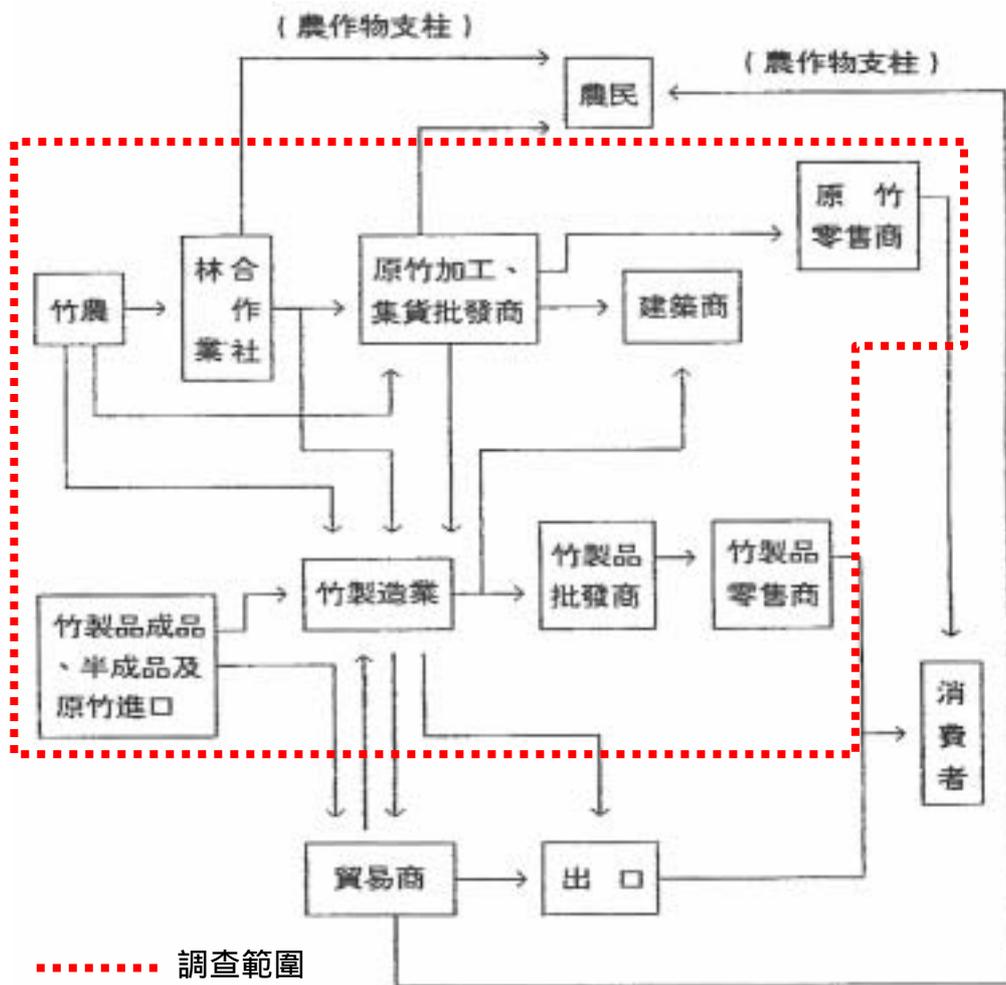
由前述各竹種原竹之歷年生產量及竹林面積、蓄積量產資料得知，在本省竹林面積內國有林約佔 65.84%，但實際上的原竹生產卻以公私有林之竹林為主。自 1975 年迄 1991 年，公私有林之原竹生產平均約佔全省原竹生產量之 65%，尤其是自 1982 年以後，本省原竹之生產量有 75% 是來自公私有林竹林地。由此可見，本省原竹之主要供給者為公私有林之竹農，其次為國有林租地造林地竹農。再者，根據縣市分布別之原竹生產資料，得知本省原竹之生產以南投縣、新竹縣、苗栗縣為主。由竹材加工業與產銷通路的初步結果得知，主要之分佈鄉鎮為南投縣竹山鎮、新竹縣關西鎮與竹東鎮、苗栗縣南庄鄉、嘉義縣竹崎鄉與台南縣關廟鄉等地。

本研究於初期資料收集的過程中遭遇有下列的限制：受限於調查執行時間不足（SARS 發生於本研究計畫執行的期間，造成本計畫研究的部分調查工作延宕）與竹材市場與涉及對象廣大收集不易，因此考量調查對象層級的完整性問題，本階段主要針對竹材產業中的重點聚集區域 - 南投縣竹山鎮、週邊區域與相關有聯繫往來的上、下游廠商為主，而至於台灣其他竹材產業相關地區，在本次調查研究中並未能齊備。

二、調查對象界定

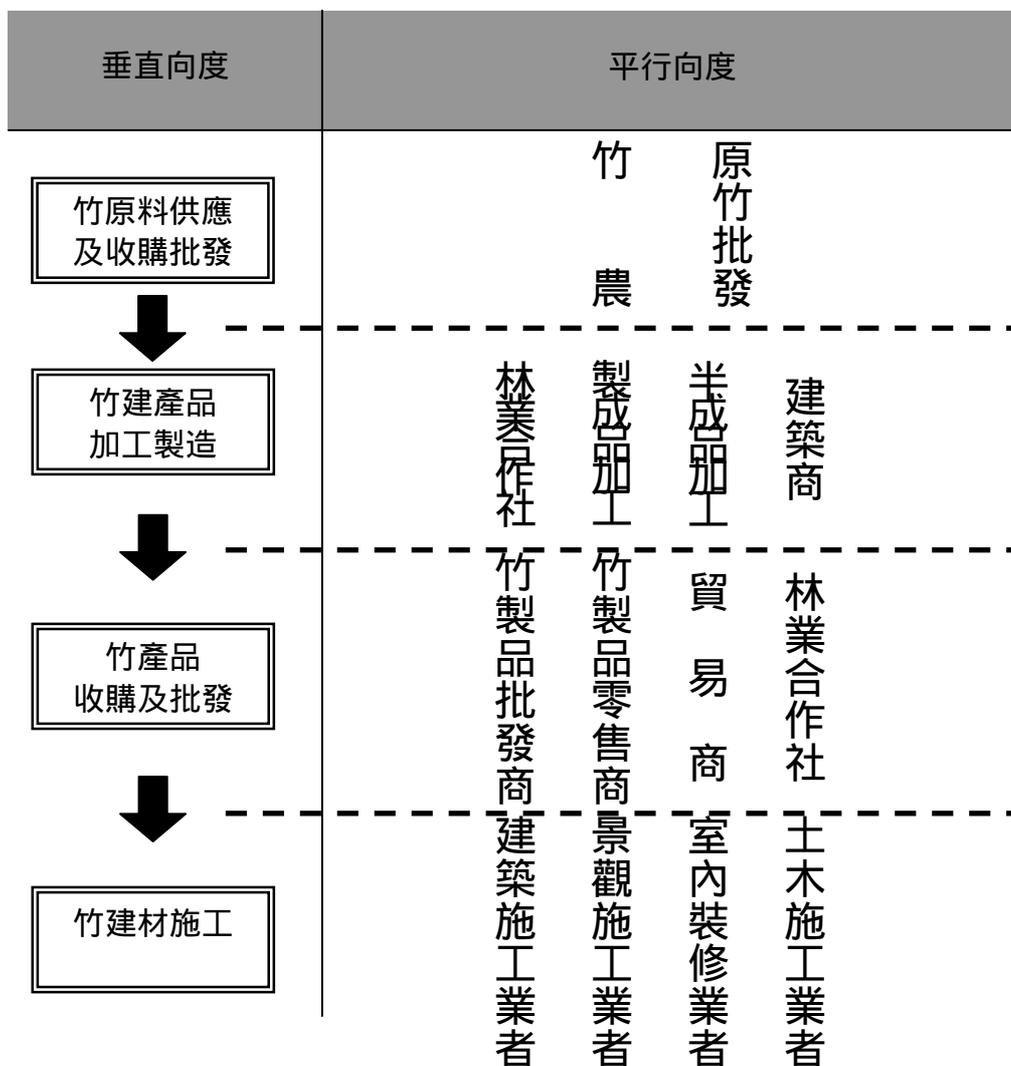
依據賴建興之專題報導：台灣竹材產銷現況調查[農情與農政，82 年 1 月號，P69]，由於竹材之分段處理方式與一般林業產品之產銷機制迥異，本研究參考該文之竹材產業進出口的產銷通路與產銷關係（如下圖 3-2-1 所示），進行相關之調查。

圖 3-2-1 竹材產業探討對象之關係



本研究依據賴建興提出之台灣竹材運銷通路架構圖，擬定問卷試訪的訪談對象範圍，依竹建材產業通路的垂直向度區分成「竹原料供應及收購批發」、「竹建產品加工製造」、「竹建產品收購及批發」及「竹建材施工」。再經由調查問卷來釐清其平行向度的各類型對象資料與產品分類，並進一步將各地區竹材營建市場之上、下游產銷通路，完整的建構出一種系統性的網絡。問卷也嘗試探討竹材營建市場的發展現況與因應大環境的經濟條件變動所造成的影響，由受訪者長期參與竹建材的經驗中，汲取寶貴的經驗，以作為後續研究方向之修正。

圖 3-2-2 竹建材產業架構圖



第三節 調查問卷

綜合前述之問題分析與文獻回顧，並配合本研究之目的，有關於振興竹材產業方面，本研究認為必須從調查竹材產業的競爭力與國外竹材產業的技術應用兩方面著手。

問卷的架構是先調查現有竹材廠商在目前的竹材產業分佈與生產行銷下之情況，或是其退出竹材產業的原因之探究。其次，根據竹建材相關產品的類型與特性，探討在現階段的國內現有的與已移資其他地區的竹建材廠商，探討竹建材廠商因應大環境變遷的程度與發展困境，期望經由問卷得知生產各類型產品之廠商的關聯性，建立產品、市場與廠商之間的關係，建構竹建材應用於營建市場的現況，提供相關單位參考。

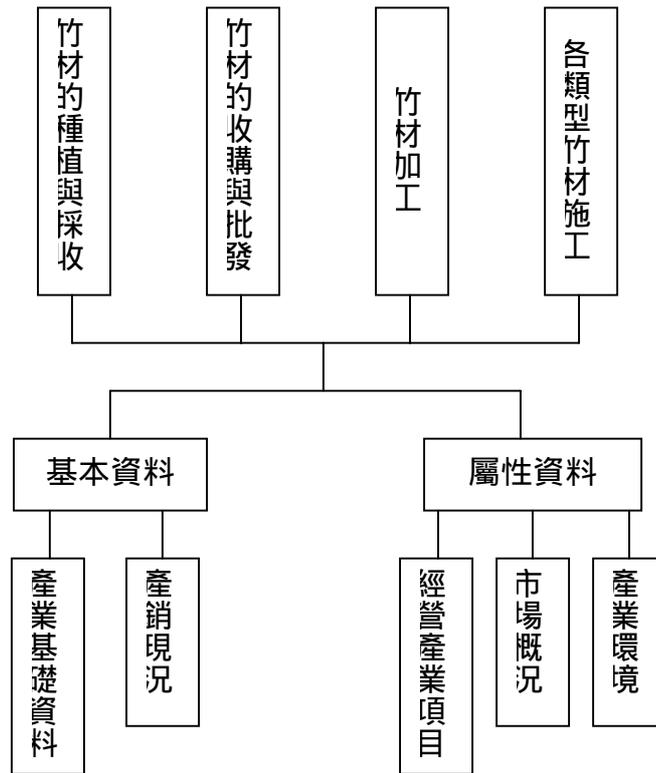
一、問卷設計

問卷設計內容主要是根據前述之研究架構，將台灣竹建材的相關廠商，依據竹材產業的產品分類與產業架構，歸納成幾種類型，對每一類型產品進行一家廠商的實地訪談，彙整訪談內容並配合相關文獻之資料成問卷的主要問項。再經由問卷初擬的試測，進行部分內容的修正，最後經由電訪或是郵寄方式進行廠商問卷調查，做為本研究對應用現況說明之依據。

(一) 問卷內容架構

問卷的架構主要是從產品分類的角度來探討現階段竹建材產業的廠商分佈情形，並在滿足竹材產業生產需求前提下，探討竹材生產環境的既存問題與再發展課題。所以希望能夠依據不同的產業類型，針對兩大方向進行調查，以此瞭解竹材產業內部的結構性組織與相關廠商的發展方向。問卷的架構如下圖：

圖 3-3-1 問卷調查架構圖



(二) 問卷調查項目

1、基本資料部分 - 共通性

(1) 產業基礎資料

受訪者基礎資料 - 建立受訪單位的基本資料

營運時間 - 藉此了解廠商經營的年代

目前人員規模 - 藉此了解廠商的營運規模

(2) 產銷現況

生產地或工廠之地點 - 藉此了解廠商有無外移的情況

生產原料來源 - 藉此了解竹產業的主要原料來源

銷售地點 - 藉此了解廠商的銷售狀態

2、各類型屬性資料

第一類型-竹材的種植與採收

(1) 經營產業項目

- 其他經營項目

希望了解從事竹材種植與採收的廠商，同時附帶經營何種不同層級的營運項目，藉此區隔只進行竹材種植的廠商與進行多項經營的廠商所產生的差異性。

- 種植竹種

藉此了解台灣竹林種植的主要種類，依此了解竹材栽植的優先順序，並可配合其產量產值，了解竹材發展的趨勢與走向。

- 竹產地選擇原因

配合種植的竹種，釐清竹原材的選擇原因，以此了解台灣地區營建市場的竹材需求。

- 採收方式

依據採收方式，推估廠商的成本因素考量，並配合他項的調查，了解採收方式的未來發展。

- 採收時程

依據採收時程的調查，藉以了解竹材種植之廠商其運作時間以及配合栽植的竹種其不同地區的生長時節。

(2) 市場概況

- 原竹年產量

配合產值與竹種，以了解竹材選用的主要種類以及其發展的近況，觀察其中所產生的差異。

- 原竹年產值

配合產值與竹種，以了解竹材選用的主要種類以及其發展的

近況，以產值與產量的關係，發掘出竹材種類使用的走向。

- 近 10 年原竹產量變動為何？

了解十年前台灣竹材產業的營收額跟十年後的今天相比較，其整體呈現的變動狀況，以此探討變化的原因。

- 原竹產量變動的原因為何？

針對變動的情形，了解營收量變動的主因，以此釐清在變動的過程中是大環境或是小環境對市場產生了影響。

- 非原竹生產期的工作概況

希望藉此了解在非竹生產期時，廠商的因應措施。

(3) 產業環境

- 下游通路類型

將下游通路的來源統計，以了解現有的市場架構，並配合他項調查，釐清產業興衰的緣由。

- 請問貴單位有產業轉型的情形嗎？

藉此了解竹建材產業的興衰，並針對衰退的部分作接續的初步探討，以確認產業未來的發展方向。

- 竹產業轉型主因

探討產業轉型的原因，統計整體產業受影響的主要因素

- 轉型的類型為何？

統計轉型後的產業發展類型，是轉換經營方式或是脫離竹產業另創產業。

- 轉型竹建材產業類型

若是轉換發展形式，則趨向何種發展形式，以此了解產業轉型的主要方向。

- 外移的業務現況為

針對產業外移的現況作調查，了解台灣廠商的外移狀況，以及其外移的經營模式。

- 竹產業外移分布現況

調查廠商外移的地區，以釐清現今台灣產業外移後的狀況。

- 因應竹材開放進口的轉型方式為何？

針對竹材開放進口對於台灣廠商的主要影響與因應的措施作一調查統計，以了解台灣廠商未來的走向。

第二類型-竹材的收購與批發

(1) 經營產業項目

- 主要經營的收購與批發為何？

以此釐清廠商所屬的竹材收購批發屬於哪一個層面，原竹材收購、初等加工收購或是半成品加工收購，將依照不同的類型給予不同的統計比較，釐清市場的發展現況。

- 次要經營項目

希望了解主要從事竹材收購的廠商，同時附帶經營何種不同層級的營運項目，藉此區隔只進行竹材收購的廠商與進行多項經營的廠商所產生的差異性。

(2) 市場概況

- 年收購量

配合產值，以了解竹材收購批發的市場需求以及其發展的近況，觀察其中所產生的差異。

- 年批發量

配合產值，以了解竹材收購批發的市場需求以及其發展的近況，觀察其中所產生的差異。

- 近 10 年原竹收購批發量變動為何？

了解十年前台灣竹材產業的營收額跟十年後的今天相比較，其整體呈現的變動狀況，以此探討變化的原因。

- 收購批發量變動的原因為何？

針對變動的情形，了解營收量變動的主因，以此釐清在變動的過程中是大環境或是小環境對市場產生了影響。

(3) 產業環境

- 上游通路類型

將上游通路的來源統計，以了解現有的市場架構，並配合他項調查，釐清產業興衰的緣由。

- 下游通路類型

將下游通路的來源統計，以了解現有的市場架構，並配合他項調查，釐清產業興衰的緣由。

- 非竹產期的工作概況

希望藉此了解在非竹生產期時，廠商的因應措施。

- 請問貴單位有產業轉型的情形嗎？

藉此了解竹建材產業的興衰，並針對衰退的部分作接續的初步探討，以確認產業未來的發展方向。

- 產業轉型主因

探討產業轉型的原因，統計整體產業受影響的主要因素

- 轉型的類型為何？

統計轉型後的產業發展類型，是轉換經營方式或是脫離竹產業另創產業。

- 轉型竹建材產業類型

若是轉換發展形式，則趨向何種發展形式，以此了解產業轉型的主要方向。

- 外移的業務現況為

針對產業外移的現況作調查，了解台灣廠商的外移狀況，以及其外移的經營模式。

- 竹產業外移分布現況

調查廠商外移的地區，以釐清現今台灣產業外移後的狀況。

- 因應竹材開放進口的轉型方式為何？

針對竹材開放進口對於台灣廠商的主要影響與因應的措施作一調查統計，以了解台灣廠商未來的走向。

第三類型-竹材加工

(1) 經營產業項目

- 主要經營的加工項目為何？

以此釐清廠商所屬的竹材加工屬於哪一個層面，原竹材加工或是半成品加工，將依照不同的類型給予不同的統計比較，釐清市場的發展現況。

- 次要經營項目

希望了解竹材加工的廠商，附帶經營何種不同層級的營運項目，藉此區隔只進行竹材加工的廠商與進行多項經營的廠商所產生的差異性。

- 加工方式

依照不同的加工方式，配合加工的項目，給予分類統計，以了解台灣地區的加工模式。

- 主要產品類型

藉此釐清台灣主要的加工成品為何，配合產品的比例，得出市場的發展現況。

- 主要產品比例

了解產品的類型與比例，方能統計出台灣地區的竹建材加工的主要發展方向與產品內容。

- 其他產品類型

了解除了主要商品之外的其餘生產商品，以羅列出台灣竹建材營建市場的加工模式。

(2) 市場概況

- 竹材加工產量

配合產值，以了解竹材加工的市場需求以及其發展的近況，觀察其中所產生的差異。

- 竹材加工產值

配合產值，以了解竹材加工的市場需求以及其發展的近況，觀察其中所產生的差異。

- 近 10 年原竹材的初級加工產量變動為何？

了解十年前台灣竹材產業的營收額跟十年後的今天相比較，其整體呈現的變動狀況，以此探討變化的原因。

- 竹材的加工產量變動的原因為何？

針對變動的情形，了解營收量變動的主因，以此釐清在變動的過程中是大環境或是小環境對市場產生了影響。

(3) 產業環境

- 上游通路類型

將上游通路的來源統計，以了解現有的市場架構，並配合他項調查，釐清產業興衰的緣由。

- 下游通路類型

將下游通路的來源統計，以了解現有的市場架構，並配合他項調查，釐清產業興衰的緣由。

- 請問貴單位有產業轉型的情形嗎？

藉此了解竹建材產業的興衰，並針對衰退的部分作接續的初步探討，以確認產業未來的發展方向。

- 產業轉型主因

探討產業轉型的原因，統計整體產業受影響的主要因素

- 轉型的類型為何？

統計轉型後的產業發展類型，是轉換經營方式或是脫離竹產業另創產業。

- 轉型竹建材產業類型

若轉換類型則趨向何種發展形式，以了解轉型的主要方向。

- 外移的業務現況為

針對產業外移的現況作調查，了解台灣廠商的外移狀況，以及其外移的經營模式。

- 竹產業外移分布現況

調查廠商外移的地區，以釐清現今台灣產業外移後的狀況。

- 因應竹材開放進口的轉型方式為何？

針對竹材開放進口對於台灣廠商的主要影響與因應的措施作一調查統計，以了解台灣廠商未來的走向。

第四類型-各類型竹材施工

(1) 經營產業項目

- 施工屬性

現階段竹材營建市場裡，有機會運用到竹類建材施工的包括了以下幾個面向：建築、室內裝修、景觀、土木。希望能夠了解不同面向對於竹材運用的方式與比例上的差別，藉此了解竹建材營建市場的應用層面。

- 營運項目

希望了解主要從事竹材施工的廠商，同時附帶經營何種不同層級的營運項目，藉此區隔只進行竹材施工的廠商與進行多項經營的廠商所產生的差異性。

- 應用竹建材類型

了解台灣營建竹營建市場竹建材應用的類型比例

- 竹材施工的構法

藉此釐清竹建材施工時，較適宜或通用的構法

(2) 市場概況

- 近 10 年年度營收量變動為何？

了解十年前台灣竹建材產業的營收額跟十年後的今天相比較，其整體呈現的變動狀況。

- 年度營收量變動的原因為何？

針對變動的情形，了解營收量變動的主因，以此釐清在變動的過程中是大環境或是小環境對市場產生了影響。

(3) 產業環境

- 上游通路類型

將上游通路的來源統計，以了解現有的市場架構，並配合他項調查，釐清產業興衰的緣由。

- 不使用竹建材的主因

針對竹建材的運用與否進行探討，了解竹建材不被使用的可能因素為何，將可給予未來的研究做參考之依據。

(三) 問卷試訪

經由上述的問卷初擬，進行問卷的預訪，其用意是要測試問卷的內容和選項，是否是以了解目前台灣地區竹產業廠商的供需狀況與處境。

也就是檢測問卷內容與題意是否切合，找出問卷考慮不週之處，進行問卷的修正。

問卷試訪期間為 92 年 6 月 1 日至 6 月 30 日，先將台灣地區竹產業廠商分成幾類，為顧及不同產業間之意見，先利用分層抽樣方式，分別抽出能代表不同類型的廠商，進行問卷訪談的測試、修正。最後將廠商意見問卷修正結果，經由團隊內部的討論、修正，定案正式的問卷。（試訪問卷請參閱附錄-試訪問卷表格式-1、2、3）

表 3-3-1 試訪問卷訪談名單

項次	姓名	店家名稱	聯絡電話/行動電話
1	王永安	一峰竹材加工廠	049-2644070 ; 0952-903747
	地址	竹山鎮延和里鹿山路 56 巷 65 號	
2	陳碧海	水沙蓮藝坊	049-2654790 ; 0919-007581
	地址	竹山鎮延平里集山路二段 1128 號	
3	劉文煌	大禾竹藝社	049-2642508 ; 0936-821503
	地址	竹山鎮內竹巷 261 弄 24 號	
4	陳泉源	泉源竹業公司	049-2646646 ; 0936-296656
	地址	竹山鎮下坪里黃坪巷 24 號	
5	陳高明	竹韻工坊	049-2651875 ; 0937-481306
	地址	竹山鎮延和里鹿山路 319 巷 17 號	
6	陳應宗	大金記竹業社	049-2648569 ;
	地址	竹山鎮延正里宮正巷 50-5 號	
7	劉共成	共裕竹藝社	049-2646059 ; 0923-100560
	地址	竹山鎮延祥里瑞竹巷 142 號	

二、問卷調查計畫

(一) 問卷調查方式

本研究針對台灣地區現有的竹產業廠商進行普查。一般而言，普查形式可以分成自填、電訪與面談三種。自填又包括郵寄問卷、即填即交與自取自填等三種不同方式。由於考量本問卷內容之複雜性，故採用電訪的方式進行。以解決對象分散的難題，並可經由電訪人員解釋問題涵義而增加問卷回答的正確性。

(二) 問卷調查對象

1、廠商資料來源

(1) 各地現有竹材廠商（新竹縣、苗栗縣、南投縣、嘉義縣及台南縣）

(2) 林務局林試所交流廠商資料

(3) 竹山工業區前後期進駐廠商

2、調查對象

問卷內容是以廠商營運的市場面來探討，基於問卷內容的複雜性以及牽涉層面過於廣泛，顧及每家公司都有其不同的內部組織，故調查對象界定為了解公司運作的決策管理階層或總務、行政部門之高階主管。

三、研究限制

由於時間、人力與財務面的現實考量，可能受下列幾項無法避免的因素影響，限制了研究的客觀性及嚴謹性：

(一) 雖以各廠商之決策經營主管為對象，但因本問卷內容牽涉的層面過於廣泛，可能導致問卷結果偏差，影響研究結果。

(二) 由於探討的市場層面議題可能涉及公司營運的敏感度考量，因而有可能出現實問虛答的狀況，限制了問卷的詮釋力。

四、正式調查時間

在經過問卷預試的步驟，以調整正式問卷的內容之後，本研究於 8 月 1 日至 9 月 30 日經由電話訪問台灣地區的竹廠商，而第一次電訪問卷並於 10 月 1 日至 10 月 30 日進行第二次補調查。(正式問卷請參閱附錄-試訪問卷表格式-4)

五、專家深度訪談

運用廠商問卷調查之結果，進一步的與專家進行深度訪談，並進一步擬定對台灣竹產業發展之建言。在滿足不同類型產業需求下，促進廠商生產竹建材，以建立多元且健全的產業環境為最終目標。

(一) 專家訪談時程

專家訪談時間為廠商電話訪問資料彙整完畢之後，依調查結果，分析台灣竹產業市場之情況，以及在對於台灣竹產業環境釐清之後，進一步整合廠商意見，針對問題擬定開放問卷。

(二) 訪談對象

由於本研究是藉由問卷調查結果，為了探討台灣竹產業在建材部分的發展機會與願景。故為了顧及產業發展與竹建材之間的關係，故依其問卷結果擬定相關問題，針對不同問題層面，分別就其專家進行深度訪談，以謀求策略建議。

(三) 深度訪談內容

針對不同領域的專家，擬定不同層面之問題。深度訪談大綱如下：
(專家問卷請參閱附錄-試訪問卷表格式-1、2、3)

1、產業發展層面

此部份深度訪談專家之篩選，是以能充分了解產業發展之專家為主，故為相關產業研發中心的人員。訪談內容主要是政府目前產業政策與相關計畫、研發中心與廠商互動關係、產業生產的環境需求與產業外移原因之探討。

2、建築構造層面

此部分是有關於台灣地區竹構造的部分，針對現有的竹建築構造，與國外的竹構造發展進行比較分析並探討。訪談對象主要是建築構造方面的專家，竹構造的專業製造者。

3、深度訪談專家名單

深度訪談人員均為竹材產業相關的專家學者，藉由他們在竹材產業界多年的豐富經營經驗與專業學識，提供本研究寶貴的意見，做為後續的研究內容調整之參考依據。專家名單如下：

表 3-3-2 專家深度訪談名單

專業領域	專家姓名	服務單位	職稱	聯絡方式	備註
產業發展	黃世輝	雲科大文資所	教授	05-5342601	轉 3061
	聯絡方式	雲林縣斗六市大學路三段 123 號			
	王寶欽	瑞竹林業生產合作社	主席	0918-821999	
	聯絡方式	南投縣竹山鎮集山路三段 401 號			
	陳碧海	竹山鎮產業觀光振興協會	總幹事	0919-007581	
	聯絡方式	南投縣竹山鎮集山路二段 1128 號			
建築結構	鄒哲宗	林業試驗所森林化學組	博士	02-23039978	轉 3720
	聯絡方式	臺北市中正區南海路 53 號			
	陳啟仁	國立高雄大學都建所	教授	07-5919036	
	聯絡方式	高雄市楠梓區高雄大學路 700 號			
	陳高明	南投縣民俗文物學會	總幹事	0937-481306	
	聯絡方式	南投縣竹山鎮鹿山路 319 巷 17 號			

第四章 竹材營建市場調查分析

本研究受限於調查執行時間不足與調查市場、對象廣大收集不易，因此考量調查對象的完整性問題，本階段主要針對竹材產業中的重點聚集區域-南投縣竹山鎮、週邊區域與相關有聯繫往來的上、下游廠商為主，故下面各節所呈現的成果，主在於反映與竹山地區相關的竹材產業狀態，而至於台灣其他竹材產業相關地區，在本次調查計畫中並未能齊備。

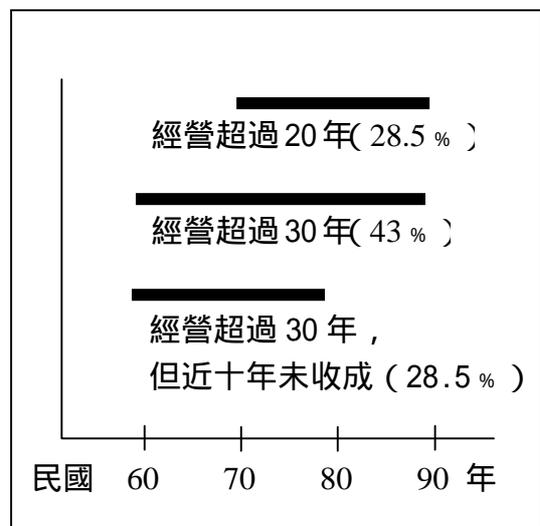
第一節 竹林種植與採收

本類型的調查母體來自竹山地區規模最大的瑞竹林業生產合作社（前身為竹山林業生產合作社）。該社成立於民國三十七年，當時社員人數 1,114 人，擁有的林地面積為 3,682.57 公頃。目前社員為 1,356 人。竹山地區的竹材生產組織，包括瑞竹、頂林與大鞍等三處林業生產合作社，其中，瑞竹林業生產合作社是目前規模最大者，因此以瑞竹林業生產合作社為主要樣本。根據社內的分組，瑞竹林業生產合作社可分成 15 個組¹，以人數最多的瑞竹組、桶頭組與坪頂組進行實際的問卷調查。調查結果經整理與分類之後說明如下：

一、產業基礎資料

本類型的受訪者均以個人的名義加入瑞竹林業事業生產合作社，從事相關的產業活動，至少都在 20 年以上，超過 30 年亦大有人在，甚至是世代都從事竹林的伐植工作，不過在訪談過程中，有約三成的受訪者表示從民國 80 年左右，就幾乎停止竹林的採收。再由聘僱關係而言，這些受訪者，幾乎都是竹山地區

圖 4-1-1 產業經營期程分佈圖



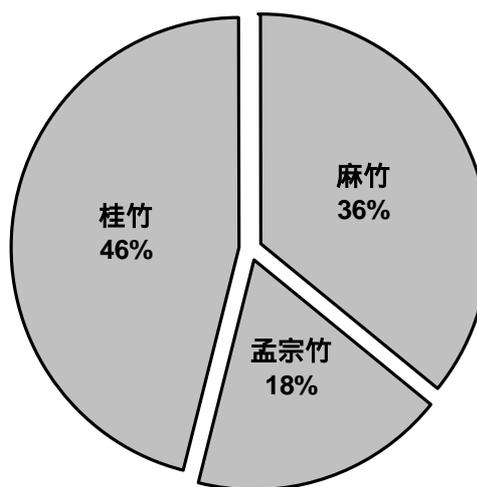
¹ 瑞竹林業生產合作社 15 個組分別為瑞竹、桶頭、內寮、小旗仔、過溪班、刈菜園、坪頂、不知春、泉州寮、過溪仔、木瓜潭、山邊、照安寮、鯉魚尾、外田仔

的當地人，但目前多數都已呈現停業或是轉業的狀態（比例高達 95 % ），而在轉業的部分，主要是因應民生食用的需求（竹筍）以及政府的農業輔導轉作（茶葉）。這兩類轉業的合計比例為 21 %。

二、經營產業項目

在竹林產銷方面，受訪的竹山地區對象，在伐植竹林期間之外，甚少從事其他的行業，因為是受僱身分，會隨著竹林的採收季節變換與產地的不同而遷移。種植的竹種，調查結果顯示主要是依據當地氣候與竹林地主的的要求而種植，近年來種植的竹種主要是麻竹（約 36 % ）、孟宗竹（約 18 % ）與桂竹（約 46 % ）。

圖 4-1-2 廠商種植竹種類比例圓餅圖



三、市場概況

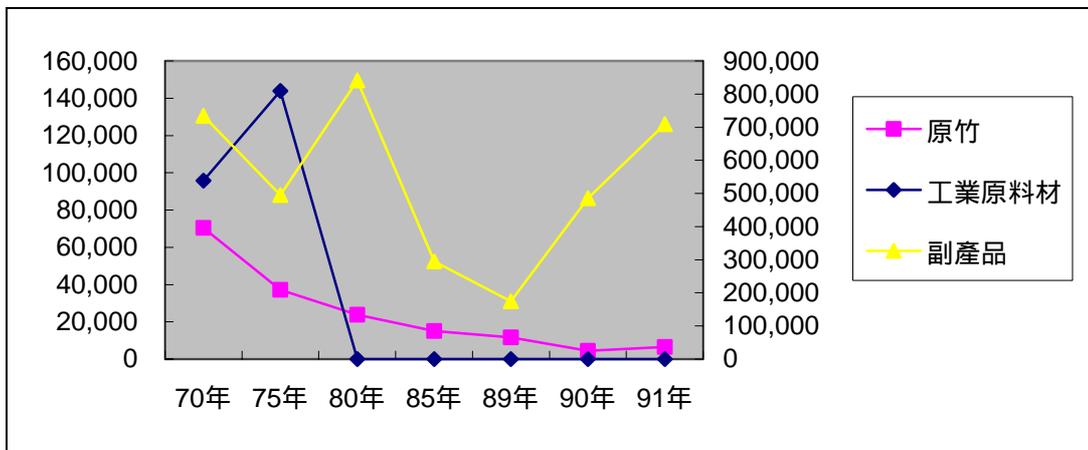
依據「91 年度農業統計要覽」之資料，民國 70 年時竹材產值約 70,422 千元，隨著原竹年產值的逐年下降，在民國 91 年時，已跌落至 6,510 千元。副產品部分民國 70 年為 734,255 千元，在長達 20 年的變動與貨幣利率波動調整之後，民國 91 年約為 709,659 千元。

值得注意的是從表 4-1-1 中可以發現，原竹的生產值呈現逐年下降的情況，但是竹副產品的生產值卻有逐年升高的現象，此情形顯示原竹與竹副產品之間有落差。也就是說，竹副產品的原料來源可能不全是來自於台灣地區，或者是因為現今的竹材採收利潤過低，竹農多數不主動採收，而有讓需要竹材者自行採伐的情況。但導致竹生產值的下降，也可能是因為中間收購批發廠商的消失。此外，由於竹農的種植利潤過低，對於竹子的棄置或疏於管理，相對造成竹材品質的下降是必須注意的問題。

表 4-1-1 竹材產品產值統計表（單位：千元）

	民國70 年1981	民國75 年1986	民國80 年1991	民國85 年1996	民國89 年2000	民國90 年2001	民國91 年2002
原竹 Bamboo	70,422	37,231	23,754	15,142	11,626	4,455	6,510
工業原料材 Mill-wood	95,771	143,968	0	0	0	0	0
副產品 By-products	734,255	495,761	840,799	294,689	174,331	485,800	709,659

圖 4-1-3 竹材產品產值變化（單位：千元）



調查結果呈現的竹材歷年產值，在民國 70 年到民國 80 年間，竹材年產值下滑約二分之三，而在民國 80 年至民國 90 年期間，跌幅亦高達三分之二，由此可知竹材產業包括竹建材產量與產值也採呈現相同的趨勢。原竹產量變動的原因如下表：

表 4-1-2 原竹產量變動原因

原竹產量變動的原因	所佔比例 (%)
原有從業人口老化與年輕人外移，造成生產力下降	16
伐採工資上漲，生產成本高漲	38
竹材市場需求變少，相對需求降低	21
開放竹材進口，造成竹材產量衝擊	18
其他	7
合計	100

第二節 竹材收購批發

調查結果顯示，竹材收購批發的市場正在急速萎縮中。因此只能從其他類型的廠商訪問中，得知此類型的相關資訊，作為參考依據。由竹材種植與採收廠商得知，多數的竹材種植採收廠商皆為竹農，而在近年來的竹材需求降低且產業衰退的情況之下，竹農多數轉換營業項目或是直接退休而不繼續種植。依舊從事竹材種植的竹農，多半被竹材加工場直接聘僱以進行種植與採收工作，不再以收購批發的廠商作為仲介，所以收購批發的過程就直接消失，無法形成往日的整體生產鏈。

下游的竹材加工產業，原先多屬純加工，經由收購批發的廠商來進行銷售。如今為了節省成本開銷，也以直接對客戶銷售的方式來經營。嚴格來說，這些加工廠商多半都已經建立起自己的比較完整的生產鏈，因此對其而言竹材收購批發並無太大的需求。另一方面，現今竹材市場的不景氣，也導致對竹材加工品的需求降低，部分有意購買相關產品的廠商，多半不經由批發商的仲介，而是直接與生產廠商聯繫，建構其生產鏈。

總之，由於市場不景氣，營業利潤的降低，收購批發所帶來的成本效益已大不如以往，導致收購批發的廠商是整個竹材產業中最早離開的部分。僅以收購批發為營業項目的廠商近期已很少見。現存的收購批發作業，多數是由竹材加工廠商一併經營。

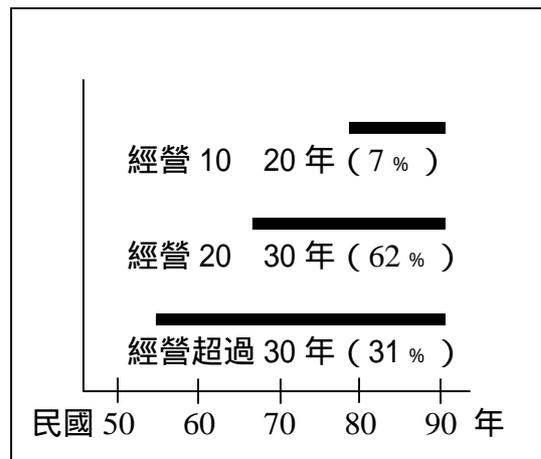
第三節 竹材加工

本類型的調查母體來自於竹山地區的加工廠商，調查結果經整理與分析之後，說明如下：

一、產業基礎資料

在受訪者中，從事此類型產業活動的廠商，至少都是在 20 年以上(高達 100 %)，超過 30 年亦大有人在 (約 31 %)，甚至有半世紀以來都從事竹類相關的產業，不過在訪談過程中，約有 38% 的受訪者表示近十年來，已開始進行轉換生產品的行動。而且大約在十幾年前，就已經有竹山的廠商開始外移到大陸發展，這種外移現象在竹山並不罕見，而且多數的廠商在外移後，並未將公司留置在台灣，產品也不回台銷售。完全脫離在台灣產業市場的經營。

圖 4-3-1 產業經營時程示意圖

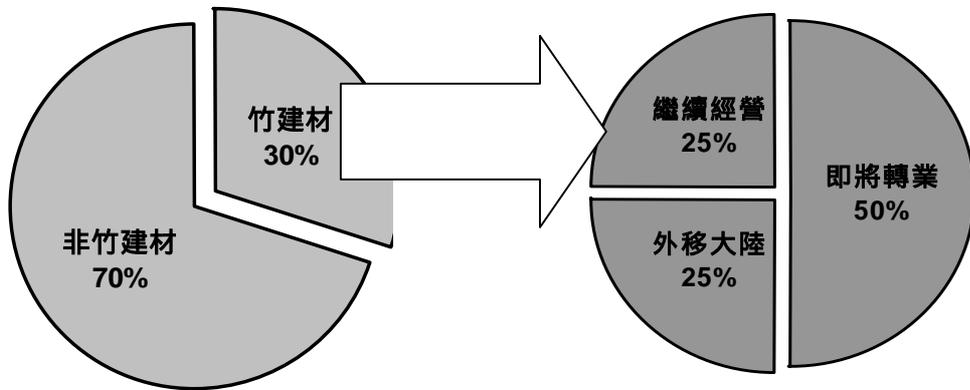


而就公司規模大小而言，在這些受訪廠商中，40 % 的員工人數都在 5-10 人之間，50 % 的員工人數在 10-20 人之間，但現目前多數都有縮減人力與公司規模的計劃。除此之外，原來大規模的廠商，現在有部分因為無法消化大量的人力開銷，轉而與小型廠商進行外包式的合作。這種跡象都顯示出台灣竹材產業的逐漸蕭條。

二、產業現況

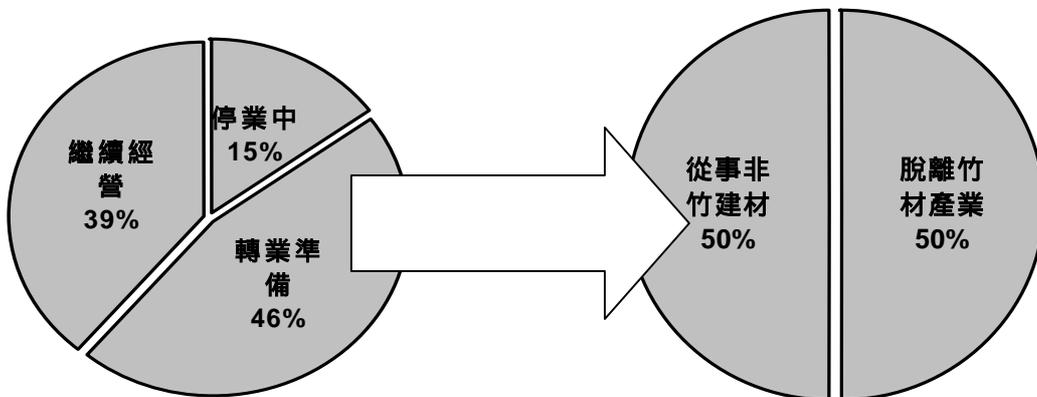
在受訪者中，依舊從事竹建材產業的比例僅佔全部廠商的 30 %，而在這些廠商中有 50 % 的產業即將轉業，25 % 的產業外移大陸，願意繼續在台灣從事此行業的只有 25 %。從這樣的數據可以發現，竹建材市場對台灣來說，不僅是市場的佔有率偏低，而且正在逐漸凋零中。事實上由廠商的談話內容可以發現，多數有意願繼續從事竹建材事業的廠商，都已外移到其他地區，完全脫離台灣市場的運作。

圖 4-3-2 竹產業經營方向以及其未來經營趨勢



就目前的受訪者而言，約 15 % 的竹材廠商其目前的營運狀態屬於停業中，而且仍無復業的打算。46 % 的竹材廠商目前有轉業的打算，其中的 50 % 的廠商趨向於轉為非竹建材的產業。剩餘的 50 % 廠商則趨向於從事脫離竹類產業的經營。這顯示竹材產業逐漸衰退的趨勢，廠商願意繼續留努力的意願降低。在如此的狀態下，竹產業極可能在未來幾年內退出營建產業市場的競爭。而由調查中也可以發現僅有 39 % 的廠商願意繼續從事竹類產業，但其中僅有 7 % 的廠商願意依舊從事竹建材產業。總之，此數據可以說明，台灣竹材產業的發展趨勢在衰退中，尤以竹建材產業為最嚴重。多數繼續從事竹產業的廠商皆不願意選擇竹建材產業，這顯示竹建材產業無論是在產銷或者是營運方面，一定是有問題的，才會導致現今的無人願意經營的情況。

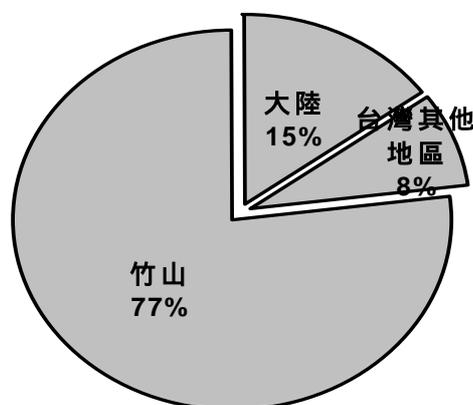
圖 4-3-3 竹材產業者未來發展的方向



三、市場概況

由訪談結果得知，竹山廠商的工廠生產地多半是以竹山為主，竹山佔 77%，台灣的其他地區佔 8%，大陸地區有 15%。由於應答者均為竹山地區的廠商，雖然以台灣為生產據點，但竹山廠商還是佔多數，必須注意的，有少數的廠商在產業外移後，會將整個公司轉往大陸發展，因在地點不能因生產據點多位於台灣而產生產業並無外移的現象。

圖 4-3-4 竹山地區廠商之工廠生產地點分佈位置比例圓餅圖



在竹材來源方面，竹山地區廠商所使用的竹材來源，台灣地區佔了 77%，大陸地區佔了 15%，東南亞佔了 8%。結果雖然顯示以台灣為主要竹材來源的廠商佔了絕大多數，但具廠商的表示，以其餘地區的竹材來源通常都是在業主要求下的結果，業主有的特殊要求可能是材質或是價錢的考量。

至於在銷售地點部分，直接在台灣本土內銷的比例佔了 90%，剩餘的 10% 包含日本、大陸、東南亞各地。

由市場方面的訪談得知，廠商全數認為相較於大陸地區的大幅成長，台灣地區近十年來的產量呈現下降的趨勢。產量下降的主因，50% 的廠商認為是生產成本的變動，33% 的廠商認為產業衰退也是造成此狀況的原因，還有 17% 的廠商認是因為外界競爭的壓力而形成這樣的結果。面對未來可能轉型因素的考量，85% 的廠商認為是因為市場需求降低，而且長期的利潤過低，導致他們必須另尋出路，另有 15% 的廠商是在台灣政府的體系不給予輔導補助的情況下，認為竹材產業無法持續生存，而興起轉業的念頭。事實上，現今台灣對於竹材的應用程度不高，導致需求量不大，再加上大陸地區的成本與勞工都較台灣廉低，更使得台灣的廠商在目前的台灣環境下無法生存，何況台灣政府機關對於此項產業的不重視，更加速了傳統產業的凋零。

第四節 竹建材施工

由於竹林伐植工作與竹材各類型加工品的日益式微，連帶影響下游的相關施工廠商或個人的比例。本節針對建築施工、景觀施工、室內裝修及土木施工等四種類型的竹建材施工業者，進行調查，其結果說明如下：

一、業者營運現況

在受訪者中，大多數都是以個人為單位，從事相關的產業活動。在建築施工業者方面，約有 80% 以上的受訪者表示，大約從民國 80 年起，就幾乎很少利用竹材的相關產品，包含竹鷹架（已被鋼管的鷹架取代）、竹屋、大型工地的圍籬、住屋的圍牆，甚至是在早期有比較多竹材建築的原住民社區，也不復見。在土木施工業者部分，除少數業者表示在南投部分地區因為九二一震災復舊有試用竹材作為水土保持的材料之外，甚少在土木工程領域運用竹材作為相關的用材。

但是，景觀施工與室內裝修業者的調查結果顯示，在這些受訪者中，近年來因為台灣的消費者趨於欣賞自然美與和式的風格。因此，在目前的庭園造景、私人企業委託或者較大型的開放空間設計，常會要求將原竹或是各類型竹建材（圍牆、高低籬笆、欄杆）納入設計的思考，惟對於竹材的應用與施作方式仍偏向於技術性不高的方式處理。另外，在室內裝修業者方面，也表示近期有許多私人的室內裝修工程委託案，包括餐廳、中庭、地板與天花板、非結構性隔間工程案，都曾經接觸過竹構造部分。

在調查過程中發現，許多的公部門（例如南投縣市、新竹縣市、嘉義縣市）或是學校的大型活動，均會要求廠商設置相關的造型物或者是裝置藝術。這些臨時性的竹材設施都能帶來相當吸引人的成果。

二、應用的竹材產品類型

根據對竹材施工業者的訪談資料分析，由於竹材施工業者的屬性與領域的不同，以及各類型竹建材的種類差異，竹材施工業者與其應用的竹建材類型的關係，如下表：

表 4-4-1 施工業者與竹建材類型之關係

施工屬性 施工項目	建 築 業 者	景 觀 業 者	室內裝 修業者	土木包 工業者
竹屋施工				
竹涼亭施工				
竹棚架施工				
竹圍牆施工				
竹高低籬笆施工				
竹欄杆施工				
竹地板施工				
竹壁板施工				
竹鷹架施工				
竹管桁架施工				
竹塗料施工				
竹混凝土施工				
其他				
水土保持用材				
竹隔間				
庭園造景				
竹盛水鉢				
竹管照明				
裝置藝術				

應用程度高

應用程度中

應用程度少

第五章 結論與建議

民國七十六年以後由於匯率的大幅變化，國際市場競爭盡失，竹材產業建開始走下坡，再加上技術人力流失，影響層面自然是相當廣闊。在調查與探討竹材應用於營建市場的種種現況之後，本研究提出以下的具體結論與後續建議事項：

第一節 調查結論

經由對營建市場的竹材應用之調查，有關於與竹材應用相關的人力、產品、通路、行銷等面向的結論如下：

一、竹材應用於營建市場的人力結構

就營建市場相對於竹材應用的人力而言，主要是以竹材的加工製作與原竹、竹半成品的施工為主。由於竹建材市場萎縮，連帶影響上游的加工製作，使人力需求降低，再加上年輕勞力外移，產地可供使用人力銳減。惟近年來由於在景觀與室內裝修領域，受日式建築風格影響，在竹材應用上有較為普及的情況，主要是以簡易的非耐久工法進行施作，且多為短期的或臨時性質的構造。

二、竹材應用於營建市場的生產成本

竹材應用相對於原竹之生產，由於人力成本過高、勞動年齡層老化、勞動力缺乏以及竹原料之進口，使得國內原竹之生產量在最近的 20 年（民國 70-90 年）下降約 90%。因此，營建市場竹材應用的各類型材料其來源均銳減，相對的，竹材應用的需求量也迅速萎縮。

三、竹材應用於營建市場的竹林資源品質

調查結果發現，台灣舊有的竹林資源都已成劣化現象。竹材產業有句諺語：「留三去四」，意謂竹林需要定時的採伐來維護其品質。惟目前各地區竹林均因竹材產業的衰退而不採伐並任由生長。因此，為維持竹才品質就必須竹林資源的更新與再利用。

四、竹材應用於營建市場的產品類型

在目前的營建市場中竹材產品的種類相當少，應用於結構者更是不多。主要還是以景觀造景或室內裝飾材為主，其他產品如竹地板、竹天花板、鷹架、隔間牆或是竹飾板，均非營建市場的主流建材。事實上，根據調查結果顯示，國內目前進口之竹材及竹建材半成品大都是但來自大陸經由第三國（或地區）輸入。

五、竹材應用於營建市場的廠商結構

國內雖有竹材資源但價格偏高，無競爭力，以致竹製品工廠紛紛外移至大陸，造成國內的竹材乏人問津。國內的竹材相關廠商，不論是初級或是次級的加工製造廠商，大部分都不是專門製作竹建材的廠商，主要是經營竹材的初級處理，即裁切、防腐與防蟲。國內竹材廠商目前缺乏能力與資金來進行竹材的創新開發與實驗。

六、竹材應用於營建市場的經營調整管理

台灣營建市場的大環境不景氣，連帶也影響竹材的應用，整體的竹材經營利潤過低、人力成本過高。竹建材產業亦是相同的景況。再者，台灣的限制過多，空有市場但無利潤可圖，使廠商無法繼續營運，而萌生退意，進而轉業。另一方面，在同業逐漸凋零，政府卻無有效因應方案的情況之下，原有的竹材產品既然沒有利潤，就只能藉由既有的專業知識與技能，來轉換既有的產業營業項目。當然，外移也是廠商面臨困境的經營調整方式，在台灣地區的發展受限，不如大陸的成本低廉而且又沒有勞基法的限制。一旦產業出走，就是全盤的往外發展，不再內銷台灣，通常只留部分的廠房或是單一的辦事處。

七、竹材應用於營建市場的產值與產能

隨著國內產業結構、環境、國家政策之變動，以及經濟自由化之政策影響，國內竹建材產業面臨國內生產成本過高以及中國大陸、東南亞竹產品廉價傾銷之衝擊，竹產品之國際市場漸被取代。國內竹產品與竹建材產品業者為求產業之生存及經營，紛紛將產業外移。部份業者則選擇歇業甚至轉業，以致國內竹建材產品的生產量及出口量逐年遞減，相對地產其值與產能也越來越低。

第二節 建議事項

根據本研究對竹材應用於營建市場現況的了解，以及對竹材應用的問題與影響的瞭解，提出以下數點建議：

一、儘速清查老化的竹林地、促進竹林更新作業

針對各地區的竹林分布，清查現有的竹林資源的生長與存續狀態，以作為永續而竹林更新作業的準備工作，並研擬與思考進一步的竹林採伐與利用機制，思考相關的低技術、高用量或者是其他的待開發用途的領域。

二、加強教育與宣導竹材的永續意義與價值

近年來，環境保護與永續價值的推廣，促使國人對於生活品質的要求與環境意識的覺醒。竹材應用如能建構在永續的思維之下例如永續竹林場的概念，不僅是竹林資源的生生不息，不會加重對環境的承載與污染，對於竹材生產與建築環境也有相當的助益。因此，在推廣本土化的諸多之中政策與措施，應加強宣導竹材的好處，積極鼓勵設計單位與營建業者使用竹材之類的綠色資源。

三、鼓勵產業界使用竹材與激發創意

台灣的營建環境是個相當敏感的地區，經常隨著不同的材料與技術之更迭而調整自己的步驟。竹材是有相當優異的物理性與化學性特質，但在早期的防腐與防蟲技術上還有待改善，如能克服竹材的易腐與易蛀問題，在竹材使用上發揮創意，竹林資源與竹建材的再發展才有可能被具體落實。

四、鼓勵產官學研開發創新的技術、工法與用途

本研究在調查過程中發現，行政院農業委員會亦曾積極輔導竹材產業的轉型（竹炭及竹醋液製作），而在公部門除在文化傳承與商業活動外，並無明顯的配合動作。如欲根本解決竹建材應用與竹材再利用的問題，如何開發竹建材的新產品，或者是與竹建材相關的創新技術、工法與使用的新領域，均是值得思考的議題。

五、從產業內部檢討，運用適當機制提高國內供給機能

對竹材產業的現行輔導辦法進行更適切的政策診斷與反省。對於有心參與竹材相關的業者，實施補貼、獎勵，減稅...等措施，以因應開放竹材進口所造成的對本土竹材業者的衝擊。另外，對於開放進口之大陸竹材及竹製品之規格應有明確之規定，避免造成物非所用之垢病，以達實質保護竹農利益及有助於竹製品加工業者之目的。

六、鼓勵在社區風貌改造中應用竹材作為地方特色

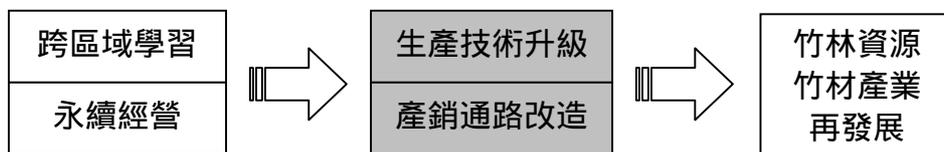
目前的公部門不論是文建會、農委會或商業司等單位，均著重於軟體的部分，本研究著眼於硬體方面的環境建構正好補足這樣的不足。在與專家深度訪談的過程中，有多位竹材或是竹構造建築領域的專家、學者，均認同從營建環境的面向去進行竹材產業的再造工程。本研究建議可以配合營建署推動的「新故鄉社區營造-社區風貌營造計畫」，進一步思考從小地方、基層社區做起，營造具有濃濃的竹子風味的地方特色。

第三節 後續研究方向

由於本研究的主題是竹材應用於營建市場的現況調查，著重於全盤性的了解，研究的深度自然是有所不足，尤其是對原竹和竹建材的整體產銷機制以及現階段竹材加工後物性與化性的分析，相當不足。雖然本研究目前已有初步的成果，但是還有下列的後續待執行的課題與方向：

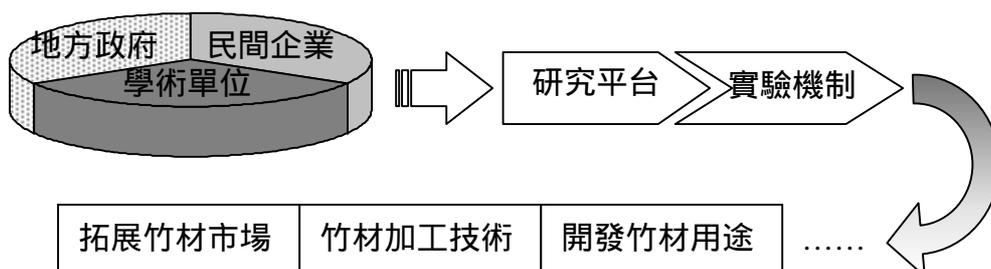
一、竹材生產流程與行銷通路的深入性調查研究

竹材生產因為竹材的生長特性（竹材頭尾比的差異過大），往往造成在生產過程中產生大量的損耗。國外的許多學術單位與民間組織，對此有許多不同的想法與創意，這些學習與交流能加速台灣生產技術的升級，將台灣固有的優質竹材與國外先進技術結合，將是台灣竹材的未來可行出路。再者，在國際市場分工與生產成本高漲影響下，台灣既有的竹材供需失衡。因此，從永續經營的觀點台灣的行銷通路對進行整體性檢視或者是他人經驗之學習觀摩，均可讓台灣的竹林資源與竹材產業再發展。



二、竹材加工科技研發與材料改善之研究分析

藉由已經累積專業知識的地方政府、民間企業及學術單位，直接的共同參與研究，組構竹材研究的平台與實驗機制，一方面能積極整合人才及人力、以拓展台灣各地竹產市場與竹材加工科技，另一方面也具有帶動就業機會的研究特質。藉由能系統化建構竹材研發與實驗的單位，提升竹材的耐久與耐用年限或更為寬廣的用途。

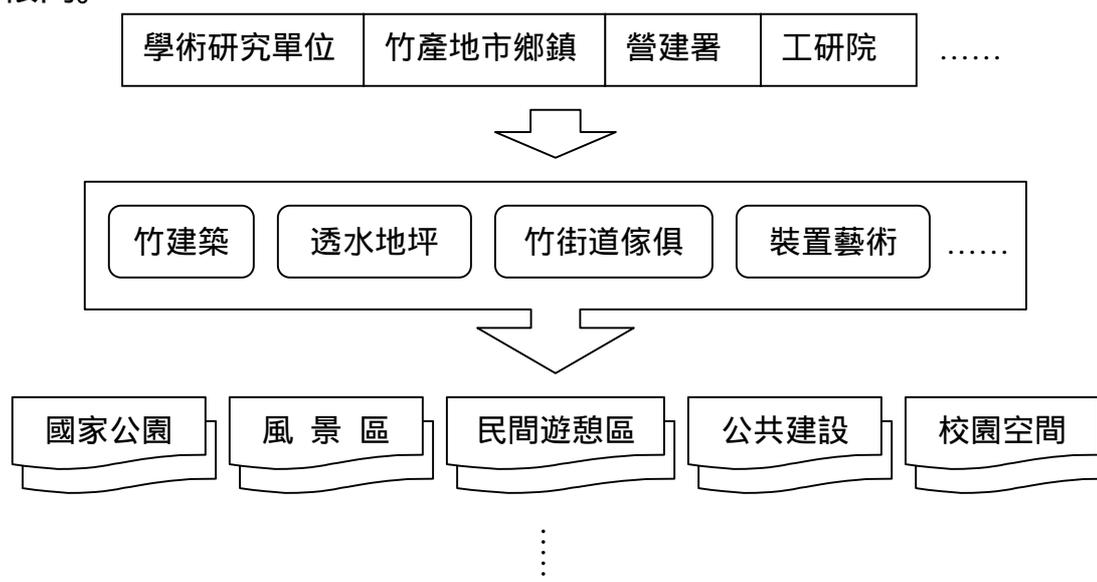


三、竹材構造、施工方法的研發與推廣

經本研究另一計畫調查發現，國內現有的竹構造建築案例大多數仍停留在傳統建築的工構法層面上；相較於國外對於新技術、新工法、新系統等新觀念以及新趨勢，國內的竹構造建築未來應朝向竹材與其它材料構建搭配施作的方向來進行研究與推廣。

四、啟動綠淨資源的竹材新機，營造台灣本土竹材建築新風貌

集結各大學的研究單位、竹產豐富的市鄉鎮、營建署、工研院、手工藝中心等，以地區性特質強烈的單點為示範點，在各地興建各類的竹建築典範、竹材街道傢俱、或者是裝飾性竹材設施物，例如於國家公園、風景區、民間開發的各類遊憩區內，甚至於各類的公共建設、各級學校的校園或校庭內，嘗試推廣竹材應用，所需經費不多，但宣傳與研發價值很高。



參考文獻

著作與書籍

1. 林維治、康佐榮、黃松根、江濤，1962，台灣主要竹林資源之調查，臺灣省林業試驗所合作報告
2. 林維治，1996，林維治竹類論文集-台灣竹類生長之研究，林業試驗所
3. 林漢梁，2000，竹山林業史誌
4. 路統信，1999，竹林資源與竹文化，中華造林協會新時代林業特刊
5. 戴廣耀、楊寶霖、沈榮江，1973，台灣之竹林資源
6. 黃世輝、林文龍、林秀鳳、陸惠萍，1999，竹藝竹情在竹山---竹山地區竹開發三百年史，竹山鎮公所
7. 阮昌銳著，《竹與文化》，南投縣：南投縣立文化中心
8. 林再復著，1990，《台灣開發史》，台北市：三民
9. 林秀鳳編著，1996.1，《臺灣的竹材產業工藝》，南投縣：臺灣省手工業研究所
10. 國立臺灣大學農學院實驗林管理處 編著，1980.7.1，《溪頭森林遊樂區之竹類》，國立臺灣大學農學院實驗林管理處，南投縣
11. 程大學編著，1991，《臺灣開發史》，台北市：眾文圖書
12. 蕭呈章主編，1998.7，《竹的故鄉 前山第一城 民國八十七年度全國文藝季南投縣系列活動成果專輯》，南投縣：南投縣立文化中心

博碩士論文

1. 胡小琅，民 91，竹山地區孟宗竹林經營成本及其生長之研究，國立中興大學碩士論文與大學
2. 許華珊，民 91，一個想發展文化產業的社區---竹山鎮富州里的實踐研究，雲林科技大學碩士論文
3. 李政哲，民 89，雲嘉南地區竹籐工藝興衰與發展方向初探，國立成功大學工業設計學系
4. 洪小婷，民 87，衰退產業之經營策略-以木竹製品業為例，雲林科技大學企業管理技術研究所碩士論文

期刊論文

1. 王子定、高毓斌，1986，竹類之生長與發育，現代育林
2. 李久先、徐火權，1983，竹山地區桂竹林經營成本分析() 中華林學季刊 16 (4)
3. 林務局，1986，全民造林運動手冊，林務局
4. 林務局，2001，台灣地區林業統計，林務局
5. 王子定、郭寶章 1951 台灣之竹林與竹材，台灣研究叢刊第 14 種，臺灣銀行經濟研究室
6. 黃世輝，1994，地方振興與現代設計，台灣手工業，台灣省手工業研究所
7. 黃世輝，1999，關廟地區竹藤產業文化活用的思考，工業設計雜誌 NO.98
8. 陳威如，民 83，台商赴大陸投資對於台灣產業結構的影響，大陸經濟研究，第十六卷，第五期
9. 黃麗淑，民 76，竹籐產品開發研究，台灣手工藝月刊，第 23-25 期
10. 謝經發，民 79，台灣之竹業，台灣林業，第 16 卷第 4 期
11. 吳順昭、謝榮生，民 80，世界竹類分布與亞洲各國之概況(一)、(二)，台灣林業，第 17 卷第 8 期
12. 魏立志，民 79，我國木、竹、籐家具工業現況及其未來發展情形，林產工業，第 13 卷第 3 期

附錄

- 一、 期末報告書審核意見回覆
- 二、 試訪問卷表格式-1
- 三、 試訪問卷表格式-2
- 四、 試訪問卷表格式-3
- 五、 正式市場問卷調查表格式
- 六、 專家深度訪談問卷表

一、期末簡報審核意見回覆

(一) 江教授哲銘

1. 本計畫研究成果值得肯定。
2. 子計畫 1 之章節編排請重新修正。

回覆意見：謹依照所指示部分配合修正。

3. 建議列入高科技竹材之研發與應用之課題，如化學性、物理性及生物性等議題。

回覆意見：上述所提意見非本計畫研究範圍，建議列為後續研究方向與重點。

4. 竹材應符合 21 世紀永續綠建築如生態、健康（低甲醛、低 VOC）高性能（樓版隔音等）重要項目。

回覆意見：本計畫所研究之竹材，於台端所提之生態、健康方面，均符合 21 世紀永續率建築的相關特質，本計畫會秉持這樣的原則進行更周全的探討。

(二) 陳處長雄文（黃科長拯中代）

1. 竹構造能融於環境，為環境友善之建築材料，惟安全性與經濟性宜深入探討。

回覆意見：子計畫一主要收集國內外相關的竹構造案例彙編。子計畫二則負責調查竹建材的產業現況。關於所提之竹構造接合點與應力的安全性與經濟性等議題。本計畫建議列入後續研究，並從更多層面去進行探討。

2. 目前國內風景遊樂區陸續推出創意建築或景觀，另相關政府機關亦期風景區設施能更趨向自然，現應為竹材建築最佳推展之時機。

回覆意見：竹建材的特性符合環保、永續、低耗能、等，本計畫亦樂見台灣環境的如此發展，盼本計畫的研究成果能衍生更多相關有至於本方向的研究。

3. 另國內人士亦頗喜愛竹製傢具，建議列為推廣方向之一。

回覆意見：本研究調查範圍限以建築營建為主，未涉及竹製傢具。

(三) 鄒組長哲宗

1. - 4 - 3 第二節竹材防腐與防蟲處理文中所列舉之藥劑，請特別注意五氯苯酚及三丁烷氧化錫是屬於環保署公告之毒性物質，均易引起「環境荷爾蒙」毒害問題，國家木業標準已建議禁用前者。

回覆意見：子計畫一回覆

2. - 2 - 1 2 所述壁板類竹材之辭意尚欠佳，依本人在竹億公司了解是：將竹材碳化或未碳化原竹先軟化，經竹旋切機切成 2 mm 單板，再裁切成不同形狀單元，進行拼花而得 3 × 6 或 4 × 8 英呎竹化粧面板，最後以塗膠及冷、熱壓於三夾板上。至於添加矽酸鈣粉，是塗裝工程中之步驟，請查明修正之。

回覆意見：台端所提意見，本研究會與原資料提供竹材廠商進行討論與確認，待確認後會針對撰寫有疑慮部分作修改。

3. - 2 - 1 8、圖 2 - 3 2 與 - 3 - 3、圖 3 - 2 - 1 是否源自同一作者，建請查明。

回覆意見：經本研究確認為同一作者，本研究會重新調整陳述方式並修正說明。

(三) 本所-何副所長明錦

1. 依本人實際生活與觀察經驗，竹材如能加強各構件接合部之強度及較大跨距之主結構施工方式，將更有助於推廣應用與建立使用者信心。

回覆意見：擬列入下一年度研究議題

2. 建議從 life cycle cost 的觀點，進行與其他建材如木材、鋼筋及混凝土等等的生命週期成本分析。

回覆意見：本研究會針對台端所提意見，於研究範圍內調整研究的內容，並於總成果報告書中提出相關成果。

(四) 結論

1. 有關竹材防腐與防蟲處理使用之藥劑，請注意毒性及環保問題；另本案宜納入高科技竹材應用如化學性、物理性、生物性及健康等課題，俾利未來研發推廣。

回覆意見：

2. 本案期末審查原則通過，各與談人提供之意見，請計畫主持人參採並納

入成果報告回應。

回覆意見：本研究會針對前述各與談人意見進行後續研究的修正參考，並於總結成果階段提出具體的研究成果。

3. 請研究單位儘速完成研究計畫修正，如期繳交成果報告及經費核銷。

回覆意見：謹遵照委託單位所指示辦理。

二、試訪問卷表格式-1

您好，

我們是國立高雄大學都市發展與建築研究所 黃世孟教授的研究生，目前正在執行內政部建築研究所「推廣竹材建築與落實竹產科技補助研究計畫」，希望能針對「竹子在建材上的運用層面」與「建材市場的現況與改善」進行訪談。感謝您能撥冗接受訪談，並給予寶貴的意見。

敬祝 時祺

研究生 潘峙良、王中茜

電話：07-5919387

傳真：07-5919386

E-mail: justforyou@ms78.url.com.tw

第一部分：關於竹營建產品「產銷制度」

1. 請問貴公司目前以竹子為原料的「建材產品」有哪些？每年生產的數量大約多少？當初為何考慮生產這項產品？
2. 目前貴公司竹類營建產品生產原料來源與生產地點？
3. 關於上述產品的生產設備的需求為何？在生產技術層面有何特殊性存在？
4. 目前貴公司銷售的市場與管道為何？
5. 就貴公司的產品而言，後續所需的施工人力、技術與成本為何？

第二部分：竹營建產品的「發展與未來願景」

1. 貴公司目前遭遇到的困境與問題為何？
2. 對於竹產業發展的期待？

您好，

我們是國立高雄大學都市發展與建築研究所 黃世孟教授的研究生，目前正在執行內政部建築研究所「推廣竹材建築與落實竹產科技補助研究計畫」，希望能針對「竹子在建材上的運用層面」與「建材市場的現況與改善」進行訪談。感謝您能撥冗接受訪談，並給予寶貴的意見。

敬祝 時祺

研究生 潘峙良、王中茜

電話：07-5919387

傳真：07-5919386

E-mail: justforyou@ms78.url.com.tw

第一部分：政府的推廣與輔導機制

1. 對於台灣現階段來說，政府推出哪一些傳統產業振興政策？哪一些是與竹材市場有具體相關的政策？
2. 現階段政府單位對於竹材產業有何種產業輔導機制？
3. 在產業振興與輔導的推廣與執行過程中，是否遭遇到什麼樣的瓶頸？

第二部分：以公務部門而言，竹營建產品的「發展與未來願景」

1. 您認為目前遭遇到的困境與問題為何？
2. 就您的背景而言，對於竹產業發展的期待？

四、試訪問卷表格式-3

您好，

我們是國立高雄大學都市發展與建築研究所 黃世孟教授的研究生，目前正在執行內政部建築研究所「推廣竹材建築與落實竹產科技補助研究計畫」，希望能針對「竹子在建材上的運用層面」與「建材市場的現況與改善」進行訪談。感謝您能撥冗接受訪談，並給予寶貴的意見。

敬祝 時祺

研究生 潘峙良、王中茜

電話：07-5919387

傳真：07-5919386

E-mail: justforyou@ms78.url.com.tw

第一部分：關於竹營建產品「產銷制度」

1. 就您在從事工程規劃設計的過程中，是否曾想過應用竹材作為設計的元素？
2. 承上，有加以考量與應用的主因為何？未加以考量與應用的主因為何？
3. 您對於竹材可利用的材料特質、應用技術與施工方式的認知程度為何？
4. 在什麼樣的機會下，能促使您在設計過程中提高對竹材的應用比例？

第二部分：以設計單位而言，竹營建產品的「發展與未來願景」

1. 您認為目前遭遇到的困境與問題為何？
2. 就您的背景而言，對於竹產業發展的期待？

五、正式市場問卷調查表格式

您好，

我們是國立高雄大學都市發展與建築研究所 黃世孟教授與劉安平教授的研究生，目前正在執行內政部建築研究所「推廣竹材建築與落實竹產科技補助研究計畫」，針對在「竹子在建材上的運用層面」與「竹建材的市場現況」兩個議題，希望藉由您豐富的專業與經驗，能提供我們作為研究竹建材市場的寶貴資料，您所提供的寶貴意見僅作學術性用途。感謝您的協助與貢獻。

敬祝 時祺

研究生：潘峙良、王中茜

電話：07-5919392

傳真：07-5919173

行動：0918-579566

E-mail : pp6433.pan@msa.hinet.net

計劃摘要說明

【問卷主題】：竹材產業應用於營建相關市場現況調查

【計畫名稱】：九十二年度推展竹材建築與落實竹產科技補助研究計畫

子計畫二：竹材應用於營建市場現況調查

【委託單位】：內政部建築研究所

【研究單位】：國立高雄大學 都市發展與建築研究所

【計畫主持人】：國立高雄大學 黃世孟教授、劉安平教授

受訪者基本資料

【公司名稱】：

【住 址】：

【聯絡電話】：

【傳真電話】：

【問卷填寫人】：

【職 稱】：

【聯絡電話】：

【行動電話】：

【住 址】：

(1) 營運時間

5 年以下 5 年至 10 年 10 年至 20 年 20 年以上

(2) 目前人員規模

公司現有人員： 5 人， 5-10 人， 10-20 人， 20 以上

(3) 生產地或工廠之地點

台灣： 新竹關西 新竹竹東 苗栗南庄 南投竹山 台南關廟

國外： 大陸 日本 東南亞 其他 _____

(4) 生產原料來源 (可複選)

新竹-關西 新竹-竹東 苗栗-南庄 南投-竹山 台南-關廟

大陸 日本 東南亞 其他 _____

(5) 銷售地點 (可複選)

台灣 大陸 日本 東南亞 其他 _____

(6) 主要經營類型：

竹林種植與採收 (請續答第一類型, P.3) 竹材收購批發 (請續答第二類型, P.5)

竹材的加工製造 (請續答第三類型, P.7) 各類型竹材施工 (請續答第四類型, P.9)

第一類型：竹林種植與採收

(1) 其他經營項目

竹建材的收購批發 竹建材施工

(2) 種植竹種(可複選)

孟宗竹 桂竹 麻竹 荊竹 綠竹 長枝竹 其他 _____

(3) 竹產地選擇原因

成本考量 材質考量 竹種考量 其他 _____

(4) 採收方式

自採 委外 其他 _____

(5) 採收時程

春季 夏季 秋季 冬季 其他 _____

(6) 原竹年產量：

1 萬枝以下 1-5 萬枝 5-10 萬枝 10 萬枝以上

(7) 原竹年產值：

原竹年產值：約新台幣_____元

(8) 近 10 年原竹產量變動為何？

上升 下降 持平

(9) 原竹產量變動的原因為何？

外界競爭 氣候變化 產業衰退 其他 _____

(10) 非原竹生產期的工作概況

休業 轉業：_____

(11) 下游通路類型 (可複選)

批發商 製造商 零售商 其他 _____

廠商姓名：_____； 聯絡電話：_____

(12) 請問貴單位有產業轉型的情形嗎？

是， 否 (是，續答問題 12，否，跳答問題 17)

(13) 竹產業轉型主因：

進口竹材原料低廉 生產成本過高 竹材市場緊縮 其他 _____

(14) 轉型的類型為何？

從事竹建材產業 (續答下題) 從事非竹建材產業 脫離竹材相關產業

(15) 轉型竹建材產業類型：

竹建材收購批發 竹建材的加工製造 竹建材施工 產業外移

(16) 外移的業務現況為：

台灣為主體，部分業務外移 外移地為主體，台灣仍有業務 台灣部分歇業
其他 _____

(17) 竹產業外移分布現況：

大陸 日本 馬來西亞 印尼 ? 其他 _____

(18) 因應竹材開放進口的轉型方式為何？

無 轉作非竹材相關產業 竹材多角化經營 產業外移經營 其他 _____

第二類型：原竹材的收購與批發

(1) 主要經營的收購與批發為何？

原竹材 初級加工竹材 竹半成品 竹成品 其他_____

(2) 次要經營項目

竹林種植與採收 竹建材的加工製造 竹建材施工

(3) 年收購量

25 萬枝以下 25-50 萬枝 50-100 萬枝 100 萬枝以上

(4) 年批發量

25 萬枝以下 25-50 萬枝 50-100 萬枝 100 萬枝以上

(5) 近 10 年原竹收購批發量變動為何？

上升 下降 持平

(6) 收購批發量變動的原因為何？

成本變動 外界競爭 產業衰退 需求增加 其他_____

(7) 上游通路類型 (可複選)

批發商 製造商 建築商 零售商 其他_____

廠商姓名：_____； 聯絡電話：_____

(8) 下游通路類型 (可複選)

批發商 製造商 建築商 零售商 其他_____

廠商姓名：_____； 聯絡電話：_____

(9) 非竹產期的工作概況-

休業 轉業：_____

(10) 請問貴單位有產業轉型的情形嗎？

是， 否（是， 續答問題 10， 否， 跳答問題 15）

(11) 產業轉型主因：

竹材供給量減少 市場需求量降低 利潤過低 其他_____

(12) 轉型的類型為何？

從事竹建材產業（續答下題） 從事非竹建材產業 脫離竹材相關產業

(13) 轉型竹建材產業類型：

竹建材的加工製造 竹建材施工 產業外移 其他_____

(14) 外移的業務現況為：

台灣為主體，部分業務外移 外移地為主體，台灣仍有業務 台灣部分歇業

其他_____

(15) 竹產業外移分布現況：

大陸 日本 馬來西亞 印尼 ? 其他_____

(16) 因應竹材開放進口的轉型方式為何？

無 轉作非竹材相關產業 竹材多角化經營 產業外移經營 其他_____

第三類型：竹材加工

(1) 主要經營的加工項目為何？

初級加工（竹材外觀形態未改變） 竹半成品加工（竹材外觀形態已改變）

其他_____

(2) 次要經營項目

竹建材的收購批發 竹建材施工

(3) 竹材加工產量

10 萬噸以下 10-25 萬噸 25-50 萬噸 50-100 萬噸以上確認

(4) 竹材加工產值

年產值：新台幣 _____ 萬元

(5) 近 10 年原竹材的初級加工產量變動為何？

上升 下降 持平

(6) 竹材的加工產量變動的原因為何？

成本變動 外界競爭 產業衰退 需求增加 其他 _____

(7) 加工方式（可複選）

初級： 碳化 煮沸 裁切 削片 去皮 其他 _____

(8) 主要產品類型

初級： 原竹筒 原竹片 原竹皮 防腐竹材 防蟲竹材 其他_____

(9) 主要產品比例

25 % 以下 25-50 % 50-75 % 75 % 以上

(10) 其他產品類型 (可複選)

初級： 原竹筒 原竹片 原竹皮 防腐竹材 防蟲竹材 其他_____

其他： 竹建材的收購批發 竹建材施工

(11) 上游通路類型 (可複選)

批發商 製造商 建築商 零售商 其他 _____

廠商姓名：_____； 聯絡電話：_____

(12) 下游通路類型 (可複選)

批發商 製造商 建築商 零售商 其他 _____

廠商姓名：_____； 聯絡電話：_____

(13) 請問貴單位有產業轉型的情形嗎？

是， 否 (是， 續答問題 10， 否， 跳答問題 15)

(14) 產業轉型主因：

竹材供給量減少 市場需求量降低 利潤過低 其他_____

(15) 轉型的類型為何？

從事竹建材產業 (續答下題) 從事非竹建材產業 脫離竹材相關產業

(16) 轉型竹建材產業類型：

竹建材的加工製造 竹建材施工 產業外移 其他_____

(17) 外移的業務現況為：

台灣為主體，部分業務外移 外移地為主體，台灣仍有業務 台灣部分歇業

其他_____

(18) 竹產業外移分布現況：

大陸 日本 馬來西亞 印尼 ? 其他_____

(19) 因應竹材開放進口的轉型方式為何？

無 轉作非竹材相關產業 竹材多角化經營 產業外移經營 其他_____

第四類型-各類型竹材施工

(1) 施工屬性

建築 室內裝修 景觀 土木

(2) 營運項目

竹建材的收購批發 竹建材加工

(3) 應用竹建材類型(可複選)

竹屋施工 竹涼亭施工 竹棚架施工 竹圍牆施工 竹高低籬笆施工

竹欄杆施工 竹地板施工 竹壁板施工 竹鷹架施工 竹管桁架施工

竹塗料施工 竹混凝土施工 其他_____

(4) 竹材施工的構法(可複選)

基礎 柱樑 板件 屋頂 門窗 其他_____

(5) 近 10 年年度營收量變動為何?

上升 下降 持平

(6) 年度營收量變動的原因為何?

成本變動 外界競爭 產業衰退 需求增加 其他_____

(7) 上游通路類型(可複選)

批發商 製造商 零售商 其他_____

(8) 請問貴單位不使用竹建材的主因:

產地供給量減少 市場需求量降低 材料成本過低 生產季節性限制

材料特性限制 其他_____

六、專家深度訪談問卷表

，您好

我們是國立高雄大學都市發展與建築研究所 **黃世孟**教授與**劉安平**教授的研究生，目前正在執行內政部建築研究所「推廣竹材建築與落實竹產科技補助研究計畫」，針對在「竹子在建材的產業層面」與「竹建材的市場現況」兩個議題，希望藉由您豐富的專業與經驗，能提供我們作為研究竹建材市場的寶貴資料，您所提供的寶貴意見僅作學術性用途。感謝您的協助與貢獻。

敬祝 時祺

研究生：潘峙良

電話：07-5919392

傳真：07-5919173

行動：0918-579566

E-mail :pp6433.pan@msa.hinet.net

研究計劃摘要：

【問卷主題】：竹材產業應用於營建相關市場現況調查

【計畫名稱】：九十二年度推展竹材建築與落實竹產科技補助研究計畫
子計畫二：竹材應用於營建市場現況調查

【委託單位】：內政部建築研究所

【研究單位】：國立高雄大學 都市發展與建築研究所

【計畫主持人】：國立高雄大學 黃世孟教授、劉安平教授

本日訪問議題：

【問題一】：有前人研究指出，台灣的竹材發展依循著日本的竹材發展軌跡，而日本的舊有產業有著多樣的出路，您認為台灣竹材產業未來的出路在哪？

【問題二】：竹材產業依前人研究可概分為四期，**啟蒙**、**成長**、**鼎盛**與**衰退**等四期，就您認為現今還是屬於衰退期嗎？還是轉型中？原因為何？

【問題三】：竹材產業目前是被定義成**衰退型**產業，在今日**永續**議題的推廣下，您覺得會是台灣竹材產業的另一波**成長**與**再發展**的啟動關鍵嗎？

【問題四】：承上題，竹材產業目前的新興技術當屬竹碳及竹酢液，就您認為這樣的發展對於竹材產業的助益為何？

【問題五】：台灣之前的開放竹材進口對本土竹材的影響甚鉅，今日如要從營建業的角度去推動竹材的再發展，您認為可行嗎？可能遭遇到的困境與問題為何？

推展竹材建築與落實竹材科技補助研究計畫

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://abri.gov.tw>

出版年月：中華民國 92 年 12 月

版(刷)次：

工本費：

GPN：957-01-6054-3

ISBN：1009204777