

不同輕質混凝土壁體對室內溫熱影響之研究

*卓子傑 (Zih-Jie Zhou)

中國科技大學建築系 碩士生

陳建國 (Jian-Guo Chen)

特力屋股份有限公司 專案經理

張學誠 (Hsueh-Cherng Chang)

中國科技大學建築學系 副教授

邱瑞深 (Ruey-Sen Chiu)

中國科技大學 助理教授

摘要

由於都市發展迅速，造成熱島效應，使建築物室內環境高溫悶熱，更需大幅採用空調冷卻設備控制室溫，改善室內悶熱高溫環境，把電力資源浪費現象降到最低，因此，提升混凝土的隔熱性能改善能源效率是非常重要的課題。根據前人研究得知，輕質混凝土相較於常重混凝土，具備自重輕、低熱傳導等特性，可解決常重混凝土隔熱效能不佳問題。

本研究將分析輕質混凝土壁體對室內溫熱影響之優劣，藉由陶粒、蛭石、真珠石等三種輕質骨材製作成輕質混凝土壁體，分析不同輕質混凝土壁體對室內溫熱影響之差異，得到的結論是：真珠石輕質混凝土壁體可降低室內環境溫度1.78℃，而蛭石輕質混凝土壁體可降低1.17℃次之，陶粒輕質混凝土壁體可降低0.43℃為最小，顯示真珠石輕質混凝土壁體之隔熱性能較其他兩者佳。

關鍵詞：輕質混凝土、隔熱、室內溫熱

The Research of interior temperature influenced by different lightweight concrete wall

Abstract

Due to the rapid urban development, resulting in heat island effect, so that the building indoor environment of high temperature hot, more substantial use of air conditioning cooling equipment required to control room temperature, improve indoor hot temperature environment, the power resources to minimize waste, therefore, enhance the insulation of concrete performance improvements in energy efficiency are very important topic. According to previous studies that, lightweight concrete compared to normal weight concrete, with a light weight, low thermal conductivity and other properties, normal weight concrete to solve the problem of poor insulation effectiveness.

This study will analyze the impact of the merits of interior warm lightweight concrete wall, with ceramic, vermiculite, pearl stone, three lightweight aggregate made into lightweight concrete wall, analysis of the impact of differences in different warm

lightweight concrete on the interior wall, the conclusion is: pearl stone walls of lightweight concrete can reduce the indoor temperature 1.78 °C, and vermiculite walls of lightweight concrete can reduce the 1.17 °C, followed by ceramic walls of lightweight concrete can be reduced to a minimum 0.43 °C, Showing pearl stone walls of lightweight concrete of insulation properties of the good than the other two.

Keyword : lightweight concrete 、Insulation 、interior temperature

一、前言

台灣位處於亞熱帶地區，每到夏季各地都是炎熱的天氣，必須採用空調設備調節室內溫度，造成用電量大增的現象，會造成這現象當然與全球暖化有關，因此，改善建築物的隔熱性能是個很重要的課題。如以材料的觀點來看，若能使用較佳的建築材料來調節建築物的隔熱能力，應可降低空調設備的使用率，達到節能的效果。根據前人研究得知，輕質混凝土相較於常重混凝土，具備自重輕、隔熱性能及吸水率佳等特性，適合使用在建築構件上。而輕質混凝土在台灣的研究尚處於起步階段，若針對不同輕質混凝土的物理性質做更細一步的研究，可了解其在實際工程應用上特性之優異，進而提出施工作業參考及助益。

本研究之目的針對不同的輕質混凝土壁體對室內溫熱影響作探討，利用實驗驗證方式進行研究，以實際試驗數據探討不同輕質混凝土壁體對室內溫熱影響之差異。

二、輕質混凝土簡介

2.1 輕質混凝土之應用

輕質骨材具備熱穩定性，較低的熱傳導性與熱膨脹係數，平均單位重小於一般常重骨材者，有利高樓建築、耐震結構物、或節約能源之建築及橋樑。

以輕質骨材取代常重骨材所拌製而成的混凝土，一般稱為輕質骨材混凝土 (Lightweight Aggregate Concrete, 簡稱 LWAC)。二十世紀初，歐美日本等先進國家開始生產輕質骨材，並將其應用於非結構與結構性用途之混凝土工程上。在非結構性用途方面，輕質骨材混凝土由於具備低熱傳導性，常被用來製作輕質圬工磚、輕質之樓板或屋頂等，藉以改善建築物的隔熱性，故具有節約能源的效果。在結構混凝土工程的應用上，輕質骨材混凝土構件的自重較輕，可使結構體因地震所產生的慣性力亦相對較小，故可降低設計載重，節省建造成本，若構件斷面積一樣，則輕質骨材混凝土結構之柱間跨度可增加，同時使用淨空亦可增大，經濟價值亦相對提升。

2.2 輕質骨材種類

輕質骨材之種類繁多，例如利用旋窯技術，燒製膨脹性頁岩所形成之輕質骨材、飛灰與底灰的冷結型輕質骨材、水庫黏土質淤泥燒結輕質骨材等等；而一般骨材粒料在混凝土中佔有大約 60%~75% 的體積，因此骨材的特性對混凝土強度有舉足輕重之地位，輕質骨材的質輕、內部孔隙大、卻有適當的強度，用以拌製的輕質骨材混凝土，可具有密度小、強度夠、熱傳導率小的優點，應用於結構物上，更能發揮經濟性、隔熱及耐震的效果。

輕質骨材之種類依材料性質差異，可再分成以下四類：

1. 天然輕質骨材：
 - (1)火山爆發形成的多孔性岩石(浮石、火山灰、凝灰岩)。
 - (2)生物沈積的多孔性岩石(珊瑚石、石灰岩、蛋白石)。
 - (3)其他。
2. 改良式輕質骨材：
 - (1)以黏土、頁岩、黑曜、板岩、珍珠岩、蛭石等加工燒結而成。
 - (2)天然植物加工燒結(稻穀灰、軟木)。
3. 工業副產品輕質骨材：以飛灰、底灰、高爐石礦渣碎等加工而成。
4. 人造有機輕質骨材：膨脹性塑膠材料。

三、實驗規劃

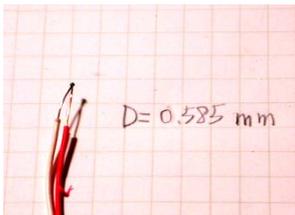
3.1 實驗規劃說明

為研究分析輕質混凝土壁體對室內溫熱之影響，先參考前人文獻資料之試驗經驗，將混凝土的重量配比設定為1：7(骨材：水泥)，製作成尺寸110x110x4cm之輕質混凝土壁體，進行室內溫熱試驗數據分析，驗證三種輕質混凝土壁體之室內溫熱性能優異。

3.2 實驗儀器與材料

實驗儀器簡介如表 1 所示：

表 1 實驗儀器簡介表

儀器名稱	儀器圖片	量測原理 / 量測範圍 / 量測精度 【量測參數】
熱電偶線		Seebeck效應 / -32~250°C / ±0.01°C 【量測參數：溫度】

資料記錄器 (Campbell CR-1000)		電壓訊號讀取 / -25° 到 $+50^{\circ}\text{C}$ / $\pm 0.33\mu\text{V}$ 【量測參數：箱體大氣溫差】
-----------------------------	---	---

資料來源：本研究整理

實驗材料如表 2 所示：

表 2 實驗材料

名稱	珍珠石	蛭石	陶粒	卜特蘭水泥第 1 型
圖片				

資料來源：本研究整理

3.3 實驗量測過程

- (1)本實驗量測三種輕質混凝土壁體(真珠石、蛭石、陶粒)對室內溫熱優劣之影響，實驗時間僅限於晴天 10：00~14：00、日射量平均 $600\text{W}/\text{m}^2$ 以上。
- (2)實驗量測地點位於桃園縣大溪鎮頭寮地區，在戶外空地建立兩座模擬箱體(圖 1)，分為對照組和實驗組，對照組為 1：3 水泥砂漿壁體，設置在 A 箱體；實驗組為輕質混凝土壁體，設置在 B 箱體。
- (3)量測數據為每 1 小時收集一次，從 10：00~14：00，一共收集五次。

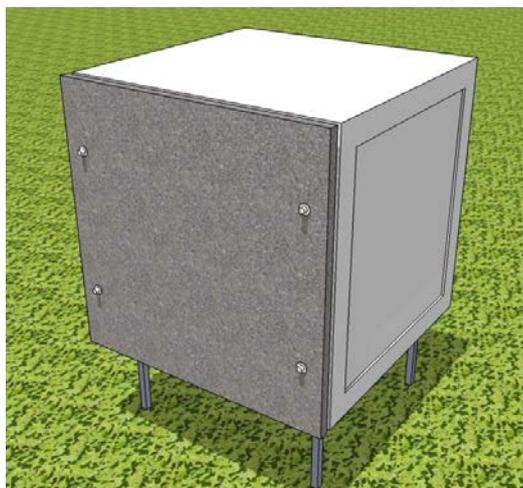


圖 1 模擬箱體

資料來源：本研究繪製

四、試驗結果分析

以重量配比1：7製作成三種輕質混凝土壁體（實驗組），與1：3水泥砂漿壁體（對照組），進行比對量測分析驗證其室內溫熱性能優劣，分析結果如下：

表3 不同輕質混凝土壁體各整點溫熱量測比較表

不同輕質混凝土壁體各整點溫熱量測比較表 (量測時間:10:00~14:00)							
	日期/日射量	試驗項目	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
真珠石 輕質混 凝土壁 體	2014/3/24 711.8 W/m ²	大氣溫度	23.73°C	26.90°C	29.18°C	30.57°C	28.35°C
		A 箱體平均溫度(對照組)	23.64°C	29.25°C	33.82°C	37.02°C	34.76°C
		B 箱體平均溫度(實驗組)	22.17°C	27.38°C	31.80°C	35.07°C	33.81°C
		兩箱體溫度差	1.47°C	1.87°C	2.02°C	1.95°C	0.95°C
蛭石輕 質混 凝土壁 體	2014/5/12 836.6 W/m ²	大氣溫度	29.74°C	31.24°C	32.42°C	32.72°C	31.55°C
		A 箱體平均溫度(對照組)	29.62°C	33.65°C	36.56°C	37.18°C	35.33°C
		B 箱體平均溫度(實驗組)	28.75°C	32.33°C	35.10°C	36.05°C	34.71°C
		兩箱體溫度差	0.87°C	1.32°C	1.46°C	1.13°C	0.62°C
陶粒輕 質混 凝土壁 體	2014/1/31 641.8 W/m ²	大氣溫度	22.35°C	26.88°C	30.05°C	32.42°C	33.63°C
		A 箱體平均溫度(對照組)	22.07°C	29.45°C	35.48°C	39.88°C	42.31°C
		B 箱體平均溫度(實驗組)	22.06°C	29.29°C	35.00°C	39.19°C	41.57°C
		兩箱體溫度差	0.01°C	0.16°C	0.48°C	0.69°C	0.74°C

資料來源：本研究整理

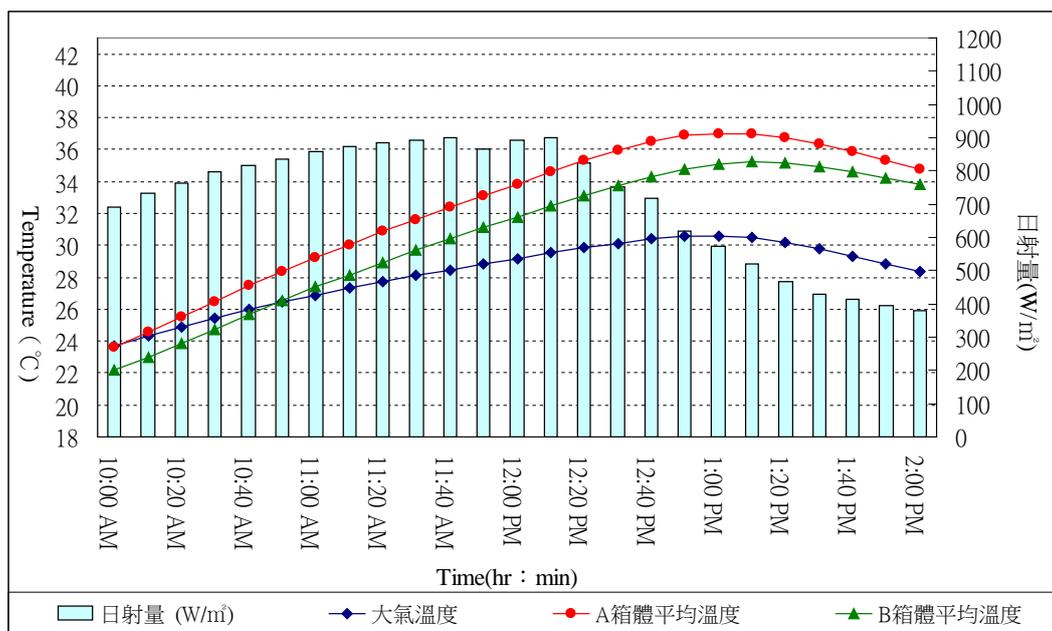


圖 2 2014/03/24 真珠石輕質混凝土壁體對室內溫熱變化曲線圖

資料來源：本研究繪製

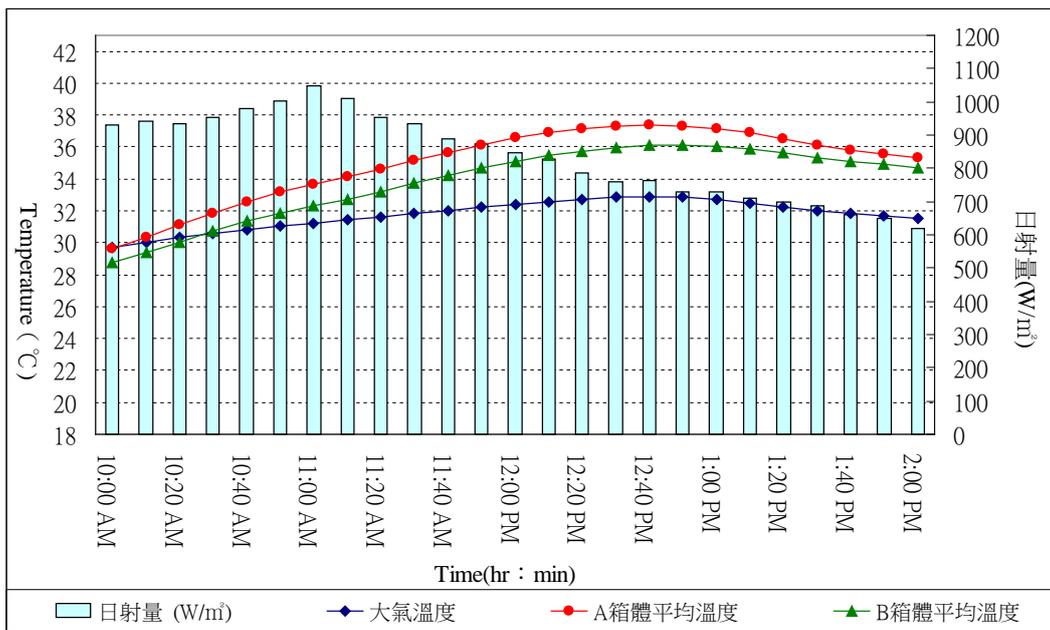


圖 3 2014/05/12 蛭石輕質混凝土壁體對室內溫熱變化曲線圖
資料來源：本研究繪製

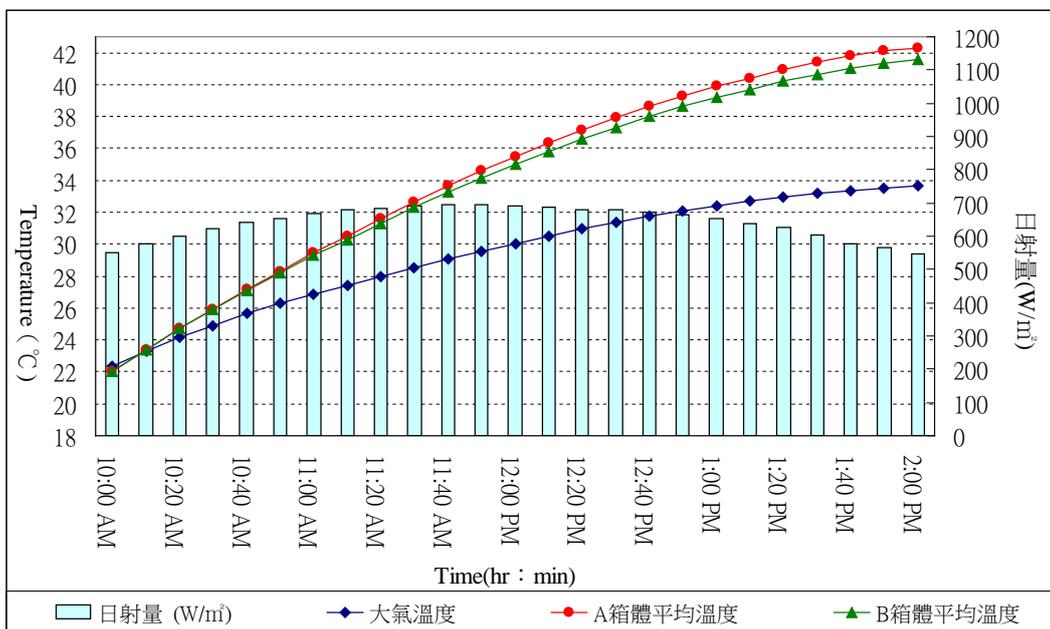


圖 4 2014/01/31 陶粒輕質混凝土壁體對室內溫熱變化曲線圖
資料來源：本研究繪製

由表3得知，三種輕質混凝土壁體比較之試驗，10：00時大氣溫度皆高於A、B箱體之室內溫度，但A、B箱體之室內溫度上升速度高於大氣溫度，11：00後A、B箱體之室內溫度反超過大氣溫度，顯示箱體上的混凝土壁體具有蓄溫的功能，但A、B兩座箱體之室內溫度，每一組試驗皆都有一定的差距，顯示安裝輕質混凝土壁體對室內降溫有一定的幫助。

後續針對各種輕質混凝土壁體比較作探討，由圖2得知，真珠石輕質混凝土壁體比較之試驗，在10：00~14：00量測時間期間，10：00時兩箱體溫差已達1.47℃，隨著時間接近中午，兩箱體溫差越大，到中午12：00時兩箱體溫差達到2.02℃，中午後隨著時間越晚，兩箱體溫差逐漸降低。由圖3得知，蛭石輕質混凝土壁體比較之試驗，在量測時間期間，10：00時兩箱體溫差已達0.87℃，隨著時間接近中午，兩箱體溫差越大，到中午12：00時兩箱體溫差達到1.46℃，中午後隨著時間越晚，兩箱體溫差也是跟前者一樣逐漸降低。另外由圖4得知，陶粒輕質混凝土壁體比較之試驗，在量測時間期間，10：00時兩箱體幾乎呈現沒有溫差的狀況，溫差僅0.01℃，但隨著時間越晚兩箱體溫差越大，到14：00時兩箱體溫差已到達0.74℃。

五、結論

由三種輕質混凝土壁體室內溫熱優劣比較得知，在實驗量測時間10：00~14：00間，真珠石輕質混凝土壁體可降低模擬箱體室內溫度1.78℃，為三組實驗中最大，蛭石輕質混凝土壁體1.17℃次之，陶粒輕質混凝土壁體0.43℃最小，顯示真珠石輕質混凝土壁體之隔熱性能較佳。

表4 不同輕質混凝土壁體溫熱量測平均表

不同輕質混凝土壁體溫熱量測平均表 (量測時間:10:00~14:00)			
試驗項目	真珠石輕質混凝土壁體	蛭石輕質混凝土壁體	陶粒輕質混凝土壁體
量測日期	2014/3/24	2014/5/12	2014/1/31
A箱體平均溫度 (對照組 1:3 細砂與水泥)	32.38 °C	34.97 °C	34.31 °C
B箱體平均溫度 (實驗組 1:7 骨材與水泥)	30.60 °C	33.85 °C	33.88 °C
兩箱體平均溫度差	1.78 °C	1.17 °C	0.43 °C

資料來源：本研究整理

六、參考文獻

1. 中華民國國家標準、總號 CNS14826，「隔熱混凝土用輕質粒料」，2004。
2. 陳寒濤，林憲德，楊冠雄，吳信毅，「建築外殼建材之隔熱性能評估研究」，內政部建築研究所，2003。
3. 江哲銘，「建築物理」，三民書局，1997。
4. 吳協勳，「由建築節能觀點探討外牆構法上隔熱功能改善之研究」，國立臺灣大學生物環境系統工程學系暨研究所，碩士論文，2001。
5. 黃心瑩，「屋頂複合式隔熱材料之隔熱性能實驗研究」，碩士論文，國立台北科技大學建築與都市設計研究所，2009。
6. 陳建國，「輕質混凝土隔熱性能關鍵影響因子之研究 - 以三種輕質骨材為例」，碩士論文，中國科技大學建築研究所，2014。
7. 楊詔為、張峻銘、卓子傑、邱瑞深、黃心瑩、陳建國，「輕質隔間牆壁體隔熱材料開發研究之初步探討-以三種輕質骨材為例」，第二十五屆台灣建築學會成果發表會，2013。