

# 2015 中華民國營建工程學會第十三屆營建產業 永續發展研討會

## 組合屋空間配置及形式進行熱負荷探討- 以臺中市兩處處工地組合屋為例

### Discussion on the thermal load for Prefabricated Temporary Houses-A Case Study of the Two sites Prefabricated Temporary Houses of the Taichung City

\*趙厚任(Hou-Ren Zhao)

逢甲大學建築研究所研究生

林衍良 (Yen-Liang Lin)

逢甲大學建築研究所助理教授

#### 摘要

本研究對象為臺中市兩處重劃工程組合屋為主，針對組合屋空間配置及形式以熱負荷進行探討，經現地調查及詢問廠商了解組合屋配置原則，以電腦模擬模型進行數據分析；經分析結果得知，工地B組合屋的附屬空間儲物室為造成熱負荷最大的原因，工地B廠商不當的設置而增加全年熱負荷為工地A的1.63倍，也增加了每年電費支出約6,818元；本研究建議附屬空間儲物室，應單獨設置或留有通道隔離，以減低因熱傳導所提升的熱負荷。

關鍵詞: 組合屋、空間配置及形式、熱負荷

#### Abstract

The object of study for two infrastructure Engineering Prefabricated Temporary Houses in Taichung, Discussion on the thermal load for Prefabricated Temporary Houses, After investigation and inquiry vendors know Prefabricated Temporary Houses Configuration Guidelines, Data analysis was performed using a computer simulation; The biggest reason the heat load generated is Site B Prefabricated Temporary Houses Affiliated Space store rooms, Site B vendors wrong setting to increase the thermal load is 1.63 times in the Site A, While increasing the cost of electricity per year NT\$6816; The present study suggests that the ancillary space store rooms, It should be set individually or channel isolation, To reduce the heat load caused by thermal conduction.

Keywords: Prefabricated Temporary Houses、Space Assignment、Thermal load

## 一、前言

### 1-1 研究背景

臺中市市區因土地飽和，便開始往外圍發展，土地重劃及建築開發不斷，廠商為求現場的掌握性及立即性，大部分皆會於工區內搭設臨時建築作為工務所，多為架構式組合屋。

### 1-2 研究動機

工地組合屋現今並無相關規範來針對空間配置及形式提出對策及建議，為求工地組合屋耗能降低及人員辦公舒適度，期望藉由本文在空間配置及型式上，能提供相關廠商作為參考。

### 1-3 研究對象及範圍

依據中華民國國家標準 CNS12934，分別就臺中市兩處工地組合屋作為研究對象，針對配置原則、空間配置及形式作資料收集及現場了解。

### 1-4 研究目的

本文先從目前兩處工地組合屋進行調查配置原則、空間配置及型式，進行數據模擬分析，找出熱負荷最低之組合屋配置形式並探討其原因，以提供相關廠商設置組合屋之參考。

### 1-5 研究方法與流程

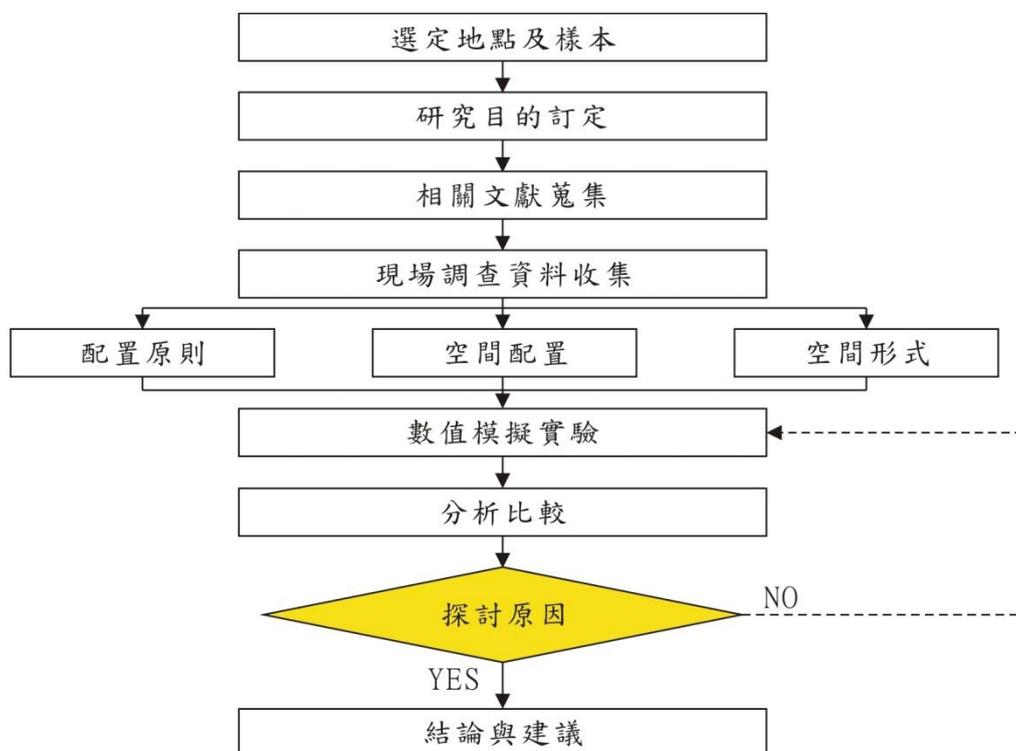


圖 1、研究分析流程圖

## 二、相關文獻蒐集

### 2-1. 國內組合屋相關規範

國內目前對於組合屋的規範僅有中華民國國家標準 CNS12934(組立式臨時房屋 Prefabricated Temporary Houses)其中指出適用範圍為施工用臨時性房屋之鋼骨構架組立式臨時房屋，所採用之單位為 K(1K 為 1.8-1.82m)。

### 2-2. 組合屋施工流程及材料

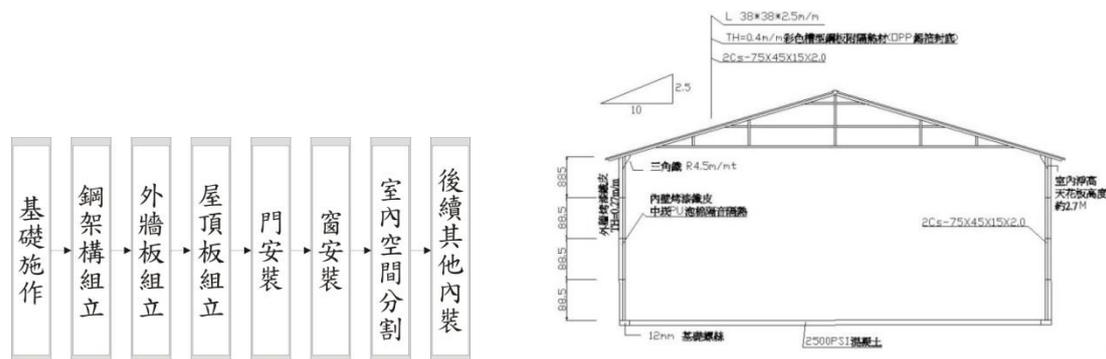


圖 2、組合屋施工流程圖

圖 3、組合屋組立材料詳圖

(圖片來源:鉋原企業/傑鹿工程, <http://www.boyman.tw/>)

鋼結構:2 型鋼 75\*45\*15\*2.0m/m 為樑柱構築而成。

屋樑:L38\*38\*2.5m/m 角鐵配合屋頂面施作。

屋頂面:採用彩色鋼板 0.5mmOPP(隔熱材)。

牆板:採用一體成形 PU 發泡槽牆板，外嵌 0.27m/m 彩色鋼板。

樓板:採用柳安角材框架 2.5" x 1.2" x 3 尺 6 尺單元組合面釘 12mm 厚耐水夾板。

門窗:(1)對外門-香檳金色鋁框 5m/m 清玻璃。

(2)W1-香檳金色鋁框 3m/m 清玻璃雙拉窗。

地坪:混泥土地坪 20cm

### 2-3. 組合屋室內舒適度評估數據

對於組合屋外殼系統評估基準部分本研究採行之評估基準如下表:

表 1、組合屋外殼溫熱性能評估基準表

分類	評估基準值	備註
居室舒適性	溫度	22-28 度 C
	相對溼度	40-70%
		參酌 ASHARE Standard55a

(資料來源:江哲銘, 2000, 九二一大地震災區學校緊急興建臨時性簡易教室、廁所工程-教室環境品質檢測與改進建議案)

### 2-4. 熱導理論

自然界的物體的热量流動狀態可分為下列三種情況：熱傳導、熱穿透及熱傳，而熱移動的特色是，一旦有溫差热量就會由高溫的地方往低溫的地方移動。這種熱流使高溫部溫度下降，低溫部溫度上昇，一直到兩者溫度相同才停止(今井與藏, 1994)。

- (1). 熱傳導：固體內部之熱流動狀態。
- (2). 熱傳遞：固體與流體間之傳熱狀態，即由傳導、對流、輻射三者所組成之傳熱現象。
- (3). 熱傳透：為傳熱導及熱傳遞之綜合過程，及固體所隔斷之兩面流體間之熱流動狀態。

在建築上，建築外殼之熱傳導數率稱為熱傳透率(U-value)，室內空氣與外氣之間 1℃之溫差每 m<sup>2</sup> 每小時透過之熱量，記號為 U(W/M<sup>2</sup>°C)。熱傳透過程中，每一傳熱過程的熱阻皆不相同，但全部熱傳透過程而言，其熱阻 R 值為各別熱阻總和，如公式所示：

$$R = \frac{1}{h_o} + \sum \frac{d}{K} + r_a + \frac{1}{h_i} \dots\dots (式 1)$$

將上述公式代入目前建築節約能源設計技術規範之熱傳透率計算式 U<sub>i</sub> 值 =1/R 的計算中，則多層壁之熱傳透率計算公式如下：

$$U_i = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \sum \frac{d}{K} + r_a + \frac{1}{h_i}} \dots\dots (式 2)$$

室內外溫差、太陽的日射量、室內的換氣量、窗戶開口的大小、外牆的斷熱性、表面材料的日射吸收率、幅射率等(內政部建築研究所，P7，2008)，而許克維(2013)更是明確的從過去的文獻中整理出熱獲得及熱損失的原因詳表 2

表 2 熱獲得及熱損失原因表

熱獲得	熱損失
通過牆和屋頂的太陽輻射熱：構件的外表面吸收了太陽輻射並將其轉換成熱能，通過熱傳導到構件的內表面，再經表面輻射及空氣熱對流將熱量傳入室內。	通過外殼構造的傳導和對流輻射向室外散熱。
通過窗的太陽輻射熱，主要是直接透過玻璃的輻射。	空氣滲透和通風帶走熱量。
居住者的人體散熱。	地面傳熱。
燈具和其他設備散熱。	室內水分蒸發，排出室外所帶走的潛熱熱量。
暖房設備散熱。	冷房設備吸熱。

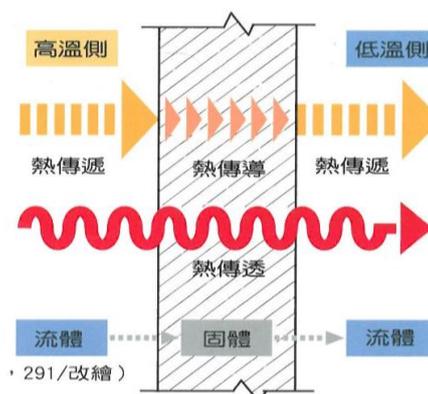


圖 4、熱穿透之示意圖

(資料來源:周鼎金, 1995。內政部建築研究所, 2008, 改繪)

## 三、研究對象調查紀錄

根據現地工程告示牌了解得知，兩處工地皆屬於市地重劃工程，再工程分層上屬於基礎工程，業主為臺中市政府地政局，設計及監造單位為內政部土地重劃工程處。

而工地組合屋搭建規範依據施工廠商與業主所訂定之契約中指出，需搭建工地臨時辦公處作為甲方人員進駐，需有辦公室及會議簡報室(計45坪)，所需要之相關設備(桌椅、冷氣、照明設備、電話設施...等)皆由廠商提供及養護，其餘附屬空間由廠商自行設置，經監造單位認可後方可施作，兩處工地組合屋詳細表詳表3

表3. 兩處工地組合屋詳細資料表

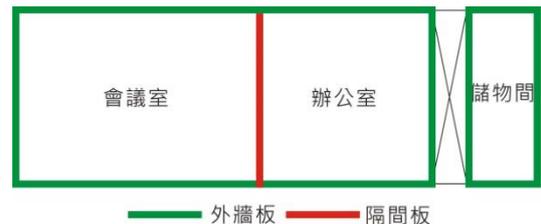
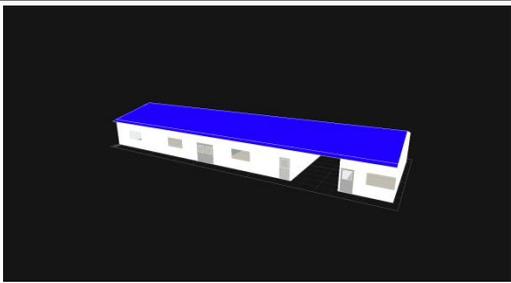
工地 A					
	會議室	辦公室	儲物室	平面配置圖	
定位	必要空間	必要空間	附屬空間		
尺寸	7*5K(35 坪)	5*5K(25 坪)	2*5K(10 坪)		
空調	有	有	無		
說明	會議室及辦公室為契約規定之空間，共計60坪，並設有一間儲物物供設計監造單位放置工具雜物，但儲物間與辦公室中間留有通道。 為何在辦公室與儲物室之間留一條通道經現場詢問廠商說：『公司內部決定這樣的形式，說這樣辦公室比較不會熱』			現況圖	
工地 B					
	儲物室	會議室	辦公室	儲物室	平面配置圖
定位	附屬空間	必要空間	必要空間	附屬空間	
尺寸	2*5K (10 坪)	5*5K (25 坪)	5*4K (20 坪)	2*5K (10 坪)	
空調	無	有	有	無	
說明	會議室及辦公室為契約規定之空間，共計45坪，並於兩側設置儲物間供設計監造單位及現場人員放置工具雜物用。 為何將儲物間設置於兩側經現場詢問廠商說：『這樣可以減少辦公室跟會議室一直曬到太陽的面積，辦公室跟會議室才不會這麼熱』			現況圖	

## 四、電腦模擬模型設定

為能了解兩處工地組合屋所產生之熱負荷，採用電腦模擬來進行數據分析，本研究僅針對組合屋本體及太陽輻熱關係所產生之熱負荷進行探討，室內人員、機具及其他內部產生之熱負荷不在本次探討範圍。

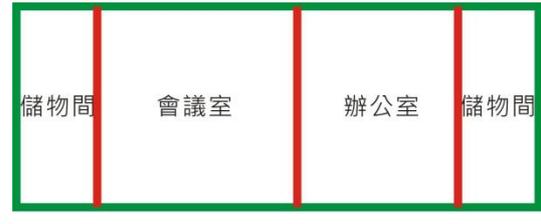
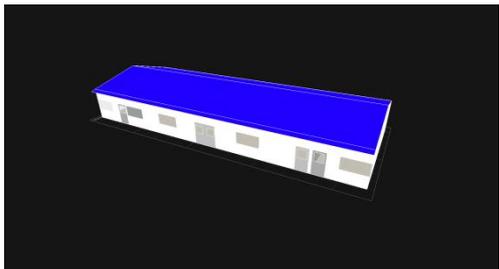
## (一) 工地 A 模型設定

表 4、工地 A 模型設定表

	會議室	辦公室	儲物室
外牆板(U-value)	0.53(W/m <sup>2</sup> .K)		
隔間板(U-value)	0.93(W/m <sup>2</sup> .K)		
屋頂板(U-value)	0.52(W/m <sup>2</sup> .K)		
地板	3.12(W/m <sup>2</sup> .K)		
空調設定時間	整周 09-10	整周 08-17	無
空調總平方面積	113.4m <sup>2</sup>	64.8m <sup>2</sup>	無
平面示意圖		模型示意圖	
 <p>會議室 辦公室 儲物間</p> <p>— 外牆板 — 隔間板</p>			

## (二) 工地 B 模型設定

表 5、工地 B 模型設定表

	會議室	辦公室	儲物室
外牆板(U-value)	0.53(W/m <sup>2</sup> .K)		
隔間板(U-value)	0.93(W/m <sup>2</sup> .K)		
屋頂板(U-value)	0.52(W/m <sup>2</sup> .K)		
地板	3.12(W/m <sup>2</sup> .K)		
空調設定時間	整周 09-10	整周 08-17	無
空調總平方面積	81m <sup>2</sup>	64.8m <sup>2</sup>	無
平面示意圖		模型示意圖	
 <p>儲物間 會議室 辦公室 儲物間</p> <p>— 外牆板 — 隔間板</p>			

## 五、數據分析結果及原因探討

### 5-1. 分析結果

由圖 5、6 可發現，不論是在組合屋總平方(工地 A 使用空調空間總平方 178.2m<sup>2</sup>，工地 B 使用空調空間總平方 145.8 m<sup>2</sup>)或空調使用空間的每平方上，工地 B 的熱負荷都來的比工地 A 高，但小型空間本就較容易受太陽輻熱影響；故從圖 7、8 了解，工地 B 會議室較小熱負荷較高，可以解釋為小型空間容易受太陽輻射影響，但從辦公室來看，同為 64.8m<sup>2</sup> 大小的空間，工地 B 所產生的熱負荷依然比工地 A 來的高，由此可見工地 A 優於工地 B。

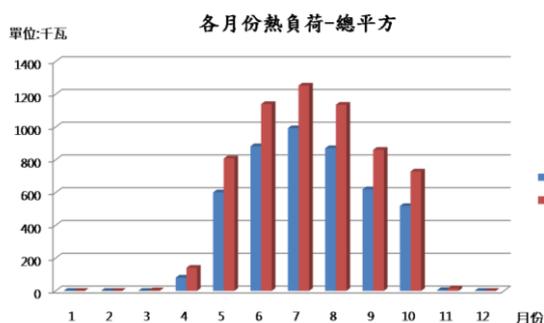


圖 5、逐月總平方熱負荷圖

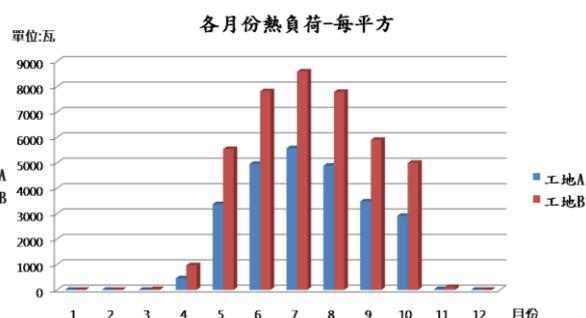


圖 6、逐月每平方熱負荷圖

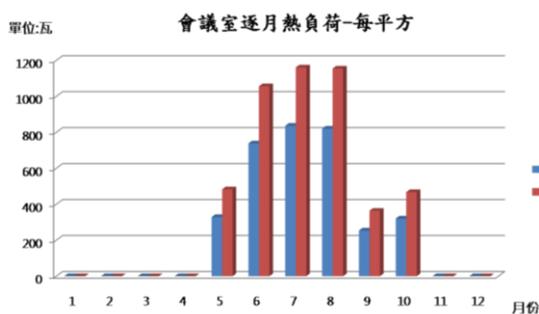


圖 7、會議室逐月每平方熱負荷圖

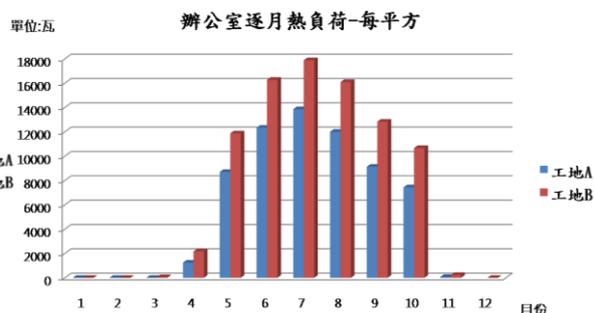


圖 8、辦公室逐月每平方熱負荷圖

### 5-2. 原因探討

針對工地 A 及工地 B 的使用空調空間來找出熱獲得的主要原因，了解熱負荷主要的來源，為求準確掌握熱獲得原因，數據設定 7-9 月最熱的三個月分，從圖 9、10 得知熱獲得最多來自空間與空間的熱傳導。

工地 B 兩側設有儲物室無空調空間由圖 12 了解儲物室 24 小時皆處於平均 33 度，而會議室及辦公室溫度都較低於儲物室，依據熱導理論高溫往低溫傳，雖然 22:00-09:00 室外溫度都較低於室內溫度，但由於儲物間與會議室及辦公室的隔間牆 U-value:0.93 比外牆板 U-value: 0.53 來熱傳透率來的高，讓會議室及辦公室容易受到儲物室的溫度影響，故工地 B 比工地 A 熱負荷來的高的主要原因來自於工地 B 兩側的儲物室，而工地 A 與儲物室並無直接連接，在熱負荷的影響上僅會議室及辦公室互相熱傳導，故相較於工地 A 熱負荷來的低。

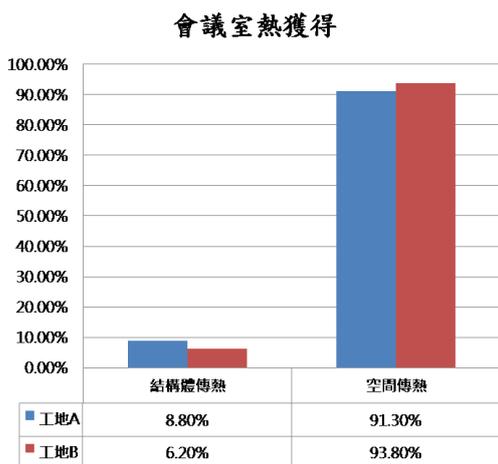


圖 9、會議室熱獲得百分比

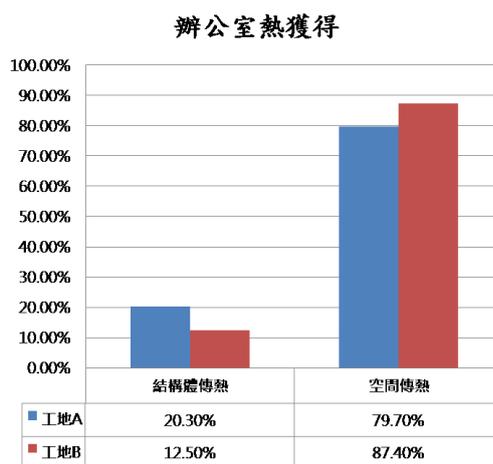


圖 10、辦公室熱獲得百分比

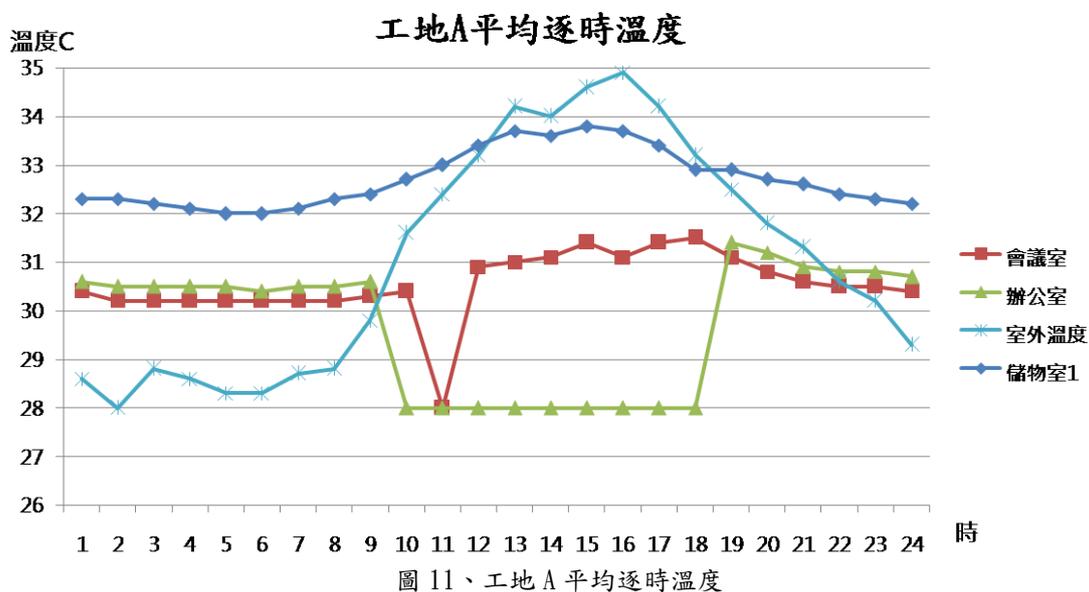


圖 11、工地 A 平均逐時溫度

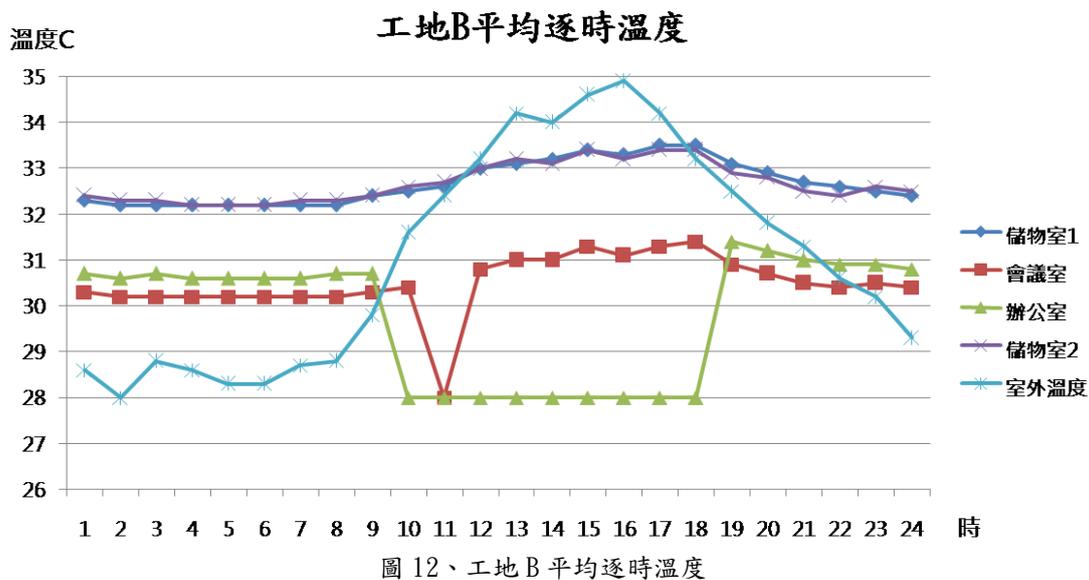


圖 12、工地 B 平均逐時溫度

## 六、結論與建議

### 6-1. 研究結論

本研究經過兩處工地現場調查紀錄，了解工地組合屋配置及形式之原因，並透過電腦全年熱負荷模擬解析，概略得知兩處組合屋全年熱負荷的優劣原因，針對本研究提出以下幾點結論：

#### (一). 施工廠商對熱環境知識上的落差

經現場詢問兩處工地人員，都認為這樣的配置有助於降低室內辦公室及會議室的溫度，但經電腦模擬結果得知，工地 B 的施工廠商確實降低了室內辦公室及會議室的太陽輻射熱，但卻讓儲物室成了一個蓄熱體，影響會議室及辦公室。

#### (二). 從熱負荷來看工地 A 優於工地 B 的空間配置及形式

為工地 B 的全年熱負荷為工地 A 的 1.33 倍，若以使用空調空間的每平方公尺來計算，工地 B 全年熱負荷平方公尺為工地 A 的 1.63 倍；若以電價計算工地 A 全年約使用 4,570 千瓦度，工地 B 全年約使用 6,085 千瓦度，臺電平均電價為每度 4.5 元(夏月及非夏月平均)，相較之下工地 A 可省下工地 B 全年電費約 6,818 元，兩年半的工期約可省下 17,045 元。

#### (三). 附屬空間連結於會議室及辦公室旁將大幅提升熱負荷

從熱獲得百分比得知空間傳熱為增加熱負荷的主因之一，工地 B 會議室 91.3%及辦公室 87.4%皆高於工地 A 會議室 91.3%及辦公室 79.7%，儲物室為避免工具遺失雖有設置窗戶但長年不開的情況下，造成室內與室外溫度最高可差距 7 度，亦然成了一個蓄熱體，且因外牆板 U-value 低於隔間板，儲物間熱能可以更快速進入到會議室及辦公室，進而造成會議室及辦公室熱負荷大幅提升。

### 6-2. 研究建議

本研究之目的期望能提供施工廠商，設立組合屋之配置建議，以提供室內良好的舒適度及降低熱負荷產生之能耗，建議如下：

(一)經分析數據了解，儲物室若設置位置不當將提升整體組合屋之熱負荷，應不列入組合屋空間配置內容。

(二)儲物室若需與辦公室及會議室作整體建築應當留有通道隔離或降低隔間板的 U-value，以降低熱傳導所產生之熱負荷。

(三)儲物室應採集中式，以本研究兩處工地的儲物室空間尺寸來說，極容易受到太陽輻射熱影響。

## 七、參考文獻

1. 今井與藏，1994，圖解建築物理學概論，詹式書局
2. 江哲銘，2000，九二一大地震災區學校緊急興建臨時性簡易教室、廁所工程-教室環境品質檢測與改進建議案，教育部環保小組
3. 賴旻炫，2002年，組合屋外殼系統溫熱性能檢測之研究-以台灣 921 地震救災組合屋為例，國立臺北科技大學建築與都市設計研究所碩士論文
4. 吳信毅等，2003年，建築外殼建材之隔熱性能評估研究，內政部建築研究所協同研究報告
5. 鄭政利主編，2008年，建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計手冊，內政部建築研究所
6. 吳宗憲，2010年，住宅建築物外殼與外環境節能檢核表之研究，國立臺北科技大學建築與都市設計研究所碩士論文
7. 林清裕，2011年，以電腦模擬公寓住宅空調負荷與外牆隔熱效益研究，朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文
8. 許克維，2013年，永續校園局部改造計畫之屋頂隔熱效益研究-以臺中市學校為例，朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文