

南 華 大 學  
建築與景觀學系環境藝術碩士班  
碩士學位論文

A THESIS FOR THE DEGREE OF MASTER PROGRAM IN  
ENVIRONMENTAL ARTS, DEPARTMENT OF ARCHITECTURE  
AND LANDSCAPE DESIGN, NANHUA UNIVERSITY

日式木造牆體之修復設計研究  
- 以嘉義舊監獄宿舍為例

A Study on the Restoration Design for Wooden  
Wall : by Case of the Dormitory for Chiayi Old  
Prison

研 究 生：蔡隆輝  
GRADUATE STUDENT : TSAI, LONG-HUI

指導教授：陳正哲 博士  
ADVISOR : CHEN, CHENG-CHE

中 華 民 國 一 〇 六 年 六 月

# 南 華 大 學

建築與景觀學系環境藝術碩士班

碩士學位論文

日式木造牆體之修復設計研究-以嘉義舊監獄宿舍為例

A Study on the Restoration Design for Wooden Wall : by Case of  
the Dormitory for Chiayi Old Prison

研究生：蔡登禛

經考試合格特此證明

口試委員：何子瑜

李江

蔡明修

指導教授：何子瑜

系主任(所長)：陳惠民

口試日期：中華民國 106 年 6 月 30 日

## 中文摘要

透過走訪嘉義市，發現有許多木造建築，當中有多數的木屋因外牆受損而換了新的牆面。這些更換的牆面是以浪板取代雨淋板，這樣的牆面作法在堅固和美觀上有不足之處。嘉義市東區的木屋數量就有千棟以上，若能開放修繕木造建築的牆體技術，將便於牆體整修工作普及化使其能改善都市景觀，並同時加強建物之抗震強度。

因為有上述的問題，所以本研究將開放建築的理念帶入，是一種系統化的建築，能夠大量且快速地去操作。日式木造建築的水平地震抵抗力需要透過梁柱之間的編竹夾泥牆，而編竹夾泥牆上通常也抹著白灰，這樣就同時具有抗震和隔熱的效果。傳統日式木造建築的牆體與梁柱結構之間的關係，可以看作開放建築裡提到的支架體與填充材，而對牆體（填充材）的修繕設計，如有快速且便利的方案，將能夠影響都市景觀。

傳統編竹夾泥牆對於現今民眾要自行修繕是有一定難度，有必要帶入不同思維的做法來修繕牆體，不採原樣修繕的方式，而找尋其可替代之方案。為了讓民眾能夠提高自行修繕的意願以及能力，因此本研究主要目的為：(1) 簡易替換牆體之方案設計 (2) 牆體之耐震力提升。

本研究的研究成果是將框組的組立設計的說明、施工順序的記錄、耐震能力的檢測以及經費的考量，讀完本論文後，能夠瞭解修繕牆體這件事情，進而對提升修繕牆體的抗震能力產生信心和修繕意願。通過對設計方案的了解，民眾也能具有自行修繕牆體的技術與觀念。

關鍵詞：易替換性牆體、修繕設計、開放建築

## Abstract

Through observation to Chiayi City, found that there are many wooden buildings, most of the wooden buildings the walls become metal, because of the damage to the external walls. The shortcomings of such it are fragile and unsightly.

Because of the problem, This study brings the concept of open architecture into. The resist horizontal seismic force of Japanese-style wooden buildings needs to be made through the walls, the walls also have the effect of Resistance to earthquakes and heat insulation.

Restoration the Japanese mud-plastered wall is very difficult for the people themselves ,it is necessary to take a different way of thinking to repair the wall, do not take the original way to repair and find alternatives . In order for people to have their own willingness and ability to repair, the main purpose of this study is: (1) simple replacement wall of the design (2) wall of the seismic strength.

The results of this study are the expound of wall design, the record of construction sequence, the detection of anti-level seismic force and the consideration of funds, After reading this article, Have confidence and willingness to repair the walls. Through the understanding of the design program, people can also have their own repair wall technology and ideas.

Keyword : Replaceable wall 、 Restoration Design 、 Open Building

## 目錄

壹	緒論	
	1-1 動機與背景	1
	1-2 研究目的	11
	1-3 研究方法	11
	1-4 既往研究	13
貳	基地與理論	
	2-1 基地概述	17
	2-2 日式宿舍簡史與建築現況	20
	2-2-1 日式宿舍簡史	20
	2-2-2 建築現況	26
	2-3 開放建築概述	35
參	修繕設計討論	
	3-1 破壞調查	39
	3-2 設定修繕範圍	41
	3-3 改良方法	42
	3-3-1 方案 A	43
	3-3-2 方案 B	48
	3-4 方案比較	52
	3-5 施作材料與價格	68
肆	實作方案	
	4-1 施工流程	73
	4-2 施作紀錄	75
	4-3 修繕流程檢討	78
伍	結論與建議	
	5-1 結論	81
	5-2 執行建議與後續研究	83
	參考資料	87

---

## 圖目錄

圖 1-1	木造建築調查 1	2
圖 1-2	木造建築調查 2	2
圖 1-3	木造建築調查 3	3
圖 1-4	木造建築調查 4	3
圖 1-5	木造建築調查 5	4

圖 1-6 木造建築調查 6	4
圖 1-7 木造建築調查 7	5
圖 1-8 木造建築調查 8	5
圖 1-10 木造建築調查 10	6
圖 1-9 木造建築調查 9	6
圖 1-11 木造建築調查 11	7
圖 1-12 木造建築調查 12	7
圖 1-13 木造建築調查 13	8
圖 1-14 木造建築調查 14	8
圖 1-15 後製雨淋板修改前	9
圖 1-16 後製雨淋板修改後	9
圖 1-17 後製雨淋板修改前	10
圖 1-18 後製雨淋板修改後	10
圖 1-19 研究核心	12
圖 2-1 嘉義舊監獄古蹟保存區內宿舍管理機關分佈圖	17
圖 2-2 基地位置圖	18
圖 2-3 宿舍群街景	19
圖 2-3 真壁與大壁構造細部圖	22
圖 2-4 各式下見板張說明圖	23
圖 2-5 基礎示意圖	24
圖 2-7 日式宿舍軸組示意圖	25
圖 2-6 日式宿舍軸組示意圖	25
圖 2-8 嘉義市維新路 134 巷 17-23 號平面圖	26
圖 2-9 嘉義市維新路 134 巷 17-23 號立面圖	27
圖 2-10 日式宿舍基礎作法	27
圖 2-11 17 和 19 號南向立面	28
圖 2-12 17 和 19 號南向立面	28
圖 2-13 21 和 23 號北向立面	32
圖 2-14 21 和 23 號北向立面	32
圖 3-1 B 牆面修繕前編竹夾泥牆現況	39
圖 3-2 B 牆面磚作基礎與土台現況	39
圖 3-3 牆體 B 壓條破壞範圍	40
圖 3-4 牆體 B 雨淋板破壞範圍	40
圖 3-5 牆體 B 編竹夾泥牆破壞記錄	40
圖 3-6 修繕範圍判定圖	41

圖 3-7 方案 A 框組立面圖	43
圖 3-8 方案 A 框組替換示意圖	44
圖 3-9 螺絲間距	45
圖 3-10 B 牆面方案 A 剖面圖	46
圖 3-11 方案 A 局部剖面圖	47
圖 3-12 方案 B 框組立面圖	48
圖 3-13 方案 B 框組替換示意圖	49
圖 3-14 方案 B 剖面圖	50
圖 3-15 方案 B 局部剖面圖	51
圖 3-16 牆體圖例	52
圖 3-17 四分法示意圖	53
圖 3-18 現況帶入四分法示意圖	53
圖 3-20 計算各領域承重力計算式	54
圖 3-19 計算承重力計算式	54
圖 3-22 配置承載元件的減少係數	55
圖 3-21 計算壁體的承受力	55
圖 3-23 變質程度減少係數	56
圖 3-24 建築物耐震力結算表	56
圖 3-25 原始牆體配置圖	57
圖 3-26 原始牆體配置帶入方案 A	58
圖 3-27 原始牆體配置帶入方案 B	59
圖 3-28 原始牆體配置帶入方案 A+B	59
圖 3-29 新牆體配置圖以編竹夾泥牆修繕	60
圖 3-30 新牆體配置圖以方案 A 修繕	61
圖 3-31 新牆體配置圖以方案 B 修繕	62
圖 3-32 新牆體配置圖以方案 A+B 修繕	62
圖 3-33 壁體耐力加總	64
圖 3-35 新牆體配置圖以方案 A 在領域 a 修復一座 182cm 牆體	65
圖 3-34 新牆體配置圖以方案 A 在領域 b 修繕兩道牆	65
圖 3-36 新牆體配置以方案 A 在領域 a 修復一座 91cm 牆體	66
圖 4-1 施工流程圖	74
圖 4-2 雨淋板拆除後	75
圖 4-3 方案 A 框組安裝	75
圖 4-4 結構合板安裝於框組上	76
圖 4-5 安裝雨淋板	76

圖 4-6 安裝壓條	77
圖 4-7 漆護木漆	77
圖 4-8 框組正確組法	78
圖 5-1 X 向修繕牆體位置圖	82
圖 5-2 實際應用修繕流程圖	84

---

表目錄

表 2-1 判任官舍類型	21
表 2-2 南向立面外觀現況調查對照表	29
表 2-3 北向立面外觀現況調查對照表	33
表 3-2 XY 向耐震力表	58
表 3-3 XY 向耐震力表	58
表 3-4 XY 向耐震力表	59
表 3-5 XY 向耐震力表	59
表 3-6 XY 向牆體充足率表	60
表 3-7 XY 向耐震力表	61
表 3-8 XY 向耐震力表	61
表 3-9 XY 向耐震力表	62
表 3-10 XY 向耐震力表	62
表 3-11 方案 B 中領域 a 只替換一組之耐震力表	63
表 3-12 方案 B 中領域 b 只替換一組之耐震力表	63
表 3-13 材料系數表	64
表 3-14 方案 A 在領域 b 修繕兩道牆面耐震力表	65
表 3-15 方案 A 在領域 a 修復一座 182cm 牆體	65
表 3-16 方案 A 在領域 a 修復一座 91cm 牆體耐震力表	66
表 3-17 方案對照表	67
表 3-18 材料經費表 (外牆二坪單價)	68
表 3-19 建材熱阻值 (綠建築標章計算資料)	69
表 3-20 岩棉經費表 (外牆兩坪單價)	70
表 5-1 耐震數值比較表	81
表 5-2 修繕流程表	85



# 壹 緒論

1-1 動機與背景

1-2 研究目的

1-3 研究方法

1-4 文獻回顧

## 1-1 動機與背景

本研究走訪嘉義市，在市區的路上能夠很輕易地見到木造建築，當中有許多的木屋因外牆受損而換了新的牆面。因此本研究觀察嘉義市的木造建築，觀察現存的木造建築都有什麼問題，以及了解這樣木造的建築物能夠產生怎樣的都市景觀。

這些更換的牆面是以浪板取代雨淋板，這樣的牆面作法在堅固和美觀上有不足之處。嘉義市東區的木屋數量就有千棟以上，若能開放修繕木造建築的牆體技術，將便於牆體整修工作普及化使其能改善都市景觀，並同時加強建物之抗震強度。

位於嘉義市民樂街與吳鳳北路接口，是一棟長條型的木造建築，外牆雨淋板屬於南京下見板張（英式雨淋板），板材下緣已經產生白化以及部分的翹曲，但外觀完整且保留著日式建築的外觀。



圖 1-1 木造建築調查 1



圖 1-2 木造建築調查 2

圖 2-10 位於嘉義市民權路與吳鳳北路的圓環，二樓才有木造外牆，雨淋板屬於南京下見板張（英式雨淋板）。屋面已經改為鐵皮浪板，牆體仍然保持木造雨淋板的狀態，但如圖 2-11 圓圈處，已經有板材開始白化和翹曲產生脫落的現象，而這樣的狀況也不在少數。



圖 1-3 木造建築調查 3



圖 1-4 木造建築調查 4

圖 1-5 位於嘉義市北榮街 44 巷 8 號，屬於南京下見板張（英式雨淋板），此建築物是嘉義市常見的木造建築的立面，未脫落部分的雨淋板保留，但板材已有脫落需要修整的現象，而將板材損壞脫落的部分由鐵皮遮蓋暫時抵擋雨水。圖 1-5 為同一棟建築物，鐵皮替換相較於板材的替換、壁體修繕及防水處理都簡單許多，但在外觀上顯得格格不入。



圖 1-5 木造建築調查 5

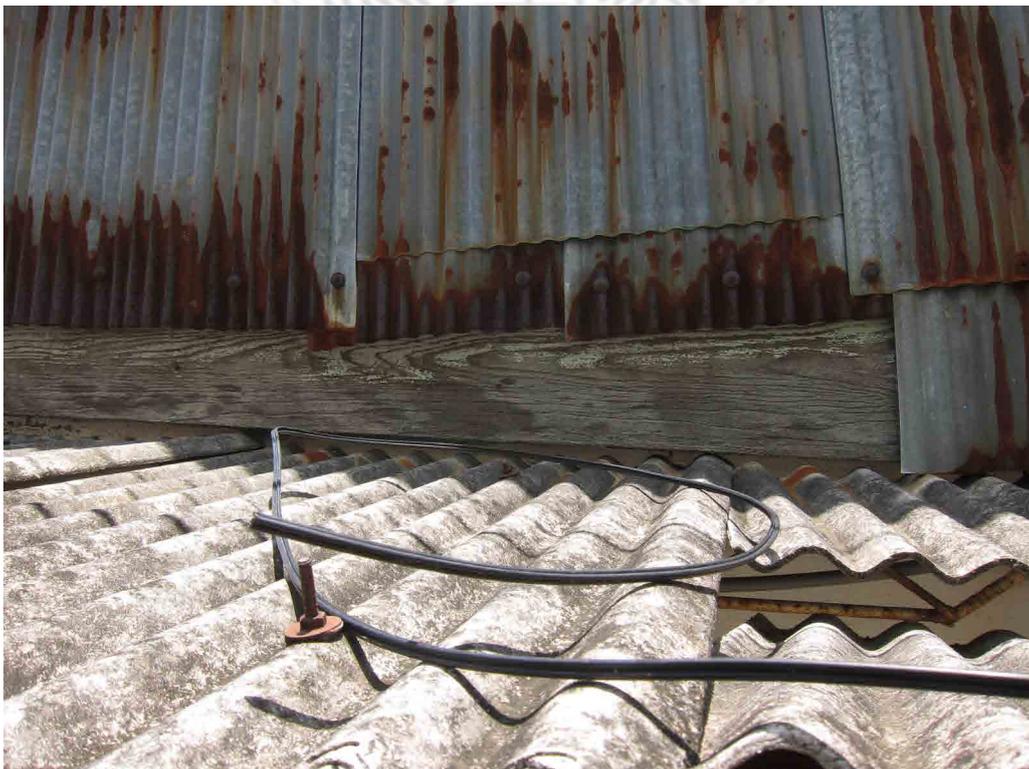


圖 1-6 木造建築調查 6

圖 2-13 位於嘉義市成仁街 237 巷 4 弄 3 號，牆體以鐵皮覆蓋，並且鐵皮也已經鏽蝕穿孔。圖 2-14 可以看到鐵皮底下的木造雨淋板雖然沒有脫落，但是板材木節處已經有孔洞並且需要更換，鐵皮部分沒有進行整修使也損毀了。



圖 1-7 木造建築調查 7



圖 1-8 木造建築調查 8

圖 2-15 位於嘉義市北榮街 38 號，雨淋板樣式是屬於德式雨林板，木料表面皆有藍色漆料，是民國初期常見的顏色。推測因有這層漆料保護了木材，使之破損的較少，也可能因為近期才沒有人住，但短邊的板材已經嚴重損壞脫落了如圖 2-16。



圖 1-9 木造建築調查 9



圖 1-10 木造建築調查 10

圖 2-17 位於嘉義市長榮街 181 號，屬於南京下見版（英式雨淋板）。外觀仍保有木造建築的樣式，透過圖 2-18 可以發現，板材邊緣著釘處已破裂脫落，原有木節也出現孔洞。



圖 1-11 木造建築調查 11

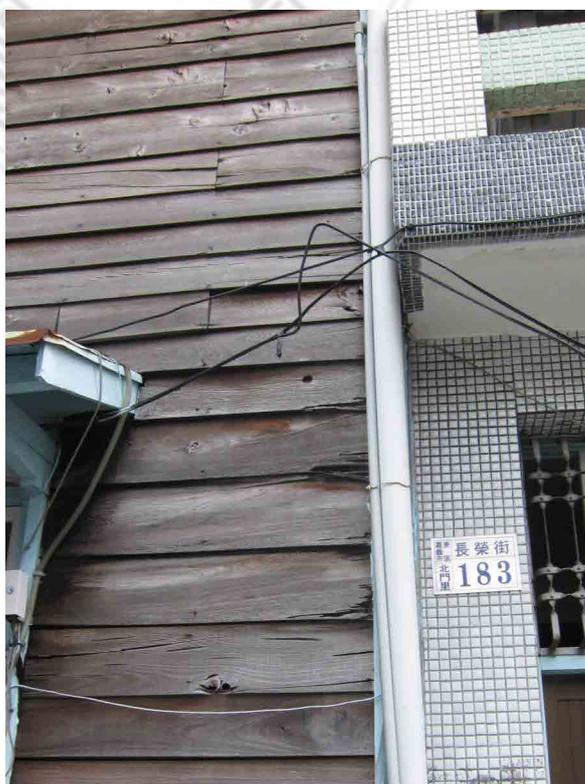


圖 1-12 木造建築調查 12

嘉義市長榮街212巷2號，屬於南京下見版（英式雨淋板）。從圖 2-19 可以看到板材已經蛀蝕嚴重，板材也多處破損如圖 2-20，需要進行雨淋板的替換，二樓則使以鐵皮替代外牆，但已經鏽蝕嚴重。



圖 1-13 木造建築調查 13



圖 1-14 木造建築調查 14

本研究將幾棟日式木造建築做了後製，以鐵皮浪板外牆替換成木造雨淋板外牆的效果作為對照，對照圖目的為表現嘉義市的環境敘述，如果修繕後是木造雨淋板和修繕後是鐵皮，兩者對建築外觀造成的影響。



圖 1-15 後製雨淋板修改前



圖 1-16 後製雨淋板修改後



圖 1-17 後製雨淋板修改前



圖 1-18 後製雨淋板修改後

小結：

對照兩者之後可以發現，日式木造建築的立面多為橫向地分割，包括門窗的開口高度和雨淋板鋪設方向。雨淋板橫向設置交疊是為了讓雨水能夠順利流下，而不讓雨水進入建築物，若採直向設置而沒有作好防水，很容易造成雨水侵入。牆體如果採用的是鐵皮浪板包覆，因浪板材切容易的方向與波浪的線條平行，會使得立面的垂直分割變的細碎。

## 1-2 研究目的

### 簡易替換性的牆體

簡易替換性的牆體是日式木造傳統建築中，編竹夾泥牆因風化或其他因素剝落龜裂時，能夠有容易替換牆體之可行性；並且替換牆體時能由民眾自行施作，綜合容易替換以及操作的牆體，即為簡易替換性的牆體。

### 改善牆體強度

日式木造建築透過牆體達到抗水平力與隔熱的效果，而牆體多為編竹夾泥牆，是一種將竹子編織的竹網固定在貫木上，並將土塗抹於網上的做法。隨著時間的堆移，編竹夾泥牆也因風化而脫落，而有破裂的編竹夾泥牆會失去抗水平力的作用。透過替換編竹夾泥牆，並且提升其抵抗強度是必要的。

探討此修繕工法之模矩化可能性。

因日式木造建築牆體之間的距離是有固定的尺寸，而這樣透過這固定的尺寸希望能找出材料尺寸、經濟及施工性。

### 都市景觀的改善

透過牆體的簡易替換性以及強度改善，讓民眾有意願去修繕建築物損壞的牆體，也去面對木造建築本身不易自行修繕的問題，不是透過鐵皮浪板覆蓋而以木料去修繕，採間接的方式改變都市的景觀。

## 1-3 研究方法

### 資料收集：

收集日式木造建築牆體工法的資料，以及開放建築理論的相關書籍以及論文研究，透過對這些資料的收集，建立本研究的可參考性與實用性。

### 現況的破壞調查：

透過現場的調查與紀錄，並製作破壞的測繪圖。

### 設計方案的比較

透過文獻的收集與破壞的紀錄來設計方案，再將方案進行比較，比較方式有經費、施作難易度、使用材料以及耐震強度。經過比較之後，選出適合本研究實作的方案。

### 施作過程記錄：

施作本研究選擇執行的方案，將方案的施作順序做記錄，當中也會提及需要注意的地方，以及遇到問題後的解決方式。透過這樣詳細的記錄，才能讓本論文具有可參考的價值。

### 檢討與建議

最後將本研究施作的流程中所遇到的問題做一次檢討，並且提出對於修繕牆體的意見。

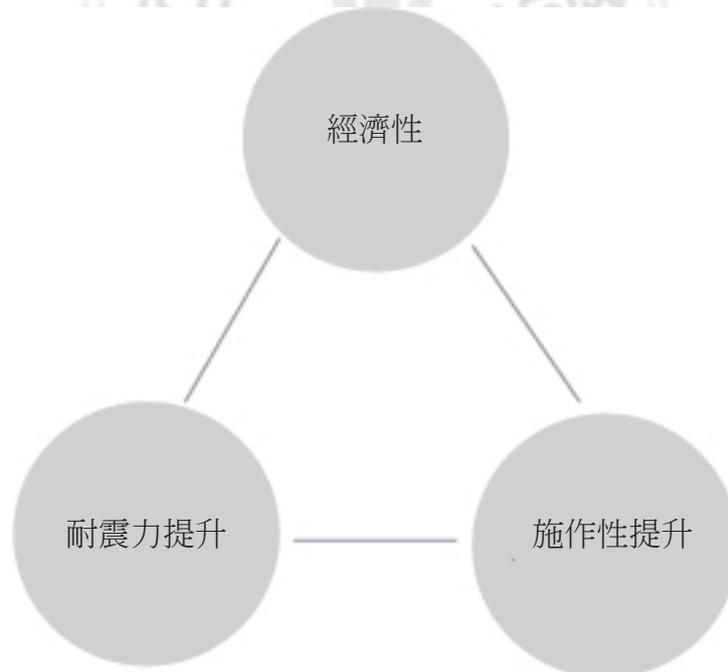


圖 1- 19 研究核心

## 1-4 既往研究

### 1-4-1 開放建築相關研究

本研究將國內在近 10 年來對開放式建築理論的論文做了部分的收集，透過這些文獻所提供的相關知識與資料來源，對本研究來說是很重要的參考依據，讓本研究能更容易了解開放式建築。

框組式木構造之開放性研究，鍾學淵，2006，碩士論文，國立高雄第一科技大學營建工程系。針對框組式木構造的組構關係進行構造開放性之探討，並試圖尋找在變更時受到限制之改善方法。

開放式辦公建築系統設計之操作 - 以台灣科技大學國際大樓增建案為例，程威龍，2006，碩士論文，國立臺灣科技大學建築系。根據德國工程師協會頒佈之 VDI2221 準則「科技系統及產品之構法開發方法」開發一套符合台灣建築相關產業條件及本土半宮建築開放性需求的「本土開放式辦公建築系統設」，並進行設計案例操作。

開放式集合住宅之支架體設計由內至外之設計方法，郭家駿，2014，碩士論文，國立臺灣科技大學建築系。以開放建築的理論與程序為基礎，提供社會住宅基於「支架體」與「填充空間」兩階段使用上的彈性。

開放性老屋拉皮系統應用於集合住宅之研究，張友銓，2011，碩士論文，國立臺灣科技大學建築系。其一蒐集彙整國外的優良外牆改修工法與理念，探討其構法與本土化之可能性，以提供本研究發展類似的系統。其二進行國內訪問老屋拉皮工法的田野調查與業界訪談。將常見的老屋拉皮工法根據材料、工法、構法與造價進行彙整，建構出外強拉皮的設計型錄。

台灣住宅立面開放式構造系統之雛型開發，范雅婷，2010，碩士論文，國立高雄第一科技大學營建工程系。混合式立面構造系統區分支架體和填充體，方便將來立面形式的變化，使設備、牆版、窗戶等填充體可彈性替換，且構件拆解後提高再利用程度及回收率，減少廢棄物產生。因應使用者生活需求進行改變時，專業程度低的施工技術可由使用者 DIY 操作，此立面構造系統充分容納設備和管線系統，再配合雙層牆的概念，更能避免設備外掛造成的安全疑慮。

開放建築論文選輯 - 邁向居民參與及友善之房屋產業，王明蘅，2000，中華民國建築學會。此書收集了 15 篇關於開放建築的論文，作者除了是長期進行開放建築的研究或是實踐者以外，還有此領域的原創者。雖然開放建築的理念早就引入台灣，但對於當時的民眾與相關專業者仍具有新鮮感，此書的主要目的是為了推廣開放建築的理念。

#### 1-4-2 牆體耐震相關研究

透過參考其他日式木造建築牆體耐震相關的論文，讓本研究對於修繕牆體的設計能夠有一些做法參考，希望能夠應用在修繕牆體的設計上。雖然許多論文是以編竹夾泥牆與木框改造後的耐震測試，但對本研究仍具有重要的參考價值。

日式編竹夾泥牆在水平反覆加載下之結構行為，陳嘉基，2007，博士論文，國立成功大學建築研究所。第一先透過 27 處遭遭受 921 與 1022 兩次地震災區的災害調查，了解日式木造建築的結構系統與主要構造的力學行為，以及編竹夾泥牆的受力機制與地震破壞模式。第二再透過不同的構造方式、添加物、高寬比、補牆工法與震前、震後補牆等影響參數，評估結果做為牆體耐震能力的基礎資料。第三以等值斜撐桁架模式完成不同影響餐樹的水平耐力值推估。最後將編竹夾泥牆的耐震能力視為”木框架”與”土壁”的疊加，採用半剛性節點來推估水平耐力值。

日式編竹夾泥牆木框結點補強工法探討，蘇櫻莉，2007，碩士論文，國立成功大學建築研究所。本研究主要針對編竹夾泥壁體，補強之工法包括以角隅加 T 型鐵件及角隅加 L 型鐵件兩種工法。實驗試體之規劃皆為 90cm×210cm，實驗過程由千斤頂施加固定速率之漸增水平力至達到預定觀察之相對變位角為止，再反向施力拉回負向相對變位角。整體而言，經由模擬地震之反覆水平加載實驗，兩種補強工法皆能發揮其預期之補強效果，但兩種工法之強度提升及吸能機制皆有其差別，修繕設計者在應用上宜就實際個案狀況做適切之比較。

台灣柳杉框組式剪力牆之耐震性能研究，呂映豎，2009，碩士論文，國立高雄第一科技大學營建工程研究所。本文為探討台灣柳杉當作主框架之框組式木剪力牆之耐震消能行為，總共試驗十一組試體，研究參數包含剪力牆高寬比、蓋板上釘子間距、蓋板種類與蓋板擺放方向等。各組木剪力牆試體將藉由油壓致動器施加反覆載重試驗，研究其力 - 位移關係並釐清不同參數變化下框組式木構架之降伏、極限、勁度及消能能力與韌性等耐震性能，由實驗相關數值推求剪力牆之單位抗剪力再與國外以北美樹種作主框架之實驗數值或國內外規範理論值作比較。

小結：

國內已有針對 RC 牆體與框組式木造牆體的替換性的探討以及兩者的支架體和填充體之選擇已經存在，但對日式木造建築牆體替換性的討論還不足；以及對日式木造建築牆體的力學探討，多是以編竹夾泥牆為基礎，在編竹夾泥牆中添加不同內容物，或者是於木構造節點處進行鐵件等補強，皆未考慮以填充體概念進行牆體替換之強度測試。

綜合上述回顧後，如何將日式木造建築牆體以可替換之牆體方案，並進行耐震力提升為本研究的目標。



## 貳 基地與理論

2-1 基地概述

2-2 日式宿舍簡史和建築現況

2-2-1 日式宿舍簡史

2-2-2 建築現況

2-3 開放建築概述

## 2-1 基地概述

本研究整理「嘉義舊監宿舍群木構造建築復甦計畫委託案」資料，自大正八年（1919）臺南刑務所嘉義支所的設立，位於當時的「山下町」。興建期程自大正八年（1919）六月動工，並於大正十一年（1922）三月竣工。特別的是，當時監獄的建造是由監獄的管理人員帶領受刑人建造完成。

根據史料記載，在大正十年（1922）台灣的監獄共有六處，包括臺北、臺中、臺南等三間刑務所，宜蘭支所一所，以及新竹、嘉義兩個出張所。當時嘉義出張所的人員編制，共設置主任一名、看守部長四名、看守十名、女監取締一名，共十六名，

且均為日本人。當大正十一年嘉義出張所建造完成且改制為嘉義支所後，這一批管理人員應該也就是當時嘉義支所宿舍區的第一批居民。

從 1935 年出版的《嘉義市制五周年紀念誌》中的嘉義市街地圖可發現，緊鄰嘉義舊監獄南邊的宿舍區，約有十餘棟建築物，當中包括典獄長宿舍、員工宿舍、武德殿、澡堂等不同功能之建築，主要分佈於今日宿舍區中央以東的區塊，一直到二次大戰結束，大約都維持此規模。（嘉義市文化局，2016）

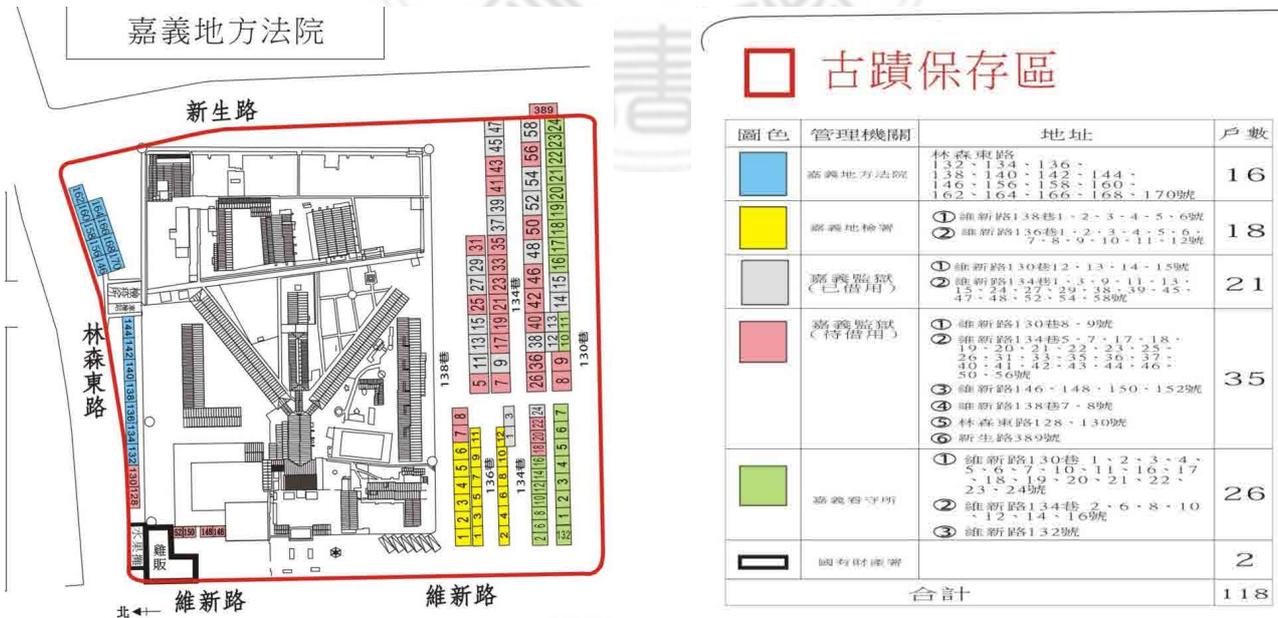


圖 2-1 嘉義舊監獄古蹟保存區內宿舍管理機關分佈圖

圖片來源：嘉義市文化局，2016

嘉義市文化局委託南華大學的嘉義舊監宿舍群木構造建築復甦計畫，第一期於2016年已將維新路134巷17號宿舍的修繕執行完畢。計畫第二期要修繕鄰戶的19、21號，而23號進駐者也同時要修繕，因此有機會可以實際操作此基地。

整體宿舍群皆是傳統的日式宿舍空間，有著日式建築常見的雨淋板、土壁（編竹夾泥牆），隨著時間被風化作用過後的牆體，已經出現破損以及脫落的狀況。牆體損壞的狀況在嘉義市中是很容易觀察到的景象，然而民眾對於土壁（編竹夾泥牆）損壞的修繕不是很熟悉，因此將此基地當作樣本進行操作。

整個宿舍區因上述所提到的計畫，有許多的進駐者進入，隨著不同進住者的需求，內部空間也會隨之調整。修繕完的建築會供民眾參觀，藉由這個方式讓民眾能知道有這樣的工法，進而運用這個工法改善整體的市容，也是將舊監宿舍群設為基地的原因之一。

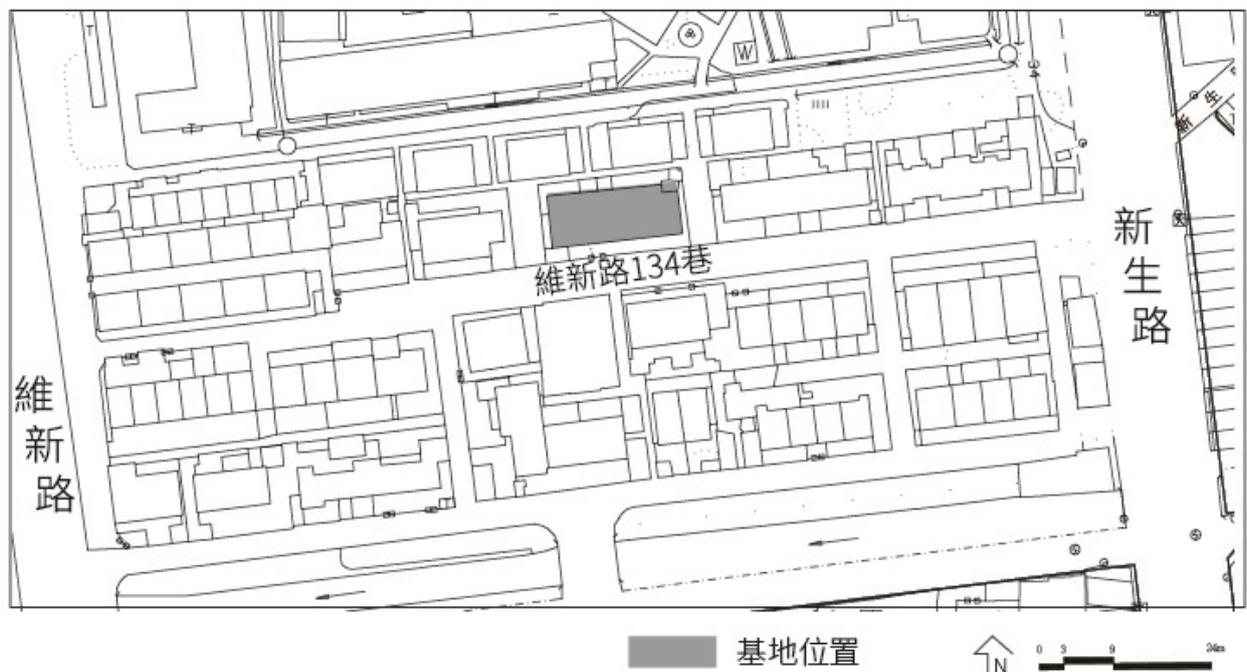


圖 2-2 基地位置圖

圖面來源：本研究繪製

嘉義舊監獄宿舍區由維新路 134 巷與 132 巷兩條巷弄貫穿，這些宿舍是提供給監獄內公職人員的居所，整個宿舍區就是一個小村落，鄰居都是同事。從宿舍的改建與增建，可以看出宿舍區其實充滿著生活味，因為這是人在當中生活地跡象。宿舍區雖然經過時間的摧殘，原本的職員老去死亡，其子女也無法繼承宿舍，並且監獄也搬遷到鹿草，使得宿舍區失去了原本的功能。現今半數以上的宿舍處於無人居住的狀況，也導致了幾棟宿舍倒塌，部分嚴重損毀如：屋頂塌落、牆體變形傾斜等。

宿舍區的狀況並不好，住的人越來

越少，也產生了偷竊、吸毒等等的治安問題。營運中心進駐修繕完畢的 17 號宿舍後，一同整理舊監獄宿舍區，因為這樣的生氣使治安有了明顯的改善。

承上述所說，進駐了一個單位就能對這裡的環境有此改善，將這些無法繼續居住的宿舍修繕，成了能夠使用的空間，配合文化局的舊監宿舍群木構造建築復甦計畫讓更多適合地單位進來，改善此區域的治安和環境等等。這裡很適合成為本研究的實行基地，所以有其大量且急迫的需求，由於宿舍類型接近，因此有複製操作的可能，能夠加快宿舍區的修繕工程。



圖 2-3 宿舍群街景

圖面來源：本研究拍攝

## 2-2 日式宿舍簡史與建築現況

### 2-2-1 日式宿舍簡史

台灣日式木造宿舍主要建於日治時期之 1895~1945 年間，亦即跨越日本之明治大正昭和等三個時期，因此其建築樣式主要承接自當時日本國內時興之住宅建築類型，而後雖然配合臺灣獨特有的氣候及當時社會習俗而略有改變，但其發展歷程仍與日本國內之思潮極為相似。這段時期中上流階級之宿舍建築大體上以「和洋併置式」和「和洋折衷式」為主，而較低階級之宿舍則與當時一般民宅類似，為空間規模較小之傳統日式住宅建築。（堀込憲二，2007）

#### 1 傳統日式

整理自「日式木造宿舍 - 修繕・再利用・解說手冊」，傳統日式宿舍使用者為中產階級之公務員、會社員，型式接近於民宅，實用為最主要功能。多為傳統日式木造住宅建築之改良版，採雙併或連棟型式，各護之空間規模不大，室內配置最齊全，若階級高者則增設洋間一間，而更低者則在於以簡化、縮減房間。（堀込憲二，2007）

在台灣之日式宿舍中，即可藉由不同時期之各級官舍，看出上述和洋併置、和洋折衷兩大類建築之樣式特色，以及其和洋融合之發展歷程。此外，亦可由官位階級較低者之宿舍，一窺當時普羅大眾之傳統住宅樣貌。（堀込憲二，2007）

#### 2 台灣日式木造宿舍現況

台灣自西元 1895 年（明治 28 年）至 1945 年起歷經 50 年日本殖民統治，這其間在台灣遺留了相當多樣之日式建築，包括：機官廳舍、官邸宿舍、社宅、私宅、旅館、招待所、神社…等各類建築，其中與一般民眾最貼近的就屬日式宿舍。（堀込憲二，2007）

因此對於一般民眾而言，日式木造宿舍的樣貌已經深植腦中，有前庭後院以及像家屋一樣的外觀。民眾對日式木造宿舍的外觀是喜愛的，透過觀察嘉義的檜意生活村，來的人潮是相當多的。嘉義市中有不少的木造建築，隨著時間的推移，有大量的日式木造建築閒置下來，而日式木造宿舍也因相關法規而無法繼續居住，由於無人居住整理，建築物開始破敗，因此有能快速大量修繕的方案，對於木造宿舍現況的改善是有其必要的。

表 2-1 判任官舍類型

時間	官舍種別	判任官舍			
		甲種	乙種	丙種	丁種
大正 11 年 總 督 府 官 舍 建 築 標 準	官等配給	判任官二級俸以上 州廳郡長、支廳 長、法院監督書 記、監獄之監長、 二等郵便局長、稅 關支署長、專賣支 局長…等與同級官 員。	判任官五級 俸以上郡課 長…等與同 等級官員	判任官五級 俸以上郡課 長…等於同 等級官員	判任官六級俸 以下官員
	建築面積	25 坪以內	20 坪以內	15 坪以內	12 坪
	基地大小 為建築坪 數之倍數	4 倍	3.5 倍	3.5 倍	3 倍
	基地面積	100 坪以內	70 坪以內	52.5 坪以內	36 坪以內
	建築型式	二護建 (雙併木造住宅)			四戶建 (四戶連棟住 宅)

資料來源：(堀込憲二，2007)

嘉義舊監獄宿舍 17-23 號，是屬於台灣日式木造宿舍類型之中的「判任官舍」，為較基層官職員之宿舍。下表整理自「日式木造宿舍 - 修繕・再利用・解說手冊」，透過此表對照 17-23 號宿舍的現況，可以判斷宿舍類型是屬於丁種的判任官舍。

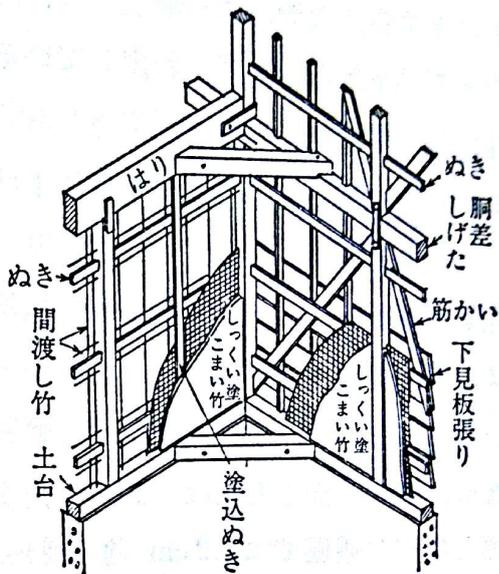
1. 日式木造建築壁體認識

(1) 真壁構造

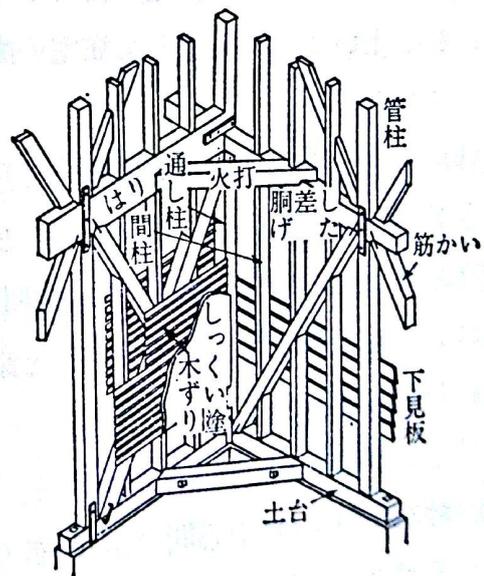
在建築物的外壁或隔板，柱子之間有設置垂直的材料稱為間柱，以貫木插入在柱子上預先開好的口，在軸組內部是以竹小舞壁填滿。

(2) 大壁構造

以柱子斷面的 1/2 或 1/3 厚度的間柱，在柱子之間配置約 45cm 距離。大壁最常見的地方在建築物外圍的雨淋板下，在間柱上會水平鋪設木條，並將灰泥塗抹在上面。



真壁構造



大壁構造

圖 2-3 真壁與大壁構造細部圖

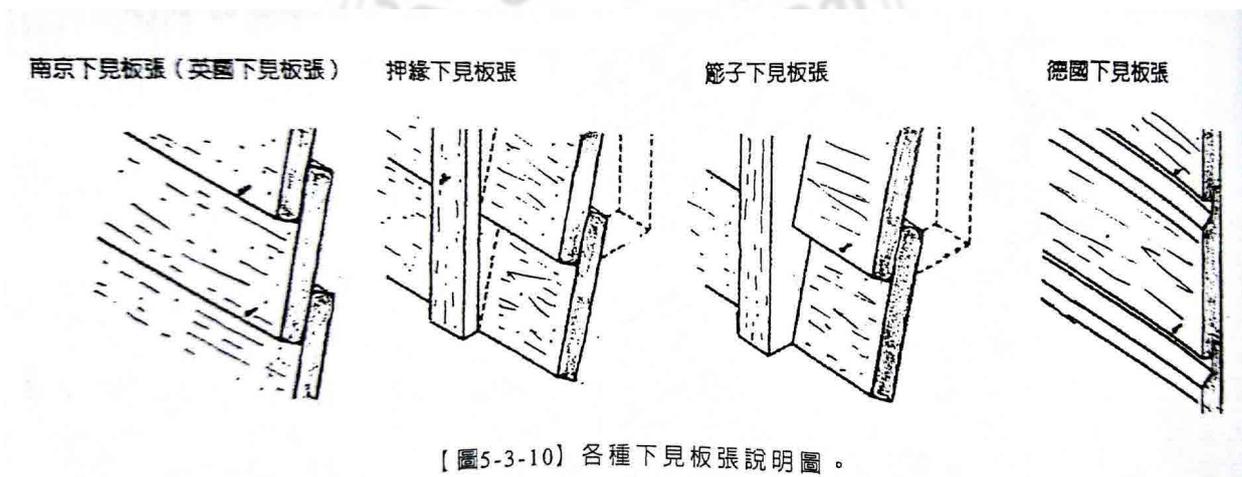
資料來源：淺野猪久夫，1979

### (3) 木板外牆

可分為雨淋板和面板兩種，雨淋板又可分日式雨淋板和英式雨淋板，面板則可分為豎面板和橫面板。

日式雨淋板：使用寬 18cm 以上厚度 8mm 以上的木板，每塊重疊 2cm 以上，橫釘於柱子上，再以壓條釘於有柱子處。壓條分為平壓條 (3.6x2cm) 以及按照雨淋板的高低刻成鋸齒形的壓條 (約 3.6x3.6cm) 兩種

，並在角柱或門窗邊的柱子，保留三分之一來嵌釘壓條，以遮蔽板頭，最下層需要設置範水 (約 9\*2cm)，壓條均應鉋光。(劉慶禧，1975)



【圖5-3-10】各種下見板張說明圖。

圖 2-4 各式下見板張說明圖

資料來源：堀込憲二，2007

## 2. 日式木造建築主結構體認識

### 基礎與土台

日本一般住宅之地板為架高地板，主要是為了防潮、防腐及改善通風。而高架地板之基礎約間隔 90cm 設置一「束石」，在此之上設置「床束」之短木柱，地板安裝於床束上，一般來說，地板高度可以由床束調整，但在台灣有些日式建築，為因應潮濕與蟲害，將床束部分改用砌磚建造。

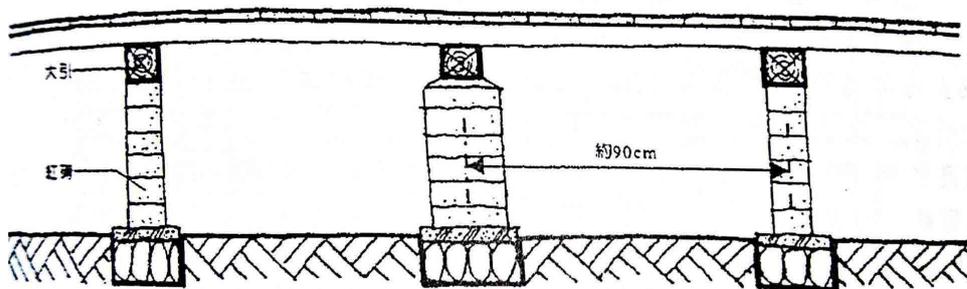
建築物周圍基礎則多採用磚砌的連續面基礎，稱為「布基礎」，防止貓鼠等爬入地板下方，表面則以清水磚或是水泥砂漿粉刷修飾。

在建造基礎之過程中，即使每個基座都用心仔細施作，仍可能因各柱荷重不同，而造成不同程度之沉陷，而導致建築物變形。故在「布基礎」上設置稱為「土台」的木地檣，是為了串連各基礎、避免其位移，以防沉陷不均造成之問題。（堀込憲二，2007）

### 軸組

「軸組」指的是土台與屋頂之間的骨架，因此「梁」也包含在軸組之中，亦是屋架之重要部分。軸組包含了三個向度的構件組合，構建名稱為樑、桁、柱，建築物的長邊方向稱為「桁行」，短邊方向「樑行」。

這三種構材若由下而上採「柱→



【圖5-2-01】台灣日式宿舍之常見「基礎」示意圖。

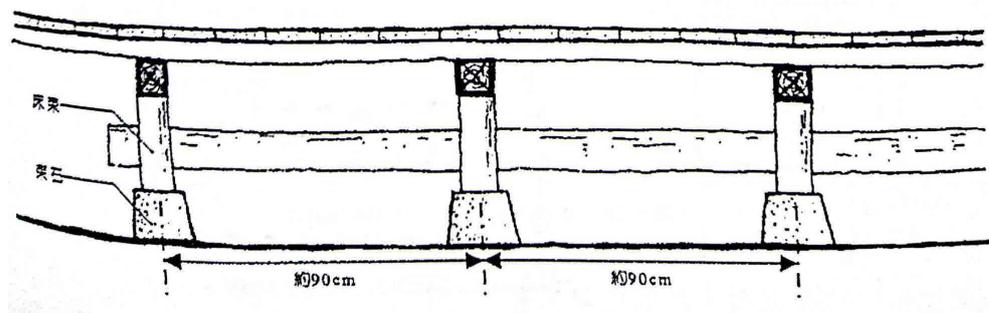


圖 2-5 基礎示意圖

資料來源：日式木造宿舍 - 修繕・再利用・解說手冊，堀込憲二，2007

樑→桁」之順序構組稱為「折置組」工法，先將樑架在兩端之柱子上形成一個個「口」字形框架後，再以桁木將各組框架連結。

此工法對建築物的開口有一定的局限，於是發展出「京呂組」之構造工法，由而上採「柱→桁→樑」之順序構組，因為先將外圍搭起來，樑一定能搭到桁上，因此柱子除了四個角落以外，可以任意配置。

(堀込憲二，2007)

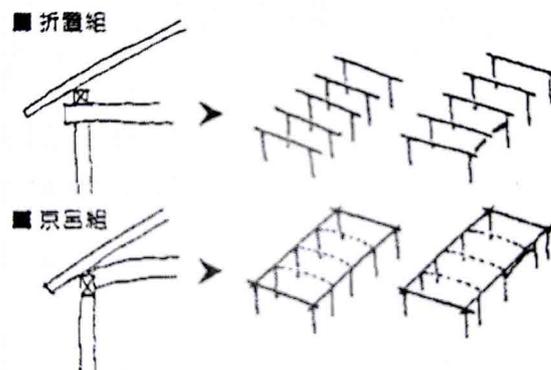


圖 2-6 日式宿舍軸組示意圖

資料來源：日式木造宿舍 - 修繕・再利用・解說手冊，堀込憲二，2007

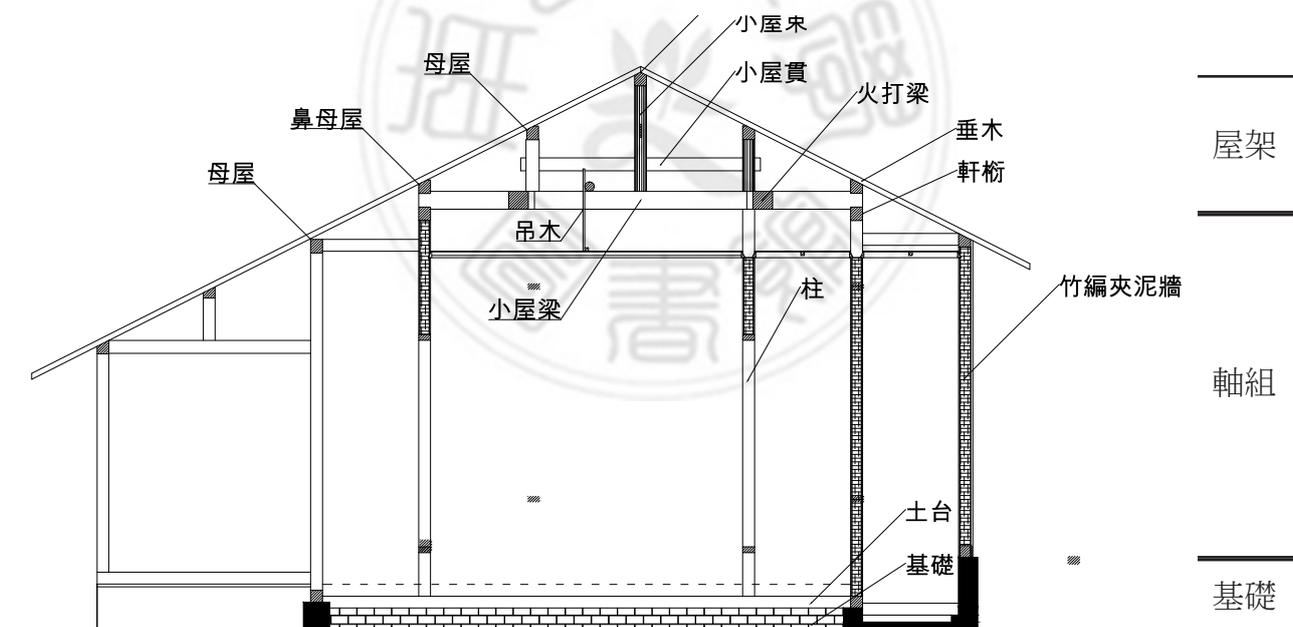


圖 2-7 日式宿舍軸組示意圖

日式木造建築主結構系統需要基礎、軸組和屋架組成，堀込憲二（2007）提到壁體的作用主要為隔間，相較下結構上之功用則較為次要。

就無法進行牆體修繕。本研究以軸組和基礎為關注的對象，牆體處在兩者之間，並且本研究考慮到，進行牆體修繕時屋架必須要是良好或尚可的，才能到修繕牆體的階段。

若要修繕牆體，必須確認主結構的狀況是否良好，若主結構損毀狀況很嚴重，

2-2-2 建築現況

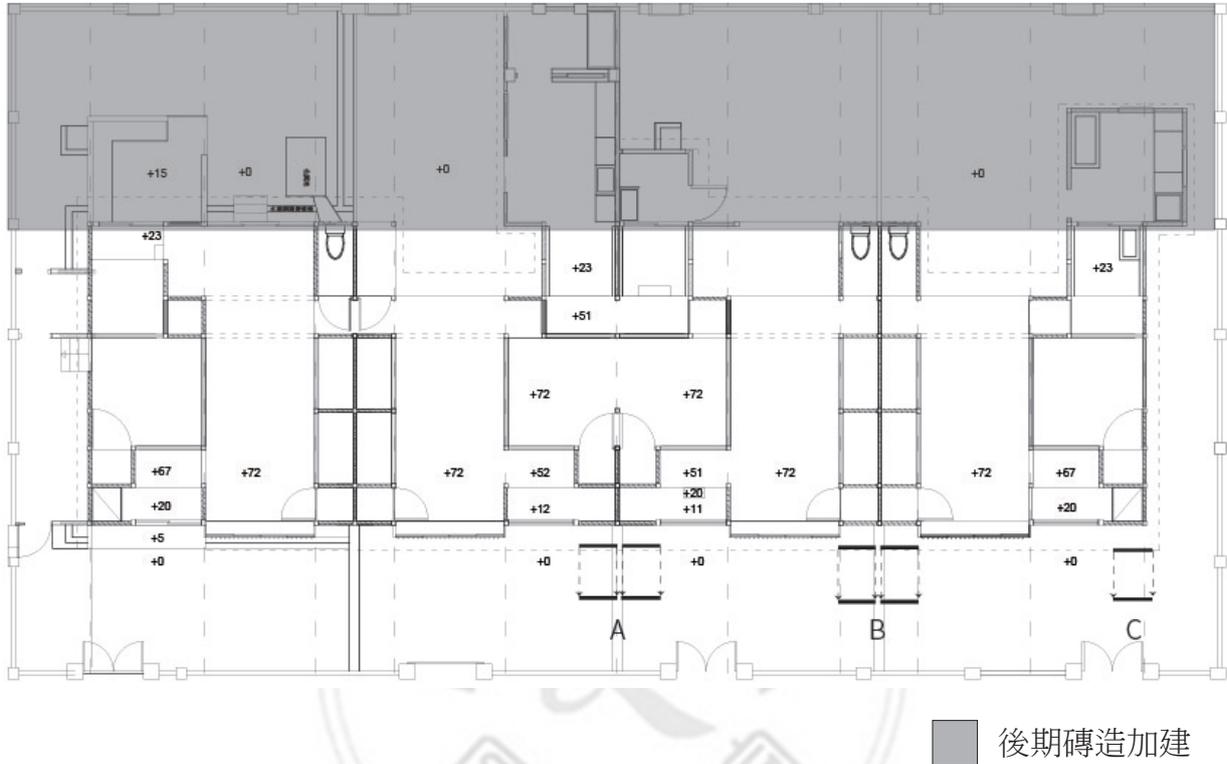


圖 2-8 嘉義市維新路 134 巷 17-23 號平面圖

資料來源：本研究繪製

目前 17 號已經修繕完畢，已有單位在此使用空間，本研究將針對 19-23 號進行牆體的修繕設計。從圖 2-8 可以發現灰色區域為當初使用者的增建，而增建材料為磚塊，後續使用者將增建的部分拆除，因此本研究則不對此做耐震的診斷。在進行耐震的診斷時，因磚本身具剛性與木材料性質不

同，所以無法將兩者並行計算。

進駐單位會因使用地需求，改變內部空間，因此會有牆體的增減。為因應此種牆體增減之需求，必須進行牆體的修繕設計。

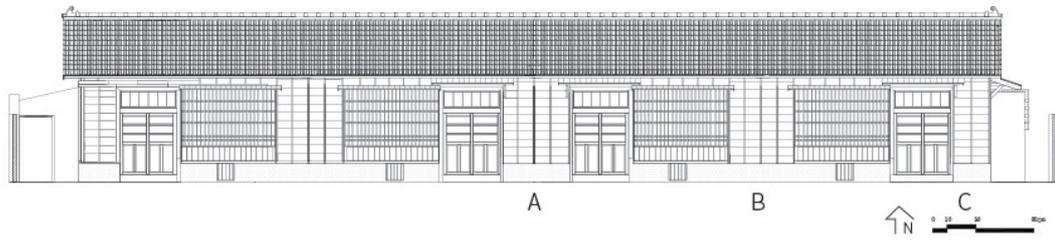


圖 2-9 嘉義市維新路 134 巷 17-23 號立面圖

資料來源：本研究繪製

本研究針對南向立面作現況的記錄，發現到 A 與 C 的結構做法沒有將土台置於磚造基礎上，A、B、C 三個牆面當中以 B 牆面為正確的做法（如下圖），因此以 B 牆體作為本研究記錄與設計的對象。

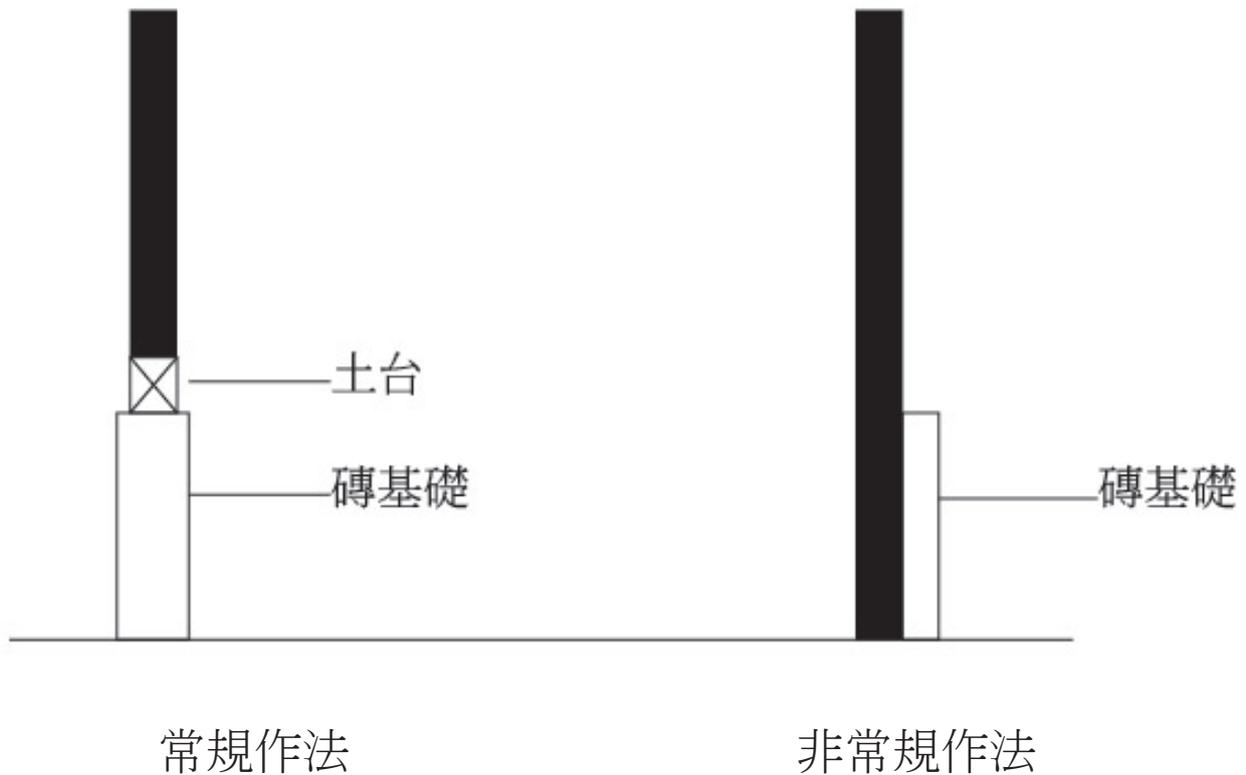


圖 2-10 日式宿舍基礎作法

資料來源：本研究繪製

### 建築物現況調查

由實地現勘建立對日式宿舍構築方式及損壞狀況的初步了解，建築調查操作方式由外至內依序分為基地環境、建物外觀、室內裝修，並記錄主要常見損壞情形，以供後續提出整體修復策略。

宿舍構築方式主要結構為木造建築，基礎防潮以磚、水泥基座為構造材料；屋身壁體為竹編夾泥牆，外部以雨淋板防護，內部白灰裝修；屋頂為水泥瓦鋪設。損壞主因大致區分為 1、落葉堆積及植栽茂盛使

環境潮溼影響構造損壞。2、年久失修造成材料老化。3、長期間置缺乏管理遭人為破壞。

宿舍損壞狀況依不同構造材料而有差異，如：基礎結構遭樹竄根危害。屋身壁體雨淋板佚失，竹編夾泥牆受潮損壞、影響內部裝修材料。屋頂瓦片位移造成內部木結構、天花板及地坪潮濕損毀等。

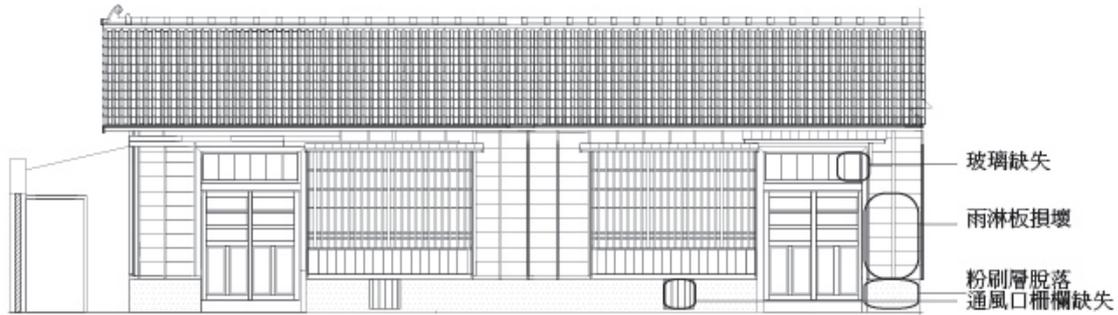


圖 2-11 17 和 19 號南向立面

資料來源：本研究繪製

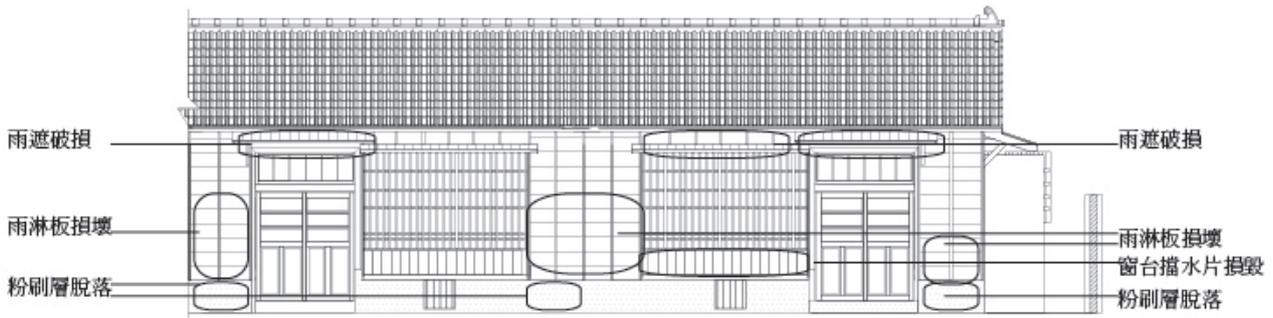


圖 2-12 17 和 19 號南向立面

資料來源：本研究繪製

表 2-2 南向立面外觀現況調查對照表



損壞部位：南向立面雨遮

損壞說明：屋簷木構件部分腐壞損毀，面板遺失。

損壞程度：嚴重



損壞類別：氣窗

損壞說明：玻璃破損。

損壞程度：中度



損壞部位：雨淋板破損

損壞說明：壓條及雨淋板破損。

損壞程度：中度



損壞部位：透氣窗  
損壞說明：透氣窗外層鋼板剝落。  
損壞程度：嚴重



損壞類別：雨遮  
損壞說明：板材損毀  
損壞程度：中度



損壞類別：雨遮  
損壞說明：板材損毀  
損壞程度：嚴重



損壞部位：南向立面雨淋板

損壞說明：壓條及雨淋板脫落，內部土牆  
部分流失損壞程度：嚴重



損壞類別：基礎

損壞說明：粉刷層脫落龜裂。

損壞程度：中度



損壞部位：雨淋板破損

損壞說明：壓條及雨淋板破損。

損壞程度：嚴重



損壞部位：透氣窗台櫃

損壞說明：窗台櫃面板損毀剝落，櫃體部分腐朽。

損壞程度：嚴重

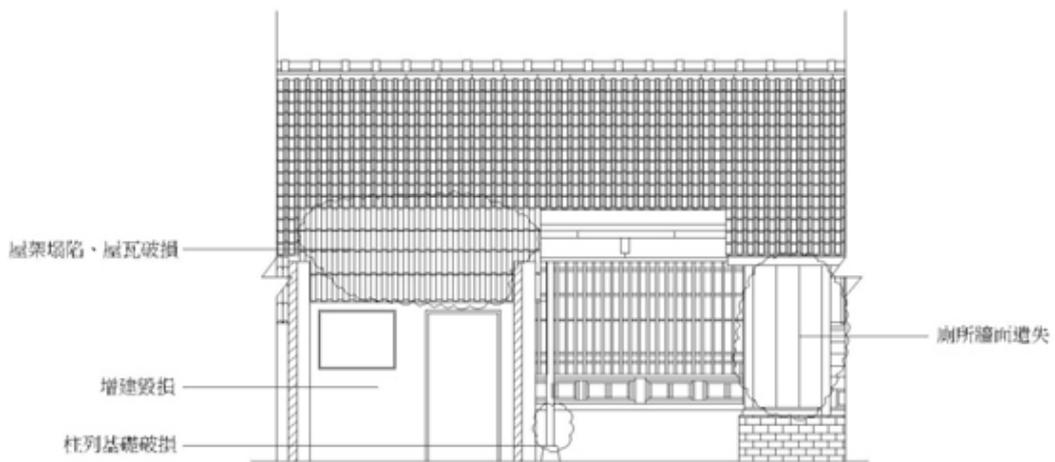


圖 2-13 21 和 23 號北向立面

資料來源：本研究繪製

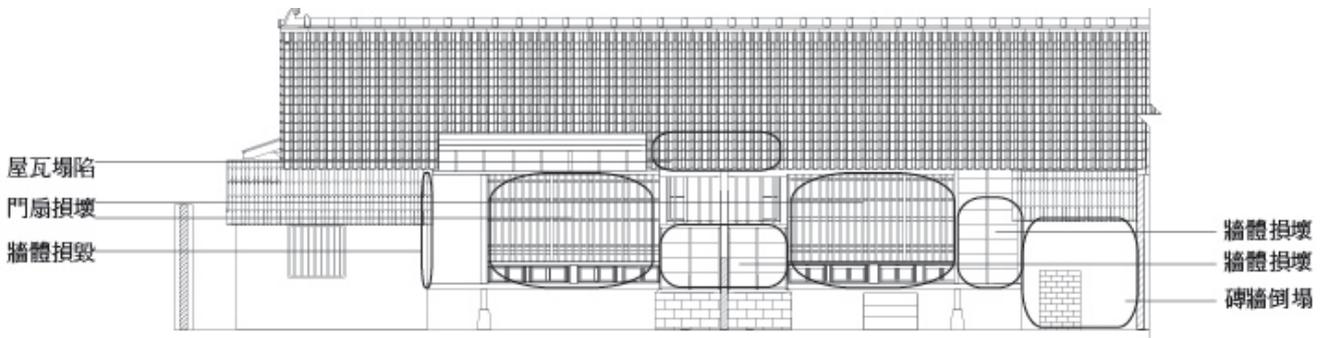


圖 2-14 21 和 23 號北向立面

資料來源：本研究繪製

表 2-3 北向立面外觀現況調查對照表



損壞部位：廁所牆面  
損壞說明：牆面面板遺失。  
損壞程度：嚴重



損壞部位：屋架、屋瓦  
損壞說明：北向立面廚房屋架塌陷、屋瓦部分破損。  
損壞程度：嚴重



損壞部位：廚房  
損壞說明：增建廚房毀壞。  
損壞程度：嚴重



損壞部位：牆體  
損壞說明：牆體缺損。  
損壞程度：嚴重



損壞部位：柱列基礎  
損壞說明：柱列基礎破損。  
損壞程度：嚴重



損壞部位：雨淋板破損  
損壞說明：壓條及雨淋板破損。  
損壞程度：嚴重

## 2-3 開放建築概述

開放建築是一種系統化的建築方式，能提供高效率與彈性，也可當作開放系統。系統化施作建築時會需要一套原則，本研究整理以下開放系統的一些普遍原則：

### 盡量使次系統獨立

建築中包含許多不同的次系統，開放系統的原則是，如果這些次系統越能彼此獨立，住宅就越能改進，將較壞的換成較好的，而不影響其他的次系統。（王明衡，2000）

### 區分層級

各次系統得更換都不必影響到建築結構體。因此兩者可以區分出來。建築物可以看成兩個層級的關係：其一是填充層級，其二是支架體層級。系統間各有自主性，因此使得支架體的設計不必完全確認室內的隔間安排。填充系統的設計，也不必先知道是置入哪一個建築支架體中。（王明衡，2000）

### 兩個層級的供應系統

管線的供應系統也有兩個層級，支架體的管線與填充體的管線。兩者必須能接合與分離，當填充系統的管線改變時，不需要更動支架體的管線。（王明衡，2000）

### 各個層級各自的次系統

填充層級與支架體層級各自的次系統，前者如隔間牆、門框等等，後者如柱子、樓板等等。（王明衡，2000）

### 獨立製造

當填充層級和支架層級可分別獨立時，各家廠商都可以製造產品，也能確保各自的產品能互相組合。如：電腦硬碟可以隨著容量的需求增加去替換，因銜接介面是統一的，在替換時非常的容易。

### 開放營建的方法

開放營建的方法重點在於整體的組織，操作程序以及預鑄技術。在支架體層級有標準化的構件，易於施工管理；填充層級預鑄好相關構件，現場依序快速安裝。（王明衡，2000）

開放建築：開放建築是屬於一種具有可變動性之建築形式，將建築物區分為兩個區塊作探討。建築物之結構體在此稱為支架體與單元設備稱為填充體，目的是使居住者在未來，依照空間使用需求而可以彈性的更改居住單元。（郭家駿，2014）

支架體：支架體為開放建築中不可變動部分，主要為建築物框架之結構體，本研究以柱樑結構系統做為支架體看待。（郭家駿，2014）

填充體：填充體為開放建築中容易改動部分，主要為建築物之各類單元體。填充體因應支架體尺寸採模組化概念操作，主要使兩者能更有邏輯與彈性的做空間配置，也因為模組化的設計方式使填充體擁有高度的經濟環保效益。（郭家駿，2014）

開放建築一詞並非字面上有著開放空間的建築，當中所指的開放，意義上代表著建築有變動的可能性。開放建築為了配合使用者的需求，具有可調整可替換的部位，因具有可調整可替換的可能性，對維修建築物的資源消耗與浪費能夠大幅降低。開放建築通常討論的是種系統化的建築方式，也就是在建造前就以這個方式去設計，透過支架體（骨架）與填充體（建築機能）組合產生的建築，提供高效率與彈性。（郭家駿，2014）

本研究將開放建築理論從可替換性這一點切入，在現有日式木造宿舍上使牆體具

有替換性，透過開放建築的理論來看待日式木造宿舍。本研究將日式木造宿舍當中的梁柱結構視為支架體，編竹夾泥牆視為填充體，當牆體被做為填充體看待時，牆體受損時修繕方式能以替換來進行。

透過將開放建築理論轉化，填充體並不只是空間機能，也能是構成建築的部件之一，而日式木造宿舍中結構體與編竹夾泥牆本身就是可以脫開的部件。隨著時代的進步，能夠以現今的建築材料替換掉原有受損的編竹夾泥牆，並且提升耐震能力，也是一種開放建築。



## 參 修繕設計討論

- 3-1 破壞調查
- 3-2 設定修繕範圍
- 3-3 改良方法
  - 3-3-1 方法 A
  - 3-3-2 方法 B
- 3-4 方案比較
- 3-5 施作材料與價格

### 3-1 破壞調查

根據「日式編竹夾泥牆在水平反覆加載下之結構行為及水平耐震力評估研究」一文，日式木造建築主要是由柱樑構架所組立，其柱樑結點由於構造及材料特性，屬於半剛性節點，在地震的作用下能夠提供的抵抗力相當有限，故無法維持其結構之穩定，因此對於水平地震力的抵抗大都由柱與柱之間的牆體或其他斜向支撐，才能

發揮良好作用。（陳柏年，2010）

透過對外牆體的破壞調查整理出日式木造宿舍外牆的破壞方式，觀察外牆的破壞方式，在後續的設計方案中解決並改善。破壞調查依序由外而內，從壓條、雨淋板到編竹夾泥牆。

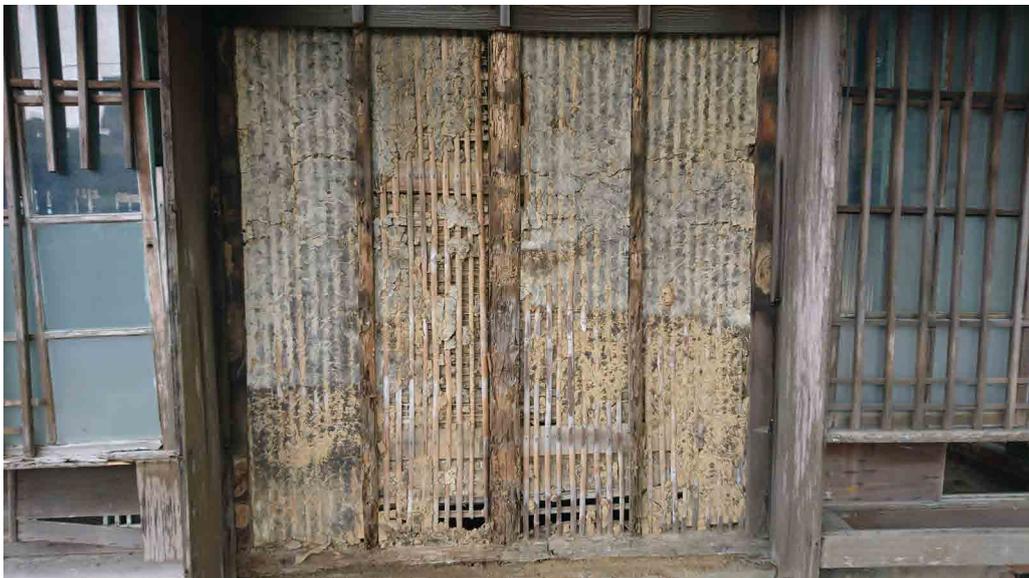


圖 3-1 B 牆面修繕前編竹夾泥牆現況

B 牆面為正確的牆體做法如圖 3-3，磚基礎上有放置土台再落柱子於土台上，因此以 B 牆體作為本研究記錄與設計的對象。



圖 3-2 B 牆面磚作基礎與土台現況

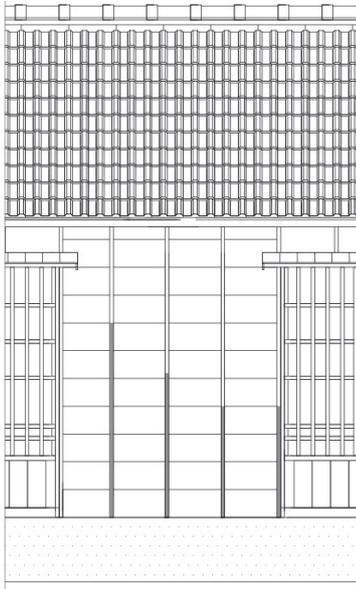


圖 3-3 牆體 B 壓條破壞範圍

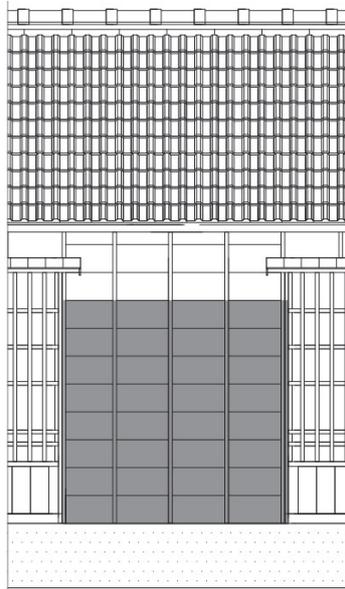


圖 3-4 牆體 B 雨淋板破壞範圍

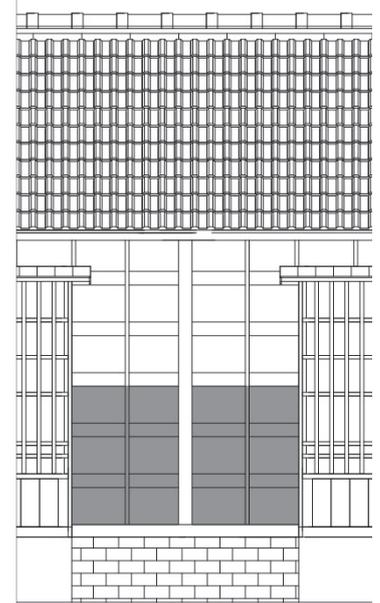


圖 3-5 牆體 B 編竹夾泥牆破壞記錄

資料來源：本研究繪製

最外側的壓條如圖 3-3 受損的範圍肯定是相對的大，壓條出現的破壞方式是白蟻腐蝕以及與風化，現況中固定雨淋板用的壓條只要稍加施力就會碎成木屑，已經算是嚴重的損壞了。

從左到右損壞的長度為 130、230、235cm 而壓條的斷面為 3\*3cm，圖 3-4 的雨淋板破壞的部分 194\*23\*1cm 共 8 片。因調查牆面為在建築物的南側，每天皆有日照的狀況，較容易出現木材含水率反覆改變而產生的龜裂以及早期挑選板材沒有去掉

有木節的板材，而產生木板出現孔洞，此在替換的雨淋板鋪設後，需做防水的措施，以增加牆體的防水性。

外牆有雨淋板的保護內部的編竹夾泥牆不會被雨水沖刷掉，但雨淋板破損產生缺口後，內部的編竹夾泥牆就會流失，流失的範圍如圖 3-5，面積約 184\*23cm。從圖 3-5 觀察後，越接近底層越容易接觸到雨水，因此風化的作用也較為強烈，而導至此部位的板材破裂，使的內部編竹夾泥牆流失。

## 3-2 設定修繕範圍

對於修繕範圍的判定是以雨淋板破損範圍為基準，因考慮到雨淋板受損後釘著的角材也已經受損，因此將雨淋板受損區域的土壁一併替換並加上防水層保護。板材尺寸配合上日式木構造宿舍的柱子最小間距 91 公分，以 3 尺 \*6 尺的板材能最節省材料消耗的尺寸。

上述所提到的板材尺寸為台灣常見的材料尺寸，而日式木造宿舍的柱子之間有固定距離。最小柱心距為 91 公分，而柱距為 81 公分，因此以固定這個柱子之間寬度作為板材的基本尺寸時，便能快速叫料安裝。

文化資產保存法第二十五條中聚落

建築群應保存原有建築式樣、風格或景觀，如因故毀損，而主要紋理及建築構造仍存在者，應基於文化資產價值優先保存之原則，依照原式樣、風格修復，並得依其性質。本研究依照文化資產保存法第二十五條，依照原式樣、風格修復，因此選擇建築物的外牆做為方案應用的案例。

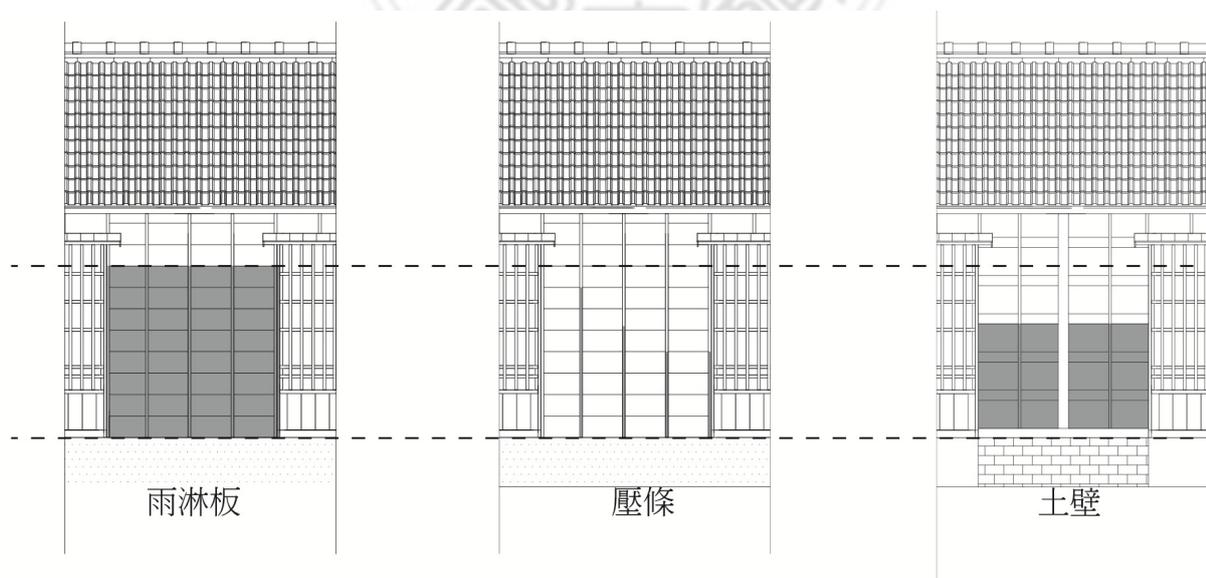


圖 3-6 修繕範圍判定圖

資料來源：本研究繪製

### 3-3、改良方法

在進行改良方法前需要先了解編竹夾泥牆的製作方法，了解編竹夾泥牆的製作方法的作用以及缺點後，嘗試編竹夾泥牆以外的做法作為替代日式木造建築的方法。

本表整理自「日式編竹夾泥牆在水平返覆加載下之結構行為」中提及的編竹夾泥牆製作程序。（陳嘉基，2007）

竹網編織流程：

1. 粗竹片垂直向間距 40 公分固定
- ↓
2. 粗竹片水平向間距 40 公分固定
- ↓
3. 細竹片水平向 6 公分間距固定
- ↓
4. 細竹片垂直向 5 公分間距固定

形成網目淨寬約 3-5 公分的編竹牆



圖 2 編織完成之框架



圖 3 粗細編竹構成之網目

圖片出處：日式編竹夾泥牆在水平返覆加載下之結構行為，陳嘉基，2007

土漿基本組成為粗糠、稻草（裁剪成 7~9cm 長）、及黏土，配比依據匠師之經驗換成重量比黏土：稻草：粗糠 = 130：1：5，施作前 5 天將土塊泡水使其恢復原有黏稠性與可塑性；乾燥稻草亦在施作前預先加水泡軟以利施作，拌合時以攪拌機攪拌均勻，拌合後須養土 2~3 天。（陳嘉基，2007）

上述的編竹夾泥牆之做法，對於一般民眾的可及性不是那麼的高，原因在於自行

備料的部分已經是個難關，自行製作也是增加修繕的困難度。在編織竹網的時間已經能夠將結構合板鎖上了，而在土漿製作的部分就得花上 7 天，雖然不需花費釘子以及螺絲，但在時間上就已經不合乎現在的需求。為了使民眾能夠自行的修繕牆體，必須使用其他做法取代以原有編足夾泥牆體的修繕方。因此本研究提供了編竹夾泥牆修繕以外的兩種方案，分別以方法 A 框組牆體搭配結構合板應用與方法 B 以框組牆體加上斜撐搭配矽酸鈣板應用。

### 3-3-1 方案 A

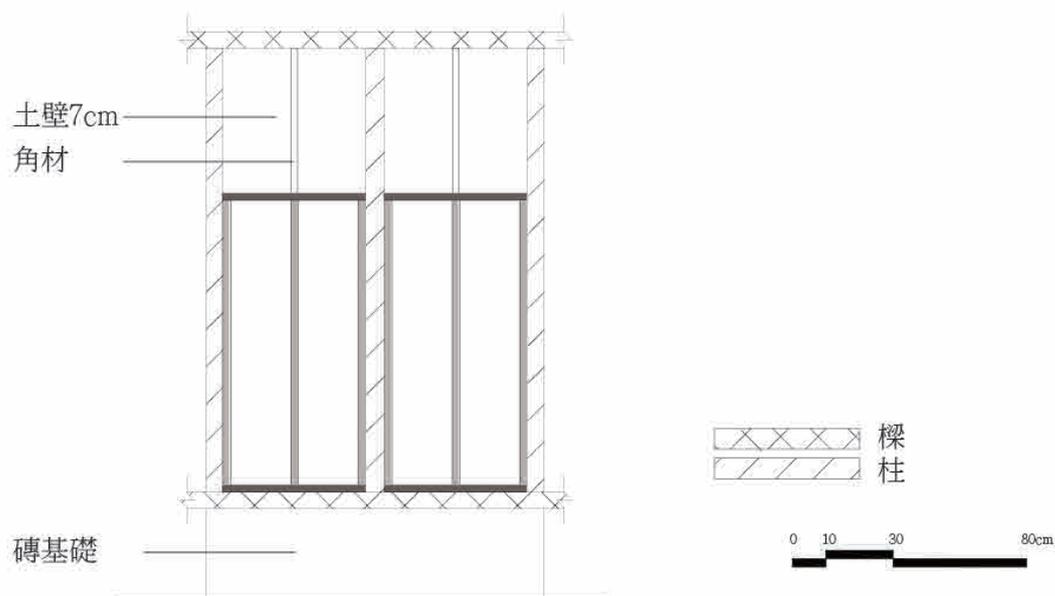


圖 3-7 方案 A 框組立面圖

資料來源：本研究繪製

骨架採用此種方式的目的是為了組裝簡單化，讓民眾能夠很容易操作，橫向角材夾垂直角材也是讓垂直載重傳下來到角材上。若是角材垂直向夾橫向會讓固定的釘子承受垂直載重，而導致快速損壞，所以在施工時必需注意。圖 3-9 為鎖螺絲與固定框組之著釘間距，此間距參考《木造住宅の耐震診斷と補強方法 2012 年修訂版》之規定。

將牆體 B 判斷更換的編竹夾泥牆清空，套入框組代替原本的牆體，框組需要頂著

上方原有的編竹夾泥牆，而框組中間的角材是為了延伸原有釘雨淋板時落釘的位置。最外層需鋪設防水毯，以橫向鋪設且上面蓋住下面，作用方式與屋瓦雷同，使水能夠排出而不是滲入內部。

使用材料為：鐵杉 171\*7\*4.5cm 6 支、鐵杉 81\*7\*4.5cm 4 支、結構合板 182\*81\*1.2cm 4 片、防水毯 0.2cm、3 吋螺紋釘間距 25 公分、1 吋 2 木工螺絲 15 公分。

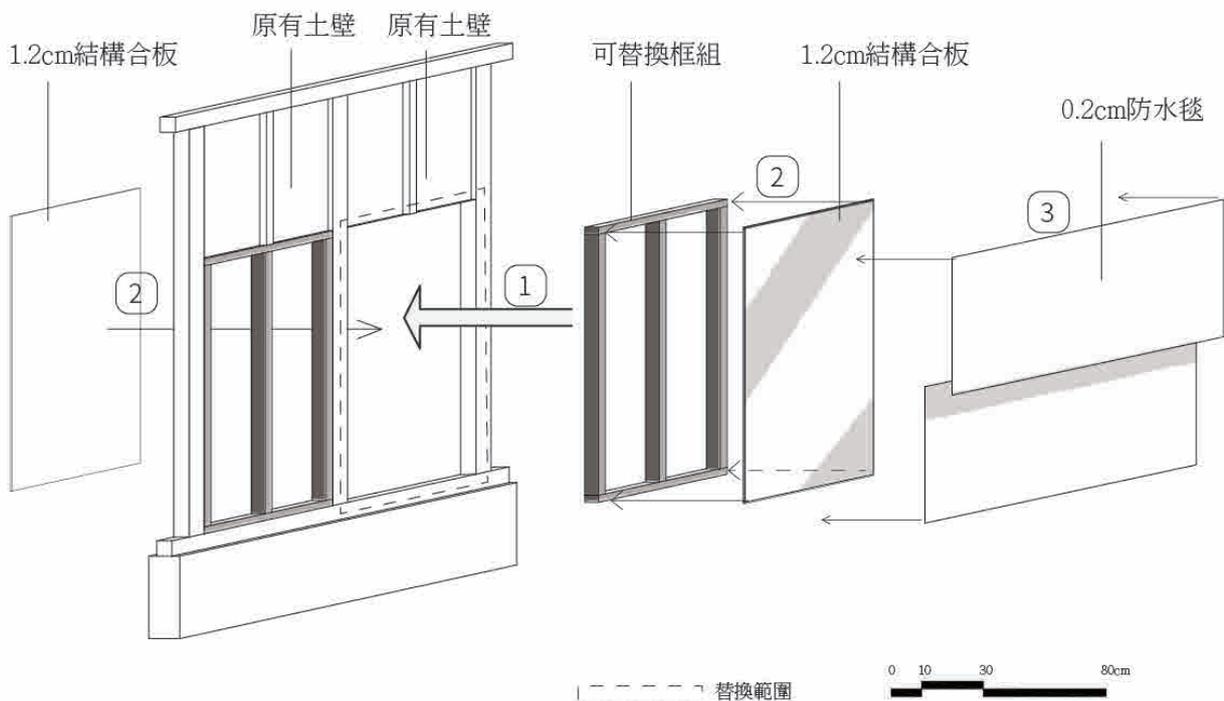
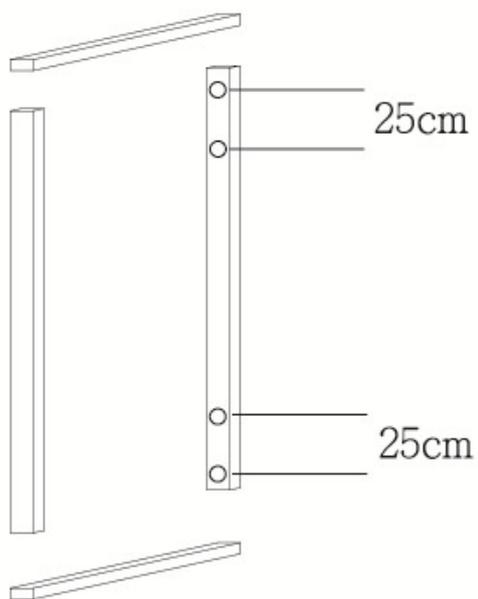
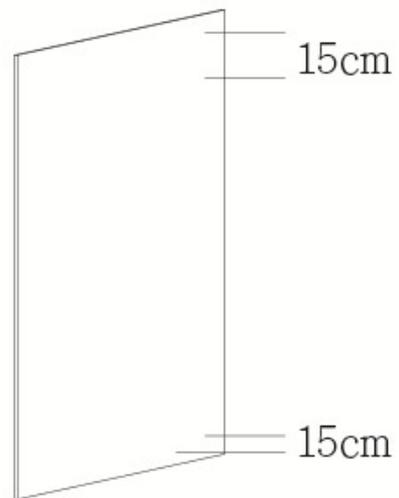


圖 3-8 方案 A 框組替換示意圖

資料來源：本研究繪製



3吋螺紋釘間距25公分



1吋2木工螺絲

圖 3-9 螺絲間距

資料來源：本研究繪製

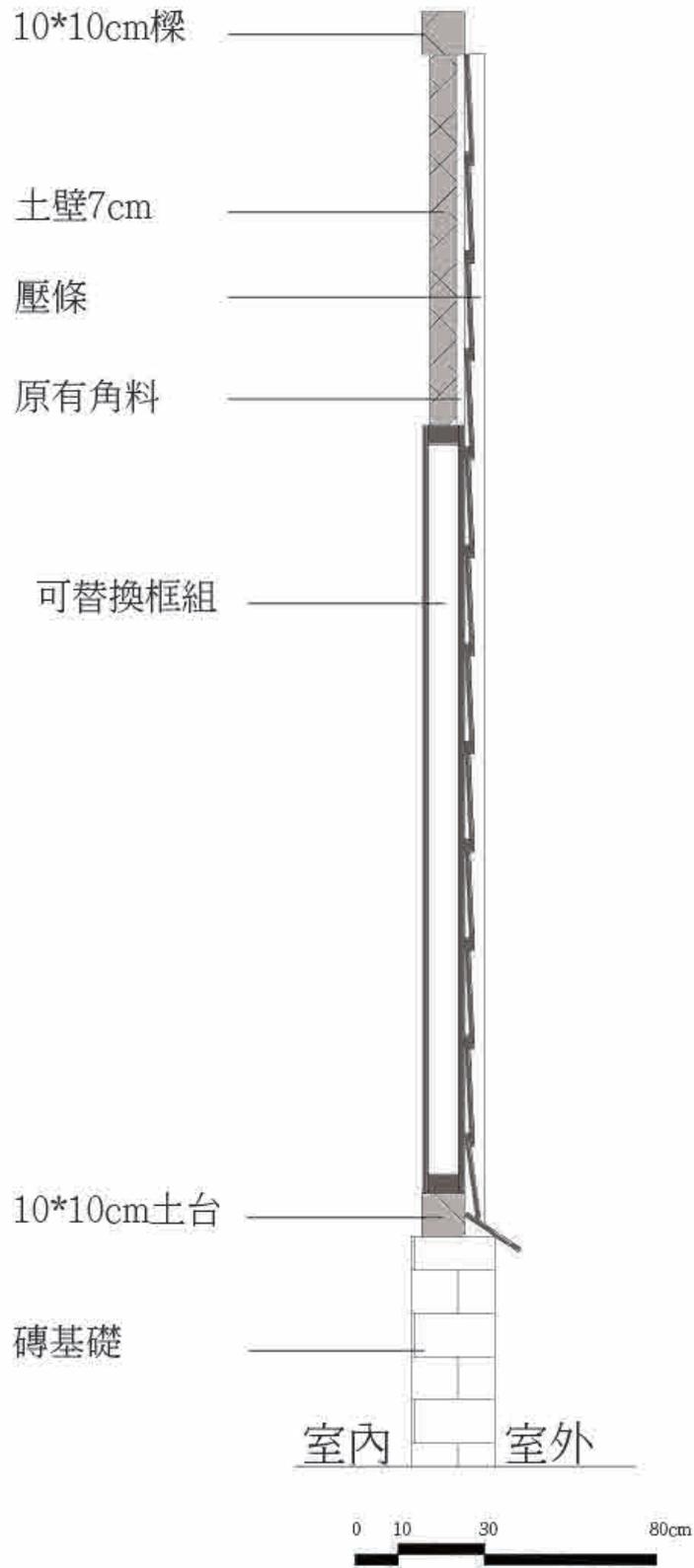


圖 3-10 B 牆面方案 A 剖面圖

資料來源：本研究繪製

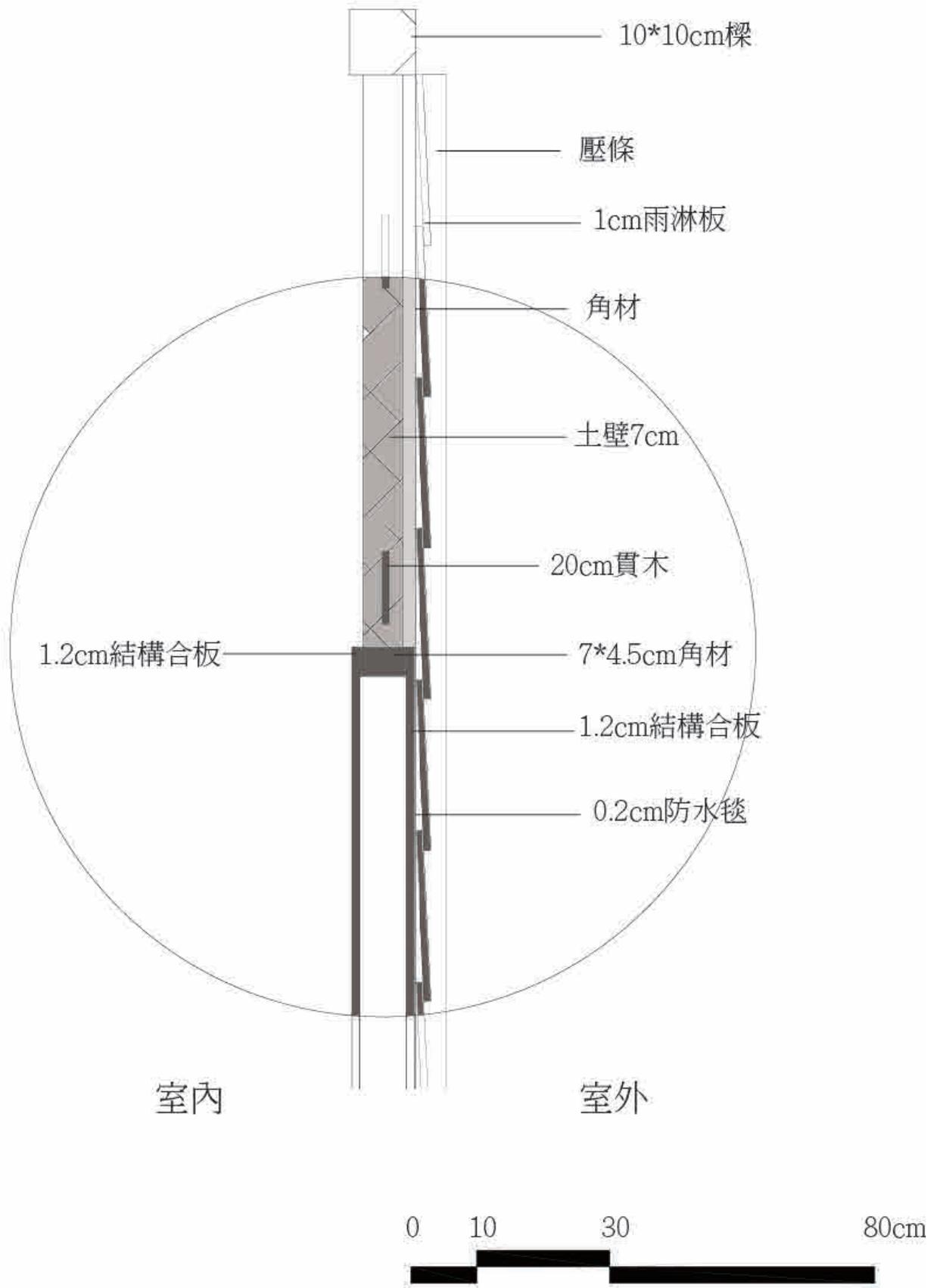


圖 3-11 方案 A 局部剖面圖

資料來源：本研究繪製

### 3-3-2 方案 B

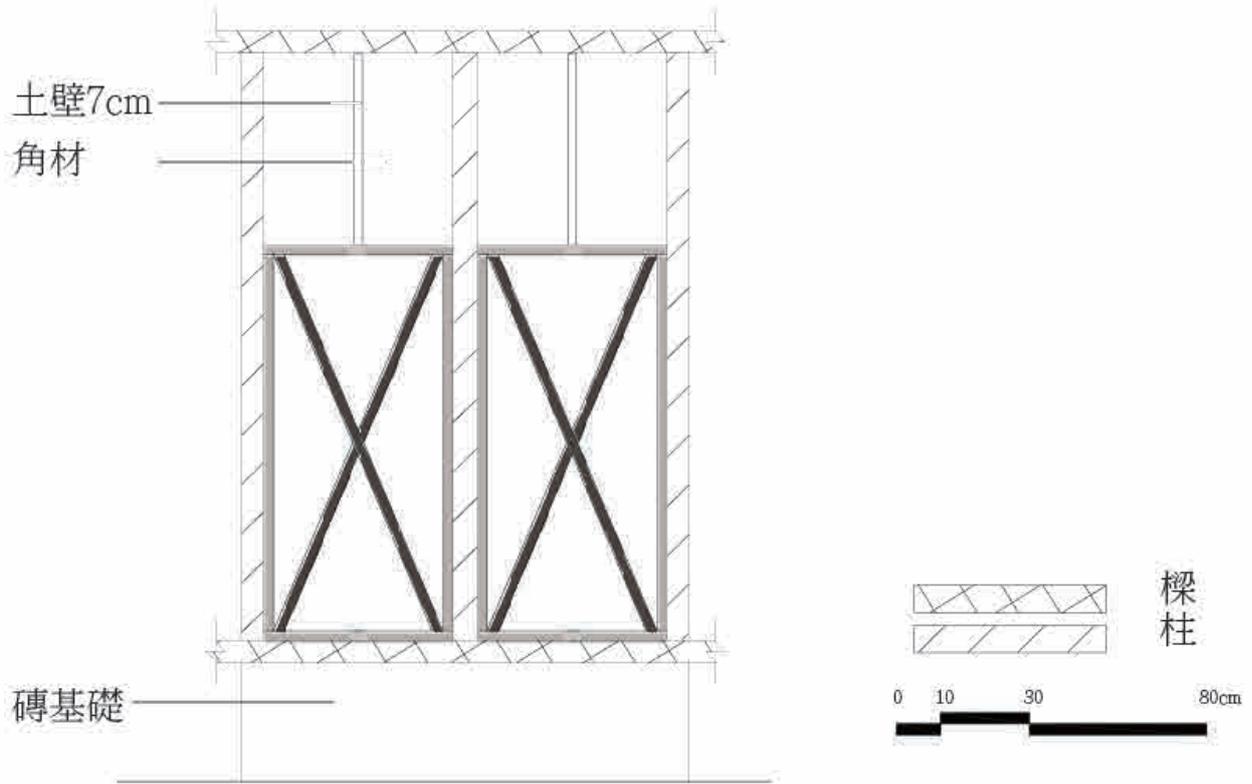


圖 3-12 方案 B 框組立面圖

資料來源：本研究繪製

此方案考量的是在後續裝潢時，若不想再填縫補土以及粉刷，可以將結構合板替換成矽酸鈣板。然而沒有結構合板，框組就必須調整，因此使用斜撐做為取代合板提供剪力。使用材料為：角材 171\*7\*4.5cm 6 支、81\*7\*4.5cm 4 支、188\*7\*4.5cm 2 支、99\*9\*3cm 2 支、矽酸鈣板 182\*81\*0.6cm 2 片防水毯 0.2cm、3 吋螺紋釘間距 25 公分、1 吋 2 木工螺絲 15 公分。

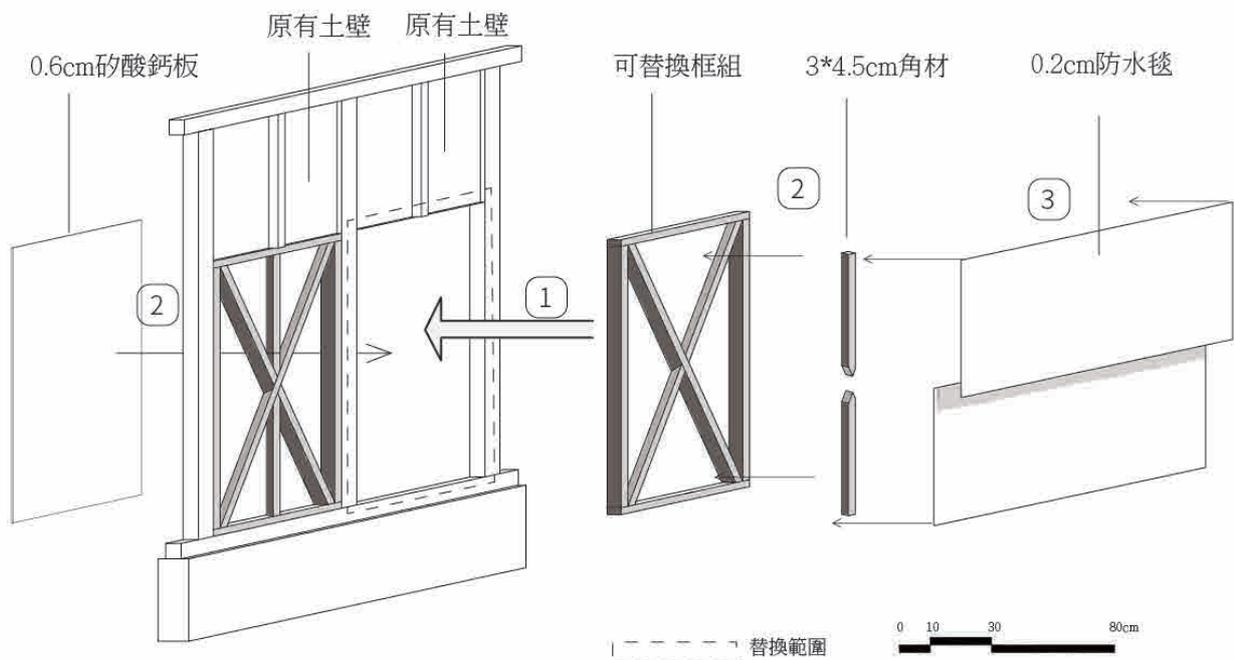


圖 3-13 方案 B 框組替換示意圖

資料來源：本研究繪製

方案 B 為了能夠有讓雨淋板能著釘的地方，在斜撐之間補上兩根角材，使其能讓雨淋板固定。在外層部分的防水毯，需往橫向鋪設並且上下重疊約 10cm，以這個方式鋪設的原因與屋瓦雷同；如有進來的水能夠順著防水毯流走，若採縱向鋪設左右交疊，可能會從搭接處滲水進去。



圖 3-14 方案 B 剖面圖

資料來源：本研究繪製

從圖 3-15 可以看到框組封上板材後，除了牆體強度提升，也具有防水的功能。

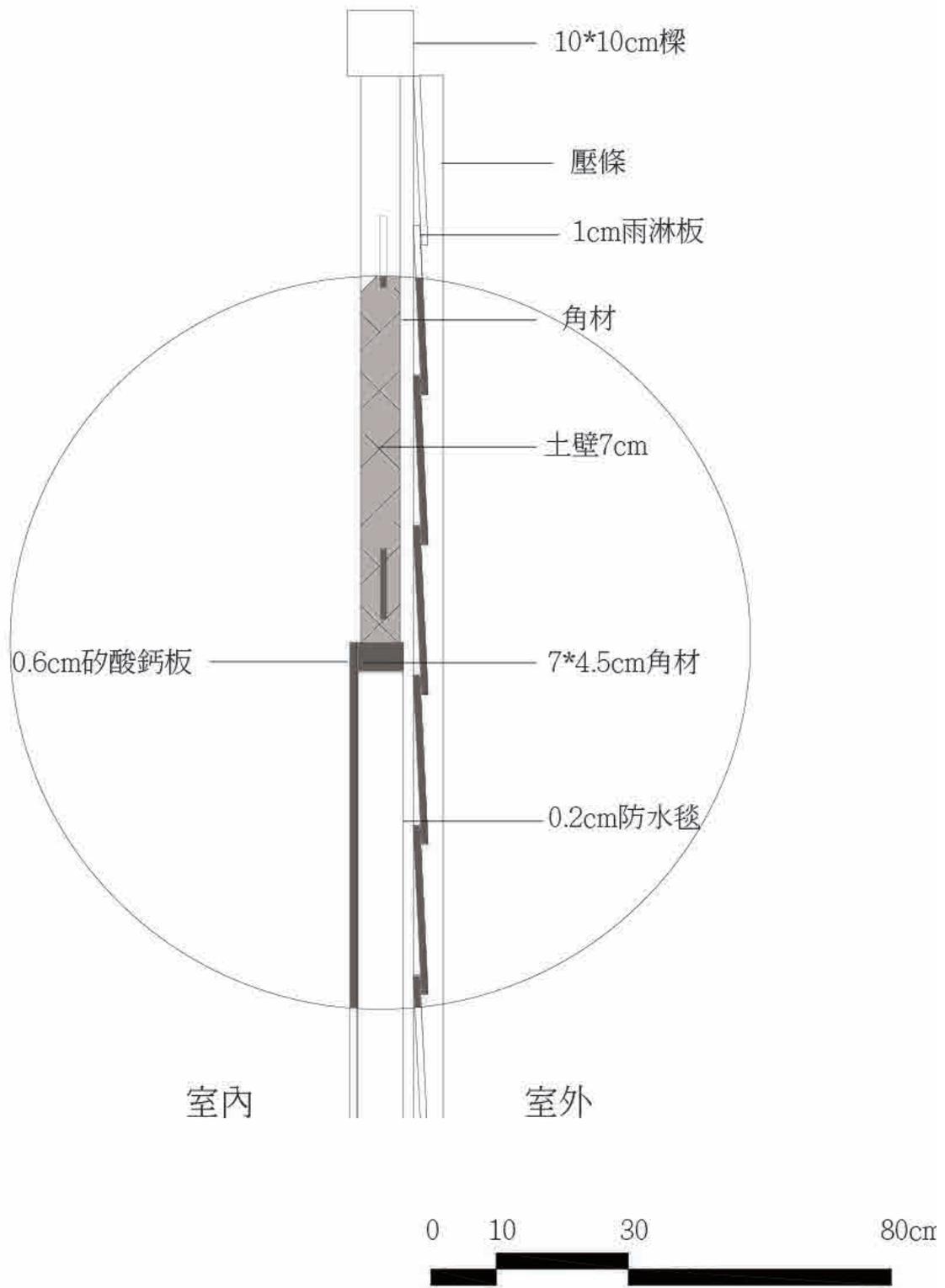


圖 3-15 方案 B 局部剖面圖

資料來源：本研究繪製

總結上述方案，兩者採取同一種外框，但不同種抗震材料以及方式，方案 A 以結構合板產生抗剪力，中間無需加入斜撐，且使壓條容易著釘固定雨淋板。

方案 B 則以斜撐材產生抗剪力，中

間需加入角材讓壓條能夠固定。板材部分方案 B 使用矽酸鈣板容易裝修，不需補土及上漆，但無法吊掛重物。

### 3-4 方案比較

本研究採用日本建築防災協會 2012 年修訂版的《木造住宅の耐震診断と補強方法》系統作為計算依據，先將原建築物整體耐震狀況計算出來，再以方案 A 和方案 B 和以編竹夾泥牆修繕做 XY 向耐震程度和分佈的充足率做對照。

抗震能力診斷需以一整棟建築物為主體考量，不能只有單看其中的幾戶，因此將本研究沒有討論到的 17 號也放了進來。

在進行建築物的耐震診斷前，民眾也能自行做第一步的評估，透過記錄牆體的分佈，建築物的四周若有完整且堪用的牆體，對於建築物的耐震就有一定的效果。舉例來說，桌子四個腳只要是穩固的，這張桌子就是穩固的，建築物也能以這樣來看待。

在方案比較前，本研究先說明如何計算建築物的耐震力。

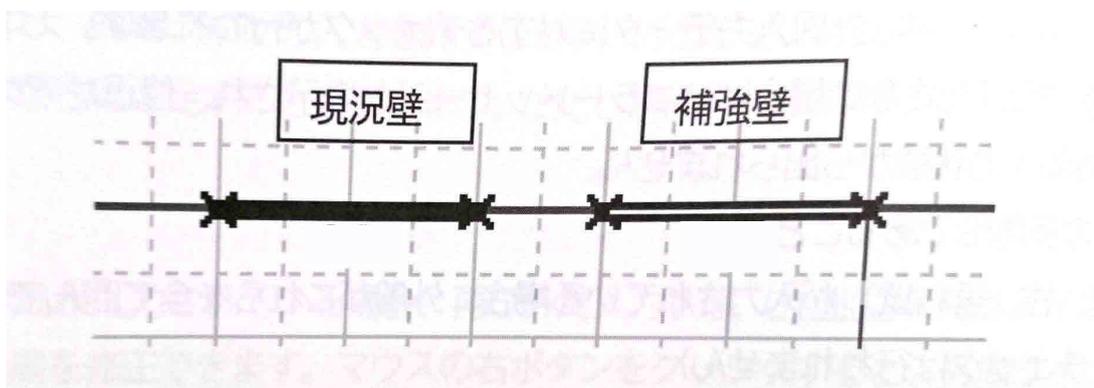


圖 3-16 牆體圖例

首先將建築物套入矩形中，參考圖 3-18 XY 向皆均分四等份，X 向分為領域 a 以及領域 b，Y 向分為領域 1 以及領域 2。計算時需將灰色區域內的面積算出，帶入公式求出抗震力的最小數值，用以之後計算建築物耐震力的數值。

在運算壁體現有的耐力時，除了 4 個領域以外，X 向以及 Y 向的中間部分也必須納入運算中。

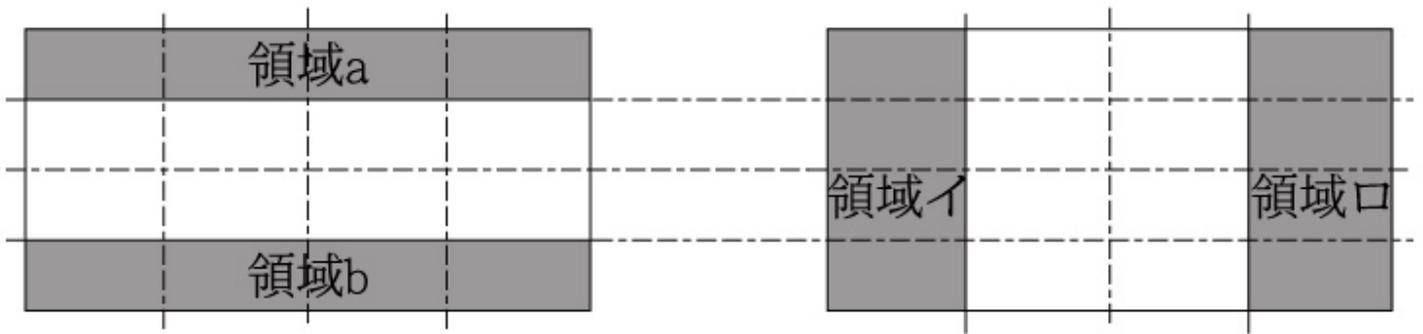


圖 3-17 四分法示意圖

資料來源：本研究繪製

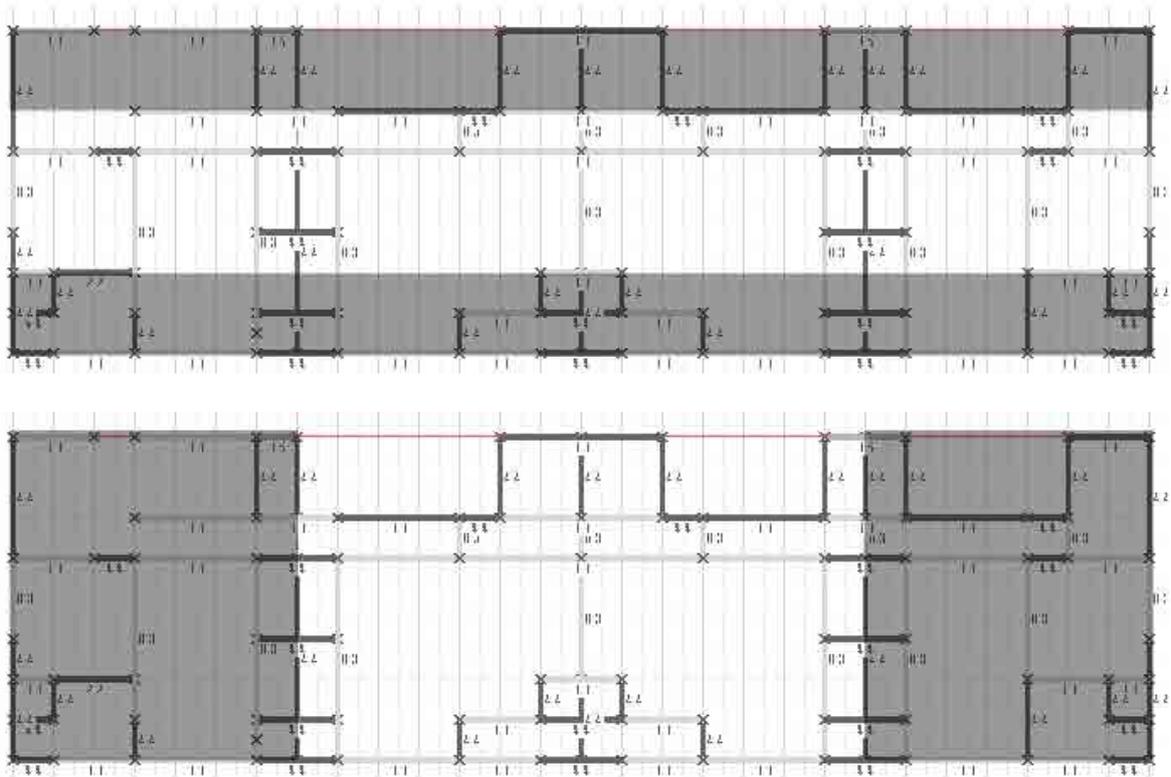


圖 3-18 現況帶入四分法示意圖

資料來源：本研究繪製

### 3. 必要耐力の算出

A : 床面積 (m <sup>2</sup> )	建築面積
Q <sub>y</sub> : 床面積当たり必要耐力 (kN/m <sup>2</sup> )	建築面積的需要承重力
Q <sub>s</sub> : 積雪用必要耐力 (kN/m <sup>2</sup> )	積雪時の需要承重力
Z : 地域係数	區域的係數
α : 地盤による割増係数	地面的係數
β : 形状割増係数	形状比例增加係數
γ : 混構造割増係数	混合構造的係數
Q <sub>r</sub> : 必要耐力 (kN)	需要的承重力

階	A	Q <sub>y</sub>	Q <sub>s</sub>	Z	α	β	γ	Q <sub>r</sub>			
1	185.49	× ( 0.40 + 0.00 ) ×	1.0	×	1.0	×	1.00	×	1.0	=	74.20

圖 3-19 計算承重力計算式

資料來源：本研究繪製

需要的承重力計算當中的區域係數，如：嘉義市規定係數 1，帶入係數為 1。國內並未規範各個縣市的區域係數，因此以日本平原地的縣市係數帶入。形狀割増係數為樓層數，一層樓係數為 1。如上表所示可算出建築物所需要的承重力。

計算的下一步，X 向與 Y 向共 4 個領域需要個別計算，之後在計算建築物牆體的充足率以及檢驗耐震力時所需要的數據。

### 4. 領域毎の必要耐力の算出 (耐力要素の配置などによる低減係数算出用)

A : 床面積 (m <sup>2</sup> )	建築面積
Q <sub>y</sub> : 床面積当たり必要耐力 (kN/m <sup>2</sup> )	建築面積的需要承重力
Q <sub>s</sub> : 積雪用必要耐力 (kN/m <sup>2</sup> )	積雪時の需要承重力
Z : 地域係数	區域的係數
α : 地盤による割増係数	地面的係數
β : 形状割増係数	形状比例增加係數
γ : 混構造割増係数	混合構造的係數
Q <sub>r</sub> : 必要耐力 (kN)	需要的承重力

階	方向	領域	A	Q <sub>y</sub>	Q <sub>s</sub>	Z	α	β	γ	Q <sub>r</sub>			
1	X	a	46.37	× ( 0.40 + 0.00 ) ×	1.0	×	1.0	×	1.00	×	1.0	=	18.55
		b	46.37	× ( 0.40 + 0.00 ) ×	1.0	×	1.0	×	1.00	×	1.0	=	18.55
	Y	i	46.37	× ( 0.40 + 0.00 ) ×	1.0	×	1.0	×	1.00	×	1.0	=	18.55
		ii	46.37	× ( 0.40 + 0.00 ) ×	1.0	×	1.0	×	1.00	×	1.0	=	18.55

圖 3-20 計算各領域承重力計算式

資料來源：本研究繪製

### 5. 壁の耐力の算出

No. : 壁番号

Fw : 壁基準耐力 (kN/m)

Kj : 接合部耐力低減係数、壁基準耐力及び積雪深さにより直線補間した値

①壁基準耐力による直線補間の計算方法、KjはFwにおける低減係数

壁耐力 Fw1 [Fw] Fw2  
低減係数 Kj1 [Kj] Kj2

$$Kj = Kj1 + \{(Kj2 - Kj1) / (Fw2 - Fw1)\} \times (Fw - Fw1)$$

②積雪深さによる直線補間の計算方法、sKjは積雪深さSにおける低減係数

積雪深さ S1 [S] S2  
低減係数 sKj1 [sKj] sKj2

注)sKjは壁耐力で補間した多雪区域の低減係数

$$sKj = sKj1 + \{(sKj2 - sKj1) / (S2 - S1)\} \times (S - S1)$$

(Ka) : 開口壁における連続長さとお開口形状による調整係数

窓が掃出しと隣接する場合、掃出しとみなすため、Ka=0.5

開口壁の連続長さが3mを超える場合は、Ka=3000/L

窓が掃出しと隣接し、連続長さが3mを超える場合は、Ka=0.5×3000/L

無開口壁と隣接しない場合は、Ka=0

L : 壁長 (mm)

壁體的長さ

Qwi : 各壁の耐力 (kN)

各個壁體的承受力

Qw : 領域内の壁の耐力の合計 (kN)

各領域壁體的承受力総合

Qe : その他の耐震要素の耐力 (kN)

其他抗震元件的承受力

Qu : 壁・柱の耐力 (kN) Qu=Qw+Qe

壁體或柱的承受力

階	方向	領域	No.	Fw		Kj (Ka)		L		Qwi	Qw	Qe
1	X	a	W13	4.40	×	0.715	×	910	=	2.86		
			W20	4.40	×	0.715	×	910	=	2.86		
			W36	0.30	×	(0.000)	×	2,730	=	0.00		
			W47	4.40	×	0.715	×	910	=	2.86		
			W55	0.30	×	(0.412)	×	1,820	=	0.23		
			HW61	0.60	×	(0.000)	×	1,820	=	0.00		
			W62	0.60	×	(0.000)	×	910	=	0.00		
			W69	0.30	×	(0.412)	×	2,730	=	0.34		
			W70	0.00	×	(1.000)	×	2,730	=	0.00		
			W71	0.00	×	(1.000)	×	2,730	=	0.00		
			HW73	0.60	×	(0.000)	×	910	=	0.00		

圖 3-21 計算壁體的承受力

資料來源：本研究繪製

### 6. 耐力要素の配置等による低減係数

【床の仕様】Ⅱ 火打ち+荒板(4m以上の吹き抜けなし)

階	方向	領域	領域の必要耐力 Qr	領域の無開口壁の耐力 Qw	充足率 Qw/Qr	耐力要素の配置等による低減係数 eKf1
1	X	a	18.55	18.10	0.98	0.62
		b	18.55	49.13	2.65	
	Y	イ	18.55	54.39	2.93	1.00
		ロ	18.55	62.98	3.40	

圖 3-22 配置承載元件的減少係数

資料來源：本研究繪製

帶入圖 3-21 得出的數值，以及圖 3-22 中各領域的  $Q_w$  值，可以帶出壁體的充足率，再以地板種類以及充足率的數值，查表得出配置承載元件的減少係數。

圖 3-23 是建築物的狀況表，針對建築物本身的損壞問題填寫，得出變質程度減少係數，。

7. 劣化度による低減係数			【築10年以上】		
部位	材料、部材等	劣化事象	存在点数	劣化点数	
屋根 葺き材	金属板	変退色、さび、さび穴、ずれ、めくれがある	2		
	瓦・スレート	割れ、欠け、ずれ、欠落がある			
種	軒・呼び種	変退色、さび、割れ、ずれ、欠落がある	2		
	縦種	変退色、さび、割れ、ずれ、欠落がある			
外壁 仕上げ	木製板、合板	水浸み痕、こけ、割れ、抜け節、ずれ、腐朽がある	4		
	窯業系サイディング	こけ、割れ、ずれ、欠落、シール切れがある			
	金属サイディング	変退色、さび、さび穴、ずれ、めくれ、目地空き、シール切れがある			
	モルタル	こけ、0.3mm以上の亀裂、剥落がある			
	露出した躯体	水浸み痕、こけ、腐朽、蟻道、蟻害がある			
バルコニー 手すり 壁	木製板、合板	水浸み痕、こけ、割れ、抜け節、ずれ、腐朽がある	1		
	窯業系サイディング	こけ、割れ、ずれ、欠落、シール切れがある			
	金属サイディング	変退色、さび、さび穴、ずれ、めくれ、目地空き、シール切れがある			
	外壁との接合部	外壁面との接合部に亀裂、隙間、緩み、シール切れ・剥離がある			
	床排水	壁面を伝って流れている、または排水の仕組みが無い			
内壁	一般室 内壁、窓下	水浸み痕、はがれ、亀裂、カビがある	2		
	浴室	タイル壁			目地の亀裂、タイルの割れがある
		タイル以外			水浸み痕、変色、亀裂、カビ、腐朽、蟻害がある
床	一般室 床面	傾斜、過度の振動、床鳴りがある	2		
	廊下	傾斜、過度の振動、床鳴りがある	1		
	床下	基礎のひび割れや床下部材に腐朽、蟻道、蟻害がある			
合 計			14	0	
劣化度による低減係数		$dK = 1 - (\text{劣化点数} / \text{存在点数}) =$		1.00	

圖 3-23 變質程度減少係數

上部構造評点							
階	方向	壁・柱の耐力 $Q_u$ (kN)	配置などによる 低減係数 $eKf$	劣化度 $dK$	保有する耐力 $edQ_u = Q_u * eKf * dK$	必要耐力 $Q_r$ (kN)	上部構造評点 $edQ_u / Q_r$
1	X	97.64	0.53	1.00	51.62	74.20	0.69
	Y	150.26	1.00	1.00	150.26	74.20	2.02

圖 3-24 建築物耐震力結算表

資料來源：本研究繪製

圖 3-25 總結建築物 X 向以及 Y 向的耐震係數，帶入圖 3-22、23、24 的數值，得出圖 3-25 的第 4、5 項，最後可以求出兩個向度的耐震數值。

兩個向度只看較小的數值，耐震數值 1.5 以上不會倒塌，1.0~1.5 之間有一點機會倒塌，0.7~1.0 有倒塌的可能，0.7 以下一定會倒塌。

### 1. 原始牆體配置以編竹夾泥牆修繕

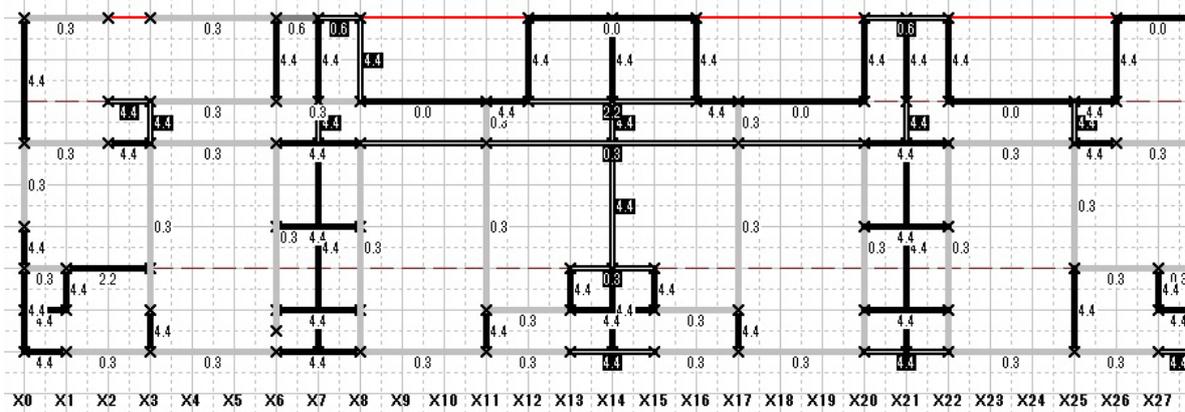


圖 3-25 原始牆體配置圖

資料來源：本研究繪製

表 3-1XY 向牆體充足率表

#### 6. 耐力要素の配置等による低減係数

【床の仕様】Ⅱ 火打ち + 荒板 (4m以上の吹き抜けなし)

階	方向	領域	領域の必要耐力 $Q_r$	領域の無開口壁の耐力 $Q_w$	充足率 $Q_w/Q_r$	耐力要素の配置等による 低減係数 $e_{Kf1}$
1	X	a	18.55	18.10	0.98	0.62
		b	18.55	49.13	2.65	
	Y	i	18.55	54.39	2.93	1.00
		ii	18.55	62.98	3.40	

資料來源：本研究繪製

本研究先以建築物最初始的狀況復原，讓沒有要變更牆體位置的使用者能夠參考，並且以編竹夾泥牆、方案 A、方案 B 以及方案 A+B 帶入此牆體配置。

以原始狀況修繕後，再進行變更牆體位置後的計算，也套用編竹夾泥牆、方案 A、方案 B 以及方案 A+B，提供

這幾種作法作為使用者參考。

表 3-1 可以發現領域 a 的部分充足率明顯偏低，主要原因是領域 a 是建築物的緣側，面對後院的開口區，才會導致充足率低落，而這是宿舍區建築的樣式，修繕牆體時也要將此問題考慮進去。

表 3-2 XY 向耐震力表

8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKfl	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKfl*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	99.60	0.55	1.00	55.27	74.20	0.74
	Y	179.25	1.00	1.00	179.25	74.20	2.41

資料來源：本研究繪製

壁體修繕方式以編竹夾泥牆施作，耐震能力達到 0.74，維持在標準 0.7~1.0 之間，以屋齡 10 年以上的建築物來看，已經達到有耐震力的範圍了。

圖 3-27 帶入方案 A 修繕牆體，耐震能力達 0.89，相較於以編竹夾泥牆修繕牆體，提高的數值 0.15，材料本身的耐震强度高，也影響了整體的耐震能力。

2. 原始牆體配置以方案 A 修繕

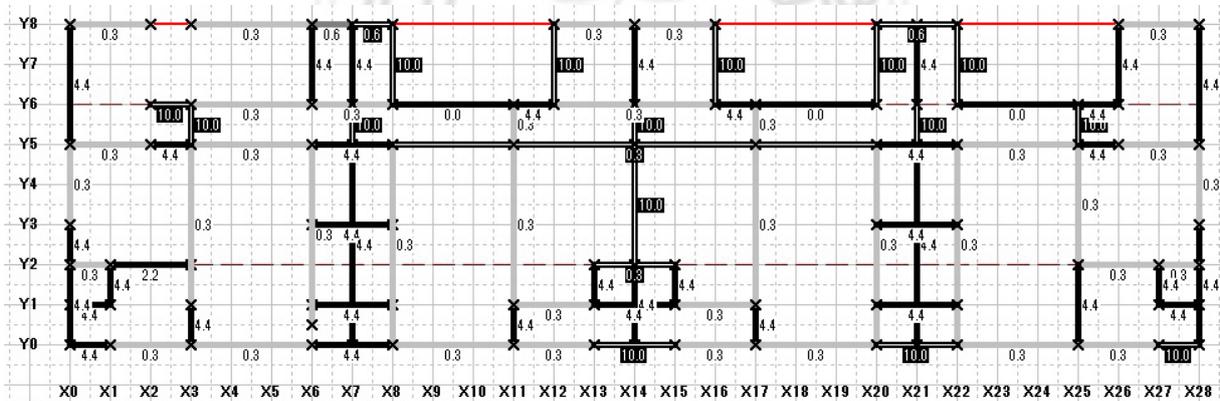


圖 3-26 原始牆體配置帶入方案 A

資料來源：本研究繪製

表 3-3 XY 向耐震力表

8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKfl	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKfl*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	120.65	0.55	1.00	66.47	74.20	0.89
	Y	242.37	1.00	1.00	242.37	74.20	3.26

資料來源：本研究繪製

### 3. 原始牆體配置方案 B 修繕

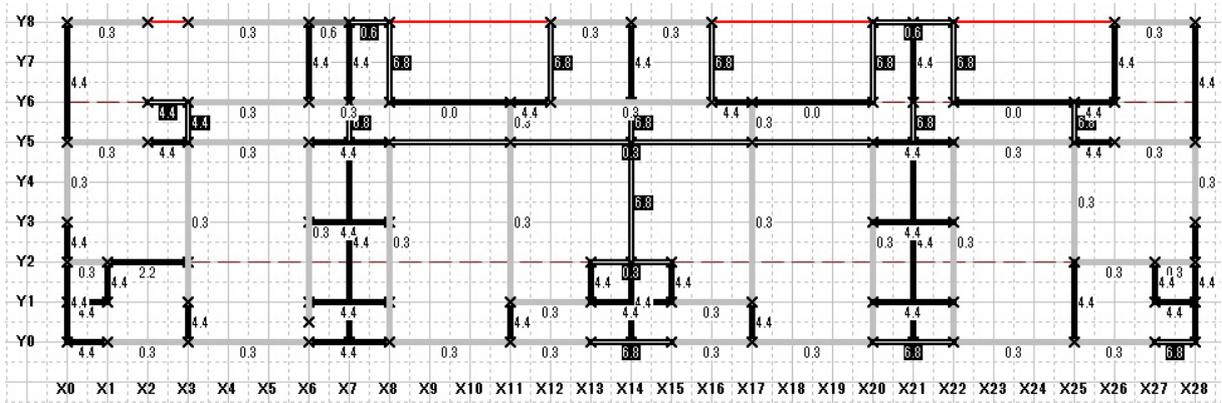


圖 3-27 原始牆體配置圖帶入方案 B

資料來源：本研究繪製

表 3-4 XY 向耐震力表

#### 8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKfl	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKfl*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	106.95	0.54	1.00	57.89	74.20	0.78
	Y	204.21	1.00	1.00	204.21	74.20	2.75

資料來源：本研究繪製

### 4. 原始牆體配置以方案 A+B 修繕

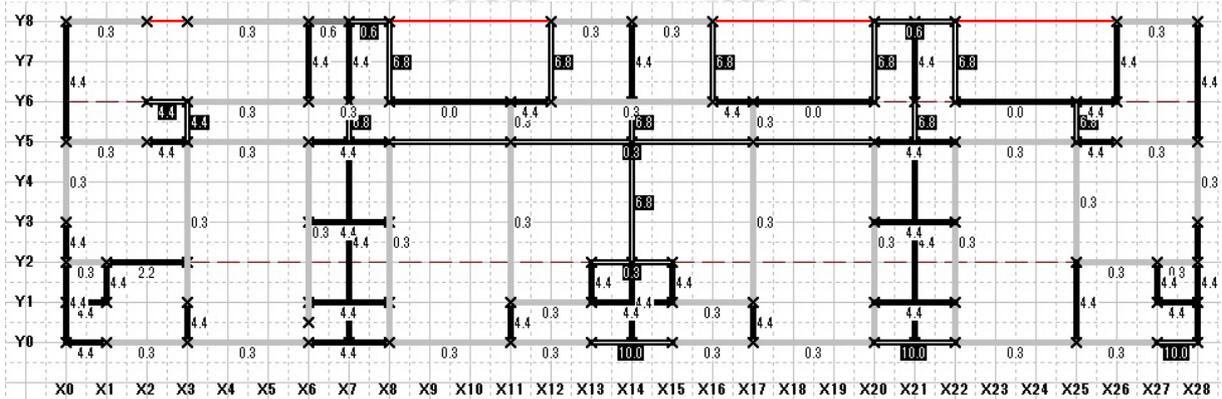


圖 3-28 原始牆體配置圖帶入方案 A+B

資料來源：本研究繪製

表 3-5 XY 向耐震力表

#### 8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKfl	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKfl*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	117.14	0.53	1.00	61.77	74.20	0.83
	Y	204.21	1.00	1.00	204.21	74.20	2.75

資料來源：本研究繪製

小結：

方案 B 因材料本身的係數較低，相較於方案 A 降低了不少，但材料強度也高於編竹夾泥牆，外牆部分有釘著雨淋板的需求，因此只在外牆採用方案 A，使耐震強度提高了，並對外牆的施工更容易。

若耐震能力已經達到 0.7 以上，可以讓內牆以方案 B 或是編竹夾泥牆修繕牆體，

使內部裝修較不費工，工期也可以縮短。

以原始牆體配置帶入 4 種方案的計算和比較後，為了因應使用者有變更室內空間的需求，必須改變牆體的配置時，本研究也以這 4 種方案帶入新的配置計算，以提供使用者參考。

### 5. 新牆體配置以編竹夾泥牆修繕

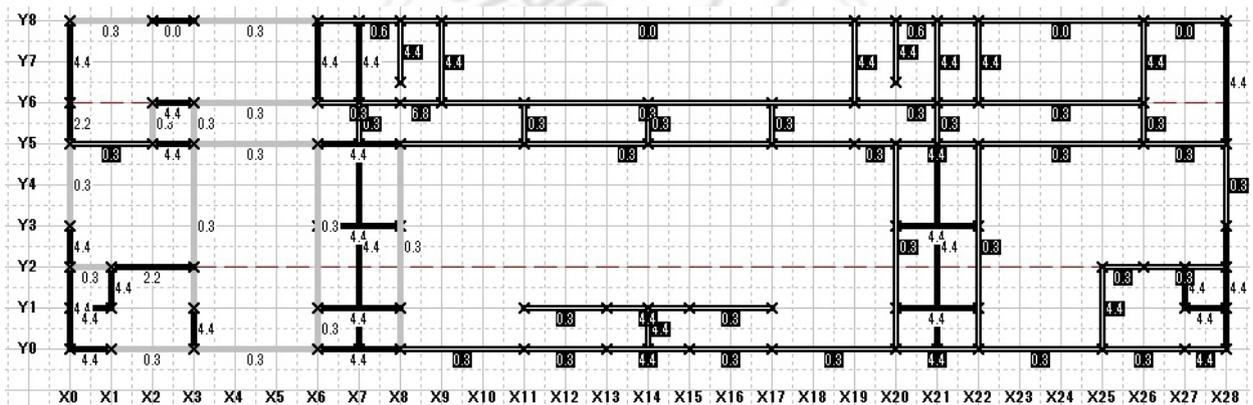


圖 3-29 新牆體配置圖以編竹夾泥牆修繕

資料來源：本研究繪製

新的空間配置，將中間的 19、21 號宿舍打通，並且需要整體的空間，減少了部分牆面，也將緣側推出，整理成同一牆面。

表 3-6 XY 向牆體充足率表

耐力要素の配置等による低減係数			【床の仕様】Ⅱ 火打ち + 荒板 (4m以上の吹き抜けなし)			
階	方向	領域	領域の必要耐力 $Q_r$	領域の無開口壁の耐力 $Q_w$	充足率 $Q_w/Q_r$	耐力要素の配置等による低減係数 $e_{Kfl}$
1	X	a	18.55	8.59	0.46	0.53
		b	18.55	49.13	2.65	
	Y	i	18.55	48.67	2.62	1.00
		ii	18.55	57.26	3.09	

資料來源：本研究繪製

表 3-7 XY 向耐震力表

8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKf1	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKf1*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	92.02	0.52	0.90	42.73	74.20	0.57
	Y	130.44	1.00	0.90	117.39	74.20	1.58

資料來源：本研究繪製

6. 新牆體配置以方案 A 修繕

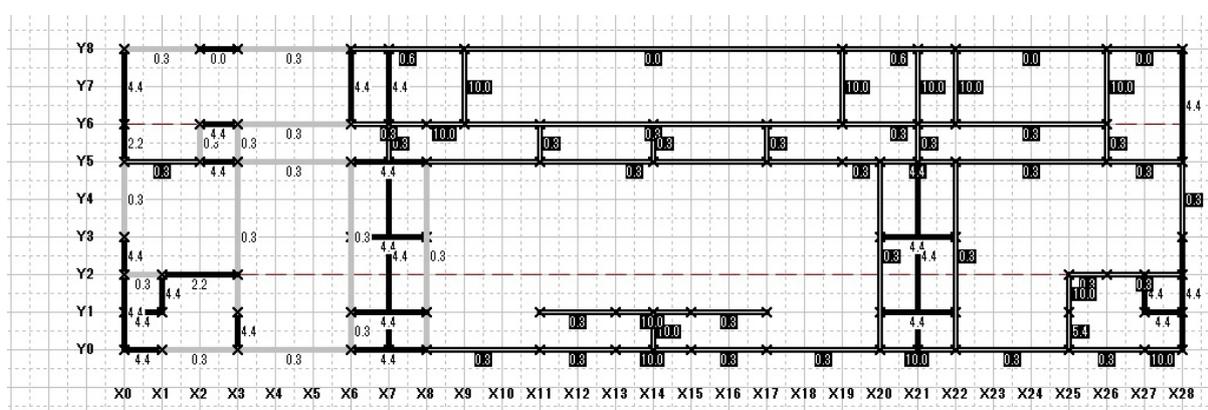


圖 3-30 新牆體配置圖以方案 A 修繕

資料來源：本研究繪製

表 3-8 XY 向耐震力表

上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKf1	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKf1*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	136.85	0.51	0.90	62.84	74.20	0.84
	Y	199.95	1.00	0.90	179.95	74.20	2.42

資料來源：本研究繪製

可以從表 3-7 看到，以新的牆體配置帶入編竹夾泥牆修繕，強度大幅下降，X 向的強度低於 0.7 有倒塌地危險。

圖 3-30 領域 a 中 X 向只有 3 組有效牆體，領域 b 的有效牆體有 10 組，替換成方案 A 的牆體分別在領域 a、b 各有 1 組和 5 組。

看圖 3-30 中此建築物 x 向度的牆體分

布，替換的牆體都集中在領域 b，建築物的北面領域 a 有承重力的牆體極少，因此調整領域 b 外牆體的材料，會左右整體的 x 向度的耐震力。

7. 新牆體配置以方案 b 修繕

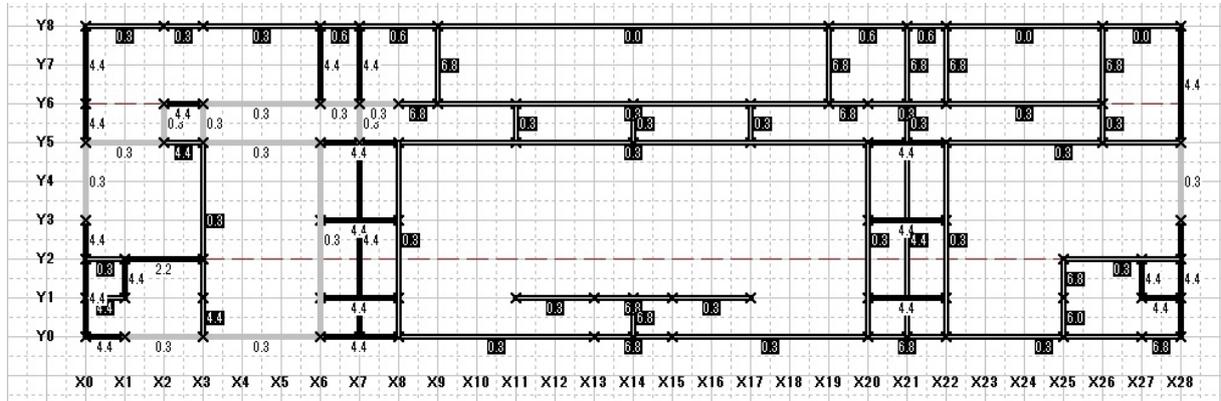


圖 3-31 新牆體配置圖以方案 B 修繕

資料來源：本研究繪製

表 3-9 XY 向耐震力表  
上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 $Q_u$ (kN)	配置などによる 低減係数 $eKf$	劣化度 $dK$	保有する耐力 $edQ_u=Q_u*eKf*dK$	必要耐力 $Q_r$ (kN)	上部構造評点 $edQ_u/Q_r$
1	X	107.53	0.54	0.90	52.00	74.20	0.70
	Y	141.36	1.00	0.90	127.23	74.20	1.71

資料來源：本研究繪製

8. 新牆體配置以方案 A+B 修繕

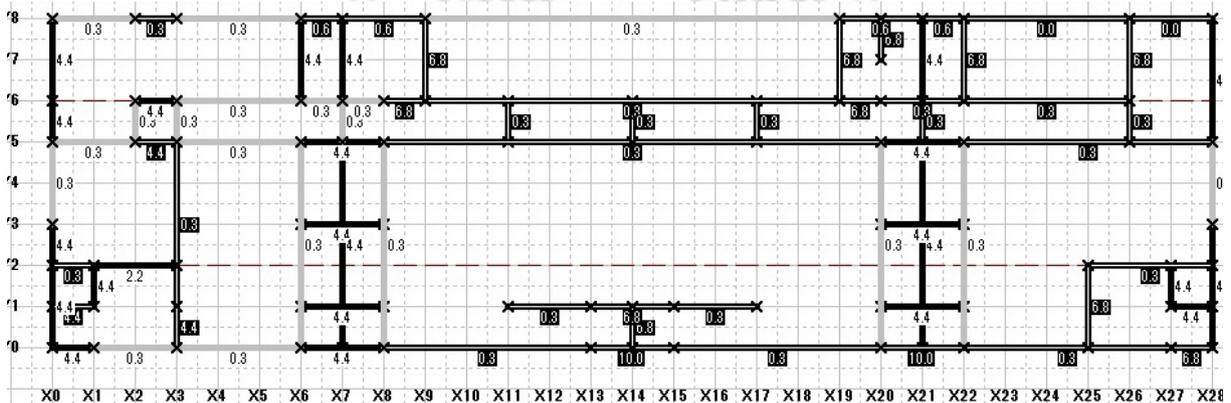


圖 3-32 新牆體配置圖以方案 A+B 修繕

資料來源：本研究繪製

表 3-10 XY 向耐震力表  
上部構造評点

方向	壁・柱の耐力 $Q_u$ (kN)	配置などによる 低減係数 $eKf$	劣化度 $dK$	保有する耐力 $edQ_u=Q_u*eKf*dK$	必要耐力 $Q_r$ (kN)	上部構造評点 $edQ_u/Q_r$
X	115.69	0.53	0.90	54.85	74.20	0.73
Y	143.54	1.00	0.90	129.19	74.20	1.74

資料來源：本研究繪製

表 3-9 中方案 B 帶入後，X 向度的耐震力達到 0.7，替換這 6 座牆體最低的材料承重係數不得少於方案 B 的 6.8KN/M。

因為帶入方案 B 時表 3-9 中耐震值數已經為最低了，因此表 3-10 中替換材料耐震係數更高的方案 A，整體的耐震能力也會提升。

若帶入方案 B 且領域 a 或 b 少一組時，可以參考表 3-11 和表 3-12 中耐震力只有 0.67 與 0.68，領域 a 中的壁量較少，材料承重係數降低時整體耐震值數也下降較多。

表 3-13 為材料系數表，I 部分為編竹夾泥牆，以壁體厚度區分類別，相同厚度再

分壁體有頂到梁上和土台到梁之間壁體量有達到 7 成。II 部分為壁體內部的斜撐，以材料的斷面去區分，相同斷面再以五金零件區分。III 部分為構造用合板，IV 則為有開口的牆體承重力，門為 0.6 窗為 0.3。

圖 3-33 為壁體耐力加總，將牆體分為 3 部分，牆的兩側以及中心。帶入編竹夾泥牆時用雙面編號 7，耐震力為 2.2KN/m，方案 A 兩側牆體為編號 26，耐震力為 5.2KN/m，方案 B 兩側牆體為編號 25，牆體中心為編號 21 的斜撐，耐震力為 0.8KN/m 和 5.2KN/m。

表 3-11 方案 B 中領域 a 只替換一組之耐震力表

8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKfl	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKfl*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	106.06	0.53	0.90	50.23	74.20	0.67
	Y	143.54	1.00	0.90	129.19	74.20	1.74

資料來源：本研究繪製

表 3-12 方案 B 中領域 b 只替換一組之耐震力表

8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKfl	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKfl*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	104.59	0.54	0.90	51.01	74.20	0.68
	Y	143.54	1.00	0.90	129.19	74.20	1.74

資料來源：本研究繪製

壁の入力

外面  0

芯  0

外面  0

合計耐力 = 0.00

圖 3-33 壁體耐力加總

表 3-13 材料系數表

番号	工法の種類 (厚さ単位 = mm)	壁基準耐力 (kN/m)		
1	不明 (両面・芯とも不明の場合)	2.0		
2	塗厚40以上 横架材まで達する場合	2.4	I	
3	~50未満 横架材7割以上	1.5		
4	土 塗厚50以上 横架材まで達する場合	2.8		
5	塗 ~70未満 横架材7割以上	1.8		
6	り 塗厚70以上 横架材まで達する場合	3.5		
7	壁 ~90未満 横架材7割以上	2.2		
8	塗厚90以上 横架材まで達する場合	3.9		
9	横架材7割以上	2.5		
10 [11]	筋かい鉄筋9φ	1.6 [3.2]		II
12 [13]	筋かい木材15×90以上 びんた伸ばし	1.6 [3.2]		
14 [15]	筋かい木材30×90以上	BP又は同等品	2.4 [4.8]	
16 [17]		釘打ち	1.9 [3.8]	
18 [19]	筋かい木材45×90以上	BP-2又は同等品	3.2 [6.4]	
20 [21]		釘打ち	2.6 [5.2]	
22 [23]	筋かい木材90×90以上	M12ボルト	4.8 [9.6]	
24	筋かい製材18×89以上 (枠組壁工法用)	1.3	III	
25	木ずりを釘打ちした壁	0.8		
26 [27]	構造用合板 耐力壁仕様)	5.2 (1.5)		
28	構造用合板 耐力壁仕様) 枠組壁工法用)	5.4		
29 [30]	構造用合板 準耐力壁仕様)	3.1 (1.5)		
31 [32]	構造用パネル (0.9B)	5.0 (1.5)		
33	構造用パネル (0.9B) 枠組壁工法用)	5.9		
34 [35]	ラスシートモルタル塗り	2.5 (1.5)		
36	木ずり下地モルタル塗り壁	2.2		
37 [38]	窯業系サイディング張り	1.7 (1.3)		
39 [40]	石膏ボード張り(厚9以上)	1.1 (1.1)		
41	石膏ボード張り(厚12以上) 枠組壁工法用)	2.6		
42 [43]	化合板 (厚3以上)	0.9 (0.9)	IV	
44	ラスボード	1.0		
45	ラスボード下地しっくい塗り	1.3		
58	窓型開口壁	0.6		
59	掃出し型開口壁	0.3		
60	その他 (創添仕様)	入力		

資料來源：本研究繪製

9. 新牆體配置以方案 A 在領域 b 修繕兩道牆面

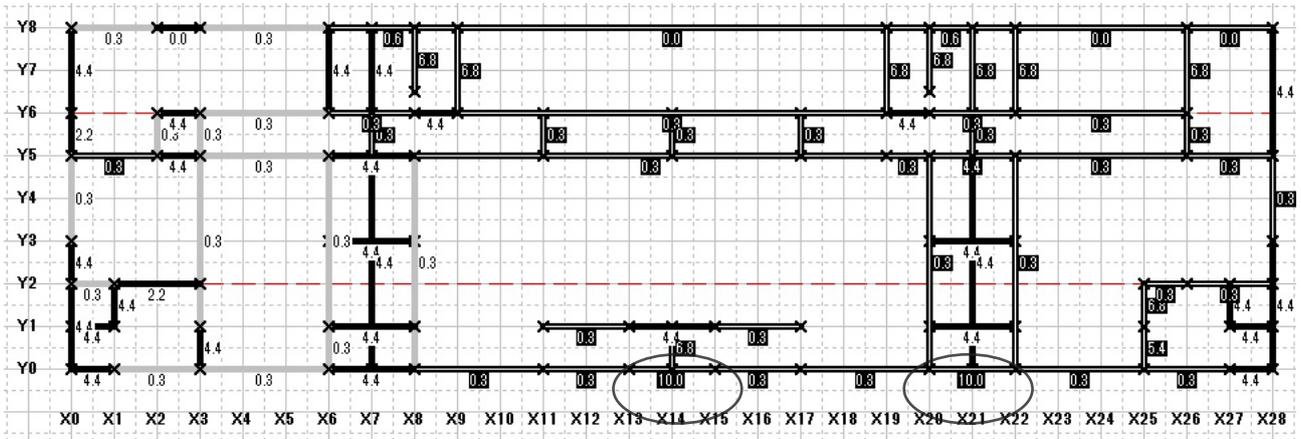


圖 3-34 新牆體配置圖以方案 A 在領域 b 修繕兩道牆

資料來源：本研究繪製

表 3-14 方案 A 在領域 b 修繕兩道牆面耐震力表

8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKf1	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKf1*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	119.26	0.50	0.90	53.90	74.20	0.72
	Y	154.52	1.00	0.90	139.07	74.20	1.87

資料來源：本研究繪製

9. 新牆體配置以方案 A 在領域 a 修復一座 182cm 牆體

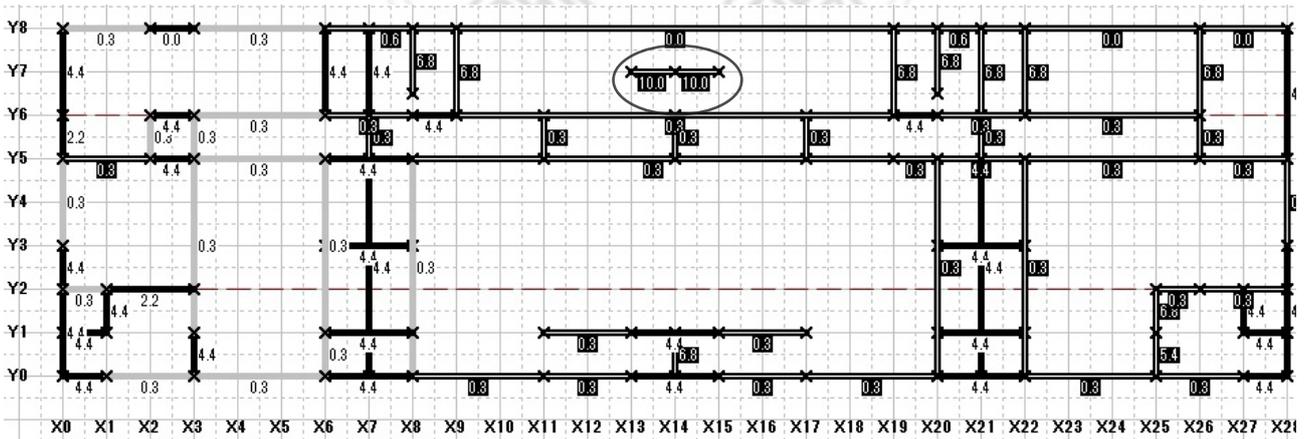


圖 3-35 新牆體配置圖以方案 A 在領域 a 修復一座 182cm 牆體

資料來源：本研究繪製

表 3-15 方案 A 在領域 a 修復一座 182cm 牆體

8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKf1	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKf1*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	107.05	1.00	0.90	96.35	74.20	1.29
	Y	154.52	1.00	0.90	139.07	74.20	1.87

資料來源：本研究繪製

9. 新牆體配置以方案 A 在領域 a 修復一座 91cm 牆體

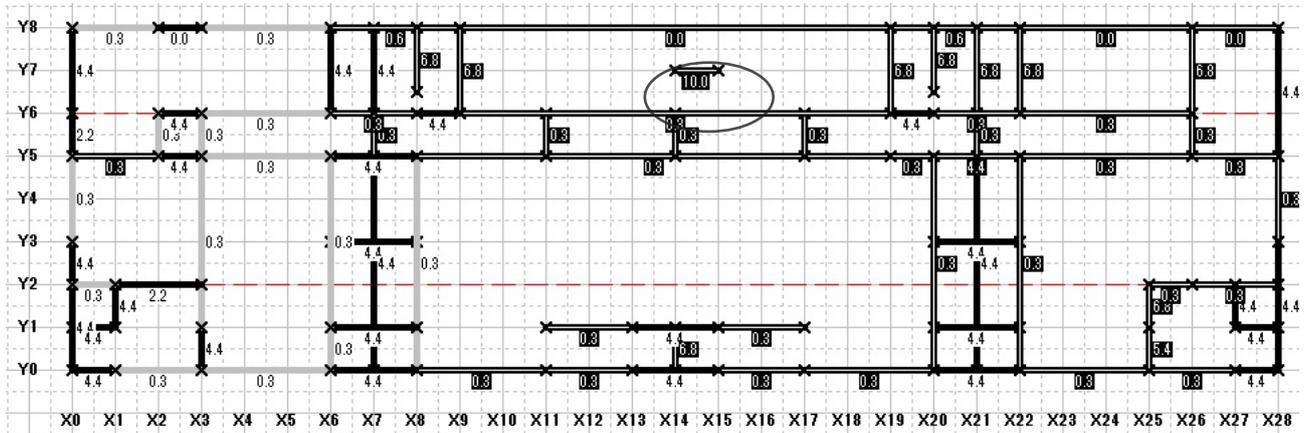


圖 3-36 新牆體配置以方案 A 在領域 a 修復一座 91cm 牆體

資料來源：本研究繪製

表 3-16 方案 A 在領域 a 修復一座 91cm 牆體耐震力表

8. 上部構造評点

階	方向	壁・柱の耐力 Qu (kN)	配置などによる 低減係数 eKfl	劣化度 dK	保有する耐力 edQu=Qu*eKfl*dK	必要耐力 Qr (kN)	上部構造評点 edQu/Qr
1	X	100.68	0.59	0.90	53.19	74.20	0.71
	Y	154.52	1.00	0.90	139.07	74.20	1.87

資料來源：本研究繪製

小結：

以本研究的建築物來作範本，圖 3-26 中為最初牆體配置的狀況，因空間區隔原因，Y 向度的牆體相當的充足，X 向度則因門窗及緣側的開口壁體相對少了很多。

X 向度的耐震能力都是低於 Y 向度，因此以 X 向度討論。圖 3-26 相較於圖 3-29 的領域 b 只多 1 座牆體，對整體的 X 向度從一定會倒塌提升到可能會倒塌的階段。

宿舍區同類型的建築較多，X 向的牆體耐震力較弱，因此進行牆體修繕時，各領域的 X 向度是整體耐震力的關鍵。

從表 3-9 顯示方案 B 已達最低標準的耐震力，最少需要替換 6 座牆體才能維持耐震力，若再減少替換一座牆體則無法達到最低標準。

圖 3-33 領域 a 中只有圈選處替換成方案 A，牆體長度皆為 182cm，若只有一座牆體長度為 182cm 則會低於最低標準 0.7。總結上述所有方案，以耐震能力的提升為基準，空間變更後最少的牆體替換量為圖 3-35 圈選處，只要在領域 a 增加一座方案 A 牆體，且牆體長度 91cm 即可達到標準值。

表 3-17 方案對照表

	方案 A	方案 B
施作難易度(相對)	較易	較難
角料耗費(鐵杉)	180*9*4.5cm6 支 90*9*4.5cm4 支	180*9*4.5cm6 支 90*9*4.5cm4 支 99*9*3cm2 支 188*9*4.5cm2 支
板材耗費	結構合板 171*86*1.2cm4 片	矽酸鈣板 171*86*0.6cm2 片
抗震強度(X向)	0.84	0.7
抗震強度(Y向)	2.42	1.71

資料來源：本研究繪製

透過表 3-17 對方案 A 與方案 B 做對照的解析，施作方案的相對難度是因方案 B 斜撐的加工，為了達到牆體能夠具有水平抗力，需要有斜撐才能讓牆體有此作用；方案 A 則是透過使用結構合板，讓牆體具有水平抗力，而方案 A 的骨架相較於方案 B 簡單很多，只有垂直水平的角材組裝，因此在施作的難易度上方案 A 優於方案 B。

方案 A 的角材使用相當簡單，只有 2 種長度的組裝，而方案 B 是透過骨架產生水平抗力，因此角材的長度就有較多的種類，所以將角材進行材切時相較方案 A 顯得費工上許多。

兩種方案的板材因施作在外牆上，方案 A 需要透過板材才能產生結構力，因此兩

側都需要裝上結構合板；而方案 B 的矽酸鈣板本身不具結構力，在外牆的修繕時，外側不需要進行板材的安裝。

結構合板需要二次安裝，先以釘子做假固定再使用木工螺絲把合板鎖在框組上，但在後續使用上結構合板具有結構力能吊掛物品，相對的方案 B 使用矽酸鈣板，在日後使用者進行室內裝潢是較為不便的。

透過前面作的方案耐震測試，方案 A 的兩向耐震數值皆是大於方案 B 的，因結構合板本身提供的耐震能力就大過矽酸鈣板，在以耐震的前提下，且配合空間的需求，本研究將以方案 A 作為執行的方案。

### 3-5 施作材料與價格

表 3-18 材料經費表 (外牆二坪單價)

	材料	尺寸	數量	單價(元)	總價(元)
方案 A	鐵杉	185*9*4.5cm	8	單價(元)	1040
	結構合板	3 尺 *6 尺 *1.2cm	4(雙面)	130	2400(雙面)
			2(單面)	60	1200(單面)
	平頭螺紋釘	三吋	40	9.3	372
	不鏽鋼木工螺絲	1 吋 2	60	3	180
	補土	桶	0.1	50	5
	粉刷	1 公升	0.2	420	84
合計					4239(雙面) 3039(單面)
方案 B	鐵杉	185*9*4.5cm	9	130	1170
	鐵杉	399*9*4.5cm	1	290	290
	矽酸鈣板	3 尺 *6 尺 *0.6 cm	2(單面)	280	560
	平頭螺紋釘	三吋	40	9.3	372
	合計				

資料來源 :<http://www.do-88.com/product-info.asp?id=80>，日通建材批發 17/04/27

透過表 3-18 來檢視各方案的花費，在整合方案的效能以及施作容易程度後，對照材料經費表得出，方案 B 的花費是約是方案 A 一半的。但本研究考量的是施作性以及抗震強度的提升，且宿舍的屋齡已接近百年，因此本研究還是選擇以效能優先。

民眾可以在做經費與耐震性之間考量，方案 B 雖然耐震強度沒有方案 A 來的高，但是在《木造住宅の耐震診斷と補強方法》

中的規範下，也是達到與方案 A 同一個等級。若將方案 A 外牆只裝兩片結構合板與方案 B 比較，則價格相差縮減至 700 左右，耐震指數也很接近。方案之間沒有絕對，本研究提供作法與數據讓民眾能夠有取捨的依據。

表 3-19 建材熱阻值 (綠建築標章計算資料)

建材名稱	熱阻 R	建材名稱	熱阻 R
外氣膜	0.043	石膏板	0.0706
內氣膜(熱阻係數 1/9)	0.111	石棉浪板	0.003
內氣膜(熱阻係數 1/7)	0.143	岩棉保溫材	0.762
磁磚	0.008	石棉矽酸鈣板	0.167
水泥砂漿	0.007	璃棉	0.714
水泥砂漿	0.01	瀝青防音塗料	0.004
鋼筋混凝土	0.086	花崗石	0.009
鋼筋混凝土	0.107	柏油	0.004
紅磚	0.288	水泥防水粉光	0.007
輕質混凝土	0.125	馬賽克	0.004
鋼筋混凝土預鑄版	0.12	泡沫混凝土	0.471
鑽泥板	0.139	PU板	0.04
玻璃	0.01	泡沫混凝土	0.588
石棉板	0.008	油毛氈	0.091
合板	0.1	岩棉吸音板	0.234
鋁板	7.62E-06	空氣層(無厚度)	0.086
鋁板	2.86E-05	空氣層	0.182
玻璃棉	0.714		

資料來源：內政部建築研究，2015

熱阻係數：

為熱導係數之倒數，熱阻係數一般表示為  $1/kx$ ，其單位為： $m.K/W$ 。該係數乘材料厚度即為材料熱阻，熱阻一般表示為  $R$ ，單位為  $(m^2.K)/W$ 。例如矽酸鈣板之熱導係數為 0.15，熱阻係數為  $1/0.15$ ，若使用 2.5 公分之石膏板則其熱阻為  $0.025 \times (1/0.15) = 0.17$ 。

導熱係數和熱阻的差異在於是否和厚度有關，導熱係數反應物質本身的一種特性，與厚度長度等無關，當然這種特性與其他外界因素有關，例如溫度等。但是熱阻則與厚度有關，厚度越厚，熱阻越高，因此如果要規範材料的本質，可以熱導係數作為標準，若規範後端材料的整體性能表現，可以熱阻予以規範較佳。（內政部建築研究，2015）

內政部建築研究(2015)當中提到，隔熱材料之厚度應至少達到 2.5 公分。內政部建築研究所(2014)中有求出編竹夾泥牆之熱阻，其係數為 0.99m.K/W。本研究以最接近編竹夾泥牆熱阻係數的建材帶入方案 A、B 之中，最接近的建材為岩棉堡溫材，係數 0.762m.K/W。鋁板係數雖然很高，但是材料的厚度太薄，而厚度達到 2.5 公分時，經濟性已經大於實用性，故不考慮鋁板作為隔熱材使用。計算方式為：材料係數 x 厚度 x 數量，可以和不同材料相加。

表 3-20 當中要完成兩坪需要購買的材料量有三種，搭配表 3-18 的經費表，方案 A 加上隔熱材需要 5819 元 / 兩坪，方案 B 則是 3972 元 / 兩坪。

方案 A 的熱阻係數為

$$0.1*0.012*2+0.18*0.06=0.01m.K/W$$

方案 B 的熱阻係數為

$$0.167*0.006+0.18*0.06=0.01m.K/W$$

若方案 A 帶入岩棉厚度 2.5cm 為

$$0.1*0.012*2+0.762*0.025=0.02m.K/W$$

若方案 B 帶入岩棉厚度 2.5cm 為

$$0.167*0.006+0.762*0.025=0.02m.K/W$$

- 以編竹夾泥牆計算 -

$$0.08*0.999=0.08m.K/W$$

若方案 A 帶入岩棉厚度 6cm 為

$$0.1*0.012*2+0.762*0.045=0.05m.K/W$$

若方案 B 帶入岩棉厚度 6cm 為

$$0.167*0.006+0.762*0.045=0.05m.K/W$$

表 3-20 岩棉經費表 (外牆兩坪單價)

材料	面積	單位	數量	單價	總價
岩棉	1.16 坪	0.4M x1.2 M x 50mm	2	790	1580
	1.33 坪	0.6M x1.2 M x 50mm	2	840	1680
	2.18 坪	0.6M x1.2 M x 25mm	2	1350	2700

資料來源 :<http://www.do-88.com/product-info.asp?id=387>，日通建材批發 17/07/18

小結：

從計算結果來看牆體的修繕方案，純粹的方案 A 和方案 B 用空氣層隔熱，相較於編竹夾泥牆的隔熱效果都很差。替代後的牆體也需要隔熱的效果，因此帶入表中係數最高的岩棉，雖然低於編竹夾泥牆的隔熱效果，但接近於編竹夾泥牆的效果。

本研究建議牆體的修繕，無論採用方案 A 或方案 B 在外牆的部分都必須要加入隔熱材料，才能讓修繕牆體有隔熱作用。



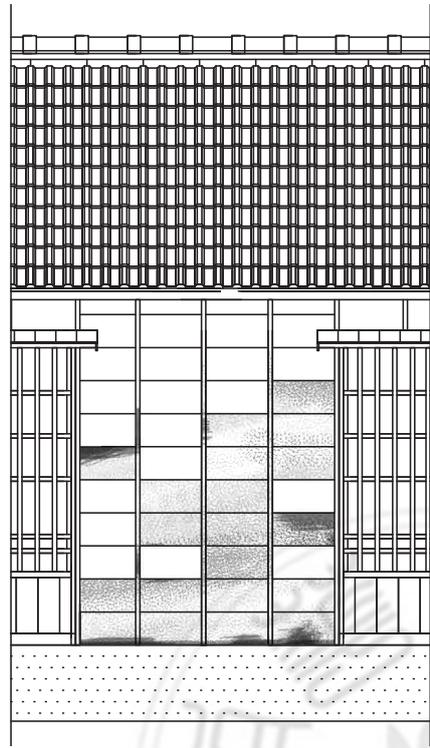
## 肆 實作方案

4-1 施工流程

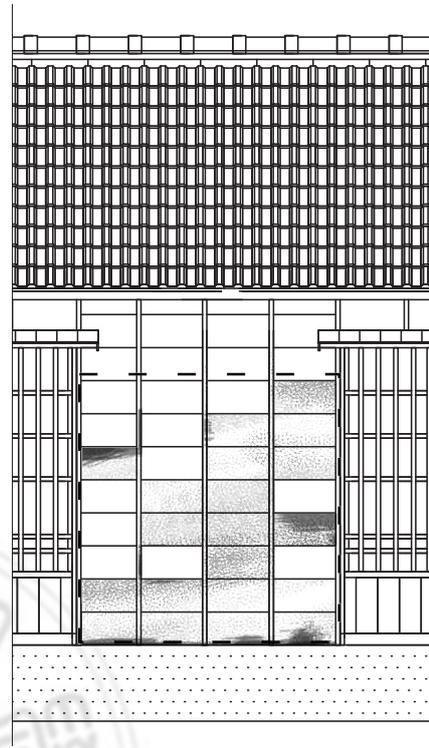
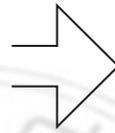
4-2 施作紀錄

4-3 修繕流程檢討

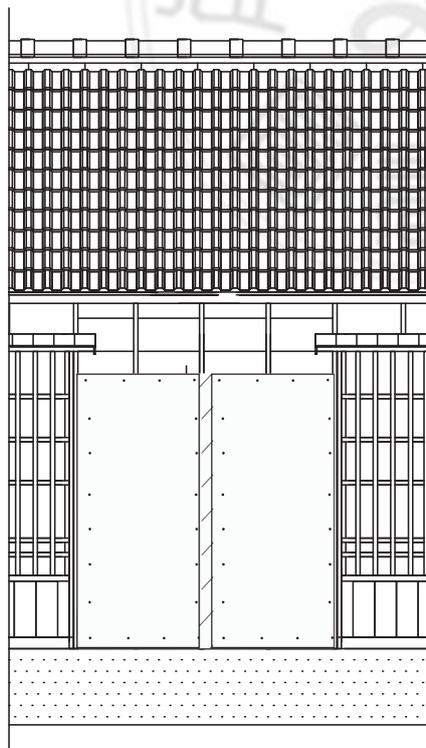
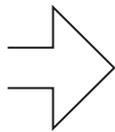
# 4-1 施工流程



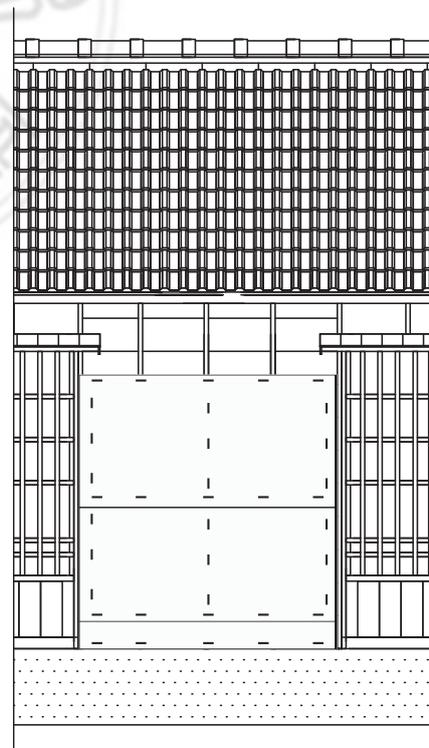
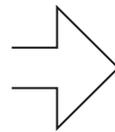
1.破損的立面



2.設定修繕範圍



5.釘上結構合板



6.釘上與防水布，上疊下

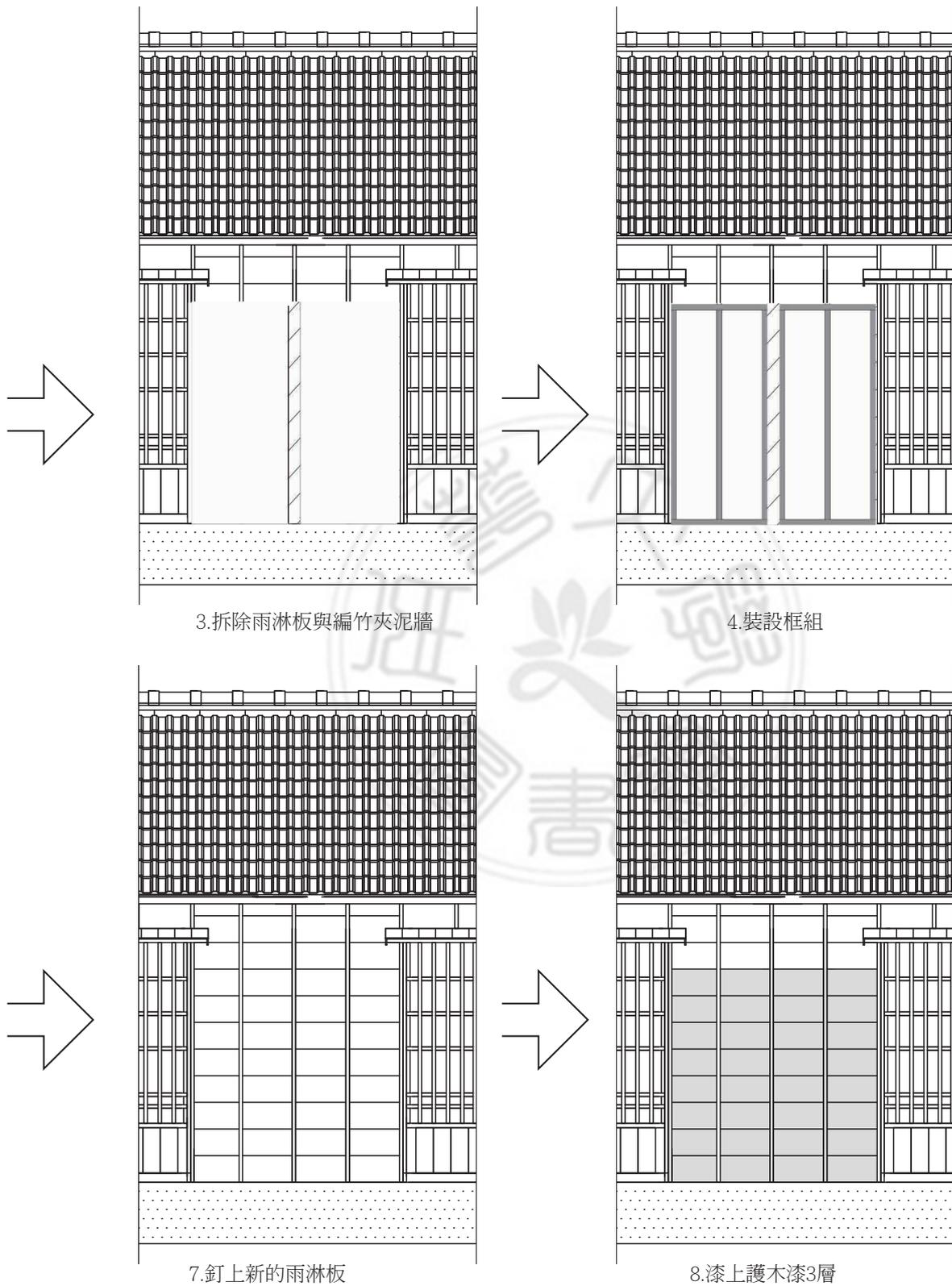


圖 4-1 施工流程圖

資料來源：本研究繪製

## 4-2 施作紀錄

透過影像以及文字的敘述，讓施作地過程能被清楚了解，也能知道施工過程會遇到的問題及解決問題的方式，以提供使用此方案進行牆體修繕的民眾參考。記錄的方式包括施工方式、工具使用、材料使用、遇到的問題以及解決方式。

### 編竹夾泥牆清除

對照破壞調查表，先將損壞的雨淋板拆除，再用圓鋸將竹條鋸斷，最後敲除編竹夾泥牆與當中的貫木。使用電動工具切除編竹夾泥牆的原因是轉速較高，切斷竹片時較不會產生手鋸大力地震動，讓沒有要拆除的土壁不會因振動而脫落。



圖 4-2 雨淋板拆除後  
資料來源：本研究拍攝

### 方案 A 框組安裝

將編竹夾泥牆切除清理之後，將準備好的方案 A 框組以三寸的螺紋釘，螺紋釘間隔約 25cm 的距離，固定在柱子與土台上。

因本研究中所修繕建築物結構體（柱子和土台）的部分沒有嚴重的腐朽（尚具有著釘力），故可直接鎖入結構體中；如柱子或土台有嚴重的朽蝕，需要請木工師父抽換其木料，才能將框組安裝上去。

※ 所有需要安裝的框組將要完成時，就可以準備讓結構合板進現場，結構合板到現場之後，要照安裝合板尺寸的裁切。



圖 4-3 方案 A 框組安裝  
資料來源：本研究拍攝

#### 安裝結構合板

先在框組與結構合板相接的位置塗上白膠，接著使用釘槍將結構合板暫時固定在框架上，最後使用電動起子將 1 吋 2 的不鏽鋼木工螺絲鎖上，螺絲間距為 15cm。



圖 4-4 結構合板安裝於框組上

資料來源：本研究拍攝

#### 安裝防水毯

封上雨淋板之前將厚度 0.2cm 的防水毯以釘槍固定在結構合板上，以達到第 2 層防水作用。防水毯鋪設方式為橫向，並且上層的防水毯需蓋住下層的防水毯，以達到第二層防水的作用。

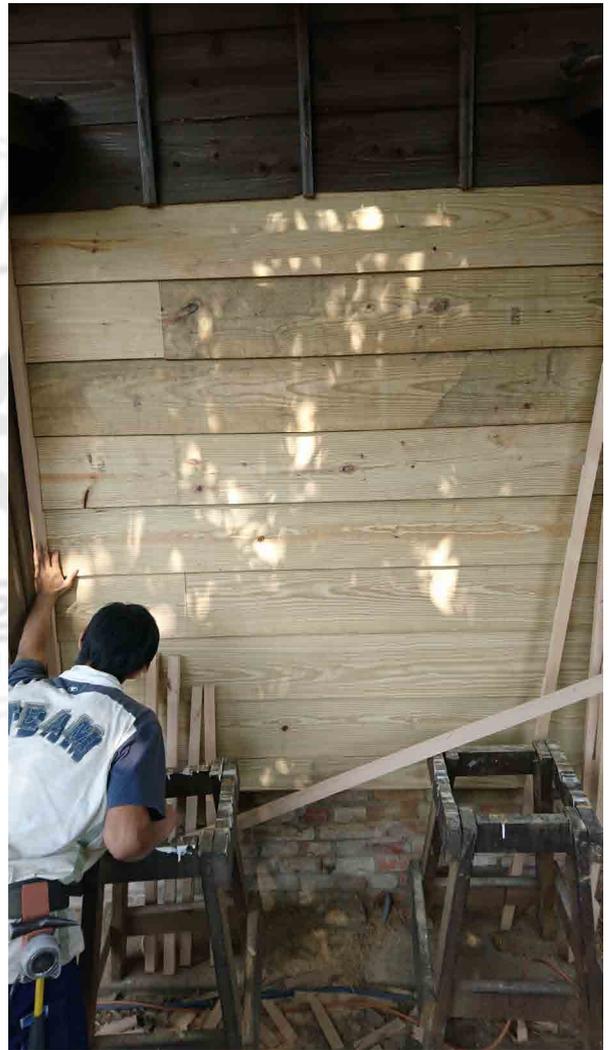


圖 4-5 安裝雨淋板

資料來源：本研究拍攝

### 安裝雨淋板

鋪上防水毯之後，依據損壞調查的數量，將新的雨淋板裝上去，把板料分割的位置留在壓條的線上。而再裝雨淋板時需特別注意，切勿將板材的上緣以及下緣同時著釘，當太陽直射溫度上升，產生熱漲冷縮效應，板材會因為被上下固定而無法伸展，導致板材會從著釘處裂開。

### 壓條製作

製作固定雨淋板所需要的壓條，需要使用的工具為線鋸、角尺。將角料以放置於兩片交疊的雨淋板上，量出上下端離水平物的距離以及長度，再將尺寸以鉛筆畫在角料上，以線鋸將其割開，此步驟需要多次的微調。因板材的間距都略有不同，因此需要一段一段丈量調整。



圖 4-6 安裝壓條  
資料來源：本研究拍攝

### 安裝壓條

將新做的壓條延續著原有的壓條釘上，需使用的工具為釘槍，釘子使用三吋釘。本研究在第5點時提到雨淋板上下不可同時著釘，原因為熱脹冷縮導致板材破裂，而壓條的功用是固定雨淋板，所以也不需要雨淋板上下都著釘。釘壓條的過程，也要記得板材著釘原則，皆著釘在雨淋板上端。

### 護木漆塗抹

漆上護木漆後完成施工，護木漆的作用為第一層防水，上漆時需順著木頭紋路方向，漆完靜置一天再上下一層，共塗刷三層防水漆。建議在安裝雨淋板之前就可以將板材上漆完畢，較安裝完上漆的過程也會相對的輕鬆。



圖 4-7 漆護木漆  
資料來源：本研究拍攝

### 4-3 修繕流程檢討

拆除土壁的清運：

在敲除土壁時會產生大量的廢棄物，而師傅也會採用破壞性拆除的方式。敲除的土堆都落在室內，在進行搬運時因高低差清運時非常不方便也費時，因此土壁敲除時應由內而外，地面也可鋪設帆布以便裝袋。

修繕牆體與原構造物重疊時的處理辦法：

框組與構造物重疊時，以框組為優先。若原構造物如：玄關櫃子…是嵌入編竹夾泥牆內的，可在進行牆體修繕後，將嵌入的部分切除，切除之後可以重新安置於框組牆體的合板上。透過切除的嵌入部位在安裝回修繕完畢的牆體上，既達到耐震能力的提升，建築物原來的構件也能保存。

框組的組裝方式：

框組在組裝的過程中是很容易發生的錯誤，在自行修繕時也要特別注意。如圖 4-8 表示，框組應該是將上下角材夾住左右角材，由左右的角材來支撐上端得角材，才能夠使框組牆體支撐牆體上面傳下來的垂直載重。

雨淋板避免安裝後龜裂與乾縮：

外牆部分的雨淋板，選用防腐處理的南方松，因應下雨天要進行防腐的處理，而進行防腐的過程會浸泡藥水，但需要一定時間的後續乾燥作業；若乾燥的不夠完全會發生乾縮的現象，就算釘雨淋板時板材有重疊 2cm 也會因縮水而互相脫開，降低雨淋板重疊時能防水的作用。因此在安裝雨淋板時為避免乾燥不完全，在安裝固定

時需要重疊 3-4cm，著釘位置要再雨淋板上緣；且避免上下都著釘，若上下都有著釘的狀況下，在天氣熱時雨淋因熱脹冷縮效應的關係會膨脹，被釘子固定住的板材會產生龜裂的現象。

護木漆需在板材安裝前塗抹：

若在完工之後才刷護木漆，被壓條蓋住和板材之間重疊處就會漆不到，漆不到的地方可能會成為最先腐壞的部為。護木漆沒漆到的部分是在固定雨淋板的位置上，因此將雨淋板釘上牆體之前應先漆好護木漆，並且靜置乾燥後才能安裝上去。

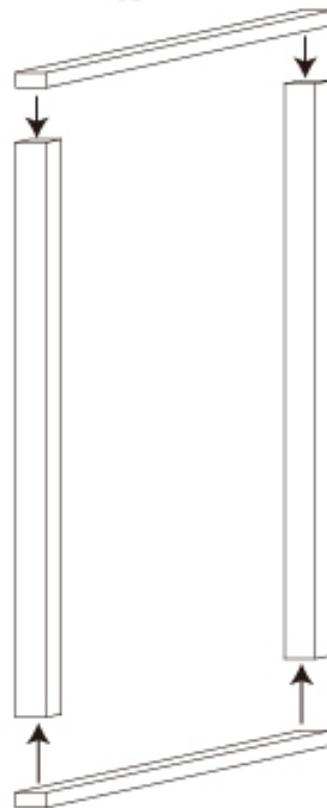


圖 4-8 框組正確組法  
資料來源：本研究繪製



## 伍 結論與建議

5-1 結論

5-2 執行建議與後續研究

## 5-1 結論

### 模矩單元探討

本研究是以破壞部位作為修繕範圍之判斷，但修繕體則是以柱子與柱子間為一個單元去修復。

日式木造宿舍柱子最小間距為 81 公分，板料的寬度為 91 公分需兩側裁切 5 公分，若能將 3 尺 \*6 尺（91 公分 \*182 公分）之板材的短邊改為 81 公分，長邊仍保持在 6 尺，這樣的間距形成的尺寸模矩為 81 公分 \*182 公分。

若板料與柱子之間有些許間隙，也能透過矽利康進行填補，如此這個規格化的板材尺寸，也可以固定框組的長寬，因此能應用在相同間距的日式木造宿舍之中，期望在未來能夠有專門的尺寸可以直接購買替換。

本研究以牆體 B 操作方案，前提是結構體本身是完好的，B 牆體屬於常規的作法，且柱子與土台與梁的狀況良好，皆能著釘。

倘若建築物的結構體蛀蝕、空洞或斷裂等，造成釘子、螺絲皆無法固定於梁柱，導致無法施作方案 A 及方案 B。

結構體與牆體修繕息息相關，因此確保良好的梁柱狀況，使力量可以傳導，修繕牆體才能發揮作用。

### 耐震需求與效益評估

本研究將第三章的方案比較整理成表 5-1，因 Y 向的牆體充足，且平均地分佈在建築物，使得 Y 向的耐震數值在方案比較中，最低數值還有 1.0，因此只以 X 向的比較作為探討對象。

方案比較中土壁為全以編竹夾泥牆修繕，方案 A 為全以方案 A 修繕，方案 B 則為全以方案 B 修繕，方案 A+B 中外牆以方案 A 施作，內牆由方案 B 施作。

表 5-1 耐震數值比較表

方案	原始配置	設計配置
土壁	0.74	0.57
A	0.89	0.84
B	0.78	0.70
A+B	0.83	0.73

以本研究的日式木造建築的配置圖帶入，並參考表 5-1，若採原始配置可以使用方案 B 修繕，因強度高於編竹夾泥牆、耐震強度已經達到標準且經費較為便宜；若採用設計配置方案 A 和 A+B 雖然都達到 0.7 的標準，但只有在標準的邊緣，以強度考量採取方案 A 較為妥當，並且本研究的牆體修繕採用的是方案 A。

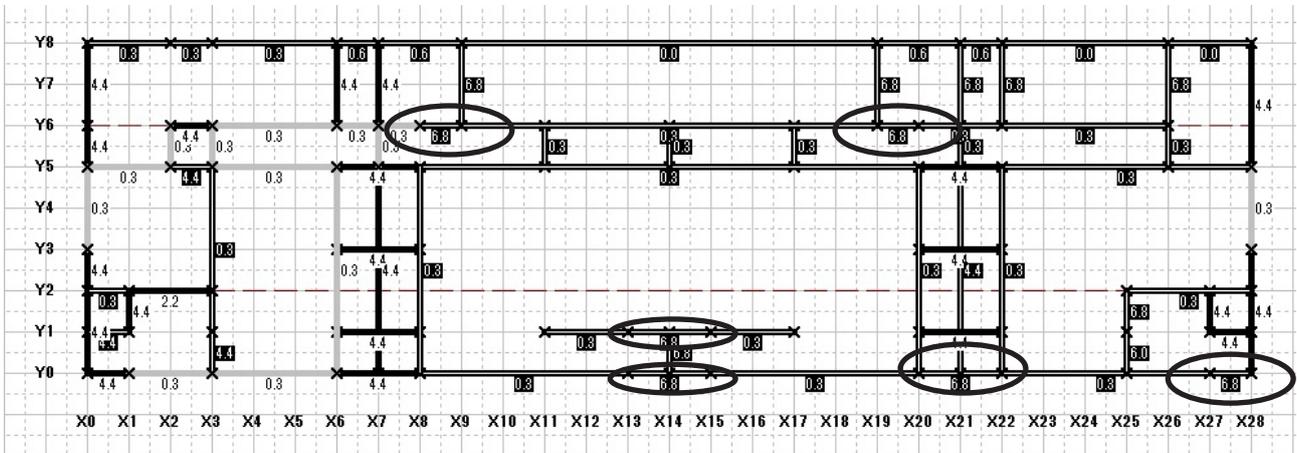


圖 5-1 X 向修繕牆體位置圖

來源：本研究繪製

本研究修繕 X 向的牆體如圖 5-1，以方案 A 修繕，在領域 b 最少要修繕兩組 182cm 長度的牆體，或在領域 a 多一組 91cm 長度的牆體，其餘以編竹夾泥牆復原皆可達到標準值。

若採用方案 B 修繕時，耐震強度為 0.7，有達到耐震最低標準，若是將修繕的 6 組牆其中一組，無論在領域 a 或是領域 b，牆體耐震數值只要低方案 B 的 0.68 都無法達到最低標準值。

## 5-2 執行建議與後續研究

後續研究：

重新檢視本研究的研究目的，對於牆體的易替換性與耐震能力，本研究提供的方案皆為框組單位，在替換性方面比起塗抹編竹夾泥牆明顯的提高；在耐震能力方面，可以從第三章的耐震力計算中看到，耐震能力在替換牆體前後的提升。透過提高牆體的易替換性與牆體的耐震力這兩個項目，期望間接的影響整體市容改善。

1. 本研究以《木造住宅の耐震診断と補強方法》系統做為耐震計算的程式，有與木構造耐震相關研究，可使用此套系統。

因為一般的耐震計算是以建築完好的狀況進行評估，因此對於舊屋（十年以上）的評估相對的不準確，而在《木造住宅の耐震診断と補強方法》軟體之中，有考量到建築物的屋齡以及各種損壞。且此軟體是日本建築防災協會製作。

此軟體也被日本國土交通大臣指定用在耐震改修上，因此以《木造住宅の耐震診断と補強方法》軟體來進行舊屋的耐震診斷，以判斷修繕部分的抗震能力是否有提

升。

2. 開放建築多是討論新建造的，本研究透過從現有日式木造宿舍改為以開放建築系統來看待的一種想法，希望能因此產生其他演化。

建築物隨著時間推移，損壞是必然會產生的結果，原樣修繕是一種操作方法，但原樣修繕不是必要的。從經濟與效率去考量，在將牆體當作是可替換的填充物來看，在未來帶入更適合的填充物件是有機會的。

本研究整理了一套修繕牆體之流程，可應用於其他日式木造建築修繕牆體之使用。本研究將施工後的檢討，整理成圖 5-2 並對照表 5-2 的內容參考。

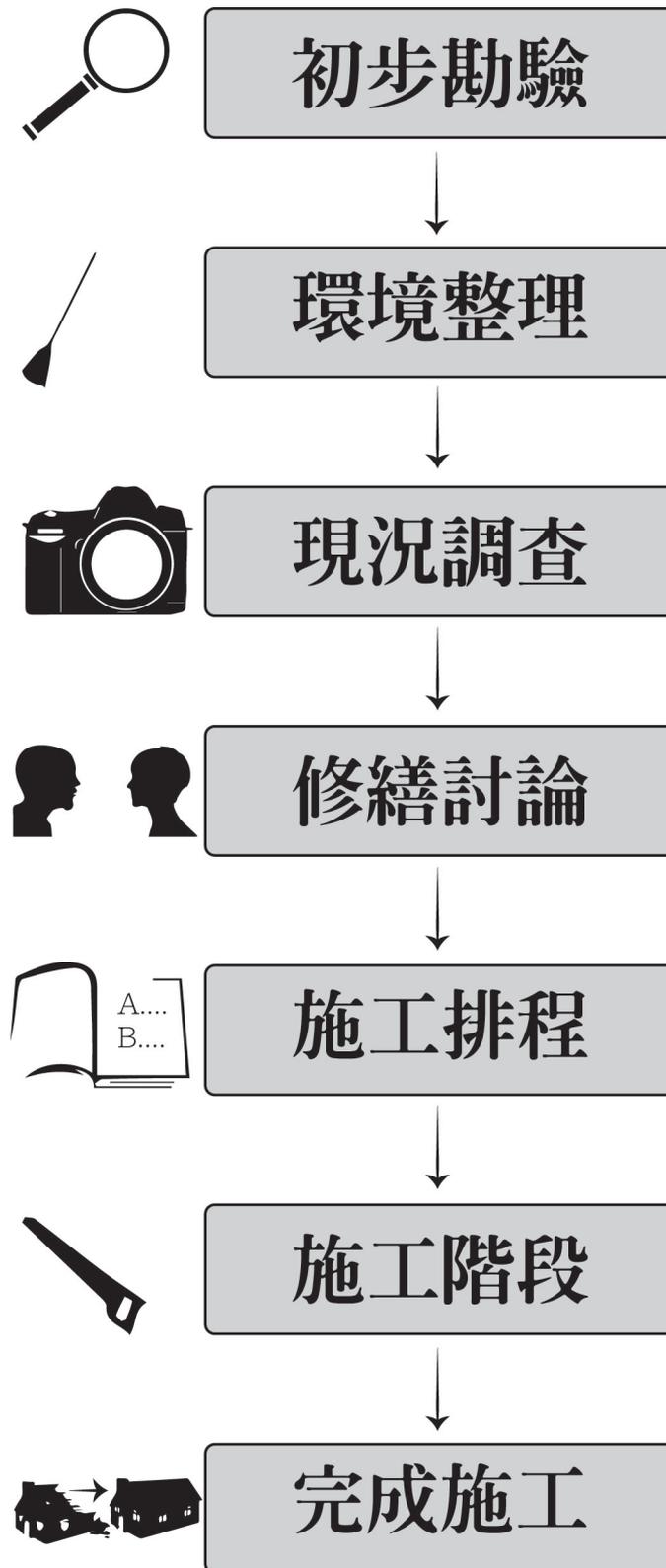


圖 5-2 實際應用修繕流程圖

資料來源：本研究繪製

表 5-2 修繕流程表

一 初步勘驗
<p>若屬一般民房，因有正常居住行為之需求，需要先規劃置料區域，以降低施工對生活之影響。</p> <p>若屬閒置空屋，進入前須做好防護措施，以免受傷。初步勘驗時必有為數不少之廢棄物、損壞物及雜草，在環境清運之前，先初步觀察損壞的狀況，調查紀錄要清運的項目。</p> <p>規劃清運時的位置以及聯絡相關單位清運，如：公所。詢問分類標準，可燃或不可燃、廢棄物多大不清運、打包方式。若將廢棄物堆放置道路旁，切記要與週遭居民協調與通知，以利後期施工順利。一般民房需再拆除前訂好清運時間以減少不便。</p> <p>4 除了廢棄物清運之位置設置，也需設置儲料區，放置留用之舊料及物品，通常留用材料是木料，也需以板料角料分類堆放。</p>
二 環境整理
<p>環境整理時，需先準備米袋、麻布袋等裝運廢棄物，可以累積較重的廢棄物，若使用一般垃圾袋會非常容易破損。閒置空間的廢棄物通常會超過預期，本研究購買的米袋已超過 200 個。相關工具須備妥，鏟子、獨輪車等等。</p> <p>大型廢棄物優先運出，堆疊到廢棄物區最下層，並且確實分類，木料、土塊、磚石以及一般垃圾，拆除土壁時，需注意拆除位置，以方便清運處優先。</p>
三 現況調查
<p>紀錄主結構與構造物之破壞調查，主結構體包含基礎、軸組以及屋架，構造物包含壁體、門窗、屋瓦、天花、雨遮、地板。</p> <p>若主結構體因背構造物而無法紀錄到，可視情況拆除局部，如外牆的雨淋板遮住柱子，需拆除雨淋板下層區域，來檢視柱子狀況並紀錄，屋架部分則在押入有開口可到上層紀錄。</p> <p>門窗若有復原之要求，需做門窗表，相關照片和尺寸之紀錄。</p> <p>建築物內外的高程差也是重要的調查項目，以利後續設計之參考依據。</p>

#### 四 修繕討論

透過現況調查以及修繕方向討論牆體的方案選擇。將繪製的平面圖帶入四分法中，檢討有效的壁體，以及壁體分佈狀況，來決定牆體的設置。

確認要修繕的牆體後，需對照破壞調查表，確認牆體上的主結構體是否良好，若建築物本身的結構體損壞嚴重，需要先行將結構體復原，再進行牆體修繕；若結構體狀況尚可，只有部分嚴重可與牆體一同修繕。

若外牆狀況尚可，且內部牆體嚴重損壞，可參考方案 B 應用。若外牆損壞嚴重，則可以採用方案 A 修繕外牆。

#### 五 施工排程

修繕工序的排定，但會因施工人員之其他工程之延誤或影響，導致無法如期施工，則需有彈性調整之空間，如水電要進場時木作或泥作未完成，需於事前通知暫緩或安裝局部水電，待前向工程完成後再繼續安裝。

因應雨天時設置室內工作區域，防水物的準備以及架高置料區，切勿放置於地面層。

整體施工流程安排，建議有多一週的緩衝時間，以座施工時彈性施作之範圍，若當中有其他部分改變設計，且超過預計施工時間來運用；也可當成錯估工期時間的緩衝運用。

#### 六 施工階段

施工需仔細監工，並與師傅們溝通，因關係到結構體的施作，若組裝錯誤會導致材料以及時間上的浪費。

進行框組製作時，材料以使用完整的為主，減少材料搭接的現象。

牆體施工時，因結構體的荷重不同，會有些為變形，使牆體非矩形，安裝板料時會有產生縫隙，雖然可以用矽力康填補，但在材切板料時減少縫隙的產生。

板材施工因為結構體的變形的影響，安裝與裁切過程不容易，因此在封板的階段以兩人為單位施工，以降低縫隙的產生。

#### 七 施工完成

整體過程之檢討，是否有無因為疏漏又再次執行的步驟，調查疏漏原因，並於往後的修繕改進。

完工後一週至兩週後，觀察修繕部位有何種損害出現，像是雨淋板的龜裂或是有發霉的地方，都表示有問題的出現，若不盡速解決，日後就容易造成嚴重破壞。

## 參考資料：

### 書籍參考資料：

陳柏年，2010《歷史建築林之助畫室調查研究暨修復計畫》台中市文化局，昱盛印刷事業有限公司

王明衡，2000《開放建築論文選輯 - 邁向居民參與及友善之房屋產業》中華民國建築學會

徐立言，2001《營建材料》五南圖書出版公司

佐治泰次著；李政隆譯，1986《最新建築構築法》大佳出版社

浅野猪久夫著，1979《木材と住宅》学会出版センター

嘉義市文化局，2016《嘉義舊監宿舍群（維新路 134 巷 19 號）木構造建築復甦計畫委託案服務建議書》

日本建築防災協會，2012《木造住宅の耐震診断と補強方法 2012 年修訂版》

堀込憲二，2007《日式木造宿舍 - 修復・再利用・解說手冊》行政院文化建設委員會

劉慶禧，1975《建築一般構造》科技圖書股份有限公司

內政部建築研究所，2015，《隔熱建材節能效益及綠建材基準研擬之研究》

內政部建築研究所，2014，《外牆構造隔熱性能之研究》

### 碩博士論文參考資料：

鍾學淵著，2006《框組式木構造之開放性研究》碩士論文，國立高雄第一科技大學營建工程系

程威龍，2006，《開放式辦公建築系統設計之操作 - 以台灣科技大學國際大樓增建案為例》碩士論文，國立臺灣科技大學建築系

郭家駿，2014，《開放式集合住宅之支架體設計由內至外之設計方法》，碩士論文，國立臺灣科技大學建築系

張友銓，2011，《開放性老屋拉皮系統應用於集合住宅之研究》碩士論文，國立臺灣科技大學建築系

范雅婷，2010，《台灣住宅立面開放式構造系統之雛型開發》，碩士論文，國立高雄第一科技大學營建工程系

呂映豎，2009，《台灣柳杉框組式剪力牆之耐震性能研究》，碩士論文，國立高雄第一科技大學營建工程研究所

陳嘉基，2007，《日式編竹夾泥牆在水平返覆加載下之結構行為及水平耐力評估研究》，博士論文，國立成功大學建築研究所

王詠紳，2012，《嘉義市北門地區歷史性建築群保存再利用之研究》，碩士論文，建築與景觀學系環境藝術碩士班

郭廣德，2000，《酚醛樹脂發泡材料之隔熱性能研究》，碩士論文，國立中央大學機械工程研究院

康裕明，2014，《利用珍珠岩作為隔熱材之研究》，碩士論文，逢甲大學土木工程學系

期刊參考資料：

塗三賢、王松永，2006，《台灣木構造房屋建築市場現況分析》，林產工業 25 卷 3 期期刊，173 - 179

影音參考資料：

<https://www.youtube.com/watch?v=YLW0x5fPv9Y> 2017/5/4  
第 2 回 - 竹小舞（土壁下地）を宙に浮かす大事なポイント  
やっぴまおう会 /2014/youtube

<https://www.youtube.com/watch?v=Y1Cd5oS9iY0> 2017/5/4  
第 2 回 竹小舞（土壁下地）の藁縄の編み方  
やっぴまおう会 /2014/youtube

<https://www.youtube.com/watch?v=ofBCQYCVKko> 2017/5/4  
第 3 回 - 土壁 - 左官士さんによる土壁つけ見本実技  
やっぴまおう会 /2014/youtube