

高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土磚替代紅磚修復 傳統閩式建築屋脊之探討

1. 徐鑫元 (Hsu Hsin Yuan)

中國科技大學建築系碩士班研究生

3. 吳志仁 (Wu Zhi Ren)

中國科技大學建築系碩士班研究生

2. 李彥民 (LEE YEN MIN)

中國科技大學建築系碩士班研究生

4. 溫上元 (WEN SHANG YUAN)

中國科技大學建築系碩士班研究生

摘要

傳統建築保有先人的建築風格，且部分具有歷史意義與文化價值，而其修復技術更是為了保留傳統的建築技術或工法。但歷史建築得修復過程中，常常受限於原始材料及工法而無法進一步強化其耐用性與性能，因此，除了要先進行歷史研究考據之外，更要秉持原地保存、復舊如舊等原則。若以現代建築工法補強，一旦修復失敗，那些好幾百年的歷史見證便會就此消失。傳統建築修復應用新建築材料，假如能在不違背維護原則下，進而提升建築物性能，將大大提升傳統建築的耐用性。本文係嘗試將 ALC(高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土)替代傳統紅磚修復閩式建築屋脊，並可作為進一步作為修復類似歷史建築之參考。

關鍵字：閩式建築、屋脊、修復、高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土

Discussion on the use of Autoclaved light-weight Concrete instead of brick to restore the ridge of traditional Fujian-style Buildings

KEYWORDS: Fujian Style Building, Ridge restoration, restore, ALC(Autoclaved Lightweight Aerated Concrete)

ABSTRACT

Traditional buildings retain the architectural style of their ancestors, and some of them have historical significance and cultural value. Their restoration techniques are designed to preserve traditional architectural techniques or construction methods. However, in the process of restoration of historical buildings, they are often limited by original materials and construction methods, and their durability and performance cannot be completely considered. Therefore, in addition to historical research, it is necessary to uphold the principles of in-situ preservation and restoration. If it is reinforced with modern construction methods, once the restoration fails, those hundreds of years of historical testimony will disappear. The application of new building materials in the restoration of traditional buildings will greatly improve the durability of traditional buildings, and repair damaged traditional buildings without violating the maintenance principle. This paper attempts to replace traditional red bricks with ALC (lightweight air-filled concrete bricks) to repair the ridges of Fujian-style buildings, which can provide a reference for the restoration of similar historical buildings in the future. buildings in the future..

研究動機與目的

「古蹟暨歷史建築保存修復與活用科技計畫」開始於 92 年度，為內政部建築研究所研提、行政院國家科學委員會經費支持之 8 年計畫。內容涵括古蹟與歷史建築修復前、中、後各環節與科技相關之研究課題，包括：劣化檢測、修復技術、修復工法與程序規範、保存環境建議、保存環境檢測評估、災害防治、再利用與永續發展等。其特色是結合建築與其他領域之專才，以科技手法投入修復保存工作，為國內此方向研究之開端。

1999(民國 88 年)年台灣發生了 921 大地震，當時芮氏規模達 7.3 的強度，造成台灣中部多處古蹟與歷史建築損毀嚴重，但由於古蹟與歷史建築年代久遠，修復工法及材料特性之研究相當缺乏，因此本研究先嘗試以高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土磚替代紅磚修復傳統閩式建築屋脊，提升傳統老舊閩式建築耐震能力，亦可作為後續修復類似傳統閩式歷史建築之參考。

二、研究方法

本研究試圖以文獻分析法、新材料新工法測試報告及磚體染色實驗法，探索了解「高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土磚」新材料的性能優勢，找出傳統閩式建築紅磚砌屋脊工法與高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土新材料新工法的相容性，繼而以本項本項新工法檢討替代作為傳統紅磚修復閩式建閩式建築屋脊材料的可行性，以近似修舊如舊，且兼具新建築材料性能，提升傳統閩式建築耐用性並作為修復類似型態歷史建築的參考。

三、文獻分析與傳統閩式建築屋脊修復現場調查分析

3.1 傳統建築瓦作技術保存紀錄計畫

在此計畫中，首先對於閩式建築使用在屋頂的材料，作較詳細之分類及施作程序說明，如台灣傳統瓦材常見類型如：板瓦、筒瓦、勾頭及滴水等；施作中，尚會輔以其他材料作為組構之用，包括仰瓦、尺磚、紅磚等。

紅磚在閩式建築屋頂的使用上，則是作為中脊施作或出檐之用，一般尺寸約 9.5*20.5 公分，厚約 5.5 公分。進行脊堵的施作，如圖 1。首先，在鋪設完成之俯瓦上方標示磚塊的位置以利施作；其後疊磚，磚之疊砌需交丁。每疊砌一層，需以水平尺及押尺進行調整。因脊堵約疊砌五層左右，若待其全部疊砌完成，磚間的灰泥砂漿即已固定，無法再進行調整，故而每施作一層即須調整一次。

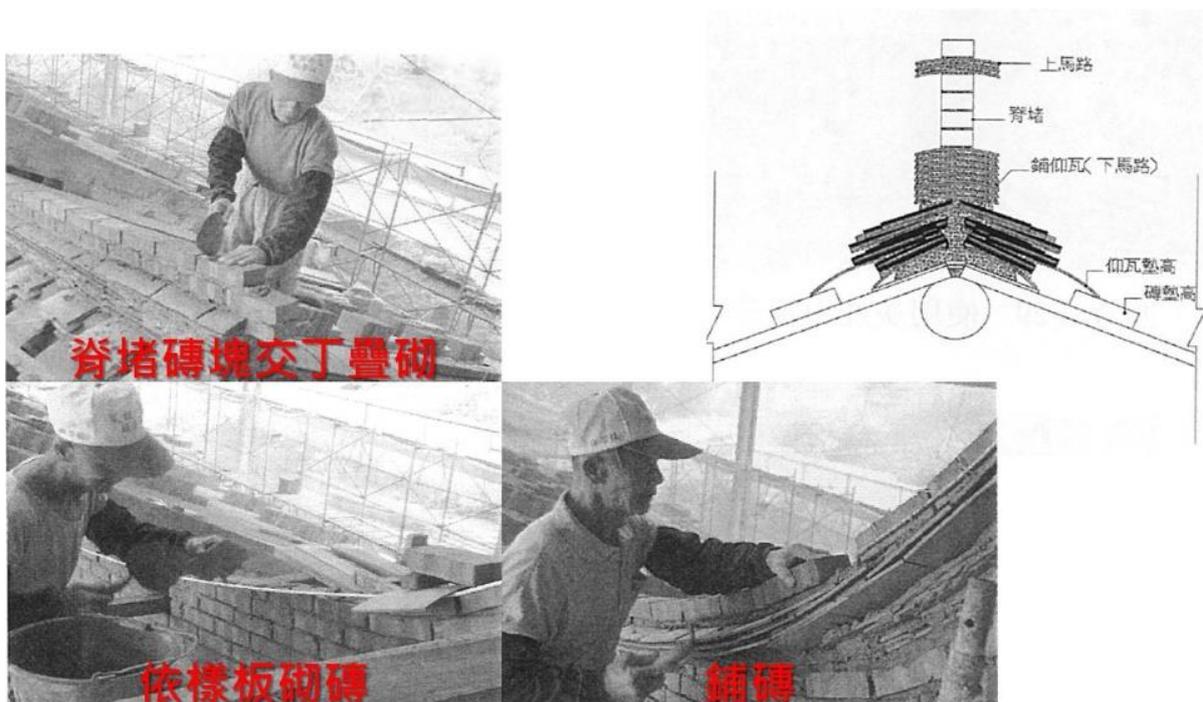


圖 1 閩式建築屋頂的紅磚施作方式[1]

(資料來源：傳統建築瓦作技術保存紀錄計畫)

3.2 台灣傳統民居屋頂工程屋脊構造形式之研究

影響屋脊構造之因素可分述如以下四點：

- (1). 建築形制:建築物制式影響屋面，進而影響脊之構造形式。
- (2). 空間尺度:屋頂為有一定型態比例，亦會影響脊之構造形式。
- (3). 構造機能:屋脊具有屋面收編的穩固功能，其機能性需求亦將影響脊之構造形式。
- (4). 習俗禁忌:受當地民俗觀念、文化風氣脊之構造形式亦有所影響。

紅磚使用除了脊堵，還有壓磚，或是圭角，算是在閩式傳統建築常用的材料，如圖 2。



圖 2 傳統民居屋脊構造與元件[2]

(資料來源:台灣傳統民居屋頂工程屋脊構造形式之研究)

3.3 台灣傳統建築磚造屋脊損壞修復補強之研究

磚造屋脊是由紅磚及灰漿砌壘而成，本身屬於脆性材料，容易因外力作用而導致損害。台灣傳統建築磚造屋脊本身因有大量泥塑及許多亮麗的剪黏而逐次增加其本身自重，因此在耐用性方面更是雪上加霜。自從台灣經歷過幾次重大地震後，台灣傳統建築磚造屋脊在斷裂時候幾乎都從灰縫開始發生，沿著灰縫方向延續斷裂延伸，又由於磚造屋脊本身搭配大量泥塑，使得斷裂機率大幅增加，甚至導致屋脊潰倒，如圖 3-1~圖 3-3。

從過往之災變或損毀紀錄顯示，對以屋脊損壞可得出二點結論：

- (1). 紅磚本身雖不具抗彎，抗剪功能，但因係燒結成品，故所能承受之抗彎抗剪強度仍略大於灰縫。
- (2). 多數屋脊損壞裂縫由灰縫開始產生。

常見磚造屋脊損壞情形



圖 3-1 台北集應廟正脊損壞情況



圖 3-2 民雄廣濟宮正脊左側損壞情況



圖 3-3 東勢祖師爺廟正脊斷裂情況

(資料來源:台灣傳統民居屋頂工程屋脊構造形式之研究)



圖 3-4 傳統民居屋脊構造

(資料來源: 作者拍攝-金門)

3.4 高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土建材技術手冊

高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土磚材料特質與疊要點(如圖 4):

需使用專用黏著劑，並每塊砌疊均須以水平尺做量測，保持砌疊精準度。

高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土須為乾式施工，非屬傳統汙工，須以鋸台裁切需要尺寸，如圖 5。

高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土重量為紅磚 1/4，熱傳導係數僅為紅磚 1/5，如表一。

高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土生產步驟:原料進倉、原料加工、配料澆注、靜停初養、切割編組、高壓蒸養、出釜包裝。



圖 4-1 高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土特性以及專用黏著劑相關試驗報告[4]

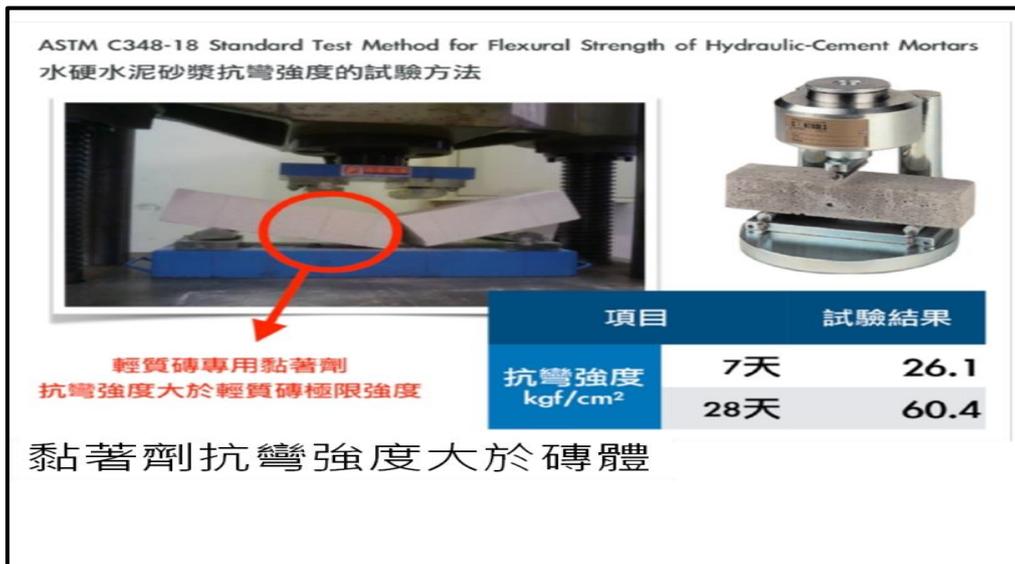


圖 4-2 高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土特性以及專用黏著劑相關試驗報告[4]

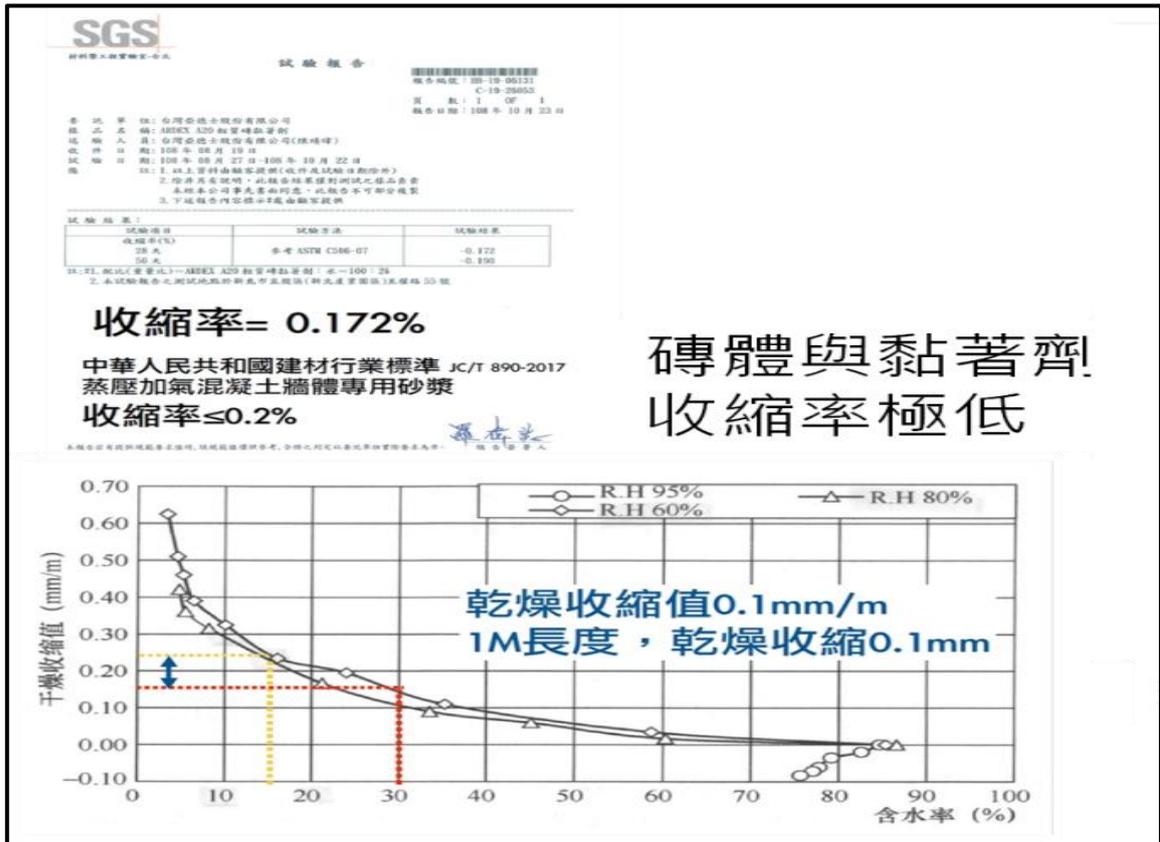


圖 4-3 高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土特性以及專用黏著劑相關試驗報告[4]

(資料來源:高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土建材技術手冊)

表 1 高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土熱傳導係數[4]

(資料來源:高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土建材技術手冊)

材料	高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土	輕質粒料混凝土	紅磚	普通混凝土
導熱係數 (W/m·K)	0.12	0.5	0.81	1.5



圖 5 高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土現場施工狀況[4]

(資料來源:高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土建材技術手冊)

四、實驗方法

經國宇建材實驗中心協助，我們依對照模式來實驗高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土磚是否能均勻染色，透過實驗條件將油漆調色用色母，調製近似朱紅染料水，並且以常溫浸泡，24 小時後，高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土磚確實能夠完整上色(圖 6)，放置 7 天乾燥後，潑水於色磚上，並無掉色，因此推斷，若以色料在高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土磚製程中加入原料加工攪拌步驟裡，可生產出與傳統紅磚一樣的顏色磚塊，只因目前工廠無法在大量生產中做此實驗，僅以對照實驗來顯示其可能性。

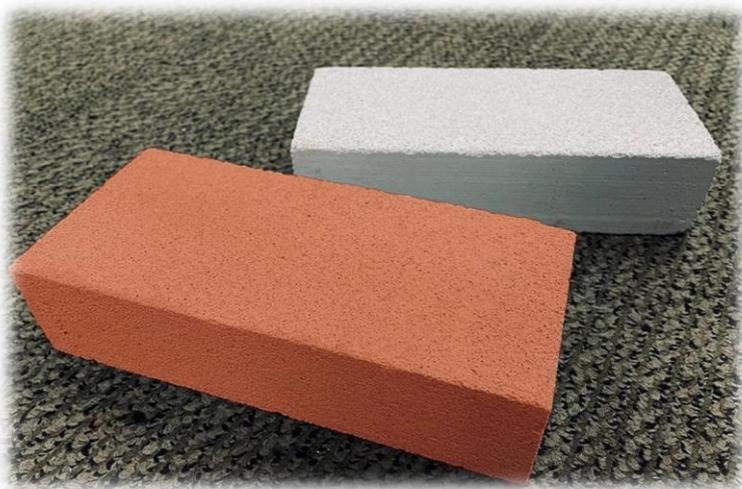


圖 6 高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土常溫浸泡於朱紅染料 24 小時後的表面狀況

(資料來源:國宇建材股份有限公司實驗室拍攝)

表 2 高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土與傳統建材(傳統紅磚)比較表[5]
(資料來源:徐鑫元, 國宇 ALC 輕質磚)

項目	高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土 (厚度 10cm)	傳統紅磚 1/2B
防火性	4 小時	1 小時
隔音性(STC)	38 (db STC)	40 (db STC)
隔熱性	0.134 Kcal/m ² h°C	1.383 Kcal/m ² h°C
抗壓強度	30~52 kg/cm ²	150 kg/cm ²
熔點	1600 °C	400 °C
滲水性	100 小時	20 小時
重量	650 kg/m ³	2100 kg/m ³
施工方式	乾式	濕式
施工速度	20 m ² /工	10 m ² /工
施工管理	施工快速, 廢料少, 管理容易	工地髒亂, 廢料多, 管理不易
清運成本	工地乾淨, 降低清運成本	清運成本高
水電配管	容易施工	費時費工
水泥粉刷	不需要	至少需要一次粉刷
環保性	製程無污染	污染環境, 面臨淘汰
成本效益	重量輕, 降低結構成本	加重結構負擔, 較不適合高樓層

五、結論

本研究主要針對新材料新工法是否能夠對於台灣較多的閩式建築修復做出貢獻, 在選材及所可應用的部分, 我們選定屋脊的修復, 其中原因為屋脊非承重建築體之結構, 再來是高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土質輕, 耐震, 收縮率低, 且隔熱, 用於屋脊修復中紅磚的替代品是非常實用的。

早期灰縫因與紅磚多會被地震影響產生的裂縫, 也能以高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土的取代而降低, 加上磚材自由切割, 且切割便利, 更是能符合修復中調整尺寸的需求。

以目前高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土的材料售價, 每平方公尺為 310 元, 而每平方公尺約為 80 塊紅磚, 相當於一塊紅磚大小的高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土, 價格在 3.875 元, 在性能與新材料應用廣泛的條件下, 是具備其競爭力的。

參考文獻

1. 張宇彤。「傳統建築瓦作技術保存紀錄計畫」。成果報告書，文化部文化資產局，2013。
2. 蔡濬宇。「台灣傳統民居屋頂工程屋脊構造形式之研究」。第四十三屆碩論文，國立成功大學建築研究所，2012。
3. 林炳宏。「台灣傳統建築磚造屋脊損壞修復補強之研究」。碩士學位論文，中國科技大學建築研究所，2007。
4. 財團法人台灣營建研究院。「高壓蒸氣養護輕質氣泡混凝土建材技術手冊」。2021。
5. 徐鑫元，「國宇 ALC 輕質磚」簡報檔，2022。