

2019 第十屆原住民雲端科展

107 學年度原住民族文化科教獎

作品說明書

卑南族的達古凡— 卑南少年的魔鬼訓練所



作品類別：部落傳統建築的文化與科學

參賽組別：國中組

參賽編號：2018018

作品名稱：卑南族的達古凡

團隊名稱：普悠瑪戰士團

成員：林凱翔、潘立連、陳文龍、南子祥

指導老師：何彥廷、鄭浩祥、陳俊延

關鍵詞：竹構架、摩擦力、耐震測試

摘 要

卑南族的少年會所- Trakuban 達古凡，是早期傳統部落少年向長輩學習部落精神文化、技藝的場域，且卑南族的少年會所有其相當漂亮的挑高建築設計，在結構上有集中式數量頗多的直柱及斜支撐，是傳統部落建築中獨特的典範。

Trakuban 少年會所乘載的不只是傳統竹構建築工藝，更涵蓋卑南族的會所制度、年齡階級組織、原住民生態智慧、原住民的沉浸式教育方式與卑南族的文化傳承等意涵。

本研究訪談台東縣台東市南王里卑南族南王部落對傳統竹建築深具經驗的耆老，並共同探討傳統竹建築結構的科學原理，並進行一系列相關實驗。其實驗與結果如下：1.比較不同的竹材(竹筴、刺竹、長枝竹)，發現竹筴抗壓能力最佳。2.比較在不同的柱洞位置，發現外圈抗壓能力最佳。3.比較不同數量的支撐柱，發現越多支撐柱抗壓能力越佳。4.以不同粗糙面的支撐平台，來類推竹構架接合的緊密性，發現較粗糙的平台抗壓能力越佳。5.比較竹柱的長短，發現越短的抗壓能力比較最佳。6.比較碳化竹材抗菌的效果，發現碳化竹材沒有明顯抗菌效果。7.建築模型經過單軸向振動台進行地震模擬，發現即使柱腳斷了六根，平台依然穩固。

壹、研究動機

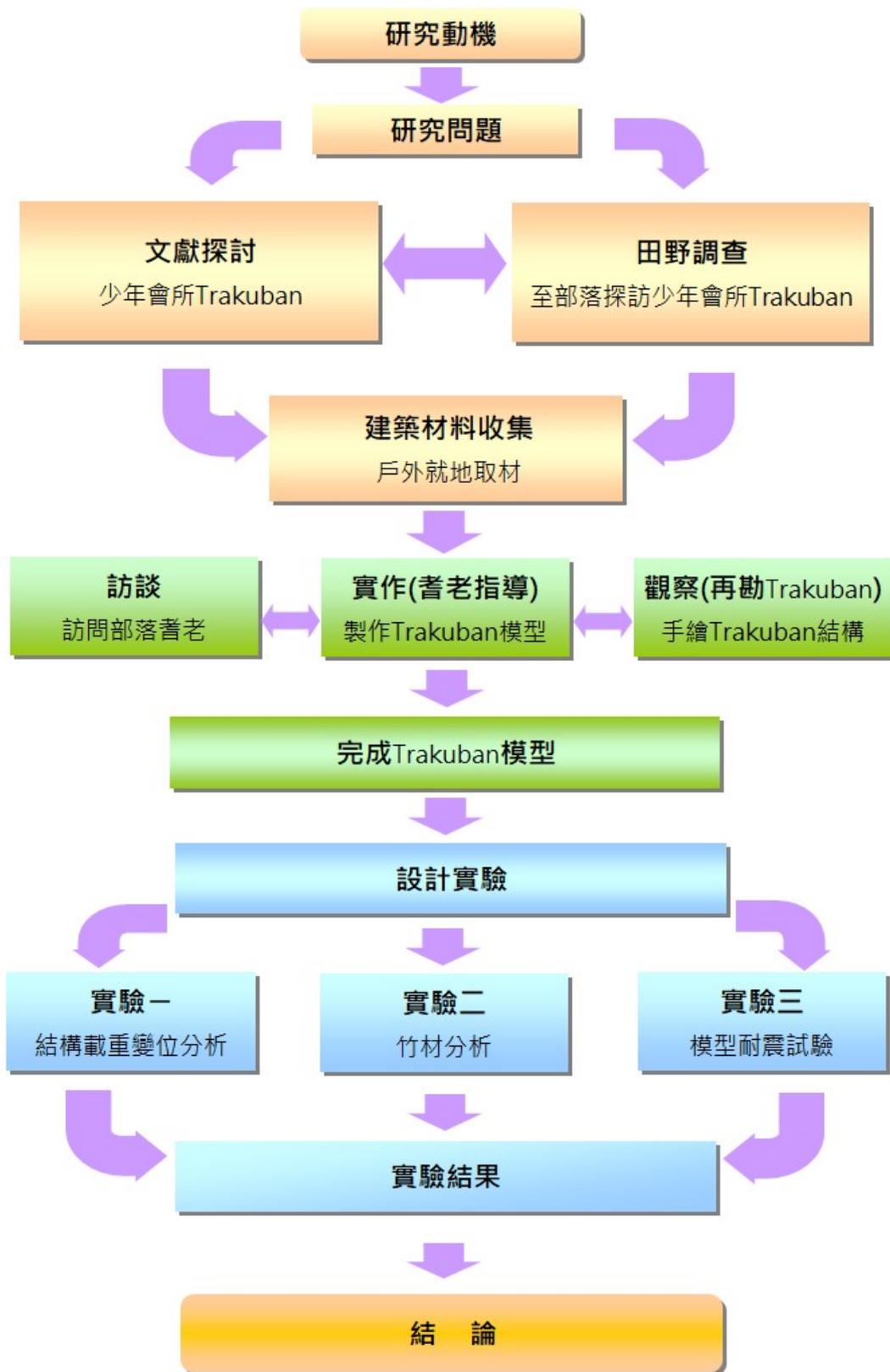
我們學校位在卑南族南王部落裡，學校後方是卑南文化公園，廣大的草坪上，很顯眼的是由許多刺竹架起的卑南族的傳統建築—Trakuban (少年會所)。學校後山，則是長滿刺竹的山坡。我們翻了一些文獻資料，原來在水泥、磚牆尚未普遍的年代，竹子就是傳統建築主要的建材之一。而刺竹，不僅是建材，也因為竹節上長滿了刺，所以在早期常被用來當作防禦設施，種植在村落周圍。而我們對卑南族傳統竹建築工藝的興趣大部份都來自於 Trakuban。

我們很好奇，部落裡的會所，在卑南族的傳統教育裡佔有什麼重要的地位？為什麼會所的建材是選擇刺竹，而不採用其他竹子？為什麼有高架式的少年會所和一般家屋型的會所，兩種不同的建築形式？少年會所的高架式結構柱腳的挑高建築設計，在結構上有數量很多的直柱及斜支撐。看到這些結構設計，讓我們想起理化課學過關於力的概念，我們雖然看不見具體的力，但可以看見力的作用，也就是力可能會造成受力物發生形變或運動，我們想藉由一些觀察和實驗來了解為什麼 Trakuban 少年會所可以架的那麼高，還能那麼穩。

貳、研究目的

- 一、 探討少年會所制度在卑南族部落裡的文化與教育意涵。
- 二、 探討卑南族少年會所的建築及設計原由。
- 三、 學習少年會所的建築方式並製作模型進行科學實驗測試。
- 四、 探討高架式結構柱腳使用不同材料下所產生不同強度，對結構的影響。
- 五、 探討高架式結構柱腳在不同位置時所產生不同強度，對結構的影響。
- 六、 探討高架式結構柱腳在不同高度所產生不同強度，對結構的影響。
- 七、 比較竹材碳化後，對竹材耐受性的影響。
- 八、 以單軸向振動台將 Trakuban 建築模型進行地震模擬，探討 Trakuban 的耐震能力。

參、研究方法與架構



研究方法與架構圖

肆、研究設備及器材

(一) 設備及器材：

								
荊竹	數量	30	粗糙木片平台 (樹幹)	數量	2	白茅草	數量	1
								
長枝竹	數量	30	木頭架	數量	1	電鑽	數量	1
								
白膠	數量	1	環保盒	數量	4	游標尺	數量	2
								
水桶(塑膠)	數量	2	圓型水平測量儀	數量	1	直角尺	數量	1

卑南族的達古凡

								
竹筷	數量	50	基座木板	數量	1	刀(鋸刀)	數量	1
								
重量測量器	數量	1	寶特瓶(600毫升)	數量	1	奇異筆	數量	1
								
各種小木棒	數量	1	單軸向振動台	數量	1	鐵鎚	數量	1

研究設備及器材

(二) 電腦軟體：3D電腦繪圖軟體-建模平台Onshape、Excel試算圖表、Word文書、影音剪輯軟體

(三) 自製器材：Trakuban傳統少年會所模型

卑南族的達古凡

東縣臺東市南王里，範圍約涵蓋西北至卑南山、東至臺東線鐵道、南至太平溪左岸堤防。南王部落是卑南族「卑南八社」之一，現在仍保有相對完整的大獵祭、少年年祭（舊稱猴祭）、巫師祭、婦女除草完工祭、海祭（小米收穫祭）等祭典。

二、少年會所干欄式建築與文化特色

卑南族的少年會所 Trakuban 屬於干欄式建築。干欄式建築又稱干欄屋、高腳屋、吊腳樓、棚屋，盛行於東南亞、馬達加斯加、中國大陸西南地區以及台灣、海南等地區。它的種類雖有高架式、高床式、樁上屋等類型，不過通常是木頭、竹子所構屋樑，並用茅草蓋頂遮蔽的住屋。主要特色是將其樓板墊高，以樓梯上下住所。

少年會所離地約 3.5 公尺，由約 10 至 20 多根圓木柱或粗竹桿支撐一方形或圓形平臺，平臺上以竹子圍成圓形作室，需沿著竹梯登爬進入，室內中央有一方形火爐，圍著火爐並沿著牆壁架設床鋪，傘狀屋頂為茅草蓋頂。

卑南族的社會組織以男子年齡階級與會所制度為主，會所分為少年會所 (Trakuban) 和成年會所 (Palakuan 巴拉冠) 兩大類。以少年會所成員為主的猴祭 (mangamangayau) 是卑南族歲時祭儀之首，參加猴祭者主要是以年齡十三至十八歲的男孩們為主體。mangamangayau 在語意上有「練習練習」的意思，在刺殺完草猴後，少年們將猴屍丟棄在部落外，象徵部落在這一年之中，所有不好的東西，都隨著草猴的丟棄，一同被驅除出境。藉著刺猴活動與儀式，培養少年的膽識和英勇的殺敵氣概，實踐團結合作的美德，並接受教育訓練及學習部落規範。所以猴祭是卑南族少年進入成年之前的陶冶訓練，是卑南族男子晉升為青年的社會化之重要機制。

因為卑南族有嚴謹的年齡階級與斯巴達式的會所制度，所以在過去曾是極為強盛的族群。會所和年齡組織構成卑南部落政治的主體。部落領袖和部落內各項事務的負責人，多是由部落中較有權威的氏族領袖。而會所中的成員通常又是同一氏族的兄弟或姨表兄弟，所以會所制度加強了同母系氏族之間的關係。也讓過去的南王部落曾經有六個會所與南北兩部的組織。

卑南族的達古凡

卑南族男子年齡階級有嚴格的區分，每個階級因擔任的角色不同，而有不同的級名與服飾。搭配嚴格的會所制度，下級的人必須完全服從上一級的領導，否則會遭到嚴厲的處罰。南王部落少年會所的成員通稱為 takobakoban，分為四級，名稱為：malanakan(一年級，13-14 歲)、ribatukan(二年級，14-15 歲)、kitubasal(三年級，15-16 歲)、malatauan(預備役級，16-18 歲)；成人會所也分為四個階級，名稱為：miaputan (服役級，18-22 歲，必須服役三年，不得與女子交往)、vasalan(除役級，22 歲以後，miaputan 服役期滿升到這個階級，才可以結婚)、paraparapat(已婚級，50 歲以下的已婚男子)、maidan(50 歲以上的老人，是會所中的領導階級)。

過去卑南族少年在 12、13 歲的時候，就要進入少年會所居住，學習適應群居生活，並接受狩獵、建築 等各式謀生技能與體能、膽識的訓練。而每個階段交替之間皆舉行少年猴祭，以讚揚少年通過考驗，即將成為下一階段的新生，兼有結訓及開訓的意義。少年猴祭之後，緊接著進行的是大獵祭。成人會所的成員也在這個時候舉行晉級的儀式，由晉級青年的「教父」替他圍上圍裙，正式升為 miaputan 服役階級。青年必須服三年勞役，之後升為 vasalan 階級，才被部落承認是個成年人，可以結婚了。

三、原住民永續建築的探討

卑南族的傳統建築是一種生態工法，生態工法一方面考慮工程結構的安全性，另一方面亦可兼顧當地的自然生態系，使生物能在人為的生活空間與復育基盤上，繼續生長、演替與循環。卑南族利用部落在地的刺竹、黃藤、石頭.....等，結合建築基地的環境(例如颱風、土壤質地、基地方位等)，因地制宜地建造，並讓建材可回歸大地。

陸、研究過程與方法

為了達成上述的研究目的，我們歸納出下述幾項研究問題：

一、研究問題(一)：探討少年會所制度在卑南族部落裡的文化與教育意涵。

(一) 研究方法：田野調查與訪談、文獻探討

卑南族的達古凡

(二) 訪問對象：

臺東縣南王部落的卑南族耆老—普悠瑪文化發展協會理事長鄭浩祥，他具備卑南族傳統生活的深刻知識以及擁有卑南族傳統建築工法多年的老經驗。對基地選擇、建築工法與建材取材極為熟稔，亦極為了解部落文史。

(三) 研究步驟：

1. 訪談問題設計
2. 田野調查與訪談
3. 相關文獻與影音資料收集與閱讀

(四) 研究結果：

Trakuban 是卑南族少年的魔鬼訓練場所，傳統上每個年齡在國小六年級可以進入會所訓練。少年會所- Trakuban 達古凡，也就是早期傳統部落少年向長輩學習部落精神文化、技藝的地方。

在了解 Trakuban(卑南族少年會所)建築與文化的過程裡，我們發現現代社會與傳統社會的衝突。科技產品(例如：手機、電腦、網路、電視等)進入生活後，我們現在放學回家的時間，大部分都是在滑手機、看電視、玩電腦，取代了以前長輩與我們的交流與說故事的生活教育模式。會長(卑南族耆老鄭浩祥)說 Trakuban 是傳統部落學校裡少年接受長輩教育的地方，以前的學習方式跟現在在學校裡的學習方式很不一樣。傳統部落學校強調做中學，部落的文化和知識很自然地傳承下去。所以老師帶著我們，跳脫閱讀的學習方式，進入學校旁的南王部落裡，跟耆老體驗傳統部落學校的學習方式來了解 Trakuban，再回到相關的文獻和影音資料相互印證。我們從訪談耆老裡獲得相當豐富的卑南族傳統會所制度的教育方式與文化：

1. 傳統部落教育場域的禮儀

訪談者：請問會長，我們卑南族男生是如何進入會所體系的呢？

受訪者：在部落裡，男生們在國小六年級時就會進入我們的會所，正式成

卑南族的達古凡

為會所的成員，第一個階段的會所 *trakuban*。我們在 *trakuban* 這邊，主要養成的是部落的「倫理」、「機制」。在少年會所裡有七大規定：服從、團結、紀律、倫理、禮節、忍耐、勇敢。是少年會所的訓練要達到的目的。小六到高二上學期都在 *trakuban*，高二下學期(即過年後)之後的男孩子在接受六年的養成訓練後，準備進入成年會所。這個銜接轉換的準備階段，要接受三年的訓練，也就是我們說的「米亞不但，*miaputan*」。雖然他們還沒成年(法律上)，但就要開始接受進入成年會所三年的訓練。少年必須透過「教父」，像導師一樣，引導你進入成年會所。他的身分就像是生父以外的另一個爸爸一樣。

2. 成為 *miaputan*(米亞不但)：少年進入成年會所的過渡階段

(1) 選擇教父與教父的教導

訪談者：請問卑南族男生是怎麼選擇教父的呢？

受訪者：教父的選擇方式大約有兩種，一種是選擇自己在部落裡最尊敬、仰慕的長輩，你覺得他在部落裡的表現和行為，是你值得學習的。另一種是父母已經幫你安排好的。

訪談者：教父的教育方式和內容有那些呢？

受訪者：你的教父「會」也「必須」教導你所有的事。因為你在部落的表現，相對的讓你的教父也會受到其他人的評價。……在 12 月份大獵祭要上山之前，當天的凌晨你必須要到成年會所(巴拉冠)接受教父幫你圍上藍布短裙，這是一個你進入米亞不但的儀式。你成為米亞不但後，你的心態就不能是在少年會所的心態。你要接受三年嚴苛的魔鬼訓練。

(2) 圍藍布群的三年訓練裡的規範

訪談者：圍藍布短裙後有什麼不一樣呢？

卑南族的達古凡

受訪者：你要接受三年的訓練，訓練過程裡有很嚴謹的規範。一是不能嬉皮笑臉，二是行為舉止不能放蕩，三是不能交女朋友，四是一切聽從長輩的指示。

(3) 上山與下山的規矩

訪談者：上山有哪些要注意的呢？

受訪者：上山之前，你要到會所接受拜教父的米亞不但儀式。教父幫你圍上藍布時，他會在你的頭上念一些咒語為你加持。這儀式結束後，你就跟隨著去年也接受拜教父儀式的米亞不但2、3年級一起做事。一切都要聽負責部落米亞不但的總指揮團體行動。而教父會隨時觀察你的表現，私底下提醒你需要注意的事項。米亞不但跟著隊伍到山上獵場去時，要負責一切的雜務，例如搬東西、清理獵物、長老需要的各種服務等，是集體行動的沒有個人。這是在祭典的時候的狀況，你必須回到部落裡屬於自己的位置。……連續三年，在第三年的時候，你從獵場回來，……下山的時候，同一個教父的米亞不但們要幫忙分擔背教父的行李和教父在山上採集的東西(木頭、石頭、藤條等等)，拔營後團體行動(一個隊伍一般)直接把東西送到教父家。這時的米亞不但不可到凱旋門，這是忌諱。你把東西送到教父家後，你要直接在巴拉冠等候其他所有隊伍回來。

(4) 米亞不但成年禮—從草環到花環

訪談者：米亞不但什麼時候才能真正成年呢？

受訪者：一直到你是第三年的米亞不但，教父從凱旋門回到巴拉冠時，才會幫你在巴拉冠做換裝的儀式—成年禮，驗證你這三年跟著隊伍到山上去的行為都是合格的。但這時候，你一樣還有一個過渡到成年的階段，教父會在換裝儀式裡，把你原本圍的藍群換成黑裙，頭上戴上「草環」，還不能戴「花環」。教父會帶你到大團體那邊，意思是

卑南族的達古凡

你將要變成大團體的成員，先引領你在大團體排頭跟著跳一次舞後，再帶你回到巴拉冠換上花環。你的生母，會幫你換上成年的衣服，是成年禮的最後一個過程。你成年後，在一般的少年之上。這是少年會所和成年會所不一樣的地方。你成年後，面對部落的所有事情就是進入到成年會所。這就是我們普悠瑪會所，男生的成長歷程。

(5) 傳承--部落文化的循環

訪談者：米亞不但成年之後呢？部落的成年人最重要的事是什麼呢？

受訪者：男生到一定年齡後要將自己所有的知識傳給年輕人。男生在巴拉冠後，要懂得怎麼保護部落、怎麼團結，這是男生最大的任務，也是終生的使命。一個男人，在慢慢成年長大過程中，從少年會所到成年會所，你必須不斷地累積部落的智慧(生活的智慧、技藝的智慧、倫理的智慧……等等)。當你到達一個年齡時，把你身上累積所學的智慧全部傳承給下一代年輕人，所以部落文化智慧是循環的。



1.少年會所的教育場域



2.圍藍布裙的米亞不但

卑南族的達古凡



3.成年儀式（從草環到花環）



4.成年儀式（從草環到花環）



5.成年儀式（從草環到花環）



6.小組成員訪談了解部落文化的傳承

以上圖片 1~5 截自影片「成年禮」是卑南族年祭當中一個重要的儀式(2019)

二、研究問題(二)：探討卑南族少年會所 trakuban 的建築及設計原由。

(一) 研究方法：觀察與紀錄法(手繪與 3D 電腦繪圖模型)、田野調查與訪談、文獻探討

(二) 訪問對象：

臺東縣南王部落耆老南王部落的卑南族耆老—普悠瑪文化發展協會理事長鄭浩祥，他具備卑南族傳統生活的深刻知識以及擁有卑南族傳統建築工法多年的老經驗。

(三) 研究步驟：

1. 田野調查（實地勘查 Trakuban 少年會所）

2. 觀察少年會所結構並手繪圖稿資料收集
3. 訪談問題設計

(四) 研究結果：

我們與耆老一起實地勘察南王部落 Trakuban 與部落建材後，請我們的男同學夥伴(少年會所成員)進入 Trakuban，以平面圖畫出 Trakuban 的內部和外觀結構，讓女同學們一起探討 Trakuban 裡面的構造及對整體結構可以有完整的了解。再藉訪談耆老以及邀請耆老到學校的實驗教室，來教導我們了解 Trakuban 的建築與設計原由。最後也試著用 3D 電腦繪圖畫出 Trakuban 的 3D 模型來建立少年會所的科技資訊資料。

1. 就地取材的建材—Trakuban 主要建材與處理方式(刺竹、黃藤、白茅草)：三種建材的採集，以作為主柱的刺竹最考究。採集刺竹時，要非常注重季節性，必須在秋天入冬時砍收，「睡眠期」的刺竹才是質地最適合的主柱建材。竹牆內夾茅草，可達到調節屋子裏外的氣溫；屋頂也是竹片夾茅草後，又在外層鋪上厚厚的茅草，達到防雨效果。就地取材的天然建材，具備現代社會強調的生態智慧工法。

訪談者：我們看見 Trakuban 的建材主要是竹子，是為什麼呢？

受訪者：部落裡，無論是少年會所或其他建築，建材全部是竹子。這是因為我們在地自古以來都是竹子，所以生活上一切所用的材料都是用竹子。我們就運用部落生活中所見的刺竹、黃藤、白茅草來當作建築材料。

訪談者：Trakuban 的各項建材是如何處理的呢？

受訪者：我們選擇當作建材的刺竹，主要採 5—6 年生的刺竹，因為這樣它的質地才夠硬、竹圍才夠粗。採回來的刺竹不一定是筆直的，所以我們會用火去烤熱後拉直……黃藤找比較老的黃藤，下段無刺的黃藤，再截取適當的長度和寬度。曬一個禮拜後（不能太

卑南族的達古凡

乾) 就可以拿來使用。……白茅草方面，剛採的白茅草，要先甩一甩，因為要先把土甩掉，接著拿一小搓茅草由根部往下打，目的是要讓茅草整齊。接著把茅草集中變成一大把一大把的，然後再一次地往下敲打地面，打完之後攤開成扇形鋪曬，大概曬個三天左右。……我們要蓋房子前要先知會在地地神，這就像人與人之間的打招呼倫理一樣，要先知會當地的地靈。並祈求祂給予我方便與協助。因為我們從不同的地方收集來的不同材料，它生長的地方可能有當地的亡靈或吸收往生動物養分而生長，所以我們房子蓋好後，要進行除晦。請祭師對所有的材料做一個潔淨除晦的儀式。我們才可以進入屋子內、住得也才安心。少年會所與成年會所建築也是一樣這樣做。

訪談者：Trakuban 的牆和屋頂是怎麼蓋的呢？

受訪者：建材竹子採集回來還沒乾時，要烤熱拉直。竹牆壁有夾層茅草，兩層竹片中間夾茅草，用意是不怕雨水打，且建築會呼吸，天氣熱屋裡不熱、天氣冷屋裡不冷。……屋頂茅草如果你覺得太疏了，就用耙子去耙梳掉，再鋪上新茅草。一直維護就可以一直使用。……柱子或是樑，蛀了就會爛掉，不然它可以使用長達50～70年。當柱子的竹子不需要碳化，重點是採竹子的時間點很重要！通常是要在竹子睡眠期時採集，例如入秋就是可以採集竹子的季節，尤其是秋天到冬天這當中採集的竹子最好。如果在一般的時間採集，剛砍下來的竹子就會馬上被吃竹子的蟲叮咬，幾分鐘後竹子就會有洞出現。為甚麼竹子容易蛀？因為它有甜份。竹子的品種很多，通常我們普悠瑪的建材用刺竹，自古以來的經驗就是用刺竹會好。看它生長在哪裡，若生長環境可以，它的竹圍就會有一定的粗度。卑南國中後面生長的就是刺竹。沒有刺竹，我們才會用長枝竹。但是樑柱選材上，我們還是要求要用刺竹。

卑南族的達古凡

訪談者：Trakuban 的藤和現代化的鐵絲，哪個比較好呢？

受訪者：藤不能跟鐵絲來比較。現代工程有時間性，材料要現成的，這樣才能做。我們傳統的藤，五金行買不到，去山上拿也受管制。拿回來後，從山上砍回來的黃藤是圓的，還要剖、要加工。單是「剖」這個技術，已經剩我這年齡的人才會。因為現代人講求快速、已經不用藤了，所以這個工法已經傳不下去了。因為不符合現代人「快」的需求。藤的綁法也是要技術的。我們使用藤這種自然材料，以後還是可以回歸土地的，鐵絲就不行了。石化原料仿的茅草，也是很環保。

2. Trakuban 建築設計原由：運用槓桿原理、八組斜支撐的米字型、因地制宜且符合少年需求與部落對少年的期待。建築設計考量台東多颱風與建築結構挑高型態，而發展出米字型的斜支撐，穩固 Trakuban 的整體結構。且考量少年好奇心態，以及部落長者對少年的期望，造就二層樓高的 Trakuban，並成為部落裡最顯眼的建築。也因為結合男子年齡階級組織與會所制度，區隔成為專屬男性的教育場域。

訪談者：Trakuban 的建築尺寸，會像一般房子一樣使用魯班尺、注重陰陽規則嗎？還是想要做多大就做多大？少年會所有固定的尺寸嗎？

受訪者：沒有！要因地制宜。我們依照建築的現場基地及環境建材取得的方便性（例如，這裡有石頭、竹子、地形、方向……等），來搭建少年會所，所以不會有固定的尺寸。它沒有一定的標準。重點是要可以遮陰、避陽、遮雨、禦寒等先決條件，以及容易在建地周遭取得的建材，我就可以把建築結構做出來，馬上有一個可以安身的屋子。

訪談者：Trakuban 的建築過程有哪些步驟呢？

受訪者：……只要建材都備齊後，約 10 個人來蓋少年集會所，大約兩個

卑南族的達古凡

月的時間就可以蓋好。……基地上的土要夯實，然後把採集來要當柱子的竹子「種」進土裡，埋在土裡。以我們這邊的溼度來說，接觸地面的柱子，大約5年可能會開始腐爛，屆時併上另一根柱子在旁邊就可以把腐爛的抽換掉了。

訪談者：我們看見 Trakuban 的高度跟其他建築比起來，特別不一樣。是為什麼呢？

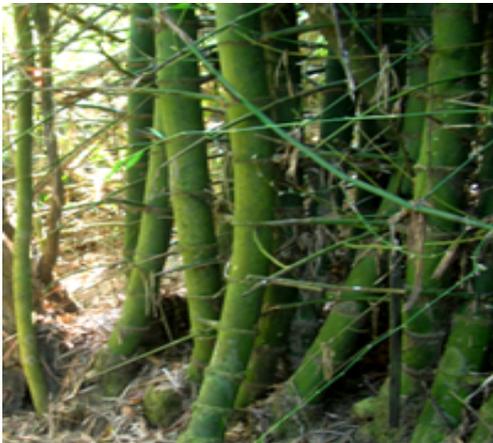
受訪者：建築上，有專屬少年的高腳屋少年會所，用挑高式的。成年會所巴拉冠和一般的家屋造型一樣，外觀相似，但室內的功能就不同了。一般家屋的造型和巴拉冠、祖靈屋、祭師施法時用的屋子外觀都差不多，不同的是它的大小、室內的配備與動線。工法都差不多，比較特殊的是少年會所 Trakuban。因為少年會所它高度高，有二層樓高，所以它所使用的工法較特殊-使用槓桿原理，以及使用上的需求，讓它的建築工法有別於一般家屋。結構上要考慮台東是台灣颱風多的地方，建築結構要能阻擋颱風。所以少年會所構造，最外圍會有一個斜支撐(斜支柱)，直通屋頂，與屋頂最頂端的結構結合。斜支撐總共有8組，形成米字型，風從四面八方過來，都可以被支撐住，不怕風吹，不容易倒。……為什麼 Trakuban 會這麼高？因為從心理層面來看，少年總是好奇心強，想趕快長得很高、看得更遠，希望在最上面往下看時，能看得很清楚。我們祖先了解少年這樣的成長歷程與需求，為了達到少年的需要，更期望讓少年不僅在上面看，下來後你找得到路在哪裡、曉得事怎麼做。這是少年會所建築高度的文化意涵。

訪談者：為什麼 Trakuban 只有男生可以進去，女生不行呢？

受訪者：傳統上，無論是成年或少年會所都是男生專屬的，男生是保護部落的。他必須長年駐防在這兩個會所。女生不能去會所，是因為

卑南族的達古凡

那是男生聚集的地方。例如少年會所是小六到高二男生所聚集的地方，這年齡正值生理的轉型期，是很陽剛的地方。我們要避免少年對異性產生幻想而不專心，女性的月事在會所是非常忌諱的。會所是要保護部落，要有力量的地方，不能受到女生的柔和影響到陽剛的士氣。……成年會所是高二約17~18歲，是生理轉型的最高峰，這時對異性的幻想特別多。所以成年會所更忌諱女生靠近，更是要絕對隔離。長者對成年會所裡最低年齡的男生的約束，非常嚴苛，一切都是「不」。你一定要遵守，否則會受到部落裡所有長者的責備，而你的教父會受到質疑、教父的教育會受到部落長老的責備。也因為我們這樣的會所制度，所以被其他不了解我們會所制度的人誤會我們歧視女性。其實我們的制度是為大家好，讓部落婦女有保障。所以我們部落的婦女，都非常的尊重會所。所以不同的場合會有不同且適當的性別區隔。



主要建材：刺竹



主要建材：白茅草

卑南族的達古凡



白茅草屋頂



主要建材：黃藤



黃藤處理工法



黃藤網綁



挑高式的少年會所
(槓桿原理與八組斜支撐的米字型)



耆老指導少年會所建築

卑南族的達古凡

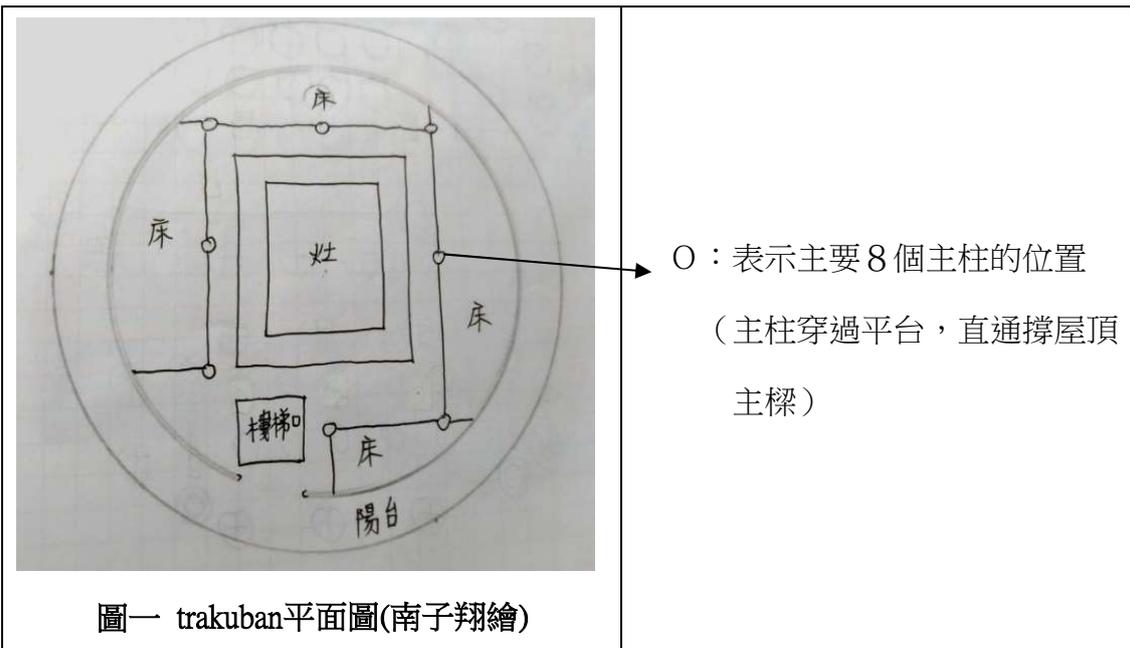


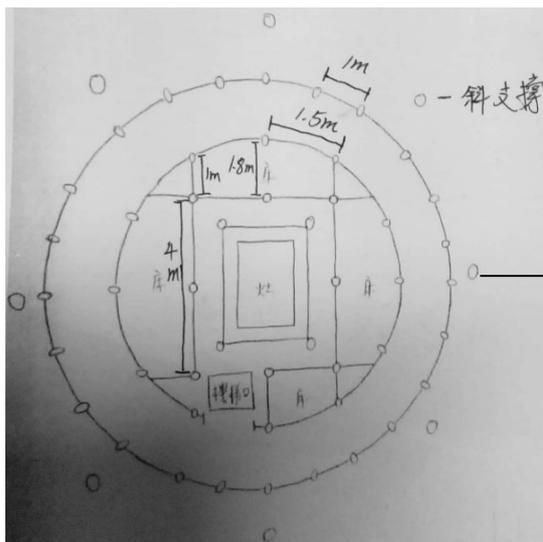
耆老指導製作少年會所模型圖



耆老指導製作少年會所模型

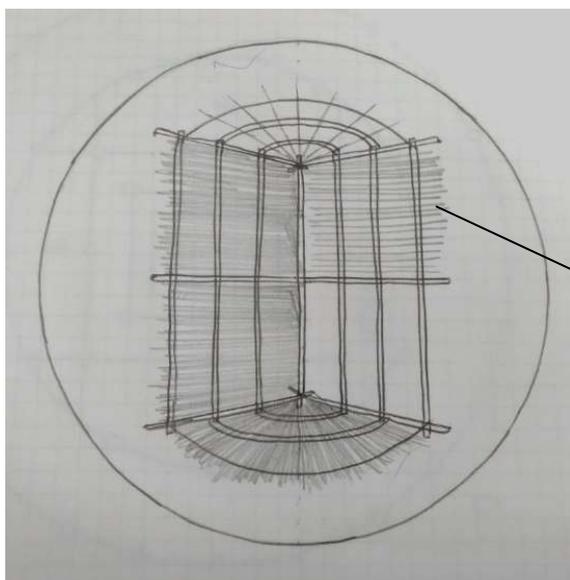
《千千岩助太郎台灣高砂族住家調查測繪手稿全集》書籍裡，對於卑南族的建築調查資料，只有簡單的紀錄。所以，我們請成員之一，也是卑南族南王部落少年會所成員之一的同學，進入 Trakuban 手繪平面圖與圖示說明如下：





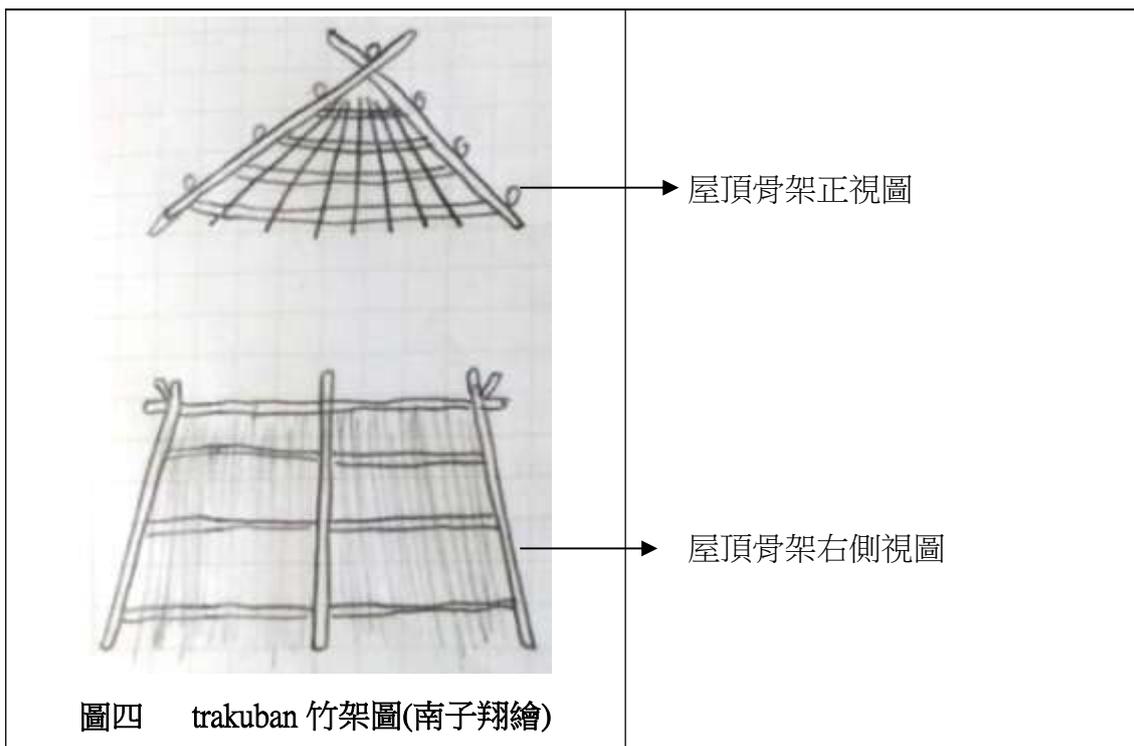
○ (最外圈的○) : 斜支撐
 (共 8 個位置, 2 枝刺竹一捆,
 共需 16 支刺竹)

圖二 trakuban 平面柱位圖(南子翔繪)

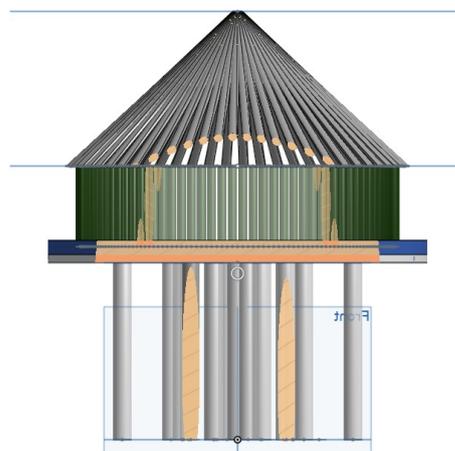
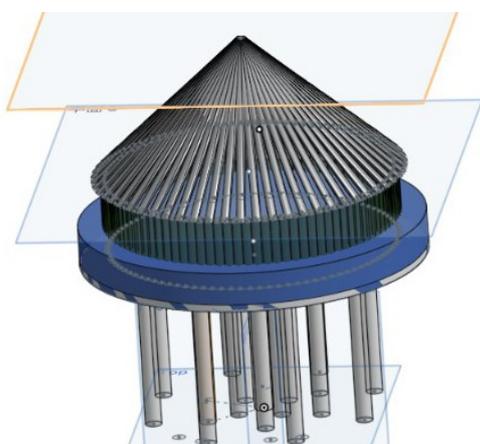


鋪上白茅草

圖三 trakuban 上視圖(南子翔繪)

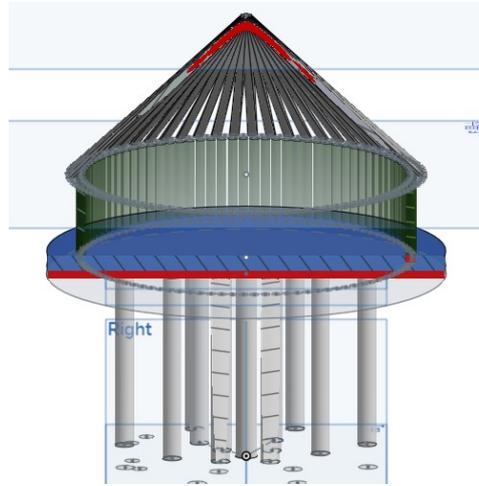


此外，我們還使用Solidworks團隊開發出來的3D建模平台 - Onshape，畫出下列Trakuban3D近似圖。用資訊科技保存傳統建築模型資料。



圖六-1 Trakuban3D近似圖(陳文龍繪)

圖六-2 Trakuban3D 前段剖面圖(陳文龍繪)



圖六-3 Trakuban3D 中段剖面圖 (陳文龍繪)



文獻資料裡的 Trakuban



卑南文化遺址公園 Trakuban 現況

三、研究問題(三)：學習少年會所的建築方式並製作模型進行科學實驗測試。

1. 比較高架式結構柱腳使用不同材料下所產生不同強度，對結構抗壓強度的影響。
2. 比較高架式結構柱腳在不同位置時所產生不同強度，對結構抗壓強度的影響。

3. 比較高架式結構柱腳在不同高度所產生不同強度，對結構抗壓強度的影響。
4. 比較不同粗糙面的支撐平台，來類推竹構架接合的緊密性，對結構抗壓強度的影響。
5. 比較竹柱的長短，對結構抗壓強度的影響。
6. 比較碳化竹材抗菌的效果，對竹材抗壓強度的影響。
7. 以單軸向振動台將 Trakuban 建築模型進行地震模擬，探討 Trakuban 的耐震能力。

我們想探討高架建築中，不同柱腳材料，再受到外力作用下，柱腳與其支撐的平台產生水平偏移變位的關係，紀錄柱腳在不同受力情形下，產生的偏移量，並建立出不同柱腳空間位置的數據，分析不同結構設計單位面積的抗壓強度。

(一)研究方法：實驗測量法

(二)研究步驟：

1.竹材泡菌液分析

步驟一：到竹林裡採菌土回來，用黑糖蜜加適當水量養菌一個星期。



卑南族的達古凡

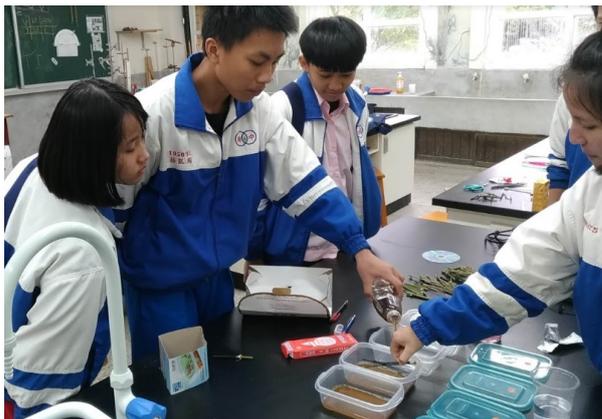
步驟二：將竹子切成適當長度



步驟三：將一部分竹子用火烤到表面碳化



步驟四：將一半有碳化的竹子，和一半沒碳化的竹子，同時放入菌液中，泡兩個星期。



步驟五：將竹子取出放置到木頭架，以重量測量器施力，直至竹子斷裂彎曲變形，讀取最大施力值。

步驟六：比較有碳化與沒碳化竹子抵抗外力的能力有無差異。

2. 結構荷重變位測量

實驗原理:

竹材所支撐平台的抗壓能力，可以國中自然與生活科技二下第六章第三節的壓力定義來描述，即 $P(\text{壓力})=F(\text{外力})/A(\text{受力面積})$ 。即在受力面積固定下，壓力大小與外力大小成正比。故我們在相同受力面積下，可以從外力大小來等同(正比關係)判斷壓力的大小。

實驗步驟:



步驟一：拿木板打先標記洞位置,再用電鑽打洞，再進行編號。

步驟二：拿竹子插在較內圈的洞裡，當作平台的柱腳。

圖七-1 竹子插在柱洞



步驟三：讓竹柱盡可能垂直基座。

圖七-2 竹子與平台垂直

卑南族的達古凡



步驟四：再拿起一個木板放在竹子上，立上竹柱，並在其上方放上粗糙木平台

步驟五：修不同長的竹子，使木板保持水平，並用圓形水平儀確認水平狀況。

圖八 用圓形水平儀確認水平狀況



步驟六：放已裝 1800 毫升的桶子在木板上。

圖九 放桶子在木板上

步驟七：檢查竹子是否有位移，並觀察竹子是否有變形。

步驟七：再裝 600 毫升的水到桶子

步驟八：檢查竹子是否有位移重複步驟七,步驟八，直到竹柱承受不了水桶的重量。

3. 地震模擬試驗

步驟一:拿黏土黏在外圈,緊黏機台.



圖十 緊黏機台

步驟二:以低速開始左右震動



圖十一 震動試驗中

步驟三:在加到高轉速時發現結構明顯損壞即停止試驗

步驟四:模型順時針轉 90 度,重複步驟一到三

柒、研究結果

1.結構荷重變位測量

探索問題 1.我們想要了解在相同孔洞位置，使用粗糙木平台，高架 19cm 的直柱使用不同的竹材(竹筴、刺竹、長枝竹) ，會有什麼不同的抗壓能力?

我們在木板上先從內圈圓選擇三個孔洞立上竹柱，並在其上方放上粗糙木平台，比較三種不同竹材(竹筴、刺竹、長枝竹) ，不同的抗壓能力，並記錄下來如下表，打 X 表示水桶下方的竹柱嚴重傾斜導致傾倒。

竹筴

靜載荷重 (kg)	編號 1	編號 2	編號 3
3.8	0	0	0
4	0	0	0
4.2	0	0	0
4.4	0	0.4	1.3
4.6	0	0.4	1.3
4.8	0	1.2	2.5
5	X	X	X

表一 內圈選三個柱腳位置(柱長 19cm)

刺竹

靜載荷重	編號 1	編號 2	編號 3
2.8	0	0	0
3	0	0	0
3.2	0	0	1.2
3.4	0	0	1.2
3.6	0	0	1.2
3.8	0	1.3	2.4
4	0	3.4	6.8
4.2	X	X	X

表-二 內圈選三個柱腳位置(柱長 19cm)

長枝竹

靜載荷重	編號 1	編號 2	編號 3
2.6	0	0	0
2.8	0	0	0.8
3	0	0	0.8
3.2	0	0.7	1.5
3.4	0	2.6	4.8
3.6	X	X	X

表三 內圈選三個柱腳位置(柱長 19cm)

探索問題 2. 同樣都是 19cm 的竹筷，使用粗糙木平台，在不同位置(內圈小圓中的三孔、中圈中圓中的三孔、外圈大圓中的三孔)，會有什麼不同的抗壓能力?

竹筷組

靜載荷重(kg)	編號 1	編號 2	編號 4
3	0	0	0
3.2	0	0	0
3.4	0	0	0
3.6	5	7	3
3.8	6	9	4
4	6	10	6
4.2	X	X	X
4.4			
4.6			

表四 內圈選三個柱腳位置(柱長 19cm)

竹筷組

靜載荷重(kg)	編號 7	編號 9	編號 12
4	0	0	0
4.2	1.2	1.2	1.2
4.4	X	X	X
4.6			
5.8			
6			

表五 中圈選三個柱腳位置
(柱長 19cm)

竹筷組

靜載荷重 (kg)	編號 14	編號 20	編號 25
3	2	0	0
3.2	2	1	0
3.4	3	1	0
3.6	3	1	1
3.8	4	2	2
4	4	2	2
4.2	4	2	2
4.4	5	4	2
4.6	6	4	3
4.8	6	4	4
5	7	5	5
5.2	X	X	X
6			

表六 外圈選三個柱腳位置(柱長 19cm)

探索問題 3. 同樣都是 19cm 的竹筷，使用粗糙木平台，在相同孔洞位置，三根直柱和四根直柱和五根直柱，會有什麼不同的抗壓能力。我們加做了兩組實驗，

如下：

圈選三個柱腳位置(柱長 19cm)

靜載荷重(kg)	編號1	編號2	編號3	編號4
3	0	0	0	0
3.2	0	0	0	0
3.4	0	0	0	0
3.6	0	0	0	0
3.8	0	0	0	0
4	0	0	0	0
4.2	0	0	0	0
4.4	0	0	0	0
4.6	0	0	0	0
4.8	0	0	0	0
5	0	0	0	0
5.2	0	0	0	0
5.4	0	0	0	0
5.6	0	0	0	0
5.8	0	0	0	0
6	0	0	7.5	0

表七 內圈選4個柱腳位置(柱長19cm)

竹筏組					
靜載荷重(kg)	編號5	編號11	編號14	編號21	編號24
3	0	0	0	0	0
3.2	0	0	0	0	0
3.4	0	0	0	0	0
3.6	0	0	0	0	0
3.8	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
4.2	0	0	0	0	0
4.4	0	0	0	0	0
4.6	0	0	0	0	0
4.8	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
5.2	0	0	0	0	0
5.4	0	0	0	0	0
5.6	0	0	0	0	0
5.8	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0

表八 內圈選5個柱腳位置(柱長19cm)

探索問題 4. 不同長度(19cm、15cm、9cm)的竹材，使用粗糙木平台，在相同孔洞位置，會什麼不同的抗壓能力?

竹筏組			
靜載荷重(kg)	編號1	編號2	編號3
3	0	0	0
3.2	0	0	0
3.4	0	0	0
3.6	0	0	0
3.8	0	0	0
4	0	0	0
4.2	0	0	0
4.4	0	0	0.8
4.6	0	0	1.2
4.8	0	1.5	2.3
5	X	X	X
5.2			
5.4			
5.6			
5.8			
6			

表九 內圈選三個柱腳位置(柱長15cm)

刺竹			
靜載荷重	編號1	編號2	編號3
3	0	0	0
3.2	0	0	0.6
3.4	0	0	0.8
3.6	0	0	0.8
3.8	0	0	1.2
4	0	0	1.2
4.2	0	1.6	3.5
4.4	0	2.5	4.2
4.6	X	X	X
4.8			
5			
5.2			
5.4			
5.6			
5.8			
6			

表十 內圈選三個柱腳位置(柱長15cm)

長枝竹			
靜載荷重	編號1	編號2	編號3
3	0	0	0
3.2	0	0	0.5
3.4	0	0	2.5
3.6	0	0	3.2
3.8	0	0	3.6
4	0	2.2	5.2
4.2	X	X	X
4.4			
4.6			
4.8			
5			
5.2			
5.4			
5.6			
5.8			
6			

表十一 內圈選三個柱腳位置(柱長15cm)

卑南族的達古凡

探索問題 5. 在相同孔洞位置，使用光滑木平台，高架 19cm 的直柱使用不同的竹材(竹筴、刺竹、長枝竹)，會什麼不同的抗壓能力?

靜載荷重(kg)	竹筴		
	編號1	編號2	編號3
3	0	0	0
3.2	0	0	0
3.4	0	0	0
3.6	0	0	0
3.8	0	0	0
4	0	0	0
4.2	0	0	0
4.4	0	0	0
4.6	0	0	0.5
4.8	0	0	1.3
5	0	0	1.3
5.2	0	0	2.2
5.4	0	1.8	2.4
5.6	X	X	X
5.8			
6			

表十二 內圈選三個柱腳位置(柱長9cm)

靜載荷重	刺竹		
	編號1	編號2	編號3
3	0	0	0
3.2	0	0	0
3.4	0	0	0
3.6	0	0	0
3.8	0	0	0.7
4	0	0	1.4
4.2	0	0	2.4
4.4	0	0	2.4
4.6	0	1.2	3.5
4.8	X	X	X
5			
5.2			
5.4			
5.6			
5.8			
6			

表十三 內圈選三個柱腳位置(柱長9cm)

靜載荷重	長枝竹		
	編號1	編號2	編號3
3	0	0	0
3.2	0	0	0
3.4	0	0	0
3.6	0	0	1.2
3.8	0	0	2.5
4	0	0	2.5
4.2	0	0	3.4
4.4	0	1.9	4.8
4.6	X	X	X
4.8			
5			
5.2			
5.4			
5.6			
5.8			
6			

表十四 內圈選三個柱腳位置(柱長9cm)

內圈選三個柱腳位置(柱長19cm)			
靜載荷重	編號6	編號11	編號14
2	0	0	0
2.2	0	0	0
2.4	0	0	0
2.6	0	0	0
2.8	0	0	0
3	0	0	0
3.2	0	0	0
3.4	0	0.3	0.6
3.6	0	0.3	0.6
3.8	0	2.4	3.2
4	X	X	X
4.2			
4.4			
4.6			
4.8			
5			

表十五 光滑木平台-竹筴

內圈選三個柱腳位置(柱長19cm)			
靜載荷重	編號6	編號11	編號14
2	0	0	0
2.2	0	0	0
2.4	0	0	0
2.6	0	0	0
2.8	0	0	0
3	0	0	0
3.2	0	0	0
3.4	0	1.3	1.5
3.6	X	X	X
3.8			
4			
4.2			
4.4			
4.6			
4.8			
5			

表十六 光滑木平台-刺竹

內圈選三個柱腳位置(柱長19cm)			
靜載荷重	編號6	編號11	編號14
2	0	0	0
2.2	0	0	0
2.4	0	0	0
2.6	0	0	0
2.8	0	0	0
3	0	0	0
3.2	X	X	X
3.4			
3.6			
3.8			
4			
4.2			
4.4			
4.6			
4.8			
5			

表十七 光滑木平台-長枝竹

內圈選三個柱腳位置(柱長19cm)				
靜載荷重(kg)	編號6	編號11	編號14	編號21
3	0	0	0	0
3.2	0	0	0	0
3.4	0	0	0	0
3.6	0	0	0	0
3.8	0	0	0	0
4	0	0	0	0
4.2	0	0	0	0
4.4	0	0	0	0
4.6	X	X	X	X
4.8				
5				
5.2				
5.4				
5.6				
5.8				
6				

表十九 光滑木平台-長枝竹

內圈選三個柱腳位置(柱長19cm)					
靜載荷重(kg)	編號6	編號11	編號14	編號21	編號24
3	0	0	0	0	0
3.2	0	0	0	0	0
3.4	0	0	0	0	0
3.6	0	0	0	0	0
3.8	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
4.2	0	0	0	0	0
4.4	0	0	0	0	0
4.6	0	0	0	0	0
4.8	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
5.2	0	0	0	0	0
5.4	X	X	X	X	X
5.6					
5.8					
6					

表二十 光滑木平台-長枝竹

材受力傾角與變位紀錄表						
實驗組(碳化)			對照組(無碳化)			
荷重	傾角(°)	垂直位移(mm)	荷重	傾角(°)	垂直位移(mm)	
0.5Kg	0	0	0.5Kg	0	0	
0.75Kg	2	2	0.75Kg	0	0	
1Kg	3	3	1Kg	3	2	
1.25Kg	3	3	1.25Kg	3	2	
1.5Kg	5	4	1.5Kg	6	4	
1.75Kg	10	9	1.75Kg	7	4.5	
2Kg			2Kg	8	5	

表二十一 竹材受力傾角與變位紀錄表

2.地震模擬高速試驗結果

Trakuban建築模型承受單軸振動台，在60秒內，轉速由 0 RPM增加到302 RPM，耐震試驗結果發生多枝柱角損毀偏移。



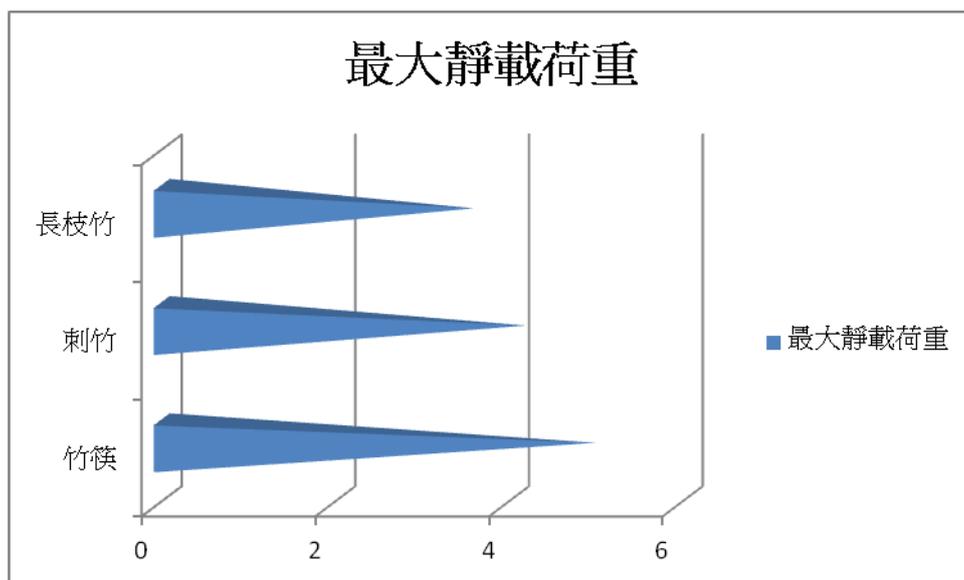
圖十二 Trakuban建築模型承受單軸振動台到達高轉速



圖十三 地震模擬高速試驗結果損壞照

捌、分析與討論

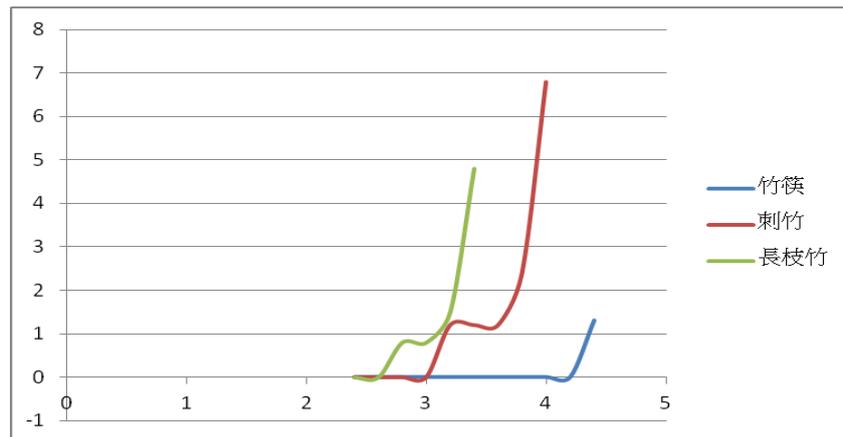
探索問題1中，在相同孔洞位置，使用粗糙木平台，高架19cm的直柱使用不同的竹材(竹筴、刺竹、長枝竹)，抗壓能力比較結果如下，竹筴>刺竹>長枝竹。



圖十四 抗壓能力比較結果竹筴>刺竹>長枝竹

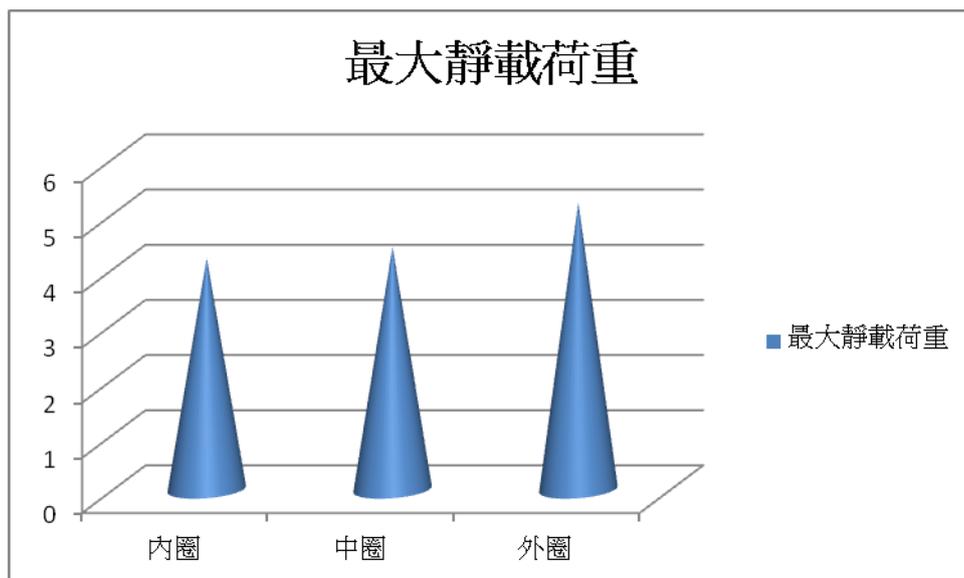
卑南族的達古凡

從不同竹材荷重與偏移量關係圖中，橫軸是受力大小，縱軸是偏移量，我們可以看出，受力大小和偏移量非線性關係，且在相同受力大小中，竹筴的偏移量都相對較小，表示竹筴的抗壓能力較大，我們推論原因是竹筴是實心，且都很直，所以強度最好，但它只能來做模型用或小實驗用。所以實際建築上應該還是刺竹會是當柱子最優的竹材。



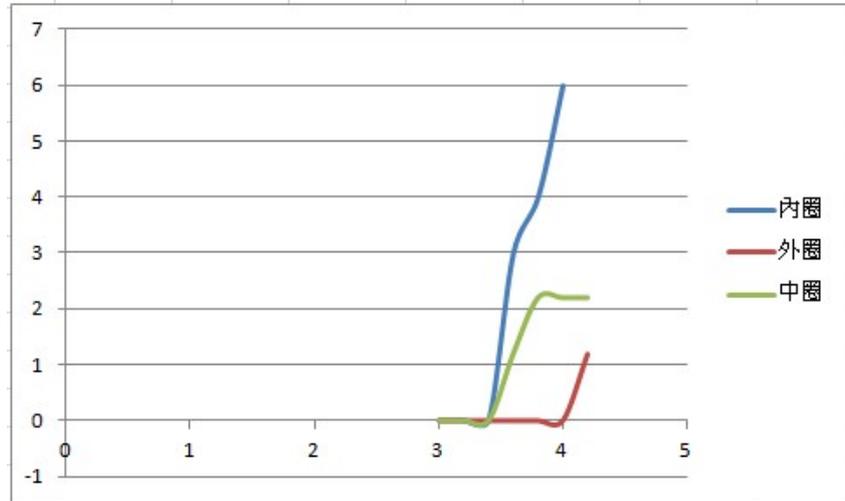
圖十五 不同竹材荷重與偏移量關係圖

探索問題2中，同樣都是19cm的竹筴，使用粗糙木平台，在不同位置(內圈小圓中的三孔、中圈中圓中的三孔、外圈大圓中的三孔)，抗壓能力比較結果如下，外圈>中圈>內圈。



圖十六 抗壓能力比較結果外圈>中圈>內圈

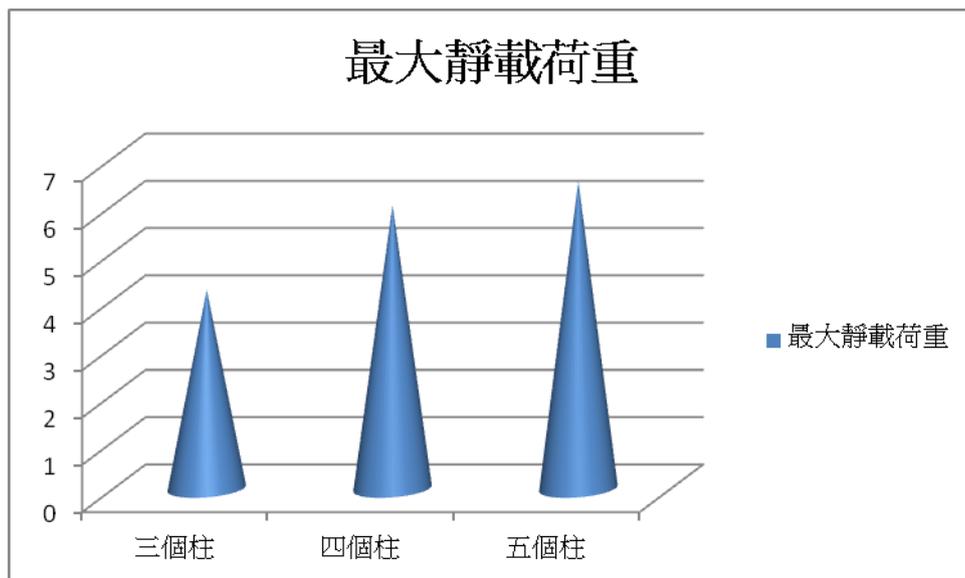
從不同竹柱位置荷重與偏移量關係圖中，橫軸是受力大小，縱軸是偏移量，我們可以看出，受力大小和偏移量也是非線性關係，且在相同受力大小中，外圈的偏移量都相對較小，表示外圈柱位的抗壓能力較大。



竹筴-不同竹柱位置荷重與偏移量關係圖

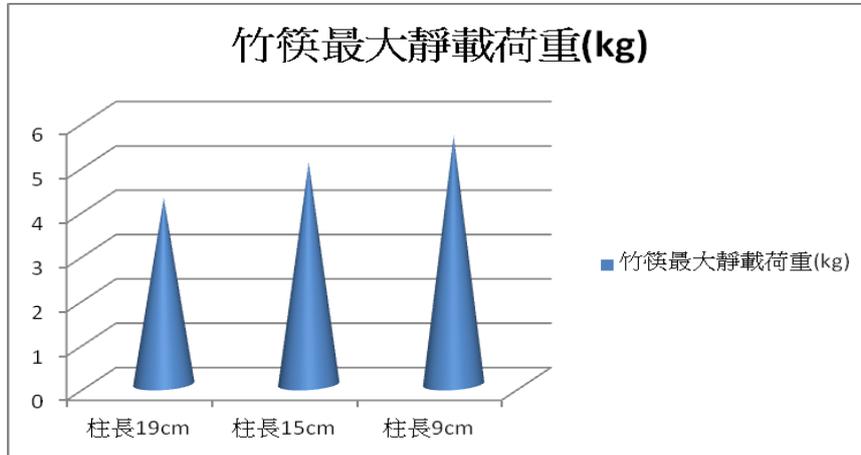
圖十七 不同竹柱位置荷重與偏移量關係圖

探索問題3中，同樣都是19cm的竹筴，使用粗糙木平台，在相同孔洞位置，三根直柱和四根直柱和五根直柱，抗壓能力比較結果如下，五根直柱>四根直柱>三根直柱。

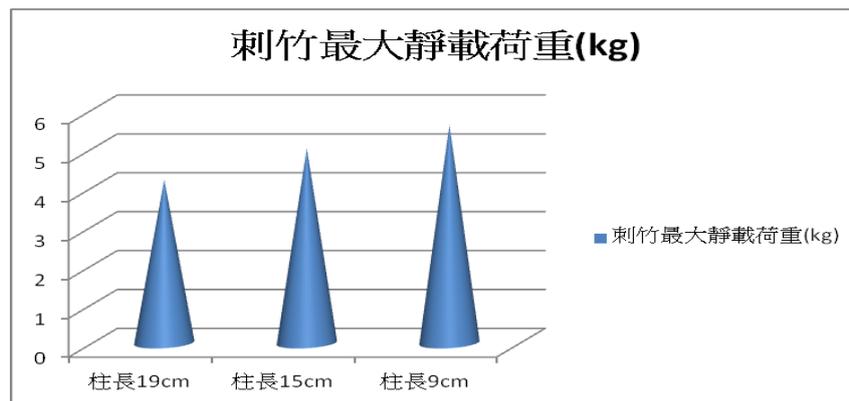


圖十八 抗壓能力比較結果五根直柱>四根直柱>三根直柱

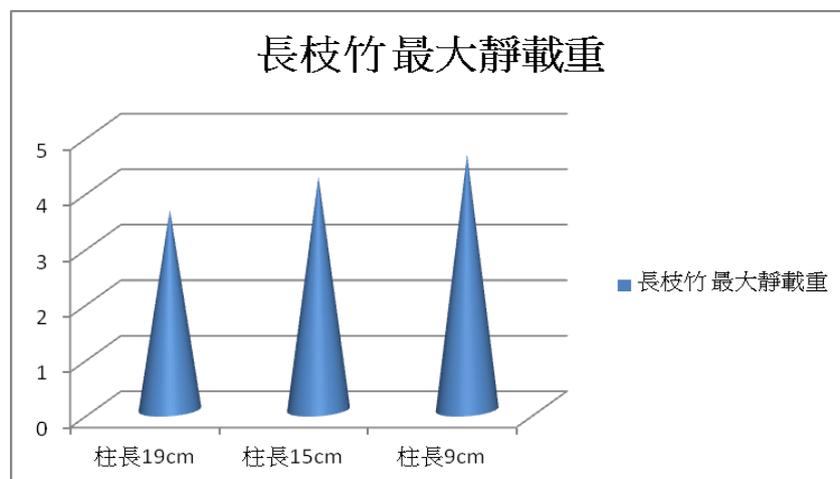
探索問題4中，不同長度(19cm、15cm、9cm)的竹材，使用粗糙木平台，在相同孔洞位置，抗壓能力比較結果如下，9cm>15cm>19cm。所以我們可以推論，越高的干欄式結構，其柱腳就會越弱。



圖十九 竹筴抗壓能力比較結果9cm>15cm>19cm

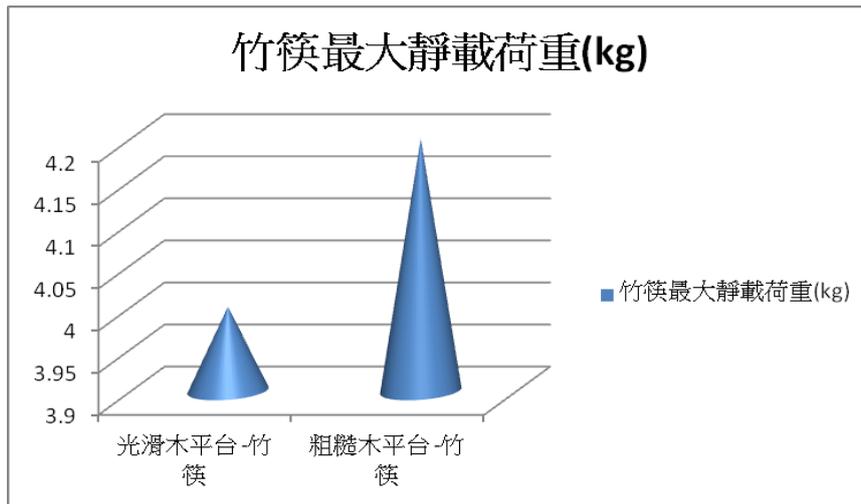


圖二十 刺竹抗壓能力比較結果9cm>15cm>19cm

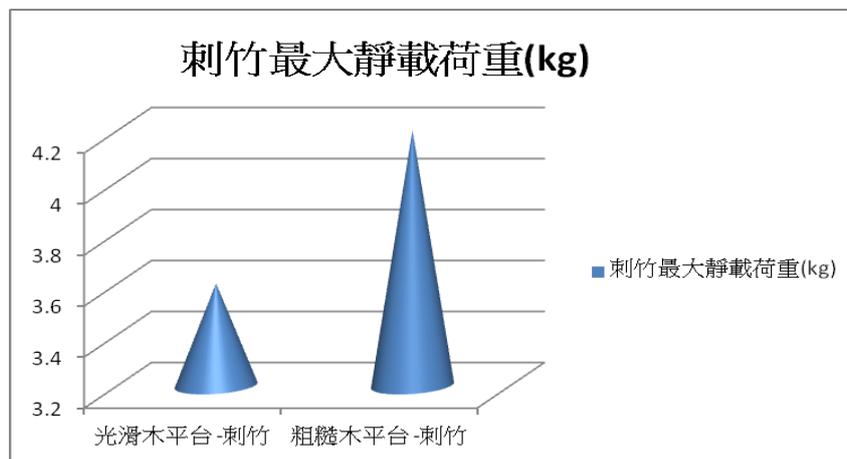


圖二十一 長枝竹抗壓能力比較結果9cm>15cm>19cm

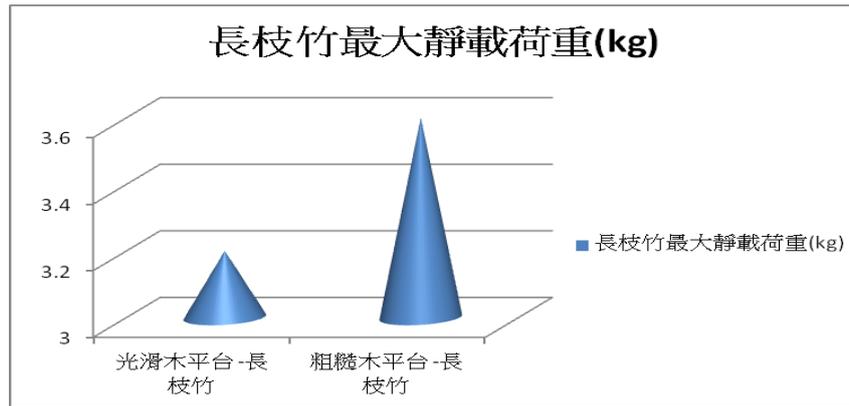
探索問題5中，在相同孔洞位置，使用光滑木平台，高架19cm的直柱使用不同的竹材(竹筴、刺竹、長枝竹)，結果發現光滑木平台抗壓能力小於粗糙木平台。推論原因為光滑木平台沒有摩擦力所以容易產生位移，相反的粗糙木平台因為表面粗糙靜摩擦力較大，所以在實驗過程中不容易產生位移。就像實際的竹構架的梁柱接合處，若使用黃藤綁得越緊越扎實，其結構強度也會較佳。



圖二十二 竹筴光滑木平台抗壓能力小於粗糙木平台

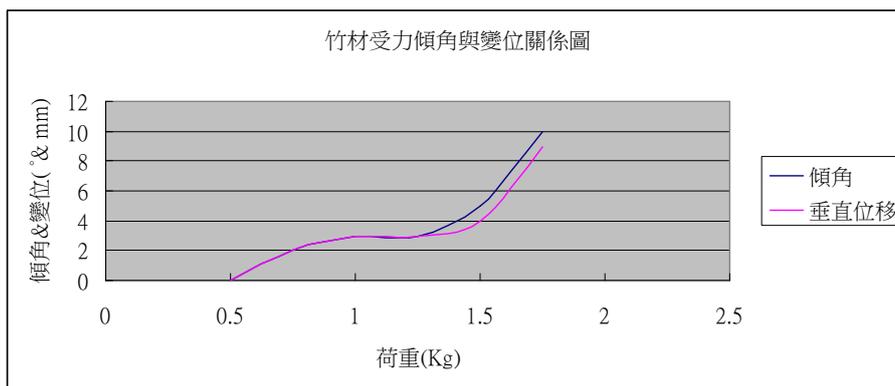


圖二十三 刺竹光滑木平台抗壓能力小於粗糙木平台

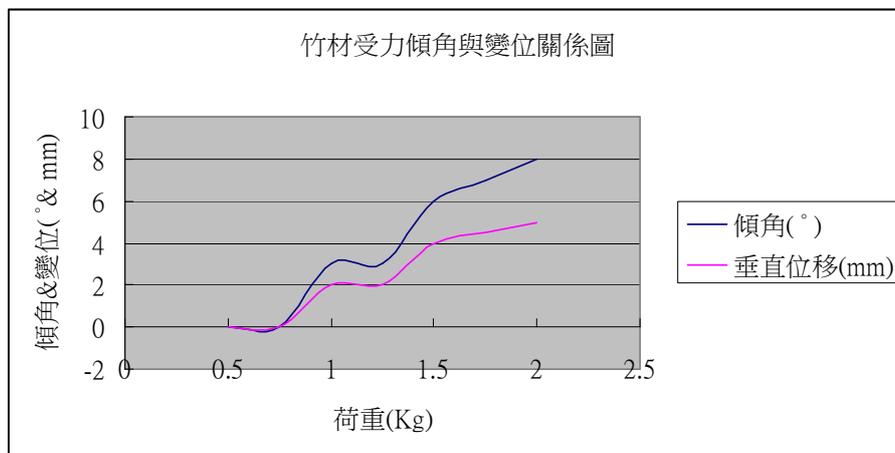


圖二十四 長枝竹光滑木平台抗壓能力小於粗糙木平台

探索問題 6 中，比較碳化竹材抗菌的效果，我們沒有發現預期竹材碳化實驗就能優於沒碳化的對照組，經過兩個多星期浸泡菌液，對竹材碳化抗壓強度略低。我們發現從竹材受力傾角與變位關係圖中所顯示，竹材受力越大，其竹材的傾角與變位也會越大，但不是線性關係。



圖二十五 碳化組竹材受力傾角與變位關係圖



圖二十六 無碳化組竹材受力傾角與變位關係圖

探索問題 7 中，以單軸向振動台將 Trakuban 建築模型進行地震模擬，發現 Trakuban 的干欄式結構，越多柱子就能達成越高度的靜不定構造。這樣高度靜不定的構造即使受到強烈地震的考驗，即使損壞了幾個柱子，未損壞的柱子會協助支撐住，受力會重新分配，但平台不易垮掉。

玖、結論

在文化層面上，我們發現幾項議題，也是目前傳統文化面對的問題，如下：

一、傳統與現代的文化落差，兩者之間必須取得平衡：

進入部落與耆老訪談後，我們深深體會到從傳統轉變到現代的轉變。少年會所的制度，在某種程度就像現在某些部落想推動的傳統部落學校一樣，是一種沉浸式學習，和我們現在在學校裡接受的教育方式（坐著聽講）非常不同。而且部落的年齡階級組織，也和我們現在國家的法律不同，例如成年規範。在部落裡，高二的年紀就是要進入成年會所的年齡，開始跟著成年會所成員與教父學習保護部落的一切事情，米亞不但要接受三年且非常嚴格的訓練，學習如何成為一個成年人。而在我們國家律法裡，卻還是未成年。而現代的生活與工作型態，某種程度也導致部落傳統文化的流失。

二、運作嚴謹的少年會所制度與過度儀式，扮演卑南族重要的文化傳承角色：

少年會所是卑南族男性養成的地方，有自成一格的倫理與規範，就像現在的軍事防禦體系一樣，保護部落。此外，從了解少年會所建築的過程裡，我們發現卑南族運用了許多的過度儀式，協助卑南族的孩童轉化成青少年，再轉化成成年人，而成為部落的長者後再透過會所制度與年齡階級組織，將自己多年累積的文化與智慧傳承下去。一個接一個的過度儀式，讓卑南族的男性安然地成長且承擔起應盡的責任。而在現代國家體制與現代工商業生活模式進入部落時，讓卑南族無法再維持原有且傳統的生活方式。在面對現代社會中的種種問題時，如何讓文化得以傳承、維繫下去，是部落族人需要一起思考與面對的重大議題。

三、傳統文化流失的省思

少年會所Trakuban不僅僅只是建築，它還乘載了卑南族的制度與文化。藉由少年會所，串起了部落的人，藉由種種儀式，讓部落的人找到自己的位置並承擔責任。傳統建築與傳統工藝技術的流失，我們失去的不只是一個傳統建築，而會是整個卑南族文化的流失。適應當代生活，挑選出部落的文化智慧精髓並傳承下去，才能夠繼續維繫卑南族文化。

而在科學實驗層面，依據我們實驗結果，我們可以推論除了模型用的竹筴，刺竹堪稱是所有實際用來建築的竹材中，抗壓強度最強，它有接近實心的結構，這是一般竹子所沒有的。另一點，我們發現越高的干欄式結構，其柱腳就會越弱。就會需要越多柱子來共同支撐上方的平台。詳細說明干欄式竹架構的幾點特性如下：

- 一、在相同孔洞位置，使用粗糙木平台，高架 19cm 的直柱使用不同的竹材(竹筴、刺竹、長枝竹)，發現竹筴抗壓能力最佳，因為竹筴子是實心又很直比起彎彎的竹子筴子的抗壓性比較強。
- 二、同樣長度的竹筴，使用粗糙木平台，在不同位置(內圈小圓中的三孔、中圈中圓中的三孔、外圈大圓中的三孔)，發現外圈抗壓能力最佳，因為它所支撐的點較廣泛，反而越中間的竹子所支撐的面積越小。
- 三、同樣長度的竹筴，使用粗糙木平台，在相同孔洞位置，三根直柱和四根直柱和五根直柱，發現五根直柱抗壓能力比較最佳，因為如果只用三根直柱能負荷的重量不大，而且越多支撐就越穩固。
- 四、不同長度)的竹材，使用粗糙木平台，在相同孔洞位置，發現越短的抗壓能力比較最佳，因為越低的直柱越穩，而越高的直柱因為重量容易位移。

卑南族的達古凡

五、在相同孔洞位置，使用光滑木平台，相同長度的直柱使用不同的竹材(竹筴、刺竹、長枝竹)，光滑木平台抗壓能力小於粗糙木平台，因為光滑木平台沒有摩擦力所以容易產生位移，相反的粗糙木平台因為表面粗糙靜摩擦力較大，所以在實驗過程中不容易產生位移。就像實際的竹構架，使用黃藤綁得越緊越扎實，其結構強度也會較佳。

六、而從耐震測試結果可發現，達谷凡是高度靜不定，這樣的房子結構提供了高度的穩定性，從模型的地震模擬試驗，可以看出即使模型的六根柱子嚴重偏移甚至斷掉，平台依然穩固。

拾、參考資料

黃志弘、楊詩弘主編(2012)。千千岩助太郎台灣高砂族住家調查測繪手稿全集(原

作者：千千岩助太郎繪)。臺北市：臺北科技大學。

林英智等人(2017)。國中自然與生活科技 2 下，第六章 力與壓力。康軒出版社

關華山(2010)。原住民可持續居住環境的展望。臺北市：稻鄉。

認識台灣原住民-卑南族(2019)。檢索於 2018 年 12 月 3 日，取自網頁：

<http://www.dmtip.gov.tw/web/page/detail?l1=2&l2=33&l3=19&l4=33>

高腳屋—臺灣原住民族干欄式建築特展(2013)。檢索於 2018 年 4 月 13 日，取自

網頁：<http://ntcag.ctu.com.tw/文化藝賞/高腳屋—臺灣原住民族>

[%E3%80%80 干欄式建築特展](#)

干欄式建築(2018)。維基百科。檢索於 2018 年 12 月 21 日，取自網頁：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/干欄式建築>

南王部落(2018)。維基百科。檢索於 2018 年 12 月 21 日，取自網頁：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/南王部落>

卑南年祭(2019)。台灣社會人文電子影音資料庫檢索。檢索於 2018 年 12 月 21

日，取自網頁：

<http://proj1.sinica.edu.tw/~video/main/tribe-art/festival/pu/monkey-all.html>

卑南族的達古凡

猴祭 Mangamangayau 卑南族(2019)。臺灣原住民族資訊資源網。檢索於 2018 年

12 月 21 日，取自網頁：http://www.tipp.org.tw/ceremony.asp?CD_ID=197

「成年禮」是卑南族年祭當中一個重要的儀式(2019)。檢索於 2018 年 12 月 21

日，取自網頁：<https://www.youtube.com/watch?v=xXJuDfwy3nk>

原視 VUVU 您很會 第 40 集【卑南族-南王部落】 完整版(2018)。檢索於 2018

年 12 月 22 日，取自網頁：

https://www.youtube.com/watch?v=IwjQY8tUS_M