

「2020 中華民國營建工程學會第十八屆營建產業永續發展研討會」

濕式(灌漿)輕隔間牆的施作與性能初探

林良政*

中國科技大學建築系研究生

林新棟***

中國科技大學建築系研究生

周庭旭**

中國科技大學建築系研究生

摘要

現今人類日常生活的各項活動皆與所處建築物息息相關，而建築物室內空間，即靠建築物隔間系統進行空間分割，以因應各種人類使用需求，故隔間系統為建築物結構系統外，另一重要的建築設施，隔間系統種類、施工方式及相關特性，決定建物空間使用的舒適性。隔間系統多樣，但國人對於建築物隔間系統偏好實心牆類型，故目前市面上目前實心隔間系統除傳統紅磚牆外，主流即為濕式灌漿牆系統，其因於隔間系統骨架中灌注輕質灌漿材，而使隔間具實心牆感。但建築現場採濕式施工方式，漿料灌注方式及其所含輕質填充物(保麗龍球)等，是否合乎目前提倡綠建築設計之輕量化與營建自動化外，是否能確實達到使用空間之安全與舒適性，均係關心之課題，故本文擬就濕式灌漿隔間系統之材料特性、施工特性及使用性能方面等方面，探討其性能表現。

關鍵字：隔間系統、濕式灌漿牆、乾式隔間牆

Discussion on the Performance of Light Mortar-infilled Partition Walls

Abstract

Today's human daily life activities are closely related to the building, and the partition systems, also known as room dividers, are architectural devices used to separate areas based on their uses, as well as a number of other considerations, so the partition system is another important building facility beside the building structure system, partition system types, construction methods and related characteristics, decided the comfortability of the building space. Partition system is diverse, but people for the building partition system prefer solid wall type, so the current market solid partition system in addition to the traditional plain brick wall, the mainstream is light partition walls with mortar-infill, due to the partition system skeleton filled with mortar, makes it feels like a solid wall, but its wetting construction method at the

construction site, slurry perfusion mode and its containing light fillers (Styrofoam ball), etc., whether it is in line with the current promotion of green architectural design light and construction automation, but also for building users, Whether it can actually achieve the safety and comfort performance planning of the use of space design, so this paper discusses the material characteristics, construction characteristics and performance of the light partition walls with mortar-infill system.

Keywords: Partition System, Light Partition Walls with Mortar-infill, light Partition walls

一、前言

1.1 研究動機：

普遍所稱「隔間」，即為分割建築物室內空間所使用的建築系統，使室內空間達使用者需求，基本以牆體為主要形式，但也可以櫥櫃或屏風等形式呈現，然依據建築技術規則，此類建築構件以「分間牆」稱之，其定義為分隔建築物內部空間之牆壁。故目前大眾對於建築物隔間系統廣泛以「隔間牆」稱之。

目前國內所使用的隔間牆系統種類繁複且多元，然傳統的紅磚牆隔間因地震安全考量及環保問題，已無法滿足現況需求，輕質隔間系統便逐漸出現取代傳統紅磚隔間，一方面減低結構體的自重，另一方面對於施工、安全及成本有正面影響。目前國內的隔間系統主要有乾式施工法如矽酸鈣版及石膏版搭配隔音棉，濕式工法如水泥纖維版搭配輕質灌漿材、鋼筋混凝土構造及磚造等。因國內民眾對於牆體仍屬意實心牆體，故濕式工法中輕質灌漿材隔間為目前使用主流，但其為濕式施工方式，現場作業易髒亂外，另外混拌於灌漿材中的輕質材料多為保麗龍為主，其單位重輕而易上浮於砂漿表面，使澆置完後灌漿材產生不均勻現象，大大降低壁體性能，此外因需現場調配灌漿材，多施工人力需求方式，與現今推廣節能與營建自動化理念背道而馳，故本文後續將探討濕式輕質灌漿材隔間所遇問題。

1.2 研究目的與方法：

希望能透過對濕式灌漿隔間使用材料特性及施工方式，探討對於最終使用性能的影響。本研究方法將以文獻探討與現地勘查比較為主，檢視現有市場常用之隔間系統以及針對濕式灌漿牆現況問題研析。

二、文獻回顧

使用者在選擇隔間系統的評選，大多是以各類隔間牆的性能作為評選考慮條件，在了解所有各類隔間系統的特性後而選擇使用該系統，主要除了現行法規要求之防火、隔音、重量三個基本要求外，還有單價、施工速度、配管方式、耐衝擊性、厚實感、抗龜裂性和構材的耐水性等，都是能成為主導選用結果的關鍵影響要素。而輕質隔間牆的優點不但可減輕較傳統鋼筋混凝土牆及紅磚牆對整體結構重量之占比，以及施工效率快、對施工作業環境污染程度少，並可達到建築技術規則之相關規定等，更是已普遍為各案場所採用。各種材料都有其優缺點，如何發揮其適用性與功能為本文研究重點，並針對市面常用的材質及種類予以探討分析。

表2.1各部位隔牆單元之性能需求[1]

部位	使用位置	需求特性	
公共隔牆或隔戶牆	外牆	建築物外部牆面	防火、防水、隔熱、隔音
	分界牆(隔戶牆)	分隔單元 分隔單元與其它公共空間	防火、耐衝擊性、隔音配電盤與消防栓固定
	樓梯間牆	一般緊鄰住宅單元	扶手固定方式、防火
	管道間牆	設備管線集中位置電梯梯間	維修容易、防火、耐水
	機械室隔牆	地下機械室 屋頂機械室	隔音、耐震
單元內隔間	臥室隔牆	住宅單元內分隔臥室	隔音、吊掛、配管、櫥櫃固定方式
	浴室隔牆	附屬主臥或獨立空間	給排水配管理藏貫通、設備機具吊掛、構材耐水性
	廚房隔牆	緊鄰陽台或其他居室	給排水配管理藏貫通、防火、防水、吊掛

資料來源：陳太農，洪君泰，1998。

三、隔間系統簡介

目前所使用的隔間牆系統種類繁元，其分類方式也具多樣化，隔間系統依使用位置、功能、工法材料及牆體構造等，可分類如圖 3.1 所示，一般坊間多以使用材質去分類，例如：輕質混凝土灌漿牆、ALC 輕質磚牆(Autoclaved lightweight aerated concrete)、石膏板牆與矽酸鈣板牆等。另或以施工方式差異稱之，分別有乾式施工隔間系統與濕式施工隔間系統等。

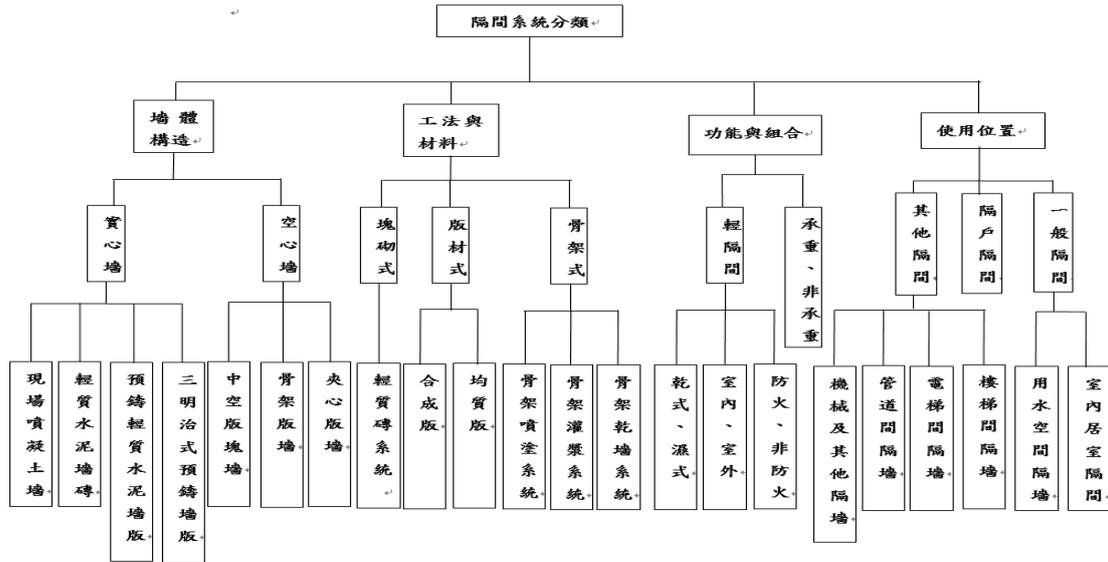


圖 3.1 隔間系統分類圖[2]

資料來源: 羅淳元, 2018。

輕質隔間牆因其具有自重輕、施工快速及構件標準化可大量生產的優勢。因此目前建築物界中室內隔間大量使用輕隔間系統，表 3.1 為傳統牆體與輕質隔間牆之比較，但相對地，輕質隔間牆的性能，如隔音、防火、防潮、耐震等，取決於牆體使用材料與施工方式，其成品對於使用者的居住品質而言影響亦大。國內民情對於建築物用牆較偏好實心牆類型，但在考量建築輕量化與施工效率下，國內隔間業者開發出特有的隔間系統-濕式灌漿牆，結合骨架系統標準化施工與經由輕質水泥砂漿填充後具實心牆感牆體系統，但這特有的施工方式是否能完全能符合使用者需求或是相關性能要求，值得進行後續探討。

表3.1 傳統牆體與輕隔間牆比較[3]

	輕質牆		傳統牆	
	乾式牆	濕式牆	鋼筋混凝土牆	磚牆
材料	鋼架、面板、纖維材	鋼架、面板、灌漿材	鋼筋混凝土	磚
厚度(公分)	8~10	8~10	10~15	10~12
施工速度 (m2/day)	25~35	25~35	10~12	5~10
牆面品質	良好	良好	粗糙手作感	粗糙手作感
施工方式	乾式施工	濕式施工		

資料來源: 蕭伯鍵, 2018。

四、溼式灌漿牆問題研析

骨架隔間系統中的濕式灌漿牆，為國內獨有的隔間牆體，因完成後牆體為實心狀態，符合國人對於建物牆體需要實心才是堅固的觀念，因此為目前隔間牆市場中的主流，但也因其需使用灌漿材灌注骨架間隙，因此灌漿材的調配與灌注施工方式將決定最終牆體品質，以下就針對灌漿牆目前在材料、施工及使用方面進行探討。

4.1 使用材料方面

灌漿牆內使用的灌漿材料，最主要成分為水泥及細砂組成之水泥砂漿，但全都灌注水泥砂漿會使單位重過重，在輕質考量下會添加保麗龍顆粒，常用輕質灌漿材組成為水泥：細砂：保麗龍顆粒=1：2：4(體積比)，其中水泥、細砂為黏結材料，保麗龍顆粒則為填充降重與隔音為目的，其中水泥及細砂為天然材料，唯獨保麗龍為一人工材料，保麗龍是苯乙烯(styrene)為單體聚合而成的聚苯乙烯(polystyrene, PS)發泡製成(如圖 4.1)，它的高分子結構中充滿發泡劑，因為質輕又具保溫作用被廣泛使用。



圖 4.1 輕質灌漿牆用保麗龍球

灌漿材也因為添加保麗龍球而達到輕質特性，保麗龍球單位約為 0.0197 kg/m³，而濕式灌漿牆單位重約在 150~170 kg/m²，表 3.1 為其他常用隔間牆體類型相關性質，顯示濕式灌漿材相較於傳統鋼筋混凝土牆及紅磚牆，具有較輕單位重，使用於建築物中，確實可達到降低建築物整體重量之效用，但用於牆體中之使用材料仍有部分問題值得後續探討。

表4.1 常用隔間牆體類型與特點[4]

項目	RC牆	磚牆	乾式隔間牆	濕式隔間牆
施工方式	模板+鋼筋組合灌漿	人工疊砌	輕鋼架+面板材組合	輕鋼架+輕質灌漿材+面板材組合
材質	鋼筋混凝土	紅磚+水泥砂漿	金屬鋼架+各類面板材	金屬鋼架+輕質灌漿材+各類面板材
重量	約250 kg/m ²	約220 kg/m ²	約110 kg/m ²	約160 kg/m ²

4.2 施工過程方面

典型濕式灌漿材施工程序可分為七工序，依序分別為 1.放樣、2.外框與立柱輕鋼骨架安裝、3.第一面封板、4.各類管線安裝、5.第二面封板、6.灌注輕質灌漿材、7.表面批土及內外角處理等，各工序施作內容簡述如下[5,6]：

1. 放樣：

請業主依隔間施工圖，以地坪放樣基準線為基準，提供地面及牆面基準線，後將室內隔間牆位置以墨斗線彈出，並請業主等下關人員確認。

2. 外框與中間立柱輕鋼骨架安裝：

- (1) 施工人員依放樣線標定上下槽鋼骨架位置，再以火藥擊釘固定之。
- (2) 每支槽鋼離端點處 5 cm 以內固定初始擊釘，接著每約 50~60 cm 間距，採 Z 字型交錯固定之。
- (3) 待上、下橫槽鋼固定完成後，將中間立柱依設計圖要求之間距(通常 ≤ 24 cm)垂直套入上、下橫槽鋼內。中間立柱與上橫槽鋼保持垂直銜接，並與上橫槽底緣保留 1-2 cm 間距，避免因緊密接合造成承载力轉移，影響隔牆本身品質。遇到不同材質之牆、柱或結構體，將第一支立柱與其固定在一起。
- (4) 立柱長度需銜接時，應有 40 cm 重疊在兩骨架並以螺絲固定之。

3. 封板作業：

- (1) 利用板材最大之理想長度，與立柱平行或垂直固定，固定使用自攻螺絲，兩片板材接合處須在中間立柱翼版中心。

(2) 封板須從立柱開口反方向開始依序進行，一面封完待水電按裝完成才可封另一面。板材與板材間接合處應以邊對邊，不可端邊交雜相連接，更不可相互擠壓。

(3) 板材與上、下結構體相接處，絕對避免緊密接合，應有適當之間距，如與上樓板須留 5~10 mm，與地面不能密接，板材牆與結構牆或不同材質之牆、柱相接時，相接處之板材須留 5-10 mm 間距。

4. 灌漿：

(1) 採用輕質灌牆專用輕質填充材，填充料主要成份：水泥、砂、保麗龍。

(2) 封板完成時，單次灌漿高度約 120~140 cm，超過高度需視實際狀況分次灌漿施工，頂端處之開口應於上槽鋼頂向下 10 cm 處開口。灌漿後以填充料補平後，批土即可。

(3) 灌漿完成 7~10 天後方可進行後續擊釘和批土作業，使漿體能完全凝結後，可避免擊釘時漿體與板材產生剝離現象。

5. 表面批土及內外角處理：

(1) 板與板之接縫預留 0-3 mm。轉角處以 L 型護角處理。

(2) 灌漿牆與 RC 構造間之間隙，需以填縫料填滿處理，另介面處理應使用彈性接著強之批土材。

由以上工序說明，濕式灌漿材施工程序除立鋼骨架外，另一施工重點即為灌漿材拌和灌置工序，因所使用的灌漿材採現地拌和，且保利龍球為人工外加方式，故保麗龍球拌和用量無法準確控制，此外因保麗龍質輕特性，易於拌和時大量上浮於表面(如圖 3.2)，將此灌注於骨架間無法均勻分佈於牆內，進而降低牆體完整性(如圖 3.3)，另外於泵送時，若泵送壓力過大，易於版面部分產生隆起情況(圖 4)，影響牆面平整度及使用性。



圖 4.2 輕質灌漿牆用保麗龍球



圖 4.3 輕質灌漿牆拆除後



圖 4.4 泵送後板面隆起情況

4.3 使用性能方面

牆構件為重要的建築元件之一，其主要功能為維持分割建築空間與維持室內空間使用需求，而施工完成後濕式灌漿牆，經現初步場檢視確具輕質且耐震隔音性能亦尚可符規範要求；但由於灌漿材內使用保麗龍材料，於高溫情況下，牆面板材(矽酸鈣板或纖維水泥板)無法完全阻隔熱能傳遞，當熱能傳遞至灌漿材時，內含之保麗龍材料即在無法燃燒完全情況下成融化狀態，此時亦會產生有毒氣體，在大量暴露下易對人體產生傷害。

由前述施工小節說明，於灌注輕質灌漿料時需在版面開灌漿口，而最頂端處開口會開在上槽鋼頂下 10 cm 處，因灌漿材於新拌時具流動性，故此開口也為最終澆置位置，導致開口上這 10 cm 的間隔即為空心狀態，這空隙也成為易於傳遞聲音的區域(圖 3.5)，造成建物使用人生活困擾而導致其與建商間的訴訟案例層出不窮。

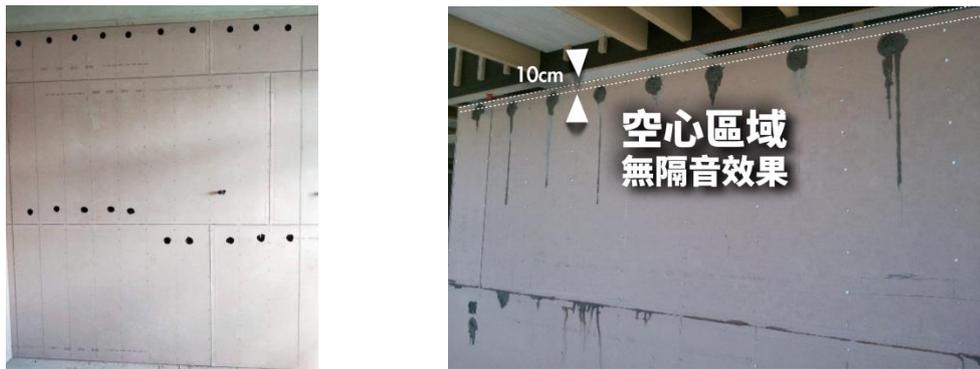


圖 4.5 濕式灌漿牆版面灌漿口開口位置

結語

綜整上述各節內容，濕式灌漿牆隔間為目前室內隔間型式主流，其骨架標準化施工方式與使用保麗龍球為部分填充材，雖然有達到具系統化施工、質輕與實心牆的需求，但也因灌漿材需現場拌和與灌注施工方式，使得施作現場環境污染較多外，另在牆體品質部分易因施工團隊技術而有落差，最後灌注口上空隙部分為此牆體類型之硬傷，故隔間牆領域也因此開發出許多新材料與新工法，用以改善此缺點。當全世界都在大力發展與推廣許多新材料與新工法，建築物設計者應該思考在順應本土氣候條件、施工方式下，如何將新材料應用於建築物中，並充分發揮新型隔間建材優勢，以提升國人優質的居住環境品質。

五、參考文獻

1. 陳太農，洪君泰，「集合住宅內牆工法自動化技術之推廣與應用」，內政部建築研究所成果報告，1998。
2. 羅淳元，「室內隔間乾牆施工標準作業程序之研究」，碩士論文，朝陽科技大學建築系建築及都市設計碩士班，2018。
3. 蕭伯鍵，「七種輕隔間矽酸鈣板承載牆的隔音效果」，碩士論文，國立台灣科技大學建築系，2018。
4. 王建雄，「珍珠岩應用於輕質隔間牆之隔音效能研究」，碩士論文，逢甲大學土木工程學系，2014。
5. 邱紹晟，「建築濕式輕隔間系統施工品質管理研究」，碩士論文，逢甲大學經營管理碩士在職專班，2014。
6. 謝俊誼，「建築物裝修隔間工程」，詹氏書局，臺北，2016。